

**EEN AFGEDEKT MESOLITHISCH NEDERZETTINGSTERREIN TE HEMPENS/N31
(GEMEENTE LEEUWARDEN, PROVINCIE FRIESLAND, NL.)**

Algemeen kader voor de studie van een lithische vindplaats

“Understandably, archaeologists seek satisfying explanations. Like health food, materialist understandings of assemblage variation may not satisfy. This is no failing; what seems unsatisfactory grows acceptable once we realize that assemblages pattern in comprehensible if complex ways. They do not tell simple stories, but their complex stories will make sense when we learn to decipher them.”

(Shott 2010, 902)

GUNTHER NOENS

**EEN AFGEDEKT MESOLITHISCH NEDERZETTINGSTERREIN TE HEMPENS/
N31 (GEMEENTE LEEUWARDEN, PROVINCIE FRIESLAND, NL.)**

Algemeen kader voor de studie van een lithische vindplaats

onder wetenschappelijke supervisie van Prof. Dr. Philippe Crombé (Vakgroep *Archeologie*, Universiteit Gent)

met medewerking en/of bijdragen van:

- Valérie Beugnier (Institut royal des sciences naturelles de Belgique, IRSNB/KBIN)
- Richard Exaltus (Exaltus Ground and Men, EGM)
- Lucy Kubiak-Martens (BIAX Consult)
- José Schreurs (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, RCE)
- Pauline Van Rijn (BIAX Consult)
- Dirk van Smeerdijk (BIAX Consult)
- Mark Van Strydonck (Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, KIK/IRPA)
- Peter Vos (TNO Bouw en Ondergrond).



ARCHAEOLOGICAL REPORTS GHENT UNIVERSITY 7

Officiële afkorting: ARGU

Deze nieuwe reeks is de opvolger van de *Dissertationes Archaeologicae Gandenses*, uitgegeven door de Universiteit Gent van 1953 tot 1984 (XXII delen).

Uitgegeven door:

Academia Press

Eekhout 2

B-9000 Gent

T. 09 233 80 88

F. 09 233 14 09

info@academiapress.be

www.academiapress.be

In samenwerking met:

Universiteit Gent

Vakgroep Archeologie

UFO – Sint-Pietersnieuwstraat 35

B-9000 Gent

De publicaties van Academia Press worden verdeeld door:

J. Story-Scientia Wetenschappelijke Boekhandel nv

Sint-Kwintensberg 87

B-9000 Gent

T. 09 225 57 57

F. 09 233 14 09

info@story.be

www.story.be

Ef & Ef

Eind 36

NL-6017 BH Thorn

T. 0475 561501

F. 0475 561660

Series editors: Jean Bourgeois, Philippe Crombé, Roald Docter, Ernie Haerinck, Peter Vandenabeele en Frank Vermeulen

Gunther Noens

Een afgedekt mesolithisch nederzettingsterrein te Hempens/N31

(gemeente Leeuwarden, provincie Friesland, NL.)

Algemeen kader voor de studie van een lithische vindplaats

Gent, Academia Press, 2011, VIII + 288 pp.

ISBN 978 90 382 1741 3

D/2011/4804/94

NUR 682

U 1574

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgeverij.

VOORWOORD

Deze publicatie wil een eerste aanzet en een algemeen kader bieden voor een beter begrip van de lithische vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31. Verspreid over drie opgraafcampagnes werd in 2004 ca. 500 m² opgegraven van een prehistorisch nederzettingsterrein nabij de kruising van de Nauwe Greuns en de rijksweg N31 (gemeente Leeuwarden, provincie Friesland), waarvan de aanpassingswerken de aanleiding vormden voor het uitvoeren van het archeologische onderzoek. Dit 'Malta'-onderzoek gebeurde in opdracht van Rijkswaterstaat (directie Noord-Nederland), die hiervoor de financiële middelen ter beschikking heeft gesteld.

De opgravingen werden mogelijk gemaakt dankzij de zeer gewaardeerde inzet van een groot aantal veldmedewerkers: (1) voor het Inventariserende VeldOnderzoek (IVO) en de eerste fase van het Definitieve Archeologische Onderzoek (DAO-1), uitgevoerd onder leiding van het ARC (uit Hielkema 2006): Sanne Alblas, Jaap Bergman, Marcella Blom, Minze Boltje, Jan Boudestein, Jan Brandenburg, Lodewijk Buist, Miranda de Wit, Arjen Draaisma, Marije Essink, Janneke Hielkema, John Hoeksma, Jasper Huis in 't Veld, Bart Huizenga, Mimi Kistemaker, Jesper Knoop, Stefan Kortrijk, Nadine Lemmers, Hans Leuverink, Wouter Meems, Juliëtte Pasveer, Marco Pieper, Rick Pleijte, Anne Marie Reijnders, Neeltje Roerhorst, Julia Sarbo, Petra Sikkema, Bram Silkens, Daniel Suellmann, Erik Suk, Adrie Ufkes, Jelle van der Plaats, Arne van Diemen, Michel van Kalmthout, Bettine van Klinken, Joshua Veldhuis, Hans Veldkamp, Machteld Velema, Ruben Vellenga, Reinder Visser en Jasper Vos;

(2) voor de tweede fase van het Definitieve Archeologische Onderzoek (DAO-2), uitgevoerd door ADC onder (wetenschappelijke) begeleiding van de toenmalige ROB en in samenwerking met EGM, Interris site technieken, TNO BenO en de Vakgroep Archeologie en Oude Geschiedenis van Europa van de Universiteit Gent: Sufyan Al Karaimah, Mariëlle Bannink, Machteld Bats, Marco Boogaard, Otto Brinkkemper, Jiske Burema, Erik Bürmann, Johan Claeys, Jos Deeben, Eveline de Graaff, Bart de Graeve, Nele Eggermont, Richard Exaltus, Chris Fitzpatrick, Jeroen Heuts, John Hoeksma, Marie-Catherine Houkes, Wim Jong, Michiel Kappers, Niels Kraal, Chris Luinge, Alexander Massie, Willy Minkes, Susanne Moerman, Ruud Mundhenk, Rick Nieboer, Gunther Noens, Hans Peeters, Patrick Ploegaert, Erik Schou-

ten, José Schreurs, Elma Schrijer, Roel Stuit, Tanja Stolk, Hilde Vanneste, Anneke van Asch, Lourens van der Feijst, Frank van der Heijden, Robert van der Mijle Meijer, Marloes van der Sommen, Reinoud van der Zee, Lidwine van Exter, Alice van Rijn, Olaf van Twist, Peter Vos, Ruud Weekers, Ian Wilkens, Tineke Wirken en Sarah Zandboer.

Betrouwbare inzichten in de complexiteit van een archeologisch bestand vereisen aangepaste onderzoekskaders en de medewerking van diverse specialisten:

(1) voor het uitwerkingstraject van de IVO en DAO-1 fases, onderdeel van de onderzoeksopdracht van ARC: J. Hielkema, H. Halici, M.J.L.T. Niekus (GIA), G.J. de Roller, D.G. van Smeerdijk (BIAX Consult), A. Hufkes, J.R. Veldhuis, P.C. Vos (TNO BenO) en A.J. Wullink;

(2) voor het uitwerkingstraject van het DAO-2, losgekoppeld van het veldwerk en uitgevoerd onder leiding van de toenmalige Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek en de Vakgroep Archeologie en Oude Geschiedenis van Europa (UGent): O. Brinkkemper (toenmalige RACM), R. Exaltus (EGM), L. Kubiak-Martens (BIAX Consult), J. Schreurs (toenmalige RACM), P. Van Rijn (BIAX Consult), D.G. van Smeerdijk (BIAX Consult) en P.C. Vos (TNO BenO). Dank aan M.J.L.T. Niekus voor het ter beschikking stellen van de niet-gepubliceerde illustraties en toelichting behorende bij de typologische lijst van Newell & Vroomans (1972). Radiometrische analyses binnen beide onderzoekstrajecten (IVO/DAO-1 en DAO-2) werden uitgevoerd door medewerkers van het van de Graaff Laboratorium van de Rijksuniversiteit Utrecht, het Centrum voor IsotopenOnderzoek van de Rijksuniversiteit Groningen, het Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium (IRPA/KIK) en het Leibniz-Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung van de Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. De OSL-bepalingen uit het DAO-2 gebeurden door het Nederlands Centrum voor Luminescentie-datering (NCL) te Delft;

(3) voor het syntheseonderzoek van het volledige opgegraven deel van de vindplaats, uitgevoerd als onderdeel van ons doctoraatsonderzoek aan de Vakgroep Archeologie (UGent): V. Beugnier (IRSNB) en M. Van Strydonck (KIK). We zijn Hans Vandendriesche zeer erkentelijk voor de controle en digitale verwerking van de verkoolde hazelnootfragmenten. Aanvullende radiometrische analyses werden uitgevoerd door medewerkers van het Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium (IRPA/KIK) en het Leibniz-Labor für

Altersbestimmung und Isotopenforschung van de Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

De resultaten van het aardwetenschappelijke onderzoek, die afzonderlijk reeds verschenen in de verschillende basisrapporten, werden in onderhavige publicatie door ons grotendeels samengevat en bij elkaar gevoegd. Alle gegevens in deze samenvattingen zijn ontleend aan de eerdere rapporten van de diverse specialisten, tenzij anders vermeld. In zoverre deze data afwijken van die uit de oorspronkelijke rapporten, ligt de verantwoordelijkheid hiervoor bij ons. Bijzondere dank aan L. Kubiak-Martens, P. Van Rijn en D.G. van Smeerdijk voor het nalezen en bijsturen van deze samenvattingen. Dank aan Henk van Haaster (BIAX Consult) en Jos Deebe (RCE) voor het opzetten van het vlotte communicatienetwerk dat deze recente bijsturingen mogelijk heeft gemaakt.

Deze publicatie kwam tot stand in opdracht en met een financiële bijdrage van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed en in loondienst van GATE bvba. Speciale dank aan Jos Deebe, Prof. Dr. Philippe Crombé, Lien Lombaert, Bjorn Smit en Ann Van Baelen voor het kritisch nalezen, bijsturen en becommentariëren van afzonderlijke delen van het oorspronkelijke manuscript en aan Erick Robinson voor het nalezen van de Engelse bijdrage van Valérie Beugnier. De tekeningen van de lithische artefacten kwamen tot stand met medewerking van Ann Van Baelen, José Schreurs en Valérie Beugnier. Motivatie en inspiratie voor zowel het synthese- als het doctoraatsonderzoek vloeien voort uit de wetenschappelijke supervisie van het onderzoek door Prof. Dr. Philippe Crombé, evenals de leerrijke inzichten aange-reikt door Jos Deebe. Hun onmisbare bijdragen worden daarom bijzonder gewaardeerd.

Gunther Noens, januari 2011



Groepsfoto uit het DAO-2 onderzoek (opname 2004/10/29, M. Boogaerts).

INHOUD

VOORWOORD	V		
DEEL I ONDERZOEKSKADER	1	DEEL IV HET DEFINITIEVE ONDERZOEK	25
1.1 Aanleiding van het onderzoek	1	4.1 Inleiding	25
1.2 Organisatie van het onderzoek	1	4.2 Het Inventariserende VoorOnderzoek (IVO)	26
1.2.1 Organisatie van het veldwerk	1	4.2.1 Inleiding	26
1.2.2 Organisatie van het uitwerkingstraject	2	4.2.2 Operationele ontwerpeisen	27
1.3 De onderzoeksopdracht	2	4.2.3 Uitvoering van het veldwerk	27
1.3.1 Inleiding	2	4.3 De eerste fase van het Definitieve Archeologische Onderzoek (DAO-1)	30
1.3.2 De algemene vraagstellingen	3	4.3.1 Inleiding	30
1.3.3 De aanvullende of specifieke vraagstellingen	3	4.3.2 Operationele ontwerpeisen	30
1.4 Archeologische context	4	4.3.3 Uitvoering van het veldwerk	31
1.4.1 Situering van de vindplaats binnen de archeoregio's	4	4.4 De tweede fase van het Definitieve Archeologische Onderzoek (DAO-2)	35
1.4.2 Beknopte historiek van het mesolithische onderzoek	5	4.4.1 Inleiding	35
1.4.3 Leeuwarden-Hempens/N31 versus de lacunes in het mesolithische onderzoek	7	4.4.2 Operationele ontwerpeisen	37
		4.4.3 Uitvoering van het onderzoek	39
DEEL II TOPOGRAFISCHE EN REGIONALE FYSISCH-GEOGRAFISCH CONTEX	9	DEEL V HET BESCHIKBARE DATABESTAND	43
2.1 Topografische context	9	5.1 Algemene inleiding	43
2.2 Regionale fysisch-geografisch context	9	5.1.1 Karakteristieken van het databestand	43
2.2.1 Stand van het onderzoek	9	5.1.2 Onderzoek van lithische vindplaatsen met lage resolutie	43
2.2.2 Beknopte schets van het regionale fysisch-geografische kader	9	5.2 Beperkingen van het databestand	45
2.2.3 Beknopte schets van de lokale bodemkundige situatie	10	5.2.1 Inleiding	45
		5.2.2 Het gecreëerde verwachtingskader op basis van het vooronderzoek	45
DEEL III HET VOORONDERZOEK: ONTDEKKING, KARTERING EN WAARDERING	13	5.2.3 De organisatie en praktische uitvoering van het onderzoeksproces	47
3.1 Naar een aangepaste methodologie	13	5.2.4 Representativiteit van het opgegraven deel van de vindplaats	49
3.2 De Aanvullende Archeologische Inventarisatie, deel 1 (AAI-1)	14	DEEL VI HET FYSISCH-GEOGRAFISCHE KADER	53
3.2.1 Inleiding	14	6.1 Algemene inleiding	53
3.2.2 Methodiek	14	6.1.1 Onderzoek van het actuele maaiveld	53
3.2.3 De voornaamste resultaten	14	6.1.2 Structuur	53
3.3 De Aanvullende Archeologische Inventarisatie, deel 2 (AAI-2)	16	6.2 De registratie van de bodemopbouw	53
3.3.1 Inleiding	16	6.2.1 Inleiding	53
3.3.2 Methodiek	17	6.2.2 Operationele ontwerpeisen	54
3.3.3 De voornaamste resultaten	18	6.2.3 Registratie en bemonstering van de bodemprofielen tijdens het IVO en het DAO-1	54
3.4 Het aanvullende booronderzoek	19	6.2.4 Registratie en bemonstering van de bodemprofielen tijdens het DAO-2	55
3.4.1 Inleiding	19	6.2.5 Studie van de geregistreerde bodemprofielen tijdens het uitwerkingstraject	57
3.4.2 Methodiek	20		
3.4.3 De voornaamste resultaten	20		

6.2.6	Potentieel en beperkingen van de geregistreerde bodemprofielen	57	7.3.4	Discussie en conclusies	210
6.3	Een fysisch-geografisch kader voor de steentijdvindplaats	58	7.4	Archeobotanie	222
6.3.1	Inleiding	58	7.4.1	Inleiding	222
6.3.2	Geologie, geomorfologie en lithostratigrafie (naar het onderzoek van P. Vos)	58	7.4.2	Het pollenonderzoek (onderzoek D.G. van Smeerdijk, BIAx)	223
6.3.3	Bodemmicromorfologie (naar het onderzoek van R. Exaltus)	62	7.4.3	Het houtskoolonderzoek (onderzoek P. van Rijn, BIAx en G.J. de Roller, ARC)	226
6.3.4	Discussie & conclusies (naar de onderzoeken van P.C. Vos & R. Exaltus)	65	7.4.4	Het macrorestenonderzoek	231
			7.4.5	Discussie en conclusies	232
DEEL VII	HET ARCHEOLOGISCHE ONDERZOEK	69	7.5	Dateringen	242
7.1	De grondsporen	69	7.5.1	Inleiding	242
7.1.1	Algemene inleiding	69	7.5.2	Het OSL-onderzoek	243
7.1.2	De registratie van de grondsporen	69	7.5.3	Het ¹⁴ C-onderzoek	243
7.1.3	De interpretaties van de grondsporen	73	7.5.4	Discussie en conclusie	246
7.1.4	Conclusie	99			
7.2	Lithisch materiaal: het macroscopische onderzoek	100	DEEL VIII	ALGEMENE CONCLUSIES	259
7.2.1	Inleiding	100	8.1	Inleiding	259
7.2.2	Operationele ontwerpisen	104	8.2	Inzichten omtrent de landschappelijke ontwikkeling	259
7.2.3	Methodiek	104	8.2.1	Inleiding	259
7.2.4	Potentieel en beperkingen van de lithische assemblage en het uitgevoerde onderzoek	111	8.2.2	Het geologische en bodemkundige onderzoek	260
7.2.5	Conservering van de lithische assemblage	112	8.2.3	Het micromorfologische onderzoek	260
7.2.6	Resultaten van het onderzoek naar de morfologische typologie	117	8.2.4	Het archeobotanische onderzoek	261
7.2.7	Resultaten van het onderzoek naar de artefactattributen	142	8.3	Inzichten omtrent menselijke activiteiten (in relatie tot de landschappelijke ontwikkeling)	262
7.2.8	Discussie en conclusies	175	8.3.1	Inleiding	262
7.3	Lithisch materiaal: het microscopische onderzoek	190	8.3.2	Conservering van de vindplaats	263
7.3.1	Inleiding	190	8.3.3	De lithische assemblage	263
7.3.2	Het <i>pilot</i> onderzoek (J. Schreurs)	191	8.3.4	De verkoolde organische resten	266
7.3.3	The functional analysis of flint artefacts (V. Beugnier)	199	8.3.5	De grondsporen	268
			8.3.6	Het radiometrische onderzoek	268
			8.3.7	Het aardwetenschappelijke onderzoek	269
			8.4	Slotbeschouwing	269
			BIBLIOGRAFIE	271	

DEEL I ONDERZOEKSKADER

1.1 Aanleiding van het onderzoek

Het project Leeuwarden-Hempens/N31 bestond uit een paleolandschappelijke en archeologische kartering, waardering en een gedeeltelijke bewaring (in- en ex-situ) van een bedreigd paleolandschappelijk en archeologisch bestand. De bedreiging werd gevormd door bodemingrepen, gerealiseerd tussen 2004 en 2008, in verband met de verdubbeling van de Wâldwei, het deel van de rijksweg N31 tussen Hemriksein en Nijega. Het was een 'Malta-gefinancierd' archeologisch onderzoek met een multidisciplinair karakter. De directe aanleiding voor de opgraving, of de bewaring *ex situ*, van de steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 was de bouw van het aquaduct 'het Langdeel' ten zuiden van Leeuwarden, nabij de wijk Zuiderburen. Deze werkzaamheden werden in opdracht van Rijkswaterstaat Directie Noord-Nederland (RWS) uitgevoerd als een publiek-privaat samenwerkingproject (PPS-project).

Naast de beschikbare basisrapportages is het onderzoek op de steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 reeds gekend in de nationale en internationale literatuur. In navolging van de eerste rapportages (Hielkema 2004, 2006) staat de vindplaats in deze literatuur ook gekend onder de naam 'Hempens-Wâldwei' (Niekus 2006, 2008, 2009). Voorts wordt het onderzoek op deze vindplaats vermeld in het jaarverslag 2004 van de (toenmalige) Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB)¹, tweemaal in de Nationale Onderzoeksagenda Archeologie (NOaA, Deeben *et alii* 2006a), in het informatieblad *Notae Praehistoricae* (Noens 2009) en is een veldopname (door J. Bazelmans) opgenomen als cover van de monografie Vakken in vlakken. Archeologische kennis in lagen (Brinkkemper *et alii* 2006b) en in een artikel daaruit (Deeben *et alii* 2006b, 51, afb. 11). In onderhavige publicatie wordt de vindplaats aangeduid als Leeuwarden-Hempens/N31 (of afgekort als Hempens).

¹ <http://www.archis.nl/jaarverslag2004/content/nieuwe-content/jaarverslag2004.htm> (geconsulteerd op 30 maart 2006).

1.2 Organisatie van het onderzoek

1.2.1 Organisatie van het veldwerk

Tussen november 1998 en oktober 2004 werd in (voornamelijk het noordelijke deel van) de verbredingszone van het N31-traject Hemriksein-Nijega in zes afzonderlijke fasen door verschillende instellingen preventief archeologisch veldonderzoek verricht. Dit onderzoek kan worden opgesplitst in een voortraject, dat leidde tot de ontdekking, kartering en waardering van verschillende archeologische vindplaatsen, en de opgraving van één ervan, de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31. Het voortraject (zie Deel III) bestond in de eerste plaats uit een Aanvullende Archeologische Inventarisatie (AAI) van het ganse onderzoeksgebied, verder opgesplitst in een verkennende/karterende (AAI-1) en een waarderende (AAI-2) fase, gevolgd door een aanvullend booronderzoek op en rond de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31. Beide deelprojecten werden in de periode tussen 1998 en 2001 uitgevoerd en gerapporteerd door RAAP Archeologisch Adviesbureau b.v. (RAAP) (Asmussen 1999b, 2000; Exaltus 2001a). De (gedeeltelijke) opgraving van de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 (zie Deel IV), uitgevoerd tussen april en november 2004, bestond uit een Inventariserend VeldOnderzoek (IVO) gevolgd door een Definitief Archeologisch Onderzoek (DAO), dat uitzonderlijk werd opgesplitst in twee fasen. Het IVO en de eerste fase van het DAO werden uitgevoerd onder leiding van Archaeological Research & Consultancy b.v. (ARC); de tweede fase van het DAO door het Archeologisch Diensten Centrum Archeoprojecten (ADC), onder (wetenschappelijke) begeleiding van de toenmalige Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB, de huidige Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed, RCE) en in samenwerking met diverse nationale en internationale instellingen (Exaltus Ground and Men (EGM), Interris site technieken, TNO/NITG Bouw en Ondergrond (TNO BenO), Universiteit Gent).

Deze organisatie van het veldonderzoek wijkt op verschillende punten af van het gebruikelijke proces van archeologische monumentenzorg (AMZ), dat zich in de eerste plaats richt op de studie van de aard, omvang, kwaliteit en ouderdom van archeologische resten (Deeben *et alii* 2006b, 41). Zo werd het onderzoek uitgevoerd in een overgangperiode waarin het proces van AMZ zelf aan verandering onderhevig was en gekenmerkt werd door het in werking treden van de

Kwaliteitsnorm voor de Nederlandse Archeologie (KNA, 01/10/2001, huidige versie 3.2.). Om die reden bevat het onderzoekstraject een complex amalgaam van nieuwe en verouderde termen/fases die in het huidige proces niet meer van toepassing zijn. Verder heeft de (niet vooraf geplande) opsplitsing van het DAO te maken met het feit dat de aansturing van het aanvankelijke onderzoek niet aan de gestelde kwaliteitseisen voldeed, waarna de toenmalige ROB, in overleg met de opdrachtgever RWS, de aansturing van het veldwerk zelf heeft overgenomen.

1.2.2 Organisatie van het uitwerkingstraject

Bovengeschetste situatie had verregaande gevolgen voor het verdere uitwerkingstraject en resulteerde binnen de vooraf vastgelegde termijn van twee jaar na beide opgraafcampagnes in twee afzonderlijke uitwerkingstrajecten en standaardrapportages, elk van slechts een beperkt deel van de vindplaats. De uitwerking van het deel van de vindplaats opgegraven tijdens de IVO en DAO-1 fases werd door ARC, in samenwerking met medewerkers van BIAX Consult (BIAX, paleo-ecologie), TNO BenO (fysische geografie) en het GIA van de Rijksuniversiteit Groningen (lithisch onderzoek), uitgevoerd tussen 2004 en 2006 (Hielkema 2004, 2006). De primaire verwerking en basisrapportage van de tweede fase werd tussen 2005 en 2007 verzorgd door de vakgroep Archeologie en Oude Geschiedenis van Europa/Archeologie van de Universiteit Gent, in nauwe betrokkenheid met (deels dezelfde) aardwetenschappelijke specialisten van BIAX (paleo-ecologie), TNO BenO (geologie en bodemkunde), EGM (micromorfologie) en de toenmalige RACM (Noens, Crombé 2007).

Het (quasi) gebrek aan informatieuitwisseling tussen beide onderzoeksopdrachten, in combinatie met de geringe omvang van de onderzochte delen van de vindplaats, leidde tot een situatie waarbij in beide basisrapportages nauwelijks zinvolle antwoorden konden worden geformuleerd op de gestelde onderzoeksvragen. Daarom werd besloten tot de uitvoering van een extra syntheseonderzoek, waarin alle beschikbare data over de opgegraven vindplaats werd samengebracht en in samenhang met elkaar bestudeerd. Dit onderzoek, waarvan onderhavige publicatie de eerste schriftelijke neerslag vormt, werd gekaderd binnen een doctoraatsstudie uitgevoerd aan de vakgroep Archeologie (UGent), wat ondermeer toeliet aanvullende radiometrische en lithische analyses (*i.e.* refitting, microwear) uit te voeren, die in deze publicatie slechts ten dele worden opgenomen.

Bij het uitwerkingstraject waren onderzoekers uit meerdere disciplines en instellingen betrokken (~ het multidisciplinaire karakter van het onderzoek). Alles bij elkaar genomen

gaat het om volgende disciplines: archeologie, paleo-ecologie, geo(morfo)logie, bodemkunde en radiometrie. Algemene doelstelling binnen de onderzoeksopdracht (zie Hoofdstuk 1.3.) was te komen tot een geïntegreerde *intrasi-te*benadering waarin de resultaten van deze disciplines met elkaar werden geconfronteerd (~ het interdisciplinaire karakter van het onderzoek). Het archeologische luik (zie Deel VII) omvatte, naast tijdrovende evaluaties van alle basisdata, een eerste typologische, technologische, functionele en ruimtelijke studie van het lithische materiaal (zie hoofdstukken 7.2. t.e.m. 7.4.) en een onderzoek van grondsporen en bodemprofielen (zie resp. hoofdstukken 7.1. en 6.1.). Het lithische materiaal werd onderworpen aan een attributenanalyse (G. Noens) en een gericht, selectief refit- en functioneel onderzoek (respectievelijk G. Noens voor het refit-onderzoek en J. Schreurs en V. Beugnier voor het functionele onderzoek). De resultaten van deze onderzoeken werden in een ruimtelijk verband bestudeerd (G. Noens). Het archeobotanische onderzoek (zie Hoofdstuk 7.5.), tijdens en na de DAO-1 en DAO-2 uitgevoerd door medewerkers van BIAX, omvatte een studie van pollen uit pollenmonsters (D.G. van Smeerdijk), houtskool uit grondsporen (P. van Rijn) en verkoolde macroresten (L. Kubiak-Martens). In het kader van het IVO en DAO-1 onderzoek werden eveneens pollenmonsters (D.G. van Smeerdijk) en houtskool uit grondsporen (G.J. de Roller, ARC) bestudeerd. Het geologische en bodemkundige onderzoek (zie Deel VI) werd uitgevoerd door medewerkers van TNO BenO en EGM en omvatte een geologisch, geomorfologisch en lithostratigrafisch aspect (P. Vos) en een bodemmicromorfologische component (R. Exaltus). Het radiometrische onderzoek (zie Hoofdstuk 7.6.) bestond uit een analyse van OSL-monsters, uitgevoerd door het Nederlands Centrum voor Luminescentie onderzoek (NCL) en een uitgebreid ¹⁴C-onderzoek, gericht op archeologische en paleolandschappelijke vraagstellingen. ¹⁴C-bepalingen werden uitgevoerd door verschillende laboratoria (van der Graaff Laboratorium, Utrecht; Centrum voor IsotopenOnderzoek, Groningen; en de combinatie Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, Brussel/Leibniz-Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung, Kiel).

1.3 De onderzoeksopdracht

1.3.1 Inleiding

Op basis van de resultaten van het karterende en waarde-rende vooronderzoek (zie Deel III) werd de opdracht voor het verdere onderzoek van de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 in 2001 vastgelegd in een Programma van Eisen (PvE, Deeben 2001). Net geen vier jaar later werd specifiek

voor het uitwerkingstraject van de tweede fase van het DAO een tweede en meer uitgebreid PvE opgesteld (Deeben 2005). De vraagstellingen geformuleerd in beide PvE's vormen het basiskader waarbinnen het ganse onderzoek, van initiële dataverwerking in het veld tot onderhavige synthese, heeft plaatsgevonden. Deze vraagstellingen zijn zo goed als identiek en kunnen worden opgesplitst in enerzijds algemene en anderzijds specifieke of aanvullende vraagstellingen (zie respectievelijk paragrafen 1.3.2. en 1.3.3.). Het Plan van Aanpak (PvA) opgesteld voor de laatste fase van het terreinwerk (DAO-2, Deeben 2004) bevat daarnaast op basis van de resultaten van het voorgaande onderzoek nog een aantal bijkomende specifieke vraagstellingen. In het PvE voor de uitwerking van de archeologische gegevens (Deeben 2005), evenals in de afzonderlijke deelrapporten van het aardwetenschappelijke onderzoek gelieerd aan het DAO-2, werden bovenstaande algemene en specifieke of aanvullende vraagstellingen verder verfijnd en aangevuld met meer concrete vragen gecentreerd rond verschillende thema's. Voor het uitgebreide functionele onderzoek van het lithische materiaal (zie paragraaf 7.3.2.) werd in 2007, op basis van het uitgevoerde *pilot* onderzoek en het bestaande PvE (met name paragraaf 4.2.2 daaruit), een aanvullend PvE opgesteld (Noens, Schreurs 2007). De drie vermelde PvE's zijn opgenomen als digitale bijlage (zie bijlage 1).

Om deze onderzoeksopdracht op basis van de vraagstellingen uit de PvE's beter te kunnen plaatsen is een inzicht in de historiek en de problematieken van het mesolithische onderzoek in (Noord-)Nederland aangewezen. Voorts kan de onderzoeksopdracht op een meer algemeen niveau in verband worden gebracht met de ruimere problematieken van (*intrasite* analyses van) lithische vindplaatsen in zandcontexten. Dit bredere onderzoekskader, waarvan een aantal aspecten kort worden geschetst in hoofdstuk 1.4., is eveneens richtinggevend geweest voor het onderzoek.

1.3.2 De algemene vraagstellingen

De algemene vraagstellingen zijn van toepassing zowel op het archeologische als op het aardwetenschappelijke onderzoek en werden, conform beide PvE's, als volgt geformuleerd:

- Waaruit bestaan de archeologische resten?
- Wat is de typochronologie van de mobilia?
- Wat is de ouderdom van de archeologische resten?
- Wat is de stratigrafie en de bodemontwikkeling ter plaatse?
- Hoeveel bewonings-/gebruiksfasen zijn er te onderscheiden?
- Welke complextypen kunnen onderscheiden worden? Wat is de omvang ervan?
- Welke structuren en activiteitsgebieden zijn er binnen de

complextypen te onderscheiden? Wat is de aard en omvang ervan?

- In hoeverre is de conservering van de archeologische resten voor iedere bewoningsfase gelijk?
- In hoeverre is sprake van een ruimtelijke variatie in de conservering van de archeologische resten?

1.3.3 De aanvullende of specifieke vraagstellingen

De aanvullende vraagstellingen zijn uitsluitend van toepassing op het aardwetenschappelijke onderzoek en dienden op een algemeen niveau te resulteren in een landschapssynthese waarin de landschapsgeschiedenis vóór, tijdens en na de steentijdbewoning ter plaatse in beeld werd gebracht, met een nadruk op het tijds kader *grosso modo* gesitueerd tussen 10000 en 4000 BP. Dit zou moeten toelaten inzicht te verwerven in de interactie tussen de lokale landschapsgeneese en de menselijke activiteiten ter plaatse: zijn er aanwijzingen voor antropogene ingrepen in de (natuurlijke) omgeving? Op welke wijze en in welke mate hadden menselijke activiteiten invloed op de lokale vegetatie? Op welke wijze en in welke mate had de natuurlijke dynamiek invloed op de menselijke activiteit? Het in kaart brengen van de landschapssynthese na de steentijdbewoning ter plaatse beperkte zich tot de beginfase van de veenvorming; de latere veenontwikkeling evenals de meer recentere landschapshistoriek vormden geen onderdeel van het onderzoekskader. De basisveronderstelling hierachter is dat deze recentere ontwikkelingen nauwelijks tot geen verstorende invloed hebben gehad op de bewaring van de steentijdvindplaats. Naast het in kaart brengen van de karakteristieken van en de onderlinge relatie tussen de lokale landschapontwikkeling en de aard van de bewoning of het landgebruik in een diachronisch perspectief lag de nadruk van het aardwetenschappelijke onderzoek voorts op een reconstructie van de paleohydrologische ontwikkelingen en de invloed ervan op de lokale omstandigheden, en op de studie van de seizoenaliteit van de prehistorische bewoning en van het voedselpakket van de bewoners.

Binnen dit algemene kader diende aandacht te worden besteed aan de lokale geologische opbouw, de bodemkundige dynamiek, de ontwikkeling van de vegetatie en de plantaardige inhoud van de bodemsporen. Het onderzoek van de lokale geologische opbouw had enerzijds betrekking op lithostratigrafische sequentie en anderzijds op het verloop en de erosie/verstoring van het (laat-)pleistocene/vroeg-holocene oppervlak, zoals geformuleerd in onderstaande vragen:

- Wat is de lithostratigrafische opbouw van de bovenkant van de keileem tot en met de veenbasis? Wat is de litho-

logische samenstelling van de pleistocene eenheden? Hoe en hoe diep liggen deze eenheden? Hoe is de samenstelling van het keizand? Is dit materiaal gebruikt als bronnenmateriaal voor de lithische artefacten?

- Onder welke omstandigheden zijn de onderscheiden lithostratigrafische eenheden afgezet?
- Wat is de ouderdom van de onderscheiden lithostratigrafische eenheden?
- Is er binnen de opgraafput sprake van variatie in de lithostratigrafie? Welke ruimtelijke verschillen treden dan op? Waardoor zijn deze veroorzaakt?
- Hoe verloopt het pleistocene oppervlak (in meter NAP)? Hoe zag het paleoreliëf van het laat-pleistocene/vroeg-holocene oppervlak eruit?
- Welke aanwijzingen zijn er voor erosie/verstoring van het laat-pleistocene/vroeg-holocene oppervlak? Wanneer heeft die erosie/verstoring plaatsgevonden? Is er binnen de opgraafput sprake van variatie in de erosie/verstoring? Wat zijn de gevolgen voor het oorspronkelijke laat-pleistocene/vroeg-holocene reliëf?

Onderzoek naar de lokale bodemkundige ontwikkeling situeerde zich op het vlak van de ontwikkeling en verstoring van bodemhorizonten en de zichtbaarheid van grondsporen:

- Welke bodemhorizonten zijn er (macroscopisch in het veld en micromorfologisch) te herkennen? Wat zijn hun kenmerken? Onder welke omstandigheden zijn ze gevormd?
- In welke perioden hebben de paleobodems zich ontwikkeld in de dekzandondergrond?
- Bestaat er een relatie tussen de intensiviteit van de bodemvorming, de geologie van de ondergrond en het paleoreliëf van het pleistocene oppervlak?
- Is er binnen de opgraafput sprake van variatie in de aard en intensiteit van bodemverschijnselen? Welke ruimtelijke verschillen treden dan op? Waardoor zijn deze veroorzaakt?
- Zijn er aanwijzingen voor opeenvolging van in tijd verschillende bodemvormende/-verstoringende processen? Zijn er aanwijzingen voor verstoring van de bodemhorizonten? Tot op welke diepte is de bodem verstoord? Heeft de verstoring een antropogene oorzaak of zijn het biogene verstoringen?
- Wat is de aard van de overgang van het veen naar het zand? Is er sprake van erosieverschijnselen of bijvoorbeeld 'trampling'? Zijn er aanwijzingen voor betredingsniveaus in het veenprofiel?
- Wat is de oorzaak van de tijdens fasen 1 en 2 waargenomen verschillen in zichtbaarheid van grondsporen (vooral houtskoolrijke kuilen) op verschillende niveaus/variërende diepte? Heeft dit te maken met bodemvorming of duidt dit op een verschillende ouderdom van de grondsporen?

Het onderzoek naar de lokale vegetatieontwikkeling concentreerde zich op volgende vraagstellingen:

- Wat is de lokale vegetatiesuccessie? Welke vegetatietypen (bos/veen) zijn er lokaal op het dekzand te onderscheiden? Hoe oud zijn deze? Hoe verhouden deze fasen zich met de archeologische perioden op de vindplaats?
- Wat kan op basis van palynologische en macrobotanische (zaden, hout) gegevens worden gezegd over de lokale vegetatieontwikkeling in de loop van het vroeg-holoceen, tot kort na de menselijke activiteit (laat-Swifterbant/TRB) in het veenmoeras?
- Wanneer ving de veenontwikkeling aan binnen de opgraafput? Wanneer raakte de zandkop geheel met veen overgroeid? Hoe verliep (het begin van) de veenontwikkeling nadat de mens het gebied verlaten had?
- Wat is de interactie tussen de vegetatieontwikkeling en het menselijke handelen? Heeft de mens mogelijk de vegetatie verstoord?
- Welke aanwijzingen (pollen, houtskool, ...) zijn er in de veensequentie aanwezig voor menselijke activiteit (lokaal/boven-lokaal)? Wat is het karakter van deze activiteit?

Naast een bodemkundig onderzoek naar de zichtbaarheid van de grondsporen (*supra*), diende tot slot ook de plantaardige inhoud van de bodemsporen onderwerp van onderzoek te vormen:

- Welke verkoolde plantaardige materialen (houtsoorten, zaden, vruchten, parenchym) komen voor in 'haardkuilen' en/of oppervlakkige sporen?
- Welke onverkoolde plantaardige materialen (met uitsluiting van wortelresten vanuit het bovenliggende veen) komen voor in 'haardkuilen' en/of oppervlakkige sporen? Hoe verhoudt zich dat dan tot de verkoolde associaties?
- Bestaan er verschillen in de inhoud van onderscheiden spoortypen?
- Wat is de houtskoolsamenstelling (houtsoorten, onderdelen) van de (houtskoolbevattende) grondsporen? Wat is de toestand van het hout op het moment van verkooling?
- In hoeverre sluiten de associaties uit antropogene sporen aan op (cq. wijken af van) natuurlijke associaties en waardoor kan dit zijn veroorzaakt?

1.4 Archeologische context

1.4.1 Situering van de vindplaats binnen de archeoregio's

Het onderzoeksgebied waarin de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 werd aangetroffen, omvat de drie noordelijke archeoregio's (van Roode, ter Schegget 2002), van west

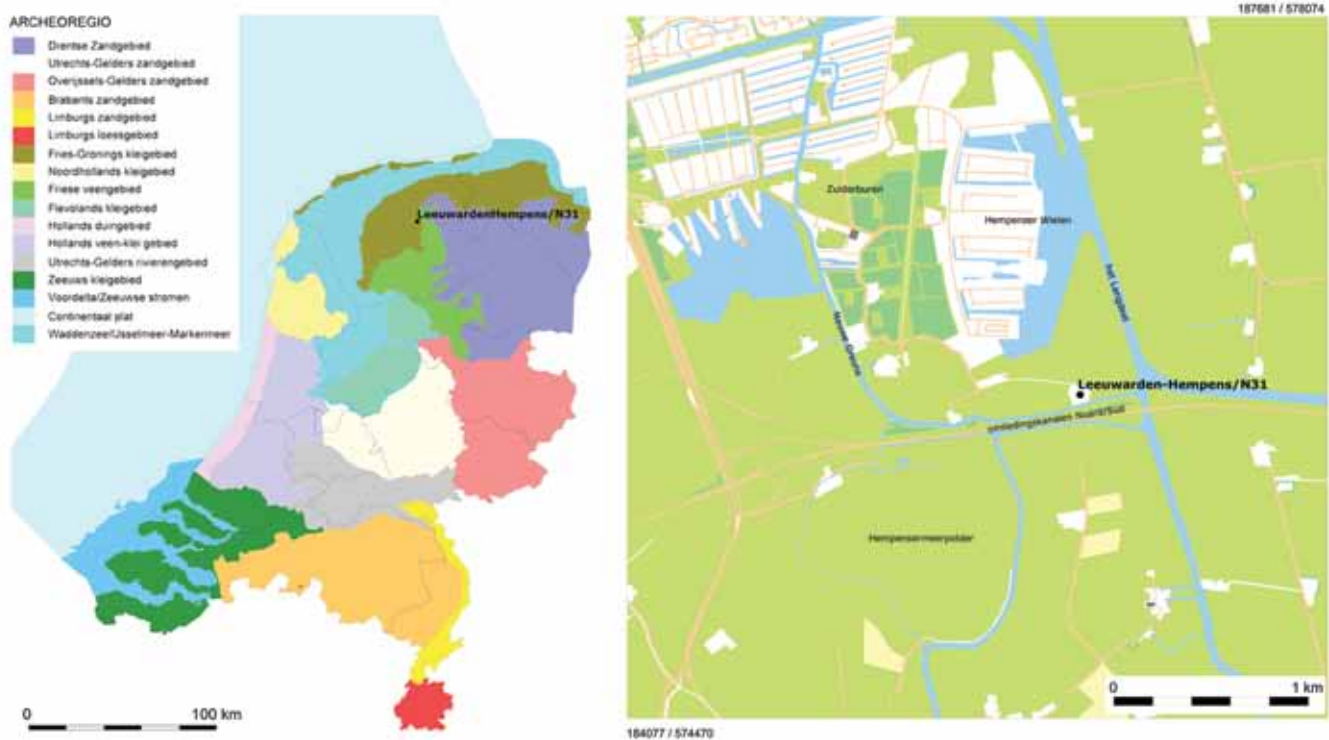


fig. 1 Situering van Leeuwarden-Hempens/N31 binnen de archeoregio's (links) en topografische lokalisatie van de vindplaats (rechts).

naar oost: het Fries-Gronings kleigebied (= archeoregio 7) waarin de vindplaats zich bevindt, het Friese veengebied (= archeoregio 9) en het Drentse zandgebied (= archeoregio 1). Deze drie archeoregio's behelzen de provincies Friesland, Groningen en Drenthe en het noordelijke deel van de provincie Overijssel. Leeuwarden-Hempens/N31 is gelegen tegen de oostelijke rand van het Fries-Gronings kleigebied (fig. 1).

1.4.2 Beknopte geschiedenis van het mesolithische onderzoek

Het steentijdonderzoek in deze regio's kent een lange onderzoekstraditie, die aanvang nam in de eerste helft van de 20e eeuw. Belangrijke overzichten van het onderzoek naar het Noord-Nederlandse mesolithicum en bijhorende problematieken zijn opgenomen in verschillende publicaties, aanvankelijk geschreven door amateurarcheologen, vervolgens door professionele archeologen. Enkele van de belangrijkste vroege overzichten door amateurarcheologen met informatie over het Noord-Nederlandse prehistorische onderzoek zijn van de hand van Butter (1933), Voerman (1943), Popping (1929, 1930, 1931, 1932, 1933, 1938) en Siebinga (1944), waarin met uitzondering van Popping en Siebinga's publicaties echter nauwelijks aandacht wordt besteed aan het mesolithicum. Uit die vroege periode dateren ook de

overzichten van ondermeer Bohmers (1947) en Boeles (1927, 1951) waarin ook nauwelijks nieuwe informatie over het mesolithicum is opgenomen. Onder de recentere, vaak meer informatieve overzichten geschreven door professionele archeologen kunnen ondermeer worden genoemd de publicaties van Waterbolk (1965, 1968, 2003), Bos (1995) Lanting & van der Plicht (2000), Peeters & Niekus (2005), Verhart & Groenendijk (2005), Jager & van Ginkel (2005) en Deeben *et alii.* (2006a). Hieraan kunnen verder ook de verschillende recente en publieksgerichte publicaties uit de reeks Archeologie in Fryslân worden toegevoegd die handelen over de voorgeschiedenis van de provincie Friesland (Steehouwer 2005; Vreeken 2005; van Koevering 2006, 2007, 2008; van Ginkel 2006).

Het mesolithische, en bij uitbreiding (vroeg-)prehistorische, terreinonderzoek in deze noordelijke regio's van Nederland wordt vooral gekenmerkt door, en is tot dusver ook in grote mate beperkt gebleven tot, talrijke inventarisatieprojecten die aanvang namen in de eerste helft van de 20e eeuw. Aanvankelijk werd dit prehistorische onderzoek, inclusief enkele incidentele opgravingen, nog uitsluitend uitgevoerd door amateurarcheologen. Vanaf halweg de jaren '50 komt het Noord-Nederlandse mesolithicum eveneens onder de aandacht van professionele archeologen. Dit gebeurt voornamelijk vanuit het Biologisch-Archeologisch Instituut (BAI, Rijksuniversiteit Groningen) - het huidige Groninger Insti-

tuut voor Archeologie (GIA) -, en leidde tot een toenemende diversificatie van de onderzoeksthema's door de inbreng van ondermeer Bohmers in de jaren '50 (Bohmers, Wouters 1956), gevolgd in de jaren '70 door bijdragen van Newell, Whallon en Price (Newell 1970a, 1970b, 1973, 1975, 1980, 1984; Newell, Vroomans 1972; Price *et alii* 1974; Price 1975) en vanaf de jaren '80 en '90 door het onderzoek van Groenendijk & Smit (Groenendijk 1986a, 1986b, 1987, 1988, 1993 [1997], 2003, 2004; Groenendijk, Smit 1985, 1989, 1990, 1992; Exaltus *et alii* 1993; Smit 1995). Verder kunnen ook de recente promotieonderzoeken met mesolithische onderwerpen van Niekus (2005, 2006, 2008, 2009; Niekus, Smit 2006), Smit (2006, 2007, 2008, 2010, Raemaekers *et alii* 2008) en Devriendt (Devriendt 2008; Raemaekers *et alii* 2005), uitgevoerd aan het GIA (Rijksuniversiteit Groningen), worden genoemd.

Sinds de jaren '80 van de vorige eeuw zijn er, vooral in opdracht van de noordelijke provincies, afzonderlijke groot-schalig opgevatte archeologische inventarisaties uitgevoerd, voornamelijk door RAAP en het BAI/GIA en vaak uitgevoerd met behulp van handboringen en/of oppervlaktekarteringen. Deze toenemende nadruk op inventarisaties vanaf het begin van de jaren '80 wordt door Deeben *et alii* (2006b: 55) gezien in het licht van de ontwikkelingen binnen de Archeologische MonumentZorg (AMZ) en de noodzaak om inzicht te krijgen in de bedreiging van archeologische waarden in de ruimtelijke ordening, voornamelijk in het kader van landinrichtingsprojecten of grote infrastructurele werken. Een vroeg voorbeeld van dergelijke systematische karterende en waarderende inventarisaties is het onderzoek dat in de jaren '80 werd uitgevoerd in het kader van het Intentieprogramma bodembeschermingsgebieden voor de provincie Friesland (Jager 1988a, 1988b, 1989). Sinds de jaren '90 werd dit onderzoek verder gezet via verschillende projecten in het kader van de Bijdragenregeling Bodembeschermingsgebied/ gebiedsgericht milieubeleid (BGM): ondermeer het project 'Bescherming op Maat' (de Langen *et alii* 1993, 1998, 2000), het project 'Archeologie van het houtwallen- en elzensingelgebied Fryslân' (Asmussen 1997, 1999a, 2002a, 2002b), en het project 'Archeologie van het kleigebied' (o.a. Marinelli & Rosenbrand 2001). Vermeldenswaardig is voorts ook het onderzoek dat sinds het begin van de jaren '80 werd uitgevoerd in het kader van het project 'Herinrichting Oost-Groningen en de Gronings-Drentse Veenkoloniën (Groenendijk 1997; Niekus 1998a, 1998b). Een (niet-exhaustief) overzicht van andere inventarisatieprojecten die (potentiële) resten van steentijdbewoning aan het licht brachten en/of gericht waren op een reconstructie van lokale en regionale landschapsbiografieën in combinatie met (steentijd)archeologie zijn ondermeer: de inventarisatieonderzoeken in het kader van het 'plangebied Buitenpost-Mûnewyk' (Asmussen 1998), het 'herinrichtingsgebied Alde Feanen' (Asmussen,

Bekius 2001) en het 'landinrichtingsproject Twijzel-Buitenpost' (Asmussen 2003). Verder ook de cultuurhistorische inventarisatie ten behoeve van 'Landschapsvisie Drentsche Aa' (Molema *et alii* 2004) en het in 2004 gestarte project 'Steentijdvindplaatsen in het Drentse Aa gebied' (Aalbersberg 2006; Niekus, Rensink 2008, zie ook Raemaekers, Niekus 2009, 718-719), de inventarisatie van de amateurcollectie Hagens (Veenstra 2006) en het landschapsbiografische onderzoek in het kader van 'het miedenproject', in noordoost-Friesland (Brinkkemper *et alii* 2006a)². Deze inventarisaties, opgenomen in regionale en nationale beleidsinstrumenten (o.a. FAMKE, ARCHIS2), hebben het enorme en vaak acuut bedreigde mesolithische potentieel van deze gebieden ruimschoots aangetoond, niet in het minst van de door holocene sedimenten afgedekte gebieden (*i.e.* archeoregio 7 en 9).

Het aantal grootschalig opgevatte en/of gepubliceerde opgravingen van mesolithische vindplaatsen in Nederland is ondanks deze inspanningen vooralsnog eerder beperkt gebleven. De toenemende professionalisering en commercialisering van het onderzoek in de tweede helft van de 20e eeuw leidde weliswaar tot een aantal belangrijke mesolithische opgravingen op vindplaatsen die qua samenstelling vergelijkbaar zijn met Leeuwarden-Hempens/N31, maar de onderzoeksomvang en de toegepaste opgraafmethodes zijn vaak zo sterk afwijkend van elkaar dat onderlinge vergelijking van de opgegraven (delen van) vindplaatsen in het kader van *intra- en intersite* analyses niet zonder meer vanzelfsprekend is. Peeters & Niekus (2005, 2006) spreken van een 70-tal locaties in Noord-Nederland waar mesolithische vindplaatsen werden opgegraven; Deeben *et alii* (2006b) geven in een notendop een overzicht van de veranderende aspecten van het veldwerk op prehistorische vindplaatsen. Enkele van de voornaamste opgravingen van vindplaatsen met resten uit het mesolithicum in Nederland zijn deze van Havelte-De Doeze (Price *et alii* 1974; Price 1975), Swifterbant (S11, S21-24, Price 1981; Whallon, Price 1976), Nieuwe Pekela-3 (Exaltus *et alii* 1993; Groenendijk 1986a, 1987, 1996, 2004; Groenendijk, Smit 1985, 1989a; 1989b; Smit 1995), Nieuw-Schoonebeek (Beuker 1989), Urk-E4 (Peters & Peeters 2001), Dalfsen (Verlinde 1974), Mariënborg-Schaapskooi (Verlinde 1982, 2002, 2005; Kooistra, Hänninen 1997; Verlinde, Newell 2005, 2006; van Es *et alii* 1988, 132-134) en de nabij Leeuwarden-Hempens/N31 gelegen vindplaatsen Tietjerk-Lytse Geast (Huiskes 1988) en Bergumermeer S-64B (o.a. Newell 1980). Verder zijn er ook de recente onderzoeken te Jardinga (Prummel *et alii* 1999, 2002; Prummel, Niekus 2005) en op de door holocene sedimen-

2 Zie verder ook ten Anscher *et alii* 2004 voor een overzicht van de toen gekende mesolithische vindplaatsen in de gemeente Achtkarspelen (uit Brinkkemper *et alii* 2006a, 24).

ten afgedekte laatmesolithische/vroegneolithische vindplaatsen Almere-Hoge Vaart/A27 (Hogestijn, Peeters 2001) en Hardinxveld-Giessendam (Polderweg en De Bruin; Louwe Kooijmans 2001a, 2001b), die in tegenstelling tot Leeuwarden-Hempens/N31 gekenmerkt worden door bewaring van organische artefacten. Voor een uitgebreider overzicht van opgegraven (delen van) mesolithische vindplaatsen in (Noord-)Nederland, eveneens uitgevoerd door amateurverenigingen en commerciële instellingen, wordt ondermeer verwezen naar de publicaties van Lanting & van der Plicht (2000) en Niekus (2006), evenals naar ARCHIS2 en de reeds vermelde overzichtswerken.

1.4.3 Leeuwarden-Hempens/N31 versus de lacunes in het mesolithische onderzoek

Naast sporadische vondsten van organisch materiaal heeft het mesolithische onderzoek in zandige contexten in Noordwest-Europa zich voornamelijk gericht op vindplaatsen met één of meerdere concentraties van lithische artefacten (die samen een 'lithische assemblage' vormen, zie Shott 2010), vaak in ruimtelijke associatie met verkoolde organische resten en bodemsporen van antropogene en/of natuurlijke oorsprong. Het merendeel van onze kennis over prehistorisch menselijk gedrag tijdens het mesolithicum moet dus uit deze zogenaamde 'lithische vindplaatsen' worden gehaald. Een algemeen kenmerk van deze vindplaatsen is hun lage resolutie. Zoals ondermeer is gebleken uit recent radiometrisch onderzoek vertaalt deze lage resolutie zich het duidelijkst in ernstige problemen inzake homogeniteit, integriteit en functionaliteit van de assemblages. Dit problematische karakter verplicht ons om tenminste voor de meer omvangrijke en/of deels overlappende concentraties met hogere vondstdichtheden te veronderstellen dat we te maken hebben met complexe palimpsestsituaties, tot wanneer we het tegendeel kunnen aantonen. Dit hoeft overigens niet noodzakelijk te betekenen dat minder omvangrijke concentraties met lagere densiteit steeds het resultaat zouden zijn van eenmalige en/of kortstondige activiteiten (o.a. *contra* Veldhuis 2010, 22). In hoofdstuk 5.1. wordt deze problematiek verder toegelicht.

Ondermeer samenhangend met de toenemende commercialisering van het onderzoek en de implementatie van de Conventie van La Valetta vormt de Nationale Onderzoeksgenda Archeologie (NOaA) vandaag de dag een belangrijk beleidsondersteunend en richtinggevend instrument voor het hedendaagse archeologische onderzoek op het Nederlandse grondgebied. Ook hierin wordt de aandacht ondermeer gevestigd op het acute gebrek aan 'complete' en volgens moderne standaard opgegraven, in detail uitgewerkte en gepubliceerde mesolithische vindplaatsen in Laag-Nederland (Deeben *et alii* 2006a), het gebied in het noorden, westen en zuidwesten van Nederland waar de pleistocene afzettingen zijn bedekt door holocene sedimenten (Deeben *et alii* 2005). Verder wordt in de NOaA een overzicht gegeven van de actuele thema's en lacunes binnen het Nederlandse mesolithische onderzoek en wordt de nadruk gelegd op een landschapsbenadering waarin ook ruime aandacht wordt besteed aan gedetailleerd vindplaatsgericht onderzoek, een belangrijke lacune in het huidige onderzoeksbestel. Het belang van individuele vindplaatsen situeert zich op de (temporele en ruimtelijke) schaal waarop een onderzoek kan bijdragen tot onze kennisvorming van de prehistorie. De bijzondere interesse voor 'afgedekte (*wetland*) vindplaatsen' in dit verband hangt ondermeer samen met het complexe karakter van de aard en de vormingsgeschiedenis van steentijdvindplaatsen, waarbij afdekking door (holocene) sedimenten kan hebben bijgedragen tot een potentieel betere bewaring van het archeologische bestand. Het actuele onderzoek op de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 tracht, op het lokale niveau en conform de onderzoeksvraagstellingen vastgelegd in de Programma's van Eisen (Deeben 2001, 2005), een bijdrage te leveren aan enkele van de problemen die de voornaamste aspecten van het mesolithische onderzoek in Noord-Nederland kenmerken en aan de in de NOaA vermelde onderzoeksthema's. Het vindplaatsgerichte *intra-site* onderzoek richt zich daarbij vooral op de studie van de conservering van het archeologische bestand ter plaatse (met speciale aandacht voor formatieprocessen), het menselijke gebruik van deze locatie in een diachronisch perspectief en de relatie tussen het menselijke gedrag in de prehistorie en het lokale (paleo)landschap. In dit opzicht strekt het belang van de vindplaats en het uitgevoerde onderzoek zich verder dan de grenzen van Noord-Nederland.

DEEL II TOPOGRAFISCHE EN REGIONALE FYSISCH-GEOGRAFISCH CONTEXT

2.1 Topografische context

De steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 ligt in het noorden van Nederland, in de gemeente Leeuwarden (provincie Friesland). De opgravingslocatie, met RD-coördinaten $x = 186.425/186.380$ en $y = 576.167/576.112$, bevindt zich ten zuidoosten van de stad Leeuwarden, hoofdplaats van de gemeente Leeuwarden, en nabij de dorpen Hempens en Teerns (fig. 1). Ten noorden werd de vindplaats begrensd door de (VINEX-)woonwijk 'Zuiderburen' (inclusief de Hempenser Wielen), ten oosten door de kanalen 'Het Langdeel' en 'De Lange Mear', ten zuidwesten door het (nieuwe) aquaduct 'het Langdeel' en ten zuiden door de 'omleidingsskanalen Noord/sud', de verbinding tussen 'De Nauwe Greuns' en 'Het Langdeel'.

2.2 Regionale fysisch-geografisch context

2.2.1 Stand van het onderzoek

Het onderzoeksgebied *sensu strictu* (d.w.z. de locatie Leeuwarden-Hempens/N31) was tot de aanvang van de opgraving in 2004 in gebruik als grasland, vergelijkbaar met de huidige situatie in de directe omgeving (cf. fig. 43). Een gedetailleerd overzicht van de paleogeografische ontwikkeling van Noord-Nederland ontbreekt tot dusver (Deeben *et alii*. 2005, 14); gepubliceerde kennis over de landschappelijke ontwikkeling in deze regio is voornamelijk beschikbaar uit een aantal deelstudies die in de jaren '70 werden uitgevoerd (o.a. Cnossen 1971; Griede 1978; Griede, Roeleveld 1982; Roeleveld 1974; STIBOKA 1981), aangevuld met een aantal recentere bijdragen (o.a. Knol 1993; Vos 1992; Vos, Groenendijk 2005; Vos, Kiden 2005; Vos, Knol 2005). Met name de studies van Griede zijn van direct belang voor het onderzoek van de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 aangezien ze handelen over een gebied dat zich uitstrekt tot net ten noorden van de vindplaats. Daarnaast is uit een aantal oudere en recentere (archeologische en landschapsbiografische) publicaties ook informatie beschikbaar over regionale (soms beperkt tot recentere holocene) paleogeografische ontwikkelingen in afzonderlijke delen van Noord-Nederland, waar in het geval van de recentere publicaties

voornamelijk wordt teruggerepen naar bovengenoemde deelstudies (o.a. Bakker 2005; Brinkkemper *et alii* 2006a; Cnossen 1961; Cnossen, Hejink 1958, 1965; Cnossen, Zandstra 1965; Exaltus 2001b; Fokkens 1998; Groenendijk 1997; Halbertsma 1962; Steenbeek *et alii* 1981; ter Wee 1975; Timmerman, Hoekstra 1980; van Beek, Vos 2008; Vos, van Kesteren 2000; Vos, Gerrits 2005; Waldus 2000, enz ...). Verder zijn in de nabije omgeving van de vindplaats gegevens uit een aantal profielontsluitingen beschikbaar, die hetzij via handboringen hetzij door grotere graafwerkzaamheden werden verkregen in het kader van verschillende veldonderzoeken (o.a. Asmussen, Bekius 2001; Brinkkemper *et alii* 2006a; Exaltus 2001b; Koopman 2004, 2006; Marinelli 2000; Waldus 2000; enz ...). Op die manier is een nauwkeuriger inzicht verkregen in de lokale (vaak vooral recentere en omliggende) paleogeografische ontwikkelingen. Ook het onderzoek in het kader van het project Leeuwarden-Hempens/N31, alsmede de in het kader van dit onderzoek genomen maar niet onderzochte monsters, kunnen aan dit recentere paleogeografische onderzoek een zinnvolle bijdrage leveren.

2.2.2 Beknopte schets van het regionale fysisch-geografische kader

De geologische hoofdstructuur van Noord-Nederland is opgebouwd uit een plateau, het Fries-Drents keileem-plateau, dat licht afhelt naar het noordwesten en dat op verschillende plaatsen door diepe dalsystemen wordt doorsneden, waarlangs zich aan weerszijden hoger gelegen, minder sterk geërodeerde pleistocene ruggen uitstrekken. De locatie Hempens is geassocieerd met het Boornebekken (Boornedal) en de overgang van dit dal naar de pleistocene rug 'het Hoog van Oostergo', zoals zichtbaar is op de pleistocene dieptekaart (fig. 2). Tijdens de tweede helft van de koude Saale-ijstijd (ca. 200.000-130.000 jaar geleden) werd Noord-Nederland verschillende malen bedekt met een dikke ijskap die vanuit het noordoosten en -westen over het gebied heen schoof met als gevolg een sterke verkneding van de toplaag van de toenmalige bodem en de vorming van een keileemlaag, inclusief talrijke uit Scandinavië afkomstige, verbrijzelde zwerfstenen (= het Laagpakket van Gieten, onderdeel van de Formatie van Drenthe, De Mulder *et alii* 2003). Ten gevolge van watererosie, afkomstig van smeltwater vrijgeko-

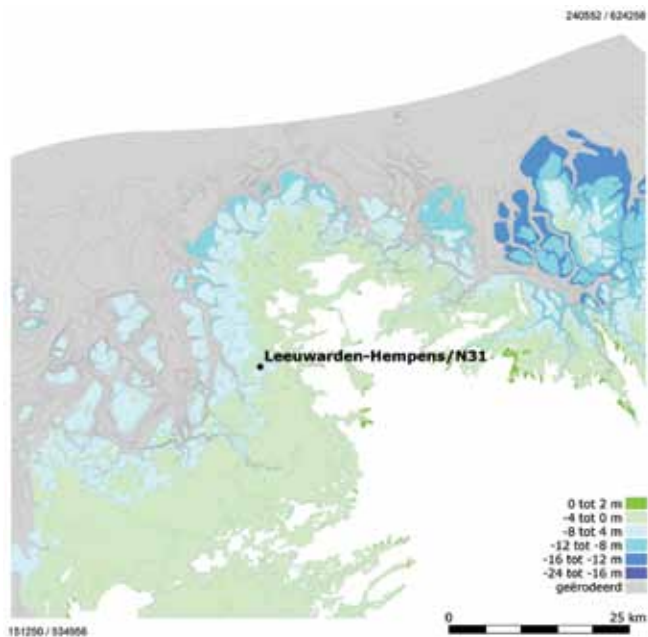


fig. 2 Uittreksel uit de top Pleistocene kaart (bron TNO ©) met een situering van de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 op de overgang van het Boornedal en 'het Hoog van Oostergo'.

men tijdens het afsmelten van de ijskap, verbrokkelde het oorspronkelijk aaneengesloten keileemplateau en ontstond in het huidige Friesland een karakteristiek landschap van keileemruggen en smeltwaterdalen. Tussen 130.000 en 11.000 jaar geleden treedt door oppervlakkige verspoeling van fijnere bodemdeeltjes met het sneeuwmeltwater, ten gevolge van de quasi continu bevroren ondergrond, erosie op in de top van de keileem, wat ondermeer ter hoogte van Leeuwarden-Hempens/N31 leidde tot de vorming van het keizand, een grofzandig restresidu dat veel grind en stenen (waaronder vuursteen) bevat (= de Laag van Gasselte, Laagpakket van Gieten, onderdeel van de Formatie van Drenthe, De Mulder *et alii* 2003). Daar deze verweringslaag van de onderliggende keileem gedurende lange tijd aan het oppervlak heeft gelegen, zijn vondsten uit midden- of laatpaleolithicum niet uit te sluiten. Eolische activiteit tussen ca. 18.000 en 11.000 jaar geleden leidde tot de afzetting van dekzanden en de vorming van een dekzandlandschap (= het Laagpakket van Wierden, onderdeel van de Formatie van Boxtel, De Mulder *et alii* 2003). Dit dekzandlandschap werd in het begin van het holoceen vastgelegd door vegetatie en in de top ervan, waarmee ook de steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 is geassocieerd, traden vervolgens verschillende bodemgenetische processen op. De steentijdvindplaats ligt in een landschap dat ook na de steentijdbewoning(en) een volledige transformatie heeft ondergaan doorheen het holoceen. Deze ingrijpende holocene landschapsdynamiek, die grotendeels in verband is te brengen met een toenemende vernatting van het gebied, heeft aanvankelijk geleid tot de ontwikkeling van veen onderbroken en gevolgd door

de afzetting van kleisedimenten samenhangend met een toenemende mariene invloed, waardoor het pleistocene landschap en de steentijdvindplaats, vermoedelijk lange tijd na de (laatste) bewoning ter plaatse, in relatief korte tijdsperiode volledig werden afgedekt, gefossiliseerd raakten en werden beschermd door een opeenvolging van veen- en kleisedimenten die uiteindelijk ter plaatse een (actuele) dikte van zo'n 2,5 meter hebben bereikt.

Bovengeschetst beknopt fysisch-geografisch kader, dat verderop op lokale schaal meer in detail zal worden uitgewerkt op basis van het aardwetenschappelijk onderzoek te Hempens/N31 (zie Deel VI en Hoofdstukken 7.5. en 7.6.), biedt een algemeen tijds kader voor de bestudering van de prehistorische bewoning en de formatieprocessen ter plaatse: in theorie kunnen uit de periode tussen de vorming van het dekzandlandschap en de afdekking van het pleistocene dekzand door veen- en kleisedimenten dan ook meerdere, al dan niet stratigrafisch van elkaar gescheiden bewoningsresten vanaf het laatpaleolithicum tot en met het middenneolithicum worden aangetroffen. Het archeologische onderzoek binnen het project Leeuwarden-Hempens/N31 was echter beperkt tot de top van het dekzand en de contactzone tussen dekzand en basis van het veen; gedetailleerd archeologisch onderzoek naar de diepere (delen van de) lithostratigrafische eenheden vormde geen onderdeel van het project; gedetailleerd onderzoek van de zone net boven de basis van het veen heeft evenmin plaatsgevonden.

2.2.3 Beknopte schets van de lokale bodemkundige situatie

Vanuit bodemkundig perspectief maakt de locatie ter hoogte van de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31, ten gevolge van de metersdikke holocene sedimentatie, onderdeel uit van het gebied van de zeekleigronden. Dergelijke zeekleigronden zijn (gerijpte) gronden opgebouwd uit materiaal afgezet in een zout of brak milieu onder invloed van de getjebeweging van de zee, waarvan het minerale deel tussen 0-80 centimeter voor meer dan de helft uit zavel of klei bestaat, en waarvan in het onderzoeksgebied over een aanzienlijke oppervlakte veen begint tussen 40-80 centimeter diepte (STIBOKA 1981, 104). Op de (digitale) bodemkaart (fig. 3) staat de locatie gekarteerd als kalkarme drechtvaaggrond met zware klei (code Mv41C-II en Mv41CI-II) in het noorden, het westen en het zuiden omgeven door knippoldervaaggronden met zware klei (Codes kMn43C en kMn48C). Hielkema (2006, 8) omschrijft het type bodem op de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 als poldervaaggrond. Dit is niet in overeenstemming met de gegevens uit de toelichting van de bodemkaart 1:50 000 (STIBOKA 1981,

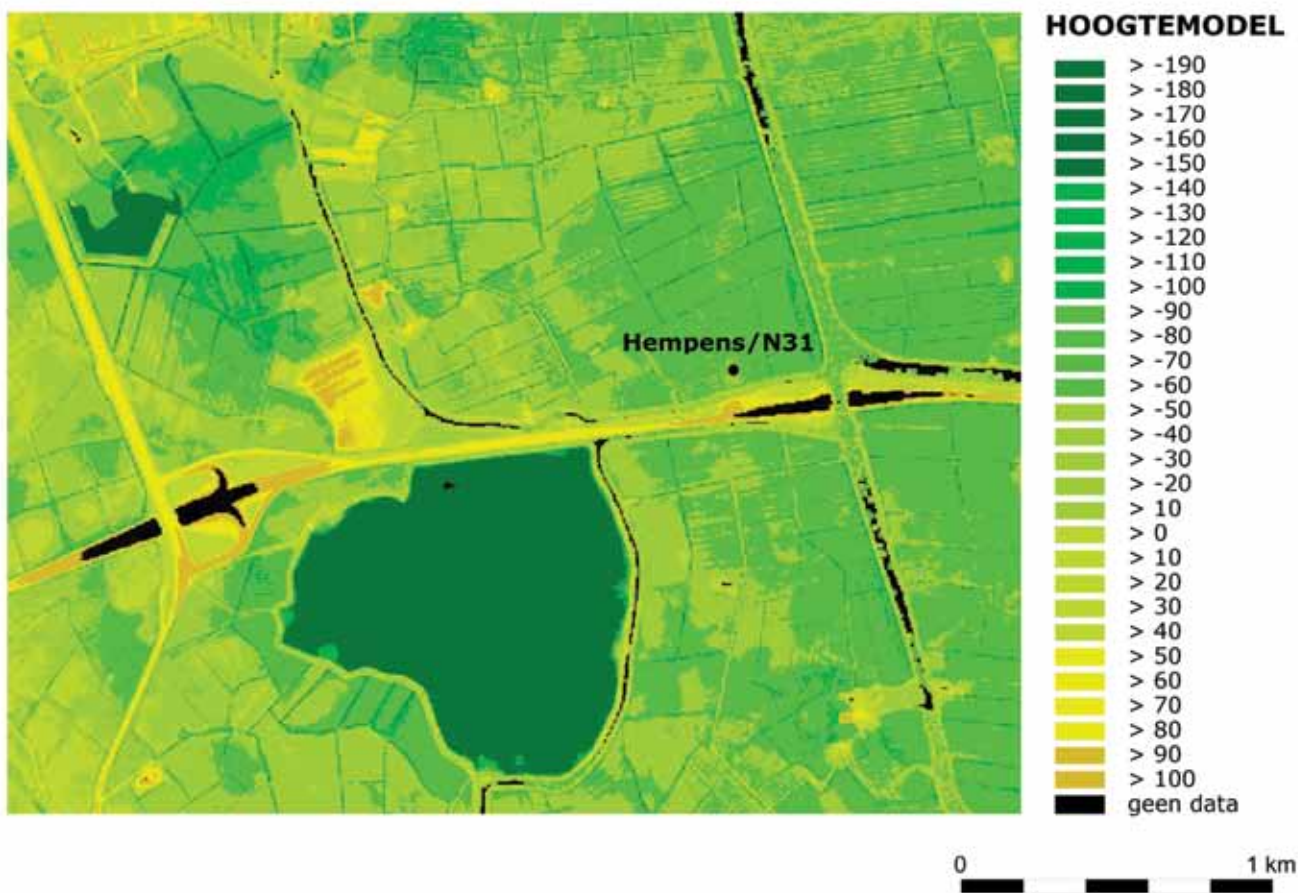
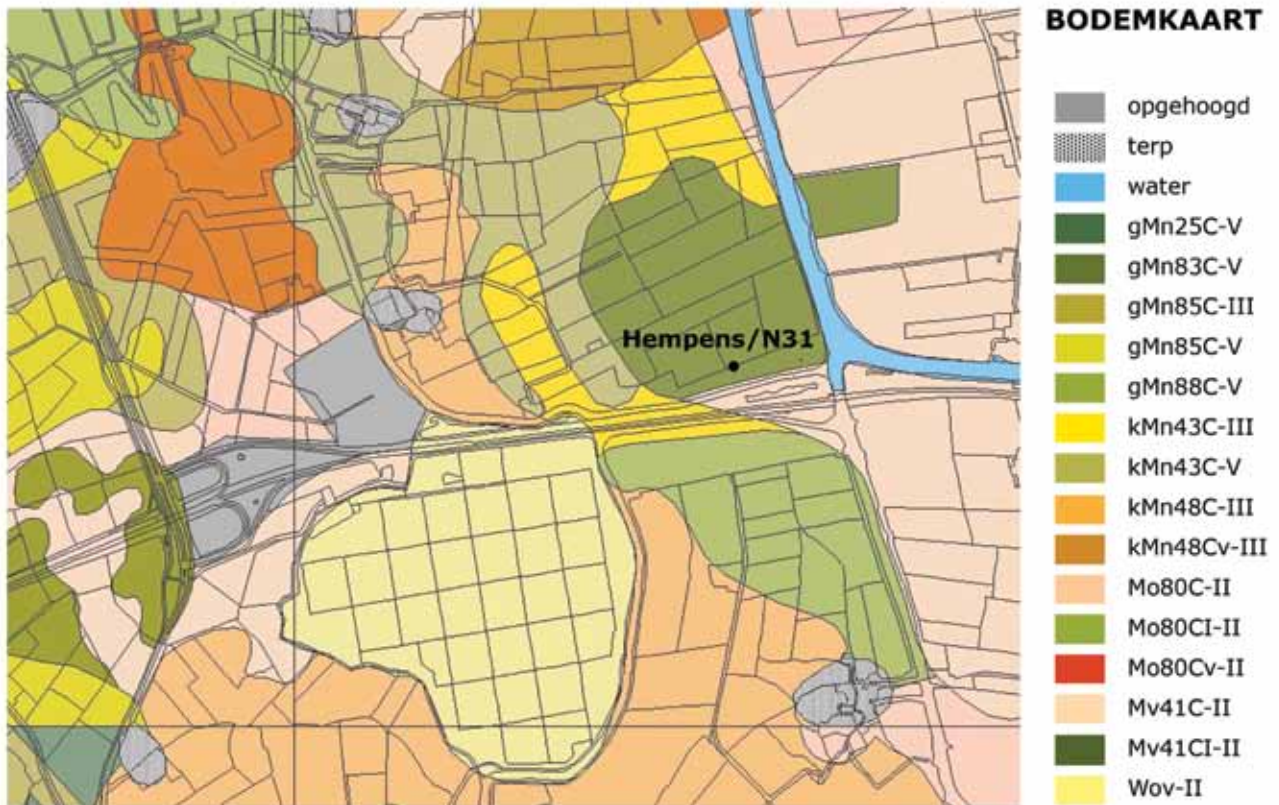


fig.3 Situering van de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 op de digitale bodemkaart (boven, Alterra ©) en het Algemeen Hoogtemodel Nederland (onder, bron <http://www.rijkswaterstaat.nl/>).

128-129), waar drechtvaaggronden worden onderscheiden van nesvaaggronden en poldervaaggronden. Hierover wordt in de toelichting van de bodemkaart deels met betrekking tot het onderzoeksgebied nog het volgende gemeld: “Drechtvaaggronden hebben ten minste 40 centimeter moerig materiaal beginnend tussen 40 en 80 centimeter diepte. Het zijn zavel- en kleigronden op veen, die vroeger (dikke) klei-op-veen-gronden werden genoemd. Ze worden in dit gebied aangetroffen in een onderbroken strook op de overgang van de klei- naar veengronden of plaatselijk naar de pleistocene zandgronden. Boven het veen ligt kalkloze, zware knipklei waarvan de A1-horizont meestal tot 8 à 12 centimeter diepte zeer humeus tot humusrijk is; daaronder neemt het humusgehalte snel af. Nabij de grens met de knippige en knippoldervaaggronden is de kleilaag ca. 80 centimeter dik; in de richting van de veengronden en de pleistocene zandgronden neemt de dikte geleidelijk af tot ca. 40 cm. Op verschillende plaatsen komt tussen 20 en 50 centimeter diepte een vegetatiebandje of een venige laag voor

(oud oppervlak van de Duinkerke I-afzettingen). De veenondergrond bestaat merendeels uit zeggeveen, nabij geulen uit rietzeggeveen. [...] Ten zuiden van Leeuwarden wordt tussen 40 en 80 centimeter diepte venige kattenklei aangetroffen (toevoegingl). [...] Als onzuiverheid komt [...] in het lage gebied ten oosten van Hempens plaatselijk een moerige bovengrond voor.” Ten zuiden van de vindplaats, aan de overkant van de N31, liggen kalkarme nesvaaggronden (code Mo80CI-II). Ten zuidwesten, meer bepaald in de opmerkelijk lager gelegen Hempensemeerpolder, betreft het moerige eerdgronden met een moerige bovengrond of moerige tussenlaag op niet-gerijpte zavel of klei (code Wov-II). Het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) toont duidelijke overeenkomsten met de afgelijnde bodemkundige eenheden (fig. 3). Ter hoogte van de vindplaats is in dit hoogtemodel een kleine opduiking zichtbaar die mogelijk, ten gevolge van differentieele inklinking van het veen (?), in verband te brengen is met het onderliggende dekszandlichaam.

DEEL III HET VOORONDERZOEK: ONTDEKKING, KARTERING EN WAARDERING

3.1 Naar een aangepaste methodologie

Net als vele andere benaderingen in de archeologische praktijk is het in kaart brengen en waarderen van (afgedekte) prehistorische vindplaatsen en paleolandschappen gebaseerd op staalnames: “*if you can’t survey an entire region [...] for heaven’s sake, do it in such a way that you have some idea of the reliability of your results*” (Flannery 1976b:132). In other words, do it in such a way that you know where sites are not located as well as where they are located.” (O’Brien *et alii* 2005, 148). De eerder geschetste regionale fysisch-geografische context in de omgeving van Leeuwarden (zie Hoofdstuk 2.2.) maakt de aanwezigheid van een afgedekt, en daarmee potentieel ‘intact’ bewaard, prehistorisch bestand aannemelijk. Het belang van dergelijke vindplaatsen in onze huidige beeldvorming van de vroege prehistorie in Nederland vormt een aspect dat ruime aandacht krijgt in de NOaA (Deeben *et alii* 2006a, zie ook paragraaf 1.4.3.). De vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 wordt in dit beleidondersteunend en richtinggevend document tweemaal aangehaald, eenmaal als een eerder zeldzaam voorbeeld van een omvangrijke opgraving (Deeben *et alii* 2006a, 3) en eenmaal als voorbeeld van de relatief recente toepassing van een gefaseerd booronderzoek als integraal onderdeel van de inventariserende fase van het veldonderzoek voor de ontdekking en nauwkeurige waardebepaling van het prehistorische bestand (Deeben *et alii* 2006a, 27). In de NOaA werd ondermeer duidelijk gemaakt dat karterend en waarderend onderzoek naar het (afgedekte) vroegprehistorische bodemarchief ondanks recente vernieuwde inzichten en methoden in de praktijk een problematisch karakter heeft: “*De praktijk wijst uit dat het huidige scala aan methoden en technieken in veel gevallen niet toereikend is bij het opsporen en waarderen van resten uit de vroege prehistorie, al dan niet in relatie tot paleolandschappelijke ontwikkelingen. Vindplaatsen worden gemist of gegevens uit waardestellend onderzoek blijken niet voldoende bruikbaar voor een goed waardeoordeel.*” (Deeben *et alii* 2006a, 26-27). Omwille van die beperking werd de nadruk gelegd op enkele aandachtspunten bij de ontwikkeling en toepassing van methoden en technieken doorheen het ganse onderzoeksproces. Het vooronderzoek krijgt in dit proces een belangrijke rol toebedeeld waarbij werd gewezen op de noodzaak tot de ontwikkeling en verfijning van:

- (1) regio- en periodespecifieke voorspellingsmodellen met informatie over de (verwachte) fysieke kwaliteit van het al dan niet afgedekte bodemarchief,
- (2) gedetailleerde regionale en lokale paleogeografische (landschapsgenetische) reconstructies,
- (3) een minder sterk vindplaatsgerichte waarderingssystematiek voor vroegprehistorische verschijnselen die “*in de regel ... niet als ‘vindplaats’ of ‘site [zijn] te definiëren*”,
- (4) doelgerichte, grootschalige karteringen van door sedimenten afgedekte vindplaatsen, “*een categorie die lange tijd vrijwel volledig buiten ons blikveld is gebleven*”.

In 1994 werd in het kader van de geplande bodemingrepen voor de aanpassing van de N31 door de toenmalige ROB een Standaard Archeologische Inventarisatie (SAI) uitgevoerd waarin werd gewezen op de gekende archeologische waarden en het gebrek aan prehistorisch onderzoek in de regio en waarin tevens een inschatting werd gemaakt van de potentiële archeologische waarden in het gebied dat het tracé doorsnijdt. Op basis hiervan werd een aanvullende archeologische inventarisatie aanbevolen (Asmussen 1999b, 5). Het verkennende, karterende en waarderende onderzoek dat vervolgens in drie fasen tussen 1998 en 2001 werd uitgevoerd, leidde uiteindelijk tot de gedeeltelijke bewaring *ex situ* van een acuut bedreigd, door klei- en veensedimenten afgedekt zandlichaam met sporen van prehistorische menselijke aanwezigheid. De eerste fase van het vooronderzoek (AAI-1, zie Hoofdstuk 3.2.), gerapporteerd in Asmussen 1999b, had als voornaamste doelstelling het opsporen van archeologische vindplaatsen langsheen de rijksweg in het traject tussen Hemrikseinen en Nijega en op het knooppunt Ureterpvalleat. Voor een aantal van de in deze fase gekarteerde locaties werd vervolgens besloten tot de uitvoering van een waarderend archeologisch vervolgonderzoek (AAI-2, zie Hoofdstuk 3.3.) met als voornaamste doelstelling het bepalen van de behoudenswaardigheid van de in het tracé aangetroffen (potentiële) archeologische vindplaatsen. De resultaten van dit onderzoek zijn verschenen in Asmussen 2000. Op basis hiervan werd vervolgens een aanvullend booronderzoek (zie Hoofdstuk 3.4.) uitgevoerd op vindplaats 713, waarvan de resultaten verschenen in Exaltus 2001a. Voor zover relevant voor de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31, zullen de methodes en voornaamste resultaten van het voortraject in de volgende hoofdstukken beknopt worden toegelicht op basis van bovenvermelde rapporten.

3.2 De Aanvullende Archeologische Inventarisatie, deel 1 (AAI-1)

3.2.1 Inleiding

De AAI-1 werd door RAAP tussen 2 november 1998 en 16 februari 1999 uitgevoerd over het ganse, ca. 14 kilometer lange traject Hemriksein-Nijega. Dit onderzoeksgebied *sensu latu* bevindt zich langsheen de N31 tussen de hectometerpaaltjes 52.0 en 66.0, doorheen de gemeenten Leeuwarden, Boarnsterhim, Tytsjerksteradiel en Smallingerland, alsook op het knooppunt Ureterpvallaat, ten zuidoosten van Drachten. Doelstelling van het onderzoek was het in kaart brengen van archeologische vindplaatsen langsheen dit traject.

3.2.2 Methodiek

De veldkartering werd voorafgegaan door een landschapelijk en archeologisch gericht bureauonderzoek. Voor het archeologische veldonderzoek werd voornamelijk gebruik gemaakt van handboringen, in combinatie met een geofysisch onderzoek (zonder noemenswaardig resultaat) en een oppervlaktekartering (met beperkte resultaten ten gevolge de geringe zichtbaarheid door het gebruik als grasland). Tijdens het bureauonderzoek werden diverse cartografische bronnen (namelijk de bodemkaart, de geologische kaart, historische en topografische kaarten), de luchtfotoatlas van Friesland, historische gegevens, archeologische archieven, amateurarcheologen en relevante literatuur geraadpleegd (Asmussen 1999b, 7). Het booronderzoek (N = ca. 555 boringen) concentreerde zich in de eerste plaats op het toekomstige wegtracé, een zone van 30 meter langs de noordzijde van de N31, maar plaatselijk ook ten zuiden ervan, en bij geplande watergangen en aan- en afvoerstroken (voor een kaart zie Asmussen 1999b, kaartbijlage 1). Er werd geboord in raaien (N = 28), aanvankelijk met een onderlinge afstand van ca. 50 meter tussen de boringen. Op plaatsen waar op basis van deze boringen indicaties werden aangetroffen van archeologische vindplaatsen, zijn op kortere afstand (om de 12,5 en 25 meter), of naast de stroken extra boringen uitgevoerd. Het boren gebeurde voornamelijk met een gutsboor (\emptyset = drie centimeter). Het sediment werd niet gezeefd, behalve op enkele plaatsen (maaswijdte drie millimeter) waar bodemmonsters werden genomen met behulp van een Edelmanboor ('megaboor', \emptyset = 15 centimeter). De gezeefde monsters werden ter plaatse gecontroleerd op de aanwezigheid van archeologische indicatoren. Voor elke boring werden de diepte, textuur, kleur, samenstelling van bodemverschijnselen en archeologische insluitsels op een standaardformulier genoteerd. In acht genomen indicaties voor de aanwezigheid van archeologische vindplaatsen zijn:

opduikingen van het pleistocene oppervlak, de aanwezigheid van archeologische indicatoren (vondsten) en kenmerkende verkleuringen op luchtfoto's (Asmussen 1999b, 13).

3.2.3 De voornaamste resultaten

Het bureauonderzoek leverde vier gekende steentijdvindplaatsen in het traject op (Asmussen 1999b, 11, tabel 2): het zijn de vindplaatsen met codenummers 21, 22 (2x) en 259³, waarbij de drie eerste in 1967 werden ontdekt bij de aanleg van het wegcunet van de N31. De vindplaatsen 21 en 22, beiden vrijwel geheel verstoord bij de aanleg van de N31, bevinden zich langs de zuidelijke bermsloot van de N31, ca. 50 meter ten zuiden van de (AAI-1) boringen 47 en 51 (Asmussen 1999b, 14). Vindplaats 22 wordt ook in verband gebracht met een luchtfoto waarop een licht gekleurde vlek werd herkend, die geïnterpreteerd werd als een mogelijke dekzandopduiking (Asmussen 1999b, 12). Voor een verdere evaluatie van beide vindplaatsen in deze fase van het onderzoek werd boorraai O-O' (boringen 526-551) op ca. 20 meter aan de zuidzijde van en haaks op de weg gezet. In de gutsboringen werden geen verdere bewoningssporen aangetroffen (Asmussen 1999b, 16).

Beperkte oppervlaktekartering op een aantal akkers nabij het knooppunt Ureterpvallaat leverde een aantal losse, al dan niet verbrande, vuursteenfragmenten op (Asmussen 1999b, 13). De boringen die werden uitgevoerd langsheen de N31 zijn weergegeven in Asmussen 1999b, kaartbijlage 1 en Asmussen 2000, figuur 2; de boringen aan het knooppunt van de Ureterpvallaat (nrs. 403-445) in Asmussen 1999b, figuur 2. Ze zijn in detail beschreven in Asmussen 1999b. Het verkennende booronderzoek, waarbij ca. 0,007% van het onderzoeksgebied (ca. 30 x 14000m) werd gekarteerd, bracht geregeld indicaties voor *potentiële*, mogelijk 'waardevolle' steentijdvindplaatsen aan het licht in de vorm van opduikingen van het dekzand, al dan niet in combinatie met houtskool en/of vuursteen⁴. Uiteindelijk werd voor vijf locaties, waar het verkennende booronderzoek duidelijke aanwijzingen opleverde voor de aanwezigheid van *potentieel waardevolle* archeologische vindplaatsen, een waarderend vervolgonderzoek (AAI-2) geadviseerd. Vier van de vijf vermelde locaties, gelegen tussen enerzijds kilometer 54,6 en 54,9 (= de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31) en anderzijds kilometer 57,5 en 58,3 boden vooruitzichten voor de aanwezigheid van potentieel waardevolle prehistorische vindplaatsen. In het laatste gebied liggen een aantal

3 De nummers verwijzen naar de catalogus uit Asmussen 1999a uit het project 'Archeologie van het houtwallen- en elzensingelgebied Fryslân'.

4 Voor een gedetailleerd overzicht van de resultaten van dit onderzoek wordt verwezen naar Asmussen 1999b, 13-19.

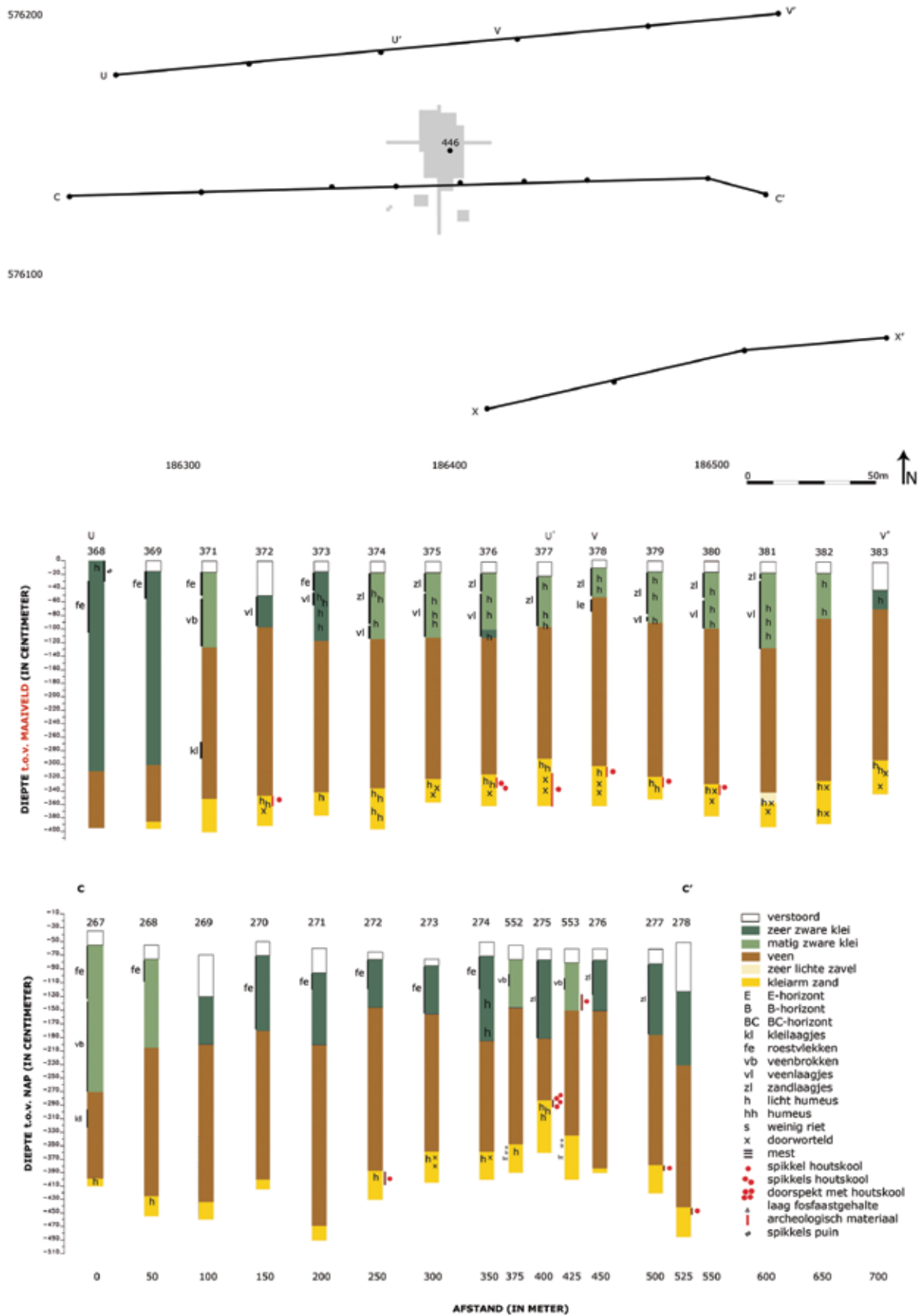


fig. 4 Voornaamste resultaten van het booronderzoek uit de eerste fase van de AAI rondom de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31. Bovenaan: lokalisatie van de boringen (zwarte cirkels) en boorraaien (zwarte lijnen met letters) ten opzichte van het opgegraven deel van de vindplaats (in grijs); onderaan: observaties in de boringen uit boorraaien UU'/VV' (midden) en CC' (onder), naar Asmussen 1999.

door veen afgedekte dekzandkoppen met intact podzolprofiel. In de directe omgeving lagen ook bovenvermelde vindplaatsen 21 en 22 die tijdens de aanleg van de N31 werden aangesneden (Asmussen 1999b, 20-21).

De boringen uit deze fase van het onderzoek die direct betrekking hebben op de vindplaats Leeuwarden–Hempens/N31 (fig. 4) werden gezet in drie afzonderlijke raaien (CC', UU'/VV' en XX'), waarvan enkel voor de boringen op boorraai CC' hoogtes t.o.v. NAP beschikbaar zijn; van de overige boorraaien zijn de dieptes t.o.v. het maaiveld weergegeven. Voorts beschikken we over volgende gegevens:

(1) Boringen 272-278 behoren tot boorraai C-C'. Boring 275 werd gezet op ca. 10 meter ten westen van hectometerpaal 54.700 (ca. 115 meter ten noorden van en haaks op de bestaande N31). Ter hoogte van deze boring werd een prominente dekzandkop aangetroffen waarvan de top houtskoolbrokken bevatte (Asmussen 1999b, 13-14). Voorts werd ook in boringen 272, 277 en 278 in de (lager gelegen) top van het zand houtskool aangetroffen, zij het in mindere mate. Volgens de profielkolommen (Asmussen 1999b, bijlage 1.3.) werd op deze boorraai enkel in boringen 552 en 553 (*infra*) een intact podzolprofiel aangetroffen. Uit Asmussen 2000, figuur 2 blijkt echter duidelijk dat de daar tussen liggende boring 275 eveneens een intacte podzol bevatte.

(2) Boringen 375-380 behoren tot boorraaien U-U' (375-377) en V-V' (378-380), waarbij V-V' de oostelijke uitbreiding is van U-U'. In de boorraai U-U' zou het dekzand in oostelijke richting geleidelijk omhoog komen vanaf boring 371 om ter hoogte van boring 377, gelegen op ca. 75 meter ten zuiden van boring 275, zijn (relatief?) hoogste punt te bereiken (2,90 meter onder het maaiveld). In boringen 376 en 377 werd in de top van het dekzand houtskool aangetroffen dat, volgens Asmussen, zou kunnen wijzen op de noordelijke periferie van de steentijdnederzetting. Hetzelfde geldt voor de houtskool die werd aangetroffen in de boringen 378 t.e.m. 380 (Asmussen 1999b, 17). Op basis van de profielkolommen (Asmussen 1999b, bijlagen 1.21 en 1.22.) werd nergens een podzolprofiel aangetroffen. Dit is met name voor de boringen 377 en 378 in tegenspraak met de gegevens uit Asmussen 2000, figuur 2.

(3) Asmussen (1999b, 14) vermeldt dat in het zeefresidu van boringen 552-553, uitgevoerd aan weerszijden van boring 275, eveneens houtskool werd aangetroffen. Deze bewering is in tegenspraak met Asmussen 1999, bijlage 1.3. waar bij de betreffende boorkolommen geen houtskool (in associatie met de top van het pleistocene zand) wordt aangeduid. Voorts zijn deze gegevens ook in tegenspraak met Asmussen 2000, figuur 2, waar voor boring 552 'met houtskool' staat aangegeven en voor boring 553 'geen archeologische

indicatoren' (dus ook geen houtskool). Verder is uit Asmussen 1999, bijlage 1.3. nog af te leiden dat in beide boringen een podzolprofiel (E-, B- en BC-horizonten) werd herkend in de top van het dekzand. Voor boring 552 is dit in overeenstemming met het latere aanvullende booronderzoek van Exaltus (Exaltus 2001a, figuur 4, *infra*), wiens boring 62 (op boorraai FF'), mét podzolprofiel, op nagenoeg dezelfde locatie is gelegen. In zijn boring 55 echter (gelegen op boorraai EE', net ten noordoosten van boring 553) werden door Exaltus geen bodemvormende processen aangetroffen.

(4) In boring 446, gelegen buiten de raaien op ca. 25 meter ten noorden van boring 275, werden in het ter plaatse gezeefde dekzand naast enkele stukjes houtskool eveneens drie kleine vuursteenartefacten aangetroffen in de A- en E-horizonten van een ongestoord bodemprofiel (Asmussen 1999b, 14). De vuurstenen artefacten werden gedetermineerd als een verbrande afslag en twee retoucheringsafslagen. Deze boring is de enige van alle boringen uit de AAI-1 die is gelegen in het later opgegraven deel van de vindplaats. Opmerkelijk is dat in de rapportering van het waarderende onderzoek (*infra*, Asmussen 2000, 9) voor de motivatie van het waarderende onderzoek op vindplaats 713 melding wordt gemaakt van "*brokjes houtskool en een vuursteensplinter*" die tijdens de karterende fase op deze locatie werden aangetroffen, en dus niet drie kleine vuursteenartefacten. Uit Asmussen 2000, figuur 2 blijkt dat deze boring is gelegen in een zone met intacte podzol.

(5) Uit boorraai X-X' (boringen 448 t.e.m. 451) mag blijken dat de noordelijker gelegen dekzandopduiking (ter hoogte van boring 275) zich naar het zuiden toe niet verder zet: de maximale hoogte van het dekzand bedraagt hier 4,20 meter *onder het maaiveld*, terwijl de top van het dekzand zich in boring 275 op 2,20 meter onder het maaiveld bevindt (~ ca. -2,90 meter NAP) (Asmussen 1999b, 18).

3.3 De Aanvullende Archeologische Inventarisatie, deel 2 (AAI-2)

3.3.1 Inleiding

De aanbevelingen geformuleerd naar aanleiding van de resultaten van de karterende AAI resulteerden in een waarderend booronderzoek (AAI-2) dat door RAAP tussen 18 oktober en 19 november 1999 werd uitgevoerd op twee verschillende locaties binnen het traject Hemriksein-Nijega, tussen kilometer 54,6 en 54,9 en tussen kilometer 57,5 en 58,3 (fig. 5). Dit onderzoek sloot, net als de AAI-1, aan op het project '*Archeologie van het Houtwallen en Elzensingelgebied Fryslân*', eveneens door RAAP uitgevoerd, in opdracht



fig. 5 Onderzoeksgedebied van de tweede fase van de AAI met aanduiding van de lokalisatie van de potentieel waardevolle en behoudenswaardige steentijdvindplaatsen, naar Asmussen 2000.

van de provincie Friesland (Asmussen 2000, zie ook Asmussen 1999a). Op beide locaties werden in totaal zes vindplaatsen, waarvan vijf daterend uit de steentijd, gewaardeerd: respectievelijk vindplaatsen 713-714 en vindplaatsen 715, 716, 719 en 720. Algemene doelstelling van dit waarderend onderzoek was het achterhalen van de behoudenswaardigheid van de aangetroffen, potentieel waardevolle archeologische vindplaatsen (m.a.w. een 'actuele waardebepaling' van een vindplaats). Hierbij werd specifiek gelet op

de fysieke kwaliteit (in termen van bodemopbouw, gaafheid en conservering), aard, omvang, diepteligging en datering van deze vindplaatsen.

3.3.2 Methodiek

De waardebepaling van de vindplaatsen gebeurde eveneens met behulp van een booronderzoek (N = ca. 219 boringen). Er werd geboord in een gridsysteem (fig. 6), met een maximale afstand tussen de parallelle boorraaien van 20 meter en een maximale afstand tussen de boringen op een boorraai van 25 meter. Op die locaties waar archeologisch materiaal werd opgeboord of kon worden verwacht op grond van de resultaten uit de omliggende boringen werd het boorgrid verdicht. Het boren gebeurde voornamelijk met een gutsboor (\varnothing = drie centimeter). Het sediment werd niet gezeefd, behalve op enkele plaatsen (maaswijdte drie millimeter) waar bodemonsters werden genomen met behulp van een Edelmanboor ('megaboor', \varnothing = 15 centimeter). De gezeefde boormonsters werden ter plaatse gecontroleerd op de aanwezigheid van archeologische indicatoren (houtskool, vuursteen, aardewerk, (verbrand) bot, natuursteen, verbrande leem, fosfaatvlekken). Ten aanzien van de gevolgde methode werden een aantal reserves in het achterhoofd gehouden (Asmussen 2000, 25): zo geeft de methode een

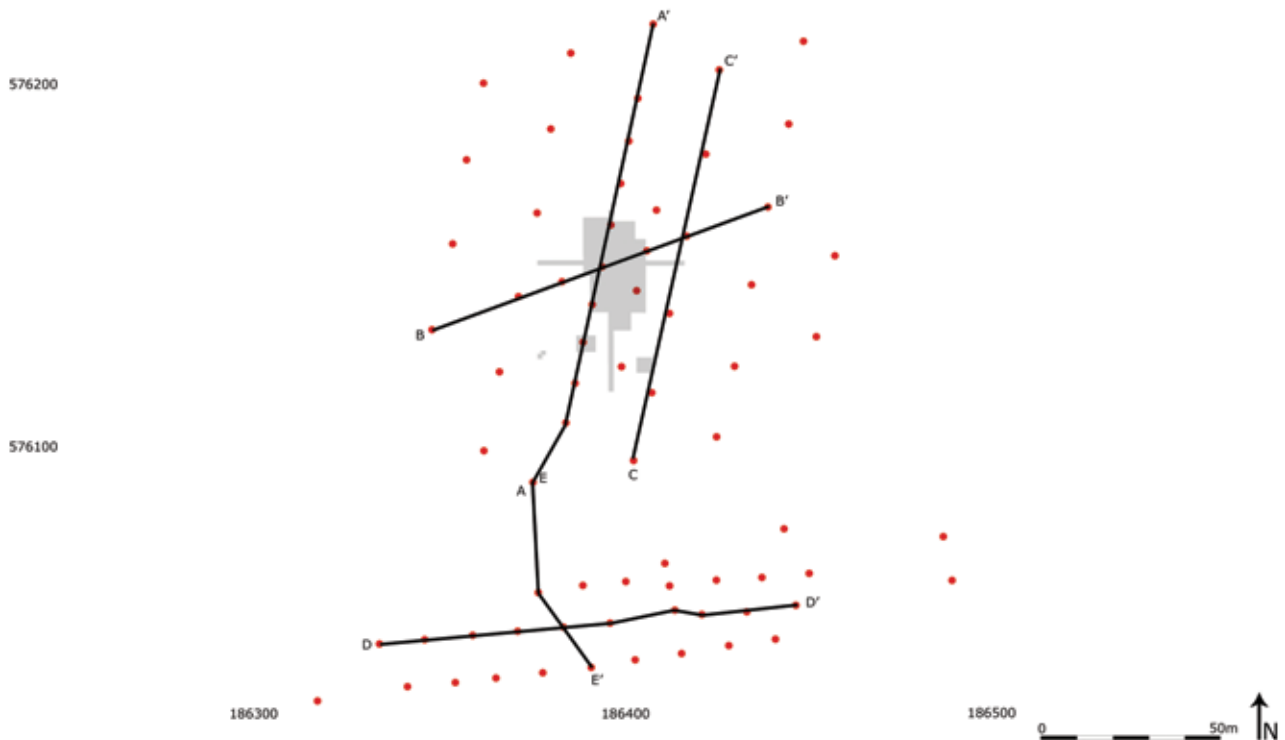


fig. 6 Vindplaatsen 713 en 714: lokalisatie van de boringen (rode cirkels) uit de tweede fase van de AAI met aanduiding van de in detail bestudeerde boorraaiën (zwarte lijnen met letters) ten opzichte van het opgegraven deel van de vindplaats (in grijs), naar Asmussen 2000.

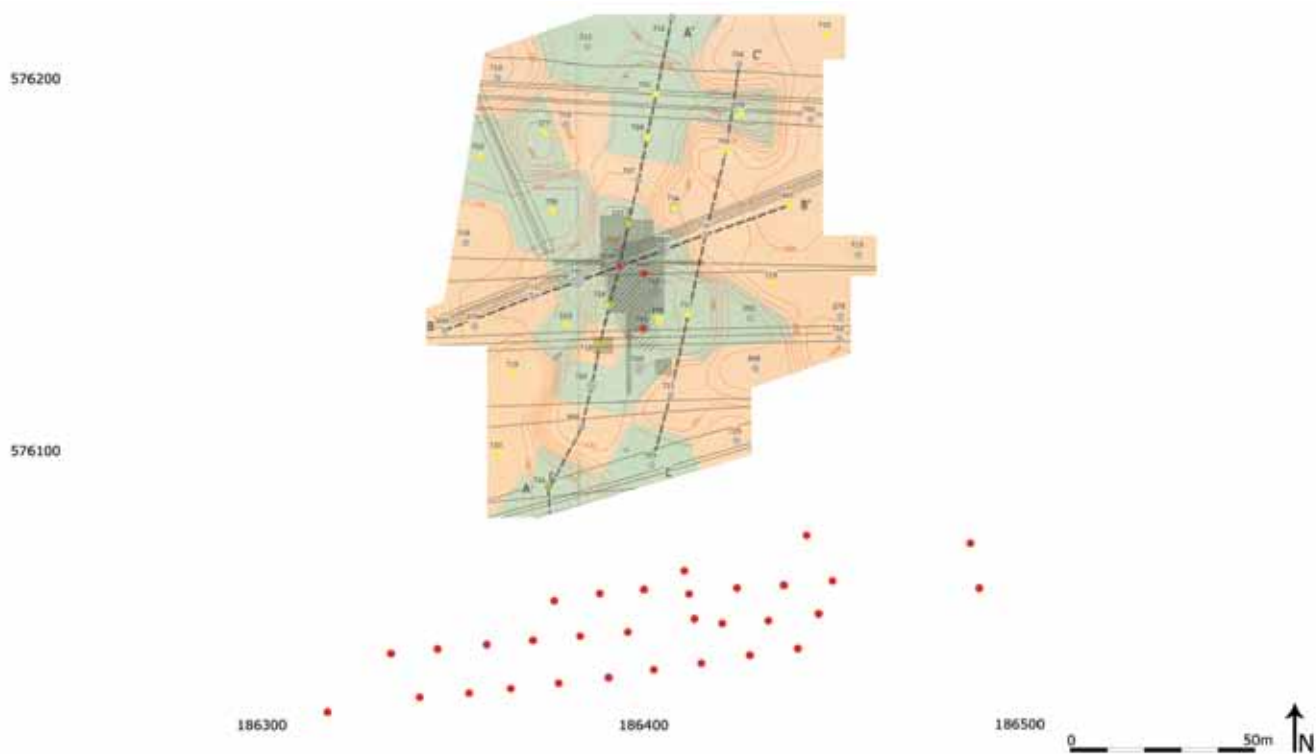


fig. 7 Interpolatie van de dekzandmorfologie (rode lijnen) op basis van de resultaten van het booronderzoek uit de tweede fase van de AAI, naar Asmusen 2000, figuren 2 en 3. De groene zone duidt op plaatsen met een intact podzolprofiel. De in geel aangeduide boorpunten bevatten houtskool, in de rode boorpunten (enkel binnen het geïnterpoleerde gebied) werd houtskool en vuursteen aangetroffen en in de grijze boorpunten bevonden zich geen archeologische indicatoren.

goede indruk van de gaafheid van de vindplaatsen, in iets mindere mate een indruk van de conservering van de nederzettingen, slechts een geringe indruk van de werkelijke vondstdichtheid en geen duidelijkheid over de al dan niet aanwezigheid van grondsporen. De waardering richtte zich dus met andere woorden vooral op de gaafheid van de vindplaatsen en de conservering van de nederzettingen, en nauwelijks op de werkelijke vondstdichtheid en de aanwezigheid van grondsporen.

3.3.3 De voornaamste resultaten

Vijf van de gekarteerde vindplaatsen ten noorden van de N31 (vindplaatsen 713, 715, 716, 719 en 720) werden op basis van het waarderende AAI-2 onderzoek omschreven als vindplaatsen met een hoge verwachting voor gaven uit de steentijd; deze werden bijgevolg als waardevol en behoudenswaardig aangemerkt. Voor vier ervan (715, 716, 719 en 720) werd behoud *in situ* door middel van planinpassing geadviseerd. Voor het behoud van vindplaats 713 werd een opgraving aanbevolen. Op de onderzochte locaties ten zuiden van de N31 werden geen waardevolle, behoudenswaardige vindplaatsen aangetroffen. De twee steentijdvindplaatsen ontdekt in 1967 tijdens de aanleg van de N31 bleken vrijwel geheel verstoord te zijn bij de aanleg van de

rijksweg en werden om die reden geacht slechts een geringe archeologische waarde te bezitten.

Met betrekking tot de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 werd tijdens het voorafgaande karterende AAI-1 onderzoek ter hoogte van vindplaats 713 reeds een prominente dekzandwelling aangetroffen, waarvan de top een (intact) podzolprofiel vertoonde en die gekenmerkt werd door de aanwezigheid van archeologische indicatoren in de vorm van verschillende brokjes houtskool en één (of drie?) vuurstenen artefact(en) (*supra*). De aanwezigheid van een prehistorisch bestand kon op basis van het daaropvolgende waarderende booronderzoek worden bevestigd en de morfologie van de prominente dekzandwelling kon via interpolatietechnieken nauwkeuriger in kaart worden gebracht (fig. 7). In het rapport is slechts voor een deel van de uitgevoerde boringen gedetailleerde informatie in de vorm van een profielkolom beschikbaar: van de ca. 70 AAI-2 boringen uit de directe omgeving van het latere opgegraven deel van de vindplaats is slechts ongeveer de helft (N = 34) opgenomen in één van de vijf besproken profielraaien (fig. 6, AA' t.e.m. EE', Asmusen 2000, bijlage 1 t.e.m. 5). Enkel voor de boringen op de raaien AA' t.e.m. CC' zijn gegevens over het dekzand beschikbaar (N = 23 boringen). Op basis van deze profielraaien werd de morfologie van de dekzandrug besproken. Het dekzand vormde een noord-zuid georiënteerde dek-

zandrug waarvan de top over een afstand van ca. 50 meter net iets boven -3,0 meter NAP reikt. Op deze top heeft zich ook volgens het waarderende onderzoek een duidelijk podzolprofiel ontwikkeld en dit in tegenstelling tot de lagere delen waar in mindere mate sprake is van podzolering. Sporen van erosie na de bodemvorming werden niet aangetroffen/herkend. Het dekzand is afgedekt door een veenpakket (basisveen), waarvan de basis gekenmerkt wordt door een zeer lichte, gelijkmatig verdeelde zandigheid, een zeer donkerbruine tot zwarte kleur op alle plaatsen en een amorfe (smeerbare) structuur. Deze veenafdekking werd op basis van het tijd/dieptediagram van het begin van de groei van het basisveen in Noord-Nederland (zoals weergegeven in Roeleveld 1974) gesitueerd tussen 4900 en 4300 jaar BP, waarna nauwelijks of geen verstoring van de vindplaats meer heeft plaatsgevonden. Het veen is vervolgens afgedekt door een pakket vette, venige klei. Het huidige maaiveld volgde deze dekzandmorfologie in lichte mate wat verklaard zou kunnen worden door de geringere inklinking van het veen op de dekzandrug. Deze observatie werd bevestigd door analyse van het digitale hoogtemodel (zie Hoofdstuk 2.2., fig. 3).

De aanwezigheid van houtskoolbrokjes en/of vuurstenen artefacten in verschillende boringen uit beide onderzoeksfasen⁵ suggereerde ter plaatse de restanten van een prehistorische menselijke aanwezigheid in associatie met de top van het dekzand. Asmussen (2000, 11) erkent dat houtskool ook van nature kan voorkomen in/op dekzand, maar neemt aan dat het daarbij meestal om geringe hoeveelheden en kleine korreltjes in de humeuze of venige top van het dekzand gaat. Wanneer grote hoeveelheden/brokjes voorkomen, die min of meer geconcentreerd liggen en verdeeld in een dikkere (zand)laag, dan duidt dit, aldus Asmussen, eerder op menselijke activiteiten. Voor zover kan worden nagegaan, werden de archeologische indicatoren aangetroffen in de top van het dekzand en meer bepaald in de humeuze A-horizont en de daaronder gelegen uitspoelingshorizont (E-horizont). Vuursteen kwam voor in drie boringen, alle drie gelegen in het later opgegraven gedeelte van de vindplaats; het is niet precies duidelijk om hoeveel vondsten het handelt (tenminste elf). De meest vondstrijke boring was 696, met 10 vuursteenafslagen en tientallen brokjes houtskool. Een meer nauwkeurige datering ouder dan 5000 jaar was op basis van de gevonden resten niet mogelijk. Het aangetroffen houtskool werd geschikt geacht voor ¹⁴C-dateringen. Op 08 november 1999 werd door Jos Deeben (toenma-

lige ROB) 2,42 gram *Taxus* hout(skool?) afkomstig uit boring 696 ingediend bij het Centrum voor Isotopenonderzoek te Groningen (GrN-26539: 4530 ± 80BP, zie Hoofdstuk 7.6.).

Steentijdvindplaats 713 werd gewaardeerd als 'waardevol en behoudenswaardig' op basis van volgende karakteristieken:

- de gaafheid: de aangetroffen resten kunnen als ongeschonden worden beschouwd en dit als gevolg van de diepe ligging en de vroege afdekking met veen van de vondstlaag. De afwezigheid van sporen van erosie dragen evenzeer bij tot deze conclusie;
- de grote ouderdom (meer dan 5000 jaar);
- de geringe hoeveelheid aangetroffen archeologisch materiaal suggereert dat de vindplaats een tijdelijk (wellicht éénmalig bewoond) kampement vertegenwoordigt; het vervolgonderzoek op de vindplaats heeft duidelijk aangetoond dat deze interpretatie niet langer houdbaar is.
- de beperkt beschikbare wetenschappelijke kennis over steentijdvindplaatsen in dit deel van Nederland, ondanks hun relatief grote aantal (zie Hoofdstuk 1.4.).

Door de ligging van de vindplaats in de geplande tunnelbak van het aquaduct 'het Langdeel' werd geadviseerd om deze vindplaats op te graven indien planaanpassing in de vorm van het verschuiven van de tunnelbak niet tot de mogelijkheden behoorde.

3.4 Het aanvullende booronderzoek

3.4.1 Inleiding

Tussen 14 en 16 mei 2001 voerde RAAP een aanvullend booronderzoek uit rond vindplaats 713 (= Leeuwarden-Hempens/N31). Het onderzoeksgebied is slechts iets beperkter in omvang dan het onderzoeksgebied uit de AAI-2, en geconcentreerd ter hoogte van het hoogste punt van het dekzandlichaam. Naast het vaststellen van de eventuele aanwezigheid van kabels en leidingen, beoogde dit onderzoek in het algemeen zowel een meer gedetailleerde kartering van het lokale reliëf van de pleistocene ondergrond als een meer nauwkeurige begrenzing van de podzolering. De concrete doelstellingen waren driedelig:

- (1) het bepalen van de aanwezigheid en de mate van erosie van de top van het zand, waarvoor het voorafgaande onderzoek geen aanwijzingen had opgeleverd,
- (2) het achterhalen van de omstandigheden waarin bodemvorming heeft plaatsgevonden,
- (3) het vaststellen van archeologische resten in de top van het zand en de relatie tussen deze resten onderling en met de bodem(vorming).

5 Houtskool in de karterende boringen 272, 275, 277, 278, 376, 377, 378, 379, 380, 446, 552 (en 553?) en in de waarderende boringen 696, 697, 700, 701, 702, 706, 708, 716, 717, 718, 719, 720, 724, 726, 727, 728, 731 en 734; vuursteen in de karterende boring 446 en in de waarderende boringen 696 en 731.

576200

576100

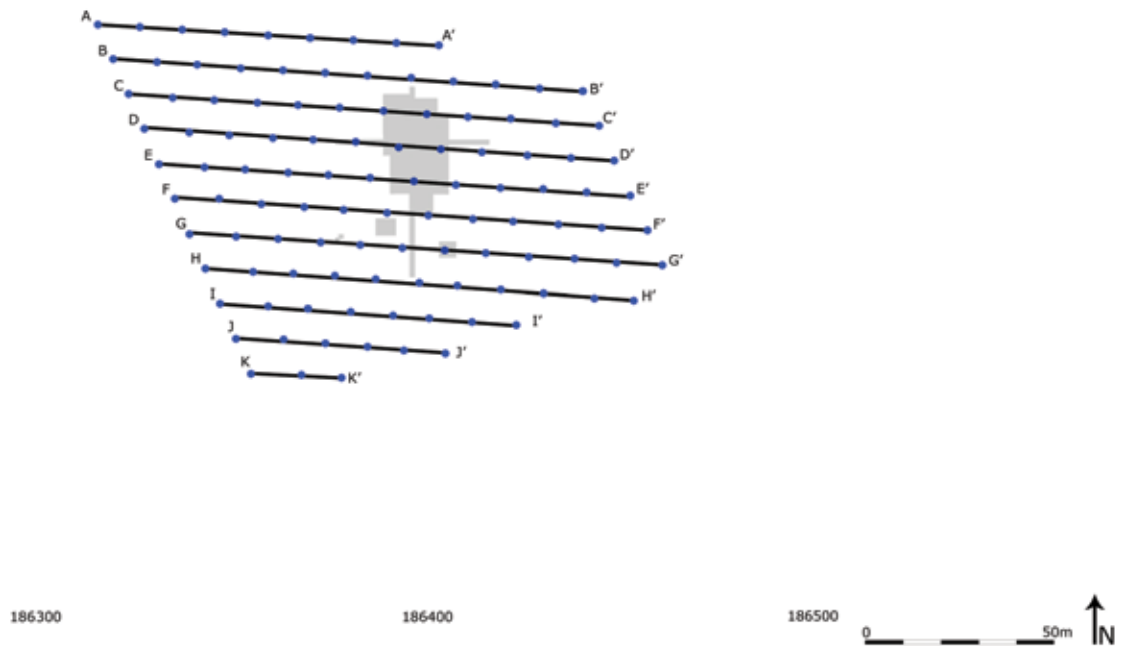


fig. 8 Lokalisatie van de boringen (blauwe cirkels) uit het aanvullende booronderzoek met aanduiding van de in detail bestudeerde boorraaien (zwarte lijnen met letters) ten opzichte van het opgegraven deel van de vindplaats (in grijs), naar Exaltus 2001.

3.4.2 Methodiek

De aanvullende waardering van vindplaats 713 gebeurde aan de hand van een booronderzoek (N = 109 boringen). Het gehanteerde boorgrid bestond uit 11 west-oost georiënteerde parallelle raaien⁶ met een tussenafstand van 10 meter (fig. 8). Op elke raai bedroeg de afstand tussen de opeenvolgende boorpunten eveneens 10 meter. De opeenvolgende boorraaien lagen geschrant en versprongen daarbij telkens vijf meter. Dit betekent dat de afstand van een boorpunt op een raai tot de meest nabijgelegen boorpunten op de aangrenzende raaien steeds ca. 11,2 meter bedroeg. De boringen werden uitgevoerd met behulp van een gutsboor (\emptyset = drie centimeter) (Exaltus 2001a, figuur 2, bijlage 1). Op één keer na werd daarbij steeds tot op het (pleistocene) zand geboord. Voor zover kan worden afgeleid uit het rapport, werd het sediment uit de gutsboor niet gezeefd.

3.4.3 De voornaamste resultaten

De belangrijkste inzichten van dit onderzoek situeren zich op het vlak van (1) de lithostratigrafische opbouw, (2) de interpretatie van bodemvormende processen en (3) het

vaststellen van de aanwezigheid van stratigrafisch gescheiden archeologische (houtschool)resten.

(1) Van onder naar boven werd volgende stratigrafische sequentie gereconstrueerd: (1) het zandlichaam, (2) op verschillende plaatsen een vermenging van de top van het zand en de basis van het veen, (3) een veenpakket met op verscheidene plaatsen dunne en dikkere kleilaagjes, (4) een kleipakket, inclusief een archeologische vondstlaag, (5) een veenlaagje en (6) een pakket zandige klei. Een veronderstelde geul, op basis van de in het veen gevormde kleilaagjes, werd niet rechtstreeks aangeboord.

Het belangrijkste resultaat van de reliëfkaartering betreft de (bevestiging van de) herkenning en een meer gedetailleerde karakterisering van een noord-zuid georiënteerd zandlichaam waarvan de top zich minder dan -3,0 meter NAP bevindt, met een maximale hoogte van ca. -2,8 meter NAP (fig. 9). Zowel in oostelijke als in westelijke richting helt dit zandlichaam af en dit aan de randen van het onderzoeksgebied tot op een diepte van meer dan -4,0 meter NAP. Daarbij is de helling aan de oostelijke zijde opmerkelijk steiler dan die aan de westelijke zijde, wat volgens Exaltus (2001a, 2) mogelijk verklaard kan worden door de overheersende westenwind tijdens de vorming van het zandlichaam. De eerdere boringen gericht op de kaartering en waardering van vindplaats 714 (zie Asmussen 1999b, 18 + bijlage 1.24; Asmussen 2000, 13 + figuur 12) bevestigden de geleidelijke

⁶ Exaltus (2001a, 1) spreekt van noord-zuid georiënteerde raaien en verwijst daarbij naar zijn figuur 2 waar de oriëntatie van de raaien duidelijk oost-west is.

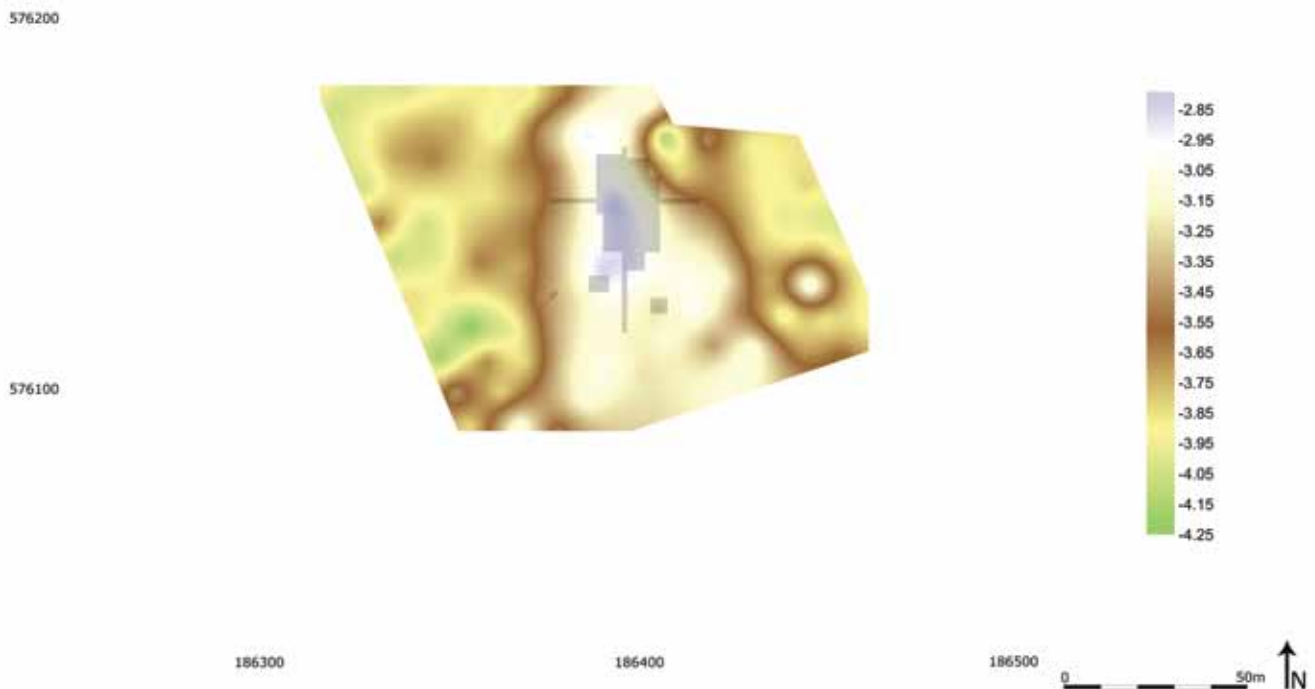


fig. 9 Interpolatie van de dekzandmorfologie op basis van de resultaten van het aanvullende booronderzoek, naar Exaltus 2001 (hoogte in m NAP).

afhelling van het dekzandlichaam in zuidwestelijke richting: in boringen 448-453 (AAI-1, raai X-X') wordt de top van het dekzand aangetroffen tussen -4,20 en -4,90 meter *onder het maaiveld* (de relatie met NAP is onbekend!), in boringen 557, 561 en 724 (AAI-2) werd het dekzand aangetroffen op -3,80, -3,84 en -4.09 meter NAP⁷.

Bovenop het zandlichaam bevindt zich een veenpakket dat regelmatig onderbroken wordt door dunne en dikkere kleilagen. In een groot deel van de boringen is de grens tussen beide pakketten (zand/veen) overigens niet scherp te trekken door een vermenging van de top van het zand en de basis van het veen. Als mogelijke verklaring van deze vermenging werden door Exaltus (2001a, 3) zowel antropogene als natuurlijke oorzaken vooropgesteld: menselijke betreding van een dun veenlaagje gelegen op een zandpakket leidt vrijwel onvermijdelijk tot een vermenging van beide lagen. De aanwezigheid van houtskool in dit vermengd pakket is volgens Exaltus (2001a, 3) overigens een extra argument voor deze antropogene invloed. Beide elementen zouden dus impliceren dat mensen aanwezig waren in het gebied ten tijde van de aanvang van de veenvorming. Anderzijds kan vermenging eveneens in een oevermilieu

optreden door de beweging van water waardoor zand en organische resten opwervelen, van elkaar worden gescheiden en vervolgens in aparte laagjes, zogenaamde spoellaagjes, worden afgezet. Dergelijke als spoellaagjes geïnterpreteerde fenomenen werden in verschillende boringen aan de westzijde van het zandlichaam aangetroffen. Op basis daarvan wordt mogelijk aan deze zijde in de nabijheid van het zandlichaam een geul verondersteld. Een ander argument voor de veronderstelde aanwezigheid van een nabijgelegen geul wordt gevormd door de hooguit enkele centimeters dikke kleilaagjes die op verschillende plaatsen (in elke boorraai) in het veen werden aangetroffen en die op deze plaatsen zouden zijn afgezet door deze geul. Dichter bij de veronderstelde geul werd op dezelfde manier in het veen een dikker kleipakket afgezet dat eveneens werd aangetroffen in een vijftal boringen⁸. Hoewel het om meerdere overstromingsniveaus gaat, werden deze kleilagen vooral rond een diepte van -2,5 meter NAP vastgesteld. In dit veenpakket met kleilaagjes werd op diverse plaatsen⁹ ook houtskool aangetroffen. Over de oorzaak van de aanwezigheid van het houtskool op deze plaatsen worden door Exaltus geen uitspraken gedaan. Het veenpakket wordt afgedekt door een kleipakket, en dit vanaf een diepte van -1,2 en -2,0 meter

7 Voor de overige waarderende boringen uit de AAI-2 fase van vindplaats 714 zijn geen gegevens met betrekking tot de diepte van het dekzand beschikbaar (zie Asmusen 2000, bijlage 4 en 5).

8 Meer bepaald boringen 10, 58, 70, 82 en 93.

9 Meer bepaald in boringen 2, 17, 32, 35, 43, 61, 89, 97, 100, 104, 105 en 106.

NAP. In de top van deze klei wordt een archeologische vondstlaag daterend uit de Romeinse tijd (vindplaats 714)¹⁰ verondersteld. Direct boven deze vondstlaag ligt een veenlaagje dat volgens Exaltus (2001a, 3) waarschijnlijk deel uitmaakt van de Oppervlakteveentong die gedurende de IJzertijd en de Romeinse tijd over grote delen van Noord-Nederland werd gevormd. Dit veenlaagje wordt ten slotte afgedekt door een pakket zandige klei dat aan het huidige maaiveld is gelegen.

(2) Met betrekking tot het zandlichaam bespreekt Exaltus enkele bodemvormende processen. Hij maakt een onderscheid tussen (1) bodemvorming onder droge omstandigheden met de vorming van een podzolbodem op de hogere delen van het zandlichaam¹¹, (2) bodemvorming onder droge omstandigheden zonder podzolvorming op de iets lager gelegen delen van het zandlichaam en (3) bodemvorming onder natte omstandigheden (zie ook Exaltus 2001a, figuur 4). In het eerste geval heeft een bruinkleuring van het zand plaatsgevonden door humusinspoeling, als gevolg van afbraak van organisch materiaal aan de oppervlakte en de daaropvolgende verplaatsing van dit afgebroken organische materiaal door de in de bodem doordringende neerslag. Dit proces treedt uitsluitend op in een droge bodem waarop een vegetatie groeit die zuren afscheidt. Indien dit proces lang genoeg duurt, ontstaat een podzolbodem die gekenmerkt wordt door de aanwezigheid van een door uitspoeling gevormde vrijwel witte zandlaag (de E-horizont) met daaronder een door inspoeling donkerbruin gekleurde zandlaag (de B-horizont). In bijna alle boringen waarin deze podzolbodem werd aangetroffen, werd eveneens in de top van het zand houtskool aangetroffen: op basis van Exaltus 2001a, figuur 4 werd in 17 boringen een podzolprofiel aangetroffen, in 11 ervan werd eveneens houtskool aangetroffen. Aan de noord- en westzijde van het zandlichaam werd bodemvorming onder droge omstandigheden zonder podzolvorming aangetroffen. Dit wordt in verband gebracht met de te snelle vernatting van deze delen waardoor de podzolvorming niet kon plaatsvinden. In de meest westelijke zone werd eveneens in de meerderheid van de boringen houtskool in de top van het zand aangetroffen.

Interessant is een vergelijking van Exaltus' gegevens (Exaltus 2001a, figuur 4) met de eerdere data verkregen door Asmussen tijdens het AAI-2 (Asmussen 2000, figuur 2). Een opmerkelijke vaststelling hierbij is dat er, ondanks een gelijkaardige methodologie en een ruimtelijke overlapping van boringen uit beide fases, nauwelijks overeenstemming

10 De periferie van deze vindplaats werd aan een archeologisch onderzoek onderworpen tijdens het IVO (Hielkema 2004, 2006).

11 Aangetroffen in boringen 41, 54, 62, 65, 66, 75, 76, 77, 86, 87, 88, 89, 95, 97, 100, 103 en 104.

bestaat tussen beide figuren met betrekking tot de verspreiding van een podzolprofiel. Eveneens opmerkelijk is de vaststelling dat Asmussen de hogere delen van het dekzandlichaam associeert met de ontwikkeling van een podzolprofiel, terwijl een vergelijking van Exaltus' figuren 3 en 4 (respectievelijk met een weergave van het pleistocene reliëf en de bodemvorming) duidelijk aantoont dat de hoogste delen van het zandlichaam geassocieerd zijn met bodemvorming in een oeverzone en niet met de ontwikkeling van een podzolprofiel. Anderzijds vermeldt Exaltus (2001a, 2) wel dat er in de hogere delen van het zandlichaam onder droge omstandigheden bodemvorming is opgetreden: "*dergelijke bodemhorizonten [podzolbodem] met name op de hoogste delen van het zandlichaam [zijn] aangetroffen. [...] Het deel van het zandlichaam waarin een podzolbodem is gevormd wordt omgeven door delen waarin bodemvorming onder droge omstandigheden is opgetreden zonder dat dit tot podzolvorming heeft geleid [sic]*". We kunnen besluiten dat er in een relatief beperkt onderzoeksgebied kennelijk een aanzienlijke variatie is vast te stellen in bodemopbouw; een (moeilijk interpreteerbare) variatie die overigens eveneens duidelijk naar voren is gekomen bij de bestudering van de profielwandfoto's zoals die werden geregistreerd tijdens de verschillende opgraafcampagnes. Deze complexiteit beïnvloedt de herkenning, registratie, beschrijving en interpretatie van bodemsporen.

(3) Op basis van enkele archeologische vondsten uit de zand-, veen- en kleilagen, voornamelijk houtskool, worden in deze fase van het onderzoek, voor het eerst en in tegenstelling tot de bevindingen van Asmussen (2000), verschillende (steentijd)bewoningsfasen van elkaar onderscheiden¹². De aanwezigheid van houtskool op verschillende niveaus ter hoogte van de top van het zandlichaam wordt gelijkgesteld met meer dan één bewoningsfase (Exaltus 2001a, 3). Over het al dan niet antropogene karakter van het houtskool aangetroffen in het veenpakket met de kleilaagjes (naast boringen 2 en 17 ook nog boringen 32, 35, 43, 61, 89, 97, 100, 104, 105 en 106) en van het houtskool uit de top van het zand die in diverse boringen (12, 16, 50, 60, 84, 85, 94 en 96) werd aangetroffen, worden geen

12 In de top van het kleipakket, dus stratigrafisch volledig gescheiden van de steentijdbewoning, wordt een archeologische vondstlaag uit de periode Late IJzertijd/Romeinse tijd (250 v.Chr. - 450 n.Chr.) verondersteld, en dit op basis van de aanwezigheid van houtskool, aardewerk en/of verbrande leem in diverse boringen. Deze vondstlaag behoort toe aan de vindplaats 714 zoals vermeld in de RAAP-rapporten 454 (Asmussen 1999) en 529 (Asmussen 2000). De periferie van deze vindplaats werd opgegraven tijdens het inventariserende veldonderzoek (Hielkema 2004, 2006).

verdere uitspraken gedaan¹³. Een eerste bewoningsfase wordt in verband gebracht met de aanwezigheid van houtskool in de top van het zand¹⁴; een andere fase met een hoger gelegen houtskoolniveau dat van de eerste gescheiden wordt door een tussenliggende veenlaag¹⁵. In veruit de meeste gevallen bevat de top van het zand houtskool. Op de flanken van het zandlichaam komt ook houtskool voor in de onderkant van het veen dat over het zandlichaam is gevormd. Op basis daarvan stelt Exaltus (2001a, 4) dat deze bewoning waarschijnlijk gelijktijdig met de veenvorming plaatsvond en dat daardoor organische bewoningsresten uitstekend bewaard kunnen zijn gebleven, wat niet kon bevestigd worden tijdens het vervolgonderzoek op de vindplaats. Een mogelijke derde bewoningsfase uit de steentijd wordt aangenomen op een verondersteld nabijgelegen zandlichaam (buiten het onderzoeksgebied) en dit op basis van de aanwezigheid van houtskool op een niveau van respectievelijk -2,35 en -1,95 meter NAP¹⁶. Deze houtskool kan volgens Exaltus (2001a, 3) niet in verband worden gebracht

met het onderliggende zandlichaam omdat dit toen reeds volledig door veen bedekt werd.

Ook een niet-antropogene oorsprong van de houtskool is volgens Exaltus (2001a, 3) eveneens onwaarschijnlijk gezien het natte milieu waarin de veenvorming heeft plaatsgevonden. Het aanvullende booronderzoek resulteerde in de formulering van aanbevelingen naar een vervolgonderzoek toe. Er diende rekening te worden gehouden met de aanwezigheid van bewoningsresten uit de steentijd (Exaltus 2001a, 4), die konden worden aangetroffen in de zone tussen de boor-raaien G-G' en C-C' vanaf 2,3 meter onder het maaiveld (~ -2,8 meter NAP), overeenkomstig het hoogste deel van het zandlichaam. Binnen dit gebied bevinden zich volgens Exaltus op "*grote, aangesloten stukken, bewoningsresten uit de Steentijd*". Er werd aanbevolen het vervolgonderzoek te richten op de overgang tussen oeverzones en bodems gevormd onder droge omstandigheden (al dan niet met podzolering) omdat de kans op het aantreffen van goed geconserveerd (organisch) materiaal daar het grootst was.

13 Vermeldenswaardig in dit verband is dat ondermeer door dezelfde auteur tijdens diverse booronderzoeken op verschillende plaatsen in andere delen van de provincie Friesland gelijkaardige observaties van houtskool(laagjes) in veenlagen werden aangetroffen, die in deze gevallen onder andere in verband worden gebracht met latere ontginningsactiviteiten (uit IJzertijd/Romeinse tijd; Exaltus 1999, 2000, 2001b).

14 Boringen 61, 89, 97 en 106.

15 Dit houtskoolniveau wordt aangetroffen tussen -2,6 en -2,7 meter NAP (boring 62) maar ook tussen -2,8 en -3,0 meter NAP (boringen 89, 97 en 106). Dus in de boringen 62, 89, 97 en 106 wordt op verschillende niveaus (met name in de top van het zand en in een daarvan door een veenlaag gescheiden hoger gelegen houtskool) houtskool aangetroffen die in verband wordt gebracht met verschillende bewoningsfasen.

16 Boringen 2 en 17.

DEEL IV HET DEFINITIEVE ONDERZOEK

4.1 Inleiding

Het vooronderzoek (zie Deel III) leidde tot de ontdekking, kartering en een waardestelling van de afgedekte steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens/N31. In dit deel wordt de daaropvolgende onderzoeksstrategie die leidde tot de bewaring *ex situ* van een deel van deze vindplaats nader toegelicht. Gezien het specifieke verloop van het onderzoekstraject zal bijzondere aandacht worden besteed aan factoren die zouden kunnen leiden tot informatieverlies dat van belang is voor de presentatie en interpretatie van de data en het beantwoorden van de onderzoeksvraagstellingen (zie Deel V). Deze factoren zijn doorslaggevend voor het potentieel van deze vindplaats voor verder onderzoek.

De opgravingen vonden plaats in de periode tussen 19 april en 29 oktober 2004. Binnen het onderzoekstraject kunnen drie niet direct op elkaar aansluitende opgraafcampagnes worden onderscheiden (fig. 10): het inventariserende veldonderzoek (IVO, zie Hoofdstuk 4.2.) dat strikt genomen nog behoort tot het vooronderzoek, gevolgd door de eerste fase van het definitieve archeologische onderzoek (DAO-1, ook definitieve archeologische opgraving, zie Hoofdstuk 4.3.) en de niet vooraf geplande tweede fase van het definitieve archeologische onderzoek (DAO-2, zie Hoofdstuk 4.4.)¹⁷. Van elk van deze fasen verschenen tot dusver afzonderlijke basisrapporten (respectievelijk Hielkema 2004, 2006; Noens, Crombé 2007).

Doorheen de verschillende fasen van het veldonderzoek op deze vindplaats werd als leidende opgraafstrategie gekozen voor de 'vakkenmethode', uitgevoerd in combinatie met megaboringen (fig. 11). In het kort werd hiertoe over het opgraafterrein een orthogonaal grid gelegd met afzonderlijke '(werk)putten' met variabele afmetingen. Enkel tijdens het DAO-2 werd systematisch gewerkt met vierkante putten met zijden van vijf meter. Deze (werk)putten werden vervolgens onderverdeeld in afzonderlijke 'vakken' met afmetingen van 50 x 50 centimeter, die laagsgewijs werden verdiept. Voor de dikte van de 'vlakken' (of 'lagen') werd geopteerd voor een combinatie van arbitraire en natuurlijke ('stratigrafische') grenzen, met een (theoretisch) maximum

¹⁷ In de verschillende Programma's van Eisen worden deze drie afzonderlijke fasen ook aangeduid als 'fase 1', 'fase 2' en 'fase 3'.

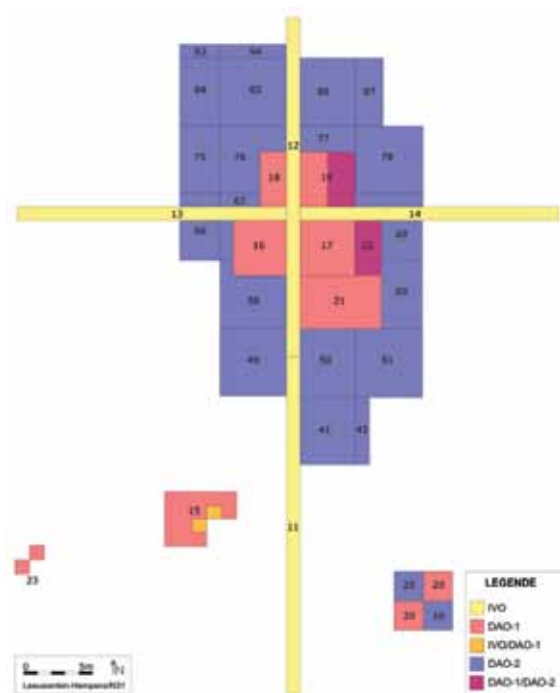


fig. 10 Overzicht van het opgegraven deel van de vindplaats weergegeven per opgraaffase.

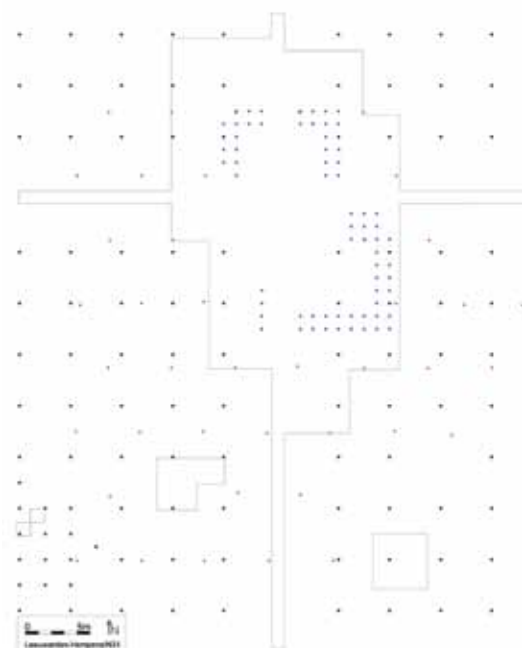


fig. 11 Overzicht van de uitgevoerde boringen op de vindplaats tijdens de afzonderlijke opgraaffases: het IVO (Edelman 20cm, zwarte cirkels), het DAO-1 (Edelman 20cm, blauwe cirkels) en het DAO-2 (Edelman 10cm, rode cirkels).

van 10 centimeter. Per put en vlak werden alle vakken gelijkmatig verdiept waardoor binnen de werkput een overzichtsvlak aanwezig bleef waarop grondsporen konden worden geregistreerd (*i.e.* inmeten, intekenen, fotograferen). De inhoud van de aldus gecreëerde ‘eenheden’ (50 x 50 x max. 10 centimeter), steeds gekenmerkt door een uniek vondstnummer, werd als één geheel verzameld en nat gezeefd over een zeef met vierkante mazen met een zijde van (ca.) drie millimeter. Een uitzondering werd gemaakt wanneer grondsporen, in de vorm van bodemverkleuringen, werden aangetroffen in een vak. De inhoud van het grondspoor werd dan afzonderlijk, maar steeds binnen het vakkensysteem, verzameld en verwerkt (eventueel voor botanisch onderzoek), nadat het grondspoor eerst in het vlak werd geregistreerd. Registratie van de doorsnede van het spoor gebeurde vlaksgewijs. Het residu uit de afzonderlijke eenheden dat op de zeef bleef liggen, werd vervolgens gedroogd en gesplitst per ‘vondstcategorie’ (*i.e.* lithisch materiaal, aardewerk, houtskool, verkoolde organische resten, bot, enz. ...). Wanneer niet meer verdiept hoefde te worden, werden tot slot de verschillende profielwanden van de (werk)put geregistreerd (*i.e.* tekenen, bemonsteren, fotograferen).

Een overzicht van de toegepaste opgraafstrategieën, ervaren problemen en resultaten van de afzonderlijke fases is opgenomen in de volgende hoofdstukken. Voor een overzicht van de registratie, analyse en interpretatie van de profielen

en grondsporen wordt verwezen naar hoofdstuk 6.1. (voor de profielregistratie) en hoofdstuk 7.1. (voor de registratie van de grondsporen).

4.2 Het Inventariserende VoorOnderzoek (IVO)

4.2.1 Inleiding

Het IVO werd door het ARC onder leiding van Janneke Hielkema uitgevoerd tussen 19 april en 09 juli 2004. Het onderzoek van de steentijdvindplaats nam aanvang vanaf 04 mei met het mechanisch verdiepen van de werkput tot net boven het dekzandlichaam. Een deel van het IVO had betrekking op (de periferie van) een vindplaats uit de IJzertijd/Romeinse tijd (= vindplaats 714) die lithostratigrafisch ondermeer door een dik veenpakket gescheiden lag van de steentijdvindplaats Leeuwarden–Hempens/N31. Belangrijke gebeurtenissen die het verloop en de resultaten van het IVO onderzoek in zekere mate beïnvloedden, vonden plaats in het weekend van 19 en 20 juni, evenals in de daaropvolgende week 26. In die periode wordt in de week- en dagrapporten melding gemaakt van zware regenval en storm, evenals een defect aan de bronbemaling. Beide factoren verminderden sterk de zichtbaarheid tijdens het verdiepen



fig. 12 Illustratie van de profielschade in werkputten 11 en 12 en de beperkte zichtbaarheid tijdens het opgraven van de vakken (opnames ARC).

van de vakken en waren verantwoordelijk voor aanzienlijke vernielingen aan blootliggende profielen en sporen, voornamelijk in werkputten 11 en 12 (fig. 12). Zij zorgden er ook voor dat in de daaropvolgende perioden in de afzonderlijke putten niet gelijkmatig kon worden verdiept (van toepassing op de putten 13 en 14), soms met een onnauwkeurige registratie tot gevolg (met name voor werkput 14).

4.2.2 Operationele ontwerpeisen

De operationele ontwerpeisen uit het PvE (Deeben 2001) vermelden nauwkeurig de doelstellingen, de te volgen methodologie en de te nemen voorzorgen voor het inventariserende veldonderzoek van de steentijdvindplaats waaronder ook de primaire uitwerking van het veldonderzoek werd verstaan, in tegenstelling tot bij het DAO-2. De resultaten van dit inventariserende onderzoek (*i.e.* een eerste inzicht in het reliëf, de stratigrafie en de aard, verspreiding en conservering van de vondsten) dienden als uitgangspunt te worden genomen voor de planning van het vervolg van het onderzoek. Op een aantal punten werd na overleg afgeweken van de in het PvE vastgelegde bepalingen. Zo werd het nog aanwezige veen, omwille van tijdsdruk, systematisch afgeschaafd en niet gezeefd, met uitzondering van WP15 waar het veen wel werd gezeefd (Hielkema 2004, 4; 2006, 14). Ook werd het geplande derde (oost-west georiënteerde) transect in de nabijheid van de boringen 62-64 uit het voorafgaande RAAP-onderzoek niet gerealiseerd, maar vervangen door een uitgebreide reeks van megaboringen en een aanvullende werkput (Hielkema 2004, 5; 2006, 15).

4.2.3 Uitvoering van het veldwerk

4.2.3.1 voorbereidende werkzaamheden

Het opgraven van de steentijdvindplaats werd voorafgegaan door de aanleg van bronbemaling rondom de opgraafput en de archeologische begeleiding van de deels bovenliggende, stratigrafisch gescheiden vindplaats 714, daterend uit de periode Late IJzertijd/Romeinse tijd (Hielkema 2004, 4). Tussen 04 en 10 mei 2004 werd de opgraafput, met behulp van twee graafmachines en deels onder archeologische begeleiding, in twee fases verdiept tot op gemiddeld 10 centimeter boven het pleistocene zandlichaam (= het zgn. tweede opgraafniveau). Dit gebeurde door de aanleg van een vijf meter brede strook in het midden van de opgraafput, van waaruit vervolgens het westelijke en ten slotte het oostelijke deel werden verdiept. Het resultaat was een put van ca. 40 x 50 meter (ca. 2000m²), meer dan helft kleiner dan oorspronkelijk voorzien (met name 60 x 70 meter), op een diepte van ca. 2,5 meter onder het maaiveld (fig. 13). Door het onregelmatig verloop van het dekzandpakket



fig. 13 Overzichtsfoto vanuit het noordwesten van de aanleg van het tweede opgraafniveau volgens de topografie van de zandrug (opname ARC).



fig. 14 Overzicht van de individueel ingemeten vuursteenvondsten (zwarte cirkels) tijdens het verdiepen naar het tweede opgraafniveau.

werd de top van het zand ondanks het gebruik van minigutsboringen op verschillende plaatsen geraakt, terwijl op andere plaatsen nog meer dan 10 centimeter veen aanwezig was. Opmerkelijk is dat in het PvE (Deeben 2001) werd gesteld dat het tweede vlak diende te worden aangelegd op 10 centimeter boven het niveau waar door RAAP een houtskoolniveau werd vastgesteld, en dat dit in de praktijk gelijk werd gesteld met de bovenkant van het pleistocene zandlichaam, terwijl het onderzoek door RAAP een houtskoolniveau in de onderkant van het veen had opgeleverd (zie

paragraaf 3.4.3.). Tijdens het verdiepen naar het tweede opgraafniveau werden verspreid over het terrein meer dan 100 individuele vondsten aangetroffen in het veen die in drie dimensies werden ingemeten met een *total station* (gecodeerd als 'put 99', fig. 14).

4.2.3.2 De vakkenmethode: werkputten 11 t.e.m. 15

Vanaf het tweede opgraafniveau werden deels in afwijking van het PvE vijf werkputten met variabele afmetingen aangelegd en opgegraven volgens de vakkenmethode (N = 364 vakken goed voor 3486 verwerkte eenheden). Het handelt in de eerste plaats om twee van de drie geplande kruisende transecten (werkputten 11 t.e.m. 14) en daarnaast om een afzonderlijke werkput (15) op basis van de puntvondsten uit het veen (fig. 10). De verschillende werkputten dienden te worden opgegraven in vakken van 50 x 50 centimeter, in lagen van vijf centimeter of minder naargelang de stratigra-

fie, tot op een diepte waar geen archeologische vondsten meer werden aangetroffen; ook op dit punt werd afgeweken van het PvE. Het uitgegraven sediment diende per eenheid met water te worden gezeefd over een maaswijdte van drie x drie millimeter. Het zeven vond plaats buiten de werkput langsheen de rand van een watervoerende sloot waaruit het zeefwater werd onttrokken (fig. 15). Hierdoor dienden de bakken met de te zeven eenheden over aanzienlijke afstanden te worden getransporteerd, wat gebeurde via twee inritten van de werkput en gebruikmakend van een aanhangwagentje dat getrokken werd door een minikraan (fig. 16, Hielkema 2006, 11-12).

In een kruisvorm werden twee transecten uitgezet, respectievelijk noord-zuid en oost-west georiënteerd (fig. 17, Hielkema 2004, 6, afbeelding 2). Het noord-zuid transect, 50 meter lang en één meter breed en opgedeeld in twee op elkaar aansluitende werkputten (11 en 12), werd aangelegd



fig. 15 Sfeerbeeld van het zeven van het uitgegraven sediment tijdens het IVO. De zeefinstallatie stond opgesteld langsheen een watervoerende sloot van waaruit het zeefwater werd onttrokken (opname ARC).



fig. 16 Sfeerbeeld van het transport van het uitgegraven sediment met behulp van een minikraan met aanhangwagen tijdens het IVO (opname ARC).



fig. 17 Overzicht van de opgraving van werkputten 11 t.e.m. 14 (van links naar rechts, opnames ARC). WP11 en WP12: opname vanuit zuiden, WP13 opname vanuit westen, WP14 opname vanuit oosten. In het midden van WP11 is een grondspoor zichtbaar, geïnterpreteerd als natuurlijke verstoring; de donkere verkleuringen uit WP12 werden in het veld geïnterpreteerd als haardkuilen. Door ongunstige weersomstandigheden stond het westelijke deel van WP13 lange tijd onder water.

langsheen de boorpunten 40 en 75 uit het voorgaande aanvullende booronderzoek. Het oost-west transect, 40 x één meter en eveneens opgedeeld in twee werkputten (13 en 14) van elkaar gescheiden door WP 12, bevond zich langsheen de boorpunten 39, 40 en 41. Dit transect werd slechts gedeeltelijk opgegraven in deze fase en later tijdens het DAO-1 volgens een gewijzigde strategie verder verdiept. Het opgraven van beide transecten gebeurde in 356 vakken van 0,5 x 0,5 meter: werkputten 11 en 12 omvatten telkens 100 vakken (van zuid naar noord genummerd van 1 t.e.m. 100), werkput 13 slechts 80 vakken (genummerd van 1 t.e.m. 80) en werkput 14 ten slotte 76 vakken. Werkput 14 heeft, in tegenstelling tot werkput 13, slechts een lengte van 19 i.p.v. 20 meter. De lengte van het transect bedraagt 40 meter, waarin ook de breedte van WP12, die beide werkputten van elkaar scheidt, vervat zit. Voor het verdiepen van deze vakken werden, zowel binnen deze onderzoeksfase als later tijdens de DAO-1 fase, verschillende strategieën gehanteerd: de basis van het veen werd in bijna alle gevallen, en na overleg met de adviescommissie, schaven-derwijs per vak afgegraven waarbij de aangetroffen vondsten per lagen van vijf centimeter werden ingezameld (Hielkema 2006, 14). De onderliggende niveaus werden in lagen van vijf centimeter verdiept, waarbij het materiaal stratigrafisch¹⁸ werd ingezameld en nat gezeefd over een maaswijdte van drie millimeter. Als verantwoording voor dit onderscheid in strategie werd het tijdrovende karakter van het zeven van het veen ingeroepen. Steekproefsgewijze werd het veen van één vak per transect toch nat gezeefd over een maaswijdte van drie millimeter, en dit eveneens in lagen van vijf centimeter. Verder werd in werkput 14, opnieuw per vijf centimeter, van elke vierkante meter een monster voor microdebitage genomen, zonder nadere toelichting. Ter hoogte van de kruising tussen beide transecten werden aanvankelijk telkens twee vakken ongemoeid gelaten met het oog op de registratie van het (volledige) profiel en voor het nemen van monsters. Uiteindelijk werden uit deze delen van het profiel geen monsters genomen en zijn deze uitgespaarde profielwanden sterk geërodeerd ten gevolge van ongunstige weersomstandigheden en/of een niet-functionerende bronbemaling (zie fig. 11, rechtsonder). Er werden maximaal 13 opeenvolgende lagen, goed voor een diepte van ca. 65 centimeter¹⁹, opgegraven in werkputten 11 en 12; voor werkputten 13 en 14 werden in deze fase van het onderzoek slechts zes lagen,

18 Dit betekent dat per laag van 5 centimeter meerdere afzonderlijke vondstnummers beschikbaar zijn, die betrekking hebben op andere "stratigrafische" eenheden.

19 De exacte diepte is moeilijk in te schatten, aangezien laag 1 het veen betreft, waarvan in de week- en dagrapporten duidelijk wordt dat er vaak meerdere opeenvolgende "lagen" van 5 centimeter werden verwijderd. Wel zijn absolute hoogtewaarden, ingemeten met *totaal station*, beschikbaar.

en dus ca. 30 centimeter diep, opgegraven. Op een later tijdstip, tijdens de DAO-1 fase, werden beide laatste putten volgens een andere strategie verder verdiept. Verder dient nog te worden vermeld dat in werkputten 11 en 12 het aantal opgegraven vakken per laag afnam voor de dieper liggende niveaus, dus niet van elk vak binnen deze werkputten werden evenveel lagen uitgegraven.

Naar aanleiding van de individuele vondsten uit het veen (zie fig. 13) werd tussen 22 en 30 juni aanvang genomen met de opgraving van werkput 15, gelegen in het zuidwestelijke deel van de opgraafput (fig. 18). Tijdens de IVO werden twee diagonaal tegenover elkaar liggende zones van

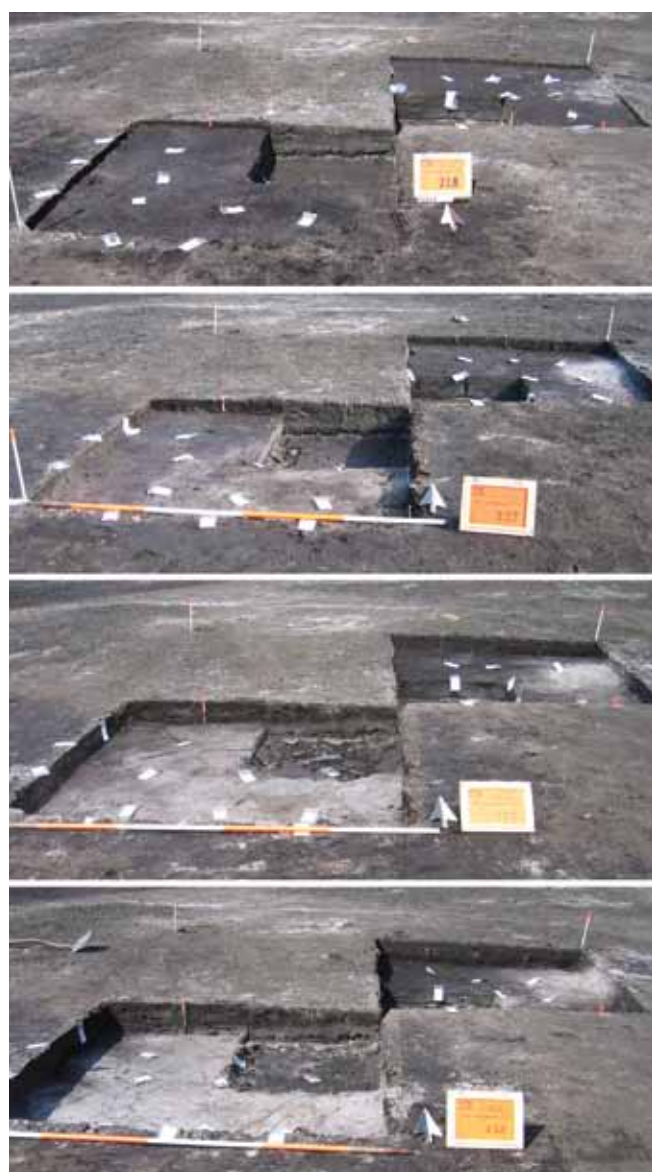


fig. 18 Overzicht van de opgraving van werkput 15 (opnames vanuit het zuiden). Deze opnames dateren uit het DAO-1; in beide grotere putten zijn de diagonaal ten opzichte van elkaar gelegen kleinere putten van 1m² zichtbaar die tijdens het IVO werden onderzocht (opname ARC).

telkens één vierkante meter onderzocht (het betreft de vakken 19-20, 27-28, 37-38 en 45-46), goed voor in totaal 65 individuele vondstnummers. Zes lagen, ditmaal inclusief het veen (Hielkema 2005, 11), van telkens vijf centimeter dikte werden daarbij gezeefd. Op die manier werd ca. 30 centimeter diep gegraven. Tijdens de DAO-1 fase werd WP 15 in het horizontale vlak verder uitgebreid.

4.2.3.3 Handboringen

Naast de verschillende werkputten werd in deze fase van het veldonderzoek, in afwijking van het oorspronkelijke PvE en ter vervanging van een beoogd derde transect, gebruik gemaakt van 108 megaboringen²⁰, om een beter inzicht te verwerven in de omvang van de vindplaats (op basis van de vondstverspreiding) en eventuele kleinere vondstconcentraties op te sporen (fig. 19, Hielkema 2004, 13, afbeelding 6). De boringen, uitgevoerd in twee fasen (respectievelijk 17-18 juni en 02-06 juli) met een megaboort (ø = 20 centimeter), werden uitgezet in een grid van 4 x 4 meter, dat in het zuidwesten van de opgraafput werd verdicht tot 2 x 2 meter (zie fig. 11). Voor de bemonstering werd een onderscheid gemaakt tussen veen en zand. Deze monsters werden, net als de vakken van de transecten, nat gezeefd over een maaswijdte van drie millimeter.

4.3 De eerste fase van het Definitieve Archeologische Onderzoek (DAO-1)

4.3.1 Inleiding

Tussen het beëindigen van het IVO (op 09 juli) en de aanvang van het DAO-1 (op 28 juli) zit een periode van 18 dagen waarin geen veldwerk werd uitgevoerd op de vindplaats, en waarover nauwelijks concrete gegevens (bijvoorbeeld met betrekking tot bescherming van de vindplaats) beschikbaar zijn. De eerste fase van het DAO werd vervolgens, in de periode tussen 28 juli en 20 augustus 2004, eveneens door ARC uitgevoerd onder leiding van Janneke Hielkema, die hiervoor werd bijgestaan door Adrie Ufkes. De resultaten van dit onderzoek zijn verschenen in Hielkema 2006. Op 20 augustus werd het onderzoek stilgelegd en de opgravingsbevoegdheid ingetrokken. Daar het onderzoek niet aan de gestelde kwaliteitseisen voldeed, heeft de toenmalige ROB in overleg met de opdrachtgever de aansturing van het onderzoek vervolgens zelf overgenomen (ROB Jaarverslag 2004).

²⁰ Hielkema (2004, 5; 2006, 15) vermeldt 110 megaboringen.



fig. 19 Sfeerbeeld van de handboringen (Edelman, 20 centimeter) uitgevoerd tijdens het IVO (opname ARC).

4.3.2 Operationele ontwerpisen

De onderzoeksvraagstellingen voor de definitieve opgraving, vastgelegd in het oorspronkelijke PvE (Deeben 2001), zijn dezelfde als tijdens het inventariserende onderzoek en omvatten ook hier zowel het veldwerk als de primaire uitwerking ervan. De operationele ontwerpisen met betrekking tot het veldwerk wijken enigszins af en zijn in dit oorspronkelijk PvE minder gedetailleerd uitgewerkt omdat deze voor een groot deel afhankelijk waren van de toen nog onbekende uitkomsten van het IVO. Eén van de belangrijkste doorgevoerde aanpassingen is de overschakeling naar een laagdikte van 10 centimeter. Voor de rest werd, voor zover kan worden afgeleid uit de beschikbare gegevens, dezelfde strategie en methodologie als tijdens het IVO gebruikt. Specifiek met betrekking tot de uitwerking van de opgravingsresultaten vermeldt Hielkema (2006, 11) (wenselijke) afwijkingen van de in het PvE gestelde bepalingen. Het handelt met name over de studie van het lithische materiaal, waarbij het bestaande PvE te beperkt werd geacht en om die reden gedeeltelijk gebruik werd gemaakt van eigen criteria en bepalingen uit het nieuwe PvE opgesteld voor de

tweede fase van het definitieve onderzoek (Deeben 2005). Door tijdgebrek werd deze afwijking naderhand teruggeschroefd (Veldhuis, Niekus 2006, 79-80) en werd tevens de “zin en het maatschappelijke belang” van een uitvoerige analyse van het vondstmateriaal op deze complexe vindplaats in vraag gesteld (Veldhuis, Niekus 2006: 155-156).

4.3.3 Uitvoering van het veldwerk

4.3.3.1 Vakkenmethode: werkputten 13 t.e.m. 23

De toegepaste methodologie tijdens deze tweede fase van het veldwerk was nagenoeg dezelfde als die uit de vorige fase: gebruik makend van de vakkenmethode in afzonderlijke werkputten met variabele afmetingen, aangevuld met megaboringen. Zoals eerder aangehaald werd echter één belangrijke aanpassing doorgevoerd, namelijk de (quasi) systematische opgraving in lagen van 10 centimeter. Na evaluatie van het IVO zou immers gebleken zijn dat deze aangepaste strategie geen informatieverlies zou opleveren. Hielkema (2006, 15) licht deze aanpassing in de opgravingsstrategie als volgt toe: “Na het schavenderwijs verwijderen van het veen als één laag, vlak 1 genaamd, is het onderliggende zand in lagen van 10 centimeter opgegraven. Hierbij is de bovenste laag van het zand, die nog enigszins venig was als vlak 2 verzameld. Voor de onderliggende vlakken geldt dat vlak 3 overeen-

komt met vlak 3 en 4 in de werkputten uit fase 1, vlak 5 omvat vlakken 5 en 6, vlak 7 omvat vlakken 7 en 8, enzovoort.” In totaal werden op die manier 462 vakken uitgezet, goed voor 2143 afzonderlijke eenheden (zie fig. 10).

Direct ten zuiden van het kruispunt van de reeds (deels) uitgegraven transecten (werkputten 11 t.e.m. 14) werden twee werkputten van 4 x 4 meter uitgezet (werkputten 16 en 17, respectievelijk fig. 20 en fig. 21), ten noorden ervan twee van 2 x 4 meter (werkputten 18 en 19, respectievelijk fig. 22 en fig. 23). Ook werd de onderzijde van de werkputten 13 en 14 deels verder verdiept vanaf vlak 6 tot op het einde van de vondstconcentratie. De keuzes gemaakt voor het uitbreiden van de opgraafput met als doel het achterhalen van de begrenzing van de vindplaats waren gebaseerd op tellijsten van de hoeveelheid vuursteen die bij de zeef werden bijgehouden. Op die manier werden aan de zuid- en oostzijde van de bestaande putten nieuwe werkputten aangelegd: werkput 21 (6 x 4 meter) ten zuiden van werkput 17 (fig. 24) en werkput 22 (4 x 2 meter) ten oosten van werkput 17 (fig. 25). Werkput 19 werd naderhand aan de oostzijde verder uitgebreid over 8 m²; hiervan werden in deze fase van het onderzoek slechts twee lagen opgegraven. De overige lagen werden tijdens het DAO-2 opgegraven. De zuidwestelijk gelegen werkput 15, waarvan het onderzoek tijdens de vorige fase was aangevat, werd verder uitgebreid tot 16 m²

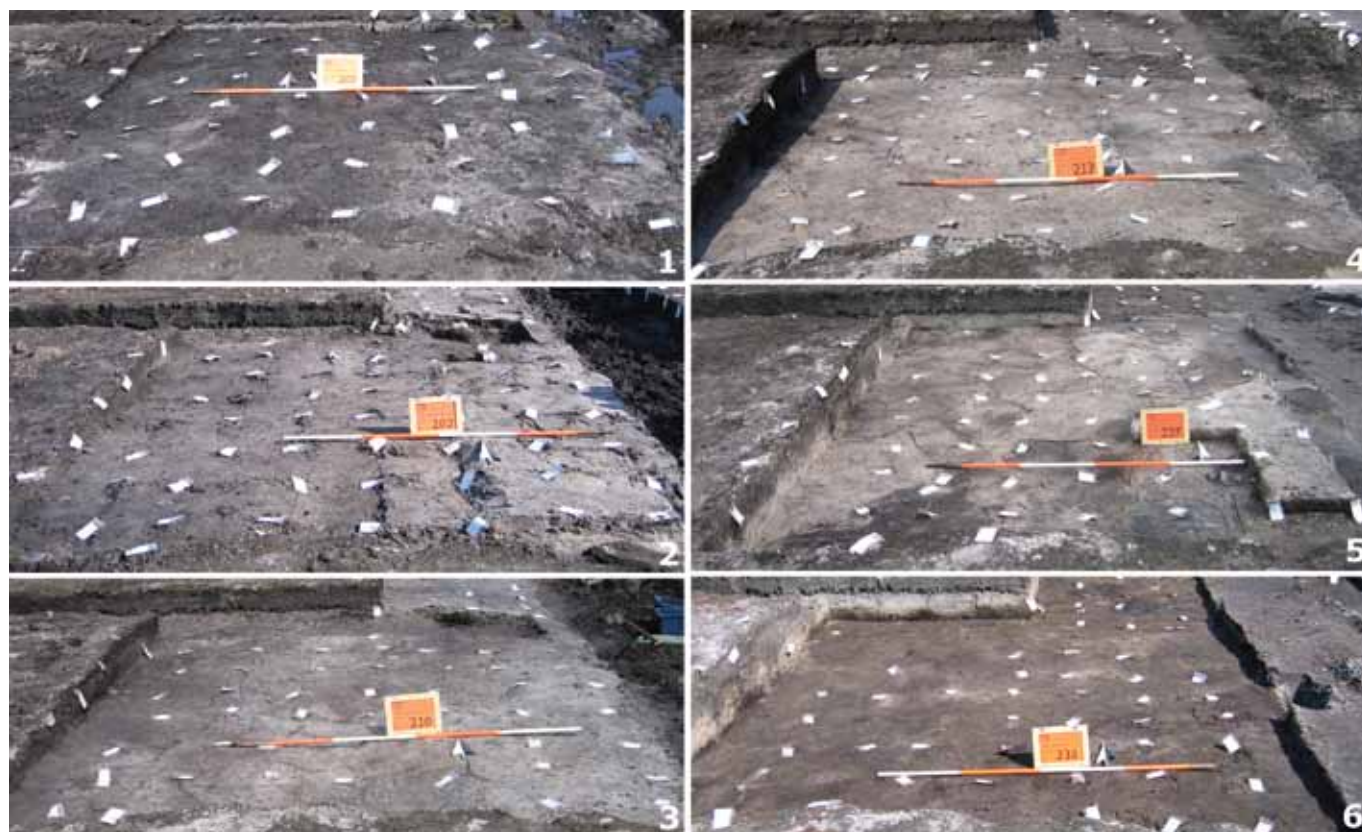


fig. 20 Overzicht van de opgraving van werkput 16 (opnames ARC).

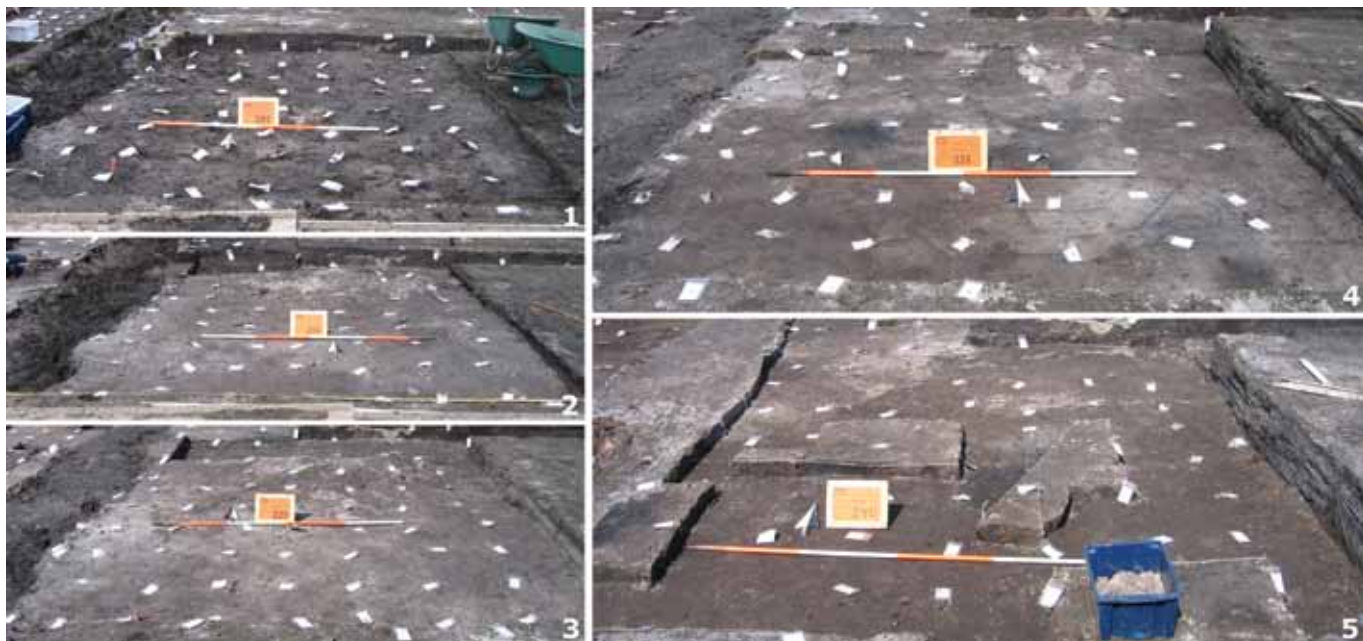


fig. 21 Overzicht van de opgraving van werkput 17 (opnames ARC).



fig. 22 Overzicht van de opgraving van werkput 18 (opnames ARC).



fig. 23 Overzicht van de opgraving van werkput 19 (opnames ARC en ROB).

(fig. 26, zie ook fig. 18). Ten zuidoosten daarvan werd een extra werkput (20) van 4 x 4 meter aangelegd (fig. 27), omdat hier tijdens het verwijderen van het veen in de beginfasen van het onderzoek eveneens vuursteen was aangetroffen. Van deze werkput werden slechts twee zones van 2 x 2 meter uitgegraven in eenheden van 50 x 50 x 5 centimeter. Op die manier werden slechts vier vlakken opgegraven (dus 20 centimeter). In de uiterste zuidwestelijke hoek van de opgraafput werd, ten slotte, nog een werkput (23), bestaande uit twee vakken van een vierkante meter, uitgegraven (fig. 28), omdat ook hier uit de megaboringen tijdens de vorige fase vuurstenen artefacten waren aangetroffen. Het zeven en drogen van het uitgegraven sediment, evenals de primaire verwerking vonden plaats op het terrein (fig. 29).

4.3.3.2 Handboringen

Wegens tijdsgebrek kon niet verder worden uitgebreid via het vakkensysteem, hoewel werd aangenomen dat de vindplaats zich ook verder in noordwestelijke en zuidoostelijke richting uitstrekte. In een poging de begrenzing van de vindplaats alsnog te kunnen vaststellen, werd op het einde van het veldwerk beslist om rondom de uitgegraven werkputten, in een dicht grid van 1 x 1 meter, 66 megaboringen



fig. 24 Overzicht van de opgraving van werkput 21 (opnames ARC).



fig. 25 Overzicht van de opgraving van werkput 22 (opname ARC). Vooraan links is een opgevuld boorgat zichtbaar.



fig. 26 Overzicht van werkput 15 na het beëindigen van het DAO-1 (opname ROB). De opname vanuit het zuiden dateert uit de periode tussen beide DAO's.



fig. 27 Overzicht van de opgraving van werkput 20 (opname ARC).



fig. 28 Overzicht van werkput 23 na het beëindigen van het DAO-1 (opname ROB). De opname dateert uit de periode tussen beide DAO's.



fig. 29 Sfeerbeeld van het (na?)zeven en drogen van het residu en van de primaire vondstverwerking in het veld (opnames ARC).



($\varnothing = 20$ centimeter) uit te voeren (fig. 30, zie ook fig. 11 en Hielkema 2006, 18 en afbeelding 1.4.; Veldhuis, Niekus 2006, 109, voetnoot 17).

4.3.3.3 Bemonstering

De bemonstering beperkte zich in deze fase van het onderzoek enkel tot een aantal pollenmonsters, naast de monsternames in bulk van grondsporen. Op de laatste dag van het DAO-1 werden op twee locaties drie pollenmonsters genomen: één uit het profiel van werkput 14 (pollenmonster 04HEMV003815) gesitueerd op de flank van de zandrug en twee boven elkaar gelegen monsters (vondstnummers 04HEMV006278 en 04HEMV006279) uit het zuidprofiel van put 21, geconcentreerd op de onder- en bovenkant van de venige vullingen van een grondspoor ('hardkuil 36').



fig. 30 Impressie van de lokalisatie van de megaboringen uit het DAO-1 (opname ROB). De opnames onderaan geven een indruk van de erosie ontstaan ten gevolge van de niet-opgevulde boorgaten in put 85 (links) en put 76 (rechts).



fig. 31 Overzicht van de opgraafput tussen beide opgraaffases in nadat de bronbemaling was stilgelegd (opname ROB).

4.4 De tweede fase van het Definitieve Archeologische Onderzoek (DAO-2)

4.4.1 Inleiding

Meer dan een maand na het onverwachtse en abrupte einde van het DAO-1 werd het veldwerk op de steentijdvindplaats hernomen. Over de periode tussen beide opgravingsfasen zijn weinig concrete gegevens beschikbaar, een reeks foto's niet te na gesproken. De beginsituatie van het opgraafsterrein vóór aanvang van de DAO-2 fase is in de eerste plaats het rechtstreekse gevolg van de gehanteerde opgraafstrategie tijdens de voorgaande onderzoeksfasen en de aantasting van het terrein door hevige regenval als gevolg van een slecht functionerende bronbemaling; bij aanvang van het DAO-2 onderzoek bleek het in de voorafgaande fases gebruikte meetsysteem te zijn verwijderd en was eveneens de bronbemaling uitgezet waardoor het grondwater vrij spel



fig. 32 Overzicht van de opgraafput nadat de bronbemaling werd gereactiveerd; bovenaan zicht uit het westen, onderaan uit het noordoosten (opname ROB).

kreeg op de openliggende delen van de vindplaats. Op de beschikbare opnames is ondermeer zichtbaar hoe het ganse terrein onder water is gekomen (fig. 31), hoe het vervolgens terug wordt drooggelegd (fig. 32), en tot welke schade deze situatie heeft geleid (fig. 33). Het resultaat is opnieuw desastreus in de vorm van aanzienlijke beschadigingen en erosie van vrijliggende profielen.

Na het intrekken van de opgravingsbevoegdheid van het ARC en de overname van de aansturing van de opgraving door de toenmalige ROB, werd de uitvoering van de tweede fase van het DAO toevertrouwd aan het ADC uit Amersfoort onder wetenschappelijke begeleiding van de toenmalige ROB, en met medewerking van de toenmalige Vakgroep Archeologie en Oude Geschiedenis van Europa (UGent), In Terris site technieken, EGM en TNO BenO. Het terreinonderzoek werd uitgevoerd tussen 27 september en 11 november 2004 en omvatte in totaal 34 werkdagen. Daarbij kan worden aangestipt dat het eigenlijke opgraven reeds werd beëindigd op 29 oktober. Nadien, t.e.m. 11 november, werd ter plaatse door een beperkt team bestaande uit 4 tot 6 personen het resterende deel van de opgegraven (veen)vakken verder gezeefd en deels gedroogd. Vanaf woensdag 29 september werd aangevat met het opgraven; de eerste twee dagen vormden de technische voorbereiding van de opgraving. Na de beëindiging van het veldonderzoek werden het

drogen van het zeefresidu en de primaire vondstverwerking, wegens de opgelopen achterstand tijdens het veldwerk, nog een tijd verder gezet in de gebouwen van het ADC te Amersfoort waar de laatste eenheden werden verwerkt op 14 december 2004 (Noens 2004, 2). De eerste resultaten van het DAO-2 onderzoek zijn verschenen in het basisrapport (Noens, Crombé 2007).

Voor de doelstellingen van het veldonderzoek werd teruggegrepen naar het oorspronkelijke PvE (Deeben 2001) en werd een nieuw Plan van Aanpak uitgeschreven (Deeben 2004), beide opgesteld door de toenmalige ROB. Voor de uitwerking van dit onderzoek, dat in tegenstelling tot het voorgaande onderzoek werd losgekoppeld van het veldwerk, werd het oorspronkelijke PvE aangepast en uitgebreid (Deeben 2005). In het PvA werd vooropgesteld om, in een periode van vier à vijf weken, nog een gebied van 420 tot 500 m² op te graven om op die manier de vragen zoals geformuleerd in de PvE's te kunnen beantwoorden. Uiteindelijk werden meer dan 1300 vakken, goed voor ca. 7600 eenheden opgegraven (zie fig. 10). Dit komt voor deze fase overeen met een totaal onderzochte oppervlakte van ca. 300-330m², d.w.z. beduidend minder dan de vooropgestelde 420-500m². De algemene methodologie van de opgraving en van de primaire vondstverwerking tijdens het DAO-2 werd direct na het beëindigen van de opgraving toe-



fig. 33 Impressie van de schade aan de vindplaats ten gevolge van het verwijderen van de bronbeming (opnames ROB).

gelicht in verschillende (evaluatie)rapporten (Bats 2004; Noens 2004; Kappers 2004; Noens, Crombé 2007)²¹.

Projectleider van dienst tijdens het DAO-2 was Patrick Ploegaert (ADC), in het veld bijgestaan door de veldarcheologen Machteld Bats (UGent) en Marie-Catherine Houkes (Archeowerk), die beide de leiding hadden over twee ploegen die elk verantwoordelijk waren voor een helft van het opgraafterrein (respectievelijk ten oosten en ten westen van WP^{en} 11 en 12). Alle topografische metingen werden met behulp van een *total station* verricht door Wim Jong (ROB), die continu in het veld aanwezig was. De ecologische en paleolandschappelijke bemonsteringen werden uitgevoerd door Peter Vos (TNO BenO; geologie en bodemkunde), Richard Exaltus (micromorfologie) en Otto Brinkkemper (ROB; macroresten

en pollen), die daarvoor enkele malen op de opgraving aanwezig waren. De primaire vondstverwerking (tijdens het veldwerk) na het drogen van het residu stond onder praktische leiding Gunther Noens (UGent); de digitalisering onder leiding van Michiel Kappers (In Terris site technieken). Jos Deeben, projectleider voor de ROB, was verantwoordelijk voor de algemene kwaliteitscontrole; de technische kwaliteitszorg (= de velduitvoering) was in handen van Frank van der Heijden (ROB). Het aantal deelnemers aan de opgraving varieerde van 1 tot 27, met een gemiddelde van 13 per dag.

4.4.2 Operationele ontwerpeisen

Voor de uitvoering van het DAO-2 werd omwille van evidente redenen, en conform het PvE, gekozen voor een gelijkaardige strategie als uit de voorgaande fases. De doelstelling, te volgen opgravingsmethode en operationalisering van het veldwerk werden uitvoerig uit de doeken gedaan in het PvA (Deeben 2004). Eén van de voornaamste aanpassingen in vergelijking met het vorige onderzoek was de verplaatsing, uitbreiding en herinrichting van de zeefinstallaties in of in de directe omgeving van de opgraafput. Verder diende verticaal te worden gegraven tot op een diepte

21 Tijdens het verloop van de opgravingscampagne werden verschillende problemen ervaren; de voornaamste ervan, opgesomd door Bats (2004, 6-8), hebben betrekking op de praktische uitvoering van het terreinwerk (beperkte mankracht, beperkte middelen, enz.) en worden hier niet verder behandeld. Net als bij het verloop van de opgraving werden bij de primaire vondstverwerking verschillende problemen ervaren, waarvan de voornaamste werden opgesomd door Noens (2004, in verband met het drogen, sorteren en de manuele primaire verwerking) en Kappers (2004, in verband met het digitaliseren).

waarop geen archeologische vondsten meer werden aangetroffen, wat toen op basis van de beschikbare gegevens werd geschat op maximaal zes vlakken. Voorts werd het multidisciplinaire, geoarcheologische karakter van het onderzoek in ruime mate geïntensifieerd, om de interactie tussen de landschapsontwikkeling en de antropogene activiteiten ter plaatse beter te kunnen begrijpen. De aandacht

zou ondermeer worden gefocust op de geologische opbouw, de paleomorfologie van het dekzand, de bodemvorming (inclusief menselijke verstoringen), de ouderdom van de diverse natuurlijke en antropogene lagen en de paleoecologie. In het kader van dit onderzoek werden diverse specialisten gecontacteerd en werd het bemonsteringsprogramma ook sterk uitgebreid.



fig. 34 Sfeerbeeld van het uitzetten van de vakken, het bevestigen van de vondstkaartjes en het laagsgewijs uitgraven van het sediment (opnames J. Schreurs & M. Bats).



fig. 35 Sfeerbeeld van het zeven van het sediment en het drogen van het gezeefde sediment (opnames J. Schreurs, M. Bats, R. Nieboer).

4.4.3 Uitvoering van het onderzoek

4.4.3.1 Vakkenmethode: werkputten 17 en 25 en 41 t.e.m. 94

De machinaal uitgegraven opgraafput van ca. 50 x 60 meter werd met behulp van een *total station* onderverdeeld in 99 genummerde putten met gelijke afmetingen van 5 x 5 meter, in tegenstelling tot de voorgaande onderzoeksfases waarin de putten variabele afmetingen (van een viervoud) hadden. Dit gebeurde op een zodanige wijze dat het nieuwe grid zonder al teveel moeite kon worden geïntegreerd in het grid uit de vorige fases, en dit om de latere verwerking niet nodeloos ingewikkeld(er) te maken. De integratie van dit nieuwe 5 x 5 meter grid in het bestaande meetsysteem heeft een aantal belangrijke consequenties en zou bij onoplettendheid voor heel wat verwarring kunnen zorgen met name voor de vaknummering. Uiteindelijk werden 23 putten, al dan niet volledig, binnen dit nieuwe 5 x 5 meter systeem opgegraven. Slechts van vier ervan werden alle 100 vakken van 50 x 50 centimeter volgens dit nieuwe systeem opgegraven (met name putten 49, 51, 78 en 85). De overgrote meerderheid van de DAO-2 putten omvat delen van één of meerdere reeds bestaande IVO- en/of DAO-putten en/of werd slechts gedeeltelijk opgegraven (met name de putten 17, 25, 42, 66, 75, 84, 87, 93 en 94). De hoekpunten van deze putten werden in het terrein gematerialiseerd met behulp van metalen buizen. Binnen elke opgegraven put werden met behulp van een meetlint, pennen en een tekenraam 100 genummerde vakken van 0,50 x 0,50 m² uitgezet, die met een troffel werden afgelijnd en waarvan de randen

maximaal 10 centimeter werden uitgestoken (met de 'springer') om het uitgraven te vereenvoudigen (fig. 34). Volgens die eenvoudige, snelle en efficiënte werkwijze kan er zonder al te veel moeite en voorafgaande ervaring voor worden gezorgd dat de vakken precies die afmetingen hebben die ze daadwerkelijk moeten hebben. Elk afzonderlijk vak werd voorzien van een vondstkaartje dat met een pen in het vak werd vastgezet. Het vondstkaartje bevatte volgende informatie: een uniek vondstnummer en bijhorende barcode (codering: 7474.00xxxx), een put-, vak-, vlak- en/of spoornummer en de datum waarop het vlak werd uitgezet. Deze gegevens werden tegelijkertijd geregistreerd op een vondstnummerlijst die naderhand digitaal werd verwerkt. Van elk vak werden met *total station* drie coördinaten (x, y, z) ingemeten. Door het inmeten van de z-waarde, waarvan werd afgesproken dat dit min of meer in het midden van elk vak werd gedaan, kan er snel, mits enige kleine afwijkingen, een vrij nauwkeurig inzicht worden verkregen in de daadwerkelijke diepte van het uitgestoken vak. Elk vak werd in lagen ('per vlak') opgegraven. Dit gebeurde door de vakken laagsgewijs uit te scheppen en vervolgens samen met het vondstkaartje met behulp van een kruiwagen naar de nabijgelegen zeefinstallatie te transporteren. Het effectief aantal opgegraven vlakken per put varieert van 1 tot 7.

In tegenstelling tot het voorgaande onderzoek werden de zeefinstallaties grotendeels in de werkput geplaatst, om de afstand tussen de opgraving en de zeven zo veel mogelijk te reduceren (fig. 35). Ruimtelijk gescheiden van elkaar werden op twee plaatsen in de werkput, deels in afwijking met de

bepalingen in het PvA, twee zeefinstallaties opgebouwd, één voor elke ploeg. Eén ervan werd in het zuidoosten van de werkput geplaatst, de andere in het zuidwesten. Deze zeefinstallaties, elk voorzien van vier afzonderlijke zeven, werden geplaatst op een harde ondergrond van stelconplaten. Het zeefwater werd deels onttrokken van de bronnering en verzameld in speciale bassins (6 x 6 x 1 meter) die werden uitgegraven vóór de zeven. Hiervoor werd een deel van de vindplaats opgeofferd, weliswaar op een moment dat reeds duidelijk was geworden dat drastische keuzes dienden te worden gemaakt over wat nog kon worden opgegraven. Ook in het basisrapport van het DAO-1 wordt hierover op verschillende plaatsen melding gemaakt in het kader van het gebrekkige onderzoek van de zuidelijke werkputten waar zich mogelijk een vindplaats uit het neolithicum zou hebben bevonden: *“Hoewel tijdens fase 1 en 2 de ROB het nadrukkelijke advies uitsprak dat deze locaties moesten worden onderzocht, zijn deze locaties tijdens fase 3 evenmin onderzocht vanwege de aanleg van zeefkuilen ter plaatse, waarbij deze neolithische vindplaats is vergraven.”* (Hielkema 2006, 110-112). Voor het zeven van de veenlagen, dat aanzienlijk meer tijd in beslag nam dan het zeven van de onderliggende zandlagen, werd een afzonderlijke zeefinstallatie met vier afwijkende zeven gebouwd net ten noordoosten buiten de opgraafput. Met deze installatie werden tussen 30 oktober en 11 november, na het beëindigen van het eigenlijke veldwerk, door een beperkt team de nog resterende veenvakken uitgezeefd. Het te zeven sediment werd na het uitgraven direct in een kruiwagen met zeefmazen gedeponeerd, in tegenstelling tot de procedure tijdens de IVO en DAO-1 waar het sediment in afzonderlijke bakken werd gedaan en op een aanhangwagen getrokken door een minikraan werd getransporteerd naar de zeven buiten de opgraafput. De zeefkruiwagens met sediment werden handmatig over houten steigerdelen getransporteerd naar de zeefinstallaties. Het zeven van het zandige sediment gebeurde in de eerste plaats met behulp van de zgn. ‘hondenhokken’, een zeefinstallatie ontwikkeld door het ADC waarbij kruiwagens met onderin en aan de zijwanden een zeefmaas (3 x 3 millimeter) onder een sproei-installatie worden geplaatst²². De bediener van de zeef zorgde ervoor, aanvankelijk eventueel met behulp van een borstel met metalen haren, dat de gaatjes van de zeef worden vrijgehouden. Dit systeem bleek enkel bruikbaar en rendabel te zijn voor zandig sediment met weinig tot geen organisch materiaal. Voor het zeven van het veen of meer organisch zandig sediment werd daarom tijdens de opgraving overgeschakeld naar zeven, geplaatst buiten de opgraafput, waarbij de bediener rechtop kan staan en de sproeikop gericht kan bedienen. Het gezeefde residu werd in alle gevallen, samen

met het vondstkaartje, verzameld in droogbakjes (met luchtgaatjes en voorzien van een filter omdat de afmetingen van de gaatjes groter waren dan 3 millimeter), en per kruiwagen overgebracht naar de droogketen. Daar werden de bakjes met zeefresidu opgeslagen en gedroogd in twee verwarmde keten voorzien van houten rekken (voor de opslag) en hete-luchtblazers en/of elektrische kachels (voor de verwarming).

4.4.3.2. Primaire vondstverwerking: uitsplitsen, determinatie en digitale verwerking

De primaire vondstverwerking vond deels plaats op het terrein, vanaf de eerste dag, en wegens de opgelopen achterstand deels in Amersfoort na het beëindigen van het terreinwerk. In beide situaties bestond het uit het uitsplitsen van het zeefresidu, een primaire determinatie van het lithische materiaal en de manuele en digitale verwerking van de opgravingsgegevens. Het uitsplitsen van de verschillende vondstcategorieën werd uitgevoerd onder leiding van de materiaalverantwoordelijke (G. Noens) in een speciaal daarvoor ingerichte keet te Hempens (fig. 36) en na het beëindigen van de opgraving in de gebouwen van het ADC te Amersfoort. Doelstelling van het uitsplitsen van het gedroogde zeefresidu was het scheiden van het niet-relevante restresidu en de archeologisch relevante vondsten. Deze laatste werden in afzonderlijke vondstzakjes per materiaalcategorie (bewerkt lithisch materiaal, aardewerk, (on)verbrande macroresten, houtskool, (on)verbrand bot, enz. ...) verzameld; het restresidu werd, op enkele uitzonderingen na, niet bewaard. De uitgesplitste vondstcategorieën vormden de basis voor (handgeschreven en digitale) verspreidingskaarten die tijdens de opgraving een essentiële rol dienden te vervullen in de verdere uitbreidingsstrategie; in de praktijk bleek dit slechts beperkt realiseerbaar door de achterstand van het drogen en uitselcteren ten opzichte



fig. 36 Sfeerbeeld van het uitselcteren van het gedroogde residu (opnames R. Van der Mijle Mijer, R. Nieboer).

22 Bron: <http://www.archeologie.nl/nieuws/Kusterzeef07042006.html> (geconsulteerd in september 2006).



fig. 37 Sfeerbeeld van de boringen in het kader van het doctoraatonderzoek van M. Bats (UGent) (opname M. Bats).

van het opgraven van de vakken. Door de primaire analyse in het veld was het mogelijk op het terrein een eerste evaluatie en typologische inventarisatie van het lithische materiaal door te voeren. De digitale verwerking, uitgevoerd onder leiding van M. Kappers (In Terris site technieken), gebeurde met behulp van het softwarepakket 'ArcheoLINK' van de stichting QLC en de bijhorende randapparatuur (barcode labelprinter, barcodescanner, weegschaal, enz. ...). Deze digitale verwerking bestond in essentie uit het vervaardigen van alle vondstkaartjes, het digitaliseren van alle veldgegevens (met betrekking tot vakken, sporen, monsters, vondsten, enz. ...) en, na het drogen en sorteren, ook van alle vondstgegevens en het beschikbaar maken van verspreidingskaarten tijdens het veldwerk (als basis voor strategische keuzes). Het uiteindelijke resultaat was een dataset waarin alle gegevens van de opgraving met elkaar gekoppeld zijn en die kon gebruikt worden als basis voor de verdere uitwerking van de opgraving.

4.4.3.3 Handboringen

Ook tijdens de DAO-2 fase werden boringen uitgevoerd (fig. 37, zie ook fig. 11). Dit gebeurde in het kader van een doctoraatonderzoek van M. Bats (UGent) met als onderwerp het karterend en waarderend onderzoek van afgedekte steentijdvindplaatsen. In totaal werden in dit verband in een geschrinkt grid van 5 x 5 meter 41 boringen uitgevoerd met een edelmanboor ($\varnothing = 10$ centimeter). Het bemonsterde



fig. 38 Sfeerbeeld van de bemonstering van hout (opname J. Schreurs).

sediment werd gezeefd op verschillende zeven waarvan de fijnste maaswijdte één millimeter bedroeg. Een deel van de boringen bevindt zich in de zone die naderhand niet werd opgegraven.

4.4.3.4 Bemonstering

In het kader van het aardwetenschappelijke onderzoek werden op verschillende manieren monsters genomen voor diverse doeleinden (zie ook paragraaf 6.2.4.2.). Elk afzonderlijk monster werd voorzien van een vondstkaartje. Archeologische grondsporen werden voor het onderzoek naar (houts-kool)samenstelling bemonsterd in een gesloten emmer voorzien van een vondstkaartje met vermelding MMA (monster macroresten). Profielwanden werden eveneens bemonsterd: pollenmonsters (code MP: monster pollen) voor palynologisch, bodemkundig en bodemmicromorfologisch onderzoek werden met behulp van een rubberen hamer en een metalen pollenbak verzameld en monsters voor optisch gestimuleerde luminiscentie datering van het zandlichaam (code MOSL) werden verzameld met behulp van plastic buizen afgesloten met rubberen deksels en verpakt in plastic. Boomstobben op het dekzandlichaam werden eveneens bemonsterd (fig. 38) voor houtdeterminatie (MHT, monster hout) en/of (dendro)chronologische doeleinden (MC14, monster voor ^{14}C -datering). Tot slot werden ook zadenmonsters (MZ) verzameld. Een gedetailleerd overzicht van de verschillende monsternames is weergegeven in tab. 1.

monster	Fase	vondstnummer	put	vak	vlak	spoor	aard	opgravingsmethode	Macroresten	Houtskool	Palynologie	Micromorfologie	hout	OSL
MHT	DAO 2	7474.001399	77		4	9999		SPIT					x	
	DAO 2	7474.001777	79			999		TROF					x	
	DAO 2	7474.001778	78			999		TROF					x	
	DAO 2	7474.001779	78			999		TROF					x	
	DAO 2	7474.002399	85			2	9999	SPIT					x	
	DAO 2	7474.002400	85			2	9999	SPIT					x	
	DAO 2	7474.006288	87	31		2	1000	SPIT					x	
	DAO 2	7474.006400	70			1	9999	SPIT					x	
	DAO 2	7474.006657						TROF					x	
	DAO 2	7474.006658						TROF					x	
	DAO 2	7474.006796						AANV					x	
	DAO 2	7474.007229	42	98		1	9999	SPIT					x	
	DAO 2	7474.007230	94	10		1	9999	SPIT					x	
	DAO 2	7474.007231	64			1	9999	SPIT					x	
	DAO 2	7474.007505	26			1	9999	SPIT					x	
MC14	DAO 2	7474.001789	77			101	9999	TROF						
	DAO 2	7474.001799	69			4	9999	SPIT						
MMA	DAO 2	7474.001489	60			102	1000	TROF	x					
	DAO 2	7474.001490	60			102	5000	TROF	x					
	DAO 2	7474.001491	60			102	1	TROF	x					
	DAO 2	7474.001492	60			102	5000	TROF	x					
	DAO 2	7474.001688	50			6	3	KL TROF	x	x				
	DAO 2	7474.001690	50			6	4	KL TROF	x					
	DAO 2	7474.001693	50			5	1	KL TROF	x	x				
	DAO 2	7474.001696	50			6	7	KL TROF	x					
	DAO 2	7474.001697	50			6	8	KL TROF	x					
	DAO 2	7474.001780	66			101	1000	TROF	x					
	DAO 2	7474.001781	66			101	5000	TROF	x	x				
	DAO 2	7474.001782	66			101	5000	TROF	x					
	DAO 2	7474.001783	69			101	1000	TROF	x					
	DAO 2	7474.001784	69			101	5000	TROF	x					
	DAO 2	7474.001785	69			101	5000	TROF	x					
	DAO 2	7474.001786	77			101	5000	TROF	x					
	DAO 2	7474.001787	77			101	1000	TROF	x	x				
	DAO 2	7474.001788	77			101	5000	TROF	x					
	DAO 2	7474.001798	50			5	2	KL TROF	x					
	DAO 2	7474.005279	93			5	1	KL SPIT	x					
	DAO 2	7474.006300	51			4	4	KL SPIT	x	x				
	DAO 2	7474.006433	41	54		2	1	KL SPIT	x					
	DAO 2	7474.006434	51	11	2a		3	SPIT	x	x				
	DAO 2	7474.006435	51	91	101		1	SPIT	x	x				
	DAO 2	7474.006452	41			3	2	SPIT	x					
MOSL	DAO 2	7474.001165	58			103	9999	BUIS						x
	DAO 2	7474.001309	50			102	9999	BUIS						x
	DAO 2	7474.005271	91			101	9999	BUIS						x
	DAO 2	7474.005276	49			103	9999	BUIS						x
	DAO 2	7474.005282	41			101	9999	BUIS						x
	DAO 2	7474.005285	42	91		104	7000	BUIS						x
MP	DAO 2	7474.001301	60			102	9999	PB				x		
	DAO 2	7474.001302	69			102	9999	PB	x		x			
	DAO 2	7474.001303	69			101	9999	PB			x			
	DAO 2	7474.001304	77			101	9999	PB						
	DAO 2	7474.001305	67			101	9999	PB						
	DAO 2	7474.001306	58			103	9999	PB				x		
	DAO 2	7474.001307	66			101	9999	PB						
	DAO 2	7474.001308	50			102	9999	PB				x		
	DAO 2	7474.001310	41			102	9999	PB				x		
	DAO 2	7474.001800	51			102	9999	PB				x		
	DAO 2	7474.004781	41			101	9999	PB						
	DAO 2	7474.005269	91			101	9999	PB	x		x			
	DAO 2	7474.005270	91			101	9999	PB						
	DAO 2	7474.005273	97			101	9999	PB						
	DAO 2	7474.005274	49			103	9999	PB	x		x			
	DAO 2	7474.005275	49			103	9999	PB			x			
	DAO 2	7474.005281	79			104	9999	PB						
	DAO 2	7474.005283	79			104	9999	PB						
	DAO 2	7474.005284	41			101	9999	PB						
	DAO 2	7474.006397	61			104	9999	PB	x		x			
	DAO 2	7474.006398	61			104	9999	PB						
	DAO 2	7474.006597	1					PB						
	DAO 2	7474.006598	1					PB						
	DAO 2	7474.006599	1					PB						
	DAO 2	7474.006600	1					PB	x		x			
	DAO 2	7474.006797	70			101	9999	PB						
	DAO 2	7474.006798	70			101	9999	PB						
	DAO 2	7474.006799	70			101	9999	PB	x		x			
	DAO 2	7474.006800	70			101	9999	PB						
MZ	DAO 2	7474.000377	69			4	2	KL ZF3	x	x				
	DAO 2	7474.000379	69			4	1	KL ZF3	x	x				
	DAO 2	7474.000464	60			4	1	HAK ZF1	x	x				
	DAO 2	7474.000465	60			4	1	HAK ZF1	x	x				
	DAO 2	7474.000466	60			4	2	HAK ZF1	x	x				
	DAO 2	7474.002299	58			7	3	KL TROF	x	x				
	DAO 2	7474.002300	58			7	5	KL TROF	x					
	DAO 2	7474.006575	66			3	1	KL COUP	x					
	DAO 2	1397												
	DAO 2	1694												
	DAO 2	6458												
MHT?	DAO 2	6795												
MHT?	DAO 2	5089												
MP	DAO 2	6596												
MP	DAO 1	3815	14			101	-	scha/pollenbak			x			
MP	DAO 1	6278	21			103					x			
MP	DAO 1	6279	21			103					x			

tab. 1 Algemeen overzicht van de monsternames en de uitgevoerde analyses.

DEEL V HET BESCHIKBARE DATABESTAND

5.1 Algemene inleiding

5.1.1 Karakteristieken van het databestand

Verspreid over drie afzonderlijke opgraafcampagnes werd door teams van verschillende instellingen ca. 500 m² opgegraven van een steentijdvindplaats met ongekende omvang gelegen op een door holocene sedimenten afgedekte pleistocene zandrug (zie Deel IV). Zoals voorgeschreven in twee PvE's werd in elk van deze campagnes gebruik gemaakt van de vakkenmethode in combinatie met het nat uitzeven van het laagsgewijs uitgegraven sediment over een maaswijdte van maximaal 3 x 3 millimeter. In totaal werden op die manier meer dan 2000 vakken van 0,50 x 0,50 meter tot op verschillende diepte (max. ca. 70 centimeter) uitgegraven. Daarnaast werden over de ganse opgraafput, vanuit diverse motieven, verschillende boorcampagnes georganiseerd en werden profielwanden en grondsporen in kaart gebracht. De vindplaats werd eveneens uitgebreid bemonsterd voor paleolandschappelijke en archeologische doeleinden. Deze opgravingen resulteerden voorts in de recuperatie van een lithisch assemblage, voornamelijk bestaande uit vuurstenen artefacten (ca. 75.500 stuks), aangetroffen in ruimtelijke associatie met diverse bodemverstoringen en verkoolde organische resten (houtschool, macroresten en fragmenten van hazelnootdoppen), die eveneens systematisch werden ingezameld. Archeologische organische resten in onverkoolde toestand werden niet aangetroffen.

5.1.2 Onderzoek van lithische vindplaatsen met lage resolutie

Bovengeschetste algemene kenmerken laten toe de vindplaats vanuit analytisch standpunt te groeperen onder de categorie van de lithische vindplaatsen (of 'vuursteenstrooiingen'), zoals de overgrote meerderheid van het gekende archeologische bestand uit de vroege prehistorie in de zandgebieden van Noordwest-Europa. Eerder werd reeds gewezen op het problematische palimpsestkarakter van dit prehistorisch bestand met lage resolutie ontstaan in het vroeg-holoceen (zie paragraaf 1.4.3.). Een betrouwbaar inzicht in dit problematisch karakter, dat ondermeer kan worden uitgedrukt in termen van integriteit, homogeniteit, functionaliteit en representativiteit, vereist een aangepast onderzoekskader. Grootschalige opgravingen die de grenzen

van individuele lithische concentraties overstijgen alsook nauwkeurige en consistente observaties en registraties van bodemopbouw en -verstoringen zijn hierbij noodzakelijke basisvoorwaarden om te kunnen komen tot betrouwbare inzichten inzake prehistorisch menselijk gedrag én formatieprocessen van de vindplaatsen. Zeker met betrekking tot het mesolithische bestand in Nederland is deze stellingname gerechtvaardigd, aangezien een uitgewerkt kader voor formatieprocessen op *intrasite*niveau tot dusver quasi volledig ontbreekt (Deeben *et alii* 2006a, 11, 13).

Vooralsnog vormt een gedetailleerde *intrasite* benadering met interdisciplinair karakter onze meest betrouwbare houvast om deze inzichten te verwerven. Een dergelijke aanpak wordt niet alleen gekenmerkt door een verscheidenheid aan lithische benaderingen, maar dient ook nauw verwant te zijn met een uitgebreide, weldoordachte en kritische radiometrische analyse van geassocieerde organische materialen en met gedetailleerde lokale en regionale geoarcheologische studies. Binnen dit kader dient het onderzoek van de lithische resten, één van de belangrijkste informatiebronnen, zich te concentreren op verschillende niveaus: deze van afzonderlijke attributen, individuele artefacten en delen van of volledige assemblages met een speciale focus op technologische, functionele, ruimtelijke en contextuele kenmerken van de lithische resten (zie hoofdstukken 7.2. en 7.3.). De interesse voor de studie van enerzijds de inplanting, bewaring, interne structuur en functie van nederzettingen binnen prehistorische nederzettingssystemen en anderzijds de formatieprocessen die het hedendaagse prehistorische bestand hebben gemaakt tot wat het is, dient individuele lithische concentraties, waarvan vaak de begrenzingen niet worden opgegraven, te overstijgen. Deze interesse dient zich toe te spitsen op de betekenis en de plaats die deze concentraties innemen binnen het nederzettingsareaal en op de ruimtelijke en temporele relatie tussen concentraties onderling in het geval van een vindplaats met meerdere concentraties.

Niet alleen de karakteristieken van en de onderlinge relaties tussen vondstconcentraties is van belang; ook een gedetailleerd inzicht in de relatie tussen de vondstconcentraties enerzijds en de lokale bodemopbouw en -verstoringen anderzijds dient een essentieel aspect te vormen van het onderzoek. Bovenvermelde onderzoeksaspecten zitten

impliciet of expliciet vervat in de geformuleerde vraagstellingen voor het onderzoek van de vindplaats Hempens/N31 (zie hoofdstuk 1.3.).

Omvangrijke steentijdvindplaatsen werden in het Noordwest-Europees prehistorische onderzoek tot dusver nauwelijks onderworpen aan gedetailleerde *intrasite* benaderingen. In de meeste gevallen beperkt dergelijk onderzoek zich tot minder omvangrijke (lithische) vindplaatsen, die al dan niet gekenmerkt worden door een goede organische bewaring en waarvan, vaak *a priori*, wordt aangenomen dat ze het resultaat zijn van eenmalige en/of kortstondige bewoning, en dus goede mogelijkheden bieden voor een reconstructie van de (ruimtelijke dimensie van de) prehistorische activiteiten ter plaatse (o.a. Peeters, Niekus 2005, 230). Het bovengeschetste problematische karakter verplicht ons om tenminste voor de meer omvangrijke en/of deels overlappende concentraties met hogere vondstdichtheden te veronderstellen dat we te maken hebben met complexe palimpsest-situaties (o.a. Bailey 2007), tot wanneer we het tegendeel kunnen aantonen. Dit hoeft overigens niet noodzakelijk te betekenen dat minder omvangrijke concentraties met lagere vondstdensiteit steeds het resultaat zouden zijn van eenmalige en/of kortstondige activiteiten, zoals recent uitgebreid radiometrisch dateringsonderzoek in zandig Vlaanderen heeft aangetoond (Crombé 2005; Crombé *et alii* 2009b, 2009c; Noens *et alii* 2005, 2006, 2009). Illustratief in dit verband zijn de resultaten van de door middel van testputten (2x2 m) deels opgegraven vindplaats Oldambt-Oostwold/Huningaweg-Oldambtmeer-Brede School waarvoor geen ¹⁴C-dateringen beschikbaar zijn: “*Uit [de] verspreiding [van de lithische artefacten] is duidelijk dat het hier niet om een palimpsest gaat. Binnen de artefactverspreiding worden meerdere lege zones aangetroffen, indicatief voor (kleine) in ruimte van elkaar gescheiden kampementen. Over het algemeen zijn de vondstaantallen aan de lage kant, verder duidelijk makend dat het hier geen palimpsest betreft. [...] Ondanks de aangetroffen verstoring en het niet volledig opgraven van de vindplaats, is duidelijk dat het hier niet een palimpsest betreft, maar meerdere in tijd en ruimte van elkaar gescheiden kampementen.*” (Veldhuis 2010, 22-23). Ook van deze kleinere vondstconcentraties dient de homogeniteit en integriteit door middel van uitgebreid onderzoek te worden aangetoond in plaats van *a priori* verondersteld, zoals eerder ook door Lanting & Van der Plicht (2000, 115) werd gesuggereerd. Shott (2010, 894) verwoordde deze problematiek onlangs nog als volgt: “*It is naive to suppose that ancient people always occupied different places for different purposes, for fixed periods that witnessed little or no fluctuation in resident population, and that they rarely if ever reoccupied the same places for similar or different purposes, for long or short intervals, in large or smaller groups, in different years. Against this common preconception, archaeologists must interpret*

complex records as the product of complex patterns of land use that involve repeated occupation. “Types” are unlikely to emerge from such variation; simplistic ethnographic scenarios of brief, single uses of places assume away the complexity that would enrich our understanding of the past and ignore the formation processes needed to interpret that past. Instead, complex land use and formation produce complex assemblage variation ...”.

Verwijzend naar de ingrijpende veranderingen die het (veld) onderzoek van prehistorische vindplaatsen in (Noord-)Nederland in de jaren '70 onderging met de komst en vernieuwende inzichten van Newell, Price, Whallon en Chappel, concludeerden Deeben *et alii* (2006b, 49) dat “*De mogelijkheden voor [...] inter- en intra-site analyses [...] sterk [werden] bepaald door de wijze waarop de archeologische gegevens verzameld werden*”. De NOaA (Deeben *et alii* 2006a) toont duidelijk aan dat bovengeschetste problematieken vandaag de dag nog steeds van toepassing zijn op het mesolithische bestand in (Noord-)Nederland. Eerder werd verwezen naar de NOaA in verband met de nood aan en het belang van een accuraat, gedetailleerd en aangepast prospectief onderzoek van het, al dan niet afgedekte, archeologische en paleolandschappelijke bodemarchief (zie hoofdstuk 3.1.). De NOaA benadrukte echter niet alleen het belang van het vooronderzoek maar tevens dat van het verdere veldwerk en de uitwerking van het opgegraven bodemarchief. Daarbij werd de aandacht gevestigd op de noodzaak van (1) grootschalige en vlakdekkende opgravingen, (2) een standaardisatie van methoden en technieken voor opgraving en uitwerking van vindplaatsen en (3) de ontwikkeling en verfijning van methoden en technieken gericht op een documentatie-opmaat van vindplaatsen met een slechte staat van conservering (i.e. lithische vindplaatsen): “*Ten aanzien van het veldwerk is het van belang dat het niveau van de vraagstellingen over postdepositionele processen vroegtijdig wordt bepaald. In het licht van deze vraagstellingen dienen namelijk zorgvuldige afwegingen te worden gemaakt ten aanzien van de onderzoeksstrategie die nodig is om de gegevens daadwerkelijk te ontsluiten en toegankelijk te maken. [...] In het verleden zijn veel van dergelijke vindplaatsen slechts gedeeltelijk onderzocht. Om vindplaatsen te kunnen interpreteren in termen van site-functie, is het noodzakelijk dat in de toekomst ook deze vindplaatsen vlakdekkend en op een uniforme manier worden onderzocht. Alleen dan is het mogelijk om sites op een juiste manier te interpreteren en onderling te vergelijken op punten zoals omvang, inhoud en functionele onderverdeling van de ruimte binnen de site.*” (Deeben *et alii* 2006a, 26-28). Voorts werd in de NOaA ook stilgestaan bij de noodzaak van een gedetailleerd onderzoek van bodemsporen, de betrokkenheid van specialisten bij het onderzoek, het belang van een ruimtelijke analyse van de horizontale en verticale verspreiding van vondsten (inclusief *refitting*) als basis voor de afbake-

ning van een site en/of de functionele interpretatie ervan en de problematische reconstructie van de formatieprocessen (zie o.a. Schiffer 1996, 2002): “*Er wordt algemeen van uitgegaan dat de mogelijkheden voor reconstructie toenemen naarmate verschijnselen met meer precisie worden ingemeten en verzameld. Desondanks blijkt de interpretatie van ruimtelijke patronen problematisch, zeker indien er sprake is van verstoorde of hergebruikte locaties (palimpsestvindplaatsen)*” (De eben et alii 2006a: 29). Ook (Malta-)archeologen worden vandaag de dag geconfronteerd met het hierboven geschetste spanningsveld tussen de problematische aard van het archeologische bestand, de beschikbare middelen voor het behoud *ex situ* ervan en de absolute noodzaak van aangepaste en gedetailleerd uitgewerkte onderzoeksprogramma’s om betrouwbaar inzichten te kunnen verwerven in deze lage resolutievindplaatsen die het merendeel van het mesolithische bestand vormen. Het belang van een nauwkeurig databestand kan in dit verband niet genoeg worden benadrukt.

5.2 Beperkingen van het databestand

5.2.1 Inleiding

Uit het voorgaande blijkt dat een gedetailleerd *intrasite* onderzoek van lithische vindplaatsen, ondanks de relatief slechte bewaringsomstandigheden ervan en mits een aangepaste opgraafstrategie, op een *intrasite* niveau een belangrijke bijdrage kan leveren tot het verfijnen van de huidige inzichten omtrent de formatieprocessen van dit archeologische bestand uit een vooralsnog relatief slecht en fragmentarisch gekende periode in Nederland. Binnen deze algemene visie kan het project Leeuwarden-Hempens/N31 worden gekaderd en situeert zich het potentieel van deze vindplaats. Om dit objectief te kunnen bereiken en dus het exacte potentieel van de vindplaats te kunnen achterhalen, is een kritische analyse van het beschikbare databestand noodzakelijk. Deze vormt het onderwerp van onderstaande paragrafen. Aandacht zal worden besteed aan het gecreëerde verwachtingskader op basis van het vooronderzoek (paragraaf 5.2.1.), de organisatie van het onderzoeksproces (paragraaf 5.2.2.) en de representativiteit van het opgegraven deel van de vindplaats (paragraaf 5.2.3.). Deze aandachtspunten hebben specifiek betrekking op de omvang, uniformiteit, nauwkeurigheid en interdisciplinariteit van het uitgevoerde onderzoek, die tesamen niet alleen een belangrijke invloed hebben op de analyse van de vindplaats in een ruimtelijke en temporele context maar ook op de representativiteit van de gerecupereerde vondstassemblages (voor-

namelijk vuursteen) in het kader van het vooropgestelde typologisch, technologisch en functioneel onderzoek. In paragraaf 7.2.4. zal dieper worden ingegaan op het potentieel en de beperkingen van de beschikbare lithische assemblage en het uitgevoerde lithische onderzoek.

5.2.2 Het gecreëerde verwachtingskader op basis van het vooronderzoek

5.2.2.1 De voornaamste inzichten uit het vooronderzoek

Zoals aangehaald in hoofdstuk 3.1. worden in de NOaA de noodzaak en het belang benadrukt van een accuraat en gedetailleerd prospectief onderzoek van het al dan niet afgedekte archeologische en paleolandschappelijke bodemarchief als basis voor een vervolgonderzoek: “*In relatie tot de AMZ-cyclus en het proces van waardering en selectie is het van belang om in een vroeg stadium van onderzoek de fysieke gaafheid van een vindplaats of gebied te bepalen*” (Deeben et alii 2006a, 26-28). Karterend en waarderend booronderzoek langsheen het traject van de *Wâldwei* resulteerde uiteindelijk in de opgraving van de steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens/N31. De vraag in hoeverre de methodologie zoals toegepast tijdens het karterende onderzoek gedetailleerd genoeg is om een accuraat beeld te geven van alle vindplaatsen over het ganse onderzoeksgebied valt buiten het kader van deze publicatie (cf. doctoraatsonderzoek M. Bats onder begeleiding van Prof. Dr. P. Crombé, Universiteit Gent). Duidelijk is dat er met het uitgevoerde booronderzoek tenminste enkele nieuwe potentiële locaties aan het licht zijn gekomen. De initieel gehanteerde criteria voor het vaststellen van de aanwezigheid van steentijdvindplaatsen en voor de waardstelling van de aangetroffen vindplaatsen binnen het onderzoeksgebied tijdens het karterende onderzoek zijn de aanwezigheid van (prominente) opduikingen in de (al dan niet afgedekte) dekzandtopografie, eventueel in combinatie met houtskool en/of bewerkt lithisch materiaal. Vijf locaties werden uiteindelijk op basis van een combinatie van bovenvermelde criteria als ‘potentieel waardevol’ geacht.

Het daaruit voortvloeiende waarderende booronderzoek op deze locaties, dat werd uitgevoerd in twee fases, was gericht op het vaststellen van de behoudenswaardigheid van deze potentieel waardevolle vindplaatsen door middel van een evaluatie van de fysieke kwaliteit (*i.e.* bodemopbouw, gaafheid en conservering), aard, omvang, diepteligging en datering. Specifiek met betrekking tot de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31, die bedreigd werd door de aanleg van het aquaduct ‘Het Langdeel’, leidde de eerste fase binnen dit waarderende booronderzoek (AAI-2) tot de conclusie dat deze vindplaats waardevol en dus behoudenswaardig was. Deze stellingname was gebaseerd op volgende vaststellingen: het ongeschonden karakter van de vindplaats (*i.e.*

diepe ligging, vroege afdekking, geen sporen van erosie), de minimale ouderdom van meer dan 5000 jaar (*i.e.* afdekkingsgeschiedenis) en de vindplaats als vermoedelijke weerspiegeling van een tijdelijk, wellicht éénmalig bewoond kampement (*i.e.* beperkt aantal vuursteen- en houtskoolvondsten). Een aanvullend, uitgebreid booronderzoek op en nabij de vindplaats werd noodzakelijk geacht om meer inzicht te verwerven in de aard en formatie van de bovenste delen van het lokale, afgedekte paleoreliëf (*i.e.* de top van dekzand) en de relatie met en omvang van de ter plaatse aangetroffen behoudenswaardige, waardevolle steentijdvindplaats. Dit onderzoek bracht een aantal nieuwe en deels afwijkende inzichten aan het licht. In de eerste plaats bleek de overgang tussen de top van het dekzand en de basis van het veen op veel plaatsen niet of nauwelijks scherp te trekken. Deze werd daarentegen gekenmerkt door een overgangszone waarin beide pakketten blijkbaar onderling vermengd waren geraakt, hetzij door antropogene hetzij door biogene processen (*i.e.* vertrappeling door mensen, aanwezigheid van een nabijgelegen geul)²³. Voorts werd er lokale variatie in bodemvormende processen in de top van het dekzand waargenomen (*i.e.* bodemvorming onder droge omstandigheden al dan niet met vorming van podzolprofiel, bodemvorming onder natte omstandigheden). Met betrekking tot de steentijdvindplaats ten slotte was er geen sprake meer van één tijdelijk, wellicht éénmalig bewoond kampement, maar wel van verschillende, stratigrafisch van elkaar gescheiden, prehistorische bewoningsfasen. Deze waren bovendien niet meer uitsluitend beperkt tot de top van het dekzand, maar werden - op basis van de aanwezigheid van houtskool - eveneens aangetroffen in de basis van het veen. Een belangrijke implicatie van deze vaststellingen was dat in het vervolgonderzoek (\sim de bewaring *ex-situ*) rekening diende te worden gehouden met de aanwezigheid van goed geconserveerd, (organisch) materiaal.

5.2.2.2 Het PvE: geformuleerde verwachtingen in verband met het archeologische bestand

De karterende en waarderende onderzoeken resulteerden in de formulering van een aantal verwachtingen in het PvE met betrekking tot de aard, formatie en conserveringsgraad van de steentijdvindplaats en met betrekking tot de aard, kwaliteit en hoeveelheid aan vondsten en grondsporen. De gawe bodemprofielen en het ontbreken van aanwijzingen

23 Over de begrenzing tussen de top van het zand en de basis van het veen bestaat nog steeds geen duidelijkheid. Zo vermelden Wullink & Vos (2006, 23): “Boven het zand bevindt zich een veenpakket. Het zand is vanuit het veen sterk doorworteld. De grens tussen dit veenpakket en het onderliggende zand is scherp en onregelmatig.” De gebrekkige kennis aangaande deze contactzone, evenals de sterk afwijkende manier waarop de basis van het veen werd opgegraven blijven uiterst problematisch voor het begrijpen van de formatieprocessen (en het palimpsestkarakter) van deze vindplaats.

voor erosie suggereerden een intact karakter van de vindplaats. De aanwezigheid van de vindplaats onder de huidige grondwatertafel, evenals de (gedeeltelijke?) gelijktijdigheid van de bewoning met de veenvorming²⁴ leidden tot een hoge verwachting voor een goede conservering van onverkoold, organisch materiaal. Bij de vondsten diende derhalve rekening te worden gehouden met de aanwezigheid van (een aanzienlijke hoeveelheid) lithisch materiaal, aardewerk, houtskool, andere al dan niet verkoelde plantaardige resten (zaden, vruchten, pollen, enz. ...) en al dan niet tot artefact getransformeerd organisch materiaal (bot, hoorn, gewei, visresten, hout, houten vlonders, fuien, visweren, touw, bast, enz. ...). Grondsporen zouden zich kunnen aandienen in de vorm van concentraties houtskool, (haard) kuilen en paalsporen. Een deel van de in beide PvE's opgestelde onderzoeksvragen moet gezien worden in het licht van dit verwachtingskader.

5.2.2.3 Discrepantie tussen het verwachtingskader en het vervolgonderzoek

Op basis van de huidige inzichten van deze steentijdvindplaats is er op meerdere vlakken een discrepantie waar te nemen tussen de aard van de vindplaats en de oorspronkelijke verwachtingen die werden gecreëerd op basis van het vooronderzoek. Het valt daarbij niet te ontkennen dat de resultaten van beide laatste waarderende onderzoeken, ondanks gelijkaardige methodologieën, vaak sterk van elkaar afwijken (*i.e.* locatie en aard van bodemvorming, al dan niet vermenging zand/veen, aantal en stratigrafische locatie van bewoningsfasen, aan- en afwezigheid van archeologische indicatoren, enz. ...) waardoor het een heikel punt blijft om beide onderzoeken, en de daarop gebaseerde selectiebesluiten, correct op waarde te schatten. Daarnaast heeft de opgraving en uitwerking van de vindplaats een aantal tegenstrijdige resultaten opgeleverd in vergelijking met de toegepaste selectiecriteria (*i.e.* het palimpsestkarakter van de vindplaats). Ook heeft het vooronderzoek niet toegelaten de exacte omvang van de vindplaats te achterhalen, waardoor we geen inzicht kunnen verkrijgen in de representativiteit van het opgegraven deel ervan. Voorts kunnen in retrospectie bedenkingen worden geformuleerd bij de aan-/afwezigheid en de onevenredige verhouding tussen het (beperkte) aantal opgeboorde en het uiteindelijk (omvangrijke) aantal opgegraven archeologische indicatoren (*in casu* vuursteen).

Het vervolgonderzoek heeft ook duidelijk aangetoond dat de steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 in geen geval goed geconserveerd is in termen van organische

24 Deze uitspraak is uitsluitend gebaseerd op de aanwezigheid van een houtskoolniveau in de basis van het veen aangetroffen tijdens het onderzoek van Exaltus (tussen -2,6 en -2,7 meter NAP, boring 62).

bewaring. Met andere woorden, de verwachtingen werden slechts ten dele ingelost, waardoor een aantal van de toen gestelde vragen minder van toepassing en/of minder eenvoudig te beantwoorden zijn. De afwezigheid van onverkoold organisch materiaal houdt een aanzienlijke beperking in met betrekking tot het beantwoorden van archeologische vragen rondom de seizoensaliteit van de bewoning ter plaatse, de activiteitsgebieden en het voedselpakket van de lokale prehistorische bewoners, maar ook ondermeer omtrent de reconstructie van het paleolandschap vóór, tijdens en/of na de prehistorische bewoning(en) ter plaatse. Het vervolgonderzoek heeft zich bovendien voorts voornamelijk geconcentreerd op (een deel van) de top van het dekzand, en in beduidend mindere mate op de basis van het veen en/of de overgang tussen zand en veen. Beide elementen -het deels ontoereikende verwachtingskader en het beperkte ruimtelijke venster- zorgen ervoor dat het uitgevoerde onderzoek op deze vindplaats geen bijdrage kan leveren aan een deel van de gestelde onderzoeksvragen.

5.2.3. De organisatie en praktische uitvoering van het onderzoeksproces

5.2.3.1 Inleiding

De organisatie van een onderzoeksproject en de praktische uitvoering ervan zijn variabelen die de kwaliteit en bruikbaarheid van een databestand in belangrijke mate mee bepalen. De relatie tussen enerzijds de geformuleerde probleemstellingen en anderzijds de beschikbare middelen en tijd, de methodologische keuzes evenals de consistentie en nauwkeurigheid waarmee het onderzoek werd uitgevoerd zijn hierin doorslaggevende elementen. Binnen de grenzen van het onderzoeksproject, zoals geformuleerd in de diverse PvE's, zijn voor al deze aspecten kritische bemerkingen te formuleren die van invloed zijn op het potentieel van het databestand voor de beantwoording van de onderzoeksvragen. De voornaamste aandachtspunten worden in volgende paragrafen kort samengevat.

5.2.3.2 Het specifieke verloop van het onderzoekstraject

Het onderzoekstraject, en meer specifiek het opgravings- en uitwerkingstraject van de vindplaats Hempens, kent een sterk gefaseerd verloop, waarin verschillende teams, onafhankelijk van elkaar, onderzoek van specifieke delen van de vindplaats uitvoerden en elk hun eigen praktische invulling gaven aan de gestelde eisen. Onderhavig syntheseonderzoek vindt haar oorsprong in het abrupte einde van het DAO-1, dat een reeks van niet vooraf geplande gebeurtenissen in gang heeft gezet. Niet alleen resulteerde dit in de introductie van een afzonderlijke DAO-2, uitgevoerd door andere instellingen; het leidde voorts tot de ongewone situ-

atie dat de uitwerking van de afzonderlijke onderzoeksfasen door de betrokken instellingen afzonderlijk en (quasi) zonder gezamenlijk overleg werd uitgevoerd. In een poging het volledige opgegraven deel van de vindplaats op een zinvolle manier te analyseren en interpreteren, en op die manier een bijdrage te kunnen leveren aan het Nederlandse mesolithische onderzoek, werd de invoering van een aanvullend syntheseonderzoek noodzakelijk geacht. Dit onderzoek kon worden gekaderd binnen een archeologisch doctoraatsproject uitgevoerd aan de Universiteit Gent (onderzoek G. Noens onder begeleiding van Prof. Dr. P. Crombé).

Eén van de belangrijkste consequenties van de verregaande opsplitsing van het onderzoek was de aanwezigheid van verschillende (archeologische) databestanden die naast elkaar bestonden. In het kader van een zinvolle analyse van het opgegraven deel van de vindplaats dienden deze afzonderlijke databestanden, die tot stand kwamen op basis van gelijkaardige opgraaf- en registratiemethoden, afzonderlijk te worden geëvalueerd, vervolgens met elkaar te worden geconfronteerd en tenslotte op elkaar te worden afgestemd. Een belangrijke beperkende factor in dit verband is het late tijdstip in het onderzoekstraject waarop alle databestanden ter beschikking kwamen. De mate waarin we zijn geslaagd de aard en de kwaliteit van de beschikbare basisgegevens uit de afzonderlijke onderzoeken te achterhalen en op elkaar af te stemmen, is bepalend geweest voor het verdere verloop van het onderzoek, en dus de mate waarin zinvolle antwoorden konden worden geformuleerd op de gestelde onderzoeksvragen.

Een ander aspect met betrekking tot het verloop van het onderzoeksproject betreft het interdisciplinaire karakter. De algemene en specifieke vraagstellingen werden geformuleerd in het licht van een interdisciplinaire aanpak. Hierbij werd gestreefd naar een optimale uitwisseling van gegevens en ideeën tussen alle onderzoekers van de deelnemende disciplines. Doel hiervan was het onderzoek te sturen op basis van het voortschrijdende inzicht. Daartoe zouden, vanaf de uitwerking van het DAO-2, door de toenmalige ROB ook verschillende werkbijeenkomsten met een groot deel van de betrokken onderzoekers worden georganiseerd, waarvan er één heeft plaatsgevonden (op 24 maart 2006 in de gebouwen van de toenmalige ROB in Amersfoort). Alles tezamen genomen bestond het uitwerkingstraject uit volgende aspecten: micromorfologie, geologie en lithostratigrafie op basis van enkele nauwkeurige profielregistraties, onderzoek van (verkoold) macroresten, pollen en houtskool, OSL- en ¹⁴C-bepalingen, lithisch onderzoek met behulp van microscopische en macroscopische technieken, inventarisatie en studie van de geregistreerde profielen en bodemsporen en een algemene ruimtelijke analyse. Het interdisciplinaire karakter tussen het aardwetenschappelijke

onderzoek enerzijds en het archeologische onderzoek anderzijds is min of meer stilgevallen na het indienen van het basisrapport uit de DAO-2 fase in 2007, en dus vóór de aanvang van het syntheseonderzoek, op een moment dat de archeologische kennis nog sterk verbrokkeld, fragmentarisch en ontoereikend was. De toenmalige inzichten uit deze geologische, geomorfologische, bodemkundige en archeobotanische onderzoeken zijn om die reden nauwelijks meegeëvolueerd met en getoetst aan de latere archeologische en radiometrische onderzoeken. De resultaten van deze aardwetenschappelijke onderzoeken zoals opgenomen in onderhavige publicatie (zie Deel VI en Hoofdstuk 7.4.) zijn samenvattingen van de toenmalige specialistenrapporten (door G. Noens), die in de eindfase van het syntheseonderzoek aan de betrokken specialisten opnieuw werden voorgelegd en door hen bijgestuurd.

5.2.3.3 Uniformiteit van het uitgevoerde onderzoek

Niet alleen de betrokkenheid van verschillende teams met hun eigen visies, methoden en technieken, maar ook herhaalde bijsturingen van de strategieën hebben het karakter van het onderzoek mee bepaald. Een belangrijk deel van de informatiewaarde van lithische vindplaatsen zit vervat in de ruimtelijke context van de archeologische resten. Een recurrent kenmerk van dergelijke vindplaatsen in zandcontexten is de verticale verspreiding van het materiaal. Experimenteel en archeologisch onderzoek op gelijkaardige vindplaatsen heeft aangetoond dat deze verspreiding voor een groot deel kan worden toegeschreven aan een post-depositionele verplaatsing van de artefacten tengevolge van allerhande antropo- en/of biogene processen. De precieze invloed van deze processen op de verspreiding van de artefacten en de snelheid waarmee ze hebben plaatsgegrepen zijn factoren die echter meer gedetailleerd onderzoek vereisen. Bovendien kan niet worden uitgesloten dat het differentiële karakter van deze verspreiding samenhangt met opeenvolgende bewoningsfasen (*i.e.* Bats *et alii* 2010). Omwille van die redenen is een gedetailleerde ruimtelijke analyse van lithische vindplaatsen onontbeerlijk. De lokale variatie die binnen een vindplaats kan optreden, evenals de niet-homogene spreiding van de vondsten die eveneens kenmerkend is voor dergelijke vindplaatsen, impliceert dat een steekproefsgewijze benadering van deze problematiek een hachelijke en weinig aangewezen onderneming is.

Een gedetailleerde ruimtelijke analyse vereist in de eerste plaats een nauwgezette en consistente registratie en verzameling van de data. In het geval van de toepassing van meerdere opgraafstrategieën wordt de resolutie van de data bepaald door de minst nauwkeurige strategie. Onderzoek op andere (Nederlandse) lithische vindplaatsen sinds het midden van de jaren '80 (*i.e.* Deeben, Groenewoudt 1999;

Groenendijk 1987; Verhart, Wansleebe 1988) heeft aangetoond dat de vakkenmethode die werd voorgesteld in het PVE toelaat op een snelle manier een groot oppervlak te onderzoeken, en daarbij ook een voldoende resolutie biedt om inzicht te kunnen verwerven in de ruimtelijke verspreiding. Eerder werd voor de drie opgraafcampagnes van de vindplaats Hempens een overzicht geboden van de toegepaste methodes (zie Deel IV). Daaruit is ondermeer naar voren gekomen dat de dikte van de opgraafeenheden tijdens en tussen de verschillende campagnes een sterke variatie vertoonde, met een afwisseling tussen arbitraire grenzen (van 5 en 10 centimeter) enerzijds en het gebruik van de natuurlijke gelaagdheid van de bodemopbouw (bodemhorizonten) met een maximum van 10 centimeter anderzijds. De herwerking van deze data naar het minst nauwkeurige niveau van 10 centimeter dikte blijkt in de praktijk een lastige, langdurige en weinig succesvolle operatie te zijn geweest. Dit heeft te maken met het feit dat deze gegevens niet kant en klaar beschikbaar zijn voor elke opgraafeenheid afzonderlijk en dat de gebruikte coderingen (in de vorm van een 'spoornummer') die moeten toelaten dit onderscheid te maken niet altijd even consequent werden toegepast. Bovendien kan, tenminste voor het DAO-2 onderzoek, met behulp van de metingen met *total station* van de hoogte van elke laag binnen een vak vrij nauwkeurig worden vastgesteld dat de effectief uitgegraven diepte in de helft van de gevallen groter is de arbitraire (maximaal) 10 centimetergrens²⁵. Deze elementen beïnvloeden in sterke mate een zinvolle verticale analyse en een onderlinge vergelijking van de inhoud van de verschillende eenheden.

Een bijkomende complicerende factor voor een ruimtelijke analyse is de toepassing van een uitgebreide reeks megaboringen, die voornamelijk aan het einde van het DAO-1 in een dicht grid van 1 x 1 meter werden gerealiseerd in een poging alsnog de ruimtelijke begrenzingen van de lithische concentraties te achterhalen. Hun langdurige blootstelling heeft niet alleen geleid tot een aanzienlijke lokale erosie (vooral de boringen nabij de randen van het toen opgegraven deel van de vindplaats, zie fig. 11 en fig. 30), maar hun aanwezigheid heeft er tevens voor gezorgd dat voor elk vak waarin zich een dergelijke boring bevindt een verticale analyse niet meer mogelijk is. Daarbij komt nog dat de opgemeten locaties van deze boringen, zowel tijdens het DAO-1 als later opnieuw tijdens het DAO-2, niet steeds met elkaar in overeenstemming zijn, waardoor een deel van de boringen niet exact kan worden ingepast in het vakkensysteem.

25 Deze metingen zijn beschikbaar voor 6802 opgegraven eenheden; 3349 ervan leveren een waarde groter dan 10 centimeter op.

5.2.3.4 Nauwkeurigheid van het uitgevoerde onderzoek

Naast het consistente karakter van een onderzoek, speelt ook de nauwkeurigheid waarmee het onderzoek in de praktijk wordt uitgevoerd een belangrijke rol in de informatiewaarde van een databestand. Slechts voor een deel is deze nauwkeurigheid nog traceerbaar in het databestand. Direct na afloop van het DAO-2 onderzoek werden zowel voor het opgraven als voor de primaire dataverwerking van deze fase afzonderlijke rapporten geschreven waarin uitgebreid een aantal problemen omtrent de nauwkeurigheid van het uitgevoerde onderzoek in kaart werden gebracht (Bats 2004; Kappers 2004; Noens 2004). Voor een evaluatie van de nauwkeurigheid van de registratie van profielen en bodemsporen, en het potentieel voor verdere analyse ervan, wordt verwezen naar paragraaf 6.2.6. (voor de bodemprofielen) en hoofdstuk 7.1. (voor de bodemsporen). Een gedetailleerd inzicht in beide aspecten, lokale profielopbouw en -verstoring door bodemsporen, is cruciaal voor een zinvolle ruimtelijke analyse van de onderlinge relatie tussen beide, alsook van de relatie met de aangetroffen vondsten. Eerder werd er ook reeds op gewezen dat erosieprocessen op verschillende momenten tijdens het opgraaftraject aanzienlijke schade hebben toegebracht aan de vindplaats (zie ondermeer paragrafen 4.2.1., 4.4.1. en 5.2.3.3.). Figuren 30 en 33 tonen hiervan een overzicht. De (minimale) ruimtelijke verspreiding van deze verstoringen, gereconstrueerd op basis van alle beschikbare databestanden, is weergegeven in fig. 39; in hoofdstuk 7.2. zal duidelijk worden dat deze traceerbare verstoringen het ruimtelijke verspreidingsbeeld van het vuursteen hebben beïnvloed.

5.2.4 Representativiteit van het opgegraven deel van de vindplaats

5.2.4.1 Afbakening van het onderzoeksgebied

In het kader van 'Malta-archeologie' komt de omvang van het onderzoeksgebied in de eerst plaats overeen met het gebied waar de ondergrond door bodemingrepen verstoord dreigt te worden. Anderzijds wordt de afbakening van prehistorische vindplaatsen (nog al te vaak) bepaald door de ruimtelijke verspreiding van lithische concentraties, waarbij 'lege' gebieden tussen verschillende concentraties of gebieden met een lagere vondstdensiteit vooralsnog weinig onderzochte elementen zijn en grotendeels aan onze aandacht ontsnappen. Deze vaststelling staat in contradictie en creëert een spanningsveld met de eerder aangehaalde visie uit de NOaA waarin werd geijverd voor grootschalige, vlakdekkende en uniforme opgravingen om te kunnen komen tot een zinvolle interpretatie van vindplaatsen. Ook Deeben *et alii* (2006b, 51-52) argumenteren dat het uitgangspunt van de opgraafmethode, zoals die ook op de vindplaats

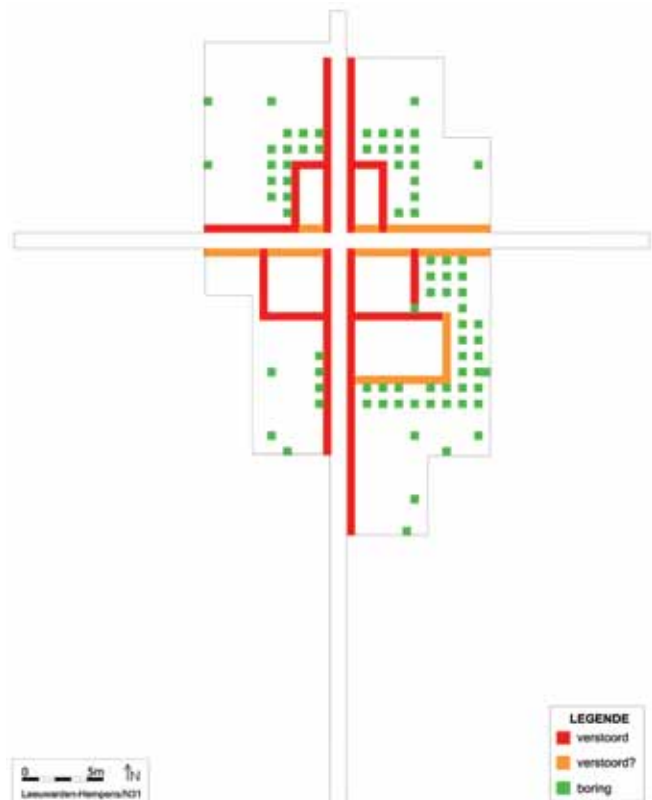


fig. 39 Overzicht van de (minimale) verstoring van de opgegraven vakken ten gevolge van erosie en/of megaboringen (enkel weergegeven voor de grote opgraafput).

Leeuwarden-Hempens/N31 werd toegepast, is dat er voldoende informatie verzameld moet worden om de ruimtelijke organisatie van een vindplaats te kunnen analyseren. Deze methode, die ten gevolge inhoudelijke, praktische en financiële overwegingen kan worden beschouwd als een variëteit van de 'methode Newell en Vroomans' uit de jaren '70, in combinatie met de introductie van technische vernieuwingen sinds het begin van de jaren '90, zou niet alleen hebben gezorgd voor een aanzienlijke tijds- en kostenbesparing van het onderzoek maar ook voor de mogelijkheid om grotere oppervlakken te onderzoeken "waardoor meer aandacht aan het onderzoek van de grenzen van de site en verschijnselen in de omgeving van de site (de zogenaamde off-site-verschijnselen) besteed kan worden" (Deeben *et alii* 2006b, 51-52)²⁶.

5.2.4.2 Begrenzing van de archeologische vindplaats

Noch uit het vooronderzoek, noch uit het vervolgonderzoek te Hempens is een gedetailleerd beeld verkregen omtrent de omvang van de steentijdvindplaats. Zeker is dat de vindplaats slechts deels werd opgegraven, en ook deels werd

26 Voor de problematiek van het "site"-concept binnen het prehistorische onderzoek zie verder ondermeer Foley 1981; Ebert 1992; Dunnell 1992; Binford 1992; Peeters 2007, 21-27; enz.

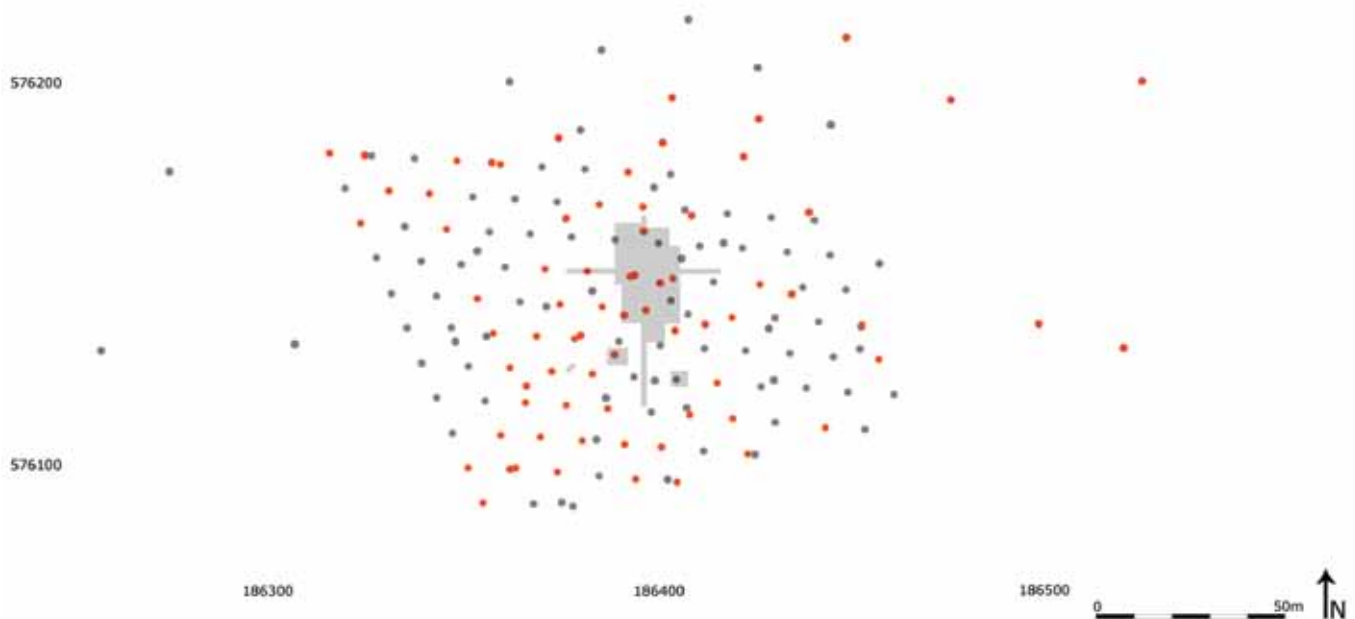


fig. 40 Overzicht van houtschool (in rood) aangetroffen in boringen uit het vooronderzoek op en rondom de vindplaats Hempens/N31.

vernield bij de aanleg van het aquaduct. Of er in de ruimere omgeving nog restanten van de vindplaats *in situ* zijn bewaard, is niet duidelijk. Alleen al de ruimtelijke spreiding van het lithische materiaal toont aan dat de randen van de lithische concentraties, en daarmee ook de grenzen van de vindplaats, niet werden bereikt, een situatie die een interpretatie niet vereenvoudigd gezien de complexiteit van de formatie van assemblages: “*Either deliberately or by circumstance, we often recover only part of a deposit’s entire assemblage. Incomplete recovery and resulting sample errors can influence assemblage properties and hence interpretations. [...] Knowing occupation span, mapping relations and use life would specify completely the relationship between tool-using activities and archaeological assemblages.*” (Shott 2010, 887-888). Het oorspronkelijke PvE, waarin reeds werd uitgegaan van een gedeeltelijke bewaring *ex-situ*, bevat informatie over de omvang van het op te graven deel van de vindplaats nodig om een gefundeerd antwoord te kunnen formuleren op de gestelde onderzoeksvragen. Op basis van het karterende en waarderende vooronderzoek werd de totale omvang van de vindplaats daarbij *geschat* op ca. 2000 m². Het is niet helemaal duidelijk welke criteria werden gehanteerd voor deze afbakening van de vindplaats, maar deze stelling impliceert wel dat er werd vanuit gegaan dat de vindplaats beperkt is in ruimte (een gescheiden ruimtelijke entiteit), en dus afgebakend kan worden. Exaltus (2001a, Figuur 4) toonde duidelijk aan dat houtschool, dat gebruikt wordt als archeologische indicator, verspreid over het ganse onderzoeksterrein aanwezig was. De aangelegde opgraafput

van ca. 2000 m², die uiteindelijk slechts deels is opgegraven, valt samen met het hoogste deel van de zandopduiking, op plaatsen waar eveneens lithisch materiaal in de boringen werd aangetroffen. Asmussen (2000, figuur 2) maakte eerder duidelijk dat ook buiten dit gebied in verschillende boringen houtschool werd aangetroffen, zoals eveneens duidelijk naar voren komt in fig. 40.

5.2.4.3 Het onderzochte deel van de vindplaats

Van bij de aanvang van het onderzoek werd er van uitgegaan dat bewaring *ex situ* van slechts een deel van de vindplaats voldoende zou zijn voor het beantwoorden van de onderzoeksvraagstellingen. Binnen deze grenzen werd in het oorspronkelijke PvE *arbitrair* vastgelegd dat de horizontale begrenzing van het op te graven deel van de vindplaats werd bereikt wanneer alle opgegraven vakken van een vierkante meter tesamen vijf vondsten of minder bevatten, behalve indien in één van deze vakken nog een gemodificeerd artefact en/of een grondspoor werd aangetroffen. In de diepte kon pas gestopt worden indien er in het sediment geen archeologische vondsten meer werden aangetroffen. Deze gedeeltelijke opgraving van de vindplaats diende binnen een werkput met een omvang van ca. 2000 m² in twee fasen te gebeuren: voor het IVO werd vooropgesteld om via drie transecten ca. 130 m² volgens het vakkensysteem op te graven (zijnde 520 vakken), terwijl tijdens het definitieve onderzoek, volgens een gelijkaardige methode, nog eens 60% van de vindplaats diende te worden onderzocht. Dit betekende dus de noodzaak van onderzoek van in

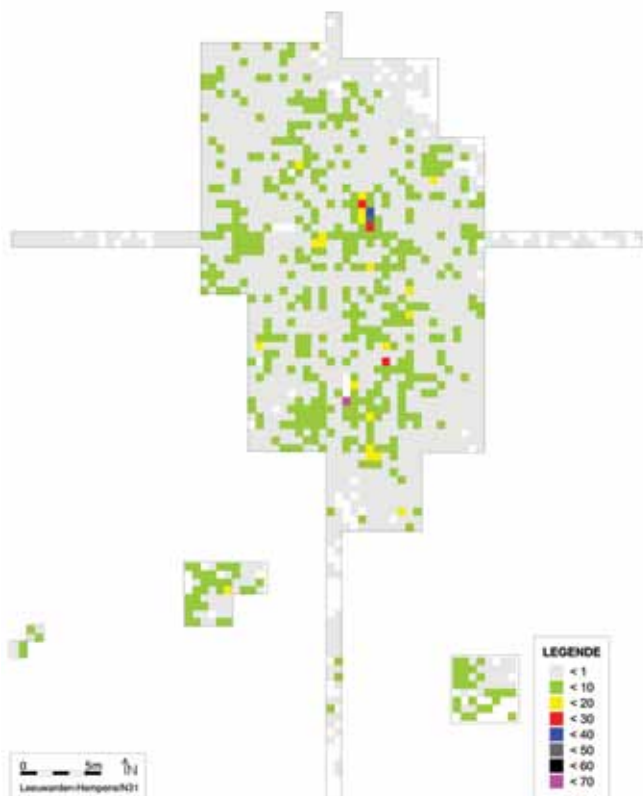


fig. 41 Overzicht van het aantal stuks vuursteen (uitgedrukt in klassen) in de onderste uitgedragen lagen.

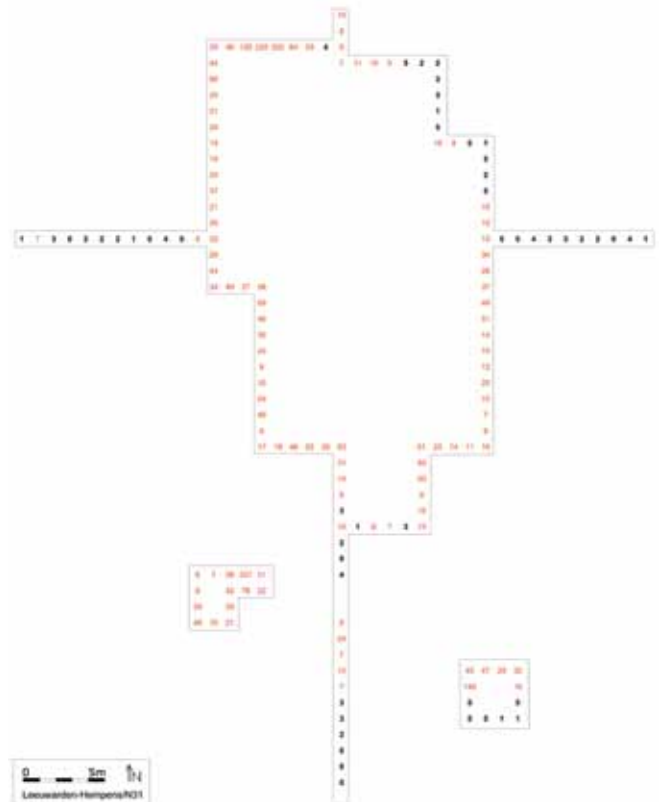


fig. 42 Overzicht van het aantal stuks vuursteen per vierkante meter langsheen de randen van het opgegraven deel van de vindplaats. In rood aangegeven zijn de vakken waarvoor de arbitrair vastgestelde waarde voor de 'begrenzing' van de vindplaats niet werden bereikt.

totaal 1330 m² volgens het vakkensysteem om de vraagstellingen te kunnen beantwoorden²⁷.

Doorheen het onderzoekstraject werden deze waarden, omwille van de tijdsdruk, aanzienlijk afgezwakt. Na het stilleggen van het veldonderzoek tijdens het DAO en de overname van de aansturing van het onderzoek door de toenmalige ROB, werd in een nieuw Plan van Aanpak (PvA) voor de tweede, niet-geplande fase van het DAO vooropgesteld om in een tijdsbestek van vier tot vijf weken nog 420 tot 500 m² volgens de vakkenmethode op te graven. Op dat moment was slechts 195 m² aan vakken opgegraven. Met andere woorden, op dat moment was de oorspronkelijk vooropgestelde op te graven zone van 1330 m² reeds ongeveer met de helft teruggeschroefd tot ca. 615-695 m², of zo'n 30-35% van de geschatte omvang van de vindplaats. Alles bij elkaar genomen werden uiteindelijk ca. 2000 afzonderlijke vakken, goed voor slechts ca. 500 m² opgegraven, m.a.w. slechts een kwart van de geschatte omvang van de vindplaats in plaats van de oorspronkelijk vooropgestelde 66,5% of de vervolgens bijgestelde 30-35%.

27 Verder werd onder de vorm van een meerwerkavraag een reserve van 10% (dus 200m²) ingebouwd, indien onderzoek van 66,5% van de (geschatte) vindplaats niet of onvoldoende zou toelaten antwoorden te formuleren op de vraagstellingen uit het PvE.

Wanneer het gerealiseerde deel van de opgraving wordt getoetst aan bovenvermelde in het PvE vastgelegde arbitraire criteria voor de afbakening van het op te graven deel van de vindplaats, is duidelijk dat noch de verticale, noch de horizontale 'begrenzings' werden bereikt. Een belangrijk element in deze evaluatie van de begrenzingen van de vindplaats, is de diepte tot waar een vak werd uitgedragen. De meest gunstige situatie voor het vervaardigen van betekenisvolle ruimtelijke verspreidingskaarten en voor een objectieve onderlinge vergelijking van de (inhoud van de) afzonderlijke vakken is diegene waar alle vakken tot op dezelfde diepte werden uitgedragen en tot op een niveau waar geen artefacten meer werden aangetroffen. Te Hempens is op dit vlak een uitgebreide variatie, zowel tussen als binnen de verschillende werkputten, waar te nemen. De (theoretisch) uitgedragen diepte varieert daarbij tussen ca. 10 en ca. 70/80 centimeter, waarbij voornamelijk aan de randen van het opgegraven deel van de vindplaats minder diep werd gegraven. In fig. 41 wordt, in de mate van het mogelijke, het aantal artefacten in de onderste laag van de opgegraven vakken getoetst aan het geformuleerde criterium voor de verticale begrenzing van de vindplaats. Hieruit blijkt duidelijk dat in 27% van de (1921) vakken waarvoor min of meer

betrouwbare gegevens beschikbaar zijn, tenminste één vuursteenvondst werd aangetroffen en dus de arbitrair vastgelegde verticale begrenzing niet werd bereikt. Voor 26 van deze vakken bedraagt het aantal artefacten in de onderste laag meer dan 10, met een maximum van 64 artefacten. Deze vakken situeren zich vaak in de directe nabijheid van de profielen die in grote mate onderhevig zijn geweest aan erosie tussen beide opgraafcampagnes in; mogelijk is er een verband tussen beide fenomenen. Voorts is ook niet duidelijk in hoeverre het ruimtelijke verspreidingsbeeld beïnvloed wordt door het niet volledig bereiken van de verticale begrenzing van de vindplaats. fig. 42 toont een horizontaal plan van het aantal artefacten *per vierkante meter* langsheen de randen van het opgegraven deel van de vindplaats. De criteria van modificatie van artefacten of de aanwezigheid van grondsporen buiten beschouwing gelaten, kunnen we vaststellen dat slechts in ca. 1/3 van de gevallen (51/158) deze vierkante meters vijf of minder lithische artefacten bevatten en dat het maximum aantal artefacten zelfs oploopt tot 275 stuks. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de eerder gemaakte bemerkingen dat deze randen vaak minder diep werden uitgegraven en dat ook de verticale begrenzingen (met name geen artefacten in de onderste lagen) niet steeds werden bereikt. De weergegeven waarden zijn met andere woorden slechts minimumaantallen. Bovenstaande bemerkingen maken duidelijk dat het onderzochte deel vermoedelijk slechts een beperkte uitsnede van de vindplaats vormt, zowel in de horizontale als in de verticale dimensie. Het hoeft geen verwondering te wekken dat deze beperkingen een belangrijke invloed hebben op de mate waarin de gestelde onderzoeksvragen kunnen worden beantwoord, waarbij met name de representativiteit van het opgegraven deel ten opzichte van de 'volledige' vindplaats (als een in ruimte begrensbaare entiteit) een belangrijke onderzoeksbeperking vormt. We

hebben immers geen enkel idee van en noch de toekomstige mogelijkheid om inzicht te krijgen in het direct omliggende gebied van het opgegraven deel van de vindplaats.

5.2.4.4 Steekproefname en de representativiteit van het onderzochte deel van de vindplaats

Daar onmiskenbaar vaststaat dat slechts een deel van de vindplaats kon worden onderzocht, stelt zich de vraag naar de omvang en representativiteit van het onderzochte deel in functie van de geformuleerde vraag- en doelstellingen. Deze problematiek, die haaks staat op de eerder aangehaalde visie uit de NOaA, hangt samen met het idee van de steekproefname, een problematisch onderzoeksonderwerp dat nauw verbonden is met de processuele benadering binnen de archeologische discipline en met een toenemende verwetenschappelijking van het archeologische onderzoek sinds de jaren '70 (O'Brien *et alii* 2005, 147-149). Dit idee van steekproefname veronderstelt dat menselijk gedrag verloopt volgens zekere wetmatigheden waardoor *"het niet meer nodig [zou] zijn om een archeologische site volledig te onderzoeken. Het onderzoek van een statistisch verantwoorde steekproef zou voldoende gegevens op moeten leveren om hypothesen te toetsen en uitspraken te doen over de gehele site en zelfs over het nederzettingssysteem"* (Deeben *et alii* 2006b, 42, 64). Niet alleen kunnen bedenkingen worden geformuleerd bij deze basisveronderstelling, daarenboven beschikken we, door het quasi gebrek aan grootschalig en nauwkeurig opgegraven mesolithische vindplaatsen in zandige contexten, vooralsnog niet over een bruikbaar kader waartegen we deze hypothesen zouden kunnen toetsen. Ook het "statistisch verantwoorde" karakter van een steekproefname blijft een problematisch aspect omwille van de eerder aangehaalde opmerkingen omtrent de omvang van de vindplaats en het opgegraven deel ervan.

DEEL VI HET FYSISCH-GEOGRAFISCHE KADER

6.1 Algemene inleiding

6.1.1 Onderzoek van het actuele maaiveld

Vóór de aanvang van de opgraafcampagnes bestond het maaiveld op en rondom de locatie Hempens uit een min of meer vlak grasland omgeven door verschillende waterpartijen waarin de paleotopografie nauwelijks of niet waarneembaar was (fig. 43). Ten gevolge de afdekking van de steentijdvindplaats met metersdikke sedimenten is een uitvoerige studie van dit oppervlak weinig relevant, en om die reden niet opgenomen in de onderzoeksopdracht. Deze visie is gebaseerd op de veronderstelling dat afdekking van de vindplaats door een twee tot drie meter dik klei- en veenpakket voldoende bescherming heeft geboden tegen (sub) recente versturende processen. Verder is er geen directe relatie vast te stellen tussen de steentijdbewoning geassocieerd met de top van het dekzand en de latere holocene sedimentatie die zorgde voor een afdekking van het zandlichaam. In dit kader is enkel de aanvang en de beginfase van de veenvorming, en daarmee voornamelijk de onderzijde van het veenpakket, van belang voor een zinvolle interpretatie van de steentijdvindplaats. Het bovenste deel van deze veenlaag, de afdekkende kleilaag en de archeologische resten uit recentere periodes die op het veen zijn gevonden, vormden geen onderdeel van het onderzoekskader. Voor meer informatie omtrent de topografische en landschappelijke omkadering van de vindplaats, evenals het grondgebruik en een regionaal fysisch-geografisch kader wordt verwezen naar Deel II.

6.1.2 Structuur

In dit deel wordt in de eerste plaats een overzicht geboden van de veldobservaties en -registraties van de bodemopbouw tijdens de verschillende opgraafcampagnes (Hoofdstuk 6.2.) die de basis vormen voor het lokale fysisch-geografische kader dat werd uitgewerkt voor de steentijdvindplaats Hempens en wordt toegelicht in hoofdstuk 6.3. De opbouw van dit kader kwam tot stand dankzij de geologische, bodemkundige en micromorfologische onderzoeken die tijdens en na de verschillende opgraafcampagnes werden uitgevoerd door onderzoekers van TNO (P.C. Vos, geologie en bodemkunde, paragrafen 6.3.2. en 6.3.4.), ARC (A.J. Wullink) en EGM (R. Exaltus, micromorfologie, paragra-

fen 6.3.3. en 6.3.4.). Dit aardwetenschappelijke onderzoek omvatte gedetailleerde observaties aan enkele profielen verspreid over de opgraafput, evenals slijpplatenonderzoek van een aantal pollenmonsters. Het onderzoek van P.C. Vos werd uitgevoerd in opdracht van ARC tijdens de IVO en DAO-1 fases (in samenwerking met A.J. Wullink) en in opdracht van de toenmalige ROB tijdens het DAO-2. Het micromorfologische onderzoek van R. Exaltus was onderdeel van het DAO-2. Deze aardwetenschappelijke onderzoeken werden reeds beëindigd in 2007, vóór de aanvang van het syntheseonderzoek waarin het merendeel van de archeologische gegevens pas beschikbaar kwam, en afzonderlijk gerapporteerd in de verschillende basisrapporten (Wullink, Vos 2006; Vos 2007; Exaltus 2007). Voor onderhavige publicatie werden deze rapportages deels overgenomen, maar grotendeels samengevat door G. Noens.

6.2 De registratie van de bodemopbouw

6.2.1 Inleiding

De natuurlijke bodemopbouw (van de top van het zandpakket en de basis van het veenpakket) geassocieerd met de steentijdvindplaats werd doorheen de verschillende opgraafcampagnes uitvoerig in kaart gebracht, zowel in horizontale



fig. 43 Luchtopname van de regio rond de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31. Grasland en waterpartijen vormen belangrijke elementen in het landschap. Centraal op de foto is de woonwijk 'Zuiderburen' met rechts ervan het aquaduct 'het Langdeel' in aanbouw (opname juli 2006). De inzetfoto toont de situatie ter hoogte van de vindplaats net vóór de aanleg van de opgraafput (opname ARC).

als in verticale dimensies (respectievelijk vlakopnames en profiel- en booropnames). Algemeen genomen gebeurde dit deels door de veldarcheologen; enerzijds via de toekenning van een spoornummer aan elke volgens de vakkenmethode opgegraven eenheid, min of meer gerelateerd aan de stratigrafie (lithologische eenheden, bodemhorizonten) en anderzijds door de carto- en fotografische registratie van vlakken en/of profielwanden. Verder werd de bodemopbouw door specialisten ter zake, zowel vóór, tijdens als na de opgraafcampagnes, bestudeerd aan de hand van verschillende boor- en profielregistraties verspreid over en buiten het opgraafterrein, in combinatie met monsternames voor diverse doeleinden.

Na een overzicht van de gestelde minimumeisen (paragraaf 6.2.2.), wordt in onderstaande paragrafen de registratie van stratigrafie en profielopbouw uit de verschillende opgraafcampagnes afzonderlijk toegelicht (paragrafen 6.2.3 en 6.2.4.). In paragraaf 6.2.5. worden deze veldobservaties en -registraties vervolgens geëvalueerd in het licht van het potentieel voor het beantwoorden van de gestelde algemene en aanvullende/specifieke onderzoeksvragen (zie Hoofdstuk 1.3.). Voor de eerder verkregen inzichten op basis van het karterende en waarderende booronderzoek op en rondom de locatie Hempens wordt verwezen naar Deel III.

6.2.2 Operationele ontwerpeisen

Het PvE voor de uitvoering van het veldwerk (Deeben 2001) stelde dat van iedere uitgedaane put van 5 x 5 meter tenmin-



fig. 44 Sfeerbeeld van de profielregistratie (opnames J. Schreurs, M. Bats, S. Moerman).

ste één profielwand diende te worden ingetekend, gefotografeerd en in detail bestudeerd. In het PvE voor het uitwerkings-traject (Deeben 2005) werd verdere toelichting gegeven omtrent de invulling van de registratie en bestudering van de profielen. Deze registratie diende te gebeuren volgens de Archeologische Standaard Boorbeschrijvingsmethode (ASB)²⁸ en een representatief staal ervan diende te worden opgenomen in de publicatie. Onderzoek naar de relatie tussen de ruimtelijke verspreiding van de archeologische resten en de grondsporen enerzijds en fenomenen en processen in verband met de opbouw en/of versterking van de bodem die hierop een invloed kunnen hebben gehad anderzijds verdiende bijzondere aandacht. Voorts was een inzicht in de stratigrafische opbouw op het niveau van de ganse vindplaats gewenst aan de hand van enkele strategische, eventueel geïdealiseerde of geschematiseerde, en elkaar in twee richtingen loodrecht kruisende profieltekeningen en/of foto's.

6.2.3 Registratie en bemonstering van de bodemprofielen tijdens het IVO en het DAO-1

Over de registratie van de profielen tijdens het IVO worden we ingelicht door Hielkema (2006, 15, 18). Tengevolge de slechte weersomstandigheden kon slechts een beperkt deel van de profielen in kaart worden gebracht, deels tijdens deze fase van het onderzoek en deels pas tijdens het daaropvolgende DAO-1. De registratie werd uitgevoerd door veldarcheologen J.R. Veldhuis en B. Silkens; de primaire interpretatie in het veld door fysisch geograaf H. Leuversing. De details van de profielregistratie tijdens beide fasen worden samengevat door Hielkema (2006, 18): "... tijdens fase 1 [zijn] alleen een deel van het profiel van werkput 13 en de profielen van werkput 15 getekend. Het profiel van werkput 14 is alleen gefotografeerd. [...] Tijdens fase 2 zijn de oostprofielen van werkput 11 en 12 gedocumenteerd, voor zover dat nog mogelijk was. Deze profielen waren [...] over aanzienlijke delen ingestort door de wateroverlast, veroorzaakt door het afdekken met landbouwplastic. Daarnaast is van werkput 16 het zuid- en westprofiel gedocumenteerd, van werkput 17 het oostprofiel, van werkput 18 het west- en noordprofiel, van werkput 19 noord- en oostprofiel en van werkput 21 het oost- en zuidprofiel. De profielen zijn bestudeerd door dr. P.C. Vos van TNO-NITG en drs. B. Bijl van ARC bv.". Het onderzoek van deze profielen werd gerapporteerd door Wullink & Vos

28 De ASB is een standaard beschrijvingsmethode, ontwikkeld door TNO-NITG en de faculteit voor Prehistorie van de Universiteit van Leiden op initiatief van het College voor de Archeologische Kwaliteit (CvAK), die gebruikt wordt bij archeologisch booronderzoek en bij de opname van natuurlijke en antropogene lagen tijdens archeologische opgravingen. Voor meer informatie wordt verwezen naar http://www.nitg.tno.nl/med/projects_new/pdf_s/4_30.pdf en naar Bosch 2005.



fig. 45 Overzicht van enkele grondplannen die inzicht verschaffen in de complexiteit van de bodemopbouw: linksboven put 41, links onder put 51, rechtsboven put 85 en rechtsonder put 78.

(2006, 21-25), die voor hun analyse gebruik maakten van de oostprofielen van werkputten 11 en 12 en de noordprofielen van werkputten 13 en 14. Naast de registratie van profielen zijn voor deze fases van het onderzoek ook verschillende opnames beschikbaar van de grondplannen die een indruk geven van de complexiteit en de lokale variaties van de bodemopbouw (cf. figuren 17 t.e.m. 28).

6.2.4 Registratie en bemonstering van de bodemprofielen tijdens het DAO-2

6.2.4.1 Registratie door archeologen

Op enkele uitzonderingen na, werden alle nog aanwezige profielwanden, na het opgraven van elke put (zie paragraaf 4.4.3.), getekend, gefotografeerd en beschreven (fig. 44). Daarnaast werd een aantal profielen die tijdens de IVO/DAO-1 fases werden geregistreerd opnieuw in kaart gebracht tijdens het DAO-2. Het tekenen ervan gebeurde op schaal

1/20 door een vast tekenteam bestaande uit de veldmedewerkers S. Moerman, W. Minkes en E. Bürmann. Met behulp van een *total station* werd aan weerszijden van het profiel een (genummerde) pen bevestigd, in de regel steeds op ca. -3,00 meter NAP. Het tekenen, (eventueel) inkleuren en beschrijven gebeurde met behulp van een potlood op watervast millimeterpapier. Vervolgens werden de profielen gefotografeerd en kort beschreven, min of meer volgens de ASB. Afhankelijk van de oriëntatie van het profiel werden afzonderlijke vlaknummers voorzien: vlak 101 voor het noordprofiel (WO), vlak 102 voor het oostprofiel (NZ), vlak 103 voor het zuidprofiel (OW) en vlak 104 voor het westprofiel (ZN). In totaal werd op die manier ongeveer 150 meter profiel geregistreerd, verspreid over 33 profieltekeningen. Op het einde van het veldwerk werden de profieltekeningen vervolledigd, aangepast en in inkt overgenomen door senior archeoloog P. Ploegaert. Het aantal beschikbare vlakopnames die inzicht geven in de complexiteit van de bodemopbouw is beperkt (fig. 45).

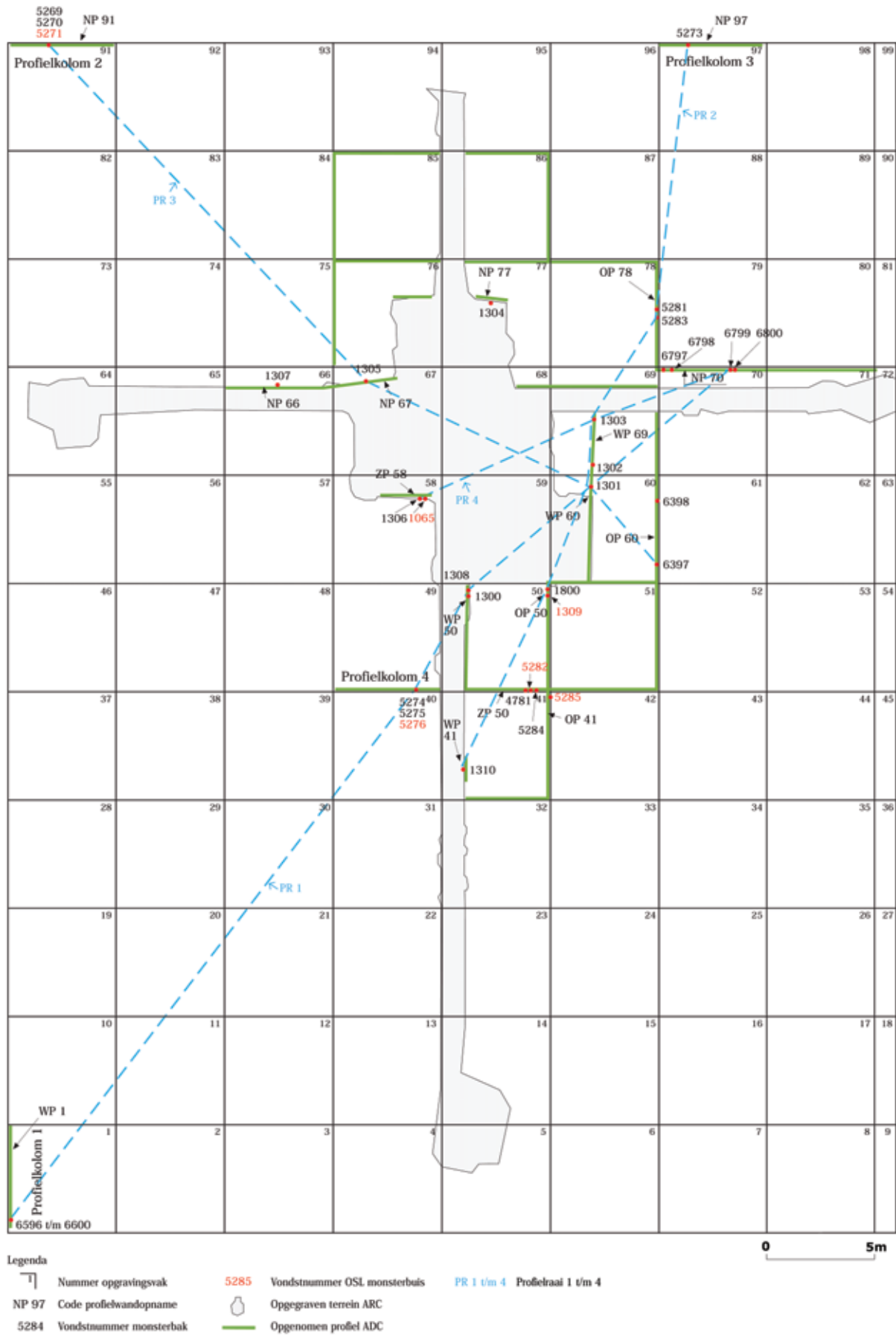


fig. 46 Overzicht van de door bodemkundige specialisten bestudeerde profielwanden (figuur. P.C. Vos, met aanpassingen).

6.2.4.2 Registratie en bemonstering door bodemkundige specialisten

Verspreid over de opgraafput werden de lithostratigrafische laageenheden en bodemhorizonten van vier profielwanden tot in de top van de keileem in detail geregistreerd, beschreven en bemonsterd door bodemkundige specialisten (voornamelijk door P. Vos), in nauwe samenwerking met de archeologen. De locaties van de geologische profielkolomopnamen zijn opgenomen in fig. 46 en weergegeven met een groene dikke lijn. De geologische en bodemkundige waarnemingen hebben voornamelijk plaatsgevonden bij deze profielwanden. Ook de monsters voor het paleoecologische en dateringonderzoek zijn genomen uit deze wanden. De nummering van de vier in detail bestudeerde profielopnames was enigszins afwijkend dan bij de archeologische registratie van profielwanden. Deze profielen werden vernoemd naar de putnummers waarin ze zich bevonden en naar de kant die ontsloten was (bijvoorbeeld ZP50 = profielwand aan de zuidkant van put 50). Van één kolomopname (WP1) is de volledige lithologische sequentie, vanaf maaiveld tot de top van de keileem, beschreven. Van de overige drie kolomopnamen (NP91, NP97 en ZP49) is de sequentie vanaf de basis van het veen (overeenkomend met het oppervlak van de opgraafput) tot in de top van de keileem beschreven.

De ontsloten lithostratigrafische laageenheden en bodemhorizonten werden uitgebreid bemonsterd voor daterings- en paleoecologisch onderzoek (zie ook paragraaf 4.4.3.4. en tab.1). Voor het ¹⁴C-, stuifmeel (pollen) en micromorfologische onderzoek werden de profielwanden bemonsterd door middel van bakken (afmetingen: 50 x 10 x 10 centimeter). Ook werden monsterbuizen geslagen in de profielwanden (lengte 30 centimeter, diameter 10 centimeter) om de zandlagen te kunnen dateren met behulp van optisch gestimuleerde luminescentie (OSL). De bemonsterde bakken voor het paleoecologische en ¹⁴C-onderzoek, en de OSL-monsterbuizen hebben allen een apart vondstnummer gekregen. De vondstnummers van de bakken hebben in fig. 46 een zwarte kleur gekregen (bijvoorbeeld ZP58, bak 1306) en de nummers van de OSL-kernen een rode kleur (bijvoorbeeld ZP58, OSL-monsterbuis 1165).

6.2.5 Studie van de geregistreerde bodemprofielen tijdens het uitwerkingstraject

De originele veldtekeningen van de bodemprofielen werden digitaal overgenomen tijdens het uitwerkingstraject door G. Noens, en voor de IVO-DAO-1 fases afzonderlijk ook door medewerkers van het ARC (Hielkema 2006). In het eerste geval werd hiervoor gebruik gemaakt van een

digitaliseertablet en de software *Autocad 2005*. Deze digitale versies, inclusief foto's, lokalisatiegegevens en combinatietekeningen van de aan elkaar gekoppelde profielen, zijn als afzonderlijke fiches opgenomen in de digitale bijlage 2a. De digitale resultaten van de vier diepere geologische profielopnames, uitgevoerd door P.C. Vos en aangevuld met foto's en lokalisatiegegevens, zijn opgenomen in de digitale bijlage 2b. Naast de profielopnames werd al het beschikbare fotomateriaal in detail overlopen om zoveel mogelijk informatie te verzamelen over de natuurlijke bodemopbouw ter plaatse.

6.2.6 Potentieel en beperkingen van de geregistreerde bodemprofielen

In verband met het onderzoek van de bodemprofielen werden, zowel tijdens de afzonderlijke fases van het veldwerk als tijdens het uitwerkingstraject, verschillende beperkingen ervaren die van invloed (kunnen) zijn op de beantwoording van de onderzoeksvragen (zie Deel V). De voornaamste van deze problemen kunnen als volgt worden samengevat:

(1) Tijdens de IVO/DAO-1 campagnes (Hielkema 2006, 15, 18) en tussen de DAO-1 en DAO-2 campagnes is een deel van de profielwanden omwille van wateroverlast ingestort, voornamelijk ten gevolge van ongunstige weersomstandigheden en een defecte of inactief gestelde bronbemaling, vóór een gedetailleerde registratie en/of bemonstering van deze profielwanden heeft kunnen plaatsvinden (zie fig. 12, 30-33, 39).

(2) Tijdens de digitalisering van de veldtekeningen (zie bijlage 2) is naar voren gekomen dat de getekende profielen niet altijd interpreteerbaar, volledig en accuraat zijn; regelmatig ontbreken gedetailleerde beschrijvingen, meetpunten, NAP-hoogtes, enz. Bovendien zijn de beschrijvingen (zowel in potlood als later in inkt) niet steeds leesbaar, waardoor niet alle gegevens kunnen worden overgenomen op de digitale tekeningen. Daarnaast werden ook tegenstrijdige laagtoekenningen aangetroffen en kunnen lijnen niet met elkaar worden verbonden, waardoor niet steeds duidelijk is welke stratigrafische 'laag' bedoeld wordt. Van een aantal profielen is de exacte locatie onzeker of twijfelachtig. Afzonderlijk geregistreerde, aansluitende profielen uit verschillende putten kunnen niet steeds zonder problemen aan elkaar gekoppeld worden. Ten slotte dient er op te worden gewezen dat een aantal profielwanden die tijdens de IVO/DAO-1 fases werden geregistreerd en later opnieuw in kaart werden gebracht tijdens het DAO-2 nauwelijks met elkaar (en vaak ook met de foto) in overeenstemming te brengen zijn. De vraag stelt zich daarom zowel naar de nauwkeurigheid als naar de correctheid van de registraties.

(3) Een deel van de stratigrafische informatie werd door archeologen verzameld in het vlak tijdens het opgraven van de afzonderlijke vakken, voornamelijk door de toekenning van spoornummers. Aanvankelijk gebeurde het laagsgewijs uitgraven van de vakken in (vermeende) stratigrafische eenheden, naderhand in arbitraire lagen van maximaal 10 centimeter dikte. Bij de toekenning van spoornummers tijdens het DAO-2 werd een onderscheid gemaakt tussen veen (spoor 1000) en de verschillende bodemhorizonten in de top van het dekzand: A-horizont (spoor 2000), E-horizont (spoor 3000), B-horizont (spoor 4000). In de loop van de opgraving werd dit systeem aangepast, ten gevolge van de moeilijke leesbaarheid van het vlak en het daaruit volgende subjectieve karakter van de toewijzingen, en werden, niet steeds even consequent, nieuwe spoornummers ingevoerd: 1000 (veen, onveranderd), 5000 (zand) en 10.000 (mix van zand/veen). Voor werkput 41 waar in het veld een duidelijke anomalie werd aangetroffen werd een apart spoornummer (7000, laag 2a) ingevoerd. De moeilijke leesbaarheid van het grondvlak, en het arbitraire en het niet-consistente karakter van de toewijzing van spoornummers zorgt ervoor dat een analyse van de stratigrafie op basis van de spoornummers een weinig vruchtbare onderneming is geworden. De resultaten hiervan worden dan ook verder genegeerd.

(4) Een blik op alle profielfoto's en vlakopnames (bijlage 2 en fig. 17-28, 45) suggereert een enorme lokale bodemvariatie en een complexe bodemgenese. De waarnemingen door de specialisten werden voornamelijk uitgevoerd op de (monsters genomen uit de) door hen geregistreerde profielwanden. Terugkoppeling naar de specialisten van de profielwanden geregistreerd door de archeologen heeft nauwelijks plaatsgevonden, ondanks de complexiteit en evidente variatie. Hierdoor blijft een interpretatie van groot deel van de op de foto's zichtbare fenomenen, van primordiaal belang voor de studie van de ruimtelijke analyse van de archeologische vondsten en bodemsporen, uiterst problematisch.

(5) Enkel de hoogste delen van het zandlichaam kon worden bestudeerd door middel van profielregistraties. Gegevens over de lagere delen en de lokale omgeving, en daarmee een lokale context waartegen de verzamelde data kan worden bestudeerd, zijn daarentegen nauwelijks voorhanden, met uitzondering van de beperkte, en soms tegenstrijdige boorwaarnemingen uit het vooronderzoek (zie Deel III).

Tengevolge van de complexe profielopbouw (zoals ook duidelijk blijkt uit het specialistenonderzoek), de soms tegenstrijdige informatie omtrent de profielregistratie en het gebrek aan terugkoppeling van de geregistreerde data aan de specialisten wordt de algemene opbouw van de vind-

plaats enkel weergegeven op basis van de resultaten van het specialistenonderzoek (gebaseerd op de profielopnames van P.C. Vos). Alle beschikbare data omtrent de overige profielregistraties wordt opgenomen als bijlage 2. Dergelijke beperkingen onderstrepen nogmaals het belang van een zeer uitgebreide en nauwkeurige registratie van de lokale bodemopbouw en -verstoring in het kader van een ruimtelijk onderzoek van steentijdvindplaatsen.

6.3 Een fysisch-geografisch kader voor de steentijdvindplaats

6.3.1 Inleiding

In onderstaand hoofdstuk wordt op basis van het aardwetenschappelijke onderzoek een lokaal fysisch-geografisch kader geschetst voor de steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 (paragraaf 6.3.4.). Dit gebeurt enerzijds op basis van een studie van de lokale geologie, geomorfologie en lithostratigrafie (paragraaf 6.3.2.) en anderzijds op basis van bodemmicromorfologische waarnemingen (paragraaf 6.3.3.). Vanuit beide onderzoeksdomeinen werden antwoorden geformuleerd op een deel van de algemene en specifieke/aanvullende vraagstellingen uit 1.3.

6.3.2 Geologie, geomorfologie en lithostratigrafie (naar het onderzoek van P. Vos)

6.3.2.1 Inleiding

Algemene doelstelling van de geologische en bodemkundige opnamen verricht door TNO-BenO tijdens het DAO-2 was het in beeld brengen van de landschapsgeschiedenis vóór, tijdens en na de bewoning op de locatie Hempens om de interactie tussen de landschapsgenese en de menselijke activiteiten op de vindplaats te kunnen begrijpen. Specifieke doelstellingen, zoals geformuleerd in de specifieke/aanvullende vraagstellingen (zie paragraaf 1.3.3.) waren gericht op de studie van de geologische opbouw, de lokale bodemvorming, de ouderdom van laageenheden en paleobodems en de vegetatieontwikkeling. Uit het archeologische vooronderzoek was reeds naar voren gekomen dat de vindplaats lag op een pleistocene zandkop (dekzandreliëf). De top van de dekzandkop lag op een diepte van ca. -3/4 meter NAP. De dekzandkop is in het midden Subboreaal overveend en vanaf de Romeinse tijd afgedekt met een mariene kleilaag. De veenlaag is ruim twee meter dik en de afdekkende kleilaag heeft een dikte rond 0,5 meter. Op de veenlaag -onder de mariene klei- zijn Romeinse archeologische resten en sporen aangetroffen.

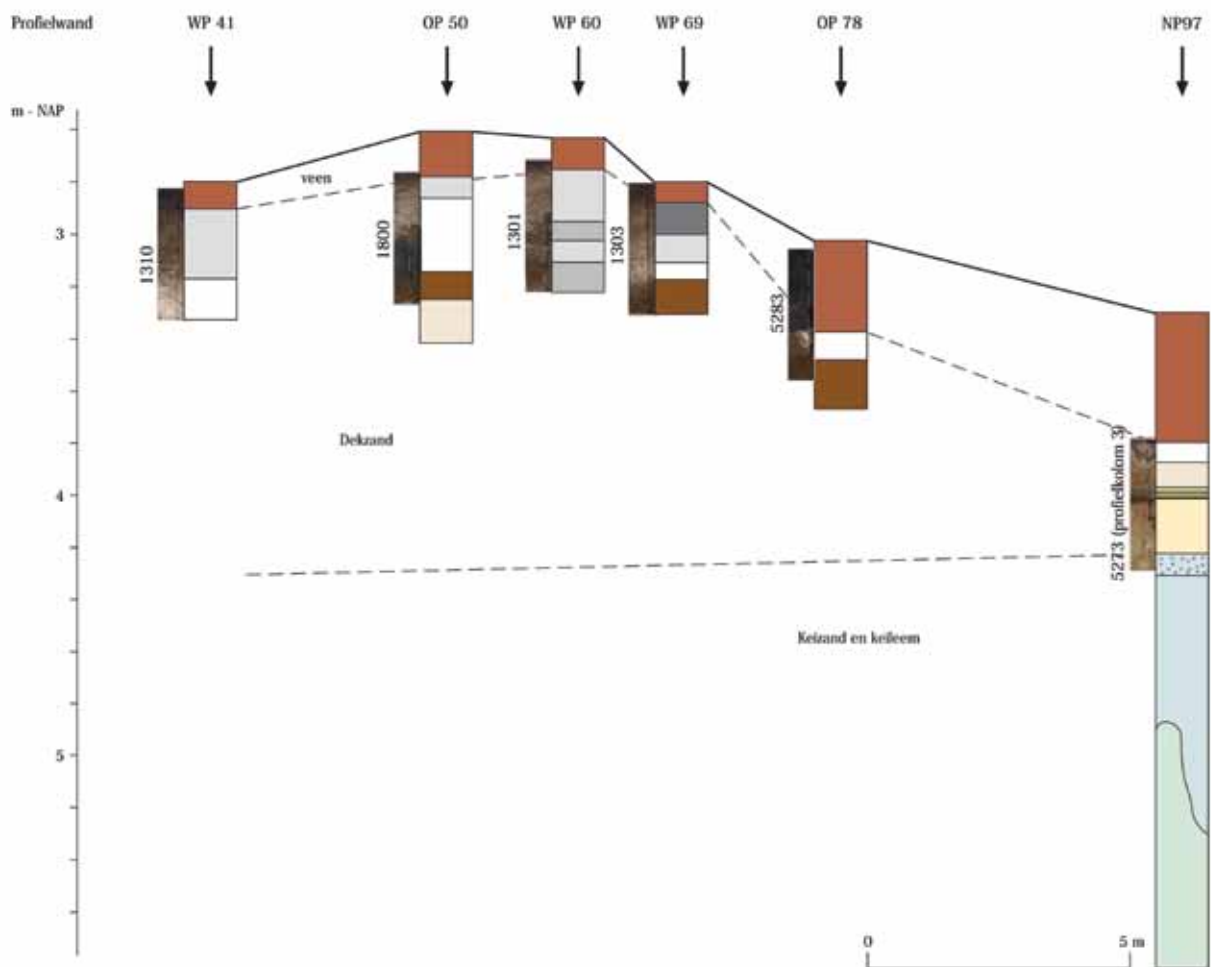
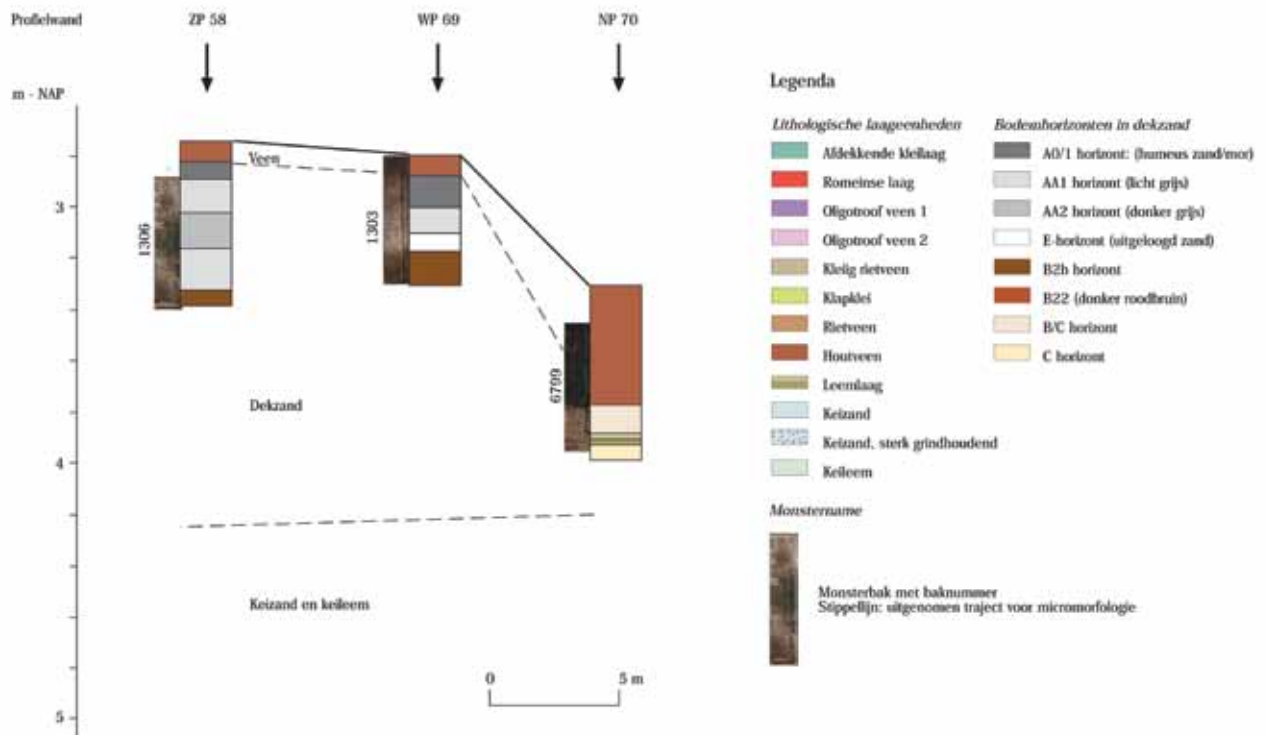


fig. 47 Stratigrafische en bodemkundige relaties tussen profielbakken ZP58, WP69 en NP70 (boven) en WP41, OP50, WP60, WP69, OP78 en NP97 (onder)(figuur P.C. Vos, met aanpassingen).

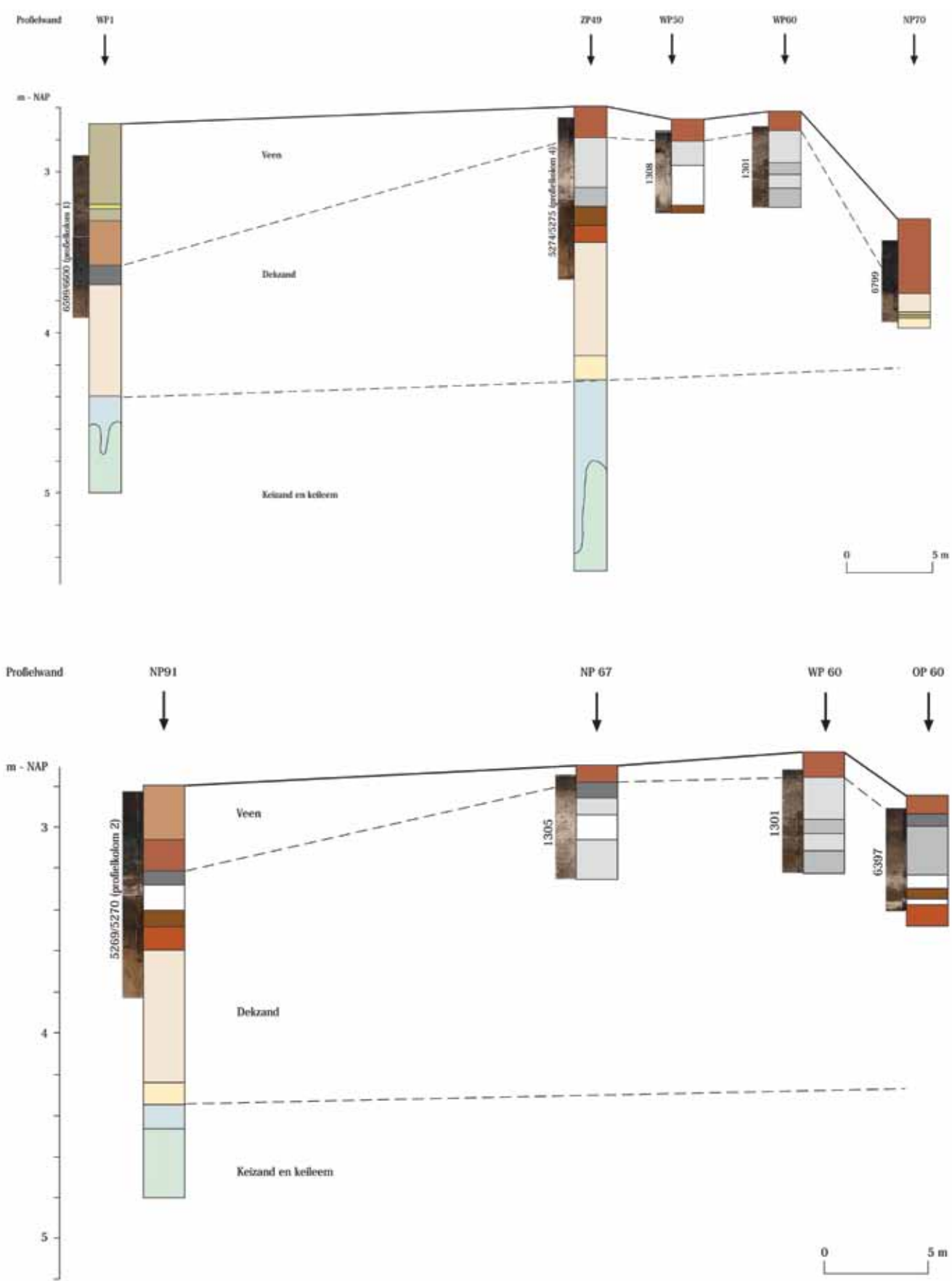


fig. 48 Stratigrafische en bodemkundige relaties tussen profielbakken WP1, ZP49, WP50, WP60 en NP70 (boven) en NP91, NP67, WP60 en OP60 (onder)(figuur P.C. Vos, met aanpassingen).

Vooreerst zal de methodiek van de monsterbehandeling en lithologische beschrijving van de monsters aan bod komen (paragraaf 6.3.2.2.). Vervolgens zullen de resultaten van de geologische en bodemkundige opnamen beschreven worden (paragraaf 6.3.2.3). Tot slot wordt, na de voorstelling van het micromorfologische onderzoek (paragraaf 6.3.3.), en op basis van de geologische/bodemkundige resultaten, het dateringsonderzoek (zie Hoofdstuk 7.5.) en het paleoecologische onderzoek (zie Hoofdstuk 7.4.) de landschapsgeene vóór, tijdens en na de steentijdbewoning besproken en bediscussieerd in de landschapsynthese (paragraaf 6.3.4.).

6.3.2.2 Methodiek

Om de geolandschappelijke onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden werd gekozen voor een multidisciplinaire aardwetenschappelijke aanpak, waarvan het laboratoriumonderzoek in handen lag van verschillende vorsers en instellingen: R. Exaltus van EGM voor het micromorfologisch onderzoek (paragraaf 6.3.3.), D.G van Smeerdijk van BIAx voor het pollenonderzoek (paragraaf 7.4.2.) en het Van de Graaff laboratorium (Universiteit Utrecht) voor de ¹⁴C-dateringen in het kader van het geolandschappelijke onderzoek (Hoofdstuk 7.5.). Naast de profielopname en bemonstering op het terrein (zie paragraaf 6.2.4.2.) werd ook de uitwerking en rapportage van het geolandschappelijke onderzoek van TNO-BenO in het kader van het DAO-2 onderzoek uitgevoerd door P.C. Vos.

Op 7 april 2005 werd een selectie gemaakt van het bemonsterde materiaal en zijn uit de bakken monsters genomen voor ¹⁴C-, pollen en micromorfologisch onderzoek door de verschillende specialisten op deze onderzoeksterreinen. De bakken zijn in het laboratorium lithologisch beschreven en gefotografeerd en elk met een eigen (boor)nummer als opnamekolom ('boring') ingevoerd in de DINO-database van TNO. Bijlage 3a bevat een algemeen overzicht van de bakgegevens, terwijl de details van de bakbeschrijvingen zijn opgenomen in Bijlage 3b. Naast de verwijzing naar het baknummer bij de kopgegevens van elke bakbeschrijving staan hierin voorts vermeld: (1) de geografische positie van de bakken in RD coördinaten, (2) de diepteligging van de top van de bakken, (3) de diepteligging van de top van het pleistocene zand (voor zover aanwezig in de bakken) en (4) de verwijzing naar de kolomopname ('boring') met de lithologische beschrijving. De dieptes van de laagenheden in deze beschrijvingen zijn aangegeven ten opzichte van NAP, zodat de diepteligging van de top van het pleistocene zand direct uit de beschrijvingen zijn af te lezen. De stratigrafische en bodemkundige relaties tussen de verschillende bakopnamen zijn in fig. 47 en fig. 48 weergegeven door middel van profielraaien tussen de baklocaties. De monstergegevens van het OSL-onderzoek zijn opgenomen in paragraaf 7.6.2.

6.3.2.3 Resultaten

6.3.2.3.1 Inleiding

In deze paragraaf zullen de lithologische laagenheden en de bodems besproken worden die in de ontsloten profielwanden zichtbaar waren. De lithologische lagen hebben de oude veldnamen gekregen zoals keileem, keizand en dekzand. Deze laagenheden worden bij de beschrijving ingedeeld conform de nieuwe lithostratigrafische indeling van Nederland van TNO-BenO (de Mulder *et alii* 2003). Deze classificatie vervangt de oude classificatie van de voormalige Rijks Geologische Dienst (RGD) (Zagwijn, Van Staalduinen 1975). De bodemhorizonten die in de top van het dekzand ontwikkeld waren, zijn beschreven volgens de nieuwe bodemclassificatie van Nederland (De Bakker, Schelling 1966). Voor een beschrijving van de vier geologische profielkolomopnames wordt verwezen naar bijlage 2b. De resultaten van het OSL-onderzoek zijn opgenomen in paragraaf 7.6.2.

6.3.2.3.2 Lithostratigrafische eenheden

De laagenheden die tot een maximale diepte van -6 meter NAP ontsloten waren, zullen hieronder van oud naar jong kort besproken worden.

Keileem

Lithologie Licht blauw grijze, zandige en siltrijke klei (klei, uiterst siltig) met grind en keien (grondmorene afzettingen uit de Saale ijstijd). In de top van de keileem komen grijsbruine humeuze banden voor die sterk 'verkneed' zijn (omgewerkt) door krypturbate processen.

Bovengrens ca. 4.50 – 5.00 m -NAP

Ondergrens dieper dan 6 m -NAP

Afzettingsmilieu Grondmorene afzettingen uit de Saale ijstijd

Ouderdom Rond 150 duizend jaar geleden

Stratigrafie Laagpakket van Gieten, onderdeel van de Formatie van Drente

Keizand

Lithologie Matig fijn tot matig grof zand, met een grote spreiding ('slecht gesorteerd'). Het zand bevat veel grind, variëren van fijn tot grof. Het grind bevat glaciaal materiaal, waaronder graniet en zwarte vuursteen. Verweerde laag van de onderliggende keileem. In de top van de laag komen uiterst fijne humeuze zandlagen voor, die door de vorstwerking (krypturbatie) sterk zijn verstoord ('verkneed').

Bovengrens ca. 4.30 m -NAP

Ondergrens ca. 4.50 – 5.00 m -NAP

Afzettingsmilieu De laag is een verweringsresidu van de onderliggende keileem

Ouderdom De verwerking van de top van de keileem heeft plaatsgevonden tussen 130 en 11 duizend jaar voor heden. De krypturbate structuren dateren waarschijnlijk uit het Pleniglaciaal, een langdurige koude periode tussen ca. 75 en 18 duizend jaar voor heden

Stratigrafie Laag van Gasselte, behorend tot het Laagpakket van Gieten, en onderdeel van de Formatie van Drente

Dekzand

Lithologie Kalkloos, zeer fijn zand met een gemiddelde korrelgrootte van ca. 120 µm. In de top van het dekzand is een podzolbodem ontwikkeld. De niet verstoorde dekzanden onder de podzolbodem, ook wel het 'moedermateriaal' of C-horizont genoemd, zijn lichtgeel en fijn gelaagd. De gelaagdheid bestaat uit een grootschalige, laaghoekige en parallelle cross-bedding (gelaagdheid). De laagjes bestaan uit een afwisseling van fijnere en grovere korrels. In het noordoostelijk deel van het opgravingsterrein komt in het dekzand een leemlaag voor (waargenomen in de profielwanden van OP78, ZP70 en NP97; kolomopname 3). Deze leemlaag bestaat uit twee niveaus. Het onderste deel is sterk humeus en bruin van kleur en het bovenste deel is nauwelijks humeus en groengrijs van kleur.

Bovengrens ca. 2.80 – 3.80 m -NAP

Ondergrens ca. tot 4.30 m -NAP

Afzettingsmilieu Eolische (wind) afzettingen. De leemlaag is afgezet in een aquatisch milieu. Waarschijnlijk betrof het een locale depressie in het dekzand, waar water bleef staan, en waar fijne sedimentdeeltjes werden aangevoerd tijdens perioden met hoge neerslag.

Ouderdom 18.000 – 11.000 voor heden.

Stratigrafie Laagpakket van Wierden, deel uitmakend van de Formatie van Bostel.

Veen

(basis veenpakket)

Lithologie Amorf, donkerbruin veen met veel houtresten en houtwortels. Aan de basis van het veen (overgang naar de podzolbodem in het dekzand) zijn ook houtskool en vuursteenartefacten gevonden.

Bovengrens ca. 1.50 m -NAP

Ondergrens ca. 2.80 - 3.80 m -NAP

Afzettingsmilieu Broekveenmoeras (basis van het veen)

Ouderdom ca. 3300 -2850 cal. jaren voor heden

Stratigrafie Basisveen (laagpakket), deel uitmakend van Formatie van Nieuwkoop

6.3.2.3 Bodemhorizonten

In de top van het dekzand is een duidelijk bodemprofiel ontwikkeld. Deze oude bodem (paleosol) bestond uit een podzolprofiel. Omdat de E-(of A2-)horizont van de podzolbodem in het algemeen erg dik was (30 tot 60 centimeter), was deze bodem lastig te classificeren volgens de nieuwe bodemclassificatie van Nederland (De Bakker, Schelling 1966). Omdat er in de bodemprofielen in- en uitspoelingshorizonten werden waargenomen (respectievelijk een B- en A2-horizont) zijn deze bodems geclassificeerd als '(paleo-)veldpodzolgronden'.

(1) De zandkorrels in de dikke A horizont waren over het algemeen uitgeloozd ('loodzand'), hetgeen wil zeggen dat ze geen ijzerhuidje om de korrels hadden. Opmerkelijk was dat de uitgeloozde A-horizont niet egaal zilvergrijs was (zoals bijvoorbeeld bij een goed ontwikkelde haarpodzolgrond), maar dat deze vaak gevlekt was met zwart organisch materiaal. Het leek erop of de A0/1-horizont gemengd was met de E-(of A2-)horizont. Soms was de gevlekte A-horizont meer zwart dan (zilver)grijs door humeus en organische stof aanwezig. Ook werden in de uitgeloozde A-horizont vuursteenartefacten gevonden en werd deze bodemlaag verstoord door grondsporen met houtskool. Vanwege zijn opmerkelijk gevlekte karakter en de aanwezigheid van artefacten kreeg deze bodemhorizont in het veld de naam *antropogene A* (AA-horizont). Met deze naam werd niet bedoeld dat deze bodemhorizont geheel door mensenhand is gevormd. Wat antropogeen verstoord was en wat niet, was punt van aanvullend laboratoriumonderzoek (micromorfologie en OSL-onderzoek). Op grond van het organische stofgehalte (zwart kleuring) werd de AA-horizont in de profielwanden vaak onderverdeeld in subniveaus, zoals AA1 (vrijwel schoon zilvergrijs zand) en AA2 (donker organisch rijk zand met uitgeloozde zandkorrels). De AA1- en AA2-horizonten hadden in de profielwanden geen duidelijke omgrenzing (gelaagdheid) maar gingen lateraal geleidelijk in elkaar over.

(2) Onder de AA-horizont bevond zich op de meeste plaatsen een inspoelings- of B-horizont. Vaak was er een bruin-zwarte humeuze inspoelingslaag te herkennen (B2h-horizont) en daaronder een donker roodbruine ijzerinspoelingslaag (B22-horizont). De B/C-horizont was het overgangsniveau tussen de inspoelings (B-)horizont en het licht geel grijs gekleurde dekzand, dat niet aan bodemvorming onderhevig was geweest (C-horizont of 'moedermateriaal'). De ijzeraanrijking in de B-horizont verschilde sterk van plaats tot plaats. Met name in de putten 14 en 23 had zich een dikke en harde ijzeroerbank gevormd. Deze ijzerbank duidt op een grote (laterale) ijzeraanrijking.

6.3.3 Bodemmicromorfologie (naar het onderzoek van R. Exaltus)

6.3.3.1 Inleiding

Het micromorfologische onderzoek, in het kader van het DAO-2 uitgevoerd door Exaltus (EGM) in samenwerking met M. Kooistra (KMS), verantwoordelijk voor de vervaardiging van de slijpplaten, was gericht op een beschrijving en analyse van in slijpplaten waarneembare bodemverschijnselen en een interpretatie ervan in termen van bodemvormingsprocessen in een ruimtelijk verband. Conform de onderzoeksopdracht (zie Hoofdstuk 1.3.) stonden daarbij volgende specifieke onderzoeksvragen omtrent de land-

schapsvorming centraal:

- Welke bodemhorizonten kunnen micromorfologisch worden onderscheiden? Wat zijn hun kenmerken? Onder welke omstandigheden zijn ze gevormd?
- Zijn er micromorfologische aanwijzingen voor natuurlijke en/of antropogene verstering van bodemhorizonten en antropogene grondsporen?
- Zijn er micromorfologische aanwijzingen voor opeenvolging van in tijd verschillende bodemvormende/versterende processen?
- Is er variatie in de aard en intensiteit van bodemverschijnselen, en zo ja, welke ruimtelijke verschillen treden dan op en waardoor zijn deze veroorzaakt?
- Zijn er micromorfologische aanwijzingen voor betredingsniveaus in het veenprofiel?

Een andere onderzoeksvraag voor het micromorfologische onderzoek had specifiek betrekking op de waargenomen verschillen in de zichtbaarheid van grondsporen (met houtskool) en wordt in detail behandeld in paragraaf 7.1.3.3.

Na een overzicht van de gevolgde methodologie (paragraaf 6.3.3.2.), worden de resultaten van de afzonderlijke micromorfologische monsters gepresenteerd (paragraaf 6.3.3.3.).

Tot slot wordt, in combinatie met de inzichten van de overige onderzoeken, getracht een antwoord te formuleren op bovenstaande vraagstellingen (paragraaf 6.3.4.2.).

6.3.3.2 Methodiek

Voor het beantwoorden van de onderzoeksvraagstellingen werd 540 centimeter bodemprofiel bemonsterd, bestaande uit 36 monsters afkomstig uit 16 pollenbakken (tab. 2). De geselecteerde profielen werden zoveel mogelijk aaneensluitend bemonsterd; uit 50 centimeter hoge pollenbakken werden telkens boven elkaar monsters van 15 x 4 cm genomen. Uiteindelijk werden 18 slijpplaten van 15 x 8 centimeter vervaardigd waarin steeds twee profieldelen van elk 15 centimeter hoogte te bestuderen zijn. De procedure die voor de vervaardiging van de slijpplaten werd gevolgd bestond uit het klimaatsdrogen van de onverstoorde bodemonsters (Jongierius, Heintzberger 1975), de impregnatie met een kleurloze onverzadigde polyesteroplossing, de verharding van de monsters met gammaradiatie na verdamping van het grootste deel van de aceton uit deze oplossing (Bisdom, Schoonderbeek 1983) en het vervaardigen van slijpplaten uit de kern van de verharde blokken, om verstoringen zoveel mogelijk uit te sluiten. Vervolgens werden de

	Pollenbak		Hoogte cm -NAP	Slijpplaatnummer	Opmerkingen
1	7474.001301	1	272-287	05.34	
		2	287-302	05.35	
2	7474.001302	3	275-290	05.36	ook palynologisch onderzocht
3	7474.001303	4	285-300	05.37	
		5	300-315	05.38	
		6	315-330	05.39	
4	7474.001306	7	288-303	05.29	volgens foto kloppen hoogtewaarden niet
		8	303-318	05.30	
5	7474.001308	9	276-291	05.24	
		10	291-306	05.25	
		11	306-321	05.26	
6	7474.001310	12	282-297	05.15	
		13	297-312	05.16	
		14	312-327	05.17	
7	7474.001800	15	276-291	05.27	volgens foto kloppen hoogtewaarden niet
		16	291-306	05.28	
8	7474.005269	17	302-317	05.43	ook palynologisch onderzocht
		18	317-332	05.44	
9	7474.005270	19	332-347	05.45	
		20	347-362	05.46	
10	7474.005273	21	378-393	05.47	
		22	393-408	05.48	
11	7474.005274	23	264-279	05.18	ook palynologisch onderzocht
		24	279-294	05.19	
		25	294-309	05.20	
12	7474.005275	26	314-329	05.21	
		27	329-344	05.22	
		28	344-359	05.23	
13	7474.005283	29	328-343	05.41	
		30	343-358	05.42	
14	7474.006397	31	295-310	05.31	ook palynologisch onderzocht
		32	310-325	05.32	
		33	325-340	05.33	
15	7474.006600	34	360-375	05.13	volgens foto kloppen hoogtewaarden niet ook palynologisch onderzocht
		35	375-390	05.14	
16	7474.006799	36	371-386	05.40	ook palynologisch onderzocht

tab. 2 Overzicht van de bestudeerde micromorfologische monsters (bron: naar Exaltus 2007, 183, tabel 41.).

slijpplaten geanalyseerd met een polarisatie lichtmicroscop (vergrotingen tot 200x) en referentieliteratuur (Bullock *et alii* 1985; Courty *et alii* 1989).

6.3.3.3 Resultaten

De weergave van de resultaten van de afzonderlijke micromorfologische monsters werden door ons herwerkt, op basis van het onderzoek van Exaltus, en opgenomen in bijlage 4a. De resultaten van de bestudeerde monsters worden gekoppeld aan een foto en een korte (TNO/NITG-) beschrijving van de pollenbakken waaruit de monsters werden genomen. Deze beschrijvingen zijn ontleend aan de boorfiches, die zijn opgenomen als bijlage 3b. De rechterkolom bevat telkens Exaltus' analyses waarbij we een onderscheid maakten tussen zijn observaties (in zwart) en interpretaties (in rood en onderlijnd). Tot slot is van elk monster de locatie en een foto van de monsternaam in het veld weergegeven. Tijdens het samenbrengen van deze gegevens is duidelijk geworden dat een aantal van de hoogwaardigheden die Exaltus in zijn tabel opneemt niet overeenstemmen met hetgeen op de foto is weergegeven en dat voor één monster geen beschrijving beschikbaar is. In het eerste geval handelt het om de pollenbakken met vondstnummers 7474.001306 (05.29 en 05.30), 7474.00180 (05.27 en 05.28) en 7474.006600 (05.13 en 05.14); in het tweede geval om de pollenbak met vondstnummer 7474.001302 (05.36). Omwille van die reden worden daarom ook de (vermoedelijke) correcte versies weergegeven. Vijf van de bestudeerde pollenmonsters werden ook palynologisch onderzocht (zie bijlage 7c). Een uitgebreide beschrijving van alle laagtypes en horizonten die door Exaltus in de profielen werden aangetroffen is opgenomen in bijlage 4b (naar Exaltus 2007, 185-190). Het gaat om een algehele beschrijving van de doorsnee opbouw van de profielen, waarbij elk materiaaltype gevisualiseerd is door middel van een kleurcode, aan de hand waarvan voor elk onderscheiden laagtype het bodemmateriaal, de holten en de kenmerkende verschijnselen worden beschreven. De laagtypes werden daarbij als volgt gegroepeerd: zand en zand met ijzer- en humusinspoeling (6 laagtypes), zand met ruwe humus (4 laagtypes), weinig zand (3 laagtypes), zandig veen (1 laagtype), klei (2 laagtypes) en houtskoolrijk zand (4 laagtypes). Exaltus (2007, figuren 1 t.e.m. 5, bijlage 1) geeft een overzicht van de locatie van de verschillende monsters. Degene die min of meer op een lijn liggen worden verbonden door een gekleurde lijn. Op die manier werden volgende lijnen gecreëerd die in afzonderlijke figuren (Exaltus 2007, figuren 2 t.e.m. 4) werden weergegeven: een gele lijn verbindt de monsters NP91, WP60 en OP60 (Exaltus 2007, figuur 2), een rode lijn de monsters WP01, ZP49, WP50, WP60 en NP70 (Exaltus 2007, figuur 3) en een groene lijn de monsters WP41, OP50, WP60, OP78 en NP97 (Exaltus 2007, figuur 4). De profielen ZP58 en OP50 worden afzon-

derlijk weergegeven (Exaltus 2007, figuur 5) omdat deze in tegenstelling tot de andere bemonsterde profielen grondsporen bevatten.

Het micromorfologische onderzoek resulteerde in algemene observaties over de matrix, de opbouw en anomalieën van de bestudeerde monsters en over aanwezigheid van vercoold plantaardig materiaal. Behalve vercoold plantaanresten werden in monsters geen andere artefacten aangetroffen.

(1) De matrix van het overgrote deel van de monsters bestaat uit kalkloos, onregelmatig gepakt zand van ongesorteerde kwartskorrels die matig tot sterk zijn afgerond. Ca. 2/3 van de matrix is opgebouwd uit korrels matig fijn zand; de rest uit korrels matig grof zand. De korrels hebben gemiddeld twee tot drie raakpunten met naastliggende korrels in het horizontale vlak (waartoe een microscopische analyse zich beperkt).

(2) De opbouw van de monsters wordt weergegeven van onder naar boven. Onderin zijn de zandkorrels veelal omgeven door ijzerhuidjes. Naar boven toe worden deze huidjes doorgaans dikker en bestaan ze deels uit humus. Plaatselijk zijn de zandkorrels door dergelijke huidjes aaneengekit. Verder naar boven toe neemt de hoeveelheid ijzer af, terwijl de hoeveelheid humus blijft toenemen. De humus onderin de bemonsterde profielen bestaat uit amorf materiaal dat vaak enigszins vervloeid is. Nog verder naar boven neemt de hoeveelheid ruwe humus toe en worden de zandkorrels van elkaar gescheiden door tussenliggend humus. Er komen steeds meer organische resten voor die nog herkenbaar zijn als de weefselresten van planten. In de bovenste helft zijn er vaak zoveel plantenresten aanwezig dat het zand weinig is.

(3) Profiel NP97 (= vondstnummer 7474.005273) wijkt af door de aanwezigheid van klei (die overigens niet in de TNO-boorbeschrijving is weergegeven). Het gaat om een drie centimeter dikke laag siltige klei, die volledig is ingebed in zand en rijk is aan sterk afgebroken organisch materiaal en ijzer.

(4) In elk profiel (met uitzondering van NP70) is vanaf enkele centimeters boven de basis van het bemonsterde traject, en in het monster WP41 al direct vanaf de basis, vercoold plantaardig materiaal aanwezig. In eerste instantie handelt het overwegend over zeer kleine deeltjes in de ruimten tussen de zandkorrels en zijn er nauwelijks grotere deeltjes die afzonderlijke zandkorrels van elkaar scheiden. Naar boven toe neemt de aanwezigheid van dergelijke grotere deeltjes toe. Veelal is aan de structuur ervan te zien dat het om vercoold hout gaat. In de meeste profielen overschrijdt de hoe-

veelheid verkoolde plantenresten nergens de tien volume-percent. In WP01 en NP91 zijn echter trajecten van één of enkele centimeters dikte aanwezig waarin de hoeveelheid verkoolde plantenresten oploopt tot meer dan de helft van het bemonsterde volume. In OP50 en ZP58 (beide grondsporen) loopt de hoeveelheid verkoolde plantenresten plaatselijk op tot ongeveer dertig volumepercenten (zie ook 6).

6.3.4 Discussie & conclusies (naar de onderzoeken van P.C. Vos & R. Exaltus)

6.3.4.1 Ouderdomsbepalingen

Radioactieve koolstofdateringen voor geolandschappelijke doeleinden zijn verricht aan monsters van de basis van de veenlaag en het houtskool dat gevonden is in het veen (zie paragrafen 7.5.3.1. en 7.5.4.1.). Verder zijn ook OSL-monsters genomen om de ouderdom van de AA-horizont te bepalen (zie paragraaf 7.6.2.). De specifieke vraag die aan het OSL-onderzoek werd gesteld was of de AA-horizont verstoven of door de mens was omgewerkt. Omgewerkt of verstoven zand zou tijdens de omwerking blootgesteld zijn geweest aan licht en daarom een jongere (holocene) datering geven dan die van het dekzand (tweede helft laat glaciaal).

(1) De ¹⁴C gedateerde basis Basisveenmonsters zijn geselecteerd op geschikt dateerbaar plantaardig materiaal; dit om 'vervuiling van het monster' van bijvoorbeeld latere doorworteling te voorkomen. De selectie van het plantaardige materiaal is uitgezocht door BIAX. Het geselecteerde materiaal is vervolgens door middel van de versneller techniek (AMS) gedateerd door het Van de Graaf laboratorium in Utrecht. Uit dit onderzoek komt dat de veenontwikkeling in het laagste deel van de dekzandondergrond (rond -3.70 meter NAP) ca. 4400 B.P. (ca. 3000 v. Chr) begon en dat de top van de dekzandrug (rond -2,75 meter NAP) overveend is rond 4200 B.P. (ca. 2800 v. Chr). Het verschil tussen het begin van de veenvorming op het laagste en hoogste deel van de dekzandondergrond op de vindplaats bedraagt dus ca. 200 jaar. Dit houdt in dat de veenontwikkeling op de dekzandkop niet tegelijk aanving maar dat het veen geleidelijk tegen de dekzandkop 'opkroop'.

(2) De OSL-resultaten bevestigen de pleistocene ouderdom van het dekzand; monsters NCL-3405019 en 23 geven ouderdommen van 12.5 ± 0.5 en 11.1 ± 0.5 ka. Ook voor het merendeel van de monsters uit de AA-horizont wordt een pleistocene OSL-datering verkregen (monsters NCL-3405020 t.e.m. 22). Hierbij moet aangetekend worden dat voor monsters 21 en 22 geen bepaling van het dosis tempo gedaan kon worden omdat de hoeveelheid ingediend materiaal hiervoor te klein was. Voor de ouderdomsbepaling op deze monsters is aangenomen dat het dosistempo identiek is aan dat

bepaald op monsters 18 en 20, genomen uit hetzelfde bodemlaag. De pleistocene ouderdom op dit materiaal geeft aan dat het materiaal tijdens het holoceen niet aan licht blootgesteld is. Als verstoring in het holoceen heeft plaatsgevonden dan is dit op een manier gebeurd waarbij de zandkorrels niet of nauwelijks aan licht blootgesteld zijn. Voor monster NCL-3405018 uit de AA-horizont werd een holocene ouderdom verkregen (7.2 ± 0.4 ka). Deze datering geeft aan dat dit monster wel in het holoceen aan licht is blootgesteld geweest. De ouderdom van de vergraving/boomval van OSL-monster NCL-3405018 is op basis van het dateringsonderzoek niet vast te stellen omdat de metingen op submonsters van dit monster een behoorlijke spreiding laten zien die waarschijnlijk veroorzaakt is doordat voor sommige korrels het OSL-sigitaal niet volledig op nul is gesteld voor afzetting. Dit is mogelijk als de korrels nauwelijks aan licht zijn blootgesteld tijdens verstoring. Het is dus niet uit te sluiten dat de lichtdoordringing jonger is dan de opgegeven ouderdom. De OSL-ouderdom op dit monster moet daarom als maximale ouderdom geïnterpreteerd worden. De oorzaak van de lichtdoordringing kan vergraving van de bodem door de mens zijn geweest maar ook een boomval (oplichting van de bodem door de wortels van de opgevallen boom) kan hier verantwoordelijk voor zijn geweest. Tijdens de veldopnamen zijn geen duidelijke structuren in het bodemprofiel waargenomen die duiden op vergraving of een boomval. Dit wil niet zeggen dat die niet aanwezig waren (zie ook de bijdrage van Exaltus waar in monster WP60, bak 1301 graafactiviteiten zijn waargenomen).

De belangrijkste conclusie die uit de OSL-dateringen getrokken kunnen worden is dat de AA-horizont niet door verstuving is ontstaan. Indien dit wel het geval zou zijn geweest, zouden alle OSL-dateringen uit de AA-horizont een holocene datering gehad moeten hebben.

6.3.4.2 Inzichten op basis van het bodemmicromorfologische onderzoek

Op basis van zijn micromorfologische observaties kwam Exaltus tot volgende conclusies:

- (1) De zandkop bestaat overwegend uit matig fijn zand dat als dekzand is afgezet.
- (2) De goed ontwikkelde humushuidjes onderin NP91, OP60, ZP49 en WP69 zijn een sterke aanwijzing dat in dit zand oorspronkelijk een bruine bosbodem is gevormd. Er stond dus een bos.
- (3) Deze oorspronkelijke bruine bosbodem is gedegradeerd, samenhangend met vernatting van het gebied (cf. Almere-Hoge Vaart/A27; Spek *et alii* 2001a).

- stijging van de grondwaterspiegel leidde tot vernatting van oorspronkelijke bodem. Inspoelingslaagjes in boomkuilen geven aan dat het bos sterk onder vernatting te leiden had;
 - de vegetatie veranderde van bos in een natteheidevegetatie, die in *in situ* verbrande vorm werd waargenomen in NP91;
 - vernatting en verzuring leidde tot de vorming van vervloeiende humushuidjes en beperkte de biologische activiteit in de bodem: bioturbatie is vrijwel beperkt tot de activiteiten (vraat) van potwormen; de afbraak van organisch materiaal gebeurt voornamelijk door bacteriële activiteit en schimmeligroei wat aangeeft dat de bodemomstandigheden nat en tenminste enigszins zuur waren (Kooistra, Pulleman 2007); in dit zure milieu vond podzolering plaats waardoor huidjes van vervloeiende humus ontstonden die onderin de meeste monsters werd aangetroffen boven de in een bruine bosbodem gevormde huidjes.
- (4) In verband met antropogene invloeden: gedurende de fase waarin nog bosrestanten aanwezig waren, vond relatief ingrijpende menselijke invloed plaats op de zandkop:
- het bosrestant op de zandkop werd gedurende het begin van de bewoning omringd door natte heidevegetatie;
 - in deze fase lijkt podzolering onder een natte heidevegetatie te hebben plaatsgevonden;
 - bewoning begon toen het niveau van de veenvorming tussen -3.72 en -3.53 meter NAP lag. Het zandlichaam stak toen 80 à 90 cm boven het omliggende veen uit (zie punt 6);
 - op het centrale deel werd verbranding van hout op tamelijk grote schaal waargenomen, gedurende een vroege fase van bewoning;
 - hiermee samenhangend vonden relatief grootschalige graafactiviteiten plaats waardoor het gevormde houtskool tot 30 centimeter in het zand werd opgenomen (zoals geobserveerd in WP50, WP60, WP69 en WP41); intensieve betreding leidt slechts tot opname van houtskool tot 15 centimeter diep in de bodem (Exaltus, Miedema 1994); betreding van zand op hellingen kan wel tot het ontstaan van betredingslagen van tientallen centimeters dikte leiden; in dat geval ontstaat echter een colluviumachtig pakket met een kenmerkende gelaagde opbouw;
 - het ontbreken van humushuidjes in doorgraven zand vormt een aanwijzing dat dergelijke huidjes niet meer werden gevormd vanaf de periode van menselijke activiteit;
- (5) In verband met erosie: de flanken van de zandkop, met name aan de noordzijde, werden ten gevolge van de antropogene activiteiten gevoelig voor erosie door afstromend (neerslag) water:
- dit blijkt uit de aanwezigheid van talrijke afspoelingslaagjes in OP78;
 - dit deel van de zandkop moet dan ook grotendeels ontdaan zijn van vegetatie;
 - aan dezelfde (oost)zijde (in NP97, maar ook in WP60 en OP60) is er afzetting van kalkhoudende sedimenten (silt en klei) vanuit open water; hoewel deze afzettingslaagjes onder dekzand en veen liggen, is niet met zekerheid te zeggen of de afzetting plaatsvond voorafgaand aan de veenvorming, het kan ook gaan om materiaal dat is afgezet onder een losgewerkte wortelkluit van een door (vernatting) afgestorven boom ('inspoeling van boomkuilen').
- (6) In verband met de veenvorming: in NP70 en NP97 begint de veenvorming al op resp. -3.75 en -3.80 meter NAP. Onder dit veen is geen houtskool in het zand aanwezig. Gezien de nabijheid (vooral in het geval van NP70) tot het extreem houtskoolrijke deel van de zandkop, moet dit betekenen dat op de lage flanken van de zandkop al veenvorming plaatsvond voorafgaand aan de start van de relatief grootschalige antropogene activiteiten (zie punt 4). Het begin van de antropogene activiteiten moet liggen in de periode dat de veenvorming plaatsvond op een niveau tussen het begin van de veenvorming in NP70 (-3.75 meter NAP) en de aanvang hiervan in WP01 (-3.43 meter NAP). Onder het veen in WP01 is immers houtskool aangetroffen. Het betreft zelfs een *in situ* gevormde stooklaag met daar bovenop een betredingslaag.
- (7) Na de periode van grootschalige houtskoolvorming en vermenging hiervan met zand heeft herafzetting van zand plaatsgevonden:
- dit wordt aangetoond door de aanwezigheid van relatief houtskoolarm zand boven houtskoolrijk zand;
 - dit geeft aan dat de top van de zandkop na de periode van grootschalige houtskoolvorming en graafactiviteiten (zie punt 4) grotendeels ontdaan moet zijn geweest van vegetatie;
 - in de top van het herafgezette zand vond opnieuw antropogene beïnvloeding plaats: het herafgezette zand werd incidenteel betreden waarbij houtskool werd opgenomen en gefragmenteerd geraakte; deze betreding ging op zijn minst door tot in de periode waarop het niveau van de veenvorming rond -2.66 meter NAP ligt, het niveau waarop in ZP49 in het veen nog houtskool is aangetroffen. Dat het hier werkelijk om verkoold hout gaat geeft

aan dat ook in deze periode nog bomen of restanten hiervan aanwezig waren.

- DUS: houtskool dat voorkomt tot in het veen geeft aan dat antropogene activiteiten op de zandkop of in de nabijheid ervan doorgingen tot de zandkop (vrijwel) volledig door veen was afgedekt.

- (8) Ondanks de voortgaande vernatting zakte de grondwaterspiegel gedurende de zomer nog voldoende om in- en uitspoeling van humus- en houtskoolstof toe te laten:
- dit kan plaatselijk geleid hebben tot het vervagen van grondsporen;
 - in de oxidatie-reductie zone ontstond pyriet;
 - in deze periode was het niveau tot waarop veenvorming plaatsvond al voortgeschreden tot ongeveer -3,04 meter NAP, het niveau waarop in NP91 een *in situ* verbrande veenlaag is aangetroffen.

6.3.4.3 Landschapsynthese

De OSL-dateringen uit de top van het dekzand wijzen erop dat het dekzandlandschap rond de vindplaats aan het einde van het laat-glaciaal (11-15 duizend jaar geleden) is gevormd. Onder het dekzand bevindt zich een laag keizand, waarvan de top van de laag op een vrij constant niveau ligt, namelijk rond -4.30 meter NAP. Het keizand is de verweringslaag van de onderliggende keileem en deze laag heeft gedurende vele tientallen duizenden jaren aan het oppervlak gelegen. Paleolithische vondsten zijn daarom in deze laag zeker niet uit te sluiten. De dikte van het dekzandpakket varieert tussen 0,50 en 1,50 meter. Het reliëfverschil van het dekzand bedraagt op de opgravingslocatie maximaal één meter. De hoogste top van het dekzandduin ligt ter hoogte van de putten 58, 59, 67 en 68.

Aan het begin van het holoceen werd het dekzand vastgelegd door vegetatie. De gemiddelde julitemperatuur steeg aan het begin van het holoceen (ca. 9.000 v. Chr) van ca. 10 graden Celsius naar ca. 17 graden Celsius in de loop van het Atlanticum. Aanvankelijk (begin holoceen) was de vegetatie op de dekzandkop nog spaars en bestond deze waarschijnlijk uit grassen en enkele dennen. Met de klimaatsverbetering en de toenemende neerslaghoeveelheden nam de begroeiing op de dekzandrug toe. Vanaf het begin van het Atlanticum, rond 7000 – 6500 v. Chr, was het klimaat zover verbeterd dat er zich een gemengd eikenbos kon ontwikkelen. Met het ontstaan van het gemengde eikenbos vormde zich op de locatie een moderpodzolgrond ('holtpodzolgrond of oude bosbodem') in de top van het dekzand.

De mesolithische aanwezigheid, die door middel van houtskooldateringen van haardkuilen bepaald is rond 7850 BP (ca. 6650 v. Chr.) en rond 7400 BP (ca. 6200 v. Chr.), dateert uit de periode van de overgang naar een gemengd eikenbos.

Omdat de bodemvorming -ontstaan en afbraak holtpodzolbodem- in hoofdzaak dateert van na deze overgangperiode (en mesolithische aanwezigheid) zijn de antropogene verstoringen uit die periode in het veld moeilijk veelal waarneembaar ('leesbaar'). De bodemvorming heeft ze voor een deel 'uitgewist'. Het aanvullende archeologische dateringsonderzoek, uitgevoerd ná het verschijnen van het aardwetenschappelijke onderzoek, heeft de hier door P.C. Vos aangehaalde inzichten over de mesolithische bewoning ter plaatse aanzienlijk veranderd. Het hernieuwde radiometrische onderzoek, en met name de dateringen uitgevoerd op individuele fragmenten van verkoolde hazelnootschelpen, suggereren immers een veel langere bewoningsgeschiedenis tussen ca. 7000 en 5400 (of zelfs 4000) cal. BC. De dateringen uitgevoerd op houtskoolfragmenten uit (de problematische) grondsporen (zie Hoofdstuk 7.1.) suggereren een bewoning tussen ca. 7100 en 6000 cal BC. Voor een uitgebreide discussie van deze inzichten omtrent de archeologische dateringen wordt verwezen naar paragraaf 7.5.4.2.

Onder invloed van de stijgende relatieve zeespiegel steeg in de loop van het Atlanticum en Subboreaal het grondwaterniveau. Aan het begin van het Atlanticum lag het gemiddelde zeespiegelniveau in de kustzone van Noord Nederland nog rond -20 meter NAP. In het Subboreaal (ca. 3750 v. Chr) was het zeespiegelniveau gestegen naar ca. -5 meter NAP. Het gevolg van deze ontwikkeling was dat aan het einde van het Atlanticum / begin Subboreaal het grondwaterniveau in de lagere delen rond de opgravingslocatie (-4/5 meter NAP) nabij het toenmalige oppervlak van die lage delen kwam te liggen. Door de vernatting die het gevolg was van de grondwaterstijging stierf op deze laagste plaatsen rond de site het gemengde eikenbos af en vormde zich een elzenbroekbos. Het grondwaterniveau in het hogere deel van de dekzandkop wisselde in die periode sterk. Tijdens periode met geringe neerslag (zomer) stond het gemiddeld laag grondwaterniveau (GLG) ruim onder het maaiveld maar tijdens natte perioden (winter/voorjaar) steeg het GLG niveau tot dicht tegen het oppervlak. Deze wisselende grondwaterstanden veroorzaakten een podzoleringsproces in de bodem. Het aanwezige ijzer en humeus in de top van de moderpodzolbodem werd mobiel en de humuszuren en ijzer (uitspoelingslaag), verplaatsten zich met de op- en neergaande grondwaterstand naar onder toe, waar het neersloeg en een B-horizont (inspoelingslaag) vormde. Een deel van het opgeloste ijzer stroomde ook lateraal weg via het grondwater waar het in de bodem een dikke ijzeroerlaag vormde (o.a. in de vakken 14 en 23). Door de vochtige omstandigheden in de bodem vergingen de wortels van de bomen niet meer geheel en dat zorgde voor aanrijking van organisch materiaal in de bodem. Dit materiaal werd deels verplaatst onder invloed van de grondwaterschommeling waardoor de A-horizont lokaal

donker van kleur werd. Omdat de A-horizont vrij chaotisch was van kleursamenstelling en omdat ook artefacten in deze laag werden gevonden werd deze bodemlaag in het veld ook wel de antropogene A (AA-horizont) genoemd. Met deze veldnaam werd niet bedoeld dat deze bodemhorizont geheel door mensenhand zou zijn gevormd. Om meer te weten over de genese van deze bodemhorizont is gericht micromorfologisch en OSL-onderzoek verricht. Het OSL-onderzoek toont aan dat de AA-horizont niet door verstuing is ontstaan. Drie van de vier dateringen uit de AA-horizont geven een ouderdom uit de laatste helft van het Laat-Glaciaal aan. Dit betekent dat deze zanden van de AA-bodemlaag niet aan het daglicht zijn blootgesteld en dus niet verstoven zijn. Eén monster (OSL-monster NCL-3405018) uit de AA-horizont geeft wel een holocene datering en dat houdt dat dit monster wel in het holoceen aan licht blootgesteld is geweest. Het micromorfologische onderzoek laat ook zien dat de mens het bodemoppervlak plaatselijk heeft verstoord, maar dat de AA-horizont zeker niet geheel door mensenhand verstoord is. Het chaotische karakter van de laag (kleurverschillen tussen licht gekleurd en uitgeloogd zand en donker humeus zand met veel wortelresten) wordt vooral veroorzaakt door de vele boomvalen die (vermoedelijk) in de fase vlak vóór en in het begin van de veenvorming hebben plaatsgevonden. De opname van profielkolom 4 geeft daar een voorbeeld van. Uit het micromorfologische onderzoek blijkt dat in het diepere deel van de bodem (onder de AA-horizont) nog de resten aanwezig zijn van de moderpodzol (oude bosbodem). De bodemhorizont, die in het veld als B/C horizont werd gekarteerd, blijkt een overblijfsel (B-horizont) van de oorspronkelijke moderpodzol te zijn geweest.

Met de doorgaande zeespiegelstijging in het Subboreaal ging ook de stijging van het grondwater door. Uit het date-

ringsonderzoek van de basis van het Basisveen komt naar voren dat de veenontwikkeling in het laagste deel van de dekzandondergrond op de locatie (rond -3.70 meter NAP) ca. 4400 BP (ca. 3000 v. Chr) begon. In de volgende twee eeuwen breidde de veenvorming zich verder over de dekzandrug uit. Tussen ca. 2800 en 2700 v. Chr raakte de hele dekzandkop overveend en werd het milieu erg ongunstig voor het wonen en werken op deze locatie. De locatie werd aanvankelijk overveend door een broekveen (elzenbroekbos). Deze broekveenontwikkeling ging vrij snel over in een rietveenvorming (ca. 2700 v. Chr). Het onderste deel van het rietveen is kleiig. De aanwezigheid van klei betekent dat het rietveen tijdens extreem hoge waterstanden (stormvloeden) overstroomd werd. Het pollenonderzoek van van Smeerdijk en Vlaar (2005) bevestigt deze mariene invloed in het veen. De klei werd aangevoerd vanuit een zuidelijk gelegen getijgeul (gebied rond Wargae). Deze getijgeul maakte onderdeel uit van het Boorne getijdesysteem, waarvan de kern lag in het centrale deel van Westergo. De basis van het Hollandveen op de mariene klei-wig van het Boorne-systeem is bij Wargae gedateerd rond 4000 BP (ca 2500 v. Chr) (Ter Wee 1976; Schrijer, Vos 2005). Op basis van dit gegeven is het waarschijnlijk dat ook rond 2500 v. Chr de mariene invloed op de veenvorming bij Hempens stopte. In de daarop volgende periode ging de rietveenvorming (zonder mariene invloed) nog tot aan het einde van het Subboreaal door. Vervolgens kwam door de veenvorming het veenoppervlak zo hoog te liggen dat het alleen nog gevoed werd door regenwater. Als gevolg hiervan begon eind Subboreaal/begin Subatlanticum de oligotrofe veenontwikkeling rond de locatie Hempens. Deze veenontwikkeling ging door tot aan de late IJzertijd/Romeinse tijd toen veenontginningen in het gebied zuidelijk van Leeuwarden een einde maakten aan de veenvorming.

DEEL VII HET ARCHEOLOGISCHE ONDERZOEK

7.1 De grondsporen

7.1.1 Algemene inleiding

Een recurrent element op prehistorische lithische vindplaatsen in zandige contexten is de aanwezigheid van grond- of bodemsporen. Hieronder wordt verstaan: ruimtelijk begrensbare verstoringen in de bodem, tengevolge van antropogene en/of biogene processen, die zich onderscheiden van de omringende bodem door één of meerdere afwijkende kenmerken, zoals kleur, structuur, verhouding organische/minerale stoffen, textuur, enz. (Huisman, Deeben 2009; Limbrey 1975, 233-352; Louwagie *et alii* 2005, 35). De herkenning, nauwkeurige registratie en een grondige studie van de aard, genese en ontwikkelingsgeschiedenis van deze bodemverstoringen vormt een essentieel onderdeel van een ruimtelijke analyse van een lithische vindplaats, en is tevens noodzakelijk om een betrouwbaar inzicht te kunnen verwerven in de ruimtelijke verpreiding van het vondstmateriaal. Uit bovenvermelde definitie volgt dat een correct begrip van een bodemverstoring impliceert dat we tevens een duidelijk inzicht moeten verwerven in de natuurlijke opbouw van de bodem, om het karakter van de verstoring in kaart te kunnen brengen en beter te kunnen begrijpen: *“Most soils containing, or associated with, archaeological material have reached a state in which we find them under excavation by a combination of depositional and pedological processes, which have acted in sequence or concurrently. Of every soil or deposit encountered it must be asked: What was it originally? Where has it come from? How did it get there? What happened to it on the way?; and What has happened to it since?”* (Limbrey 1975, 281).

Voor een inzicht in de natuurlijke bodemopbouw geassocieerd met de steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 wordt verwezen naar de resultaten van het fysisch-geografische onderzoek (zie Deel VI) waar nadruk werd gelegd op het complexe karakter en de grote lokale variatie die deze bodemopbouw kenmerkt. Na een kritisch overzicht van de veldregistratie van de bodemsporen tijdens de afzonderlijke opgraafcampagnes (paragraaf 7.1.2.), wordt de interpretatie en problematiek van deze bodemsporen vervolgens in onderhavig hoofdstuk aangewend om de aandacht te vestigen op het belang van een nauwkeurige registratie van de bodemopbouw en -verstoringen op mesolithische vindplaatsen in zandcontexten (paragraaf 7.1.3.).

7.1.2 De registratie van de grondsporen

7.1.2.1 Operationele ontwerpen

In het PvE voor de uitvoering van het veldwerk (Deeben 2001) werd vastgelegd dat grondsporen dienden te worden ingetekend op een vlaktekening en vervolgens volgens het vakkenstelsel te worden gecoupeerd, uitgegraven en gezeefd. Aparte bemonstering voor ecologisch en/of radiometrisch onderzoek van (een deel van de) sporen behoorde eveneens tot de vereisten. Het PvE voor de uitwerking van de steentijdvindplaats (Deeben 2005) bepaalde dat de informatie in verband met sporen en structuren moest bestaan uit een beschrijving, analyse, interpretatie en discussie van alle individuele grondsporen. Verder werd opgelegd de individuele grondsporen, indien mogelijk, in te delen in spoorcategorieën en/of toe te schrijven aan typologisch, chronologisch en ruimtelijk ingedeelde structuren. Structuren en grondsporen met een evidente (ruimtelijke en/of functionele) samenhang dienden als complexen apart te worden besproken en geconfronteerd met de vondstverspreiding van de verschillende vondstcategorieën. Voor de interpretatie en discussie werd verwacht de resultaten van de analyses te confronteren met de onderzoeksvragen uit het PvE en te bestuderen in relatie met andere vindplaatsen. Voldoende tekeningen en foto's vormden de basis voor deze registraties en analyses.

De registratie van bodemsporen tijdens de drie opeenvolgende opgraafcampagnes, en tegelijkertijd daarmee ook de interpretatie van deze bodemsporen, vormt één van de voornaamste problematische aspecten in het ganse onderzoek. In fig. 49 werden de ruwe versies van alle in het vlak geregistreerde grondsporen (inclusief lagen) van het opgegraven deel van de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 samengebracht in een 'allesporenkaart'; tab. 3 geeft een algemeen overzicht van de data uit de basisbestanden. Een gedetailleerd overzicht van de afzonderlijke karakteristieken van de grondsporen is, in de vorm van individuele fiches per spoor(nummer), opgenomen in bijlage 5.

7.1.2.2 Registratie van de grondsporen tijdens het IVO en het DAO-1

Over de registratie van de grondsporen tijdens de IVO/DAO-1 fases worden we summier ingelicht door Hielkema (2004, 5, 10, 36; 2006, 14), zie ook fig. 17 en fig. 21. De “archeologische” grondsporen, die stevast naar analogie met andere vindplaatsen in de regio in het veld werden geïnterpreteerd

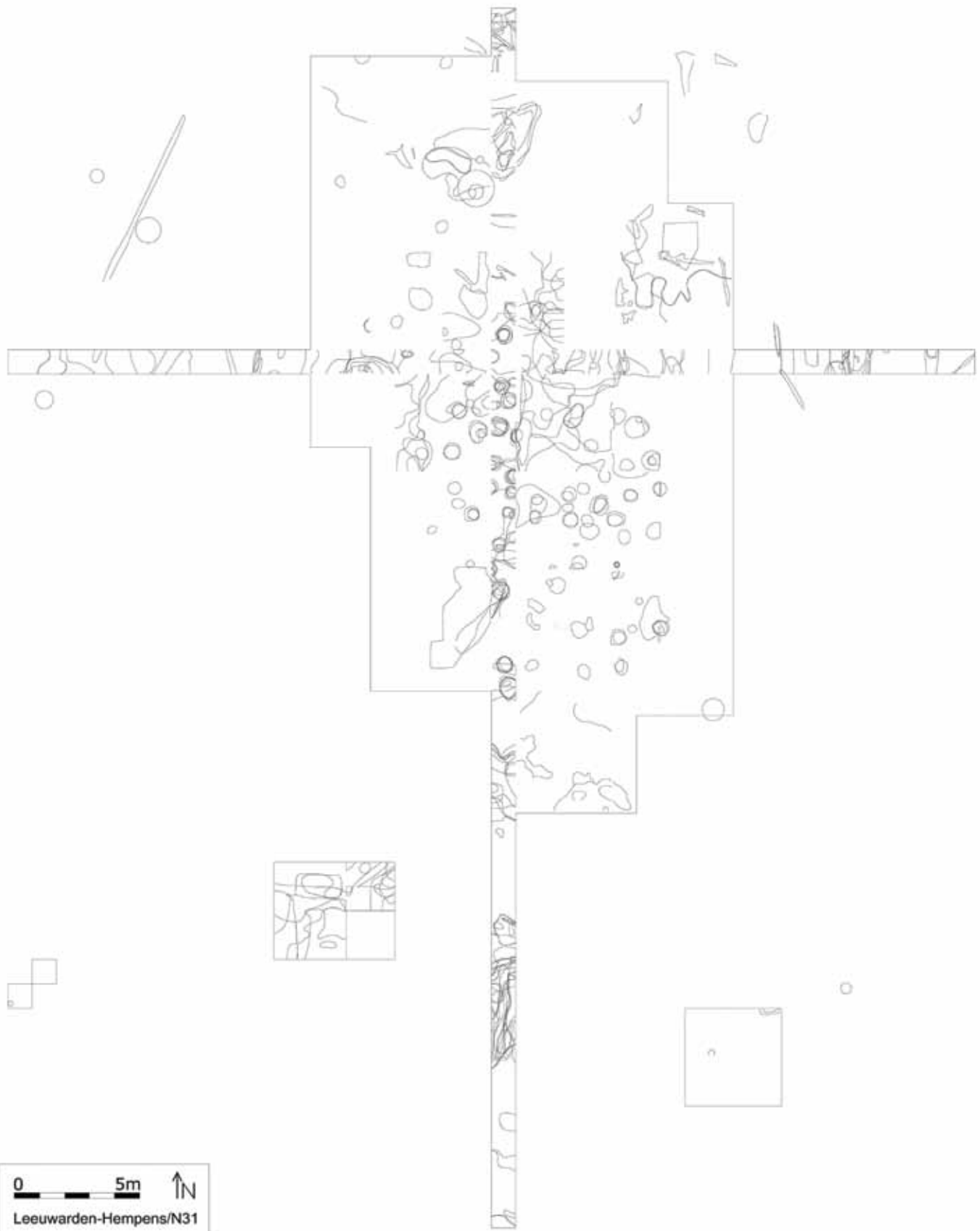


fig. 49 “Allesporenkaart” met de ruimtelijke verspreiding van alle geregistreerde grondsporen (ruwe versies samengevoegd op basis van de oorspronkelijke digitale veldtekeningen).

fase	put	interpretatie						
		-	HA	HAK	KL	VL	NV	NVP
IVO	11			2		8		4
	12			16	2	6		2
	13					2	4	3
	14					4	2	3
DAO-1	15		2					1
	16			7		9		1
	17			4		1		1
	18					3		1
	19			3				
	20							1
	21			20		3		1
DAO-2	41					2		
	51				1	5		
	58					5		
	60			2			1	
	69				3			
	76					1	2	
	50	8						
	78	2				1		
	79	1						
	42					1		
	49					1		
	66					1		
	84					1		
	93					1		
	94					1		
Totaal		11	2	54	6	56	9	18

tab. 3 Algemeen overzicht van de grondsporen zoals geregistreerd in de afzonderlijke databestanden.

als haardkuilen, werden ingetekend en uitgegraven volgens het vakkensysteem. Tijdens het IVO gebeurde dit laagsgewijs (maximaal) per 5 centimeter waarna het sediment deels werd gefloeteerd (De Röller 2006, 168; contra Hielkema 2006: 36). Opvallend is dat het aantal vondstnummers dat geassocieerd wordt met een grondspoor uit het DAO-1 opmerkelijk lager is dan bij de grondsporen uit het vooronderzoek, en vaak slechts beperkt tot één vondstnummer. Daar het deels om dezelfde sporen gaat, kan dit duiden op een gewijzigde benadering in de registratie ervan.

Zoals eerder vermeld, vereist een accurate herkenning, registratie en (veld)interpretatie van bodemsporen in de eerste plaats een duidelijk inzicht in de omringende, niet verstoorte bodemopbouw. Gezien de complexiteit van de bodemopbouw kan dit inzicht ons inziens in het geval van Hempens/N31 niet verkregen worden via één meter brede zoekleuven, zoals die werden toegepast tijdens het IVO (zie fig. 17). Een accurate registratie van de bodemsporen tijdens beide opgraafcampagnes werd daarenboven grotendeels verhinderd door de eerder vermelde ongunstige weersomstandigheden en een defecte bronbemaling. Hevige regenval resulteerde hierbij niet alleen tot aanzienlijke erosie van de profielwanden maar in verschillende werkputten (ondermeer WP^{en} 12, 17 en 19) tevens ook tot het wegspoelen en de totale vernieling van verschillende niet bemonsterde en/of geregistreerde bodemsporen (Hielkema 2006, 31-34). De allesporenkaart (fig. 49) maakt duidelijk dat delen van grondsporen die tijdens het IVO tegen een profielwand werden aangetroffen, later tijdens het DAO-1 niet meer werd herkend en/of geregis-

treerd. Dit is het geval voor acht grondsporen²⁹. Dit zal vermoedelijk voor een groot deel te wijten zijn aan bovenvermelde erosie van profielwanden. Op dezelfde wijze werd het grondspoor P12 S46 ('haardkuil 17'), dat integraal werd opgegraven tijdens het IVO, slechts deels herkend in put 12; het complementaire deel zou aanwezig moeten zijn geweest in put 13, ter hoogte van een klein (tijdelijk) uitgespaard profiel op de kruising van beide transecten, maar werd daar niet herkend. Hetzelfde geldt voor het DAO-1 waar P21 S56 ('haardkuil 45') enkel in put 21, maar niet in put 17 werd aangetroffen. Voorts werden tenminste zeven grondsporen, gelegen aan de rand van de IVO/DAO-1 werkputten, pas veel later tijdens het DAO-2 opgegraven. Slechts een klein deel ervan werd toen echter herkend³⁰. Sporen P11 S27 ('haardkuil 1') en P11 S28 ('haardkuil 2') zouden volgens het digitale grondplan ook deels in putten 41 en 50 moeten liggen, wat in tegenspraak is met de beschikbare foto's. Grondsporen die doorheen verschillende onderzoeksfases wel werden herkend, kunnen overigens niet steeds zonder problemen met elkaar worden gekoppeld. Dit is het geval voor de sporen P12 S31 ('haardkuil 4') en P16/17 S901/40 ('haardkuil 24'), maar ook voor de reeds bovenvermelde sporen P21 S41/P60 S1 en S2 die, zowel tijdens het DAO-1 als tijdens het DAO-2 als twee aparte grondsporen werden herkend, maar merkwaardig genoeg tijdens het DAO-1 slechts als één spoor werd geregistreerd. Dit grondspoor wordt overigens, samen met P21 S52 ('haardkuil 41') en in vergelijking met de andere grondsporen, als een uitschieter in omvang beschouwd (Hielkema 2006, 34). De vaststelling dat het in dit geval om twee afzonderlijke sporen gaat, doet deze uitspraak over de 'extreme' omvang echter teniet. Hetzelfde lijkt van toepassing te zijn voor 'haardkuil 41': de vermelde diameter van 0,54 meter (Hielkema 2006, 35, tabel 3.3.) past immers binnen het door Hielkema vastgestelde interval van gemiddelde diameters tussen 40 en 60 centimeter. Voor verschillende van de vermelde 'haardkuilen' (Hielkema 2006, 35, tabel 3.3.) zijn nauwelijks of geen en/of tegenstrijdige gegevens beschikbaar, waardoor een evaluatie ervan niet meer tot de mogelijkheden behoort³¹. Bovendien wordt een aantal

29 Meer bepaald P12 S30 ('haardkuil 3'), P12 S32 ('haardkuil 5'), P12 S35 ('haardkuil 8'), P12 S37 ('haardkuil 9'), P12 S38 ('haardkuil 10'), P12 S41 ('haardkuil 12'), P12 S44 ('haardkuil 15') en P12 S47 ('haardkuil 18').

30 Het gaat om de grondsporen P12 S39 ('haardkuil 11', niet herkend), P12 S45 ('haardkuil 16', niet herkend), P19 S45 ('haardkuil 29', niet herkend) P21 S40 ('haardkuil 30, herkend als P60 S3), P21 S41 ('haardkuil 31', herkend als twee sporen: P60 S1 en P60 S2), P21 S45 ('haardkuil 34', niet herkend) en P21 S46 ('haardkuil 35').

31 Dit is ondermeer het geval voor P12 S35 ('haardkuil 8'), P12 S39 ('haardkuil 11'), P12 S44 ('haardkuil 15'), P12 S45 ('haardkuil 16'), P12 S46 ('haardkuil 17'), P12 S47 ('haardkuil 18'), P16 S45 ('haardkuil 21'), P19 S44 ('haardkuil 28'), P19 S45 ('haardkuil 29'), P21 S40 ('haardkuil 30'), P21 S45 ('haardkuil 34').

ervan ook niet in het digitale grondplan opgenomen³²; anderzijds staan op dit plan een aantal grondsporen afgelijnd die nergens worden toegelicht.

De Roller (2006, 168), die het houtskoolonderzoek van de archeologische grondsporen uitvoerde, geeft nadere toelichting over de verdere verwerking van de gerecupereerde monsters uit de grondsporen: het gaat om 168 afzonderlijke vondstnummers waarvan de verzamelde grond met leidingwater werd geflooteerd over verschillende zeven met maaswijdtes van 0,5 en 0,25 millimeter. Het geflooteerde materiaal werd aan de lucht gedroogd en vervolgens opnieuw gezeefd over 4, 2 en 0,5 millimeter om grote en kleine fragmenten van elkaar te scheiden.

7.1.2.3 Registratie van de grondsporen tijdens het DAO-2

Tijdens het DAO-2 werd (mits uitzonderingen) systematisch laag- en vaksgewijs per put verdiept zodat telkens een duidelijk overzicht van een 5x5 meter groot gebied werd verkregen waarop grondsporen en de omliggende bodemopbouw konden worden afgelezen. Aangetroffen sporen werden in het vlak aangeduid, voorzien van een vondstkaartje en in het grondplan opgetekend met behulp van een *total station*. Deze grondsporen werden genummerd per werkput, steeds opnieuw beginnend vanaf één. Sporen werden eveneens gefotografeerd en genoteerd op een sporenlijst (*feature list version 1.0*) die naderhand digitaal werd verwerkt. Op het terrein werd door de veldarcheologen een onderscheid gemaakt tussen het antropo- of biogene karakter van grondsporen (respectievelijk archeologische en natuurlijke grondsporen), waarbij biogene sporen in de regel niet werden gecoupeerd en bemonsterd maar uitsluitend opgemeten in het grondvlak. Expliciete criteria voor dit onderscheid ontbreken. Grondsporen met een verondersteld antropogeen karakter werden direct in het veld door de veldarcheologen typologisch gekarteerd. Hierbij diende, net als tijdens de eerste opgraafcampagnes, een onderscheid te worden gemaakt tussen kuilen (code 'KL'), haardkuilen (code 'HAK'), natuurlijke plantaardige verstoringen (code 'NVP'), natuurlijke verstoringen (code 'NV') of hout (code '---'). Vervolgens werd het vlak verder laagsgewijs verdiept waarbij ook de grondsporen volgens dit vakkensysteem werden opgegraven (en eventueel bemonsterd). De coupes werden, eveneens binnen het vakkensysteem, laagsgewijs met de hand getekend en beknopt beschreven op (watervast) millimeterpapier (schaal 1/20) en na het veldwerk gedigitaliseerd. Grondsporen werden tijdens het veldwerk, conform het PvE bemonsterd voor macroresten (code 'MMA') en zaden (code 'MZ'). Tijdens het uitwerkingstraject werden na een kritische evaluatie (door G. Noens en

P. Crombé) houtskoolmonsters uit de minst dubieuze grondsporen geselecteerd voor radiometrisch onderzoek.

Net als bij de IVO en DAO-1 fases van het onderzoek, verliep de registratie van grondsporen tijdens het DAO-2 evenmin zonder de nodige problemen. Ook hier ging dit gepaard met verlies aan informatie van belang voor een nauwkeurige analyse en interpretatie van de grondsporen in het kader van een ruimtelijke analyse. De verschillende basisbronnen bevatten regelmatig onderling tegenstrijdige informatie. Daarenboven werd niet elk aangetroffen bodemspoor gefotografeerd in het vlak en/of in doorsnede; ook is een deel van de foto's van de grondsporen (uit put 50), waarvoor foto's beschikbaar zijn, nadien spoorloos verdwenen. Verder werden niet alle geregistreerde grondsporen op het spoorformulier vermeld. Vaak is ook niet duidelijk waar en volgens welke oriëntatie het grondspoor werd gecoupeerd, en of dit steeds gebeurde volgens het vakkensysteem. Van een aantal grondsporen is geen of slechts een gedeeltelijke doorsnede beschikbaar (*in concreto* de sporen P50 S1, S3, S4, S7 en S8; P78 S3.); soms zijn deze opgenomen in de tekeningen van de putwandprofielen. Een deel van de grondsporen werd slechts gedeeltelijk opgegraven. Hiervoor zijn verschillende verklaringen mogelijk: (1) tijdgebrek waardoor het spoor slechts gedeeltelijk kon worden opgegraven (P93 S1 en P94 S1), (2) het spoor was al herkend en opgegraven tijdens de voorafgaande onderzoeksfases, (3) het spoor was tijdens de voorafgaande onderzoeksfases niet herkend en/of (4) tussen beide onderzoeksfases was het spoor (deels) weggeërodeerd. Over de aard van grondsporen (vastgesteld als KL, VL, HAK, NVP, NV, LG, ---) wordt regelmatig tegenstrijdige informatie vermeld in de verschillende tabellen van het digitale basisbestand (met name in de tabellen "spoor" en "vlakspoor"): slechts in vijf van de 40 geregistreerde grondsporen is hierover overeenstemming in beide tabellen (tab. 4). Zoals eerder vermeld, is het ook niet steeds duidelijk waarop de interpretatie van het grondspoor tijdens het veldwerk is gebaseerd, meer bepaald het onderscheid tussen

combinatie	N
VL / KL	19
- / KL	6
KL	4
- / ---	3
- / NVP	2
VL / NVP	1
NV	1
HAK / HAK-KL	1
NV / KL	1
NV / NVP	1
LG / NV	1

tab. 4 Registratie van de aard van de grondsporen tijdens het DAO-2 in de verschillende basistabellen.

32 P17 S901 ('haardkuil 27'), P21 S906 ('haardkuil 47'), P21 S910 ('haardkuil 48') en P 21 S904 ('haardkuil 49').

'kuil', 'haardkuil' of 'vlek'. Hout (stammen, wortels, enz.) werd niet consequent geregistreerd: slechts een deel van het aangetroffen hout werd als grondspoor (en houtmonster, code MHT) gedetermineerd. Daarnaast zijn er nog meerdere houtmonsters (code 'MHT') die niet als grondspoor werden geregistreerd. Van een aantal ervan zijn amper gegevens bekend en is niet duidelijk om welke sporen het precies handelt (vondstnummers 7474.006657, 7474.006658 en 7474.005089). Verder zijn er op de digitale tekening houtmonsters aangeduid waaraan geen vondstnummer kan worden gekoppeld (ondermeer drie vondsten in putten 73, 74, 82 en 83), of waar een vondstnummer staat vermeld dat niet in het digitale basisbestand is opgenomen (vondstnummer 7474.006794 in put 96). Ook is tenminste één houtvondst niet opgenomen op het digitale grondplan, namelijk de stam net ten zuidoosten van WP23 uit het IVO/DAO-1 onderzoek (zie fig. 28, linksboven). Op basis van een analyse van de verspreiding van het houtskool, dat systematisch werd ingezameld, kan niet worden uitgesloten dat sommige houtskoolbevattende grondsporen niet werden herkend op het terrein, een bemerking die eveneens van toepassing is op het IVO- en DAO-1 onderzoek.

7.1.3 De interpretaties van de grondsporen

7.1.3.1 Inleiding

Na de veldwerkfase werden de grondsporen een eerste maal gepresenteerd in het IVO-evaluatierapport (N=18, Hielkema 2004, 7-10 + afbeelding 5) en vervolgens uitgebreider en afzonderlijk in beide basisrapporten van het DAO (Hielkema 2006; Noens, Crombé 2007). Na een grondige heranalyse wordt in onderhavige publicatie getracht een algemeen overzicht te bieden van alle geregistreerde grondsporen, een oefening waarin we, in het licht van bovenvermelde problemen, maar ten dele zijn geslaagd. Na een kort overzicht van de eerste veldinterpretaties (paragraaf 7.1.3.2.) volgt, in de mate van het mogelijke en conform het PvE (zie paragraaf 7.1.2.1.), een beschrijving, vergelijkende analyse, interpretatie en discussie van alle bodemsporen. Daartoe zullen de sporen worden opgedeeld in spoorcategorieën en/of complexen en vervolgens worden vergeleken met de verspreiding van de verschillende vondstcategorieën en met bodemsporen op gelijkaardige lithische vindplaatsen in zandcontexten. Voor deze synthesefase werden alle veldtekeningen van de individuele grondsporen gedigitaliseerd met behulp van een digitaliseertablet en de software *Autocad 2005* en werden alle beschikbare gegevens van de individuele sporen samengebracht op afzonderlijke fiches (bijlage 5). Een deel van (de inhoud van) de (verondersteld antropogene) grondsporen met houtskool werd in de loop van het uitwerkingstraject door diverse specialisten geëvalueerd en, indien van toepassing, in detail bestudeerd op de

aanwezigheid van pollen, micromorfologische fenomenen, macroresten, houtskool(samenstelling) en houtsoort. Hun bevindingen worden eveneens opgenomen in deze bespreking. Uit 25 van deze grondsporen werden (afzonderlijk door verschillende onderzoekers) houtskoolresten geselecteerd voor radiometrisch onderzoek (zie Hoofdstuk 7.5.). Gezien het problematische karakter van de registratie (en dus interpretatie) van deze grondsporen, dienen deze datering met de nodige omzichtigheid te worden gebruikt.

7.1.3.2 De eerste (veld)interpretaties

Zowel tijdens het onderzoek dat het ARC op de vindplaats uitvoerde (IVO en DAO-1), als tijdens het daaropvolgende DAO-2 werd het karakter van de aangetroffen bodemsporen in het veld bepaald.

7.1.3.2.1 Interpretaties van de grondsporen tijdens de IVO en DAO-1

Tab. 5 bevat een gedetailleerd overzicht van de grondsporen die in kaart werden gebracht tijdens de IVO/DAO-1 campagnes. Een overzicht van de individuele grondplannen en doorsneden is opgenomen in fig. 50. Een vergelijking van het digitale basisbestand (tabel 'sporen') met de gegevens uit de basisrapporten (Hielkema 2004, 2006) leert ons dat slechts een zeer beperkt deel van de geregistreerde grondsporen in beide publicaties werden weergegeven: quasi uitsluitend de als haardkuil (code 'HAK') of haard (code 'HA') geïnterpreteerde sporen werden hierin opgenomen. Uit het digitale basisbestand blijken daarnaast ook kuilen (code 'KL', N=2), vlekken (code 'VL', N=36), natuurlijke plantaardige verstoringen (code 'NVP', N=18) en natuurlijke verstoringen (code 'NV', N=6) in het veld te zijn waargenomen (tab. 3). Voor een groot deel hiervan is niet te achterhalen wat hun precieze betekenis is. Alles bij elkaar genomen zijn er 116 afzonderlijke spoornummers geassocieerd met de codes HAK, HA, KL, VL, NVP en NV. Verschillende van deze spoornummers verwijzen naar dezelfde verstoringen van de bodemopbouw. Zo wordt de verstoring tussen de vakken 27 en 46 van put 11 (fig. 51, zie ook fig. 17), geïnterpreteerd als een boomval, aangeduid door de spoornummers S2 (code 'NVP', deel boomval), S12 (code 'NVP', boomval), S13 (code 'VL'), S20 (code 'NVP', deel boomval) en S23 (code 'VL', vervallen?). Meer noordelijk in dezelfde put wordt de bodemverstoring tussen vakken 68 en 79 aangeduid met de spoornummers S22 (code 'VL') en S26 (code 'VL'). Het is echter niet meteen duidelijk welke verstoring hiermee precies wordt bedoeld. Een (natuurlijk?) grondspoor in het noorden van put 12 ter hoogte van vakken 73 t.e.m. 84 omvat de spoornummers S4 (code 'VL'), S5 (code 'VL'), S12 (code 'NVP') en S23 (code 'VL').

Hielkema (2004, 7-11) licht ons in over de 18 grondsporen die in de smalle werkputten 11 t.e.m. 14 werden aangetroffen

put	spoor	aard	opmerkingen	vlak 1	vlak 2	vlak 3	vlak 4	vlak 5	vlak 6	vlak 7	vlak 8	vlak 9	vlak 10	vlak 11	vlak 12	vlak 13	vlak 101	vlak 102	vlak 103	vlak 104	Eindtotaal	
11	2	NVP	deel boomval		1	1	1	1	1	1	1	1									8	
	9	VL					1														1	
	12	NVP	boomval	1	1	1	1	1	1	1	1	1									9	
	13	VL				1	1	1	1												4	
	14	VL					1	1													2	
	15	VL					1	1													2	
	20	NVP	deel boomval		1	1	1	1													4	
	21	VL	houtschoolvlek				1														1	
	22	VL								1	1	1	1	1					1			6
	23	VL									1											1
	26	VL										1	1	1								3
	27	HAK											1	1	1	1	1					5
	28	HAK												1	1	1	1					5
	451	NVP	boomwortels				1	1	1	1												4
12	3	VL		1	1																2	
	4	VL			1																1	
	5	VL		1	1																2	
	6	VL			1																1	
	12	NVP	boomval	1	1	1	1	1														5
	23	VL					1	1	1	1											4	
	30	HAK						1	1	1	1	1									5	
	31	HAK						1	1	1	1	1									5	
	32	HAK							1	1	1	1	1	1	1						6	
	33	HAK							1	1	1	1	1	1							5	
	34	HAK							1	1	1	1	1	1							5	
	35	HAK								1	1										2	
	36	VL								1	1	1									3	
	37	HAK										1	1	1	1						4	
	38	HAK											1	1	1						3	
	39	HAK											1	1	1						3	
	41	HAK												1	1	1					3	
	42	HAK												1	1	1					3	
	43	HAK												1	1	1	1				4	
	44	HAK												1	1						2	
	45	HAK												1	1	1					3	
	46	HAK												1	1						2	
47	HAK											1	1							2		
451	NVP	boomwortels, houtmonster eik				1														1	2	
901	KL																	1			1	
902	KL																	1			1	
13	7	VL			1																1	
	8	NVP			1	1	1	1	1												5	
	12	NVP			1	1			1												3	
	31	VL							1												1	
	451	NVP	hout			1	1	1	1									1			5	
	901	NV																	1		1	
	902	NV																	1		1	
	903	NV																	1		1	
904	NV																	1		1		
14	12	NVP			1	1	1	1	1												5	
	18	VL				1															1	
	30	NV					1	1	1	1											4	
	32	VL					1	1													2	
	34	VL				1															1	
	35	VL					1	1													2	
	36	NVP						1	1												2	
	48	NV								1											1	
451	NVP	mht 3813			1	1	1	1									1			5		
15	12	NVP			1	1	1	1	1												5	
	30	HA	oppervlakte haard		1																1	
	31	HA	oppervlakte haard				1														1	
16	3	VL			1																1	

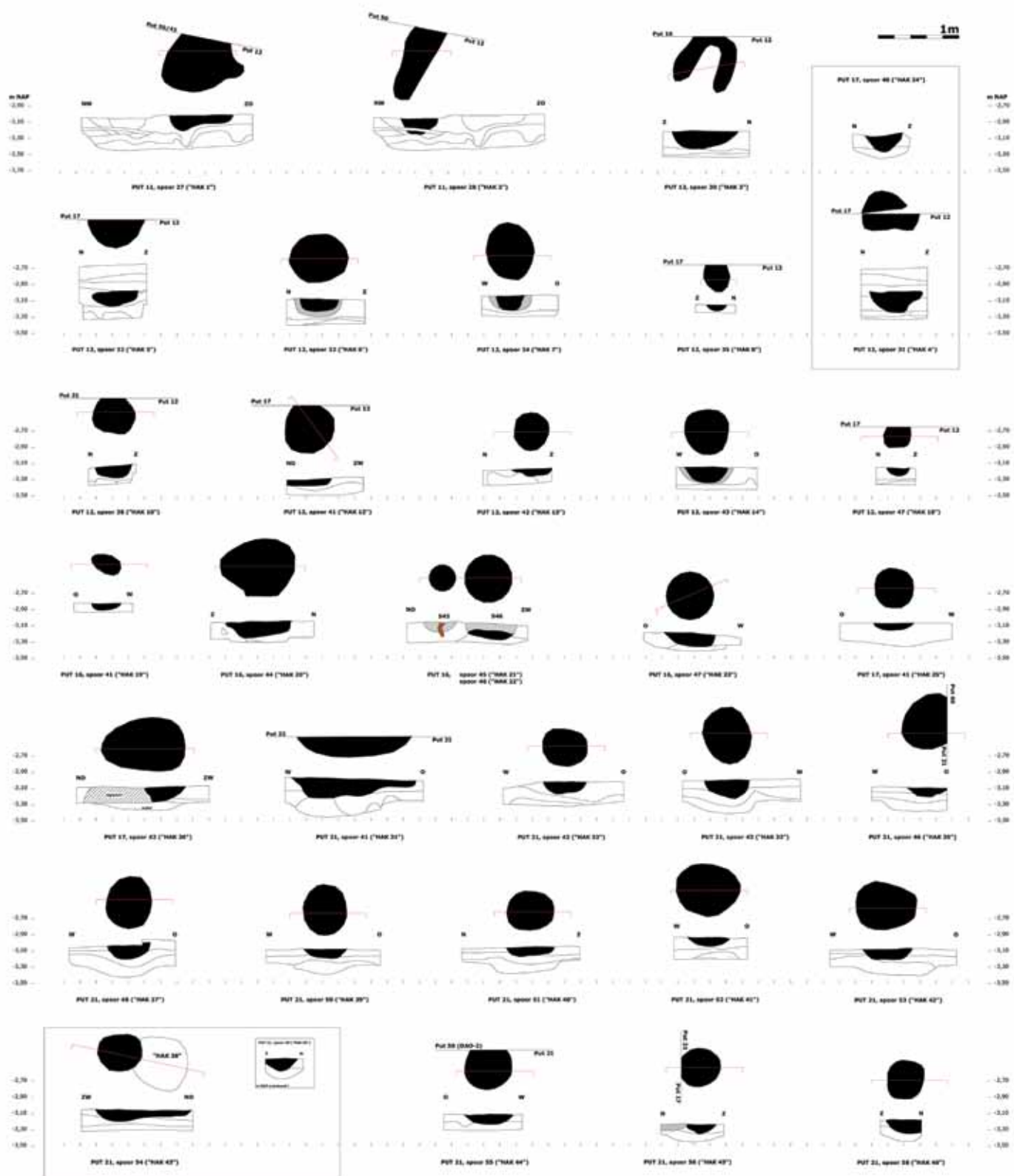


fig. 50 Grondplannen en doorsnedes van de grondsporen uit de IVO en DAO-1 fases (gedigitaliseerd op basis van de oorspronkelijke veldtekeningen).

en een lichtere kleur in vergelijking met ‘hardkuilen’ uit andere vindplaatsen. Toch werd niet getwijfeld aan de interpretatie als hardkuil (Hielkema 2004, 10): “Desondanks is het duidelijk dat het hier om hardkuilen gaat. De uniformiteit

in de hier aangetroffen hardkuilen, de hoeveelheid houtskool en de diepte en doorsnede van de sporen, maken duidelijk dat het niet om andere uit deze periode stammende sporen kan gaan (zoals paalsporen of graven).”



fig. 51 Verstoring van de natuurlijke bodemopbouw in werkput 11, geïnterpreteerd als boomval (opnames ARC).

Een algemeen overzicht van (een deel van) de grondsporen aangetroffen tijdens de IVO/DAO-1 fases wordt geleverd door Hielkema (2006, 31-51). De recentere vindplaats uit de IJzertijd/Romeinse tijd buiten beschouwing gelaten, wordt een onderscheid gemaakt tussen 52 mesolithische haardkuilen (Hielkema 2006, 31-36) en twee neolithische oppervlaktehaarden (Hielkema 2006, 49-50). In overeenstemming met de resultaten uit het vooronderzoek, werd vastgesteld dat de over het algemeen komvormige haardkuilen met een ronde of enigszins vlakke bodem geconcentreerd samenvallen op de hogere delen van de dekzandrug aan de rand of net buiten ('rondom') de lithische concentratie(s) (Hielkema 2006, 31-36). Enkele uitzonderingen niet te na gesproken, werden nauwelijks oversnijdingen tussen deze sporen aangetroffen. De spoordiameter, voor zover met zekerheid valt vast te stellen, varieert tussen 23 en 155 centimeter met een gemiddelde van 40 tot 60 centimeter; hun bewaarde diepte bedraagt tussen 8 en 42 centimeter. Hun vulling is overwegend egaal donkergrijs, hier en daar werden houtskoolbrokken vastgesteld. In enkele uitzonderlijke gevallen kon onderin een donkergrijze vulling worden onderscheiden van een lichtgrijze erbovenop. Het



fig. 52 Twee als neolithische oppervlaktehaarden geïnterpreteerde grondsporen in werkput 15. Links: spoor P15 S31, rechts spoor P15 S30 (opnames ARC).

voorkomen van de haardkuilen op verschillende dieptes werd met de nieuwe grondsporen bevestigd en er werden verbanden waargenomen tussen de soortensamenstelling, de ligging en de ouderdom van de grondsporen evenals de (door het OSL-onderzoek weerlegde) relatie met eolische activiteiten (Hielkema 2006, 31-36): *“Hieruit kan worden afgeleid dat de oudere haardkuilen op een dieper niveau liggen dan de jongere. Het verschil in diepteligging van de haardkuilen kan worden verklaard door het opstuiven van zand gedurende een lange periode. Tussen de aanleg van de verschillende haardkuilen kunnen eeuwen verstreken zijn, waarin de oudste haardkuilen volledig overstoven zijn geraakt. [...] Ook de haardkuilen met een verschillend houtsoortenspectrum vertonen een dergelijke verdeling. De kuilen waarin uitsluitend dennenhout is aangetroffen, liggen op een dieper niveau ten opzichte van de top van het zand, dan de kuilen met alleen eik, of met eik en ander loofhout. Ook hier lijkt de ouderdom van de haardkuilen een rol te spelen. [...] Ook lijkt de ruimtelijke verspreiding van de kuilen een rol te spelen. De kuilen met één of twee houtsoorten liggen centraal op de dekzandrug, terwijl de kuilen met meerdere soorten aan de rand liggen. [...] Dat de jongere haardkuilen meer op de flank van de zandrug liggen en de ouder op het hoogste deel, kan mogelijk als volgt worden verklaard. De ruimte op het hoogste deel van de zandrug is beperkt, en als men een haardkuil in verse grond wilde aanleggen, was men wel genoodzaakt uit te wijken naar de flank”.*

De twee neolithische oppervlaktehaarden (P15 S30 en P15 S31, Hielkema 2006, 49-50) bevonden zich in werkput 15 in het zuidwesten van het opgraafterrein (fig. 52). De noord-oostelijke van de twee (P15 S31), met een diameter van 50 centimeter en een 'vlakke bodem', was slechts enkele centimeters diep en bevatte houtskool en verbrande vuursteen. P15 S30 had een diffuus karakter waardoor morfologie en

diepte nauwelijks konden worden vastgesteld. Het spoor bevatte een kleine concentratie van verbrande botfragmenten. In de buurt van beide oppervlaktehaarden werden gecalcineerd bot, aardewerk en/of verkoolde hazelnootdoppen aangetroffen. Verder wordt vermeld dat tussen beide sporen een houtskoolconcentratie werd aangetroffen die vermoedelijk wees op een derde oppervlaktehaard die niet als dusdanig in het veld werd herkend. Analyse van de ruimtelijke verspreiding van het houtskool toont deze concentratie duidelijk aan (fig. 65). Uit deze figuur blijkt verder dat ter hoogte van P15 S30 nauwelijks houtskool aanwezig is en dat zich ten westen van P15 S31 nog een andere houtskoolconcentratie bevindt, waarover in het rapport geen melding wordt gemaakt. Ter hoogte van deze houtskoolspreiding werd later door ons een fragment van een verkoolde hazelnootschelp geselecteerd voor radiometrisch onderzoek (KIA-35552: 5245 ± 40 BP). Uit put 15, vak 45 is verder nog een (door ons niet weerhouden) datering beschikbaar uitgevoerd op verspreid houtskool uit het veen (GrN-28979: 4390 ± 45 B.P) die door Hielkema (2006, 28, 49, 51) in verband werd gebracht met de neolithische bewoning.

7.1.3.2. Interpretaties van de grondsporen tijdens het DAO-2

Tijdens het DAO-2 werden alles tezamen genomen 56 grondsporen in kaart gebracht (tab. 6) Het gaat daarbij zowel om bodemverkleuringen als om (onverkoolde) houtmonsters (code 'MHT'), waarvan slechts een deel als grondspoor werd geregistreerd. Fig. 53 is een digitale weergave van de beschikbare individuele grondplannen en doorsneden.

In (de niet opgegraven) put 26 werd een boomstronk geregistreerd (S9999) en gedetermineerd als *taxus*; in put 41 twee scherp afgelijnde bodemsporen met een veenvulling (S1 en S2). Het spoorformulier vermeldt uitsluitend spoor 2. Put 42 bevat eveneens twee grondsporen (S1 en S9999): S1 is vermoedelijk het verlengde van S2 uit put 41; de boomstronk S9999 werd eveneens gedetermineerd als *Taxus*. Put 49 bevatte een grondspoor dat werd geïnterpreteerd als vlek/natuurlijke plantaardige verstoring (en daardoor niet als dusdanig afzonderlijk werd ingezameld). In de noordoostelijke hoek van deze put (en de zuidoostelijke hoek van put 58) werd ter hoogte (of net ten noordoosten) van deze plantaardige verstoring in het voorafgaande IVO-onderzoek een grondspoor, geïnterpreteerd als hardkuil (P12 S45, 'hardkuil 16'), deels aangetroffen. Bevestiging van dit spoor werd niet gevonden. In put 50 werden acht bodemsporen geregistreerd (S1 t.e.m. S8). Het spoorformulier vermeldt enkel S1 en S2. Enkele ervan werden geïnterpreteerd als natuurlijk (code 'NVP'). Twee van de geregistreerde sporen werden aangetroffen vanaf vlak 5 (S1 en S2), de overige waren echter pas zichtbaar in vlak 6. Ondermeer omwille van deze reden werd besloten om in deze put nog diepere vlakken aan te leggen.

Een deel van de sporen oversnijdt elkaar. Van geen enkel van deze sporen is een foto beschikbaar, hoewel de fotofiches (15 t.e.m. 22) aangeven dat die wel degelijk werden genomen. Ten noorden van deze put werden tijdens het DAO-1 in put 21 twee deels overlappende grondsporen aangetroffen (P21 S45, 'hardkuil 34' en P21 S55, 'hardkuil 44') die, mogelijk door erosie van de profielwand, niet meer werden herkend in put 50. Verder blijkt ook volgens het veldboek dat naast de geregistreerde sporen uit deze put twee sporen in de oostelijke zone van deze put werden gemist. Het gaat om twee sporen die later deels werden geregistreerd in put 51, waar in totaal zes bodemsporen, geïnterpreteerd als vlek en/of kuil, werden aangetroffen (S1 t.e.m. S6). S1, dat als enige grondspoor uit de DAO-2 fase micromorfologisch werd onderzocht, komt overeen met P21 S47 ('hardkuil 36') dat deels tijdens de DAO-1 fase werd opgegraven, bemonsterd en bestudeerd voor palynologisch onderzoek. Geen enkele van de sporen uit put 51 wordt op het spoorformulier vermeld, evenmin als de vijf grondsporen (vlekken/kuilen) uit put 58 (S1 t.e.m. S5), waarvan er vier in het veld als een "goed spoor" werden omschreven. Eerder werd tijdens het IVO in de aangrenzende put 12 een spoor (P12 S39, 'hardkuil 11') aangetroffen dat zou moeten doorlopen in put 58. Vermoedelijk ten gevolge van erosie van de profielwand werd dit spoor echter niet meer herkend. In put 60 werden drie (delen van) bodemsporen geregistreerd (S1 t.e.m. S3) in een zone die grenst aan P21 uit de voorafgaande DAO-1 fase. Enkel S1 wordt vermeld op het spoorformulier. Ze werden alle drie als antropogene bodemsporen geïnterpreteerd en hebben zwaar te lijden gehad onder erosie door hun langdurige blootstelling tussen beide opgraafcampagnes (fig. 54). S1 en S2 liggen dicht naast elkaar en werden tijdens het DAO-1 als één spoor (P21 S41) geregistreerd, hoewel ze daar merkwaardig genoeg duidelijk herkend werden als twee afzonderlijke sporen. S3 vormt samen één grondspoor met P21 S40 ('hardkuil 30') uit het DAO-1. Verder werd tijdens het DAO-1 in het oosten van put 21 een grondspoor (P21 S46, 'hardkuil 35') aangetroffen waarvan het complementaire deel in put 60 niet werd herkend. Voorts zijn volgens het veldboek in vlakken 4 & 5 van deze put geen (nieuwe) sporen meer zichtbaar; het wordt niet uitgesloten dat dit verband houdt met de gebrekkige zichtbaarheid als gevolg van de slechte weersomstandigheden. Een *taxus*stobbe werd aangetroffen in put 64. In put 66 werd (een deel van) één vlek/kuil herkend (S1). Het spoorformulier vermeldt voor de putten 66/67 twee sporen. Het is niet duidelijk over welke sporen dit handelt. Verder werd in put 66 ook een grote natuursteen aangetroffen (fig. 55). In put 67 werden geen bodemsporen geregistreerd. Wel wordt in het veldboek gemeld dat in put 67 zuid (= ten zuiden van WP 13) vlak 7 werd aangelegd op de kop van wat in het profiel een verstoring lijkt. Ook in put 68, die reeds grotendeels in de voorgaande onderzoeksfases was opgegraven, werden geen bodemsporen geregistreerd, in tegenstelling tot

nummer	put	spoor	vak	vlak	vondstnummer	vulling	segment	categorie	verzamelwijze	veldinterpretatie	opmerkingen
1	26	9999	-	1	7505	1	1	MHT	SPIT	hout	
2	41	1	18	2	6433	1	1	MMA	SPIT	VL / KL	bemonstering loopt door vlak 2 en 3
			-	3	5286	1	1	MIX	ZF3		
			-	3	6399	1	1	MIX	ZF3		
3	41	2	-	3	5287	1	1	MIX	ZF3	VL / KL	
			-	3	6452	1	1	MMA	SPIT		
4	42	1	11	3	6477	1	1	MIX	ZF3	VL / KL	
5		9999	98	1	7229	1	1	MHT	SPIT	hout	
6	49	1	-	5	1396	1	1	MIX	ZF3	VL / NVP	vervallen
7	50	1	-	5	1693	1	1	MMA	TROF	- / KL	
			-	5	1487	1	1	MIX	ZF3		
8		2	-	5	1488	1	1	MIX	ZF3	- / KL	
			-	5	1798	1	1	MMA	TROF		
9		3	-	6	1688	1	1	MMA	TROF	- / KL	
			-	6	1687	1	1	MIX	ZF3		
10		4	-	6	1689	1	1	MIX	ZF3	- / KL	
			-	6	1690	1	1	MMA	TROF		
11		5	-	6	1691	1	1	MIX	ZF3	- / NVP	boomval
12		6	-	6	1692	1	1	MIX	ZF3	- / NVP	
13		7	-	6	1694	1	1	MIX	ZF3	- / KL	
			-	6	1696	1	1	MMA	TROF		
14		8	-	6	1695	1	1	MIX	ZF3	- / KL	
			-	6	1697	1	1	MMA	TROF		
15	1	91	5	6453	1	1	MIX	ZF3	VL / KL	ontbrekend nr. kaartje ingevoerd	
		-	6	6475	1	1	MIX	ZF3			
		-	101	6435	1	1	MMA	SPIT		op hoek N-W profiel	
16	2	41	5	6454	1	1	MIX	ZF3	VL / KL	ontbrekend nr. kaartje ingevoerd	
		-	6	6476	1	1	MIX	ZF3			
17	3	-	3	6297	1	1	MIX	ZF3	VL / KL		
		11	2a	6434	1	1	MMA	SPIT			
		21	4	6436	1	1	MIX	ZF3			
18	4	54	4	6300	1	1	MMA	SPIT	VL / KL	uit vak 54 en 44	
		-	4	6437	1	1	MIX	ZF3			
		54	5	6455	1	1	MIX	ZF3		ontbrekend nr. kaartje ingevoerd	
19	5	-	5	6456	1	1	MIX	ZF3	VL / KL	ontbrekend nr. kaartje ingevoerd	
20	6	?	?	?	?	?	?	?	KL		
21	58	1	-	5	2298	1	1	MIX	ZF3	VL / KL	
22		2	-	7	3997	1	1	MIX	ZF3	VL / KL	
23		3	-	7	2299	1	1	MZ	TROF	VL / KL	
			-	8	2398	1	1	MIX	ZF3		
			-	7	3998	1	1	MIX	ZF3		
24		4	-	7	3999	1	1	MIX	ZF3	VL / KL	
25		5	-	7	2300	1	1	MZ	TROF	VL / KL	
	-		7	4000	1	1	MIX	ZF3			
26	1	-	4	341	2	1	MIX	ZF3	HAK / HAK-KL		
		-	4	340	1	1	MIX	ZF3			
		-	4	464	1	1	MZ	ZF1			
		-	4	465	2	1	MZ	ZF1			
		-	5	499	1	1	MIX	ZF3			
		-	102	1491	1	1	MMA	TROF			
27	2	-	4	466	1	1	MZ	ZF1	HAK		
		-	4	342	1	1	MIX	ZF3			
28	3	-	2	1398	1	1	MIX	ZF3	NV / KL		
29	64	9999	-	1	7231	1	1	MHT	SPIT	hout	
30	66	1	-	4	6785	1	1	MIX	ZF3	VL / KL	
			-	3	6575	1	1	MZ	COUP		
			-	3	6574	1	1	MIX	ZF3		
31	69	1	-	4	379	1	1	MZ	ZF3	KL	
			-	5	500	1	1	MIX	ZF3		
			-	4	343	1	1	MIX	ZF3		
32	2	-	4	377	1	1	MZ	ZF3	KL		
		-	4	344	1	1	MIX	ZF3			

33		3	-	4	345	1	1	MIX	ZF3	KL	
34	70	9999	-	1	6400	1	1	MHT	SPIT	hout	
35		9999	-	101	6796	1	1	MHT	AANV	hout	
36	76	1	-	4	2394	1	1	MIX	ZF3	VL / KL	
37		2	-	5	1698	1	1	MIX	ZF3	NV / NVP	dagzoom
38		3	-	5	1699	1	1	MIX	ZF3	NV	
39		4	-	5	1700	1	1	MIX	ZF3	LG / NV	dagzoom, vervallen
40	77	9999	-	4	1399	1	1	MHT	SPIT	hout	
41	78	1	-	999	1778	1	1	MHT	TROF	hout	
42		2	-	999	1779	1	1	MHT	TROF	hout	
43		3	-	5	4175	1	1	MIX	ZF3	VL / KL	
44	79	1	-	999	1777	1	1	MHT	TROF	hout	
45	84	1	-	4	6786	1	1	MIX	ZF3	VL / KL	
46	85	9999	-	2	2399	1	1	MHT	SPIT	hout	
47		9999	-	2	2400	1	1	MHT	SPIT	hout	
48	87	1000	31	2	6288	1	1	MHT	SPIT	hout	
49	93	1	-	5	5278	1	1	MIX	ZF3	VL / KL	vervallen, volledig in MMA
50		1	-	5	5279	1	1	MMA	SPIT		
51	94	1	-	5	5277	1	1	MIX	ZF3	VL / KL	
52		9999	10	1	7230	1	1	MHT	SPIT	hout	
53	96?	?	?	?	6795	?	?	MHT	?	hout	
54	?	?	?	?	5089	?	?	MHT	?	hout	
55		?	?	?	6657	?	?	MHT	TROF	hout	
56		?	?	?	6658	?	?	MHT	TROF	hout	

tab. 6 Overzicht van de grondsporen geregistreerd tijdens het DAO-2.

put 69 die drie, als kuilen geïnterpreteerde, bodemsporen opleverde (S1 t.e.m. S3); geen enkele ervan wordt gemeld op het spoorformulier. Het gaat om drie sporen die zich in vlak 3 aftekenden in de zone waar tijdens de DAO-1 fase reeds twee lagen werden verwijderd. Tijdens de DAO-1 fase werden deze sporen niet geregistreerd, en dus vermoedelijk niet als dusdanig herkend. Van S2 en S3, die sterk de gevolgen dragen van onbeschermde blootstelling tussen beide onderzoeksfases (zie fig. 54), is geen volledig grondplan beschikbaar, aangezien een deel van de sporen zich bevinden in de zone die tijdens de DAO-1 fase volledig werd opgegraven. Vooral spoor 3 is weinig gedocumenteerd. Volgens het velddagboek zijn in vlakken 5 en 6 geen (nieuwe) sporen meer zichtbaar. Ook hier werd een mogelijke link met gebrekkige zichtbaarheid ten gevolge van slechte weersomstandigheden gelegd. In put 70 werden (tenminste twee) houtfragmenten aangetroffen, waarvan één (7474.006796) ruimtelijk niet kan worden getraceerd. Ter hoogte van putten 73 en 74 (en 82 en 83) bevindt zich hout dat op het digitale grondplan werd opgenomen en zichtbaar is op een aantal foto's, maar waarin geen vondstnummers zijn gekoppeld. Put 75 bevatte geen (herkenbare) bodemsporen. Toch moet zich in de zuidoostelijke hoek van deze put een deel van het spoor bevinden dat werd aangetroffen in put 66. In put 76 werden vier bodemsporen geregistreerd (S1 t.e.m. S4). Foto's en coupetekeningen ontbreken. Een aantal sporen werd als natuurlijk spoor (of een "dagzoom") geïnterpreteerd. Enkel S1 werd, zij het niet zonder de nodige tegenstrijdigheden, geregistreerd als antropogeen. Dit is ook het enige spoor dat op het spoorformulier staat vermeld. In put 77 werden geen bodemsporen geregistreerd, maar is een houtfragment aanwezig (7474.001399)

dat niet ruimtelijk kan gelokaliseerd worden. Put 78 bevat drie grondsporen (S1 t.e.m. S3). S1 en S2 blijken hout te zijn, hier in tegenstelling tot alle andere houtfragmenten wel als grondspoor geregistreerd, maar waarover nauwelijks verdere informatie beschikbaar is. Hoewel S3 beschreven werd als een kuil, rijzen er twijfels over de aard van dit spoor. Er werd melding gemaakt van een abnormaal scherpe grens tussen het veen en het (grijze) zand in het oostprofiel die als een (vermoedelijke) grote kuil in het veen werd geïnterpreteerd en werd bemonsterd voor pollenanalyse. Het spoorformulier vermeldt enkel spoor 1. Put 79 bevat een houtfragment (dat zich echter grotendeels in put 77 bevindt). In put 84 werd één bodemspoor geregistreerd (S1), in put 85 twee houtfragmenten waaronder een taxustronk. Verder vermeldt het velddagboek over deze put het volgende: "In de vakjes 14 en 15, vlak 2, werd tijdens het scheppen een vrij grote hoeveelheid houtskool geconstateerd, een verbrande tak? Een spoor was in spoor 3000 niet te ontdekken.". Uiteindelijk werd uit vlak 2 van het eerst vermelde vak 152,6 gram houtskool gerecupereerd en in vak 15 192,4 gram. In het digitale basisbestand zijn deze nummers verbonden met spoor 10.000 en niet met 3.000. Met het *total station* werd een spoor ingemeten dat in het verlengde ligt van de vermoedelijke windval die werd aangetroffen in put 86 en aan de zuidelijke rand waarvan zich de taxustronk bevindt. Van dit spoor wordt echter geen melding gemaakt in het velddagboek; wel dat vanaf vlak 1 een 'zandkop' zichtbaar was. Vermoedelijk gaat het hier om hetzelfde fenomeen. In put 86 werden geen antropogene bodemsporen herkend, wel een vermoedelijke windval, die ook zichtbaar is op het digitale grondplan en geassocieerd kan worden met de observaties in put 85. Put 87, die slechts

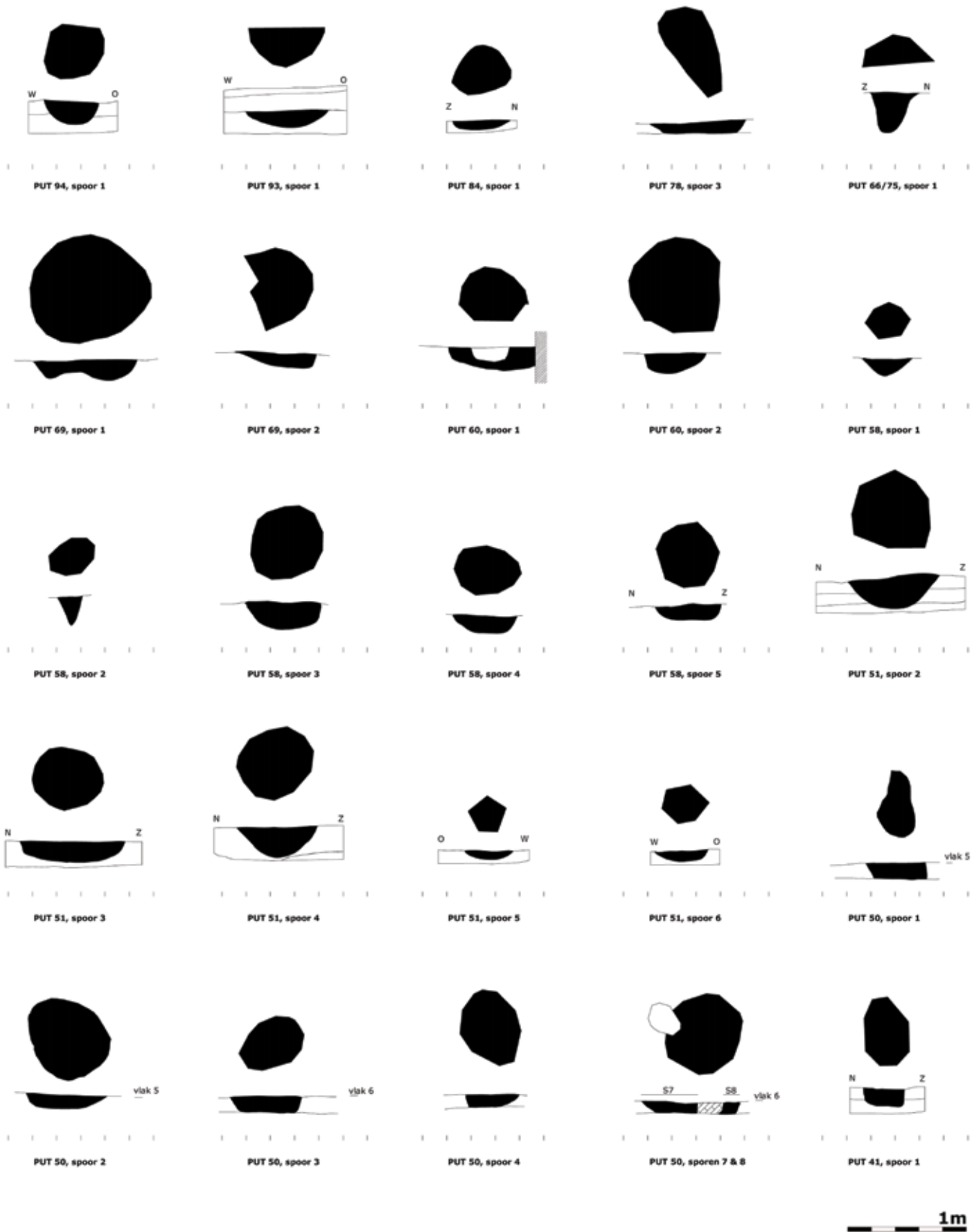


fig. 53 Grondplannen en doorsnedes van de grondsporen uit de DAO-2 fases (gedigitaliseerd op basis van de oorspronkelijke veldtekeningen).



fig. 54 Twee naast elkaar liggende grondsporen in het veld geïnterpreteerd als haardkuilen. De opnames links dateren uit het DAO-1 (opnames ARC) waar beide sporen als één grondspoor werden geregistreerd (P21 S41); de opnames rechts zijn genomen tijdens het DAO-2 (P60 S1 en S2). Duidelijk is de erosie die beide sporen hebben ondergaan.



fig. 55 Natuursteen aangetroffen in put 66.

gedeeltelijk werd opgegraven, bevatte op een niet lokaliseerbaar fragment hout (7474.006288) na geen bodemsporen. In het dagboek wordt melding gemaakt van een boom in het veen die werd opgemeten; vermoedelijk is dit het houtmonster waarvan sprake, en zou dit, onder voorbehoud, gekoppeld kunnen worden aan het grondspoor (zonder geassocieerd vondstnummer) op het digitale grondplan. Eveneens is in deze put sprake van een mogelijk spoor in vlak 2 (“een concentratie van puntjes houtskool ... mogelijk als haardkuil te duiden”). Tijdens het verdiepen werd dit ‘potentieel spoor’ echter niet meer aangetroffen. In putten 93 en 94, die beide slechts voor een heel klein deel werd opgegraven, werd telkens één bodemspoor geregistreerd (S1) die wegens tijdsgebrek slechts gedeeltelijk konden worden opgegraven. Verder bevatte put 94 een taxus fragment, dat mogelijk geas-

socieerd kan worden met de wortels die werden aangetroffen in het uiterste noorden van WP12 uit het IVO. In put 96 bevindt zich eveneens een taxus fragment; op het digitale grondplan staat hier eveneens een niet gedetermineerd spoor (hout?) met vondstnummer 7474.006794.

7.1.3.3 Evaluatie en hernieuwde interpretaties

7.1.3.3.1 Inleiding

Bovenstaande beschrijving van de herkenning, registratie en eerste veldinterpretaties van de verstoringen van de natuurlijke bodemopbouw toont aan dat de studie van de grondsporen van de steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 een uiterst problematisch karakter heeft. Verspreid over de verschillende opgraafcampagnes werden talrijke grondsporen geregistreerd; het is echter niet altijd even duidelijk op basis waarvan de interpretatie van de aard van het grondspoor heeft plaatsgevonden. Bovendien wordt een doorgedreven evaluatie van deze sporen grotendeels verhinderd door de moeilijke herkenning en/of vaak gebrekkige registratie ervan. Het achterhalen van het exacte aantal grondsporen, volgens de definitie gehanteerd in de inleiding van dit hoofdstuk, is dan ook een onhaalbare oefening gebleken. Wel kunnen, conform het PvE, verschillende spoorcategorieën min of meer van elkaar worden onderscheiden en kan een deel van de grondsporen aan één van deze categorieën worden toegewezen. In grote lijnen kan een onderscheid worden gemaakt tussen (1) hout, (2) bodemverkleuringen die de natuurlijke bodemopbouw verstoren en (3) concentraties van verbrand materiaal (lithisch

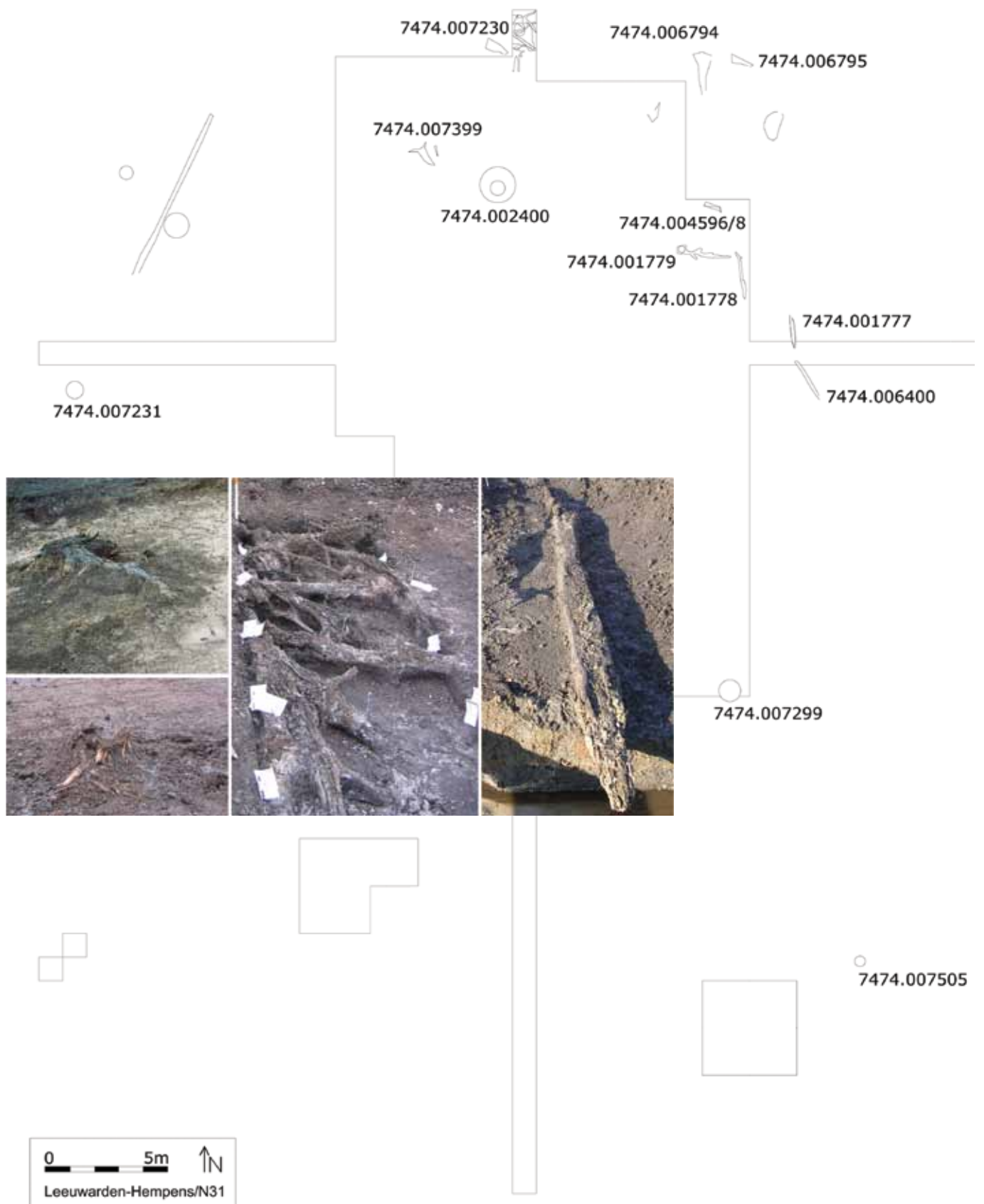


fig. 56 Ruimtelijke verspreiding van alle plantaardige resten zoals geregistreerd in het veld.

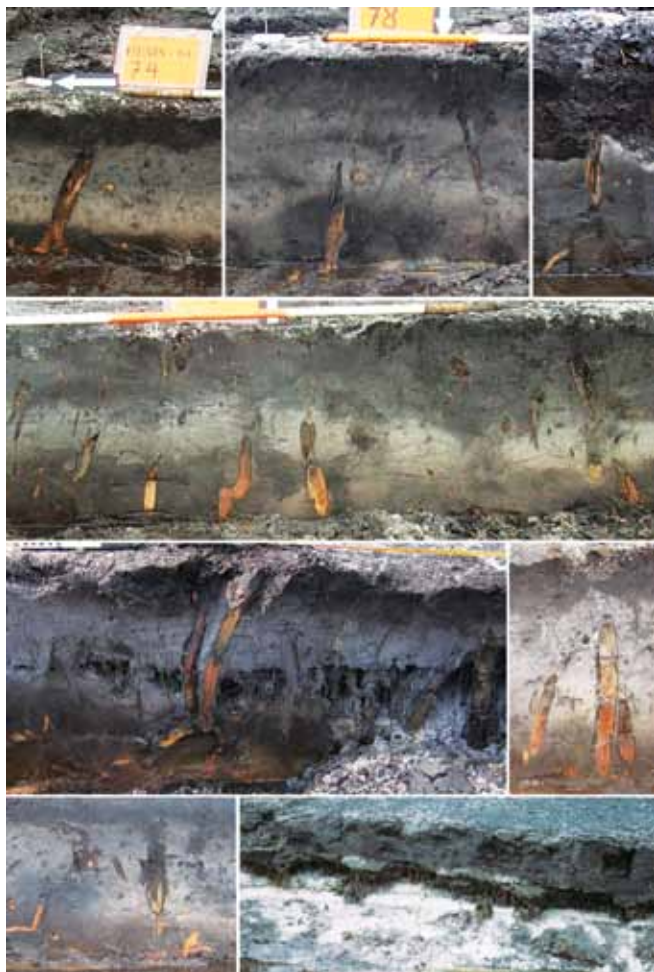


fig. 57 Illustratie van de sterke doorworteling van de bodem. Bovenste rij (vlnr): oostprofiel put 41, zuidprofiel put 51 en oostprofiel put 78; tweede rij: noordprofiel put 85; derde rij: westprofiel put 18; onderste rij (vlnr): zuidprofiel put 21 en zuidprofiel put 16.

materiaal, hazelnoot, houtskool, enz.) die in het veld niet als dusdanig als grondspoor kunnen worden herkend maar tijdens de uitwerking kunnen worden gereconstrueerd op basis van een ruimtelijke analyse van de verschillende vondstcategorieën (de zogenaamde latente grondsporen).

7.1.3.2 Vondsten van hout

Verspreid over het opgraafterrein werden op de grens tussen het zand en de basis van het veen reeds tijdens de aanleg van het opgraafvlak verschillende restanten van plantaardige vegetatie (boomstronken) in onverkoelde toestand aangetroffen (fig. 56). De precieze relatie van deze stobben tot het zand/veen is niet helemaal duidelijk, maar aangenomen wordt dat de groei van deze vegetatie gerelateerd is met het dekzand en dus dateert van vóór de veenvorming. Minimaal negen van deze houtvondsten, voornamelijk stobben, werden door O. Brinkkemper (toenmalige ROB) gedetermineerd als taxus. Zowel het palynologische onderzoek van D.G. van Smeerdijk (zie paragraaf 7.4.2.), als het macrorestenonderzoek uit de pollenmonsters van L. Kubiak-Martens (zie paragraaf 7.4.4.)

toonde eveneens de aanwezigheid aan van taxus op deze locatie. Voorts zijn twee radiometrische dateringen beschikbaar (UtC-14591: 4050 ± 60 BP en GrN-26539: 4530 ± 80 BP) die een indicatie van de ouderdom ervan (kunnen) geven. Naast deze natuurlijke plantaardige resten zijn op verschillende profielfoto's wortels zichtbaar die een lokale vegetatiegroei suggereren (fig. 57). Voor zover in detail bestudeerd, bevatte geen enkele van bovenvermelde plantaardige grondsporen indicaties voor antropogene modificatie. Tot dusver is er geen enkele argumentatie om deze grondsporen in direct verband te brengen met de prehistorische occupatie(s) ter plaatse. Over de temporele relatie tussen deze fenomenen en de prehistorische bewoning, en daarmee de mogelijke verstoring van ruimtelijke antropogene patronen door deze vegetatie, zijn weinig concrete gegevens beschikbaar.

7.1.3.3 Bodemverkleuringen die de natuurlijke bodemopbouw verstoren

De globale natuurlijke bodemopbouw van de steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 is in grote lijnen gekend, zoals blijkt uit het fysisch-geografische onderzoek (zie Deel VI). Het gaat om een dekzandopduiking waarin zich vóór de afdekking met veen- en kleisedimenten (lokaal, opeenvolgende en/of overlappende?) bodemhorizonten hebben gevormd. Een blik op de beschikbare profiel- en vlakfoto's toont de moeilijke leesbaarheid van deze profielen aan en doet vermoeden dat de lokale details van de natuurlijke bodemopbouw, die van belang zijn voor een ruimtelijke analyse van de verschillende vondstcategorieën, minder duidelijk in kaart zijn gebracht (zie fig. 17 t.e.m. 28 en fig. 45 en bijlage 2). De lokale variatie verspreid over de (top van de) dekzandopduiking lijkt bijzonder groot te zijn. Daar de aard van deze lokale bodemopbouw niet steeds eenduidig kon worden vastgesteld, is een analyse van de verstoring ervan evenmin een sinecure.

Natuurlijke verstoringen van de bodemopbouw

Natuurlijke verstoringen van de bodemopbouw (in het veld gecodeerd als 'NV' of 'NVP'), vaak gerelateerd aan de aanwezigheid van vegetatie, zijn een veel voorkomend fenomeen op locaties in (zand)gebieden waar bewoningsresten uit het mesolithicum werden aangetroffen (o.a. Crombé 1993; Kooi 1974; Langohr 1993; Louwagie & Langohr 2005; Newell 1981). Een belangrijke problematiek in dit verband, naast de herkenning en interpretatie van dergelijke bodemsporen, waarvoor grote opgraafvlakken noodzakelijk zijn, is het vaststellen van de temporele relatie tussen deze verstoring en de aanwezige archeologische resten, aangezien dergelijke fenomenen de waarneembaarheid van ruimtelijke patronen, ontstaan ten gevolge van menselijk handelen, danig kunnen beïnvloeden. Dit betekent geenszins dat een natuurlijke bodemverstoring noodzakelijk een verstoring van de (ruimtelijke patronen van de) prehistorische bewoning inhoudt.

Toenemende vernatting van het onderzoeksgebied rondom de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 die uiteindelijk leidde tot veenvorming, samen met de geattesteerde aanwezigheid van restanten van bomen, zijn indicatief voor de potentiële en veelvuldige aanwezigheid van boomvallen en geassocieerde natuurlijke grondsporen. Verspreid over het terrein zijn verschillende aanwijzingen aangetroffen die in verband kunnen worden gebracht met boomvallen. Ook de vaak moeilijke leesbaarheid van de profielwanden zou in sommige gevallen mogelijk in het licht van dergelijke fenomenen kunnen worden beschouwd. Met uitzondering van enkele foto's en een digitaal grondplan, vaak gekenmerkt door een wirwar aan over elkaar lopende lijnen/vlakken (fig. 58), zijn dergelijke fenomenen echter nauwelijks in detail in kaart gebracht. Door het zo goed als volledig ontbreken van deze essentiële informatie zal een analyse van de temporele relatie met de vondstspredingen grotendeels beperkt worden tot een beschrijving en poging tot interpretatie van 'anomalieën' in de ruimtelijke spreiding van de verschillende vondstcategorieën. Bij de bestudering van de ruimtelijke spreiding van het lithische materiaal zal hieraan bijzondere aandacht worden besteed. In het noorden van de opgraafput, verspreid over de putten 12, 76, 85 en 86 zijn aanwijzingen beschikbaar voor de aanwezigheid van (één of meerdere?) natuurlijke verstoring(en), ruimtelijk deels geassocieerd met een taxusstronk (fig. 59, zie ook fig. 45 rechtsboven). Ten zuidoosten daarvan, in de noordoosthoek van put 78, duidt een wirwar aan verkleuringen, samen met een aantal zogenaamde *tree sway* sporen eveneens op een natuurlijk bodemverstoring fenomeen (zie fig. 45 rechtsonder). Hetzelfde geldt voor de zone ter hoogte van putten 14, 17, 19 en 68. *Tree sway* sporen in associatie met wortelresten werden daarnaast ondermeer ook aangetroffen in de zuidoostelijke hoek van put 21 en in putten 49 en 58. Dergelijke types van bodemverstoring werden ook reeds op andere mesolithische vindplaatsen in zandcontexten veelvuldig aangetroffen en in detail beschreven (Langohr, Louwagie 2000; Louwagie, Langohr 2005: 228-231; Spek *et alii* 2001a, 20). Ter hoogte van putten 41 en 49 zijn duidelijke verstoringen van de natuurlijke bodemopbouw waargenomen, in het geval van put 41 in het veld geïnterpreteerd als een 'erosielaag' (fig. 60). De precieze aard van deze verstoring blijft onduidelijk. Ook in werkput 11 duidt een wirwar van lijnen op een natuurlijke verstoring.

Grondsporen met een houtskoolvulling

Wanneer de termen 'mesolithicum' en 'Noord-Nederland' vandaag de dag in één adem worden genoemd, passeert de term 'haardkuil', vaak in een weinig kritische context, stevast ook de revue, en als men correct wil zijn daarbij verwijzend naar het baanbrekende onderzoek van Groenendijk (1987) uit de jaren '80 en '90 van de vorige eeuw. Afgaande op de recente bevindingen van Niekus (2006, 56) werden er

(tot 2005/6) op 91 Noord-Nederlandse mesolithische (en vroegneolithische) vindplaatsen minstens 2269 van dergelijke haardkuilen aangetroffen; ook tijdens recente opgravingen werden tal van grondsporen geïnterpreteerd als haardkuil (*i.e.* Dronten/N23³³). Ze kunnen met andere woorden worden beschouwd als een typisch fenomeen voor het Noord-Nederlandse mesolithicum (o.a. Groenendijk 1987; Lanting, Van der Plicht 2000; Peeters, Niekus 2005), maar zijn daarnaast zeker geen onbekende in andere regio's van Europa (*i.e.* Crombé *et alii* 1999, 63; Crombé 2005, 177 + voetnoot 13; Gerken 2009). De lading die deze term precies dekt, is echter veel minder duidelijk en eenduidig omschreven. Belangrijk in dit verband is op te merken dat het geen haard(kuilen) zijn die door archeologen worden opgegraven, in de zin van bijvoorbeeld weinig aan de verbeelding overlappende haardplaatsen uit diverse laatpaleolithische en mesolithische vindplaatsen (*i.e.* Leesch *et alii* 2010 voor een laatpaleolithisch voorbeeld en het onderzoek van Larsson en Sjöström in de Rönneholms mosse in Zuid-Zweden voor een mesolithisch voorbeeld), maar wel bodemverstoringen, in essentie gekenmerkt door een aflijning en opvullingspakket, die het resultaat kunnen -maar niet noodzakelijk hoeven te zijn van (antropogene) verbrandingsactiviteiten ter plaatse. Een interpretatie als (restanten van) haardkuilen dient met andere woorden nauwkeurig beargumenteerd te worden, op basis van expliciete criteria die loelaten deze bodemverstoringen te onderscheiden van andere bodemverstoringen.

Het pioniersonderzoek dat Groenendijk (1987, 1997) in het Groningse deel van de Veenkolonieën uitvoerde, leverde een aanzienlijke hoeveelheid informatie op met betrekking tot houtskoolbevattende grondsporen op mesolithische vindplaatsen in deze regio. Hij vestigde daarbij de aandacht op hun alomtegenwoordigheid en hun opmerkelijke vormelijke en inhoudelijke homogeniteit, waardoor hun identificatie als haardkuilen en hun (over het algemeen maar zeker niet uitsluitend) mesolithische ouderdom toen reeds "algemeen aanvaarde" gegevens waren (Groenendijk 1987, 85, 88). Verder wees hij erop dat onderzoek naar deze grondsporen zich tot op dat moment vooral geconcentreerd had op het radiometrische aspect, daarbij de basis leggend voor het huidige chronologische kader van het (Noord-)Nederlandse Mesolithicum. Onderzoek naar de morfologie en functie van dergelijke veronderstelde haardkuilen was tot dan toe, en is vandaag de dag nog steeds, eerder beperkt gebleven. Op basis van een studie van meer dan honderd van dergelijke grondsporen uit verschillende mesolithische vindplaatsen uit de zandregio's van de Veenkoloniën gaf Groenendijk een uitvoerige beschrijving van hun kenmerkende eigenschappen (Groenendijk 1987, 92-96). De grondsporen bestaan uit

33 <http://www.archeologien23flevoland.nl/>; <http://www.rmo.nl/onderzoek/steentijddag/steentijddag-2011> (geconsulteerd januari 2011).

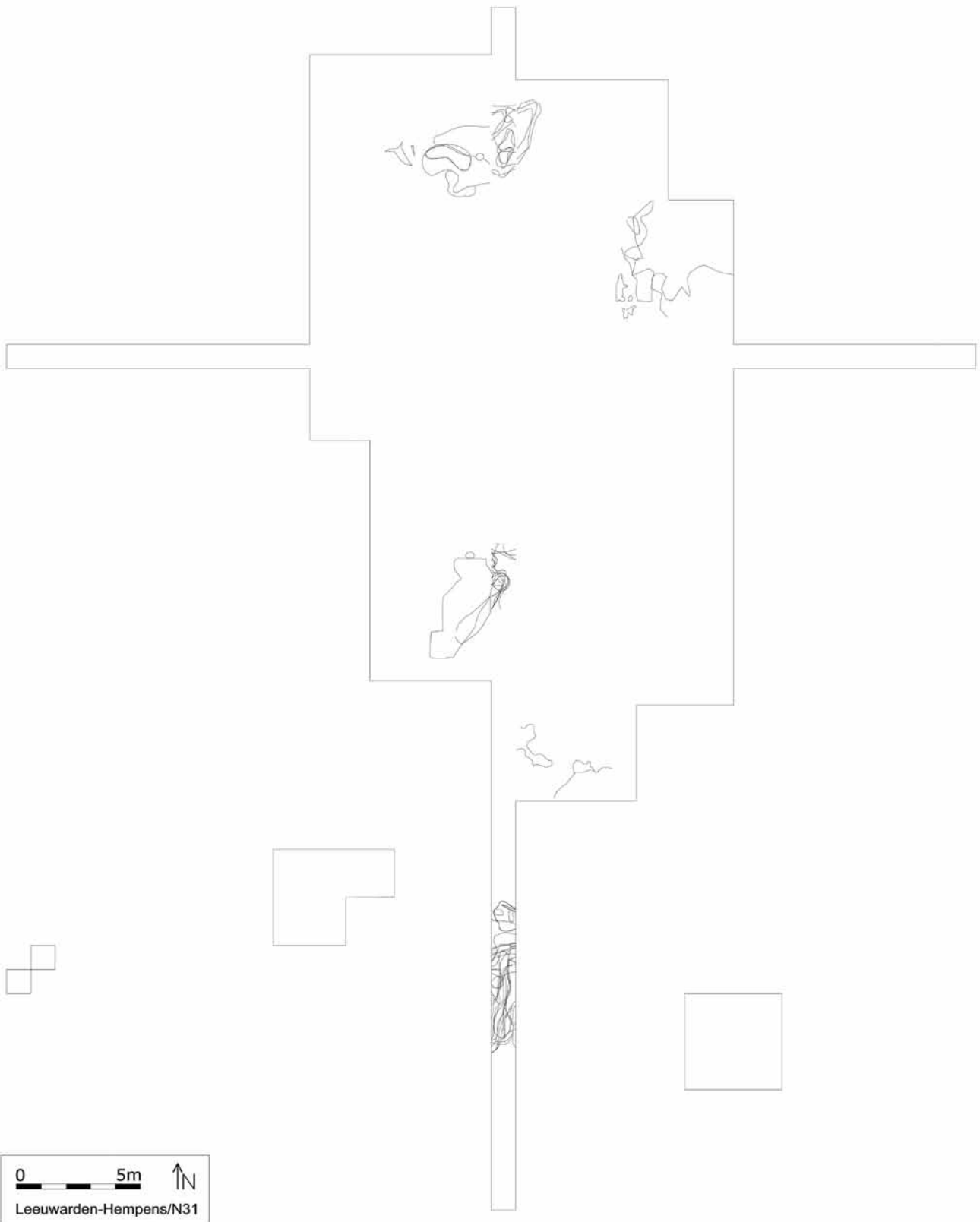


fig. 58 Ruimtelijke verspreiding van de natuurlijke verstoringen van de bodemopbouw zoals geregistreerd in het veld.

tenminste twee delen, waarvan enkel het onderste deel (of de basis) zichtbaar is, die veelal donker tot zeer donker en houtskoolrijk is, en vaak sterk contrasteert met de omringende onverstoorde bodem. In doorsnede heeft deze basis vaak een lens- of een komvorm; in grondplan meestal een ronde of ovale vorm. Posterieure bodemvormende processen en/of de quasi afwezigheid van houtskool leidden ertoe dat het bovenste deel (deels de schacht, maar voornamelijk de mond), dat voornamelijk uit zand bestaat, zelden of nooit wordt waargenomen en dat de grondsporen dus pas op een dieper niveau zichtbaar worden, zo'n 40 tot 50 centimeter onder de top van het zandpakket in de aanrijkingshorizonten van het bodemprofiel. De gemiddelde diepte van de veronderstelde haardkuilen werd geschat op 40 tot 50 centimeter; de doorsnede van de schacht tussen 40 en 60 centimeter met uitzonderingen tot 80 centimeter. Zowel de kleur als de samenstelling van het opvulpakket van het bodemspoor zijn variabel. De kleur, die varieert van alle grijstinten tot zwart vaak aangevuld met een groenige tint, wordt in de eerste

plaats bepaald door de hoeveelheid houtskool dat het spoor bevat. Het homogene, niet-gelaagde houtskoolpakket dat vaak in grote hoeveelheden wordt aangetroffen, concentreert zich in de basis met een uitwaaiing naar de schacht toe. Het bestaat zowel uit op soort en/of onderdeel determineerbare fragmenten als uit indetermineerbaar houtskoolstof. Qua houtsoort domineert *Pinus* in grondsporen die gedateerd worden in het Preboreaal en het Boreaal; het relatieve belang van *Quercus*, dat pas verschijnt in het Boreaal, neemt toe naar het einde van het Boreaal en op de overgang naar het Atlanticum, op een moment dat ook *Ulmus* en *Populus* worden aangetroffen. In sommige van de bodemsporen is, enkele fijne houtskooldeeltjes niet te na gesproken, nauwelijks houtskool aanwezig en is het contrast tussen het grijze bodemspoor en de omliggende bodem veel minder uitgesproken. Naast houtskool wordt ook vaak vuursteen aangetroffen in het opvulpakket. In de quasi steriele schacht gaat het vaak om onverbrande stukken. Het relatieve aandeel van onverbrande stukken ten opzichte van zwaar verbrande stukken, is verwaarloosbaar. Sporadisch wordt naast houtskool en (zwaar verbrand) vuursteen ook verkoolde hazelnootschelpen en andere steensoorten aangetroffen, in tegenstelling tot bot. Over de locatie van (vindplaatsen met) dergelijke grondsporen vermeldde Groenendijk dat ze zich vooral op de grotere, meer uitgesproken zandopduikingen bevinden. Vaak worden ze daarbij aangetroffen in één of meerdere clusters. Daar waar de toegepaste opgravingstrategieën het toelaten hierover uitspraken te doen, lijkt er nauwelijks of geen ruimtelijke overlapping te zijn tussen deze clusters en de lithische concentraties. In een voetnoot merkte hij verder op (Groenendijk 1987, voetnoot 9) dat in zijn onderzoeksgebied naast deze bodemsporen



fig. 59 Verstoringen van de natuurlijke bodemopbouw (geassocieerd met een *taxus*stronk) ter hoogte van putten 12, 76, 85 en 86 (opname uit het noorden).



fig. 60 Verstoring van de natuurlijke bodemopbouw in werkputten 41 en 50 (zuidprofiel werkput 50), in het veld geïnterpreteerd als 'erosielaag'. Onderaan is hetzelfde profiel zichtbaar na erosie.

ook andere grondsporen in verband kunnen worden gebracht met vuurhaarden. Hij vernoemt (vermoedelijk antropogene) heterogene, ondiepe 'kuilen' met houtskoolvlekken en hoge concentraties van verbrande lithische artefacten zonder haardkuilen.

Andere gedetailleerde (en gepubliceerde) beschrijvingen van grondsporen uit mesolithische vindplaatsen op (afgedekte) zandgronden zijn afkomstig uit het onderzoek dat door Crombé in de jaren '90 en '00 werd uitgevoerd in de Waasland Scheldepolders (Crombé 2005). Ook bij dat onderzoek werd ruime aandacht besteed aan een archeologische beschrijving (typologie, dimensies, lokalisatie, samenstelling, functie, enz.), uitgebreid radiometrisch onderzoek en pedologische, paleobotanische en archeozoologische studies van de aangetroffen grondsporen (Crombé 2005, 141-300). Op de (grotendeels afgedekte) vindplaats Verrebroek-Dok werden de "prehistorische grondsporen" op basis van diverse criteria opgedeeld in antropogene en natuurlijke fenomenen. Antropogene sporen werden geïnterpreteerd als haardkuilen (*hearth pits*), houtskoolkuilen (*charcoal pits*), hazelnootkuilen (*hazelnut pits*) en (latente) oppervlaktehaarden (*surface hearths*). Natuurlijke fenomenen werden opgedeeld in boomvallen (*tree fall*), zogenaamde *tree sway* fenomenen en biogallerijen. Op de vindplaats Doel-Deurganckdok (sector B) werden, naast oppervlaktehaarden en een aantal nauwelijks geregistreerde onregelmatige ondiepe verdiepingen van de A-horizont, op basis van afmetingen en/of houtskoolsamenstelling verschillende varianten van (typische en atypische) haardkuilen aangetroffen. In navolging van Crombé (2005, 179, 299), en ondanks de bewering dat "*hearth-pits [...] are generally easy to identify*" (Niekus 2006, 48) willen we een mogelijk biogene oorsprong van (een deel van) dergelijke voor het Noord-Nederlandse mesolithicum 'typische' houtskoolbevattende bodemverkleuringen voorsporen zeker niet uitsluiten. Op beide Vlaamse vindplaatsen worden de grondsporen met houtskool opgedeeld in sporen die veel en diegene die (zeer) weinig houtskool bevatten. De eerste groep omvat de (typische en atypische) haardkuilen en houtskoolkuilen. In navolging van het bovenvermelde onderzoek van Groenendijk (1987) werden haardkuilen gedefinieerd als kleine cirkel- tot ellipsvormige bodemverkleuringen met een komvormig profiel die gekenmerkt worden door een homogeen donkergrijze tot zwarte opvulling ten gevolge van as en houtskoolfragmenten. Het onderscheid tussen typische en atypische haardkuilen, dat gemaakt wordt op de vindplaats Doel Deurganckdok (sector B), is gebaseerd op de opvulling van de grondsporen. Atypische haardkuilen onderscheiden zich van de typische door de aanwezigheid van een homogeen (licht) grijze zandmatrix met in verhouding minder en vaak kleinere houtskoolfragmenten en het ontbreken van een donkere houtskool. Deze donkergrijze/

zwarte houtskoolrijke zandlaag van ca. 10-25 centimeter dikte wordt wel aangetroffen onderaan de typische haardkuilen, met eronder soms een licht grijze laag met biogallerijen. Dergelijke bodemsporen worden eveneens op basis van afwijkende vullingen en afmetingen verder opgedeeld in typische haardkuilen waarin uitsluitend deze donkere lens wordt aangetroffen en die gelijkaardige afmetingen hebben als de atypische variant, en typische haardkuilen, vaak groter en dieper, waarin deze donkere houtskool wordt afgedekt door een homogeen licht grijs houtskoolarm zandpakket. Houtskoolkuilen op de vindplaatsen in de Waasland Scheldepolders worden, net als haardkuilen, eveneens gekenmerkt door een grote hoeveelheid houtskool, die weliswaar vaak uit kleinere fragmenten bestaat. Daarnaast onderscheiden ze zich ook van de haardkuilen door hun kleinere -maar mogelijk diepere?- afmetingen (gem. 44,6 x 34,6 x 42,8 cm), hun zeer diffuse en onregelmatige aflijning (zeker in coupe) en een licht grijzige zandige opvulling. Ze liggen ook ruimtelijk meer verspreid dan haardkuilen, die gegroepeerd zijn op de hogere delen van het dekzandlandschap. Archeologische vondsten in deze sporen zijn ook eerder zeldzaam.

Op de vindplaats Mariëberg-Schaapskooi werden de (antropogene) mesolithische grondsporen in het veld onderverdeeld in haard(kuilen) (*hearths*, N = 227), kuilen (*pits*, N = 87) en graven (*graves*, N = 6) op basis van kleur en afmetingen (Verlinde, Newell 2006). Naast deze grondsporen werden op deze vindplaats ook andere grondsporen aangetroffen die worden toegeschreven aan natuurlijke fenomenen (*i.e.* verkleuringen gerelateerd aan conifere wortelsystemen, (post-depositionele) dierlijke verstoringen en een kleine natuurlijke, met eolisch zand opgevulde depressie) en/of post-mesolithische activiteiten (*i.e.* grachten, paalsporen, (urnen)graven). Deze veldopdeling van de mesolithische grondsporen werd bevestigd aan de hand van uitgebreid statistisch- en labo-onderzoek van de spoorvulling. In deze drie klassen werd telkens houtskool aangetroffen. Het onderscheid tussen haarden en kuilen situeert zich voornamelijk op vlak van de kleur en de afmetingen, waarbij haarden een heel donkere vulling hebben en (gemiddeld genomen) een iets grotere diameter en diepte hebben: "*The hearths were all deep black in colour from top to bottom. The fill was homogeneous and showed no layering or other signs of stratigraphic differentiation in profile. In plan they displayed a continuous range from round to oval and their sections were disc-shaped. [...] hearth diameters varied from 20 to 130 cm with a mean of $x = 69.080$; s.d. = 19.917. [...] Their depths varied from three to 55 cm (below the excavation level) with a mean of $x = 19.392$; s.d. = 9.569. [...] The pits were all mottled greenish gray in colour from top to bottom. The fill was homogeneous and showed no layering or other signs of stratigraphic differentiation in profile. In plan they displayed a continuous range from round to oval*



fig. 61 Impressie van bodemsporen met houtskoolvulling, in het veld geïnterpreteerd als haardkuilen.

and their sections were shallow and disc-shaped. [...] their diameters varied from 20 to 100 cm with a mean of $x = 58.718$; $s.d. = 16.397$. [...] Their depths varied from one to 50 cm with a mean of $x = 15.78787$; $s.d. = 9.754$."

Bovenvermelde greep uit voorbeelden van gedetailleerd onderzoek van grondsporen met houtskool op mesolithische vindplaatsen in de lage landen, toont aan dat dit onderzoek zich voornamelijk richt op de studie van uiteenlopende variabelen³⁴: een morfologische karakterisering (i.e. omvang,

vorm, kleur, vulling, aflijning, enz.), de soortensamenstelling van het houtskool dat erin wordt aangetroffen, de aanwezigheid van andere vondstcategorieën in het opvullingspakket (i.e. lithisch materiaal, verbrand bot, verkoolde fragmenten van hazelnootschelpen, enz.) en de potentiële overlapping en ruimtelijke verspreiding van deze grondsporen. Daarnaast worden vaak suggesties gepresenteerd over de mogelijke functie en/of interpretatie ervan. De problematische registratie en interpretatie van grondsporen met houtskool voor de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31, vaak maar gedeeltelijk herkend en opgegraven, laat een dergelijk gedetailleerd onderzoek slechts in beperkte mate, en onder strikt voorbehoud, toe (fig. 61). Voor een uitgebreide

34 Dit is eveneens het geval bij een aantal gelijkaardige, niet vermelde studies.

behandeling van de radiometrische dateringen (N = 27) uitgevoerd op houtskool afkomstig uit deze sporen wordt verwezen naar hoofdstuk 7.5. Fig. 62 geeft een grondplan van de houtskoolbevattende grondsporen waar ≥ 10 gram houtskool werd aangetroffen. Het gaat hier enkel om de grondsporen die werden herkend in het veld. Naast deze grondsporen met meer dan 10 gram houtskool zijn er nog meer dan 30 geregistreerde grondsporen op het veld geïnterpreteerd als (hard)kuil waarin (vaak veel) minder dan 10 gram houtskool werd aangetroffen. Belangrijk is op te merken dat Hempens één van de weinige vindplaatsen is waar houtskool (min of meer) systematisch werd verzameld per vak voor gans het opgegraven deel van de vindplaats (*infra*); hieruit blijkt dat naast de geregistreerde grondsporen met houtskool ook een enorme hoeveelheid houtskool werd gerecupereerd dat in het veld niet als dusdanig werd herkend als grondspoor. Dergelijke systematische recuperatie laat een vergelijkende analyse van houtskool in en rondom de geregistreerde bodemsporen toe.

Aflijning, vulling en morfologische karakterisering.

Afgaande op de beschikbare tekeningen en beschrijvingen werden de grondsporen, indien volledig opgegraven, herkend als kleine, ronde tot ovaalvormige bodemverkleuringen, vaak met een vage aflijning, zoals aangetoond wordt door de beschikbare foto's (zie bijlage 5). De kleur van de vullingen varieerde van donkerbruin tot (licht tot zeer donker) grijs. Nergens is sprake over duidelijk van elkaar te onderscheiden opvullingspakketten en een duidelijk herkenbare donkergrijze houtskoolleens eventueel afgedekt door een lichtgrijs pakket. De (bewaarde) diepte, voor zover te achterhalen, varieert tussen enkele centimeters tot enkele decimeters.

Houtskool: hoeveelheid, aard en soortensamenstelling. In tab. 7 is de samenstelling van de grondsporen weergegeven. De overgrote meerderheid van de grondsporen is bijzonder arm aan houtskool, ook diegene die in het veld werden geregistreerd als hardkuil. Vergelijking met de horizontale verspreiding van het houtskool toont aan dat daarnaast, soms discrete houtskoolclusters die aanzienlijk meer houtskool bevatten, niet als dusdanig als grondspoor werden herkend. Van 39 geregistreerde grondverkleuringen waarin houtskool werd aangetroffen³⁵, waarvan er 25 radiometrisch werden gedateerd (tab. 8), kon de soortensamenstelling (van een

deel van het houtskool) worden bepaald, door twee verschillende onderzoekers³⁶. Voor een uitgebreide behandeling van hun resultaten van het houtskoolonderzoek wordt verwezen naar paragraaf 7.4.3. Nemen we de afzonderlijk geregistreerde spoorhelften die tot hetzelfde grondspoor behoren samen, dan krijgen we een bestand van 35 'echte' (delen van) grondsporen met houtskool in de vulling waarvan de soortensamenstelling werd bepaald. In 40% hiervan (N = 14) werd slechts één houtsoort aangetroffen, *Pinus* of *Quercus*. Twaalf maal komen twee verschillende houtsoorten voor, voornamelijk *Pinus* en *Quercus* maar in twee gevallen ook *Alnus* samen met *Pinus* of *Quercus*. In ca. 23% van de op soort gedetermineerde grondsporen werden drie verschillende houtsoorten gedetermineerd en tweemaal vier houtsoorten. In één geval (P69 S2) kan het aantal soorten niet nauwkeurig worden vastgesteld. Grondsporen met uitsluitend *Quercus* en/of *Pinus* domineren (N = 25: daarvan zijn er 10 met uitsluitend *Quercus* en *Pinus* (ca. 26%), gevolgd door zeven en acht met respectievelijk *Quercus* of *Pinus*. Van de tien grondsporen met *Quercus* en *Pinus* zijn er telkens drie die ofwel quasi uitsluitend *Pinus* ofwel quasi uitsluitend *Quercus* bevatten; in de overige vier komen beide houtsoorten telkens frequent voor. Tien sporen bevatten minstens drie verschillende houtsoorten, zij het soms in beperkte hoeveelheden. In twee ervan werden vier verschillende houtsoorten herkend. Voor beide sporen zijn overigens telkens twee radiometrische dateringen beschikbaar. Achtmaal werd naast *Quercus* en/of *Pinus* ook *Alnus* aangetroffen, regelmatig in zeer beperkte hoeveelheden: in één geval waarbij veel *Alnus*, *Quercus* en *Pinus* aanwezig was, werd ook één fragment van *Betula* aangetroffen en in een ander geval ook een ruime hoeveelheid *Salix*. Het gaat hier om beide bovenvermelde sporen met de dubbele dateringen. In de gevallen waar *Alnus* werd aangetroffen met uitsluitend *Quercus* of *Pinus* (N = 2), komt *Alnus* slechts in zeer beperkte mate voor (tezamen slechts drie fragmenten). Tweemaal werd in een spoor de aanwezigheid van *Quercus*, *Pinus* en *Betula* vastgesteld; telkens gaat het daarbij om een absolute dominantie van *Quercus*, met een zeer beperkte bijdrage van *Pinus* en/of *Betula*. Hetzelfde geldt voor de twee grondsporen waarin naast *Quercus* ook steeds een beperkte hoeveelheid *Salix* en *Alnus/Betula* werd aangetroffen.

De aanwezigheid van andere vondstcategorieën. Naast houtskool bevatten de (vondstnummers die verwijzen naar de)³⁷ bodemsporen regelmatig verkolde fragmenten van

35 Hiervan zijn er zes delen van sporen uit de verschillende opgraafcampagnes die eigenlijk samen drie (quasi) volledige sporen vormen: de combinatie P12 S31/P17 S41, P21 S40/P60 S3 en de combinatie P21 S47/P51 S1. Daarnaast is er ook het 'dubbelspoor' P21 S41 dat in de daarop volgende campagne als twee afzonderlijke sporen werd geregistreerd (P60 S1 en S2). Eigenlijk hebben we dus te maken met 35 'echte' grondsporen. Daarvan zijn er minstens elf die slechts deels werden herkend en opgegraven en een aantal waarvan de beschikbare gegevens geen eenduidige beschrijving en/of interpretatie toelaten.

36 Elf grondsporen werden op soort gedetermineerd door P. van Rijn (BIAX), de overige door G. de Roller (ARC).

37 We willen deze nuance toevoegen omdat de veldregistratie en de aard van de grondmonsters (vage, vaak arbitraire aflijning?) niet toelaat te achterhalen of het bemonsterde sediment uitsluitend afkomstig is uit de grondsporen of ook deels uit het omliggende sediment.

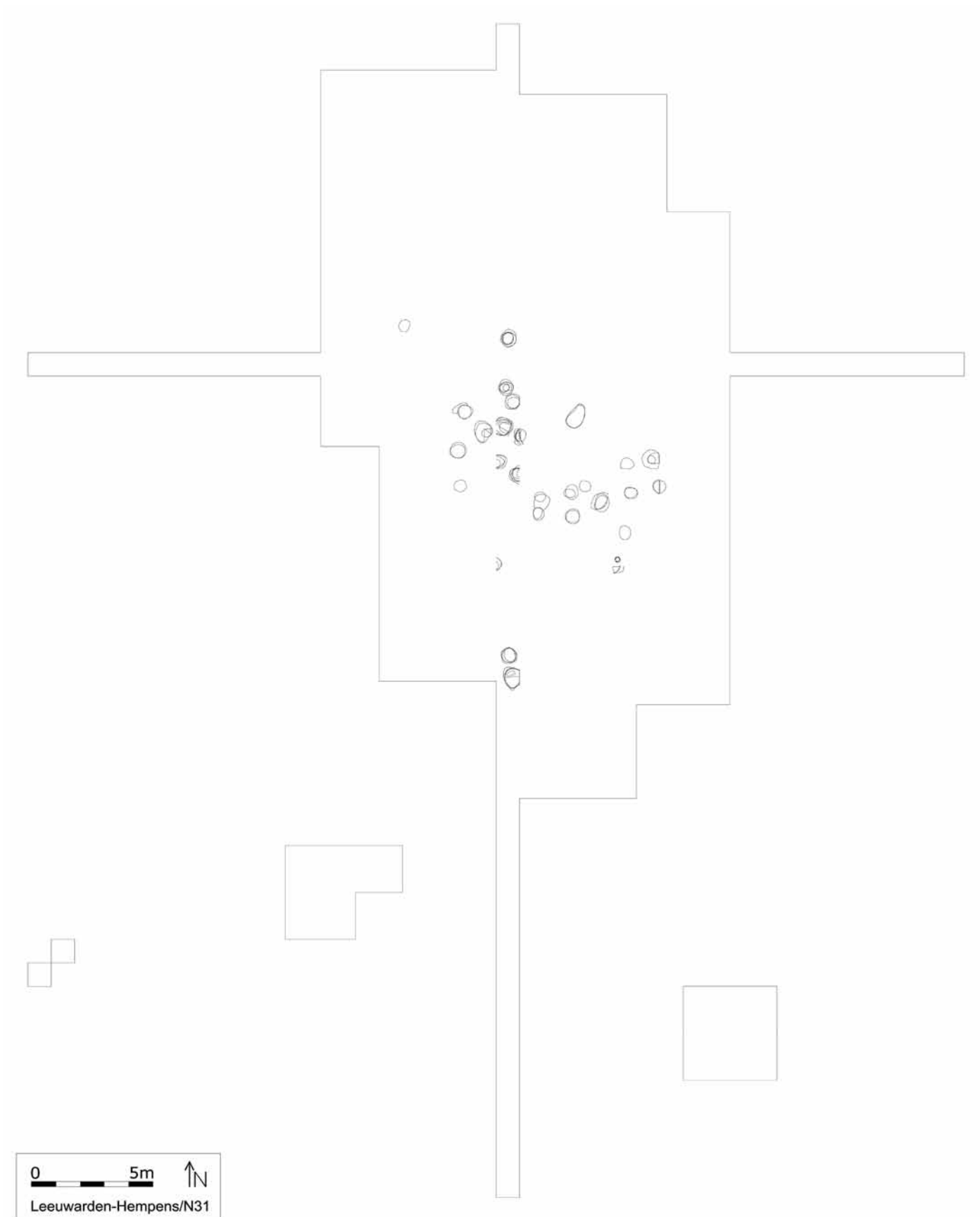


fig. 62 Ruimtelijke verspreiding van de grondsporen met meer dan 10 gram houtskool in de vulling zoals geregistreerd in het veld.

put	spoor	HAK-nummer	volume (liter)	diepte (tov top zand)	Quercus	Pinus	cf Pinus	Salix	Alnus	Betula	Alnus/Betula	niet-kringporig loofhout	loofhout	Pomoidea	knoest	schors	sintels	indetermineerbaar	rest	TOTAAL HK (gr.)
11	27	1		0,23	5602	1,36			505						0,2			0,35	104,5	16751
11	28	2		0,26	2906				0,21						1,8				39,65	7076
12	30	3	54,5	0,25	2374	0,91									0,3				395,8	6344,6
12	32	5	14	0,27	34,32	4,51										0,9	0,2		65,14	104,98
12	33	6	175	0,25	30,26	9,11		79	7,38						0,1	0,7	0,3	0,06	41,34	9705
12	34	7	18,5	0,24	22,36	42,2			42,7	0,1						0,4	0,1		67,54	175,42
12	35	8	2,5/5,5?	0,36		4,15													0,6	4,75
16	48	8		0,33																
12	37	9	9,5	0,4		2,71			0,08									0,19	14,72	42,04
12	38	10		0,4																12
12	39	11		0,39																0,4
12	41	12	16	0,47		14,4											0,6		3,61	18,58
12	42	13		0,5																2
12	43	14	6,5	0,48		3,41													1,15	4,56
12	44	15		0,47																0,4
12	45	16		0,47																0,6
12	46	17		0,47																
12	47	18		0,35																
16	41	19		0,05																3,2
16	44	20	69,5	0,05	1,16	2,79									0,2				32,44	61,7
16	45	21		0,22																1,2
16	46	22	58,5	0,26	0,58	4,51													7,73	123,36
16	47	23	26	0,33		12,3											0,6		11,92	24,8
17	41	25		0,26																2
17	42	26	50,5	0,26	0,09	15,6			0,41									0,05	16,69	32,82
19	44	28		0,3																2
19	45	29		0,2																3,2
21	42	32	5,5	0,21	5,33														10,01	15,34
21	43	33	61	0,26	6,7	16,5									0,2				98	121,41
21	45	34		0,12																3,1
21	46	35		0,18																3,2
21	48	37	39,5	0,28	22,08	0,13				1,1					1				16,5	40,83
21	49	38	26	0,17	0,21	23,9									1,7		0,7		21,53	48,1
21	50	39	36,5	0,33		4,77									0,1		2,9		3,66	11,41
21	51	40	13,5/12,5?	0,28	0,34	13,9			2,5										7,97	24,66
21	52	41		0,23																0,4
21	53	42	19	0,3		7,23											0,3		1,02	8,55
21	54	43	47	0,17	8,49	14,4									0,3				18,4	41,57
21	55	44		0,42																8,1
21	56	45		0,38																
21	58	46	12	0,43		6,45											1,1		8,64	16,2
41	1			?																0,57
50	1			vlak 5	0,241	0,1				0				0,02				0,05		0,416
50	2			vlak 5																4,56
50	3			vlak 6		3,23							0,48							3,703
50	4			vlak 6																4,84
51	1			vlak 5	1,369	0,18												0,03		1,577
21	47	36	6	0,18	15,98														4,8	20,78
51	2			vlak 5																5,4
51	3			vlak 2a/3?	2,266			0,38			0,09							0,13		2,867
51	4			vlak 3	4,579															4,579
58	3			vlak 7		4,86														4,864
58	4			vlak 7																0,6
58	5			vlak 7																25,29
60	1			vlak 4	10,12													0,1		10,217
60	2			vlak 4	11,92			0,44			0,06									12,417
21	41	31	13,5	0,12	10,18	0,33			1,59										13,15	25,25
60	3			vlak 3/4	7,136															7,136
21	40	30	16	0,14	31,43										0,1				44,46	76,03

66	1			vlak 3																24	
69	1			vlak 3/4?	1,669															1,669	
69	2			vlak 3/4?	0,499	0,07	0,25						0,04					0,1		0,955	
69	3			vlak 4?																0,2	
76	1			vlak 4																11	
76	3			?																1,2	
78	3			vlak 6																2,2	
84	1			vlak 4																5,8	
12/17	31/40	4/24	215	0,25	2422	38,8													0,5	1212	1848

tab. 7 Houtskoolsamenstelling van grondsporen.

hazelnootschelpen en verbrand en (schijnbaar) onverbrand lithisch materiaal. In 17 van de 70 geregistreerde sporen (ca. 24%), opgenomen in tab. 8, werden één of meerdere hazelnootfragment(en) (totaal N = 1,24 gram) aangetroffen, variërend van 0,1 tot 0,24 gram (in P50 S2). Geen enkele van deze hazelnootfragmenten werd tot dusver radiometrisch gedateerd. Vuursteen werd, op twee uitzonderingen na, in alle grondsporen uit de tabel aangetroffen (N = 886), variërend van 1 tot 69 stuks per spoor. In de overgrote meerderheid van de gevallen betreft het verbrande artefacten < 1 centimeter (N = 567, ca. 64%); regelmatig bevatten deze grondsporen ook onverbrande (N = 210, ca. 24%) en grotere verbrande (N = 109, ca. 12%) artefacten. Ondanks het vaak dubieuze karakter van de grondsporen, is dit toch een opmerkelijk hoog aantal. Deze 70 geregistreerde grondsporen samengenomen (overeenkomstig 65 'echte' grondsporen, al dan niet volledig opgegraven en determineerbaar), blijkt dat in geen enkel geval uitsluitend houtskool werd aangetroffen. In de overgrote meerderheid werd naast houtskool ook lithisch materiaal gerecupereerd (N = 43). Daarnaast bevatten 15 grondsporen zowel houtskool, lithisch materiaal als verkoolde fragmenten van hazelnootdoppen. In twee grondsporen werden uitsluitend houtskool en hazelnootfragmenten aangetroffen.

De verticale en horizontale verspreiding van de grondsporen. De grondsporen met houtskool en de niet als dusdanig in het veld herkende (discrete) houtskoolclusters komen voor over het ganse opgraafvlak³⁸. De in het veld herkende (delen van) grondsporen waarin ten minste 10 gram houtskool werd aangetroffen, lijken zich grotendeels te 'clusteren' in de centrale en zuidelijke helft van het opgraafvlak, overeenkomend met het hoogste deel van het zandlichaam (fig. 62)³⁹. Op basis van de beschikbare gegevens over de soortensamenstelling van de grondsporen kunnen we ons min of meer terugvinden in de vaststelling

38 De kleinere, geïsoleerde opgraafputten in het zuidoosten en zuidwesten van de opgraafput worden bij deze bespreking niet betrokken omdat hun kleine oppervlakte niet toelaat hierover zinvolle uitspraken te doen.

39 Voor zover deze uitspraak enige waarde heeft, want op het noordoostelijke deel van de opgraafput na is alleen het hogere deel van het dekzandlichaam opgegraven.

van de Roller (2006, 175) die op basis van zijn analyses afleidde dat grondsporen met houtskool van *Pinus* en *Pinus/Quercus* meer centraal (in het opgraafvlak) gelegen zijn dan grondsporen met meerdere soorten of met uitsluitend *Quercus*, die zich ten oosten hiervan bevinden. Welke interpretatie hieraan kan worden vastgeknoopt, is minder duidelijk. Verder werden door Hielkema (2006, 34) ook verbanden opgemerkt tussen de (vermeende) 'diepteligging' van de grondsporen en de ouderdom en soortensamenstelling ervan. Grondsporen die pas dieper zichtbaar werden zouden daarbij ouder zijn en uitsluitend *Pinus* bevatten. De diepte waarop de sporen werden aangetroffen, ongetwijfeld deels in verband te brengen met de nauwkeurigheid van en vertrouwdheid met de veldobservatie evenals met bodemvormende processen, is niet altijd even eenvoudig en eenduidig te achterhalen, maar wel onmiskenbaar duidelijk is dat de grondsporen nooit vanaf de top van het dekzand werden herkend. Een duidelijke illustratie van de problematische registratie vormen de grondsporen die tijdens verschillende campagnes werden geregistreerd. Zo werd het spoordeel P21 S47 op ca. 20 centimeter onder de top van het dekzand herkend tijdens het DAO-1, terwijl het complementaire deel P51 S1 tijdens het DAO-2 pas zichtbaar was vanaf vlak 5 (dus ca. 40 centimeter onder de top van het dekzand). Hetzelfde geldt voor P21 S40 dat op ca. 15 centimeter onder de top van het dekzand werd herkend terwijl P60 S3 pas vanaf vlak 3 (of 4) werd geregistreerd. Deze observatie roept op z'n minst vragen op omtrent de relevantie van een gedetailleerde studie van de 'diepteligging' van dergelijke sporen. Hoewel we hierin dus niet te ver willen gaan, kunnen we Hielkema (2006, 34) volgen in de observatie dat grondsporen met (quasi) uitsluitend *Pinus*, die de oudste dateringen opleveren, vaak pas op een (iets) dieper niveau zichtbaar worden dan de overige grondsporen. Dit geldt voor zeker 10 grondsporen die pas vanaf 30 centimeter, en regelmatig zelf iets dieper, onder de top van het dekzand zichtbaar zijn, terwijl dit bij de overige houtskoolbevattende grondsporen eerder lijkt te variëren tussen ca. 15 en 30 centimeter.

Analyse van de relatie tussen soortensamenstelling en radiometrische dateringen levert eveneens een aantal interessante observaties op. Voor de acht grondsporen waarin

put	spoor	code	datering (B.P.)	monster	onverbrande chips	verbrande chips	> 1 cm onverbrand	> 1 cm verbrand	TOTAAL VST (N)	Hazelnoot (gr.)	marresten	veldinterpretatie	opmerkingen
11	27	GrN-30629	7620:60	Quercus	3	6			9			HAK	
11	28	GrN-30630	7720:60	Quercus	4	4	3	1	12			HAK	
12	30	GrN-30631	7250:50	Quercus	4	37	2	8	51			HAK	deels opgegraven
12	32	GrN-30633	7700:60	Quercus	1	4	2	1	8	0,01		HAK	deels opgegraven
12	33	GrN-30634 GrN-28976	7380:60 7545:50	Quercus; soort?	14	33	9	10	66	0,06		HAK	
12	34	GrN-30636 GrN-30635	7450:50 7880:60	Alnus; Quercus		3	2	2	7	0,02		HAK	
12	35				2	3	2	2	9			HAK	deels opgegraven
16	48												
12	37	GrN-30637	8140:80	Pinus	1				1			HAK	deels opgegraven
12	38					2		1	3			HAK	deels opgegraven
12	39				1	1			2			HAK	deels opgegraven
12	41	GrN-30638	7960:90	Pinus?	3				3			HAK	deels opgegraven
12	42				1	2		1	4			HAK	
12	43	UtC-13068	7978:39	Pinus?	1				1			HAK	
12	44					1			1			HAK	deels opgegraven
12	45					1			1			HAK	deels opgegraven
12	46				2	1	3	2	8			HAK	deels opgegraven
12	47				1				1			HAK	deels opgegraven
16	41				10	15	1	3	29	0,03		HAK	
16	44	GrN-30640	7920:50	Pinus?	1	11			12			HAK	
16	45					1			1			HAK	interpretatie?
16	46	GrN-30641	7970:60	Pinus?	1				1			HAK	
16	47	GrN-30642	7950:60	soort?		3			3			HAK	
17	41				1	2		2	5	0,04		HAK	
17	42	GrN-30643	7890:50	Pinus?	5	9			14	0,09		HAK	
19	44				1	3			4			HAK	weinig data beschikbaar, determinatie?, zou hazelnoot inzitten volgende de Roller
19	45					2			2			HAK	weinig data beschikbaar, determinatie?, deels
21	42				7	8	1	1	17			HAK	
21	43	UtC-14498	7720:50	soort?	11	52		6	69	0,20		HAK	
21	45				3	2			5			HAK	weinig data beschikbaar, determinatie?, deels
21	46					2			2			HAK	deels opgegraven
21	48	UtC-14499	7758:47	soort?	2	45		3	50	0,01		HAK	
21	49	GrN-30646	7920:100	Pinus?		9	1		10			HAK	
21	50				2	8	1	3	14			HAK	
21	51				2	7		1	10			HAK	
21	52					3			3			HAK	
21	53				2	4		2	8			HAK	
21	54	GrN-30639	7490:90	Pinus?	3	33	3	5	44	0,02		HAK	
21	55				1				1			HAK	deels opgegraven
21	56					2			2			HAK	deels opgegraven
21	58	UtC-14500	7963:50	Pinus?		3			3			HAK	
41	1									0,11		VL/KL	met veenvulling
50	1					22	1		23	0,16		KL	+ 3 HN uit macrorestenonderzoek, natuurlijk?
50	2				18	33	1	7	59	0,24		KL	
50	3									0,07	parenchym eikels 6	KL	
50	4					1			1			KL	
51	1				2	17			19			VL/KL	= P21 S47, deels
21	47	GrN-30645	7800:70	Quercus?		4	1		8				palynologisch onderzocht/ van Smeerdijk herkent ook Taxuspollen in de kuilvulling
51	2							3	3			VL/KL	deels opgegraven
51	3					2			2			VL/KL	
51	4	KIA-30343	7320:40	Quercus	1	11		1	13			VL/KL	
58	3	KIA-30342	7895:40	Pinus	7	5			12			VL/KL	weinig data beschikbaar, determinatie?
58	4				2				2			VL/KL	weinig data beschikbaar, determinatie?
58	5							1	1	0,01		VL/KL	weinig data beschikbaar, determinatie?

60	1	KIA-30336	7425:40	Quercus	4	8	1	5	18		parenchym eikels 7; stem phragmites 1	HAK/KL	cf. P21 S41, deels verspoeld
60	2	KIA-30341	7820:40	Salix	1	10		3	14		parenchym eikels 4	HAK	cf. P21 S41, deels verspoeld
21	41					8		2	10				eigenlijk twee sporen, cf. P60 S1 en S2
60	3				2	7	4	1	14			NV/KL	deels opgegraven
21	40	GrN-30644	7740:50	Quercus?		13	1		14			HAK	weinig data beschikbaar, determinatie?, deels
66	1				6	5	2	3	16			VL/KL	deels opgegraven
69	1				5	17	1	4	27			KL	deels opgegraven
69	2				2	26	2	9	39		parenchym eikels 3	KL	deels opgegraven
69	3				1	2	1	1	5			KL	deels opgegraven
76	1				10			2	12			VL/KL	weinig data beschikbaar, determinatie?
76	3				4	28		11	43	0,05		NV/KL	weinig data beschikbaar, determinatie? Mogelijke dagzoom
78	3				1	0	1		2			VL/KL	twijfelachtig spoor
84	1				0	2	2		4	0,01		VL/KL	weinig data beschikbaar, determinatie?
12/17	31/40	GrN-30632	7640:60	Pinus	6	24		2	32	0,11		HAK	1 spoor

tab. 8 Samenstelling van grondsporen.

uitsluitend *Pinus* werd aangetroffen, waaronder (minstens) twee slechts deels werden opgegraven, zijn vijf dateringen beschikbaar die een duidelijke overlapping in tijd tonen. Als we daarbij die grondsporen rekenen waarin quasi uitsluitend *Pinus* werd aangetroffen, in associatie met een zeer beperkte hoeveelheid *Quercus* (N = 3) en/of *Alnus* (N = 2), komen er nog vijf extra dateringen bij, die vermoedelijk eveneens allemaal werden uitgevoerd op *Pinus* houtskool. Deze dateringen in acht genomen wordt deze onmiskenbare clustering zonder uitzondering bevestigd. In deze reeks zijn alle oudste dateringen vertegenwoordigd. Als we dezelfde oefening herhalen voor grondsporen die (quasi) uitsluitend bestaan uit *Quercus*, eventueel aangevuld met een beperkte hoeveelheid *Alnus*, *Betula*, *Salix* en/of *Pinus*, en waarvan de dateringen, voor zover we het kunnen achterhalen, op één na werden uitgevoerd op houtskool van *Quercus* houtskool (N = 5/6?), beschikken we over een reeks van acht dateringen (op 13 grondsporen⁴⁰). Hier observeren we een minder homogene reeks, waarin vermoedelijk twee (of mogelijk drie?) clusters zichtbaar zijn, maar die samen genomen wel allemaal jonger lijken te zijn dan de grondsporen met (quasi) uitsluitend *Pinus*.

Het micromorfologische onderzoek van grondsporen. Eén van de specifieke onderzoeksvragen van het bodemmicromorfologische onderzoek, uitgevoerd door R. Exaltus (zie ook paragraaf 6.3.3.), was gericht op het achterhalen van de oorzaak van de waargenomen verschillen in zichtbaarheid van grondsporen met houtskool. Twee van de door Exaltus bestudeerde monsters werden in het kader van die vraagstelling genomen ter hoogte van twee bodemsporen (fig. 63, zie ook bijlage 4a). Voor één ervan (ZP58, vondstnummer

40 Waarvan er (minstens) vijf slechts deels werden opgegraven, en één als een mogelijk natuurlijk spoor werd gedetermineerd in het veld.

7474.001306), dat niet werd geregistreerd in het grondvlak hoewel een foto de aanwezigheid van een spoor suggereert, zijn geen verdere gegevens beschikbaar. Een tweede monster (OP50, vondstnummer 7474.001800) komt overeen met het slechts gedeeltelijk herkende en deels weggespoelde grondspoor P51 S1 dat aansluit bij het grondspoor P21 S47 dat tijdens het DAO-1 deels werd geregistreerd, bemonsterd en bestudeerd op de aanwezigheid van pollen (pollenbak 04HEMV006279, zie bijlage 7c ...). Een eerste observatie van het micromorfologische onderzoek van alle monsters was dat, met uitzondering van NP70, in elk profiel vanaf enkele centimeters boven de basis van het bemonsterde traject, en in het monster WP41 al direct vanaf de basis, verkoold plantaardig materiaal aanwezig was. In eerste instantie ging het overwegend zeer kleine deeltjes in de ruimten tussen de zandkorrels met nauwelijks grotere deeltjes die afzonderlijke zandkorrels van elkaar scheiden; naar boven toe neemt de aanwezigheid van dergelijke grotere deeltjes toe. Veelal is aan de structuur ervan te zien dat het om verkoold hout gaat. In de meeste profielen overschrijdt de hoeveelheid verkoold planterenresten nergens de tien volumepercent. In WP01 en NP91 zijn echter trajecten van één of enkele centimeters dikte aanwezig waarin de hoeveelheid verkoold planterenresten oploopt tot meer dan de helft van het bemonsterde volume. In de monsters OP50 en ZP58, waarin beide grondsporen vertegenwoordigd zijn, loopt de hoeveelheid verkoold planterenresten plaatselijk op tot ongeveer dertig volumepercenten.

Met betrekking tot het eerste spoor concludeerde Exaltus voorts dat de opbouw van de vulling sterke overeenkomsten vertoont met de vullingen van haardkuilen uit de vindplaats Almere-Hoge Vaart/A27 (Exaltus 2001). Zijn observaties en daarop gebaseerde interpretaties kunnen als volgt worden samengevat:

- Tussen -3.06 en -3.02 meter NAP: tamelijk houtskoolrijk zand; interpretatie: waarschijnlijk de na het stoken doorgraven bodem van de oorspronkelijke kuil;
- Tussen -3.02 en -2.99 meter NAP: aanmerkelijk minder houtskoolrijk en aanwezigheid van slemplaagjes; interpretatie: mogelijk de secundaire vulling van de oorspronkelijke kuil; de slemplaagjes tonen aan dat deze vulling aan weersomstandigheden (neerslag) blootstond en waarschijnlijk onder invloed hiervan tot stand is gekomen;
- boven -2.99 meter NAP: houtskoolrijk zand; interpretatie: waarschijnlijk de doorgraven vulling van een tweede, of in elk geval, latere kuil.
- Het dicht opeengepakte zand met humushuidjes onderin het bemonsterde profiel vertoont geen antropogene beïnvloeding en bestaat uit natuurlijke, ongeroerde bodem.; het hierboven gelegen humusrijke zand is licht doorgraven waarbij enkele deeltjes verkoold materiaal in het zand zijn opgenomen; interpretatie: aanwijzing van meermaals gebruik; wellicht enige malen opnieuw uitgegraven waarbij een licht doorgraven laag zand onderin de kuil is ontstaan. Het is echter ook mogelijk dat het graven van deze kuil plaatsvond terwijl al houtskool in de omgeving aanwezig was.

Het micromorfologische onderzoek van het tweede grondspoor (OP50) leverde volgende observaties en interpretaties:

- Tussen -3.02 en -2.84 meter NAP: de hoeveelheid houtskool neemt geleidelijk toe zonder dat hierin enige fase-ring of onderbreking te herkennen is;
- Op -2.81 meter NAP: aanwezigheid van slemplaagjes; interpretatie: dit niveau vormt de top van de doorgraven kuilvulling die aan neerslag was blootgesteld;
- Boven -2.81 meter NAP: minder houtskoolrijk zand; interpretatie: mogelijk de verdere (secundaire) vulling van de kuil met houtskoolrijk materiaal uit de directe omgeving van de kuil;
- Het dicht opeengepakte zand met humushuidjes onderin het bemonsterde profiel vertoont geen antropogene beïnvloeding en bestaat uit natuurlijke, ongeroerde bodem. Er zijn geen aanwijzingen dat het hierboven gelegen humusrijke zand doorgraven is; interpretatie: aanwijzing dat OP50 slechts eenmaal gebruikt is.

Het palynologische onderzoek van dit grondspoor (door D.G. van Smeerdijk, pollenmonster 04HEMV006279) werd uitgevoerd op vier submonsters, waarvan twee submonsters afkomstig zijn uit de vulling en één uit de top van het grondspoor (mogelijk een oud opervlak), en een vierde uit de onderkant van een humeus zandig pakket dat het grondspoor afdekt (fig. 64, zie bijlage 7c). Het derde en vierde monster zijn gescheiden door een witte zandlaag, met daarboven een



fig. 63 Grondsporen die onderworpen werden aan een micromorfologisch onderzoek. Boven: grondspoor uit het zuidprofiel van werkput 58 (monster 7474.001306, rechtsboven); midden en onder: grondspoor uit het oostprofiel van werkput 50 (monster 7474.001800, rechtsonder).

dun 'humeus' bandje. Het onderzoek resulteerde ondermeer in volgende observaties en interpretaties:

- -3.06 m NAP (midden kuilvulling): Het materiaal in de hardkuil is op te vatten als oud bodemmateriaal waarmee de hardkuil is opgevuld, waarbij rekening moet worden gehouden met de mogelijkheid dat ouder pollen uit de bodem gemengd is geraakt met jonger pollen uit de periode dat de kuil in gebruik was, of ten tijde van het opvullen.
- De bovenste 5 cm van de kuilvulling direct onder het witte zandlaagje is sterk doorworteld; de rest van de kuilvulling is licht doorworteld; interpretatie: dit zou enerzijds een aanwijzing kunnen zijn dat de kuil is dicht gegooid met materiaal uit de top van het omliggende terrein; anderzijds lijkt het erop dat na het vullen van de kuil er een vegetatieontwikkeling heeft plaatsgevonden.

- Het monster -3.19 m NAP, uit de onderkant van de kuilvulling, bevat twee grote pollenkorrels van grassen die tot het *Cerealia* type (meer bepaald *Triticum* type) behoren. Conform de door Küster 1988 voorgestelde criteria zou één van de korrels op basis van de doorsnede van de pore ($< 4 \mu\text{m}$) nét niet tot het *Cerealia* type gerekend kunnen worden, de andere voldoet wel. Beug 1961 geeft in zijn nieuwe uitgave een verbeterde beschrijving, en dan vallen beide pollenkorrels onder het *Cerealia* type⁴¹. Met behulp van fasecontrast licht was het mogelijk de korrels onder te brengen bij het tarwe *Triticum* type. Voor een interpretatie van deze aanwezigheid van graankorrels in de kuilvulling wordt verwezen naar paragraaf 7.4.5.3.4.

7.1.3.4 Latente grondsporen: concentraties van verkoolde en verbrande eco- en artefacten

Bij afwezigheid van scherp afgeijnde bodemverkleuringen (tengevolge van pedogenetische processen) en/of structurele elementen kan een gedetailleerde ruimtelijke analyse (overlappende) clusters van verkoolde arte- en ecofacten (lithisch materiaal, houtskool, hazelnootschelpen, bot, enz.) aan het licht brengen die indicatief kunnen zijn voor de (restanten van) voormalige stookplaatsen, de zogenaamde (latente) oppervlaktehaarden (Crombé 2005, 152; Sergant *et alii* 2006; Leesch *et alii* 2010). De ruimtelijke spreiding van het aanwezige verbrande lithische en verkoolde organische materiaal op de steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 laat zich echter niet zo eenvoudig verklaren. Voor een analyse van de ruimtelijke spreiding van het lithische materiaal verwijzen we naar hoofdstuk 7.2.

Ruimtelijke spreiding van fragmenten van verkoolde hazelnootschelpen. In totaal werd zo'n 172,59 gram fragmenten van verkoolde hazelnootschelpen gerecupereerd. De horizontale verspreiding hiervan laat een aantal discrete clusters zien (fig. 65), die vermoedelijk een weerspiegeling vormen van antropogene activiteiten. Uit deze clusters werden de meeste van de 12 monsters voor radiometrisch onderzoek geselecteerd (zie hoofdstuk 7.5.). Een aantal van deze clusters overlapt met een aantal discrete houtskoolconcentraties. Dit is bijvoorbeeld het geval op de grens van putten 49/50 putten 19/77 en in put 75. Mogelijk vormen dit indicaties voor de locatie van oppervlaktehaarden; een detailstudie van de afzonderlijke clusters in samenhang met de andere vondstcategorieën is noodzakelijk om hierop meer licht te werpen.

Ruimtelijke spreiding van houtskool. Fig. 65 toont tevens de horizontale verspreiding van de houtskool (met onder-



fig. 64 Grondspoor uit het zuidprofiel van werkput 21 dat onderworpen werd aan een palynologisch onderzoek (monster 04HEMV006279). Het handelt om hetzelfde grondspoor dat ook aan een micromorfologisch onderzoek werd onderworpen (monster 7474.001800, zie fig. 63).

grens 5 gram), inclusief de vondsten uit de meeste boringen. Houtskool werd, net als verkoolde hazelnootschelpen, systematisch ingezameld tijdens de verschillende opgraafcampagnes waardoor het, mits enige restricties en de nodige omzichtigheid, kan worden meegenomen in een ruimtelijke analyse. Het merendeel van dit houtskool werd tot dusver niet door botanische specialisten in detail onderzocht. Ondermeer omwille van deze reden is beslist de ruimtelijke analyse van deze vondstcategorie niet verder uitgebreid in detail te rapporteren, ondanks de erkenning dat een gedetailleerde studie ervan wel degelijk belangrijke inzichten kan verschaffen in de aard en betekenis van grondsporen met houtskool (*supra*) en in de reconstructie van de formatieprocessen van de steentijdvindplaats. Ondermeer volgende zaken konden worden vastgesteld:

- In totaal werd bijna 33 kilogram ($N=32.819,1$ gram) houtskool verzameld, waarvan de meerderheid werd aangetroffen buiten de vullingen van de geregistreerde grondsporen (op basis van de vondstnummers geassocieerd met de grondsporen);
- In de horizontale spreiding van het houtskool, dat over het ganse opgraafterrein werd aangetroffen, zijn duidelijke soms discrete clusters zichtbaar. Deze bevinden zich, op enkele uitzonderingen na, voornamelijk aan de 'randen' van of buiten het meest dense deel van de lithische concentraties. Opvallend is dat een deel van deze (soms heel dense) houtskoolclusters niet in het veld werd vastgesteld (als grondspoor). Dit is ondermeer het geval in de putten 14, 15, 49, 75, 78, 84, 86, 87, 95, 93. Anderzijds bevatten de geregistreerde grondsporen met houtskool soms opvallend weinig (tot quasi geen) houtskool in vergelijking met houtskoolclusters die niet als grondspoor werden herkend (*i.e.* put 15 met de 'neolithische oppervlaktehaarden'). De reden voor dit verschil in herkenning in het veld, evenals de interpretatie van deze fenomenen, is onduidelijk;

41 Definitie doorsnede pollenkorrel $> 37 \mu\text{m}$, porediameter $> 2.7 \mu\text{m}$, annulusbreedte $> 2.7 \mu\text{m}$, annulusdikte $2 \mu\text{m}$ 'meestal $3 \mu\text{m}$.

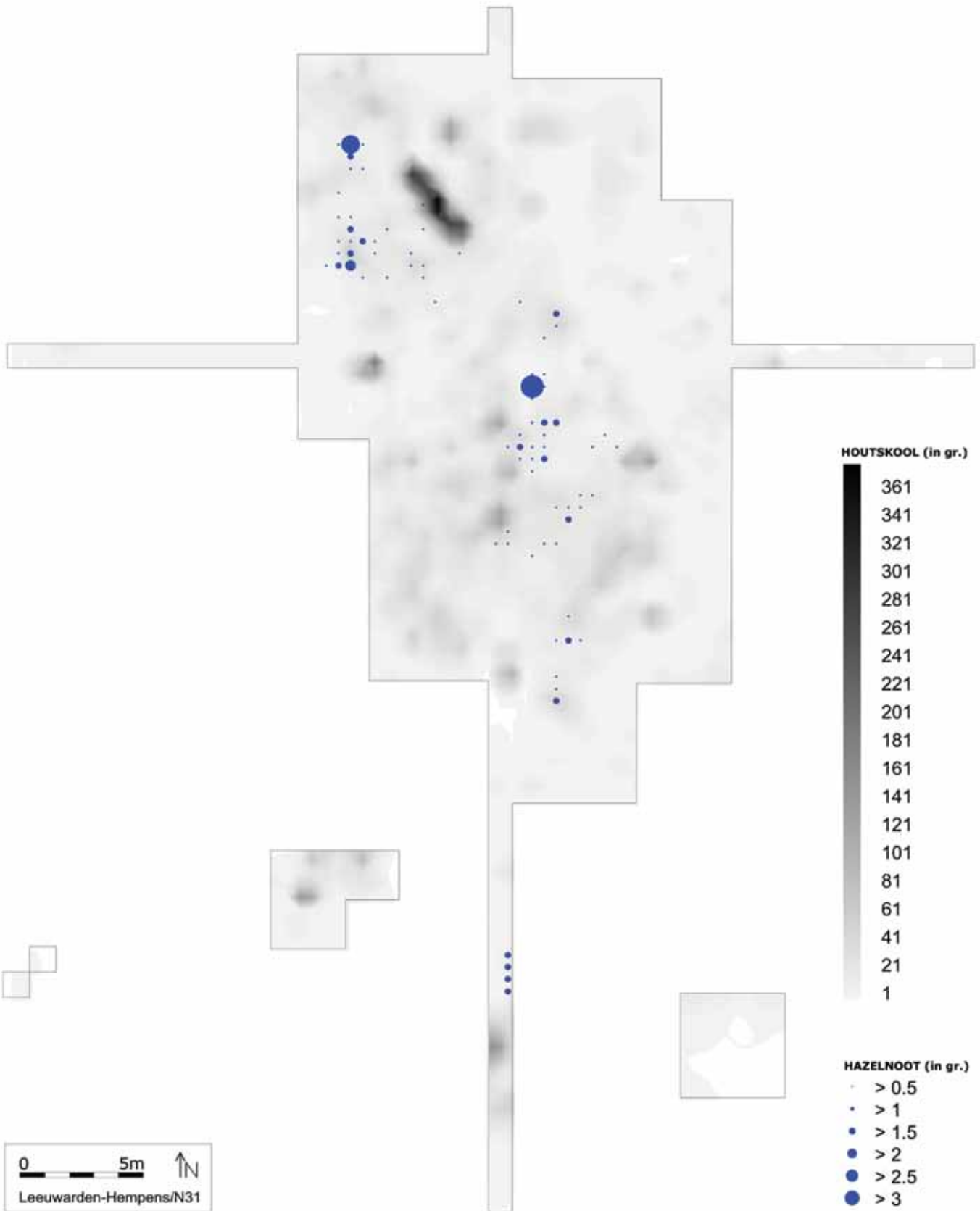


fig. 65 Ruimtelijke verspreiding van houtskool (contouren, ondergrens 1 gr.) en fragmenten van verkoolden hazelnootschelpen (blauwe cirkels, ondergrens 0,5 gr.). In de spreiding van de hazelnootfragmenten zijn een aantal discrete clusters herkenbaar; houtskool wordt aangetroffen over het ganse terrein, en niet uitsluitend in geregistreerde grondsporen met houtskoolvulling.

- een vergelijking van de houtskoolspreading rondom de geregistreerde grondsporen toont aan dat niet alle houtskoolclusters precies overeenstemmen met de aflijning van de in het veld herkende grondsporen;
- Een vergelijking van de hoeveelheid houtskool uit de vullingen van grondsporen met de rest van het houtskool aangetroffen in de overeenkomstige vakken waarin de grondsporen werden geregistreerd toont aan dat in deze vakken het houtskool uit de grondsporen vaak slechts een beperkte fractie vormt van al het houtskool dat werd gerecupereerd in deze overeenkomende vakken (variërend van 0,1 tot 88%, met een rekenkundig gemiddelde van ca. 19%);
- Een aantal van de soms heel dense houtskoolclusters valt ruimtelijk samen met grondsporen die als natuurlijke plantaardige verstoring werden aangeduid. Dit is bijvoorbeeld het geval in het noorden van de opgraafput, waar de meest omvangrijke houtskoolcluster werd aangetroffen. Deze cluster bevindt zich min of meer ten zuidwesten van de grillige lijnenconfiguratie op het digitale sporenplan die geassocieerd werd met een boomval en waarin zich eveneens een stronk van taxus bevond. Op een gelijkaardige wijze bevinden zich ook ter hoogte van put 49 een (aantal) dense concentratie(s) net ten zuidwesten van een fenomeen dat eveneens in het veld werd geïnterpreteerd als boomval. Hetzelfde geldt voor de concentratie(s) in put 11 (naderhand niet opgegraven), in het zuiden van het opgraafvlak.

7.1.4 Conclusie

In dit hoofdstuk werd getracht een overzicht te bieden van de verstoringen van de natuurlijke bodemopbouw; een bodemopbouw die op het niveau van de vindplaats gekenmerkt wordt door haar complexe en gevarieerde karakter (zie Hoofdstuk 6.3.). Het is evident dat een duidelijk inzicht in deze lokale bodemopbouw en -verstoring van essentieel belang is om in de eerste plaats greep te kunnen krijgen op de ruimtelijke verspreiding van de verschillende vondstcategorieën, maar ook om inzicht te kunnen verwerven in de onderlinge (temporele en ruimtelijke) relaties tussen bodemverstoringen en vondstverspreidingen. Het werd beargumenteerd dat dit gedetailleerde inzicht voor de vindplaats Hempens/N31 grotendeels ontbreekt.

De zandbodem waarmee de vondstverspreiding van de steentijdvindplaats is geassocieerd, is over verschillende delen van het terrein zonder de minste twijfel deels verstoord ten gevolge van diverse natuurlijke fenomenen. Een precieze ruimtelijke aflijning van deze verstoringen en de onderlinge relatie met de vondstverspreidingen is vaak veel minder duidelijk. Er kan voorzichtig worden aangenomen

dat tenminste een deel van deze verstoringen in verband te brengen is met de toenemende vernatting van het gebied en dus dateert van ná de mesolithische bewoning ter plaatse. Dit impliceert dat rekening dient te worden gehouden met mogelijke verstoringen van de ruimtelijke verbanden tussen de vondsten.

De interpretatie van grondsporen met houtskool in de vulling als restanten van prehistorische haardkuilen is, in het algemeen voor mesolithische vindplaatsen en in het bijzonder voor Hempens/N31, een problematisch gegeven. Niet alleen de gebrekkige registratie ligt hieraan ten grondslag, ook de moeilijke leesbaarheid van de bodemopbouw en -verstoring evenals het gebrek aan expliciete diagnostische karakteristieken die deze grondsporen onderscheiden van andere bodemverstoringen (met houtskool) spelen hierin een rol. De systematische recuperatie van houtskool over de ganze vindplaats heeft in het geval van Hempens/N31 aangetoond dat dit houtskool niet uitsluitend geassocieerd kan worden met de bodemverstoringen, maar verspreid voorkomt over het ganze terrein, in het zand zowel als in de basis van het veen (zie ook Hoofdstuk 3.4.). Een opmerkelijke vaststelling is dat in de vakken waarin grondsporen met houtskool werden geregistreerd, het houtskool dat werd toegeschreven aan de grondsporen slechts een, vaak zeer beperkte, fractie uitmaakt van het houtskool dat uit deze vakken werd gerecupereerd. Deze observatie kan voor een deel samenhangen met posterieure bodemvorming die op deze bodemsporen heeft ingewerkt. De koppeling tussen houtskool op de vindplaats, waarvan een grote hoeveelheid vaak in ruimtelijke associatie met natuurlijke bodemsporen werd aangetroffen, en antropogene activiteiten blijft daarom uiterst problematisch. Samen met de registratieproblematiek impliceert dit niet alleen dat het antropogene karakter van de grondsporen met houtskool onduidelijk blijft, maar ook dat het gebruik van houtskool voor ¹⁴C-doeleinden met de nodige omzichtigheid dient te worden benaderd (zie Hoofdstuk 7.5.).

In de ruimtelijke verspreiding van verkoolde hazelnootfragmenten kunnen een aantal kleine discrete clusters worden herkend, die slechts voor een deel overlappen met houtskool- en/of (zwaar)verbrande vuursteenclusters. Ook hier is een interpretatie als restanten van haardplaatsen niet direct voor de hand liggend en is daarom voorzichtigheid geboden bij het ¹⁴C-onderzoek, hoewel op basis van de resultaten van het archeobotanische onderzoek en vergelijking met andere mesolithische vindplaatsen aannemelijk kan worden gemaakt dat de verkoolde hazelnootfragmenten te maken hebben met antropogene activiteiten ter plaatse (zie paragraaf 7.4.5.3.). De relatie met de lithische resten ter plaatse dient onderwerp te zijn van verder onderzoek.

7.2 Lithisch materiaal: het macroscopische onderzoek

7.2.1 Inleiding

7.2.1.1 Een onderzoekskader voor lithische vindplaatsen

In dit hoofdstuk worden enkele aspecten van het macroscopische lithische onderzoek van de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 voorgesteld. Het gaat om een analyse van meer dan 75.500 artefacten, voornamelijk uit vuursteen, die werden gerecupereerd tijdens de drie opgraafcampagnes (IVO, DAO-1, DAO-2).

Zoals eerder aangehaald behoort deze steentijdvindplaats tot de groep van lithische vindplaatsen (of vuursteenstrooiingen (met 'kuilenclusters'), Peeters, Niekus 2005, 210) die het merendeel van het mesolithische bestand in zandcontexten vertegenwoordigen (zie paragraaf 5.1.2.). Dit type van vindplaatsen met lage resolutie wordt gekenmerkt door één of meerdere concentratie(s) van lithisch materiaal, die vaak in ruimtelijke associatie worden aangetroffen met grondsporen en verkoolde organische resten. Een belangrijk kenmerk van deze lithische concentraties is de verticale verspreiding van het lithische materiaal in het zandpakket die tot verschillende decimeter kan bedragen. Het kwantitatieve overzicht en het resistente karakter van de lithische resten maakt deze vondstcategorie tot één van de belangrijkste informatiebronnen voor de reconstructie van verschillende aspecten van het prehistorische menselijke gedrag. In het kader van een studie naar de interne ruimtelijke organisatie en formatiegeschiedenis van lithische vindplaatsen dient het onderzoek van de lithische assemblage zich niet uitsluitend te richten op de aard van het materiaal, maar ook op de ruimtelijke verspreiding ervan. Dit gebeurt in relatie tot de archeologische en stratigrafische contexten en door een confrontatie met de resultaten van de overige archeologische en aardwetenschappelijke benaderingen. Enkel door een verregaande integratie van deze benaderingen kan een betrouwbaar inzicht worden verkregen in de aard en formatieprocessen van een lithische vindplaats. Dit impliceert meteen dat een uitgebreide analyse en interpretatie van de lithische assemblage enkel zinvol is wanneer dit onderzoek kan worden vergeleken met de resultaten van andere benaderingen binnen een interdisciplinair *intrasite* onderzoek, maar ook wanneer de vindplaats voldoende grootschalig, nauwkeurig én op een consistente manier werd opgegraven. Dergelijke onderzoekstrategie kan een heel voorname rol spelen in onze beargumenteerde beeldvorming van het mesolithicum. Belangrijk uitgangspunt van zo'n onderzoek is de erkenning dat het hedendaagse archeologische bestand geen directe weerspiegeling vormt van het prehistorische gedrag in het verleden, maar daar-

naast ook het resultaat is (of kan zijn) van depositionele en post-depositionele formatieprocessen van antropogene en/of natuurlijke oorsprong (Schiffer 1996, 2002). Op die manier vormt het archeologische bestand zelf slechts een staalname bestaande uit (deels opgegraven) waarneembare, fysiek bewaarde resten waaruit we de informatie met betrekking tot aspecten van het prehistorische gedrag ter plaatse trachten te achterhalen, voor zover die zich in de fysieke wereld hebben gemanifesteerd.

7.2.1.2 Beknopt overzicht van de voornaamste macroscopische lithische benaderingen

De lithische assemblage zelf, of representatieve staalnames ervan (Shott 2010), wordt binnen het bovengeschetste kader onderworpen aan verschillende micro- en macroscopische benaderingen vanuit morfologische, tafonomische, technologische, functionele en ruimtelijke invalshoeken. Met uitzondering van het functionele onderzoek, worden de overige aspecten vaak via macroscopische observatie bestudeerd. Zoals net vermeld, is het enkel via een onderlinge combinatie van deze benaderingen, binnen een *intrasite*-aanpak, dat betekenisvolle inzichten kunnen worden verkregen (zie ook paragrafen 1.4.3. en 5.1.2.).

7.2.1.2.1 Typologisch onderzoek

Classificatie van artefacten vormt een belangrijk onderdeel van elk archeologische onderzoeksproces, in de eerste plaats als (beschrijvend) hulpmiddel voor een ordening in meer hanteerbare eenheden van de variabiliteit die kenmerkend is voor eender welke populatie (Read 2007). Deze ordening vereenvoudigt communicatie tussen verschillende vorsers, maakt vergelijking tussen verschillende populaties mogelijk en is daarenboven een manier om gerichte vragen te formuleren. Een classificatie (of typologie – in de ruime zin van het woord) is in zijn meest essentiële gedaante dus een systematische ordening van een ganse populatie in één of meerdere klassen (of types) op basis van één of meerdere criteria die elke klasse/type de meeste interne samenhang en de meeste externe isolatie bieden (met andere woorden de meest gelijkaardige items worden gegroepeerd in een type; en de minst gelijkaardige items worden gescheiden in verschillende types). Een essentieel kenmerk voor een bruikbare typologie is de herhaalbaarheid, die gegarandeerd kan worden door de combinatie van een reeks criteria of kenmerken (zijnde de attributen met hun verschillende attribuutstaten) op basis waarvan de items in verschillende types worden ondergebracht en een reeks regels om deze criteria te beheren. De bewust of onbewust gekozen criteria bepalen de typologie. De vraagstellingen voor lithische classificaties zijn traditioneel gericht op de identificatie van diagnostische stukken (*i.e.* 'fossiele indicatoren', 'gidsartefacten') van prehistorische culturen en/of de identificatie van functionele, technologische of gedragsindicatoren van

dragers van deze culturen. Classificatie wordt dus met andere woorden ook toegepast als volwaardige onderzoeksmethode om meer inzicht te verwerven in de meest uiteenlopende aspecten (van het menselijke gedrag) uit het verleden (cultuur, functie, technologie, ouderdom, enz.). Voor het onderzoek naar het Europese mesolithicum zijn talrijke lithische typologieën beschikbaar, vaak met een regionaal karakter waardoor onderlinge vergelijking van materiaal afkomstig van vindplaatsen uit verschillende regio's geen evidente oefening is. Verder zijn deze typologieën over het algemeen ook slechts uitgewerkt voor een beperkt deel van het ingezamelde materiaal, met name de geretoucheerde artefacten, en worden niet-geretoucheerde artefacten over het algemeen *a priori* beschouwd als 'afval' en bijgevolg nauwelijks bij het onderzoek betrokken.

Deze typologieën worden, ondanks alle inherente beperkingen, voornamelijk gebruikt om de (vermeende) functie(s) van prehistorische sites te achterhalen. Zo worden bijvoorbeeld (vaak kleinere) lithische concentraties waarvan de geretoucheerde component (quasi) uitsluitend bestaat uit microlieten veelal geïnterpreteerd als (kortstondige) jachtkampementen, terwijl (vaak grotere en/of overlappende) lithische concentraties met een gevarieerd spectrum aan geretoucheerde (morfo)types eerder worden gezien als basiskampementen, waar grotere groepen gedurende langere tijd verbleven en een brede waaier aan activiteiten uitvoerden. Daarnaast vormen ze de basis voor het typochronologische kader, dat quasi uitsluitend gebaseerd is op de seriatie van microlieten, al dan niet in combinatie met radiometrisch onderzoek.

7.2.1.2 Technologisch onderzoek

Het quasi gebrek aan gedetailleerd lithisch technologisch onderzoek, in de vorm van attributen-, item- en aggregaatanalyses en/of systematische *refit*programma's, vormt -op enkele uitzondering na- één van de meest opvallende lacunes in de studie van het mesolithicum in de Lage Landen. Een gebrek aan (financiële) middelen en/of tijd in combinatie met het vaak tijdrovende karakter van dit soort onderzoek zijn enkele van de voornaamste argumenten die ervoor zorgen dat deze technologische benadering zelden ten volle wordt benut. De weinige technologische onderzoeken van (meso)lithische vindplaatsen in zandcontexten die tot dusver (summier) werden gepubliceerd, zijn voornamelijk gebaseerd op attributenanalyses, technologische typologieën en pogingen tot "mentaal refitten" (zogenaamde *lecture des schémas diacritiques*, Pelegrin 1995, 23-24; 2000, 74). Zonder het belang van dergelijke benaderingen te willen onderschatten, zijn hier ondermeer tengevolge het problematische karakter van het archeologische bestand (zie paragraaf 5.1.2.) toch belangrijke beperkingen aan verbonden. Niet alleen is er in deze regio's en binnen het meso-

lithische onderzoek nauwelijks actieve expertise in lithische technologie voorhanden, het gebrek aan referentiekader en experimenteel vervaardigde vergelijkingscollecties, het potentiële palimpsestkarakter van de archeologische assemblages, de potentiële afwezigheid van complete reductiesequenties (en bij uitbreiding *chaînes opératoires*) en de moeilijkheid in het selecteren, lezen en interpreteren van betekenisvolle attributen maakt van een kwantitatieve analyse van lithische attributen en "mentaal refitten" uiterst hachelijke ondernemingen. Op dit vlak kan een systematisch *refit*onderzoek een dynamische bijdrage en een aanvullende schaal van observatie leveren voor een beter begrip van de formatieprocessen van lithische vindplaatsen en de technologische organisatie van lithische assemblages (o.a. Czesla *et alii* 1990; Hoffman, Enloë 1992; Schurmans, De Bie 2007).

Een technologische studie van lithische artefacten vereist in de eerste plaats een grondig begrip van het fysische en chemische gedrag van de grondstof zelf (Luedtke 1992, 98) en van de invloeden van verwerkingprocessen dat het lithische materiaal kan ondergaan (zie paragraaf 7.2.5.1.). Recent nog legden Dibble & Rezek (2009) de vinger op de wonde toen ze concludeerden dat het ons vandaag de dag nog steeds ontbreekt aan fundamentele kennis omtrent de basiseigenschappen en de controleerbaarheid van het breukgedrag van lithische materialen. Ondanks dit gebrek is er op beide domeinen een uitgebreide literatuur (voor archeologen) beschikbaar. Het breukgedrag van stenen vormt het onderzoeksobject van de breukmechanica (o.a. Bertouille 1989; Brézillon 1968; Cotterell, Kamminga 1979, 1986, 1987, 1990; Cotterell *et alii* 1985; Dauvois 1976; Faulkner 1972, 1973; Hayden 1979; Kerkhof, Müller-Beck 1969; Lawn, Marshall 1979; Luedtke 1986; Sollberger 1986, 1994; Tsirk 1974, 1979, 2010; van der Drift 1991). Daarnaast zijn er verschillende publicaties beschikbaar waarin aan de hand van experimenten onder gecontroleerde omstandigheden getracht wordt inzicht te verwerven in de variabelen die het breukgedrag van lithisch materiaal mee bepalen (o.a. Davis, Shea 1998; Dibble 1985, 1997, 1998; Dibble, Pelcin 1995; Dibble, Rezek 2009; Dibble, Whittaker 1981; Pelcin 1996, 1997a, 1997b, 1998).

In een strikte zin is een technologisch onderzoek van een lithisch assemblage, als complementaire benadering met het (microscopische) gebruikssporenonderzoek, voornamelijk gericht op een reconstructie van de in wezen steeds reductieve productieprocessen die verband houden met de omvorming van een brok ruwe steen tot een werktuig in de meest algemene zin van het woord. Als lithische onderzoekers kunnen we door een combinatie van verschillende onderzoeksbenaderingen vrij ver gaan in een (technologische) karakterisering van een lithische assemblage waarbij

we ondermeer direct inzicht kunnen krijgen in de levensloop van elk individueel object, in de (ruimtelijke) organisatie van de lithische productie- en consumptieprocessen (technieken, methoden, maar ook in moeilijker te vatten (cognitieve) aspecten zoals de keuzes en (lithische) vaardigheden van de prehistorische mens). Daarnaast speelt technologisch onderzoek, en dan met name *refitting*, een onmisbare rol in het begrijpen van formatieprocessen van lithische vindplaatsen (in zandcontexten).

Eén van de meest toegepaste theoretische kaders voor technologisch onderzoek is het concept van de *chaîne opératoire*, door Peeters *et alii* (2001a, 9) in het nederlands vertaald als 'handelingsreeksen' of 'handelingssequenties'. Het werd oorspronkelijk ontwikkeld in antropologische en sociologische studies en in de jaren '40-'50 in de archeologische literatuur geïntroduceerd door André Leroi-Gourhan (o.a. 1943, 1964, 1965), en meer specifiek binnen het domein van het lithische onderzoek, waar het inmiddels goed is ingeburgerd in verschillende onderzoekstradities (o.a. Audouze 1999; Bar-Yosef, Van Peer 2009; Bodu 1999; Carr, Bradbury 2006; Desrosiers 1991; Edmonds 1990; Julien 1992; Lemonnier 1976; Pelegrin *et alii* 1988; Riede 2006; Schlanger 1994, 2004, 2005; Selet 1993; Shott 2003; Soressi, Geneste 2006; Tostevin 2006; Van Peer, Wurz 2006). Het originele concept van de *chaîne opératoire* houdt meer in dan alleen het productieproces; de nederlandse term 'productiesequentie' dekt daarom niet volledig de lading, zoals Peeters *et alii* (2001, 9) benadrukken. De essentie van het concept kan vereenvoudigd worden samengevat als een opeenvolging van keuzes die leiden tot een sequentie van handelingen met de daarbij horende technieken en producten (Peeters *et alii* 2001a, 9). Dit wil ondermeer zeggen dat aan de basis van elke vorm van productie een reeks van handelingen ligt die in een logische volgorde dient te verlopen wil het beoogde doel bereikt worden. De lithische *chaîne opératoire*, als onderdeel van een ruimere keten, omvat dus alle opeenvolgende processen vanaf de verwerving van het 'ruwe' gesteente tot het afdanken van het voorwerp, doorheen alle stadia van vervaardiging en gebruik van de verschillende componenten. De materiële resten van alle handelingen kunnen worden aangetroffen in het archeologische bestand. Ondanks de eerder vermelde problemen met lithische vindplaatsen, vormen lithische assemblages in dit verband een dankbaar onderzoeksobject, ondermeer door het zeer resistente karakter van lithische artefacten en hun specifieke observeerbare attributen. Op basis hiervan kan niet alleen een deel van deze artefacten worden ingepast in deze ketens, maar kunnen tot op zekere hoogte nauwkeurige modellen van lithische handelingssequenties worden gereconstrueerd en inzichten worden verkregen in sociale en cognitieve aspecten omtrent technologische activiteiten.

Vanuit het standpunt van een individueel lithisch artefact dient het belang van het zgn. *tool use* concept te worden benadrukt. Hierbij wordt gesteld, vaak in tegenstelling tot de opvattingen binnen het traditionele morfotypologische onderzoek, dat lithische artefacten een morfologisch en functioneel dynamisch karakter (kunnen) hebben en dus doorheen hun eigen levenscyclus (van productie, onderhoud, (her)gebruik en post-depositionele aanpassingen) aan verandering onderhevig (kunnen) zijn. Vanuit het standpunt van de hedendaagse lithische onderzoeker ziet Andrefsky (2005) hierin een potentiële bron van conflict: "*Probably the most important thing to remember when conducting lithic analysis - and perhaps the most difficult to incorporate - is that stone tools are morphologically dynamic. This is difficult to incorporate into analysis because stone tools are observed, measured, and analyzed in a static condition; researchers deal with stone tools that are morphologically static. As such we tend to think of stone tools in terms of static typologies.*" Belangrijk is de vaststelling dat lithische assemblages ons toelaten een dynamische reconstructie van de vervaardigings- en gebruiksprocessen te maken, waarbij ook de afwezigheid van artefacten in een assemblage kan worden gebruikt in de argumentatie omtrent de lithische organisatie(s) vertegenwoordigd door de assemblage. Dit vormt meteen één van de sterkste punten van lithisch onderzoek in vergelijking met het onderzoek van minder resistente vondstcategorieën. Deze sterkte hangt onlosmakelijk samen met de nauwkeurigheid en volledigheid van de recuperatie van lithische assemblages en een grondig inzicht in de formatieprocessen van de vindplaats. Een tweede, hieraan gekoppelde vaststelling is dat bij technologisch onderzoek een ruimer segment van de assemblage bij het onderzoek wordt betrokken; dus ook het 'afval' dat nauwelijks aandacht krijgt in morfotypologische benaderingen (o.a. Andrefsky 2001, 2007; Larson, Hall 2004). Problematisch in dit verband is het gebrek aan voorafgaande kennis over de homogeniteit en integriteit van de lithische assemblage; waardoor vaak gezocht dient te worden naar een meer geschikte schaal van observatie dan de lithische assemblage als geheel, wil men komen tot zinvolle inzichten in de technologische organisatie(s) die de resten vertegenwoordigen.

7.2.1.2.3 Ruimtelijk onderzoek

In een *intrasite* onderzoek van lithische vindplaatsen, waarvan er in de Lage Landen slechts slechts een beperkt aantal *in extenso* zijn uitgevoerd en/of gepubliceerd, neemt de integratie van de resultaten van de lithische typologische, technologische en functionele onderzoeken in een ruimtelijke context een belangrijke plaats in. Bij een dergelijke ruimtelijke analyse wordt verondersteld dat menselijke gedrag kan resulteren in ruimtelijke patronen en wordt in essentie getracht (recurrente) ruimtelijke patronen in de ver-

spreiding van de typologisch, technologisch en functioneel onderscheiden groepen te herkennen, te interpreteren en te begrijpen in termen van formatieprocessen en prehistorisch menselijk gedrag. De meest gebruikte (theoretische) kaders voor de studie van dergelijke ruimtelijke patronen zijn gebaseerd op ethnoarcheologische en/of experimentele bevindingen. Ondermeer afhankelijk van de resolutie, nauwkeurigheid en grootschaligheid waarmee de vindplaats werd opgegraven, kan voor het ruimtelijke onderzoek gebruik worden gemaakt van verschillende kwantitatieve en visuele benaderingen, elk met hun eigen sterktes en beperkingen⁴².

Eén van de algemene doelstelling van een ruimtelijk onderzoek is dus te komen tot een beter inzicht in de aard en de formatieprocessen van (lithische) vindplaatsen opgebouwd uit één of meerdere lithische concentraties, die elkaar al dan niet (deels) overlappen. In de praktijk komt dit neer op de studie naar de integriteit, de interne ruimtelijke organisatie en de chronologie van de vindplaatsen. De studie van de integriteit van lithische vindplaatsen behelst in essentie het zgn. palimpsestvraagstuk dat zich ondermeer richt op de mogelijke aanwezigheid van verschillende, stratigrafisch niet van elkaar gescheiden restanten van meerdere bewoningsfasen op eenzelfde locatie (zie o.a. Bailey 2007). We maken hierin een onderscheid tussen het onderzoek naar de integriteit van afzonderlijke concentraties (*'intralocus'*) en het onderzoek naar de onderlinge relaties tussen nabijgelegen concentraties op een vindplaats (*'interlocus'*). In het eerste geval richten we onze aandacht in het bijzonder op de relatie tussen de omvang en densiteit van een concentratie en de intensiteit en/of herhaling van bewoning. Hierbij kunnen we traditionele opvattingen dat kleinere concentraties enerzijds altijd een weerspiegeling zijn van korte, eenmalige bewoning, en grotere concentraties anderzijds vaak *a priori* worden toegeschreven aan meerdere en/of langdurige bewoning ter plaatse, in vraag stellen. Ook Lanting & Van der Plicht (2000, 113, 115) argumenteren dat het

"methodologisch onjuist is om van eenmaligheid uit te gaan, zolang het tegendeel niet is bewezen" en dat het *"meer dan eens is gebleken, dat zelfs een qua oppervlak beperkte vuursteenconcentratie in feite het resultaat van een meermalige bewoning is"*. De mentaliteit van Nederlandse vorsers actief in het mesolithische onderzoek is daarbij hoopgevend: *"I agree with Peeters [2004, 27] that holding a negative attitude towards sites with multiple occupations or palimpsests, writing them off as accumulations of cultural debris that are impossible to unravel, is not at all justified"* (Niekus 2006, 78). Grootschalige opgravingen van vindplaatsen met verschillende, al dan niet deels overlappende, concentraties, geven ons de unieke mogelijkheid om, mits een aangepaste onderzoeksstrategie, de onderlinge relaties tussen deze verschillende concentraties te bestuderen. Dat kan ons niet alleen meer inzicht verschaffen in de relatieve chronologie van de concentraties, maar ook in de spatiale organisatie van de vindplaatsen en bij uitbreiding het mesolithische nederzettingssysteem en patronen van mobiliteit, en dit in een synchroon en diachroon perspectief.

7.2.1.3 Structuur van het hoofdstuk

Na een overzicht van de gestelde mimumeisen voor het lithische onderzoek (paragraaf 7.2.2.) wordt in dit hoofdstuk aandacht besteed aan de gevolgde methodiek van het macroscopische onderzoek (paragraaf 7.2.3.) en een evaluatie van het potentieel en de beperkingen van de lithische assemblage en het uitgevoerde onderzoek in het kader van de geformuleerde vraagstellingen (paragraaf 7.2.4.). Vervolgens wordt de conservering van het lithische materiaal op basis van macro- en microscopische observaties toegelicht (paragraaf 7.2.5.), aangevuld met de voornaamste resultaten van het morfotypologische onderzoek (paragraaf 7.2.6.) en de attributenanalyse (paragraaf 7.2.7.). Deze drie aspecten van het onderzoek worden telkens in een globaal ruimtelijk verband bestudeerd. Het voornaamst doel hiervan is een *algemeen* inzicht te krijgen in de aard en de ruimtelijke spreiding van de lithische assemblage van de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31. Complementair met het macroscopische lithische onderzoek werd een selectie van het materiaal onderworpen aan een microscopisch onderzoek waarvan de methodologie en voornaamste resultaten, eveneens in een ruimtelijk verband, later aan bod komen in hoofdstuk 7.3. Verder wordt gepoogd de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 via een eerste verkennend literatuuronderzoek in te passen in een ruimere Nederlandse en Noordwest-Europese typo- en technochronologische context (paragraaf 7.2.8.). De aandacht zal daarbij niet alleen voornamelijk gericht zijn op de omringende gebieden (Nederland, Duitsland en Zuid-Scandinavië), maar binnen deze arbitrair afgebakende ruimere onderzoeksregio ook vooral op gelijkaardige vindplaatsen met radiometrische dateringen die onderwerp zijn geweest van min of meer vergelijkbare, grootschalige

42 Omtrent kwantitatieve en kwalitatieve benaderingen in het ruimtelijke onderzoek van steentijdvindplaats bestaat een gevarieerde literatuur die voornamelijk dateert uit de jaren '70, '80 en '90 (o.a. Aldenderfer 1987, 1998; Ammerman 1992; Ammerman *et alii* 1987; Berry *et alii* 1980, 1983, 1984; Blankholm 1991, 1992a, 1992b, 1993; Blankholm, Price 1991; Boekschoten, Stapert 1993, 1996; Carr 1984, 1985a, 1985b, 1985c, 1986, 1987, 1989; Craig *et alii*. 2006; Djindjan 1988; Hietala 1984; Hietala, Stevens 1977; Hodder, Orton 1976; Johansen, Stapert 2000; Kintigh 1990; Kintigh, Ammerman 1982; Kroll, Price 1991; Olausson 1986; Price 1976; Simek 1989; Stapert 1989, 1990a, 1990b, 1990c, 1990d, 1992a, 1992b, 2004; Stapert, Terberger 1989; Wandsnider 1996; Whallon 1973, 1974, 1978, 1984). Voor een overzicht van de meest courant gebruikte methoden en hun toepassing op steentijdvindplaatsen zie ondermeer de publicaties van Carr 1984 en Kintigh 1990. Voor een kritische beschouwing omtrent de toepassing van statistische methoden voor ruimtelijke analyse van steentijdvindplaatsen zie o.a. Read 1989.

opgravingen en/of uitgebreid gepubliceerde onderzoeken. Het voornaamste idee hierachter is dat vergelijking met vindplaatsen/lithische inventarissen die niet aan de bovengenoemde criteria voldoen – de overgrote meerderheid van het gekende archeologische bestand – nauwelijks of niet zullen toelaten bij te dragen aan een beter begrip en een meer nauwkeurige contextualisering van de complexe vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31. Het ruimere onderzoeksgebied waarmee de vindplaats wordt vergeleken, wordt gekenmerkt door een aantal beperkingen. Niet alleen is er de vertekende westelijke begrenzing – de huidige Noordzee –, die door de moeilijke bereikbaarheid van de (potentieel aanwezige) prehistorische vindplaatsen, nauwelijks onderzocht is en vooralsnog geen vergelijkbare inventarissen opleverde. Daarnaast dienen ondermeer ook de verschillende onderzoekstradities en -benaderingen en het verschil in onderzoeksintensiteit binnen dit gebied in het achterhoofd te worden gehouden bij het vergelijkende onderzoek.

7.2.2 Operationele ontwerpeisen

In hun onderzoek van een staalname van de lithische assemblage van de vindplaats Almere Hoge Vaart/A27 wezen Peeters *et alii* (2001a, 7-8) erop dat “*de uitwerking van een vondstcategorie [...] minimaal [dient] te leiden tot een goed gefundeerde kwalitatieve en kwantitatieve typering, waardoor de betekenis van de categorie binnen de context van de overige informatie kan worden onderzocht.*” Verder specificerden ze dat “*kwalitatieve en kwantitatieve inzichten in zoveel mogelijk aspecten van de materiaalgroep [dienen] te worden verkregen, waardoor beeldvorming over de omgang met vuursteen in tijd en ruimte mogelijk wordt.*” Dit betekent overigens geenszins een tot in het kleinste detail uitgewerkte analyse, maar wel een voldoende nauwkeurige analyse om te komen tot gefundeerde antwoorden op de gestelde onderzoeksvragen en tot een karakterisering van het potentieel van het materiaal voor eventueel vervolgonderzoek.

Een gelijkaardige overweging vinden we min of meer impliciet terug in het PvE voor de uitwerking van het archeologische materiaal van de steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 (Deeben 2005). Macroscopische analyse van de lithische assemblage was onderworpen aan de standaardbepalingen vastgelegd in de KNA (versie 2.2. OS14), aangevuld met de richtlijnen uit dit PvE. Enerzijds hadden deze richtlijnen betrekking op een typologische, technologische en functionele beschrijving en interpretatie van het lithische materiaal door middel van een morfotypologische karakterisering (op basis van de typelijsten uit Newell, Vroomans 1972) aangevuld met een attributenanalyse en een microscopisch onderzoek (zie Hoofdstuk 7.3.). Anderzijds werd verwacht deze analyses in een ruimtelijk verband te bestuderen.

Voor de attributenanalyse werd opgelegd dat zowel elk individueel artefact groter dan 10 millimeter als alle geretoucheerde fragmenten en diagnostisch bewerkingsafval kleiner dan 10 millimeter dienden te worden onderworpen aan een uitgebreide analyse (“stukinformatie”), waarvan op voorhand in het betreffende PvE zowel de te registreren variabelen (attribuutstaten) als de meeteenheden werden opgesomd. Deze variabelen zijn weergegeven in tab. 9. Voor de overige artefacten kleiner dan 10 millimeter was bulkinformatie (per vondstnummer) voldoende. Deze bulkinformatie had betrekking op het aantal en het gewicht van de gezamenlijke artefacten per vondstnummer, daarbij een tweedeling makend tussen (zichtbaar) verbrande en onverbrande artefacten. Voor alle lithische artefacten dienden administratieve variabelen te worden ingevoerd, hetzij per individueel artefact, hetzij per vondstnummer. Het ging hierbij om contextinformatie die gehaald werd uit de basisbestanden van het veldwerk (vondst-, volg-, put-, vak-, vlak- en spoornummers), evenals om de naam van de onderzoeker(s) die het vuursteen determineerde(n) en interpreteerde(n).

De onderlinge integratie van de resultaten van de typologische, technologische en functionele onderzoeken in een ruimtelijk verband neemt, eveneens volgens het PvE, een belangrijke plaats in in het onderzoek naar (de fasering in) het gebruik van de locatie, evenals in de studie van de aard en omvang van de complextypen en activiteitsgebieden. Bij een dergelijke spatiale analyse, waarin in essentie via verschillende kwantitatieve en kwalitatieve methoden getracht wordt recurrente ruimtelijke patronen te herkennen in de verspreiding van de typologisch, technologisch en functioneel onderscheiden groepen en die vervolgens te interpreteren en verklaren, diende aandacht te worden besteed aan zowel de horizontale als de verticale verspreiding van de vondsten. De verticale analyse diende in de mate van het mogelijke plaats te vinden op het niveau van zowel natuurlijke bodemhorizonten als de artificieel gekozen laagdiktes van vijf en/of 10 centimeter, en mocht daarbij steekproefsgewijs uitgevoerd worden, zolang hiermee voldoende detailinformatie beschikbaar bleef voor het beantwoorden van de gestelde onderzoeksvragen. Uit de eerder gemaakte evaluatie van het databestand (zie Deel V) is naar voor gekomen dat een ver doorgedreven gedetailleerde ruimtelijke analyse een arbeidsintensieve oefening is die door allerhande factoren sterk bemoeilijkt wordt.

7.2.3 Methodiek

7.2.3.1 Inleiding

In het kader van onderhavig syntheseonderzoek werd de lithische assemblage van het volledige opgegraven deel van de vindplaats, voor het eerst binnen het onderzoekstraject,

Algemene attributen van toepassing op alle individueel te beschrijven artefacten	
ATTRIBUUT	ATTRIBUUTSTAAT/MEETEENHEID/OMSCHRIJVING
<i>ABR-algemene code</i>	De algemene code voor de vondstbeschrijving volgens de ABR.
<i>ABR-specifieke code</i>	De specifieke code voor de vondstbeschrijving volgens de ABR, indien van toepassing.
<i>Type</i>	Een morfotypologische benaming volgens de typelijst van Newell & Vroomans 1972.
<i>Volledigheid</i>	Het deel van het object dat vertegenwoordigd is: compleet, proximaal, mediaal, distaal, indetermineerbaar.
<i>Afmetingen</i>	Lengte (mm.): het technologische gegeven vormt de leidraad voor het bepalen van de lengte. Voor onbewerkte stukken (knollen, brokken) wordt de grootste lengte gemeten.
	Breedte (mm.): de grootste afstand haaks op de lengte.
	Dikte (mm.): de grootst meetbare dikte op een punt loodrecht op de lengte-as.
<i>Gewicht</i>	(0,0 gr.)
<i>Grondstof</i>	Type/herkomst van de vuursteen, met indicatie van textuur (korreligheid), transparantie, inclusies en kleur
	Aard natuurlijk oppervlak: verse kalk, verweerde kalk, verweerd natuurlijk splijtvlak, verweerd natuurlijk splijtvlak met sporen van gletjertransport
	Percentage natuurlijk oppervlak: het percentage van het nog aanwezige natuurlijke oppervlak, uitgedrukt klassenintervallen van 25%. In het geval van kernen, kernwerkstukken en dergelijke is het gehele voorwerp het uitgangspunt, in het geval van afhaken is dit het dorsale vlak.
<i>Verbranding</i>	Secundaire oppervlakteverschijnselen: veranderingen van het natuurlijke dan wel artificiële oppervlak in de vorm van patina en/of windlak die van na het gebruik en/of de bewerking dateren.
	Aanraking van het vuursteen met vuur: onverbrand, lichte verkleuring door verhitting, verkleuring en craquelering, witte verkleuring en craquelering (evt. in combinatie met potlids), interne structuurverandering (mogelijke thermopreparatie, naar Peeters 2001).
<i>Bijzonderheden</i>	Alle bijzonderheden die in de overige velden niet aan de orde komen (decoratie, aangehecht materiaal, passers, halffabricaat, ...)
<i>Secundaire modificatie</i>	Grondvorm: uitgangsvormen voor gemodificeerde artefacten: afslag, kling, kernvernieuwingsstuk, brok, kern, knol, indetermineerbaar
	Macroscopische gebruiks- en/of bewerkingssporen: aard van met het blote oog zichtbare gebruiks- of bewerkingssporen, exclusief sporen ten gevolge van afslaan en/of druk.
	Inclinatie retouches: steil, vlak.
	Omvang retouches: marginaal, kort, intrusief.
	Morfologie retouches: schelpvormig, laminair
	Richting: eenzijdig, tweezijdig
	Verdeling: continu, discontinu (onregelmatig)
	Retouchehoek: geen toelichting
Attributen specifiek van toepassing op afhaken (artefacten met een onderscheidbaar ventraal/dorsaal vlak)	
ATTRIBUUT	VARIABLE/MEETEENHEID/OMSCHRIJVING
<i>Restslagvlak</i>	Lengte (mm.): de maximale lengte.
	Breedte (mm.): de grootste afstand haaks op de lengte.
	Type: cortex/natuurlijk oppervlak, glad (enkelvoudig afslagnegatief), tweevlakig, gefacetiseerd, gefacetiseerd "chapeau de gendarme", gefacetiseerd "en éperon", lineair, puntvormig, indetermineerbaar.
	Bijwerking: bijwerking slagvlakrand langs de dorsale zijde: niet bijgewerkt, bijgeretoucheerd, abrasie, indetermineerbaar.
<i>Impactpunt</i>	Slagvlakrandhoek: hoek tussen het restslagvlak en de dorsale zijde, uitgedrukt in klassenintervallen van 10°.
	Kenmerken van de ventrale zijde op de plaats waar de inslag heeft plaatsgevonden: lip, zware slagkegel (loopt door in restslagvlak), zware slagkegel (loopt niet door in restslagvlak), licht slagkegel (nauwelijks te onderscheiden), versplintering, indetermineerbaar.
<i>Slagbult</i>	Zeer geprononceerd, geprononceerd, zwak geprononceerd, diffuus.
<i>Distaal uiteinde</i>	Feathered/snijdend, step, hinge/scharnierbreuk, outrepassé/kernvoet, breuk, versplintering/spontane retouche, kerf/breukcombinatie, indetermineerbaar.
<i>Breuktype</i>	Enkel voor gebroken objecten, volgens Roche & Tixier 1982: rechte breuk, S-vormige breuk, tongvormige breuk, en nacelle/accoladevormige breuk.
<i>Longitudinale kromming</i>	Kromming van het artefact in lengterichting: recht, recht met abrupt distale kromming, recht met geleidelijke distale kromming, lichte kromming, sterke kromming, buitenwaardse kromming, indetermineerbaar.
Attributen specifiek van toepassing op kernen	
ATTRIBUUT	VARIABLE/MEETEENHEID/OMSCHRIJVING
<i>Afbouw kernen</i>	Algemene morfologie: globulair, piramidaal, etc. ...
	Aantal productievlakken
	Aantal slagvlakken
	Positie slagvlakken: tegenoverliggend, kruisend, centripetaal, etc. ...
	Kernpreparatie: vanuit een centrale kam, vanaf de zijkanalen, rugpreparatie, etc. ...
	Kerncorrectie: ontkoppeling, vanuit de basis, vanaf de zijkanalen, bijwerking centrale kam, etc. ...

fig. 9 Overzicht van attributen voor de studie van de vuurstenen objecten van de steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 zoals vastgelegd in het PVE.

in haar totaliteit bestudeerd. In de eerder verschenen basisrapporten van de afzonderlijke opgraafcampagnes werden telkens de eerste (voorlopige) resultaten voorgesteld van de onderzoeken uitgevoerd op slechts delen van de assem-

blage (Hielkema 2004, 11-20; Veldhuis, Niekus 2006, 77-156; Noens, Crombé 2007, 21-24). Omwille van diverse redenen werd voor het syntheseonderzoek de keuze gemaakt om deze eerder uitgevoerde analyses op de afzon-

derlijke staalnames van de assemblage grotendeels te negeren en het lithische materiaal integraal aan een nieuwe studie te onderwerpen, minimaal conform de bepalingen vastgelegd in het daarvoor opgestelde PvE (Deeben 2005). Belangrijk is op te merken dat deze keuze dateert van vóór de tijdrovende evaluatie van het beschikbare databestand en het potentieel van het opgegraven deel van deze vindplaats (zie Deel V). Als argumentatie voor deze keuze kunnen de beperkte, artificiële en mogelijk niet-representatieve staalnames van de afzonderlijke studies worden genoemd. De grotendeels gelijktijdige uitvoering van de afzonderlijke lithische onderzoeken, in onderlinge isolatie, zijn verantwoordelijk voor het gebrek aan essentiële informatie nodig voor een beter begrip van de lithische assemblage en de vindplaats. Verder is er ook de variatie in gebruikte onderzoeksmethodes, deels ten gevolge van de verschillende vereisten uit de beschikbare PvE's (Deeben 2001; 2005), deels ten gevolge van afwijkingen van deze vastgelegde bepalingen door verschillende onderzoekers. In het licht van het doctoraatsonderwerp waarbinnen de mogelijkheden werden gecreeërd voor dit syntheseonderzoek, leek het tevens verstandiger de interpretaties te baseren op eigen waarnemingen en analyses en niet op de onderzoeken van andere lithische vorsers die het materiaal van de vindplaats vanuit een andere achtergrond en ingesteldheid benaderden, vaak in minder gunstige omstandigheden zoals kan worden afgeleid uit de slotbeschouwingen van Veldhuis & Niekus (2006, 155-156).

Doorheen het ganse onderzoekstraject werden afzonderlijke delen van de lithische assemblage door vijf verschillende vorsers uit drie verschillende instellingen onderworpen aan een macroscopisch onderzoek: J.R. Veldhuis (ARC, Hielkema 2004, 11-20; Veldhuis, Niekus 2006, 77-156), M.J.L.Th. Niekus (GIA, Rijksuniversiteit Groningen, Veldhuis, Niekus 2006, 77-156), G. Noens (Vakgroep Archeologie, UGent, Noens, Crombé 2007, 21-24) en de studentes R. den Boer en E.T. van Klinken, beide verbonden aan de Rijksuniversiteit Groningen (Veldhuis, Niekus 2006, 78-79). Daarnaast werden stalen van het materiaal onderworpen aan functioneel onderzoek met behulp van microscopische technieken door J. Schreurs (toenmalige ROB) en V. Beugnier (KBIN) (zie Hoofdstuk 7.3.).

De onderzoeksoopdracht voor het lithische materiaal bestond uit een morfotypologische karakterisering en een attributenanalyse van de lithische assemblage, aangevuld met een functioneel (*microwear*) onderzoek op een representatief staal van de assemblage. Deze drie aspecten dienden geïntegreerd te worden in een ruimtelijke benadering van de lithische vindplaats. In het kader van het doctoraatsonderzoek, waarbinnen de ruimte voor dit syntheseonderzoek werd gecreeërd, werden deze benaderingen verder aange-

vuld met een beperkt en vraaggericht *refit*onderzoek, dat buiten de onderzoeksoopdracht viel maar ons inziens één van de meest essentiële en onmisbaar aspecten van het onderzoek dient te vormen om de complexiteit van de assemblage, en bij uitbreiding (het opgegraven deel van) de vindplaats, (beter) te kunnen vatten. Dit *refit*onderzoek concentreerde zich tot dusver in essentie op drie aspecten die de lithische assemblage karakteriseren: de hoge fragmentatie- en verbrandingsgraad en het numerieke belang van natuurlijke brokken, al dan niet verbrand en/of geretoucheerd. Om meer inzicht te verwerven in de dynamiek van fragmentatie- en verbrandingsprocessen en de betekenis van de aanwezigheid van de natuurlijke brokken richtte het *refit*onderzoek zich op het aantal elkaar passen van: (1) afhakingsfragmenten, (2) verbrande fragmenten en (3) natuurlijke, vorstgefragmenteerde brokken. Technologische vraagstellingen gericht op een reconstructie van *chaîne(s) opératoire(s)* zijn tot dusver nauwelijks onderwerp geweest van het *refit*onderzoek. In combinatie met het uitgevoerde gebruikssporenonderzoek, ligt op dit vlak een zee van ruimte voor meer diepgaand onderzoek, noodzakelijk om de technologische aspecten en de homogeniteit van de assemblages beter te kunnen begrijpen. Het *refit*onderzoek resulteerde tot dusver in 946 afzonderlijke *refit*sequenties waarin 2215 artefacten zijn vertegenwoordigd, goed voor 1500 fysieke linken tussen telkens twee artefacten. Een discussie van de resultaten van dit onderzoek-in-uitvoering zullen worden opgenomen in de doctoraatscriptie.

7.2.3.2. Ontwikkeling en evaluatie van een databank

7.2.3.2.1 De beschikbare veldbestanden

Een analyse van een uitgebreide hoeveelheid data vereist een geautomatiseerd systeem dat een snelle, gestructureerde en foutloze verwerking van de gegevens mogelijk maakt. Als vertrekpunt voor een dergelijk systeem (waarvoor uiteindelijk de software *MS Access* en *Excel* werden gebruikt) kon voor de uitwerking van de lithische assemblage gebruik worden gemaakt van twee digitale basisdatabestanden uit het veldonderzoek die in de verschillende opgraafarchieven grotendeels als afzonderlijke of niet (meer) aan elkaar gekoppelde tabellen werden opgeslagen. Uit beide bestanden werd de voornaamste ruimtelijke informatie gehaald, zodanig dat deze gegevens niet opnieuw moesten worden ingevoerd. Daarbij dient te worden aangegeven dat deze informatie niet voor elk vondstnummer in dezelfde vorm beschikbaar is. Het basisniveau voor een ruimtelijke analyse is het niveau van een individuele opgraafeenheid in de vorm van een gridcel (0,50m x 0,50m x max. 10cm dikte). Daarnaast werd ook een ruime hoeveelheid vuursteen gerecupereerd als puntvondst of uit monsters, profielwanden en/of boringen. Om deze gegevens zoveel mogelijk te kunnen integreren in het basisni-

veau van gridcellen werd aan elk vondstnummer een nieuw relatief x- en y-coördinaat toegevoegd. Dit werd ondermeer gedaan omdat voor de afzonderlijke vakken niet direct bruikbare ruimtelijke coördinaten beschikbaar waren. We hebben eerder gezien dat van elk opgegraven vak per laag absolute (aan het RD-net gekoppelde) x-, y- en z-waarden werden opgemeten met een *total station*. Dit resulteerde afhankelijk van het aantal lagen in een reeks van verschillende, licht van elkaar afwijkende x- en y-waarden per vak. Omwille hiervan en omwille van het gegeven dat de RD-coördinaten veel cijfers tellen, werd beslist tot het invoeren van het nieuwe relatieve grid, dat als basis diende voor alle ruimtelijke verspreidingskaarten.

7.2.3.2 *Ontwikkeling van een databestand voor de analyse van lithische artefacten*

Met uitzondering van enkele puntvondsten, is de kleinste ruimtelijke eenheid in de twee beschikbare basisdatabestanden uit het veldonderzoek (respectievelijk IVO/DAO-1 en DAO-2) die van de laagsgewijs opgegraven vakken telkens vertegenwoordigd door een afzonderlijk vondstnummer. Voor het lithische onderzoek zoals voorgeschreven in het PvE (zie paragraaf 7.2.2.) betekent dit dat bij aanvang van de inventarisatie van het materiaal een eigen datasysteem diende te worden ontwikkeld dat toeliet materiaal in te voeren zowel op het niveau van de afzonderlijke gridcellen als op het niveau van de individuele artefacten (> 1 centimeter) binnen deze gridcellen (vertegenwoordigd door volgnummers). Om optimaal te kunnen inspelen op vooraf niet volledig in te schatten maar wel te verwachten problemen doorheen het verwerkingsproces dient op voorhand goed te worden nagedacht over de opbouw van een dergelijk datasysteem. Deze structuur bepaalt immers voor een groot deel de uiteindelijke bruikbaarheid ervan en de mate waarin analyses correct en efficiënt kunnen worden uitgevoerd. Daarbij komt dat niet alle problemen op voorhand op de juiste manier kunnen worden ingeschat, zeker niet in een situatie waar na verloop van tijd twee databestanden van verschillende onderzoeken door afzonderlijke instellingen met elkaar dienen te worden geconfronteerd. Hierdoor zijn aanpassingen en uitbreidingen van het systeem doorheen het onderzoekstraject onvermijdelijk.

Uiteindelijk konden de artefacten uit het IVO/DAO-1 onderzoek niet worden ondergebracht in hetzelfde databestand dat eerder werd gebruikt voor de inventarisatie van het lithische materiaal uit het DAO-2. Noodgedwongen werd gekozen voor de meest voor de hand liggende optie waarbij twee afzonderlijke databestanden met dezelfde structuur werden gebruikt. Eén van de voornaamste redenen hiervoor had te maken met de manier waarop vondstnummers in het databestand werden ingevoerd. Over de verschillende opgraafcampagnes werd elke afzonderlijke gridcel steeds

gekoppeld aan een uniek vondstnummer. Bij het IVO/DAO-1 onderzoek had deze als structuur '04HEMVxxxx'; bij het DAO-2 onderzoek '7474.00xxxx', waarbij het deel 'xxxx' per opgraafcampagne telkens het unieke numerieke karakter vertegenwoordigde. Om te vermijden dat deze code telkens opnieuw volledig diende te worden ingevuld, werd in 2006 bij aanvang van de inventarisatie van het DAO-2 materiaal, zonder kennis over de codering uit de IVO/DAO-1 fase, geopteerd om enkel het unieke deel van dit vondstnummer (de 'xxxx'-en) in te voeren. Voorts werd de opdeling in twee afzonderlijke databestanden eveneens ingegeven door de nummering van de individuele artefacten, die per artefact automatisch werd gegenereerd en over de verschillende vondstnummers heen doorliep. Daar een omvangrijke maar bij aanvang onbekende hoeveelheid lithische artefacten werd verwacht, leek dit de beste optie om de lengte van de volgnummers, die steeds in potlood op de (kleine) artefacten werden genoteerd, beperkt te houden. Een negatief gevolg van deze keuze om de databestanden op te splitsen was dat een groot aantal volgnummers tweemaal voorkomt (zowel voor het IVO/DAO-1 als voor het DAO-2 materiaal), wat voor problemen zou kunnen gaan zorgen wanneer de artefacten uit hun context (van de gridcel) worden gehaald, bijvoorbeeld tijdens een *refit* onderzoek.

Beide databestanden zijn telkens opgebouwd uit meerdere, aan elkaar en aan de ruimtelijke context gekoppelde tabellen om de invoer te vereenvoudigen en redundante informatie te vermijden. Het gaat om (1) een tabel met de bulk-informatie voor artefacten kleiner dan één centimeter op het niveau van het vondstnummer, (2) een tabel met attributen van toepassing voor alle individuele artefacten, aangevuld met attributen specifiek van toepassing voor afhakkingen, (3) een tabel met attributen specifiek voor de secundaire modificatie (*i.e.* 'retouchering') van artefacten, (4) een tabel met attributen specifiek voor kernen, aangevuld met een tabel op het niveau van de combinaties 'slag-/drukvak ~ slag-/drukvakrand ~ exploitatietafel' die per kern meerdere malen kunnen worden aangetroffen en (5) een tabel met de gegevens van het functionele onderzoek, samengesteld op basis van de afzonderlijke (*MS Excel*-)bestanden van beide *microwear*specialisten en aangevuld met een tabel op het niveau van de locaties van de aangetroffen sporen van gebruik op een artefact. Tijdens het manipulatieproces van een omvangrijke hoeveelheid materiaal dat verspreid zit over verschillende tabellen kunnen op verschillende tijdstippen allerhande fouten in de gegevensbestanden sluipen die nauwelijks of niet (meer) traceerbaar zijn. In een poging om dergelijke fouten te minimaliseren werd voor de inventarisatie zoveel mogelijk gebruik gemaakt van aanvinklijsten en invoervakken met vooraf aangemaakte keuzelijsten. Na de inventarisatie van beide lithische deelassemblesages werd besloten alle gekoppelde tabellen uit beide databestanden

samen te brengen in één (*MS Excel*) tabel dat als basisbestand werd gebruikt voor de draaitabellen waarop alle daaropvolgende analyses zijn gebaseerd.

7.2.3.3 Onderzoek naar de morfologische typologie

Voor het Nederlandse mesolithische onderzoek werden typologische lijsten van geretoucheerde en/of niet-geretoucheerde lithische artefacten in navolging van het baanbrekende onderzoek van Bohmers & Wouters (1956) achtereenvolgens ondermeer opgesteld door Newell & Vroomans (1972), Price (1975, 1980), Arts & Deeben (1981) en Deeben & Schreurs (1997). De typologie van Bohmers & Wouters (1956) vormt een derde onderdeel van een reeks publicaties (Bohmers 1956a; Bohmers 1956b; Bohmers, Wouters 1956; Bohmers, Bruyn 1957; Bohmers 1960) waarin de voorlopige resultaten worden weergegeven van een door Bohmers ontwikkeld statistische en grafische onderzoeksmethode toegepast op diverse laatpaleolithische, mesolithische en neolithische vondstconcentraties uit België, Denemarken, Nederland, Noord-Frankrijk en West-Duitsland. Dit derde deel is specifiek gericht op de toepassing van deze methode op mesolithisch materiaal, het tweede deel (Bohmers 1956b) op laatpaleolithisch materiaal en het vierde deel (Bohmers, Bruyn 1957) op neolithisch materiaal. Het eerste deel (Bohmers 1956a) vormt een algemene inleiding, terwijl het vijfde deel, ten slotte, enkele algemene aspecten behandelt over het Hamburgiaan, het Tjongeriaan, het Magdaleniiaan en het Aziliaan. Nauw verwant aan deze artikelenreeks is een publicatie uit 1963, waarin Bohmers opnieuw een overzicht bood van de door hem onderscheiden types (inclusief korte omschrijving) en hij zijn statistische methode verder toelicht (Bohmers 1963). Hij legde sterk de nadruk op het belang van een strikte definitie, een duidelijke differentiatie en een objectieve typologie zodat verificatie door elke onafhankelijke onderzoeker mogelijk zou zijn (Bohmers 1956a, 4). In zijn typologie maakt Bohmers, op veronderstelde functionele gronden, een basisonderscheid tussen enerzijds “*implements probably used for hunting and possibly fishing and fighting*” (zijnde spitsen in het Paleolithicum en microlieten in het mesolithicum) en anderzijds “*implements for the working of bone and antler, such as graters and Zinken together with implements for cutting and dressing skins, such as scrapers, knives, and retouched blades*”. Doordat de nadruk in de verschillende artikelen ligt op de gebruikte methodologie worden de vermelde types niet uitvoerig gedefinieerd, maar slechts kort beschreven aan de hand van hun voorname onderscheidende criteria (Bohmers 1956b, 7).

Het morfotypologische onderzoek van het lithische materiaal van de steentijdvindplaats Leeuwarden–Hempens/N31 is, conform het PvE, gebaseerd op de typologie van Newell & Vroomans (1972, 19-35). Beide auteurs geven, voor zover ons bekend, in geen enkele publicatie een beschrijving van

hun types (zie Newell, Vroomans 1972, 17). Wel circuleert een bijbehorende niet-gepubliceerde lijst met afbeeldingen die ondermeer wordt gebruikt in de colleges mesolithicum aan het GIA en ons in het kader van het project Leeuwarden-Hempens/N31 vriendelijk ter beschikking werd gesteld door M. Voor de beschrijving van hun types vormt het werk van Price (1980, 19-28) een belangrijk aanknopingspunt, daar Price voor zijn onderzoek naar het mesolithicum op het Drentse Plateau eveneens gebruik maakt van (een deel van) deze typologie en de door hem gebruikte types wel verder toelicht. Als basis voor hun typologische inventaris maakten Newell & Vroomans gebruik van de bestaande typologieën van Mathiassen (1948), Bohmers & Wouters (1956) en Clark (1958), aangevuld met de resultaten van het onderzoek van Newell zelf (o.a. Newell 1970a, 1970b, 1972). Daarnaast vergeleken ze hun types met de typologieën van Brinch Petersen (1966), GEEM (1969), Rozoy (1968/1969) en Taute (1971). Die vergelijkingen zijn overigens uitsluitend de verantwoordelijkheid van Newell en komen niet noodzakelijk overeen met de visies van de bedenkers van de typologieën. Dit wordt door Newell & Vroomans (1972, 17) expliciet vermeld voor de typologieën van GEEM en Taute, hoewel in het laatste geval overleg heeft plaatsgevonden tussen Newell en Taute.

7.2.3.4 Onderzoek naar attributen van lithische artefacten

Naast een morfotypologische inventarisatie, werd in het PvE de nadruk gelegd op een attributenanalyse van de individuele artefacten (> 1 centimeter). Voor het attributenonderzoek van het materiaal van Leeuwarden-Hempens/N31 werd in de praktijk in grote lijnen de attributenlijst (met attribuutstaten) uit het PvE gevolgd. Hier en daar werden bij aanvang of doorheen het onderzoek, naargelang de vernieuwde inzichten, kleinere aanpassingen en/of aanvullingen doorgevoerd. Deze werden opgenomen in tab. 10 (*cf.* tab. 9).

In principe kan een oneindig aantal attributen van elk fenomeen worden bestudeerd. Om bij te dragen tot een karakterisering van de technologische organisatie(s) vertegenwoordigd door de lithische assemblage tracht een lithische attributenanalyse die attributen te selecteren die een weerspiegeling (kunnen) vormen van de gebruikte technieken en/of methodes. Daarbij wordt uitgegaan van de veronderstellingen dat (een deel van de) artefacten diagnostische morfologische en macroscopisch zichtbare kenmerken bezitten die toelaten het artefact een plaats te geven binnen de *chaîne(s) opératoire(s)* en dat er cultureel zinvolle variatiepatronen te herkennen zijn in een artefactenassemblage. Naast deze technologische attributen zijn er nog een ganse reeks andere fenomenen waarneembaar op individuele artefacten die een identificatie van technologische attribu-

ten sterk kunnen bemoeilijken, maar terzelfdertijd ook veel bijkomende, relevante informatie kunnen verschaffen omtrent de formatiedynamiek van vindplaatsen. Ondanks de genoemde resistente mechanische eigenschappen kan vuursteen vóór en tijdens de omvorming tot artefact de invloed ondergaan van diverse biologische, fysische en chemische verweringsfactoren, die al dan niet zichtbare sporen nalaten op de vuursteen. Naast verwerking kunnen de chemische, fysische en zichtbare eigenschappen van gesteenten ook veranderen ten gevolge van (extreme) temperatuursveranderingen, hetzij ten gevolge van drastische dalingen (vorstschade), hetzij door intentionele of accidentele verhit-ting/verbranding.

Een attributenanalyse van een lithisch assemblage laat een kwantitatieve, statistische verwerking van de data toe. Wil men tot zinvolle uitspraken kunnen komen, dan houdt dit ondermeer ook in dat men moet werken met attribuut-tenden (attribute trends), dus redenerend vanuit het perspectief van (delen van) populaties en niet zozeer vanuit het individuele artefact (Andrefsky 2005, 109). Hierin schuilt meteen ook het grootste gevaar en de grootste beperking van een lithische attributenonderzoek van lithische vindplaatsen in zandcontext, daar het homogene karakter van de lithische assemblage allerminst kan worden aangenomen, maar net onderwerp dient te vormen van onderzoek, zoals eerder werd aangehaald. Uitgebreid *refit*onderzoek in combinatie met een gedetailleerd grondstoffenonderzoek, die beide toelaten de assemblage in meer betekenisvolle observatie-eenheden op te delen als vertrekpunt voor verder onderzoek, kunnen hier een onmisbare bijdrage leveren. Andere essentiële elementen voor een zinvolle attributenanalyse zijn verder een consistente terminologie en een nauwkeurige definiëring van de gebruikte attributen en attribuutstaten. Daarnaast is het ook van het allergrootste belang te kunnen beschikken over consistente en accurate meetprocedures, dit om herhaalbaarheid van het onderzoek toe te laten. Om een vergelijking tussen verschillende onderzoeken en vindplaatsen mogelijk te maken, zou in principe voor het gebruik van elk attribuut vooraf, door meerdere personen en/of meerdere keren door één persoon op verschillende tijdstippen, op experimenteel vervaardigde assemblages getest moeten worden of het herhaalbaar is. Zoals wordt aangehaald door Odell (2003, 128) wringt hier echter vaak het schoentje. Eveneens van belang is de validiteit van de bestudeerde attributen, of de vraag naar de geldigheid van een attribuut (meet het attribuut daadwerkelijk datgene dat de onderzoeker denkt dat het meet?), een aspect dat overigens te lijden heeft onder een beperkte en/of vaak tegenstrijdige literatuur. Tot slot kan ook worden gewezen op de relevantie van het attribuut. Zoals vermeld kunnen in theorie oneindig veel attributen worden gemeten en dienen er daarom keuzes te worden gemaakt. De vraag

stelt zich dus op basis van welke criteria deze attributen al dan niet geselecteerd dienen te worden, of zoals Clark (1999) het nut van een selectieve attributenanalyse formuleerde: “*Beyond the scientific compulsion to measure and describe something, it is not clear why anyone should care about stone artifacts’ length, width, thickness, platform angles and size, number of dorsal ridges, and so on. If one knew how these attributes varied with different knapping and consumptive behaviour, however, one could select critical attributes for measurement that would address certain questions*”. Elk attribuut wordt gekenmerkt door een variabiliteit, de attribuutstaten. Met betrekking tot de potentiële staat van elk attribuut kunnen vier grote groepen (zgn. attribuutschalen), elk met hun specifieke rekenkundige operatoren, onderscheiden worden: nominaal, ordinaal, interval en verhoudingen. Nominale attribuutstaten sluiten elkaar onderling uit en zijn exhaustief. Een staat kan niet groter of beter zijn dan een andere; ze worden vaak gecodeerd op binominale wijze (ja/nee, aan-/afwezig, enz.). Ordinale attribuutstaten hebben dezelfde eigenschappen als nominale attribuutstaten, maar kennen daarenboven een rangschikking langs een continuüm, dat relatief van karakter is en waarvan de afstand tussen elke staat onbekend is. Interval attribuutstaten hebben dezelfde eigenschappen als ordinale attribuutstaten, maar worden gekenmerkt door een gelijke afstand tussen de staten en een arbitrair nulpunt. Ratio attribuutstaten (verhoudingen) hebben dezelfde eigenschappen als interval attribuutstaten maar hebben een vast (niet arbitrair) nulpunt.

7.2.35 Onderzoek naar de ruimtelijke verspreiding

De algemene ruimtelijke analyse van het lithische materiaal van de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 wil, ondanks de beperkingen van het beschikbare databestand (zie Hoofdstuk 5.2. en paragrafen 6.2.6. en 7.1.2.), een bijdrage leveren aan het in kaart brengen en interpreteren van (recurrente) ruimtelijke patronen die het resultaat zijn van prehistorisch menselijk gedrag en van antropogene en/of natuurlijke factoren die het ruimtelijke beeld ontstaan door het menselijke handelen hebben beïnvloed en/of verstoord. Als basis wordt daarbij teruggegrepen naar de resultaten van het lithische typo- en technologische en functionele onderzoek, de radiometrische analyses en de verspreiding van de overige vondstcategoriën. Daarbij wordt in de eerste plaats getracht een algemene indruk te krijgen van de ruimtelijke spreiding op het niveau van (het opgegraven deel van) de vindplaats. Het aldus verkregen inzicht van dit eerste algemene en verkennende onderzoek kan een uitgangspunt vormen voor afzonderlijke detailanalyses van lokale fenomenen, een onderzoeksaspect dat meer in detail zal worden uitgewerkt in het kader van het doctoraatsonderzoek, met integratie van de resultaten van het *refit*onderzoek. Hoewel er talrijke kwantitatieve, statistische en

Algemene attributen van toepassing op alle individueel te beschrijven artefacten	
ATTRIBUUT	ATTRIBUUTSTAAT/MEETEENHEID/OMSCHRIJVING
<i>ABR-algemene code</i>	Volgens PvE-bepalingen
<i>ABR-specifieke code</i>	Volgens PvE-bepalingen
<i>Type</i>	Volgens PvE-bepalingen, met aanpassingen.
<i>Volledigheid</i>	Volgens PvE-bepalingen aangevuld met: lateraal (links, rechts of onbepaald), meervoudig gefragmenteerd; beschadigd
<i>Afmetingen</i>	Lengte, volgens PvE-bepalingen
	Breedte, volgens PvE-bepalingen
	Dikte, volgens PvE-bepalingen
<i>Gewicht</i>	Volgens PvE-bepalingen gemeten met digitale weegschaal tot nauwkeurigheid 0,00 gr.
<i>Grondstof</i>	Type/herkomst volgens PvE-bepalingen
	Aard natuurlijk oppervlak, volgens PvE-bepalingen aangevuld met: combinatie, indetermineerbaar
	Percentage natuurlijk oppervlak: volgens PvE-bepalingen aangevuld met: indetermineerbaar.
	Secundaire oppervlakteverschijnselen: volgens PvE-bepalingen
<i>Verbranding</i>	Volgens PvE-bepalingen
<i>Bijzonderheden</i>	Volgens PvE-bepalingen
<i>Secundaire modificatie</i>	Grondvorm: volgens PvE-bepalingen
	Macroscopische gebruiks- en/of bewerkingssporen: volgens PvE-bepalingen
	Inclinator retouches: volgens PvE-bepalingen aangepast door: schuin, overhangend, combinatie, indetermineerbaar.
	Omvang retouches: volgens PvE-bepalingen aangepast door: lichte afronding/bordage, kort, lang, envahissante, dekkend, combinatie, indetermineerbaar
	Morfologie retouches: volgens PvE-bepalingen aangepast door: schelpvormig, schubvormig, parallel, subparallel, onregelmatig, indetermineerbaar.
	Richting: volgens PvE-bepalingen aangepast door: direct, indirect, alternerend, wisselzijdig, bifaciaal, kruisend, indetermineerbaar
	Verdeling: volgens PvE-bepalingen aangevuld met: partieel, combinatie, indetermineerbaar
	Retouchehoek: niet geregistreerd wegens praktische problemen
	Aangevuld met aflijning boord: onregelmatig, recht, concaaf, convex, getand, gekerfd, geschouderd, gesteeld, combinatie, indetermineerbaar
	Aangevuld met lokalisatie: combinaties links-rechts en proximaal-mediaal-distaal, indetermineerbaar
Attributen specifiek van toepassing op afhakingen (artefacten met een onderscheidbaar ventraal/dorsaal vlak)	
ATTRIBUUT	VARIABELE/MEETEENHEID/OMSCHRIJVING
<i>Restslagvlak</i>	Lengte, volgens PvE-bepalingen.
	Breedte, volgens PvE-bepalingen.
	Type, volgens PvE-bepalingen
	Bijwerking, volgens PvE-bepalingen aangevuld met: combinatie
	Slagvlakrandhoek, volgens PvE-bepalingen
<i>Impactpunt</i>	Volgens PvE-bepalingen
<i>Slagbult</i>	Volgens PvE-bepalingen aangevuld met indetermineerbaar.
<i>Distaal uiteinde</i>	Volgens PvE-bepalingen
<i>Breuktype</i>	Volgens PvE-bepalingen
<i>Longitudinale kromming</i>	volgens PvE-bepalingen aangevuld met getorseerd
<i>Aangevuld met doorsnede</i>	driehoekig, rechthoekig, trapezoidaal, rhombisch, plano-convex, onregelmatig, indetermineerbaar.
<i>Aangevuld met boorden</i>	uitdeinend, convergerend, (sub)parallel, onregelmatig, uitdeinend/convergerend, indetermineerbaar.
<i>Aangevuld met slagsplinter</i>	hielsplinter, slagbultsplinter, afwezig, indetermineerbaar.
<i>Aangevuld met slagstralen</i>	aanwezig, afwezig.
<i>aangevuld met slaggolven</i>	uitgesproken, zwak, afwezig, indetermineerbaar.
Attributen specifiek van toepassing op kernen	
ATTRIBUUT	VARIABELE/MEETEENHEID/OMSCHRIJVING
<i>Afbouw kernen</i>	Algemene morfologie, volgens PvE-bepalingen
	Aantal productievlakken, volgens PvE-bepalingen
	Aantal slagvlakken, volgens PvE-bepalingen
	Positie slagvlakken, volgens PvE-bepalingen
	Kernpreparatie, volgens PvE-bepalingen
	Kerncorrectie, volgens PvE-bepalingen
	Aangevuld met modaliteiten: (micro)klingen, afslagen, beide, indetermineerbaar.
	Aangevuld met hoek tussen slagvlak en productievlak
	Aangevuld met type slagvlak: natuurlijk, vlak, tweevlakkig, gefacetteerd, combinatie, oud productievlak
	Aangevuld met voorbereiding slagvlakrand: scherp, afgeschuurd, bijgeretoucheerd, combinatie, indetermineerbaar
	Aangevuld met lokalisatie voorbereiding slagvlakrand: deels, volledig, indetermineerbaar.
	Aangevuld met positie productievlak: frontaal, frontaal + 1 flank, frontaal + 2 flanken, frontaal + rug, rondom rond, indetermineerbaar

tab. 10 Overzicht van de geregistreerde attributen en attribuutstaten van de vuurstenen objecten van de steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens/N31.

visuele methoden bestaan voor het uitvoeren van spatiaal onderzoek, elk met hun eigen sterktes en zwaktes (o.a. Carr 1984, Blankholm 1991; zie ook noot 41), werd voor deze fase van het onderzoek voornamelijk gebruik gemaakt van visuele technieken op basis van kwantitatieve data. Horizontale verspreidingskaarten werden vervaardigd met behulp van de software *Surfer 8.00* (Golden Software) en zijn vooralsnog beperkt tot voorstellingen op gridniveau van 0.25m² (het basisniveau van de opgravingen), waarbij in een aantal gevallen gebruik werd gemaakt van contourkaarten waarin de griddata met behulp van statistische technieken – voornamelijk *kriging* – werden geïnterpoleerd.

7.2.4 Potentieel en beperkingen van de lithische assemblage en het uitgevoerde onderzoek

In het licht van de onderzoeksopdracht en tegen de achtergrond van bovengeschetst kader voor het onderzoek van lithische vindplaatsen wordt de lithische assemblage van Hempens/N31, en het reeds uitgevoerde onderzoek ervan, gekenmerkt door een aantal beperkingen (zie ook Hoofdstuk 5.2.).

- (1) **Beschikbare ruimtelijke informatie in het veldbestand.** Voor 392 artefacten (0,52% van het volledige assemblage) zijn geen ruimtelijke coördinaten beschikbaar. Het gaat daarbij om 67 artefacten groter dan één centimeter (0,32% van de artefacten > 1 cm) en 325 artefacten kleiner dan één centimeter (0,60% van de artefacten < 1 cm) die ondermeer in verband te brengen zijn met het DAO-2: materiaal uit grondsporen (N = 235 artefacten), bemonsteringen uit het profiel (N = 36 artefacten), en 25 artefacten zonder nadere contextgegevens. Uit het IVO/DAO-1 onderzoek handelt het om artefacten met code 999 (N = 10 artefacten), een aantal van de artefacten uit boringen (N = 17 artefacten) en een aantal van de puntvondsten (N = 68 artefacten). De typologische samenstelling van deze 392 niet-ruimtelijk lokaliseerbare lithische vondsten is opgenomen in tab. 11. Verder is er een discrepantie tussen de tijdens het DAO-1 en deels opnieuw tijdens het DAO-2 afzonderlijk opgemeten x- en y-coördinaten van de megaboringen die op het einde van het DAO-1 werden uitgevoerd, waardoor niet al deze boringen aan een vak gekoppeld kunnen worden. Bovendien blijkt uit de opmetingen van deze boringen tijdens het DAO-2 dat een aantal van die boringen niet binnen de grenzen van één vak valt, maar over twee of meerdere vakken verspreid liggen.
- (2) **Invoerfouten en inconsistente determinaties van lithische artefacten.** Ondanks de genomen voorzorgen zijn invoerfouten en/of inconsistente determinaties doorheen het lange uitwerkingstraject niet uit te sluiten. Ook tijdens de latere manipulatie van de ingevoerde data voor het uitvoeren van de analyses, waarvoor in belangrijke mate gebruik werd gemaakt van draaitabellen (uitgevoerd in *Ms Excel*), kunnen -en zullen- onopgemerkte fouten zijn opgetreden. Mede daarom zijn in een latere fase van het onderzoek, in aanloop naar en tijdens het neerschrijven van deze rapportage, verschillende analyses opnieuw hernomen, op basis van deels gecorrigeerde basisdata. Hiervoor werd in de eerste plaats alle data omtrent het vuursteenmateriaal (exclusief de resultaten van het *micro-wear*onderzoek) samengebracht in één tabel (in *MS Excel*) dat uiteindelijk als basisbestand werd gebruikt voor alle daaropvolgende handelingen. Bij de presentatie en interpretatie van de analyses dienen bovvermelde gebreken, waarvan een deel niet of nauwelijks is te traceren, steeds in het achterhoofd te worden gehouden. Voorlopig kunnen we niet anders dan aannemen dat hun invloed op de resultaten van de analyse omwille van het omvangrijke karakter van het databestand beperkt is gebleven.
- (3) **Beperkingen van het attributenonderzoek.** Ondanks de eerder geformuleerde methodologische aspecten van een attributenonderzoek (*i.e.* selectie van relevante attributen, geldigheid van bestudeerde attributen, noodzaak voor accurate, consistente, nauwkeurige en expliciete definiëringen en meetprocedures, kwantitatieve verwerking, enz.) werd een expliciete, gedetailleerde evaluatie van de bestudeerde attributen niet opgenomen in deze publicatie. De registratie van de attributen heeft zich met enkele onderbrekingen uitgestrekt over een periode van meer dan vier jaar; een periode waarin onze inzichten in en ervaring met lithisch onderzoek sterk zijn geëvolueerd, ondermeer

type	aantal	gewicht
artefacten < 1 cm	325	28,15
brokken	12	73,51
kernen	4	64,00
kernvernieuingsstukken	3	17,95
niet-geretoucheerde (micro)klingen	11	14,98
niet-geretoucheerde afslagen	19	30,62
niet-geretoucheerde afhakingsfragmenten	10	7,15
geretoucheerde afslag	3	16,16
onbepaald geretoucheerd fragment	5	13,52
TOTAAL	392	266,04

tab. 11 Overzicht van de morfotypologische samenstelling van artefacten waarvoor geen ruimtelijke coördinaten beschikbaar zijn.

op basis van contacten met meer ervaren onderzoekers en een doorgedreven literatuur- en experimenteel onderzoek. Dit leidde tot andere inzichten, ondermeer ook met betrekking tot de manier waarop lithisch onderzoek van archeologisch materiaal efficiënter zou kunnen worden uitgevoerd. Deze inzichten konden nauwelijks ten volle worden geïntegreerd in het (lang) lopende onderzoek. Verder was er ook de tijdsdruk bij aanvang van de studie van het lithische materiaal uit de IVO en DAO-1 fases in combinatie met het gebrek aan informatie over de omvang van dit materiaal, waardoor nauwelijks een inschatting kon worden gemaakt van de duur van het onderzoek. Het (artificiële) onderscheid in analyse van de artefacten groter en kleiner dan één centimeter resulteerde in twee naast elkaar staande databestanden die niet altijd even eenvoudig met elkaar te combineren zijn. Het valt niet te ontkennen dat het attributenonderzoek op verschillende vlakken interessante inzichten heeft opgeleverd. Gezien het arbeidsintensieve karakter van de registratie ervan, zijn er echter voor een aantal (voornamelijk ‘technologische’) attributen ook een aantal kritische bedenkingen te formuleren, die samenhangen met het potentiële palimpsest-karakter van de assemblage (zie paragraaf 7.2.3.4.). Voor een interpretatie van deze attributen in termen van technologische organisatie zijn aanvullende observatieschalen noodzakelijk, die enkel via systematisch *refit* onderzoek in combinatie met een grondstofonderzoek, kunnen worden verkregen.

(4) **Beperkingen van het ruimtelijke onderzoek.** In het licht van de toegepaste benaderingen en rekening houdend met de eerder vermelde beperkingen van het databestand (zie Deel V), is het onderzoek naar de horizontale en verticale verspreiding van de artefacten in verschillende opzichten beperkt gebleven. De voornaamste beperkingen hieromtrent kunnen als volgt worden samengevat:

- Het probleem van de verschillende basiseenheden: naast lithische vondsten gerecupeerd via de vakkenmethode, zijn ook vondsten verzameld als individuele puntvondsten en uit boringen, monsters en profielwanden. De integratie van die data in het vakkensysteem is slechts ten dele gelukt (*supra*). Hoewel een boring met een diameter van 20 centimeter in theorie maximaal ca. 12,6% wegneemt van het volume van een opgraafeenheid, laat de ongelijkmatige spreiding van lithische artefacten in de bodem niet toe dit te vertalen naar het percentage artefacten dat hierdoor niet kan worden meegenomen in een verticale analyse.
- Het probleem van verschillende uitgegraven dieptes: gezien het feit dat de verticale begrenzingen

van de vindplaats niet werd bereikt (zie paragraaf 5.2.4.2.) wordt het aantal artefacten per vak niet alleen bepaald door de ruimtelijke spreiding van het materiaal maar ook door het aantal opgegraven lagen per vak.

- Het probleem van verschillende opgraafmethodes: niet alle vakken werden volgens dezelfde methode en met dezelfde nauwkeurigheid opgegraven, wat resulteert in aanzienlijke verschillen in recuperatie van hoeveelheid materiaal.
- Het probleem van eenheden met een verschillend volume. De toepassing van meerdere laagdiktes, in samenhang met een inconsistente naamgeving voor de uitgegraven lagen, en het onnauwkeurig uitgraven van vakken resulteert in eenheden met een verschillend volume waarvoor een onderlinge vergelijking van de inhoud weinig evident is. Ook het aanzienlijke probleem van erosie speelt hierin een niet-onbelangrijke rol.
- De kennis over bodemopbouw en -verstoring: de bodemopbouw en -verstoring is mee bepalend voor de ruimtelijke verspreiding van artefacten. Een gebrekkige kennis ervan op lokaal niveau beïnvloedt de interpretatiemogelijkheden van deze ruimtelijke spreiding.

7.2.5 Conservering van de lithische assemblage

7.2.5.1 Inleiding

Alle gesteenten, inclusief artefacten, zijn onderhevig aan verwerking ten gevolge van natuurlijke en/of antropogene processen (o.a. Ackerman 1964; Andersen, Whitlow 1983; Burrioni *et alii* 2002; Cackler *et alii* 1999; Goodwin 1960a, 1960b; Hester *et alii* 1982; Howard 2002; Hurst, Kelly 1961; Kelly, Hurst 1956; Röttlander 1975a, 1975b, 1989a; Schmaltz 1960; Smith 1936; Stapert 1976). In de regel wordt een onderscheid gemaakt tussen chemische en fysische verwerking waarbij chemische processen (*i.e.* oxidatie, reductie, neerslag, oplossing, hydratatie enz.) de minerale structuur van het materiaal veranderen, in tegenstelling tot fysische processen (*i.e.* betreding, verplettering, floraturbatie, enz.). Voor lithische vorsers situeert het belang voor de registratie van deze fenomenen zich in de eerste plaats in het feit dat verweringsprocessen de chemische, fysische en zichtbare eigenschappen van de grondstof veranderen en dus een analyse zeer sterk kunnen bemoeilijken. Vanuit dit opzicht kan een nauwkeurige karakterisering van de conditie van het vuursteenoppervlak leiden tot een betere inschatting naar de bruikbaarheid van het materiaal voor verdere technologische en ruimtelijke analyses. Verwerking is daarnaast ook informatief op het vlak van het onderzoek

naar de formatieprocessen van de vindplaats. Verder kunnen de verweringsprocessen gedeeltelijk een functie zijn van de tijd waardoor deze potentiële dateringsmethoden worden (o.a. Bard 1976). In de praktijk lijkt dit aspect niet zo vanzelfsprekend lijkt te zijn, gezien het zeer complexe karakter van verwerking dat ook samenhangt met andere factoren inherent aan de grondstof (textuur, hoeveelheid water, porositeit, onzuiverheden, enz.) en de omgeving (zowel aan de oppervlakte als in de bodem) (Luedtke 1992, 108). Hier en daar is in de archeologische literatuur (over mesolithische vindplaatsen) een studie te vinden waarin getracht wordt palimpsestsituaties uit elkaar te halen op basis van patinavorming (o.a. Heinen 2005). Er zijn verschillende soorten patineringsmogelijk (*i.e.* witte patina, kleurpatina, glanspatina ten gevolge van verschillende processen zoals wind, water, gebruik, enz.) en de ontwikkeling van een bepaalde patina kan een (negatieve of positieve) invloed hebben op andere verweringsprocessen. Vaak wordt bij een attributenonderzoek enkel de aan- of afwezigheid genoteerd, evenals de locatie (dekkend of niet) en een korte karakterisering. De herkenning van een patina is niet altijd vanzelfsprekend en vereist eveneens een kennis van de grondstof in niet-gepatineerde toestand, een gegeven dat vaak niet voorhanden is (tenzij de steen wordt gebroken).

Voor de lithische assemblage van de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 hebben zowel het macro- als het microscopische onderzoek indicaties opgeleverd voor de conditie van het lithische materiaal. Bij de macroscopische attributenanalyse werd daarbij aandacht geschonken aan de zichtbare effecten van secundaire aantastingen, fragmentatie en verbranding. Het microscopische onderzoek leverde indicaties in de vorm van glans en oppervlakteabrasie.

7.2.5.2 Macroscopische indicatoren

7.2.5.2.1 Verbranding en fragmentatie

Indien effecten van fragmentatie en verbranding enkel in verband worden gebracht met de conservering van het materiaal, zouden we bij een eerste aanblik, door hun kwantitatief belangrijke aandeel, kunnen besluiten dat de lithische assemblage van de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 relatief slecht geconserveerd is. Beide aspecten, die niet uitsluitend te wijten hoeven te zijn aan post-depositionele formatieprocessen, worden uitgebreid behandeld in paragraaf 7.2.7.2. Uit het daar gerapporteerde onderzoek blijkt dat meer dan de helft van het gerecupereerde lithische materiaal (zichtbare) sporen van verbranding draagt en dat meer dan tweederde van de artefacten groter dan één centimeter (inclusief brokken en kernen) gefragmenteerd is.

7.2.5.2.2 Overige secundaire aantastingen en posterieure patinavorming

Een andere potentiële indicator voor de conservering van het lithische materiaal die in het kader van de attributenanalyse werd geregistreerd is de aan- of afwezigheid en de aard van diverse secundaire aantastingen, posterieure aan het afhakingsproces. Dergelijke aantastingen werden geregistreerd op 523 artefacten (= ca. 2,5% van alle artefacten groter dan één centimeter), vermoedelijk een minimale waarde (tab. 12). Ze werden voornamelijk aangetroffen op niet-zichtbaar verbrande artefacten (N = 413, ca. 79% van de artefacten met secundaire aantastingen). In 108 van de gevallen was het artefact wel verbrand, voornamelijk matig (ca. 10%, N = 53), maar ook zwaar (ca. 8%, N = 43) of licht (ca. 2%, N = 12). In 11% van de gevallen waar een secundaire aantasting werd aangetroffen, werd in het opmerkingveld geen nadere toelichting geformuleerd. Wanneer dit wel gebeurde, werd deze voornamelijk gespecificeerd als metaalglans (N = 219) of verkleuring (N = 186) samen goed voor ca. 77% van de aangetroffen secundaire aantastingen, terwijl in mindere mate ook patina (N = 23), glans (N = 21), 'olie'glans (N = 11), lijm (N = 2) en *soilcapping* (N = 2) werden geregistreerd.

(1) De soms sterk ontwikkelde metaalglans uitte zich in de vorm van lokale plekken of striaties verspreid over het oppervlak van de artefacten, maar voornamelijk op (de meeste kwetsbare geprononceerde?) delen van de convexe vlakken (bijvoorbeeld slagbult, ribben, enz.). Deze glans, die ook tijdens het microscopische onderzoek werd vastgesteld, is zonder de minste twijfel in verband te brengen met de opgraafstrategie waarbij aanvankelijk (tijdens het DAO-2) voor het zeven gebruik werd gemaakt van metalen borstels om het residu sneller door de zeef te krijgen. Toch wordt deze metaalglans niet enkel op de artefacten uit het DAO-2 aangetroffen, in ca. 26,5% van de gevallen (N = 58) gaat het ook over artefacten uit de IVO/DAO-1 fase. Details over het gebruik van metalen borstel voor deze campagne zijn niet beschikbaar, maar net als bij de DAO-2 fase werd gebruik gemaakt van zeven met metalen gaasdraad, die evenzeer verantwoordelijk (kunnen) zijn voor het optreden van dergelijke fenomenen.

(2) Bij de verkleuringen, eigenlijk een vorm van patinering, is er een opmerkelijke observatie dat die in ca. 93,5% (N = 174) van de gevallen worden aangetroffen op de artefacten uit de IVO/DAO-1 opgraving, voornamelijk overeenkomend met de (westelijke) begrenzing van WP21. Als we daar de afzonderlijk als patina geregistreerde secundaire aantastingen bijrekenen, die als groep even opmerkelijk voornamelijk op artefacten uit het DAO-2 werden aangetroffen (ca. 78,2%, N = 18), dan maken ze nog ruim 85,6% van alle verkleuringen uit die op het materiaal van de IVO/DAO-1 werden aangetroffen. Mogelijk is er een verband met het

aard	Totaal	%
glans	21	4
lijm	2	0,4
metaalglans	212	41
metaalglans	3	0,6
metaalglans + glans	1	0,2
metaalglans + patina	1	0,2
metaalglans + verkleuring	2	0,4
olieglans	10	1,9
olieglans + verkleuring	1	0,2
patina	23	4,4
soilcapping	2	0,4
verkleuring	186	36
(leeg)	59	11
Eindtotaal	523	100

tab.12 Overzicht van de aard van de macroscopisch waarneembare secundaire aantastingen van het vuursteenmateriaal.

opgraaf- (en/of analyse-?)proces. Wanneer we ons concentreren op de kleur van deze verkleuringen dan blijkt het voornamelijk te gaan om rood-/roestbruine verkleuringen (ca. 90 %, N = 173), maar daarnaast komen ook gele tot orange-gele verkleuringen (N = 12) en een enkele keer zelfs een geel-groene verkleuring voor. Deze verkleuringen zijn, voor zover kan worden nagegaan op basis van het databestand, vaak plaatselijk aanwezig. Wanneer we alleen kijken naar de afzonderlijke patinagroep dan gaat het voornamelijk om witte tot lichtblauwe verkleuringen, die vaak eerder meer omvangrijker delen van het volledige oppervlak bedekken. Driemaal werd een dekkende, grijswitte patina aangetroffen die gemakkelijk van het oppervlak wordt afgewreven met de vingers, maar nadien vrij snel terug het ganse oppervlak bedekt.

(3) Naast metaalglans en verkleuringen/patina werden (minstens) een aantal artefacten (N = 11) gekenmerkt door een lokale veelkleurige 'olieachtige' glans, eveneens niet beperkt tot specifieke onderdelen van het artefact, maar verspreid over de verschillende oppervlakken. De oorzaak van deze secundaire aantasting is niet gekend maar hangt mogelijk ook samen met het opgraafproces (de aard van het zeefwater dat werd gebruikt?). Opvallend is immers dat deze glans ook, op één artefact na, enkel werd aangetroffen op de artefacten uit de IVO/DAO-1 fase en dat de horizontale spreiding een gelijkaardig beeld laat zien dan bij de (roestbruine) verkleuringen ter hoogte van WP21.

(4) De glansplekken die op 22 artefacten werden geregistreerd, zowel uit de IVO/DAO-1 (N = 13) als het DAO-2 (N = 9), variëren van licht tot sterk en zijn op enkele uitzonderingen na voornamelijk gelocaliseerde fenomenen. Slechts tweemaal werd expliciet genoteerd dat de glans zich over het ganse oppervlak uitstrekt. Vermoedelijk sluit dit fenomeen van glansplekken grotendeels aan bij de observaties en inter-

pretaties (als post-depositionele aantasting) uit het microscopische onderzoek, maar een interpretatie als gebruiksglans – waarover via macroscopisch onderzoek nauwelijks zinvolle uitspraken kunnen worden gedaan – is evenmin uit te sluiten.

(5) Op verschillende artefacten uit het IVO/DAO-1 onderzoek werden verder ook sporen van kleefstoffen (lijm) aangetroffen. Deze zijn in verband te brengen met de incidenteel aangetroffen fysieke aaneenpassingen van afzonderlijke fragmenten uitgevoerd door de ARC-onderzoeker(s). Voor zover kan worden nagegaan, ging het daarbij steeds om artefacten uit éénzelfde opgraafeenheid. Op twee artefacten werd *soilcapping* vastgesteld in de vorm van een hoeveelheid (zandig) sediment dat, vermoedelijk tengevolge van extreme druk, aan het oppervlak van de artefacten blijft kleven en nauwelijks of niet verwijderd kan worden. Dergelijke fenomenen worden in verband gebracht met assemblages die langdurige fases van extreme koude hebben ondergaan (bijvoorbeeld finaalpaleolithische contexten), maar werden ook reeds geobserveerd op recentere, verstoorde contexten waar lokale bodemomstandigheden verantwoordelijk waren voor hun vorming. Gedetailleerd onderzoek van dit fenomeen is nauwelijks of niet voorhanden in de literatuur, maar het lijkt erop dat het, net als patineren, niet zonder meer als temporele indicator kan worden gebruikt. Voorts werden op talrijke artefacten stukjes plantenresten aangetroffen – dit werd niet systematisch geregistreerd – die (met de vingers/nagels) eveneens soms zeer moeilijk verwijderbaar waren (en vaak gewoon niet werden verwijderd). Een enkele keer werd ook een niet nader identificeerbaar, donker organisch residu aangetroffen op een artefact, mogelijk vergelijkbaar met hetgeen Schreurs observeerde en in navolging van haar interpretatie niet noodzakelijk te beschouwen is als post-depositionele aantasting van het materiaal. Ten slotte zijn er ook de beschadigingen van de boorden (bijvoorbeeld al dan niet onregelmatige retouches, ontbrekende stukjes, enz.) waarvan ongetwijfeld een deel in verband is te brengen met het opgraaf- en verwerkingsproces. Het is overigens niet altijd evident om dergelijke fenomenen van 'intentionele' retouches en/of retouches/beschadigingen ten gevolge van gebruik te onderscheiden.

In tab. 13 is een overzicht opgenomen van de relatie tussen de morfotypologie van de artefacten en de aanwezigheid van secundaire aantastingen. Hieruit blijkt ondermeer dat de meerderheid van deze aantastingen voorkomt op de niet-geretoucheerde artefacten (ca. 86 %). Steeds gaat het om kleine aandelen ten opzichte van de totaal aangetroffen artefacten: voor de niet-geretoucheerde artefacten (> 1 cm) draagt ca. 2,3 % sporen van secundaire aantasting, voor de geretoucheerde artefacten ligt dit aandeel hoger met ca. 6 % en voor de fragmenten van geretoucheerde afhalingen gaat het om ca. 2,6 %. Bij de niet-geretoucheerde artefacten ver-

	glans	lijm	metaalglans	metaalglans	metaalglans + glans	metaalglans + patina	metaalglans + verkleuring	olieglans	olieglans + verkleuring	patina	soilcapping	verkleuring	(leeg)	Eindtotaal
niet-geretoucheerd														
brok			1	1				1		1		41	2	47
kernvernieuwing	1		9					1		1		4	7	23
niet-geretoucheerde (micro)kling	9		72	1				4	1	3	1	48	16	155
niet-geretoucheerde afslag	4		57		1	1	2	3		7		49	14	138
niet-geretoucheerde afhakingsfragment	4	2	43	1				1		2	1	22	4	80
SUBTOTAAL	18	2	182	3	1	1	2	10	1	14	2	164	42	443
geretoucheerd														
trapezium			4							2			1	7
driehoek										1				1
boor												1		1
schrabber			13									7	6	26
geretoucheerde (micro)kling			2									1		3
geretoucheerde afslag	1		2									4	2	9
geretoucheerde brok			1							1				2
combinatiewerktuig												1		1
fragment met afgestompte boord			3							2			1	6
fragment met afgestompte boord en afknotting										1				1
fragment met afknotting			1							2		1		4
onbepaald geretoucheerd fragment	2		4									7		13
SUBTOTAAL	3		30							9		22	10	74
EINDTOTAAL	21	2	212	3	1	1	2	10	1	23	2	186	52	517

fig. 13 Overzicht van de relatie tussen morfotypologie en aanwezigheid van secundaire aantastingen.

tonen de meeste afzonderlijke types, overeenkomstig het algemene beeld, een dominantie van metaalglans (tussen ca. 39 en 54 %), gevolgd door verkleuring (tussen ca. 17 en 36 %). De brokken (N = 47) wijken hiervan opvallend af: hier is een absolute dominantie van verkleuring vast te stellen (ca. 87 %), terwijl metaalglans slechts met ca. 2 % vertegenwoordigd is. Dit betekent overigens niet dat er een relatie bestaat tussen de verkleuringen en de brokken; dergelijke verkleuringen worden evenzeer in vergelijkbare (absolute) aantallen aangetroffen op de overige artefacttypes. Voor de afzonderlijke geretoucheerde types zijn de aantallen te laag om hieromtrent betekenisvolle uitspraken te doen.

7.2.5.3 Microscopische indicatoren

Het microscopische onderzoek werd uitgevoerd op een selectief staal van de assemblage, met een ondervertegenwoordiging van fragmenten en verbrande artefacten (zie paragraaf 7.3.4.2.). Dit onderzoek suggereert net als het macroscopische onderzoek een relatief goede conservering van het lithische materiaal: volgens Schreurs zijn de door haar bestudeerde artefacten “over het algemeen redelijk geconserveerd” en ook Beugnier heeft het met betrekking tot haar staal van 300 artefacten over “sufficiently good conditions”. Beide onderzoekers observeerden wel glansplekken en metaalglans op een groot deel van de artefacten, verspreid over hun oppervlak. De glansplekken, in zekere mate vergelijkbaar met observaties uit de vindplaats Almere-Hoge

Vaart/A27, worden voorlopig bij gebrek aan (experimenteel) referentiekader en in afwachting van meer gedetailleerd onderzoek in verband gebracht met de aanwezigheid van wortels van waterplanten. De metaalglans, vaak ook macroscopisch waarneembaar, is het gevolg van het gebruik van metalen zeven en borstels tijdens de opgraving. Door hun karakter als puntlocatie hebben beide verstoringen slechts een geringe negatieve invloed op de waarneembaarheid van gebruikssporen. Schreurs heeft het verder nog over de aanwezigheid van lichte, matige en soms sterkere oppervlakteabrasie, mogelijk in verband te brengen met de ligging aan het oppervlak van de artefacten gedurende langere tijd. Voorts wijst Schreurs ook op de incidentele aanwezigheid van restjes organisch materiaal op de artefacten, eveneens vergelijkbaar met observaties in Almere-Hoge Vaart/A27, die in een aantal gevallen werden geïnterpreteerd als houtteer (en dus onderdeel van het productieproces, met name voor de schachting van artefacten), maar in een aantal gevallen mogelijk in verband te brengen waren met de latere afdekking van de vindplaats door veen.

7.2.5.4 Ruimtelijke analyse van de conservering

7.2.5.4.1 Ruimtelijke spreiding van de macroscopische indicatoren

Naast fragmentatie en verbranding bestaan de macroscopisch geobserveerde aantastingen voornamelijk uit metaalglans en (roestbruine) verkleuringen, gevolgd door glans,

olieglans, patina, lijm en *soilcapping*. Het spreekt voor zich dat een ruimtelijke analyse van de metaal- en lijmsporen weinig zinvol is omdat deze fenomenen zo goed als zeker gerelateerd kunnen worden met handelingen van de artefacten nadat ze door archeologen uit de bodem werden gehaald.

Beide artefacten met *soilcapping* worden aangetroffen in het noorden en in het zuiden van het opgraafterrein. Anders is het gesteld met de horizontale verspreiding van de verkleuringen, patina en olieglans. Met name voor de overwegend rood-/roestbruine verkleuringen en de olieglans is een bijzonder opvallende clustering waarneembaar die, enkele artefacten niet te na gesproken, samenvalt met het westelijke deel van WP21 (fig. 66), grotendeels overeenkomend met de -laatst opgegraven- vaknummers 65 tot en met 96. Deze cluster van verkleuring valt ruimtelijk samen met één van de 'clusters' van verkooldde hazelnootfragmenten waarvoor een ¹⁴C-datering werd verkregen (KIA-36257: 7555 ± 40 BP). Interessant is de observatie dat van deze datering het resultaat pas als laatste bekend werd, hoewel het monster gelijktijdig met de andere werd ingediend. De oorzaak hiervan lag in het feit dat in het labo verschillende reinigingsmethoden nodig waren om het monster om te zetten in een dateerbare substantie⁴³. Een verklaring voor deze opvallende clustering is er niet direct, maar het lijkt erop dat een verband met het opgravingsproces zeker niet uitgesloten kan worden. Artefacten met patina komen voor over grote delen van het terrein, waarbij twee 'clusters' voorkomen, één net ten noorden van het dwarstransect, maar ook een meer uitgesproken cluster in het zuidoosten van het grote opgraafvlak. Opvallend is dat deze nauwelijks of niet in de zones met grote vondstdichtheden (en zwaar verbrande artefacten) te vinden zijn. Ook de artefacten met (macroscopisch waarneembare) glans vertonen een clustering in die zin dat ze nauwelijks worden aangetroffen ten zuiden van het dwars-transect, maar voornamelijk in de grote vuursteencluster net ten noorden ervan. Bovendien is deze verspreiding nauwelijks in overeenstemming met de verspreiding van artefacten waarop tijdens het microscopische onderzoek glansplekken werden aangetroffen. Voor de ruimtelijke verspreiding van verbranding wordt verwezen naar paragraaf 7.2.7.3.3.

Voor een (algemene) verticale analyse worden de verschillen in opgraafstrategie per put zoveel mogelijk in rekening gebracht waardoor noodgedwongen slechts een deel van de putten in de analyse kon worden meegenomen: het handelt met name enkel om de putten 16 t.e.m. 22 uit het DAO-1 en de putten 42 t.e.m. 87 uit het DAO-2, samen goed voor 491 artefacten (of ca. 94% van de artefacten met een secundaire aantasting). Ca. 45% ervan is afkomstig van WP 21 en

gerelateerd met de verkleuring en olieglans. Wanneer we kijken naar de verticale verspreiding van deze verkleuring en olieglans merken we op dat quasi alle artefacten werden gerecupereerd uit de derde laag (N = 142, ca. 65%), en in mindere mate ook uit de tweede (N = 35, ca. 16%) en de vierde ('laag 5', N = 41 of ca. 19%) lagen. Zoals blijkt uit tab. 14 bevinden de overige artefacten met secundaire aantastingen zich eveneens overwegend in laag 3 en in mindere mate in lagen 2 en 4 (respectievelijk ca. 43%, ca. 24% en ca. 22% van de artefacten uit deze analyse).

7.2.5.4.2 Ruimtelijke spreiding van de microscopische indicatoren

Op basis van haar verkennend *pilot* onderzoek kwam Schreurs tot twee vaststellingen in verband met de relatie tussen de conservering en de horizontale en verticale verspreiding van de door haar bestudeerde artefacten (N = 54):

[1] *"Binnen het onderzochte areaal lijken de minder goed geconserveerde artefacten vooral voor te komen in de putten 49, 50 en 76. Het betreft putten met zéér grote vondstaantallen waaruit ook goed geconserveerde artefacten in de steekproef aanwezig zijn. Men kan dus niet zondermeer stellen dat de artefacten in deze putten minder goed geconserveerd zijn."*

[2] *"Uit een overzicht van de diepteligging en de conservering van artefacten komt naar voren dat de artefacten in laag 4 relatief minder goed geconserveerd zijn. [...] Een hypothese is dat laag 4 gekoppeld kan worden aan het mesolithische woonniveau. Laag 1 en 2 bevatten in veel gevallen namelijk veen en zijn ten dele te dateren na de mesolithische bewoning. Hoe de relatief goede conservering van het materiaal in laag 3 verklaard kan worden dient nog nader onderzocht te worden."*

Integratie van de gegevens van Beugnier leidt tot een bevestiging van de eerste stelling, met name dat niet zonder meer kan worden gesteld dat de artefacten in putten 49, 50 en 76 minder goed zouden zijn geconserveerd. In verband met de tweede stelling is voornamelijk geen gedetailleerd onderzoek naar de verticale verspreiding gedaan waardoor de gestelde hypothesen voornamelijk nauwelijks kunnen worden geëvalueerd. Wel is opmerkelijk dat het macroscopische onderzoek heeft aangetoond dat de meeste artefacten met secundaire aantastingen voornamelijk uit de derde laag afkomstig waren. Zo'n 26% van de 300 door Beugnier bestudeerde artefacten vertoonden een glans die een gelijkaardig uitzicht heeft als de glans die optreedt ten gevolge van plantbewerking. In deze specifieke gevallen echter werd deze glans, vooral op basis van de locatie op het artefact en in navolging van Schreurs, in verband gebracht met contact met waterplanten. Ze vermeldt: *"Following this hypothesis [that the very highly reflective and flat/slightly undulating polish, somewhat reminiscent of reed polish, was caused by the contact of water-roots], the*

43 Mailcorrespondentie M. Van Strydonck naar P. Crombé, 03/03/2008.

Laag	totaal	%
1	9	1,83
2	118	24,03
3	211	42,97
4	108	22,00
5	28	5,70
6	13	2,65
7	3	0,61
8	1	0,20
	491	100,00

tab. 14 Vereenvoudigd overzicht van de verticale verspreiding van de secundaire aantastingen aangetroffen op het lithische materiaal.

spatial analysis of flint alterations will be useful only to determine zones where aquatic plants grew from the end of the Mesolithic occupation until now." Fig. 67 geeft een overzicht van de horizontale verspreiding van de artefacten waar op basis van het microscopische onderzoek één of andere vorm van natuurlijke sporen werd aangetroffen. Hieruit blijkt dat artefacten met een natuurlijke glans zich over het ganse opgraafvlak bevinden en niet uitsluitend samenvallen met de hogere vondstdichtheden. Eerder werd er ook op gewezen dat deze horizontale spreiding niet samenvalt met de macroscopisch geobserveerde glans, die eerder lijkt te clusteren net ten noorden van het dwarstransect.

7.2.6 Resultaten van het onderzoek naar de morfologische typologie

7.2.6.1 Inleiding

Het morfotypologische onderzoek van het lithische materiaal van Leeuwarden-Hempens/N31 wordt, rekening houdend met eerder geformuleerde bedenkingen (zie paragrafen 7.2.1.2. en 7.2.3.3.), in de eerste plaats opgevat als beschrijvend hulpmiddel voor de indeling van de lithische assemblage (paragraaf 7.2.6.2.). Vervolgens zal in de mate van het mogelijke ook gepoogd worden het morfotypologische onderzoek te bestuderen in een ruimtelijk verband (paragraaf 7.2.6.3.) en te confronteren met de resultaten van de technologische, functionele en radiometrische onderzoeken. Ten slotte wordt ook een confrontatie aangegaan met de huidige typonologische inzichten voor het Nederlandse mesolithicum en zullen de resultaten worden afgewogen tegen een ruimere Noordwest-Europese context (paragraaf 7.2.8.).

De uitvoering van het morfotypologische onderzoek is beïnvloed door een aantal factoren. Zo was er bij aanvang van de materiaalbeschrijving weinig vertrouwdheid met de typologie van Newell & Vroomans (1972), een typologie waarvan de types, zoals eerder vermeld, nauwelijks expliciet in de literatuur werden beschreven. Daarnaast is er ook het probleem van de fractie kleiner dan één centimeter die als bulk werd bestudeerd en waarbinnen naast volledige afhakingen ook tal

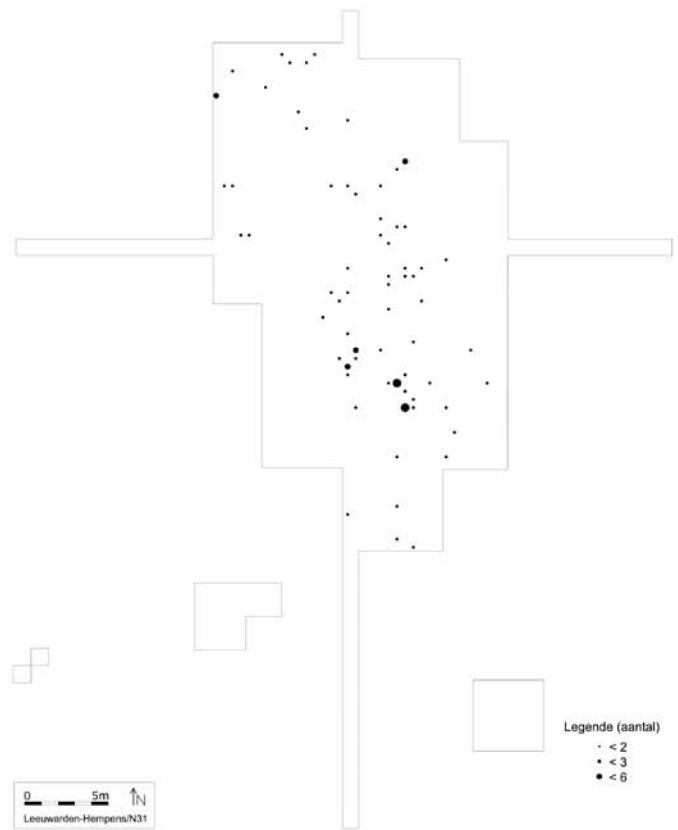


fig. 67 Ruimtelijke verspreiding van de microscopisch waargenomen tafonomische 'glans'.

van fragmenten (brokstukken, afhakingsfragmenten, *potlids*, enz.) zijn ondergebracht. Naast onvermijdelijke invoer- en/of determinatiefouten, heeft ook de grote fragmentatie- en verbrandingsgraad die deze assemblage karakteriseren een belangrijke invloed op de determinatie van artefacten.

7.2.6.2 Een typologische inventaris

7.2.6.2.1 Inleiding

In totaal werden 75.437 lithische stukken ingevoerd in beide databestanden, goed voor in totaal meer dan 50 kilogram vuursteen. Een algemeen overzicht van de morfotypologische samenstelling is opgenomen in tab. 15. Hieruit blijkt dat tenminste ruim 72% van het materiaal kleiner is dan één centimeter, terwijl daarnaast bijna 21.000 stuks, voornamelijk groter dan één centimeter, afzonderlijk werden bestudeerd. Hoewel de artefacten kleiner dan één centimeter dominant in aantal zijn, is hun gezamenlijk gewicht slechts goed voor iets meer dan 9% van de assemblage, terwijl het gewicht van de niet-geretoucheerde artefacten (groter dan één centimeter), met een aandeel van ca. 25% de op één na meest omvangrijke groep, goed is voor bijna 84% van het aantal artefacten uit de assemblage. De groep met artefacten kleiner dan één centimeter omvat naast volledige afhakingen ('chips'), ook talrijke *potlids* ($N \geq 384$) en verbrande fragmenten evenals fragmenten van afhakingen. Het onderscheid tussen deze afzon-

derlijke groepen werd echter niet systematisch gemaakt, waardoor de analysemogelijkheden voor deze groep als geheel eerder beperkt zijn. Voor het refitonderzoek werden de afhakingsfragmenten wel afgezonderd uit deze groep; hoewel geen concrete cijfers beschikbaar zijn, bleek hieruit dat deze fragmenten een aanzienlijk deel vertegenwoordigen van alle afhakingsfragmenten uit de assemblage. In een opmerkingenveld werden *potlids* wel afzonderlijk vermeld, hoewel niet systematisch van af het begin van het onderzoek. Hier werd ook melding gemaakt van de kleine, sterk afgeronde kiezel-tjes die regelmatig werden aangetroffen in de zakjes (N = 1151), maar niet werden beschouwd als artefacten, en dus ook niet werden opgenomen in de databestanden, waarin uitsluitend (potentieel) door de mens vervaardigd en/of aangepast vuursteenmateriaal werd opgenomen.

In tab. 16 en tab. 17 wordt een gedetailleerd overzicht gegeven van de samenstelling van de verschillende type-groepen, opgedeeld in niet-gemodificeerde (niet-geretoucheerde) en gemodificeerde (voornamelijk geretoucheerde) artefacten, die respectievelijk meer dan 25% en slechts 2,29% van de totale assemblage uitmaken. Uit beide tabellen blijkt duidelijk dat producten uit alle fases van de *chaîne(s) opératoire(s)* vertegenwoordigd zijn in de assemblage.

7.2.6.2.2 Niet secundair gemodificeerde artefacten

Afhakings (fig. 68). De grote groep van de niet-geretoucheerde artefacten wordt in de eerste plaats gedomineerd door de niet-geretoucheerde afhakingsen, die al dan niet tijdens en/of na het productieproces ten gevolge van antropogene en/of natuurlijke (post-)depositionele processen gefragmenteerd zijn geraakt (N = 14606, ca. 76%). Deze afhakingsen worden in essentie gekenmerkt door de aanwezigheid van twee vlakken (ventraal en dorsaal) gescheiden door een scherpe rand (boorden en/of proximale en distale uiteinden). Eén van de vlakken, het ventrale, bezit duidelijke stigmata die gerelateerd kunnen worden aan het

breukmechanische eigenschappen van het afhakingsproces. Ondanks de daarbij horende problemen worden deze afhakingsen vaak -arbitrair- opgedeeld in (micro)klingen en afslagen, afhankelijk van de criteria van de betreffende vorser, waarbij (micro)klingen in de regel een lengte/breedte-ratio van tenminste 2/1 bezitten. Over deze arbitraire, door de onderzoeker gemaakte opdeling, "*possible being nothing more than an arbitrary subdivision of a continuum*" (Read 1989, 31), bestaat ontzettend veel literatuur en onenigheid. Hoewel een discussie over de relevantie van deze opdeling hier te ver leidt, kan worden opgemerkt dat door sommige onderzoekers nog tal van andere criteria in acht genomen om een afhaking al dan niet als (micro)kling te klasseren, gaande van morfologische attributen (parallele boorden en/of ribben, regelmatige negatieven van vorige afhakingsen op het dorsale vlak, enz.) tot de intentie van de vuursteenbewerker binnen een conceptueel productieschema. De interne variabiliteit tussen en binnen beide groepen wordt soms, ondanks het vooralsnog gebrek aan voldoende gedetailleerde studies, in de discussie rond het chronologische kader betrokken (bijv. Niekus, Stapert 1994). Hoewel we zonder een gedetailleerd technologisch onderzoek weinig voelen voor een snelle arbitraire opdeling van afhakingsen in (micro)klingen/afslagen, hebben we er voor gekozen om deze opdeling voorlopig toch nog te maken uitsluitend op basis van de lengte/breedte-verhouding. Hiermee houden we, conform de meest huidige gangbare praktijken, de mogelijkheid open voor een eventuele vergelijking met andere vindplaatsen. Door de grote fragmentatiegraad van het materiaal van Leeuwarden-Hempens/N31 is deze opdeling niet voor elk individueel stuk te maken, waardoor een derde klasse werd toegevoegd, die van niet-geretoucheerde afhakingsfragmenten.

Brokken. Naast de afhakingsen is de ruime vertegenwoordiging van brokstukken groter dan één centimeter opvallend (ca. 17%). Onder brokstuk groter dan één centimeter werd elk lithisch voorwerp verstaan dat (quasi) geen duidelijke

Typegroep	aantal	% aantal	gewicht	% gewicht
microlithische spitsen	149	0,20	375	0,07
steil geretoucheerde klingen	59	0,08	10,66	0,02
boren	23	0,03	64,24	0,13
stekers	8	0,01	80,64	0,16
eindschrabbers	260	0,34	1238,09	2,46
zijschrabbers	20	0,03	90,45	0,18
diverse werktuigen	315	0,42	1209,4	2,41
onbepaalde geretoucheerde fragmenten	895	1,19	758,31	1,51
afval' (> 1 cm)	19144	25,38	42169,46	83,88
TOTAAL > 1 cm	20873	27,67	45658,75	90,83
ARTEFACTEN < 1 cm	54564	72,33	4612,11	9,17
TOTAAL ASSEMBLAGE	75437	100	50270,86	100

tab. 15 Overzicht van de 'typegroepen' zoals ingevoerd in de databestanden, uitgedrukt in aantal stuks en gewicht. Naar Newell & Vroomans 1972, met aanpassingen.

Type	aantal	% aantal	gewicht (gr.)	% gewicht
brokken	3250	16,98	1671941	3965
kernen	554	2,89	9745,22	2311
kernvernieuwingstukken	667	3,48	1835,44	4,35
'microstekers'	57	0,30	4,27	0,01
niet-geretoucheerde afslagen	5066	26,46	8543,73	20,26
niet-geretoucheerde (micro)klingen	4716	24,63	303725	7,20
niet-geretoucheerde afhakingsfragmenten	4824	25,20	2275,75	5,40
stekerslagen	7	0,04	6,85	0,02
(leeg)	3	0,02	1,54	0,00
Totaal 'afval' (niet-geretoucheerd)	19144	91,70*	42169,46	92,36*

* Percentage ten opzichte van de artefacten > 1 centimeter, de overige percentages zijn ten opzichte van het totaal van de typegroep.

tab. 16 Overzicht van de samenstelling van de typegroep van het 'afvalmateriaal', naar Newell & Vroomans 1972 met aanpassingen.

Typegroep	Type	aantal	% aantal	gewicht (gr.)	% gewicht
microlithische spitsen		149	0,71*	37,5	0,08*
	A-spits	22	14,77	5,27	14,05
	B-spits	9	6,04	1,6	4,27
	C-spits	6	4,03	1,91	5,09
	D-spits	5	3,36	1,17	3,12
	diverse microlithische spitsen	4	2,68	0,49	1,31
	gelijkbenige driehoek	4	2,68	0,5	1,33
	korte ongelijkbenige driehoek	29	19,46	3	8,00
	lange ongelijkbenige driehoek	2	1,34	0,31	0,83
	lancetspits	1	0,67	0,29	0,77
	naaldvormige spits	1	0,67	0,27	0,72
	breed trapezium	66	44,30	22,69	60,51
steil geretoucheerde klingen		59	0,28*	10,66	0,02*
	steil geretoucheerde (micro)kling	25	42,37	5,01	13,53
	driehoekige steil geretoucheerde (micro)kling	33	55,93	5,6	14,83
	rechthoekige steil geretoucheerde (micro)kling	1	1,69	0,05	0,14
boren		23	0,11*	64,24	0,14*
	korte afslagboor	20	86,96	62,48	15,62
	korte klingboor	2	8,70	0,87	2,23
	lange klingboor	1	4,35	0,89	2,23
stekers		8	0,04*	80,64	0,18*
	AA-steker	4	50,00	30,45	7,51
	A-steker	1	12,50	2,36	5,84
	RA-steker	3	37,50	47,83	11,65
eindschrabbers		260	1,25*	1238,09	2,71*
	dubbele schrabber	11	4,23	8,72	2,14
	eenvoudige afslagschrabber	237	91,15	1103,23	27,32
	eindschraaber	5	1,92	11,03	2,71
	ronde schrabber	7	2,69	36,61	9,04
zijschrabbers		20	0,10*	90,45	0,20*
diverse werktuigen		315	1,51*	1209,4	2,65*
	geretoucheerde (micro)kling	58	18,41	92,81	22,65
	afgeknotte (micro)kling	32	10,16	28,68	7,04
	gekerfde (micro)kling	4	1,27	4,93	1,21
	getande (micro)kling	2	0,63	1,59	0,39
	geretoucheerde afslag	166	52,70	785,98	19,14
	gekerfde afslag	3	0,95	6,72	1,64
	geretoucheerde brok	36	11,43	182,72	4,44
	combinatiewerktuig	13	4,13	100,75	2,44
	pièce d'émoussée	1	0,32	5,22	1,24
onbepaalde geretoucheerde fragmenten		895	4,29*	758,31	1,66*
	fragment met afgestompte boord	348	38,88	39,69	9,71
	fragment met afgestompte boord en afknotting	46	5,14	5,83	1,44
	fragment met afknotting	110	12,29	22,76	5,64
	onbepaald (microliet?) fragment	53	5,92	9,18	2,27
	onbepaald geretoucheerd fragment **	338	37,77	680,85	16,86

* Percentage ten opzichte van de artefacten > 1 centimeter, de overige percentages zijn ten opzichte van het totaal van de typegroep.

** Bevat daarnaast ook de vijf bifaciaal geretoucheerde driehoekige artefacten en de vermeende dwarspijlen (niet gefragmenteerd, N=8)

tab. 17 Overzicht van de samenstelling van de typegroep van de secundair gemodificeerde, voornamelijk geretoucheerde artefacten, naar Newell & Vroomans 1972 met aanpassingen.

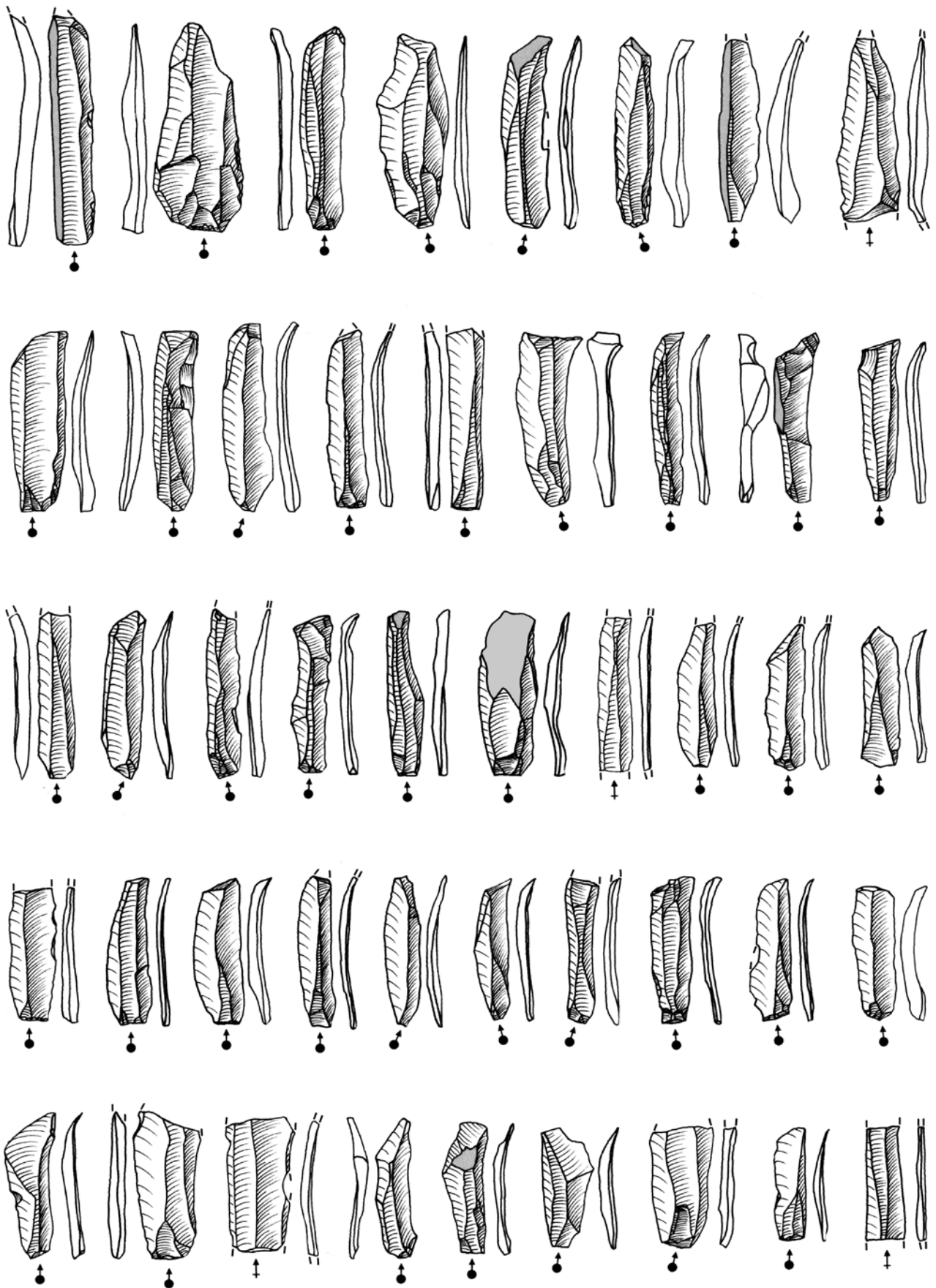


fig. 68 Selectie van niet-geretoucheerde (micro)klingen.

kenmerken (meer) bezit die op één of andere manier gerelateerd kunnen worden aan het (antropogeen gerelateerde) afhakingsproces. Voor een deel ervan kan eigenlijk niet met zekerheid worden achterhaald of ze in verband staan met antropogene activiteiten. Enkel hun aanwezigheid ter plaatse, in de top van het door eolische processen gevormde dekzand, diende als criterium om hen op te nemen in het databestand als (potentiële) artefacten. Het grote aantal brokken hangt deels samen met de grote verbrandingsgraad en de daarmee gepaard gaande (onregelmatige) fragmentatie die de assemblage van Leeuwarden-Hempens/N31 kenmerken. Ook de kwaliteit van de gebruikte grondstoffen, over het algemeen relatief kleine, voorheen sterk door vorstwerking aangetaste knollen, speelt hierin zeker een rol. Dat tenminste een deel van deze brokken wel degelijk als onderdeel van de steentijdvindplaats dient te worden beschouwd, wordt in de eerste plaats aangetoond door de 81 brokken die duidelijke sporen dragen van 'secundaire' modificatie in de vorm van (regelmatige) retouches. Het microwearonderzoek dat op een deel van deze geretoucheerde brokken werd uitgevoerd, heeft voorts voor deze artefacten ook sporen van (bot/gewei, huid en hout-)bewerking opgeleverd. Op negen van de 13 door V. Beugnier bestudeerde geretoucheerde brokken (ca. 70%) werden gebruikssporen aangetroffen. In vier gevallen betrof het een transversale beweging van bot/gewei, tweemaal werden sporen aangetroffen van bewerking van droge huid (eenmaal volgens een transversale en éénmaal volgens een longitudinale beweging) en eenmaal werd een transversale beweging in verband gebracht met houtbewerking. Voor twee brokken werden eveneens sporen aangetroffen maar kon noch het contactmateriaal, noch de uitgevoerde beweging worden vastgesteld. Verder bevatten vijf van de dertien brokken, waarvan drie met gebruikretouches, een glans die niet in verband werd gebracht met gebruik maar met post-depositionele aantasting van de stukken. Ook het *refit*onderzoek heeft aangetoond dat een deel van de indetermineerbare brokken onderdeel vormde van onregelmatig uit elkaar gespatte kernen en/of knollen die onmiskenbaar hebben gediend voor de productie van afhakingen.

Kernen (fig. 69 en 70). Tab. 18 toont een vereenvoudigd overzicht van een traditionele morfotypologische opdeling van de kernen op basis van de algemene kernvorm (prismatisch, piramidaal, bolvormig, onregelmatig, enz.) en de geobserveerde slagrichtingen gekarakteriseerd door de attributen aantal (één, twee, meerdere) en richting (kruisend, tegengesteld). Deze indeling volgt niet helemaal de indeling van Newell & Vroomans. Als kernen werden die artefacten beschouwd die hebben gediend om andere producten af te haken (~ de afhakingen) en die dus één of meer duidelijke negatieven van afhakingen bezitten. Toch zijn die negatieven alleen niet voldoende om een kern als dusdanig te defi-

niëren; ook op het dorsale vlak van afhakingen bijvoorbeeld zijn vaak afhakingsnegatieven zichtbaar. Een essentieel kenmerk is de aanwezigheid van één of meerdere combinatie(s) van een exploitatietafel en een daarbijhorend afhakingsvlak (druk- of slagvlak vanwaaruit de kracht werd uitgeoefend om de afhaking te realiseren) die onderling met elkaar verbonden worden door een druk- of slagvlakrand. Er moet echter rekening mee worden gehouden dat deze combinatie 'exploitatietafel/slag- of drukvlakrand/slag- of drukvlak' na hun 'actieve leven' accidenteel, bijvoorbeeld ten gevolge verbranding, of intentioneel kan zijn verwijderd (in het geval van intentionele verwijdering wordt deze combinatie echter vervangen door een nieuwe waardoor zich geen determinatieprobleem stelt). Door verbranding en/of bijhorende fragmentatie kan de determinatie dermatie moeilijk worden zodanig dat een aantal van volledig onherkenbaar geworden kernfragmenten ongetwijfeld als brokken werden gedefinieerd (zoals is gebleken uit het refitonderzoek van de brokken). Bovenstaande beschrijving betekent overigens niet dat deze kernen -vooraleer ze werden gebruikt als kern- niet zelf kunnen zijn afgehaakt van een andere kern en daardoor (delen van) 'positieve' impactkenmerken bezitten (bijvoorbeeld 'kern op afslag', enz.). Vaak stelt zich in deze specifieke gevallen het probleem van de onderlinge temporele relatie tussen beide processen en dit wegens de afwezigheid van een directe overlapping ('stratigrafie') tussen deze 'positieve' impactkenmerken van dergelijke kernen en de 'negatieven' die zichtbaar zijn op deze artefacten.

De assemblage van Leeuwarden-Hempens/N31 bevatte materiaal dat perfect voldeed aan bovenstaande beschrijving van de kernen, maar waarbij toch de vraag kan worden gesteld of deze werkelijk dienst hebben gedaan als bron voor de productie van (potentiële) werktuigen. Het betreft ondermeer die 'kernen' die voor een aanzienlijk deel met een anterieur, natuurlijk oppervlak worden bedekt (zodanig dat de originele morfologie van de knol vrij goed kan worden gereconstrueerd) maar daarnaast enkel worden gekenmerkt door de aanwezigheid van één of meerdere eerder kleine afhakingsnegatieven (< ca. 2 centimeter). In deze gevallen kan de vraag worden gesteld of deze kleine afhakingen dan wel de 'restkern' het doel van het productieproces waren. Mogelijk kan functioneel onderzoek dat op deze groep van artefacten voortsnog niet werd uitgevoerd hierin meer klaarheid scheppen.

In Newell & Vroomans' typologische lijst wordt een onderscheid gemaakt tussen kling- en afslagkernen. Dit onderscheid is omwille van diverse redenen problematisch. Niet alleen zien we op de kern zoals die in de archeologische context is opgenomen, ongeacht in welk stadium van zijn levenscyclus deze zich bevond, vaak slechts een beperkte weergave van de reeds doorlopen levenscyclus van het artefact. Van een 'klingkern' bijvoorbeeld -waarop dan per (mor-

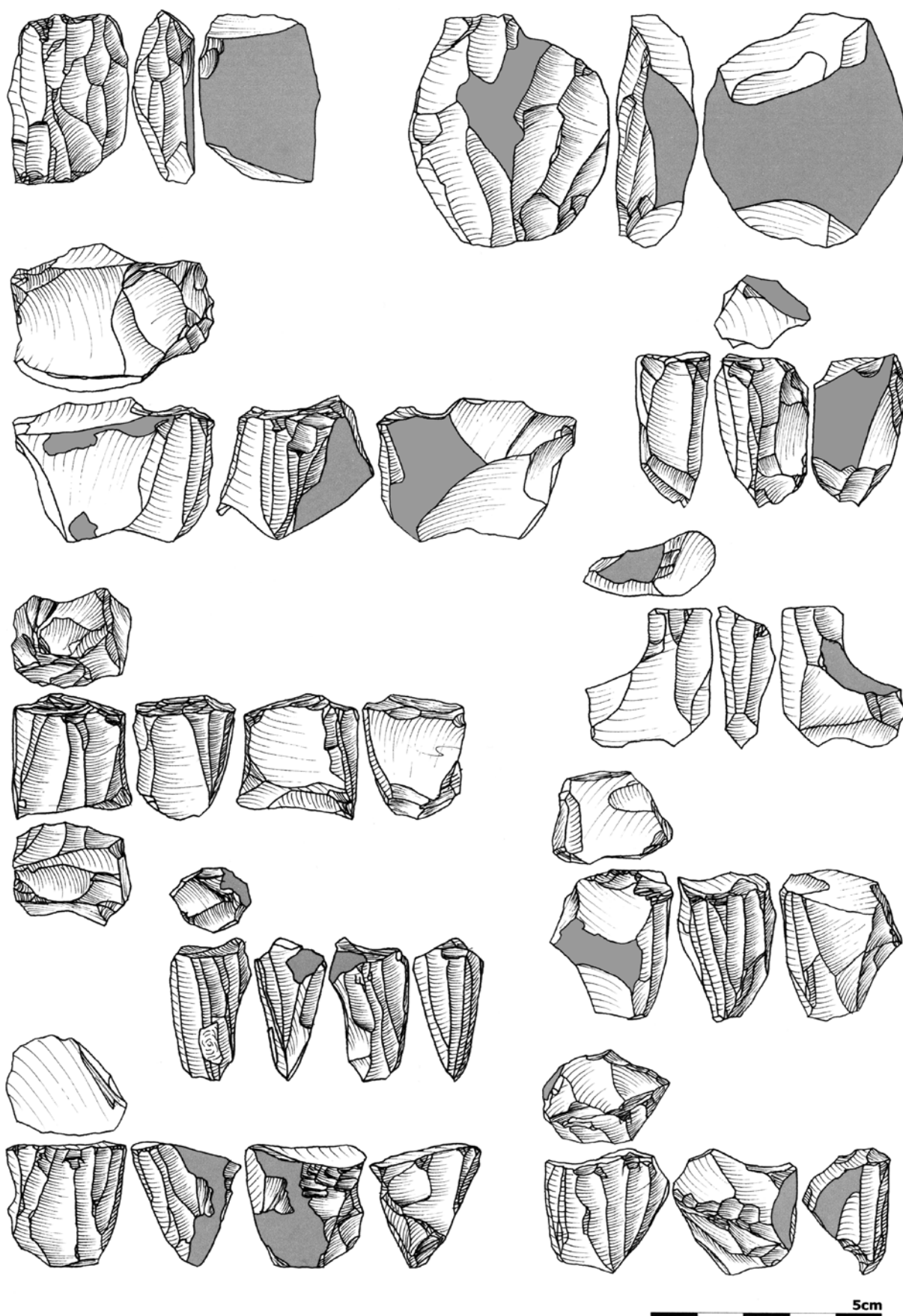


fig. 69 Selectie van kernen.

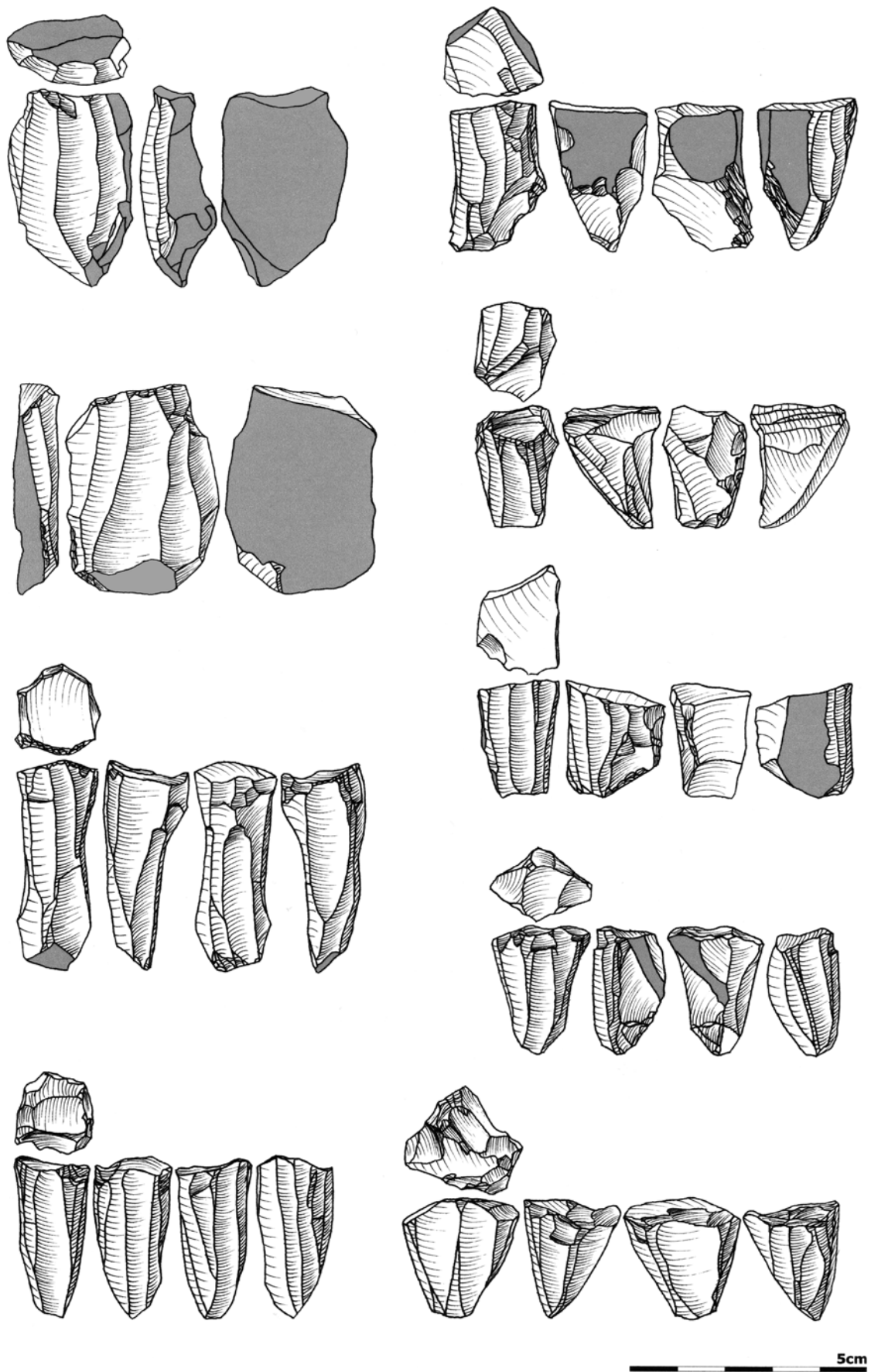


fig. 70 Selectie van kernen.

	prismatisch	piramidiaal	bolvormig	onregelmatig	indet.	fragment	TOTAAL
onbepaald				9	10	190	209
beginnende knol				5		2	7
één slagrichting	5	10	1	64	1	28	109
twee kruisende slagrichtingen	3	1	1	41		20	66
twee tegengestelde slagrichtingen	16	3	1	52	1	14	87
twee slagrichtingen (onbepaald)				1			1
meerdere slagrichtingen	3	4		51		17	75
TOTAAL	27	18	3	223	12	271	554

tab. 18 Algemene morfotypologische opdeling van de kernen.

fologische) definitie de negatieven van klingen zichtbaar moeten zijn- kunnen in een eerdere fase reeds (systematisch) afslagen zijn verwijderd zonder dat dit sporen heeft nagelaten op die kern wegens het reductieve karakter van het afhakingsproces. Overigens stelt zich met de afhakingsnegatieven op die kern zelf ook een probleem, namelijk dat die in de meeste gevallen slechts een (onbekend?) deel van de contouren van het afgehaakte product weergeven -in het minst gunstige geval zijn enkel van het laatst afgehaakte product de volledige contouren bewaard- daar latere afhakings- vaak de 'negatieve' sporen van (delen van) vorige afhakings verwijderen. Vandaar dat we er zonder een gedetailleerde technologische studie weinig voor voelen om de vooropgestelde opdeling te volgen, daar ze alles bij elkaar genomen weinig informatief is en zelfs kan leiden tot een vertekend beeld. In assemblages waar het materiaal niet alleen grotere dimensies heeft, maar ook -door gedetailleerd onderzoek- kan worden aangetoond dat deze artefacten kaderen in tradities waar het bestaan van uitgebreide en gedetailleerd uitgewerkte '(micro)klingenconcepten' is vastgesteld, is een dergelijke determinatie minder problematisch. Dergelijk kader ontbreekt vooralsnog grotendeels voor het mesolithicum.

Voor de morfologische beschrijving van de kernen uit de assemblage van Hempens zal volstaan worden met een aantal algemene beschouwingen. Naast het grote aantal kernfragmenten (ca. 49 %, N = 271), waarvan slechts in ca. 30 % van de gevallen de algemene vorm en/of het aantal en de richting van de afhakingsrichtingen kon worden achterhaald, valt de onregelmatige morfologie van deze artefacten duidelijk op (N = 223, ca. 79 % van de determineerbare gevallen), waarbij zowel de kernen met één, twee als meerdere slagrichtingen min of meer gelijkmatig vertegenwoordigd zijn (tussen ca. 18 en 29 %). Prismatische en piramidale kernen vertegenwoordigen respectievelijk slechts 9,5 % en 6,4 % van de determineerbare gevallen. Bij de prismatische kernen (N = 27) handelt het daarbij vooral om kernen met twee tegengestelde slagrichtingen (ca. 60 %), maar ook kernen met één, twee kruisende en meerdere slagrichtingen komen voor. De piramidale kernen (N = 18) daarente-

gen worden gedomineerd door één slagrichting (ca. 56 %), maar ook hier worden kernen met twee (tegengestelde of kruisende) en meerdere slagrichtingen aangetroffen. Verderop bij de attributenanalyse, wanneer ook de afhakingsnegatieven in het verhaal betrokken worden (cf. 'klingenkern', 'afslagkern', enz.), zal blijken dat deze voorstelling een vereenvoudigde weergave is. Hier speelt met name het eerder aangehaalde potentiële conflict tussen het (morfologisch) dynamische karakter van deze artefacten en de 'statische' morfotypologische en attributenanalyses. Tot slot dient nog te worden vermeld dat eveneens een aantal karakteristieke kernvormen werden aangetroffen (i.e. enkele handgreepkernen en een zgn. *bullet core*).

Stekerslagen. Stekerslagen worden door Newell & Vroomans bij de niet-geretoucheerde afhakings ondergebracht, daar ze worden beschouwd als 'afval'. Ze worden beschouwd als een afvalproduct ontstaan bij een modificatie van de rand van een artefact. Bij afhakings stelt zich vaak het probleem dat de onderlinge temporele relatie tussen het ontstaan van het ventrale breukvlak van de afhakings en dit afhakingsnegatief niet steeds duidelijk is, waardoor in de praktijk de determinatie van stekers (en stekerslagen) veel 'twijfelgevallen' oplevert. De productie van stekers op afhakings resulteert in een stekerslag die steeds gekenmerkt wordt door twee 'ventrale' breukvlakken⁴⁴: een eerste is daarbij een deel van het 'oudere' breukvlak van de drager, een tweede wordt gevormd door het ventrale breukvlak van de stekerslag zelf. Op die manier werden binnen de assemblage van Leeuwarden-Hempens/N31 zeven artefacten als stekerslag gedetermineerd. Of ze daarbij daadwerkelijk in verband kunnen worden gebracht met secundaire modificatie is allerminst zeker, niet alleen door hun problematische herkenning, maar evenzeer door het zéér beperkte aantal -en eveneens vaak dubieuze karakter van de- aangetroffen stekers.

44 Daarmee zijn ze overigens niet altijd even gemakkelijk te onderscheiden van de zgn. Siretbreuken, waarbij een afhakings tijdens het afhakingsproces doorheen de slagbult in twee delen wordt gesplitst, wat soms ook resulteert in een breukvlak met typische conchoïdale breuk-karakteristieken.

Kerfresten. Ook kerfresten ('microstekers') worden bij de niet-geretoucheerde afhakingen ondergebracht, daar ze worden beschouwd als 'afval'. Ze worden over het algemeen in verband gebracht met de productie van de microlithische spitsen via het kerfsnedeprocédé, en worden gekenmerkt door een duidelijke kerf op één boord van waaruit een schuin ventraal breukvlak vertrekt naar de andere boord. In totaal werden 57 artefacten als kerfrest gedetermineerd (tab. 19).

- Ca 60% betreft Krukowski-'kerfresten' (N = 29 + 5?), die niet geïnterpreteerd worden in het kader van het intentionele kerfsnedeprocédé maar hun ontstaan eerder danken aan het accidentele breken van geretoucheerde artefacten met afgestompte boord (voornamelijk microlithische spitsen). Het fragmentatieproces dat leidt tot hun ontstaan, wordt vaak gerelateerd met het productieproces van geretoucheerde artefacten, maar kan evengoed het gevolg zijn van gebruik en/of post-depositionele processen. Morfologisch worden Krukowski-'kerfresten' gekenmerkt door een schuin ventraal breukvlak, vertrekkende vanuit één laterale boord die (vaak over de ganse lengte) geretoucheerd is. Het grote verschil tussen deze 'pseudo'-kerfresten en de 'echte' kerfresten bestaat erin dat deze geretoucheerde boord in het laatste geval een duidelijke kerf vormt terwijl dit bij Krukowski-'kerfresten' niet het geval is, al is ook hier het onderscheid tussen beide niet altijd even duidelijk.
- De overige 23 'echte' kerfresten zijn onder te brengen in drie subtypes al naargelang de ligging van de combinatie kerf/breukvlak. Bij de proximale kerfresten zijn de proximale impactkenmerken van de drager bewaard en bevindt de combinatie kerf/breukvlak zich aan het distale uiteinde, bij de distale kerfresten is het distale uiteinde van de drager bewaard en bevindt de combinatie zich aan het proximale uiteinde van de drager. Bij kerfresten tegenover breuk is er op het tegenoverliggende uiteinde van de combinatie kerf/breuk eveneens een (vermoedelijk posterieur) breukvlak aanwezig. Vaak worden deze types verder onderscheiden naargelang de locatie van de kerf, hetzij op de linker-, hetzij op de rechterboord van het artefact (respectievelijk linkse en rechtse lateralisatie⁴⁵). In de assemblage van Hempens werden tweemaal zoveel proximale als distale kerfresten aangetroffen; bij de proximale kerfresten domineren de exemplaren met een rechtse lateralisatie (ca. 48% van alle 'echte' kerfresten, N = 11). Linkse lateralisatie komt voor op ca. 26% van alle kerfresten, waarbij ze een absolute minderheid van de proximale kerfresten uitma-

lateralisatie	links (kerf)	rechts (kerf)	onbepaald	TOTAAL
proximale kerfrest	3	11		14
distale kerfrest	3	4		7
kerfrest t.o.v. breuk		1	1	2
'pseudo'-kerfrest (Krukowski)	1		28	29
'pseudo'-kerfrest (Krukowski)?			5	5
TOTAAL	7	16	34	57

tab. 19 Algemene morfotypologische opdeling van de kerfresten. Voor de lateralisatie van de kerfresten wordt het artefact met het proximale deel naar beneden en het dorsale vlak naar voor geïntendeerd.

ken (ca. 21,5%, N = 3) en in min of meer gelijke verhoudingen met rechts gelateraliseerde exemplaren bij de distale kerfresten voorkomen. Gefragmenteerde kerfresten werden slechts tweemaal aangetroffen; in één geval kon de oriëntatie worden vastgesteld en ging het om een rechtsgelateraliseerd exemplaar.

7.2.6.2.3 Secundair gemodificeerde artefacten

Tab. 17 toont de morfotypologische variatie binnen de groep van de geretoucheerde artefacten, die als groep gekenmerkt worden door de modificatie van de boorden en/of uiteinden, in het geval van afhakingen daterend van ná het afhakingsproces. Het onderscheid tussen de intentionele/accidentele en/of antropogene/natuurlijke oorzaak van deze modificatie van deze randen is niet altijd even eenvoudig te maken, maar berust vaak op een evaluatie van de omvang en 'regelmatigheid' van deze modificatie. Voor deze groep als geheel kunnen twee belangrijke inleidende observaties worden gemaakt. Vooreerst is er de rijke morfotypologische (en metrische) variatie die een opdeling in afzonderlijke morfotypes sterk bemoeilijkt. Een tweede vaststelling is de absolute dominantie van niet-verder determineerbare fragmenten (N = 895), die samen goed zijn voor iets meer dan de helft van de geretoucheerde artefacten (51,8%). Bij deze fragmenten werd, indien mogelijk, naargelang de locatie van de modificatie op de randen en op de uiteinden van het artefact een onderscheid gemaakt tussen fragmenten met (deels) afgestompte boord, fragmenten met (deels) afgestompte boord en afknotting en fragmenten met afknotting. Vaak handelt het in deze gevallen vermoedelijk over fragmenten van microlithische spitsen en/of steilgeretoucheerde klingen, maar de fragmentatiegraad verhindert een zekere determinatie, waardoor werd geopteerd om deze artefacten in afzonderlijke groepen van indetermineerbare artefacten onder te brengen. Zonder hierop dieper in te gaan, wordt gewezen op het beperkte aantal stukken dat tijdens het *refit*-onderzoek aan elkaar kon worden gepast bij deze drie groepen, ondanks de systematische aanpak en herhaalde, uitgebreide pogingen hiertoe. Het *refit*-onderzoek van de overige onbepaalde geretoucheerde fragmenten heeft opmerkelijk meer *refits* opgeleverd.

45 Voor alle duidelijkheid wordt voor het achterhalen van deze lateralisatie het artefact georiëntteerd met het dorsale vlak naar voor en het proximale uiteinde onderaan. Dit wil zeggen dat wanneer het ventrale vlak naar voor is gericht (met proximaal uiteinde onderaan) of het distale uiteinde zich onderaan bevindt (met het dorsale vlak vooraan), de linkerboord van het artefact zich aan de rechterkant bevindt.

Microlieten (fig. 71). In totaal werden 149 artefacten ondergebracht bij de microlithische spitsen en 59 artefacten bij de steilgeretoucheerde 'klingen', respectievelijk goed voor ca. 17,9 en 7,1% van de secundair gemodificeerde artefacten. Brede trapezia (N = 66, ca. 44,3%), die een laatmesolithische component in de assemblage suggereren, en driehoeken (N = 35, ca. 23,5%), waarvan de meerderheid ongelijkbenige exemplaren zijn (N = 31), domineren en zijn samen goed zijn voor meer dan tweederde van de microlithische spitsen. Daarnaast werden ook verschillende (al dan niet driehoekig) steilgeretoucheerde microklingen (N = 59) aangetroffen, waarvan een deel goed aansluit bij de (langere) ongelijkbenige driehoeken; het onderscheid tussen beide is overigens niet altijd even duidelijk te maken. Gezamenlijk vormen deze drie types (trapezia, driehoeken, steilgeretoucheerde klingen) ca. 77% van het niet-gefragmenteerde microlithische bestand (N = 208). Wanneer ook de niet-nader determineerbare fragmenten in rekening worden gebracht, is het niet ondenkbaar dat hun absolute dominantie nog versterkt wordt (cf. fragmenten met afknotting, fragmenten met afgestompte boord en afknotting, fragmenten met afgestompte boord, ...). De vaststelling dat de door ons vermelde aantallen voor sommige types uit de volledige assemblage lager zijn dan de aantallen vermeld door Veldhuis & Niekus (2006) voor slechts een deel van de assemblage heeft te maken met onze keuze enkel de met zekerheid determineerbare stukken als dusdanig onder een type onder te brengen. Veldhuis & Niekus (2006) nemen daarnaast ook fragmenten op waarvan ze aannemen dat deze tot bepaalde types behoren (bijvoorbeeld de fragmenten met afknotting als trapezia). De rest van de microlithische spitsen bestaat voornamelijk uit A-spitsen (N = 22), in mindere mate gevolgd door B-, C- en D-spitsen en enkele slanke varianten (respectievelijk N = 9, N = 6, N = 5, N = 2).

Schrabbers en geretoucheerde afslagen/(micro)klingen (fig. 72 t.e.m. 74). Opvallend is de absolute dominantie van schrabbers (N = 280, eind- en zijschrabbers) en van de geretoucheerde afslagen (N = 169) die samen ca. 54% uitmaken van het determineerbare geretoucheerde bestand; een aandeel dat oploopt tot ca. 72% wanneer de microlithische spitsen en steilgeretoucheerde klingen niet in rekening worden gebracht. Geretoucheerde (micro)klingen zijn ook goed vertegenwoordigd met 96 exemplaren. Van een uitgebreide onderverdeling in subtypes van de schrabbers en geretoucheerde afslagen is afgezien omwille van de grote variatie. Binnen de schrabbers zijn de 'eenvoudige' afslagschrabbers zeer goed vertegenwoordigd (N = 237, 84,7%). Bij de geretoucheerde (micro)klingen werd ondermeer een onderscheid gemaakt tussen afgeknotte, gekerfde en getande exemplaren (respectievelijk N = 32, N = 4, N = 2). De overgrote meerderheid waren echter (micro)klingen

waarvan één of beide boord(en) deels of volledig geretoucheerd waren (N = 58). Het voorkomen van de afgeknotte (micro)klingen pleit er overigens voor om de eerder vermelde fragmenten met afknotting niet zonder meer te determineren als trapezia, aangezien zij evengoed onderdeel kunnen zijn van deze afgeknotte (micro)klingen.

Overige geretoucheerde artefacten. In mindere mate werden eveneens andere morfotypes aangetroffen, voornamelijk geretoucheerde brokken (N = 36), boren (N = 23), combinatiewerktuigen (N = 13) en mogelijk een aantal stekers (N = 8), al is de determinatie van die laatste steeds eerder twijfelachtig. De als boren gedetermineerde artefacten zijn voornamelijk vervaardigd op afslagen. Overigens zijn ook hier de morfologische grenzen tussen boren en geretoucheerde afslagen/schrabbers niet altijd even duidelijk. We sluiten ons dan ook aan bij de observatie van Beugnier (paragraaf 7.3.3.) wanneer ze stelt dat "*It seems [...] that in some cases the [functional/morphological] distinction between borers and scrapers was difficult to assert and that, maybe it would be useful to review some of the typological attributions.*"

Tot slot dient ook de aandacht nog te worden gevestigd op acht artefacten die mogelijk indicatief zijn voor post-mesolithische activiteiten ter plaatse en die niet direct in Newell & Vroomans' lijst konden worden ingepast (fig. 75). Het gaat in de eerst plaats om vijf driehoekige, bifaciaal geretoucheerde artefacten ("neolithische pijlpunten"), door Veldhuis & Niekus (2006, 96-97) omschreven als bladspitsen. De retouches bedekken grote delen (niet volledig!) van beide vlakken. Bij vier van de vijf ervan ontbreekt telkens een stukje (mogelijk in verband te brengen met impact); één ervan kon worden gepast op een fragment dat werd gerecupereerd uit hetzelfde vak, maar uit de onderliggende laag en is mogelijk tijdens het opgraven gebroken aangezien beide in dezelfde mate (zwaar) verbrand zijn en eveneens een opvallende glans bevatten. Traditioneel worden dergelijke vondsten niet aan het mesolithicum, maar aan recentere perioden (neolithicum, bronstijd) toegeschreven. Twee andere artefacten, beide uit de zuidwestelijke put 15 en waarvan één sporen van verbranding draagt, zijn eveneens zeer gelijkaardig aan elkaar en werden omschreven als dwarspijlen, door Veldhuis & Niekus (2006, 96) omschreven als transversale spitsen. Hun dorsale vlak is volledig bedekt door een natuurlijk (vorst?) vlak, terwijl hun distale uiteinde duidelijk geretoucheerd zijn. Het proximale uiteinde bevat eveneens retouches maar die bedekken niet het ganse uiteinde dat voor de rest gekenmerkt wordt door (onregelmatige) breukvlakken. Eén van de laterale boorden (bij de ene de linkse, bij de andere de rechtse) is convex en telkens (licht) beschadigd. De tegenoverliggende, kleinere laterale (rechter)boord van het verbrande artefact, door

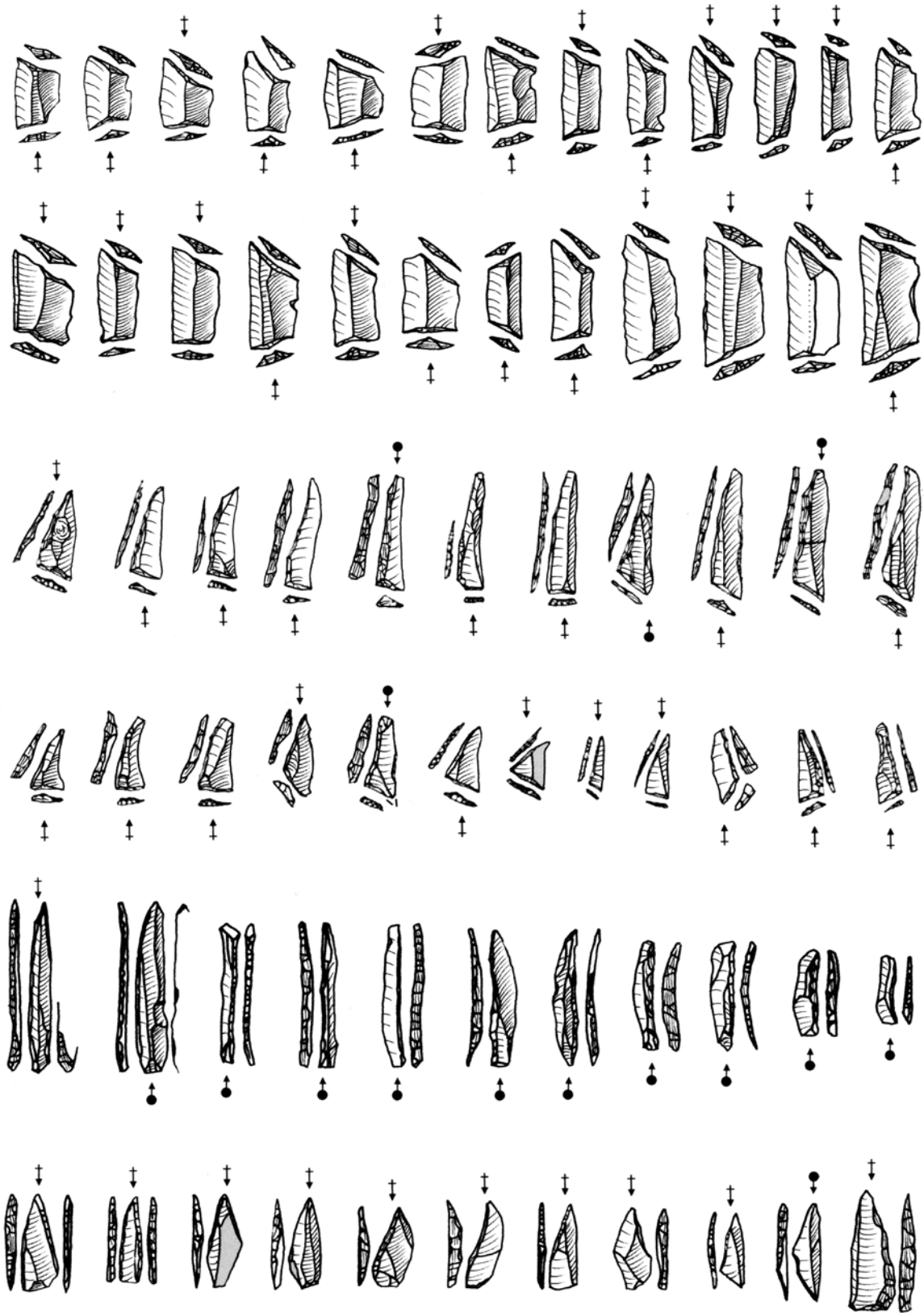


fig. 71 Selectie van microlieten.

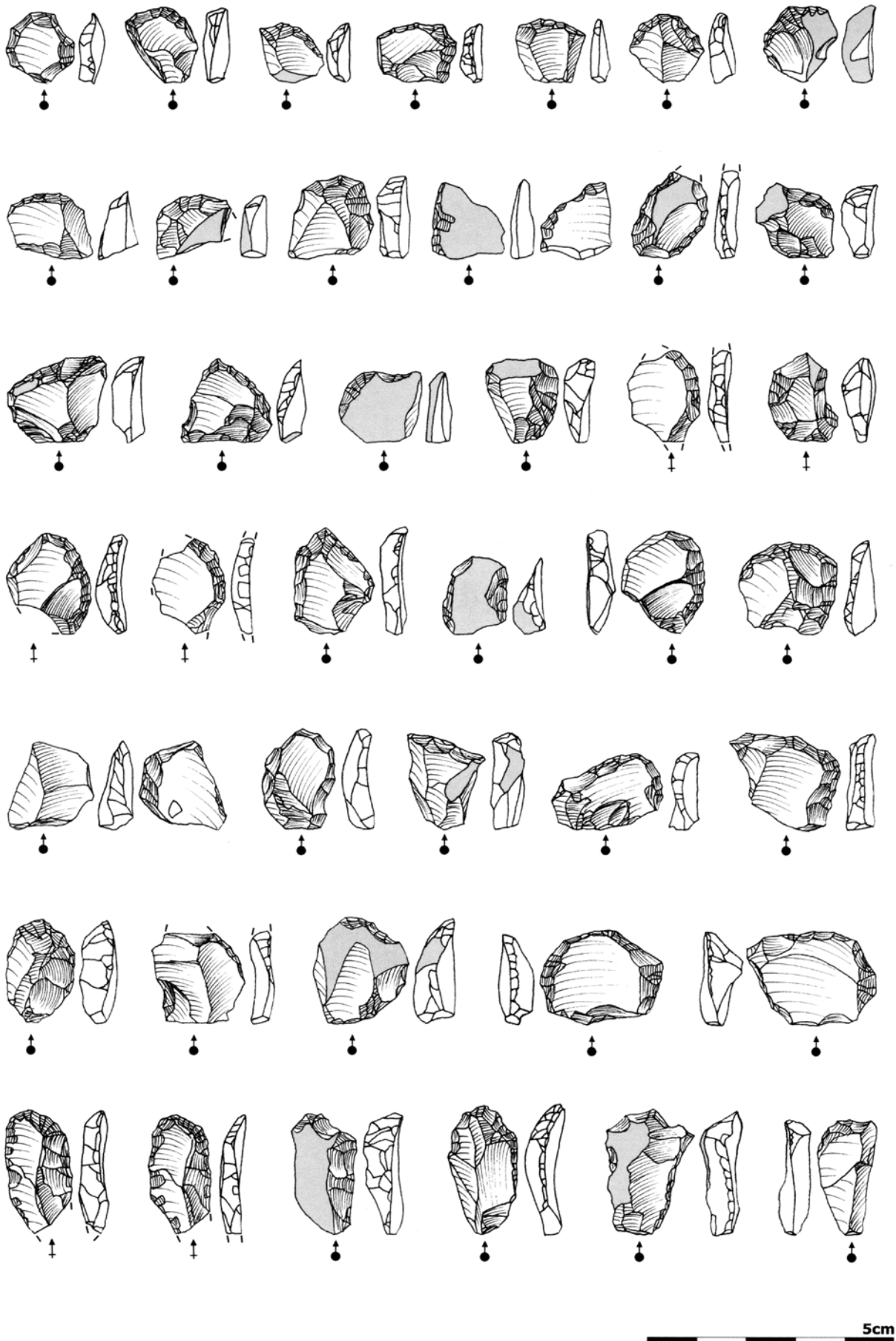


fig. 72 Selectie van schrabbers.

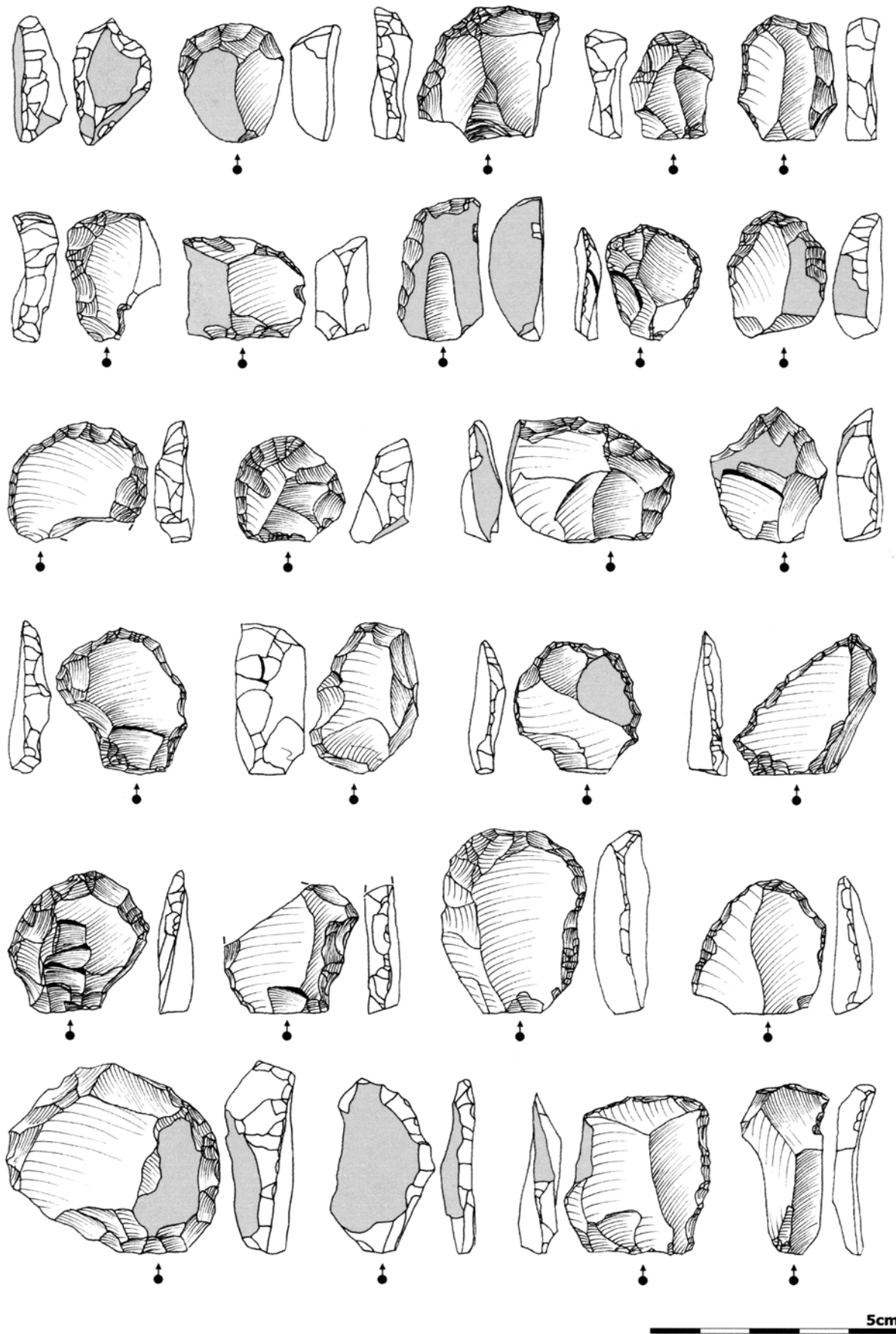


fig.73 Selectie van schrabbers.

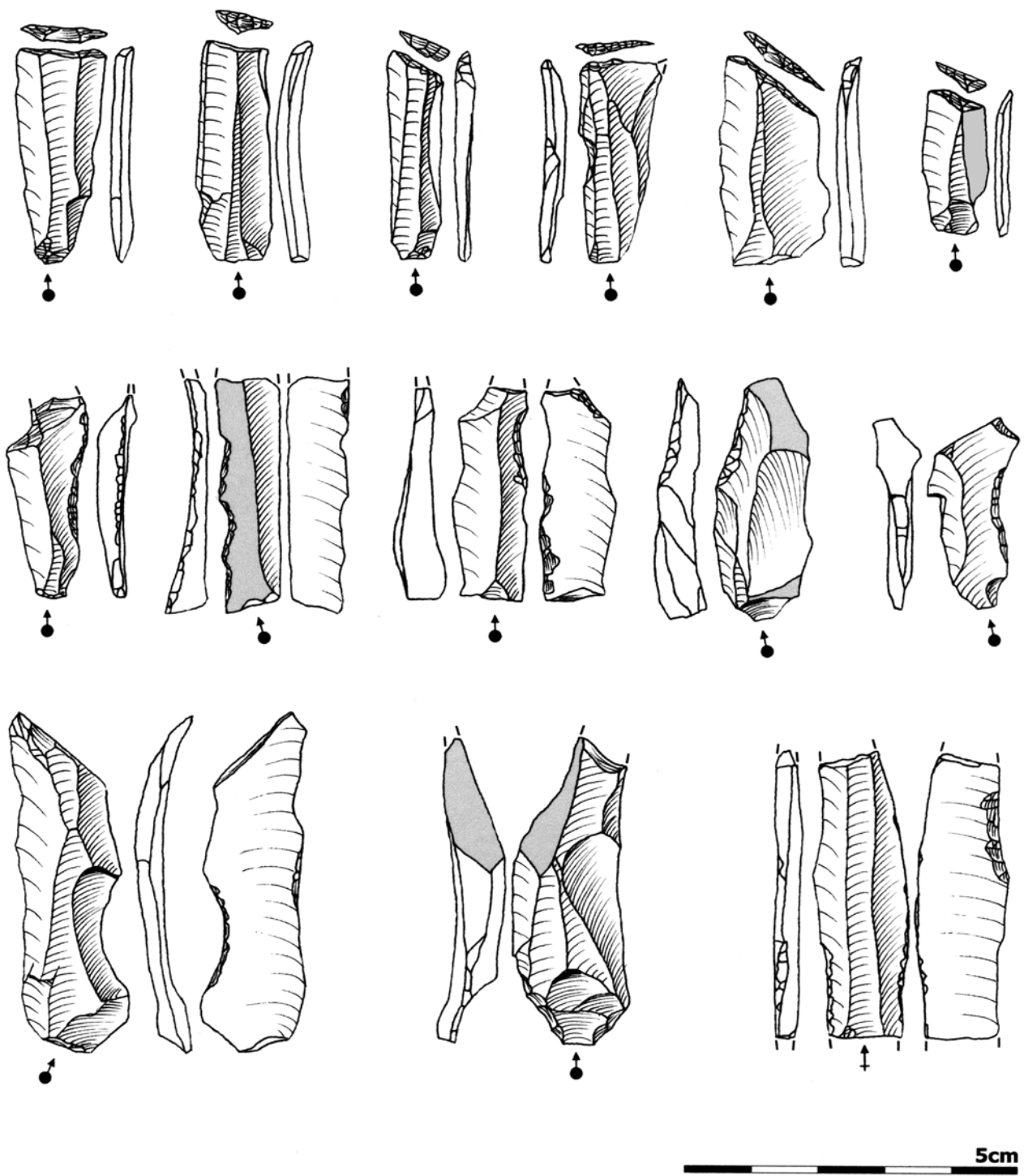


fig. 74 Selectie van geretoucheerde (micro)klingen.

Veldhuis en Niekus (2006, 96) omschreven als 'transversale spits met twee rechte zijden en een vlakke basis', is eveneens geretoucheerd. Zij vermelden overigens nog een derde transversale spits 'van een afwijkend model'. Het gaat om een artefact waarvan beide laterale boorden (dus niet de uiteinden!) volledig zijn bedekt door steile retouches die de boorden een divergerend verloop geven naar het distale uit-

einde toe. Het proximale deel is (deels) bewaard, waarbij een deel van de hiel nog zichtbaar is als een natuurlijk vlak en ook de impactkenmerken op het ventrale valk (o.a. delen van de slagbultsplinter) nog kunnen worden waargenomen. Het distale uiteinde is snijdend en bevat centraal een aantal kleine retouches. We treden Veldhuis & Niekus bij in hun mening dat het stuk niet nader gedetermineerd kan worden.

7.2.6.3 Ruimtelijke verspreiding van de typologische groepen

7.2.6.3.1 Het aantal en het gewicht van vuursteen

Horizontale verspreiding van het aantal vuursteenartefacten. Fig. 76 t.e.m. fig. 80 tonen de horizontale verspreiding van het aantal stuks vuursteen, uitgedrukt in respectievelijk cijfers, cirkels met variërende grootte (intervallen met gelijke klassen en met toenemende klassen), vierkanten met verschillende kleurtinten en contourlijnen. Tenzij anders aangegeven, zal de geïnterpoleerde contourlijnenkaart als basis worden gebruikt voor de vervaardiging van alle andere verspreidingskaarten in deze publicatie. Uit het algemene verspreidingsbeeld van het aantal artefacten blijkt vooreerst dat op geen enkele plaats binnen het opgegraven areaal de begrenzingen van de lithische concentraties zijn bereikt (zie ook paragraaf 5.2.4. en fig. 41-42). Ondanks de alomtegenwoordigheid van vuursteen binnen en rondom het opgegraven deel van de vindplaats zijn wel een aantal zones met verhoogde densiteit in aantallen te onderscheiden. Het zijn boorvondsten uit deze dense zones die de steentijdvindplaats aan het licht hebben gebracht. Bij de interpretatie van de verspreidingskaarten dient steeds in het achterhoofd te worden gehouden dat een aantal van die clusters een artificieel karakter kan hebben (zie paragraaf 5.2.3.). Dit potentieel artificieel karakter wordt duidelijk geïllustreerd door een vergelijking van de contourenkaart met de kaart waarop de verstoringen ten gevolge van ingestorte profielen staan aangegeven (cf. fig. 39 en fig. 80).

Een eerste globale beschouwing van de horizontale verspreiding van het aantal artefacten in het grote opgraafvlak toont

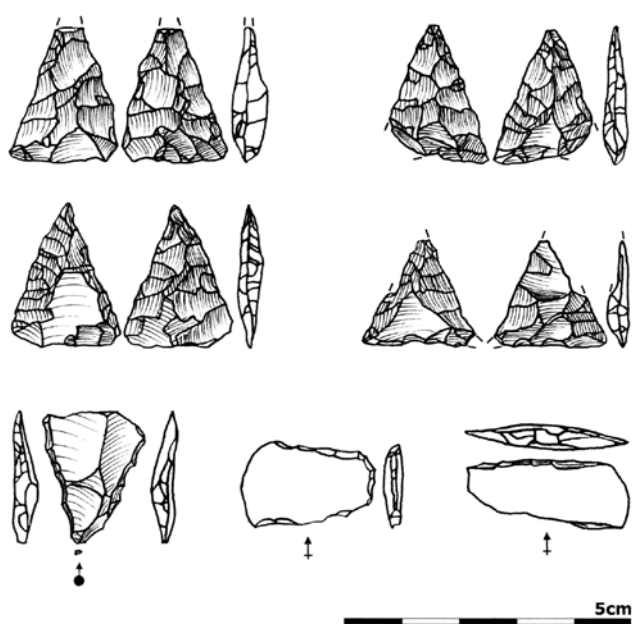


fig. 75 Selectie van driehoekige, bifaciaal geretoucheerde artefacten en mogelijke dwarspijlen.

drie omvangrijke dichtere concentraties die van elkaar gescheiden worden vanaf de 55 artefactengrens per 0,25m² (fig. 81). Daarnaast komen verspreid over het terrein nog verschillende kleinere clusters voor waar meer dan 55 artefacten per 0,25m² (tot 75 artefacten per vak) werden aangetroffen.

- Een eerste, min of meer geïsoleerd gelegen cluster bevindt zich in het noordwesten van de grote opgraafput ('concentratie 1'). Deze cluster, waarin aantallen tot net boven de 100 artefacten per vak voorkomen, werd slechts deels opgegraven en vormt vermoedelijk de aanzet van een grotere, vernielde cluster.
- Een tweede meer omvangrijke cluster ligt net ten noorden van het dwarsprofiel ('concentratie 2'). De afzonderlijke 'subclusters' zijn onmiskenbaar een artificieel vertekening ten gevolge van de erosie. In deze cluster komen aantallen voor tot 350 artefacten per vak.
- De derde en meest omvangrijke concentratie situeert zich in het zuidoostelijke deel van de grote opgraafput ('concentratie 3'). Binnen deze eveneens deels artificieel door erosie vertekende cluster lijken zich twee deels overlappende subconcentraties van elkaar te onderscheiden ('concentraties 3a en 3b'), die van elkaar gescheiden worden vanaf de 160 artefactengrens per 0,25m²: in de noordelijke van de twee komen aantallen voor tot 300 artefacten per vak, terwijl in de zuidelijke langwerpige subcluster tot meer dan 420 artefacten per vak werden aangetroffen.

Horizontale verspreiding van het gewicht aan vuursteen.

De horizontale verspreiding van het gewicht aan vuursteen toont een minder eenduidig beeld (fig. 82), waarbij in de eerste plaats de genoemde concentraties op basis van aantallen vuursteen minder nadrukkelijk naar voren komen, zoals bijvoorbeeld duidelijk is in het noordwesten van concentratie 2. Voorts wordt binnen de concentraties op basis van de aantallen vastgesteld dat de nadruk bij de verspreiding van het gewicht vaak komt te liggen op specifieke zones binnen deze concentraties, die vaak overlappen met het hoogste aantal stuks vuursteen binnen deze concentraties. Om de invloed van individuele zwaardere stukken op dit verschil in verspreidingsbeeld te interpreteren werd in deze figuur het gewicht van alle vuursteenmateriaal weergegeven ten opzichte van alle individuele artefacten die meer dan 50 gram wegen (N=44, samen goed voor ca. 4442 gram). Vergelijking van deze figuur met de verspreidingskaarten van zowel het aantal als het gewicht van al het vuursteen toont aan dat een groot aantal van de nieuwe clusters bij het gewicht het gevolg zijn van deze individuele zwaardere stukken. Dergelijke 'gewichtclusters' treden overigens niet alleen op binnen de 'aantallenclusters', ook erbuiten worden ze aangetroffen en kunnen ze vaak in verband worden gebracht met de aanwezigheid van één of enkele zwaardere individuele stukken.

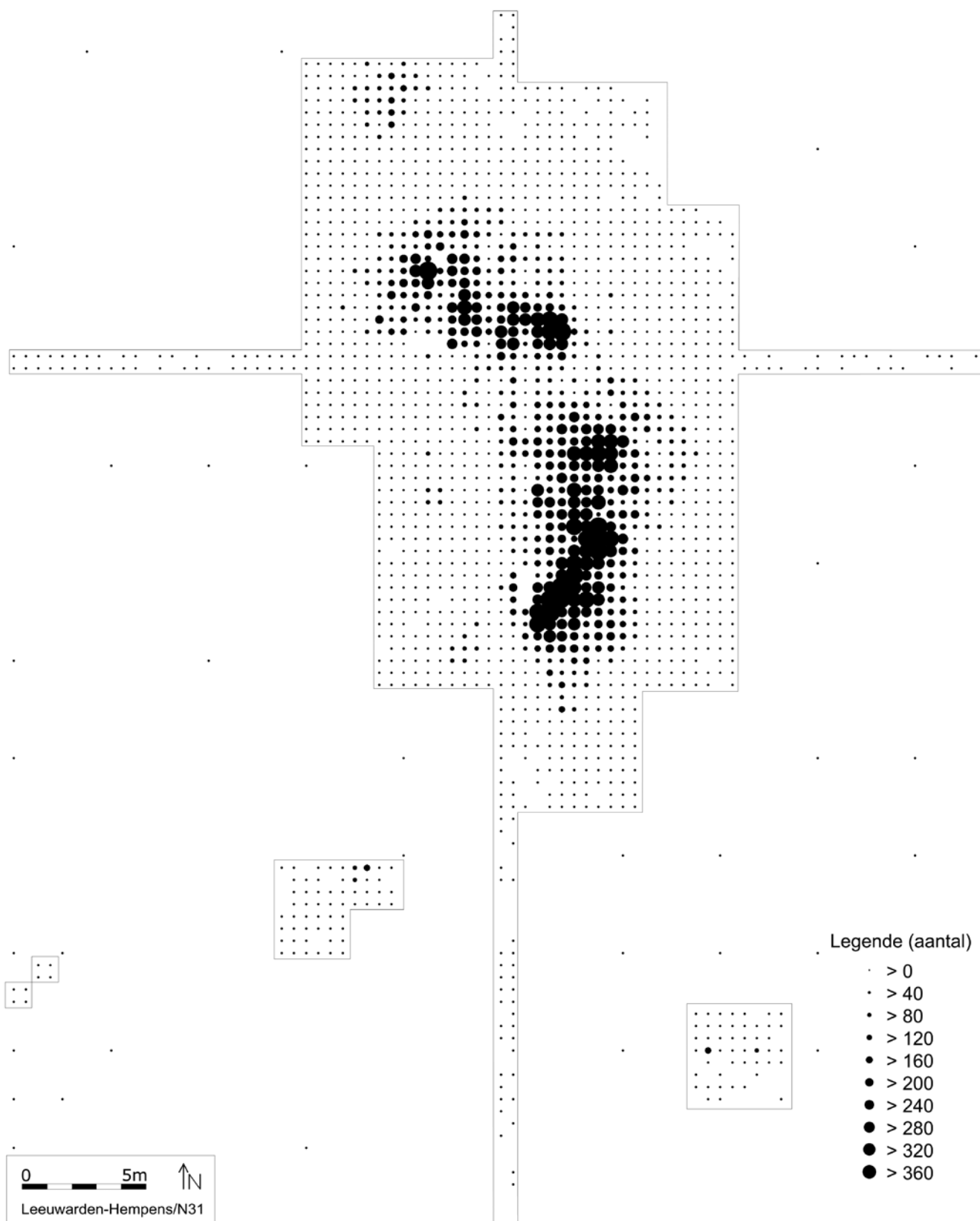


fig. 77 Ruimtelijke spreiding van het aantal stuks vuursteen, uitgedrukt in opgevlde cirkels met toenemende diameter (inclusief boorvondsten, ondergrens 1 artefact, intervallen met gelijke klassen: 40 stuks).

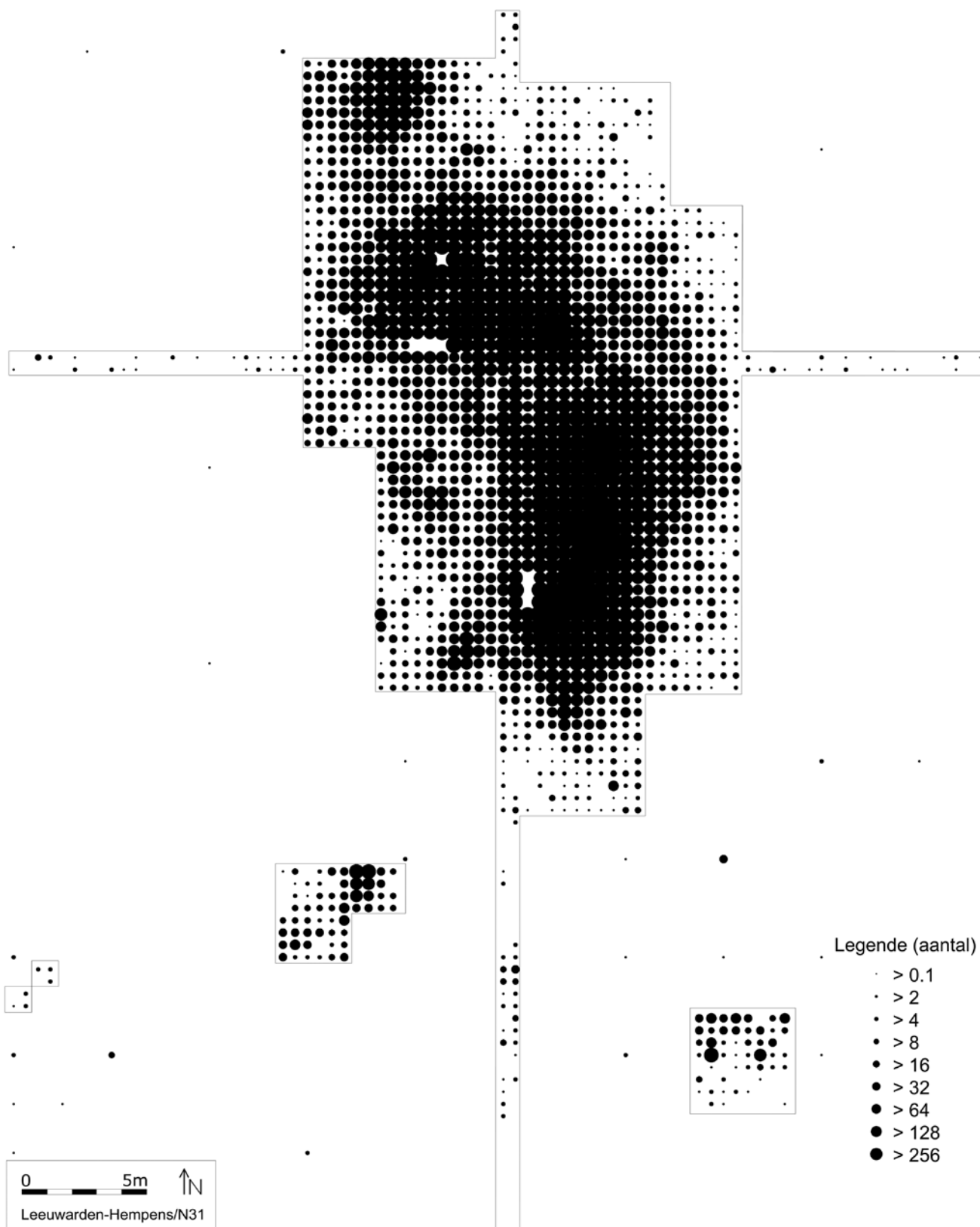


fig. 78 Ruimtelijke spreiding van het aantal stuks vuursteen, uitgedrukt in opgevulde cirkels met toenemende diameter (inclusief boorvondsten, ondergrens 1 artefact, intervallen met toenemende klassen).

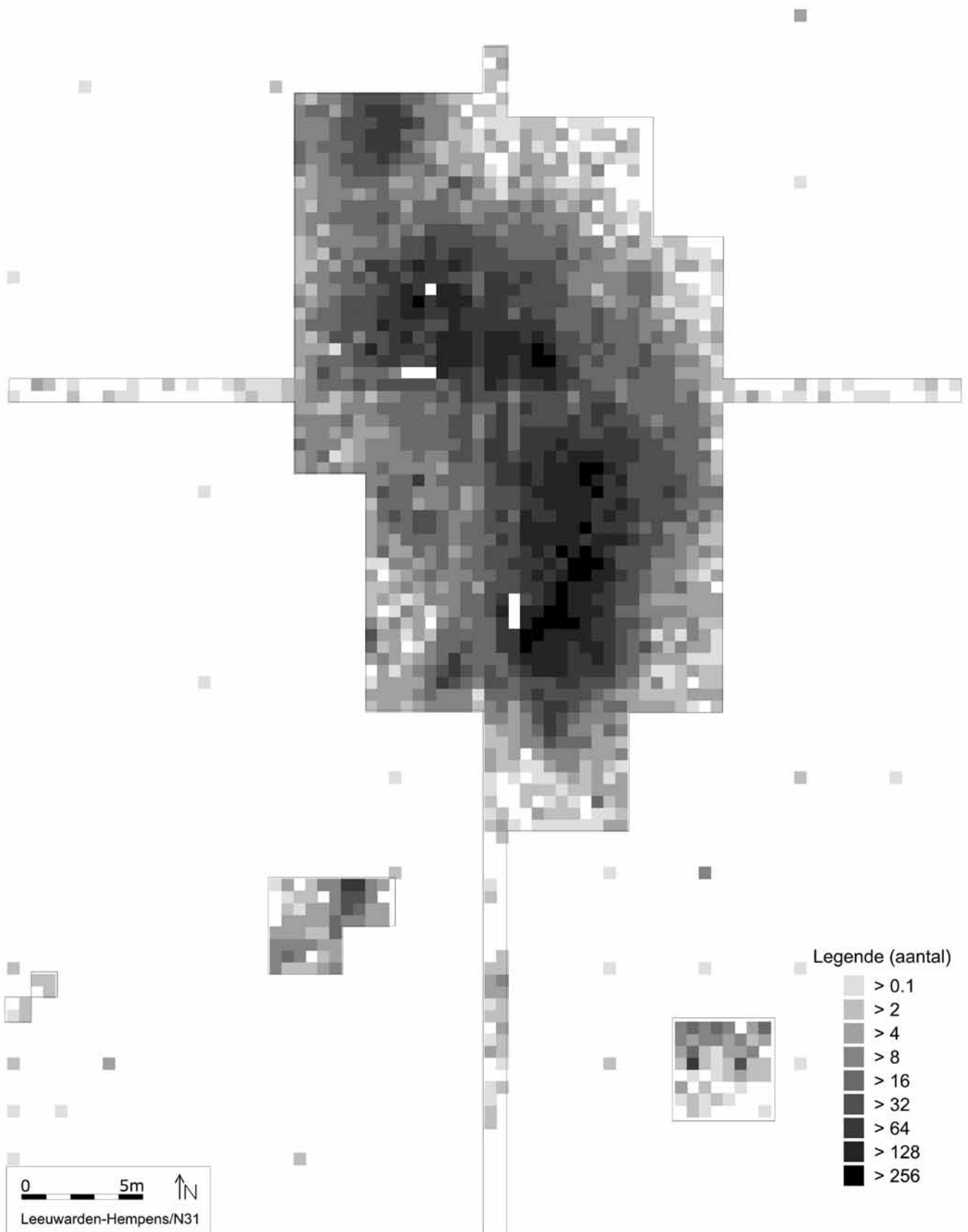


fig. 79 Ruimtelijke spreiding van het aantal stuks vuursteen, uitgedrukt in gekleurde vakken (inclusief boorvondsten, ondergrens 1 artefact, intervallen met toenemende klassen).

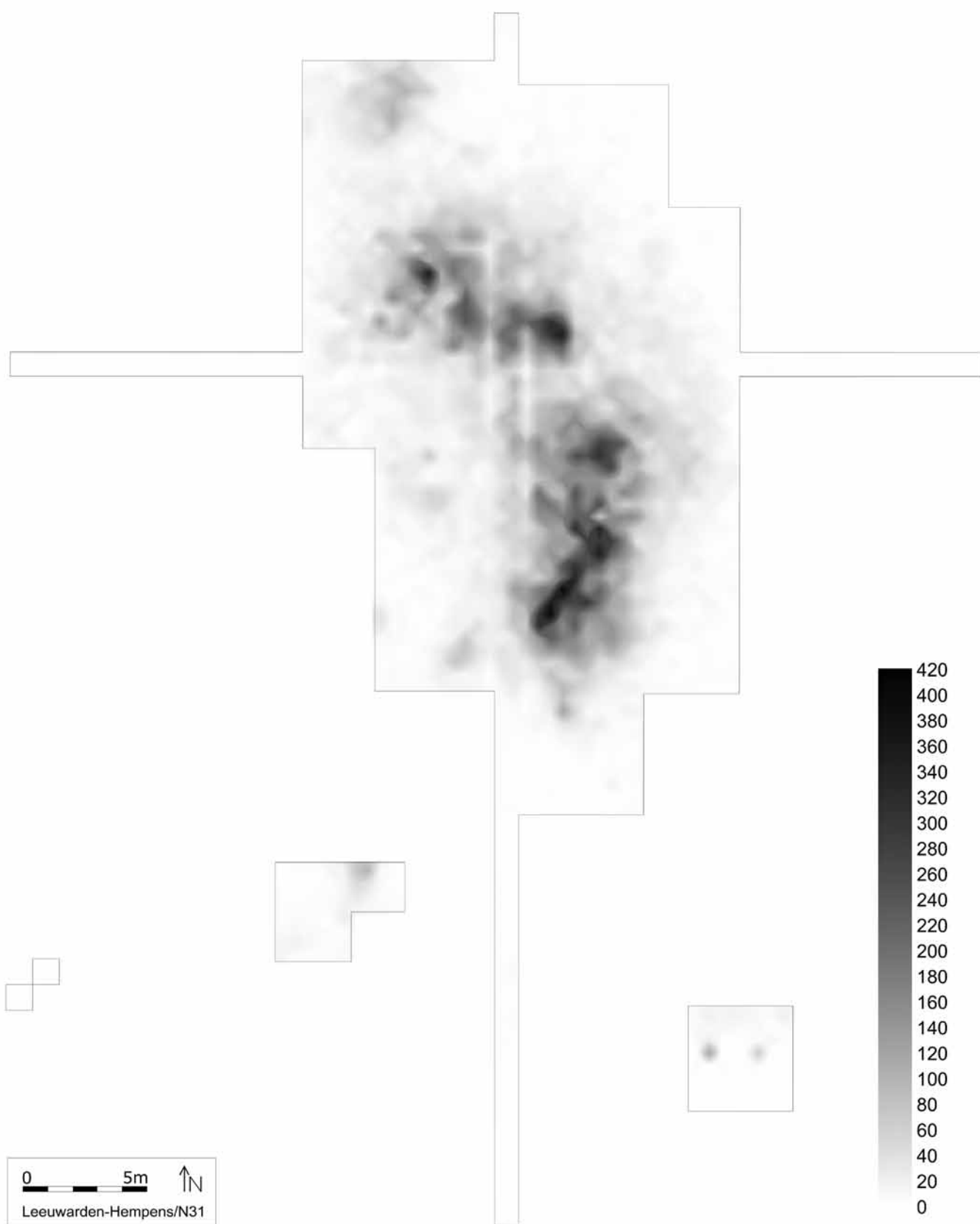


fig. 80 Ruimtelijke spreiding van het aantal stuks vuursteen, uitgedrukt in geïnterpoleerde contouren (exclusief boorvondsten, kriging, interval = 1 artefact). De lineaire 'sporen' met lagere vondstaantallen komen overeen met de geërodeerde profielwanden (zie fig. 39) en suggereren samen met de diepte van de uitgegraven vakken dat het ruimtelijke verspreidingsbeeld mee bepaald wordt door de opgraafstrategie.

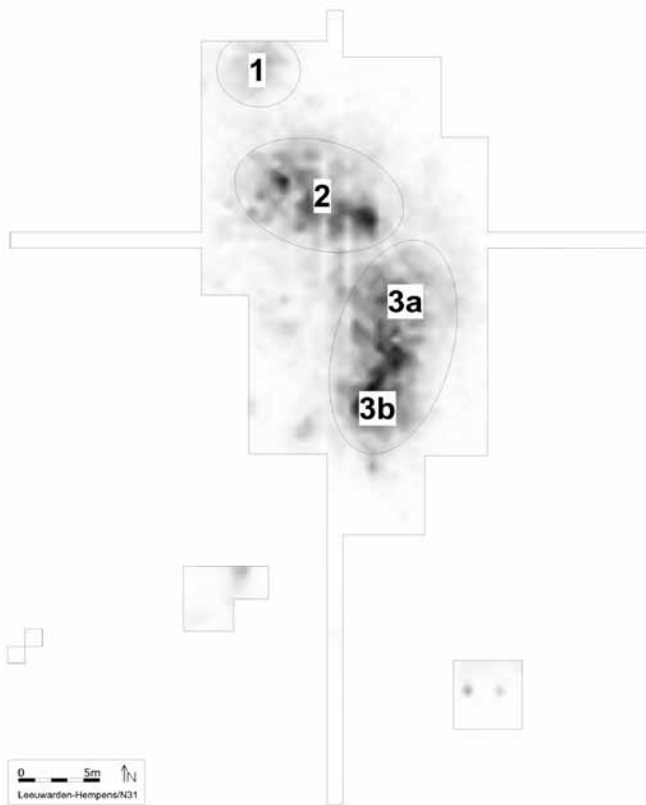


fig. 81 De artificeel afgelijnde concentraties waar een hogere densiteit aan artefacten is waar te nemen. De afzonderlijke clusters in concentratie 2 kunnen een vertekend beeld vormen ten gevolge de erosie van de profielwanden.

Er dient overigens nog op te worden gewezen dat het beeld dat verkregen wordt uit deze verspreidingskaarten, zowel van aantallen als van gewichten van de artefacten per vak, voor een groot deel bepaald wordt door verbranding (wat kan leiden tot gewichtsverlies) en fragmentatie (wat net als verbranding leidt tot toename van aantallen). Verderop wordt de ruimtelijke spreiding van beide attributen (paragraaf 7.2.7.3.) toegelicht.

7.2.6.3.2 De niet-geretoucheerde artefacten

Een horizontale verspreiding van de niet-geretoucheerde artefacten is opgenomen in fig. 83 t.e.m. 89. Vooreerst is duidelijk dat het algemene verspreidingsbeeld van het aantal artefacten zoals eerder weergegeven in de eerste plaats wordt bepaald door de verspreiding van de heterogene groep van artefacten kleiner dan één centimeter (fig. 83) en, in mindere mate, door de verspreiding van de niet-geretoucheerde afhakingen (fig. 85). Brokstukken (> 1 cm) komen voor over het ganze opgraafterrein (fig. 86), zowel binnen als buiten de dichte concentraties. Hun dichtste concentraties komen vaak voor op of nabij de plaatsen waar het vuursteen in het algemeen ook de dichtste concentraties vertoont. Vooral de zuidelijke concentraties (3a en 3b) bevatten veel brokken; in de overige concentraties lijkt het eerder om perifere fenomenen te gaan. Kernen (inclusief fragmen-

ten) worden aangetroffen over het ganze opgraafterrein (fig. 87), net als kerfresten (fig. 88), terwijl de Krukowski-‘kerfresten’ een duidelijke clustering in concentratie 3 vertonen (fig. 89), en daarmee mogelijk indicatief zijn voor een activiteitsgebied.

7.2.6.3.3 De geretoucheerde artefacten

Horizontale verspreiding van de microlieten. Net als de Krukowski-‘kerfresten’ vertonen de microlithische spitsen (A-, B-, C- en D-spitsen) een opvallend verspreidingspatroon (fig. 90, linksboven). Met uitzondering van enkele A- en B-spitsen worden deze spitstypes aangetroffen in het midden van het grote opgraafvlak, ter hoogte van concentratie 2. Ze bevinden zich voornamelijk aan de perifere zones van deze concentratie met een duidelijke clustering aan de noordwestelijke zijde van het opgraafvlak. De noordelijke concentratie, evenals de kleinere opgraafputten, worden gekenmerkt door de afwezigheid van deze spitstypes. Ook de (gelijk- en ongelijkbenig) driehoeken vertonen een gelijkaardige verspreiding (fig. 90, rechtsboven): ze zijn, enkele exemplaren in en rondom concentratie 3a niet te na gesproken, uitsluitend geassocieerd met concentratie 2. De trapezia wijken van dit patroon af (fig. 90, linksonder). Weliswaar is ook hier een duidelijke associatie met concentratie 2 vast te stellen, maar daarnaast worden ze ook geassocieerd met concentratie 3, voornamelijk met het zuidelijke deel ervan (concentratie 3b). Beuker (1989, 66-68) ziet voor de vindplaats Nieuw-Schoonebeek een verschil in de verspreiding van asymmetrische en rechthoekige trapezia en neemt dat als uitgangspunt voor zijn model van twee deels overlappende bewoningsconcentraties waarbij in het overlappende deel een smeltkroes van beide te vinden is. Dergelijk verschil in verspreiding van diverse trapezia-types is op de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 niet aanwezig. Kijken we naar de steil geretoucheerde klingen (enkel met afgestompte boord en/of met afgestompte boord en schuine afknotting) dan zien we een gelijkaardig beeld, met verhoogde dichtheden geassocieerd met concentraties 2 en 3 (fig. 90, rechtsonder). In tegenstelling tot de determineerbare microliet(fragment)en worden de niet nader determineerbare (microliet?)fragmenten aangetroffen over het ganze opgraafterrein. Naargelang de locatie van de retouches op de boorden en/of uiteinden van het fragment, werd een onderscheid gemaakt tussen fragmenten met afgestompte boord, fragmenten met afgestompte boord en schuine afknotting, fragmenten met afknotting en de overige fragmenten. Fragmenten met afgestompte boord bevinden zich over het ganze terrein, met duidelijke clusters in/rond concentratie 2; fragmenten met afgestompte boord en schuine afknotting (mogelijk fragmenten van driehoeken en/of steilgeretoucheerde microklingen) zijn voornamelijk geassocieerd met concentraties 2 en 3a, terwijl fragmenten met afknotting (mogelijk fragmenten van trapezia) ook over het ganze terrein voorkomen, maar een duidelijke cluster

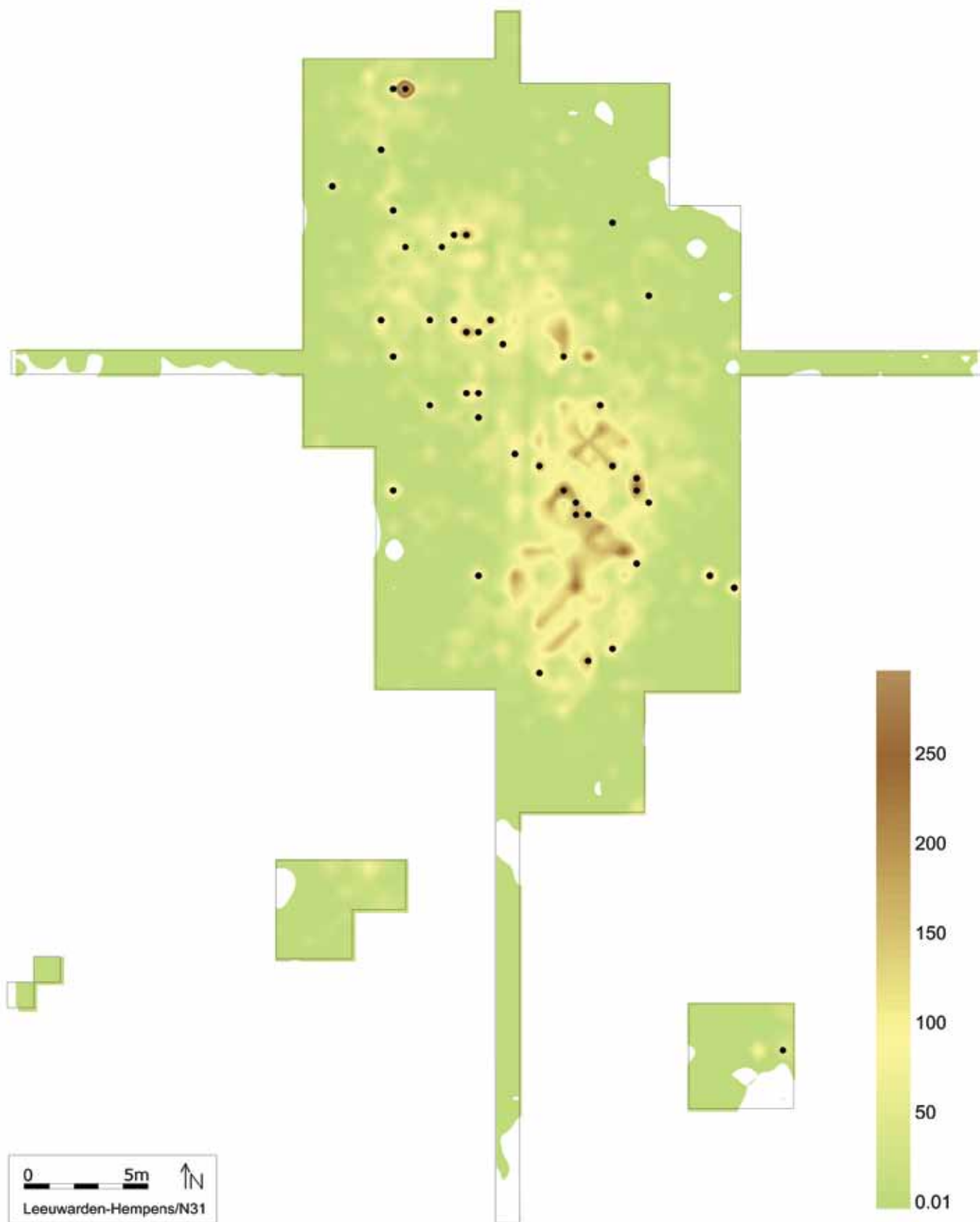


fig. 82 Ruimtelijke spreiding van het gewicht aan vuursteen, uitgedrukt in geïnterpoleerde contouren (exclusief boorvondsten, kriging, interval = 5 gram). De zwarte stippen vertegenwoordigen individuele artefacten zwaarder dan 50 gram.

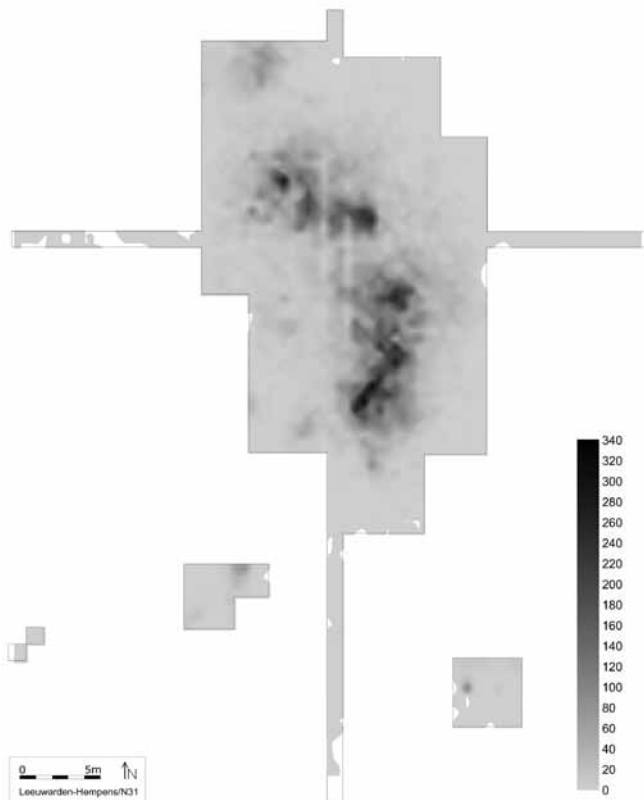


fig. 83 Ruimtelijke spreiding van het aantal artefacten kleiner dan één centimeter, uitgedrukt in geïnterpoleerde contouren (exclusief boorvondsten, kriging, interval = 1 artefact)

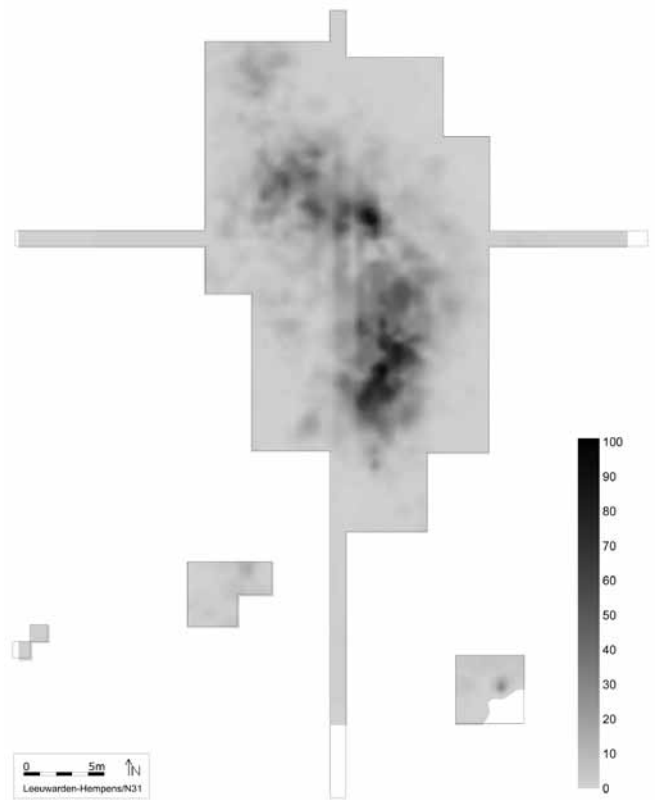


fig. 84 Ruimtelijke spreiding van het aantal artefacten groter dan één centimeter, uitgedrukt in geïnterpoleerde contouren (exclusief boorvondsten, kriging, interval = 1 artefact).

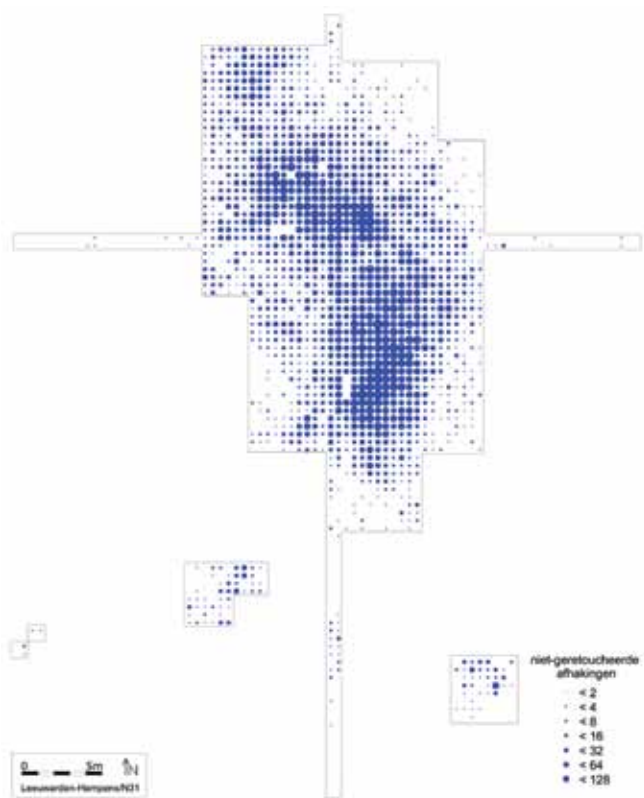


fig. 85 Ruimtelijke spreiding van het aantal niet-geretoucheerde afhalingen, uitgedrukt in opgevulde cirkels met toenemende diameter (blauw).

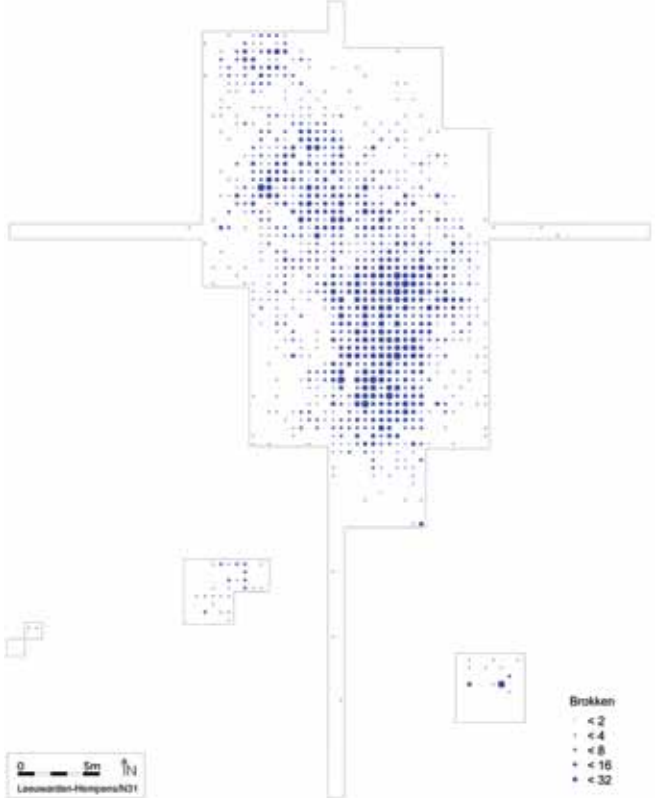


fig. 86 Ruimtelijke spreiding van het aantal brokken, uitgedrukt in opgevulde cirkels met toenemende diameter (blauw).

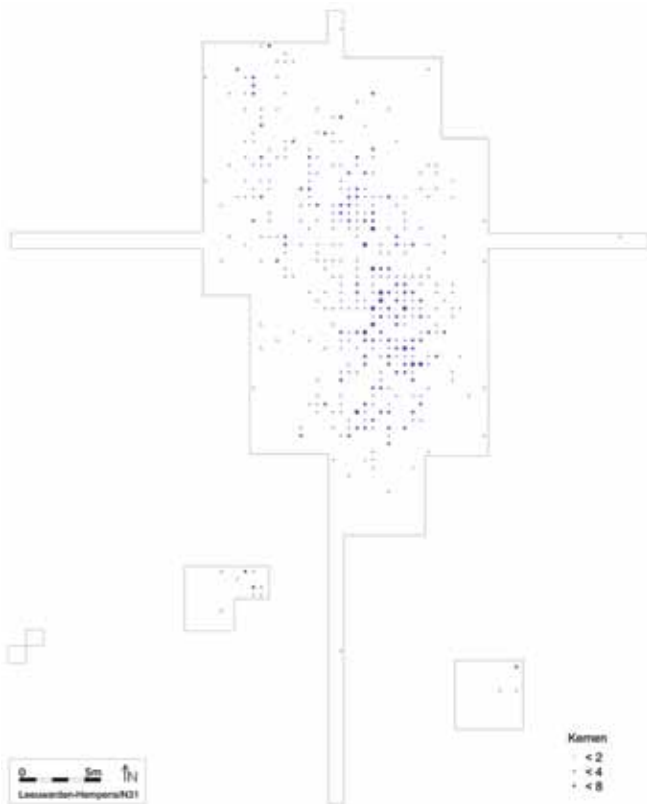


fig. 87 Ruimtelijke spreiding van het aantal kernen uitgedrukt in opgevulde cirkels met toenemende diameter (blauw).

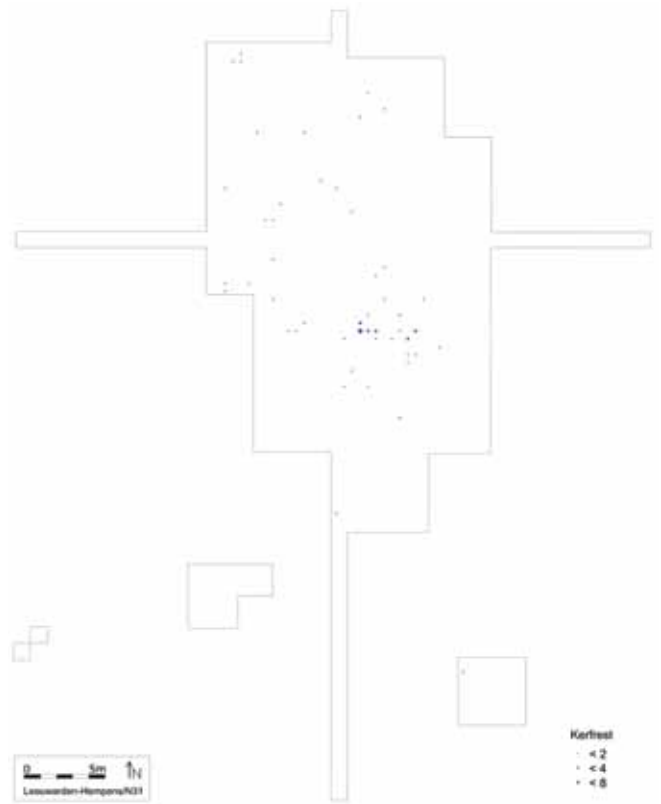


fig. 88 Ruimtelijke spreiding van het aantal kerfresten uitgedrukt in opgevulde cirkels met toenemende diameter (blauw).

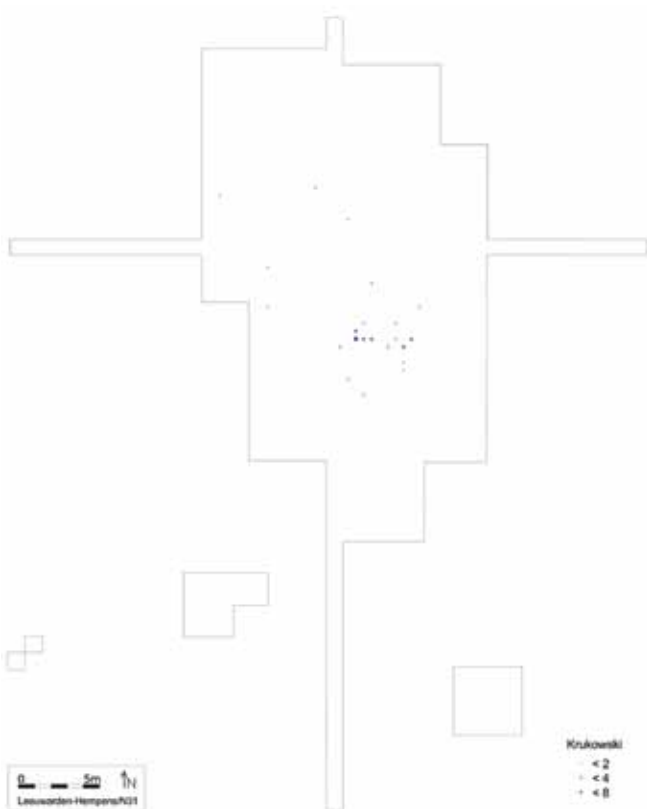


fig. 89 Ruimtelijke spreiding van het aantal Krukowski-kerfresten uitgedrukt in opgevulde cirkels met toenemende diameter (blauw).

vertonen in concentratie 3b. Dit verspreidingsbeeld van de fragmenten met afknotting is in goede overeenstemming met de verspreiding van de trapezia.

De horizontale verspreiding van de overige geretoucheerde artefacten. De horizontale verspreiding van alle eindschrabbers samen is opgenomen in fig. 91, links. Zij worden aangetroffen over het ganze opgraafvlak, maar de clustering in de zuidelijke concentratie 3b is opmerkelijk. De zijschrabbers (fig. 91, rechts) zijn daarentegen quasi uitsluitend beperkt tot deze zuidelijke concentratie, net als de 'combinatiewerktuigen' (fig. 91, rechts). Geretoucheerde afslagen, klingen en boren worden aangetroffen over het ganze opgraafterrein, zonder opvallende clusteringen (fig. 92). Geretoucheerde brokken komen eveneens voor over het ganze terrein, maar vertonen een opvallende cluster ten zuidwesten van concentratie 3b (fig. 92, rechtsonder). Vier van de vijf bifaciaal geretoucheerde, driehoekige artefacten clusteren min of meer ter hoogte van WP21. Het vijfde, verbrande artefact – inclusief *gerefit*, verbrand fragment – ligt echter afzonderlijk in het noordelijke deel van de werkput. Hoewel beide stukken in vlakken vier en vijf werden aangetroffen is het vak waaruit beide afkomstig zijn zo goed als zeker verstoord door erosie ten tijde van de opgraving; er bestaat dus weinig zekerheid over het 'in situ' karakter van beide artefacten. Twee van de drie 'transversale spitsen'

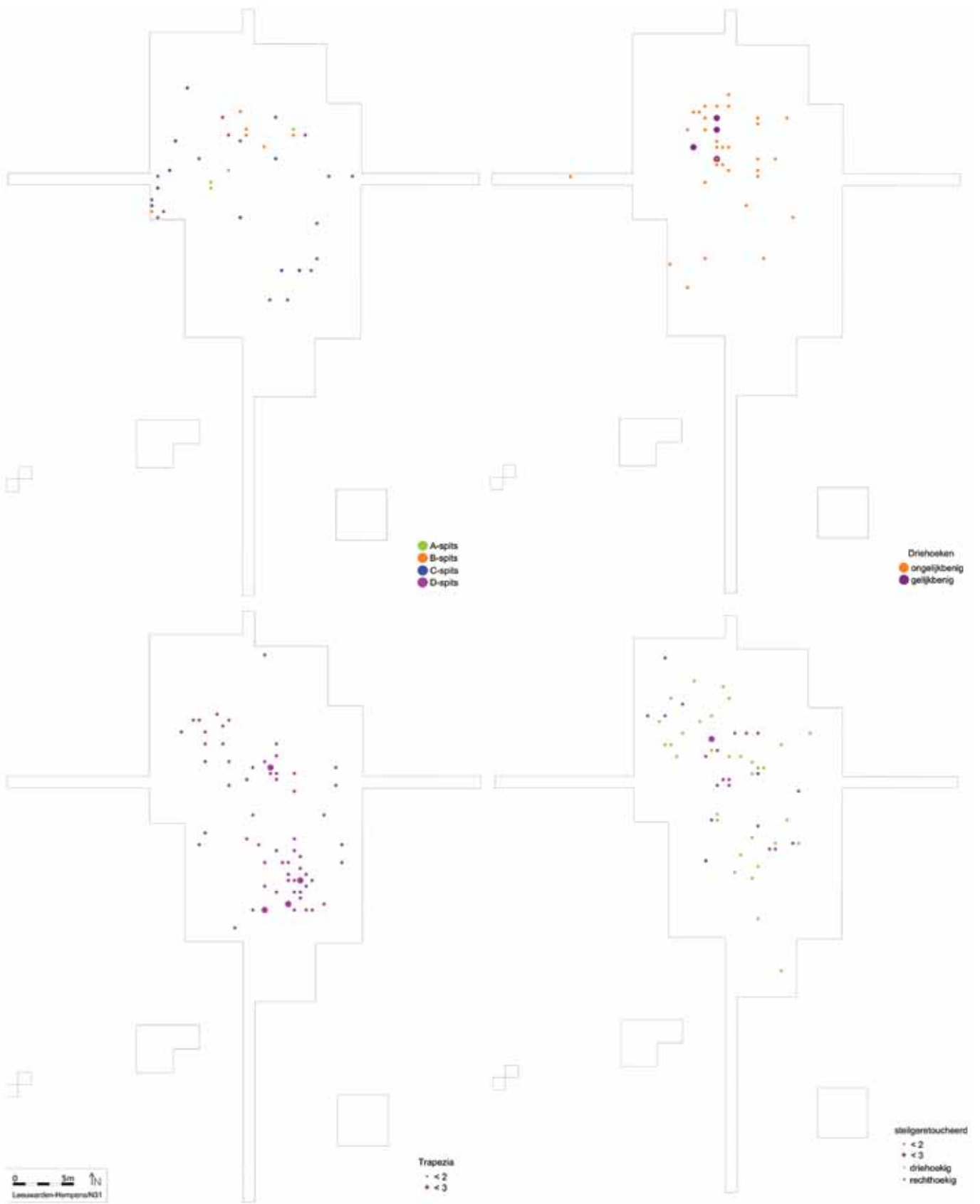


fig. 90 Ruimtelijke spreiding van het aantal microlieten en steigeretoucheerde klingen.

werden in elkaars buurt aangetroffen in de zuidoostelijk gelegen werkput 15, die tevens de jongste radiometrische datering (op hazelnoot, KIA-35552: 5245 ± 40 BP) opleverde. Deze datering komt overeen met de overgangperiode midden-/laat-Swifterbant in Noord-Nederland (Raemaekers 2005, 261, 267-269), niet meteen de best gekende periode in (Noord-)Nederland. De vindplaatsen die Raemaekers voor de midden-Swifterbant fase aanhaalt zijn ondermeer Hazendonk, Brandwijk, Swifterbant, Hüde I en Bergschenhoek. Voor de weinig gedocumenteerde late fase, die zich mogelijk uitstrekt ten noorden van de IJssel, vermeldt Raemaekers de vindplaatsen Schokkerhaven, P14, Urk-E4 en J97 waarvan de laatste drie bewoning over een lange periode suggereren en het onderzoek vooralsnog niet heeft toegelaten deze uit elkaar te trekken.

7.2.6.34 Conclusie

Bovenstaande gegevens omtrent de horizontale verspreiding van de artefacten lijken te wijzen op bewaarde ruimtelijke patronen gerelateerd aan menselijke activiteiten. De meest noordelijke concentratie en concentratie 3a hebben nauwelijks tot geen determineerbare microlieten opgeleverd, in tegenstelling tot concentratie 2 waar de meerderheid van de determineerbare microlieten werd aangetroffen en waarin de meeste morfotypologische variatie aanwezig is; alle microliettypes die werden aangetroffen in de assemblage zijn vertegenwoordigd in deze concentratie. De zuidelijke concentratie 3 wordt voornamelijk gekenmerkt door de dominante aanwezigheid van trapezia, in mindere mate geassocieerd met enkele andere microliettypes. Deze zuidelijke concentratie wordt eveneens gekenmerkt door een belangrijke component niet-microlitische geretoucheerde artefacten en een clustering van Krukowski-kerfresten.

7.2.7 Resultaten van het onderzoek naar de artefactattributen

7.2.7.1 Inleiding

In deze paragraaf wordt achtereenvolgens aandacht geschonken aan de in kaart gebrachte artefactattributen uit tab. 10. De aandacht wordt achtereenvolgens gericht op het gewicht, een grondstofkarakterisering en de afmetingen van de artefacten, op de invloed van thermische en fragmentatieprocessen en op een algemene bespreking van enkele technologische attributen.

7.2.7.2 Inventaris van de onderzochte attributen

7.2.7.2.1 Het gewicht

Een algemeen overzicht. In totaal werd 50270,86 gram vuursteen ingevoerd in de databank, waarvan 90,8% ($N = 45658,75$ gram) wordt vertegenwoordigd door artefacten groter dan één centimeter. De met ca. 72,3% numeriek in

de meerheid zijnde artefacten kleiner dan één centimeter vertegenwoordigen slechts ca. 9,2% van het totale gewicht. Er zijn indicaties dat dit ingevoerde gewicht ten gevolge van invoerfouten niet helemaal strookt met de realiteit en dat het werkelijke gewicht moet worden bijgesteld naar omlaag. Het gewicht van de individuele artefacten groter dan één centimeter zoals ingevoerd in het databestand bevindt zich tussen 0,01 en 515 gram. Een ruimtelijke spreiding van het gewicht aan vuursteen is weergegeven in fig. 82. Opsplitsing in (arbitraire) gewichtsklassen van 20 gram (tab. 20) leert ons dat de overgrote meerderheid van de artefacten tussen 0,01 en 40,00 gram weegt (ca. 99,7%) terwijl slechts 70 artefacten zwaarder dan 60,00 gram zijn, waaronder 44 artefacten minder dan 80 gram. Negen stukken hadden een gewicht tussen 100,00 en 200,00 gram, terwijl drie artefacten elk ca. 240 gram wogen. In de databank stond verder ook een waarde van ca. 515 gram voor een niet-geretoucheerde afslag (uit de noordelijke concentratie). Hoogstwaarschijnlijk gaat het hier om een invoerfout. Binnen de groep van artefacten tussen 0,01 en 40 gram is er met een aandeel van ca. 90,7% een absolute dominantie vast te stellen van artefacten tussen 0,01 en 5,00 gram ($N = 18849$).

Het gewicht versus morfotypologie: enkele algemene beschouwingen. Tab. 21 toont de relatie tussen het gewicht (uitgedrukt in gewichtsklassen) en de morfotypologie. Zoals verwacht gaat het bij de zwaardere artefacten overwegend om kernen of brokken en neemt hun relatieve belang proportioneel af naarmate ook het gewicht afneemt. De 13 artefacten met een gewicht hoger dan 100 gram zijn vijf kernen (waaronder twee beginnende knollen), vier brokken, twee afslagen, één afhakingsfragment en een (micro)kling. Bij de vier afhakingen, samen goed voor 938 gram, gaat het naar alle waarschijnlijk telkens om invoerfouten, zoals voorheen reeds werd aangenomen voor één van de afslagen. Enkel bij de geretoucheerde schrabbers, afslagen en brokken en bij de niet-geretoucheerde afslagen en kernvernieuwingsstukken komen eveneens een aantal zwaardere artefacten voor.

In fig. 93 is een overzicht opgenomen van de relatie tussen de afmetingen van de volledige (micro)klingen (tot en met 5 centimeter, $N = 1669$) en hun gewicht. Uit deze figuur blijkt niet alleen heel duidelijk dat in de meerderheid van de gevallen het gewicht lager is dan 0,5 gram maar ook dat er een evenredige relatie is tussen de afmetingen afzonderlijk (lengte, breedte, dikte) in vergelijking met het gewicht: bij toename van zowel lengte, breedte als dikte neemt ook het gewicht van het artefact toe. In fig. 94 is de lengte/breedte-verhouding van de volledige (micro)klingen (tot en met vijf centimeter) uitgezet tegenover het gewicht. Ook hier zijn duidelijke relaties zichtbaar. Het absolute gewicht van de (micro)klingen neemt over het algemeen af naarmate de relatieve lengte/breedte-verhouding toe-

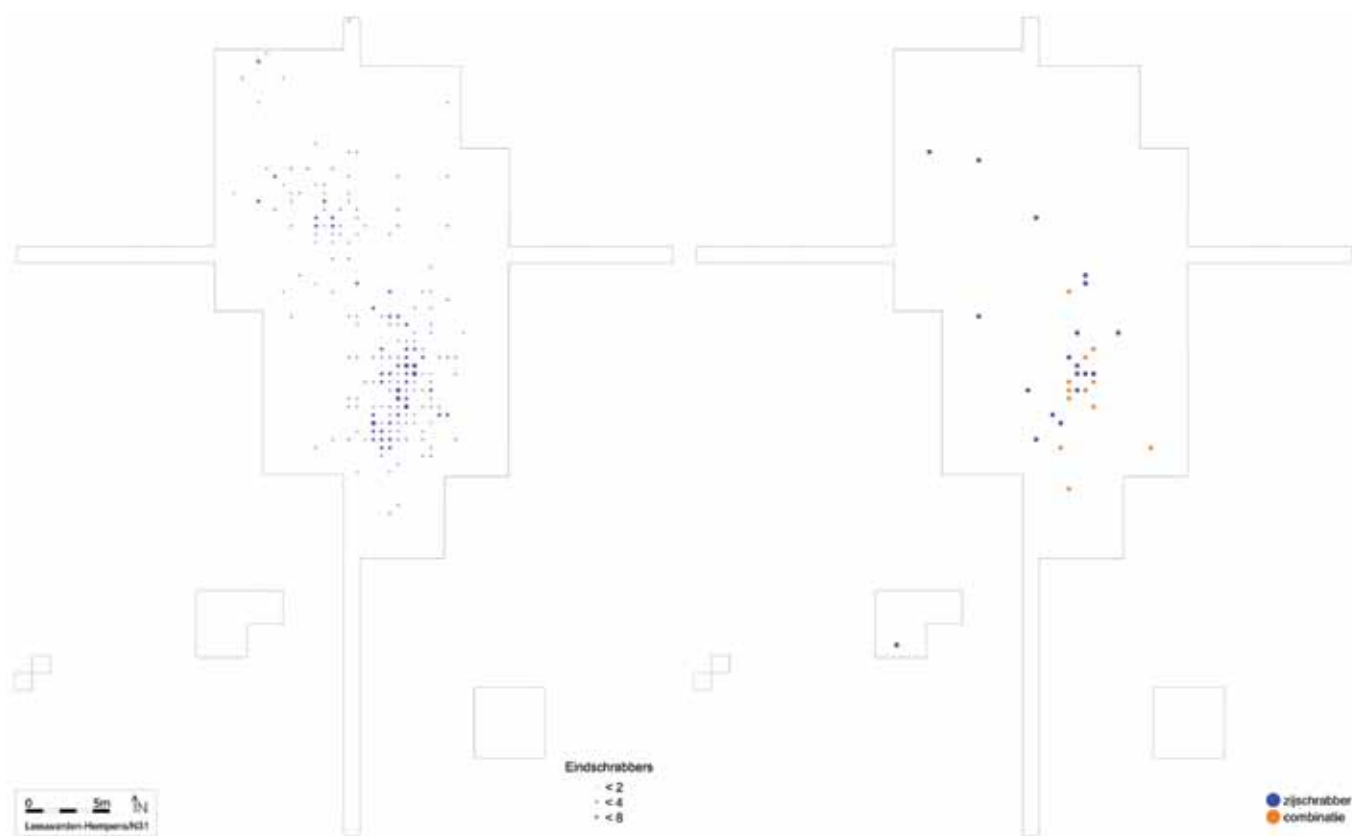


fig. 91 Ruimtelijke spreiding van het aantal schrabbers en combinatiewerktuigen.

klasse (gr.)	N	%
0,01 - 5,00	18849	90,36
5,01 - 10,00	974	4,67
10,01 - 15,00	442	2,12
15,01 - 20,00	243	1,16
20,01 - 25,00	147	0,70
25,01 - 30,00	83	0,40
30,01 - 35,00	34	0,16
35,01 - 40,00	19	0,09
40,01 - 60,00	44	0,21
60,01 - 80,00	8	0,04
80,01 - 100,00	5	0,02
100,01 - 120,00	3	0,01
120,01 - 140,00	3	0,01
140,01 - 160,00	2	0,01
> 160,00	5	0,02
	20861	100,00

fig. 20 Overzicht van het gewicht van de artefacten groter dan één centimeter, uitgedrukt in arbitraire gewichtsklassen.

neemt, dus naarmate de (micro)klingen slanker worden, ongeacht hun (absolute) lengte. Zoals we verderop bij de bespreking van het attribuut afmetingen nog zullen zien, heeft het gros van alle volledige (micro)klingen, die vaak kleiner zijn dan 3 centimeter, een lengte/breedte-verhouding die schommelt tussen 2 en 3. Binnen deze groep is de meeste variatie in gewicht zichtbaar, die globaal schom-

melt tussen 0,01 en 4 gram. (Micro)klingen met een lengte/breedte-ratio tussen 3 en 4 zijn nauwelijks zwaarder dan 2 gram, terwijl de overgrote meerderheid van de (micro)klingen met een lengte/breedte-verhouding groter dan 4 (dus de -relatief- smalle exemplaren) vaak minder dan één gram wegen, hoewel er hierop ook uitzondering zijn, die vermoedelijk samenhangen met de absolute afmetingen van de (micro)klingen.

7.2.7.2.2 Grondstofkarakteristieken

Een algemene inleiding. De bewerking van vuursteen vereist in de eerste plaats de verwerving van een geschikte grondstof. De relevantie van een uitvoerige grondstofkarakterisering van bewerkbare gesteenten, uitsluitend gebaseerd op macroscopische observaties, situeert zich op verschillende vlakken (Luedtke 1992, 63-77). De bewerkbaarheid van lithische materialen wordt in de eerste plaats bepaald door de fysische en chemische eigenschappen van het gesteente. Voor de assemblage uit Leeuwarden-Hempens/N31 gaat het uitsluitend om vuursteen, een sedimentair gesteente dat door haar unieke mechanische eigenschappen (*i.e.* sterkte, hardheid, homogeniteit, isotropie en elasticiteit) uiterst geschikt is om op een min of meer gecontroleerde wijze te worden gefractureerd. De grondstofkeuze vormt een belangrijk aspect binnen het concept van lithi-

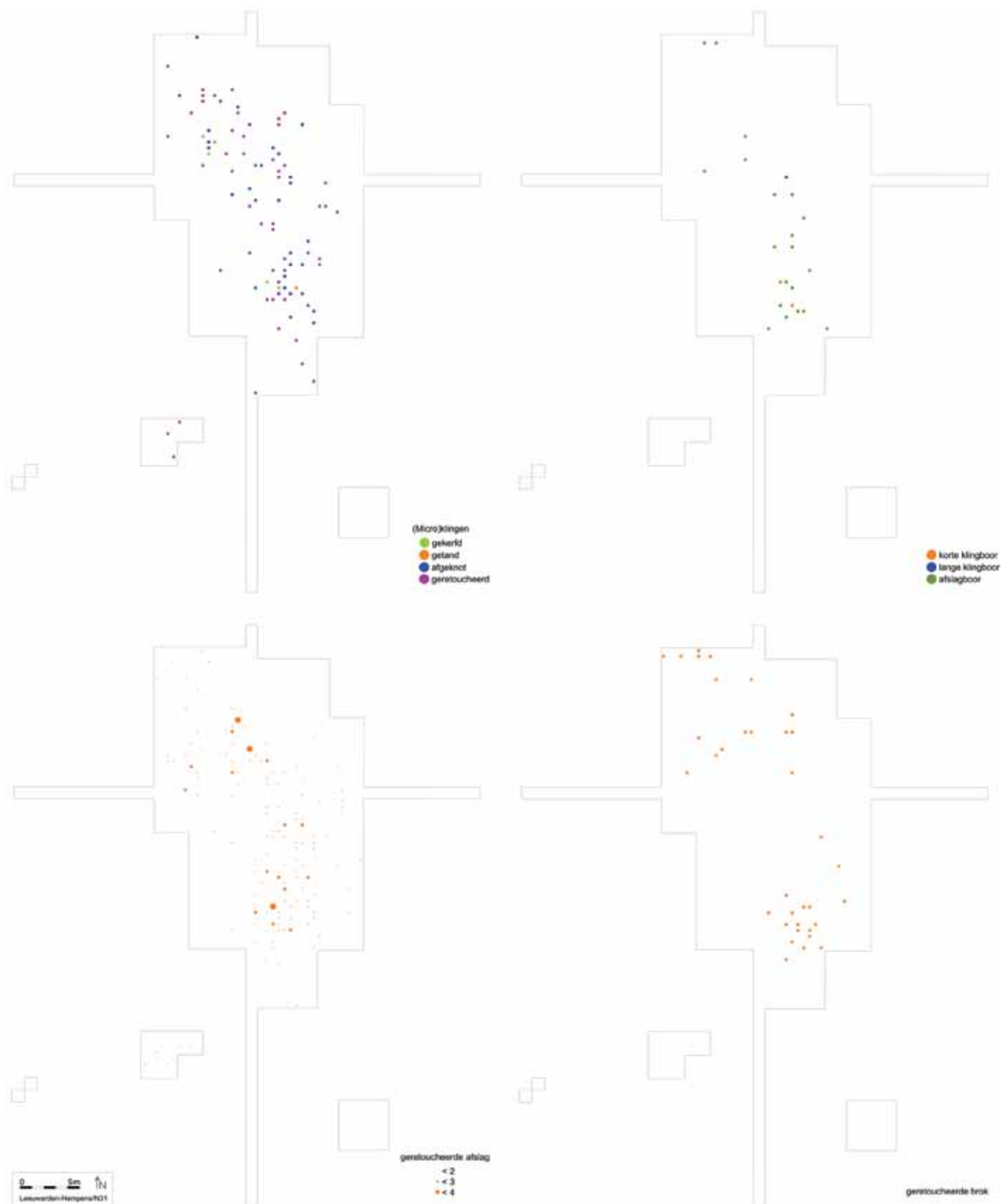


fig. 92 Ruimtelijke spreiding van het aantal geretoucheerde klingen, afslagen, brokken en boren.

	TOTAAL aantal	0,01 - 5,00	5,01 - 10,00	10,01 - 15,00	15,01 - 20,00	20,01 - 25,00	25,01 - 30,00	30,01 - 35,00	35,01 - 40,00	40,01 - 60,00	60,01 - 80,00	80,01 - 100,00	100,01 - 120,00	120,01 - 140,00	140,01 - 160,00	> 160,00
microlithische spitsen	149	149														
steil geretoucheerde klingen	59	59														
boren	23	21	1	1												
stekers	8	1	3	2	1	1										
schrabbers	280	185	71	11	7	3	3									
geretoucheerde afslagen	169	113	43	8	3					1						
geretoucheerde (micro)klingen	96	92	4													
geretoucheerde brokken	36	23	7	3	3	1										
combinatiewerktuig		6	3	3		1										
onbep. geretoucheerde fragmenten	895	859	31	5												
brokken	3250	2373	419	180	107	71	39	12	10	23	5	4	1			3
kernen	554	39	97	163	103	60	35	18	7	19	3	1	2	2		1
kernvernieuwingstukken	667	566	67	23	7	1	1	1	1							
afslagen	5066	4802	196	37	11	9	5	2		1				1		1
(micro)klingen	4716	4683	24	4	1				1						1	
afhakingsfragmenten	4824	4812	8	2				1							1	
kerfresten	57	57														
stekerslagen	7	7														
	20865	18847	974	442	243	147	83	34	19	44	8	5	3	3	2	5

tab. 21 Overzicht van de relatie tussen morfotypologie en afmetingen van de artefacten.

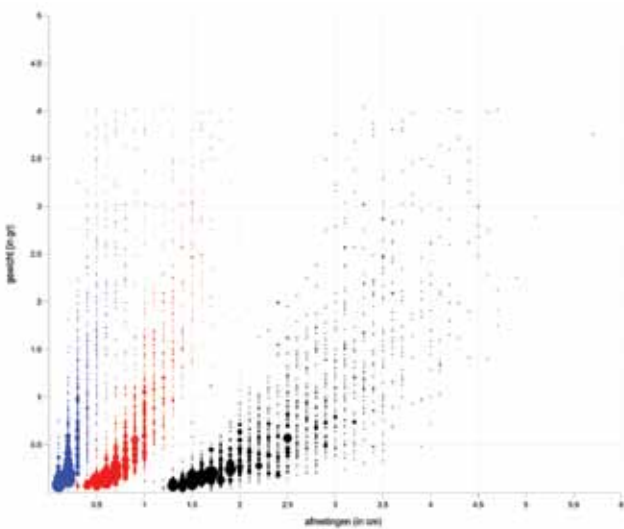


fig. 93 Overzicht van de relatie tussen het gewicht en de afmetingen van volledige microklingen tot en met 5 cm. In blauw zijn de dikte, in rood de breedte en in zwart de lengte weergegeven.

sche technologische organisatie; de verspreiding en beschikbaarheid ervan zijn belangrijk voor de manier waarop de prehistorische mens lithische artefacten vervaardigde, gebruikte en onderhield (Andrefsky 2009, 75). De (prehistorische) bewerker en gebruiker van lithisch materiaal kan op basis van visuele inspectie de kwaliteit van de grondstof, en daarmee ook min of meer de voorspelbaarheid van het breukgedrag, achterhalen. Verder kunnen bepaalde grondstoffen specifieke esthetische, ideologische of symbolische betekenissen (gehad) hebben. Ook voor hedendaagse lithische onderzoekers is een grondstofkarakterisering een belangrijke bron van informatie en een handig onderzoeks-

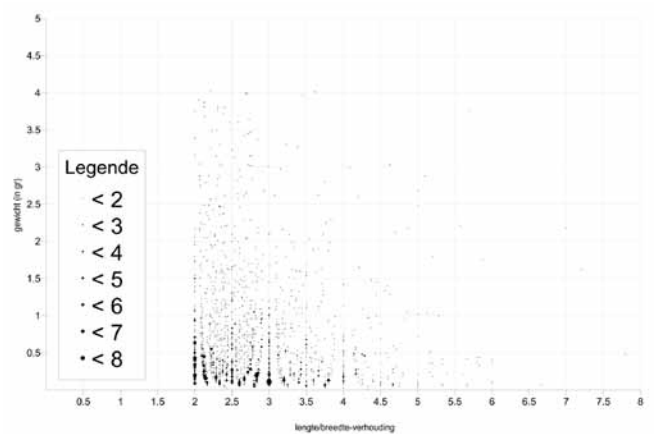


fig. 94 Overzicht van de relatie tussen het gewicht en de lengte/breedte-verhouding van volledige microklingen tot en met 5 cm.

hulpmiddel. Op basis hiervan kunnen niet alleen bovenvermelde selectiecriteria in verband met de keuze van een grondstof achterhaald worden en inzicht worden verkregen in de lithische technologische organisatie, maar kan (in theorie) ook de grondstofkwaliteit⁴⁶, de verzamelomgeving (i.e. lokale of 'exotische' oorsprong; primaire of secundaire

46 Peeters *et alii* (2001a, 21-22) berekenen op basis van verschillende variabelen een 'kwaliteitsindex', afhankelijk van de aanwezigheid, aard en omvang van texturele en structurele verstoringen (verontreinigingen of insluitsels, holtes en breuken) die optreden in de korrelgrootte-matrix (grof, fijn, glasachtig) van de vuursteen. De kwaliteit van de grondstof is aldus omgekeerd evenredig met het aantal verstoringen en de omvang ervan: hoe meer en/of groter de verstoringen, hoe slechter de kwaliteit, wat overigens geenszins hoeft te betekenen dat de vuursteen onbruikbaar is (enkel de voorspelbaarheid van het breukgedrag neemt af).

context) en in het beste geval de herkomst van het materiaal bestudeerd worden. Daarnaast kan het ook een zeer belangrijk praktisch hulpmiddel zijn bij *refit*onderzoek en zou het in ideale omstandigheden ook kunnen bijdragen om verschillende bewoningsfasen uit elkaar te trekken. Vooralsnog bestaan er bijzonder weinig standaardmethoden voor een nauwkeurige grondstofkarakterisering. Karakterisering op basis van uitsluitend macroscopische observaties, zoals in het geval van Leeuwarden-Hempens/N31, is een relatief eenvoudige (en bovendien goedkope) oefening, maar tegelijkertijd ook heel riskant en vaak onvolledig, subjectief en/of inaccuraat en omwille van die redenen dus beperkt in bruikbaarheid. Ondermeer Luedtke (1992, 77) en Andrefsky (2009, 79) wezen op het gecompliceerde karakter van herkomstanalyses en het belang van de combinatie van verschillende micro- en macroscopische benaderingen om betrouwbare informatie omtrent zichtbare eigenschappen van lithisch materiaal te kunnen verwerven. Het achterhalen van chemische en mechanische eigenschappen van lithisch materiaal op basis van geochemische en/of microscopische technieken vereist echter een zeer gespecialiseerde kennis en is bijgevolg ook bijzonder duur; bovendien zijn deze methoden vaak ook destructief van aard, en dus weinig relevant in het kader van archeologische artefacten. Bij deze technieken wordt het samenstellingsprofiel van het bestudeerde materiaal vergeleken met die van de bron, vanuit de veronderstelling dat beide monsters representatief zijn voor hun populatie, wat natuurlijk nooit met zekerheid kan worden bepaald waardoor deze technieken een zekere onzekerheidsmarge meedragen.

De bestudeerde grondstofattributen. De variatie bij vuursteen is bijzonder groot. De belangrijkste visuele (macroscopische) eigenschappen die kunnen bijdragen aan een kwalitatieve en kwantitatieve grondstofkarakterisering zijn de kleur, de doorschijnendheid (= een maat voor lichtdoorlatendheid zonder absorptie en/of reflectie), de glans (= een maat voor het gereflecteerde licht) en de textuur die samen, naast andere niet-zichtbare eigenschappen, de structuur van het materiaal bepalen. Hun variabiliteit in de grondstof wordt voornamelijk bepaald door de onzuiverheden, maar ook door de grootte van de korrels. Het is die variatie in structuur die het materiaal in grote mate haar specifieke uitzicht verleent en het zijn ook bovenvermelde attributen die in een macroscopisch lithisch onderzoek bestudeerd worden. In vele gevallen echter wordt de determinatie van de grondstof bemoeilijkt of onmogelijk gemaakt door een beperkte conservering, tengevolge van aantastingen die de grondstof, al dan niet getransformeerd tot artefact, heeft ondergaan in de loop van z'n bestaan en die ondermeer de vorm aannemen van chemische en/of fysische verwerking en aantastingen door extreme temperatuurschommelingen.

In het kader van een algemene (macroscopische) karakterisering van de vuursteenvarianten werden voor de Hempens-assemblage een ganse reeks attributen in kaart gebracht. Naast aandacht voor de textuur, kleur, glans en randen, werden ook de aanwezige inclusies gekarakteriseerd aan de hand van verscheidene attributen (kleur, vorm, aflijning, aantal, omvang en/of textuur). Een belangrijk grondstofattribuut is de aanwezigheid van natuurlijke oppervlakken, of de (anterieure) mechanische of chemische verwerking van het buitenste oppervlak van het gesteente. De aard en 'versheid' van deze oppervlakken en de aard van verwerking kan evenzeer, mits de nodige restricties, interessante informatie leveren over de verzamelomgeving. Daarnaast is het tevens een informatiebron voor vraagstellingen omtrent technologie. De aanwezigheid van natuurlijke vlakken wordt immers vaak gezien als indicator voor het stadium in de reductiesequentie en wordt daarbij geassocieerd met de vroege stadia ervan, hoewel dit geenszins betekent dat hun restanten vrij laat in deze sequentie kunnen verwijderd worden. Vaak worden met betrekking tot het natuurlijke oppervlak volgende attributen bestudeerd: de aard, hoeveelheid en positie. De aard, in de meeste gevallen gekarakteriseerd door nominale attributenstaten (bijvoorbeeld vers, verweerd, gerold, slijtvlak, enz.), informeert ons over de locatie en aard van de winningsplaats. Peeters *et alii* (2001a, 21) hebben voor het lithische materiaal van de vindplaats Almere-Hoge Vaart/A27 dit attribuut nauwkeuriger in kaart gebracht en onderscheiden in grote lijnen drie groepen op basis van de aard, verwerking en versheid van de natuurlijke vlakken: primaire oppervlakken (met cortex of waarvan de kalk door chemische processen is verdwenen), secundaire oppervlakken (ontstaan door natuurlijke scheuring van de knol) en tertiaire oppervlakken (pseudo-cortex ontstaan door chemische transformatie van het oppervlak). De natuurlijke oppervlakken worden daarbij gekarakteriseerd naar aard (met een onderscheid tussen cortex, subcutane cortex, natuurlijk slijtvlak en pseudo-cortex), naar versheid (vers, afgerond of verbrijzeld) en naar aard van de verwerking (verweerd, verbrijzeld, drukkegels en bekrassing). De hoeveelheid cortex op een artefact kan op verschillende manieren bepaald worden: in het beste geval als absoluut percentage van het dorsale vlak (van afhakingen) of van het volledige oppervlak (van kernen en brokstukken). Daar dit praktisch nauwelijks haalbaar is worden compromissen gezocht: één ervan zou kunnen zijn dat gebruik wordt gemaakt van een binominale schaal (aanwezig/afwezig) of van een ordinale schaal. Voor de assemblage van Hempens werd gekozen voor een dergelijke ordinale schaal en werd een opdeling gemaakt in procentklassen van 25%. Naast de aard en de hoeveelheid wordt vaak ook de positie van de cortex op het artefact in kaart gebracht, over het algemeen met behulp van een nominale schaal (proximaal, mediaal, distaal//links, rechts, enz.). Deze positie kan indicatief zijn

voor de wijze waarop ontschorsing heeft plaatsgevonden. Dit attribuut werd echter niet bestudeerd voor het lithische materiaal van Hempens/N31.

Een macroscopische karakterisering van de vuurstenen artefacten voor de Hempens-assemblage. De afzonderlijke artefacten binnen de assemblage van Hempens/N31 worden gekenmerkt door een rijke variatie in kleur, doorschijnendheid, glans, textuur en inclusies. Aan de hand van de bestudeerde grondstofattributen werd getracht inzicht te krijgen in deze variabiliteit, een oefening die slechts in beperkte mate is gelukt. Dit is in de eerste plaats toe te schrijven aan de hoge verbrandingsgraad die de assemblage kenmerkt, waardoor in ca. 35 % (N = 7264) van de gevallen, vaak matig of zwaar verbrande artefacten, een accurate grondstofdeterminatie onmogelijk was. Daarnaast dient ook rekening te worden gehouden met het subjectieve karakter van een aantal van de genoemde attributen. Aanvullend op deze beperkingen werd doorheen het onderzoek enerzijds vastgesteld dat de grondstofvariatie op het niveau van individuele artefacten vaak aanzienlijk was en anderzijds dat de variatie tussen de artefacten onderling vaak te weinig discriminant was waardoor een toewijzing van artefacten aan afzonderlijke knollen (of zogenaamde *raw material units*) op basis van uitsluitend grondstofkenmerken nauwelijks haalbaar is gebleken, en daarmee een opdeling van de assemblage in potentieel relevantere onderzoekseenheden. Hierdoor heeft een uitgebreide ruimtelijke analyse van deze grondstofkenmerken verder weinig zin. De overgrote meerderheid van alle artefacten, inclusief verbrande fragmenten, heeft een fijnkorrelige textuur (N = 58,9%), terwijl translucide en matig- en grofkorrelige varianten, met respectievelijk ca. 4%, ca. 3% en 0,2%) nauwelijks voorkomen.

Ondanks hoger vernoemde beperkingen zijn er toch een aantal artefacten waarvan met enige mate van zekerheid kon worden gesteld dat ze tot één en dezelfde knol zouden kunnen behoren, een observatie die ondersteund werd door de resultaten van het *refit*onderzoek. Zo werden er bijvoorbeeld op 18 fijnkorrelige heterogeen bruin-grijze artefacten kristalletjes aangetroffen. Verder was er ook een fijnkorrelige heterogeen donkergrijs-bruine variant waarin 'gewolkte' inclusies aanwezig waren (N = 7). Heel kenmerkend was ook een fijnkorrelige, lichtbruine vuursteen gekenmerkt door transparante randen en de quasi afwezigheid van inclusies (N = 48). Een vierde voorbeeld zijn de artefacten met een verse cortex, waarvan er slechts 173 werden aangetroffen. Onder de niet of nauwelijks verbrande ervan (N = 101) gaat het in 63 gevallen om fijnkorrelige (N = 90), homogeen (N = 84) donkere (grijze, donkergrijze, zwarte, N = 75) varianten, al dan niet met transparante randen (N = 33). Deze fijnkorrelige, homogeen donkere variant wordt vaak gekenmerkt door de afwezigheid van inclusies (N = 40) of de aan-

wezigheid van (licht)grijze spikkels (N = 17). Beide attribuutstaten (afwezigheid van inclusies en spikkels) zijn overigens de enige vorm van inclusies die in de artefacten met verse cortex werden aangetroffen. Als vijfde en laatste voorbeeld kan een variant met grove textuur worden aangehaald, die slechts in 49 gevallen werd vastgesteld. Onder deze artefacten, waarvan er 19 ten gevolge verbranding niet nauwkeuriger op grondstofkenmerken konden worden geëvalueerd, bevinden zich zowel homo- als heterogene, vaak (donker) grijze kleurvarianten en werden zelden inclusies aangetroffen. Wanneer deze wel aanwezig waren (N = 6) gaat het om grillige, al dan niet grote grove (N = 3) insluitsels. Vanuit ruimtelijk standpunt zijn binnen deze vijf aangehaalde voorbeelden overigens vaak één of meerdere duidelijke (maar weliswaar beperkte) discrete clusters in de horizontale verspreiding te onderscheiden. Verder is tijdens het *refit*onderzoek gebleken dat er daarnaast ook een zeer kenmerkende homogeen lichtgrijs-blauwe vuursteenvariant was die gekenmerkt wordt door talrijke, kleine donkere spikkeltjes en waarvan de (verschillende tientallen) artefacten duidelijk ruimtelijk clusteren. Het is niet mogelijk gebleken om deze variant naderhand in het databestand te isoleren op basis van het uitgevoerde grondstofonderzoek.

Wanneer de in kaart gebrachte grondstofattributen met elkaar vergeleken worden voor de artefacten waarvoor een grondstofkarakterisering kon plaatsvinden (ca. 64%, N = 13417) zijn er een aantal combinaties die veel artefacten hebben opgeleverd. Een algemene beschouwing van de grondstofattributen textuur en kleur (tab. 22) toont aan dat de overgrote meerderheid van de assemblage, met name ca. 55% (N = 7365), is opgebouwd uit een fijnkorrelige homogeen vuursteen met voornamelijk grijze, maar ook bruine of zwarte tinten (respectievelijk N = 8210, N = 1740 en N = 152). Grijstinten, samen goed voor zo'n 86,6% (N = 11618) van de determineerbare grondstoffen, zijn overigens dominant aanwezig bij alle textuurklassen afzonderlijk. Een niet onbelangrijke groep zijn de translucide (licht) bruine/lichtgrijze artefacten waarin zelden inclusies worden aangetroffen (11,8%) en die zowat 5% uitmaken van de determineerbare grondstoffen. Wanneer inclusies worden aangetroffen (N = 80) zijn ze in 75% van de gevallen donker van kleur (N = 60) en, voor zover geregistreerd, vaak wazig van aflijning (N = 34, ca. 42,5%). In 30% van de gevallen is de aflijning scherp. De inclusies, die slechts in één geval een grove structuur hadden, zijn ook vaker klein dan groot van omvang (respectievelijk N = 45, ca. 56,3% en N = 13, ca. 13,3%). Hetzelfde geldt voor de fijnkorrelige, homogeen (licht/donker)bruine artefacten (N = 1480) waarvoor in 253 gevallen kleine insluitsels werden geregistreerd. Inclusies worden in deze variant overigens meer aangetroffen dan bij bovenvermelde translucide groep en in ca. 38,1% van de gevallen (N = 564) gaat het daarbij om (licht/donker)grijze

insluitsels, vaak in de vorm van spikkels (N = 134, ca. 23,8 %) maar ook lineaire (N = 13) of grillige (N = 42) patronen zijn vertegenwoordigd. De inclusies bij de matig korrelige heterogeen (donker)grijze artefacten (N = 201) zijn in 42,8 % van de gevallen (licht)grijs van kleur (N = 86) en binnen deze groep vooral grillig van vorm (N = 60, ca. 70 %), net als bij de matig korrelige homogeen (licht/donker)grijze artefacten (N = 206), waar een gelijkaardige percentage (N = 46) van de 66 geregistreerde (licht)grijze insluitsels (N = ca. 32 %) een grillig patroon vertoont. In 64,3 % van de fijnkorrelige, homogeen zwarte vuursteen (N = 152) waarvoor de kleur werd gedetermineerd (N = 42) gaat het om grijze (N = 27) insluitsels voornamelijk in de vorm van spikkels (ca.48 %, N = 13). De grootste groep, de fijnkorrelige varianten met (licht/donker)grijze tinten (N = 8210) is opgebouwd uit artefacten met voornamelijk homogene grijscombinaties (N = 5170, ca. 63 %), maar ook heterogene grijstinten zijn goed vertegenwoordigd (N = 3001). In beide groepen is een ontzettend grote variatie aan inclusies waarneembaar, waarin nauwelijks een duidelijk overzicht is te krijgen. Wel duidelijk is dat gespikkelde en grillige vormen in beide gevallen het vaakst worden aangetroffen, voornamelijk ook in (licht/donker) grijze tinten. Voor de homogene groep gaat het in ca. 82 % (N = 753) van de (919 op vorm gedetermineerde) gevallen om gespikkelde en in 117 gevallen om grillige vormen, goed voor (licht/donker)grijze tinten in respectievelijk 539 (ca. 71,6 %) en 109 (ca.93,2 %) van de determinaties. Voor de heterogene groep werd voor 485 vormdeterminaties 353 maal (ca. 72,8 %) gespikkeld, waarvan 81 % grijs gespikkeld (N = 286), en 69 maal grillig (ca. 14,2 %), op twee na allemaal grijs, geregistreerd. Daar-

naast kwamen binnen deze heterogene groep in 10,5 % (N = 51) van de gevallen lineaire, over het algemeen donkere (N = 32, ca. 62,7 %) inclusies voor.

Oppervlakken die in verband kunnen worden gebracht met mechanische en/of fysische verwerking ten gevolge van natuurlijke processen die -voor zover kan worden achterhaald- anterior zijn aan de antropogene bewerking, werden vaak aangetroffen. Bij de studie van deze cortex of natuurlijke slijpvlakken wordt een onderscheid gemaakt tussen enerzijds kernen en brokstukken, waar het ganse oppervlak als referentie diende, en anderzijds (niet-)geretoucheerde afhakingen, waar enkel het dorsale vlak in beschouwing werd genomen. Verder werd ook een onderscheid gemaakt tussen volledige en gefragmenteerde artefacten, en werd in het laatste geval het betreffende fragment als referentie genomen (dus als 'volledig' beschouwd). Tezamen werden op ca. 60 % van de brokstukken en de kernen natuurlijke oppervlakken aangetroffen (tab. 23, fig. 95 en fig. 96), waarbij het percentage voor kernen opmerkelijk hoger was (N = 83,6 %) dan bij brokken (54,3 %), die vaak het resultaat zijn van verbranding. Vaak (76,2 %) bedekt het natuurlijke oppervlak meer dan een kwart van het artefact (75,6 % bij brokken en 78,3 % bij kernen) en in 38,1 % van de gevallen zelfs meer dan de helft van het brokstuk (N = 36,3 %) of de kern (N = 44,7 %). Meer dan één op tien van de kernen (N = 11,7 %) en brokstukken (N = 13,7) is voor meer dan driekwart bedekt door natuurlijke oppervlakken. Fig. 95 en fig. 96 tonen aan dat verse cortex zelden werd aangetroffen (N = 2,4 %, bij kernen 1,74 % en bij brokstukken 2,55 %); indien het aanwezig is, bedekt het zelden grote delen van

Textuur	kleur	heterogeen	homogeen	-	TOTAAL
translucide	bruin		539		539
	lichtbruin		105		105
	lichtgrijs		34		34
	SUBTOTAAL		678		678
fijnkorrelig	bruin	165	1256	95	1516
	lichtbruin		47		47
	donkerbruin		177		177
	donker	89	333	44	466
	grijs-bruin	476	230		706
	grijs	1668	1296	39	3003
	lichtgrijs	251	186		437
	donkergrijs	945	3688		4633
	licht-donkergrijs	137			137
	zwart		152		152
SUBTOTAAL	3731	7365	178	11274	
matig korrelig	grijs	161	88		249
	lichtgrijs		32		32
	donkergrijs	40	86		126
	SUBTOTAAL	201	206		407

tab. 22 Overzicht van de grondstofkarakteristieken van het vuursteen.

het oppervlak. Verweerde natuurlijke vlakken daarentegen (verweerde kalk, natuurlijke splijtvlakken, vorstvlakken, enz.), al dan niet in combinatie met elkaar en/of met verse kalk, zijn bij beide artefacttypes absoluut dominant aanwezig en bedekken daarbij vaak grote delen van het oppervlak.

Voor de studie van de cortex op de afhakingen wordt enkel het dorsale vlak in rekening gebracht. In tab. 24 en tab. 25 zijn overzichten opgenomen van de relatie tussen enerzijds het type artefact, opgesplitst in geretoucheerd en niet-geretoucheerd, en anderzijds de aanwezigheid, het percentage en de aard van natuurlijke oppervlakken die werden aangetroffen. Op het dorsale vlak van ca. 40 % van alle afhakingen (inclusief fragmenten) werd een natuurlijk oppervlak aangetroffen (fig. 97). Bij de geretoucheerde afhakingen ligt dit gemiddelde iets lager met 32,8 %. Deze natuurlijke vlakken worden aangetroffen bij de verschillende types, maar omtrent het relatieve belang ervan is een aanzienlijke variatie vast te stellen tussen de verschillende types. Bij de niet-geretoucheerde afhakingen varieert het aantal artefacten met natuurlijk oppervlak tussen 52,6 % (bij de niet-geretoucheerde afslagen) en 5,3 % (bij de 'microstekers'). Bij niet-

geretoucheerde afslagen (52,6 %) en 'kernvernieuwingsstukken' (51,7 %) worden overigens aanzienlijk vaker natuurlijke oppervlakken vastgesteld dan bij niet-geretoucheerde (micro)klingen (32,9 %) en onbepaalde afhakingsfragmenten (32,2 %). Bij de geretoucheerde artefacten is een duidelijk verschil waarneembaar tussen de microlieten en de overige geretoucheerde artefacten: bij de microlithische spitsen en de steilgeretoucheerde (micro)klingen wordt nauwelijks cortex aangetroffen (respectievelijk 7,4 en 8,5 %) terwijl bij de niet-microlieten het aandeel van artefacten met cortex varieert tussen 60,8 en 100,0 %. Geretoucheerde (micro)klingen vormen hierop een uitzondering en slechts in ca. 25 % van de gevallen worden hierop natuurlijke oppervlakken aangetroffen. Wanneer uitsluitend de volledige artefacten worden bekeken, verandert het beeld van de aanwezigheid van natuurlijke vlakken op afhakingen enigszins, voornamelijk bij de niet-geretoucheerde artefacten. Ongeveer de helft van alle volledige artefacten blijkt nog restanten van natuurlijke oppervlakken te bevatten. Hetzelfde geldt wanneer volledige geretoucheerde en niet-geretoucheerde afhakingen apart worden beschouwd. Bij de afzonderlijke niet-geretoucheerde artefacten neemt het (relatieve)

aard van het natuurlijk oppervlak	geen cortex	cortex	tot 25%	tot 50%	tot 75%	tot 100%	indet.	totaal
<i>verse kalk</i>		45	4	25	10	6		45
<i>verweerde kalk</i>	[a]	765	318	343	93	11	1	766
<i>verweerd natuurlijk splijtvlak[b]</i>	[a]	580	103	273	130	74	14	564
<i>combinaties</i>	[a]	358	1	45	162	150	16	374
<i>indetermineerbaar</i>	[a]	14	4	6	4		3	17
<i>geen cortex</i>	1443	0						1443
totaal brokstukken	1443	1762	430	692	399	241	34	3239
<i>verse kalk</i>		1			1			1
<i>verweerde kalk</i>		10	7	3				10
<i>verweerd natuurlijk splijtvlak[b]</i>		6	4	2				6
<i>combinaties</i>		5			3	2		5
<i>geen cortex</i>	14							14
totaal geretoucheerde brokstukken	14	22	11	5	4	2		36
<i>verse kalk</i>		8	5	2		1		8
<i>verweerde kalk</i>		131	67	50	12	2	4	135
<i>verweerd natuurlijk splijtvlak[b]</i>	[a]	103	24	42	25	12	7	110
<i>combinaties</i>		218	3	61	115	39	3	221
<i>indetermineerbaar</i>	[a]	1	1				10	11
<i>geen cortex</i>	66	0						66
totaal alle kernen	66	461	100	155	152	54	24	551
<i>verse kalk</i>		4	4					4
<i>verweerde kalk</i>		67	35	25	6	1		67
<i>verweerd natuurlijk splijtvlak[b]</i>	[a]	59	14	26	13	6	2	59
<i>combinaties</i>		115	1	35	57	22		115
<i>indetermineerbaar</i>	[a]	1	1				2	1
<i>geen cortex</i>	26							26
totaal volledige kernen	26	246	55	86	76	29	4	272
eindtotaal	1509	2223	530	847	551	295	58	3790

fig. 23 Overzicht van de aard en hoeveelheid van natuurlijk oppervlak aangetroffen op alle brokken (bovenste twee), alle kernen (midden) en enkel de volledige kernen (onder). Het oppervlak van gans het artefact diende als referentie; in het geval van fragmenten werd het volledige fragment als referentie gebruikt.

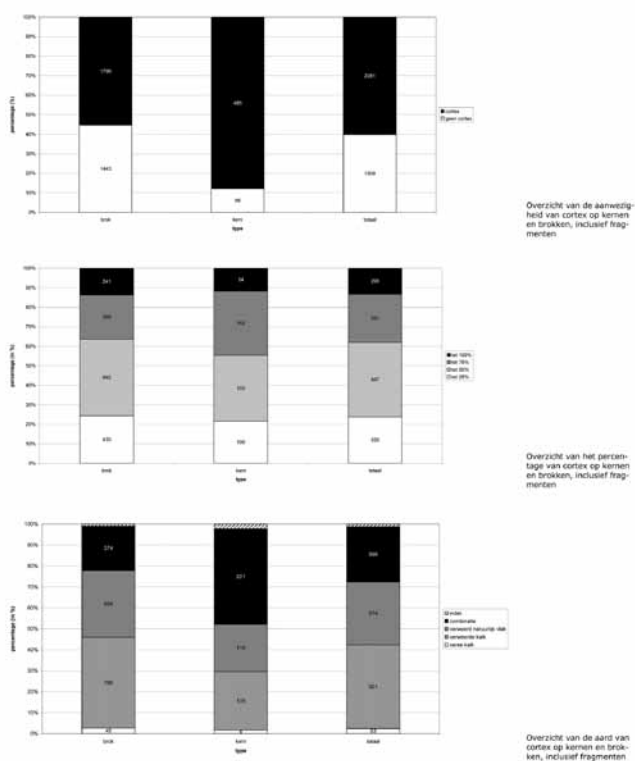


fig. 95 Overzicht van de aanwezigheid, het percentage en de aard van cortex op brokken en kernen.

aantal artefacten met cortex enkele procenten toe: bij de afslagen tot 54,4% (t.o.v. 52,6%), bij de (micro)klingen 39,3% (t.o.v. 32,9%) en bij de 'kernvernieuwingsstukken' 59,8% (t.o.v. 51,7%). Voor de bestudering van de hoeveelheid natuurlijk oppervlak die op een afhaking werd aangetroffen, worden enkel de volledige artefacten in beschouwing genomen (fig. 98, boven). Wanneer bij de niet-geretoucheerde afhakingen natuurlijke oppervlakken worden aangetroffen, bedekken deze in de overgrote meerderheid van de gevallen minder dan de helft van het dorsale vlak: 68,5% bij de afslagen, 78,2% bij de (micro)klingen en 81,8% bij de 'kernvernieuwingsstukken'. Het procentuele aandeel van afslagen die voor meer dan driekwart worden bedekt met natuurlijke oppervlakken (18,8%) is dubbel zo hoog als bij de (micro)klingen (9,4%) en meer dan het drievoudige van bij de 'kernvernieuwingsstukken' (5,9%). Bij de evaluatie van het attribuut 'percentage' voor geretoucheerde afhakingen dienen we rekening te houden met het feit dat dit in sterke mate beïnvloed kan zijn geweest door de intensiteit van retouchering: bij retouchering wordt immers een (onbekend) deel van de oorspronkelijke afhaking, eventueel met natuurlijke oppervlakken, weggenomen. Hoe dan ook, iets meer dan de helft van de microlithische spitsen waarop natuurlijke oppervlakken werden aangetroffen (met name vijf van de acht exemplaren) is voor minstens de helft met natuurlijke oppervlakken bedekt. Verder is opvallend dat bij

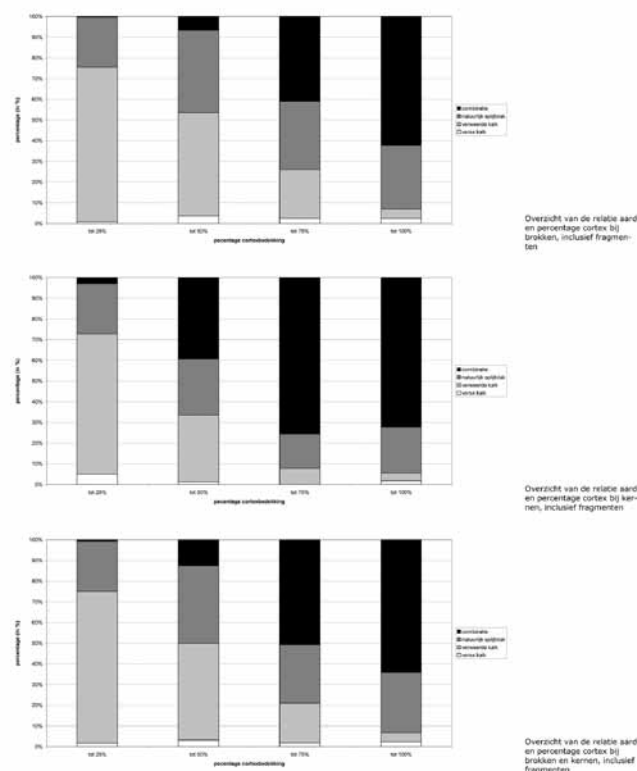


fig. 96 Overzicht van de relatie tussen aard en percentage cortex op brokken en kernen.

de meerderheid van de schrabbers en geretoucheerde afslagen met cortex, die beide zowieso al een aanzienlijk deel uitmaken van het totale aantal schrabbers en geretoucheerde afslagen (resp. 66,1 en 72,3%), minstens één kwart van het oppervlak is bedekt door anterieure vlakken en bij meer dan 30% ervan zelfs minstens de helft (resp. 32,9 en 35,1%). Het lijkt er dus op dat de aanwezigheid van cortex nauwelijks of niet door de prehistorische mens als hinderlijk werd ervaren, althans niet voor deze artefacten, waarvan het functionele onderzoek heeft aangetoond dat ze voor een groot deel werden gebruikt voor de bewerking van (droge) huiden. De aard van de cortex die werd aangetroffen op de afhakingen (inclusief fragmenten) vertoont hetzelfde beeld als bij de brokstukken en kernen (fig. 98, onder): quasi uitsluitend verweerde oppervlakken (hetzij kalk, hetzij natuurlijke splijtvlakken met indicaties voor gletsjertransport).

Lithische objecten uit andere grondstoffen. Naast artefacten uit vuursteen werden ook talrijke objecten uit andere steensoorten ingezameld. Deze werden tijdens het veldwerk samen gegroepeerd onder de noemer 'natuursteen' en werden door ons niet opgenomen in de horizontale verspreidingskaarten van het vuursteen uit fig. 76 t.e.m. 80 (zie ook Veldhuis 2006, 55-76 voor een bespreking van het 'natuursteen' uit de IVO/DAO-1 fases). Binnen deze groep van 'natuursteen' bestaat een grote variatie aan grondstof-

aard van het natuurlijk oppervlak	ALLE AFHAKINGEN							
	geen cortex	cortex	tot 25%	tot 50%	tot 75%	tot 100%	indet.	tot taal
verse kalk	[a]	56	10	13	18	15		58
verweerde kalk	[a]	1777	1043	300	182	250	2	1782
verweerd natuurlijk splijtvlak	[a]	633	233	142	83	174	1	635
combinatie		173	15	33	44	80	1	173
indet.	[a]	24	16	1	2	2	3	25
geen cortex	2393	1		1				2394
Totaal afslag	2402	2663	1317	490	329	521	6	5066
verse kalk	[a]	13	5	5	3			14
verweerde kalk		1093	616	291	132	54		1093
verweerd natuurlijk splijtvlak	[a]	373	129	143	47	54		373
combinatie		52	2	10	18	22		52
indet.	[a]	20	16	2	1		1	22
geen cortex	3162							3162
Totaal (micro)kling	3165	1551	768	451	201	130	1	4716
verse kalk		30	12	10	3	5		30
verweerde kalk	[a]	1207	697	247	129	133	1	1208
verweerd natuurlijk splijtvlak	[a]	281	102	95	29	53	2	285
combinatie	[a]	27	1	5	8	13		28
indet.	[a]	7	4	2	1			10
geen cortex	3263							3263
Totaal onbepaald afhakingsfragment	3272	1552	816	359	170	204	3	4824
verse kalk		5	3	1	1			5
verweerde kalk		225	156	54	12	3		225
verweerd natuurlijk splijtvlak		89	31	32	15	11		89
combinatie		25	1	5	12	7		25
indet.		1	1					1
geen cortex	322							322
Totaal 'kernvernieuwing'	322	345	192	92	40	21		667
verweerde kalk		1	1					1
verweerd natuurlijk splijtvlak		2	1		1			2
geen cortex	54							54
Totaal 'microsteker'	54	3	2		1			57
verweerde kalk		2		1	1			2
geen cortex	5							5
Totaal stekerslagen	5	2		1	1			7
totaal niet-geretoucheerde afhakingen	9220	6116	3095	1393	742	876	10	15337

ENKEL VOLLEDIGE AFHAKINGEN							
geen cortex	cortex	tot 25%	tot 50%	tot 75%	tot 100%	indet.	tot taal
1	38	8	8	9	13		39
2	1239	748	205	133	153		1241
1	490	182	110	65	132	1	491
	135	13	26	33	62	1	135
1	12	9	1	2			13
1599	1		1				1600
1604	1915	960	351	242	360	2	3519
	9	2	4	3			9
	447	271	106	46	24		447
	166	71	52	20	23		166
	39	1	8	14	16		39
1	10	9	1				11
1036							1036
1037	671	354	171	83	63		1708
							nvt
	[a]			[a]			nvt
	[a]	[a]					nvt
	[a]			[a]			nvt
	[a]						nvt
							nvt
	2	1		1			2
	139	95	34	8	2		139
	61	25	19	11	6		61
	17	1	4	7	5		17
	1	1					1
148							148
148	220	123	57	27	13		368
38							38
38							38
	1			1			1
3							3
3	1			1			4
2835	2810	1438	579	355	436	2	5645

tab. 24 Aanwezigheid, percentage en aard van natuurlijke oppervlakken op het dorsale vlak van niet-geretoucheerde artefacten.

fen en afmetingen, gaande van kiezels tot grote stenen. Het gebrek aan eenduidige criteria om natuurlijk voorkomende gesteenten te onderscheiden van artefacten aangepast en/of gebruikt door prehistorische mensen verhindert een zinvolle (ruimtelijke) analyse. De keileem, waarin gesteenten van diverse formaten voorkomen, bevindt zich op geringe diepte (zie Deel VI); mogelijk is een deel van de (kleinere) stenen die werden gerecupereerd uit het dekzand hiermee in verband te brengen. Voor de grotere stenen die voorkomen in de bovenste lagen van het dekzand en/of op de overgang naar het veen en waarop al dan niet sporen van verbranding werden geobserveerd is een antropogeen karakter zeker niet uit te sluiten, gezien het eolische karakter van het dekzand (zie Deel VI). In de directe omgeving van de vindplaats zijn voorts diverse ontsluitingen van de keileem gekend (*infra*).

In fig. 99 is de horizontale verspreiding opgenomen van stenen met sporen van verbranding en/of impact die mogelijk verwijzen naar antropogene activiteiten. Voorts bevat de figuur ook de grotere stenen die in het dekzand werden aangetroffen. Vooreerst is een sterke clustering duidelijk, zowel in het horizontale als in het verticale vlak, van verschillende al dan niet verbrande fragmenten in een drietal duidelijk van elkaar onderscheidbare grondstofvarianten (tab. 26). Diverse *refits* binnen deze varianten suggereren dat deze fragmenten zo goed als zeker behoren tot drie afzonderlijke knollen die, vermoedelijk door verbranding, gefragmenteerd zijn geraakt. Eén van de grondstofvarianten is geassocieerd met de vuursteenconcentratie 3b, de overige twee varianten met concentratie 2. Deels is er een duidelijke overlapping aanwezig met de meest dense vuursteenconcentraties; de variant geassocieerd met concentratie 3b

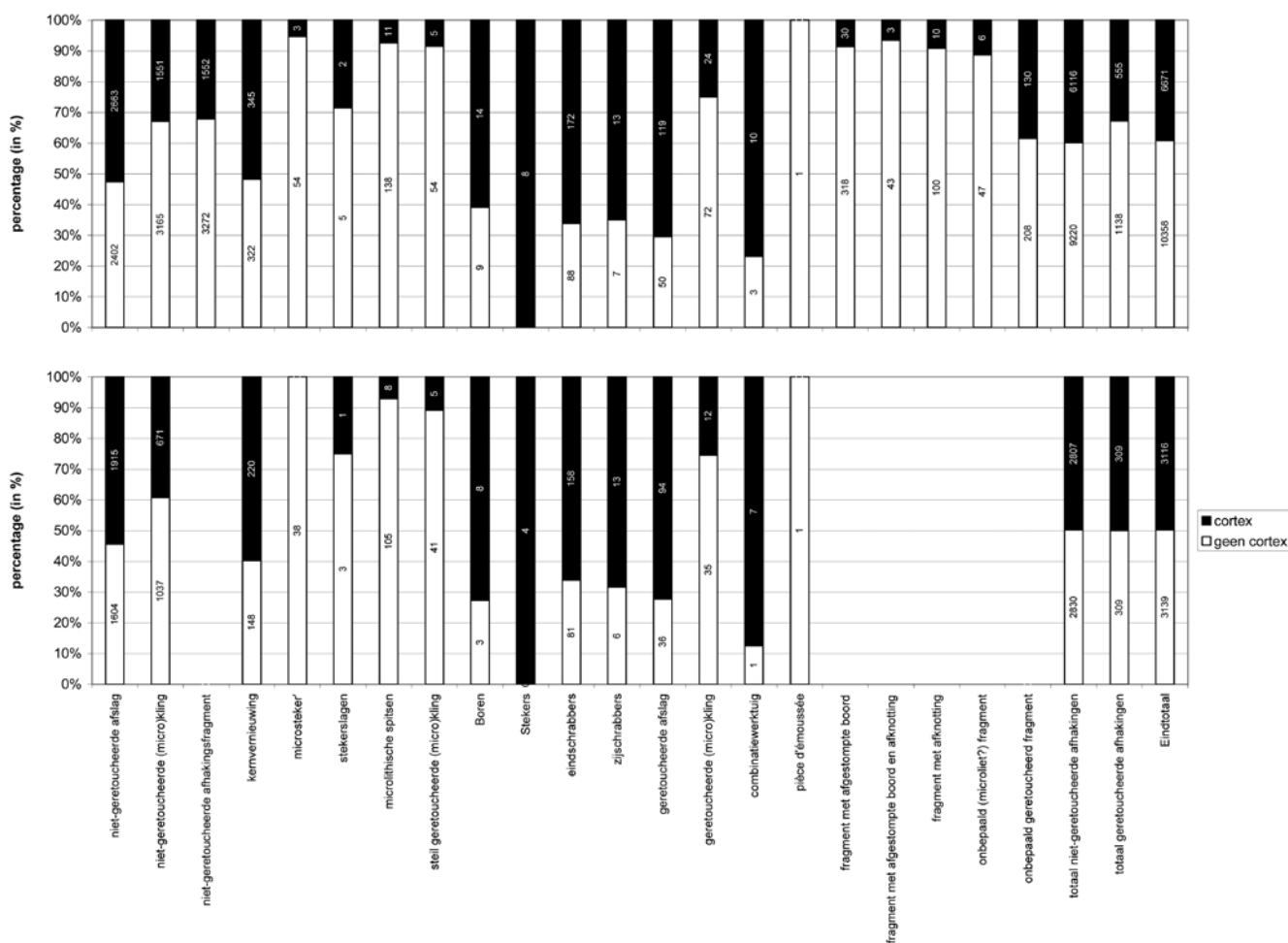


fig. 97 Overzicht van de aanwezigheid van cortex op afhakingen, bovenaan inclusief fragmenten, onderaan exclusief fragmenten.

bevindt zich ter hoogte van een dense cluster (zwaar) verbrande vuursteenartefacten. Beide varianten geassocieerd met concentratie 2 situeren zich telkens net naast twee clusters van zwaar verbrande vuursteenartefacten. Op één variant na is er nagenoeg geen ruimtelijke overlapping observeerbaar met houtskoolclusters. Naast deze drie natuursteenvarianten werden verspreid over het opgegraven terrein ook een aantal grotere, sterk door verbranding ingetaste en zeer broze steenfragmenten (inclusief erbij horend gruis) aangetroffen (fig. 100). Ze bevinden zich voornamelijk aan de ‘randen’ van de vuursteenclusters 2 en 3 en tonen nauwelijks overlapping met verbrande clusters van de andere vondstcategorieën en/of met de in het veld geregistreerde bodemsporen met houtskoolvulling. Een viertal afgeronde stenen in verschillende grondstoffen (waaronder één in vuursteen) dragen op specifieke plaatsen op hun oppervlak impactsporen die een gebruik als klopsteen niet uitsluiten (fig. 101); ze werden allen aangetroffen ter hoogte van concentratie 3, voornamelijk in het noordelijke deel ervan (C3b). Naast de reeds vermelde *refits* van de drie

grondstofvarianten leverde een beperkt *refit*onderzoek van de overige grotere stenen uit de assemblage, waarop geen onmiskenbare antropogene karakteristieken werden geobserveerd (fig. 102), nog een aantal opeenpassingen op van fragmenten uit hetzelfde en uit verschillende vakken. Op één uitzondering na liggen de op elkaar passende fragmenten steeds in elkaars buurt. De uitzondering wordt gevormd door de grote steen uit fig. 55 waarop een kleiner fragment uit werkput 49 kon worden gepast. Ook deze grotere stenen komen verspreid over het ganse opgegraven deel van het terrein voor, waarbij zich hier en daar kleinere clusters lijken af te tekenen (*i.e.* WP15 en ten zuidoosten van de lithische concentratie 3).

Enkele conclusies van het macroscopische grondstofonderzoek. De macroscopisch bestudeerde vuursteenkenmerken suggereren het (mogelijk exclusieve?) gebruik van de in kwaliteit en uitzicht sterk verschillende vuursteenvarianten zoals die tijdens de prehistorie lokaal in de ondergrond ‘op geringe diepte’ konden worden aangetroffen in het keizand

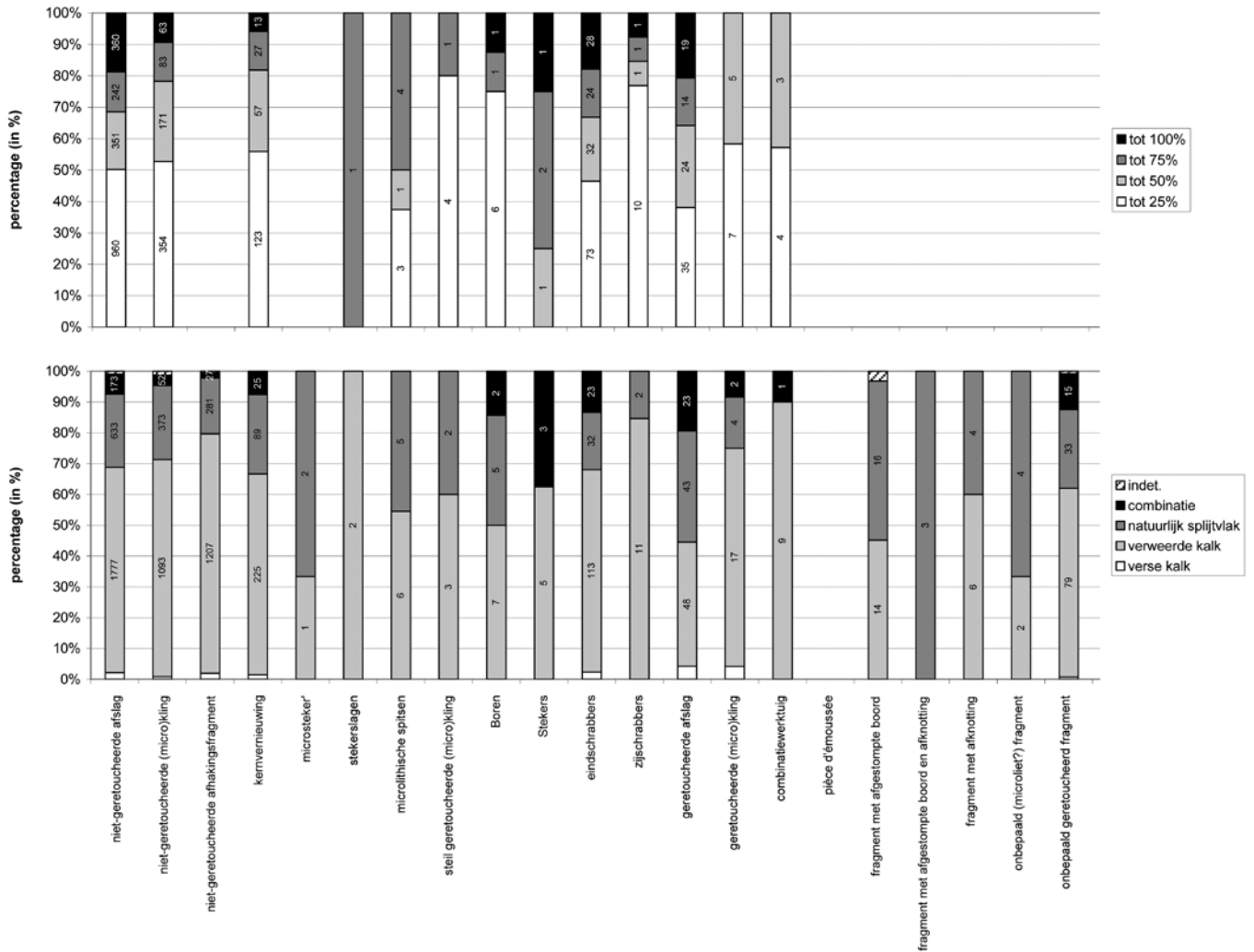


fig. 98 Overzicht van het percentage (boven, exclusief fragmenten) en de aard (onder, inclusief fragmenten) van cortex op afhakingen.

en/of -leem. Deze ('noordelijke') gesteenten, gekenmerkt door een rijke soortenvariatie en gevarieerd uitzicht, zijn van oorsprong afkomstig uit Scandinavië en werden over grote delen van Noord-Nederland ten gevolge van gletsjerbewegingen uit de Saale-ijstijd ter plaatse als verwerde grondmorene (~ keileem) afgezet. Tijdens de Saale-ijstijd werd Noord-Nederland meermaals bedekt door een dik ijspakket dat vanuit het noordoosten in Nederland binnenschoof en ondermeer leidde tot de vorming van verschillende stuwwallen. In de daaropvolgende warmere periode verdween het landijs en liet het ter plaatse een laag achter, bestaande uit klei, zand en stenen die de gletsjers vanuit Scandinavië met zich hadden meebrachten. Dit materiaal bevond zich tijdens dit transport voornamelijk aan de onderkant van het ijs waardoor het ten gevolge het immense gewicht werd samengedrukt tot een compacte massa. Na het verdwijnen van het ijs bleef dit materiaal liggen en vormde het de keileem, waarvan de top later verwerde (~ keizand). Zie van Koeveering (2009) voor een overzicht van

natuursteen	laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	laag 5	laag 6	TOTAAL
variant 1	1	173	32		1		207
variant 2		1	10	5	17		33
variant 3	1	22	84	24	13	2	146
TOTAAL	2	196	126	29	31	2	386

tab. 26 Overzicht van het aantal fragment in de drie duidelijk herkenbare natuursteenvarianten.

de zwerfstenen in Friesland. Peeters *et alii* (2001a, 22-23) wijzen erop dat het voorkomen van deze stenen in de keileem niet homogeen is (eerder geconcentreerd), dat er bovendien grote kwaliteitsverschillen zijn en dat gesteentes niet alleen als morenen werden opgenomen, maar aan de rand van de gletsjers ook uitspoelden en ter plaatse puinkegels vormden, die vervolgens door watertransport opnieuw verplaatst konden worden. Verder wijzen ze er ook op dat gedetailleerd onderzoek naar het voorkomen van vuursteen in glaciogene afzettingen een nauwelijks ontgonnen onder-

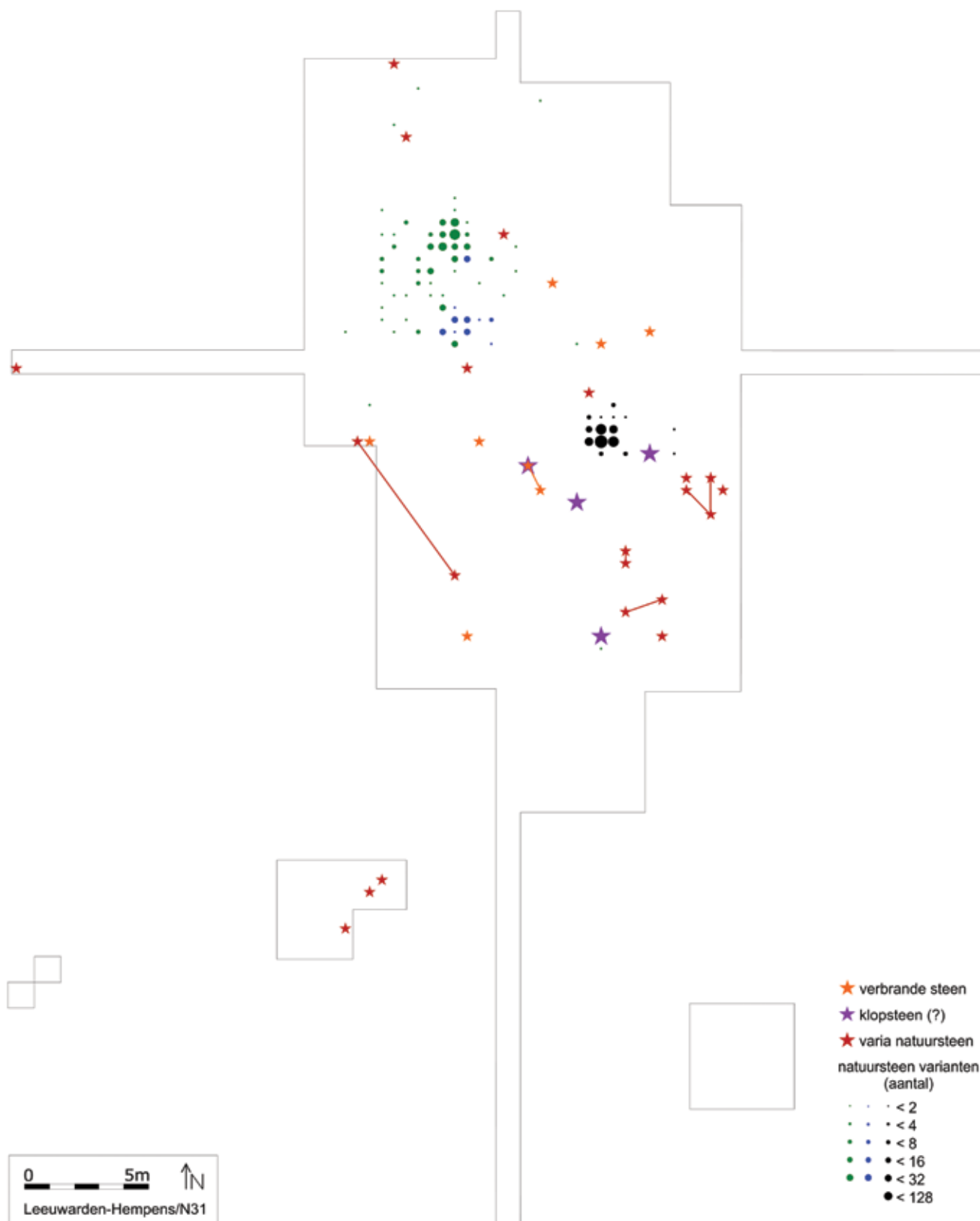


fig. 99 Overzicht van de horizontale verspreiding van (een selectie van) objecten in 'natuursteen'. Duidelijk zichtbaar is de clustering van drie verschillende grondstofvarianten (gekleurde cirkels, aantallen uitgedrukt in klassen). De oranje sterren vertegenwoordigen (grotere) verbrande stenen; de paarse sterren afgeronde stenen met lokale sporen van impact en de rode sterren de overige grotere natuurstenen. De verbindingslijnen vertegenwoordigen aaneenpassingen van fragmenten (niet weergegeven voor de drie grondstofvarianten).



fig. 100 Opname van enkele grotere verbrande fragmenten van 'natuursteen'.

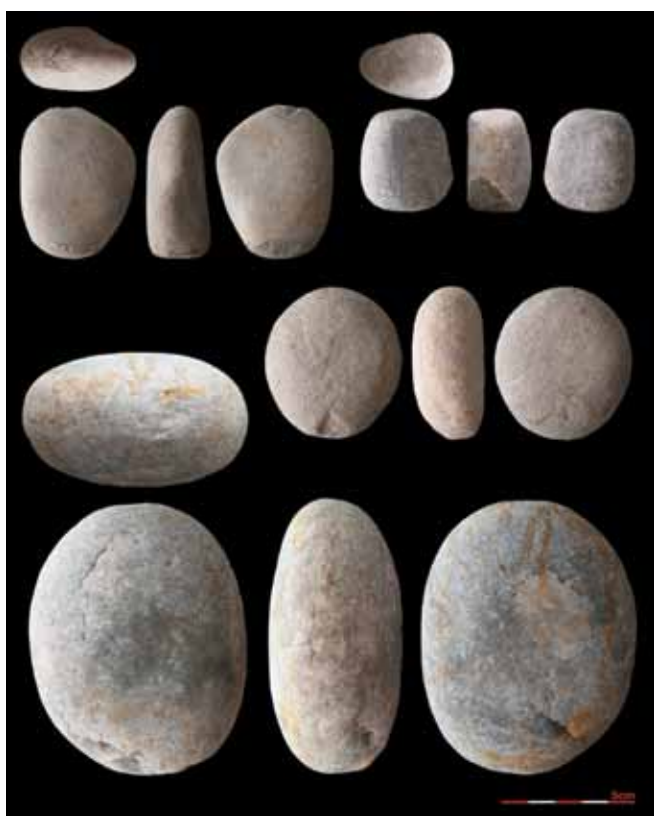


fig. 101 Opname van afgeronde stenen met lokale sporen van impact; mogelijk te interpreteren als klopsteen.

zoeksterrein is. Voor het lithische materiaal uit Almere-Hoge Vaart/A27 nemen ze aan dat de afwezigheid van krassen in combinatie met drukkegeltjes op de natuurlijke oppervlakken, samen met het beperkt voorkomen van diepe vorstscheuren en de goede kwaliteit en graduele kleurverschillen (met nadruk op grijsgradiënten), suggereren dat het materiaal eerder uit (periglaciale) zanden dan uit keileem-/zandafzettingen afkomstig zou zijn.

Een dergelijke gedetailleerde karakterisering van de natuurlijke vlakken heeft voor het Hempens/N31-materiaal niet plaatsgevonden, maar krassen en drukkegels, net als talrijke



fig. 102 Opname van enkele grotere (fragmenten van) 'natuursteen', mogelijk te interpreteren als artefacten.

vorstscheuren, werden wel degelijk aangetroffen. Voor deze vindplaats willen we bijgevolg een herkomst uit het lokale keizand en/of -leem zeker niet uitsluiten. Tijdens de DAO-2 opgraafcampagne werden verschillende monsters genomen uit (de verweerde top van) de keileem (~ keizand, fig. 103). Tot dusver heeft nog geen vergelijkend onderzoek plaatsgevonden tussen deze monsters en de gebruikte vuursteenvarianten op de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31. Tijdens de verschillende opgraafcampagnes werden ter plaatse onder het veen echter geen ontsluitingen van deze gesteentehoudende lagen aangetroffen, noch antropogene graafactiviteiten in het dekzand die zouden kunnen duiden op lokale grondstofwinning. In hun studie van (een deel van) het lithische materiaal van Leeuwarden-Hempens/N31 zien Veldhuis & Niekus (2006, 107) een verband tussen de verspreiding en de hoeveelheid van het 'onbewerkt vuursteenmateriaal' waarbij (in put 13) het aantal stuks onbewerkt materiaal toeneemt naarmate de afstand met de top van dezandrug groter wordt. Verder stellen ze dat *"het vuursteen [...] met name op de basis van de flanken van de dekzandrug en aan het oppervlak van de keileem goed bereikbaar [is]. Gelet op de hoeveelheid onbewerkt vuursteen die op de vindplaats is aangetroffen en de verspreiding ervan, is het zeer waarschijnlijk dat lokaal verzameld vuursteen een belangrijk [sic] rol speelde in de grondstofvoorziening bij de vuursteenbewerking"*. Ze wijzen er voorts op dat tijdens het aanleggen van de bronbemaling *"een redelijke hoeveelheid (onbewerkt) vuursteen [werd] opgeboord"*. Tijdens het DAO-2 werden talrijke kleinere kiezels en grotere brokken verzameld (bij de categorie 'natuursteen') zonder duidelijke sporen van antropogene bewerkingen. Hoewel een ruimtelijke analyse ervan weinig zinvol is door de niet-systematische recuperatie, blijkt duidelijk dat deze voorkwamen in alle uitgegraven



fig. 103 Veldopname van de gezeefde inhoud van een monster uit het keizand met daarin een rijke variatie aan gesteenten.

lagen, vanaf de bovenste t.e.m. de onderste laag. Mogelijk is een deel van de (als artefact) bestudeerde brokken ook in verband te brengen met de natuurlijke omgeving en niet met de prehistorische bewoning ter plaatse. Het lithostratigrafische onderzoek van de diepere profielopnames heeft voorts aangetoond dat de top van het keizand zich op de opgraaflocatie min of meer constant op een diepte tussen -4,40 en -4,20 meter NAP bevond, voor zover dit kan worden geëxtrapoleerd op basis van de diepere observaties. Dit komt overeen met een diepteverschil van 0,45 tot 1,70 meter onder de top van het dekzand, respectievelijk in het noordwesten van (WP97) en centraal in (WP45) de opgraafput. Hoewel er in het opgegraven deel van de vindplaats geen directe indicaties voor grondstofwinning voorhanden zijn, is het niet ondenkbaar dat de vuursteen door de prehistorische mens 'in de directe omgeving' in secundaire contexten werd verzameld. Zo maakt Jager (1988a, 85; 1989, 31) ondermeer melding van een nabijgelegen keileemontsluiting in de vorm van een smalle geprononceerde keileemrug bestaande uit een zeer dik pakket zeer grof zand en grind. Deze bevindt zich, direct ten oosten van de deels afgegraven terp Glins, in vogelvlucht zo'n anderhalve kilometer ten noordwesten van de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31. Met deze locatie (coördinaten 185.05 en 577.30) is overigens ook een (mesolithische/neolithische?) vindplaats (nr. 77) geassocieerd. Deze bestaat uit vuursteenmateriaal, waaronder een schrabber, die op 25 mei 1969 gevonden werden tijdens het uitgraven van een 18^e eeuwse put aan de rand van het terprestant Glins. Verder informeert Jager ons ook over het verdere lokale verloop van de pleistocene ondergrond die in westelijke richting geleidelijk afhelt en in het aangrenzende perceel zich op een diepte van minder dan één meter (onder maaiveld?) bevindt en hier uitsluitend uit grof zand bestaat. Ondermeer uit de onderzoeken van Ter Wee (1962) en Jelgersma & Brewer (1975) en uit de bodemkartering (STIBOKA 1981, 36-37) blijkt dat de boven-

kant van de keileem in een groot deel van het pleistocene gebied in het noorden van de provincie Friesland en het westen van de provincie Groningen op minder dan 120 centimeter diepte te vinden is (fig. 104).

Daar het vuursteen uit de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 gezien de grondstofkenmerken, zo goed als zeker uit secundaire, mogelijk lokale, context afkomstig is, heeft een onderzoek naar de precieze winningslokatie door de prehistorische mens verder weinig zin. De kwaliteit van het ingezamelde materiaal is variabel waarbij naast knollen met nauwelijks en/of zeer kleine verontreinigingen ook vuursteen van relatief slechte kwaliteit werd aangewend, zoals ondermeer blijkt uit de talrijke brokken en uit de talrijke vorstscheuren die op het materiaal werden aangetroffen en die ervoor zorgden dat het materiaal bij fysieke kracht op nauwelijks controleerbare wijze in verschillende brokken uiteenspatte; een aspect dat mee heeft bijgedragen aan de grote hoeveelheid materiaal die werd aangetroffen. Het lijkt er dus op dat de grondstofkwaliteit voor de prehistorische mens nauwelijks een belangrijk selectiecriteria vormde. Mogelijk wijst dit er ook op dat de prehistorische mens op voldoende wijze kon beschikken over grondstoffen, zij het dan van variabele kwaliteit. Verder kunnen deze verontreinigingen (en dan met name de vorstvlakken) hebben gezorgd voor geschikte vlakken om de afbouw van kernen zonder al te veel voorbereiding aan te vatten. Analyse van de afmetingen van de artefacten (voornamelijk artefacten waarvan een groot deel van hun oppervlak bedekt is met natuurlijke oppervlakken), evenals de refitresultaten kunnen ons verder inzicht verschaffen in de omvang van de oorspronkelijke knollen die werden verzameld. Uit deze analyse blijkt dat, op enkele uitzonderingen na, gebruik werd gemaakt van knollen met relatief beperkte afmetingen (nauwelijks groter dan een dimensie van 8 centimeter).

7.2.7.3 Thermische processen

Een algemene inleiding. Naast fysische en chemische verwerking kunnen de chemische, fysische en zichtbare eigenschappen van bewerkbaar lithisch materiaal ook wijzigen door extreme en/of langdurige temperatuursveranderingen (*thermal stress*), en dit ongeacht de temperatuur waaraan de stukken worden blootgesteld (Rasic 2004, 117): "*Thermal stress is a temperature-independent phenomenon; it can occur anywhere along the temperature scale. The rate of temperature change, as well as the number of oscillations beyond a certain threshold rate of temperature change, is the key factor. The process and its effects on artifacts are therefore similar regardless of whether the setting is a hot desert, a cold polar or high-altitude location, or adjacent to a fire hearth.*" Dergelijke aantasting kan het gevolg zijn van één gebeurtenis (*thermal shock*) of van een opeenstapeling van spanningen (*thermal stress fatigue*), hetzij door intentionele of acci-



fig. 104 Het voorkomen van keileem in de ondergrond van Noord-Nederland, naar Griede 1978, figuur 5, aangepast. Vergelijk met Fokkens 1998, figure 4.

dentele drastische dalingen, hetzij door verhitting/verbranding die in verband te brengen is met antropogene en/of natuurlijke processen. Deze processen kunnen plaatsvinden vóór, tijdens of na het vervaardigen en gebruiken van artefacten en laten niet steeds (macroscopisch) zichtbare sporen na. Dergelijke 'schade' uit zich voornamelijk in onregelmatige breuken die verschillende gestalten kunnen aannemen (i.e. hoekige fragmenten, *frost pits*, *potlids*, *crazing*, enz.), waarbij het onderscheid tussen aantastingen door extreem koude *versus* extreme hete processen vaak allerminst duidelijk is (Rasic 2004, 118). Van zeer groot belang is het herkennen van de effecten van hitte op gesteenten, niet in het minst omdat dit een vaak voorkomend fenomeen is op steentijdvindplaatsen (i.e. haarden, branden als post-depositioneel fenomeen, intentionele verhitting van artefacten om de bewerkbaarheid te verhogen, enz.). Peeters *et alii* (2001a, 16) wijzen erop dat verhitting van vuursteen verschillende oorzaken kan hebben en onderscheiden hierbij een viertal mogelijkheden: contact van het materiaal in of nabij een vuur, hetzij opzettelijk hetzij accidenteel, voorts opzettelijke verhitting volgens een gecontroleerd procédé en tenslotte verhitting van materiaal door een natuurlijke of opzettelijk aangewakkerde brand over een groter areaal. Over verhitting van vuursteen en de zichtbare effecten hiervan bestaat veel literatuur, waarbij de nadruk vooral ligt op intentionele verhitting/verbranding en minder op accidentele verbranding, dat meer, andere en vaak duidelijkere sporen nalaat op de artefacten. Dat dit onderscheid tussen accidenteel en intentioneel ook hier, net als bij de fragmentatie, niet steeds zonder problemen is, mag blijken uit volgend citaat (Luedtke 1992, 106): “*Accidental heating can sometimes bring about the changes in color and luster associated with heat treatment, and intention-*

nal heat-treating can sometimes leave some of the chert damaged [like accidental heating]. Therefore, one must look at the patterning of heat alteration within an entire assemblage to determine whether heat treatment was intentional.” Ondermeer door uitgebreid experimenteel onderzoek, sinds het werk van Crabtree in de jaren '60, is duidelijk geworden dat verhitting van sommige gesteenten, mits correcte toepassing, de mechanische eigenschappen nodig voor bewerking van gesteenten in sterke mate (kan) verbeteren. Ondertussen is dit technisch procédé aangetoond voor verschillende prehistorische contexten. Naast de eerder vermelde karakteristieken zichtbaar op lithische artefacten ten gevolge van extreme en/of langdurige temperatuursveranderingen, treden ook vaak (extreme) kleurveranderingen op -meteen ook het meest kenmerkende attribuut- en een afname van volume en/of gewicht. Daarnaast kan ook *flake splitting* optreden, waarbij de ventrale en dorsale vlakken van elkaar gescheiden worden, al dan niet met vlakke of onregelmatige breukvlakken en/of kleurverandering tot gevolg. Bij een attributenanalyse worden verschillende van deze criteria vaak samengenomen en maakt men gebruik van een ordinale schaal, met een onderscheid tussen licht, matig en zwaar verbrand. Het belang van dit attribuut situeert zich, zoals mag blijken uit bovenstaande beschouwingen, op zowel het tafonomische als het technologische vlak (\sim thermopreparatie als techniek), maar daarnaast wordt het ook gebruikt in het ruimtelijke onderzoek, en meer specifiek voor het karteren en reconstrueren van haardplaatsen (en het zoeken naar geschikt geassocieerd materiaal voor radiometrisch onderzoek).

Sporen van verhitting/verbranding te Leeuwarden-Hempens/N31. We wezen er eerder op dat een uitgebreide grondstofbepaling grotendeels belemmerd werd tengevolge van de hoge verbrandingsgraad die de assemblage kenmerkt, een fenomeen dat voor een deel ook verantwoordelijk is voor de hoge mate van fragmentatie. Bij de determinatie van het attribuut 'verbranding' is een onderscheid gemaakt tussen artefacten kleiner dan één centimeter en al de rest, waardoor het verdere (ruimtelijke) onderzoek enigszins beperkt wordt. Terwijl voor de eerste groep enkel de (macroscopische) aan- of afwezigheid van verbrandingssporen werd vastgesteld, werden voor alle overige artefacten daarnaast de graad van verbranding bepaald (onverbrand, licht, matig, zwaar), gebaseerd op kleurveranderingen, barst- en breukpatronen en de aanwezigheid van (negatieven) van *potlids*. Bij een ruimtelijke analyse van lithische vindplaatsen wordt namelijk vaak de graad van verbranding (matig - zwaar), in samenhang met de ruimtelijke verspreiding van andere verbrande vondstcategoriën, gebruikt als indicator voor de reconstructie van voormalig aanwezige maar niet meer als dusdanig in het veld herkenbare (niet-

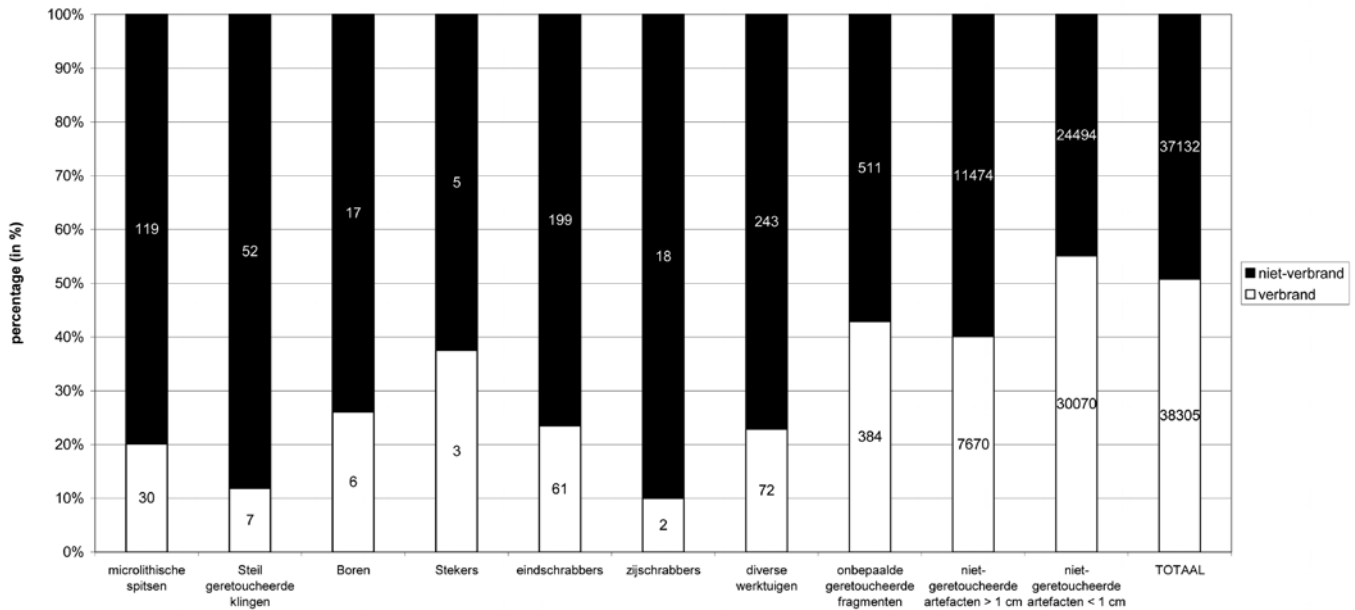


fig. 105 Overzicht van de verhouding verbrande/niet-verbrande artefacten per morfotype.

gestructureerde, latente) haardplaatsen. De belemmering voor dit onderzoek te Leeuwarden-Hempens/N31 hangt dan ook samen met het gegeven dat deze verbrandingsgraad niet werd bepaald voor de artefacten kleiner dan één centimeter, waardoor ca. 50,8% (of meer dan 30.000 artefacten) niet in deze analyse betrokken kunnen worden. Hierbij dient wel de opmerking te worden gemaakt dat determinatie van de verbrandingsgraad van artefacten kleiner dan één centimeter een vrij hachelijke onderneming is, waarbij voornamelijk matig en zwaar verbrande artefacten worden herkend en licht verbrande artefact (vermoedelijk) zwaar ondervetegenwoordigd zullen zijn. In dit opzicht kan deze groep – mits enig voorbehoud – toch deels betrokken worden in dit onderzoek naar de ruimtelijke spreiding van de (matig en zwaar) verbrande artefacten. Uit fig. 105 blijkt dat iets meer dan de helft van de assemblage (50,8%) bestaat uit zichtbaar verbrande artefacten. Tussen de verschillende ‘typegroepen’ is een aanzienlijke variatie aanwezig. Enkel bij artefacten kleiner dan één centimeter zijn verhoudingsgewijs meer verbrande dan niet-(zichtbaar) verbrande artefacten aangetroffen (respectievelijk 55,1% en 44,9%), terwijl bij de artefacten groter dan één centimeter deze verhouding ca. 40/60 bedraagt.

Over de artefacten kleiner dan één centimeter kan bij gebrek aan gedetailleerde analyse weinig meer worden vermeld; enkel dat een aanzienlijk deel van deze artefacten bestaat uit kleine brokjes en *potlids* die hun genese te danken hebben aan deze verbrandingsprocessen. In het opmerkingenveld werd tijdens het invoerproces -niet systematisch van bij de aanvang ervan- bijgehouden hoeveel *potlids* aanwezig waren: voor het materiaal uit de DAO-2 opgraafcam-

pagne (dat eerst werd ingevoerd) bedraagt het (tenminste) 140 stuks; voor het materiaal uit de IVO-DAO-1 campagnes, waar dit wel (min of meer) systematisch werd bijgehouden, bedraagt dit aantal 244. Tezamen is er dus sprake van tenminste 384 *potlids* (ca. 0,5% van het totale assemblage). Het negatief dat deze kleine, vaak planoconvexe, afsplinteringen achterlaten op het artefact werd vaak aangetroffen op de verbrande artefacten, maar niet systematisch geregistreerd. Bij de artefacten groter dan één centimeter is, zoals blijkt uit tab. 27, een onderscheid merkbaar tussen sporen van verbranding bij geretoucheerde en bij niet-geretoucheerde stuks. Onder de niet-geretoucheerde artefacten groter dan één centimeter toonde iets meer dan 40% sporen van verbranding (N = 7670). Bij de geretoucheerde artefacten, exclusief de fragmenten, ligt het relatieve aantal verbrande artefacten over het algemeen een stuk lager en schommelt dit tussen 10,0 en (een ‘uitschieter’) 37,5%. Ook Beuker (1989, 39) observeerde dit verschil voor de vindplaats Nieuw-Schoonebeek. In tegenstelling tot Leeuwarden-Hempens/N31 vertonen in Nieuw-Schoonebeek opvallend weinig kernen sporen van verbranding (‘craquele-ring’). Gezamenlijk overheersen daarbij de makkelijk herkenbare matig en zwaar verbrande artefacten (respectievelijk 56,2% en 34,1%) tegenover een relatief beperkt aantal licht verbrande artefacten (9,5%). Dit hangt hoogstwaarschijnlijk voor een deel samen met de beperkte zichtbaarheid van verbrandingssporen bij licht verbrande artefacten, waardoor ze ondervetegenwoordigd zijn. Belangrijk in dit verband is even te wijzen op het feit dat de geobserveerde sporen van verbranding vermoedelijk slechts een minimumwaarde vertegenwoordigen van alle verbrande artefacten. Daarnaast zullen immers ongetwijfeld nog verbrande arte-

facten voorkomen waarvan een macroscopische observatie geen indicaties heeft opgeleverd van die verbranding. Dit kan ondermeer worden aangetoond met de observatie dat bij een deel van de verbrande fragmenten enkel het breukvlak ontstaan ten gevolge van die verbranding zichtbaar verbrand was. In niet-gebroken toestand was hun verbranding niet opgemerkt geweest. Bij het ruimtelijke onderzoek dient met dit observatiegebrek rekening te worden gehouden.

Wanneer we kijken naar de relatieve percentages van de verbrandingsgraad bij de verschillende morfotypes, zien we bij de afzonderlijke microlithische spitsen nauwelijks verbrande artefacten optreden, met uitzondering van ongelijkbenige driehoeken (N = 31) waarvan ca. 42 % sporen draagt van verbranding, in meer dan de helft van de gevallen zware verbranding (53,9 %, N = 7). Het beperkte aantal artefacten binnen deze types van microlithische spitsen laat overigens geen verregerende zinvolle analyse toe. Bij de typegroep 'diverse werktuigen' zijn er nooit verbrandingspercentages boven de 31 %, waarbij verhoudingsgewijs meer geretoucheerde brokken (30,6 %, N = 11) en afslagen (24,3 %, N = 41) dan geretoucheerde (micro)klingen (14,6 %, N = 14) sporen van verbranding dragen. Bij de geretoucheerde (micro)klingen handelt het overigens in meer dan één vijfde van de gevallen over licht verbrande artefacten (21,4 %, N = 3). Weliswaar rekening houdend met de beperkte populatie, vormen ze hiermee een 'uitschieter' onder de lichtverbrande artefacten, waarvan beschouwd over de verschillende geretoucheerde en niet-geretoucheerde types afzonderlijk nauwelijks percentages van meer dan 15 % wordt gehaald. Andere 'uitschieters' in dit verband, eveneens met overigens zeer beperkte aantallen, zijn de kerfresten (22,2 %, N = 2) en de onbepaalde (microliet?)fragmenten (27,3 %, N = 3). Bij alle overige types zijn er absolute dominanties van matig en zwaar verbrande artefacten, waarbij matig verbrande artefacten, een enkele uitzondering niet te na gesproken, nauwelijks relatief lagere aandelen innemen van 30 %, en vaak zelfs tot de helft of meer. Onder de niet-geretoucheerde artefacten is een dominantie van verbrande artefacten waarneembaar bij de brokken (63,1 %, N = 2049) en afhakingsfragmenten (49,7 %, N = 2398), waarbij een aanzienlijk deel van de artefacten binnen beide groepen hun ontstaan net zullen te danken hebben aan de verbranding. Artefacten werden in niet-onbelangrijke mate tot de brokken gerekend omdat hun oppervlak ten gevolge van verbranding nog nauwelijks leesbare vlakken hadden. Tijdens het *refitten* is gebleken dat een deel van de brokken met nauwelijks leesbare vlakken pastte op verbrande fragmenten waarop, naast één of meerder breukvlakken ten gevolge van verbranding, wel nog een duidelijk ventraal vlak zichtbaar was. Ze vormden dus eigenlijk een onderdeel van een afhaking, maar werden door de verbranding niet als dusdanig meer herkend. Hetzelfde geldt voor gelijkaardige

brokken waarop wel afhakingsnegatieven zichtbaar waren, naast breukvlakken ten gevolge van verbranding, maar geen ventraal vlak. Deze fragmenten werden daarom ondergebracht bij de 'kernfragmenten'. Ook hier bleek tijdens het *refitten* dat een aantal ervan geen onderdeel van kernen waren, maar wel van afhakings. Dat ook de fragmentatie van afhakingsfragmenten (en dus hun toewijzing tot deze groep) (groten)deels in verbrand kan worden gebracht met verbranding blijkt uit de determinatie van de aard van het breukvlak. Hoewel voor dit attribuut geen attribuutstaat 'door verbranding' aanwezig was, werd voor 51,4 % van de breukvlakken de attribuutstaat 'indetermineerbaar' ingevoerd, waarbij dit quasi uitsluitend net betrekking had op het verbrande karakter van het breukvlak. Onder de overige niet-geretoucheerde artefacten hebben ook kernen nog een hoog verbrandingspercentage (37,6 %, N = 208), terwijl bij de overige niet-geretoucheerde artefacten (afhakings dus) het percentage zichtbaar verbrande artefacten een stuk lager ligt met percentages van 31,8 % (afslagen), 30,1 % (kernvernieuwing) en 24,6 % (microklingen).

We wezen er eerder op dat op basis van uitgebreid experimenteel onderzoek is gebleken dat verhitting van artefacten, mits strikte controle van temperatuur en afkoelingsnelheid, kan (maar niet noodzakelijk hoeft te) leiden tot een aanzienlijke verbetering van de mechanische eigenschappen van vuursteen, en daarmee zou resulteren in een toenemende controleerbaarheid van het afhakingsproces. Diverse archeologische contexten suggereren dat dit technologisch procédé, dat door Peeters (2000, 169) wordt aangeduid met de Nederlandse term thermopreparatie, doorheen de prehistorie werd toegepast, ook tijdens het mesolithicum. In een overzicht van deze toepassing binnen het Nederlandse meso- en neolithicum behandelt Peeters (2000) ondermeer de macroscopische kenmerken die thermopreparatie en verbranding van elkaar onderscheiden. Daarbij vermeldt hij (Peeters 2000, 171-172) dat: "*de combinatie van glans en kleurverandering het beste aanknopingspunt [biedt]. Vooral in het geval sterk glanzende vlakken voorkomen in combinatie met niet/minder sterk glanzende vlakken en de begrenzing van die glans exact wordt gedictieerd door de begrenzing van die vlakken, is de kans groot dat er van thermopreparatie sprake is. De sterk glanzende vlakken dienen te zijn ontstaan na de matte vlakken. Deze mogelijkheid wordt nog waarschijnlijker indien er een lichte roodkleuring (deze kan zeer lokaal zijn) zichtbaar is. [...] In alle gevallen blijft echter staan dat het van groot belang is de context goed te kennen. Zeker als er van wordt uitgegaan dat thermopreparatie een specifieke stap in een technologisch proces behelst, mag verwacht worden dat in een context waar systematisch thermopreparatie heeft plaatsgevonden, meerdere producten en/of bijproducten van het proces aanwezig zijn*". Verder sluit hij niet uit dat thermopreparatie van lithisch materiaal in het (Nederlandse) meso- en/of neolithicum

type	onverbrand	verbrand	indet.
A-spits	19	3	
B-spits	7	2	
C-spits	4	2	
D-spits	5		
gelijkbenige driehoek	4		
ongelijkbenige driehoek	18	13	
Lancetspits	1		
naaldvormige spits	1		
breed trapezium	56	10	
divers	4		
totaal microlithische spitsen	119	30	
totaal steil geretoucheerde kling	52	7	
totaal boren	17	6	
totaal stekers	5	3	
totaal eindschrabbers	199	59	2
totaal zijschrabbers	18	2	
geretoucheerde (micro)kling	82	14	
geretoucheerde afslag	127	41	1
geretoucheerde brok	25	11	
combinatiewerktuig	9	4	
pièce d'émoussée		1	
totaal varia geretoucheerd	243	71	1
brok	1193	2049	8
kern	342	208	4
kernvernieuwing	460	206	1
niet-geretoucheerde afslag	3445	1612	9
niet-geretoucheerde (micro)kling	3553	1160	3
niet-geretoucheerde afhakingsfragment	2423	2398	3
stekerslagen	6	1	
microsteker	48	9	
totaal 'afval'	11470	7643	28
fragment met afgestompte boord	209	138	1
fragment met afgestompte boord en afknotting	29	17	
fragment met afknotting	66	43	1
onbepaald (micro)liet? fragment	41	11	1
onbepaald geretoucheerd fragment	166	170	2
totaal onbepaalde geretoucheerde fragmenten	511	379	5
TOTAAL	12641	8200	36

licht	matig	zwaar	thermoprep.?	TOTAAL
	1	2		22
	1	1		9
	1	1		6
				5
				4
2	4	7		31
				1
				1
1	4	5		66
				4
3	11	16		149
	2	5		59
	2	4		23
	1	2		8
1	38	16	4	260
	1	1		20
3	4	7		96
3	25	13		169
	10	1		36
	2	2		13
	1			1
6	42	23		315
52	1285	706	6	3250
12	130	65	1	554
34	118	54		667
209	906	491	6	5066
196	532	427	5	4716
241	1339	814	4	4824
		1		7
2	6	1		57
746	4316	2559	22	19141
7	71	60		348
2	9	6		46
6	14	23		110
3	6	2		53
2	92	76		338
20	192	167		895
776	4605	2793	26	20870

tab. 27 Overzicht van de graad van verbranding per type, voor alle artefacten groter dan één centimeter.

werd toegepast, maar ziet voornamelijk geen overtuigende voorbeelden hiervan. De 35 artefacten uit de Hempens/N31 assemblage waarvoor 'thermopreparatie?' werd aangeduid zijn evenzeer allerm minst duidelijke voorbeelden. We kunnen ons qua interpretatie van deze stukken dan ook aansluiten bij de visie van Peeters (2000, 174-175) voor de enkele (mogelijk) gelijkaardige artefacten uit de vindplaats Almere-Hoge Vaart/A27: "Op het eerste gezicht zou geconcludeerd kunnen worden dat we hier te maken hebben met voorbeelden van thermopreparatie. Indien de ontstaansgeschiedenis van de vindplaats in ogenschouw wordt genomen [...], kan echter een andere getrokken worden: er is hier geen sprake van thermopreparatie. [...] Met het oog op het incidentele karakter van het voorkomen van stukken met kenmerken van thermopreparatie, moet daarom ook rekenschap gehouden worden van de enorme dichtheid aan haarden in de zone waar de artefacten zijn aan-

getroffen. Een zeer groot percentage van het vuursteen is hier verbrand, waarbij alle gradaties van verbranding aanwezig zijn. [...] De kans lijkt bijzonder groot dat een kleine hoeveelheid vuursteen toevalligerwijs op een dusdanige manier verhit is geraakt dat de kenmerken overeenkomen met die van thermopreparatie". In het geval van Hempens/N31 komen ze verspreid voor over het centrale deel van het opgraafterrein maar steeds langsheen de randen van zwaar verbrande 'clusters'. Naast hun dubieuze determinatie suggereert hun horizontale verspreiding en de overvloed aan verbrande artefacten op deze vindplaats een interpretatie gelijkaardig als die van Peeters voor het materiaal van de vindplaats Almere-Hoge Vaart/A27.

Ruimtelijke spreiding van zichtbaar verbrande artefacten. De horizontale verspreiding van zichtbaar verbrande

artefacten is moeilijk interpreteerbaar. Fig. 106 toont de verspreiding van alle verbrande artefacten. Hieruit blijkt duidelijk dat verbrande artefacten over het ganse opgraafvlak werden aangetroffen en dat de algemene verspreiding vergelijkbaar is met de verspreiding van het aantal vuurstenen artefacten (cf. fig. 80). Dit kan erop wijzen dat de verspreiding van het aantal vuurstenen artefacten gedeeltelijk bepaald wordt door de verspreiding van de verbrande artefacten die leiden tot een grotere fragmentatie (en dus een toename van aantallen). In de noordelijke concentratie 1 (cf. fig. 79) is een opmerkelijke verschuiving zicht: de meest dichte cluster met verbrande artefacten situeert zich ten oosten van de meest dichte cluster van alle artefacten. Vergelijking met fig. 65 toont aan dat er geen overlapping bestaat tussen de meest dichte houtskoolclusters en de meest dichte clusters van verbrand vuursteen. Tussen de verspreiding van verkoolde hazelnootfragmenten en verbrand vuursteen zijn er daarentegen wel duidelijke overlappings vast te stellen. Toch komen ook clusters met verkoolde hazelnootfragmenten voor waar nauwelijks verbrande vuurstenen aanwezig zijn. Fig. 107 toont de ruimtelijke verspreiding van alle zwaar verbrande artefacten groter dan één centimeter (voor de artefacten kleiner dan één centimeter werd de graad van verbranding niet vastgesteld). zwaar verbrande vuurstenen artefacten zijn eveneens aangetroffen over het ganse terrein, maar ook hier zijn duidelijke clusters met verhoogde densiteiten zichtbaar. Voor een deel komen deze clusters met verhoogde densiteit overeen met de clusters van alle verbrande artefacten uit fig. 106; anderzijds zijn er duidelijke afwijkingen zoals bijvoorbeeld in de noordelijke concentratie 1 waar zich nauwelijks of geen zwaar verbrande lithische artefacten bevinden. Een ander duidelijk voorbeeld situeert zich ter hoogte van concentratie 3a. In fig. 108 werden de vakken weergegeven waarvan meer dan 50 % van de artefacten verbrand is. Vergelijking van deze figuur met de twee vorige toont aan dat er slechts een gedeeltelijke overlapping bestaat.

7.2.7.2.4 Fragmentatie

Fragmentatie te Leeuwarden-Hempens/N31. Het grote aantal vuurstenen artefacten waaruit de lithische assemblage van de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 is opgebouwd, wordt mee bepaald door de mate van fragmentatie van zowel de afhakingen, de brokken als de kernen. Deze hoeveelheid aan lithisch materiaal is in niet onbelangrijke mate mee bepalend voor de beeldvorming over het 'omvangrijke' en dense karakter van deze vindplaats. Het aantal 'volledige' artefacten aangetroffen op deze vindplaats bedraagt 6600 stuks. Zonder dat hiervoor betrouwbare indicatoren beschikbaar zijn, is het niet ondenkbaar te stellen dat het 'oorspronkelijk' aantal artefacten (groter dan één centimeter) op de locatie, vóór (post-)depositionele aantastingen ervan, aanzienlijk lager moet zijn geweest dan

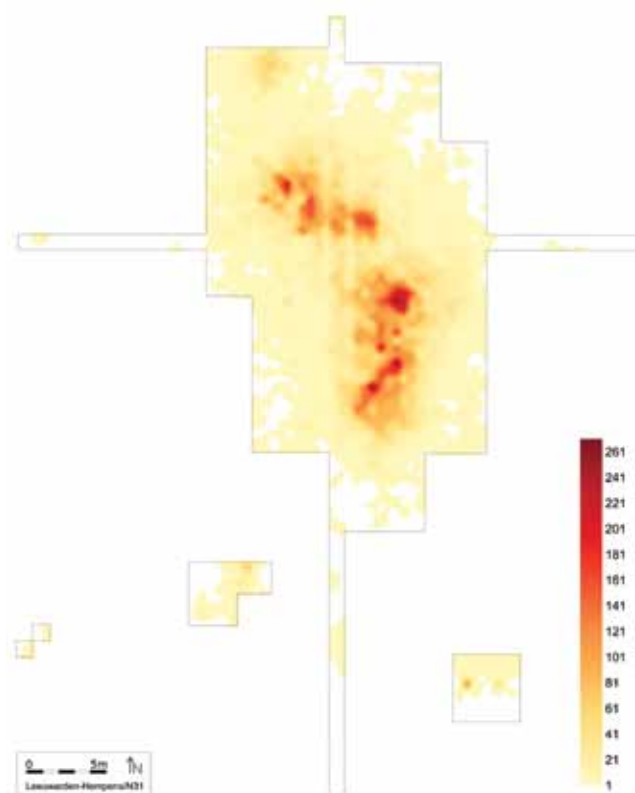


fig. 106 Ruimtelijke spreiding van alle verbrande vuurstenen artefacten.

de 20.873 stuks. Ook de geringe afmetingen en vaak ook de kwaliteit van de grondstof, wat tijdens het productieproces ongetwijfeld leidt tot een grote 'afval'-productie -inclusief kernen-, dient in beschouwing te worden genomen bij de interpretatie van de omvang en densiteit van een vindplaats.

Van alle artefacten groter dan één centimeter is (tenminste) 68,4% (N = 14.273 stuks) gefragmenteerd. Deze waarde zou vergeleken moeten worden met de gegevens uit de groep 'artefacten kleiner dan één centimeter', aangezien hierin, naast volledige artefacten ('chips'), ook talrijke fragmenten voorkomen (brokken, *potlids*, afhakingsfragmenten, enz.). Helaas is deze vergelijking hier niet mogelijk daar deze groep niet in detail werd bestudeerd. Deze hoge fragmentatiegraad, die zeker in het geval van afhakingen voornamelijk betrekking heeft op een (accidenteel en/of intentioneel) fragmentatieproces dat dateert van tijdens en/of na het productie- en/of gebruiksproces, is deels in verband te brengen met de aard en de kwaliteit van de gebruikte grondstof en met thermische inwerking (vorst, verbranding) op de grondstof, maar evenzeer met de productie en/of het gebruik van de artefacten. Fragmentatie kan voorts indicatief zijn voor (post-)depositionele processen en een gedetailleerde (ruimtelijke) studie ervan kan dus bijdragen aan de reconstructie van de formatieprocessen. Het onderscheid

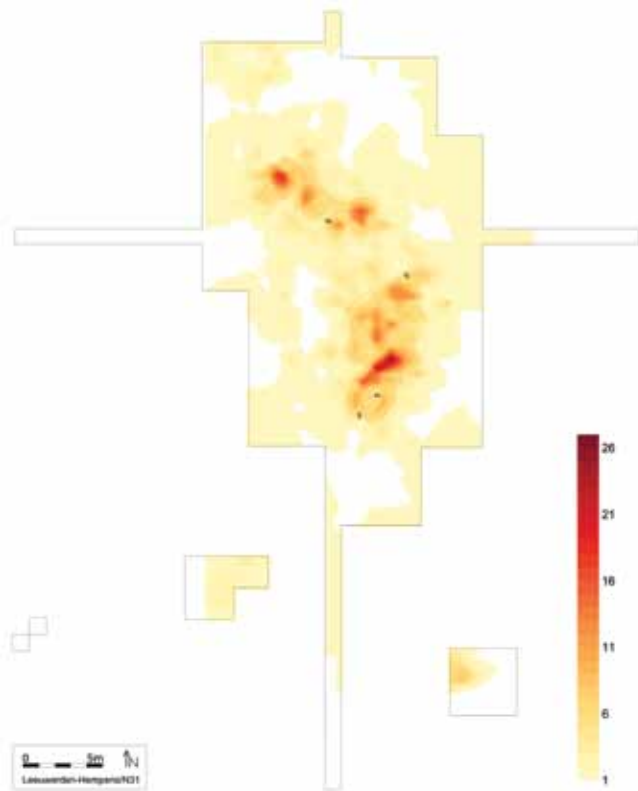


fig. 107 Ruimtelijke spreiding van alle zwaar verbrande vuurstenen artefacten groter dan één centimeter (ondergrens: 1 artefact, interval 1 artefact). De rode lijn vertegenwoordigt de vijf artefactengrens.

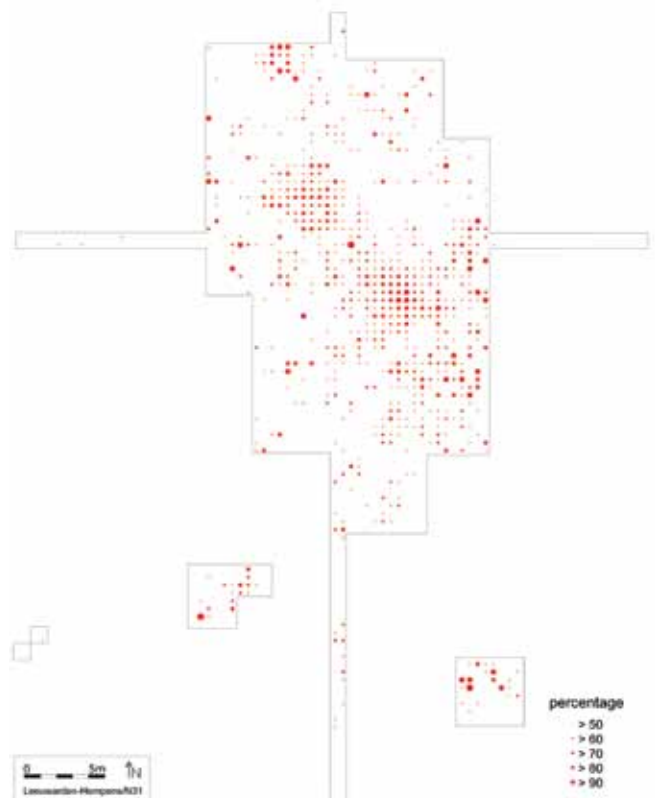


fig. 108 Ruimtelijke spreiding van de vakken waarvan meer dan 50% van de artefacten (alle lagen samen) verbrand is.

tussen intentionele en accidentele fragmentatie van lithische artefacten is, wegens gebrek aan duidelijke criteria, niet steeds eenvoudig te maken, net zoals het geval is bij thermische fenomenen. Proximale fragmenten van afhakingen hoeven overigens niet noodzakelijk complementaire mediale en/of distale stukken te hebben. Het gebeurt immers regelmatig tijdens het afhaakproces dat een afhaking breekt en er enkel een proximaal deel (vaak met *step*-breuk) ontstaat; het complementaire deel blijft dan, als het al gevormd wordt, op de kern achter en is in het beste geval zichtbaar als één of meerdere breuklijnen en/of een breukvlak die zich niet volledig hebben kunnen ontwikkelen. Vanuit die optiek zijn proximale fragmenten overigens niet de meest bruikbare indicatoren om fragmentatie na het afhaakproces te reconstrueren.

Naast de registratie van de fragmentatie en het resterende deel van het artefact, werd ook het attribuut 'breuktype' geregistreerd, gebaseerd op (vertalingen van) de algemene indelingen uit Roche & Tixier 1982. Een 'rechte breuk' werd door ons gelijkgesteld met een *step*-breuk, s-vormige en tongvormige breuken werden gezien als twee (complementaire) varianten van een *languette*-breuk, hoewel s-vormig ook zou kunnen verwijzen naar een scharnierbreuk (*rebroussé*) en een accoladevormige breuk werd beschouwd

als een *nacelle*-breuk. Gezien het weinig informatieve karakter van dit attribuut in deze fase van het onderzoek en daar er op dit moment serieuze twijfel bestaat over de consistentie waarmee dit attribuut doorheen het invoerproces door ons werd geregistreerd, wordt een gedetailleerde analyse ervan verder buiten beschouwing gelaten.

Op brokstukken groter dan één centimeter (N = 3250) en kernen (N = 554) werden vaak vorstvlakken aangetroffen (*supra*). Deze anterieure breukvlakken vormen zwakke punten in de grondstof die bij uitoefening van eender welke kracht op het materiaal mee bepalend zijn voor het breukgedrag van de knollen die als grondstof worden aangewend. Het *refit*onderzoek heeft zich, naast de aaneenpassing van afhakingen, ondermeer ook gericht op de opeenpassing van de, al dan niet verbrande, brokken om meer inzicht te krijgen in de betekenis van hun talrijke aanwezigheid op deze vindplaats. Zonder hierop dieper in te gaan is het opmerkelijk dat slechts een beperkt aantal van deze brokken aan elkaar kon worden gepast, ondanks uitgebreide en systematische inspanningen. Voor een deel hangt dit ongetwijfeld samen met de moeilijkheidsgraad om deze brokken op elkaar te passen ondermeer ten gevolge van de hoge verbrandingsgraad maar ook tengevolge van het veelvlakkige karakter van brokken waarbij voor elk vlak van het bokstuk

afzonderlijk moet worden nagegaan op welk ander vlak het zou kunnen passen, in tegenstelling tot afhakings, waar een ventraal vlak alleen maar op een dorsaal vlak kan passen. Voorts werden veel artefacten als brokstuk geklasseerd op basis van hun morfologie die in zo'n mate was aangetast ten gevolge van verhittings-/verbrandingsprocessen dat een determinatie van het 'oorspronkelijke uitgangsartefact' niet meer mogelijk was. Ca. 63% van de brokstukken was op die manier (zichtbaar) verbrand en gefragmenteerd (N = 2043). Zowat de helft van de 554 aangetroffen kernen (N = 271) was eveneens gefragmenteerd, ook hier voornamelijk samenhangend met thermische processen, hetzij gerelateerd met vorstwerking (getuige de vorstvlakken), hetzij met verhitting/verbranding (getuige de zichtbare sporen van verbranding bij 154 kernfragmenten). Overigens heeft het *refit* onderzoek aangetoond dat niet alle als kernfragment geklasseerde artefacten daadwerkelijk fragmenten van kernen betreffen. In sommige gevallen, waarin naast enkele negatieven van afhakings één of meerdere breukvlakken door verbranding zijn ontstaan, bleek het breukvlak te passen op fragmenten met een ventraal vlak. Het zijn dus met andere woorden geen kernfragmenten maar afhakingsfragmenten.

In fig. 109 (boven) is een overzicht opgenomen van de verhouding tussen volledige en gefragmenteerde, niet-geretoucheerde afhakings. Hieruit blijkt de grote fragmentatiegraad bij deze groep van artefacten: bijna tweederde ervan zijn fragmenten (N = 63,6%). Daarbij is overigens een duidelijk (maar niet onverwachts) verschil merkbaar tussen (micro)klingen en afslagen: (micro)klingen volgen de algemene trend met een hoge fragmentatiegraad, terwijl meer dan twee op drie afslagen niet gefragmenteerd is. Vermoedelijk zou dit verschil nog meer uitgesproken zijn wanneer ook de onbepaalde afhakingsfragmenten in het verhaal zouden worden betrokken. Voor tenminste 1600 onbepaalde afhakingsfragmenten (= ca. 33%) werd in het opmerkingenveld geregistreerd dat het 'vermoedelijk (micro)klingfragmenten' waren, ondermeer op basis van de evenwijdigheid van randen en/of het regelmatige verloop van het dorsale ribbenpatroon. Het *refit* onderzoek dat voor een deel gericht was op het aan elkaar passen van fragmenten kan dit beeld verder verfijnen. Tab. 28 toont een meer gedetailleerd overzicht van de fragmentatiegraad bij de verschillende niet-geretoucheerde types. Hieruit blijkt dat bij quasi alle types proximale fragmenten domineren met percentages tussen 30 en 40%, gevolgd door distale en vervolgens mediale fragmenten. Uitzondering hierop is het type kernvernieuwing waar distale fragmenten meer dan 40% van de fragmenten vormen. Opvallend zijn verder de relatief hoge aandelen van laterale, beschadigde en indetermineerbare fragmenten bij afslagen, een aandeel dat minstens dubbel zo hoog ligt als bij de overige types.

In fig. 109 (onder) is een overzicht opgenomen van de verhouding tussen volledige en gefragmenteerde geretoucheerde afhakings. Hieruit blijkt de grote fragmentatiegraad ook bij deze groep van artefacten, die – uiteraard – in de eerste plaats bepaald wordt door de onbepaalde geretoucheerde fragmenten, terwijl bij de overige – determineerbare – geretoucheerde types het aandeel van de volledige artefacten duidelijk domineert, de boren en stekers niet te na gesproken. Deze observatie is uiteraard triviaal aangezien geretoucheerde artefacten die nauwelijks of niet gefragmenteerd zijn makkelijker typologisch gedetermineerd kunnen worden en indien dit niet het geval is, ze worden ondergebracht bij de groep van de onbepaalde geretoucheerde fragmenten. Uit tab. 15 bleek dat 895 geretoucheerde artefacten werden gedetermineerd als 'onbepaalde geretoucheerde fragmenten'. Daarmee vormen zij meer dan de helft (51,8%) van alle geretoucheerde artefacten, en ca. 1,2% van het volledige assemblage. Wanneer gekeken wordt naar het attribuut 'volledigheid' zien we dat het aandeel van de geretoucheerde fragmenten echter nog hoger uitvalt, met name 62,6% (N = 1084). Dit verschil hangt samen met het feit dat van een aanzienlijk deel van de geretoucheerde fragmenten, ondanks hun fragmentatie, het type nog kon worden achterhaald. De fragmentatiegraad bij deze groep van artefacten verschilt dus nauwelijks met de fragmentatiegraad bij de niet-geretoucheerde afhakings (N = 63,6%). Zoals blijkt uit tab. 29 worden de geretoucheerde fragmenten, in tegenstelling tot de niet-geretoucheerde artefacten, gedomineerd door mediale fragmenten, waarbij het voornamelijk gaat om (microliet?)fragmenten met afgestompte boord (N = 179, ca. 47%) en (trapezium?)fragmenten met afknotting (N = 68, ca. 20%). Naast mediale fragmenten zijn ook distale en proximale fragmenten goed vertegenwoordigd. Net als bij de niet-geretoucheerde fragmenten komen ook hier nauwelijks laterale en meervoudige fragmenten voor en is het relatief hoge aantal artefacten met niet-gedetermineerde fragmentatiegraad opvallend (ca. 18%). Naast invoerfouten hangt dit laatste samen met de vaak kleine afmetingen van deze fragmenten en de hoge graad van verbranding.

7.2.7.2.5 Afmetingen

Een algemene inleiding. Bij de bestudering van de afmetingen van lithische artefacten dient er rekening mee te worden gehouden dat van bepaalde groepen artefacten de 'oorspronkelijke' (in ons geval maximale) afmetingen (lengte, breedte, dikte) niet meer direct te achterhalen zijn. Dit is in de eerste plaats het geval met de fragmenten. Bij alle afhakings, ongeacht de aan- of afwezigheid van secundaire modificatie, is naargelang de fragmentatiegraad en de ligging van het breukvlak geen directe observatie meer mogelijk van de lengte (~ proximale, mediale, distale en meervoudige fragmenten), de breedte (~ laterale en meervoudige fragmenten) en/of de dikte (~ fragmenten waar bijvoorbeeld

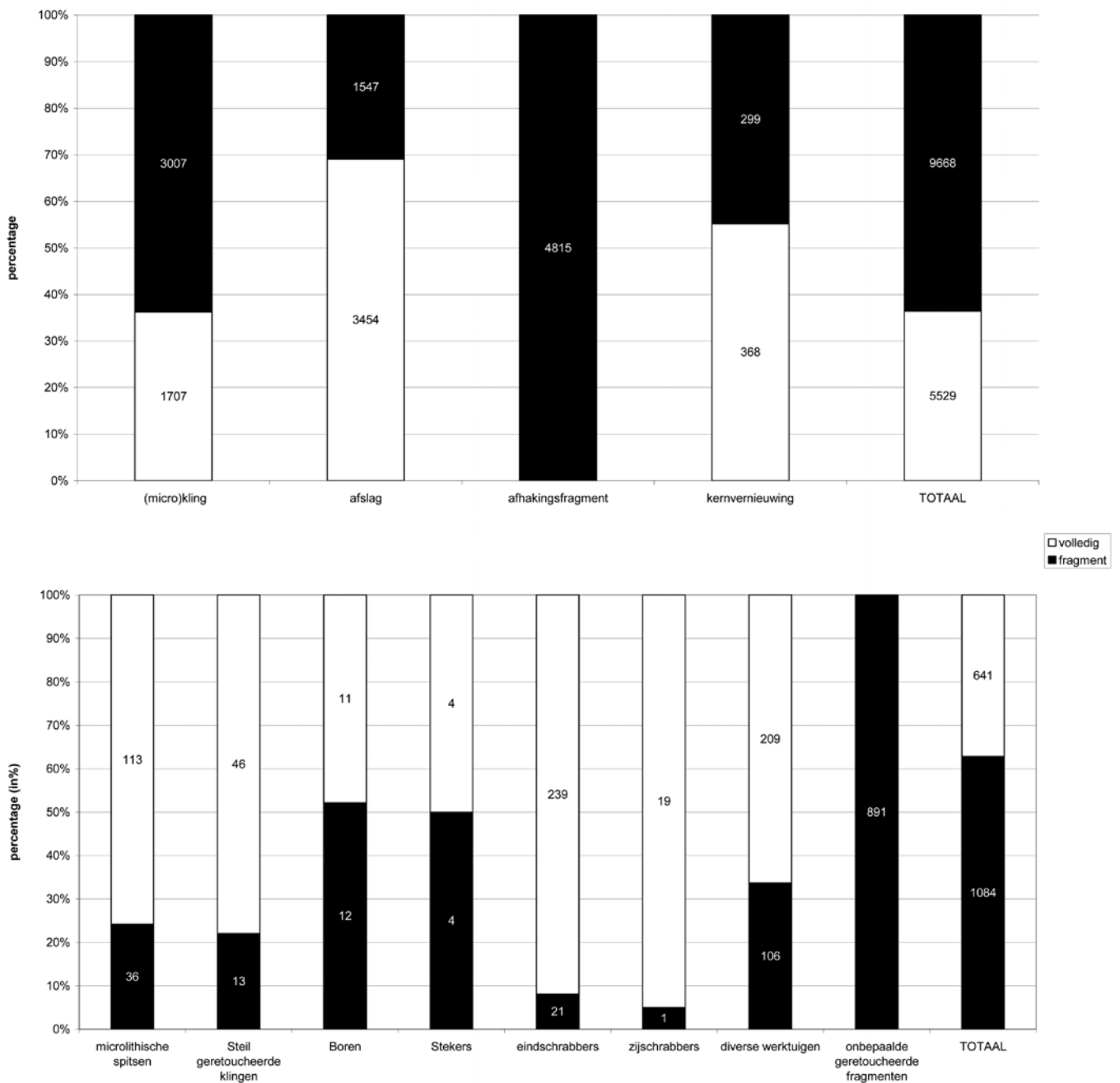


fig. 109 Overzicht van de verhouding volledige/gefragmenteerde afhalingen: boven niet-geretoucheerde afhalingen, onder geretoucheerde afhalingen.

door verbranding het ventrale vlak en het dorsale vlak van elkaar gescheiden zijn). Bij de gemodificeerde artefacten, inclusief de niet-gefragmenteerde, komt daar nog bij dat door modificatie van de rand(en), afhankelijk van de intensiteit waarmee dit heeft plaatsgevonden, een (onbekend) deel van het 'oorspronkelijke' artefact (de 'drager') is verdwenen. Bij een beschouwing van de afmetingen dienen deze verschillende factoren in rekening te worden gebracht en dienen de afmetingen te worden beschouwd als minimale waarden. Om die reden worden in deze analyse brokken en volledige kernen, niet-geretoucheerde en geretoucheerde afhalingen

van elkaar onderscheiden. De respectievelijke fragmenten binnen deze groepen worden eveneens afzonderlijk beschouwd en kunnen vergeleken worden met de volledige exemplaren.

Verder dient er nog te worden opgemerkt dat bij brokken, per definitie ook fragmenten, en in mindere mate ook bij kernen, nog een andere factor meespeelt die een nauwkeurige bepaling van afmetingen in de weg staat. Het voornaamste probleem bij deze groepen is namelijk dat er, in tegenstelling tot afhalingen, geen enkel objectief aanknopingspunt

type	volledig	fragmenten
<i>(micro)kling</i>	1707	3007 ^{[a][b]}
<i>afslag</i>	3454 ^[c]	1547 ^{[a][b]}
<i>afhakingsfragment</i>	- ^[a]	4815 ^{[a][b]}
<i>kernvernieuwing</i>	368	299 ^[b]
	5529	9668

<i>(micro)kling</i>	36,21	63,79
<i>afslag</i>	69,07	30,93
<i>afhakingsfragment</i>	-	100,00
<i>kernvernieuwing</i>	55,17	44,83
	36,38	63,62

noot [a]

Twaalf artefacten werden niet in deze tabel opgenomen wegens determinatie- en/of typefouten in het databestand. Het gaat om drie afhakingsfragmenten waarvan de fragmentatiegraad als 'volledig' stond aangeduid (wat uiteraard niet kan) en twee (micro)klingen, één afslag en zes afhakingsfragmenten waarvan de exacte determinatie ten gevolge van typefouten niet meer achterhaald kon worden.

proximaal	mediaal	distaal	lateraal	meervoudig	beschadigd	indet.	TOTAAL
1189	607	974	10	11	185	31	4714
563	79	261	83	35	216	310	5001
1612	1285	1280	47	124	5	462	4815
82	42	124	4	1	16	30	667
3446	2013	2639	144	171	422	833	15197

39,54	20,19	32,39	0,33	0,37	6,15	1,03	100
36,39	5,11	16,87	5,37	2,26	13,96	20,04	100
33,48	26,69	26,58	0,98	2,58	0,10	9,60	100
27,42	14,05	41,47	1,34	0,33	5,35	10,03	100
35,64	20,82	27,30	1,49	1,77	4,36	8,62	100

noot [b]

Daarnaast zijn er nog 1381 **fragmenten** van artefacten (ca. 9%) wel opgenomen in deze tabel waarvan de lengte kleiner is dan één centimeter, maar die wel (bewust) bij de artefacten groter dan één centimeter werden geklasseerd: (micro)kling (N=72), afslag (N=40), afhakingsfragment (N=1260) en kernvernieuwing (N=9). Voor zover ik mij kan herinneren is dit overigens helaas niet systematisch doorheen het ganse onderzoeksproces gebeurd, getuige het refitonderzoek dat heeft aangetoond dat er bij de artefacten kleiner dan één centimeter nog verscheidene afhakingsfragmenten bevonden, die overigens wel werden meegenomen in het refitonderzoek.

noot [c]

64 als 'volledige afslag' gedetermineerde artefacten (ca. 1,8%) hebben een lengte kleiner dan één centimeter en horen dus eigenlijk bij de groep 'artefacten < 1 centimeter'. Ze zijn daarom niet opgenomen in deze tabel. Verder blijkt uit de studie van de verhouding lengte/breedte (*infra*) dat een aantal (micro)klingen en afslagen niet voldoen aan het onderscheidend criterium en eigenlijk dus in de andere categorie horen te zitten; de hier onderscheiden types is gebeurd op basis van de typologische toewijzingen en niet op basis van de lengte/breedte-verhouding.

tab. 28 Overzicht van de fragmentatiegraad bij de niet-geretoucheerde afhakings, uitgedrukt in aantal (boven) en percentages (onder). De aard van fragmentatie verwijst naar het deel dat beschikbaar is. De categorie 'beschadigd' betreft fragmenten waarvan met zekerheid kan worden vastgesteld dat slechts een zeer miniem deel van de afhaking ontbreekt.

type groep	Proximaal	Mediaal	Distaal	Lateraal	meervoudig	Beschadigd	indet.	TOTAAL
<i>microlithische spitsen</i>	5	16	7	0	0	7	1	36
<i>Steil geretoucheerde klingen</i>	2	3	2	0	0	6	0	13
<i>Boren</i>	10	2	0	0	0	0	0	12
<i>Stekers</i>	1	0	1	1	0	0	1	4
<i>eindschrabbers</i>	4	1	8	2	0	1	5	21
<i>zijschrabbers</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>diverse werktuigen</i>	34	19	11	5	3	7	27	106
<i>onbepaald fragment</i>	159	342	201	4	21	1	163	891^[a]
	216	383	230	12	24	22	197	1084

noot [a]

Voor vier van de 'onbepaald geretoucheerde fragmenten' werd bij het attribuut 'volledigheid' de waarde 'volledig' ingevuld, wat uiteraard niet kan. Deze zijn niet opgenomen in de tabel.

tab. 29 Overzicht van de fragmentatiegraad bij de (determineerbare) geretoucheerde artefacten.

beschikbaar is om deze stukken te oriënteren, waardoor het moeilijk, zo niet onmogelijk is om op een consistente manier de exacte afzonderlijke maximale lengte, breedte en/of dikte te bepalen, laat staan deze artefacten in dit verband op een zinvolle manier onderling met elkaar te vergelijken (wat voor één brok/kern een lengte was, kan voor een andere de breedte zijn geweest, enz.). Hoewel zowel lengte-, breedte- en dikte voor elke brok en elke kern tijdens het invoerproces werden geregistreerd, zij het met deze kanttekening in het achterhoofd, zien we hier omwille van deze moeilijkheid en potentiële inconsistenties dan ook grotendeels af van een verdere gedetailleerde studie van de afmetingen van brokken en kernen. Nochtans zou een dergelijke studie interessante inzichten kunnen opleveren, ondermeer met betrekking tot hun relatie met andere groepen en de afmetingen van de oorspronkelijke knollen. Ook het verband met de verbrandingsgraad zou mogelijk interessante inzichten kunnen ople-

veren: Is er een verband tussen omvang van een brok en de verbrandingsgraad?, Is er een verschil in omvang tussen verbrande en niet-verbrande brokken?, enz. De metrische analyse van kernen en brokken kan, zoals verder zal blijken, wel in beperkte mate op een ander niveau worden gevoerd, in de zin dat niet de afzonderlijke lengte-, breedte- en diktematen tegenover elkaar worden uitgezet, maar wel dat deze afzonderlijke dimensies op één hoop worden gegooid en gezamenlijk als één dimensie worden benaderd. Op die manier kan, in grafiekvorm, de relatie tussen lengte, breedte en dikte worden weergegeven en een indruk worden verkregen van hun omvang.

Onderlinge vergelijking tussen en binnen de afzonderlijke morfotypologische groepen waarvoor afmetingen kunnen worden bepaald, kan in combinatie met ondermeer een beschouwing van het percentage anterieure natuurlijke

vlakken (vooral bij kernen), leiden tot een vrij nauwkeurige inschatting van de oorspronkelijke omvang van de gebruikte knollen. Integratie van de resultaten van het *refit* onderzoek, met name daar waar het onderzoek zich concentreerde op de aaneenpassing van afhakingsfragmenten, kan in een latere fase van het onderzoek de verkregen inzichten omtrent de afmetingen van artefacten nog verder verfijnen.

Afmetingen van kernen en kernfragmenten. Gezien bovenvermelde beperking om de (maximale) afmetingen van kernen op een betrouwbare manier te achterhalen, zullen we hier volstaan met een aantal algemene observaties. Zoals net vermeld, kunnen de afzonderlijke afmetingen onderling met elkaar worden vergeleken en gezamenlijk worden uitgezet in een grafiek (fig. 110). Zo krijgen we op zijn minst een globaal beeld van hun omvang en omzeilen we deels het probleem van de onderlinge vergelijkbaarheid van lengte, breedte en dikte. Uit deze figuur blijkt duidelijk dat de afmetingen van alle volledige kernen (N = 278) zich voornamelijk situeren tussen 1 en 6 centimeter en dat er nauwelijks grotere uitschieters waar te nemen zijn. Wanneer we onze aandacht richten op de ('minimale maximum') afmetingen van de kernfragmenten wordt dit beeld niet tegengesproken: het gros van de fragmenten past perfect binnen deze grenzen en heeft dimensies tussen 1 en 4 centimeter. De maximale afmetingen van de aangetroffen fragmenten zijn steeds kleiner dan 7,5 centimeter.

Wanneer we op dezelfde manier kijken naar de relatie tussen de hoeveelheid natuurlijk oppervlak op kernen en de afmetingen van die kernen, krijgen we een indicatie van de oorspronkelijke groottes van de gebruikte knollen. In de eerste plaats zijn er de kernen die voor meer dan 75% bedekt zijn met cortex en die dus het best een indicatie geven van de oorspronkelijke grootte van die knol. Dit hoeft overigens geenszins te betekenen dat het beeld dat uit die selectie wordt verkregen representatief zou zijn voor de groottes van alle knollen die door de prehistorische mens ter plaatse gebruikt werden. Het kan evengoed zijn dat deze knollen net omwille van hun kleine afmetingen minder (of meer) gegeerd waren en/of dat andere criteria de selectiekeuze van de knollen heeft bepaald. Hoe dan ook, bij de volledige kernen waarvan (bij benadering) minstens driekwart van hun oppervlak met anterieure vlakken bedekt was, blijkt dat, een drietal uitzonderingen niet te na gesproken, de afmetingen van deze kernen eerder beperkt zijn en zich uitstrekken tussen 0,5 en 6 centimeter. In drie gevallen hebben deze kernen minstens één dimensie groter dan 7,5 centimeter, maar nooit meer dan 8,5 centimeter. Kernen met minder cortexbedekking geven in mindere mate een idee van de oorspronkelijke groottes van de knollen. Bij de kernen met een cortexbedekking tot 75% zien we wel een

gelijkaardig beeld met afmetingen die nergens boven de 6 centimeter uitsteken, op twee uitzonderingen na met een dimensie van ca. 7 centimeter. Er lijkt overigens wel een trend waarneembaar te zijn dat de kernen in deze groep meer clusteren in het gebied met maximale dimensies lager dan ca. 5 centimeter. Deze trend zet zich overigens verder naarmate de cortexbedekking op de kernen afneemt. Zo is te zien dat er, min of meer volgens wat verwacht zou kunnen worden, weldegelijk een evenredig verband bestaat tussen het percentage cortexbedekking en afmetingen van de kernen. Volledige kernen die voor de helft of minder zijn bedekt met anterieure vlakken, en die dus (vermoedelijk) intensiever zijn benut door de prehistorische mens, hebben afmetingen waarvan de maximale dimensies nauwelijks de 4 centimeter overschrijden, terwijl bij kernen waarvan tot driekwart van hun oppervlak ontstaan is ten gevolge van kernaufbouw, zelfs nauwelijks exemplaren groter dan 3,5 centimeter voorkomen. Op basis van bovenvermelde gegevens lijkt het er dus op dat (de meerderheid van) het uitgangsmateriaal dat geselecteerd werd voor vuursteenbewerking beperkte afmetingen had, een beeld dat overigens goed aansluit bij de eerdere bevindingen van de grote hoeveelheid artefacten in de assemblage waarop cortex werd aangetroffen.

Afmetingen van brokken. Op dezelfde manier waarop de relatie tussen de afmetingen van de kernen en het percentage van anterieure vlakken werd bestudeerd, kan de relatie tussen de afmetingen van brokken en hun verbrandingsgraad benaderd worden (fig. 111). Uit deze figuur is niet alleen af te leiden dat de afmetingen van de brokken, in overeenstemming met de kernen, nauwelijks maximale dimensies van meer dan 7 centimeter bezitten, ook is duidelijk zichtbaar dat verbrande (en dan vooral zwaar en licht verbrande) brokstukken opmerkelijk kleinere dimensies hebben dan een groot deel van de onverbrande brokstukken. Bij deze verbrande brokken zijn de maximale dimensies nauwelijks groter dan 4 centimeter, terwijl een aanzienlijk aandeel van de niet-verbrande brokken grotere dimensies hebben dan 4 centimeter. Mogelijk is dit verschil deels in verband te brengen met het verbrandingsproces waarbij kleinere fragmenten werden gevormd.

Afmetingen van volledige, niet-geretoucheerde afhakingen. Uit fig. 112 en fig. 113 blijkt de zeer geringe afmetingen van de volledige niet-geretoucheerde afhakingen, steeds korter dan 6,0 centimeter. Ca. 85% van deze volledige niet-geretoucheerde afhakingen (N = 5593) is zelfs kleiner dan 3,0 centimeter. Verder is een licht verschil in lengte op te merken tussen de afzonderlijke 'types': de lengte van (micro)klingen varieert vooral tussen 1,5 en 3,4 centimeter (= 82,5%), vergelijkbaar met 'kernvernieuwings'-afhakingen (= 70,7%) waar daarnaast ook ca. 11,7% tussen 3,5 en

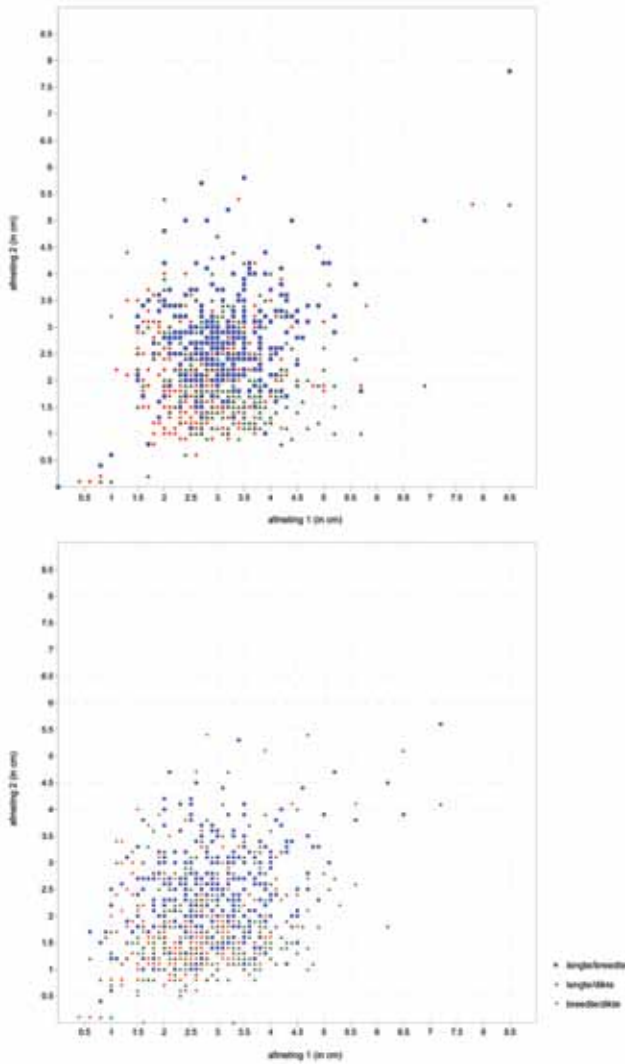


fig. 110 Overzicht van de afmetingen van kernen: boven volledige kernen, onder kernfragmenten.

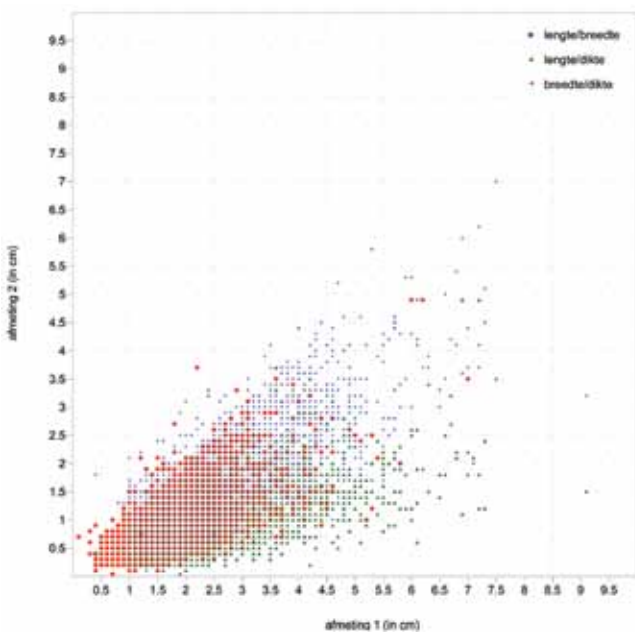


fig. 111 Overzicht van de afmetingen van brokken.

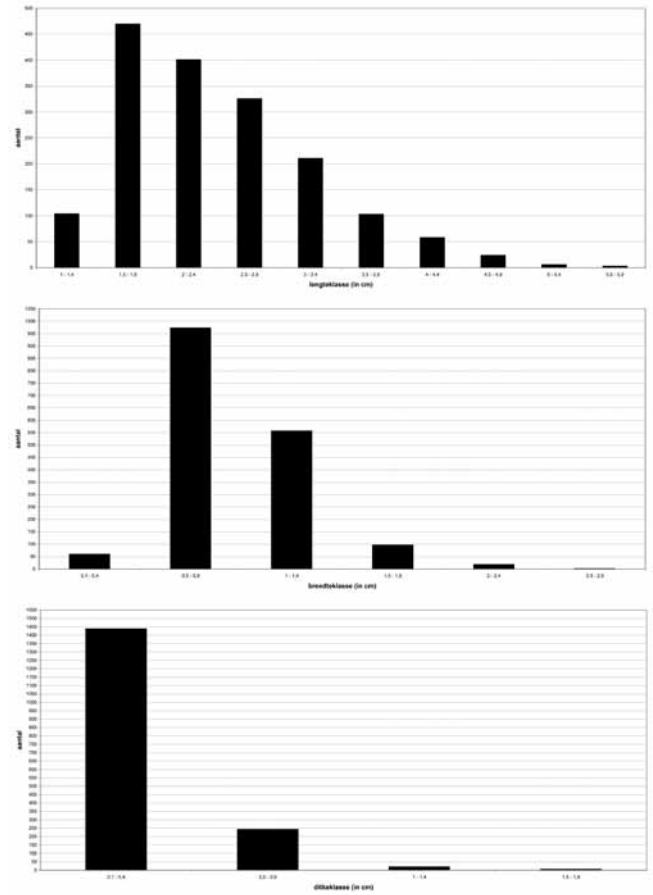


fig. 112 Overzicht van de afmetingen van volledige (micro)klingen, uitgedrukt in klassen. Boven lengte, midden breedte, onder dikte.

3,9 centimeter lang is; de lengte van de overgrote meerderheid van de afslagen (= 93,1 %) daarentegen is kleiner dan 3,0 centimeter, waarbij zelfs ca. 82,7% kleiner is dan 2,5 centimeter. Verderop zal blijken dat het functionele onderzoek van deze niet-geretoucheerde afhakingen zich voornamelijk heeft geconcentreerd op de grotere afhakingen. In fig. 114 en fig. 115 zijn de afmetingen van de niet-geretoucheerde microklingen en afslagen opgenomen. Hieruit blijkt dat deze zich zonder uitzondering binnen de grenzen van de volledige exemplaren bevinden.

In fig. 116 zijn de lengte/breedte-verhoudingen van de volledige, niet-geretoucheerde afhakingen opgenomen en verder opgesplitst per type. Hieruit blijkt ondermeer dat ca. 96,2% van alle niet-geretoucheerde afhakingen een lengte/breedte-verhouding heeft tussen 0,50 en 3,99. Zo'n 65,6% heeft een lengte/breedte-verhouding tussen 0,10 en 1,99 (inclusief 'kernrandvernieuwing', N=199) en zou dus volgens de gehanteerde definitie als 'afslag' (N=3614-199=3415) gedetermineerd moeten zijn. Toch wijken deze waarden (licht) af van de morfotypologisch als volledige 'afslag' gedetermineerde stukken (N=3454). Hetzelfde geldt voor de artefacten met een lengte/breedte-verhouding $\geq 2,00$ die

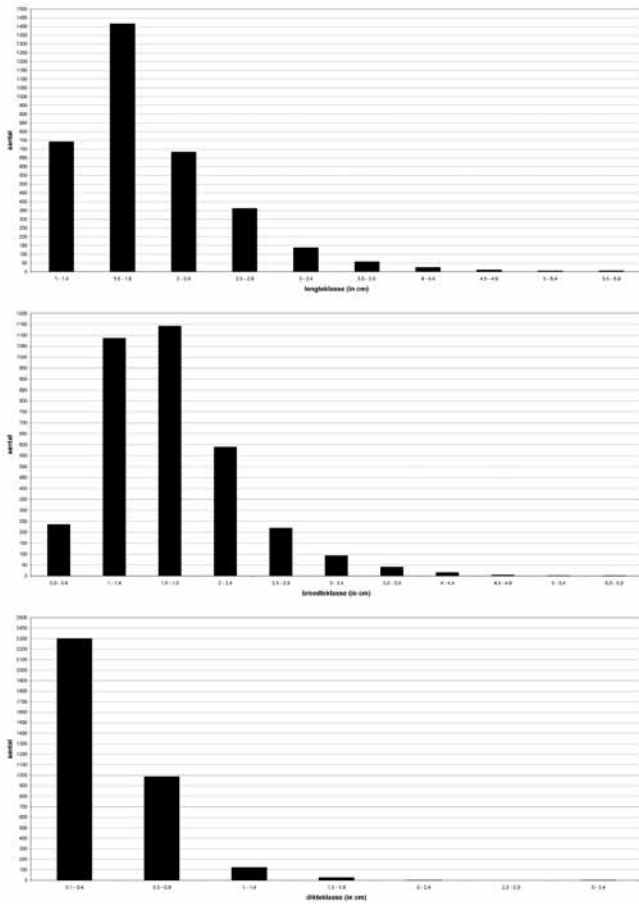


fig. 113 Overzicht van de afmetingen van volledige afslagen, uitgedrukt in klassen. Boven lengte, midden breedte, onder dikte.

'(micro)klingen' zouden moeten zijn (ca. 34,4%, B = 1728, exclusief 'kernrandvernieuwing', N = 169). Ook hier is een vergelijkbare lichte afwijking zichtbaar ten opzichte van de morfotypologische determinaties (N = 1707). Mogelijk gaat het in beide gevallen om foute determinaties van de afmetingen en/of de typologische toewijzing, maar het kan ook zijn dat de breedte zodanig afweek van het (subjectief) geobserveerde 'gemiddelde' van het artefact dat besloten werd om de morfotypologische toewijzing los te koppelen van de afmetingen. Een voorbeeld hiervan zou kunnen zijn een kling met een *outrépassé* uiteinde (een 'kernvoetkling') waarbij het distale uiteinde plots sterk uitwaaiert. Verder blijkt dat 88,6% van de (micro)klingen een lengte/breedte-ratio heeft tussen 2,00 en 3,99.

Voorts is onderzoek gedaan naar de relatie tussen enerzijds de 'slankheid' (lengte/breedte-verhouding) en anderzijds de lengte en/of breedte van de niet-geretoucheerde, volledige afhaken. Korte microklingen tussen 1,0 en 2,0 centimeter hebben een lengte/breedte-verhouding die voornamelijk varieert tussen 2 en 2,5. Maar daarnaast zijn er binnen deze lengteklasse ook een behoorlijk aantal minder brede microklingen met een lengte/breedte-ratio rond drie. Bij de iets

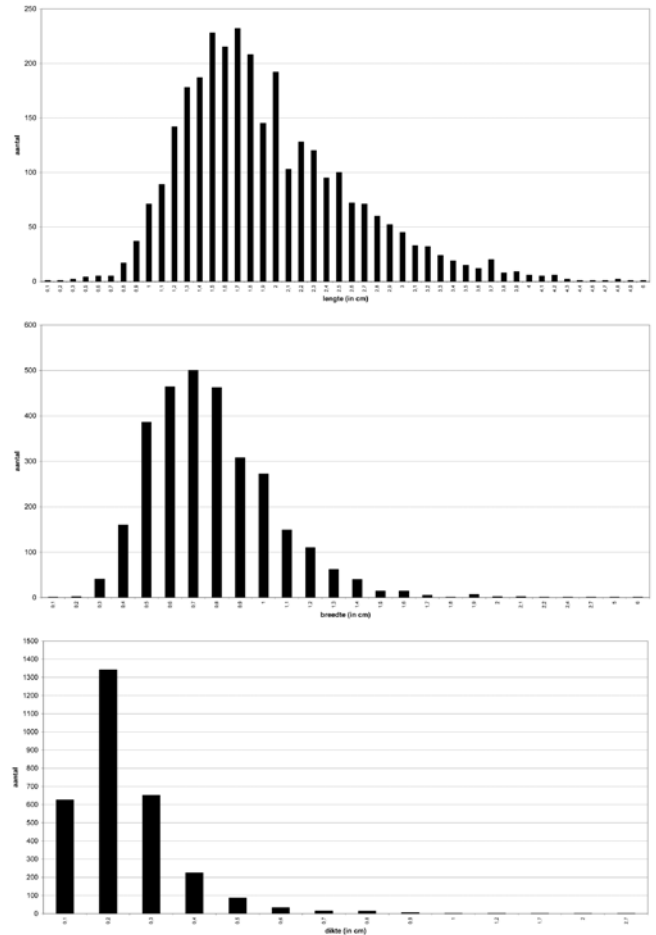
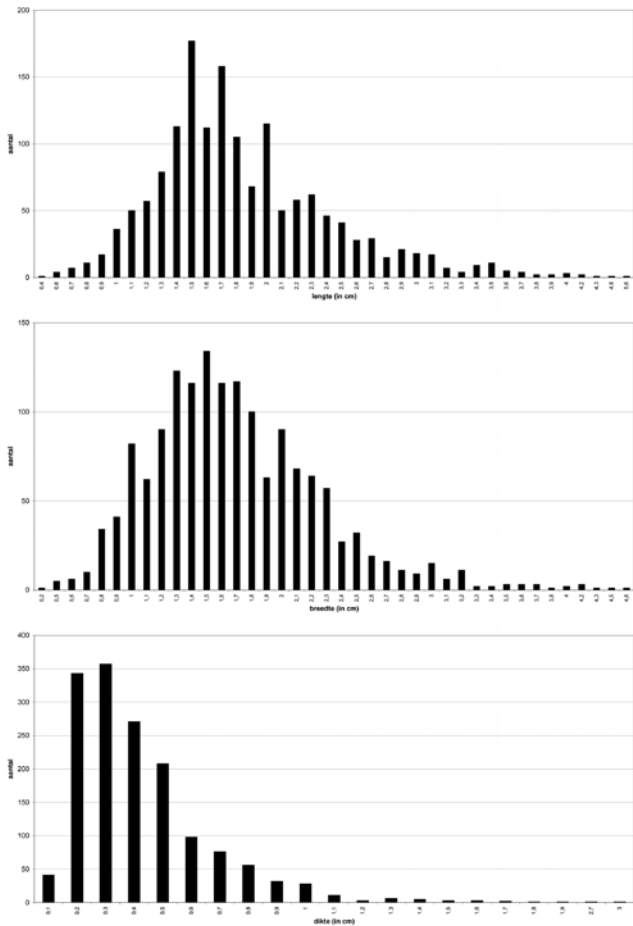


fig. 114 Overzicht van de afmetingen van (micro)klingfragmenten, uitgedrukt in klassen. Boven lengte, midden breedte, onder dikte.

grotere (micro)klingen met een lengte tussen 2,0 en 3,5 centimeter, waarmee we dan ook direct het gros van de (micro)klingen hebben behandeld, schommelt deze verhouding ook voornamelijk tussen 2 en 3, waarbij ze aanvankelijk bij de kleinere binnen deze groep ook nog eerder aanleunt tussen 2 en 2,5 maar naarmate de (micro)klingen groter worden er een meer evenwichtig verdeling is tussen beide waarden. Daarnaast komen, weliswaar in beduidend mindere mate, binnen alle lengteklassen ook smallere (micro)klingen voor, dus met een hoge waarde voor de lengte/breedte-verhouding. Volledige (micro)klingen breder dan 1,50 centimeter⁴⁷ hebben steeds een lengte/breedte-verhouding kleiner dan ca. 2,7 terwijl de (absoluut) smallere (micro)klingen (< 1,50 centimeter) een lengte/breedte-verhouding hebben die *grosso modo* schommelt tussen 2 en 6, maar die hierbinnen voornamelijk ook minder dan 3 bedraagt. Het zijn met name de (micro)klingen met een

47 Het gaat om 92 volledige (micro)klingen (of ca. 5,4% van alle 1702 volledige (micro)klingen), waarvan ca. 88% (N=81) een lengte heeft groter dan 3,00 centimeter (hun lengte varieert tussen 1,00 en 5,60 centimeter). Hiermee vertegenwoordigen ze ca. 14,5% van alle volledige (micro)klingen groter dan 3,00 centimeter.



115 Overzicht van de afmetingen van afslagfragmenten, uitgedrukt in klassen. Boven lengte, midden breedte, onder dikte.

breedte tussen 0,50 en 1,00 centimeter die hierin de meeste variatie vertonen; (micro)klingen met een breedte tussen 1,00 en 1,50 centimeter hebben immers nauwelijks een lengte/breedte-verhouding die groter is dan ca. 3,7. Volledige afslagen met een lengte tussen 1,00 en 2,00 centimeter, de absolute meerderheid van alle volledige afslagen, hebben een lengte/breedte-verhouding die voornamelijk varieert tussen 0,5 en 2. Er lijkt zich hierbinnen een lichte trend af te tekenen waarbij kleinere afslagen (tussen ca. 1 en 1,5 centimeter) een lagere lengte/breedte-verhouding (tussen ca. 0,5 en 1) hebben dan de grotere (tussen ca. 1,5 en 2) met een lengte/breedte-verhouding voornamelijk tussen 1 en 2. Ook voor nog grotere afslagen (> 2 centimeter) lijkt deze verhouding zich voornamelijk te situeren tussen 1 en 2. Een gelijkaardige trend is zichtbaar wanneer naar de breedte van afslagen wordt gekeken: smallere afslagen lijken een grotere lengte/breedte-verhouding te vertonen dan bredere afslagen. Afslagen smaller dan of gelijk aan 1,50 centimeter (N = 1622, met een lengte die varieert tussen 1,0 en 3,2 centimeter) hebben voornamelijk een lengte/breedte-verhouding tussen ca. 1 en 2, terwijl deze verhouding zich voor bredere afslagen (N = 1816, waarvan

de lengte varieert tussen 1,0 en 5,9 centimeter) voornamelijk situeert tussen 0,5 en 1,3 waarbij voor afslagen breder dan 3 centimeter (N = 123) nauwelijks nog een lengte/breedte-verhouding groter dan 1 wordt aangetroffen.

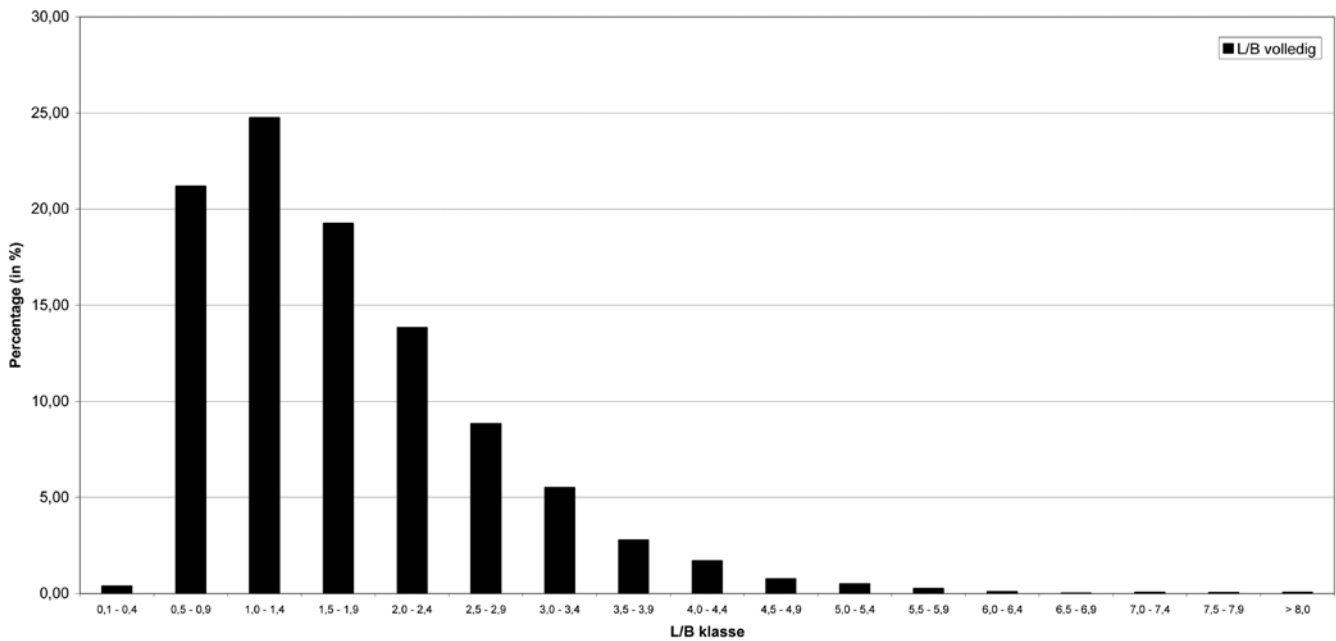
Afmetingen van volledige geretoucheerde afhakingen.

Fig. 117 toont de afmetingen van de volledige geretoucheerde afslagen. Vergelijking van beide figuren met de gelijkaardige figuren voor de volledige, niet-geretoucheerde afslagen, en rekening houdend met de wetenschap dat bij de geretoucheerde afslagen een onbekend deel van de drager is weggeretoucheerd, toont duidelijk aan dat voornamelijk de grotere afslagen werden geselecteerd als drager voor de vervaardiging van geretoucheerde afslagen. Ook bij de (volledige) schrabbers (fig. 118) als afzonderlijke groep is een gelijkaardig beeld zichtbaar: het zijn voornamelijk grotere, bredere en/of dikkere afslagen die als drager werden gebruikt voor de vervaardiging van schrabbers. In ca. 81% van de gevallen werd de drager ('grondvorm') omschreven als afslag, in ca. 5,3% als (micro)kling en in ca. 7,3% als kernvernieuwingsstuk. Onderlinge vergelijking tussen de schrabbers en geretoucheerde afslagen tonen aan dat de afmetingen van schrabbers (in het stadium waarin ze in het archeologische bestand zijn terechtgekomen) meer clusteren dan de geretoucheerde afslagen. Mogelijk hangt dit samen met de functie van het artefact of de intensiteit waarmee beide types (als ze al van elkaar kunnen worden gescheiden) geretoucheerd werden. Net als bij de geretoucheerde afslagen en schrabbers het geval is, lijken ook voornamelijk (micro)klingen met grotere afmetingen geselecteerd te zijn voor de vervaardiging van geretoucheerde (micro)klingen.

7.2.7.2.6 Overige attributen

Naast bovenvermelde attributen werden een aantal attributen geregistreerd die inzicht kunnen verschaffen in technologische aspecten van de lithische assemblage. Hun volledige betekenis zal echter pas duidelijk worden bij een gedetailleerde technologische studie van de lithische assemblage, die daarvoor dient te worden opgedeeld in meer betekenisvolle eenheden. Om de technologische organisatie(s) vervat in deze assemblage beter te kunnen vatten is echter uitgebreider en gericht onderzoek noodzakelijk, waarin een *refit*onderzoek een belangrijke leidraad kan vormen.

Impactkenmerken. Bij de attributenanalyse werd aandacht geschonken aan impactkenmerken, zoals deze zich manifesteren op het proximale gedeelte van afhakingen, zowel op het ventrale als op het dorsale vlak. Hiertoe werden voornamelijk verschillende dimensies van het restslagvlak (*i.e.* lengte, breedte, morfologie, bijwerking, slagvlakrandhoek, inslagpunt, enz.) geregistreerd. Daarnaast werd ook de mate van uitgesprokenheid van de slagbult vastgelegd; door het subjectieve karakter van deze meting, wordt in deze fase



116 Overzicht van de lengte/breedte-verhouding van de volledige niet-geretoucheerde afhakingen.

van het onderzoek niet verder ingegaan op een bespreking van de slagbult. Evenzeer wordt weinig aandacht geschonken aan de slagvlakrandhoek. Dit hangt niet alleen samen met de kleine afmetingen van de artefacten, maar evenzeer met het hieltype (*i.e.* puntvormig, lineair, gefacetteerd, corticaal, enz.) en de lengtekromming van de artefacten, die nauwelijks toelaten betrouwbare (en herhaalbare) metingen uit te voeren voor dit attribuut. Voorlopig beperken we deze bespreking dan ook tot een algemeen overzicht van de relatie tussen het type van restslagvlak op de afhakingen, de voorbereiding van de slagvlakrand met een speciale aandacht voor de niet-geretoucheerde afhakingen.

Uit tab. 30, waarin het type restslagvlak wordt vergeleken met de voorbereiding van de slagvlakrand, blijkt in de eerste plaats een dominante aanwezigheid van vlakke (ca. 30%) en lineaire (ca. 23%) hielen, maar daarnaast ook gefacetteerde en corticale exemplaren (resp. ca. 15 en ca. 10%). In veel mindere mate komen tweevlakkige en puntvormige hielen voor (resp. ca. 6 en 4%). Verder blijkt dat de slagvlakrand vaak niet werd bijgewerkt (ca. 60%); indien dit wel gebeurde resulteerde dit in kleine afhakingen (indicatief voor afschuring, ca. 26%); in mindere mate waren de slagvlakranden bijgeretoucheerd resulterend in grotere afhakingen nabij de slagvlakrand of werden ze gekenmerkt door een combinatie van beide. Voorts blijken gefacetteerde, corticale, puntvormige en tweevlakkige hielen gekenmerkt te worden door een absolute dominantie van niet bijgewerkte slagvlakranden (resp. ca. 86, 84, 75 en 74%), terwijl vlakke en lineaire hielen, die samen meer dan de helft van de geregistreerde restslagvlakken vertegenwoordigen, ook nog

vaak niet-bijgewerkte slagvlakranden hebben (resp. ca. 60 en 46%), maar daarnaast ook vaak werden afgeschuurd (resp. ca. 33 en 49%).

Kijken we naar de relatie tussen type restslagvlak en het type van niet-geretoucheerde afhakingen (tab. 31) dan blijkt vooreerst dat alle hieltypes voorkomen bij alle niet-geretoucheerde artefacten, maar dat er verschillen zijn tussen de verschillende types van niet-geretoucheerde afhakingen, met name wat betreft de verhouding tussen corticale en lineaire hielen bij microklingen en afslagen (resp. ca. 4/32% versus ca. 16/18%). Verder blijkt uit deze tabel ook dat corticale, en in mindere mate tweevlakkige, hielen voornamelijk op afslagen worden aangetroffen (resp. ca. 74 en 52%), terwijl de overige hieltypes in min of meer gelijke mate (schommelend tussen ca. 30-40%) vertegenwoordigd zijn tussen afslagen en microklingen.

Uit de relatie tussen het type van niet-geretoucheerd artefact en de voorbereiding van de slagvlakrand (tab. 32) blijkt in de eerste plaats dat niet-voorbereide slagvlakranden domineren bij alle types (met waarden tussen 61 en 68%), gevolgd door afgeschuurde randen (met waarden tussen 20 en 33%). Voorts blijkt dat bijretouchering van de slagvlakrand (eventueel in combinatie met afschuring) veel vaker voorkomt bij afslagen dan bij microklingen, maar dat bij afslagen terzelfdertijd (maar in minder sterke mate) ook meer scherpe slagvlakranden aanwezig zijn.

Slagkegels, zichtbaar op het ventrale vlak, werden relatief weinig aangetroffen (N = 247), en dan voornamelijk op

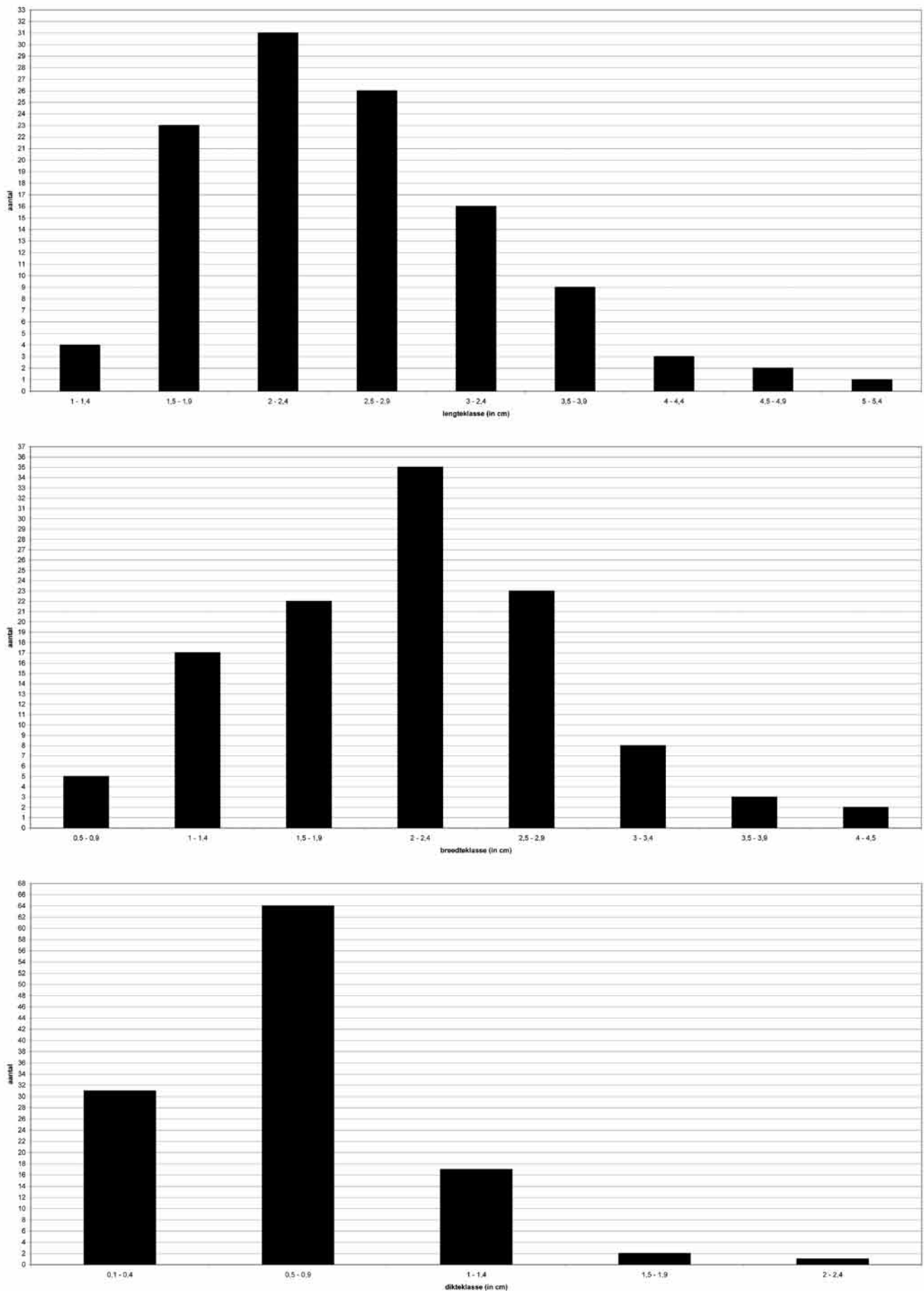


fig.117 Overzicht van de afmetingen van geretoucheerde afslagen, uitgedrukt in klassen. Boven lengte, midden breedte, onder dikte.

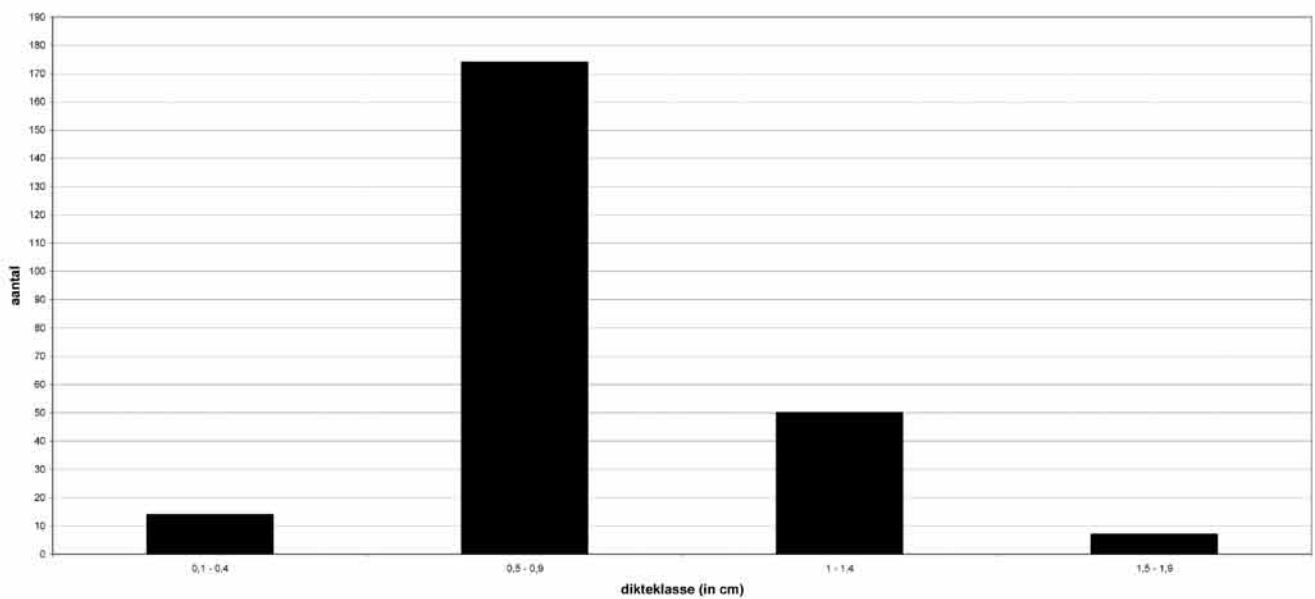
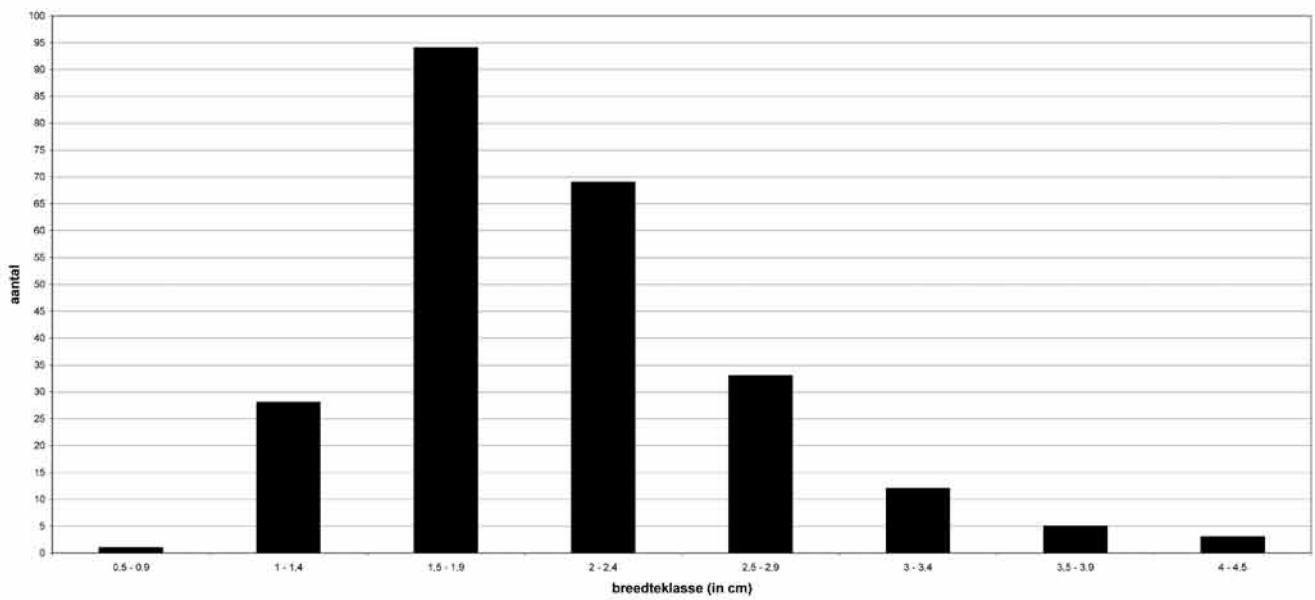
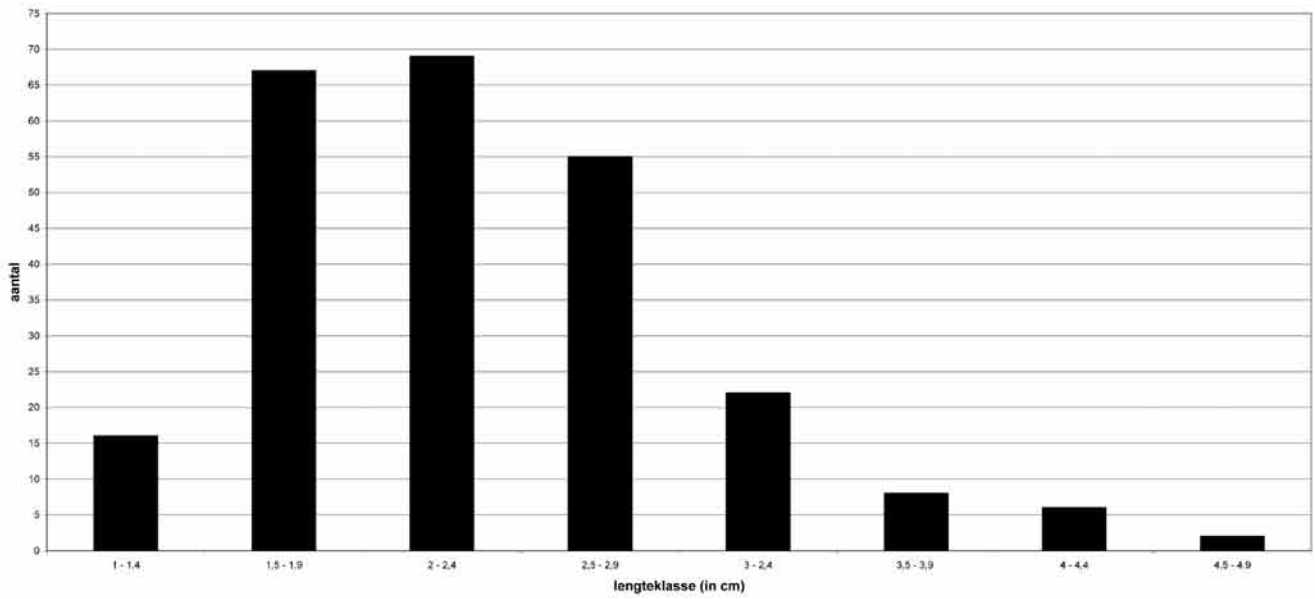


fig. 118 Overzicht van de afmetingen van schrabbers, uitgedrukt in arbitraire klassen. Boven lengte, midden breedte, onder dikte.

	scherp	bijgeretoucheerd	afgeschuurd	combinatie	indet.	TOTAAL
<i>cortex</i>	941	31	107	8	35	1122
<i>vlak</i>	1955	142	1077	29	45	3248
<i>tweevlakkig</i>	544	42	132	7	10	735
<i>gefacetteerd</i>	1436	23	193	4	12	1668
<i>lineair</i>	1178	48	1253	13	38	2530
<i>puntvormig</i>	382	6	69	2	47	506
<i>indet.</i>	287	9	68	11	968	1343
TOTAAL	6723	301	2899	74	1155	11152

tab. 30 Relatie tussen het type van het rests slagvlak op de afhaken en de voorbereiding van de slagvlakrand.

	kernvernieuwing	(micro)kling	afslag	afhakingsfragment	TOTAAL
<i>cortex</i>	60	118	740	82	1000
<i>vlak</i>	125	976	1363	563	3027
<i>tweevlakkig</i>	33	186	353	106	678
<i>gefacetteerd</i>	93	487	636	331	1547
<i>lineair</i>	106	1007	872	441	2426
<i>puntvormig</i>	24	191	176	74	465
<i>indet.</i>	58	139	552	509	1258
TOTAAL	499	3104	4692	2106	10401

tab. 31 Relatie tussen het type van het rests slagvlak op de afhaken en het type van niet-geretoucheerde afhaken.

	kernvernieuwing	(micro)kling	afslag	afhakingsfragment	TOTAAL
<i>scherp</i>	336	1905	3054	991	6286
<i>bijgeretoucheerd</i>	10	64	171	28	273
<i>afgeschuurd</i>	103	1010	990	608	2711
<i>combinatie</i>	6	8	47	7	68
<i>indet.</i>	44	117	430	472	1063
TOTAAL	499	3104	4692	2106	10401

tab. 32 Relatie tussen de voorbereiding van de slagvlakrand en het type van niet-geretoucheerde afhaken.

	kernvernieuwing	(micro)kling	afslag	afhakingsfragment	TOTAAL	%
<i>snijdend</i>	457	2429	3212	1159	7257	49,55
<i>scharnier</i>	30	242	689	195	1156	7,89
<i>kernvoet</i>	18	141	33	230	422	2,88
<i>breuk</i>	105	1629	793	2472	4999	34,13
<i>onregelmatig</i>	20	43	112	38	213	1,45
<i>indet.</i>	16	25	197	360	598	4,08
TOTAAL	646	4509	5036	4454	14645	100,00

tab. 33 Overzicht van het distale uiteinde bij niet-geretoucheerde afhaken.

afslagen (N = 176) en in mindere mate op microklingen (N = 41). Versplintering van het proximale gedeelte, wat vaak voorkomt wanneer de impact dicht tegen de slagvlakrand plaatsgrijpt, werd eveneens weinig aangetroffen. Mogelijk is dit een vertekend beeld, daar het niet valt uit te sluiten dat in dergelijke gevallen in het databestand werd aangeduid dat het proximale gedeelte afwezig was. Een lip, op de rand van het ventrale vlak en het rests slagvlak, werd daarentegen vaker geregistreerd: in 4133 gevallen (of ca. 42% van alle volledige en proximale afhaken) werd dit attribuut geregistreerd. Kijken we in dit verband enkel naar de niet-geretoucheerde afhaken (N = 3958), dan zien we dat dit het vaakst voorkomt bij microklingen (ca. 41%) en in mindere mate ook bij afslagen (ca. 33%).

Het distale uiteinde. Een vereenvoudigd overzicht van het distale uiteinde bij de niet-geretoucheerde afhaken is opgenomen in tab. 33. Daar waar het distale uiteinde werd aangetroffen (dus niet bij proximale en mediale fragmenten), gaat het voornamelijk om snijdende uiteindes en in mindere mate om scharnier'breuken' of kernvoetafhaken ('*outrépassé*'). Er zijn weinig markante verschillen waar te nemen tussen afslagen en (micro)klingen, naast de vaststelling dat gebroken uiteindes (fragmenten dus) vaker voor-

komen bij microklingen dan bij afslagen, zoals we eerder zagen. Voorts worden scharnierbreuken vaker aangetroffen bij afslagen dan bij microklingen.

De lengtekromming, laterale boorden en doorsnede van afhaken. De lengtekromming van de niet-geretoucheerde afhaken is opgenomen in tab. 34. De overgrote meerderheid van de afhaken zijn recht of licht gekromd, waarbij nauwelijks verschillen optreden tussen microklingen en afslagen. In mindere mate komen getorseerde (vooral bij de microklingen) of sterk gekromde afhaken voor. Voornamelijk bij de microklingen werden een aantal afhaken aangetroffen met een abrupte distale kromming. Het verloop van de laterale boorden bij de niet-geretoucheerde afhaken is weergegeven in tab. 35. Daar waar afslagen behoorlijk veel variatie laten optekenen (met een dominantie van divergerende en onregelmatige boorden), tonen de microklingen voornamelijk (sub)parallele of convergerende boorden. Microklingen hebben vaak een drie- of vierhoekige doorsnede (tab. 36), maar daarnaast komen ook een behoorlijk aantal microklingen met onregelmatige doorsnede voor (cf. onregelmatig verloop dorsaal ribbenpatroon). Afslagen hebben vaker een onregelmatige doorsnede.

	kernvernieuwing	microkling	afslag	afhakingsfragment	TOTAAL	%
<i>recht</i>	102	1105	1264	1982	4453	29,16
<i>recht met abrupt distale kromming</i>	8	80	26	41	155	1,01
<i>recht met geleidelijk distale kromming</i>	5	120	32	48	205	1,34
<i>lichte kromming</i>	282	2347	1888	1502	6019	39,41
<i>sterke kromming</i>	77	251	331	106	765	5,01
<i>buitenwaarse kromming</i>	40	113	414	74	641	4,20
<i>getorseerd</i>	124	666	489	374	1653	10,82
<i>indet.</i>	29	34	622	697	1338	8,76
TOTAAL	667	4716	5066	4824	15273	100,00

tab. 34 Overzicht van de lengtekromming van de niet-geretoucheerde afhakingsfragmenten.

	kernvernieuwing	microkling	afslag	afhakingsfragment	TOTAAL	%
<i>divergerend</i>	161	554	1651	826	3192	20,90
<i>convergerend</i>	159	1469	707	1011	3346	21,91
<i>(sub)parallel</i>	106	1775	276	1399	3556	23,28
<i>onregelmatig</i>	158	475	1423	466	2522	16,51
<i>divergerend/convergerend</i>	43	200	292	82	617	4,04
<i>indet.</i>	40	243	717	1040	1456	9,53
TOTAAL	667	4716	5066	4824	15273	100,00

tab. 35 Overzicht van de laterale boorden van de niet-geretoucheerde afhakingsfragmenten.

	kernvernieuwing	microkling	afslag	afhakingsfragment	TOTAAL	%
<i>driehoekig</i>	284	1797	764	1572	4417	28,92
<i>rechthoekig</i>	31	1487	595	1102	3215	21,05
<i>trapezoidaal</i>	1	221	15	315	552	3,61
<i>plano-convex</i>	28	100	304	126	558	3,65
<i>onregelmatig</i>	299	885	2779	913	4876	31,93
<i>indet.</i>	24	226	609	796	1071	7,01
TOTAAL	667	4716	5066	4824	15273	100

tab. 36 Overzicht van de doorsnede van de niet-geretoucheerde afhakingsfragmenten.

7.2.8 Discussie en conclusies

7.2.8.1 Inleiding

Voor een *intersite* vergelijking van de lithische assemblage van Hempens/N31 zijn in de eerste plaats de inzichten uit de direct omringende gebieden van het huidige Noord-Nederland van belang. Daarom wordt achtereenvolgens aandacht besteed aan de huidige mesolithische kaders in Nederland en in de direct omringende gebieden (Noord-west-Duitsland en Zuid-Scandinavië).

Morfotypologisch onderzoek van mesolithische inventarissen heeft zich in het verleden voornamelijk toegespitst op de karakterisering van geretoucheerde artefacten, met een sterke nadruk op de microlieten. Dit resulteerde niet alleen in een groot aantal typologische lijsten, vaak met een regionaal karakter, maar ook in verscheidene typonchronologieën, eveneens vaak met een regionaal karakter. Microlieten worden beschouwd als hét gidsfossiel bij uitstek van het mesolithicum en van deze artefacten wordt voorts verondersteld dat ze een grote morfologische variatie in tijd en

ruimte vertonen waardoor ze bruikbaar zijn als chronoculturele indicatoren ('gidsartefacten'), waarin ook 'transregionale' trends te bespreken zijn (o.a. Kozłowski 2009). Dit werd recent ondermeer nog verwoord door Gehlen (2009, 386): "*microlith forms reflect not only chronological but also, and more especially, regional traditions that can probably be associated with social groups. If there were enough well-dated, well-defined microlith inventories, one could probably determine the geographical extent of the territories of such groups.*" Beide vooropgezette stellingen zijn niet altijd onweerlegbaar gebleken. Al dan niet in combinatie met radiometrische dateringen op verkoolde organische resten, vormen deze vermeende regio- en/of periodegebonden microlieten de basis voor de bestaande dateringskaders, ondanks de bijkomende vaststellingen dat ze vaak slechts een minieme fractie uitmaken van lithische assemblages en dat hun (temporele) relatie(s) met de overige artefacten uit lithische assemblages en/of met andere fenomenen van de vindplaats niet steeds eenduidig vastligt tengevolge het potentiële palimpsestkarakter dat deze assemblages vertegenwoordigen.

Zoals uit de morfotypologische en ruimtelijke analyses is gebleken, wordt (de determineerbare component van) het microlithische bestand van de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 gekenmerkt door de dominante aanwezigheid van trapezia, driehoeken en steilgeretoucheerde (micro) klingen, aangevuld met een aantal A-, B-, C- en D-spitsen evenals een beperkt aantal slankere spitstypes. Dergelijke microliettypes worden aangetroffen doorheen het ganse mesolithicum, waarbij trapezia (grotendeels) beperkt lijken te zijn tot de meest recente periodes. De determineerbare, niet-microlithische component van de geretoucheerde artefacten wordt veruit gedomineerd door schrabbers en geretoucheerde afslagen, vooral aangevuld met diverse geretoucheerde (micro)klingen en boren. Daarnaast zijn ook de vijf driehoekige, bifaciaal geretoucheerde artefacten, evenals een aantal mogelijke transversaalspitsen opvallende en potentieel diagnostische elementen in de assemblage.

7.2.8.2 Hempens/N31 en het Noord-Nederlandse mesolithische onderzoek

7.2.8.2.1 Een typochronologisch kader voor het Nederlandse mesolithicum

Het typochronologische kader voor het (Noord-)Nederlandse mesolithicum is er in vergelijking met de omringende regio's één met een vrij korte voorgeschiedenis maar met een uiterst problematisch en snelveranderd karakter.

Het onderzoek in de jaren '60. Niet alleen hebben Bohmers & Wouters (1956, 27-38) voor het eerst een duidelijke typologie voor de geretoucheerde artefacten beschreven, ze hebben daarnaast ook met behulp van eenvoudige meetprocedures en twaalf ¹⁴C-dateringen gepoogd een voorlopige temporele orde te scheppen in het toen gekende ("best and richest") mesolithische bestand, dat op vier deels opgegraven vindplaatsen na (Haule, Luiksgestel, de Leien en Oirschot), uitsluitend bestond uit oppervlaktescollecties (met name de collecties van Overpelt, Sweykhuisen, Appelscha, Bakveenen, Duurswoude I, Duurswoude III, Drouwener Zand, Venlo, Hulshorst, Hatert, Waskemeer, Siegerswoude, Budel, Maarheeze). Binnen de Noordwest-Europese microlithische cultuur onderscheidden ze voor het grondgebied van België en Nederland op basis van deze data vier of vijf groepen ('varianten'), met dateringen die schommelden tussen ca 7970 en 6960 BP.

Het onderzoek in de jaren '70. Minder dan twee decennia later publiceert Newell zijn typochronologische schema dat tussen 1970 en 1973, ondermeer ten gevolge van vernieuwde inzichten in Noord-Duitsland, enkele belangrijke aanpassingen onderging, die ook geschetst worden door Lanting & Van der Plicht (2000, 105-107). In zijn uiteindelijke schema (Newell 1973) wordt het mesolithicum opgedeeld in vijf fasen en wordt een onderscheid gemaakt tussen de ont-

wikkelingen in Noord- en Zuid-Nederland: *Basal Mesolithic* (ca. 10300-9000 BP), *Early Mesolithic* (ca. 9000-8200 BP), *Boreal Mesolithic* (ca. 8200-7700/7500 BP), *Late Mesolithic* (ca. 7700/7500-7300 BP) en *Late Mesolithic Survival* (ca. 7300-6200 BP)⁴⁸. De eerste fase (*Basal Mesolithic*) wordt gekenmerkt door korte en brede A- en B-spitsen, Zonhovenspitsen (B-spitsen met basisretouches) en onregelmatige (meestal gelijkbenige) driehoeken. Zijn oorspronkelijke *Boreal Mesolithic* uit 1970, met een onderscheid tussen een *Rhine Basin Kreis* en een *Northwest Kreis*, splitst hij uiteindelijk op in een *Early* en *Boreal Mesolithic*: de eerste wordt gekenmerkt door het verschijnen van C- en D-spitsen, segmenten en ongelijkbenige driehoeken; het *Boreal Mesolithic* door het verschijnen (in het *Rhein Basis Kreis*) van lancet- en bladspitsen, *feuilles de qui*, oppervlakteretouche en Wommersomkwartsiet. Sporadisch komen ook smalle trapezia voor. De *Late Mesolithic* kent, naast deze smalle trapezia, een introductie van brede (symmetrische, asymmetrische, rechthoekige en rhombische) trapezia, ten koste van 'oudere' types die wel in gebruik blijven. Het onderscheid tussen het *Northwest Kreis* en het *Rhine Basin Kreis* vervaagt, maar het eerste wordt nog gekenmerkt door lange, smalle, ongelijkbenige driehoeken, smalle segmenten en naaldvormige spitsen. Zijn laatste fase, de *Late Mesolithic Survival*, bestond oorspronkelijk uit twee varianten (LMS I en LMS II, in het *Rhine Basis Kreis*) gekenmerkt door de (beperkte) aanwezigheid van *Western Oldesloe* elementen in de lokale inventarissen (kern- en afslagbijlen, discoïde schrabbers, transversale spitsen). Deze *Western Oldesloe*, die hij plaatste op de overgang Boreaal/Atlanticum bestond uit een combinatie van (enkele, kleinere en ruwer uitgevoerde) types uit de *Oldesloe* en types die in de *Oldesloe* niet voorkomen (bladspitsen zonder oppervlakteretouche, trapezia, enz.). Een jongere variant ervan werd gekarakteriseerd door een relatieve toename van trapezia, transversale spitsen en 'noordelijke' naaldvormige spitsen en een afname van lokale *Rhine Basin vormen*. In zijn uiteindelijke versie heeft Newell op basis van vernieuwde inzichten in Duitsland deze *Western Oldesloe*, die voornamelijk gekend was uit Noordwest-Duitsland en in minder mate uit Nederland, afgeschaft en vervangen door zijn *De Leijen-Wartena Complex*.

Het onderzoek in de jaren '80. Newell's vijf- en vierdeling voor Zuid- en Noord-Nederland wordt niet meer algemeen aanvaard en werd naderhand vervangen door opdelingen in drie fasen (Gendel 1984; Arts 1989; Verhart, Groenendijk 2005). Lanting & Van der Plicht (2000, 113) merken in dit verband op dat de ideeën van Gendel en Verhart & Groenendijk, in tegenstelling tot die van Arts, vrij dicht bij elkaar

48 Gendel (1983, 52-54) geeft iets andere dateringen voor Newell's fasen, met grenzen respectievelijk tussen 10250-8850-8350-7700-7350 en 6250 BP.

aanleunen, met uitzondering van hun dateringen voor het middenmesolithicum. Ze stellen: “*De ideeën van Arts wijken af. Niet alleen negeert hij het eerste optreden van trapezia, rond of vlak na 8000 BP, als criterium voor het begin van een laat-Mesolithicum, maar bovendien maakt hij niet duidelijk waar hij de begindatering van ca. 6700 BP van een laat-Mesolithicum, gekenmerkt door het optreden van rhombische trapezia, op baseert. Verhart & Groenendijk zijn weliswaar van mening, dat ook in Noord-Nederland een indeling in vroeg-, midden- en laat-Mesolithicum mogelijk moet zijn, kunnen echter geen duidelijk criterium aandragen voor het scheiden van vroeg- en midden-Mesolithicum, bij gebrek aan goed-onderzochte en goed-gedateerde vindplaatsen.*”

Gendel (1983, 1984), bespreekt de typonologieën van Newell en Gob (Gob 1981) en kiest zelf voor een vereenvoudigde driedeling van het mesolithicum in laag-België en Zuid-Nederland: *early-Mesolithic* (~ Newell's *Basal* en *Early Mesolithic*), *middle-Mesolithic* (~ Newell's *Boreal Mesolithic*) en *late-Mesolithic* (~ Newell's *Late-Mesolithic (Survival)*).

Ook Arts (1989, 299-305) ervaart problemen met de inpassing van de Zuid-Nederlandse vindplaatsen in Newell's schema en stelt zelf een typonologie voor Zuid-Nederland voor. Het werd eveneens een vereenvoudigde driedeling in een vroeg-, midden- en laatmesolithicum gebaseerd op een beperkt aantal radiometrische dateringen en de lithische inventarissen van 670 (van 1182) geïnventariseerde, paleolithische en mesolithische vindplaatsen (resp. 165 en 505 vindplaatsen), opnieuw voornamelijk oppervlaktecollecties. Naast een vergelijking met de schema's uit de omringende gebieden (met name Arora 1976; Gob 1981; Vermeersch 1984) gebruikte hij voor de typologische seriatie het principe van frequentie associatie (*frequency association*), waarbij met name de aan- of afwezigheid van microliettypes als diagnostisch werden beschouwd voor een relatieve opeenvolging (Arts 1989, 299). Hij stelde dat deze typologische seriatie min of meer betrouwbaar vaststaat, in tegenstelling tot de radiometrische bijdrage: “*the typological regularity of these stages in the study area suggests that this three-fold division is basically correct. New radiocarbon evidence, however, might revise its absolute chronology.*” Het radiometrische luik van de typonologie was gebaseerd op 41 dateringen afkomstig van 24 vindplaatsen (zie Arts 1989, 299, 302, fig. 10), hoewel hij erkent dat deze dateringen niet zonder problemen zijn (Arts 1989, 299). Zijn eerste mesolithische fase (vroeg-mesolithicum, *stage 4*, ca. 10000-8700 BP, N = 13 vindplaatsen) wordt gekenmerkt door A-, B- en Zonhovenspitsen en driehoeken; het midden-mesolithicum (*stage 5*, ca. 8700-6700BP, N = 343 vindplaatsen) door het optreden van C- en D-spitsen, lancetspitsen, segmenten, een aantal (smalle en brede symmetrische) trapezia en microlieten met oppervlakteretouches; en het laat-mesoli-

thicum (*stage 6*, ca. 6700-6000BP, N = 149 vindplaatsen) door de aanwezigheid van talrijke, smalle en brede symmetrische en rhombische trapezia en daarnaast een grote verscheidenheid aan andere microlieten (driehoeken, A-, B-, C- en D-spitsen, microlieten met oppervlakteretouches).

De huidige inzichten. Het specifieke karakter van het Nederlandse typonologische onderzoek voor het mesolithicum hangt niet alleen samen met de aard van de vindplaatsen maar evenzeer met de gekozen onderzoeksstrategieën, zoals recent herhaaldelijk nog werd aangegeven in een aantal overzichtsartikelen waarin enkele van de voornaamste typonologische schema's in vraag werden gesteld en waarin alle auteurs het met elkaar eens zijn dat dringend een andere aanpak vereist is (Deeben, Arts 2005; Lanting, Van der Plicht 2000; Peeters, Niekus 2005; Verhart, Arts 2005; Verhart, Groenendijk 2005).

Met betrekking tot de aard van de vindplaatsen is er niet alleen de alomtegenwoordige onzekerheid omtrent de homogeniteit en integriteit van veel lithische assemblages, een aspect dat enkel kan benaderd worden via ver doorgedreven *intrasite* analyses van goed opgegraven vindplaatsen. Lanting & Van der Plicht (2000, 113) wezen op de beperkingen van opgegraven vindplaatsen en oppervlaktecollecties voor typonologische doeleinden en ijverden resoluut voor een benadering waarin de basis van de typonologische kaders, vanuit een regionale optiek, uitsluitend wordt gevormd door lithische inventarissen van goed opgegraven, kortstondig bewoonde (en dus ook in detail bestudeerde) vindplaatsen in combinatie met radiometrisch onderzoek van betrouwbare contexten. Ze refereerden daarbij naar het recente onderzoek in Zandig Vlaanderen en kwamen tot de slotsom dat “*in Noord-Nederland dergelijke hoopvolle ontwikkelingen op dit moment nog niet aanwijsbaar*” zijn. Ook Verhart & Arts (2005, 236) wezen erop dat “*voor de chronologie [...] het van belang [is] dat terreinen bestudeerd kunnen worden waar kortstondige activiteiten zijn uitgevoerd. Het blijkt dat veel mesolithische vindplaatsen het resultaat zijn van herhaald gebruik op momenten die in de tijd soms dicht bij elkaar en soms ver uiteen liggen. Het niet kunnen scheiden van activiteitsgebieden in tijd en ruimte vormt een groot probleem voor het vaststellen van een typonologie*”. Ook Verhart & Groenendijk (2005, 163-164) kwamen tot de vaststelling dat “*diverse typonologieën voor Nederland [...] zijn gebaseerd op gegevens die in sommige opzichten kritischer benaderd zouden moeten worden*” en refereerden daarbij ondermeer naar de problemen die langdurig en/of herhaaldelijk bewoonde locaties met zich meebrengen, waardoor het moeilijk is om een dergelijk ‘complex’ in een chronologisch kader te passen.

Daarnaast zijn er ook fundamentele associatieproblemen tussen enerzijds de lithische concentraties en anderzijds het

(verkoelde) dateerbare materiaal. De overgrote meerderheid van het gedateerde materiaal voor het Nederlandse mesolithicum betreft tot dusver houtskool afkomstig uit de vulling van grondsporen. In hoofdstuk 7.5. wordt dieper ingegaan op dit radiometrische luik van deze dateringsproblematiek. Niet alleen het radiometrische aspect is problematisch, ook met het typologische luik van het dateringsonderzoek zijn fundamentele problemen verbonden, waardoor het typonologische onderzoek in Nederland momenteel in een impasse zit. Peeters en Niekus (2005, 219) halen deze problematiek aan in verband met de situatie in Noord-Nederland: “*Lange tijd is de chronologische indeling van het Mesolithicum gebaseerd op een typologische seriatie van vuursteencomplexen in combinatie met ¹⁴C-dateringen (Arts 1988; Newell 1973; Price 1975). De typomorfologische variatie binnen microlithische spitsen stond hierin centraal. Naarmate meer ¹⁴C-dateringen beschikbaar kwamen, is duidelijk geworden dat deze typonologieën niet langer te handhaven zijn. [...] de huidige kaders lijken wel erg wankel. [...] Al met al concluderen we dat het tijd wordt om mesolithische vuursteencomplexen niet langer op grond van alleen microlithische spitsen te dateren. De voorkeur gaat uit naar ¹⁴C-datering van complexen, maar dan nog dient een voldoende groot aantal dateringen te worden uitgevoerd om greep te krijgen op de aanwezige tijdsdiepte.*” In navolging van Lanting & Van der Plicht (2000, 135-136) stellen ze zich daarom luidop de vraag naar de zin van het gebruik van typonologieën en pleiten voorts voor een integrale, technologische benadering voor een betere onderbouwing van relatieve chronologieën (Peeters, Niekus 2005, 222). Lanting & Van der Plicht (2000, 113) halen, naast de toename van het aantal microlieten doorheen het mesolithicum, een ander heikel punt aan waar de (toen) gepubliceerde typonologieën (Newell 1973; Arts 1989; Vermeersch 1984) mee te kampen hebben, namelijk dat “*oudere typen microlithen vrijwel zonder uitzondering ook nog in jongere fasen geproduceerd worden, zij het in geringere aantallen [terwijl anderzijds] de indelingen zijn gebaseerd op het verschijnen van nieuwe typen, niet of nauwelijks op het verdwijnen van oudere.*” Ze benadrukken (2000, 108, 135-136) eveneens hun kritische en afwijzende houding tegenover de indeling van Newell, die voornamelijk gebaseerd was op (een combinatie van) opgegraven en oppervlaktevindplaatsen waarbij “*zo’n gegevensbestand [...] wel geschikt [is] voor globale chronologische en functionele classificaties, maar niet voor de gedetailleerde indeling waaraan behoefte bestaat*”, overigens zonder afbreuk te willen doen aan de door Newell geschetste algemene ontwikkelingen. Ze wijzen er voorts nog op (2000, 116-117) dat de hoofdlijnen van de ontwikkelingen van het Mesolithicum wel duidelijk zijn, maar dat op basis van de huidig beschikbare gegevens nauwelijks of geen verdere detaillering mogelijk is.

Omwille van de genoemde problemen wordt momenteel voor de typonologische indeling van het Nederlandse

mesolithicum een ‘algemene’ twee- of driedeling aangehouden. Lanting & Van der Plicht (2000, 136) gebruiken daarbij trapezia als onderscheidend criterium tussen een vroeger en een later mesolithicum, terwijl Verhart & Groenendijk (2005, 163-164) en Verhart & Arts (2005, 237) een opdeling maken in een vroeg-, midden- en laatmesolithicum, gekoppeld aan het dateringsoverzicht van Lanting & Van der Plicht (2000).

Ondanks hun visie dat gedetailleerde uitspraken nog niet mogelijk zijn, kunnen Verhart & Groenendijk (2005, 163-164) “*op basis van de ontwikkeling en het gebruik van modegevoelige pijlspitsen*” in grote lijnen een typonologische ontwikkeling schetsen die niet alleen resulteert in hun driedeling op basis van één of meerdere gidsartefacten, maar ook in (een herhaling van) een onderscheid tussen de ontwikkelingen in het noorden en het zuiden van het land. Hun vroegmesolithicum (ca. 9200-7500 cal BC) wordt in het zuiden gekenmerkt door A-spitsen, in het noorden aangevuld met B-spitsen en in mindere mate ook gelijkbenige driehoeken. Voor het Noord-Nederlandse middenmesolithicum (ca. 7500-6500 cal BC) ontbreekt een duidelijk gidsartefact, mogelijk met uitzondering van de C-spits, terwijl het zuiden van het land in die periode gekenmerkt wordt door verschillende vormen van spitsen met oppervlakteretouches.

Deeben & Arts (2005, 143) maakten daarnaast het onderscheid tussen het vroeg- en het middenmesolithicum omstreeks 8200 BP op basis van een toenemende regionale differentiatie, een toename van het aantal spitstypes en, in Zuid-Nederland, een opvallende toename in het gebruik van Wommersomkwartsiet. (Brede) trapezia vormen het gidsfossiel voor het laatmesolithicum (ca. 6500-5300/4400 cal BC), zowel in het noorden als in het zuiden. Voorts onderscheiden ze in Noord-Nederland nog een jonge fase van het mesolithicum die gekenmerkt wordt door smalle trapeziumvormige spitsen en in mindere mate brede trapezia, kern- en afslagbijlen. De vermelde dateringen tussen haakjes verwijzen naar Verhart & Arts (2005, 237) en zijn gebaseerd op Lanting & Van der Plicht (2000). Deze (recenter verkregen) dateringen wijken (soms aanzienlijk) af van het schematische overzicht dat van den Broeke *et alii* (2005, 28, fig. 1.10) gaven in dezelfde bundel als waarin het artikel van Verhart & Groenendijk verscheen (zelf verwijzen ze in dit artikel niet naar absolute grenzen). Niekus (2006, 45 + voetnoot 7) wijst ook op Verhart & Groenendijks onduidelijke houding tegenover de absolute grenzen van hun indeling, maakt duidelijk dat de grenzen van den Broeke *et alii* gebaseerd (kunnen) zijn op Groenendijks (1997) eerdere indeling (enkel de begingrens 10000 BP wijkt af) en kiest ervoor deze grenzen zelf niet te gebruiken: “*Several years earlier Groenendijk (1997: p. 75) published a different subdivision for the Mesolithic in the Northern Netherlands: Early Mesolithic:*

10,000–8200 BP, Middle Mesolithic: 8200–7600 BP, Late Mesolithic: 7600–6000 BP. The author has chosen not to use these dates because there are indications that a date of c. 9000 BP is indeed appropriate for the Middle Mesolithic. First of all, core-axes appear from around 8800 BP, as well as points with a retouched base, referred to as C-points or Tardenoisian points (Slochteren). Moreover, the available dates for burnt hazelnut shells seem to indicate that these nuts were consumed for the first time around 8900 BP in the northern part of the study area”. Ook Lanting & Van der Plicht (2000, 108) wezen eerder op het minder duidelijke karakter van Verhart & Groenendijks begrenzingen en stelden voor Zuid-Nederland dat de overgang vroeg-/middenmesolithicum kort na 9000 BP en de overgang midden-/laatmesolithicum rond 7700 BP geplaatst moet worden.

Peeters & Niekus (2005, 221) maken de bedenkingen dat B-spitsen ook al in contexten uit de Ahrensburg-cultuur worden aangetroffen en dat het onderzoek op de vindplaats Almere-Hoge Vaart/A27 (Peeters *et alii* 2001a) heeft aangetoond dat trapezia niet uitsluitend kenmerkend zijn voor het mesolithicum, maar tot ver in het vroegneolithicum blijven doorleven. Niet alleen het al dan niet doorleven van trapezia, maar ook de introductie en verspreiding ervan, zijn (overigens niet alleen in Nederland maar in ruimere Europese context) twee onderzoeksthema's die tot dusver nauwelijks uitgeklaard zijn. Het is van belang even stil te staan bij deze problematiek, aangezien trapezia een belangrijke component vormen van het microlithische bestand van de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31, en voor deze vindplaats eveneens een uitgebreide reeks radiometrische dateringen beschikbaar is. Het is daarbij onze overtuiging dat de complexiteit van deze vindplaats vooralsnog niet toelaat de lithische assemblage van Hempens te gebruiken als argument in de opbouw van dit kader omtrent de introductie en ontwikkeling van trapezia.

Introductie van trapezia in noordelijke mesolithische inventarissen. Reeds Clark (1958, 37, zie ook Clark 1936 [1969]; 1975) legde de nadruk op het complexe karakter van het probleem rond de oorsprong en verspreiding van trapezia tijdens het laatmesolithicum. Sinds zijn overzicht verschenen meerdere bijdragen die zich met deze problematiek hebben beziggehouden (o.a. Gehlen 2004, 2010; Gronenborn 1997; Larsson 1978, 173-176; Löhr 1994). Meer specifiek voor de situatie op het huidige (Noord-) Nederlandse grondgebied legde Larsson (1978, 173) in zijn bespreking over het ontstaan en de verspreiding van (brede) trapezia de nadruk op het gebrek aan dateringen in het noorden en lichtte als volgt toe: “*In areas closest to South Sweden the oldest documented examples are very insecurely dated. From Jutland, for instance, not even a single radiometric dating is available. Not before arriving at the Netherland mate-*

rial do we have the feeling of standing on more solid ground. There, several C 14 datings from the Northern part of the country indicate that broad trapezes have been introduced shortly after 6000 b.c. Datings of the latest non-trapeze-producing contexts also lead to this conclusion. The same is valid for the southern part of the country.” Lanting & Van der Plicht (2000, 136) stellen dat het vrij algemeen aanvaard is dat het trapezium min of meer gelijktijdig in grote delen van Europa vlak na 8000 BP zijn intrede doet en nuanceren iets verderop door te stellen dat het vanaf dan pas op grote schaal werd vervaardigd. Ze wezen er namelijk op dat ook reeds vóór 9000 BP, en mogelijk ook tussen 9000 en 8000 BP, reeds trapezia voorkwamen in Duitsland en Scandinavië, zij het in kleine hoeveelheden. Verder vestigden ze er de aandacht op dat het trapezium niet direct het dominante spits-type werd maar dat het, zich baserend op gegevens uit Zuid-Scandinavië en Noord-Duitsland, enkele eeuwen duurde, vermoedelijk ook elders in Europa, vooraleer de trapezia de lancetspitsen en ongelijkbenige driehoeken verdrongen. In 2006 vermeldt Niekus (2006, 81) dat “*we know that trapezes first occur around 8000 BP and they continue to be used well into the Swifterbant culture*”. Enkele jaren later (Niekus 2008, 56; 2009, 242) stelt hij dat in Noord-Nederland “*dit type pijlbewapening geïntroduceerd [wordt] rond 8100 ¹⁴C-jaren voor heden, wat globaal overeenkomt met 7100 jaren v.Chr. [...] De introductie van trapezia rond 8100 BP staat zo goed als zeker vast, maar verder weten we maar weinig van de morfologische evolutie*”. Deze schijnbare discrepantie met betrekking tot de introductie (in Nederland) van trapezia hangt deels samen met een plateau in de calibratiecurve tussen ca. 8050 en 7850 BP (Gronenborn 1997; Terberger 2006, 135), maar Niekus' datering van ca. 8100 BP valt net vóór dit plateau. Daarnaast dient ook de vraag te worden gesteld naar de representativiteit en betrouwbaarheid van het databestand waarop dergelijke uitspraken zijn gebaseerd. Het valt immers niet te ontkennen dat het aantal goed opgegraven en gedetailleerd onderzochte vindplaatsen met trapezia en (betrouwbare) ¹⁴C-dateringen, evenals de zekerheid omtrent de associatie tussen trapezia en dateringen binnen deze vindplaatsen, vooralsnog zeer beperkt is, zoals overigens zelf ook wordt aangehaald door Niekus (2009, 243): “*Despite the fact that a dozen or so sites with trapezes have been (partly) excavated, only four were considered to be useful for this study. These key sites are: Hempens-Wäldwei and Bergumermeer S-64B in the Province of Friesland, and Almere Hoge-Vaart and several sites (S2, S3, S4 and S51) near Swifterbant in the Province of Flevoland. The two main reasons for choosing these sites are the availability of ¹⁴C dates, and a large enough sample of measurable trapezes.* In paragraaf 7.5.4.2. hebben we reeds met betrekking tot de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 (zijn ‘Hempens-Wäldwei’ in bovenstaand citaat) gewezen op Niekus' selectieve gebruik van de dateringen (hij negeert in zijn betoog o.a. de hazelnootdateringen), zijn

daarop gebaseerde interpretatie van de ouderdom van de vindplaats en het probleem van associatie tussen de datering en het lithische materiaal (in casu trapezia). Daarnaast kan ook een kanttekening worden geplaatst bij het vrij algemeen aanvaarde karakter van de min of meer gelijktijdige introductie van trapezia in grote delen van Europa, zoals bijvoorbeeld duidelijk wordt in de recente bijdrage van Hartz (2009, 410) met betrekking tot de situatie in Duitsland: “*There is an ongoing discussion about the introduction of broad trapezes on the territory of Germany (Gehlen 2004). While some researchers see the beginning of trapezes in the southern area around 7000 cal BC Gronenborn (1997), Bokelmann (1999) en Fischer (1994) discussed a much later introduction into the North around 6100/6200 cal BC.*” Ook Gehlen (2004; 2009, 381; 2010) wijst op dit verschil in introductie van trapezia tussen noord en zuid: “*Obviously, this method in blade technology and the predominant use of rectangular microliths were adopted in southern Central Europe about 1000 years earlier than in the northern area. [...] Not until the later part of the Late Mesolithic [...] are rectangular microliths made from regular blades also found in the northern part of the mountainous area in Central Germany.*”

De verdere ontwikkeling van trapezia in noordelijke mesolithische inventarissen. Niet alleen de introductie, ook de verdere ontwikkeling van trapezia, en zelfs de precieze definiëring van (de subtypes van) trapezia, en/of de meetprocedures om subtypes van elkaar te onderscheiden (zie o.a. Larsson 1978, 73-79), is vooralsnog onderwerp van discussie en onderzoek. In de literatuur werd reeds verschillende malen gewezen op de potentieel chronologische betekenis van trapezia met verschillende morfologie en/of afmetingen, met als voornaamste ontwikkeling die van trapezia naar transversaalspitsen (o.a. Peeters *et alii* 2001a, 34; Niekus 2008; 2009). Uiteraard zou ook dergelijk onderzoek gebaseerd moeten zijn op goed opgegraven en onderzochte vindplaatsen met (voldoende) trapezia en radiometrische dateringen. Belangrijk in dit verband is de vaststelling dat binnen de onderzochte assemblages zelf steeds een aanzienlijke morfologische en/of metrische variatie binnen de trapezia wordt aangetroffen, zoals bijvoorbeeld wordt vastgesteld door Beuker (1989, 32-36) voor de vindplaats Nieuw-Schoonebeek en door Peeters *et alii* (2001a, 35-36) voor de vindplaats Almere-Hoge Vaart/A27: “*Het bestaan van een continuüm in de trapeziumgroep, van lange, smalle trapezia, tot korte, brede trapezia en transversaalspitsen roept de vraag op of deze ‘typen’ gelijktijdig voorkomen, of dat we te maken hebben met een chronologische trend. Deze laatste mogelijkheid kan op dit moment niet worden beantwoord. Hiertoe dient eerst een grotere steekproef van trapezia afkomstig van de gehele site worden opgemeten en beschreven. Door de gegevens in de context van de geologische ontwikkeling van de site te plaatsen, bestaat in principe de mogelijkheid om*

eventuele chronologische trends daadwerkelijk te traceren. De lagere delen van de dekzandrug zijn immers eerder in een veenmoeras veranderd dan de hogere delen. De ¹⁴C-dateringen van diverse fenomenen hebben dan ook laten zien dat de latere dateringen op het hoogste deel van de dekzandrug geconcentreerd zijn. Indien er inderdaad sprake is van een chronologische ontwikkeling van smalle naar brede trapezia en transversaalspitsen, dan zou verwacht mogen worden dat de latere elementen met name of misschien uitsluitend op het hogere deel van de dekzandrug voorkomen, terwijl de vroegere elementen meer random zijn verspreid. Binnen de context van het Hoge Vaartproject bestond echter geen ruimte meer om dit nader te onderzoeken. [...] Vooralsnog is niet duidelijk of de verschuiving van smalle naar brede trapezia en/of transversaalspitsen een chronologische trend weerspiegelt.”

Voor de Drentse vindplaats Nieuw-Schoonebeek, waar (minstens) 48 volledige trapezia werden aangetroffen (Beuker 1989, 25), komen verschillende subtypes voor: asymmetrische (N=20), rechthoekige (N=18), symmetrische (N=8) en rhombische (N=2). Beuker merkte ondermeer een markant verschil in lengte, breedte en hun onderlinge verhouding tussen asymmetrische en rechthoekige exemplaren. In tegenstelling tot de variatie onder de asymmetrische exemplaren, die vaak langer en smaller waren dan de rechthoekige, worden de laatste voorts ook gekenmerkt door meer uniformiteit in (verhoudingen van) hun afmetingen. Voorts observeerde hij voor beide types geen verschil in lateralisatie (oriëntatie) van de punt noch in doorsnede van de drager (in tegenstelling tot de – enkele – symmetrische trapezia die voornamelijk een driehoekige doorsnede hadden), maar wel een verschil in de hoek van de punt, waarbij de punt van rechthoekige trapezia gemiddeld genomen stomper was dan die van de asymmetrische exemplaren. Ook observeerde hij (1989, 53) een verschil in hun horizontale verspreiding dat hij (1989, 65-68) als uitgangspunt neemt voor zijn model van twee, deels overlappende ‘bewoningsconcentraties’ (drie zones). Als mogelijke oorzaken voor deze variatie wees hij op chronologische, technologische, functionele en/of stylistische, persoonlijke verschillen.

Niekus (2008; 2009) concentreerde zich in een recente studie op de morfologische en/of metrische ontwikkeling van trapezia doorheen het laatmesolithicum en het vroeg-/middenneolithicum in Noord-Nederland. Slechts vier vindplaatsen met voldoende trapezia en radiometrische dateringen kwamen voor dit onderzoek in aanmerking, waaronder Almere-Hoge Vaart/A27 en Leeuwarden-Hempens/N31. Eén van zijn doelstellingen met dit onderzoek was te komen tot een dateringskader tussen ca. 8100 en 4800 BP, de periode waarin trapezia worden aangetroffen, waarbinnen vindplaatsen met trapezia maar zonder radiometrische datering relatief ten opzicht van elkaar kunnen worden geor-

dend. Voorts wou hij een middel vinden om vindplaatsen uit de Swifterbant-cultuur (op hogere zandgronden) te identificeren. Hij refereert naar werken van Newell (1973), Fischer (1990) en Bokelmann (1999) waarin 'over de grenzen heen' gesuggereerd wordt dat smalle trapezia de oudste zijn en blijven doorleven na 7500 BP op het moment dat brede exemplaren in de assemblages verschijnen. In een eerder artikel verwoordde hij (Niekus 2006, 81) deze problematiek nog als volgt: "Some authors (Newell, 1973; Groenendijk, 1997) have suggested that broad trapezes are younger (after c. 7600 BP) than narrow trapezes but separating them purely on the basis of metrical attributes is impossible (Peeters, Schreurs & Verneau, 2001; Price, 1981). Theoretically speaking, these trapeze sites could date from any time between c. 8000 and 5000 BP (Deckers, 1979; 1982) and it is a possibility that dating these sites will fill the 'gap' between c. 7600 and 6600 BP [...]. Unfortunately, the few dated sites with trapezes do not resolve this problem. Both Havelte (Price, Whallon & Chappell, 1974 and section 9.3) and Nieuw-Schoonebeek (Beuker, 1989) have produced ¹⁴C dates covering hundreds or even thousands of years". Hij concentreert zijn onderzoek op vier vraagstellingen (Niekus 2009, 242): "Firstly, do narrow and broad trapezes constitute discrete categories and do they represent a chronological development as suggested by Newell (1973)? Secondly, can the different subtypes (especially symmetric and asymmetric trapezes) be distinguished based on measurements, and do they have chronological significance?". Met betrekking tot zijn eerste vraag (Is er een onderscheid tussen smalle en brede trapezia?) moet hij met zijn uitgebreidere dataset, in navolging van het onderzoek van Price (1980, 25) in Drenthe, vaststellen dat het onmogelijk is een duidelijk onderscheid te maken tussen brede en smalle trapezia op basis van hun lengte/breedte-verhouding. Als antwoord op zijn tweede vraag (Is er een chronologisch onderscheid tussen smalle en brede trapezia?) stelt hij in de eerste plaats, eveneens in navolging van Price (1980, 25), dat het geobserveerde, hierboven vermelde continuüm tussen smalle en brede trapezia, en de onmogelijkheid om de twee duidelijk van elkaar te scheiden op basis van hun lengte/breedte-ratio, niet noodzakelijk hoeft te betekenen dat er geen sprake kan zijn van een chronologische evolutie. Zijn analyse van de lengte/breedte-verhoudingen suggereert voorts dat trapezia in toenemende mate breder worden doorheen de tijd en dat de relatieve aantallen van brede trapezia en, vervolgens, transversaalspitsen in de assemblages eveneens toenemen met de tijd, waarbij hij een (statistisch) onderscheid meent te kunnen maken tussen drie chronologische groepen: eerst een oudere groep met Leeuwarden-Hempens/N31 en Bergumermeer S-64B, vervolgens een recentere groep met Almere-Hoge Vaart/A27 en de Swifterbant-sites en ten slotte een derde groep met de trechterbekervindplaatsen (voornamelijk hunebedden). Traditioneel worden binnen de trapezia verschillende morfolo-

gische subtypes onderscheiden op basis van de hoeken tussen de niet-geretoucheerde, laterale boorden en de afgeknotte uiteinden, wat resulteert in een opsplitsing in symmetrische, asymmetrische, rechthoekige en rhombische trapezia. In de zoektocht naar een antwoord op zijn derde vraag (Is er een metrisch onderscheid tussen verschillende subtypes?) merkt Niekus (2008, 57-58) op dat Price een onderscheid maakt tussen asymmetrische en symmetrische trapezia op basis van de lengten van de afgeknotte uiteinden die "bij symmetrische exemplaren [...] ongeveer even lang zijn terwijl ze bij asymmetrische exemplaren overduidelijk van verschillende lengte moeten zijn". Hij merkt voorts op dat door Price (en Newell) niet wordt gespecificeerd waar metrisch gezien de grens tussen beide subtypes ligt, en onderneemt zelf een poging op basis van een metrische analyse van de verhouding van beide lengten, aangevuld met een visuele inspectie en een studie van de verhouding tussen de hoeken gevormd door de langste (niet-geretoucheerde) boord en de afgeknotte uiteinden. Hij vermeldt nergens de resultaten van dit onderzoek met betrekking tot de herkenning van zulk een onderscheid maar gebruikt wel beide ratios om (statistisch) te achterhalen of er ook een chronologische evolutie zichtbaar is, net zoals hij deed voor de lengte/breedte-verhouding voor het onderscheid tussen smalle en brede trapezia. Dit leidt ons meteen tot zijn vierde onderzoeksvraag (Is er een chronologisch onderscheid tussen de verschillende subtypes?) waarbij Niekus (2008, 62) tot de conclusie komt dat enkel het gebruik van de verhouding tussen de hoeken gevormd door de langste (niet-geretoucheerde) boord en de afgeknotte uiteinden toelaat een onderscheid te maken in twee groepen, gekenmerkt door een toenemend relatief percentage van symmetrische trapezia: een oudere groep (Leeuwarden-Hempens/N31, Bergumermeer S-64B) en een jongere groep (Swifterbant-sites). Het statistische onderzoek van de verhouding tussen de lengten van de afgeknotte uiteinden leverde niet de verwachte uitkomsten, met name vooral voor de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31. Een mogelijke verklaring die hij (Niekus 2008, 62) hiervoor aanhaalt, is dat hem "tijdens het meten van de trapezia is opgevallen dat er meerdere symmetrisch gevormde trapezia voorkomen die zijn gemaakt van onregelmatige klingen [dus met niet-parallelle boorden] waardoor de geretoucheerde zijden niet even lang zijn". Hierdoor vertrouwde hij meer op de andere ratio tussen de hoeken en de langste niet-geretoucheerde zijde (die dus eveneens onregelmatig was in tegenstelling tot de oveige trapezia die blijkbaar allemaal werden vervaardigd op regelmatige klingen, en dus gekenmerkt worden door parallelle, en dus rechte, boorden), waardoor de vraag kan worden gesteld naar de betrouwbaarheid van de metingen van de hoeken, en dus bij uitbreiding naar de ratio. Niekus (2009, 245-246) besluit, op basis van het beperkte en niet-onbesproken databestand, dat:

[1] “the average length–width ratio may provide some indication for the relative age and the cultural affiliation of a particular site in question, especially when the ratio is combined with the relative proportion of narrow, broad and transverse points”, of anders verwoord: “when simple length–width measurements are combined with the relative frequencies of trapeze subtypes it is indeed possible to establish whether an undated (surface) assemblage of flint artefacts should be attributed to the Late Mesolithic s.s. or the Swifterbant culture”;

[2] “the results of the analyses presented here have confirmed the earlier, largely untested, assumptions regarding the development of trapezes during the Late Mesolithic in the northern part of the Netherlands. It has clearly been shown that while during the earlier part of the Late Mesolithic there are more or less equal numbers of narrow and broad trapezes, the latter (including transverse points) become increasingly more dominant. This development, including the emphasis on symmetric trapezes, can be traced well into the Early and Middle Neolithic Swifterbant culture. Several preliminary analyses suggest that changes in the shape of transverse points can even be tracked during the TRB.”

Eerder had Beuker (1989, 16, 68) in navolging van Newell voor zijn onderzoek van de vindplaats Nieuw-Schoonebeek (waar minstens 48 volledige trapezia werden aangetroffen) gewezen op een mogelijke relatie tussen morfologie en chronologie binnen de trapezia: “Onder de trapezia [van Nieuw-Schoonebeek] zijn een aantal smalle exemplaren. Deze komen volgens Newell, evenals de C-spitsen, voor vanaf 8050 BP. Interessant [sic] is in vergelijking met de nog te bespreken C4 [sic]-dateringen het eerste optreden van de rechthoekige trapezia. Newell plaatst dit rond 7450 BP. Overigens moet hier de kanttekening worden geplaatst dat de overige trapezia en de transversaalspits [van Nieuw-Schoonebeek] uit de tweede helft van het mesolithicum zullen dateren. Resumerend kunnen we stellen dat de datering van het materiaal [van Nieuw-Schoonebeek] (naar Newell) zal liggen tussen 8350 BP en 7450 BP of later in het mesolithicum. Theoretisch gezien zou de bewoning zich zelfs kunnen beperken tot de periode na plusminus 7450 BP, gezien het optreden van rechthoekige trapezia. [...] In ieder geval is duidelijk dat de oudste datering [GrN-14533: 7725 ± 50BP uit het houtskoolrijke spoor IVA dat buiten de verspreidingsgebied van de rechthoekige trapezia valt, cf. Beuker 1989, fig. 7 en fig. 32] niet bij de rechthoekige trapezia zal horen omdat deze pas later in het mesolithicum ten tonele verschijnen.

Conclusie. Bovengeschetste ontwikkelingen maken duidelijk dat er nauwelijks sprake kan zijn van een betrouwbaar typonologisch kader voor het Nederlandse mesolithicum, ondanks diverse pogingen in het verleden. De systematische integratie van lithische technologische informatie,

met behulp van uitgebreide attributenanalyses en *refit*onderzoek van materiaal afkomstig uit zorgvuldig en grootschalig opgegraven vindplaatsen, een tot dusver nauwelijks ontgonnen terrein (Deeben *et alii* 2006a, 2006b), zou op dit vlak, in combinatie met een goed doordachte radiometrische onderzoekstrategie, een nieuwe houvast kunnen betekenen, zoals terecht ook duidelijk gesuggereerd wordt door Peeters & Niekus (2005, 222).

7.2.8.2.2 De bijdrage van een technologisch onderzoek

Peeters (2001a, 169) merkt op dat het gebrek aan lithische technologisch onderzoek mogelijk in verband is te brengen met “de – ontorechte – gedachte dat technologische informatie weinig kan bijdragen aan het inzicht in chronologische en culturele ontwikkelingen”. In zijn artikel over de toepassing van thermopreparatie in het Nederlandse meso- en neolithicum geeft hij een overzicht van de technologische benaderingen in het Nederlandse prehistorische onderzoek. Onder de vier vermelde publicaties waarin ‘structurele’ aandacht werd besteed aan technologische aspecten is er geen enkel dat specifiek betrekking heeft op mesolithische vindplaatsen. Daarnaast heeft hij zelf een belangrijke bijdrage geleverd aan de ontwikkeling van een technologisch kader, waarbij hij de basis voor zijn aanpak legde in het begin van de jaren ‘90 tijdens de studie van (laat-)neolithische vindplaatsen (Peeters *et alii* 2001a, 7; zie ook Peeters 2001a, 2001b, 2001c). Ook Niekus (2009, 240-241) wijst, in het kader van zijn morfologische en metrische studie naar de ontwikkeling van trapezia in Noord-Nederland doorheen het meso- en neolithicum, op het gebrek aan technologisch onderzoek: “Admittedly, the use of only trapeze shaped flint tips provides a rather narrow window on the period in question, and ideally other aspects such as characteristics of flint technology should be incorporated in this study as well. However, there are three important reasons why this and other aspects have not been dealt with in this study. [...] Thirdly, technological studies are only available for the Early Swifterbant site Almere Hoge-Vaart (Peeters *et al.*, 2001). Similarly detailed studies for the Mesolithic in the study area are lacking so far. Het technologische onderzoek dat werd uitgevoerd door H. Peeters, S. Verneau en J. Musch (Peeters *et alii* 2001a) op het lithische materiaal van de vindplaats Almere-Hoge Vaart/A27 vormt dus één van de zeldzame voorbeelden in Nederland waarmee Hempens/N31 zou kunnen worden vergeleken.

7.2.8.3 Hempens/N31 in een Noord-Europees mesolithisch kader

7.2.8.3.1 Hempens/N31 en het Noordwest-Duitse Mesolithicum

Niet alleen in (Noord-)Nederland is een typonologisch kader, en dus een inpassing van de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 erin, problematisch, ook in de omringende gebieden is de situatie allerminst eenduidig en opgeklaard.

De voornaamste aspecten van het mesolithische typonologische kader in Noord-Duitsland (Schleswig-Holstein en Mecklenburg), en bij uitbreiding in de Noord-Europese laagvlakte, worden beschreven in een aantal recente overzicht-artikelen, waarbij ondermeer Terberger (2006, 111-184) in algemene lijnen, en Gehlen (2004; 2007a, 2007b; 2009; 2010) specifiek op basis van haar gedetailleerde onderzoek van de microlieten van Friesack, de ontwikkelingen schetsen doorheen het ganse mesolithicum en vergelijken met andere regio's in Duitsland en Zuid-Scandinavië, terwijl Hartz (2009, 395-416) en Bokelmann (1999, 183-196) zich specifiek toeleggen op de latere fasen. Voor de ontwikkelingen tijdens het laat- en finaalmesolithicum en de overgang naar het neolithicum (ca. 6500-3500 cal. BC) bieden ondermeer Hartz & Lübke (2006) een bruikbaar overzicht.

Schets van de onderzoekshistoriek. Het typonologische onderzoek in deze regio kent een langere voorgeschiedenis dan in Nederland en leidde eveneens tot de ontwikkeling, verfijning en uiteindelijk verwerping van een aantal indelingen die voornamelijk gebaseerd waren op oppervlaktevindplaatsen (Schwantes 1926; Schwabedissen 1944, 1959; Bokelmann 1971). Zo werden bijvoorbeeld de Oldesloer Cultuur of Oldersloer Stufte van Schwantes en Schwabedissen en de Bondenau Stufte van Schwabedissen in vraag gesteld en verworpen door Bokelmann (1971), Hartz (1985) en/of Sørensen (1996). De huidige chronologische sequentie wordt schematisch weergegeven in Terberger (2006, 113, fig. 1) en Hartz (2009, 400, table 20-2) en steunt op de indelingen die Sørensen (1996) introduceerde voor Zuid-Scandinavië, waarbij Terberger (2006, 129) opmerkt dat de voorgestelde chronologische opdelingen in Denemarken (o.a. Brinch Petersen 1973; Henriksen 1976; Vang Petersen 1984) meer gedetailleerd zijn uitgewerkt dan de algemene driedeling die momenteel in Noord-Duitsland wordt gehanteerd. Ook Hartz (2009, 402) beschouwt het huidige chronologische schema slechts als een basis voor verder onderzoek en wijdt dit, in navolging van Gerken (2001) voor het aangrenzende Nedersachsen, voor een groot deel aan het probleem dat dit dateringskader in deze regio nog steeds voornamelijk is gebaseerd op oppervlaktecollecties: “*Stratigraphically excavated material [of the Late Mesolithic] combined with AMS ¹⁴C-dates is only available from two sites, Seedorf (Bokelmann 1999) and Jäckelberg-Huk (Lübke 2005)*”. Ook Gehlen (2009, 364-367, 370) wijst uitgebreid op het gebrekkige typonologische kader en de uiterst beperkte vergelijkingsmogelijkheden (ook met Zuid-Scandinavische vindplaatsen), in haar onderzoek naar de (*‘extraordinarily complex’*) stratigrafische sequentie van de vindplaats Friesack 4 en de typologische seriatie van de microlieten ervan: “*This subdivision into several shorter chronological periods is most important for the general chronology of the Mesolithic in northern and eastern Germany. Other than*

the Duvensee bog sites in Holstein [...] no sufficiently well published and radiocarbon dated short-term settlements are so far known in this area. [...] Only a few inventories are suitable for a typological and chronological comparison with other Mesolithic finds in Germany. This is partly because reliably dated find complexes are rare and also because the find contexts are not always clear. As far as the Mesolithic is concerned, the research situation in Germany is better than in many other countries (Gehlen 2007b) but, if the material is examined more closely, there are still serious problems (e.g. Drafeh et al. 2003; Gehlen 2003). Often an inventory cannot be precisely assigned to specific ¹⁴C dated contexts because the sites were occupied several times, e.g. Wehldorf 6 and 7 (Gerken 1994; 1999; 2001a; 2001b) or no final report on the finds has been published, e.g. Jühnsdorf in Brandenburg (Cziesla and Eickhoff 1995; Cziesla, Eickhoff and Husmann 1998; Gramsch 1976). Sometimes the available statistical base is too small, e.g. Hohen Viecheln in Mecklenburg-West Pomerania (Schuldt 1961)”. Van directe relevantie voor Hempens/N31 is een vergelijking met de situatie in Nedersachsen, aansluitend tegen de Nederlandse grens, maar ook deze regio wordt gekenmerkt door het vooralsnog beperkte aantal opgravingen van mesolithische vindplaatsen (o.a. Wehldorf 6 en 7, Oldendorf 52, zie Gerken 1992; 1994; 1998; 1999; 2001; 2004) en dus een nauwelijks uitgewerkt typonologisch kader.

De huidige inzichten. Ondanks deze aanzienlijke beperkingen wordt het Noord-Duitse mesolithicum momenteel naar analogie met Zuid-Scandinavië onderverdeeld in drie fasen die worden aangeduid met de termen Maglemose (*‘early Mesolithic’*), Kongemose (*‘younger Mesolithic’*, *‘Trapeze Mesolithic’*) en Ertebølle (*‘final Mesolithic’*, *‘Terminal Mesolithic’*). De eerste fase strekt zich chronologisch uit over de chronozones van het Preboreaal, het Boreaal en de eerste helft van het Atlanticum (ca. 9600-6500 cal. BC) en de overige twee respectievelijk over de eerste en de tweede helft van het Atlanticum (ca. 6700/6500-5500/5400 cal BC en ca. 5500/5400-4100 cal. BC). Het recente onderzoek in dit gebied heeft vooral nieuwe inzichten opgeleverd met betrekking tot de kust- en onderwatervindplaatsen uit de laatste fase van het mesolithicum en de overgang naar het neolithicum, die worden gekenmerkt door uitzonderlijk goede organische bewaringsomstandigheden. Ook uit de Kongemose zijn dergelijke, goed bewaarde vindplaatsen gelokaliseerd, maar door hun diepe ligging onder water zijn ze nog maar nauwelijks het onderwerp geweest van gedetailleerd onderzoek (Hartz 2009, 397). Overigens zijn deze Kongemose, evenals de introductie van trapezia die het begin van deze periode karakteriseert, ondanks een aantal nieuwe vindplaatsen vooralsnog bijzonder slecht gekende fenomenen (o.a. Hartz 1985), zoals Hartz (2009, 405, 410) recent meermaals aanhaalde: “*However, even these new sites*

leave some questions open for discussion, for instance the first occurrence of broad trapezes in this region or the duration of handle cores (i.e. the micro blade technique), flake axes and microlithic points within the Late Mesolithic period [...] [The Kongemose Culture] is still a badly understood part of the Mesolithic record in northernmost Germany in comparison to that in Denmark, particularly as documentary evidence of larger excavated sites is missing". Hartz (2009, 411) licht toe dat aanvang is genomen met een nieuw onderzoek dat zich specifiek gaat toespitsen op deze slecht gekend periode met als voornaamste doelstelling het opvullen van het chronologische hiaat tussen ca. 7000 en 5500 cal BC. In haar chronologische sequentie van 'microlietenassemblages' onderscheidt Gehlen (2009, 373-385) acht afzonderlijke fasen waarbinnen regionale ontwikkelingen zichtbaar zijn: Phase 1 - middle Pre-boreal (< ca. 9000 cal. BC), Phase 2 - late Pre-Boreal (< ca. 8700 cal. BC), Phase 3 - early Boreal, earlier part (< ca. 8400 cal. BC), Phase 4 - early Boreal, later part (< ca. 8200 cal BC), Phase 5 - middle Boreal (< ca. 7800 cal BC), Phase 6 - late Boreal (< ca. 7200 cal BC), Phase 7 - late Boreal to Early Atlantic - earlier Late Mesolithic (< ca. 7000 cal BC) en Phase 8 - early Atlantic - later Late Mesolithic (< ca. 6100 cal BC). Terberger (2006) schetst een algemeen beeld van de typologische ontwikkeling van het lithische materiaal doorheen het mesolithicum in Noord-Duitsland en geeft daarbij in een schematisch overzicht (2006, 136, fig. 29), gebaseerd op Hartz (1999), ook de algemene ontwikkeling van de microlietsamenstelling in de periode tussen het Boreaal en het Subboreaal weer. Ook Bokelmann (1999, 190, abb. 7) geeft voor dezelfde regio een schematisch overzicht van de 'evolutie' van de microlieten tussen ca. > 8800 en < 6200 cal. BC, terwijl Gehlen haar acht afzonderlijke fasen voor Duitsland schematisch voorstelt in verschillende kaarten (Gehlen 2009, fig. 19-6 t.e.m. 19-13).

Het databestand. De voornaamste vertegenwoordigers van de Maglemose cultuur zijn de vindplaatsen Duvensee, Friesack, Loop LA1 (Bokelmann 1971), Lammershagen LA10 (Hartz 2009), Lürschau LA22 (Hartz 2009), Wehldorf 6 (Gerken 1994, 1998) en Schletau (Breest, Veil 2001; Veil, Breest 2004). Voor de Kongemose zijn er de vindplaatsen Dreggers LA3, Bodersholm LA1, Seedorf LA296, Jäckelberg-Huk, Owschlag LA150, Alt-Duvenstedt LA74 en Stoltenberg LA10 (= Fernhausen, zie Sørensen 1996, Bokelmann 1999, Hartz 2009). Vindplaatsen met uitzonderlijk goede bewaarsomstandigheden uit de vroegere fase van de Ertebølle-cultuur zijn ondermeer Travenbrück, Jäckelberg-Nord, Stralsund, Drigge, Timmendorf-Nordmole II en Rosenfelde. De late fase van het mesolithicum en de overgang naar het neolithicum worden vertegenwoordigd door de vindplaatsen Grube-Rosenhof LA58, Bebensee LA76, Wangels LA505, Grube-Rosenfelde LA83, Neustadt-Mariënbad, Timmendorf-

Nordmole I, Lietzow-Buddelin en Ralswiek-Augustenhof. De aanvang van de neolithische Trechterbekercultuur wordt rond 4100 cal. BC geplaast, met als belangrijkste vertegenwoordiger de vindplaats Siggeneben-Süd (Meurers-Balke 1983).

Maglemose. De Preboreale Maglemose vindplaatsen (Duvensee 8, Duvensee 9, Friesack 4.I., Friesack 27a, enz.) worden gekenmerkt door de quasi exclusieve (en talrijke) aanwezigheid van 'eenvoudige' spitsen die voornamelijk via het kerfhalveringsprocédé werden vervaardigd. Gehlen heeft het voor haar *Phase 1* over slechts drie spitsstypes met afknotting of afgestompte boord. Daarnaast komen in Friesack ook een aantal trapezoïdale spitsen en spitsen met gere toucheerde basis voor, evenals een beperkt aantal 'regelmatige en onregelmatige' driehoeken. Naar het einde van het Preboreaal toe en op de overgang met het Boreaal (Duvensee 1, Friesack 4.II., enz.) wordt het microlietenbestand nog steeds gekenmerkt door een dominantie van eenvoudige spitsen, in associatie met een aantal (soms zeer kleine) driehoeken en enkele lancetspitsen (enkel in Friesack). De vindplaatsen uit het Boreaal (Friesack 4, Wehldorf 6, Schletau, enz.) worden gekenmerkt door een relatieve toename van driehoeken en het verschijnen en het toenemende belang van lange, smalle exemplaren (in overeenstemming met een verbeterde microklingtechniek op basis van gespecialiseerde handgreepkernen die in die periode eveneens beide hun intrede doen). Gehlen (2009, 377) wijst er op dat de vroeg-Boreale microlithische inventaris van Friesack 4 gelijkaardig is aan de voorgaande, laat-preboreale (Friesack 4.Z.II) en dat in die periode in Duvensee 6 ook trapezia, segmentvormige microlieten en een meer gevarieerde waaier aan driehoeken optreden. Voor haar latere fase van het vroeg-Boreaal (*Phase 3*) wijst ze op de grote variatie in microlietassemblages en het verschijnen van trapeziumvormige transversaalspitsen (*transverse arrowheads*) in Friesack 4, net als in Centraal-Duitsland. Haar midden-Boreale *Phase 5* komt niet voor in Friesack 4 maar wordt ondermeer vertegenwoordigd door de (jongste) microlietinventaris van Duvensee 13 waar voor het eerste lancetspitsen verschijnen. Tijdens het laat-Boreaal (*Phase 6*) zijn er niet alleen opvallend minder microlieten in Friesack 4, ze bestaan ook meer uit lange, slanke vormen (steilgeretoucheerde klingen, lange, smalle segmenten). Hartz (2009, 405) vermeldt de vindplaats Loop LA1 als een jonge vertegenwoordiger van de Maglemose in Schleswig-Holstein, waarvan het microlietenspectrum naast (eenvoudige) spitsen met schuine afknottingen of afgestompte boord ook wordt gekenmerkt door een brede waaier aan (on)gelijkbenige driehoeken (en in beperkte mate steilgeretoucheerde microklingen). In een vroege fase van het laatmesolithicum (*Phase 7*), op de overgang Boreaal/Atlanticum observeert Gehlen (2009, 381) niet alleen meer *site-specific* (?) types, maar

legt ze ook de nadruk op de afwezigheid van rechthoekige microlieten (trapezia) in Friesack, in tegenstelling tot het zuidwesten van Duitsland. Deze komen in Friesack wel voor tijdens het vroege Atlanticum (*Phase 8*), maar naast een brede variatie aan microliettypes zijn de ‘oudere vroegmesolithische’ vormen nog ruim in de meerderheid in vergelijking met de nieuwe rechthoekige types.

Kongemose. De overgang van Maglemose naar Kongemose wordt in verband gebracht met de introductie van trapezia in het microlietenbestand (o.a. Friesack 4.IV.), een fenomeen waar nog de nodige onduidelijkheid over heerst (zie ook paragraaf 7.2.8.2.1.). Terwijl Fischer (1994) en Bokelmann (1999) een (late) introductie rond 6200/6100 cal BC beargumenteren (o.a. Seedorf LA296), lijkt de aanvang van Kongemose in Noord-Duitsland en de introductie van trapezia zich volgens Hartz (2009) toch eerder rond 6700 cal BC of volgens Sørensen (1996) en Terberger (2006) eerder rond 6500 cal BC te situeren. Naast het verschijnen van trapezia zien Terberger (2006) en Hartz (2009, 410) bij aanvang van Kongemose ook een (licht) onderscheid in microlietontwikkeling tussen vindplaatsen in het binnenland en die aan de kust (van Oost-Denemarken en Zuid-Zweden). Kenmerkend voor deze laatste zijn rhombische spitsen, waarvan overigens ook enkele exemplaren, naast trapezia en een aantal transversale spitsen, worden aangetroffen op vindplaatsen uit het binnenland. Kustvindplaatsen zijn in Schleswig-Holstein en Mecklenburg niet gekend en worden ook niet verwacht omwille van de reden dat “*the Baltic Sea simply did not exist in this particular region (Lemke 2005)*” (Hartz 2009, 410). Voorts brengt Hartz de quasi afwezigheid van rhombische spitsen hiermee in verband en specificeert verder dat de typische oblique spitsen (‘pijlpunten’) uit de Zuid-Scandinavische Villingebæk-fase een speciale ‘kustaanpassing’ van trapezia lijken te zijn en daarom slechts in beperkte mate voorkomen in Noord-Duitsland. Hartz (2009) ziet voorts op basis van de weinige vindplaatsen doorheen Kongemose enkele ontwikkelingen optreden waarbij het einde van deze periode, rond 5500 cal. BC, op vlak van de microlieten (‘pijlbewapening’) gekarakteriseerd wordt door de overschakeling van trapezia naar transversale spitsen. De vroege fase van de Kongemose (vertegenwoordigd door de oppervlaktevindplaats Dreggers LA3) wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van enkele spitsen met schuine afknotting, ongelijkbenige driehoeken, steilgeretoucheerde microklingen en een beperkt aandeel van brede trapezia (vervaardigd op regelmatige klingen); een samenstelling vergelijkbaar met deze van Hempens/N31. De opgegraven vindplaats Bordesholm LA1 (Bokelmann 1971), die hij iets recenter plaatst, heeft een gelijkaardige typologische samenstelling, maar steilgeretoucheerde microklingen en (on)gelijkbenige driehoeken zijn eerder zeldzaam, terwijl een rijke variatie optreedt aan brede trapezia en rhombische spitsen. Een vol-

gende fase wordt vertegenwoordigd door de ¹⁴C-gedateerde opgegraven vindplaats Seedorf LA296 (Bokelmann 1999) waar naast lange ongelijkbenige driehoeken voornamelijk brede trapezia met diverse morfologie werden aangetroffen. Het aandeel van microlieten is op deze vindplaats afgenomen en volgens Hartz (2009) zijn ongelijkbenige driehoeken en andere microlieten “*numerically unimportant*”. Mogelijk is hier een parallel te trekken met concentratie 3b van Hempens/N31, die ook voornamelijk wordt gekenmerkt door brede trapezia met diverse morfologieën. In hetzelfde artikel beeldt Hartz (2009, 408, fig. 20-7, naar Bokelmann 1999) 23 microlieten af waarvan slechts acht trapezia. Deze microlieten zijn voor een deel (links, nrs. 1-7) afkomstig uit één van de twee aangetroffen kuilen (Grube C), waarin naast een hoeveelheid bot- en gewei, ook 287 lithische artefacten en een houtskoollens werden aangetroffen. Dit houtskool leverde een ¹⁴C-datering van 7300 ± 55 BP op. Zeven microlieten werden in deze kuil aangetroffen: vijf driehoeken (nr.’s 2-6), een (lange, smalle) spits met basisretouches (nr. 7) en een trapezium met impactkenmerken (nr. 1). Over de herkomst van de overige vondsten die Hartz afbeeldt (nrs. 9-23), waaronder de overgrote meerderheid van de trapezia (nr.’s 9-16), vermeldt Bokelmann (1999): “*Vom überpflügten Wohnplatz stammt eine Reihe von Sammelfunden, die das schmale mikrolithische Grubenspektrum annähernd rekapituliert, wobei deren Zusammengehörigkeit natürlich nicht gesichert ist, aber durch den Grubenbefund möglich ist*”. Ook onder de weinige microlieten van de gelijkaardige vindplaats Jäckelberg-Huk komen brede trapezia voor. Op de oppervlaktevindplaats Stoltenberg LA10, die voorlopig wordt aanzien als de recentste vertegenwoordiger van Kongemose in Noord-Duitsland en nauw verwant is met Oost-Deense Kongemose-vindplaatsen, wordt deze trend van afname van microlithische spitsen verder gezet en wordt naast een beperkt aantal spitsen met geretoucheerde basis vooral een grote verscheidenheid aan ‘oblique’ en rhombische spitsen aangetroffen. Bokelmann (1999, 187, 196, taf. 4) beeldt een groot deel van de door Wolfgang Lage ingezamelde inventaris af en licht deze vindplaats (onder de naam Fernhausen, zie Hartz 2009, 409) verder toe: “*Ein der datierten Grube von Seedorf entsprechendes Alter wird ein Teil von Wolfgang Lage bei Fernhausen am Passader See, Kr. Plön, im Uferbereich gesammelten Artefacte aufweisen. Diesem wenig umfangreichen Inventar sind eindeutige Funde der Ertebølle- und Kongemose-Kultur beigemischt, wobei letztere die südkandinavische Transformation des trapezhorizontes mit der charakteristischen Veränderung der Trapeze zu rhombischen Formen darstellt. Fernhausen ist zur Zeit der einzige bekannte Fundplatz der Kongemose-Kultur in Schleswig-Holstein, die wichtigsten Funde seien deshalb hier abgebildet*”.

Ertebølle. Een typisch element doorheen Ertebølle is de transversale spits (‘pijlpunt’). De vroege fase, vertegenwoor-

dig door de vindplaatsen Jäckelberg-Nord en Rosenfelde, worden niet alleen gekenmerkt door een totale afwezigheid van microlieten, brede trapezia en rhombische spitsen, maar ook door de rijke verscheidenheid aan transversale spitsen, voornamelijk met brede randen en concaaf gere toucheerde zijden (Hartz 2005; Lübke 2005; Hartz, Lübke 2006).

Kern- en/of afslagbijlen. Over de typologische samenstelling van de niet-microlithische component van de geretoucheerde artefacten in Noord-Duitse mesolithische assemblages worden we geïnformeerd door Terberger (2006) en Hartz (2009), waarbij met name de aanwezigheid van kern- en/of afslagbijlen wordt benadrukt. Zo maakt Terberger duidelijk dat doorheen Maglemose, naast enkele stekers en schrabbers (in de preboreale fase vervaardigd op korte afslagen of klingen), in grote getale afslag- maar voornamelijk kernbijlen worden aangetroffen, waarvan sommige in de preboreale vindplaatsen slechts langs één zijde zijn geretoucheerd. De bijlen uit de overgang Preboreaal/Boreaal zijn iets smaller en kwalitatief minder uitgewerkt dan hun voorgangers. Voor de jonge Maglemose-vindplaats Loop LA1 beschrijft Hartz de dominante aanwezigheid van voornamelijk symmetrische, ovaalvormige kernbijlen met onregelmatige doorsnede, naast smalle afslagbijlen met een vlak ventraal vlak, een trapezoïdale doorsnede en lichte retouches aan de rand ("*edge trimmed*"). Naast kern- en afslagbijlen wordt de geretoucheerde inventaris van deze vindplaats verder ondermeer gekenmerkt door schrabbers, stekers en afgeknotte artefacten vervaardigd op lange, slanke klingen (verkregen via indirecte percussie), aangevuld met afslagen eenvoudige kernboren. Voor Kongemose wijst Hartz op de aanwezigheid van grote *picks*, vaak als geïsoleerde vondsten (o.a. Boelschuby LA32 en Lübeck). Op de vroege Kongemosevindplaatsen (Dreggers LA3, Bordesholm LA1) komen eveneens zowel kern- als afslagbijlen voor, met een dominantie van symmetrische kernbijlen met vierzijdige of polygonale doorsnede, naast vlakke *edge trimmed* afslagbijlen. Deze laatste, vergelijkbaar met types uit de Ertebølle, hebben soms een trapezoïdale doorsnede en vlakke retouches. Stekers, schrabbers en afgeknotte artefacten worden uitsluitend vervaardigd op klingen en grote kernboren zijn eveneens aanwezig, net als op de jonge Kongemose-vindplaats Stoltenberg LA10. Op deze vindplaats worden verder nauwelijks nog afslagbijlen aangetroffen, een trend die zich verder zet in de beginfasen van de Ertebølle, in tegenstelling tot rechthoekige kernbijlen met ovale doorsnede. Stekers, schrabbers, afgeknotte stukken en boren worden vervaardigd op lange, regelmatige en licht gekromde klingen. Terberger herkent ook doorheen Ertebølle een duidelijke ontwikkeling in de morfologie van de bijlen, waarbij aanvankelijk tijdens de vroege fase voornamelijk kernbijlen met een rhombische doorsnede optreden, naast enkele

kleine afslagbijlen, tijdens de jongere fase gevolgd door kernbijlen met een ovale doorsnede en trapezoïdaalvormige afslagbijlen. Volgens Hartz worden de vroege fasen van de Ertebølle cultuur (Jäckelberg-Nord, Rosenfelde) gekenmerkt door de aanwezigheid van (soms tot 20 centimeter lange) ovale of rechthoekige kernbijlen met trapezoïdale doorsnede. Met uitzondering van de quasi afwezigheid van stekers, ziet hij verder geen morfologisch of technologisch verschil met de schrabbers, boren en afgeknotte artefacten vervaardigd op klingen uit de latere fasen van de Kongemose cultuur. Volgens Terberger wordt het einde van de Ertebølle-cultuur opnieuw gekenmerkt door afslagbijlen, terwijl in noordoost-Duitsland (Rügen) ook nog (soms grote) kernbijlen worden aangetroffen. Hij wijst voor de Ertebølle cultuur eveneens nog op de kenmerkende (grote) afgeknotte klingen (o.a. de vondst van Timmendorf-Nordmole I) en de stekers (op kling), evenals op het gebruik van andere steensoorten voor de productie van ondermeer bijlen en dissels.

7.2.8.3.2 *Hempens/N31 en het Zuid-Scandinavische Mesolithicum*

De huidige inzichten. Het typochronologische onderzoek in Zuid-Scandinavië kent een bijzonder lange en complexe voorgeschiedenis met talrijke aanpassingen van en onduidelijkheden binnen de bestaande typochronologische schema's (o.a. Becker 1939; 1953; Brinch Petersen 1973; Andersen 1975; Henriksen 1976; Larsson 1978; 1983; Vang Petersen 1984; 1993; Sørensen 1996). Brinch Petersen (1973, 122-123) biedt een gedetailleerd overzicht vanaf Thomson's opdeling in 1836 tot (net) na 1972. In een recente bijdrage geeft Brinch Petersen (2009) een overzicht van de finaalpaleolithische en weinig gekende preboreale vroegmesolithische ontwikkeling in Zuid-Scandinavië (tussen 12500 en 8700 cal BC), waarbij hij ondermeer wijst op de variabele kwaliteit van de beschikbare vroegmesolithische radiometrische dateringen (Brinch Petersen 2009, 115-117). In zijn abstract voor het congres 'Chronology and Evolution in the Mesolithic of N(W) Europe' uit 2007 (Crombé *et alii* 2009), waaruit geen artikel resulteerde, stelde hij: "*The Mesolithic of Denmark has been divided into three successive stages, named Maglemose (9500 6500 calBC), Kongemose (6500 5500 calBC) and Ertebølle (5500 4000) after the most important sites. Each of these marks a specific lithic and bone industry combined with a specific portable art style. The Mesolithic can be described as a unilinear development confirmed now by ¹⁴C dates*". Deze driedeling wordt op basis van lithische typo- en technologische karakteristieken en radiometrische dateringen verder onderverdeeld in verschillende fasen, waarvan de begrenzingen lijken te variëren van auteur tot auteur.

Maglemose. De indeling van de Maglemose is eigenlijk nog steeds gebaseerd op Becker's vijf fasen (1-5), waaraan de voorafgaande Klosterlund-fase werd toegevoegd (fase 0). Bij

haar onderzoek naar de vindplaats Sværdborg I maakte Henriksen (1976, 13, 126) een andere opdeling in een vroege en een late fase, waarbij ze een late Maglemosefase onderscheidde (Becker's fasen 3 tot 5) die ze opdeelde in yM 1 (Becker's fase 3) en yM 2 (Becker's fasen 4 en 5).

Maglemose/Kongemose. De overgang Kongemose/Maglemose, en het chronologische hiaat tussen beide, is onderwerp geweest van discussie. Ondermeer Larsson (1978, 17-19, 219-225) gaf een overzicht van het onderzoek naar de relatie tussen beide en stelde dat het debat zich dusver door een (quasi) gebrek aan radiometrische gegevens voornamelijk had geconcentreerd op eerder subjectieve evaluaties. In zijn onderzoek naar de oorsprong en verspreiding van Kongemose en de relatie ervan tot Maglemose introduceerde Sørensen (1996) een nieuwe tussenliggende chronologische fase, de Blak-fase, op basis van de lithische inventaris van de onderwatervindplaats Blak II. Deze fase beschouwde hij als "*de long missing typological/chronological link between the Maglemoseculture and the Kongemoseculture*" en wordt voornamelijk vertegenwoordigd door de vindplaatsen Blak II, Aggemose⁴⁹ (Grøn, Sørensen 1995; Grøn 1998), Musholm Bay en Kalø Vig. Kenmerkend is de aanwezigheid van verschillende subtypes van (brede) trapezia en de beperkte aanwezigheid van ongelijkbenige driehoeken, zoals Grøn & Sørensen (1993, 9) ook verder toelichten: "*The most significant elements of this phase are broad trapezes, which on the basis of several characteristic traits can be distinguished from oblique transverse arrow points. The most important trait is that the rear of the point (an unretouched part of the blade from which it was made) is broader. The broad trapezes appear in three morphological versions, which in terms of chronology appear contemporaneously. [...] The broad trapezes appear in southern-Scandinavia at approximately 6,000 b.c. (conventional dating) together with triangular microliths in the final Maglemosian phase. [...] Here, the latter show a clear dominance. Scalene triangular microliths are still present in the Blak phase, but in extremely restricted amounts relative to the broad trapezes*". Sørensen (1996) wees op het chronologische hiaat van ca. 400 ¹⁴C-jaren tussen de jongste Maglemose en de oudste Kongemose dateringen en de verwachting dat dit (deels) zou worden opgevuld met de dateringsresultaten van de vindplaats Blak II; deze bleken echter deels te overlappen met de dateringen uit de daaropvolgende Villingebæk fase. Over de datering van de Blak-fase, vermeldde Grøn & Sørensen in hun artikel over de vindplaats Aggemose: "*The exact time interval represented by the phase is not known yet. With some caution it can be said to begin at 6,000-5,700 b.c. (conventional dating), whereas its end can be fixed with certainty at approximately 5,400-5,300*

49 Die oorspronkelijk in een late fase van de Kongemose cultuur werd geplaatst (Grøn 1993, 8).

b.c. As a consequence the start of the Villingebæk phase, traditionally dated to 5,500 b.c. [...] must lie somewhat later". Volgens Lanting & Van der Plicht (2000, 119-121), die de radiometrische dateringen van Blak II, Musholm Bay (ca. 7400 BP) en Kalø Vig (ca. 7500 BP) opsommen en vergelijken met de radiometrische dateringen van de meest recente (yM 2) Maglemose en de oudste Kongemose vindplaatsen (Ageröd I:B en I:D respectievelijk Kongemose), kan er tussen de laatste jong-Maglemose vindplaatsen (gedateerd in het plateau tussen 7050 en 6650 cal. BC) en de vindplaats Blak II (met vier dateringen die een gemiddelde opleveren van 7380 ± 50 BP of ca. 6300/6200 cal. BC) een tijdsverschil van 350/400 jaar zitten en tussen de laatste jong-Maglemose en de vroegste Kongemose vindplaatsen (met drie dateringen uit Kongemose die een gemiddelde opleveren van 7400 ± 70 BP⁵⁰ of -na correctie- ca. 6000/6050 cal. BC) een verschil van 550/600 jaar ... "*ruimte genoeg voor een drastische wijziging van de vuursteenindustrie*".

Kongemose. Larsson (1978, 166-167) maakte een vergelijking tussen de vindplaatsen Ageröd I:B en I:D en enkele Noord-Nederlandse lithische inventarissen uit de provincies Fryslân (Duurswoude I, De Leijen) en Drenthe (Drouwener Zand), ondermeer op basis van eigen observaties (zie Larsson 1978, 167, voetnoot 214). Zich voornamelijk baserend op het onderzoek van Newell, wees hij toen op het belang van het Nederlandse onderzoek: "*in contrast to previously described regions [Scandinavië, Noord-Duitsland, Polen], there [are] a considerable number of C 14 dates from the Netherland Mesolithic. They are very important for stabilizing the chronology based on typological grounds. [...] In trying to elucidate contacts between continental and Scanian material, the Late Mesolithic development in the northern Netherlands is of great value, since information from other northern regions of the Continent is defective and not enough to effectively support the chronology based on typology. The De Leinen-Wartena Complex [sic] has also been paralleled to the North German Oldseloe Culture*". Zoals we eerder zagen, worden het bestaan van het De Leijen-Wartena-complex van Newell en de Oldseloe Cultuur van Schwabedissen tegenwoordig niet meer aanvaard. Vang Petersen (1984, 9, 12; 1993) deelde de Kongemose en Ertebølle in Oost-Denemarken op in vijf fasen: "*the study of the chronological development of the Vedbæk sites has focused on the lithic materials. [...] arrowheads are an important group among the flint tools. [...] The arrowheads vary widely in size and shape and analysis has shown that these small flint points provide the best information for dating Meso-*

50 Hierover vermelden ze (2000, 121) dat één van de drie dateringen door een mogelijke oudere bijmenging vermoedelijk buiten beschouwing dient te worden gelaten, waardoor de gemiddelde datering komt te liggen op 7320±90 BP, wat beter zou passen gelet op de dateringen van de vindplaats Blak II.

lithic sites. [...] Investigations show that five phases of the Kongemose and Ertebølle periods can be established. The development in Vedbæk corresponds to that of the rest of northeast Zealand [...]. Each phase is defined by the predominance of various types of arrowheads [...] but other tool types also contribute to the characterization.[...] Throughout these phases of the Atlantic Mesolithic culture there are only small changes in the appearance of the most important functional types. Arrowheads, flint axes, blades and burins are in use throughout the period. However, there are significant changes in shapes (for arrowheads) and manufacturing techniques (for axes, blades, handle cores, etc.)". Deze stricte opdeling werd overigens niet door iedereen aanvaard (o.a. Larsson 1983) en Lanting & Van der Plicht (2000, 120) lichten toe dat “*het onderscheid van de verschillende fasen berust [...] eerder op procentuele aandelen van rhombische spitsen en scheve transversaalspitsen en daarnaast op al dan niet voorkomen van handgreepkernen en van kern- en afslagbijlen*”. Voor Kongemose onderscheidde Vang Petersen een vroege en een late fase (resp. Villinge­bæk-fase en Vedbæk-fase). De vroege fase, door hem geplaatst tussen 5500-5000 b.c. en vernoemd naar de vindplaats Villinge­bæk East A, wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van grote rhombische spitsen met een lange laterale, niet geretoucheerde zijde (‘edge’) en een rechte basale afknotting. Dergelijke spitsen werden, via het kerfholverings­pro­cé­dé, vervaardigd uit lange regelmatige klingen verkregen via zachte, organische percussie. Overige karakteristieke elementen zijn de aanwezigheid van (micro)klingen vervaardigd uit handgreepkernen (waarvan het drukvlak een afhakingsnegatief is, cf. Larsson 1978, 176), talrijke stekers op kling of aflag en (quasi) uitsluitend kernbijlen met rhombische doorsnede. Boren en schrabbers komen nauwelijks voor. Radiometrisch gedateerde vindplaatsen zijn de eponieme vindplaats Kongemose en de vindplaatsen Villinge­bæk, Månedalen en Segebro (Zw.) (Lanting, Van der Plicht 2000, 121). De late Kongemose, geplaatst tussen 5000-4500 b.c. en vernoemd naar de vindplaats Vedbæk Boldbaner, wordt gekenmerkt door smalle rhombische spitsen en grote scheve transversaalspitsen vaak met een concave basale retouchering, die niet meer via het kerfsnedepro­cé­dé worden verkregen. Klingen verkregen via organische (‘zachte’) directe percussie blijven doorleven maar worden naar het einde toe vervangen door meer onregelmatige klingen verkregen via stenen (‘harde’) directe percussie. De handgreepkernen die dienen voor de productie van (micro)klingen worden vaak vervaardigd op grote afslagen waarvan het ventrale breuk vaak als drukvlak wordt gebruikt. Net als in de voorgaande fase komen boren en schrabbers nauwelijks voor, terwijl stekers op kling wel nog worden aangetroffen. De kernbijlen zijn gelijkaardig aan die uit de vroege fase. Gedateerde vindplaatsen die aan deze fase worden toegeschreven zijn Vedbæk, Brovst laag 11 en Ageröd V (Zw.) (Lanting, Van der Plicht 2000, 121).

Ertebølle. Vang Petersen deelde **Ertebølle**, die wordt gekenmerkt door het verdwijnen van een aantal karakteristieke Kongemose elementen (kerfresten, rhombische spitsen, handgreepkernen, enz.), op in drie fasen. De vroege fase (Trylleskoven, tussen 4500-4000 b.c.) wordt ondermeer vertegenwoordigd door de gedateerde vindplaatsen Norslund laag 4 en Bulltoftagården en onderscheidt zich door een dominantie van kleine scheve transversaalspitsen, de aanwezigheid van kernbijlen, het gebruik van direct harde percussie, en de opvallende afwezigheid van schrabbers. De middenfase (Stationsvej, 4000-3500 b.c.) wordt ondermeer gekenmerkt door symmetrische transversaalspitsen met een brede niet-geretoucheerde snede en concave afknottingen, de herintroductie van organische percussie en een gesteelde kling met concave afknotting die ook in de volgende fase worden aangetroffen. Kernbijlen worden vervangen door (voornamelijk symmetrische) afslagbijlen. Naar het einde toe doet aardewerk zijn intrede. Smalle transversaalspitsen met rechte of licht concave afgeknotte uiteinden zijn karakteristiek voor de derde fase (Ålekistebro, ca. 3500-3000 b.c.), net als boren en schrabbers, die in tegenstelling tot de vorige fasen opnieuw worden aangetroffen. Het tegenovergestelde geldt voor de steker. Naast afslagbijlen komen opnieuw ook kernbijlen voor, symmetrisch van vorm en met convexe doorsnede en parallelle klingvormige afhaken aan het snijdende uiteinde.

7.2.8.3.3 Een Noord-Europees technologisch kader

Net als binnen de Nederlandse onderzoekstraditie is uitgebreid lithisch technologisch onderzoek van Noord-Europese mesolithische vindplaatsen, in het kader van uitgebreide *intrasite* studies, eerder een zeldzaamheid. Potentieel interessante (gepubliceerde) vergelijkingsdata voor Hempens/N31 zijn ondermeer te vinden op vindplaatsen uit Noord-Duitsland (Holst 2007; 2008) en Zuid-Scandinavië (Stafford 1999; Sørensen 2006a, 2006b).

Technologische karakteristieken van mesolithische assemblages in Noord-Duitsland. Op basis van de bespreking van kernen en (micro)klingen geven Terberger (2006) en Hartz (2009) enkele hoofdlijnen weer van de Noord-Duitse lithische technologie doorheen het mesolithicum. Kernen en klingen uit de Preboreale en Boreale Maglemose vindplaatsen wijzen op de toepassing van directe, harde percussie. Indicaties voor systematische productie van microklingen (voor de vervaardiging van microlieten) ontbreken voor deze periode. Tijdens de overgang Boreaal/Atlanticum wordt een ‘verbetering’ van de klingentechniek vastgesteld, evenals de introductie van microklingen en in samenhang daarmee de handgreepkernen (*handle cores*), die ook doorheen gans de Kongemose cultuur worden aangetroffen, maar ontbreken in de Ertebølle cultuur. Tijdens een late fase van de Maglemose cultuur (vertegenwoordigd door de vind-

plaats Loop LA1) worden, naast de vervaardiging van microklingen, eveneens lange, slanke klingen geproduceerd, die indicatief zijn voor de toepassing van indirecte percussie (*punch*) en die gebruikt worden als dragers voor de vervaardiging van stekers, schrabbers en afgeknotte klingen. Hoewel gelijkaardige klingen ook tijdens de vroege fase van de Kongemose cultuur worden aangetroffen (*i.e.* Dreggers LA3, Bordesholm LA1), wordt deze periode gekenmerkt door een dominantie van microklingen, getuige de talrijke microklingfragmenten en handgreepkernen (waaronder smalle, conische exemplaren). Ondanks de afwezigheid van handgreepkernen op de vindplaats Seedorf LA296, die rond 6100 cal BC wordt gedateerd, treden ook hier, in de vorm van kleine regelmatige klingen, indicaties op voor microklingproductie. Daarnaast zijn de lange elegante, via indirecte percussie vervaardigde klingen iets smaller en kleiner dan in de voorgaande fase, wat mogelijk in verband kan worden gebracht met de gebruikte grondstof. Ook op de recente Kongemose-vindplaats Stoltenberg LA10 zijn aanwijzingen voor geavanceerde micro- en klingproductie, waarbij de klingen lang, regelmatig en licht gekromd zijn. Vanaf de vroege Ertebølle-fase worden klingen geproduceerd via zachte percussie; aanwijzingen voor microklingproductie ontbreken.

Technologische karakteristieken van mesolithische assemblages in Zuid-Scandinavië. Recent heeft Sørensen (2006a, 2006b) voor de ontwikkeling van de klingenproductie doorheen de Maglemose-cultuur in Zuid-Scandinavië een (relatief!) technochronologisch kader uitgewerkt bestaande uit vier diachrone technocomplexen. Een technocomplex definieert hij als “*an area delimited in time and space, in which people have used the same technology in the production of tools*”. Sørensen’s technologische onderzoek staat overigens niet op zichzelf. Hij merkt op dat het initieel beperkt was tot de analyse van het klingenconcept doorheen de Maglemose cultuur, maar dat het op basis van een voorlopige studie van de vindplaats Deimern 45, werd uitgebreid om inzicht te verwerven in de technologische relatie tussen het Ahrensburgiaan en de Maglemose cultuur. Deze studie vormt een aanvulling op Madsen’s (1992) technologische vergelijkende onderzoek tussen de klingenproductie tijdens het Brommiaan en het Ahrensburgiaan. Technologische studies van jongere contexten (Kongemose, Ertebølle) die hij aanhaalt zijn die van Vang Petersen (1984; 1993) en Müller (1900).

Het onderzoek van Sørensen, gebaseerd op een combinatie van een attributenanalyse van de klingen (“*a technological analysis of the morphological characteristics of the blades*”, op basis van Madsen 1992), een dynamische technologische classificatie van de lithische assemblages en een uitgebreid experimenteel onderzoeksprogramma, concentreerde zich

in de eerste plaats op zes van de minst problematische vindplaatsen uit Denemarken, representatief voor elk van de fases, en werd vervolgens uitgebreid met nog eens 17 vindplaatsen uit een ruimere regio in Zuid-Scandinavië en Noord-Duitsland. Door gebruik te maken van deze methodologie slaagt hij er naar eigen zeggen niet alleen in de Maglemose cultuur te definiëren op basis van “*concepts, cognition and by dynamic processes*”, maar kon in korte tijd ook een technologische studie van grote lithische assemblages worden uitgevoerd. Voor de attributenanalyse en het experimentele onderzoek merkt hij op dat: “*the analysis of attributes and diagnostic characteristics of the flint assemblages, combined with modern experiments with flint knapping, suggest the probable technique employed and shed light on the prehistoric working processe. [...] the use of experiments and the results of flint-knapping experiments does not provide an unequivocal list of solutions for prehistoric technology or processes. The experiments should be seen as analogues which aid in the interpretation of prehistoric evindence. The experiments were, furthermore, largely carried out in order to achieve a personal understanding for the production concepts as well as providing a basis on which to ask qualified questions regarding prehistoric technology*”. Het belangrijkste criterium in de selectie van zijn vindplaatsen is hun ouderdom (die voornamelijk werd vastgesteld op basis van typochronologische gronden), maar daarnaast houst hij ook rekening met de aard van de vindplaats en de kwaliteit en ‘volledigheid’ van de opgraving. Dit levert overigens, op één vindplaats na (Barmosen I), geen enkele inventaris op zonder problematisch karakter, waarbij beperkingen worden vastgesteld die in verband te brengen zijn met de ouderdom, vergelijkbaarheid, nauwkeurigheid en volledigheid van de opgraafmethodes, het daaropvolgende beheer van de archeologische collecties, maar ook met de eenmaligheid, integriteit en het *in situ* karakter van de vindplaatsen en/of de beschikbare radiometrische dateringen. Overigens is hij van overtuigd dat hernieuwd radiometrisch onderzoek, in combinatie met technologische analyses zal toelaten te komen tot een beter dateringskader dan nu het geval is. De zes vindplaatsen die de basis van zijn studie vormen, zijn van oud naar jong en volgens regio: Barmosen I en Hasbjerg II uit zuidelijk Sjaelland en Ulkestrup I, II, Mosegården III N en Orelund IX uit westelijk Sjaelland. De 17 extra vindplaatsen uit Zweden, Denemarken en Noord-Duitsland zijn: voor *phase 0*: Duvensee (8 en 9), Holmegård VI, Draved 61 I, Lundby II en Klosterlund; voor *phase 1*: Duvensee (6 en 11) Sdr. Hadsund, Barre Mosse II en Linnebjär; voor *phase 2*: Duvensee 13, Vinde Helsinge en Bøllund; voor *phase 3*: Sværdborg II en voor *phase 5*: Ageröd (IB en ID). Voor zijn *phase 4* zijn geen extra vindplaatsen bestudeerd. De dynamische technologische classificatie die hij gebruikt (op basis van Schild 1980) is opgebouwd rond het idee van een productiesequentie van klingen (binnen een ruimere *chaîne opératoire*) bestaande

uit vier stappen: de verwerving van de grondstof, de voorbereiding van de kernen, de vervaardiging van klingen en de productie van werktuigen. Essentieel in zijn betoog is de derde stap (de productie van klingen): *“The part of the concept of blade production that is characteristic for each site is the production of the blades (step 2 in the concept of blade production). It is here that the flintknapper’s culturally-determined intention reveals itself. Concepts of blade production in the Maglemosian culture can be defined on the basis of the morphology and attributes of blades and cores as well as the probable techniques used in step 2. [...] Methodologically, the dynamic technological classification could be employed because it reflects the production in stages and accordingly can show the production process and the different cultural intentions.*

Sørensen vertrekt vanuit de vaststelling dat de bestaande (relatieve) typonologie op basis van microlietseriatie (Brinch Petersen 1966, 1973; Vang Petersen 1993) omwille van verschillende redenen problematisch is en gaat uit van de veronderstelling dat inzicht in bewerkingstechnieken kan worden verkregen op basis van een studie van de morfologische eigenschappen van de individuele artefacten, een premise die overigens niet altijd zonder meer kan worden aangenomen zoals blijkt uit de aanmaningen tot voorzichtigheid door ervaren lithische specialisten (o.a. Pelegrin 1995: 22; Tixier 1982). Dit haalt Sørensen overigens zelf ook herhaaldelijk aan: *“it is difficult to distinguish between micro blades produced by pressure technique and indirect percussion. [...] The change from direct percussion with a hard hammer stone, to percussion with a soft hammer stone can be difficult to ascertain since the attributes of the blades produced with these techniques are present on a frequencies relative to each other”.*

Zijn uitgebreide technologische analyses resulteerden niet alleen in de herkenning van zeven verschillende concepten van klingproductie maar hij slaagde er ook ze diachroon te ordenen en op die manier een technologische chronologie van de Maglemose cultuur op te bouwen bestaande uit vier opeenvolgende technocomplexen. Belangrijkste conclusie van zijn onderzoek was dat de overgangen tussen enerzijds het eerste en tweede en anderzijds het derde en het vierde technocomplex, verklaard door respectievelijk een overgang van harde naar zachtere hamers (1-2) en de ontwikkeling van mechanische hulpmiddelen om de kern te fixeren (3-4), gezien kunnen worden als het gevolg van logische technologische innovaties, terwijl dit voor de overgang van het tweede naar het derde complex (van directe naar indirecte en druktechnieken) absoluut niet het geval is (*“a sudden leap”*). Een tweede conclusie was dat tijdens de Maglemose cultuur de basis werd gelegd voor de concepten van klingproducten in de Kongemose en Ertebølle culturen.

7.2.8.4 Conclusie

Op basis van bovengeschetste ontwikkelingen doorheen het Mesolithicum in aansluitende delen van Noordwest-Europa, lijkt tenminste (een deel van?) de (micro)lithische assemblage van Leeuwarden-Hempens/N31 op basis van typologische gronden, ondermeer vertegenwoordigd door de trapezia, de steilgeretoucheerde microklingen, de (lange) ongelijkbenige driehoeken, de handgreepkernen, (een deel van) de microklingen, enz. aan te sluiten bij de inventarissen die worden toegeschreven aan de overgangperiode Maglemose/Kongemose-cultuur, gesitueerd bij aanvang van het Atlanticum, een periode die in de ganse regio vooralsnog bijzonder slecht gekend is. Mogelijk is, voornamelijk in vergelijking met de ontwikkelingen in Noordwest-Duitsland, een temporeel onderscheid aanwijsbaar tussen de verschillende concentraties van de vindplaats, waarbij de zuidelijke concentratie 3b, voornamelijk gekenmerkt door de aanwezigheid van trapezia een iets jongere fase zou kunnen vertegenwoordigen dan concentratie 2, waar een rijkere microlietvariatie, inclusief trapezia, werd aangetroffen.

7.3 Lithisch materiaal: het microscopische onderzoek

7.3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het functionele onderzoek uitgevoerd op het lithische materiaal van de steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 gepresenteerd. Het onderzoek, gerealiseerd met behulp van microscopische technieken, bestond uit twee fases waarin alles bij elkaar genomen een staal van 354 artefacten uit vuursteen werd bestudeerd. In onderstaande paragrafen werden de originele rapportages van dit onderzoek (Schreurs 2005; 2007; Beugnier 2009) integraal – aangevuld met lichte correcties – overgenomen. Tijdens de uitvoering van het veldwerk van het DAO-2 in 2004 werd door J. Schreurs een *pilot* onderzoek met adviserend karakter uitgevoerd op een steekproef van 54 artefacten met als doelstellingen het vaststellen van de aanwezigheid, kwaliteit en aard van gebruikssporen op de artefacten (Schreurs 2005; 2007, zie paragraaf 7.3.2.). Op basis van de resultaten van dit onderzoek werd een vervolgonderzoek aanbevolen, waarvoor een afzonderlijk PVE werd uitgeschreven (Noens, Schreurs 2007, zie bijlage 1c). Het vervolgonderzoek werd in 2008 op een staal van 300 lithische artefacten uitgevoerd door V. Beugnier (Beugnier 2009, zie paragraaf 7.3.3.). De doelstellingen van dit onderzoek waren drieledig: vooreerst het vaststellen van eventuele (post-)depositionele aantasting van het lithische materiaal, vervolgens een reconstructie van het gebruik van werktuigen en bij uitbreiding een interpretatie van de functie van de arte-

facten en tot slot het achterhalen van de relatie tussen artefact(morfo)type en functie. In paragraaf 7.3.4. worden de resultaten van beide onderzoeken bij wijze van samenvatting met elkaar geconfronteerd en wordt het functionele onderzoek in een ruimtelijk kader geplaatst (onderzoek G. Noens en P. Crombé).

7.3.2 Het *pilot* onderzoek (J. Schreurs)

7.3.2.1 Inleiding

De doelstelling van de *pilot*studie is vast te stellen in hoeverre gebruikssporen zichtbaar zijn op de vuurstenen artefacten, en zo ja, wat de kwaliteit en aard ervan is. Op grond hiervan wordt een advies gegeven voor vervolgonderzoek. Voor de *pilot*studie is een steekproef genomen van 54 artefacten uit het materiaal dat is opgegraven tijdens het DAO-2. De artefacten zijn verspreid over de vindplaats en op verschillende dieptes verzameld. In zoverre typologisch te bepalen, betreft het uitsluitend mesolithisch materiaal.

7.3.2.2 Methode en steekproef

Bij gebruikssporenonderzoek wordt met behulp van een microscoop de werkrand van een artefact onderzocht op gebruiks- of slijtagesporen. Deze sporen kunnen bestaan uit afsplinteringen (gebruiksretouche), glans, krassen en afronding van de werkrand. De archeologische sporen worden vergeleken met slijtagesporen op experimenteel gebruikte werktuigen. Indien de sporen overeenkomen kan met een hoge mate van waarschijnlijkheid worden aangenomen dat met het archeologische materiaal dezelfde activiteit is uitgevoerd (Keeley 1980; Van Gijn 1990; Shea 1991).

Voor het gebruikssporenonderzoek is gebruik gemaakt van een combinatie van twee technieken: de *low power*- (Tringham *et alii* 1974; Odell 1977; Shea 1991) en de *high power*-techniek (Keeley 1980; Van Gijn 1990). De gebruiksretouche en afronding zijn met behulp van een stereomicroscoop (Wild) onderzocht onder lage vergrotingen variërend van 40-160x, teneinde de uitgevoerde beweging en de relatieve hardheid van het bewerkte materiaal vast te stellen. Glans en krassen zijn bekeken met een opvallendlichtmicroscoop (Nikon optiphot en Olympus BH) waarbij de vergroting varieerde van 100-300x. Met deze laatste high power-techniek zijn meer gedetailleerde uitspraken mogelijk over het bewerkte materiaal. Kenmerkende gebruikssporen zijn gefotografeerd met een Olympus Camedia C-3040⁵¹. De artefacten zijn schoongemaakt met alcohol.

51 Met dank aan O. Brinkkemper en T. Penders (ROB) voor de hulp bij het vervaardigen van de foto's.

Er is een steekproef van 54 artefacten geselecteerd voor dit onderzoek bestaande uit 31 gemodificeerde artefacten, of te wel werktuigen en 23 ongemodificeerde artefacten. De gemodificeerde artefacten omvatten zes categorieën: microspitsen, steil geretoucheerde klingens, boren, schrabbers, gekerfde klingens en geretoucheerde afslagen. Het ongemodificeerde materiaal is geselecteerd op grond van de afmetingen (grotere exemplaren) en de vorm van de werkrand (recht of concaaf) en omvat klingens, waaronder enkele met macroscopische gebruiksretouche, afslagen en een kernvernieuwingsstuk. De artefacten zijn verspreid over de vindplaats en op verschillende dieptes verzameld.

Alle bestudeerde artefacten zijn vervaardigd van vuursteen van Scandinavische origine, zogenaamde noordelijke vuursteen die gedurende het Saalien met het landijs is aangevoerd en voorkomt ten noorden van de grote rivieren. Het betreft overwegend translucide homogeen grijze vuursteen zonder fossielen (N = 44). Eén artefact zonder fossielen is opaak en homogeen zwart van kleur. Een minderheid bevat fossielen (voornamelijk bryozoën en sponsnaaldjes) en is homogeen (N = 3) of heterogeen (lichtgrijs en donkergrijs) van kleur (N = 6). Op enkele uitzonderingen na betreft het fijnkorrelige vuursteen van zeer goede kwaliteit.

7.3.2.3 Documentatie

Alle artefacten zijn getekend waarbij gebruikssporen, indicaties voor schachting en secundaire beschadigingen zijn aangegeven (fig. 119). Voor de codering van de contactmaterialen, de beweging en mate van slijtage, is gebruik gemaakt van een standaard codelijst (bijlage 6). De hoek van de gebruikte zijden is gemeten met behulp van een goniometer en afgerond op 5°.

7.3.2.4 Conservering

De artefacten zijn over het algemeen redelijk geconserveerd. In de regel is sprake van een lichte (30%) of matige (52%) oppervlakteabrasie, af en toe komt echter ook een sterkere abrasie voor (19%) (tab. 37). Eenmaal is een lichte witte patina waargenomen (artefactnr. 937-1). De abrasie is waarschijnlijk het gevolg van het gedurende lange tijd aan het oppervlak liggen van de artefacten. Door het herhaaldelijke gebruik van de locatie zal bovendien betreding van invloed zijn op de conservering. Daarnaast zijn op veel artefacten heldere glansplekjes zichtbaar die het gevolg zijn van inwerking van wortels op het vuursteenoppervlak (fig. 120, links). Dergelijke glans wordt vooral aangetroffen op artefacten van vindplaatsen die overgroeid zijn met veen. In tegenstelling tot waarnemingen op materiaal van de laatmesolithische/vroegneolithische vindplaats Hoge Vaart-A27 (Peeters *et alii*. 2001a) betreft het overwegend kleine spots en zelden grotere plekken. Een verklaring voor dit verschil

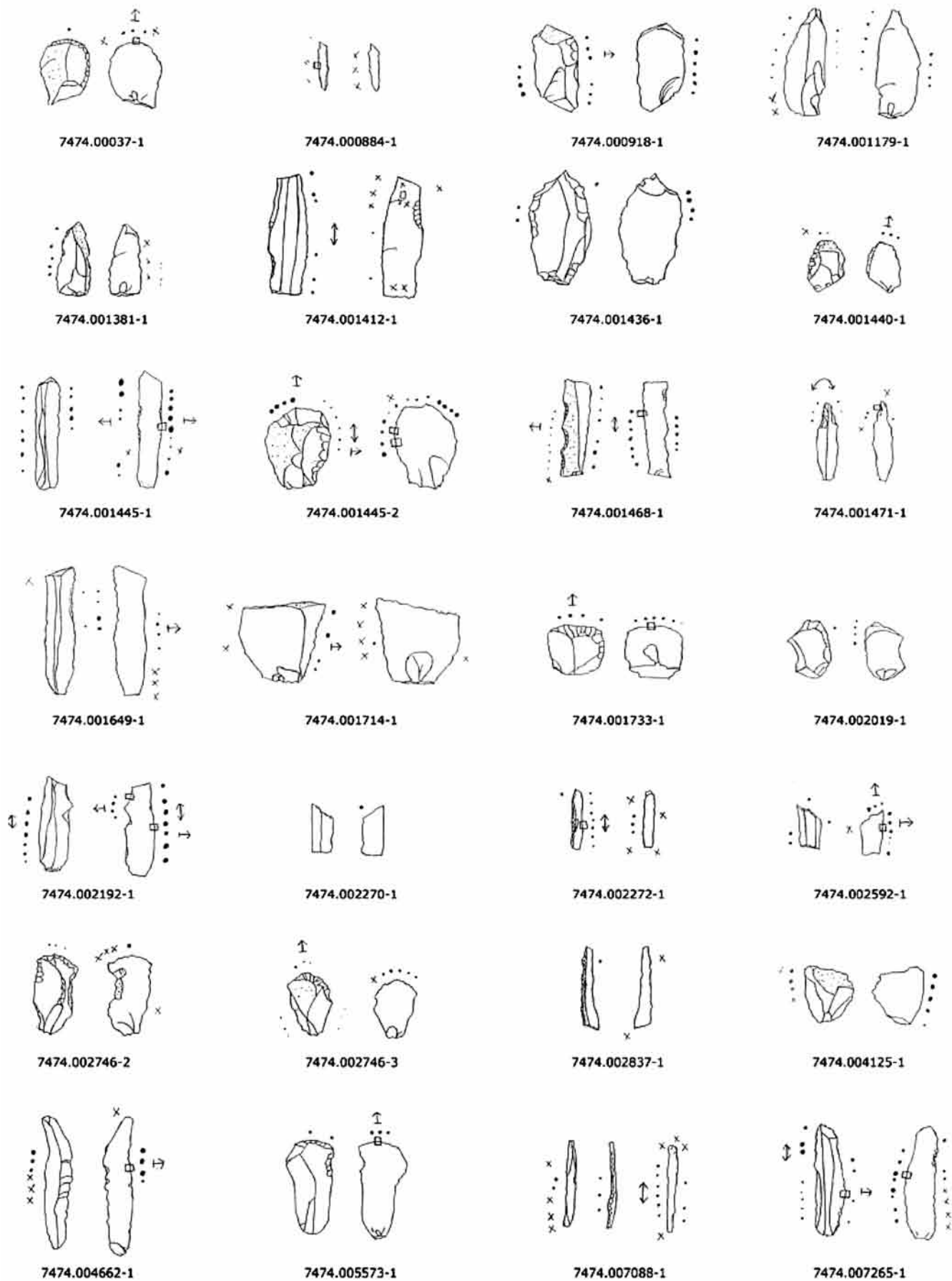


fig. 119 Resultaten van het *pilot* gebruikssporenonderzoek (bron originele schetsen Schreurs 2005, aangepast).

	licht	matig	zwaar	totaal
gebruikt	4	13	4	21
mogelijk gebruikt	5	1	1	7
geen sporen	7	14	2	23
niet interpreteerbaar	-	-	3	3
totaal	16	28	10	54

tab. 37 Aanwezigheid van gebruikssporen op bestudeerde artefacten en mate van beschadiging.

kan samenhangen met verschillen in de soort begroeiing (typen veen) en eventuele diepteligging van de artefacten alvorens de begroeiing plaatsvond (Hoge Vaart is korter na bewoning overgroeid). Ook het opgraven heeft zijn weerslag op de conservering van de artefacten. Het gebruik van metalen zeven heeft veel sporen achtergelaten in de vorm van metaalglans. Veelal betreft het kleine spots en krassen (fig. 120, rechts). Doordat aanvankelijk borstels zijn gebruikt voor het schoonborstelen van de zeven alvorens alle artefacten verzameld werden, komen er ook artefacten voor met een sterke metaalglans.

Ondanks de genoemde versturende sporen zijn de eigenlijke gebruikssporen over het algemeen redelijk bewaard. Omdat de beschadigingen door wortelinwerking en het gebruik van metalen zeven veelal puntlocaties zijn, zijn gebruikssporen meestal toch waarneembaar. Dit in tegenstelling tot oppervlakteabrasie waarbij het vuursteenoppervlak vaak vlakdekkend is beschadigd. Een interpretatie is echter niet altijd mogelijk omdat veel werktuigen slechts kort zijn gebruikt en er nauwelijks sporen zijn ontwikkeld. Alleen been, harde houtsoorten en silicahoudende planten laten na kortstondig gebruik interpreteerbare sporen na (Van Gijn 1990, 48-50; Van den Dries 1998). Binnen het

put	licht	%	matig	%	zwaar	%	totaal
49	2	12,5	1	3,6	2	20	5
50	5	31,3	6	21,4	5	50	16
51	-	-	1	3,6	-	-	1
58	1	6,3	1	3,6	-	-	2
60	1	6,3	1	3,6	-	-	2
66	-	-	1	3,6	-	-	1
67	-	-	2	7,1	-	-	2
68	-	-	-	-	1	10	1
69	-	-	2	7,1	-	-	2
76	3	18,8	8	28,6	1	10	12
77	3	18,8	2	7,1	-	-	5
78	1	6,3	-	-	-	-	1
84	-	-	1	3,6	-	-	1
85	-	-	1	3,6	1	10	2
94	-	-	1	3,6	-	-	1
totaal	16	100	28	100	10	100	54

tab. 38 Mate van beschadiging van de bestudeerde artefacten per put.

onderzochte areaal lijken de minder goed geconserveerde artefacten vooral voor te komen in de putten 49, 50 en 76 (tab. 38). Het betreft putten met zéér grote vondstaantallen waaruit ook goed geconserveerde artefacten in de steekproef aanwezig zijn. Men kan dus niet zondermeer stellen dat de artefacten in deze putten minder goed geconserveerd zijn. Door de grote opeenhopingen van vuursteen zal met name betreding hebben bijgedragen aan de beschadiging van het vuursteen. Uit een overzicht van de diepteligging en de conservering van artefacten komt naar voren dat de artefacten in laag 4 relatief minder goed geconserveerd zijn (tab. 39). Een verklaring hiervoor is niet evident, de gegevens zouden geanalyseerd moeten worden in samenhang met de bodemopbouw. Een hypothese is dat laag 4 gekoppeld kan worden aan het mesolithische woonniveau. Laag 1 en 2 bevatten in veel gevallen namelijk veen en zijn ten dele

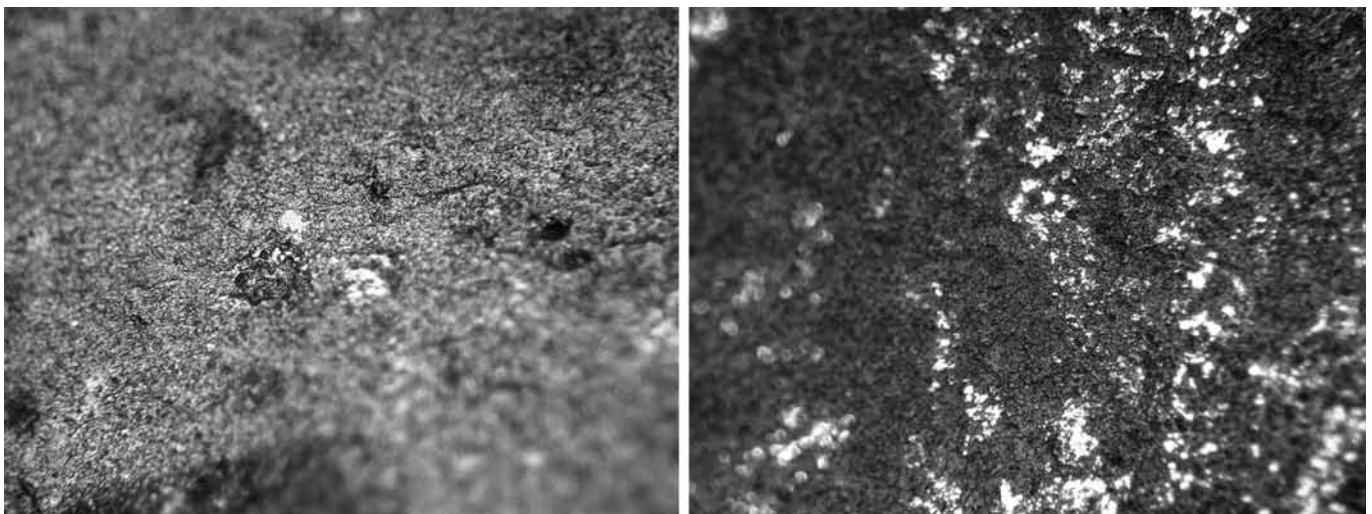


fig. 120 Conservering van de lithische artefacten op basis van het microscopische onderzoek. Links: Heldere glansplek op steil geretoucheerde kling (7474002780-1), waarschijnlijk veroorzaakt door inwerking van wortels op het vuursteenoppervlak (vergroting 200x); rechts: metaalglans op het vuursteenoppervlak ontstaan door contact met de zeef (vergroting 200x).

te dateren na de mesolithische bewoning. Hoe de relatief goede conservering van het materiaal in laag 3 verklaard kan worden dient nog nader onderzocht te worden.

7.3.2.5 Resultaten

7.3.2.5.1 Inleiding

Van de 54 bestudeerde artefacten vertonen 21 stuks (38,9%) gebruikssporen, 23 stuks (42,6%) hebben geen sporen van gebruik, zeven (13%) zijn mogelijk gebruikt en drie (5,6%) zijn niet interpreteerbaar. Het percentage niet interpreteerbare artefacten is vrij laag en hangt samen met de redelijke staat van conservering van de artefacten (vgl. Van Gijn 1990, tabel 3). Het aandeel gebruikte artefacten, 41% wanneer alleen de interpreteerbare artefacten beschouwd worden, is vrij hoog. Dit is te verklaren door de aard van de steekproef: naar verhouding is een groot aantal geretoucheerde artefacten vertegenwoordigd. De artefacten zijn niet intensief benut; het gemiddeld aantal werkranden per gebruikt artefact is 1,4. De meeste artefacten hebben één gebruikte rand, slechts zeven stuks hebben twee (N = 5) of drie (N = 2) gebruikte zones of werkranden. In totaal zijn er 30 gebruikte werkranden onderscheiden.

7.3.2.5.2. Uitgevoerde activiteiten: contactmaterialen, beweging en mate van gebruik

Het blijkt dat de artefacten van Hempens voor de bewerking van diverse materialen zijn gebruikt. Sporen van het bewerken van huid en plant overheersen echter (tab. 40). Ook houtbewerking is goed vertegenwoordigd. Daarentegen zijn er weinig aanwijzingen dat bot of gewei ter plekke bewerkt is. In grote lijn komt dit patroon overeen met de Hoge Vaart (Peeters *et alii* 2001a, tabel 33). Te Hardinxveld-Giessendam De Bruin zijn meer aanwijzingen voor bot- en geweibewerking (van Gijn *et alii* 2001a, tabel 6.10, 6.11, 6.12) terwijl bij Hardinxveld-Giessendam Polderweg plantbewerking domineert (van Gijn *et alii* 2001b, tabel 6.10, 6.11, 6.12).

(1) Huid. Bij de meeste sporen van contact met huid gaat het om het schrapen van dit materiaal. Op slechts één artefact zijn snijsporen waargenomen. De toestand van de bewerkte huid is meestal niet nader te duiden: de sporen

zijn onvoldoende diagnostisch hetgeen ondermeer samenhangt met de duur van het gebruik van een werktuig (fig. 121, boven en midden). Indien het wel mogelijk is onderscheid te maken (N=2) betreft het verse huid (fig. 121, onder). Dit zou erop kunnen wijzen dat er voornamelijk net gevilde huiden werden schoongemaakt. Sterk afgeronde schrabbers met ruwe matte glans, die geïnterpreteerd worden als werktuigen om gedroogde huiden soepel te maken, ontbreken. De werktuigen zijn licht gebruikt op één schrabber na. Het werktuig (artefactnr. 1445-2) is intensief gebruikt waarna de schrabberkap is aangescherpt en deze vervolgens nog licht is gebruikt voor het schrapen van huid.

(2) Plantaardig materiaal. Plantbewerkingssporen zijn genoteerd bij vijf werkranden; eenmaal is plantaardig materiaal gesneden en viermaal is een transversale beweging uitgevoerd. Bij snijsporen denkt men doorgaans aan het verzamelen of oogsten van planten. De transversale gebruiksrichting wijst daarentegen op zogenaamde *manufacturing of processing* taken. Deze taken omvatten het verwerken van grondstoffen tot half- of eindproducten. Te Hempens zijn op hetzelfde werktuig (artefactnr. 2192-1) transversale en longitudinale sporen aangetroffen, waardoor het waarschijnlijker is dat het werktuig voor een *manufacturing of processing* taak heeft gediend waarbij ook gesneden is. De aard van het bewerkte plantaardige materiaal is niet nader bepaald dan silicahoudend en niet silicahoudend in geval van artefactnr. 1649-1. Kenmerkend voor de silicahoudende planten is de sterk reflecterende, wijd verspreide glans. Eenmaal (fig. 122) is sprake van een “vloeibaar” lijkende platte glans met fijne krasjes (vgl. Peeters *et alii* 2001a, 41). De krassen zijn loodrecht op de werkrand georiënteerd hetgeen duidelijk de gebruiksrichting weergeeft. Gezien de beperkte breedte waarover de sporen voorkomen (ca. 1 à 1,5 cm) is het contactmateriaal vrij smal. Dergelijke sporen zijn echter nog niet experimenteel nagebootst waardoor we de aard van het materiaal nog niet kennen. De glans op de andere werkranden is eveneens sterk reflecterend maar duidelijke topografische kenmerken in het glansoppervlak ontbreken (fig. 123). Krasjes, aan de hand waarvan mede de gebruiksrichting kon worden vastgesteld, komen in beperkte mate voor. Dit type sporen toont overeenkomsten met die ontstaan bij het pletten van riet of biezen. Door de stengels van deze planten te schrapen worden ze buigzaam en plooibaar en kunnen ze verder verwerkt worden tot bijvoorbeeld matten of manden. Vergelijkbare sporen zijn aangetroffen op artefacten van de Hoge Vaart (2001a), Hardinxveld-Giessendam De Bruin (van Gijn *et alii* 2001a) en Hardinxveld-Giessendam Polderweg (van Gijn *et alii* 2001b).

(3) Hout. Sporen van contact met hout zijn te zien op drie werkranden. De gebruiksglans is herkenbaar als een dun bandje heldere glans langs de werkrand en de hogere delen van het vuursteenoppervlak. In alle gevallen gaat het om

laag	licht	%	matig	%	zwaar	%	totaal
1	-	-	1	3,6	1	10	2
2	1	6,3	6	21,4	-	-	7
3	7	43,8	6	21,4	2	20	15
4	3	18,8	11	39,3	4	40	18
5	5	31,3	2	7,1	2	20	9
6	-	-	2	7,1	-	-	2
7	-	-	-	-	1	10	1
totaal	16	100	28	100	10	100	54

tab. 39 Mate van beschadiging van de bestudeerde artefacten per laag.

	longitudinaal	transversaal	boren	schieten	onbepaald	totaal
plant	-	1	-	-	-	1
silicahoudende plant	1	3	-	-	-	4
hout	-	2	-	-	-	2
hard hout	-	1	-	-	-	1
bot/gewei	-	-	1	-	-	1
huid	1	4	-	-	-	5
verse huid	-	2	-	-	-	2
zacht plantaardig	-	2	-	-	-	2
matig hard plantaardig	2	1	-	-	-	3
hard plantaardig	1	-	-	-	-	1
hard dierlijk	1	-	-	-	-	1
matig hard onbepaald	-	2	-	-	-	2
onbepaald	1	1	-	1	2	5
totaal	7	19	1	1	2	30

tab. 40 Bewerkte materialen en uitgevoerde bewegingen.

transversale bewegingen. De artefacten zijn slechts licht of matig gebruikt, hetgeen doet vermoeden dat ze veeleer verband houden met het repareren of aanscherpen van hout dan met het vervaardigen van werktuigen. Het aangepunte houten voorwerp – een pijlpunt? – dat verzameld is in put 58 (vondstnr. 413), zou goed met dergelijke werktuigen kunnen zijn bewerkt.

(4) Bot/gewei. Bot of geweiglans is op één werkrand waargenomen. Het werktuig is licht gesleten waaruit afgeleid kan worden dat het slechts kortstondig is gebruikt.

(5) Overig. Behalve de genoemde contactmaterialen die tot op zekere hoogte gedefinieerd konden worden zijn op 14 werkranden sporen waargenomen die niet nader toe te wijzen zijn. Opvallend is dat ook hier plantaardige materialen goed vertegenwoordigd zijn, zowel sporen die in verband te brengen zijn met transversale alsook met longitudinale bewegingen.

De meeste gebruikte artefacten van Hempens zijn licht gesleten hetgeen gezien wordt als een aanwijzing voor licht of kortstondig gebruik. De werktuigen zijn niet opgebruikt of intensief benut hetgeen ook naar voren komt bij het gemiddeld aantal werkranden per artefact (1,4). Slechts zeven stuks hebben twee (N=5) of drie (N=2) gebruikte zones of werkranden, meestal betreft het verscheidene zijden van een artefact. Gebruik voor een veelheid aan taken lijkt niet het geval.

73.2.5.3 De relatie tussen werktuigtype en functie

Het aantal bestudeerde artefacten is te klein om conclusies te trekken omtrent de frequentie van gebruik van de diverse artefactcategorieën (tab. 41) en de functionele homogeniteit van de verschillende artefacttypen. Voor het beantwoorden van deze vragen zou een grotere steekproef

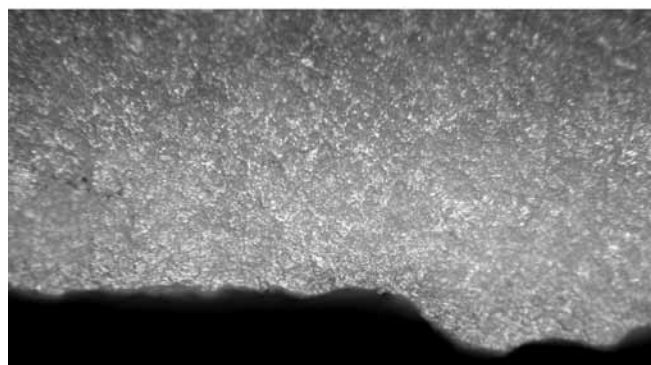
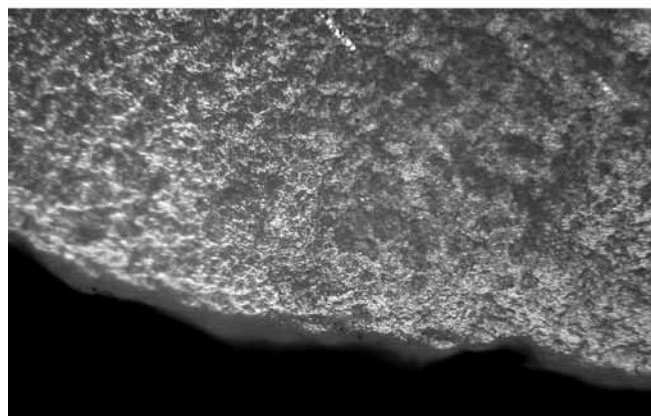
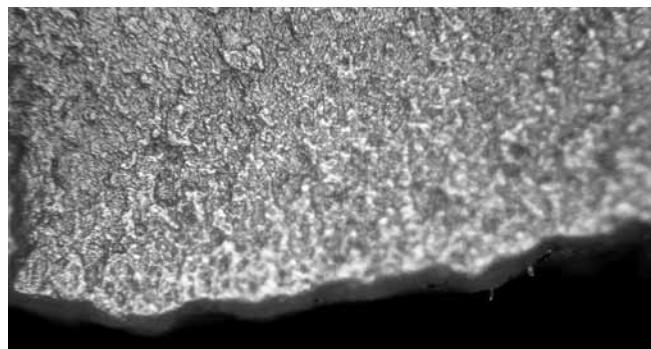


fig. 121 Sporen van huidbewerking. Boven: onbepaalde huidtoestand op schrabber (7474.000037-1, vergroting 200x); midden: onbepaalde huidtoestand op steilgeretoucheerde kling (7474.002272-1, vergroting 200x); onder: verse huidtoestand op schrabber (7474.001733-1, vergroting 200x).

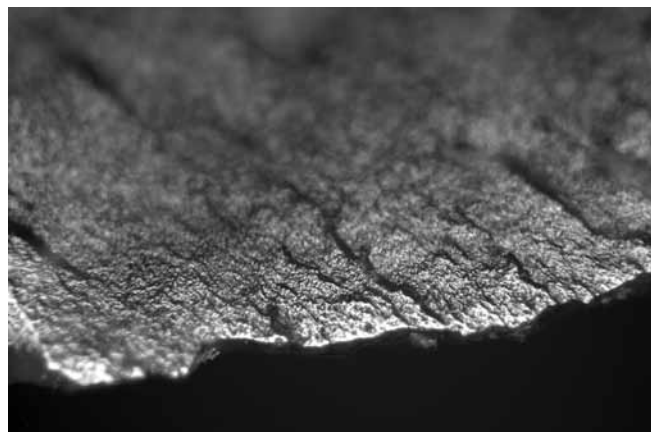


fig. 122 Sporen van plantbewerking op kling (7474.004662-1, vergroting 100x), gekenmerkt door een "vloeibaar" lijkende platte glans met fijne krasjes die loodrecht op de werkrand zijn geïoriënteerd.

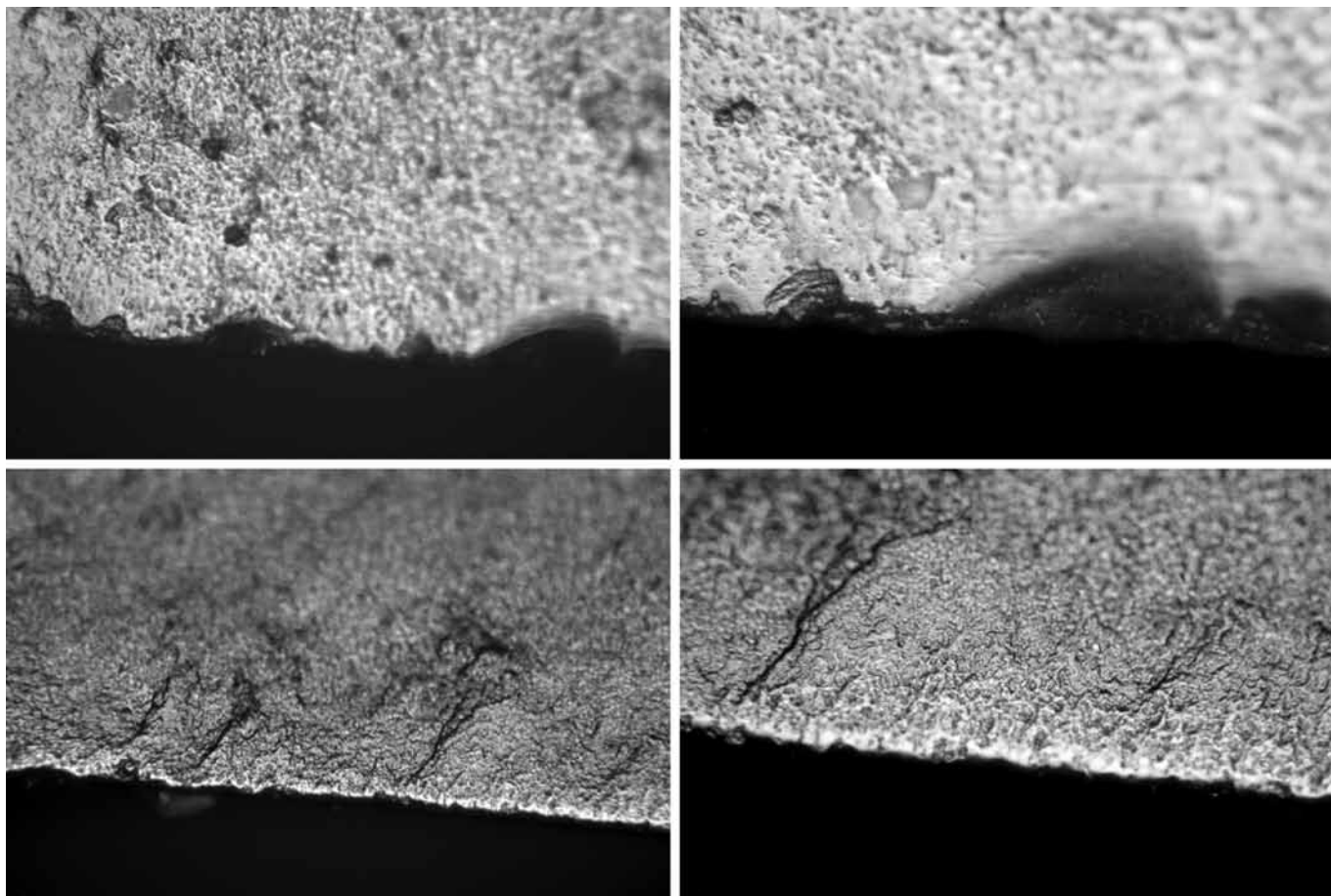


fig. 123 Sporen van plantbewerking via longitudinale en transversale bewegingen (boven, 7474.002192-1) en via transversale bewegingen (onder). Linkerfoto's = vergroting 100x; rechterfoto's = vergroting 200x).

genomen moeten worden. De onderstaande resultaten kunnen derhalve niet geëxtrapoleerd worden naar de gehele vindplaats.

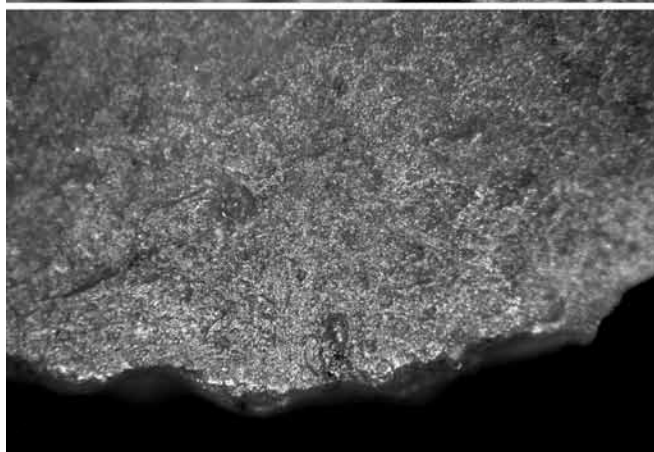
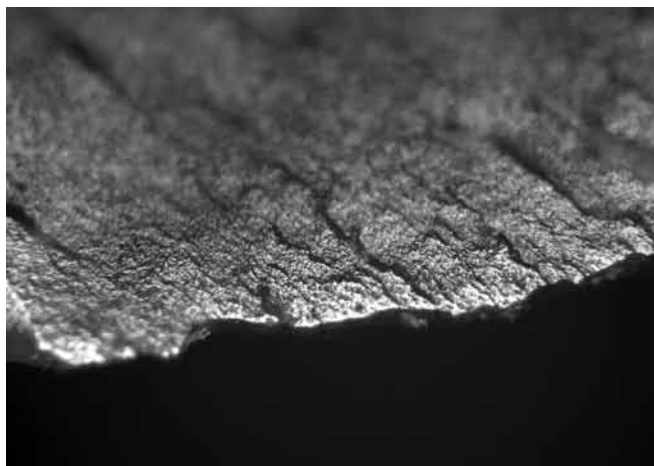
(1) Spitsen. Van de zes bestudeerde spitsen heeft één asymmetrische vierhoek (2592-1) gebruikssporen aan de lange zijde en aan de distale afknotting. De sporen wijzen op het schrapen van een matig hard materiaal (fig. 124, boven). De aard van het materiaal kon niet worden bepaald. Een tweede asymmetrische vierhoek (2270-1) is mogelijk gebruikt als projectiel. Experimenteel onderzoek heeft uitgewezen dat op ongeveer tweederde van de afgeschoten pijlpunten beschadigingen optreden (Fisher *et alii* 1984)⁵². Een groot aantal van de gebruikte pijlpunten vertoont dus géén slijtage en het is dan ook mogelijk dat meer spitsen van Hempens zijn gebruikt als projectiel dan kan worden vastgesteld.

(2) Steil geretoucheerde klinggen. Er zijn tien steil geretoucheerde klingetjes onderzocht waarvan er drie gebruiksspo-

ren bezitten en één mogelijk is gebruikt. De sporen van gebruik zijn aangetroffen op klingtypen met retouche langs één zijde, waarvan er in totaal zes zijn bestudeerd. Eenmaal betreft het lineaire sporen die wijzen op een gebruik als projectiel (fig. 124, midden). Een ander exemplaar heeft gebruikssporen die in verband te brengen zijn met het snijden van huid (fig. 121). Met de derde kling is eveneens gesneden maar het contactmateriaal kon niet worden bepaald. Een van de twee bestudeerde klingetjes met een driehoekige vorm is mogelijk gebruikt als projectiel. Op een klingetje met een rechthoekige vorm en één met retouche langs beide lange zijden zijn daarentegen geen sporen van gebruik waargenomen. Gezien het gegeven dat een gebruik als projectiel niet altijd beschadigingen nalaat, kan niet worden uitgesloten dat ze als zodanig zijn gebruikt. Daarnaast is een gebruik als vishaakje heel voorstelbaar bij dit type werktuigen. Zover bekend laat dit echter evenmin duidelijk herkenbare gebruikssporen na.

(3) Schrabbers. Van de negen bestudeerde schrabbers zijn er zes gebruikt resulterend in acht gebruikte werkranden. Het aantal werkranden per artefact is in één geval drie, de overige gebruikte schrabbers vertonen slechts één werk-

52 Het experimenteel onderzoek was gericht op pijlpunten (o.a. transversaalspitsen). Niet bekend is hoe frequent gebruikssporen ontstaan bij een gebruik van spitsen als 'weerhaak'.



124 Boven: sporen van een onbepaald matig hard materiaal op een asymmetrisch vierhoek (7474.2592-1, vergroting 100x). Midden: lineaire sporen op een steilgeretoucheerde kling (7474.000884-1, vergroting 100x). Onder: sporen van het snijden van hard dierlijk materiaal op een schrabber (7474.1445-2, vergroting 100x).

rand. Het merendeel van de schrabberanden is gebruikt geweest op huid (twee vers, drie voor huid waarvan de 'toestand' niet duidelijk is) (tab. 42). De schrabber met drie werkranden vertoont naast sporen van huidschrapen ook sporen van het snijden van hard dierlijk materiaal (fig. 124, onder). Deze zijn aangetroffen op een laterale zijde. De

	gebruikt	geen sporen	niet interpreterbaar	mogelijk gebruikt	totaal
microspits	1	4	-	1	6
steil geretoucheerde kling	3	6	-	1	10
boor	1	-	-	-	1
schrabber	6	1	-	2	9
gekerfde kling	2	-	-	-	2
geretoucheerde afslag	1	1	-	1	3
kling	2	8	1	1	12
gebruikte kling	3	-	-	-	3
afslag	2	3	1	1	7
kernvernieuwingsstuk	-	-	1	-	1
totaal	21	23	3	7	54

tab. 41 De frequentie van gebruik van de diverse artefactcategorieën.

schrabberkap is tijdens het gebruik, of tussen gebruiksfasen aangescherpt en hierdoor vrij stomp geworden (80°). De overige schrabbers hebben een steilere kap (55-70°) en zijn overwegend licht tot matig gebruikt.

(4) Klinge. Onder deze categorie vallen zowel de klingen zonder enige vorm van retouche (N = 12) als die met macroscopische gebruiksretouche (N = 3). Van de vijftien bestudeerde klingen zijn er vijf gebruikt, waaronder de exemplaren met de macroscopische beschadigingen. In totaal betreft het negen werkranden; één kling heeft drie werkranden (2192-1), twee hebben er twee, en twee hebben slechts één gebruikte rand. De klingen hebben overwegend gediend voor het snijden en in een transversale beweging bewerken van plantaardig materiaal (tab. 43). De mate van gebruik varieert van licht, matig tot zwaar.

(5) Afslagen. Er zijn zeven afslagen bestudeerd waarvan twee met sporen van gebruik. Eén is gebruikt voor het schrapen van hout en de andere voor het schrapen van huid. De mate van gebruik is respectievelijk als licht en matig geïnterpreteerd.

(6) Overige artefacten met gebruikssporen. De overige gemodificeerde artefacten zijn vertegenwoordigd in kleine aantallen en worden tezamen behandeld. Met de enige boor in de steekproef blijkt gewei of bot te zijn doorboord. Het werktuig is slechts licht gebruikt. Een gekerfde kling lijkt te zijn gebruikt voor het snijden van een matig hard plantaardig materiaal. Ook dit werktuig is slechts licht gebruikt. Een geretoucheerde afslag is benut voor het in een transversale beweging bewerken van hout. De slijtage is matig.

Zoals hierboven reeds gezegd, zijn de aantallen te klein om conclusies te trekken aangaande een eventuele correlatie tussen bepaalde werktuigtypen en specifieke toepassingen,

verse huid schrapen	2
onbepaalde huid schrapen	3
hout schrapen	1
hard dierlijk materiaal snijden	1
onbepaald materiaal schrapen	1
totaal	8

tab. 42 Contactmaterialen waarvan sporen zijn aangetroffen op schrabbers.

desalniettemin zijn enkele tendensen waarneembaar. De schrabbers zijn overwegend op huid gebruikt. Zowel spitsen als steil geretoucheerde klingetjes hebben gediend als projectiel, maar zijn ook voor andere doeleinden ingezet. De bestudeerde klingen zijn voornamelijk voor de plantbewerking gebruikt. Het betreft echter een zeer klein aantal gebruikte exemplaren en de verwachting is dat een uitgebreidere steekproef een meer diverse gebruik van deze artefactcategorie zal uitwijzen.

7.3.2.54 Schachting

Op een aantal artefacten waaronder spitsen zijn restjes organisch materiaal aangetroffen. Vergelijkbaar residu kwam ook voor op artefacten van de Hoge Vaart. In een aantal gevallen konden deze resten als houtteer geïnterpreteerd worden die gebruikt werd voor schachting van de werktuigen. Vaak kwamen de resten echter willekeurig verspreid over het vuursteenoppervlak voor alsook op ongebruikte exemplaren, waardoor een verband met schachting minder waarschijnlijk is. Een alternatieve verklaring is dat het residu betreft afkomstig uit het veen dat de vindplaats afdekt. Niettegenstaande zullen de spitsen, steil geretoucheerde klingen en het merendeel van de schrabbers geschacht zijn geweest. Lichte beschadigingen aan de laterale zijden van enkele schrabbers duiden hier ook op.

7.3.2.6 Conclusies en aanbevelingen

De resultaten van de gebruikssporenanalyse van een steekproef van vuurstenen artefacten van HEMPENS zijn positief. Het vuursteen is redelijk goed geconserveerd en de gebruikssporen (gebruiksretouche, glans, krasjes en afronding) zijn over het algemeen herkenbaar. Doordat veel werktuigen slechts licht gebruikt zijn was het echter vaak niet mogelijk het exacte contactmateriaal te interpreteren.

Ten behoeve van de gebruikssporenanalyse is bij toekomstige opgravingen aan te bevelen voorzichtig te zijn met het gebruik van metalen zeven en bij voorkeur kunststof gaas te gebruiken. Indien dit niet mogelijk is dienen de artefacten handmatig uit de zeef verwijderd te worden en niet met een borstel.

Het percentage artefacten met gebruikssporen is hoog. Ook ongeretoucheerde artefacten, klingen en afslagen vertonen

zacht plantaardig materiaal schrapen/transversale beweging	6
zacht plantaardig materiaal snijden	1
matig hard plantaardig materiaal snijden	1
hard plantaardig materiaal schaven	1
totaal	9

tab. 43 Contactmaterialen waarvan sporen zijn aangetroffen op klingen.

sporen van gebruik. De artefacten zijn over het algemeen licht tot middelmatig zwaar gebruikt; de meeste zijn na een (kortstondige) taak of activiteit afgedankt. Het spectrum aan contactmaterialen waarvan de sporen zichtbaar waren op het vuursteen is vrij breed. Sommige materiaalcategorieën zijn goed vertegenwoordigd, zoals huid, hout en plantaardige materialen. Planten, waaronder silicahoudende soorten lijken vooral te zijn verwerkt tot half- of eindproducten (transversale beweging). Men kan hierbij denken aan het pletten van riet om het buigzaam te maken, zodat het gebruikt kan worden voor vlechtwerk. Een andere mogelijkheid is het maken van vezels uit bast. De huidbewerkingswerktuigen zijn meestal slechts licht afgerond en tonen soms een vettige glans, wat wijst op de bewerking van verse huid. Voor het schrapen van gedroogde huid of verdere verwerking tot leer zijn geen evidente aanwijzingen. Een brede variatie in sporen, die in verband gebracht wordt met verschillende stadia binnen het bewerkingproces van huid tot leer ontbreekt. Hieruit kan mogelijk geconcludeerd worden dat de nadruk lag op de primaire verwerking van huiden. Materialen, zoals bot en gewei zijn in slechts kleine aantallen vertegenwoordigd. Sporen van de bewerking van minerale materialen, bijvoorbeeld steen, zijn vooralsnog niet vastgesteld.

De omvang van de steekproef is te beperkt om een totaalbeeld te schetsen van de activiteiten die hebben plaatsgevonden te HEMPENS. In elk geval is duidelijk dat er een breed scala aan activiteiten is uitgevoerd met behulp van vuurstenen artefacten. Jacht lijkt een belangrijke rol te spelen gezien de grote aantallen spitsen en steilgeretoucheerde klingen. De huiden van het gejaagde wild werden schoongemaakt om ze vervolgens te drogen. Of er ter plaatse verdere bewerking tot leer en eindproducten heeft plaatsgevonden is niet aan te geven. Wel werden allerlei onderhoudswerkzaamheden verricht, zoals het repareren van houten voorwerpen en het verwerken van plantaardig materiaal.

De *pilot* studie heeft duidelijk gemaakt dat gebruikssporenonderzoek van het vuursteenmateriaal van HEMPENS kan bijdragen aan de kennisvorming over de vindplaats. Voor bredere vraagstellingen, zoals naar de functionele homogeniteit van artefactcategorieën, een inzicht in de met vuurste-

nen artefacten uitgevoerde activiteiten en het bestaan van activiteitszones waarin vuurstenen artefacten zijn gebruikt, zal een groter aantal artefacten bestudeerd moeten worden. Navolgend worden enkele aanbevelingen gedaan ten aanzien van een te nemen steekproef.

Op de eerste plaats dient een representatieve steekproef te worden genomen van de gemodificeerde artefacten. Een willekeurige selectie van ongemodificeerde artefacten is niet aan te bevelen. De meeste klingen van Hempens hebben vrij geringe afmetingen (< 3 cm) en fragiele werkranden⁵³. Uit de pilootstudie komt naar voren dat vooral de grootste exemplaren (≥ 4 cm) met iets minder fragiele zijden, gebruikt zijn. Bij een vervolgonderzoek zouden de grotere klingen en ook afslagen met minder fragiele werkranden onderzocht kunnen worden. Zoals vastgesteld is bij andere vondstcomplexen, worden artefacten met rechte werkranden vaker gebruikt dan die met onregelmatige zijden (van Gijn 1990). Hieraan kunnen toegevoegd worden artefacten met een concave werkrand, die regelmatig benut zijn voor de plant- en houtbewerking, zoals uit het onderzoek van de Hoge Vaart naar voren is gekomen (Peeters *et alii* 2001a). Eveneens dienen artefacten met een stevige punt en met macroscopische gebruikssporen (veelal gebruiksretouche) te worden opgenomen in de steekproef.

7.3.3 The functional analysis of flint artefacts (V. Beugnier)

7.3.3.1 Introduction

A sample of 300 artefacts was selected for the study of microwear traces including both retouched and unretouched artefacts (blades and flakes) as well as non- or slightly burned artefacts (tab. 44). All tool categories are represented in the sample except the microliths. Recent microwear analyses on a series of 467 microliths excavated at the early Mesolithic site of Verrebroek in Belgium has demonstrated that, despite a few exceptions, this group of pieces were used predominantly as single-function tools for hunting (Crombé *et alii* 2001). The sample has been drawn by the naked eye. Sample selection was based on the lack of macroscopic damage. For unretouched implements the sample was selected in respect to their size (more than 2 cm) and exhibition of at least one potentially used area. All the selected pieces were located inside an area delimited to the North by squares 93 and 94, to the South 41 and 42, to the East 51, 60, 69, 78 and to the West 66, 75, 84 and 93. A stereo-microscope with magnifications ranging from 10-63X and a metallographic incident light microscope with magni-

53 Dit is gebaseerd op eigen waarnemingen van de auteur, er hebben geen metingen plaatsgevonden.

fications between 100 and 200X were used for the examination and interpretation of retouch, edge rounding, polish and striations, following methods developed by S. Semenov (1964) et L. H. Keeley (1980).

The following study focuses on three main objectives. The first objective of this research is to identify and record the different types of alterations present on flint artefacts. J. Schreurs (2005) has performed a test case on 54 pieces from Hempens and observed post-depositional modifications probably due to the burying conditions and then in direct relation with the taphonomy of the site. Regarding this kind of question, the analysis of 300 flint implements broadly dispersed on almost all the excavation surface and coming from diverse strata can provide new information on the preservation of the settlement. During the microscopic analyses carried out in the study presented in this paper, particular attention was devoted to the identification of such alteration traces which will be recorded as well as use-wear traces. Secondly, upon the observation of use-wear traces, the aim of this study was to reconstruct the way tools were used (movement, worked material, handling or shafting modalities). The central aim of this study concerned the interpretation of tool function; in which process or task and at what step of this process were tools employed? The results of these analyses yield information about the type of activities carried out in the camp and the way these activities were organized spatially. More generally, these functional results could be used to characterize the occupation (e.g. temporary or long-term camp, specialized resource procurement camp). Lastly, the aim of the study is to discuss the correlation between tool type and function? What was the function of unretouched implements? If compared with flakes, were blades and bladelets preferentially used? Etc.

7.3.3.2 Post-depositional modifications

The assemblage of Hempens was in sufficiently good condition for a high-power microwear study. However, from a total of 300 examined artifacts, 78 (26 %) displayed traces due to natural causes, mentioned in the data base as 'glans'. These traces have been observed in the form of a very highly reflective and flat/slightly undulating polish, somewhat reminiscent of reed (*Phragmites*) polish (fig. 125). In some cases, striations have been observed. These traces -randomly dispersed over the entire artifact surface and covering surfaces between a few microns to several centimeters- are never linked with potential utilization or hafting zones. Thus, we can exclude with a high degree of certainty that these features are anthropogenic in origin and that they have not been produced by use, handling or hafting. In addition, the type and the importance of these alterations (frequency, intensity and extent) allows us also to exclude a formation due to excavation conditions or post excavation treatments

		N
Unretouched artefacts		150
	Cores	1
	Blades and bladelets	77
	Flakes	72
Retouched tools		150
	Scrapers	58
	Borers	17
	Truncatures	1
	Retouched blades and bladelets	22
	Retouched flakes	40
	Retouched blocks	12
Total		300

tab. 44 Composition of the sample analyzed by V. Beugnier.

(washing, transport, conservation, etc.). Therefore, it can be concluded that these modifications are the result of “natural” agents, linked to taphonomic phenomena.

J. Schreurs noted that similar traces have been frequently observed on flint artifacts from sites located in peat areas such as the site of Hempens but also Hoge-Vaart-27 (Peeters *et alii* 2001; Schreurs 2005). According to this researcher, these traces have probably been produced by the action of water roots such as reed roots (*Phragmites*). However at Verrebroek and Doel, two Mesolithic sites situated in NW Belgium and also covered by peat and alluvial deposits, the examined flint assemblages were not affected by these kind of alterations (Beugnier nd a; nd b). Although further and more detailed investigation is needed, we are in favour of the hypothesis that these wear traces were caused by the contact of water-roots. First, some characteristics of these traces are similar to reed-polish. Second, these alterations only affect part of the flint assemblage, suggesting a taphonomic pin-point phenomenon and not a large scale one such as solifluction, creep, erosion, or other possible processes. Following this hypothesis, the spatial analysis of flint alterations will be useful only to determine zones where aquatic plants grew from the end of the Mesolithic occupation until now.

As already noted by J. Schreurs in her preliminary study, several artifacts showed metallic residue and “metal-polishes” due to the utilization of metallic sieves during washing and sieving operations. But, fortunately metal-polishes are easy to distinguish from use-polishes and they are generally not inhibiting a functional interpretation as their distribution is strictly localized.

7.3.3.3 Activities inferred

7.3.3.3.1 Introduction

On the 300 selected artifacts, 150 implements corresponding to 174 different used areas exhibited traces of use. 27 tools displayed two or three used zones and 20 implements show traces of hafting and gripping. Therefore, at Hempens, the

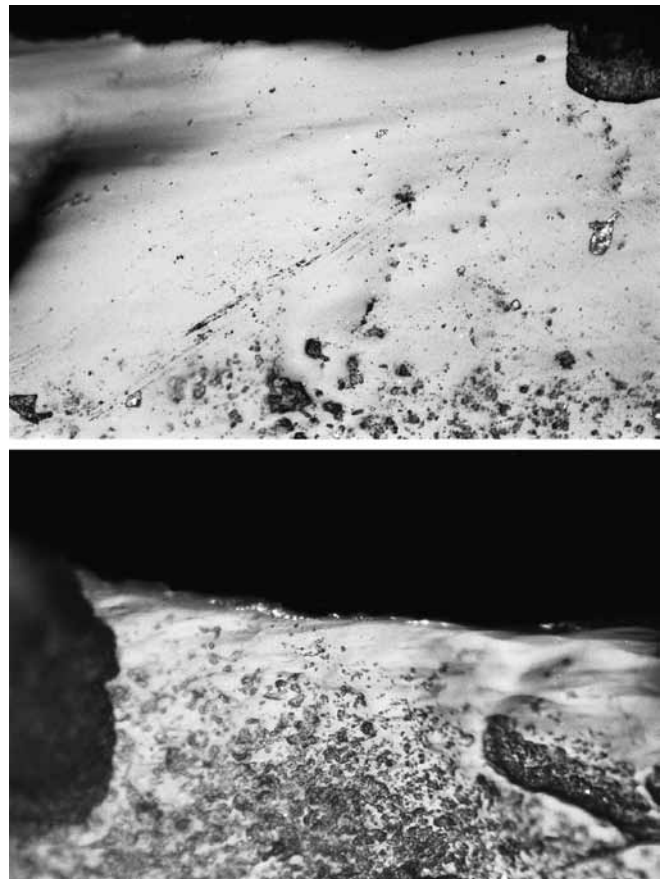


fig. 125 Micrographs of traces interpreted as being from accidental contact with water roots such as reeds (*Phragmites*). Artefacts 83 (upper, 200x) and 61 (lower, 200x).

frequency of use of the flint assemblage is remarkably high. Likewise, a relatively wide range of activities is represented in the spectrum reconstructed by use-wear analysis (tab. 45).

7.3.3.3.2 Hide-working

The first activity represented in the flint industry of Hempens is the working of hide. A total of 61 used zones exhibited traces indicative of hide as a contact-material (fig. 126). The interpretation of this material is generally certain; traces are well-developed and characteristic and in most of the cases, the state of the worked hide could be inferred. Some tools were used to work fresh hides (n = 5) and greasy hides (n = 6) (fig. 127). Few implements (n = 4) were probably employed on hides with the addition of undetermined additives, such as ashes. The majority of the tools (n = 40), however, was used on dry hides. Of the remainder (n = 5) of the used zones with evidence for hide-working, traces were more ambiguous and no statement could be made as to the state of the worked hide. Except one implement used for cutting dry hide, all the artifacts were used in a transverse motion. With respect to hide-processing activities, the correlation between tool type and function was quite strong, scraping dry hide being generally performed with end-scrapers. Out of the 54

tools used on hide, 38 were scrapers. Traces of hafting were observed on 9 tools used to work hides (6 scrapers, 1 borer, 1 retouched flake and 1 unretouched blade). In one case, hide was the contact material, while in another case it was bone or hard wood. Hide-working has also been attested in previous micro-wear analysis of Mesolithic material from North Europe and each time, this activity was very-well represented, notably in the sites of Vaenget Nord, Ageröd V, Ringkloster and Ertebølle in Denmark (Juel Jensen, Brinch Petersen 1985), Hardinxveld-Giessendam de Bruin and Polderweg in Netherlands (Van Gijn *et alii* 2001a, 2001b) and Verrebroek in Belgium (Beugnier, Crombé 2005). But in contrast to most of these sites, hide-processing was only a dominant activity at Hempens and Vaenget Nord. From the present functional study of Hempens, it can also be concluded that hides were worked in various stages (fresh, greasy, dry and with additives) even if most frequently they have been worked in dry condition. Therefore, it seems that flint tools have played a role in different stages and techniques of hide-processing, from the initial cleaning of fresh hides to the further processing of already cleaned hides. Rather remarkable is also the quasi-absence of cutting tools. On the Early Mesolithic site of Verrebroek, the same observation has been realized; while the scraping implements used on dry hides are very well represented, the cutting tools employed on this material are very scarce.

7.3.3.3 Bone- and antler-working

Bone- and antler-working was a relatively common activity; 20 used zones on 18 tools were interpreted as having been in contact with bone or antler. Ten edges were used for scraping, three for boring, one for carving and two for sawing

Hide	61
Scraping fresh or greasy hides	11
Scraping dry hides	40
Scraping other types of hide	9
Cutting dry hides	1
Bone and antler	19
Scraping	10
Boring/carving	4
Sawing	2
Unsure action	3
Siliceous plants	49
Scraping	42
Cutting/splitting	7
Wood	13
Scraping	10
Sawing/carving	3
Unknown material	32
Scraping	15
Cutting	10
Splitting	2
Boring	1
Unsure action	4
Total	174

tab. 45 Inferred activities by used areas.

(fig. 128 and 129). These implements were probably used for the manufacture or maintenance of tools and objects such as bone awls and chisels or antler axes and sleeves which seem to constitute an important part of the technological system of Mesolithic groups, as demonstrated by the abundant assemblages of bone and antler tools discovered in the two late Mesolithic sites of Polderweg and De Bruin (Van Gijn 2005; Louwe Kooijmans *et alii* 2001a, 2001b). On the other hand, among Mesolithic flint assemblages, percentages of bone- and antler-working tools could vary significantly. In the early Mesolithic sites of Star Carr, Mount Sandel (Dumont 1988) and Neerharen (Lauwers, Vermeersch 1982), and in the Danish late Mesolithic sites of Vaenget Nord and Ringkloster (Juel Jensen, Brinch Petersen 1985), bone and antler traces on flint tools were well-represented. In the late Mesolithic site of Hardinxveld-Giessendam de Bruin, they were dominant (van Gijn *et alii* 2001b) while no evidence was found for bone or antler-working in the Verrebroek and Doel collection (Beugnier, Crombé 2005).

7.3.3.4 Cutting and processing of siliceous plants

The second contact-material most frequently represented in the flint assemblage of Hempens is siliceous plants. Out of the 173 actually used areas, 49 exhibit highly reflective polishes which could be attributed to siliceous plants (fig. 130 and fig. 131). With respect to motions, both scraping ($n = 42$) and cutting or splitting ($n = 7$) have been attested. The tools used in a longitudinal movement displayed polishes very similar to ones obtained on experimental tools employed to work reeds (*Phragmites*) ($n = 2$) and rushes (*Juncus*) ($n = 1$). Of the remainder ($n = 4$), the plant species which were cut or split by the tools are unknown. All these tools are unretouched blades. Some of them were employed in the same time for scraping plants and four of them displayed traces interpreted as bare-hand handling polishes. Traces due to a transverse motion were dominating and characterized by a great variation. First, 7 artifacts showed a flat and covering polish, with a lot of diagonal striations. This feature is very similar to those observed on the Hardinxveld-Giessendam Polderweg and Verrebroek assemblages. The specific plant species involved is unknown; despite the numerous experimentations performed, it has not been possible to reproduce the combination of wear-traces observed on archaeological material (van Gijn *et alii* 2001a; Beugnier, Crombé 2005; Beugnier 2007). Second, 3 tools showed a bright, undulating and “smooth polish”, with few perpendicular/diagonal striations. Here again, the exact worked plant species is unknown. Third, few other tools displayed traces similar to polishes which were obtained on experimental tools used on reeds ($n = 4$) and rushes ($n = 2$). In two cases, the characteristics of the polish observed on archaeological material suggested the scraping of branches of hazel-tree. Finally, a group of tools ($n = 24$) displayed traces which were

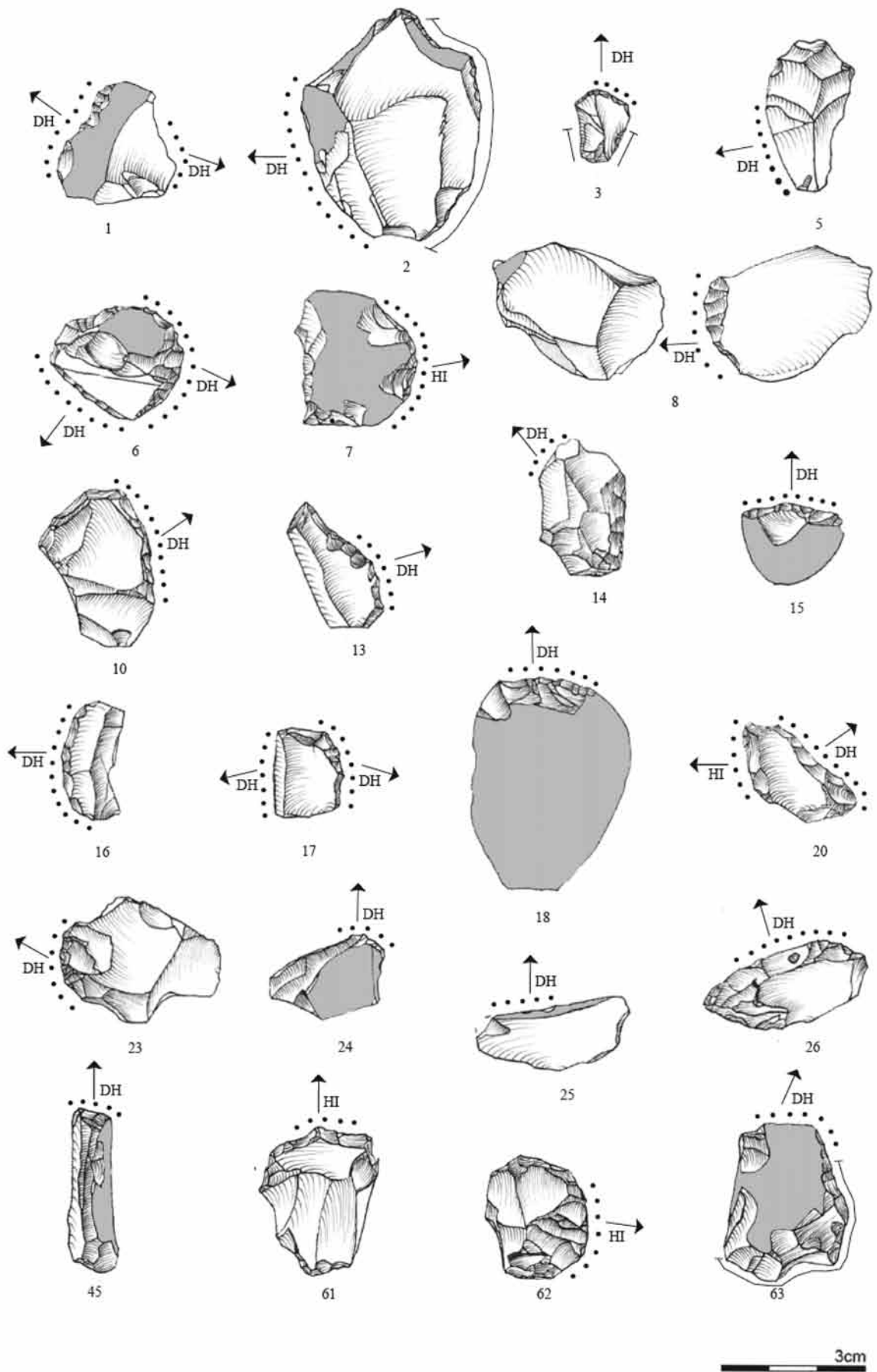
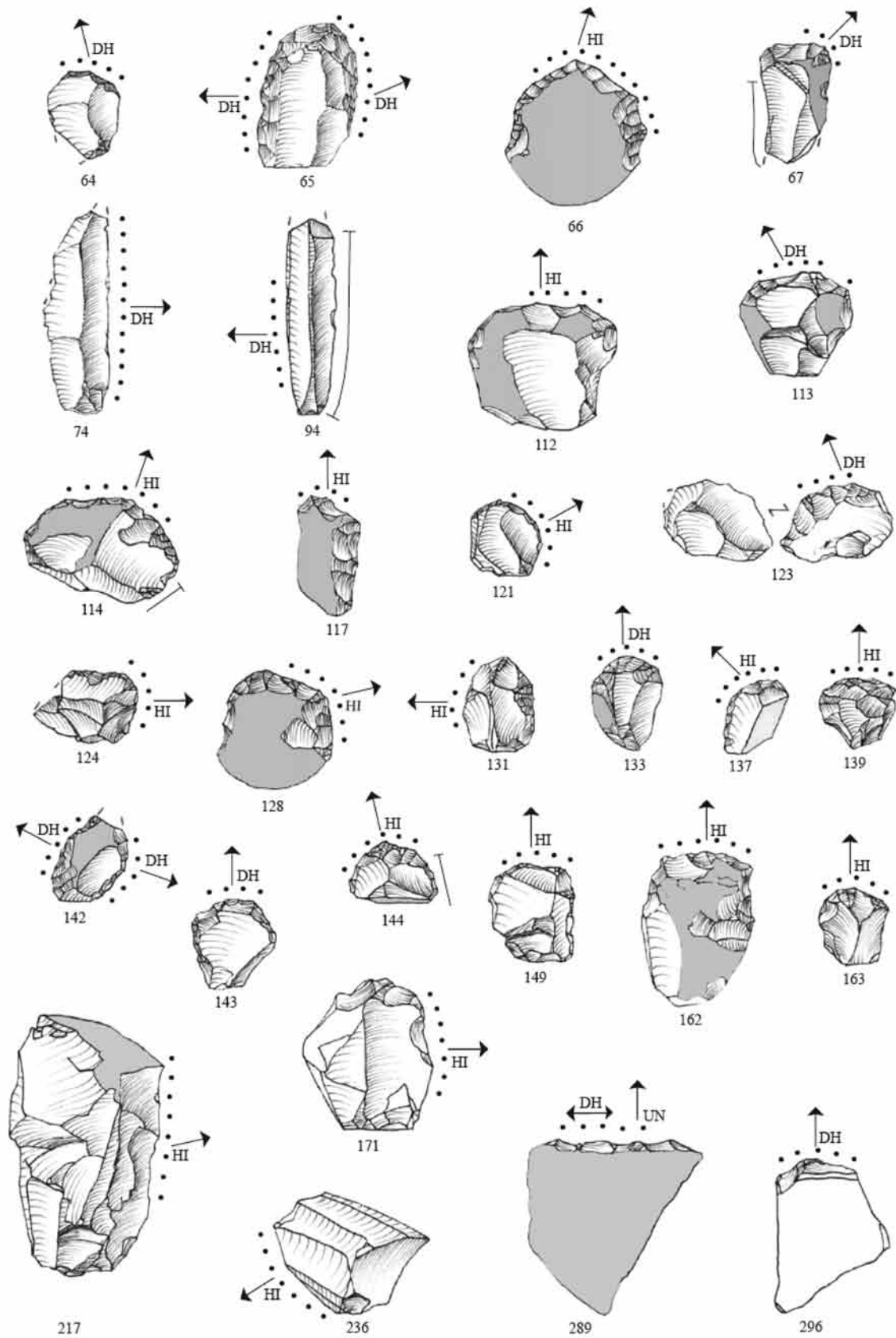


fig. 126 Hide-working tools (drawings G. Noens & V. Beugnier).



3cm

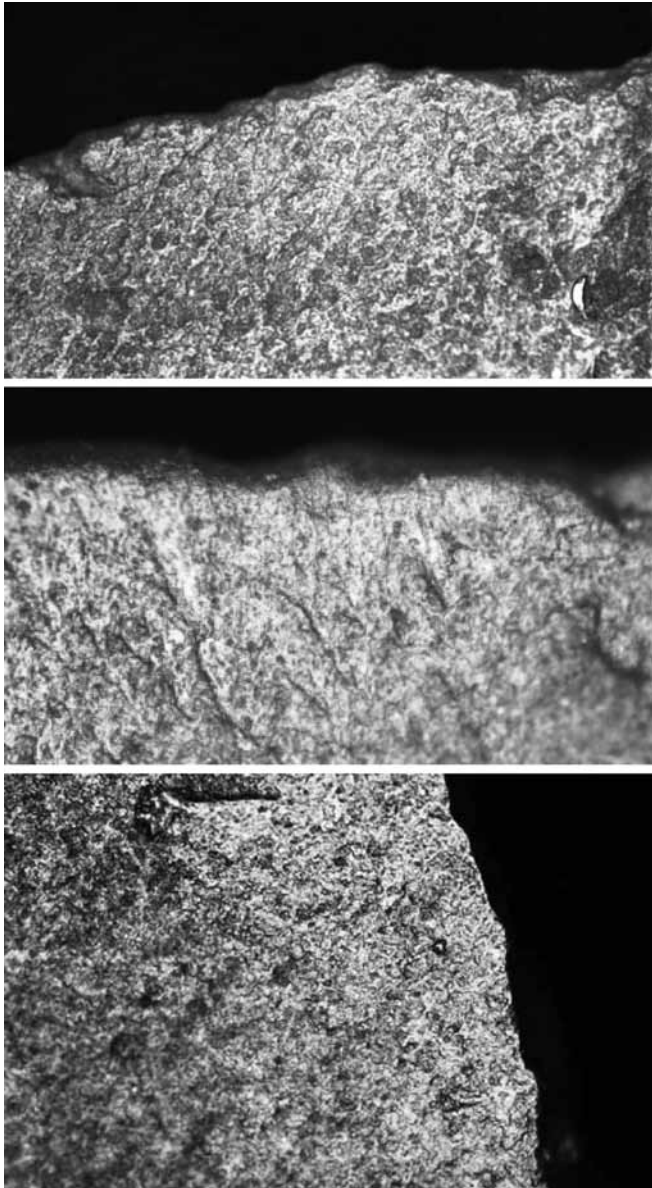


fig. 127 Micrographs of traces of hide scraping. Upper: greasy hide (artefact 171, 200x); middle: fresh hide (artefact 128, 200x); lower: dry hide (artefact 94, 200x).

difficult to interpret. These traces were also different from the previously described ones. In some cases, these use-wears were probably not well-developed, resulting from very short work periods. In other cases, there is a considerable variation in traces, from one artifact to another but also on the same artifact, to a part of the used zone to another one. For instance, some tools displayed a flat, striated 'Polderweg'-like polish which gradually appeared on the same used edge in the form of a 'smooth polish'.

The great diversity of siliceous plant traces have already been attested on several sites where this contact-material played an important role (van Gijn *et alii* 2001a; Beugnier, Crombé 2005; Beugnier 2007). However, it is still very difficult to

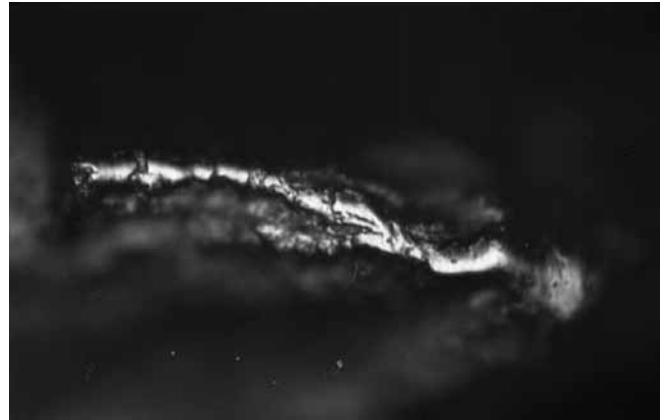


fig. 128 Micrograph of traces of bone or antler boring (artefact 147, 200x).

understand what this variability means since it is not always possible to reproduce experimentally the wear-traces observed on the archaeological tools. For instance, variation in traces could be due to the processing of different plant species but also it could be engendered by the work of the same plant at different states (a plant can be more or less flexible, humid, soil, etc.). Finally, it could be linked to variation in the motion of use (for example, variability in the angle between the worked material and the surface of the tool). Therefore, it was difficult to interpret and attribute these plant traces to a precise activity. Only in some cases, it was possible to recognize tools involved in the cutting, splitting and shaving/scraping of plant stems such as reeds, rushes and wooden twigs of hazelnut-tree. According to my interpretation some of these tools possibly reflected craft-activities related to the production of mats, arrow shafts, fish traps, nets, baskets, strings and the like, types of objects which were a part of the technical system of the Mesolithic groups of Northern Europe as it is attested by numerous discoveries (Skaarup 1983; Andersen 1987; Gramsch 1987; Louwe Kooijmans 1987; Körber-Grohne 1995; Kooistra 2006).

In any case, at Hempens plant processing was a major activity. From this point of view, the site is comparable with Verrebroek and Polderweg, two settlements respectively dated to early and late Mesolithic which delivered industries mostly used for scraping plants. Furthermore, in those three sites, the different plant traces which have been identified are identical. At Hempens, the plant-working tools were essentially blank blades, only utilized on plants, except one blade also used to scrape dry skin. Four implements showed traces due to hafting or handling. In one case, traces seem to be due to the contact with a piece of "leather" or dry skin.

7.3.3.5 Wood-working

A total of 13 used zones on 11 tools displayed traces interpretable as being the result of contact with wood (fig. 132).

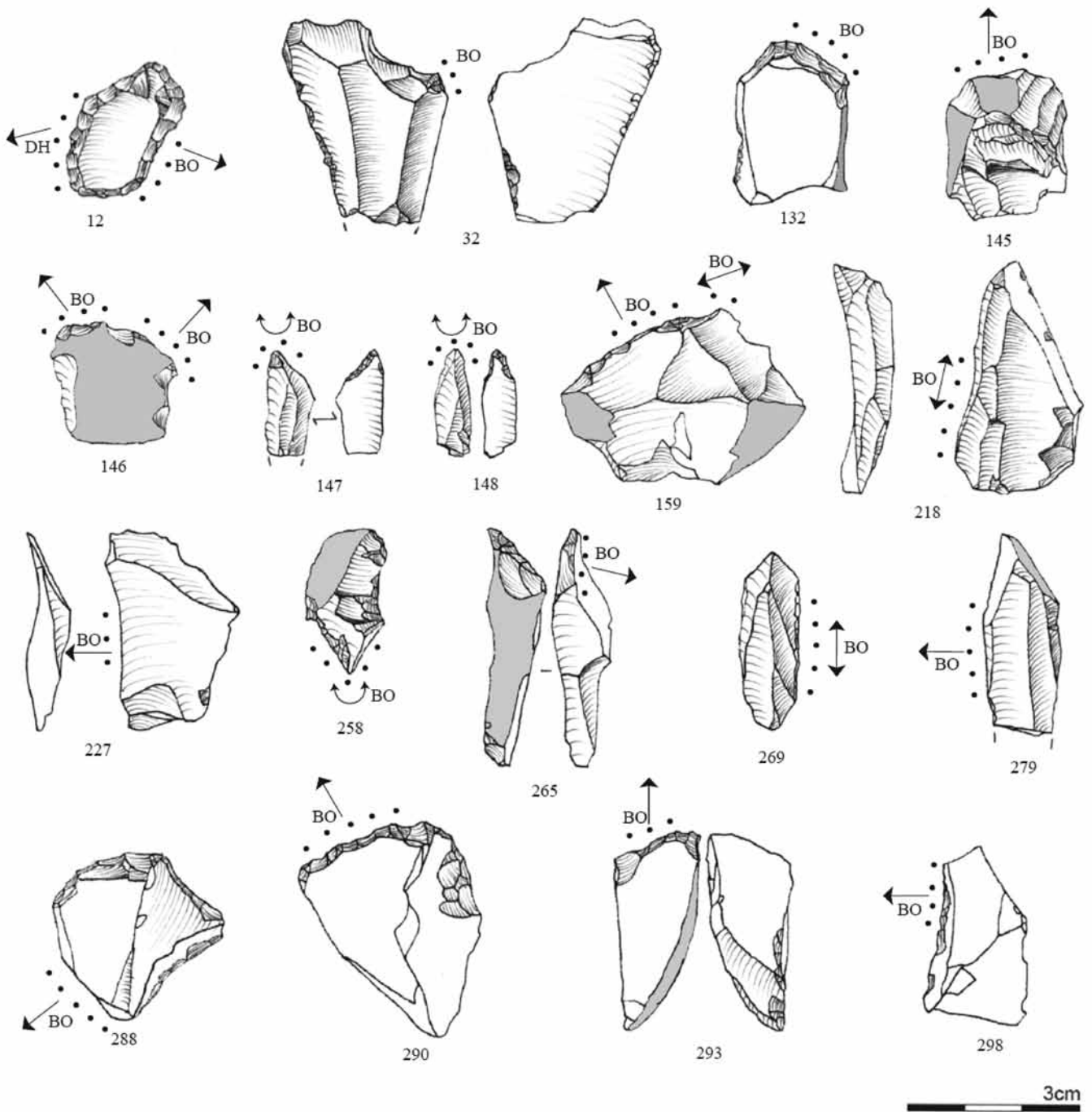


fig. 129 Bone and antler working tools (drawings G. Noens & V. Beugnier).

Ten artifacts have been used for scraping, two for cutting or sawing and one implement was employed for carving. These activities were performed with different types of tools. Implements used in a longitudinal motion included two blades and one unretouched flake while transverse activities were performed with scrapers, borers, retouched flakes, retouched blocks, unretouched products and one core. The distribution of the polishes observed on these implements was limited and the tools selected were relatively small and light. There-

fore, it is reasonable to assume that these wood-working implements played a role inside minor activities such as the manufacture and repair of small wooden objects and utensils. As with the evidence for hide-working and plant-processing, wood-working has also been attested in previous micro-wear analyses of Mesolithic material of north Europe, such as Vaenget Nord (Juel Jensen, Brinch Petersen 1985), Ringkloster (Andersen 1975) and Hardinxveld-Giessendam Polderweg (Van Gijn *et alii* 2001a) for instance.

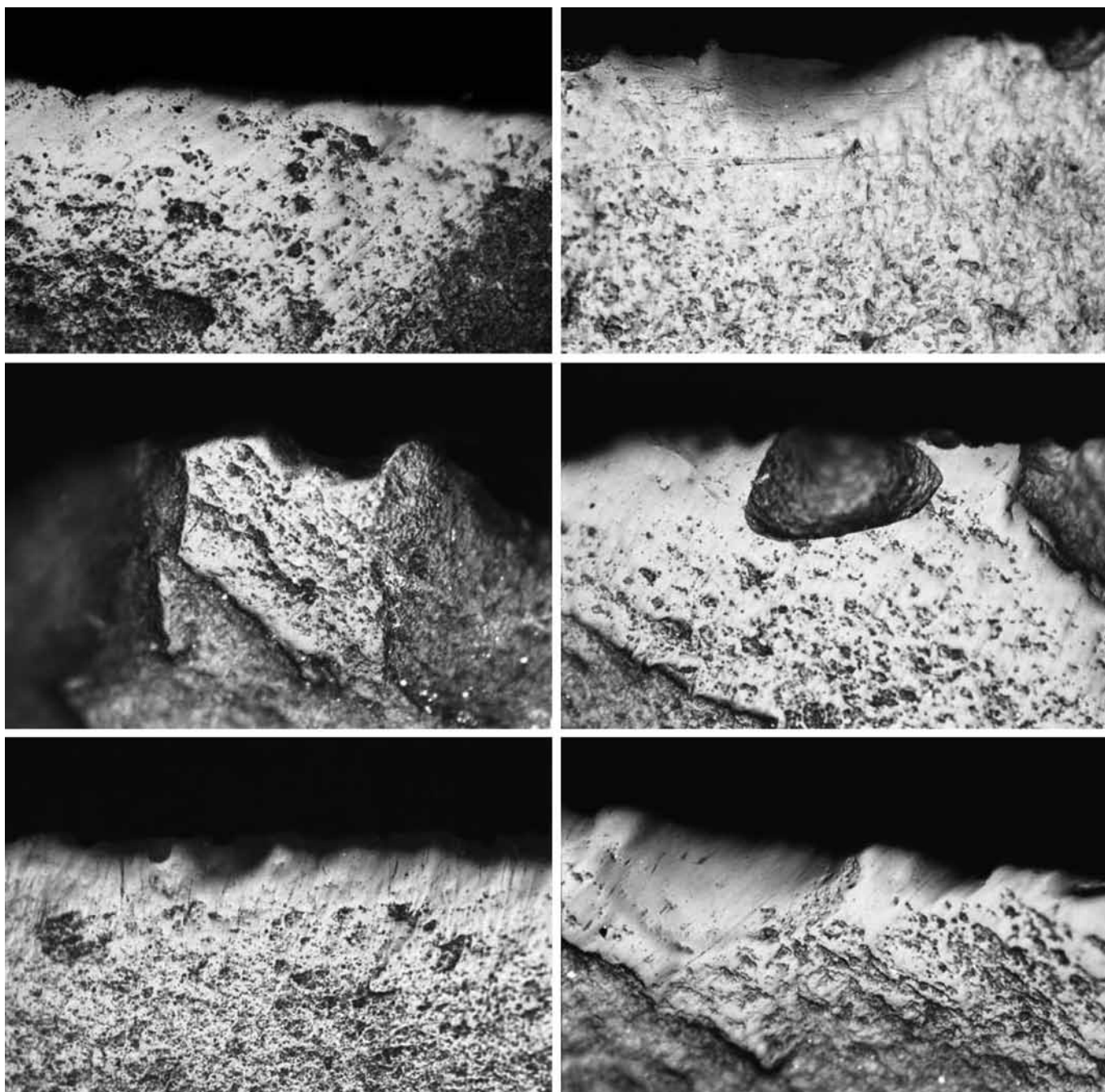


fig. 130 Micrographs of traces interpreted as being from contact with siliceous plants: artefacts 286 (ul), 77 (ur), 79 (ml), 75 (mr), and 107 (lr), 200x; artefact 172 (ll), 100x.

7.3.3.3.6 Working unknown material

From a relatively considerable number of used zones (32 used zones or 19% of all used zones), the materials which have been worked could not be specified. Motions inferred included transverse actions (n=15), longitudinal movements (n=12), boring (n=1) and unsure (n=5) (fig. 133).

7.3.3.4 Aspects of tool form and function

As showed on fig. 134 and tab. 46 and tab. 47, there is a clear relationship between typology and function. Looking

at raw blanks, the analysis of wear-rate showed that blades were preferably selected and intensively utilized while flakes were relatively neglected. The wear-rate of unretouched blades reaches 83 % and the wear-rate of flakes only 22 %, proving that flakes were only occasionally selected. Retouched blanks were also intensively used and, again, blades were the most selected with a rate of 50 % against 35 % for flakes. It should also be noted that the difference in the intensity of use between scrapers and borers is probably not very significant. Scrapers were mostly used on dry skins, utilization which is characterized by traces of high visibility

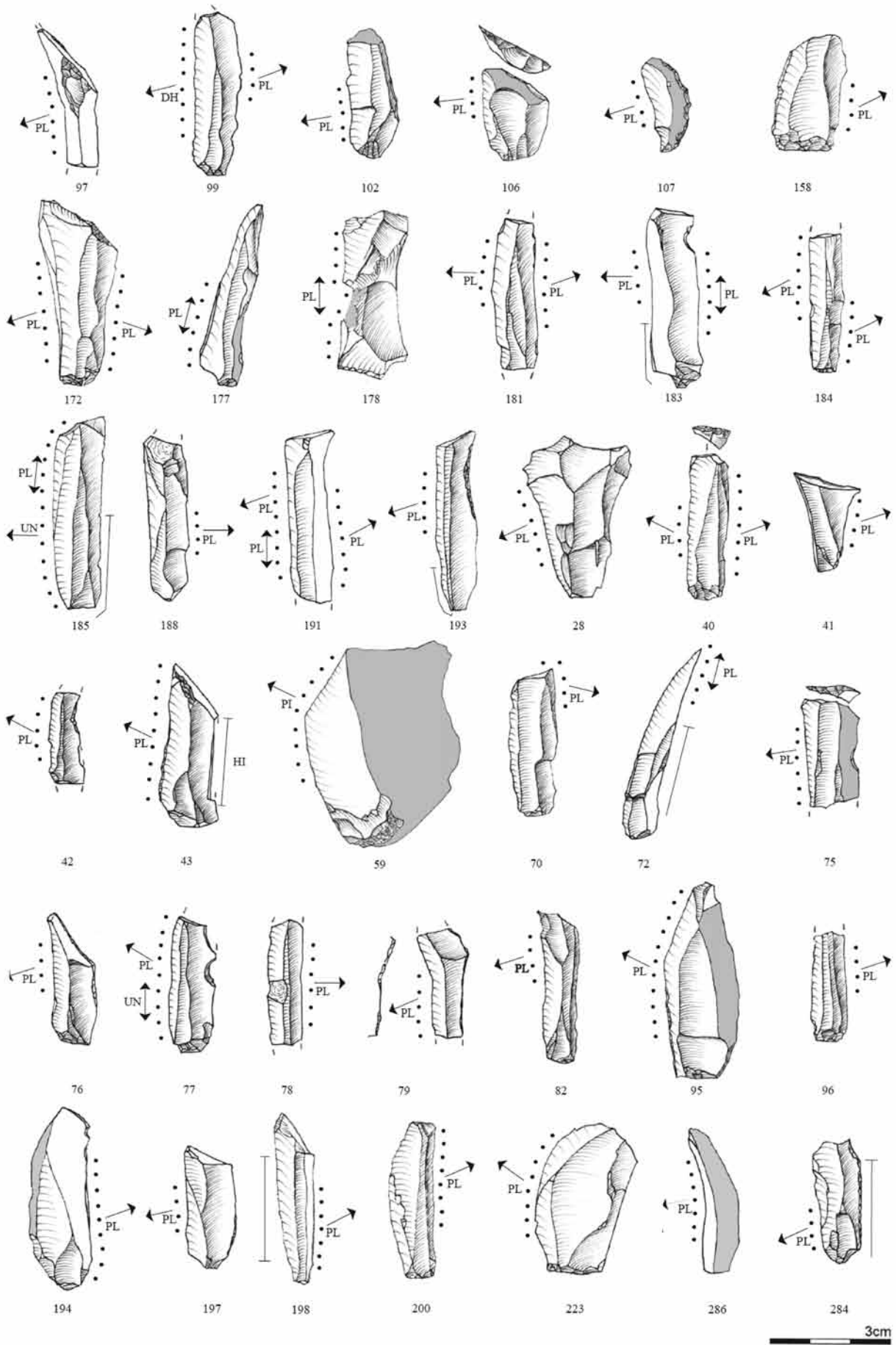


fig. 131 Plant-working tools (drawings G. Noens & V. Beugnier).

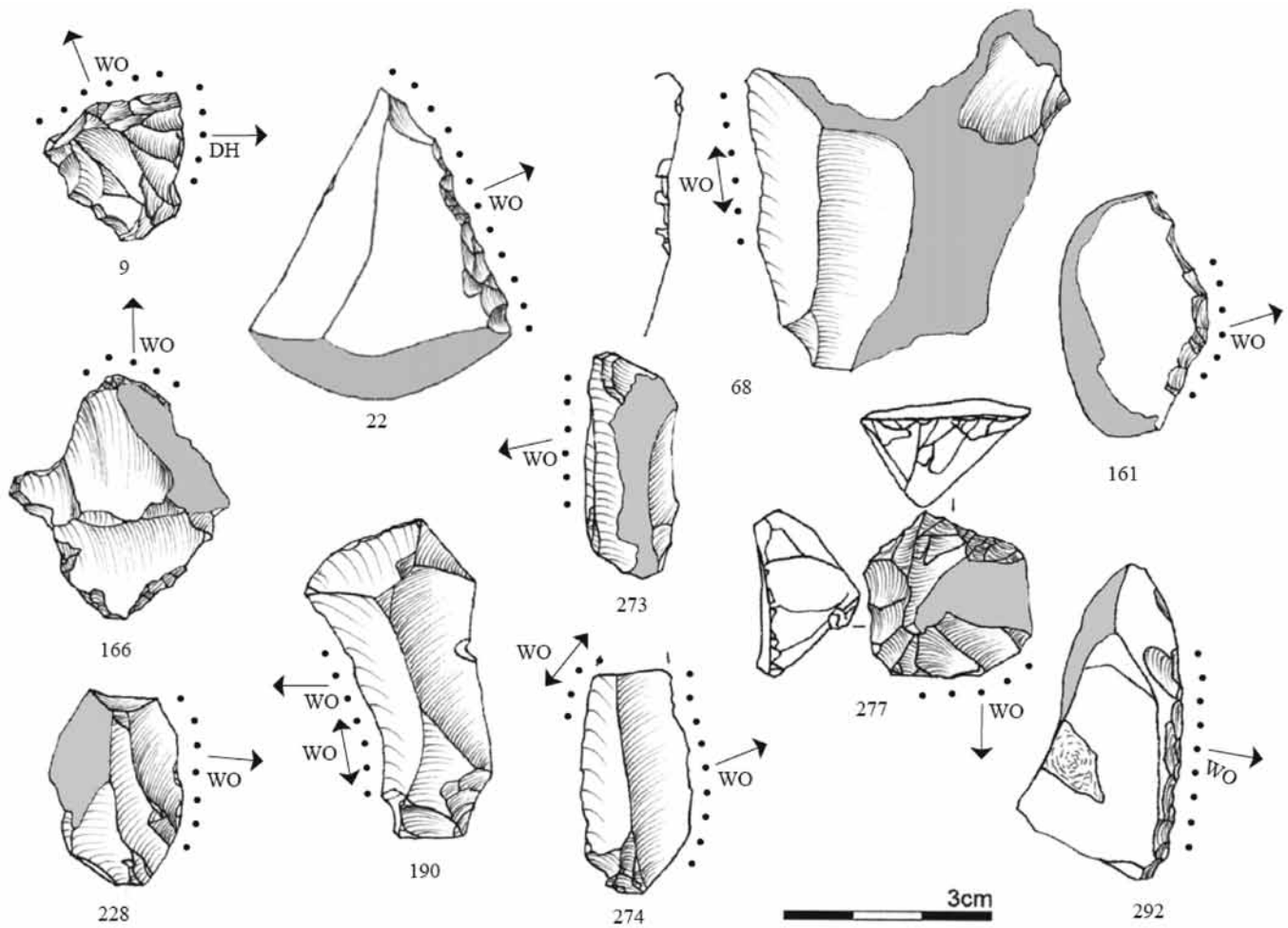


fig. 132 Wood-working tools (drawings G. Noens & V. Beugnier).

while borers were rather used on hard materials such as bone, antler or wood, activities which engendered use-wear traces difficult to observe and interpret. The latter consists of numerous edge removals difficult to differentiate from intentional retouches and few isolated spots of polish. Taking these remarks into account, it is reasonable to assume that borers were probably used as much as scrapers.

If we look at the relationship between form and function (tab. 46 and tab. 47), it appears very clearly that some tool types were preferentially selected to perform certain activities. Thus, blades were mainly restricted to plant-processing: over 50 tools dedicated to plant working, 43 were blades, most of them unretouched. There is also a strong correlation between scrapers and hide-working. Looking at borers, the result is more ambiguous as this tool type is not represented in sufficient number: the sample constituted for this use-wear analysis includes 17 borers and among this sample, only 7 borers have been identified as used. It seems also that in some cases the distinction between borers and scrapers was difficult to assert and that, maybe it would be

useful to review some of the typological attributions. The other tool-categories, such as unretouched flakes, retouched flakes and blocks, as they present a less specific morphology than the previous types, exhibit evidence for a variety of activities. They constitute generalized tools and were employed in a more opportunistic way. The only analyzed core was used to scrape wood.

7.3.3.5 Conclusion

The use-wear analysis presented and performed on a sample of 300 artifacts met the objectives previously defined. The study showed that most of the observed alterations were probably due to contact with water-roots as it has been observed previously on other sites located in peaty areas. The study also shows certain diversity in the identified tasks and thus enables consideration of the function and duration of the settlement. The results show that hide-working was the main activity. However, since hide-working activity creates highly visible traces, one has to remain careful. Hides were mainly worked dry to get them thinner and softer following relatively complex processes as several *chaînes*

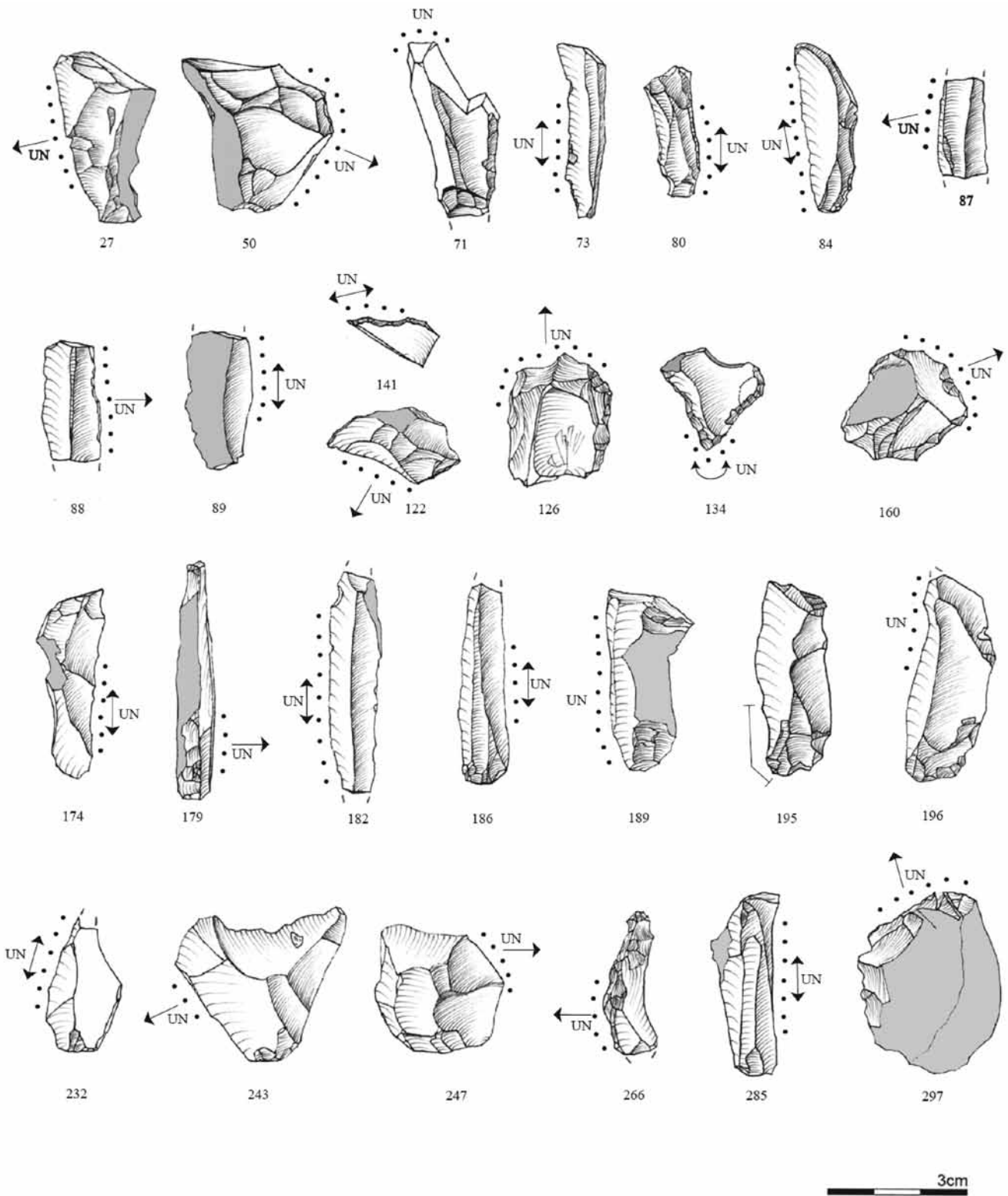


fig. 133 Tools for working unknown materials (drawings G. Noens & V. Beugnier).

opératoires, or at least, parts of different *chaînes opératoires* have been identified. Other tools have been recognized which were also involved in craft activities such as the manufacture and/or the repair of various objects and tools made

of plant fibers, wood, bone and antler. Finally, it is important to mention the presence of arrowheads attesting the importance of hunting. All these activities were represented on other Mesolithic sites submitted to use-wear analysis.

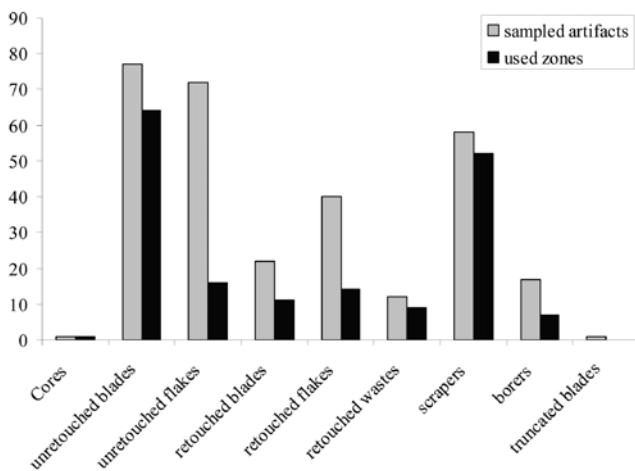


fig. 134 Relationship between simplified typology and intensity of use.

	hide	bone/ antler	Siliceous plants	wood	unknown	Total
cores?	-	-	-	1	-	1
unretouched blades	4	1	37	5	17	64
unretouched flakes	2	2	5	2	5	16
retouched blades	1	2	6	-	2	11
retouched flakes	8	4	-	1	1	14
retouched wastes	2	4	-	1	2	9
scrapers	42	3	2	2	3	52
borers	2	2	-	1	2	7
total	61	18	50	13	32	174

tab. 46 Relationship between typology and contactmaterial by inferred used zones.

	scraping	cutting/ sawing	splitting	carving	boring	unsure	total
cores?	1	-	-	-	-	-	1
unretouched blades	41	12	6	1	-	4	64
unretouched flakes	13	3	-	-	-	-	16
retouched blades	10	1	-	-	-	-	11
retouched flakes	10	-	1	1	1	1	14
retouched wastes	8	1	-	-	-	-	9
scrapers	50	-	-	-	-	2	52
borers	3	-	1	-	3	-	7
total	136	17	8	2	4	7	174

tab. 47 Relationship between typology and inferred motion by used zones.

However, if compared, the spectrum of the activities changed from one site to another. For instance in the early Mesolithic site of Verrebroek (Belgium) and in the late Mesolithic site of Polderweg (Netherlands), plant-working dominated but in De Bruin (Netherlands), bone- and antler-working was the main activity among the flint industry. However, we have to be careful with these kind of comparisons, partly because the results are strongly influenced by the sampling-methods which have varied from one site to another. Lastly, if we look at the relationship between tool form and function, this study confirms the conclusions of other Mesolithic studies,

that is to say that scrapers were systematically used for hide-working and blades were preferred for plant-working. However, other tool categories such as retouched and unretouched flakes constituted a more opportunistic tool kit. The results provided by this study suggest the important contribution made by use-wear analysis on Mesolithic settlements and its role in advancing our understanding of the diversity in both the occupation modes and activities recorded on these sites. For Hemptens in particular, the spatial analysis of the results of use-wear-analysis would eventually allow us to answer, at least partially, the questions regarding the spatial organization of the activities.

7.3.4 Discussie en conclusies

7.3.4.1 Inleiding

In deze paragraaf worden beide functionele onderzoeken, beschreven in paragrafen 7.3.2. (J. Schreurs) en 7.3.3. (V. Beugnier), in de mate van het mogelijke met elkaar vergeleken en worden de resultaten van deze onderlinge confrontatie (voor het eerst) aan een ruimtelijk (verticaal en horizontaal) onderzoek onderworpen. Schreurs formuleerde tijdens haar onderzoek reeds enkele observaties met betrekking tot de relatie tussen de conservering en de ruimtelijke spreiding van de artefacten. Beugnier deed hieromtrent geen concrete uitspraken en beperkte zich tot de vermelding dat een ruimtelijke analyse van de resultaten van het functionele onderzoek een bijdrage zou kunnen leveren aan de ruimtelijke organisatie van activiteiten en dat een ruimtelijke analyse van de artefacten met natuurlijke verstoringen (*i.e.* glansplekken die in verband worden gebracht met de aanwezigheid van wortels) informatie zou kunnen verschaffen over de plaats waar (water)planten groeiden op deze locatie.

Aandacht wordt besteed aan de representativiteit van de staalnames (zie paragraaf 7.3.4.2.) en aan de ruimtelijke verspreiding van de afzonderlijke aangetroffen activiteiten, met nadruk op huid-, plant-, bot/gewei- en houtbewerking (zie paragraaf 7.3.4.3.). Voor een discussie van de conservering van het lithische materiaal zoals vastgesteld tijdens het microscopische onderzoek wordt verwezen naar paragraaf 7.2.5., waar dit onderzoeksaspect wordt vergeleken met de resultaten van het macroscopisch onderzoek van het lithische materiaal.

7.3.4.2 Representativiteit van de staalnames

7.3.4.2.1 Onderlinge vergelijkbaarheid van beide onderzoeken

De toegepaste methodologie in beide onderzoeken is onderling vergelijkbaar, en dus tot op zekere hoogte ook de resultaten. Voor beide onderzoeken werd gebruik gemaakt van een stereomicroscoop (JS: 40-160x; VB: 10-63x) en een opvallend licht microscoop (JS: 100-300x; VB: 100-200x)

voor het onderzoek naar de aanwezigheid van retouches ('retouch'), afronding ('edge rounding'), glans ('polish') en krassen ('striations') op de randen van de artefacten. Het potentieel voor onderlinge vergelijking van beide onderzoeken hangt verder ook samen met de observaties en interpretaties gedaan door beide onderzoekers, maar ook met de morfotypologische toewijzingen van de artefacten. Over beide aspecten kunnen een aantal zaken worden aangestipt.

(1) Observaties en interpretaties door beide onderzoekers. Het uitvoeren van 'blinde testen' is een belangrijke procedure voor een evaluatie van de betrouwbaarheid van de resultaten van het microscopische functionele (residu-) onderzoek van lithische artefacten (o.a. Odell, Odell-Verecken 1980; Holley, Delbene 1981; Newcomer *et alii* 1986, 1987; Bamforth 1988; Bamforth *et alii* 1990; Grace 1996; Wadley *et alii* 2004; Rots *et alii* 2006; Crowther, Haslam 2007; Lombard, Wadley 2007; Wadley, Lombard 2007; enz.). In het kader van het functionele lithische onderzoek van de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 vormde deze benadering geen onderdeel van de onderzoeksvraag, maar na de analyses is gebleken dat accidenteel enkele klingen door beide onderzoekers werden bestudeerd. Een verklaring hiervoor is dat na het onderzoek van Scheurs -dat werd uitgevoerd tijdens het veldwerk en dus vóór de primaire inventarisatie van het lithische materiaal na het veldwerk het materiaal opnieuw werd opgenomen in het volledige assemblage. Hoewel naderhand opnieuw een poging werd gedaan om dit staal terug te isoleren, zijn we daar slechts ten dele in geslaagd. Dit houdt verband met het feit dat slechts een deel ervan door Schreurs in afzonderlijke, duidelijk herkenbare zakjes werd gedeponereerd (met name diegene die uit een vak met meerdere artefacten kwamen), terwijl een ander deel in de oorspronkelijke zakjes bleef (met name diegene die reeds alleen in een zakje zaten). Het is met name uit deze laatste groep dat er enkele artefacten ook door Beugnier werden bestudeerd. Uit dit beperkte staal blijkt dat ze het over het algemeen met elkaar eens zijn, maar dat er toch kleine verschillen in observatie en interpretatie optreden. Het beperkte staal laat overigens niet verder toe hierover algemene conclusies te trekken.

(2) Morfotypologische toewijzingen. Een bijkomend probleem voor de onderlinge vergelijkbaarheid van de verschillende onderzoeken is het gebruik van verschillende, al dan niet expliciet toegelichte morfotypologieën door de (drie) verschillende onderzoekers (Noens, Schreurs, Beugnier) en de daaruit resulterende afwijkende morfotypologische toewijzingen van de bestudeerde artefacten. Dit is met name van belang voor het onderzoek naar de relatie tussen de morfotypologie en de functie van een artefact. Uit tab. 48 waarin de relatie wordt getoond tussen de (vereenvoudigde) morfotypologische toewijzingen van het bestudeerde staal

door de verschillende onderzoekers, blijkt duidelijk dat de onderzoekers dezelfde artefacten op een andere manier morfotypologisch benaderen, wat in een aantal gevallen resulteert in aanzienlijke afwijkingen.

7.3.4.2.2 *Evaluatie van de gehanteerde selectiecriteria*

Zoals ook Beugnier aanhaalde, wordt functioneel onderzoek van lithische artefacten op steentijdvindplaatsen quasi altijd uitgevoerd op een (al dan niet 'representatief') staal van de lithische assemblage, een gegeven dat de uiteindelijke resultaten sterk kan beïnvloeden en vergelijkingen tussen verschillende vindplaatsen vaak bemoeilijkt (o.a. De Smedt 2008). Selectiecriteria spelen een belangrijke rol in dit soort van onderzoek. Het functionele onderzoek te Hempens werd uitgevoerd op 354 lithische artefacten, of ca. 0,5% van de totale lithische assemblage. Dit komt overeen met ca. 1,7% van alle artefacten groter dan één centimeter. Vooreerst dient het artificiële karakter van de gerecupereerde lithische assemblage zelf steeds in het achterhoofd te worden gehouden, die slechts een uitsnede vormt van wat op deze locatie aan lithisch materiaal aanwezig was. De representativiteit van de gerecupereerde assemblage ten opzichte van de oorspronkelijke aanwezige assemblage is onbekend, evenals de betekenis van de oorspronkelijke aanwezige lithische assemblage in termen van prehistorisch menselijk gedrag. In het kader van diverse vraagstellingen werd de keuze voor specifieke artefacten eveneens bepaald door een aantal selectiecriteria. Zo selecteerde Schreurs voor haar pilootonderzoek, dat tijdens de uitvoering van het veldwerk van het DAO-2 plaatsvond waardoor ze enkel beschikking had over een beperkt deel ervan de uiteindelijke lithische assemblage, zowel gemodificeerde als niet-gemodificeerde artefacten. Criteria voor de niet-gemodificeerde artefacten waren afmetingen ('grotere' exemplaren), de vorm van de werkrand (recht of concaaf) en de ruimtelijke (verticale en horizontale) verspreiding. Ook (Noens en) Beugnier maakte(n), op het moment dat wel al het lithische materiaal uit het opgegraven deel van de steentijdvindplaats beschikbaar was, een selectie uit gemodificeerde en niet-gemodificeerde artefacten. Bij de gemodificeerde artefacten werden microlieten niet bij de staalname betrokken. De selectiecriteria waren verder: de verbrandingsgraad (onverbrand of licht verbrand), de afmetingen (artefacten groter dan twee centimeter), de afwezigheid van macroscopisch zichtbare beschadigingen, de aanwezigheid van tenminste één potentieel gebruikte zone ('potentially used area') en de ruimtelijke spreiding van de artefacten. Bovenvermelde expliciete en impliciete selectiecriteria evenals de aard van de lithische assemblage⁵⁴ zorgen er voor dat een

54 Heeft ondermeer betrekking op de grote mate van fragmentatie, zowel bij afhalingen, kernen als brokstukken, het aantal verbrande artefacten en de grote hoeveelheid artefact(fragment)en met beperkte afmetingen (< 1-2 centimeter).

	morfotypologie J. Schreurs										morfotypologie V. Beugnier							totaal		
	afslag	boor	gebruikte kling	gekerfde kling	geretoucheerde afslag	kernvernieuwingsstuk	kling	microspits	schrabber	steil geretoucheerde kling	afslag	boor	geretoucheerde afslag	geretoucheerde brok	geretoucheerde kling	kling	schrabber		schrabber? boor?	schrabber? kern?
morfotypologie G. Noens (naar Newell & Vroomans 1972)																				
microlithische spitsen							5													
steil geretoucheerde kling									1											
boor		1										13							1	
steker	1																			
schrabber								8				1	3				55			
geretoucheerde afslag					1							1	33	6						
geretoucheerde kling				2											15	3				
geretoucheerde brok														5						
pièce d'émoussée													1							
combinatiewerktuig													1		1		2			
fragment afgestompt boord & schuine afknotting									3											
fragment afgestompte boord									6											
onbepaald geretoucheerd fragment					1			1				1		1	6	1	1			
brokstuk										2										
kernvernieuwing					1	1				3						5				
afslag	3									61			2			3				
(micro)kling	2		2				12			1					1	63				
onbepaald afhakingsfragment	1		1							5						2				
kern																			1	
(leeg)								1												
totaal	7	1	3	2	3	1	12	6	9	10	72	16	40	12	23	77	58	1	1	354

tab. 48 Overzicht van de typologische toewijzingen door de verschillende onderzoekers.

groot deel van het materiaal in de praktijk niet in aanmerking kwam voor een functioneel onderzoek. (Niet-geretoucheerde) artefacten kleiner dan 2 centimeter werden amper in dit onderzoek betrokken, net als matig tot zwaar verbrande artefacten (ca. 35,4% van de artefacten groter dan één centimeter) en het overgrote deel van de microlithische spitsen en steilgeretoucheerde (micro)klingen (ca. 1% van de artefacten groter dan één centimeter). Andere typomorfologische categorieën die nauwelijks of niet bij dit onderzoek betrokken waren, zijn kernen (inclusief fragmenten), niet-geretoucheerde brokstukken, kerfresten, onbepaalde geretoucheerde fragmenten en stekerafslagen. Artefacten uit de werkputten 15 en 21-23 werden eveneens uit de selectie geweerd. In tab. 49 wordt op basis van deze criteria (morfotype, verspreiding, verbrandingsgraad, afmetingen) een globale inschatting gegeven van de artefacten die potentieel in aanmerking kwamen voor de staalname voor gebruikssporenonderzoek. Hieruit blijkt dat in de praktijk zo'n 9% van de potentieel in aanmerking komende artefacten uit de assemblage aan een functioneel onderzoek werd onderworpen.

(1) Representativiteit naar ruimtelijke spreiding. Fig. 135 (links) toont een overzicht van de horizontale verspreiding van de in de selectie opgenomen artefacten. Hieruit blijkt dat artefacten verspreid over het ganse opgraafterrein werden

geselecteerd, met een lichte nadruk op de zuidelijke zone waar de meerderheid van de schrabbers zich bevonden.

(2) Representativiteit naar morfotypologie. Eerder wezen we op de problemen met de morfotypologische toewijzingen van de bestudeerde artefacten (*supra*). Op basis van de determinaties van Noens (naar Newell, Vroomans 1972) kunnen we ondanks deze beperking toch een globale inschatting maken van de representativiteit van de staalname in relatie tot de morfotypologie van de artefacten (fig. 136). Wanneer we geen rekening houden met bovenvermelde selectiecriteria uit tab. 49 (zwarte balken in grafiek) blijkt ondermeer dat van de niet-geretoucheerde afhakingsfragmenten steeds slechts zeer beperkte aantallen (steeds lager dan 2%) vertegenwoordigd zijn in het staal voor functioneel onderzoek, terwijl deze grens voor de meeste geretoucheerde artefacten meestal hoger dan 10% van het morfotype bedraagt. Uiteraard hangt dit samen met de omvang van de geretoucheerde en niet-geretoucheerde component in de assemblage. Als we daarnaast toch rekening houden met alle bovenvermelde selectiecriteria van verspreiding, verbranding en afmetingen (witte balken in grafiek) verandert dit beeld licht, waarbij de geselecteerde niet-geretoucheerde afhakingsfragmenten nog steeds relatief beperkte aandelen, schommelend rond de 5%, vertegenwoordigen, terwijl de aande-

types in het staal voor functioneel onderzoek	N	%	totaal	criterium 'morfotype'	criterium 'verspreiding'	criterium 'verbranding'	criterium 'afmetingen'
brokstuk	2	0,06	3250	0	-	-	-
kern	1	0,18	554	0	-	-	-
niet-geretoucheerde (micro)kling	81	1,72	4716	4716	4690	3725	1982
niet-geretoucheerde afslag	69	1,36	5066	5066	4973	3588	1291
niet-geretoucheerd, onbepaald afhakingsfragment	9	0,19	4824	4824	4783	2638	267
kernvernieuwing	10	1,50	667	667	663	490	338
steil geretoucheerde kling	1	1,69	59	0	-	-	-
microlithische spitsen	5	3,36	149	0	-	-	-
steker	1	12,50	8	8	7	4	nvt
boor	15	65,22	23	23	23	17	nvt
schrabber	67	23,93	280	280	279	218	nvt
geretoucheerde brok	5	13,89	36	36	36	25	nvt
geretoucheerde kling	20	20,83	96	96	93	92	nvt
geretoucheerde afslag	41	24,26	169	169	161	123	nvt
combinatiewerktuig	4	30,77	13	13	13	9	nvt
pièce d'émoussée	1	100,00	1	1	1	1	nvt
fragment afgestompte boord	6	1,72	348	0	-	-	-
fragment afgestompt boord & schuine afknotting	3	6,52	46	0	-	-	-
onbepaald geretoucheerd fragment	12	3,55	338	0	-	-	-
totaal	354		20643	15899	15722	10930	3878

tab. 49 Toegepaste selectiecriteria en representativiteit van de staalnames.

len van de geretoucheerde artefacten binnen de morfotypes percentage halen van minstens 20%. Dus (enkel) rekening houdend met bovenstaande criteria zijn de functionele uitspraken in relatie tot de morfotypologie voor de geretoucheerde artefacten potentieel (viermaal) representatiever dan die voor de niet-geretoucheerde artefacten.

(3) Representativiteit naar afmetingen van de artefacten.

Met name in de eerste plaats voor de (complete) niet-geretoucheerde artefacten (afslagen, microklingen, kernvernieuwing) is het interessant te kijken naar de representativiteit van de monsternamen voor functioneel onderzoek in relatie tot de afmetingen van de (complete) niet-geretoucheerde artefacten binnen de assemblage. We hebben eerder waargenomen dat de overgrote meerderheid van de afhakingen binnen de assemblage relatief kleine afmetingen heeft, en dat er slechts enkele grotere uitschieters aanwezig zijn. De vraag stelt zich daarom of de onderzoekers zich in hun selectie niet impliciet hebben laten leiden door de omvang van de artefacten en bijvoorbeeld een selectie in het voordeel van de grotere artefacten hebben gemaakt. Als dat zo is, kan immers de vraag worden gesteld naar de representativiteit van de staalname voor de overige niet-bestudeerde artefacten uit de assemblage.

Volgens de typologie gevolgd door Noens zijn 81 niet-geretoucheerde (micro)klingen opgenomen in het staal voor

functioneel onderzoek, waaronder 39 volledige exemplaren. Uit fig. 137 blijkt duidelijk dat zowel Beugnier (N = 31) als Schreurs (N = 10) voornamelijk de grotere (micro)klingen hebben geselecteerd. In deze figuur worden de lengte en breedte van de niet-geretoucheerde (micro)klingen uit de staalname per onderzoeker vergeleken met de afmetingen van alle volledige (micro)klingen uit de volledige assemblage: links zijn enkel de volledige (micro)klingen opgenomen, terwijl de grafiek rechts uitsluitend de fragmenten weergeeft. Uit beide blijkt duidelijk dat grotere (micro)klingen sterk vertegenwoordigd zijn, terwijl kleinere (micro)klingen nauwelijks of niet functioneel onderzocht werden. Deze discrepantie komt ook duidelijk naar voren in fig. 138. Meer dan 95% van de geselecteerde volledige (micro)klingen vertegenwoordigt slechts 23,5% van alle volledige (micro)klingen (lengteklassen tussen 3,0 en 5,4 centimeter). Dit betekent dat een groot deel van de assemblage niet vertegenwoordigd is in het functionele onderzoek, terwijl tab. 50 aantoont dat ook de kleinere volledige (micro)klingen in de staalname ($2,5 < x < 3,4$; N = 8) regelmatig sporen van gebruik vertonen (N = 5); verhoudingsgewijze zelfs meer dan de grotere (micro)klingen (nl. 5/3 tegenover 17/12). Naar eventueel toekomstig onderzoek toe, zou er daarom voor geopteerd kunnen worden deze kleinere (micro)klingen eveneens te onderwerpen aan een functioneel onderzoek. Achtenvijftig van de 69 op gebruikssporen bestudeerde, niet-geretoucheerde afslagen zijn eveneens volledig.

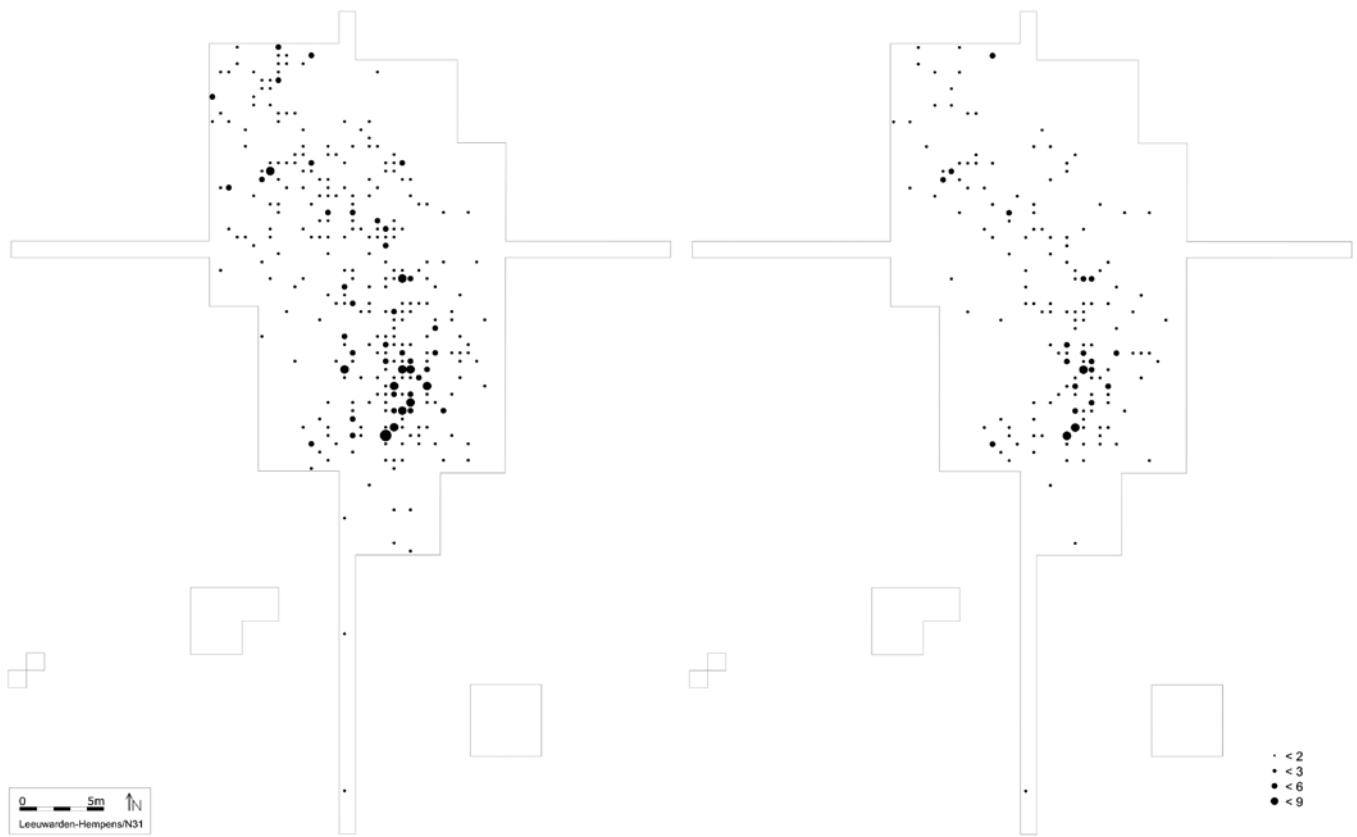


fig. 135 Overzicht van de horizontale spreiding van lithische artefacten onderworpen aan een gebruikssporenonderzoek (links) en van lithische artefacten die sporen van gebruik hebben opgeleverd (rechts), uitgedrukt in klassen.

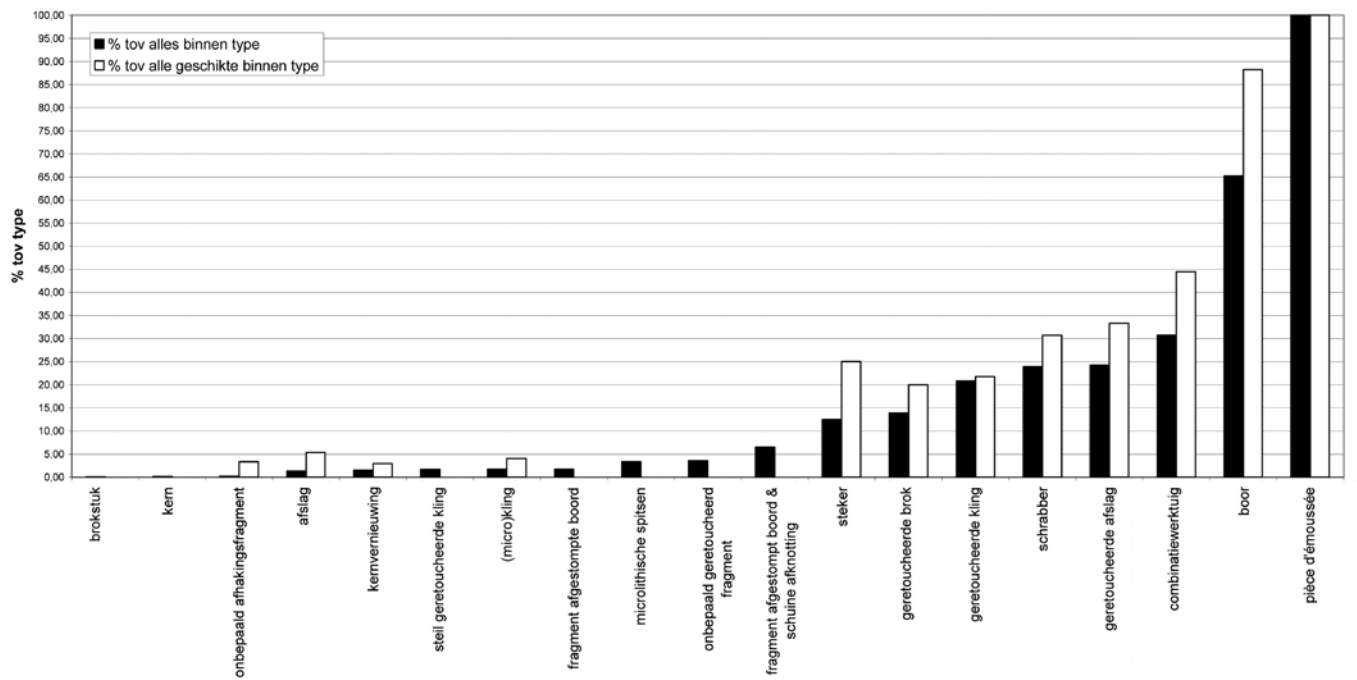


fig. 136 Representativiteit van de selectie voor gebruikssporenonderzoek ten opzichte van de morfotypologie van de artefacten.

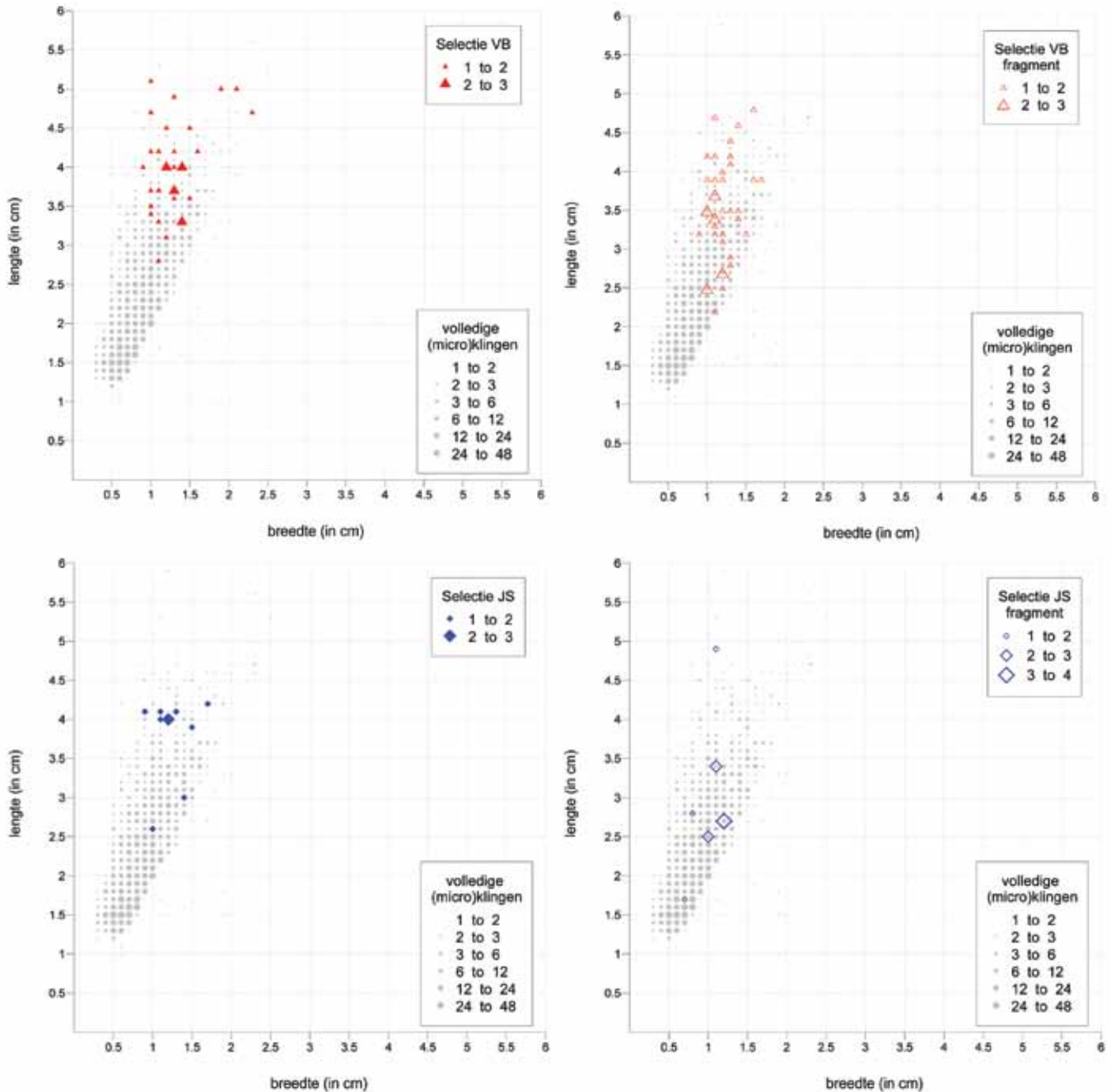


fig. 137 Representativiteit van de selectie van (micro)klingen voor gebruikssporenonderzoek ten opzichte van de afmetingen van de (micro)klingen. Boven: selectie V. Beugnier, onder: selectie J. Schreurs. Links selectie volledige (micro)klingen, rechts selectie (micro)klingfragmenten.

Wanneer de afmetingen van deze afslagen worden vergeleken met de afmetingen van alle volledige afslagen in de assemblage, merken we een gelijkaardige discrepantie als bij de (micro)klingen (fig. 139). Ook hier werd door de onderzoekers geopteerd om voornamelijk de grotere afslagen te onderzoeken, terwijl ook op de enkele kleinere afslagen gebruikssporen werden aangetroffen, zij het in beduidend mindere mate (tab. 51).

(4) Representativiteit naar fragmentatiegraad. Na analogie met de afmetingen kan ook de vraag worden gesteld

naar de representativiteit van de selectie in relatie tot de fragmentatie van afhakings. Tab. 52 toont aan dat ca. 66,8% van de geselecteerde artefacten gefragmenteerd was, een indicatie dat fragmentatie geen impliciet selectie-criterium voor het functionele onderzoek vormde.

7.3.4.3 Ruimtelijke analyse van de gebruikssporen

In volgende paragrafen wordt, na een beschouwing van het aantal artefacten met sporen van gebruik (paragraaf 2.4.3.1.), een overzicht gegeven van de ruimtelijke spreiding van de

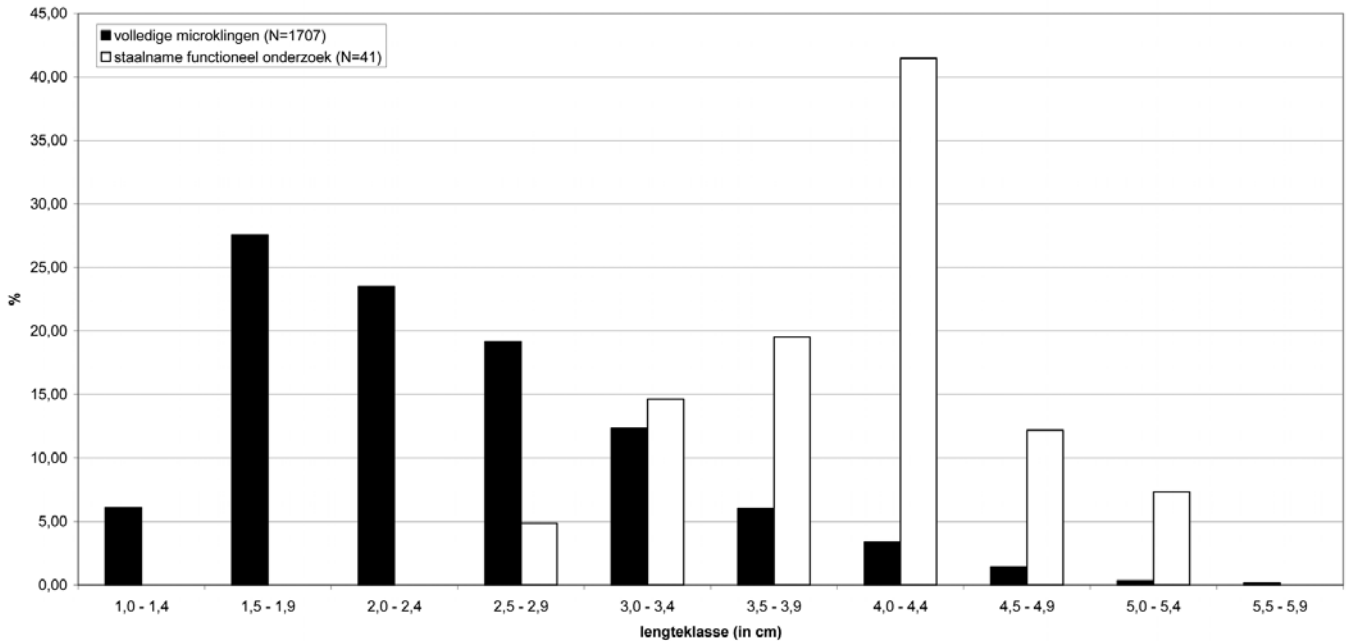


fig. 138 Representativiteit van de selectie van (micro)klingen voor gebruikssporenonderzoek ten opzichte van de afmetingen van de (micro)klingen, uitgedrukt in klassen.

Lengteklasse (cm.)	JS				VB	
	ja	nee	?	onzeker	ja	nee
1,0 - 1,4						
1,5 - 1,9						
2,0 - 2,4						
2,5 - 2,9		1			1	
3,0 - 3,4		1			4	1
3,5 - 3,9				1	3	4
4,0 - 4,4	2	3	1		6	3
4,5 - 4,9					4	1
5,0 - 5,4					2	1
5,5 - 5,9						
TOTAAL	2	5	1	1	20	10

tab. 50 Relatie tussen afmetingen van (micro)klingen en de aanwezigheid van gebruikssporen.

verschillende gebruikssporen die op de artefacten werden aangetroffen (paragrafen 2.4.3.2. t.e.m. 2.4.3.4.). De artefacten waarvan het contactmateriaal niet met zekerheid kon worden vastgesteld, zijn niet opgenomen in deze bespreking.

7.3.4.3.1 Aantal artefacten/werkranden met gebruikssporen, t.o.v. het bestudeerde staal

Niet op elk bestudeerd artefact werden gebruikssporen aangetroffen. Op minstens 39% van de artefacten, goed voor 30 gebruikte werkranden, werden door Schreurs gebruikssporen aangetroffen, een aantal dat bij Beugnier oploopt tot 50%, goed voor 173/174 gebruikte werkranden⁵⁵. In bijna 84% van de gevallen betreft het één werkrand per artefact (JS N = 14; VB N = 115 + 10?). Op slechts vijf artefacten

⁵⁵ Beugnier zelf verwijst in haar tekst naar 174 used areas; op basis van haar bijlage 1 zijn er slechts 173 aan te wijzen.

(17,8%) trof Schreurs twee werkranden met gebruikssporen aan; bij Beugnier was dat bij 20 (+ 1?) artefacten (14%) het geval. Uit beide onderzoeken samen nemen de artefacten met twee gebruikte werkranden/used areas 14,6% van de onderzochte artefacten met gebruikssporen in. Op drie artefacten werden telkens drie werkranden/used areas (1,6%) aangetroffen (JS N = 2; VB N = 1). Fig. 135 (rechts) toont de horizontale verspreiding van alle artefacten waarop gebruikssporen werden aangetroffen.

Het gebruikssporenonderzoek toonde een ruime functionele variatie aan. Huidbewerking (dat zeer duidelijke en herkenbare sporen nalaat) en plantbewerking zijn de meest voorkomende. In mindere mate werden ook sporen aangetroffen van bot/gewei- en houtbewerking. Daarnaast wijzen de talrijk aanwezige microlieten, die niet aan een functioneel onderzoek werden onderworpen, op een belangrijke component van (veronderstelde) jachtgerelateerde activiteiten. Van een aanzienlijke hoeveelheid artefacten kon het contactmateriaal niet met zekerheid worden achterhaald (N = 46 werkranden, ca. 22,5% van de artefacten met gebruikssporen). Beide onderzoekers vermelden op verschillende artefacten de aanwezigheid van potentiële sporen van schachting (*hafting/gripping*) (tab. 53; JS N = 7; VB N = 20). Schreurs geeft hierover enige toelichting: het betreft restjes van organisch materiaal die als houtteer kunnen worden geïnterpreteerd evenals lichte beschadigingen aan de laterale zijden van enkele schrabbers. Een alternatieve verklaring voor de aanwezigheid van de restjes organisch materiaal, vooral in die gevallen waren ze willekeurig verspreid over het vuursteenoppervlakte.

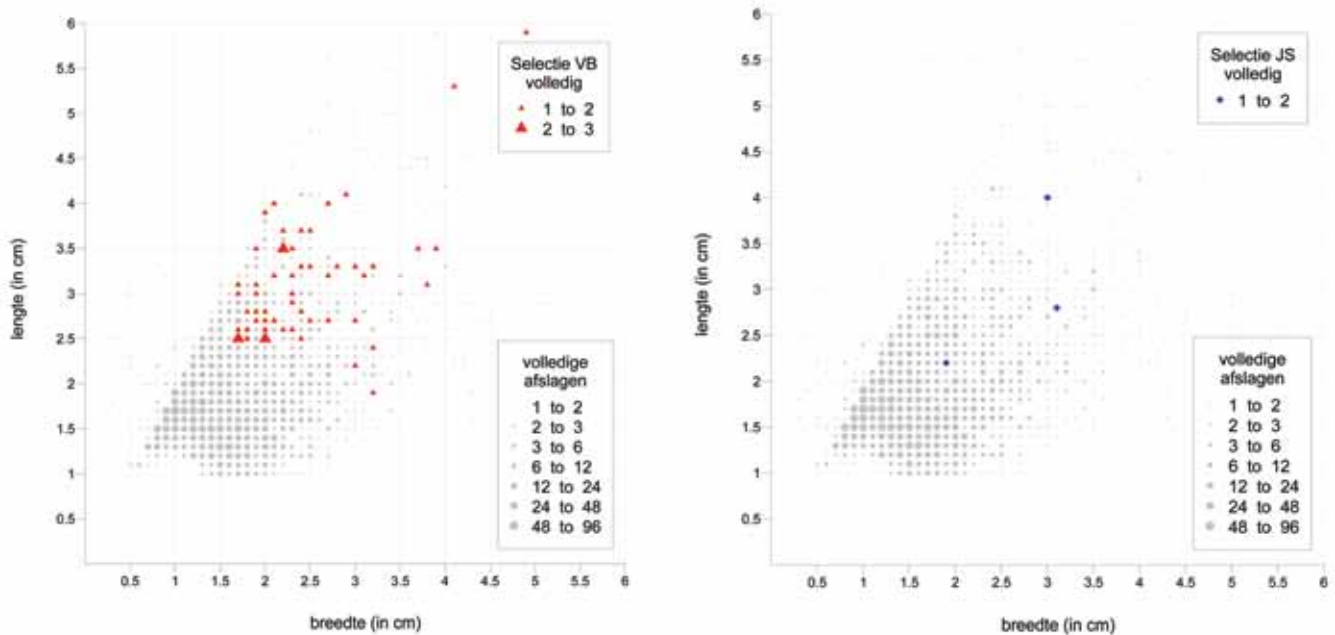


fig. 139 Representativiteit van de selectie van afslagen voor gebruikssporenonderzoek ten opzichte van de afmetingen van de afslagen. Links: selectie V. Beugnier, rechts: selectie J. Schreurs.

Lengteklasse (cm.)	JS		VB	
	ja	nee	ja	nee
10 - 14				
15 - 19				1
20 - 24	1		1	1
25 - 29	1		2	20
30 - 34			3	12
35 - 39			3	7
40 - 44		1	2	1
45 - 49				
50 - 54			1	
55 - 59			1	
TOTAAL	2	1	13	42

tab. 51 Relatie tussen afmetingen van afslagen en de aanwezigheid van gebruikssporen.

vlak en/of op artefacten zonder sporen van gebruik voorkomen, is de aanwezigheid van het veen dat de vindplaats afdekt. De overgrote meerderheid van deze artefacten (N = 21, ca. 78 %) vertoont geen sporen van gebruik.

7.34.3.2 De ruimtelijke spreiding van artefacten met sporen van huidbewerking

Sporen van huidbewerking werden aangetroffen op meer dan 60 artefacten (= 70 werkranden, tab. 54). Opvallend is de dominantie van transversale bewegingen (schrappen); slechts tweemaal werd een longitudinale beweging vastgesteld; beide artefacten liggen in elkaars buurt. Over de toestand van het contactmateriaal verschillen beide onderzoekers van mening; volgens Schreurs was deze toestand, voornamelijk door het lichte gebruik, nauwelijks te bepalen en in de twee gevallen waar dit wel lukte kon ze het schrapen van verse huid (indicatief voor het schoonmaken van

gevillede huiden) determineren. In tegenstelling tot Beugnier, werden door Schreurs geen sporen van droge huid aangetroffen (herkenbaar als artefacten met sterk afgeronde boorden en een ruwe matte glans). Beugnier slaagt er meestal wel in de toestand van het contactmateriaal te achterhalen en herkent in de overgrote meerderheid van de gevallen het schrapen van droge huiden. In mindere mate worden ook verse en vette huiden aangetroffen, evenals het gebruik van een additief. Haar interpretatie is dat artefacten voor huidbewerking op de vindplaats een belangrijke rol speelden in zowel het initiële schoonmaken van verse huiden als de verdere verwerking van schoongemaakte huiden. Op negen artefacten werden bovendien sporen van schachting aangetroffen. Er is een sterke typomorfoloogische/functionele correlatie, waarbij schrabbers vaak werden gebruikt voor het schrapen van (droge) huiden. Fig. 140 en fig. 141 tonen de horizontale verspreiding van artefacten met sporen van huidbewerking. Activiteiten van huidbewerking clusteren voornamelijk in de zuidelijke concentraties, samenvallend met de hogere concentraties aan schrabbers. In de meest noordelijke concentratie werden daarentegen geen indicaties voor huidbewerking aangetroffen. Er is geen eenduidig onderscheid waar te nemen tussen de staat van de bewerkte huid en de ruimtelijke spreiding: Beugnier's interpretatie van verse huidbewerking clusteren weliswaar heel sterk, in tegenstelling tot Schreurs' bevindingen, maar overlappen ruimtelijk met de bewerking van droge huiden dat in alle concentraties (behalve de meest noordelijke) wordt aangetroffen. Artefacten met sporen van bewerking van vette huiden lijken min of meer te clusteren in de centraal gelegen concentraties.

	JS								VB								Totaal	Totaal volledig	totaal fragment		
	volledig	proximaal	mediaal	distaal	beschadigd	verbrand	indet.	(leeg)	volledig	proximaal	mediaal	distaal	lateraal	meervoudig	beschadigd	verbrand				indet.	(leeg)
microlithische spitsen	3				1													4	3	1	
steil geretoucheerde kling					1													1	0	1	
boor		1						8	5	1								15	8	7	
steker		1																1	0	1	
schrabber	8							56			1				1	1		67	64	2	
fragment afgestompt boord		1	5	1														7	0	7	
fragment afgestompt boord & schuine afknotting			3															3	0	3	
onbepaald geretoucheerd fragment		1					1		2	3	3		1			1		12	0	10	
geretoucheerde afslag	1							34	3	1	1			1				41	35	6	
geretoucheerde kling		1	1					14	1	1	1					1		20	14	5	
geretoucheerde brok																	5	5	0	0	
pièce d'émoussée								1										1	1	0	
combinatiewerktuig								2	1	1								4	2	2	
brokstuk																	2	2	0	0	
kern																	1	1	0	0	
kernvernieuwing	2							7			1							10	9	1	
afslag	3							55	3		2	1		5				69	58	11	
(micro)kling	9	6	1					30	19	5	7	1		3				81	39	42	
onbepaald afhakingsfragment		1				1			3	2					2			9	0	9	
(leeg)							1											1	0	0	
	26	12	10	1	2	1	1	1	207	37	14	16	2	1	9	3	3	8	354	233	108

tab. 52 Representativiteit van de selectie voor gebruikssporenonderzoek in relatie tot de fragmentatiegraad van de afhaken.

contactmaterialen	put	vak	vlak	artefactcategorie	aangrijpen	schachten
droge huid	78	16	4	geretoucheerde afslag	1	
huid	19	4	2	geretoucheerde kling	1	
	76	75	3	steil geretoucheerde kling		1?
onbepaald contactmateriaal	84	90	2	steil geretoucheerde kling		1?
projectiel?	76	73	3	microspits		1?
	49	37	5	steil geretoucheerde kling		1?
geen sporen	84	27	3	kling	1?	
	76	51	2	kling	1	
	76	13	2	geretoucheerde kling	1	
	76	44	2	kling	1?	
	94	18	2	kling	1	
	50	84	3	schrabber	1	
	50	46	5	schrabber	1	
	21	84	2	schrabber	1?	
	17	60	3	kling	1	
	14	8	4	kling	1	
	50	97	5	schrabber	1	
	21	1	3	schrabber	1?	
	17	45	3	kling	1	
	17	53	2	schrabber? boor?	1	
	17	6	3	schrabber	1	
	21	11	2	schrabber	1	
	21	5	3	kling	1	
	22	29	2	geretoucheerde afslag	1	
	50	46	4	geretoucheerde afslag		1?
	77	59	2	microspits		1?
	66	56	4	microspits		1?
				TOTAAL	16 + 4?	7

tab. 53 Sporen van schachting en/of aangrijpen.

contactmaterialen	put	vak	vlak	artefactcategorie	aangrijpen	longitudi- naal	transver- saal	werkranden	artefacten	onderzoek	opmerking
droge huid	76	61	2	geretoucheerde brok		1		1	1	VB	2e rand is ander contactmateriaal
	16	10	2	schrabber			1	1	1	VB	
	18	31	3	schrabber			1	1	1	VB	
	11	98	7	schrabber			1	1	1	VB	
	12	2	7	geretoucheerde afslag			1	1	1	VB	
	12	48	3	schrabber			1	1	1	VB	
	12	54	2	schrabber			1	1	1	VB	
	50	84	3	schrabber			1	1	1	VB	
	14	3	1	kling			1	1	1	VB	
	19	2	2	kling			1	1	1	VB	
	50	36	5	geretoucheerde afslag			2	2	1	VB	
	50	46	4	schrabber			1	1	1	VB	
			5	schrabber			1	1	1	VB	
	21	80	2	geretoucheerde brok			1	1	1	VB	
	21	88	2	schrabber			2	2	1	VB	
	50	97	5	schrabber			1	1	1	VB	
	21	57	2	boor			1	1	1	VB	
	17	5	2	schrabber			2	2	1	VB	
	17	13	5	geretoucheerde afslag			1	1	1	VB	
	17	53	2	schrabber ? boor ?			1	1	1	VB	2e rand is ander contactmateriaal
	21	18	3	schrabber			1	1	1	VB	
	21	34	2	geretoucheerde kling			1	1	1	VB	
				schrabber			1	1	1	VB	
	17	6	3	schrabber			1	1	1	VB	
	17	46	2	schrabber			1	1	1	VB	
	21	11	2	schrabber			1	1	1	VB	
	21	19	3	schrabber			1	1	1	VB	
	50	60	3	schrabber			2	2	1	VB	
	17	32	5	geretoucheerde afslag			1	1	1	VB	
	21	5	3	kling			1	1	1	VB	
	22	9	2	schrabber			1	1	1	VB	
	21	38	3	schrabber			1	1	1	VB	
	21	62	2	schrabber			2	2	1	VB	
	78	16	4	geretoucheerde afslag	1		1	2	1	VB	
99	-	(leeg)	geretoucheerde afslag			1	1	1	VB		
droge huid?	76	85	4	schrabber			1	1	1	VB	
	21	68	5	schrabber			1	1	1	VB	
huid + additief	17	12	3	geretoucheerde afslag			1	1	1	VB	
	21	1	3	schrabber			1	1	1	VB	
	50	79	4	schrabber			1	1	1	VB	
huid + additief?	21	57	2	boor			1	1	VB	staat ook bij droge huid	
verse huid	21	26	2	schrabber			1	1	1	VB	
	21	42	3	schrabber			1	1	1	VB	
	21	27	3	schrabber			1	1	1	VB	
	51	91	1	afslag			1	1	1	VB	
	50	43	5	schrabber			1	1	1	JS	
	76	62	4	schrabber			1	1	1	JS	
vet huid	18	5	2	schrabber			1	1	1	VB	
	12	45	4	schrabber			1	1	1	VB	
	17	18	2	schrabber			1	1	1	VB	
	17	23	2	schrabber			1	1	1	VB	
	51	81	2	schrabber			1	1	1	VB	
	22	18	2	afslag			1	1	1	VB	
huid	19	4	2	geretoucheerde kling	1			1	1	VB	2e rand is ander contactmateriaal
	21	1	3	schrabber			1	1	1	VB	
	50	68	5	schrabber			1	1	1	VB	
	21	18	3	schrabber			1	1	1	VB	
	21	19	3	schrabber			1	1	1	VB	
	21	27	3	schrabber			1	1	1	VB	
	76	75	3	steil geretoucheerde kling		1		1	1	JS	
	49	37	1	schrabber			1	1	1	JS	
	50	57	4	schrabber			2	2	1	JS	intensief gebruik waarna de schrabberkap is aangescherpt en vervolgens licht gebruikt voor schrapen van huid
69	15	5	afslag			1	1	1	JS		

tab. 54 Sporen van huidbewerking.

7.3.4.3.3 De ruimtelijke spreiding van artefacten met sporen van plantbewerking

Naast sporen van huidbewerking leverde het gebruikssporenonderzoek vooral aanwijzingen voor plantbewerking op (N = 55 werkranden). De voornaamste beweging was transversaal (schrapen, N = 46). Deze beweging wijst, zowel volgens Schreurs als Beugnier, in de richting van de verwerking van grondstoffen tot half- of eindfabricaat (vb. vlechtwerk voor het vervaardigen van matten of visnetten, pijlschachten, pletten van riet om het buigzaam te maken, het maken van vezels uit bast, enz.), in tegenstelling tot longitudinale bewegingen (snijden/splitten) die, volgens Schreurs, eerder zouden wijzen op het verzamelen en oogsten van planten. Op acht werkranden werden longitudinale (snij) sporen aangetroffen. Binnen de transversale beweging van (silicieuze) plantbewerking werd door Beugnier een, vaak moeilijk interpreteerbare, grote variatie van glans en krassen vastgesteld, zowel op eenzelfde artefact als tussen de artefacten onderling. Zoals opgemerkt door beide onderzoekers, is ook hier, net als bij de huidbewerking, een zeer duidelijk morfotypologisch/functioneel verband vast te stellen: in dit geval tussen (micro)klingen, vaak niet geretoucheerd, en plantbewerking. Het onderzoek van de ruimtelijke spreiding van de artefacten met sporen van plantbewerking heeft

geen eenduidige clusters opgeleverd met betrekking tot de aard van de sporen en/of de uitgevoerde beweging: sporen van longitudinale en/of transversale plantbewerking werden verspreid over het terrein aangetroffen.

7.3.4.3.4 De ruimtelijke spreiding van artefacten met sporen van bot/geweibewerking

Bewerking van bot/gewei werd ook regelmatig aangetroffen (tab. 55), vooral door Beugnier (N = 18 artefacten, 20 werkranden)⁵⁶. Het betreft verschillende bewegingen: boren, kerven (groeven) en zagen, vermoedelijk voor de vervaardiging en het onderhoud van artefacten uit been of uit gewei. Op één geretoucheerde afslag werden twee werkranden benut voor bot/gewei-bewerking, eenmaal werd een groefbeweging uitgevoerd, en eenmaal een transversale beweging. Een overzicht van de horizontale verspreiding van bot/gewei-bewerking is weergegeven in fig. 142 en fig. 143. Hier lijken zich *grosso modo* twee clusters af te tekenen. De eerste bevindt zich in de concentratie net ten noorden van het dwars-

56 Dit is inclusief de determinatie van Schreurs die op één werkrand bot/gewei-sporen aantrof. Beugnier vermeldt in haar tekst 18 artefacten (20 werkranden) terwijl in haar bijlage 17 artefacten (19 werkranden) staan vermeld.

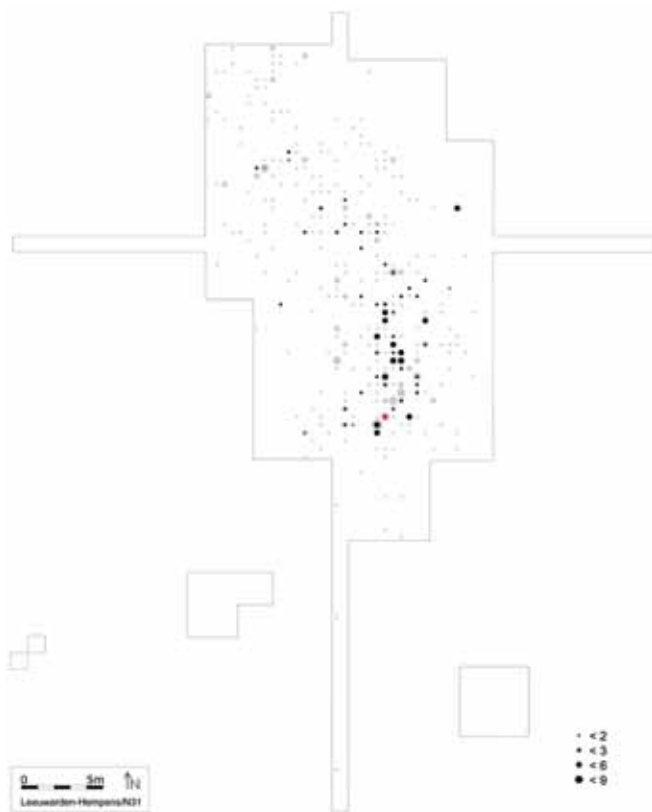


fig. 140 Overzicht van de horizontale spreiding van artefacten met sporen van huidbewerking. In zwart de determinaties van V. Beugnier, in rood de determinaties van J. Schreurs en in grijs alle artefacten onderworpen aan een gebruikssporenonderzoek (cf. fig. 136).

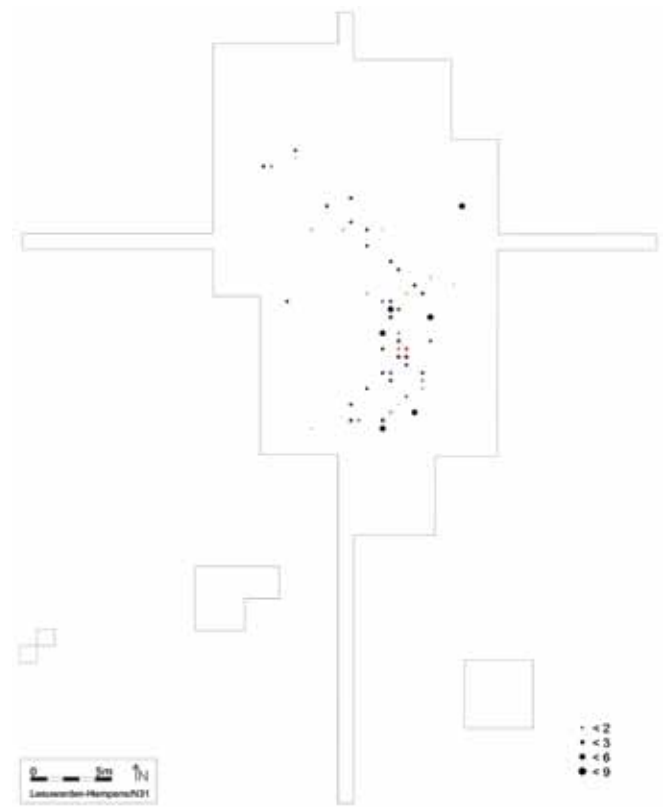


fig. 141 Overzicht van de horizontale spreiding van artefacten met sporen van huidbewerking. In zwart bewerking van droge huiden, in rood bewerking van verse huiden, in groen bewerking van vette huiden, in blauw bewerking van huiden met additief en in grijs alle artefacten met sporen van huidbewerking (cf. fig. 141).

put	vak	vlak	artefactcategorie	boren	boren/groeven	groeven	longitudinaal	transversaal	onbepaald	artefacten	werkranden	onderzoek
50	95	4	boor	1						1	1	JS
84	98	3	geretoucheerde afslag						1	1	1	VB
49	(leeg)	4	schrabber					1		1	1	VB
18	31	3	schrabber								1	VB
12	68	2	schrabber						1	1	1	VB
41	84	2	geretoucheerde afslag			1		1		1	2	VB
19	58	2	geretoucheerde brok					1		1	1	VB
77	94	2	afslag					1		1	1	VB
21	83	2	afslag				1			1	1	VB
21	84	2	schrabber						1	1	1	VB
77	66	2	geretoucheerde kling					1		1	1	VB
50	57	4	boor	1						1	1	VB
50	38	5	geretoucheerde kling				1			1	1	VB
68	98	4	geretoucheerde brok					1		1	1	VB
21	43	2	geretoucheerde brok					1		1	1	VB
50	40	3	geretoucheerde brok					1		1	1	VB
21	12	3	boor	1						1	1	VB
60	45	2	kling					1		1	1	VB
60	2	2	geretoucheerde afslag		1					1	1	VB
				3	1	1	2	9	3	18	20	

tab. 55 Sporen van bot/gewebewerking.

transect (werkputten 13 en 14) en wordt uitsluitend gekenmerkt door een transversale beweging. De tweede cluster is geassocieerd met de grote concentratie in het zuiden van de opgraafput. Hier komen, naast transversale bewegingen, ook longitudinale en boor- en/of groefbewegingen voor.

7.3.4.3.5 De ruimtelijke spreiding van artefacten met sporen van houtbewerking

Sporen van houtbewerking werden aangetroffen op 16 werkranden (= 14 artefacten). Volgens Schreurs manifesteerden deze sporen zich als een dun bandje van heldere glans langs de werkrand en op de hogere delen van het vuursteenoppervlak. Een transversale beweging domineert (N = 13 werkranden), terwijl door Beugnier ook tweemaal een snijdende/zagende (*cutting/sawing*) en eenmaal een groevende (*carving*) beweging werd geobserveerd. Beide onderzoekers wijzen op de beperkte ontwikkeling van de sporen, indicatief voor een licht of matig gebruik en associëren deze sporen met het vervaardigen, onderhouden en/of aanscherpen van vermoedelijk kleine houten voorwerpen. Tab. 56 toont de relatie tussen de ruimtelijke spreiding en de typomorfologie en de uitgevoerde beweging van de artefacten. Er kan geen duidelijke relatie worden vastgesteld tussen de typomorfologie en de functie (contactmateriaal/beweging) van de artefacten voor houtbewerking: er werd gebruik gemaakt van een ruime variatie van zowel geretoucheerde (N = 7) als niet-geretoucheerde artefacten (N = 7). Twee (micro)klingen vertonen twee werkranden met sporen van houtbewerking, waarbij een transversale beweging werd gecombineerd met een groevende of een longitudinale beweging. Deze artefacten met sporen van houtbewerking

worden aangetroffen over het ganse terrein maar vallen op door hun eerder perifere verspreiding; ze bevinden zich nauwelijks of niet binnen de densere concentraties maar eerder aan de periferie ervan.

7.3.4.3.6 Conclusie

Ondanks de beperkte staalname heeft het gebruikssporenonderzoek niet alleen inzicht in de conservering van het lithische materiaal opgeleverd, maar tevens een aantal duidelijke patronen in de uitgevoerde activiteiten (bewegingen, contactmaterialen) en de ruimtelijke spreiding. Er is sprake van een rijke variatie aan bewerkte materialen, met een dominantie van huid- en plantbewerking en in mindere mate bot/gewei- en houtbewerking. De onmiskenbare ruimtelijke patronen in de horizontale verspreiding kunnen een weerspiegeling vormen van prehistorisch menselijk gedrag. Er zijn nauwelijks of geen geïsoleerde clusters van artefacten die in verband te brengen zijn met de bewerking van slechts één materiaalcategorie; steeds is er een overlapping tussen de verspreiding van artefacten met sporen van huid-, plant-, bot/gewei- en/of houtbewerking vast te stellen. De meest noordelijke concentratie bevat relatief weinig artefacten met duidelijke sporen van gebruik; deze zijn daarbij voornamelijk beperkt tot de bewerking van planten en in mindere mate ook bot/gewei. Huidbewerking komt hier, in tegenstelling tot de rest van het opgegraven terrein, niet voor, maar lijkt zich daarentegen voornamelijk te concentreren in de zuidelijke concentraties, samenvalend met een absolute dominantie van schrabbers. In concentratie 2 werden eveneens sporen van, voornamelijk droge maar in mindere mate ook vette, huidbewerking aan-

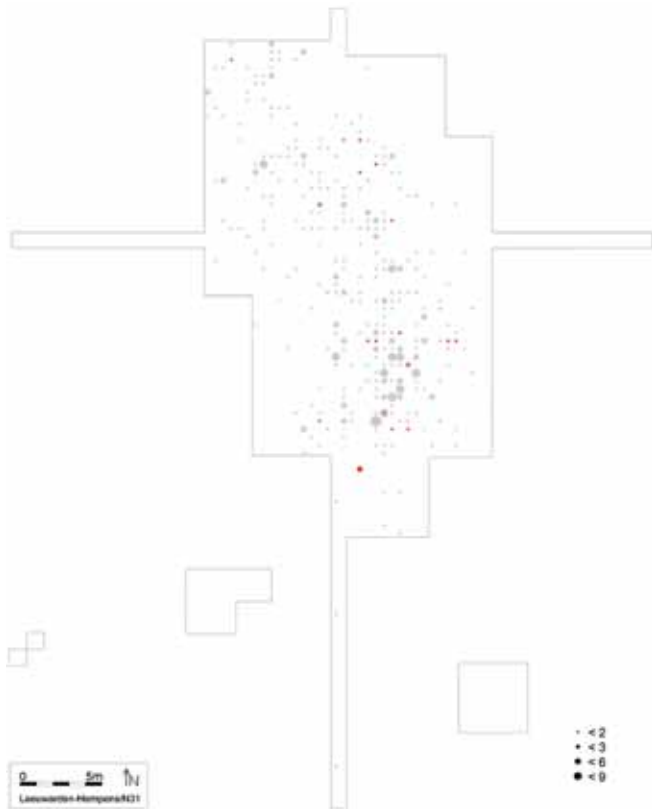
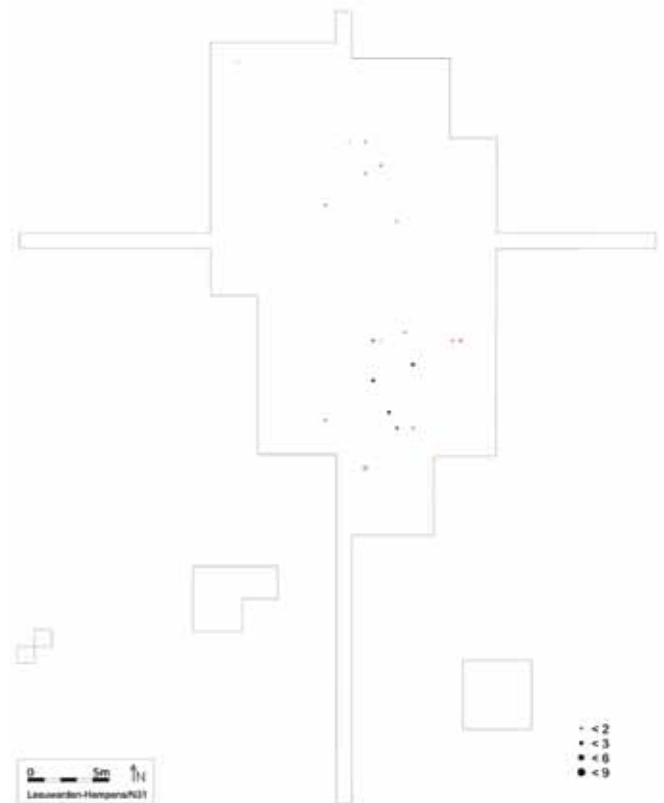


fig. 142 Overzicht van de horizontale spreiding van artefacten met sporen van bot/geweibewerking (rood). In grijs alle artefacten onderworpen aan een gebruikssporenonderzoek (cf. fig. 136).



143 Overzicht van de horizontale spreiding van artefacten met sporen van bot/geweibewerking. In zwart een borende beweging, in rood een borende/groevende beweging, in groen een groevende beweging, in blauw een longitudinale beweging, in oranje een transversale beweging en in grijs alle artefacten met sporen van bot/geweibewerking (cf. fig. 143).

getroffen. Daarnaast bevinden zich in deze concentratie de enige twee artefacten waar longitudinale bewerking van huid werd vastgesteld. In deze concentratie werden voorts ook artefacten met sporen van, quasi uitsluitend transversale, bewerking van silicahoudende planten aangetroffen evenals de uitsluitend transversale bewerking van bot/gewei, dat zich voornamelijk min of meer geïsoleerd in de noordoostelijke periferie van deze concentratie concentreert. In mindere mate komen in deze concentratie ook artefacten met sporen van houtbewerking voor. In de (periferie van de) zuidelijke derde en vierde concentraties bevinden zich eveneens artefacten waarop zowel sporen van huid-, plant- en houtbewerking werden aangetroffen, waarbij houtbewerking zich quasi uitsluitend langsheen de randen van de concentraties bevinden.

74 Archeobotanie

7.4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden alle aspecten van het archeobotanische onderzoek uitgevoerd op de steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 behandeld. Het kaderde binnen het interdisciplinaire aardwetenschappelijke onderzoek en bestond uit drie componenten: palynologie (uitgevoerd door

D.G. van Smeerdijk, paragraaf 7.4.2.), houtskoolonderzoek (onafhankelijk uitgevoerd door P. van Rijn en G.J. de Roller, paragraaf 7.4.3.) en onderzoek van verkoolde macroresten (uitgevoerd door L. Kubiak-Martens, paragraaf 7.4.4.). Het onderzoek vond plaats zowel in het kader van de IVO/DAO-1 (van Smeerdijk 2006, 181-204; de Roller 2006, 167-180) als in het kader van het DAO-2 (van Smeerdijk 2007, 86-122; Kubiak-Martens 2007, 123-136; van Smeerdijk, van Rijn 2007, errata). Het werd voornamelijk uitgevoerd door BIAx (van Smeerdijk, van Rijn, Kubiak-Martens); het houtskoolonderzoek van de grondsporen uit het IVO/DAO-1 werd uitgevoerd door ARC (de Roller). Dit hoofdstuk vormt een samenvatting (door G. Noens) van de afzonderlijke deelrapporten zoals ze verschenen in beide basisrapporten, waarin de voornaamste resultaten van de verschillende onderzoeken in de conclusie met elkaar worden geconfronteerd (paragraaf 7.4.5.).

Fragmenten van verkoolde hazelnootfragmenten werden tijdens het veldwerk systematisch apart ingezameld. Deze apart ingezamelde fragmenten werden niet bij het paleoecologische onderzoek betrokken en zijn in onderstaande discussies dan ook niet meegenomen. Hetzelfde is van toepassing op houtskool dat eveneens (min of meer) systematisch werd ingezameld binnen het vakkensysteem.

put	vak	vlak	artefactcategorie	groeven	longitudinaal	transversaal	artefacten	werkranden	onderzoek
76	74	3	schrabber? kern?			1	1	1	VB
85	34	2	kling	1		1	1	2	VB
67	96	3	kling			1	1	1	VB
12	30	2	afslag		1		1	1	VB
21	86	3	boor			1	1	1	VB
17	53	2	schrabber? boor?			1	1	1	VB
22	29	2	geretoucheerde afslag			1	1	1	VB
78	13	3	kling		1	1	1	2	VB
21	40	3	schrabber			1	1	1	VB
22	8	1	geretoucheerde brok			1	1	1	VB
60	15	2	afslag			1	1	1	VB
50	18	5	afslag			1	1	1	JS
50	58	3	geretoucheerde afslag			1	1	1	JS
51	73	3	schrabber			1	1	1	JS
TOTAAL				1	2	13	14	16	

tab. 56 Sporen van houtbewerking.

7.4.2 Het pollenonderzoek (onderzoek D.G. van Smeerdijk, BIAx)

7.4.2.1 Inleiding

Het palynologische onderzoek werd uitgevoerd op 30 submonsters afkomstig uit negen verschillende pollenmonsters die verspreid over het opgraafterrein werden genomen (tab. 57). Deze monsters vertegenwoordigen waarschijnlijk het beste de niveaus waar de mogelijke menselijke invloed traceerbaar is. Het oppervlak van de dekzandrug waar het archeologische onderzoek heeft plaatsgevonden ligt tussen -3 en -4 meter NAP en is overdekt met een dik veenpakket. De zand/veengrens varieert tussen -2,75/-2,96, -3,04/-3,25 en -3,36/-3,76 meter NAP. Bij de keuze van de monsters voor het palynologische onderzoek is met deze variatie in diepteligging rekening gehouden. Uit de IVO en DAO-1 fases werden 15 submonsters uit drie pollenbakken bestudeerd (tab. 58), geconcentreerd op de onder- en bovenkant van de venige vullingen van een bodemspoor met houtskool (monsters 04HEMV006278 en 04HEMV006279) en de flank van de zandrug (monster 04HEMV003815). Uit het DAO-2 werden 15 submonsters uit zes pollenmonsterbakken bestudeerd (tab. 59) primair geconcentreerd op de overgang van de top van de pleistocene ondergrond naar het daarboven liggend veen.

7.4.2.2 Methodiek

De bodemprofielen waaruit de monsterbakken tijdens het DAO-2 werden verzameld, zijn beschreven door H. Mensink (lithologie) en P. Vos (lithostratigrafie, zie Hoofdstuk 6.3.). Deze beschrijving is voor een belangrijk deel op het TNO/NITG in Utrecht uitgevoerd aan de hand van de inhoud van de monsterbakken. De selectie voor palynologisch en micro-morfologisch onderzoek gebeurde door specialisten van TNO/NITG, de toenmalige RACM, EGM en BIAx. Omwille van de wisselende samenstelling (zandig, venig) van de

DAO-1 monsters werden verschillende volumina bewerkt (1,5, 2, 3, 4 of 5 cm³); voor de DAO-2 monsters bedroeg het volume van de submonsters 1 cm³ en in een aantal gevallen 1,5 of 2 cm³. Volgende procedures voor de bewerking van de monsters werden gevolgd:

(1) Toevoeging van een aantal tabletten met een bekend aantal sporen van een exoot (wolfsklauw = *Lycopodium*) aan een bekend volume van de submonsters om inzicht te krijgen in de concentratie van het stuifmeel in het materiaal (respectievelijk 12.583/tablet (batchnummer 483.216) voor de DAO-1 monsters en 12.542/tablet (batchnummer 124.961) voor de DAO-2 monsters).

(2) Verwerking op standaardwijze van de submonsters (Erdtman 1960; Faegri, Iversen 1975; Faegri *et alii* 1989); gebruik van een gemodificeerde methode voor de zandhoudende monsters (Konert 2002). Dit werd uitgevoerd door M. Konert van het *Sediment Analysis Laboratory* van de Vrije Universiteit Amsterdam (VUA).

(3) Verwerking van de residu's tot microscopische preparaten.

(4) Waardering van de preparaten op hun bruikbaarheid (*i.e.* pollenrijkdom, conservering, diversiteit van de aanwezige microfossielen, zie van Smeerdijk 2006, bijlage 15; van Smeerdijk 2007, bijlage 1.2.). Als resultaat kwam daaruit naar voor dat het pollen over het algemeen redelijk tot goed is geconserveerd en dat de preparaten op enkele uitzonderingen na rijk zijn aan pollenkorrels en goed telbaar.

(5) Tellen van de preparaten (inclusief alle herkenbare microfossielen) met behulp van een Zeiss-microscop (vergroting tot 600x, en bij twijfel tot 1250x voor DAO-1 monsters en tot 1000x voor DAO-2 monsters) tot een boompol-

lensom van respectievelijk minimaal 600 (maximaal 1250, DAO-1 monsters) en 500 (maximaal ca. 1300, DAO-2 monsters) werd bereikt. In twee DAO-1 monsters (vulling haardkuil 36, nummer 6279) werd de vooropgestelde som niet gehaald. De relatieve bijdragen van de verschillende pollentypen en andere microfossielen zijn berekend over deze boompollensom (Σ AP). Omdat de meeste pollenspectra voornamelijk uit pollen van bomen en andere bosplanten bestaan, is wat langer doorgeteld en is bij het nalopen van de niet getelde delen van de preparaten extra zorgvuldigheid betracht voor de eventueel aan te treffen andere pollentypen.

(6) Presentatie van de gegevens in gecombineerde pollen- en microfossielendiagrammen, afzonderlijk per onderzoeksfase (IVO/DAO-1 versus DAO-2, zie bijlage 7a). De diagrammen bestaan telkens uit twee deeldiagrammen. (1) Het hoofddiagram (links) bevat het totaal aanwezige pollen van bomen en struiken (Σ AP) uitgezet tegen het totaal aanwezige pollen van de overige planten (Σ NAP) (exclusief waterplanten, varens, edm. en microfossielen). (2) Rechts zijn alle individuele pollentypen en andere microfossielen weergegeven, uitgedrukt in percentages, berekend over de boompollensom. De spectra van de DAO-1 monsters zijn zo in het diagram geplaatst dat de monsterserie uit de diepste

vondstnummer	submonsters (N)	fase	put	vlak	spoor	diepte (m -NAP), boven	diepte (m -NAP), onder	x-coördinaat	y-coördinaat	datum monstername	Macroresten	Micromorfologie
04HEMV003815	5	DAO-1	14	101	-	3.30	3.80			20/08/2004		
04HEMV006278	6	DAO-1	21	103		2.60	3.10			20/08/2004		
04HEMV006279	4	DAO-1	21	103		2.86	3.36			20/08/2004		
7474.001302	2	DAO-2	69	102	9999	2.83	3.25	186407045	576148057	28/10/2004	x	x
7474.005269	4	DAO-2	91	101	9999	2.82		186382046	576166222	28/10/2004	x	x
7474.005274	2	DAO-2	49	103	9999	2.67		186398473	576136947	28/10/2004	x	x
7474.006397	4	DAO-2	61	104	9999	2.90	3.40	186410000	576143500	28/10/2004	x	x
7474.006600	2	DAO-2	1	104		3.33		186376470	576115831	28/10/2004	x	x
7474.006799	1	DAO-2	70	101	9999	3.44	3.94	186414530	576151047	28/10/2004	x	x
TOTAAL	30											

tab. 57 Overzicht van de pollenbakken waaruit submonsters palynologisch werden bestudeerd.

Vondstnummer	diepte (cm -NAP), boven	diepte (cm -NAP), onder	pollen (ml)	macro (ml)	zand (ml) (>250 μ)	zand (ml) (<250 μ)	zand (%) (>250 μ)	zand (%) (<250 μ)	AMS (reserve)	Opmerkingen
04HEMV006278	271	272	2	83	4	22	4,8	26,5	+	veen (gyttja-achtig)
	272	273	1,5	72	4	25	5,6	34,7	+	zandig veen
	273	274	3	80	4	43	5,0	53,8	+	venig zand
	274	275	3	72	7	46	9,7	63,9	+	humeus zand
	275	276	-	-	-	-	-	-	-	stukje vuursteen
	278	279	5	-	-	-	-	-	-	humeus zand
	285	286	5	-	-	-	-	-	-	licht humeus zand
04HEMV006279	290	291	3	+	-	-	-	-	-	humeus zand
	2925	2935	4	-	-	-	-	-	-	humeus zand
	306	307	4	-	-	-	-	-	-	zwart humeus zand
	319	32	3	-	-	-	-	-	-	zwart humeus zand
04HEMV003815	344	345	2	55	0,5	7	0,9	12,7	+	veen (gyttja-achtig)
	346	347	2	-	-	-	-	-	-	veen
	355	356	2	-	-	-	-	-	-	veen
	365	366	2	-	-	-	-	-	-	veen
	371	3725	1,5	95	0,5	3	0,5	3,2	+	veen
3735	3725	-	+	-	-	-	-	-	-	hout

tab. 58 Gedetailleerd overzicht van de verzamelde submonsters en de zandfracties uit de IVO/DAO-1 fase.

Vondstnummer	diepte (cm) .boven	diepte (cm) .onder	diepte (cm -NAP) .boven	volume (ml)	zand (ml)(>170 µ)	zand (ml)(<170 µ)	zand (%) (>170 µ)	zand (%) (<170 µ)	14C/pollen (ml, bulk)	Opmerkingen	Bewerking
7474.001302	48	46	277	36	4	6	11	17	+		gezeefd
	46,5	46	278,5	-	-	-	-	-	1	veen (licht zandig)	bereid
	46	43	278	38	5	7,5	13	20	-		gezeefd
	42,5	42	282,5	-	-	-	-	-	1,5	humeus zand	bereid
7474.005274	41	39	273	50	1,5	2,2	3	4	-	licht zandig veen	gezeefd
	39	38	275	-	-	-	-	-	1		bereid
	37,5	36	276,5	34	9	10,5	26	31	-	humeus zand	gezeefd
	37	36	277	-	-	-	-	-	2		bereid
7474.005269	28	27	304	40	1,5	3	4	8	+		gezeefd
	28	27	304	-	-	-	-	-	1	licht zandig veen	bereid
	27	26	305	32	3,2	6	10	19	-		gezeefd
	27	26	305	-	-	-	-	-	1	humeus zand	bereid
	26	25	306	-	-	-	-	-	1	humeus zand	bereid
	11	10	321	-	-	-	-	-	1,5	humeus zand	bereid
7474.006397	47	46	293	48	2	4,2	4	9	+	zwart veen, licht zandig	gezeefd
	36,5	35,5	303,5	-	-	-	-	-	1	veen	bereid
	36	35	304	40	5,2	8,2	13	21	+	licht zandig veen, na snijden zandiger	gezeefd
	33	32	307	40	12	13	30	33	-	licht zandig veen, bij snijden veel zandiger	gezeefd
	33	32	307	-	-	-	-	-	1	veen	bereid
	31	30	309	45	15	17	33	38	-	humeus zand	gezeefd
	31	30	309	-	-	-	-	-	2	humeus zand	bereid
	8	7	332	-	-	-	-	-	2	humeus zand	bereid
7474.006600	29	28	361	42	1	2,2	2	5	+	licht zandig veen	gezeefd
	28	27	362	36	3,2	5,7	9	16	+	licht zandig veen, na snijden: venig zand	gezeefd
	22	21	368	40	4	7,5	10	19	-	licht zandig veen, na snijden: venig zand	gezeefd
	21	20	369	-	-	-	-	-	1	licht zandig veen	bereid
	19	18	371	46	4,7	12,5	10	27	+	humeus zand/smeuig zandig veen	gezeefd
	19	18	371	-	-	-	-	-	1,5	humeus zand	bereid
7474.006799	20	17	374	52	0,2	1,5	0,4	3	-	veen	gezeefd
	18	17	376	-	-	-	-	-	1	zandig veen	bereid

tab. 59 Gedetailleerd overzicht van de verzamelde submonsters en de zandfracties uit de DAO-2 fase.

lagen (nummer 04HEMV003815) onderin en de twee monsterseries uit de haardkuil (ondiepere lagen) bovenaan zijn opgenomen. Bij de DAO-2 monsters zijn de twee monster-series uit de diepste lagen onderin opgenomen en de twee monsterseries uit de ondiepste lagen bovenaan, met de andere twee ertussen in. Hierbij werd verondersteld dat de diepste sectie het verst in de tijd teruggaat. Van monsterbak 7474.006799 is slechts één spectrum geanalyseerd (diepte -3,76 meter NAP) dat omwille van de goede leesbaarheid in drievoud werd opgenomen. Tab. 60 bevat informatie over het voorkomen van bijzondere plantenresten, klonten pollenkorrels en bijzondere bomen, struiken of ander bosplanten.

(7) Voor een overzicht van de gebruikte pollen- en sporentypen, zie bijlage 7b. Inzake de verantwoording van de gebruikte pollentypen dient te worden vermeld dat het bij palynologisch onderzoek niet altijd mogelijk is om het bestudeerde materiaal tot op het niveau van soorten te determineren. Daarom wordt bij sommige pollentypen

het achtervoegsel 'type' of groep gebruikt, waarmee wordt aangegeven dat er meer dan één soort of geslacht binnen dit pollentype/-groep valt. Bij de andere microfossielen is het nog moeilijker om ze bij een geslacht of soort onder te brengen, omdat de kennis hierover ontbreekt. Toch worden ze bij de presentatie van de palynologische gegevens in diagrammen opgenomen, en dan vaak alleen als een genummerd type XX. Ze zijn meestal zeer karakteristiek van vorm en in combinatie met andere gegevens kunnen ze aanvullende informatie geven over het afzettingsmilieu. Verder dient te worden opgemerkt dat met behulp van referentiepreparaten wel een nuancering is aan te brengen binnen de pollentypen.

7.4.2.3 Resultaten

Een uitgebreid overzicht van alle beschikbare data omtrent de negen bestudeerde pollenmonsters is opgenomen in bijlage 7c en tab. 57. Deze afzonderlijke fiches per pollenmonster bevatten naast een lokalisatie van het monster op het opgraafterrein en een foto van de monsternamen, even-

eens een korte algemene beschrijving van de pollenbak en een bespreking van elk submonster, opgesplitst in termen van observaties en daarop gebaseerde interpretaties. Voor een discussie van de resultaten wordt verwezen naar paragraaf 7.4.5.

7.4.3 Het houtskoolonderzoek (onderzoek P. van Rijn, BIAX en G.J. de Roller, ARC)

7.4.3.1 Inleiding

72 monsters van grondsporen/bodemverkleuringen met houtskool (zie Hoofdstuk 7.1.) werden ingediend voor houtskoolonderzoek dat enerzijds werd uitgevoerd door een specialist van ARC voor grondsporen uit de IVO/DAO-1 fases en anderzijds door vorsers van BIAX voor materiaal uit het DAO-2. Het houtskoolonderzoek op 42 bemonsterde grondsporen en vier lagen en drie vlekken uit de IVO/DAO-1 fases werd uitgevoerd door G.J. de Roller (de Roller 2006, 167-180). Naast een bijdrage aan de algemene vraagstellingen uit het PvE was dit onderzoek tevens gericht op het achterhalen van de samenstelling van de grondsporen (houtsoorten, onderdelen, ...) en de toestand van het hout op moment van verkoling. Op basis hiervan werd getracht een inzicht te verwerven in het paleolandschap in de directe omgeving van de vindplaats en in door de prehistorische mens gemaakte keuzes. Onafhankelijk hiervan voerde P. van Rijn

een houtskoolonderzoek op 30 monsters uit het DAO-2 uit met een gelijkaardige vraagstelling in het achterhoofd. Deze monsters uit grondsporen met houtskool werden geacht meestal in het mesolithicum te dateren, maar een datering in het neolithicum kon zeker niet uitgesloten worden. Indien deze grondsporen restanten van hardkuilen zijn, is niet duidelijk hoe lang de kuilen in gebruik zijn geweest. In paragraaf 7.1.3.3. werden de kenmerken van de bodemsporen met houtskool toegelicht.

7.4.3.2 Methodiek

De Roller (2006, 168) licht ons in over de bemonstering en verwerking van de houtskoolmonsters tijdens het IVO/DAO-1 onderzoek. Bemonstering gebeurde op twee verschillende manieren. Alle grondsporen werden laagsgewijs opgegraven en bemonsterd binnen het vakkensysteem. Twintig vondstnummers hiervan werden reeds tijdens het veldwerk gezeeft, in een droogkast (snel) gedroogd en door de reguliere vondstverwerking verwerkt. De Roller (2006, 168) spreekt over een 4 millimeter zeef. Indien het hier handelt over het reguliere verwerkingsproces van de afzonderlijke vondstnummers, en daar lijkt het wel op, zou het moeten handelen om een drie millimeter zeef en geen 4 millimeterzeef. Van deze monsters werden diegene met meer dan 10 gram houtskool bestudeerd voor houtskoolonderzoek. Het handelt om de vondstnummers uit volgende grondsporen:

baknummer	6397				6600		5269				1302		5274		6799
	diepte in cm -NAP	303,5	307	309	332	369	371	304	305	306	321	278,5	282,5	275	277	376
aantal getelde regels	>5	3	7	>15	4	5	4	>10	7	4	6	3	3	4	3
<i>Tilia platyphyllos</i> (geteld)	1	0	2	1	0	1	1	3	2	1	.	2	2	2	1
<i>Tilia platyphyllos</i> (geteld); 4-poraat	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	0	.	.	.
<i>Tilia platyphyllos</i> (doorkijken)	3	6	6	0	5	1	4	3	0	1	.	.	6	.	.
<i>Tilia platyphyllos</i> (doorkijken); 4-poraat	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.
<i>Ilex aquifolium</i> (geteld)	0	5	.	5	.	.	1	1	1	0	26	7	35	2	.
<i>Ilex aquifolium</i> (doorkijken)	1	2	.	0	.	.	2	2	0	2	?	0	?	1	.
<i>Hedera helix</i> (geteld)	2	4	3	.	.	.	3	1	3	1	0	3	3	0	1
<i>Hedera helix</i> (doorkijken)	9	8	3	.	.	.	9	5	2	1	3	0	8	4	0
<i>Lonicera periclymenum</i> (geteld)	1	2	0	.	0	0	1	3	0	3	0	1	1	0	1
<i>Lonicera periclymenum</i> (doorkijken)	0	10	2	.	1	2	2	5	3	1	1	0	3	1	0
<i>Viscum album</i> (geteld)	0	0	1	0	0	.	0	3	1	0	2	5	0	0	.
<i>Viscum album</i> (doorkijken)	6	4	2	6	1	.	2	3	1	2	1	0	2	2	.

<i>Poacea epidermis</i> (opaque)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.
<i>Verbascum</i> (plantenhaar)	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Betula</i> (klein) onrijp?	.	.	13	x	xx	xx	x	.	.	xx	.	.	.	.	.
<i>Betula</i> (groot)	.	.	42	xx	xx	xx	x	.	.	xx	.	.	.	.	.
<i>Betula</i> (klont)	.	.	.	.	x	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.
<i>Betula</i> (tetrade)	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Corylus avellana</i> (diverse maten)	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus</i> (klont)	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	x	.	.
<i>Quercus</i> (tetrade)	.	.	.	x	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.
<i>Tilia</i> (klont)	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x
<i>Tilia</i> (tetrade)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.

Legenda: . = niet in het preparaat aanwezig; x = aanwezig; xx = vaak aanwezig

tab. 60 Overzicht van een aantal pollenkorrels die tijdens en na de analyse is aangetroffen, met betrekking tot bijzondere bomen, struiken en andere bosplanten (bronnen: het bovenste deel van Smeerdijk 2007, tabel 1.10; het onderste deel van Smeerdijk 2007, bijlage 1.5).

- 'haard 1' (WP11, spoor 27: nr.'s 975, 979, 1203, 1236),
- 'haard 2' (WP11, spoor 28: nr.'s 1196, 1198, 1229),
- 'haard 3' (WP12, spoor 30: nr.'s 1588, 1591, 1593, 1725, 1943, 2007),
- 'haard 4' (WP12, spoor 31 en 40: nr.'s 1586, 5251),
- 'haard 5' (WP12, spoor 32: nr. 1712),
- 'haard 6' (WP12, spoor 33: nr.'s 2438, 2444),
- 'haard 7' (WP12, spoor 34: nr. 1849),
- 'haard 9' (WP12, spoor 37: nr. 1998).

De overige vondstnummers werden geflooteerd met leidingwater over zeven met een maaswijdte van 0,5 en 0,25 millimeter en vervolgens aan de lucht gedroogd om verlies van (kwetsbaar) houtskool (door te snelle droging) te vermijden. Vervolgens werd het houtskool uit de zeven met mazen van 0,5 millimeter verder gesplitst over zeven met maaswijdtes van 4, 2 en 0,5 millimeter om grotere en kleinere fracties van elkaar te splitsen. Het materiaal dat niet door de 4 millimeter zeven passeerde, werd vervolgens gewaardeerd (afgekeurd/redelijk/goed) onder een stereomicroscop. Een determinatie gebeurt ondermeer op basis van de celstructuur die bestudeerd wordt op verse breukvlakken; te kleine stukken kunnen niet meer worden gebroken, waardoor determinatie ervan vaak niet meer mogelijk is. Van alle vondstnummers uit beide trajecten die in aanmerking kwamen voor verdere analyse werd het aantal determinaties per soort bijgehouden. Hierover vermeldt de Roller (2006, 168-169): *“Om betrouwbare uitspraken te kunnen doen, blijkt dat per monster zoveel houtskool gedetermineerd moet worden totdat geen nieuwe soorten meer worden aangetroffen. Van Rijn & Kooistra (2001) gaan er vanuit dat na vijftig opeenvolgende determinaties zonder nieuwe soort het verzadigingspunt is bereikt, waarbij echter wel een minimum van honderd determinaties nodig is. Een deel van de monsters bevat echter niet genoeg houtskool om deze aantallen te halen. Het is tevens noodzakelijk dat de gedetermineerde houtskool random is verzameld, dat wil zeggen niet met de hand verzameld, aangezien daarbij een voorkeur ontstaat voor grote, relatief resistente brokken houtskool. Daarom wordt het houtskool door ARC standaard door middel van flotatie uit de zandmatrix verkregen. Bij het determineren moeten de houtskoolbrokken eveneens random worden gekozen.”* Verder werd ook gelet op de aanwezigheid van vraatgangen, twijghout, schors en andere opvallende kenmerken.

Tijdens het inventariserende onderzoek aan 30 monsters uit het DAO-2 werd ook gekeken naar de aanwezigheid van houtskool. Op grond van de resultaten van de inventarisatie zijn 14 monsters geselecteerd voor houtskoolanalyse. De houtskool is bekeken met een opvallend-lichtmicroscop met vergrotingen van 40-400x. Als referentie voor de determinatie is de literatuur van Schweingruber gebruikt (Schweingruber 1982, 1990). Van Rijn (van Smeerdijk, van Rijn 2007, errata) beschrijft het potentieel en de beperkingen van de

methode die door BIAx wordt gevolgd als volgt: *“BIAx Consult gebruikt de methode van de verzadigingscurven om vast te kunnen stellen wat het optimale aantal determinaties per monster is. De werkwijze is als volgt: tijdens het determineren wordt genoteerd bij welk fragment een nieuwe soort verschijnt. Bij het maken van de accumulatieve curve staan de aantallen determinaties op de x-as en de soorten op volgorde van verschijnen op de y-as. Bij elke nieuwe soort stijgt de curve, wanneer geen nieuwe soorten meer verschijnen, blijft de curve bij toename van het aantal determinaties horizontaal lopen. Wanneer het horizontale deel van de curve ter hoogte van de laatstgevonden soort vijftig determinaties bedraagt, dat wil zeggen dat in een monster na de laatstgevonden soort bij vijftig volgende determinaties geen nieuwe soort wordt gevonden, dan wordt ervan uitgegaan dat de kans heel klein is om nog een nieuwe soort aan te treffen en wordt gestopt met determineren. Het kan zijn dat door deze werkwijze een soort die bij determinatie van alle fragmenten alsnog gevonden zou worden, gemist wordt. Het hangt af van de onderzoeksvraagstellingen in hoeverre dat een bezwaar is en het is een bewuste afweging wanneer de middelen ontbreken om alle houtskool te analyseren. In het algemeen wordt op grond van ervaring ervan uitgegaan dat in Nederland met de daar inheemse houtachtige vegetatie een gemiddeld aantal fragmenten van minimaal 75-150 per monster voldoende is.”* Verder wijst ze, als een bijkomende beperkende factor van houtdeterminaties, erop dat een aantal taxa houtanatomisch niet nader zijn te onderscheiden dan tot het niveau van subfamilie of het genus. Voor het onderzoek relevante voorbeelden zijn: (1) de *Pomoideae*, een subfamilie van de familie der *Rosaceae* waarbij slechts een onderscheid kan worden gemaakt in 'typen' (in dit geval type *Pyrus/Malus/Crataegus*, hetgeen betekent dat het kan gaan om appel, peer of meidoorn), (2) de naaldhoutsoorten grove den (*Pinus sylvestris*) en bergden (*Pinus mugo*) waar houtanatomisch geen onderscheid tussen te maken is (bergden is echter afkomstig uit bergachtige streken en is dan ook niet waarschijnlijk in de context van Hemptens), (3) er is geen verschil in de houtanatomie tussen de verschillende in Nederland inheemse soorten van eik, els, berk en wilg, (4) de anatomie van els en berk lijken zodanig op elkaar dat het soms door aantasting van de houtcelstructuren moeilijk is een onderscheid te maken tussen beide.

Naast soortdeterminatie werd ook geregistreerd welke delen van de boom zijn aangetroffen om na te gaan of er een voorkeur was voor stam-, tak- of wortelhout als brandhout. Bij onder andere eik is het onderscheid tussen stam en takhout te maken doordat er morfologische verschillen ontstaan in de houtcelstructuur tijdens de veroudering. De watergeleidende houtvaten van deze taxa worden immers bij het veranderen van spinthout in kernhout opgevuld met tussenwandjes (*thyllen*), welke duidelijk te zien zijn onder de microscoop. Bij andere soorten kan dit onderscheid alleen

bepaald worden door de kromming van de jaarringen. Daarvoor zijn grotere fragmenten nodig die in veel gevallen niet aanwezig waren. Als dit onderscheid niet gemaakt kon worden, staat dit in de reeks van boomonderdelen in de gegevenstabel aangegeven als 'indet.'.

7.4.3.3 Resultaten

7.4.3.3.1 Resultaten uit het IVO/DAO-1 onderzoek

In tab. 61 wordt een overzicht gegeven van de waardering van de houtskoolmonsters uit het IVO/DAO-1 onderzoek. Zeventien grondsporen bevatten te weinig houtskool om in aanmerking te komen voor analyse. Het onderzoek resul-

teerde in verschillende observaties en interpretaties, waarvan de voornaamste hieronder kort worden samengevat.

(1) Aangetroffen houtsoorten zijn: eik (*Quercus*), grove den (*Pinus*) en els (*Alnus*) en in mindere mate wilg (*Salix*) en berk (*Betula*). *Quercus* en in mindere mate *Pinus* domineren.

(2) Er zijn relatief veel versinterde, niet determineerbare stukken aanwezig, wat wijst op harsrijk hout en hoge temperaturen. Versinterde, determineerbare fragmenten waren altijd afkomstig van *Pinus*.

HAK nr.	put	spoor	datering	waardering	opmerkingen	aantal lagen	opgegraven	houtskool (in gr.)
3	12	30	7250±50	geschikt	haardkuil	5	deels?	ca. 634
4	12	31	7640±60	geschikt	haardkuil	5		ca. 181
		17			deze combinatie staat ook bij spoor 24			
5	12	32	7700±60	geschikt	haardkuil	6	deels?	ca. 104
6	12	33	7545±50	geschikt	haardkuil	5		ca. 91
			7380±60					
7	12	34	7450±50	geschikt	haardkuil	5		ca. 175
			7880±60					
8	12	35		geschikt	haardkuil	3		ca. 11
		16						
9	12	37	8140±80	geschikt	haardkuil, niet getekend	4	deels?	ca. 28
10	12	38		niet geschikt	haardkuil	3	deels?	
11	12	39		niet geschikt	haardkuil, niet getekend	3	deels?	
12	12	41	7960±90	geschikt	haardkuil	3	deels?	ca. 18
13	12	42		niet geschikt	haardkuil	3		ca. 6
14	12	43	7978±39	geschikt	haardkuil	4		
15	12	44		niet geschikt	haardkuil, niet getekend	2	deels?	
16	12	45		niet geschikt	haardkuil, niet getekend	3	deels?	
17	12	46		niet geschikt	haardkuil, niet getekend	2	deels?	
18	12	47		niet geschikt	haardkuil	2	deels?	
19	16	41		niet geschikt		1		
20	16	44	7920±50	geschikt		2		ca. 62
21	16	45		niet geschikt		1		
22	16	46	7970±60	geschikt		2		ca. 148
23	16	47	7950±60	geschikt		1		
25	17	41		niet geschikt		1		
26	17	42	7890±50	geschikt		2		ca. 33
28	19	44		niet geschikt		2		
29	19	45		niet geschikt	= spoor 902	1		
30	21	40	7740±50	geschikt	alle registratie aan vlak 5	3		ca. 75
31	21	41		geschikt	rand van de haard	1		ca. 25
32	21	42		geschikt		2		ca. 15
33	21	43	7720±50	geschikt		3		ca. 121
34	21	45		niet geschikt		2		
35	21	46		niet geschikt		2	deels	
36	21	47	7800±70	geschikt		2	deels	ca. 20
37	21	48	7758±47	geschikt		2		ca. 40
38	21	49	7920±100	geschikt		2		ca. 45
39	21	50		geschikt		2		ca. 9
40	21	51		geschikt		1		ca. 25
41	21	52		niet geschikt		1		
42	21	53		geschikt		2		ca. 8
43	21	54	7490±90	geschikt		2		ca. 42
44	21	55		niet geschikt		1		
45	21	56		niet geschikt		1		
46	21	58	7963±50	geschikt		1		ca. 15

tab. 61 Waardering van de houtskoolmonsters uit de IVO/DAO-1.

(3) Van *Pinus* is vooral veel twijghout aanwezig. Bij de overige soorten betreft het vooral stamhout. Dit verschil zou verklaard kunnen worden door de groeiomstandigheden, die minder gunstig waren voor *Pinus* waardoor die een relatief laag en struikvormig uitzicht hadden. Het verschil kan ook in verband staan met de keuze voor *Pinus* als aanmaakhout en de andere soorten als brandhout.

(4) Vraatgangen, die wijzen op sprokkelhout dat al enige tijd aan verwerking heeft blootgestaan, werden niet aangetroffen. Dit suggereert dat relatief vers hout werd gebruikt.

(5) Een aantal grondsporen bevatten een paar verkoold fragmenten van hazelnootdoppen.

(6) In geen van de bestudeerde grondsporen werden botanische macroresten van bijvoorbeeld wortels of knollen aangetroffen.

7.4.3.3.2 Resultaten uit het DAO-2 onderzoek

Van de 30 monsters uit het DAO-2 onderzoek konden er 14 verder worden onderzocht. De overige 16 bevatten geen houtskool. In totaal bevatten deze 14 monsters 532 fragmenten houtskool (= 50,48 gram, tab. 62). Daarnaast werden in vondstnummer 7474.001693 drie fragmenten van verkoold parenchym aangetroffen (zie paragraaf 7.4.4.). Bij de inventarisatie van de macroresten bleek dat de monsters over het algemeen weinig houtskool bevatten. Bovendien werd spreiding over een groot aantal sporen belangrijker geacht dan een totale uitwerking van een beperkter aantal sporen. Op grond hiervan werd de analyse in eerste instantie beperkt tot vijftig fragmenten per monster, met de mogelijkheid dit aantal uit te breiden indien het verloop van de verzadigingscurve dat vereiste. Bij zes monsters kon het minimum van 50 niet gehaald worden, bij de overige waren er vrijwel geen andere fragmenten meer over of was het overwicht van een bepaalde taxon zo groot dat de curve volgens de eerder beschreven norm verzadigd was en dat het geen zin had verder te determineren. Het onderzoek resulteerde in verschillende observaties en interpretaties, waarvan de voornaamste, naar analogie met de resultaten uit het IVO/DAO-1 onderzoek, hieronder worden samengevat.

(1) Aangetroffen taxa zijn: appel/peer/meidoorn (*Pomoideae*, type *malus/pyrus/crataegus*) eik (*Quercus*), grove den (*Pinus*), berk (*Betula*), els (*Alnus*) of berk (*Betula*) en wilg (*Salix*). Het aantal taxa per monster varieerde tussen één en drie/vier.

(2) Van het materiaal was 7% niet determineerbaar, meestal vanwege vervorming van de houtcelstructuur tot een sterk reflecterende harde verglaasde en structuurloze massa, mogelijk ten gevolge van hoge verbrandingstemperaturen (*i.c.* smelten van celwanden).

(3) Diverse grondsporen werden gedateerd en hadden een mesolithische ouderdom. Twee monsters (7474.002299 en 7474.000466) kunnen gedateerd worden in de periode

tussen 7895 ± 40 BP en 7820 ± 40 BP. Vondstnummer 7474.002299 (P58 S3) bestaat volledig uit houtskool van den, vondstnummer 7474.000466 voor het overgrote deel uit eik, met enkele fragmenten van wilg en els/berk. Uit de overeenkomst in dateringen kan opgemaakt worden dat deze soorten ongeveer gelijktijdig in de omgeving voorkwamen. In twee gedateerde monsters uit een ca. 450-500 jaar jongere periode (7474.000465: P60 S1 en 7474.006300: P51 S4) is uitsluitend houtskool van eik aangetroffen. De niet-gedateerde monsters bestaan voor het grootste deel uit houtskool van eik en den, met een kleine aanvulling van els/berk, wilg en een appelachtige. In fig. 144 wordt de verdeling van de verschillende taxa in de assemblage van de niet-gedateerde monsters aangegeven. Het totaalspectrum hiervan en de percentuele verdeling van de soorten verschillen weinig van die van de gedateerde monsters. Het overgrote bestanddeel in beide categorieën bestaat uit eik en den, met een klein percentage aan andere loofhoutsoorten. Voor een meer uitgebreide behandeling van de relatie tussen de houtskoolsamenstelling van grondsporen en de radiometrische dateringen, op basis van de dateringen die beschikbaar zijn gekomen na het beëindigen van dit onderzoek, wordt verwezen naar paragraaf 7.1.3.3.

(4) De fragmenten van eik uit vondstnummer 7474.000466 (P60 S2) vertoonden scherpe hoeken en waren naar verhouding groot, zoals te zien is aan de verschillen in gemiddeld gewicht per fragment: bij eik 0,2484 gram en bij wilg 0,1095 gram. Mechanische druk door bijvoorbeeld lopen van mensen over de resten of door waterbeweging, regen, enz. veroorzaken afronding en fragmentatie van de houtskool. De geringe fragmentatie en scherpe hoeken in dit monster suggereren dat het houtskool uit het betreffende grondspoor daar weinig last van heeft gehad en waarschijnlijk snel is afgedekt. Dit is een aanwijzing voor een momentopname van houtgebruik/selectie. De eik uit de twee gedateerde monsters uit de jongere periode (7474.000465: P60 S1 en 7474.006300: P51 S4) is veel sterker gefragmenteerd dan in bovenstaande monsters. Voor de niet-gedateerde monsters is er een groot verschil in aantallen fragmenten die per monster beschikbaar waren.

(5) Behalve het hoge aandeel in fragmenten blijkt uit tab. 63 dat eik voorkomt in elf van de veertien monsters, gevolgd door den in zes monsters. In de drie monsters waarin eik ontbreekt, heeft den het grootste aandeel, zo niet 100%. Dit lijkt een betere graadmeter voor de beschikbaarheid en gebruik als brandhout van beide taxa dan de percentageberekeningen voortkomend uit de aantallen fragmenten. Het 'least effort' principe gaat uit van de idee dat brandhout zo dicht mogelijk bij de plaats van gebruik verzameld zal worden tenzij het aan speciale eisen moet voldoen (Shackleton, Prins 1992). Uit houtskoolanalyses van andere vindplaatsen uit het Mesolithicum, met dezelfde soort contexten (*i.e.* Hardinxveld-Giessendam De Bruin; Almere-Hoge Vaart/A27), komt een veel uitgebreider spectrum in het brandhout naar voren (Bakels *et alii* 2001; Van Rijn 1999; Van

Rijn, Kooistra 2001). Op grond van de brede spectra zou men kunnen concluderen dat eigenlijk alle soorten hout gebruikt worden als brandhout, tenzij er speciale eisen moeten worden gesteld aan duur en temperatuur van het vuur. Den kan van dat laatste een voorbeeld zijn vanwege de aanwezigheid van hars waardoor het geschikt is als starter van vuur, maar daarvoor zijn enkele spaanders genoeg (van Rijn 2004, 386). Eik heeft een hoge verbrandingswaarde en goede verbrandingseigenschappen (Kreuz 1991, 194). De

verbrandingskwaliteiten van beide soorten kunnen dus een rol gespeeld hebben bij de selectie voor brandhout, maar is alleen relevant bij bijzondere verbrandingsactiviteiten waar hoge temperaturen en/of lange verbrandingsduur van belang waren, zoals in latere perioden bijvoorbeeld bij het smelten van ijzererts, enz. De functie van de grondsporen die het houtskoolmateriaal geleverd hebben, is niet bekend. Het lijkt hier om momentopnamen van verbrandingsactiviteiten te gaan en een paar takken van eik en/of den zijn vol-

vondstnr.	put	vak	vlak	spoor	vulling	N°C	houtsoort		N	Gewicht (gr.)	datering (BP)
							wetenschappelijk	Nederlands			
377	69		4	2	1				36	0.955	
						1	<i>Quercus</i>	Eik	25	0,499	
						8	niet-kringporig loofhout	Loofhout	2	0,036	
						9	indetermineerbaar	indetermineerbaar	4	0,104	
						17	<i>cf. Pinus</i>	Den	2	0,249	
					19	Pinus	Den	3	0,067		
379	69		4	1	1				8	1.669	
						1	<i>Quercus</i>	Eik	1	1,669	
464	60		4	1	1				53	4.021	
						1	<i>Quercus</i>	Eik	52	3,994	
						2		indetermineerbaar	1	0,027	
465	60		4	1	2				49	6.196	
						1	<i>Quercus</i>	eik	48	6,123	7425±40
						19	indetermineerbaar	indet (schors)	1	0,073	
466	60		4	2	1				50	12.417	
						1	<i>Quercus</i>	eik	45	11,924	
						4	<i>Salix</i>	wilg	4	0,438	7820±40
						42	<i>Alnus/Betula</i>	els/berk	1	0,055	
1397	60			3					50	7.136	
						1	<i>Quercus</i>	eik	50	71,36	
1688	50		6	3	1				50	3.703	
						1	<i>Pinus</i>	Den	43	3,228	
						2	loofhout	Loofhout	7	0,475	
1693	50		5	1	1				33	0.416	
						1	<i>Pinus</i>	Den	3	0,101	
						2	<i>Quercus</i>	Eik	23	0,241	
						3	<i>Betula</i>	Berk	1	0,01	
						5	indetermineerbaar	indetermineerbaar	5	0,046	
15	<i>Pomoidea, type Pyrus/ Malus/ Crataegus</i>	appelachtige, type peer/appel/meidoorn	1	0,018							
1781	66		101	5000	1				8	0.048	
						1	indetermineerbaar	indetermineerbaar	7	0,044	
						5	<i>Pinus</i>	Den	1	0,004	
1787	77		101	1000	1				5	0.036	
2299	58		7	3	1				52	4.864	
						1	<i>Pinus</i>	den	52	4,864	7895±40
6300	51	54	4	4	1				50	4.579	
						1	<i>Quercus</i>	eik	50	4,579	7320±40
6434	51	11	2a	3	1				38	2.866	
						1	<i>Quercus</i>	eik	29	2,266	
						6	<i>Salix</i>	wilg	4	0,382	
						25	<i>Alnus/Betula</i>	els/berk	4	0,086	
						17	indetermineerbaar		2	0,133	
6435	51	91	101	1	1				50	1.577	
						1	<i>Pinus</i>	Den	6	0,183	
						2	<i>Quercus</i>	Eik	42	1,369	
						37	indetermineerbaar	indetermineerbaar	2	0,025	

Legenda: N°C = het volgnummer van het fragment waarbij een nieuwe soort wordt aangetroffen. N = aantal fragmenten.
 (bronnen: van Smeerdijk 2007:97-98, tabellen 14, 15, 16. van Rijn 2007, tabellen 21, 22, 23 en 24)

tab. 62 Samenstelling van de bestudeerde houtskoolmonsters uit het DAO-2.

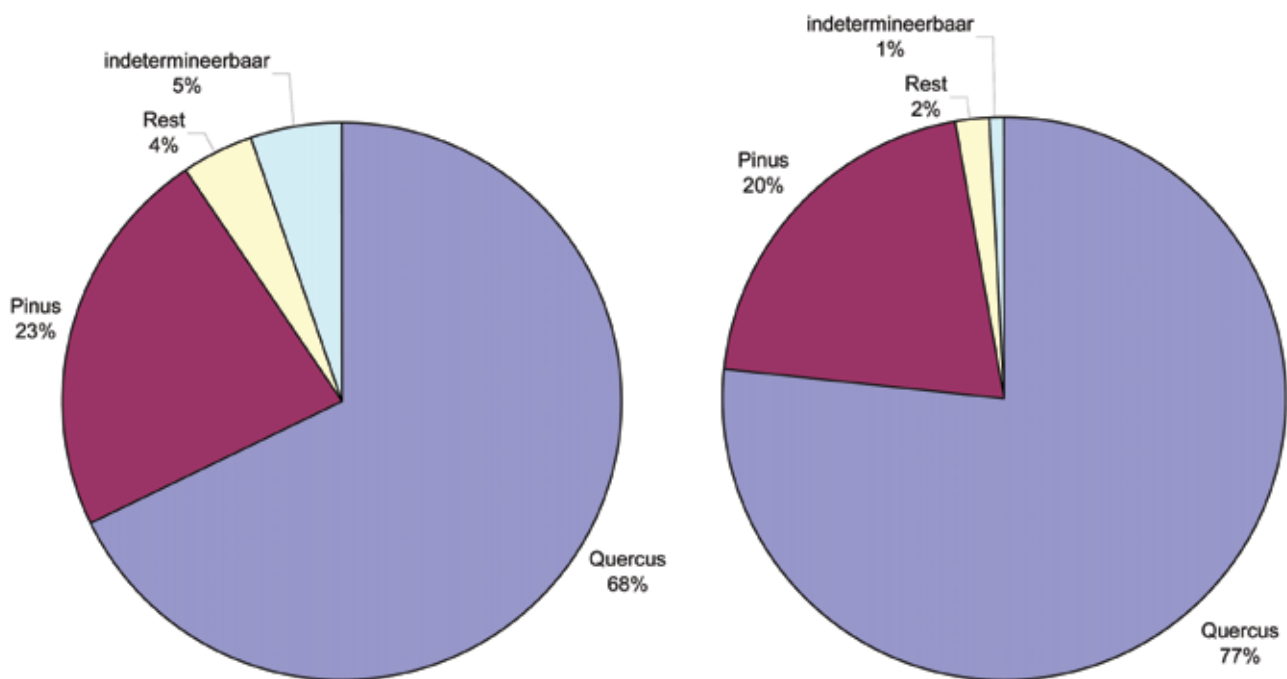


fig. 144 Verdeling van de houttaxa van de niet-gedateerde (links) en gedateerde (rechts) monsters.

doende om een kampvuur te maken. Monster 7474.000466 lijkt al in ieder geval niet uit een lang openliggende context afkomstig te zijn. Het meest waarschijnlijke is toch dat eiken- en/of dennenhout gewoon ter plekke aanwezig was.

7.4.4 Het macrorestenonderzoek

7.4.4.1 Inleiding

Het macrorestenonderzoek werd uitgevoerd op materiaal afkomstig uit pollenmonsters en uit afzonderlijk ingezamelde vondsten. Het onderzoek werd uitgevoerd door L. Kubiak-Martens, D.G. van Smeerdijk en N. den Ouden van BIAAX en, in mindere mate, door G.J. de Roller van ARC. Uit het DAO-1 werden vier (of zes?) monsters uit twee onderzochte pollenbakken (04HEMV003815 en 04HEMV006278) bestudeerd. Deze studie was beperkt tot en gericht op het verzamelen van materiaal geschikt voor ^{14}C datering. Daarnaast vermeldt de Roller (2006, 169) dat de zeeffractie groter dan 4 millimeter uit de monsters voor houtskoolonderzoek, die voornamelijk afkomstig zijn van grondsporen, werd gewaardeerd op het voorkomen van botanische macroresten. Dit onderzoek leverde geen resten van wortelknollen, knopen van gras en dergelijke (de Roller 2006, 177).

7.4.4.2 Methodiek

Uit het DAO-2 werd op drie manieren materiaal verzameld voor macrorestenonderzoek.

(1) In de eerste plaats werden 36 vondsten (macroresten/parenchym) geanalyseerd die tijdens het veldwerk in bulk als 'monster macroresten' (code MMA) of als 'monster zaden' (code MZ) werden ingezameld. De 36 botanische monsters, met volumes van ca. 5 liter, werden uit grondsporen en uit profielwanden genomen. Ze zijn op het laboratorium van de toenmalige RACM nat gezeefd op een serie zeven met maaswijdtes van 0,5 en 0,25 millimeter. De gezeefde residuen zijn bij BIAAX bekeken met een binoculaire opvallend-lichtmicroscop bij vergrotingen van 6-50x en geïnventariseerd op aantallen en soortenrijkdom van de plantenresten (zaden en vruchten). Bij een inventarisatie wordt gekeken naar de waarde van een verdere analyse van de monsters. Omdat de monsters zeer arm waren aan onverkoelde zaden, is afgezien van verdere analyse van het natte zadenmateriaal. Wel is bijzondere aandacht besteed aan de verkoelde resten van vegetatieve plantenweefsels en parenchym van eikels en hazelnoten. Er zijn geen resten van verkoelde wortels of knollen gevonden en het verkoelde parenchym weefsel bleef beperkt tot resten van eikels. Heel kleine en morfologisch niet te herkennen fragmenten van parenchymweefsel zijn onderzocht onder de scanning elektronen-microscop van het SEM-laboratorium van het Nationaal Herbarium te Leiden. Naast de enkele zaden uit de natte monsters waren fragmenten van verkoeld eikelparenchym en van verkoelde hazelnootschalen aanwezig.

Vondstnr.	Eik	Den	Els/berk	Appelachtige	Wilg	Indetermineerbaar
377	x	x	.	.	.	loofhout
379	x	.	.	.	.	.
464	x	.	.	.	.	x
465	x	.	.	.	.	x
466	x	.	x	.	x	.
1397	x	.	.	.	.	.
1688	.	x	.	.	.	loofhout
1693	x	x	x	x	.	x
1781	.	x	.	.	.	x
1787	x	.	.	.	.	x
2299	.	x	.	.	.	.
6300	x	.	.	.	.	.
6434	x	.	x	.	x	x
6435	x	x	.	.	.	x
N	11	6	3	1	2	9

tab. 63 Overzicht van de samenstelling van de houtskoolmonsters, frequentie van voorkomen van de verschillende taxa bij de 14 monsters (bron: van Smeerdijk 2007, 105, tabel 1.9),

(2) Ten tweede werden verkoalde fragmenten van hazelnootschelpen, evenals verkoalde vruchten/zaden tijdens het veldwerk binnen het vakkensysteem als afzonderlijke vondstcategorieën ingezameld. De aldus ingezamelde verkoalde fragmenten van hazelnootdoppen zijn, op enkele na, niet bestudeerd binnen het kader van dit archeobotanisch onderzoek. Het materiaal uit de vondstcategorie '(verkoalde) zaden/vruchten' is wel bestudeerd, samen met verscheidene vondsten die (door G. Noens) tijdens het uitwerkingstraject van het DAO-2 door middel van een *quick scan* werden aangetroffen binnen de vondstcategorie van de 'verkoalde hazelnootschelpen'. Deze *quick scan* was in de eerste plaats gericht op het isoleren van de verkoalde hazelnootschelpen om hiervan een (digitale) verspreidingskaart te kunnen vervaardigen in het kader van de ¹⁴C-dateringsstrategie (zie Hoofdstuk 7.5.). 50 vondstnummers werden ter analyse overhandigd aan BIAX.

(3) Tot slot werden ook 15 monsters uit zes monsterbakken (cf. palynologisch onderzoek, paragraaf 7.4.2.) voor ¹⁴C AMS-datering onderzocht.

7.4.4.3 Resultaten

Tab. 64 bevat de resultaten van het macrorestenonderzoek aan de zes pollenmonsters. In tab. 65 worden de resultaten van het macrorestenonderzoek weergegeven van de zaden en macrorestenmonsters. De in het veld als aparte vondstcategorie verzamelde '(verkoalde) zaden/vruchten' evenals vondsten die abusievelijk bij de vondstcategorie van de 'verkoalde hazelnootschelpen' waren ondergebracht zijn weergegeven in tab. 66.

Er zijn drie verkoalde fragmenten van hazelnootschalen gevonden in één van de botanische monsters (7474.001693).

Dit monster is niet gedateerd maar zou geassocieerd kunnen worden met de mesolithische periode. Daarnaast is een aantal verkoalde fragmenten van hazelnootschalen gevonden in de residuen van de vuursteenmonsters. In de botanische monsters is een aantal kleine fragmenten gevonden van het parenchym uit de kernen van eikels. Twee hiervan komen uit monsters die op basis van houtskool gedateerd zijn op 7820 ± 40 BP (*Salix*) en 7425 ± 40 BP (*Quercus*) en kunnen op grond daarvan geassocieerd worden met de laatmesolithische bewoning van Hempens. Daarnaast zijn ook negen halve kernen en ca. 40 kleinere fragmenten, meestal kwart stukjes, van eikelkernen gevonden (fig. 145). Het eikel parenchym is gedetermineerd op basis van de anatomische karakteristieken van het parenchym- en vaatweefsel, zoals gezien onder de S.E.M.-microscop. Parenchymcellen van eikels hebben dunne wanden en zijn min of meer rechthoekig van vorm (ca. 25 µm in dwarsdoorsnede, fig. 146). Het vaatweefsel was bewaard gebleven in de vorm van kronkelige reepjes weefsel met een tamelijk stevig uiterlijk veroorzaakt door het verkolingsproces. De aard van beide weefsels suggereert dat dit resten zijn van het kernweefsel en als zodanig komen ze sterk overeen met dat van eikels van zomereik (*Quercus robur*) uit moderne verkolingsexperimenten. Het is niet mogelijk een onderscheid te maken tussen zomereik (*Quercus robur*) en wintereik (*Quercus petraea*), die beide inheems zijn in Nederland. Dus blijft de determinatie beperkt tot geslachtsniveau.

7.4.5 Discussie en conclusies

7.4.5.1 Inleiding

In onderstaande paragrafen worden de voornaamste uitkomsten van alle deelaspecten van het archeobotanische onderzoek (palynologie, macroresten, houtskool) gezamenlijk bestudeerd. De aandacht wordt gericht op verschillende thema's, geformuleerd in de specifieke/aanvullende vraagstellingen (zie paragraaf 1.3.3.), omtrent de lokale vegetatiereconstructie vóór en tijdens de veenvorming (paragraaf 7.4.5.2.) en omtrent de interpretatie van antropogene indicatoren (paragraaf 7.4.5.3.). Deze inzichten werden, al dan niet in licht gewijzigde vorm, samengebracht uit de verschillende specialistenrapporten.

7.4.5.2 De vegetatiereconstructie vóór en tijdens de veenvorming

Voor de vegetatiereconstructie vóór en tijdens de veenvorming werd gebruik gemaakt van de resultaten van het palynologische, macrobotanische en houtskoolonderzoek, aangevuld met radiometrische dateringen uitgevoerd aan de basis van het veen (zie paragraaf 7.6.4.1.). Op basis van deze onderzoeken wordt inzicht verkregen in de vegetatie vóór de veenvorming (paragraaf 7.4.5.2.1.) en tijdens de veenvorming (paragraaf 7.4.5.2.2.). Daarnaast worden ook

onderzoeksfase	DAO1						DAO-2					
	6278				3815		1302	5269	6397		6600	
vondstnummer												
diepte in cm -mv (boven)	39	38	37	36	36	9	48	28	47	36	29	19
diepte in cm -mv (onder)	38	37	36	35	35	75	47	27	46	35	28	18
diepte in m -NAP (boven)	2.71	2.72	2.73	2.74	3.44	3.71	2.77	3.04	2.93	3.04	3.61	3.71
diepte in m -NAP (onder)	2.72	2.73	2.74	2.75	3.45	3.73	1.78	3.05	2.94	3.05	3.62	3.72
volume (ml)	83	72	80	72	55	95	36	40	48	40	42	46
conservering	matig	matig	matig	matig	matig	matig	matig	matig	matig	matig	matig	matig
residue	veel	redelijk	redelijk	veel	weinig	veel	25	30	17	15	9	7

Algemene resten												
indetermineerbaar	+++	+++	++	++	++	+++						
grovere plantenresten (indet.)							+	+		++	+	++
fijne plantenresten (indet.)									++	+	+	+
monocotylen wortels (grover)	+	+		+			++++	++(+)	+(+)	+(+)	+	+
monocotylen wortels (fijn)	+++		++++	++	+	+	+++	+++	+++	+++	++	++
hout	+ [1]	+										
wortelhout met bast/schorst								++				
houtige resten						++ [1]						
houtige wortelresten		+		+	+	+						
houtige wortels met bast/schors								+(+)		+(+)	+	+(+)
houtige wortels met zijwortels												+
hout (zonder bast/schors)												+(+)
hout met bast/schors												++
bast	+ [3]			+ [3]	+ [1]	+ [2]						
bast/schors fragmenten (bruin)							+	+			+(+)	++(+)
schors fragmenten (bruin)									++			
houtschool (indetermineerbaar)		+					+			+	+	+(+)
houtschool (fijn verdeeld)							+					
knopschub							19					
bladmos takje (kaal)							1					
<i>Cenococcum geophyllum</i> (bodemschimmel)	335	135	135	100	45	105	145	55	80	410	60	30
<i>Phragmites australis</i> (epidermis)	++ [2]	++ [1]	+++ [1]	++++ [1+2]								
<i>Phragmites australis</i> (knoop)			+ [2]									
klappersteen			+ [3]									
Mostakjes						21 [3]						
<i>Taxus baccata</i> (houtschool)	1 [4]			4 [6]								
<i>Pinus</i> (houtschool)				2 [5]								
<i>Crataegus/Malus/Purus</i> (houtschool)			4 [4]	1 [4]								
insecten									+			

zaden												
<i>Carex spec.</i> (zegge, urntje)							1					
<i>Carex spec.</i> (zegge, fragmenten)							3					
<i>Phragmites australis</i> (riet)							++(+)	++(+)				
<i>Chenopodiaceae</i> (ganzenvoetfamilie)							5					
<i>Eupatorium cannabinum</i> (koninginnekruid)							1					
<i>Urtica dioica</i> (grote brandnetel)							13					

Legenda:
 [1] bewaard in buisje; gemarkeerd = opgestuurd voor datering;
 + = aanwezig, +(+) = weinig/matig, ++ = matig, ++(+) = matig/veel, +++ = veel, ++++ = zeer veel

tab. 64 Resultaten van het macroresten-onderzoek aan de pollenmonsters. De tabel is een samenvoeging van de tabellen uit van Smeerdijk 2006: 192 en van Smeerdijk 2007: 103.

indicatoren voor een invloed vanuit de zee besproken (paragraaf 7.4.5.2.3.).

7.4.5.2.1 Vegetatie vóór de veenvorming

In tab. 67 wordt een overzicht gegeven van het radiometrische onderzoek gericht op de reconstructie van de veenvorming (zie ook paragraaf 7.5.4.). Aangezien de staat van conservering van de niet-verkoolde macrobotanische plantenresten zeer slecht was (d.w.z. een zeer laag aantal zaden en

een zeer kleine verscheidenheid aan soorten), kunnen op basis van het macrobotanische onderzoek geen gedetailleerde conclusies getrokken worden ten aanzien van de vegetatie op en/of rond de vindplaats. De enige niet-verkoolde plantenresten die misschien met de laatmesolithische bewoning in verband kunnen worden gebracht, zijn de zaden van uitstaande-/spiesmelde (*Atriplex patula*prostrata), drienerfmuur (*Moehringia trinervia*), en stengelfragmenten van riet (*Phragmites*) uit de monsters 7474.001781, 7474.006452

Vondstnr.	Put	Vlak	Spoor	context	verzamelwijze	codering	HK	HK tedet	Plant taxa	type macroresten
377	69	4	2	kuil	ZF3	MZ	x	R-V	<i>Quercus sp</i>	acorn parenchyma 3 fragm (charred)
465	60	4	1	kuil	ZF1	MZ	x	V	<i>Quercus sp</i>	acorn parenchyma 7 fragm (charred) SEM photo
466	60	4	2	kuil	ZF1	MZ	x	V	<i>Quercus sp</i>	acorn parenchyma 4 fragm (charred)
1688	50	6	3	kuil	TROF	MMA	x	V	<i>Quercus sp</i>	acorn parenchyma 6 fragm (charred)
1781	66	101	5000	profiel (zand)	TROF	MMA	x	R	<i>Quercus sp, Atriplex patula/prostrata</i>	glassy parenchyma (possibly sugar rich tissue/inner bark)
1787	77	101	1000	profiel (veen)	TROF	MMA	x	W	<i>Quercus sp, Atriplex patula/prostrata, Eupatorium cannabinum</i>	charred possibly berry/fruit paren- chyma 1 fragm glassy SEM no photo, other onverkoold
1491	60	102	1	profiel (uit kuil)	TROF	MMA	x	W	Phragmites	stem frag 1x (onverkoold)
1489	60	102	1000	profiel (veen)	TROF	MMA	x	W-R	<i>Urtica dioica, Persicaria maculosa, Atriplex patula/prostrata, Moehringia trinervia, Phragmites</i>	seed (onverkoold)
1693	50	5	1	kuil	TROF	MMA	x	V	<i>Corylus avellana</i>	nut-shell 3 fragm (charred)
6452	41	3	2	kuil	SPIT	MMA	x	G	<i>Moehringia trinervia</i>	seed (onverkoold)
379	69	4	1	kuil	ZF3	MZ	x	R-V		
464	60	4	1	kuil	ZF1	MZ	x	V (>200)		
1397	60	4	3				x	V		
1490	60	102	5000	profiel (zand)	TROF	MMA	x	R		
1492	60	102	5000	profiel (zand)	TROF	MMA	x	G		
1690	50	6	4	kuil	TROF	MMA	x	R		
1694	50	6	8	?	ZF3	MIX	x	W		
1696	50	6	7	kuil	TROF	MMA	x	W		
1697	50	6	8	kuil	TROF	MMA	x	G-W		
1780	66	101	1000	profiel (veen)	TROF	MMA	x	G-W		
1782	66	101	5000	profiel (zand)	TROF	MMA	x	W-R		
1783	69	101	1000	profiel (veen)	TROF	MMA	x	G-W		
1784	69	101	3	profiel (sand)	TROF	MMA	x	W		
1785	69	101	5000	profiel (zand)	TROF	MMA	x	W		
1786	77	101	5000	profiel (zand)	TROF	MMA	x	W-R		
1788	77	101	5000	profiel (zand)	TROF	MMA	x	W-R		
1798	50	5	2	kuil	TROF	MMA	x	R		
2299	58	7	3	kuil	TROF	MZ	x	V		
2300	58	7	5	kuil	TROF	MZ	x	R		
5279	93	5	1	kuil	SPIT	MMA	x	W		
6300	51	4	4	kuil	SPIT	MMA	x	V (>1000)		
6433	41	2	1	kuil	SPIT	MMA	x	G-W		
6434	51	2a	3	kuil	SPIT	MMA	x	R-V		
6435	51	101	1	profiel (uit kuil)	SPIT	MMA	x	V		
6458	51	5	2	?			x	R		
6575	66	3	1	kuil	COUP	MZ	x	R		

tab. 65 Resultaten van de analyse van de macroresten uit de 36 vondstnummers afkomstig uit de diverse werkputten (DAO-2)(bron: Kubiak-Martens 2007, 129, tabel 2.1.).

en 7474.001491. Uitstaande of spiesmelde kan als ruderaal plant op en om het bewoonde areaal gegroeid hebben. Drienerfmuur is een plant die houdt van schaduwrijke plaatsen op zandgrond en kan in de bosjes en houtopstanden om de nederzetting gegroeid hebben. Ook moeten er plaatsen met zoet water in de buurt geweest zijn waar riet kon groeien. In monster 7474.001489 zijn nog aanvullend zaden gevonden van ruderaal planten als grote brandnetel (*Urtica dioica*) en

perzikkruid (*Persicaria maculosa*) en in monster 7474.001787 van koninginnekruid (*Eupatorium cannabinum*). Deze laatste soort is ook een indicatie voor een moerasvegetatie in de buurt. Deze laatste twee monsters kwamen uit de profielen op het niveau van de veenvorming en aangezien het begin van de veenvorming in Hempens geassocieerd wordt met het Subboreaal, moeten deze plantenresten beschouwd worden als elementen van een post-mesolithisch landschap.

Vondstnr.	Put	Spoor	Vlak	Vak	Aantal	Gewicht (gr.)	Soort	Type macrorest	Onderdeel	Opmerkingen
188	49	2000	2	88	2	0,1			fragm.	houtschool
412	58	1000	1	33	3	0,1	?		fragm.	houtschool
1143	77	1000	1	75	11	0,1	?		fragm.	houtschool
1559	78	1000	2	59	2	0,1	?		fragm.	houtschool
3553	86	1000	1	53	4	0,1	?		fragm.	houtschool
3948	58	5000	7	48	veel	0,1	?		fragm.	houtschool
4575	78	5000	5	75	2	0,1	?		fragm.	houtschool
843	58	2000	2	47	1	0,1	?		fragm.	hout - 1fragm.(onverkoold)
5573	51	5000	3	73	veel	3,2	?			veel fragmenten (houtschool!)
21	49	1000	1	21	1	0,4	?			twijgfragment, gedeeltelijk verkoold
5517	51	5000	3	17	2	0,1	?		fragm.	mogelijk schors-1fragm.
1542	78	1000	2	42	1	0,1	?		fragm.	indet. vegetatief 1 fragm
756	49	2000	3	63	2	0,1	?		fragm.	2 fragmenten niet te determineren plantenweefsel
2413	69	5000	3	25	1	0,1	?			vegetatief fragm. (mogelijk <i>Poaceae</i> , nodium)
6427	66	1000	1	89	2	0,1	?		fragm.	vegetatief fragm. (mogelijk Phragmites, wortelstok/stengel?)
2995	69	5000	4	59	11	0,1	?	keuteltjes?		fecal palletsc.10 (verkoold)
2382	60	1000	1	85	1	0,6	?			
3539	86	1000	1	35	1	0,1	?		fragm.	
5939	51	5000	4	39	1	0,1	?		fragm.	
511	50	1000	2	15	1	0,2	<i>Quercus</i>	vrucht	half	eikel-3 fragm.
924	50	2000	3	67	1	0,2	<i>Quercus</i>	vrucht	half	eikel-1/2
1198	77	1000	2	88	4	0,4	<i>Quercus</i>	vrucht	fragm.	eikel-5 fragm.
1485	77	1000	2	99	2	0,2	<i>Quercus</i>	vrucht	fragm.	eikel-2 fragm.
1643	76	10000	2	71	4	1	<i>Quercus</i>	vrucht	half/fragm.	eikel 1/2 and 6 overige fragmenten
1794	77	5000	3	97	1	0,4	<i>Quercus</i>	vrucht	half	eikel 1/2
1796	77	5000	3	99	1	0,2	<i>Quercus</i>	vrucht	half	eikel 1/2
2119	69	1000	2	35	2	0,1	<i>Quercus</i>	vrucht	fragm.	<i>Quercus</i> -knoppen (onverkoold)
2426	69	5000	3	46	3	1,8	<i>Quercus</i>	vrucht	fragm.	eikel-4 fragm.
2432	69	5000	3	56	1	0,4	<i>Quercus</i>	vrucht	fragm.	eikel-8 fragm.
3327	85	10000	1	27	2	0,1	<i>Quercus</i>	vrucht	fragm.	eikel-2 fragm.
4046	78	5000	4	42	2	0,1	<i>Quercus</i>	vrucht	.	eikel-2 fragm (incl. epidermis & disc)-onverkoold
4638	85	5000	3	38	2	0,1	<i>Quercus</i>	vrucht	fragm.	eikel-2 fragm.
4751	86	5000	3	65	1	0,1	<i>Quercus</i>	vrucht	fragm.	eikel, 1 frag.
4831	85	10000	2	14	2	0,8	<i>Quercus</i>	vrucht	half	eikel-2x1/2
5747	87	1000	2	13	1	0,4	<i>Quercus</i>	vrucht	half	eikel 1/2
5812	87	5000	3	74	1	0,2	<i>Quercus</i>	vrucht	half	eikel 1/2
1936	78	1000	3	36	1	.	<i>Alnus</i>	katje		<i>Alnus</i> (katje)-3x
1936	78	1000	3	36	3	0,2	<i>Alnus</i>	katje	binnenkern	
1899	77	5000	3	89	3	0,2	<i>Quercus, Corylus</i>	vrucht, hazelnootschaal	fragm.	eikel-4 fragm., <i>Corylus avellana</i> -3 fragm.
3416	86	5000	2	20	1	0,1	<i>Quercus, Corylus</i>	vrucht	fragm.	eikel-1/2, <i>Corylus avellana</i> -6 fragm.
477	77	3000	3	9	veel	0,4	<i>Corylus</i>	hazelnootschaal	fragm.	<i>Corylus avellana</i> 2 fragm.+houtschool
1097	58	2000	3	61	1	0,1	<i>Corylus</i>	hazelnootschaal	fragm.	<i>Corylus avellana</i> - 1 fragm.
1900	77	5000	3	90	4	0,1	<i>Corylus</i>	hazelnootschaal	fragm.	<i>Corylus avellana</i> -3 fragm.
1959	78	1000	3	59	5	0,1	<i>Corylus</i>	hazelnootschaal	fragm.	<i>Corylus avellana</i> -6 fragm.
3441	86	5000	2	53	4	0,1	<i>Corylus</i>	hazelnootschaal	fragm.	<i>Corylus avellana</i> -4 fragm.
4003	78	1000	4	59	1	0,2	<i>Corylus</i>	hazelnootschaal	fragm.	<i>Corylus avellana</i> -1fragm.
4668	85	5000	3	68	4	0,1	<i>Corylus</i>	hazelnootschaal	fragm.	<i>Corylus avellana</i> -2 frag.
4914	78	5000	6	96	1	0,1	<i>Corylus</i>	hazelnootschaal	fragm.	<i>Corylus avellana</i> -3 fragm.
5169	85	3000	4	69	1	0,1	<i>Corylus</i>	hazelnootschaal	fragm.	<i>Corylus avellana</i> -1 frag.
3800	78	1000	4	56	2	0,1	?			<i>hazelnootschaal</i> -1fragm.

tab. 66 Resultaten van de analyse van de verkoolden resten van vruchten van de afzonderlijk ingezamelde botanische resten (DAO-2) (bron: van Smeerdijk 2007, 97, tabel 1.3.; Kubiak-Martens 2007, 130, tabel 2.2.),

De overgang van het Boreaal naar het Atlanticum, waar de meeste radiometrische dateringen van houtschoolresten uit grondsporen van Hempens te plaatsen zijn, is in Nederland het begin van een ontwikkeling van een open vegetatie in het Boreaal, beheerst door den en berk, naar een gesloten loofbos waarin den afneemt en eik en els gaan domineren.

Het is opvallend dat in twee houtschoolmonsters (7474.000465 en 7474.006300) die ca. 500 jaar later worden gedateerd de den ontbreekt. Dit zou een verklaring kunnen zijn voor de aanwezigheid van den in de oudste monsters en mogelijk zijn de ongedateerde houtschoolmonsters met den ook in die vroege periode te plaatsen. Een



fig. 145 Verkoolde eikeln (monster 7474.002432).

andere verklaring heeft betrekking op de eisen die eik en den aan hun omgeving stellen. Het blijkt dat beide zich op vergelijkbare standplaatsen kunnen handhaven. Deze standplaatsen van met name eik en den zouden vergeleken moeten worden met de uitkomsten van het fysisch-geografische onderzoek.

Een niet onbelangrijk aspect is dat de zandrug waarschijnlijk helemaal niet zo voedselarm is, want later kunnen er ook linden groeien. De uitloging van de bodem komt pas later op gang, mogelijk onder invloed van menselijke activiteiten zoals het open maken van bosvegetaties. Het zou daarnaast interessant zijn als deze houtskooldata vergeleken kunnen worden met pollendiagrammen uit dezelfde omgeving en dezelfde periode. Helaas is van de locatie Hempens geen polleninformatie over het vroeg-Atlanticum beschikbaar.

Uit de eerste waarnemingen tijdens het veldwerk zijn op de dekzandrug stobben gevonden waaruit men toen afleidde dat er vóór de veenvorming een eikenbos moet hebben gestaan; de meeste van deze stobben werden naderhand gedetermineerd als taxus (tab. 68). De macroresten die

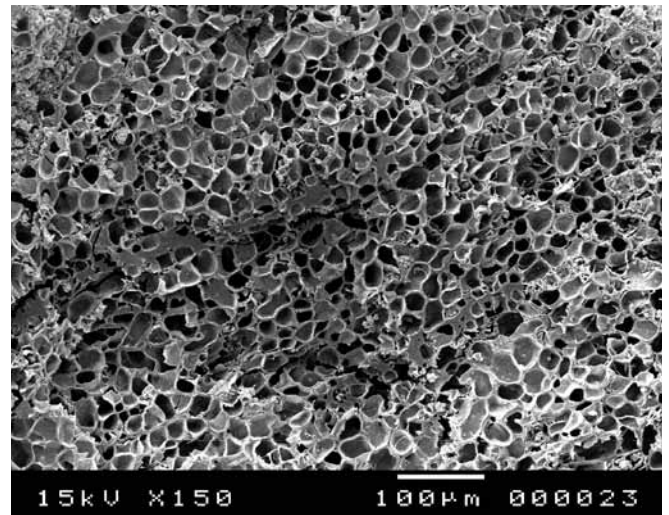


fig. 146 Scanning electron micrograph van verkoold eikelparenchym, met parenchymcellen en vaatweefsel (monster 7474.000465).

tussen het verzamelde vuursteen zijn aangetroffen bestaan voornamelijk uit verkoolde eikelfragmenten. Dit is een belangrijke ondersteuning van het idee dat op de zandrug een eikenbos moet hebben gestaan. Uit het palynologische onderzoek is het mogelijk een wat genuanceerder beeld van de vegetatie op en nabij de dekzandrug te vormen. Het algemene beeld is dat er op de dekzandrug een bos gestaan heeft waarin eik domineert. Naast de eik zijn berk, hazelaar, maar ook linde en zomerlinde en mogelijk iep wezenlijk onderdeel van het gemengde loofbos geweest. De aanwezigheid van zomerlinde is gebaseerd op het regelmatig aantreffen van pollenkorrels met een afwijkend aantal aperturen. In de studie van de secties uit de vindplaats Almere-Hoge Vaart/A27 was dit fenomeen al eens opgevallen en daar is vervolgens extra aandacht aan besteed in de rapportage (Koch 1944; Zeidler 1953 (aangehaald door Janssen 1960, 69) ; Spek *et alii* 2001a, 24-26). Dit type pollen lijkt afkomstig te zijn van zomerlinde. Zomerlinde is bij Hempens een belangrijk element in de bosvegetatie. Opvallend is dat bovenin sectie 04HEMV006278 een flinke afname plaatsvindt van het pollen van zomerlinde. Deze sterke afname kan het gevolg zijn geweest van een klimaatverslechtering

vondstnummer	- m NAP		Geschatte ouderdom (BP)	14C	δ 13C	Code	monsters
	boven	onder					
04HEMV003815	3.71	3.73	5000	4530±60	-27.7	UtC-14589	mossen
04HEMV006278	2.74	2.75	6000	4900±60	-26.0	UtC-14590	houtschool Taxus
04HEMV006278	2.74	2.75	6000	4050±60	-25.4	UtC-14591	riethizoom
7474.001302	2.77	2.78	4700	4200±70	-22.7	UtC-14609	macroresten van bladmossen, zegge, brandnetel, ganzenvoet, koninginnekruid
7474.006397	2.93	2.94	4500	4330±60	-29.5	UtC14610	boomschors (geen soortbepaling)
7474.006397	3.04	3.05	4800	4480±70	-29.3	UtC-14611	houtige wortels met schors (geen soortbepaling)
7474.006600(w)	3.71	3.72	<5500	4530±50	-28.5	UtC-14612	boombast/boomschors (geen soortbepaling)
7474.006600(b)	3.71	3.72	<5500	4390±60	-29.0	UtC-14613	houtige wortels (geen soortbepaling)

tab. 67 Overzicht van het radiometrische onderzoek in verband met de veenvorming.

(minder warm en vochtig). Dit is dan een belangrijk argument om eerst de zomerlinde uit het vegetatiebeeld te laten verdwijnen, aangezien linde, en in het bijzonder zomerlinde, een zeer vochtig klimaat vereist. Zomerlinde is, gezien haar aandeel in het pollenbeeld, bij Hempens een belangrijk element in de bosvegetatie en deze soort zal als eerste verdwijnen vanwege het stijgende grondwater (een klimaatsverslechtering) en dan kan *Tilia cordata* het nog een tijdje uithouden. De vegetatieontwikkeling bij Hempens dateert van neolithische ouderdom. Het is aannemelijk dat de stijging van het grondwater (veenvorming) de eerste aanzet heeft gegeven tot de afname van de zomerlinde uit de vegetatie van de locatie Hempens. De vraag is of in deze fase de veranderingen in de grondwaterstand een gevolg zijn van de invloed vanuit zee, of dat het meer te maken heeft met een verdere stagnatie van het grondwater als gevolg van een verslechterde afwatering.

Het bos is niet volledig gesloten geweest, er waren plaatsen met een ijlere boomvegetatie getuige de aanwezigheid van struiken als gelderse roos, hulst, lijsterbes, mogelijk andere soorten uit de rozenfamilie (bijvoorbeeld kers of appel) en hazelaar. De hazelaar staat vaak in de bosranden, maar kan zich uitbreiden wanneer er bijvoorbeeld door de mens open plekken gemaakt worden.

Uit de palynologische data kwam naar voren dat er in bijna alle monsters pollen van taxus was aangetroffen. Dat is op zich al bijzonder omdat het een pollentype is dat moeilijk te herkennen is. Daarnaast zijn er tijdens de opgravingsactiviteiten diverse (minimaal negen) houtvondsten gedaan van taxus (tab. 68). In het BIAX-rapport werd gesuggereerd dat taxus al in het laatmesolithicum aanwezig was op de dekzandrug bij Hempens en mogelijk nog geruime tijd daar heeft kunnen groeien. De ¹⁴C-dateringen van het taxus houtskool kunnen een indicatie geven van de ouderdom. Momenteel zijn twee dateringen op taxushout beschikbaar (UtC-14591: 4050 ± 60 BP en GrN-26539: 4530 ± 80 BP). Wanneer de boom uit het landschap is verdwenen, kan nu niet worden nagegaan. Het feit dat taxus nagenoeg niet in de hooggelegen monsters voorkomt, zou kunnen betekenen dat de boom uit de vegetatie op de zandrug is verdwenen. Daar kunnen meerdere redenen voor zijn. Ten eerste hoeft de boom niet overal op de zandrug gegroeid te hebben. Een andere reden kan zijn dat door het stijgen van het grondwater in de omgeving van de monsterlocatie de bosvegetatie dusdanig veranderde dat taxus vanwege zijn trage kieming en groei zich niet meer kon uitbreiden en langzamerhand teruggedrongen werd. Daarnaast zal de mens een steentje hebben bijgedragen door exploitatie van de boom. De situatie te Hempens biedt perspectief voor meer onderzoek om beter zicht te krijgen in het voorkomen van taxus en de betekenis van deze soort voor de mens. Vragen als: is taxus

vondstnummer	houtsoort
7474.006795	Taxus baccata
7474.006288	Taxus baccata
7474.007229	Taxus baccata
7474.005089	Taxus baccata
? (houtnr. 2)	Taxus baccata
7474.002400	Taxus baccata
7474.007231	Taxus baccata
7474.007505	Taxus baccata
7474.001399	Taxus baccata
7474.007230	Taxus baccata

NB: enkele objecten hadden geen vondstkaartje. Daar is een ROB-vondstkaartje bij gedaan met de code 'houtnr.'

tab. 68 Houtdeterminaties (O. Brinkkemper).

verdwenen omdat het gebied overgroeid raakte met veen?, of werd de concurrentie met andere bomen te groot of heeft de mens hierin een rol gespeeld?, kunnen met nader onderzoek mogelijk worden beantwoord.

In (het laaggelegen) pollenmonster 7474.006600 heeft de bosvegetatie een opener karakter met dennen, berken en hazelaar. De verhoogde bijdragen van adelaarsvaren en grassen wijzen ook op een meer open bos. Adelaarsvaren wordt in de huidige bossen gezien als een indicator voor oude bossen en wanneer er in een bos met adelaarsvaren gekapt wordt kan de adelaarsvaren zich uitbreiden (Weeda *et alii* 1985, 31-33). Den komt alleen in pollenmonster 7474.006600 in redelijke percentages voor. Mogelijk maakte de den rond 4500 BP nog onderdeel uit van de meer open bosvegetatie op de dekzandrug en is daarna verdrongen door het gemengde loofbos. De stukjes houtskool van den wijzen er op dat de gebruikers van de dekzandrug dennen konden aantreffen. Mogelijk waren dit oude dennen die nog verspreid in het bos voorkwamen of betrof het oude dode bomen. Buiten de dekzandrug heeft zich een elzenbos op de natte locaties kunnen ontwikkelen. Ongetwijfeld zullen in het elzenbos ook wilgen gestaan hebben, zij zijn echter op enkele pollenwaarnemingen en wat houtskool na weinig aantoonbaar.

7.4.5.2.2 De veenvorming

Meestal bevat de onderste veenlaag rietresten. Bij het beschrijven van het materiaal in de monsterbakken bleek dat er naast wat rietresten ook regelmatig stukken wortelhout voorkwamen in het onderliggende zand en soms ook in het veen. Uit het bescheiden onderzoek aan de macrorestenmonsters uit de IVO/DAO-1 was het reeds duidelijk dat met name in de diepere monsters op de overgang van zand naar veen sprake is van een vegetatie met houtige gewassen.

Uit één van de twee laaggelegen pollenmonsters (7474.006600) uit het DAO-2 is houtig materiaal van het grensvlak zand/veen gedateerd. De dateringen geven aan dat er rond 4530 BP en 4390 BP nog bomen aanwezig

waren. Niet duidelijk is of dat dode bomen of nog levende bomen betreft. In ieder geval is de veengroei op gang gekomen en zal op deze locatie geen bewoning meer hebben kunnen plaatsvinden. Datering van houtig materiaal uit één van de twee tussengelegen pollenmonsters (7474.006397) levert voor de onderkant van het veen een ouderdom van 4480 BP en voor het veen op 11 centimeter hoger in het profiel een ouderdom van 4330 BP. De eerste datering hoort bij veen dat nog veel resten (*sclerotia*) van de bodemschimmel *Cenococcum geophilum* bevat. Dit wijst er op dat dit veen nog bijgemengd is met ouder bodemmateriaal. Ook de Roller (2006, 169) wijst op de talrijke aanwezigheid *Cenococcum* in de zeeffracties van 0,5 en 0,25 millimeter van de bestudeerde monsters uit de IVO/DAO-1 fases en stelt dat deze algemeen voorkomende schimmel in vochtige gronden duidt op een goede conserveringsgraad in de bodem. De gedateerde bast-/schorsresten behoren dus bij bomen die op de zandrug groeiden voordat het veen tot ontwikkeling kwam. Ook hier geldt dat het niet duidelijk is of de boom al dood was (mogelijk verdronken) of nog leefde. De veengroei is op gang gekomen en de locatie is nu niet meer geschikt (van belang) voor bewoning. Na enige tijd wordt over of in het veen een dun kleilaagje (of gyttja) afgezet, daarna gaat de veengroei verder⁵⁷. Datering van dit veen levert een ouderdom van 4330 BP op. Wanneer geen rekening wordt gehouden met beschadiging/verdwijnen van veen tijdens het afzetten van de klei/gyttja is de 11 centimeter veen in een periode van 150 jaar afgezet (1 centimeter per 13,7 jaar). Datering van diverse plantenresten uit één van de twee hooggelegen pollenmonsters (7474.001302) levert voor de onderkant van het veen een ouderdom van 4200 BP.

Uit deze dateringen volgt dat er tussen 4530 en 4480 BP nog boomgroei plaatvond op de zandrug tussen -3,70 en -3,04 meter NAP en dat de eerste veengroei lijkt plaats te vinden vanaf omstreeks 4390 BP op diepte -3,70 meter NAP. Omstreeks 4390 BP of eerder moet het grondwater bij een diepte rond -3,70 meter NAP al om en nabij het oppervlak hebben gestaan en in 4200 BP stond het grondwater al rond diepte -2,78 meter NAP. Bij deze notitie moet worden opgemerkt dat gemakshalve aangenomen is dat de veengroei heeft plaatsgevonden bij een grondwaterstand om en nabij het maaiveld. Het lijkt aannemelijk dat het veen rondom de dekzandrug zich kon ontwikkelen. Een voorzichtige conclusie kan zijn dat in ongeveer 190 jaar het grondwaterpeil bijna een meter is gestegen, dat is bijna 50 centimeter per eeuw. Uit onderzoek bij Almere-Hoge Vaart/A27 is aannemelijk gemaakt dat er tussen 6000 en 5400 BP een grondwaterstijging van ca. 22 centimeter per eeuw plaatsvond (Spek *et alii* 2001a, 71). Gotjé komt voor deze periode

57 Zie beschrijving van het bemonsterde profiel in het TNO-NITG rapport: boonnummer 06C0355.

uit op een stijging van ongeveer 33 centimeter per eeuw (Gotjé 1997a, 1997b, 2001). De vraag is of deze vergelijkingen gemaakt mogen worden, een discussie die buiten de grenzen van dit onderzoek vallen. Belangrijk is dat er vanaf ca. 4390 BP lokaal rondom de dekzandrug veengroei plaatsvond en dat de rug later overdekt geraakt is met veen. Zaken die een rol kunnen spelen zijn bijvoorbeeld het reliëf van de dekzandrug. Verschillen in het reliëf kunnen namelijk extra optrekking van het grondwaterpeil bewerkstelligen. Daarnaast kan er een stijging van het grondwater plaatsgevonden hebben nadat de mens het bos opener heeft gemaakt, waardoor er minder verdamping kon plaatsvinden.

7.4.5.2.3 Zoutwaterindicatoren: indicaties voor activiteiten vanuit zee

In het bovenste monster (diepte -2,785 meter NAP) van pollenmonster 7474.001302 zijn een klein aantal indicatoren kenmerkend voor zoutwater aangetroffen. In het monster van diepte -2,75 meter NAP uit pollenmonster 7474.005274 komt pollen voor van lamsoor/engels gras. Beide planten zijn kenmerkend voor zout beïnvloede vegetaties. In beide monsters is ook een lichte toename van pollen uit de ganzenvoetfamilie. Dat betekent dat de veenvorming mogelijk (licht) verstoord is geweest door activiteiten vanuit zee. Het pollen van lamsoor/engels gras komt overigens ook voor in de top van pollenmonster 7474.006397 (diepte -3,035 meter NAP), maar hier gaat het niet gepaard met andere zoutindicatoren. Bij deze sectie dient opgemerkt te worden dat tussen diepte -3,00 en -2,95 meter NAP een kleiige/gyttja-achtige laag voorkomt. Het betekent dat er veranderingen in de omgeving van de dekzandrug hebben plaatsgevonden onder invloed van de zee.

7.4.5.3. Antropogene activiteiten op basis van het archeobotanische onderzoek

Indicaties voor menselijke activiteit op de zandrug is op basis van het macrobotanische onderzoek op bescheiden schaal traceerbaar. Het onverkoolde materiaal leverde vrijwel geen informatie op, maar in verschillende monsters zijn vondsten van verkoolde eikels en hazelnoten gedaan die geïnterpreteerd kunnen worden als resten van plantaardig voedsel en in die interpretatie aanwijzingen zijn voor het gebruik van de lokale vegetatie als voedselbron door de mesolithische bezoekers van Hempens. Met name de eikelresten zouden voor Nederland de vroegste aanwijzingen zijn voor het gebruik en bereiding van eikels als voedsel; tot duver werden echter geen dateringen uitgevoerd op deze eikels.

7.4.5.3.1 De potentiële rol van plantaardig voedsel in het pre-agrarische voedselpatroon

De potentiële rol van plantaardig voedsel in het pre-agrarische voedselpatroon in de gematigde streken van Europa is al geruime tijd het onderwerp van wetenschappelijk onder-

zoek (Clarke 1976, 1979; Price 1987, 1989; Zvelebil 1994). Veel nadruk wordt hierbij gelegd op de hypothese dat naast dierlijke voedselbronnen, plantaardig voedsel een belangrijk deel zou hebben uitgemaakt van het voedselpakket van de Europese jagers/verzamelaars in het vroege holoceen. Clarke (1976; 1979) bijvoorbeeld vestigde de aandacht op het potentieel van plantaardige voedselbronnen voor de mesolithische mens en doet de suggestie dat de eetbare biomassa van mesolithisch Europa vooral geconcentreerd was op voedselbronnen als wortels en knollen. Het ontbreken van archeobotanische aanwijzingen maakte echter een directe inschatting van hun betekenis onmogelijk, niet alleen in Clarke's model van mesolithisch Europa maar van het pre-agrarische leefwijze en voedselpatroon in zijn geheel. Tot voor kort bestonden de enige resten van voedselplanten uit mesolithische vindplaatsen uit hazelnootschalen, af en toe in combinatie met resten van eikels, waternoot, sleedoornpruimen, bramen of frambozen (Price 1989; Zvelebil 1994). De recente ontwikkeling van nieuwe technieken voor determinatie van verkoolde vegetatieve plantenweefsels (ook wel parenchym genaamd), die afkomstig zijn van de opslagorganen zoals wortels en knollen, heeft deze situatie veranderd (Hather 1991, 1993, 2000). Bovendien dwingt de toenemende interesse van een aantal archeologen in een meer holistische benadering van onderzoek naar pre-agrarische vindplaatsen tot een fundamentele herziening van ons begrip van bestaanstrategieën en voedselpatronen in mesolithisch Europa. Deze veranderde houding wordt weerspiegeld in de toename van systematische studies van archeobotanische bewijzen uit Europese mesolithische vindplaatsen met betrekking tot voedselpatronen. Uit alle studies blijkt dat zogenaamde 'root foods' waaronder wortels, knollen, wortelstokken, bollen, enz. als plantaardige voedselbron een belangrijk deel uitmaakten van het pre-agrarische voedselpakket (Holden *et alii* 1995; Perry 1999; Kubiak-Martens 1999, 2002; Mason, Hather 2000; Bakels, van Beurden 2001, Mason *et alii* 2002). Het verzamelen van bewijzen voor het gebruik van dergelijk in het wild verzamelde 'root foods' door agrarische groepen in de gematigde streken van Europa is nog maar net begonnen (Hather 2000; Kubiak-Martens 2006). De enige potentiële voedselplanten die geassocieerd (zouden) kunnen worden met de laatmesolithische bewoning van Hempens zijn hazelnoten (*Corylus avellana*) en eikels (*Quercus*).

74.5.3.2 Pollen van de hazelaar en fragmenten van verkoolde hazelnootschelpen

De aanwezigheid van pollen van hazelaar in lagen daterend van vóór de veenvorming suggereert dat hazelaar lokaal aanwezig was in de mesolithische periode. De aanwezigheid van verkoolde hazelnootschaalfragmenten zou er op kunnen wijzen dat hazelnoten deel uitmaakten van het mesolithische eetpatroon. Het belang ervan als voedselbron

voor de bezoekers van mesolithisch Hempens is moeilijk in te schatten, maar het hoge gehalte aan vet en proteïne en de lokale beschikbaarheid maken het niet onwaarschijnlijk dat ze een belangrijk deel uitmaakten van de voedselvoorziening.

De rol van hazelnoten in het voedselpatroon van jagers/verzamelaars is het onderwerp van geanimeerde discussies die zijn ingegeven door de overvloed aan schaalresten op vele mesolithische vindplaatsen. Hazelnoten worden vaak beschouwd als mesolithisch basisvoedsel (Clarke 1976, 1979; Zvelebil 1994). Op grond van recent onderzoek van mesolithische vindplaatsen zou de rol van hazelnoten echter wel eens kunnen zijn overschat, met name in verhouding tot het gebruik van wortels en knollen (Mason *et alii* 2002; Fisher *et alii* 2007). Hazelnootschalen hebben een veel grotere kans bewaard te blijven in het archeologische bodemarchief dan het zachte plantenweefsel van wortels en knollen, omdat de vegetatieve delen van planten vaak rijk zijn aan water en daarom gemakkelijk beschadigd worden bij blootstelling aan vuur of verloren gaan tijdens het opgraven. Bovendien worden deze resten, als ze al bewaard blijven, vaak niet als zodanig herkend. Ze kunnen gemakkelijk aangezien worden voor slecht geconserveerd of vervormd houtskool.

In de archeologische contexten (en zo ook in Hempens) bestaan de resten van hazelnoten gewoonlijk uit verkoolde schaalresten en, enkele uitzonderingen daargelaten, ontbreken opvallend genoeg de hazelnootkernen (Mason, Hather 2000). Bij enkele mesolithische vindplaatsen komen de schalen in zeer grote aantallen voor en soms heeft men dit fenomeen geïnterpreteerd als grootschalige verwerking van de noten. Bijvoorbeeld in Staosnaig (Schotland) wordt als de belangrijkste verklaring voor de aanwezigheid van vele duizenden verkoolde hazelnootschalen gesteld dat zij 'represent the burnt residue from hazelnut roasting ovens' (Mithen *et alii* 2001). Er zijn verschillende redenen te bedenken waarom men hazelnoten zou willen roosteren: om ze langer te kunnen bewaren, om de verwerking te vergemakkelijken (geroosterde noten zijn meer bros en makkelijker te malen), of om de verteerbaarheid te vergroten (door het roosteren wordt de structuur van de olie veranderd en daardoor de hoeveelheid onverteerbare vetten gereduceerd). Om welke reden dan ook kan het roosteren van hazelnoten algemeen gebruikt zijn geweest in de mesolithische periode. Een andere interpretatie van de aanwezigheid van grote hoeveelheden verkoolde schalen is dat deze voor brandstof gebruikt zijn, toevallig of met opzet, na het consumeren van de noten -al dan niet in geroosterde vorm- aangezien hazelnootschalen veel hitte produceren bij verbranding.

Zoals reeds vermeld is er een debat gaande over de vraag of hazelnoten een basisvoedsel was van de mesolithische

jager/verzamelaar. We vinden hiervoor parallellen in etnografisch onderzoek. De inheemse Noordamerikaanse stammen gebruikten bijvoorbeeld de verwante 'beaked hazelnut' (*Corylus cornuta*) op allerlei manieren. De noten werden vers gegeten, gestampt met dierlijk vet, of soms met bessen of gekookte wortels, waarna ze tot koeken gevormd werden en gedroogd. Ook werden ze in water gekookt om de olie te onttrekken die dan weer bij de bereiding van ander voedsel gebruikt werd (Turner, Szczawinski 1988; Kuhnlein, Turner 1991). Sommige groepen, waaronder de Thompson Indianen van zuidelijk Brits Columbia (Canada), praktiseerden het gebruik van het gecontroleerd afbranden van hazelnootstruiken om de notenproductie te vergroten (Turner *et alii* 1990).

Verscheidene auteurs denken in de pollen- en houtskooldata aanwijzingen te zien voor het regelmatig en herhaaldelijk afbranden van houtopstanden door de mesolithische mens in de gematigde streken van Europa. Het gebruik van vuur om dierlijke voedselbronnen beter te kunnen exploiteren, is overtuigend beredeneerd (Jacobi *et alii* 1976; Bennett *et alii* 1990), maar of deze methode ook gebruikt is om de plantaardige voedselbronnen te manipuleren waaronder de productie van hazelnoten, is een vraag waarvoor meer bewijs zal moeten komen vanuit archeobotanisch en met name pollenonderzoek voordat daar een expliciet antwoord op kan worden gegeven.

74.5.3.3 Parenchym en verkoolde fragmenten van eikels

De kleine fragmenten van het parenchym, en mogelijk ook de negen halve kernen en ca. 40 kleinere eikelkernfragmenten, kunnen geassocieerd worden met de laatmesolithische bewoning van Hemptens. Van alle eikensoorten zijn de eikels eetbaar als ze maar op de juiste manier bereid worden. Ze bevatten hoge concentraties tannine die de eikels een bittere smaak geeft en die verwijderd moet worden voordat ze als voedsel gebruikt kunnen worden. Het niveau van de tannine-concentratie kan aanzienlijk variëren tussen de verschillende soorten eik en zelfs tussen de verschillende bomen van dezelfde soort (Mason 1995). De voedingswaarde van eikels kan vergeleken worden met die van cerealen en wortels en knollen, voornamelijk een bron van koolhydraten, als zetmeel opgeslagen in de kern (Kuhnlein, Turner 1991). Eiken produceren meestal een grote opbrengst aan eikels. Bij een verzamelexperiment leverde het verzamelen ervan 9600-19200 gram/uur hetgeen ongeveer 18000-28000 kcal/uur opleverde (Perlman 1980). Met betrekking tot de eikelopbrengsten van eik heeft men aandacht gegeven aan de mogelijke rol van vuur bij de exploitatie van eik in Europa in het Mesolithicum (Mason 2000). Noordwest-Europese eiken lijken over het algemeen echter niet gevoelig voor dit soort exploitatiepraktijken.

De aanwezigheid van verkoolde eikels in Hemptens geeft aanwijzingen voor de consumptie ervan. Zoals uit de houtskoolanalyse naar voren lijkt te komen, zou eik een belangrijke soort in de omgeving zijn geweest, ten minste voor de

perioden tussen 7895 ± 40 BP en 7320 ± 40 BP. Het hout is duidelijk op waarde geschat als brandstof maar ook om zijn eetbare eikels. De resten bestaan niet alleen uit halve en kwart stukken van eikelkernen, maar ook uit zeer kleine, morfologisch niet verder te determineren fragmentjes van kernparenchym. De aard van deze resten wijst meer op één of andere vorm van voedselverwerking dan op fragmentatie die te wijten is aan tafonomische of opgravingsprocessen. Men kan aannemen dat de eikels gepeld zijn voordat ze in contact met het vuur zijn gekomen omdat er geen verkoolde epidermisfragmenten van de schalen gevonden zijn. Gepelde eikels kunnen geroosterd zijn in de hete as of op een aantal verschillende manieren zijn voorbereid. De kleine fragmenten van kernparenchym kunnen bijvoorbeeld de morsresten bij de bereiding zijn van een brij of brood van eikelmeel.

Aanwijzingen voor het gebruik van eikels als voedselbron zijn al eerder gevonden in twee laat-mesolithische Ertebølle vindplaatsen in Denemarken, namelijk Tybrind Vig en Halsskov (Kubiak-Martens 1999; 2002). Ook in deze twee vindplaatsen zijn heel kleine verkoolde fragmenten van eikelkernen gevonden die suggereren dat bij het bereiden van voedsel de eikels gestampt of gemalen zijn. Meer aanwijzingen hiervoor zijn gevonden in een aantal neolithische vindplaatsen, zoals Vorbasse in Denemarken en vier vindplaatsen in Nederland: Eeserveld, een vindplaats op zandige bodem in Drenthe; Aartswoud, een 'shell-midden' vindplaats in Noordholland; Hekelingen, gesitueerd op een rivierterras en de vindplaats P14 in de Noordoostpolder (Jørgensen 1977; van Zeist 1970; Pals 1984; Bakels 1988; Gehasse 1995). Ook voor de brons- en ijzertijd zijn uit verscheidene vindplaatsen in de gematigde klimaatzones van Europa dergelijke vondsten bekend, soms in aanzienlijke hoeveelheden (Hopf 1973; van Zeist 1970).

De interpretatie van archeologische vondsten van eikels als bron van voedsel wordt ondersteund door etnografische waarnemingen van inheemse stammen in Noord-Amerika. Hieruit blijkt dat voor verschillende groepen eikels het basisvoedsel vormde in hun traditionele eetpatroon en dat zij verschillende methoden ontwikkeld hebben om de bittere tanninen te verwijderen. De beste etnografische beschrijving van het gebruik van eikels komt uit Californië, waar inheemse groepen grote hoeveelheden eikels plachten te verzamelen. De eikels werden eerst gedroogd en gepeld en vervolgens verpulverd tot een heel fijn meel dat gebruikt kon worden om brood van te maken of gekookt werd als soep of een zachte brij (Chestnut 1974). Groepen Indianen uit het oosten van Canada plachten de eikels verschillende malen te koken in schoon water met loog van houtas om de tannines te verwijderen, waarna ze werden geroosterd of fijngestampt om gemengd met vlees te worden gebruikt in soep of brij (Kuhnlein, Turner 1991). Bij sommige groepen van Salish Indianen aan de noordwestkust van Amerika werden de eikels eerst in het vuur of op hete stukken steen geroosterd, alvorens ze gegeten werden (Gunther 1973).

Met betrekking tot de vindplaats Hempens is door de archeologen de mogelijkheid geopperd dat de verkoolde resten van eikels en hazelnoten het resultaat zijn van incidentele verkoling, waarbij eikels tegelijk met de takken in het vuur zijn verbrand, en dat het niet zozeer gaat om voedselresten. Tegen deze interpretatie pleit ten eerste de aard van de eikelresten: er is alleen kernparenchym gevonden maar geen verkoolde omhulsels. Ten tweede is het moeilijk voor te stellen hoe eikenhout als brandhout verzameld is met de eikels er nog aan, aangezien eikels erg los in hun napjes zitten en er gemakkelijk uitvallen bij het verzamelen. Wat betreft de hazelnootresten is er een sterk argument de resten te associëren met het nuttigen van voedsel aangezien de meeste afkomstig zijn uit de monsters voor vuursteenonderzoek. Het tweede voorbehoud is de aanname van een gelijktijdige datering van houtskool en de verkoolde macroresten en een contextueel verband tussen deze twee. Crombé (2005) heeft bij de mesolithische vindplaats Verrebroek-Dok op grond van aparte AMS dateringen aangetoond dat hazelnootresten uit eenzelfde haardkuil niet noodzakelijkerwijs ook dezelfde datering hebben of uit dezelfde context afkomstig zijn als de gedateerde houtskool. Maar het is aan de opgraver uitsluitend te geven over de gelijktijdigheid binnen een context. Het zou goed zijn om in de toekomst extra AMS-dateringen aan verschillende categorieën materiaal uit een als dezelfde context omschreven te laten uitvoeren, aangezien deze vraag steeds weer zal terugkeren bij nieuw onderzoek aan grondsporen. In Hempens gaan we, gezien de aard van de eikelresten, ervan uit dat deze voedselresten betreffen, de aanwezigheid van hazelnootresten zou hetzelfde kunnen betekenen.

De samenstelling van het plantaardig voedsel in mesolithisch Hempens is waarschijnlijk meer complex geweest dan uit de bewaard gebleven resten blijkt. Hun weinige voorkomen is waarschijnlijk meer te wijten aan postdepositionele conserveringsproblemen dan aan het niet-gebruiken van plantaardig voedsel. Maar er zijn dus ten minste twee plantaardige voedselbronnen die hoogstwaarschijnlijk als voedsel gebruikt zijn: eikels en hazelnoten. Met name de eikelresten zijn van bijzonder belang aangezien zij in Nederland de vroegste aanwijzingen zouden zijn voor het gebruik en bereiding van eikels als voedsel. Het ontbreken van resten van wortels en knollen in de monsters van de haardkuilen betekent niet dat de gebruikers van de locatie deze niet als voedsel gebruikt zouden hebben. Slechte conserveringsomstandigheden kan één van de mogelijke redenen van het ontbreken van vondsten zijn, andere redenen kunnen zijn dat deze potentiële haardkuilen misschien nooit gebruikt zijn voor het bereiden van knollen en wortels, of dat de periode van gebruik van de locatie net buiten het seizoen van verzamelen van dergelijk voedsel gelegen heeft. Een laatste verklaring, hoewel weinig waarschijnlijk, is dat de eikels voldoende koolhydraten opleverden om in de behoefte van de bezoekers van Hempens te voorzien. Het patroon van seizoensgebonden gebruik van locaties is één van de meest intrigerende aspecten in studies

over het jagers/verzamelaars-bestaan en dit geldt ook voor de bewoning op de Hempens-locatie. De seizoenen waarin bepaalde voedselsoorten beschikbaar zijn, gecombineerd met de meest waarschijnlijke seizoenen van verzamelen, geven ons een indicatie voor het seizoen van bewoning van een vindplaats (Hillman 1989). De resten van hazelnoten en eikels wijzen op de herfst als het seizoen van verzamelen en geven daarmee ook een indicatie van het seizoen waarin de locatie gebruikt zou zijn, onder voorbehoud dat de hazelnoten en eikels niet uit meegenomen of opgeslagen voorraden kwamen.

7.4.5.34 De aanwezigheid van pollenkorrels van graan

Zowel tijdens het IVO/DAO-1 als tijdens het DAO-2 zijn pollenkorrels van graan aangetroffen (tab. 69). Zowel Küster (1988, 18-19) als Beug (2004, 81-84) geven aan dat *Hordeum* en *Triticum* niet altijd goed van elkaar te onderscheiden zijn. Maar het is goed ons te realiseren dat binnen het *Cerealia* type ook nog een aantal wilde grassen vallen (hondstargewas [*Elymus caninus*], kruipertje [*Hordeum murinum*], veldgerst [*Hordeum secalinum*] en ook *Avena fatua*). De (facultatieve) halophyt veldgerst is een typische kleiplant die echter wel op zandige bodems groeit. Kruipertje, oorspronkelijk afkomstig uit het Middellandse Zeegebied, is heden ten dage een uitgesproken cultuurvolger. Hondstarwegras is een plant van licht loofbossen en groeit vooral in de buurt van rivieren, maar ook aan bosranden. Deze grassoorten komen in het Neolithicum maar weinig voor in archeologische context. Het lijkt zo goed als uitgesloten dat deze soorten tot de inheemse vegetatie behoren en men neemt aan dat ze pas met de mens en de landbouw verbreid zijn. Wanneer deze soorten worden aangetroffen, zijn ze indirect een indicatie voor menselijke akkerbouwactiviteiten.

Het grondspoor waaruit monsters 04HEMV006278 en 04HEMV006279 werden genomen werd, na het beëindigen van het pollenonderzoek, gedateerd GrN-30645: 7800 ± 70 BP. Indien de vulling van dit grondspoor werkelijk in het Laat-Mesolithicum dateert, zoals de datering suggereert, is het zeer bijzonder dat er toen al graan, dan wel graanbegeleidende akkeronkruiden aanwezig waren. De mensen uit die tijd staan bekend als jagers-verzamelaars. De eerste agrarische bevolking (Bandceramiek) in Nederland leefde alleen in Zuid-Limburg vanaf ca. 5400 v. Chr. tot ca. 4900 v. Chr. Zij kenden emmertarwe (*Triticum dicoccum*) en eenkoorn (*Triticum monococcum*). Het is hier van belang zeker te zijn omtrent de ouderdom van de vulling van het grondspoor, voordat er verregaande conclusies getrokken mogen worden. Een vergelijkbare discussie geldt voor het materiaal van de oostflank, zeker als we rekening houden met de mogelijke aanwezigheid van het pollen van emmertarwe (*Triticum dicoccum*). Opvallend is dat juist in de fase dat er sprake is van menselijke activiteit pollenkorrels van grassen gevonden worden, die opvallen door hun grootte. Daarnaast kunnen de aangetroffen pollenkorrels ondergebracht worden in het *Cerealia* type. Wanneer we aannemen dat we werkelijk te maken hebben met graanpollen, dan

vondstnummer	NR°	- m NAP	Korrel Ø (µm)	Pore Ø (µm)	Anulus (µm)			Anulus grens	structuur	interpretatie	opmerkingen
					Ø	breedte	dikte				
04HEMV003815	BX2874A	3.55	>49	4.5	13	4	-	scherp	Triticum	Triticum dicocum	gevouwen
	BX2873A	3.65	>52	4.5	12.5	4	-	scherp	Triticum	Triticum	gevouwen
04HEMV006278	BX2881	2.72	>41	4	12	-	-	scherp	Triticum	Onduidelijk	Annulus/pore onduidelijk
	BX2879	2.74	38	3.5	10	-	-	scherp	Hordeum	Poaceae	
04HEMV006279	BX2886	2.90	>42	3.5	10	3	-	scherp	fijn Triticum	Triticum dicocum	gecorrodeerd
	BX2883A	3.19	47	3	9	3	± 2	scherp	Triticum/fijn Avena	Triticum dicocum	gevouwen
	BX2883B	3.19	>45	4	12	4	± 2	scherp	Triticum/fijn Avena	Triticum dicocum	gevouwen
7474.006397	2736	3.32	>41	4	11	-	-	scherp	fijn Triticum	Triticum type	
	2736	3.32	52	4	12	-	-	scherp	fijn Triticum	Triticum type	
7474.005274	2734	2.77	41	4.5	10	-	-	scherp	Avena	Poaceae	

tab. 69 Overzicht van de aangetroffen pollenkorrels van graan.

zou dat kunnen betekenen dat het materiaal waar het graanpollen in zat een jongere periode vertegenwoordigt dan oorspronkelijk was aangenomen. Met name voor et grondspoor heeft dat belangrijke consequenties. De Roller (2006) vermeldt in dit verband: “*We moeten hierbij rekening houden met het gegeven dat in sectie 3815 veen is gebruikt voor de pollenanalyse. De basis van dit veen is gedateerd op 4530 BP en het pollenbeeld vertegenwoordigt dan ook het neolithische landschap tijdens het begin van de veengroei. Voor secties 6278 en 6279 geldt hetzelfde. De soorten die indicatief zijn voor menselijke activiteit zijn aangetroffen in de monsters uit het veen, ruim 10 cm boven de haardkuil. Deze indicatoren zijn op grond van de AMS dateringen afkomstig uit het Neolithicum (4900 BP). Het pollenbeeld van de haardkuil, een monster op 3.06 en 3.19 m - NAP wijkt duidelijk af van dat van het bovenliggende veen en ook van sectie 3815. Indicatoren voor menselijke invloed ontbreken. Er zijn slechts twee pollenkorrels van mogelijk Triticum type aangetroffen. Ook bij de boompollen wijkt het beeld van de haardkuil duidelijk af van dat van de monsters uit het veen. Berk, els, eik en den bepalen het beeld, samen met Ericales. Dit beeld past goed bij een mesolithische datering van de haardkuil. Het pollenbeeld van het veen laat een soortenrijk bos zien waarin weinig plaats is voor kruiden, hetgeen goed aansluit bij het algemene beeld van het Neolithicum.*”

Tijdens het onderzoek van de pollen uit het DAO-2 wees van Smeerdijk er opnieuw op dat de aanwezigheid van pollenkorrels van graan (tarwe type) bij uitstek een indicatie voor menselijke activiteit vormt en dat het zeer onwaarschijnlijk is dat het graan uit mesolithische context afkomstig is. De pollenkorrels uit het DAO-2 zijn aangetroffen op een diepte van -3,32 meter NAP in een humeuze laag in de top van de dekzandrug. Deze laag ligt ongeveer 20 centimeter onder de onderkant van het veenpakket. De onderkant van het veen is gedateerd op ca. 4300 - 4480 BP, dit komt overeen met het middenneolithicum. Dus de pollenkorrels moeten minimaal van deze ouderdom zijn. In het onderzoek van Bakker (2003, 268) zijn diverse pollenkorrels van granen aangetroffen vanaf ca. 3500 cal. B.C. Er zijn echter niet veel waarnemingen van graanpollen. Een bijkomend aspect is dat nadat deze humeuze laag is gevormd er nog ongeveer 20 centimeter zand is afgezet.

7.5 Dateringen

7.5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk komt het radiometrische onderzoek van de steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 aan bod. Dit onderzoek bestond uit twee luiken: OSL-bepalingen (paragraaf 7.5.2.) en ¹⁴C-determinaties (paragraaf 7.5.3.). Naast een presentatie van de monsternames en uitkomsten van deze dateringen, volgt in paragraaf 7.5.4. een discussie en de belangrijkste conclusies die dit onderzoek heeft opgeleverd. In totaal zijn momenteel 51 ¹⁴C-dateringen voor deze vindplaats beschikbaar uit vier laboratoria, op monsters genomen tijdens de verschillende onderzoeksfases (IVO, DAO-1, DAO-2 en uitwerking): monsters werden ingediend bij het van de Graaff Laboratorium van de Rijksuniversiteit Utrecht (code: UtC), het Centrum voor IsotopenOnderzoek van de Rijksuniversiteit Groningen (codes: GrN en GrA) en de samenwerking tussen het Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium (IRPA/KIK) en het Leibniz-Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung van de Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (code: KIA). Deze ¹⁴C-dateringen werden uitgevoerd in het kader van zowel archeologische als aardwetenschappelijke vraagstellingen op verschillende materialen uit diverse contexten, waarbij in het geval van de archeologische vraagstellingen slechts in beperkte mate sprake is van een geïntegreerd, doordacht selectieprogramma. Daarnaast werd de top van het dekzand tijdens het DAO-2 op verschillende locaties voor OSL-onderzoek bemonsterd. Dit onderzoek werd uitgevoerd door het Nederlands Centrum voor Luminescentie-datering (NCL) te Delft en de resultaten werden ondermeer *online* (<http://www.lumid.nl>) gepubliceerd in de *NCL Luminescence Datingbase* onder de projectcode NCL-3405.

Het radiometrische onderzoek had als voornaamste doelstelling een bijdrage te leveren aan de chronologische omkadering van de steentijdvindplaats. Met betrekking tot de in de PvE's gestelde onderzoeksvragen is dit onderzoeksonderdeel direct van toepassing op de algemene en specifieke/

aanvullende vraagstellingen naar de associatie tussen en de ouderdom van de archeologische resten (\sim *mobilia* en grondsporen), de (chrono)stratigrafie ter plaatse (\sim de ouderdom van ontsloten lithostratigrafische laageenheden en de bodemgenetische fenomenen) en de lokale vegetatiesuccessie. Aandacht wordt daarbij besteed aan de ontwikkeling van het paleolandschap dat moet toelaten een *terminus post quem* (\sim de depositie van het dekzand) en een *terminus ante quem* (\sim de vernatting van het landschap en het begin van de veenontwikkeling) voor de steentijdvindplaats te achterhalen. Vanuit de (te bevestigen) veronderstelling dat zowel de grondsporen als de verkoolde fragmenten van hazelnootschelpen in verband kunnen worden gebracht met antropogene activiteiten ter plaatse kan het ^{14}C -onderzoek op deze individuele fragmenten van de hazelnootschelpen en op het houtskool uit de grondsporen eveneens een bijdrage leveren aan het archeologische kader van deze steentijdvindplaats. Crombé *et alii* (1999, 62) stellen dat de combinatie van individuele verkoolde hazelnootschelpen, bij voorkeur in associatie met (latente) oppervlaktehaarden, en houtskool uit hardkuilen de beste garanties bieden voor de absolute datering van mesolithische openluchtvindplaatsen in zandcontexten. Hazelnootdateringen geven daarbij de meest betrouwbare informatie met betrekking tot de datering van lithische concentraties en de ontwikkeling van typonchronologische kaders; houtskool uit hardkuilen kan helpen bij de reconstructie van de interne organisatie en de bewoningsduur van openluchtvindplaatsen. Het gebruik van verspreid houtskool voor dateringsonderzoek wordt door hen afgeraden. De temporele associatie tussen enerzijds de grondsporen en de fragmenten van hazelnootschelpen en anderzijds de daarmee in ruimtelijk verband overeenkomende vondstcategorieën (voornamelijk lithisch materiaal) vormt een afzonderlijke problematiek en komt elders aan bod.

7.5.2 Het OSL-onderzoek

7.5.2.1 Monstername

Voor de OSL-bepaling werd de top van het dekzand, verspreid over het opgraafteerrein bemonsterd door specialisten (tab. 70). Dit gebeurde door het inslaan van donkere PVC-buizen in de profielwanden (fig. 147, boven). Zes van de genomen monsters werden uiteindelijk bestudeerd. De beschikbare foto's tonen een aantal monsternames die mislukt zijn en vervolgens opnieuw werden uitgevoerd (bijvoorbeeld net naast de pollenmonster 7474.005282 en 7474.005271, fig. 147, midden). Daarnaast bleek achteraf ook één OSL-monster in een (opgevulde) boring te zijn geslagen in het oostprofiel van put 50, in de nabijheid van grondspoor 3 uit put 51 (fig. 147, onder). De registratie van deze bemonstering is overigens niet altijd even zorgvuldig

gebeurd. Zo zijn voor twee monsters (7474.005276 en 7474.001165) geen foto's beschikbaar. Van fotofiche 56 is niet helemaal duidelijk of het wel degelijk OSL-monster 7474.005285 betreft zoals vermeld op de fiche (*cf.* fotofiche 75). Verder is de exacte locatie van de bestudeerde monsters niet in alle gevallen bekend. Namelijk voor monster 7474.005282 komen de door Vos (2007, 145, tabel 3.2.) en in het NCL-rapport vermelde x- en y-coördinaten niet overeen met de locatie van het monster (zie fig. 46 voor een correcte locatie van de monsters). De NAP-waarden die in het NCL-rapport worden opgegeven (telkens -0,75 meter NAP) zijn evenmin in overeenstemming met de waarden die Vos (2007, 145, tabel 3.2.) opgeeft. Vermoedelijk zijn die van Vos correct. Verder meldt het NCL-rapport tweemaal het vondstnummer 7474.005285; één ervan (NCL-3405021) moet vondstnummer 7474.005282 zijn. Vos (2007, figuur 3.1.) maakt melding van monster 1065 waar dit 1165 zou moeten zijn. Ter verduidelijking: de vermelding van put 58 (vondstnummer 7474.001165) door Vos (2007, 145, tabel 3.2.) en in het NCL-rapport komt niet overeen met het zuidprofiel van deze put, maar wel met het zuidelijk profiel dat de grens vormde van de DAO-1 opgraving, gelegen binnen (de latere) put 58. Om verwarring te vermijden hebben we in tab. 70 gekozen voor de notatie 58'. Doel van het OSL-onderzoek was om te bepalen of de AA-horizont in de top van het dekzand tijdens het holoceen verstoord was of door de mens is omgezet. Indien dit het geval was, zou de datering van het zand van de AA-horizont een holocene datering moeten hebben. In totaal zijn vier monsters genomen uit de AA-horizont (NCL monsters 3405018, 20, 21 en 22) en twee uit de onderliggende B/C-horizont van het dekzand (NCL monsters 3405019 en 23). De laatste twee monsters dienden als referentiemonsters. Van deze monsters was het zeker dat zij niet in het holoceen waren omgezet.

7.5.2.2 Resultaten

Tab. 71 bevat een samenvatting van de resultaten van de OSL-bepalingen. Voor een uitgebreide bespreking ervan wordt verwezen naar paragraaf 6.3.4.1.; voor een overzicht van de details van de afzonderlijke monsters op basis van het NCL-rapport naar bijlage 8.

7.5.3 Het ^{14}C -onderzoek

7.5.3.1 Monstername

De 51 beschikbare ^{14}C -dateringen werden op verschillende tijdstippen tijdens het onderzoekstraject uitgevoerd op materialen uit diverse contexten: op individuele fragmenten van verkoolde hazelnootschelpen ($N = 12$), op houtskool uit grondsporen ($N = 27$), op verspreid houtskool uit het zand en uit het veen ($N = 3$), op divers botanisch materiaal uit pollenmonsters ($N = 8$) en op een fragment hout(skool?) uit een

Datum monsternamen	fotofiche	locatie	vondstnummer	Put	vak	vlak	X	Y	diepte t.o.v. oppervlak [1]	meter NAP [2]
21/10/2004	56	oostprofiel 41	7474.005285	42	91	104	186401	576133	2.25	-3.00
?	-	zuidprofiel 49	7474.005276	49	-	103	186398	576136	2.90	-3.65
5/10/2004	11	oostprofiel 50	7474.001309	50	-	102	186405	576142	2.22	-2.97
21/10/2004	54	zuidprofiel 50	7474.005282	41	-	101	?	?	2.24	-2.99
?	-	zuidprofiel 58'	7474.001165	58'	-	103	186399	576145	2.20	-2.95
29/10/2004	82	noordprofiel 91	7474.005271	91	-	101	186382	576166	2.98	-3.73

tab. 70 Overzicht van de uitgevoerde OSL-dateringen ([1] bron: NCL-rapport; [2] bron: Vos 2007).

sample		Location			Equivalent dose		Dose rate		Age	
NCL	client	X	Y	depth (m)	(Gy)	(s.e.)	(Gy/ka)	(s.e.)	(ka)	(s.e.)
NCL-3405018	OP-41 vnr 5285	186401	576133	3.00	5.6	0.3	0.79	0.04	7.18	0.41
NCL-3405019	ZP-49 vnr 5276	186398	576136	3.65	12.9	0.5	1.03	0.05	12.51	0.51
NCL-3405020	OP-50 vnr 1309	186405	576142	2.97	8.8	0.4	0.78	0.04	11.2	0.53
NCL-3405021	ZP-50 vnr 5282	186400	576138	2.99	11.7	0.5	0.79	0.05	14.85	0.67
NCL-3405022	ZP-58 vnr 1165	186399	576145	2.95	10.7	0.4	0.79	0.05	13.6	0.54
NCL-3405023	NP-91 vnr 5271	186382	576166	3.73	12.2	0.5	1.1	0.05	11.09	0.47

tab. 71 Resultaten van het OSL-onderzoek uitgevoerd door het NCL te Delft.

boring. Zoals blijkt uit onderstaande beknopt chronologisch overzicht, werden deze ¹⁴C-monsters doorheen het onderzoekstraject geselecteerd door leden van verschillende onderzoeksteams, met in het achterhoofd verschillende onderzoeksvraagstellingen.

[1] Uit een boormonster (nr. 696), genomen tijdens de AAI-2, werden één of meerdere fragmenten hout(skool?) van *Taxus* (2,42 gram) geselecteerd voor ¹⁴C-datering (GrN-26539, monster 28172)⁵⁸. Deze boring moet in (de later aangelegde) werkput 16 liggen in de buurt van twee gedateerde grondsporen. Verder is er op die locatie geen (natuurlijke) verstoring zichtbaar, maar profielen in de directe omgeving tonen de aanwezigheid van zgn. *tree sway* fenomenen (cf. Louwagie, Langohr 2005).

[2] Vervolgens werden tijdens de (uitwerking van de) IVO en DAO-1 fases 11 monsters ¹⁴C-gedateerd, gericht op zowel archeologische als chronostratigrafische vraagstukken. Voor de archeologische vraagstellingen werden tijdens het IVO vier houtskoolmonsters verzameld: één uit het veen (GrN-28979), één uit het zand (GrN-28974) en twee uit grondsporen die op verschillende dieptes ten opzichte van het pleis-

tocene zand zichtbaar waren (GrN-28976 en UtC-13068). Crombé *et alii* (1999, 62) raden de datering van verspreid houtskool omwille van verschillende redenen sterk af (zeker indien verkoolde hazelnootschelpen en/of houtskool uit haardkuilen beschikbaar is). Hun argumenten hebben betrekking op het gebrek aan kennis over wat precies wordt gedateerd, over de impact van het 'oud-hout' effect, over de antropogene of natuurlijke aard van het houtskool en over de associatie met de te dateren gebeurtenis. Omwille van deze argumenten zullen de dateringen uitgevoerd op verspreid houtskool met betrekking tot menselijke aanwezigheid te Hempens niet in de discussie worden meegenomen, ondanks hun vermelding. Na het DAO-1 onderzoek werd eveneens houtskool uit drie grondsporen met verschillende houtskool-spectra (UtC-14498 t.e.m. UtC-14500) gedateerd. Verder werd (tijdens de IVO of DAO-1?) nog een datering op houtskool uit het zand uitgevoerd (GrN-28975). Er heerste enige onduidelijkheid omtrent deze dateringen. Hielkema (2004, 10) vermeldt dat de dateringsresultaten van de monsters (uit de grondsporen) op het moment van rapportering nog niet beschikbaar waren, terwijl in de conclusie van hetzelfde rapport (Hielkema 2004, 18) melding wordt gemaakt van vier dateringen zonder codering en/of contextinformatie: 4880 ± 40 BP, 4390 ± 45 BP, 7978 ± 39 BP en 7545 ± 50 BP. In het tweede rapport (Hielkema 2006, 30) worden voor code GrN-28974 twee verschillende waarden opgegeven: het correcte 4880 ± 40 BP en het foutieve 4480 ± 40 BP. Daarnaast wordt in hetzelfde rapport op verschillende plaatsen (pagina 28, tabel 3.1., conclusie, enz.) een datering van 7989 ± 39 BP vermeld voor code UtC-13068; navraag van het originele dateringsrapport leert dat dit 7978 ± 39 BP moet zijn, zoals van Smeerdijk (2006, 181) het in hetzelfde rapport wel correct weergeeft. In het kader van de reconstructie van de veenvorming werden door medewerkers van BIAx in deze

58 Boring 696 komt tweemaal voor, eenmaal als gutsboring (ø = 3 centimeter, niet gezeefd), eenmaal als Edelmanboring (ø = 15 centimeter, gezeefd, 3 millimeter). Uit (één van?) beide boringen, die hoogstwaarschijnlijk in elkaars omgeving of op dezelfde locatie werden uitgevoerd, werden 10 vuurstenen artefacten en een grote hoeveelheid houtskool aangetroffen. Op het originele invulformulier van het ingediende monster staan bij het monster zowel hout als houtskool aangevinkt. Het monster werd verzameld door P. Asmussen (RAAP) op 09 november 1999 en ingediend bij het dateringslaboratorium door J. Deeben (toenmalige ROB) op 08 augustus 2001. Het monster heeft volgende RD-coördinaten: x=186.403, y=576.140, z=-2,93 meter NAP/2,48 meter onder maaiveld.



fig. 147 Sfeerbeeld van bemonstering voor OSL-onderzoek. De middelste opnames tonen mislukte en opnieuw hernomen monsters, op de onderste foto's is zichtbaar hoe een OSL-monster in een opgevuld boorgat was gelagen, net naast grondspoor P51 S3.

fase van het onderzoek uit de bestudeerde pollenmonsters drie ¹⁴C-dateringen uitgevoerd (UtC-14589 t.e.m. UtC-14591). In het kader van zijn promotieonderzoek heeft M.J.L.T. Niekus (GIA, Rijksuniversiteit Groningen) eveneens 18 ¹⁴C-dateringen laten uitvoeren op houtskool afkomstig van verschillende grondsporen opgegraven tijdens de IVO en/of DAO-1 fases (GrN-30629 t.e.m. GrN-30646, Niekus 2009, 243), zoals ook wordt aangegeven door Hielkema (2006, 31).

[3] Tijdens de uitwerking van het DAO-2 werden, afzonderlijk door leden van de Vakgroep Archeologie (UGent, P. Crombé & G. Noens) en BIAx, ¹⁴C-monsters ingediend voor archeologische en chronostratigrafische doeleinden. Naast vijf dateringen op individuele verkoolde hazelnootdoppen (KIA-30371, KIA-30629 t.e.m. KIA-30631 en KIA-30636) werd houtskool uit vier van de meest nauwkeurig in kaart gebrachte en geschikt geachte grondsporen (KIA-30336, KIA-30341 t.e.m. KIA-30343) gedateerd. Uit drie pollenbakken werden daarnaast ook vijf botanische monsters gedateerd (UtC-14609 t.e.m. UtC-14613). In het kader van onderhavig syntheseonderzoek, en het daarmee gerelateerde doctoraatsonderzoek, werden tot slot, op initiatief van Universiteit Gent (P. Crombé, G. Noens), nog zeven aanvullende dateringen op individuele verkoolde hazelnootdoppen uitgevoerd (KIA-35552 t.e.m. KIA-35557 en KIA-36257).

Om potentiële contaminatie te verminderen suggereren Crombé *et alii* (1999, 62) het gebruik van individuele hazelnootmonsters uit latente oppervlaktehaarden voor dateringsdoeleinden (*cf.* Ashmore 1999). Crombé *et alii* (2005, 152, zie ondermeer ook Sergant *et alii* 2006; Leesch *et alii* 2010) gaan ervan uit dat het herkennen (d.w.z. de aflijning en/of reconstructie) van oppervlaktehaarden binnen arte- en/of ecofactenconcentraties, vooral door de vaak quasi afwezigheid van houtskool ten gevolge van eolische activiteit, verwerking en/of pedogenetische processen, kan plaatsvinden door gedetailleerde ruimtelijke analyses van verbrande arte- en ecofacten (vb. hazelnootschelpen, verbrand bot, verbrand vuursteen, enz.). Lanting & van der Plicht (2000, 135) stellen dat het noodzakelijk is de voorbehandeling van een monster te kennen om een ¹⁴C-bepaling op zijn waarde te kunnen schatten. Met name voor houtskoolmonsters blijkt een standaardvoorbehandeling met zuur-loogzuur, wat bij kleine of bij sterk verontreinigde monsters problematisch kan zijn, noodzakelijk om een betrouwbare datering te kunnen verkrijgen. Ze stellen verder dat dateringen van houtskoolmonsters die enkel een zuurbehandeling kregen, als onbetrouwbaar moeten worden beschouwd tenzij kan worden aangenomen dat geen absorptie van humaten kan hebben plaatsgevonden, wat in openluchtvindplaatsen op dekzand nooit het geval zal zijn. Ook een milde zuur-loogzuur voorbehandeling van houtskoolmon-

sters moet eveneens gewantwoord worden. In de mate van het mogelijke werden de oorspronkelijke dateringsrapporten uit de verschillende labo's opgevraagd/geraadpleegd voor de correcte informatie omtrent de (voorbehandeling van) uitgevoerde dateringen; voor een deel van de dateringen zijn deze gegevens niet gekend.

7.5.3.2 Resultaten

In deze paragraaf worden alle tot dusver beschikbare ¹⁴C-dateringen gepresenteerd in tabel- en grafiekvorm (tab. 72). Voor de calibratie werd gebruik gemaakt van de software *Oxcal v3.10* (Bronk Ramsey 1995; 2001). In fig. 148 zijn de vakken weergegeven waaruit de houtskoolmonsters uit de grondsporen (links) en individuele hazelnootmonsters (rechts) werden genomen. Met name de dateringen op houtskool uit grondsporen zijn voorlopig onder voorbehoud daar vooralsnog het antropogene karakter van de grondsporen allerminst is uitgeklaard en momenteel onderwerp is van verder onderzoek. In fig. 149 zijn de calibratiefiguren weergegeven gerelateerd aan de menselijke bewoning; in fig. 150 (onder) de dateringen gerelateerd aan de veenvorming.

7.5.4 Discussie en conclusie

7.5.4.1 De radiometrische bijdrage aan het chronostratigrafische kader

Het radiometrische onderzoek uitgevoerd op de locatie Leeuwarden-Hempens/N31 levert, in combinatie met het uitgevoerde fysisch-geografische en archeobotanische onderzoek (zie respectievelijk Deel VI en hoofdstuk 7.4.) en met de bestaande paleogeografische kennis (zie hoofdstuk 2.2.), een bruikbare chronostratigrafische omkadering voor de studie van de steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens/N31. Het radiometrische onderzoek heeft inzichten opgeleverd met betrekking tot de ouderdom van het dekzand en de afdekking van het dekzand door veensedimenten.

7.5.4.1.1 Ouderdom van het dekzand

De resultaten van het OSL-onderzoek, die werden geïnterpreteerd door P. Vos (paragraaf 6.3.4.1.; 2007, 145-146), bevestigen in de eerste plaats de pleistocene ouderdom van de top van het dekzand waarin het grootste deel van het archeologische materiaal zich bevindt. Indien holocene verstoring van deze top zou hebben plaatsgevonden, zijn de bemonsterde zandkorrels hierbij nauwelijks of niet aan het licht blootgesteld. Dat plaatselijk wel antropogene en/of biogene verstoring met lichtdoordringing tijdens het holoceen is opgetreden, wordt gesuggereerd door een monster uit de AA-horizont (NCL-3405018). Ter hoogte van dit monster werd evenwel geen verstoring geobserveerd in het

code	datering (BP)	monster	context	sigma 13C (p mill)	fase	vondstnummer	werkput	vlak	vak	spoor
KIA-35552	5245±40	verkoalde hazelnootdop	zand		Synthese	04HEMV005594	15	5	59	10
KIA-35557	6390±40	verkoalde hazelnootdop	zand		Synthese	04HEMV005612	21	2	66	10
KIA-30630	6410±45	verkoalde hazelnootdop	zand	-24,93	DAO-2	7474.001429	50	4	37	5000
KIA-35555	6415±40	verkoalde hazelnootdop	zand		Synthese	04HEMV004344	17	3	51	13
KIA-35556	6600±40	verkoalde hazelnootdop	zand		Synthese	04HEMV005129	20	4	4	10
KIA-30631	6840±40	verkoalde hazelnootdop	zand	-25,18	DAO-2	7474.001464	50	4	85	5000
KIA-30636	7125±40	verkoalde hazelnootdop	zand	-32,70	DAO-2	7474.006527	75	2	59	5000
KIA-30629	7145±40	verkoalde hazelnootdop	zand	-25,21	DAO-2	7474.007111	84	4	49	5000
KIA-36257	7555±40	verkoalde hazelnootdop	zand		Synthese	04HEMV005773	21	5	25	19
KIA-35554	7785±45	verkoalde hazelnootdop	zand		Synthese	04HEMV005073	19	7	3	13
KIA-35553	7845±35	verkoalde hazelnootdop	zand		Synthese	04HEMV004158	17	2	11	10
KIA-30371	7870±40	verkoalde hazelnootdop	zand	-24,69	DAO-2	7474.002248	76	3	42	3000
GrN-30631	7250±50	houtschool (Quercus)	grondspoor (haardkuil 3)		DAO-1 (Niekus)	04HEMV002007	12	8	31	30
KIA-30343	7320±40	houtschool (Quercus)	grondspoor (-)		DAO-2	7474.006300	51			4
GrN-30634	7380±60	houtschool (Quercus)	grondspoor (haardkuil 6)		DAO-1 (Niekus)	04HEMV002444 04HEMV002438	12	8/9	48	33
KIA-30336	7425±40	houtschool (Quercus)	grondspoor (-)	-26,02	DAO-2	7474.000465	60			1
GrN-30636	7450±50	houtschool (Alnus)	grondspoor (haardkuil 7)		DAO-1 (Niekus)	04HEMV001849	12	7	37	34
GrN-30639	7490±90	houtschool (Pinus ?)	grondspoor (haardkuil 43)		DAO-1 (Niekus)	04HEMV005967	21	7	82	54
GrN-28976	7545±50	houtschool (soort?)	grondspoor (haardkuil 6)		IVO	04HEMV002405	12	7	48	33
GrN-30629	7620±60	houtschool (Quercus)	grondspoor (haardkuil 1)		DAO-1 (Niekus)	04HEMV001203	11	10	90	27
GrN-30632	7640±60	houtschool (Pinus)	grondspoor (haardkuil 4)		DAO-1 (Niekus)	04HEMV001586	12	5	30	31
GrN-30633	7700±60	houtschool (Quercus)	grondspoor (haardkuil 5)		DAO-1 (Niekus)	04HEMV001712	12	6	24	32
UtC-14498	7720±50	houtschool (soort?)	grondspoor (haardkuil 33)		DAO-1	04HEMV005799	21	5	-	43
GrN-30630	7720±60	houtschool (Quercus)	grondspoor (haardkuil 2)		DAO-1 (Niekus)	04HEMV001229	11	11	94	28
GrN-30644	7740±50	houtschool (Quercus ?)	grondspoor (haardkuil 30)		DAO-1 (Niekus)	04HEMV005815	21	5	56	40
UtC-14499	7758±47	houtschool (soort?)	grondspoor (haardkuil 37)		DAO-1	04HEMV005907	21	7	-	48
KIA-30341	7820±40	houtschool (Salix)	grondspoor (-)	-25,69	DAO-2	7474.000466	60			2
GrN-30645	7800±70	houtschool (Quercus ?)	grondspoor (haardkuil 36)		DAO-1 (Niekus)	04HEMV005948	21	7	5	47
KIA-30342	7895±40	houtschool (Pinus)	grondspoor (-)	-22,16	DAO-2	7474002299	58			3
GrN-30635	7880±60	houtschool (Quercus)	grondspoor (haardkuil 7)		DAO-1 (Niekus)	04HEMV001849	12	7	37	34
GrN-30643	7890±50	houtschool (Pinus?)	grondspoor (haardkuil 26)		DAO-1 (Niekus)	04HEMV005181	17	7	37	42
GrN-30640	7920±50	houtschool (Pinus?)	grondspoor (haardkuil 20)		DAO-1 (Niekus)	04HEMV004613	16	7	32	44
GrN-30642	7950±60	houtschool (soort?)	grondspoor (haardkuil 23)		DAO-1 (Niekus)	04HEMV005051	16	9	13	47
UtC-14500	7963±50	houtschool (Pinus?)	grondspoor (haardkuil 46)		DAO-1	04HEMV006203	21	9	-	58
UtC-13068	7978±39	houtschool (Pinus?)	grondspoor (haardkuil 14)	-24,2	IVO	04HEMP002206	12	10	14	43
GrN-30646	7920±100	houtschool (Pinus?)	grondspoor (haardkuil 38)		DAO-1 (Niekus)	04HEMV005911	21	7	86	49
GrN-30641	7970±60	houtschool (Pinus?)	grondspoor (haardkuil 22)		DAO-1 (Niekus)	04HEMV004620	16	7	38	46
GrN-30638	7960±90	houtschool (Pinus?)	grondspoor (haardkuil 12)		DAO-1 (Niekus)	04HEMV002632	12	12	36	41
GrN-30637	8140±80	houtschool (Pinus)	grondspoor (haardkuil 9)		DAO-1 (Niekus)	04HEMV001998	12	8	25	37
GrN-28979	4390±45	houtschool	veen		IVO	04HEMV002824	15	1	45	1
GrN-28975	4450±50	houtschool	veen		IVO	04HEMV001052	12	2	13	11
GrN-26539	4530±80	hout(school?) (Taxus)	?		A.A.I.-2	-				
GrN-28974	4880±40	houtschool	top dekzand		IVO	04HEMV000257	11	3	56	11
UtC-14591	4050±60	rietrhizoom	grens humeus zand/veen	-25,4	DAO-1	04HEMV006278R	21			
UtC-14609	4200±70	mostakjes + zaden van Utica dioica, Chenopodiaceae, Eupatorium cannabinum, Carex	veen (basis)	-22,7	DAO-2	7474.001302	69	102	-	9999
UtC-14610	4330±60	boomschors	veen (ca. 17 cm boven basis)	-29,5	DAO-2	7474.006397	61	104	-	9999
UtC-14613	4390±60	boombast/boomschors	veen (onderkant)	-29,0	DAO-2	7474.006600b	-	-	-	-
UtC-14611	4480±70	houtige wortels/takjes met schors	veen (onderkant)	-29,3	DAO-2	7474.006397	61	104	-	9999
UtC-14612	4530±50	houtige wortels	veen (onderkant)	-28,5	DAO-2	7474.006600w	-	-	-	-
UtC-14589	4530±60	mossen		-27,7	DAO-1	04HEMV003815	14			
UtC-14590	4900±60	houtschool (Taxus)	grens humeus zand/veen	-26,0	DAO-1	04HEMV006278T	21			

tab. 72 Overzicht van de uitgevoerde ¹⁴C-dateringen.

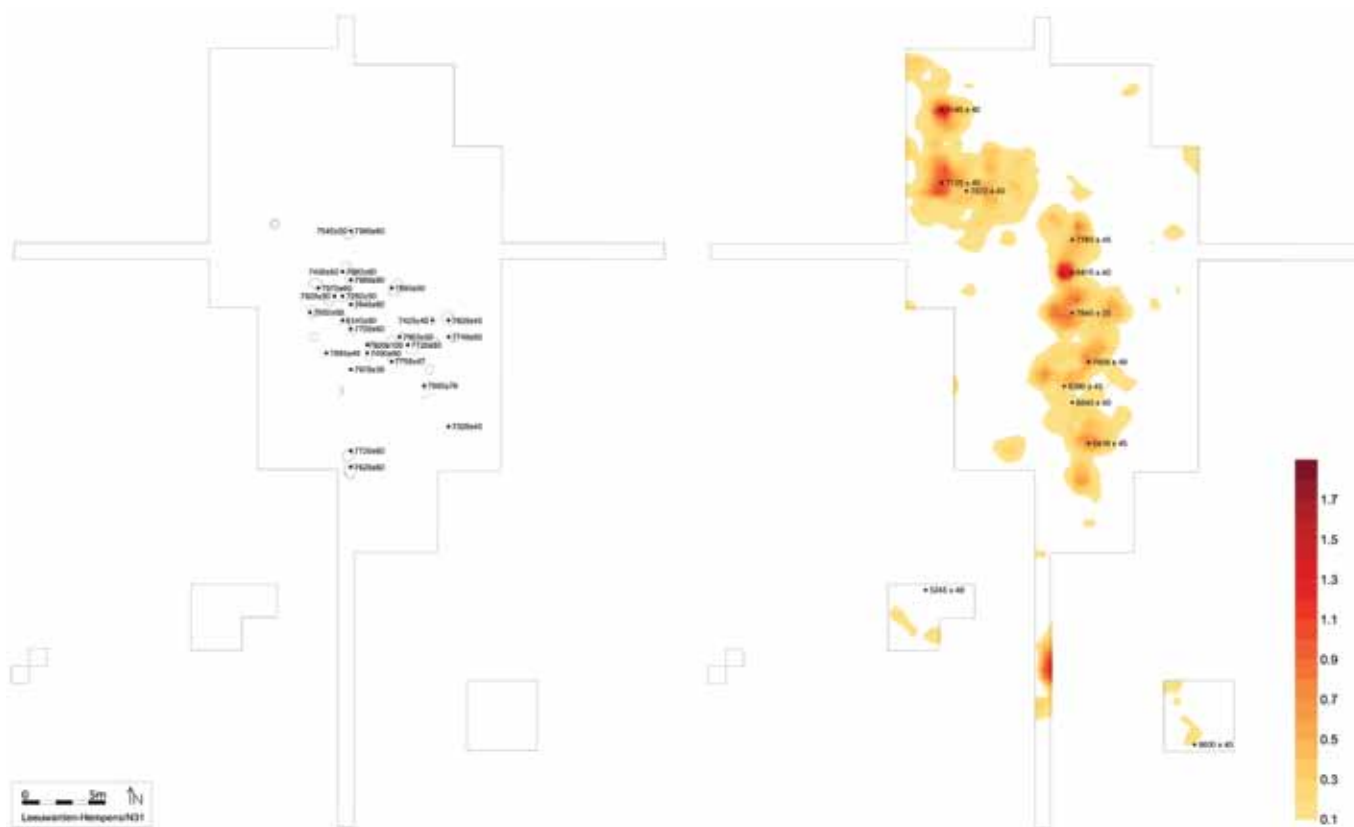


fig. 148 Overzicht van de ruimtelijke spreiding van de ^{14}C -dateringen. Links de dateringen op houtskool en de geassocieerde grondsporen (cf. fig. 62); rechts de dateringen op individuele fragmenten van verkoold hazelnootschelpen tegenover de ruimtelijke spreiding van de hazelnootfragmenten (contouren, cf. fig. 65).

veld. Dit hoeft evenwel niet te betekenen dat deze niet aanwezig is. Over de precieze ouderdom van deze verstoring kunnen geen uitspraken worden gedaan omwille van de spreiding in de meting, die slechts een gedeeltelijke blootstelling van het monster aan het licht suggereert. Naast de pleistocene ouderdom van de top van het dekzand en de potentiële aanwezigheid van lokale holocene verstoringen, waarvoor ook de terreinobservaties duidelijke aanwijzingen leverden, concludeert Vos voorts op basis van de overwegend pleistocene ouderdom van de metingen dat de AA-horizont niet door verstuiwing is ontstaan.

7.5.4.1.2 Aanvang van de veenvorming

Ook de aanvang van de veenvorming en de verdere veenontwikkeling, en dus bij benadering een (vermoedelijke) *terminus ante quem* voor de steentijdbewoning op de zandrug, kan op basis van de beschikbare ^{14}C -dateringen relatief nauwkeurig in kaart worden gebracht (zie ook paragraaf 6.3.4.1.). In het kader van het project Leeuwarden-Hempens/N31 beperkte het onderzoek van de veenontwikkeling zich tot de onderkant van het veen. Hoewel op enkele plaatsen de volledige veensequentie werd bemonsterd, valt de studie van de veenontwikkeling op basis van het bovenste deel van het veen buiten het gestelde onderzoekskader. De basisveronderstelling hierachter is dat deze

recentere ontwikkelingen niet direct relevant zijn voor de studie naar de formatieprocessen van de steentijdvindplaats. Palynologisch onderzoek op verschillende, lager- en hogergelegen plaatsen van het zandlichaam (paragraaf 7.4.5.2.2., van Smeerdijk 2007, 105-106) toonde aan dat in de diepere monsters op de overgang van het zand naar het veen sprake is van een vegetatie met houtige gewassen. Beide dateringen uit één van de laaggelegen pollenmonsters (vondstnummer 7474.006600) op houtig materiaal van het grensvlak zand/veen suggereren dat rond 4530 ± 50 en 4390 ± 60 BP (= -3,71 meter NAP) nog (al dan niet levende) bomen aanwezig waren en dat de veengroei op gang gekomen is. Houtig materiaal uit een tussengelegen pollenmonster (vondstnummer 7474.006397) leverde een datering van 4480 ± 70 BP (= -3,03 meter NAP) voor de onderkant van het veen, dat is bijgemengd met ouder bodemmateriaal (op basis van de aanwezigheid van resten van de bodemschimmel *Cenococcum geophilum*). De gedateerde bast-/schorsresten behoren bij bomen die op de zandrug groeiden voordat het veen tot ontwikkeling kwam. Ook hier geldt dat het niet duidelijk is of de boom al dood was (mogelijk verdronken) of nog leefde. Elf centimeter hoger in hetzelfde monster, en gescheiden door een dun kleilaagje (of gyttja), leverde houtig materiaal een datering van 4330 ± 60 BP (= -2,93 meter NAP)

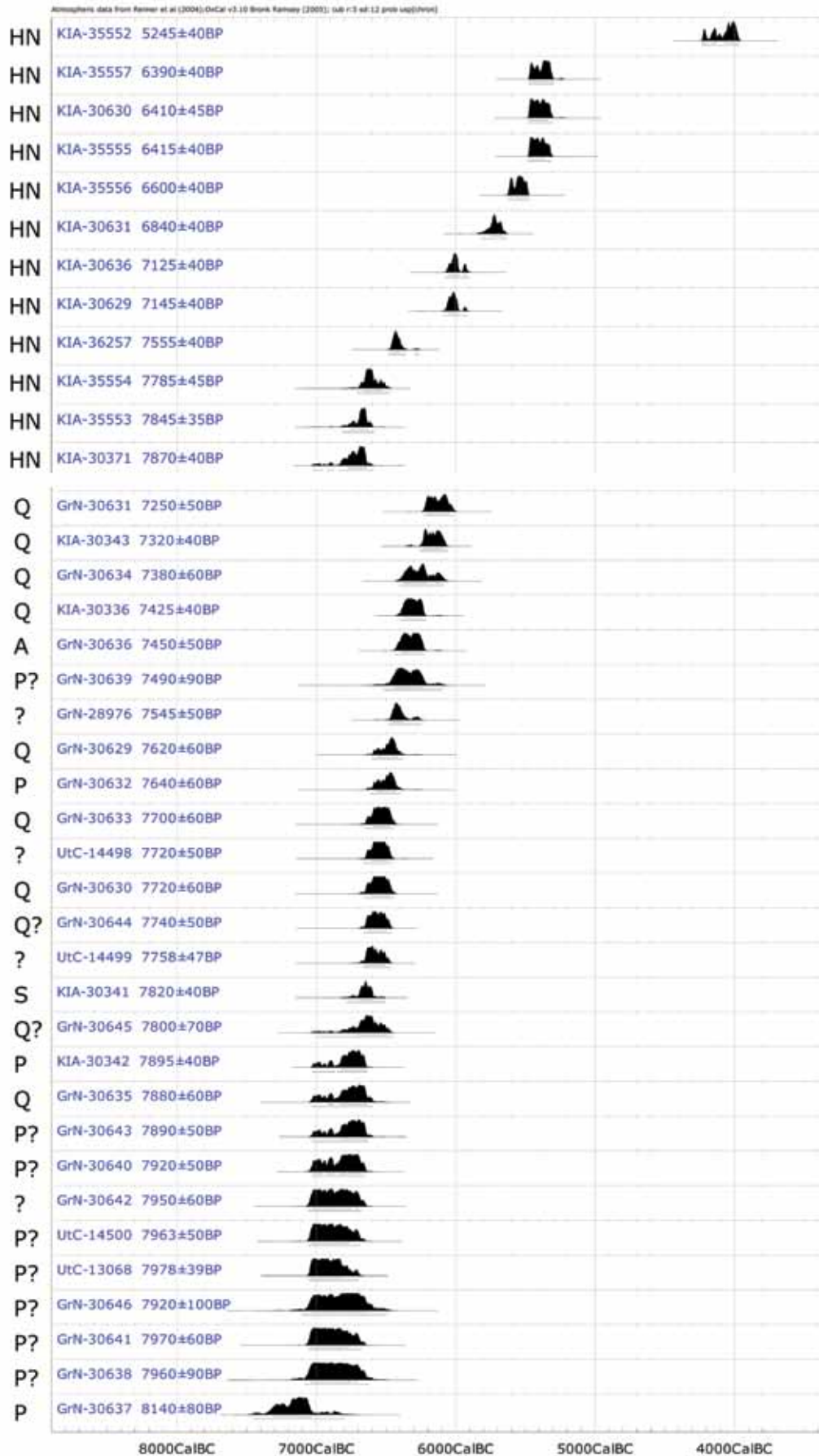


fig. 149 Calibratiefiguren van de dateringen uitgevoerd op individuele fragmenten van verkoolden hazelnootschelpen (boven, HN) en houtskool uit grondsporen (onder). Legende: Q: *Quercus*, P: *Pinus*, S: *Salix*, A: *Alnus*.

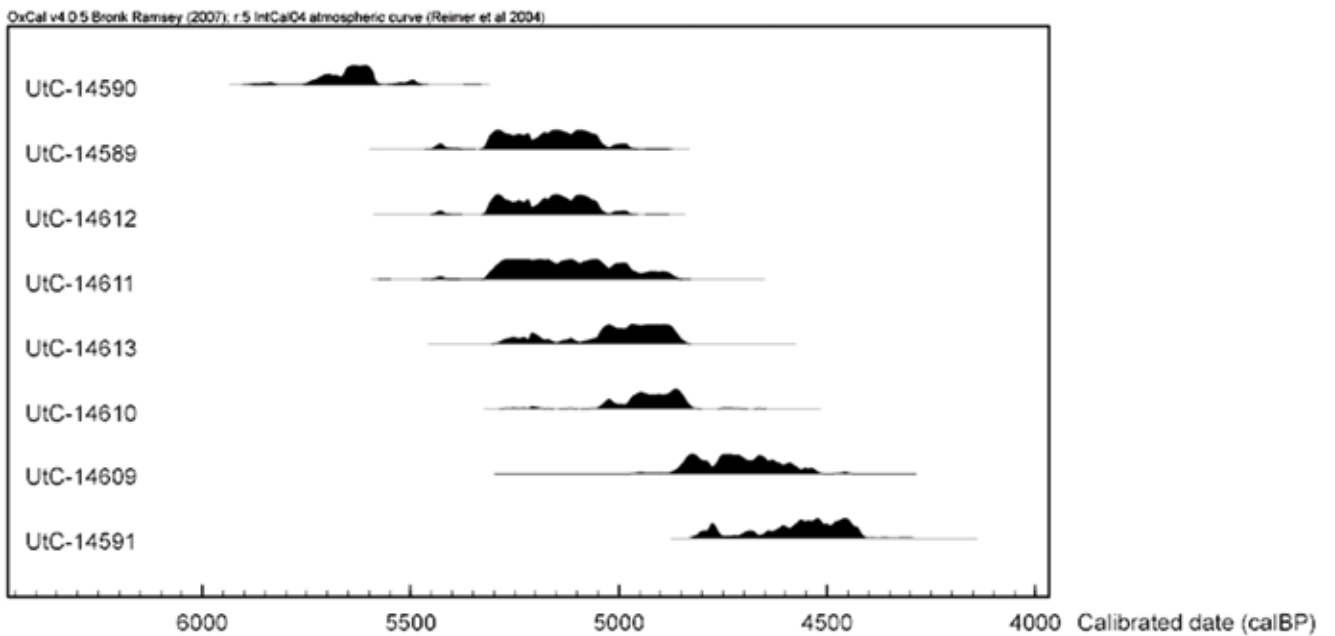
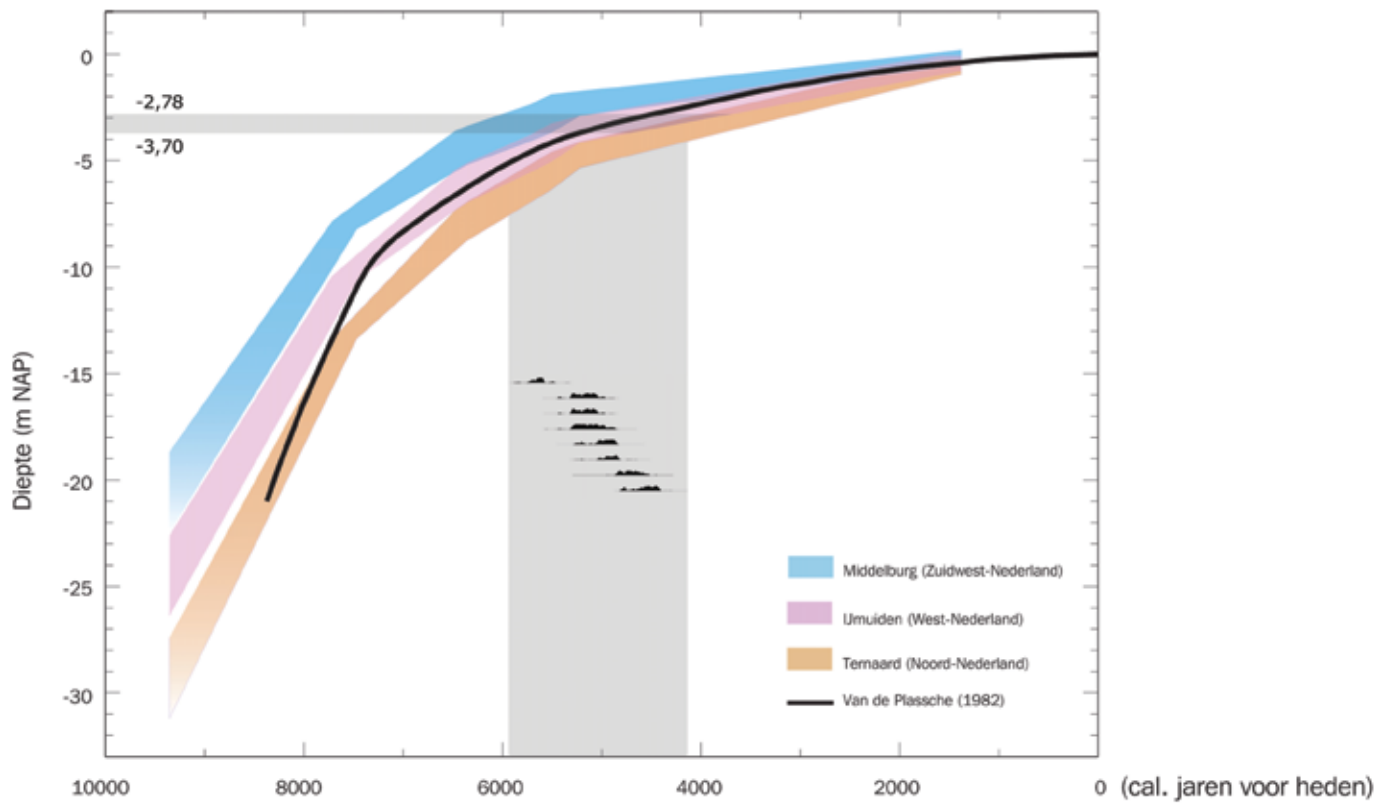


fig. 150 Aanvang van de veenvorming te Leeuwarden-Hempens/N31. Onder de calibratiefiguren van de dateringen uitgevoerd op plantaardige resten uit de overgang van het zand naar het veen; boven vergelijking van deze dateringen met de huidige inzichten rond de zeespiegelstijging in noord-Nederland (naar Vos, Kiden 2005, 27, fig. 15).

op. In de veronderstelling dat met de afzetting van klei/gyttja geen beschadiging/verdwijning van veen is geassocieerd, levert dit een veengroei van gemiddeld één centimeter per 13,7 jaar. Datering van diverse plantenresten (bladmossen, zegge, brandnetel, ganzenvoet en koninginnekruid) uit één van de twee hooggelegen pollenmonsters (vondstnummer 7474.001302), waarvan wordt aangenomen dat ze afkomstig zijn van planten die ter plekke hebben gegroeid, leverde voor de onderkant van het (riet) veen een ouderdom van 4200 ± 70 BP (= -2,77 meter NAP). Het lijkt er dus op dat de eerste veengroei (\sim broekveen) op de locatie Leeuwarden-Hempens/N31 in de lagere delen aanvang neemt rond 4400 BP (= -3,70 meter NAP, ca. 3000 v. Chr.) en dat het grondwater zich rond 4200 BP (ca. 2800 v. Chr.) reeds op een hoogte van ca. -2,78 meter NAP bevond, wat overeenkomt met een gemiddelde stijging van ca. 50 centimeter per eeuw. Bij deze notitie moet opgemerkt worden dat gemakshalve aangenomen is dat de veengroei heeft plaatsgevonden bij een grondwaterstand om en nabij het maaiveld. Van Smeerdijk vermeldt verder dat het (verschil in) reliëf van de dekzandrug en een afname van verdamping door het opener maken van het bos door de mens een rol kunnen hebben gespeeld in de stijging van het grondwater. Het verschil van ca. 200 jaar in veenvorming tussen de laagste en hoogste delen van de dekzandrug, wordt door Vos (2007, 144) geïnterpreteerd als het geleidelijk opkruipen van het veen tegen de dekzandrug, m.a.w. dat de veenontwikkeling op de dekzandkop niet tegelijk aanving.

Deze interpretatie van de aanvang van de lokale veenontwikkeling is nauwelijks of niet in tegenspraak met de recente dateringen verkregen uit een nabijgelegen boring uitgevoerd in 1998 (vindplaats Hempens-Teerns, Waldus 2000): het amorfe rietveen tussen -3,48 en -3,50 meter NAP (\sim top Basisveen) leverde hier een datering van 4480 ± 100 BP, een monster van het rietveen tussen -2,41 en -2,43 meter NAP een datering van 3560 ± 50 B.P. Waldus (2000, 25) licht deze dateringen en de verdere veenontwikkeling ter plaatse als volgt toe: “*De relatief late datering van het Basisveen kan verklaard worden met de hoge ligging van de pleistocene ondergrond. Dit veen is vervolgens verdrongen onder invloed van de zee gedurende ruim 1600 jaar. In deze periode (fase 2) is de onderkant van de Groningen-formatie afgezet. Vanaf 2029 tot 203 v. Chr. overheerst veengroei bij Hempens-Teerns (fase 3 en 4). De overgang van oligotroof veen naar rietveen vindt plaats tussen 897-801 v. Chr. Dit duidt op het vernatten van het milieu. Binnen het trans- en regressiemodel wordt deze vernatting toegeschreven aan de Duinkerke 1A-transgressiefase (Griede 1978, 89).*” De basis van het Basisveen in deze boring (op een diepte tussen -3,50 en -3,48 meter NAP, dus ca. 20 centimeter hoger dan de gedateerde laagstgelegen sectie van Leeuwarden-Hempens/N31) leverde overigens wel een

aanzienlijk oudere datering van 5800 ± 60 BP (ca. 4800-4500 v. Chr.).

In het kader van een uitgebreid booronderzoek uitgevoerd ten behoeve van het *Integraalplan Leeuwarden-Zuid* net ten westen van zowel de onderzoekslocatie Hempens-Teerns als de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 vermeldt Exaltus (2001b, 43), zonder directe verwijzingen naar dateringen maar vermoedelijk op basis van het werk van Griede (1978, zie Exaltus 2001b, 10), dat grote delen van het landschap met name in het zuidelijke en oostelijke deel van zijn onderzoeksgebied, op enkele kilometer ten westen van de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31, pas na ca. 2000 v. Chr. overgroeid zijn geraakt met veen.

Griede (1978, 48, tabel 8) gaf een overzicht van de toen beschikbare radiometrische dateringen van het basisveen uit Noordoost-Friesland. Een datering van de basis van het basisveen uit Stiens V (enkele kilometer ten noordwesten van Leeuwarden) leverde een ouderdom van 4760 ± 30 BP voor een diepte tussen -4,26 en -4,31 meter NAP (GrN-7644). De top van het Basisveen op de locatie Stiens V, gelegen tussen -3,39 en 3,44 meter NAP, leverde een datering van 3935 ± 55 BP (GrN-7708) op. Op de locatie Tergracht III, ten noordoosten van Leeuwarden, werd de basis van het basisveen op een diepte tussen -3,40 en -3,45 meter NAP gedateerd op 5890 ± 40 BP (GrN-7562), vergelijkbaar met de bovenvermelde datering van de basis van het basisveen uit de locatie Hempens-Teerns. Overigens wees Griede (1978, 43-52, figuur 15) er verder nog op dat de tijd/dieptegegevens van de aanvang van de basisveengroei in Noordoost-Friesland nauwelijks overeenkomsten vertonen met de curve van Roeleveld (1974, 28, figuur 8) voor Noord-Nederland en die (van gemiddeld hoogwater) van Jelgersma (1961), die beiden een regelmaat suggereren in de ontwikkeling van het basisveen naar tijd en diepte en een verband met de holocene zeespiegelstijging. Hij legt de nadruk op locale factoren die bepalend kunnen zijn geweest voor het optreden van veengroei.

In een recente publicatie informeren Brinkkemper *et alii* (2006a, 31) ons over de gebrekkige kennis van de veenontwikkeling in Noordoost-Friesland, ten gevolge van het beperkte aantal radiometrische dateringen en de talrijke methodische foutenbronnen die bij dergelijke reconstructies een rol kunnen spelen. Voor meer informatie hierover verwijzen ze ons door naar een publicatie van Van de Plassche *et alii* (2005) en de daarin geciteerde literatuur. Ondanks dergelijke methodische beperkingen heeft hun (radiometrische) onderzoek (N = 24 dateringen) in het kader van ‘het miedenproject’, in combinatie met de gegevens van Griede en Roeleveld, een (voorlopige) regionale grondwatercurve opgeleverd (Brinkkemper *et alii* 2006a, 32, afb. 4.2., bijlage

4) die een gelijkaardig, maar gemiddeld één meter hoger verloop kent dan de curve voor het Lauwerszeebekken die werd verkregen uit het onderzoek van Vos & Knol (2005). Voorts ligt deze regionale curve ten gevolge van de capillaire opstijging van het grondwater ook duidelijk hoger dan de bovenvermelde curve van Roeleveld. Voor enkele van hun bemonsterde locaties verkregen zij op basis van de radiometrische dateringen van stengel(?) epidermis uit het Basisveen ondermeer waardes van 4635 ± 40 BP voor een diepte tussen -3,49 en -3,48 meter NAP (Mieden 19), 4250 ± 40 BP voor een diepte tussen -3,20 en -3,19 meter NAP (Mieden 16) en 4240 ± 40 BP voor een diepte tussen -2,51 en -2,50 meter NAP (Mieden 15). Brinkkemper *et alii* (2006a, 34, 39) concluderen op basis van hun onderzoek in het kader van 'het miedenproject' in Noordoost-Fryslân dat de (grondwaterafhankelijke) (laag)veenvorming in de laagste delen van hun onderzoeksregio (aan het begin van het holoceen gelegen op een diepte tussen -4 en -3 meter NAP), samenhangend met de holocene zeespiegelstijging, aanvang nam omstreeks 4000 v. Chr. en dat zo'n 3000 jaar later de top van dit laagveen zich op een diepte van ca. -1,5 meter NAP bevond. De data voor de aanvang van de veenvorming in Leeuwarden-Hempens/N31 zijn min of meer in overeenstemming met de regionale zeespiegelcurves zoals weergegeven door Vos & Kiden (2005, 27, figuur 15), zoals blijkt uit fig. 150 (boven).

7.5.4.2 De radiometrische bijdrage aan het archeologische kader

Naast de chronstratigrafische omkadering, heeft het radiometrische onderzoek bruikbare inzichten opgeleverd omtrent de prehistorische menselijke aanwezigheid op deze locatie. Om de meest recente inzichten op basis van het tot dusver uitgevoerde radiometrische onderzoek te kaderen, worden in onderstaande paragraaf ter ondersteuning eerst de belangrijkste preliminaire conclusies in verband met het radiometrische onderzoek uit beide basisrapporten van de afzonderlijke opgravingen van de steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 (Hielkema 2006; Noens, Crombé 2007) kort samengevat.

7.5.4.2.1 Inzichten op basis van het IVO, DAO-1 en DAO-2 onderzoek

(1) Inzichten op basis van het IVO en DAO-1 onderzoek. Hielkema (2006, 28-31, 142, 151, 208-209) herkende in de gedateerde grondsporen (N = 5) een lange midden- en laatmesolithische bewoningsgeschiedenis (tussen 7060-6250 cal. BC). Deze werd opgesplitst in drie verschillende fasen (tussen 7060-6690 cal. BC, 6660-6460 cal. BC en 6480-6250 cal. BC). Verder werden verbanden opgemerkt tussen de ouderdom, de samenstelling en de diepteligging van de gedateerde grondsporen (Hielkema 2006, 34, 175). Drie van de grondsporen met een jongere datering werden op

een hoger niveau in het zand aangetroffen (namelijk tussen 20-30 centimeter) in vergelijking met de twee grondsporen met een oudere datering (namelijk dieper dan 40 centimeter), een verschil dat in verband wordt gebracht met eolische activiteiten. Het OSL-onderzoek heeft echter duidelijk gemaakt dat de top van het dekzand niet door verstuiwing is ontstaan. De laatst vermelde grondsporen bevatten uitsluitend hout van *Pinus*, de overige overwegend *Quercus* (samen met *Pinus*), terwijl het grondspoor met een jongere datering een brede soortensamenstelling (*Pinus*, *Quercus*, *Alnus*, *Salix*) had. Daarnaast wordt verspreid houtskool uit het veen en uit de top van het zand (waaronder één uit een duidelijk verstoorde context) in verband gebracht met activiteiten in het neolithicum (tussen 3350-2900 cal. BC, Hielkema 2006: 28-31, 51, 142, 151, 213-215). Tussen de mesolithische en neolithische bewoningsfasen lijkt een bewoningshiaat te zitten.

(2) Inzichten op basis van het DAO-2 onderzoek. In onze basisrapportage wezen we (Noens, Crombé 2007, 42) ondermeer op een discrepantie, die ook regelmatig op andere mesolithische vindplaatsen wordt aangetroffen, tussen de hazelnootdateringen (N = 5) en de houtskooldateringen uit grondsporen (N = 4), met de hazelnootdateringen die in dit geval systematisch, op één na, jonger uitvielen dan de houtskooldateringen. In tegenstelling tot vier van de vijf gedateerde hazelnootdoppen, zijn de vier gedateerde grondsporen allen ouder dan ca. 6000 cal. BC. Verder stelden we ook vast dat beide reeksen, zowel gezamenlijk als afzonderlijk beschouwd, een lange bewoningsgeschiedenis laten vermoeden, meer nog dan blijkt uit de resultaten van het DAO-1 onderzoek. De hazelnootdateringen suggereerden een mesolithische bewoning tussen 6000 en 5400 cal. BC, terwijl de houtskooldateringen eerder leken te wijzen op een oudere menselijke aanwezigheid in de eerste helft van het laatmesolithicum (ca. 7000-6100/6200 cal. BC).

7.5.4.2.2 Een lange bewoningsgeschiedenis

Na het verschijnen van beide basisrapportages kwamen nog 25 extra radiometrische dateringen beschikbaar, geselecteerd op houtskool afkomstig van (antropogene?) grondsporen (N = 18, door Niekus) en op individuele fragmenten van verkolde hazelnootdoppen (N = 7, door Noens & Crombé). Deze bijkomende dateringen hebben het bestaande radiometrische kader verder aangevuld, genuanceerd en complexer gemaakt. Het eerder geschetste beeld van een lange bewoningsgeschiedenis ter plaatse werd bevestigd door de nieuwe dateringen. Daar waar de vijf eerste dateringen een bewoningsgeschiedenis tussen 6000 en 5400 cal. BC suggereerden, werden zowel de onder- als de bovengrens door de nieuwe dateringen aanzienlijk opgeschoven. Alle hazelnootdateringen (N = 12) samengenomen (in een zgn. *sum*

probability curve, fig. 151), lijkt bewoning zich aldus, op een discontinue manier, te spreiden tussen 7000 en 4000 cal. BC. Tussen de jongste en de op één na jongste hazelnootdatering zit een duidelijk hiaat van ca. 1000 jaar. Rekening houdend met een mogelijke artificiële vertekening ten gevolge van de beperkte monsternamen en/of onregelmatigheden in de calibratiecurve tonen de gecalibreerde curven van alle hazelnootdateringen, met uitzondering van bovenvermelde jonge uitschieter, drie (mogelijk) afzonderlijke clusters: tussen 7000 en 6500 cal. BC, rond 6000 cal. BC en tussen 5700 en 5400 cal. BC. De betrouwbaarheid van de jongste datering uit de eerste cluster (KIA-36257: 7555 ± 40 BP) staat niet helemaal vast: er dient te worden opgemerkt dat dit monster werd gerecupereerd uit een zone die samenvalt met een opvallende cluster van lithische artefacten met secundaire aantastingen (bestaande uit roestbruine verkleuringen en 'olie'glans). Van deze datering was het resultaat overigens pas als laatste gekend, hoewel het monster gelijktijdig met de andere werd ingediend. De oorzaak hiervan lag in het feit dat in het labo verschillende reinigingsmethoden nodig waren om het monster om te zetten in een dateerbare substantie (correspondentie M. Van Strydonck en P. Crombé, 03/03/2008). Mogelijk is er een verband tussen deze fenomenen. Het is niet uitgesloten dat aanvullende dateringen op individuele hazelnootdoppen het huidige beeld nog verder zal bijstellen en een meer continue reeks gaan tonen, vergelijkbaar met de houtskooldateringen. De houtskooldateringen op hun beurt laten niet alleen een in tijd meer beperkte, maar evenzeer meer homogene, continue reeks zien tussen ca. 7100 en 6000 cal. BC, met één datering die mogelijk iets verder in de tijd teruggaat.

7.5.4.2.3 *Discrepantie tussen houtskool- en hazelnootdateringen (cf. fig. 149)*

De eerder door ons (Noens, Crombé 2007, 42) waargenomen discrepantie tussen dateringen op verkolde hazelnootschelpen en op houtskool dient enigszins te worden genuanceerd. De geobserveerde trend wordt door vier van de zeven nieuwe hazelnootdateringen weliswaar bevestigd, maar daarnaast is tussen ca. 7000 en 6500 cal. BC (= 'cluster' 1 van de hazelnootdateringen) sprake van een duidelijke overlapping tussen beide reeksen. Opvallend is dat de houtskooldateringen vroeger eindigen en dat dit einde, rond ca. 6000 cal. BC overeenkomt met de aanvang van een uitgebreide reeks van hazelnootdateringen (N = 8, 'clusters' 2 en 3). Rond 6000 cal. BC is met andere woorden een duidelijke overschakeling zichtbaar van houtskool- naar hazelnootdateringen. Gelijkaardige discrepanties tussen hazelnoot- en houtskooldateringen werden ook aangetroffen op andere mesolithische vindplaatsen in Vlaanderen (Verrebroek-Dok, Doel-Deurganckdok: Crombé *et alii* 1999; van Strydonck, Crombé 2005) en in Nederland, ondanks het hier beperkte aantal beschikbare hazelnootdateringen

(Almere-Hoge Vaart/A57: Peeters *et alii* 2001b; Leek-Mensumaweg IV: Crombé *et alii* 1999; De Leijen: Lanting, van der Plicht 2000, 138 en Urk-E4: Peters, Peeters 2001).

7.5.4.2.4 *Ruimtelijke patronen*

Alle dateringen bij elkaar genomen blijft het voornamelijk onduidelijk of beide fenomenen (hazelnooten *versus* grondsporen met houtskool) met elkaar in verband kunnen worden gebracht. Het probleem wordt nog complexer wanneer ook de ruimtelijke en temporele relatie met het lithische materiaal in het verhaal wordt betrokken. In het verleden werd meermaals gewezen op het probleem van de relatie tussen nederzetting en de locaties van haardkuilen/kuilhaarden binnen deze nederzetting, zoals ondermeer mag blijken uit Lanting & Van der Plicht (2000, 116): "*Die ingediepte haarden lijken namelijk speciale functies te hebben gehad. Mogelijk lagen ze dan ook niet binnen het gebied met een woon/werkfunctie, archeologisch herkenbaar als een vuursteenconcentratie, maar daarbuiten, of op zijn best aan de rand ervan.*" Het hoeft niet te worden gezegd dat dergelijke interpretatie aanzienlijke consequenties heeft met betrekking tot de datering van lithische concentraties, zoals ze bijvoorbeeld ook aanhalen in verband met de vindplaats Havelte-De Doeze (Lanting, Van der Plicht 2000, 141; zie ook Price *et alii* 1974; Price 1975). Hoewel we op deze plaats niet dieper zullen ingaan op deze problematiek, is het in dit verband toch interessant even de aandacht te vestigen op Niekus' (2008, 2009) verwijzing naar de temporele relatie tussen radiometrische dateringen (voornamelijk op houtskool uit grondsporen) en vondstcategorieën van de vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 in z'n recente onderzoek naar een veronderstelde (morfologische) evolutie van trapezia in Noord-Nederland doorheen het laatmesolithicum tot en met het middenneolithicum. Voor dit onderzoek kwamen slechts vier (deels)

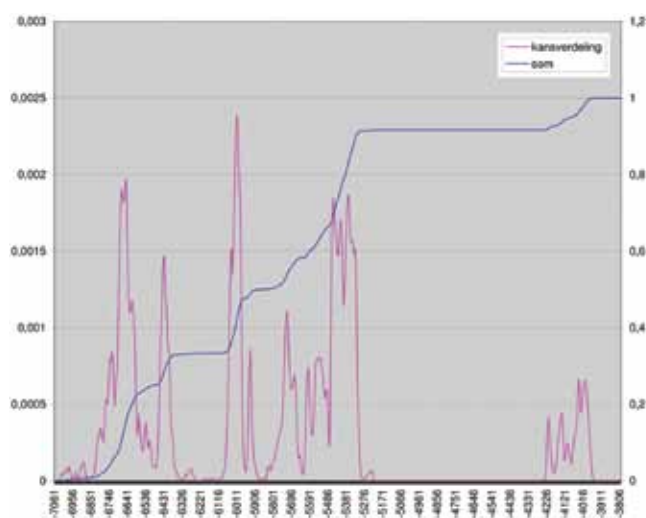


fig. 151 *Sum probability curve* van de hazelnootdateringen (onderzoek M. Van Strydonck, KIK).

opgegraven vindplaatsen in aanmerking⁵⁹ “waarvan de gecalibreerde spreidingen [van de ¹⁴C-dateringen per vindplaats] relatief dicht bij elkaar liggen” (2008, 58) en die hij “ondanks het feit dat er enige overlap van dateringen tussen de verschillende vindplaatsen aanwezig is [...] wel als afzonderlijke chronologische fasen” (2008, 58) beschouwt. Zijn betoog is ondermeer gebaseerd op de 33 (toen voor hem) beschikbare dateringen van Leeuwarden-Hempens/N31⁶⁰ die hij (2009, 243) gebruikt om de bewoning van de vindplaats te plaatsen tussen ca. 8200 en 6400 BP, met als belangrijke, maar weinig onderbouwde, nuance dat “the main occupation seems to have taken place during the earlier part of this time frame (ca. 8200 and 7500 BP)” of zoals hij (2008, 58) het eerder verwoordde: “het grootste deel van de dateringen [...] valt [tussen] ca. 8000-7100BP”. In het eerste geval (ca. 8200-7500 BP) negeert hij daarmee de (jongere) vier van de vijf toen gekende hazelnootdateringen, in het tweede geval (8000-7100 BP) twee. Verder is z'n betoog ook gebaseerd op de evenmin duidelijk aangetoonde veronderstelling “that the dated phenomena (mainly hearth-pits) and trapezes do not represent two entirely different episodes, and that trapezes were indeed used during these time-frames” (2009, 244). Interessant in dit opzicht is de ruimtelijke relatie tussen de grondsporen, de gedateerde hazelnoten en de trapezia. Een groot deel van de trapezia in de vuursteencluster in het zuidelijke deel van de opgraafput, net ten zuiden van de dichte concentratie aan grondsporen, valt ruimtelijk samen met vier hazelnootdateringen waarvan er drie jonger zijn dan de houtskooldateringen en buiten de door Niekus vermelde grenzen van de “main occupation” vallen. Met andere woorden, de door Niekus gemaakte veronderstellingen dienen vooralsnog onder voorbehoud te worden geplaatst. Voorts is het eveneens interessant te wijzen op de actuele discussies omtrent het verschijnen van trapezia in Noord-Europa (zie o.a. Bokelmann 1999; Fischer 1994; Gehlen 2004; Hartz 2009), een fenomeen dat Bokelmann en Fischer (pas) rond 6200/6100 cal. BC plaatsen terwijl Hartz zowel de aanvang van de Kongemose cultuur als het verschijnen van brede trapezia in Schleswig-Holstein (Noord-Duitsland) (vermoedelijk!) rond 6700 cal BC plaatst. Overigens is die Kongemose cultuur een zeer slecht gekende periode in dit gebied.

De ruimtelijke verspreiding van de hazelnoot- en houtskooldateringen laat zich overigens helemaal niet eenvoudig interpreteren. In het horizontale vlak zijn clusters van oudere of jongere grondsporen nauwelijks of niet van elkaar te onderscheiden, en ook bij de hazelnootdateringen ont-

breekt een eenduidige clustering. De chronologisch overlappende hazelnootdateringen KIA-30636 (7125 ± 40 BP) en KIA-30629 (7145 ± 40 BP), de eerder vermelde ‘cluster’ 2, situeren zich in het noordwestelijke deel van het opgravingsvlak. De jongere hazelnootdateringen bevinden zich in de zuidoostelijke helft van het (grote) opgraafvlak, ten zuiden van het dwarstransect (WP^{en} 13 en 14). De jongste uitschieter (KIA-35552, 5245 ± 40 BP), met een hiaat van ca. 1000 jaar t.ov. de op één na jongste datering, ligt in de kleinere zuidwestelijke put (WP 15), waar ondermeer op basis van een (door ons niet weerhouden) datering op houtskool uit het veen (GrN-28979, 4390 ± 45 BP) en enkele vondsten door Hielkema (2006, 219-225) een neolithische bewoningsfase werd onderscheiden. Ook in het verticale vlak is er noch voor de hazelnoot- noch voor de houtskooldateringen een directe relatie waar te nemen tussen de ouderdom en de diepteligging van het monster, een indicatie dat de verticale verspreiding van het materiaal, vooral in het geval van de hazelnoten, (deels?) in verband te brengen is met (post-depositionele?) biogene factoren.

7.5.4.2.5 Het Noord-Nederlandse radiometrische kader

Lanting & Van der Plicht (2000) geven een recente evaluatie van het radiometrische bestand voor het Nederlandse mesolithicum. Het huidige dateringskader voor het Nederlandse mesolithicum is in verscheidene opzichten problematisch, zoals recent ondermeer ook door Verhart & Arts (2005, 237) onder de aandacht werd gebracht, verwijzend naar een aantal problematische aspecten waarop in de inleiding van dit hoofdstuk ook reeds kort werd gealludeerd: “De slechte conservering en het probleem van het meervoudige gebruik van een terrein zijn de belangrijkste redenen dat ook de chronologie van het Mesolithicum al lang een probleem is. Hoewel we over steeds meer ¹⁴C-dateringen beschikken, blijkt vaak dat de gedateerde monsters uit vindplaatsen in de open lucht zeer onbetrouwbaar zijn. [...] In het verleden zijn de meeste ¹⁴C-dateringen uitgevoerd op houtskool uit vuurhaarden. Al deze houtskool hoeft echter niet door menselijk handelen in de bodem terecht te zijn gekomen.” Ook recent nog wezen Crombé et alii (2009a, xxxii; 2009b, 95-112) er opnieuw op dat ook in (zand-)gebieden met deels gebioturbeerde, niet-gestratificeerde vindplaatsen, mits de toepassing van een correcte en goed doordachte onderzoeksstrategie, betrouwbare (typo/techno-)chronologische kaders kunnen worden opgebouwd, zoals bijvoorbeeld het huidige dateringsonderzoek in Zandig Vlaanderen duidelijk aantoonde. Voor het Nederlandse mesolithicum dateringskader zijn ook Verhart & Arts (2005, 237) overigens naar de toekomst toe hoopvol en zien ze nieuwe perspectieven door de toepassing van de AMS-methode en meer strategische keuzes voor dateerbaar materiaal waarvan de associatie met het te dateren archeologische verschijnsel minder dubieus is dan vandaag het geval is. Ze besluiten in dit verband dat “het mogelijk is [in] de komende

59 Naast Hempens/N31 maakt hij gebruik van Bergumermeer S-64B, Almere-Hoge Vaart/A27 en Swifterbant (S2, S3, S4 en S51).

60 Waarvan 27 op houtskool uit grondsporen en, volgens Niekus (2009, 243) zes op verkoelde hazelnootfragmenten. In de publicaties waar hij naar verwijst zijn slechts vijf hazelnootdateringen beschikbaar.

jaren, in combinatie met ruimtelijke analyse van nederzettingsterreinen, meer grip te krijgen op de chronologie”.

Voor het Noord-Nederlandse Mesolithicum⁶¹ zijn een groot aantal ¹⁴C-dateringen beschikbaar. De belangrijkste (tot ca. 2005/6) zijn opgenomen in de overzichtsartikels van Lanting & van der Plicht (2000) en Niekus (2006), die voortbouwde op het werk van Lanting & van der Plicht⁶². Na een onderzoek van betrouwbaarheid van dateringen werden door Niekus 426 dateringen, afkomstig van 100 vindplaatsen, weerhouden (Niekus 2006, 49-50). Criteria voor het verwerpen van (≥ 139) dateringen waren de twijfelachtige associatie tussen het monster en de te dateren gebeurtenis (verspreid houtskool, houtskool uit recentere contexten, hout/bot/gewei zonder overtuigende bewerkingsporen, enz.), een onzekere en/of natuurlijke context van het monster (moeilijk interpreteerbare en/of natuurlijke grondsporen, enz.), potentiële contaminatie, de aard en de *inbuilt age* van het monster en/of grote standaardafwijkingen. De overgrote meerderheid van deze dateringen werd uitgevoerd op houtskool afkomstig van grondsporen die (soms op twijfelachtige gronden en met weinig expliciete criteria?) werden geïnterpreteerd als haardkuil. Niekus (2006, 56) vermeldt (minstens) 2269 haardkuilen aangetroffen op 91 vindplaatsen. Voor 81 van deze vindplaatsen zijn dateringen beschikbaar⁶³, samen goed voor een databestand van 364 gedateerde haardkuilen⁶⁴. Op basis van de hierboven vermelde overzichtsartikelen telt (Noord-)Nederland momenteel 98 vindplaatsen die overeenkomstige dateringen in hetzelfde radiometrische tijds kader hebben opgeleverd met Leeuwarden-Hempens/N31; de selectie is beperkt tot dateringen tussen ca. 8400 en 5000 BP⁶⁵. Rekening houdend met bovenstaande criteria werden verschillende dateringen van een deel van deze vindplaatsen door deze onderzoekers

als onbetrouwbaar verworpen⁶⁶. Fig. 152 toont een vergelijking van de dateringen van Hempens/N31 met de curven die Niekus (2006, 57-63) geeft voor de chronologische spreiding van de beschikbare (en niet afgekeurde) dateringen in (Noord-)Nederland. In de onderste grafiek van deze figuur zijn de (364) dateringen van haardkuilen en oppervlaktehaarden opgenomen, die op één na allemaal werden uitgevoerd op houtskool. De houtskooldateringen van Hempens bevinden zich in de piek rond de overgang Boreaal/Atlanticum en de daarop volgende afname in dateringen gedurende het vroege Atlanticum (tot ca. 6700 BP). Ondanks het (tot 2005/6) beperkte aantal uitgevoerde dateringen op verkoolde hazelnootdoppen in (Noord-)Nederland (N = 17) is de meerderheid ervan, op drie na, ouder dan de Hempens dateringen (fig. 153 boven). De twee geïsoleerde, maar met Hempens overlappende, jongere dateringen uit Niekus' grafiek zijn afkomstig uit de nabijgelegen vindplaats De Leijen (GrN-5768: 6795 \pm 70 BP en GrN-685: 6960 \pm 140 BP). Lanting & van der Plicht (2000, 138) melden hierover dat monster GrN-685, dat een zuur-loog-zuur voorbehandeling heeft ondergaan, afkomstig is uit de opgraving die Bohmers daar in 1956 uitvoerde. Het tweede monster (GrN-5768), waarvan de datering waarschijnlijk te jong is vanwege de onvoldoende voorbehandeling, werd in 1969 ingediend uit de collectie van Siebinga (die er opgravingen verrichtte tussen 1938 en 1940) in de veronderstelling dat het monster afkomstig was uit een graf van de Enkelgrafcultuur bij Egbertsgaasten. Volgens Lanting & van der Plicht maakt het resultaat ervan echter waarschijnlijk dat het monster uit de opgravingen bij de Leijen afkomstig waren.

7.5.4.2.6 Radiometrische datering van grondsporen met houtskool

Haardkuilen worden beschouwd als een typisch fenomeen voor het Noord-Nederlandse mesolithicum (o.a. Groenendijk 1987; 1997; Lanting, van der Plicht 1997/8; Peeters, Niekus 2005), maar komen daarnaast ook voor in andere gebieden, zij het vaak in kleinere aantallen (Crombé *et alii* 1999, 63)⁶⁷. Op tientallen vindplaatsen worden ze vaak in grote clusters

61 De provincies Friesland, Groningen, Drenthe, Flevoland, Gelderland, Noord-Holland, Zuid-Holland, Overijssel en Utrecht.

62 In het kader van deze publicatie is het vergelijkende radiometrische onderzoek beperkt tot de gegevens die in deze beide overzichtsartikelen worden vermeld. Recentere bronnen, indien beschikbaar, werden nauwelijks geraadpleegd. De meest recente overzichten (in de vorm van twee sum probability plots), met enkele aanvullende dateringen ten opzichte van het artikel van Niekus (2006) en fundamenteel ongewijzigde inzichten, zijn opgenomen in Raemaekers & Niekus (2009, 716-719).

63 Op elf van deze sites, samen goed voor 17 gedateerde haardkuilen, kon Niekus het precieze aantal haardkuilen niet vaststellen.

64 Eén ervan, uit Zutphen, werd aan de hand van een verkoolde hazelnootschelp gedateerd, de andere dateringen werden uitgevoerd op houtskool. Eenenvertig van deze haardkuilen, uit Almere-Hoge Vaart N27 zijn in feite shallow hearth-pits or surface hearths (Niekus 2006, 58).

65 Groningen: N=24, Friesland: N=23 (exclusief Hempens), Overijssel: N=20, Drenthe: N=14, Flevoland: N=10, Gelderland: N=7.

66 Voor Drenthe ondermeer Havelte-De Doeze I (deels), Donderen, Emmen, Havelte-Holtingerzand, Vledder en Weeringe; voor Flevoland ondermeer Almere-Hout Zwaanpad (deels) en Urk-E4 (deels); voor Friesland ondermeer Haule II en Tietjerk Lytse Geast I, voor Gelderland ondermeer Ede-Rietkampen, Wychen-Het Vormer en Zutphen; voor Groningen ondermeer Leek-Mensumaweg, Leek-Mensumagweg IV, Leek-Mensumaweg (Tolbeter Petten) V, Scheemda Sa-18 (Scheemderzwaag-Medemertol)(deels), Slochteren-Hooilandspolder (deels) en Woudbloem WB-1 en voor Overijssel ondermeer Beerzer Belten II, Mariënberg (1 datering), Luttenberg en Markelo-Friezenberg.

67 Crombé *et alii* (1999, 63) zien een mogelijk verband tussen deze schijnbare schaarste van dergelijke sporen in andere gebieden en de opgravingsmethode.

aangetroffen⁶⁸. Helaas is gedetailleerde informatie omtrent hun morfologie, soortensamenstelling, datering, relatie tot andere resten, enz. tot dusver zelden gepubliceerd, waardoor in het kader van dit syntheserapport afgezien wordt van een gedetailleerde intersite vergelijking. In dit verband kan gewezen worden op Arts' (1989, 299) niet onbelangrijke opmerking dat "pits in excavated sites from which radiocarbon samples were taken are not necessarily fire-places used by the prehistoric inhabitants, but may be the remnants of natural fires." Enkele vermeldenswaardige uitzonderingen met informatie over soortensamenstelling en dateringen van grondsporen met houtskool zijn het onderzoek dat sinds begin jaren '80 door Groenendijk werd uitgevoerd in de Hunzevlakte, Westerwolde en Duurswold (Groenendijk 1986a; 1986b; 1987; 2003; 2004; Groenendijk, Smit 1985; 1992), de uitgebreide onderzoeken te Verrebroek-Dok en Doel-Deurganckdok (Bastiaens *et alii* 2005; van Strydonck, Crombé 2005) en de onderzoeken te Almere-Hoge Vaart/A57 (Hogestijn, Peeters 2001), Mariënberg (Verlinde, Newell 2006) en Leek-AZC Blinksloot (de Wit 2001; Niekus 2006, 85-86). Tab. 73 geeft een algemeen overzicht van de soortensamenstelling van de gedateerde grondsporen uit Hempens, gerangschikt volgens ouderdom. Uit deze tabel blijkt dat er geen eenduidig verband bestaat tussen de soortensamenstelling van de grondsporen en de ouderdom van de gedateerde monsters. Wel lijkt er een trend te zijn dat oudere grondsporen een minder rijk gevarieerde soortensamenstelling (voornamelijk *Pinus*, al dan niet samen met *Quercus* en/of *Alnus*) hebben dan jongere grondsporen (naast *Pinus* en *Quercus* ook aanwezigheid van *Alnus*, *Salix* en/of *Betula*). In fig. 153 worden alle dateringen uitgevoerd op houtskool van *Pinus* vergeleken met alle dateringen op *Quercus* (onderzoek M. Van Strydonck). Hieruit blijkt duidelijk dat *Pinus*-dateringen als geheel ouder uitvallen dan *Quercus*-dateringen. Opvallend is de aanwezigheid van slechts één *Pinus*-datering in de jongere serie (GrN-30632). Vermoedelijk kan deze schijnbare verschuiving *Pinus/Quercus* in verband worden gebracht met de evolutie van de vegetatie van overwegend naaldbossen tijdens het Boreaal naar gemengde loofbossen tijdens het Atlanticum. Samengevat kan gesteld worden dat de dateringen uitgevoerd op *Pinus* (N = 11?), quasi allemaal afkomstig uit grondsporen met een beperkte soortensamenstelling (*Pinus* of *Pinus/Quercus*, eventueel met *Alnus*), over het algemeen genomen oudere waarden opleveren dan de daterin-

68 De voornaamste voorbeelden in Groningen zijn: Nieuwe Pekela-3, Stadskanaal-1, Leek-AZC Blinksloot en Groningen-Academisch Ziekenhuisterrein. In Overijssel: Mariënberg-Schaapskooi, Zwolle-Oude Deventerstraatweg, Zwolle-Ittersumallee, Weerselo-Gammelke en Dalfsen-Welsum. In Drenthe: Borger, Drouwenezand-I en Nieuw Schoonebeek. In Flevoland: Almere-Hoge Vaart/A27 en Urk-E4 Domeinesweg. In Friesland: Rotsterhaule, Haule-I en Duurswoude-III. In Gelderland: Ede-Maanderbuurt. Voorbeelden uit Vlaanderen zijn Verrebroek-Dok en Doel-Deurganckdok.

gen uitgevoerd op *Quercus* (N = 10?), *Alnus* (N = 1) en *Salix* (N = 1), uit grondsporen met variabele soortensamenstelling.

Twee grondsporen, geregistreerd tijdens de IVO, werden (onbewust) tweemaal gedateerd. De resultaten zijn weer-

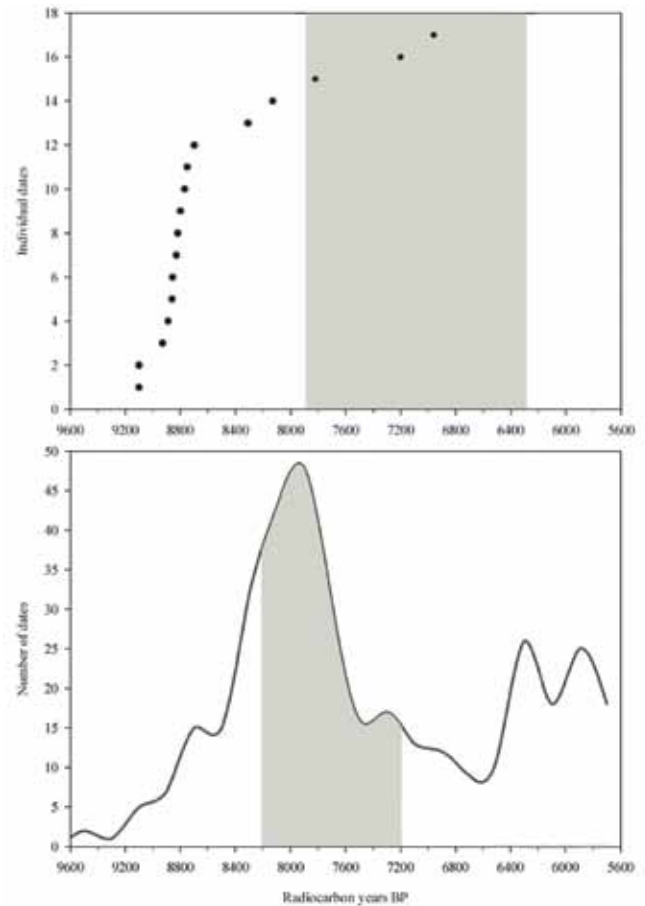


fig. 152 Vergelijking van de radiometrische dateringen uit Hempens/N31 (grijze zones) met de curves van de chronologische verspreiding van (17) hazelnootdateringen (boven) en (364) dateringen uit haardkuilen en oppervlaktehaarden (onder), op basis van Niekus 2005/2006.

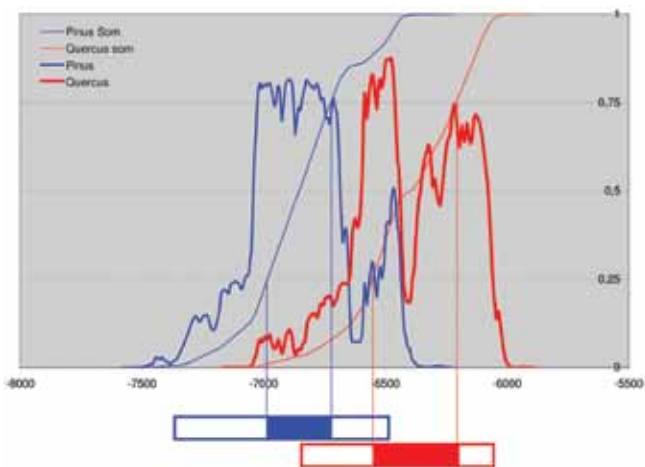
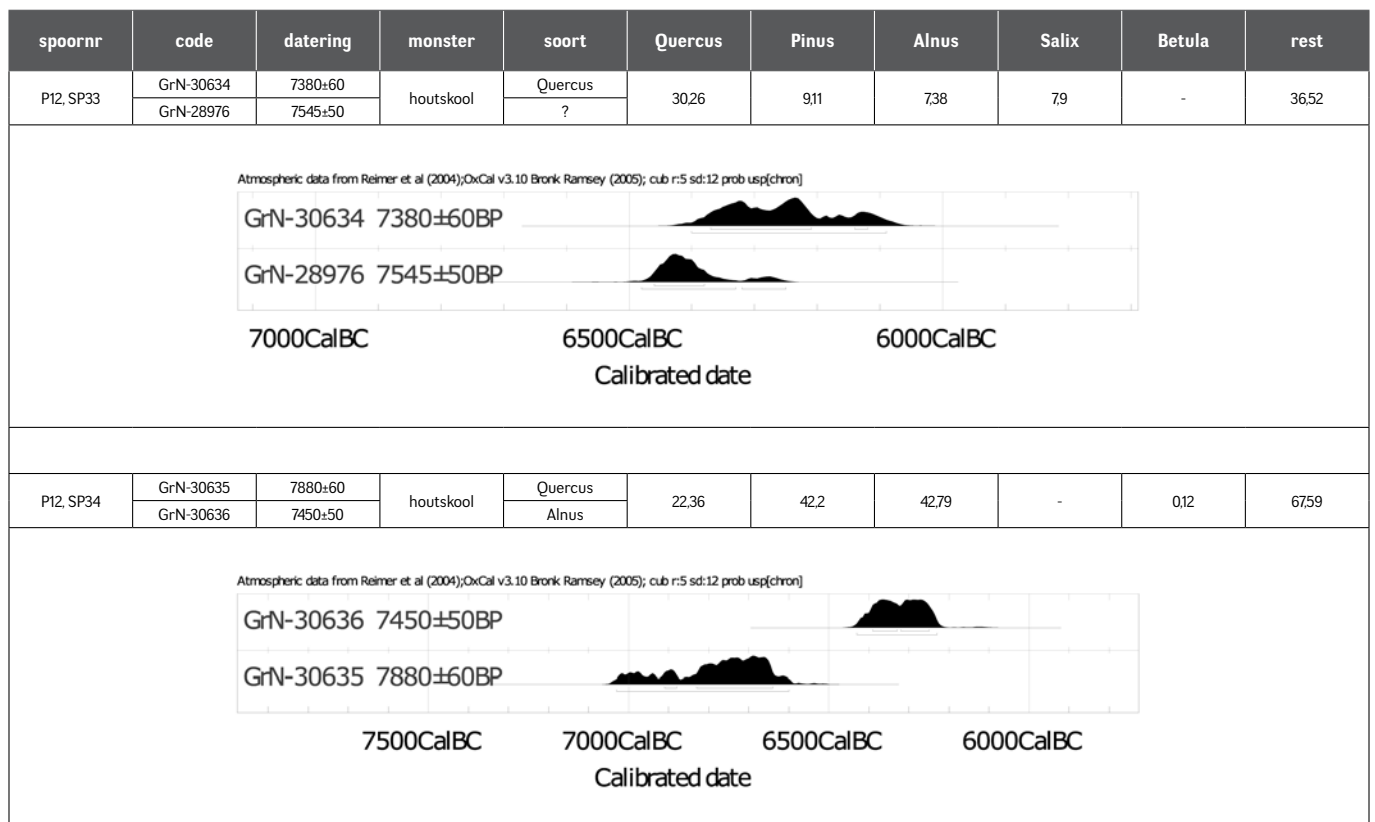


fig. 153 Vergelijking van de spreiding van de dateringen uitgevoerd op *Pinus* en op *Quercus* (onderzoek M. Van Strydonck, KIK).

code	datering (BP)	monster	soort	Quercus	Pinus	Alnus	Salix	Betula	rest	opmerkingen
GrN-30631	7250±50	houtskool	<i>Quercus</i>	x	x				x	slechts deels opgegraven
KIA-30343	7320±40	houtskool	<i>Quercus</i>	x						
GrN-30634	7380±60	houtskool	<i>Quercus</i>	x	x	x	x		x	
KIA-30336	7425±40	houtskool	<i>Quercus</i>	x						
GrN-30636	7450±50	houtskool	<i>Alnus</i>	x	x	x		x	x	
GrN-30639	7490±90	houtskool	?	x	x				x	
GrN-28976	7545±50	houtskool	?	x	x	x	x		x	
GrN-30629	7620±60	houtskool	<i>Quercus</i>	x	x	x			x	slechts deels opgegraven
GrN-30632	7640±60	houtskool	<i>Pinus</i>	x	x				x	
GrN-30633	7700±60	houtskool	<i>Quercus</i>	x	x				x	slechts deels opgegraven
UTC-14498	7720±50	houtskool	?	x	x				x	
GrN-30630	7720±60	houtskool	<i>Quercus</i>	x		x			x	volledig opgegraven?
GrN-30644	7740±50	houtskool	<i>Quercus?</i>	x					x	slechts deels opgegraven
UtC-14499	7758±47	houtskool	?	x	x			x	x	
KIA-30341	7820±40	houtskool	<i>Salix</i>	x		x	x	x		Alnus/Betula samengenomen
GrN-30645	7800±70	houtskool	<i>Quercus?</i>	x					x	
KIA-30342	7895±40	houtskool	<i>Pinus</i>		x					
GrN-30635	7880±60	houtskool	<i>Quercus</i>	x	x	x		x	x	
GrN-30643	7890±50	houtskool	<i>Pinus?</i>	x	x	x			x	
GrN-30640	7920±50	houtskool	<i>Pinus?</i>	x	x				x	
GrN-30642	7950±60	houtskool	<i>Pinus?</i>		x				x	
UtC-14500	7963±50	houtskool	<i>Pinus?</i>		x				x	
UtC-13068	7978±39	houtskool	<i>Pinus?</i>		x				x	
GrN-30646	7920±100	houtskool	<i>Pinus?</i>	x	x				x	
GrN-30641	7970±60	houtskool	<i>Pinus?</i>	x	x				x	
GrN-30638	7960±90	houtskool	<i>Pinus?</i>		x				x	slechts deels opgegraven
GrN-30637	8140±80	houtskool	<i>Pinus</i>		x	x			x	slechts deels opgegraven

tab. 73 Overzicht van de soortensamenstelling van de gedateerde grondsporen. De in kleur aangeduide dateringen behoren tot hetzelfde grondspoor. Een vraagteken na de soortnaam betekent dat de soort van het monster niet vermeld werd op de dateringsformulieren, maar met hoge mate van waarschijnlijkheid op basis van de soortensamenstelling van het grondspoor voor waarheid mag worden aangenomen.



tab. 74 Overzicht van de dubbel gedateerde grondsporen.

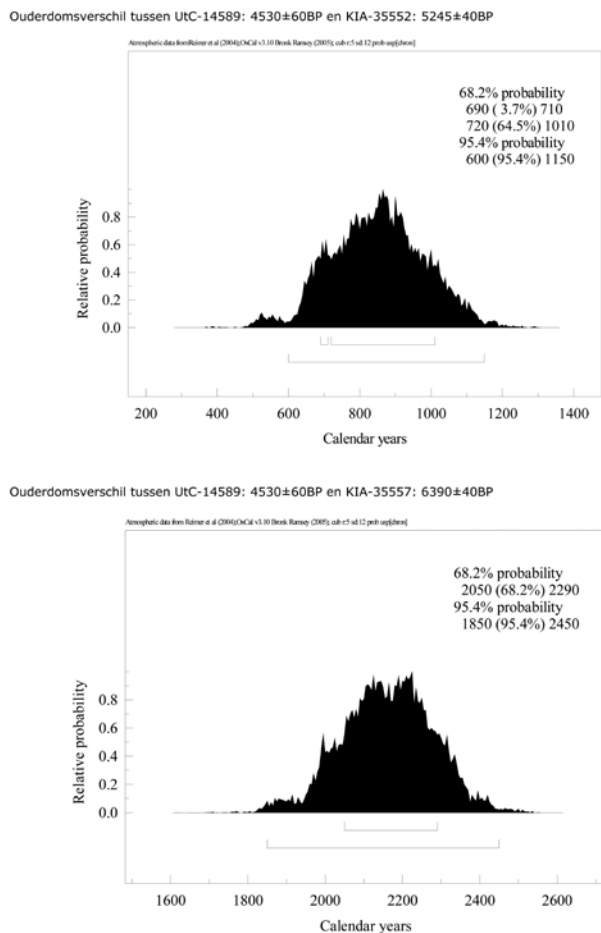


fig 154 Ouderdomsverschil tussen de jongste (boven) en op één na jongste (onder) (hazelnoot)dateringen en de aanvang van de veenvorming (onderzoek M. Van Strydonck, KIK).

gegeven in tab. 74. In het geval van 'haardkuil' 6 (P12, S33) lijken beide dateringen compatibel met elkaar te zijn. Voor datering GrN-30634 werd door Niekus een monster van twee verschillende vondstnummers ingediend, dus in dat geval is er zeker geen sprake van *single entity* datering. Voor de andere door dateringen (exclusief de KIA-dateringen) hebben we geen concrete informatie over de aard van het ingediende monster. Voor de KIA-dateringen werd gebruik gemaakt van individuele fragmenten van hazelnootschelpen of houtskool. In het geval van 'haardkuil' 7 (P12, S34) zijn beide dateringen duidelijk afwijkend van elkaar. Mogelijk ligt de verklaring hiervoor bij een 'oud hout' effect voor de *Quercus* datering⁶⁹ en/of mogelijke contaminatie. Op verschillende mesolithische vindplaatsen in Nederland en Vlaanderen zijn voor een aantal

grondsporen geïnterpreteerd als haardkuil eveneens twee dateringen op houtskool beschikbaar⁷⁰, net zoals in Hempens tweemaal het geval is. In sommige gevallen geven beide dateringen een (statistisch) gelijkaardig resultaat, en werd op basis hiervan een gewogen gemiddelde datering voor het grondspoor berekend. Geregeld wijken beide resultaten ook (statistisch) van elkaar af en is er dus een probleem. Verklaringen die worden aangehaald zijn ontoerijkende voorbehandeling van (één van) de monsters en/of het intrusieve karakter van het monster. Niekus (2006, 49) vermeldt dat in acht gevallen (Mariëberg-Schaapskooi, N = 5 en Groningen-Academisch Ziekenhuis-terrein, N = 3) dateringen werden uitgevoerd op verschillende houtsoorten van hetzelfde grondspoor: zesmaal betrof het de combinatie *Pinus/Quercus* en tweemaal de combinatie *Alnus/Quercus*. Vijfmaal is geen statistisch significant verschil merkbaar tussen beide dateringen; in twee gevallen blijkt *Pinus* een statistisch significant oudere datering op te leveren en hetzelfde geldt eenmaal voor *Alnus*. De oudere datering wordt in die gevallen verworpen. Hij komt tot de ver reikende en niet onbelangrijke overpeinzing dat "If these data are representative of the entire set of ¹⁴C-dated hearth-pits it means that nearly 40% of all charcoal dates may be erroneous, i.e. too old. Unfortunately, at present there is no possibility of correcting for this bias, unless all charcoal dates from hearth-pits are removed from analysis, which evidently is not an option."

7.5.4.2.7 Het radiometrische onderzoek en de relatie tussen prehistorische bewoning en veenvorming

Fig. 154 toont het hiaat tussen de jongste radiometrische indicaties voor prehistorische bewoning op de steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 en de aanvang van de veenvorming ter plaatse (onderzoek M. Van Strydonck). Rekening houdend met de jongste datering van een hazelnootfragment (KIA-35552: 5245 ± 40 BP) bedraagt het tijdsverschil, binnen de 95,4% probabiliteitsmarge, tussen 600 en 1150 gecalibreerde ¹⁴C-jaren. Indien deze jongste uitschieter wordt genegeerd en dezelfde oefening wordt uitgevoerd op de op één na jongste radiometrische datering (eveneens op een hazelnootfragment, KIA-35557: 6390 ± 40 BP) bedraagt het hiaat tussen de (meest recente?) bewoning en de aanvang van de veenvorming tussen 1850 en 2450 gecalibreerde ¹⁴C-jaren. Mogelijk ligt hier een (gedeeltelijke) verklaring voor het ontbreken van niet-verkoold mesolithisch organisch materiaal op de vindplaats.

69 Voor de meerderheid van de houtskooldateringen is niet bekend welk onderdeel van de boom (stam, wortel, twijg, enz.) werd gedateerd.

70 Het gaat ondermeer over de Vlaamse vindplaats Verrebroek-Dok 1 en de Nederlandse vindplaatsen Duurswoude-I, Haule-I, Hulshorst, Luiksgestel, Waubach, Groningen-Academisch Ziekenhuis-terrein, Grootegast-Niekerk ZWK III, Stadskanaal-1, Zwolle-Oude Deveneterstraatweg, Zutphen-Hout Zwaanpad en Mariëberg-Schaapskooi.

DEEL VIII ALGEMENE CONCLUSIES

8.1 Inleiding

In deze publicatie werden de voornaamste resultaten opgenomen van een eerste syntheseonderzoek van een lithische vindplaats. Het onderzoek werd uitgevoerd in het kader van een 'Malta'-gefinancierd archeologisch project waarvan het eerste terreinwerk ondertussen meer dan twaalf jaar geleden, in november 1998, van start ging. Het 'project Leeuwarden-Hempens/N31' vertrok vanuit een paleolandschappelijke en archeologische kartering en waardering, voornamelijk uitgevoerd met behulp van handboringen, van een deels door holocene sedimenten afgedekt gebied dat verstoord dreigde te worden naar aanleiding van de geplande en ondertussen volledig gerealiseerde uitbreidingswerkzaamheden van de rijksweg N31 tussen Hemrikse en Nijega (zie Deel III). Naast een bewaring *in situ* van verschillende archeologische vindplaatsen, resulteerden één waarderende en twee definitieve opgraafcampagnes, tussen april en november 2004 uitgevoerd door verschillende instellingen, in een gedeeltelijke bewaring *ex situ* van de door holocene sedimenten afgedekte, eponieme steentijdvindplaats met ongekende omvang (zie Deel IV). De vindplaats was geassocieerd met de top van een dekzandopduiking, afgedekt door veen- en kleis sedimenten. Als leidende opgraafstrategie werd gekozen voor de 'vakkenmethode' (eenheden: 50 x 50 x max. 10 cm, nat zeven over 3 mm), gecombineerd met handboringen.

Een belangrijke doelstelling van het syntheseonderzoek was het creëren van een algemeen kader om het potentieel van het opgegraven deel van de vindplaats verder te verkennen. Mede gezien de complexiteit van het onderzoekstraject werd een kritische analyse van het beschikbare databestand (zie Deel V) noodzakelijk geacht om bovenvermelde doelstelling te kunnen bereiken. Aanvankelijk werden de databestanden uit beide opgraafcampagnes afzonderlijk bestudeerd en gerapporteerd; in het kader van het syntheseonderzoek werden alle databestanden bij elkaar genomen, geëvalueerd en opnieuw bestudeerd en werd het ganse opgegraven deel van de vindplaats onderworpen aan een uitgebreid *intrasite* onderzoek gericht op de studie van de formatiegeschiedenis en interne ruimtelijke organisatie van de vindplaats en de relatie tussen bewoningshistoriek en lokale landschapsontwikkeling doorheen de tijd. Uit dit onderzoek bleek dat er belangrijke beperkingen verbonden zijn

aan het beschikbare databestand. Deze hadden ondermeer betrekking op de omvang, nauwkeurigheid, uniformiteit en interdisciplinariteit van het uitgevoerde onderzoek, gekoppeld aan het initiële verwachtingskader, de organisatie van het onderzoeksproces en de representativiteit van het opgegraven deel van de vindplaats. Ondanks deze beperkingen heeft het onderzoek bijgedragen aan de verdere uitbouw van een mesolithisch onderzoekskader in (Noord-)Nederland. In volgende hoofdstukken worden de voornaamste conclusies samengevat en wordt het potentieel voor verder onderzoek toegelicht.

8.2 Inzichten omtrent de landschappelijke ontwikkeling

8.2.1 Inleiding

Eén van de voornaamste doelstellingen van het aardwetenschappelijke onderzoeksluik was inzicht te verwerven in de lokale landschapsontwikkeling vóór, tijdens en na de steentijdbewoning. Aandacht ging daarbij uit naar landschapsvormende processen, vegetatieontwikkeling, geologische opbouw en bodemkundige ontwikkelingen. De meest recente en complete informatie over de lokale landschapsontwikkeling werd verkregen via terreinobservaties van profielontsluitingen, archeobotanisch onderzoek (pollen, verkoolde macroresten en houtskool), micromorfologische analyses en radiometrische data (OSL, ¹⁴C).

In een notendop kan de 'landschapsynthese' als volgt worden samengevat: in de tijdspanne tussen ca. 9500 en 2500 cal BC (Preboreaal - midden-Subborea) wordt de lokale landschapsontwikkeling gekenmerkt door haar dynamische karakter dat ondermeer samenhangt met de toenevende vernatting van het gebied. De paleotopografische reconstructie van de top van het lokale, pleistocene oppervlak (> 9500 cal BC) op basis van de boringen en profielopnames, evenals de afwezigheid van duidelijke indicatoren van verregaande erosie suggereren de aanwezigheid van een kleine, zandige opduiking van laatglaciale, eolische oorsprong (met een reliëfverschil van maximaal één meter). Bij aanvang van het holoceen (ca. 9500 cal BC) werd deze dekzandtopografie vastgelegd door vegetatie, aanvankelijk ver-

moedelijk beperkt tot grassen en enkele dennen, rond het begin van het Atlanticum (ca. 7000-6500 cal BC) gekenmerkt door de aanwezigheid van een gemengd loofbos, met dominantie van eik, in samenhang met de ontwikkeling en vervolgens degradatie van een moderpodzol/bruine bosbodem. De daaropvolgende vernatting leidde in de lagere, nattere delen in de directe omgeving van de vindplaats (tot ca. -4/5 meter NAP) rond de overgang van het Atlanticum naar het Subboreaal (ca. 3750 cal BC) tot het afsterven van het gemengde eikenbos en de ontwikkeling van een elzenbroekbos (een natte heide vegetatie), terwijl in de hogere delen door een sterk fluctuerende grondwatertafel een podzoleringsproces op gang kwam. Toenemende vernatting tijdens het Subboreaal leidde tussen ca. 3000 en 2700 cal BC, aanvankelijk in de lagere delen (ca. -3,70 meter NAP), tot de ontwikkeling en volledige afdekking van het zandlichaam door een broekveenpakket, dat vanaf ca. 2700 v. Chr. tot het einde van het Subboreaal overging in de vorming van rietveen, aanvankelijk onder mariene invloed (tot ca. 2500 cal BC). De details van deze 'landschapsynthese' worden in volgende paragrafen toegelicht.

8.2.2 Het geologische en bodemkundige onderzoek

Het geologische en bodemkundige onderzoek uitgevoerd door Vos (zie Hoofdstuk 6.3.) leidde tot een beschrijving en interpretatie van een algemeen litho- en chronostratigrafisch kader, inclusief bodemvormende processen. Het algemene lithostratigrafische kader bestaat uit een opeenvolging (van boven naar onder) van klei, veen, dekzand, keizand en keileem. De nadruk van het onderzoek was grotendeels beperkt tot de basis van het veen en de top van het dekzand. De aanvang van de veenontwikkeling lijkt op basis van radiometrisch en palynologisch onderzoek relatief goed in kaart gebracht te zijn en nauwelijks in tegenspraak met eerder verkregen inzichten uit de directe omgeving en/of algemene inzichten van de regionale grondwaterschommelingen en veenvorming. OSL-dateringen bevestigen een laatglaciale ouderdom van het dekzandlichaam ($12,5 \pm 0,5$ en $11,1 \pm 0,5$ ka) en daarnaast lokale verstoringen hiervan in jongere periodes, maar vóór en/of deels gelijktijdig met de aanvang van de veenvorming. Dergelijke verstoringen van de natuurlijke bodemopbouw worden ondersteund door de aanwezigheid van boomrestanten op het terrein en door observaties in het opgraafvlak en in de profielwanden. Vaak blijft hun precieze aard en omvang onduidelijk, evenals de ruimtelijke en temporele relatie met de prehistorische bewoning. Het lijkt erop dat grote delen van het opgegraven terrein gekenmerkt worden door de aanwezigheid van deze verstoringen, die vermoedelijk (voor een deel) in verband te brengen zijn met de toenemende vernatting van het gebied

doorheen het holoceen, en daarmee (deels) recenter lijken te zijn dan de prehistorische bewoning ter plaatse. Dit betekent dat ze een invloed kunnen hebben gehad op de ruimtelijke spreiding van het archeologische bestand. De moeilijke leesbaarheid en gebrekkige registratie van bodemsporen laten een verregerende analyse ervan niet toe, maar het is zeker niet uit te sluiten dat fenomenen die in het veld of in de basisrapporten als antropogeen spoor werden geïnterpreteerd (*i.e.* 'haardkuilen'), in verband dienen te worden gebracht met biogene fenomenen. De vier in detail bestudeerde diepere profielwanden, verspreid over verschillende delen van de opgraafput tonen een aanzienlijke variatie wat betreft de bodemvorming in de top van het zand en de basis van het veen, en suggereren een sterke variatie in en een complexe opeenvolging van bodemgenetische processen op het hoogste deel van het zandlichaam vooraleer een evenwichtige 'fossiele toestand' werd bereikt. Deze rijke variatie aan bodemprofielen en bodemkundige verschijnselen lijkt zich eveneens te manifesteren in de overige profielopnames. Vergelijking met het uitgebreide onderzoek op de afgedekte en eerder 'gefossiliseerde' steentijdvindplaats Almere-Hoge Vaart/A27 (Spek *et alii* 2001a, b) kan leiden tot de aanname dat de complexiteit van de bodemfenomenen te Hempens/N31 ons met het uitgevoerde onderzoek deels is ontgaan. Alles bij elkaar genomen werd volgend algemeen diachroon beeld verkregen over de lokale landschappelijke ontwikkeling: vorming van een dekzandtopografie tijdens het pleistoceen op de verweerde keileem door eolische processen; vastleggen van het dekzand door een vegetatie die aanvankelijk in het begin van het holoceen nog spaars was en door een opwarming van het klimaat bij aanvang van het Atlanticum evolueert tot een gemengd eikenbos, in samenhang met de vorming van een (bruine) bosbodem; vervolgens toenemende invloed van vernatting wat leidde tot het afsterven van het gemengde eikenbos en de ontwikkeling van een elzenbroekbos (aanvankelijk enkel op de lagere delen), evenals een podzoleringsproces, en vervolgens in het Subboreaal tot de ontwikkeling van veen, mogelijk deels met een mariene invloed. De relatie van deze sequentie tot de menselijke bewoning ter plaatse blijft grotendeels onduidelijk; radiometrisch onderzoek -dat met de nodige omzichtigheid dient te worden behandeld- in combinatie met interregionale vergelijkingen van de lithische assemblage suggereren (tenminste) een mesolithische bewoning ter plaatse op de overgang van het Boreaal naar het Atlanticum en/of in de eerste helft van het Atlanticum (*infra*).

8.2.3 Het micromorfologische onderzoek

De micromorfologische en archeobotanische onderzoeken hebben bijgedragen tot een meer gedetailleerde invulling van dit algemene beeld. Het micromorfologische onderzoek

(zie Hoofdstuk 6.3.) richtte zich met name deels op de reconstructie van bodemgenetische en -versturende processen, op het onderscheiden van bodemhorizonten, hun kenmerken en de omstandigheden waarin ze zijn gevormd, op de studie van natuurlijke verstoringen van bodemhorizonten en antropogene grondsporen en op de beschrijving en interpretatie van de ruimtelijke variatie in de aard en intensiteit van bodemverschijnselen. Exaltus kwam tot de conclusie dat de zandkop overwegend bestond uit matig fijn zand dat als dekzand is afgezet. Voorts leidde hij af dat oorspronkelijk op de zandkop een bos stond waaronder een bruine bosbodem tot ontwikkeling kwam (getuige de goed ontwikkelde humushuidjes onderin de bestudeerde monsters). Dit bos had sterk te lijden onder toenemende vernatting (getuige ondermeer de inspoelingslaagjes in boomkuilen). Vernatting en verzuring leidde vervolgens tot een degradatie van de bruine bosbodem, podzolering en de vorming van vervloeiende humushuidjes (boven de in een bruine bosbodem gevormde huidjes). Het beperkte eveneens de biologische activiteit in de bodem. Afbraak vond voornamelijk plaats door bacteriële processen en schimmelgroei. Door de toenemende vernatting werd het bosrestant op de zandkop omringd door een natte heidevegetatie, die aan de westzijde van de zandkop in brand zou hebben gestaan (getuige een *in situ* verbrande laag). Verder suggereert hij dat het zandlichaam *door antropogene activiteiten* (grotendeels) ontdaan raakte van vegetatie waardoor met name aan de oost- en noordzijde van de zandkop zand afspoelde (getuige de talrijke afspoelingslaagjes) en waardoor na de grootschalige houtskoolvorming overal zand werd herafgezet (getuige de aanwezigheid van relatief houtskoolarm zand boven houtskoolrijk zand, *contra* de OSL-resultaten). Dit herafgezette zand werd vervolgens incidenteel betreden (\sim opnieuw *antropogene beïnvloeding*). In de periode waarop veenvorming plaatsvond op ca. -3,04 meter NAP zakte de grondwaterspiegel gedurende de zomer nog voldoende, ondanks de voortgaande vernatting, om inspoeling van humus- en houtskoolstof toe te laten, wat plaatselijk kan geleid hebben tot het vervagen van grondsporen. Op dit niveau werd in het noordoosten van de opgraafput een *in situ* verbrande veenlaag aangetroffen. Aan de oostzijde van de zandkop is vanuit open water kalkhoudend sediment (silt en klei) afgezet onder dekzand en veen. Het is niet met zekerheid te zeggen of deze afzetting plaatsvond voorafgaand aan de veenvorming; het kan ook gaan om materiaal dat is afgezet onder een losgewrikte wortelkluit van een (door vernatting) afgestorven boom. Ten slotte blijkt dat de vulling van de twee bestudeerde grondsporen (geïnterpreteerd als haardkuilen) vermoedelijk aan weersomstandigheden (neerslag) bloot stond en waarschijnlijk onder invloed hiervan tot stand is gekomen (getuige slemplaagjes in de vulling van de grondsporen).

8.2.4 Het archeobotanische onderzoek

Het archeobotanische onderzoek, en dan voornamelijk de studie van pollen (zie Hoofdstuk 7.4.), leverde eveneens informatie op met betrekking tot de landschapsreconstructie. Het pollenonderzoek was primair gericht op de overgang van het zand naar het veen en werd door D. van Smeerdijk uitgevoerd op 15 submonsters afkomstig uit zes pollenmonsterbakken verspreid over het terrein. Op basis van dit onderzoek, en in combinatie met verschillende radiometrische dateringen, kon de aanvang van de veenvorming vrij nauwkeurig in kaart worden gebracht en werden uitspraken gedaan over de lokale grondwaterstijging. Indien wordt aangenomen dat veengroei heeft plaatsgevonden bij een grondwaterstand om en nabij het maaiveld, suggereren de beschikbare ^{14}C -dateringen dat de eerste veengroei lijkt plaats te vinden vanaf omstreeks 4390 BP op een diepte van -3,70 meter NAP. Rond 4200 BP stond het grondwater al rond een diepte van -2,78 meter NAP. Een voorzichtige conclusie was dat het grondwaterpeil in een tijdspanne van ongeveer 190 jaar bijna een meter was gestegen, of bijna 50 centimeter per eeuw. Het reliëf van de dekzandrug en antropogene activiteiten die resulteren in een lagere verdamping zijn factoren die een rol kunnen hebben gespeeld in de grondwaterstijging en veengroei. Voorts werd een genuanceerder beeld verkregen van de vegetatie op en nabij de zandrug, zonder dat hieraan expliciet dateringen werden vastgekoppeld. Het gemengde loofbos waarvan eerder sprake was niet volledig gesloten en werd gedomineerd door eik, maar daarnaast kwamen ook berk, hazelaar, linde, zomerlinde en mogelijk iep voor. Struiken zoals de gelderse roos, hulst, lijsterbes en hazelaar suggereren de aanwezigheid van een ijlere boomvegetatie. Opmerkelijk was de aanwezigheid van *taxus* in de pollenmonsters (voornamelijk in de lager gelegen monsters), in overeenstemming met houtvondsten op het terrein. Voorts werd ook den aangetroffen. Op de natte locaties buiten de dekzandrug ontwikkelde zich een elzenbos, mogelijk met de aanwezigheid van wilg. Ook werden indicaties aangetroffen voor een bosvegetatie met opener karakter, inclusief dennen, berken, hazelaar, grassen en aderlaarsvaren. Een laatste bevinding was de mariene invloed, vermoedelijk tijdens het begin van de veenvorming, die werd gesuggereerd op basis van de aanwezigheid van diverse zoutwaterindicatoren (lamsoor/engels gras, ganzenvoetfamilie) in verschillende monsters. Ook het micromorfologische onderzoek uit dezelfde en nabijgelegen pollenmonsters heeft indicaties opgeleverd voor een beïnvloeding vanuit open water vóór of tijdens de veenvorming (*i.e.* afzettingslaagjes van kalkhoudende sedimenten onder dekzand en veen, *supra*).

8.3 Inzichten omtrent menselijke activiteiten (in relatie tot de landschappelijke ontwikkeling)

8.3.1 Inleiding

Onze kennis omtrent de precieze aard van de menselijke activiteiten op deze locatie, en daarmee ook de relatie tot de (paleo)landschappelijke ontwikkeling, blijft ondanks alle geleverde inspanningen ontoereikend en wordt geplaagd door tal van problemen omtrent representativiteit, observatieschaal, nauwkeurigheid van registraties, beperkte studies, enz.

De formatie van de strata waarmee de archeologische resten zijn geassocieerd (*i.e.* sedimentatie van het dekzand, veenvorming) en waarbinnen de prehistorische bewoning dient te worden gesitueerd bieden een eerste, algemeen kader. OSL-bepalingen hebben aangetoond dat de top van het dekzand een laatglaciale oorsprong heeft en dat hierin nadien lokaal verstoringen van biogene en/of antropogene aard zijn opgetreden. In zoverre vergelijking met de bodemkundige bevindingen uit het onderzoek op en rond de zandrug van de vindplaats Almere-Hoge Vaart/A27 (Spek *et alii* 2001a, b) mogelijk is, kan worden aangenomen dat de sterke variatie binnen en tussen de afzonderlijke profielwanden te Hempens/N31 (deels weerspiegelingen (kunnen) zijn van verschillende fasen van bodemvorming (*i.e.* meervoudige paleosols of diachroon gefossiliseerde, polygenetische bodemprofielen gekenmerkt door meerdere ontwikkelingsfasen), ontstaan onder sterk veranderende omstandigheden. De enorme variatie binnen dit algemene lithostratigrafische kader is van belang voor een ruimtelijke analyse van de archeologische vindplaats. In de keileem werden sporen van cryoturbate processen waargenomen. Het afdekkende veen is heterogeen van samenstelling en gevormd onder diverse omstandigheden. In de top van het dekzand werden verschillende processen van bodemvorming en -degradatie aangetoond. In overeenstemming met de regionale curves voor relatieve zeespiegelstijging (Kiden, Vos 2005, 27) en vernatting van het gebied, heeft het onderzoek in Hempens voorts aangetoond dat de aanvang van de veenvorming in de lagere delen van het zandlichaam en de volledige afdekking van de hogere delen ervan geplaatst dient te worden in het midden-Subboreaal (ca. 4400-4200 BP). Binnen dit algemene kader en rekening houdend met de huidige kennis over prehistorische bewoning in het gebied (Niekus, Stapert 2005; Stapert 2005; Peeters, Niekus 2005; Raemaekers 2005) konden restanten van laatpaleolithische tot en met vroeg laatneolithische activiteiten worden verwacht.

Binnen deze natuurlijke stratificatie is het opgegraven deel van de 'lithische vindplaats' Hempens/N31 opgebouwd uit verschillende, deels artificieel tot stand gekomen 'assembla-

ges' van *mobilia* (lithisch materiaal, aardewerk, houtskool, verbrand bot en verkoold organisch materiaal) en grondsporen (bodemverkleuringen; verstoringen van de natuurlijke bodemopbouw), beiden met zekerheid geassocieerd met het bovenste, dynamische deel van het afgedekte dekzandpakket, en mogelijk eveneens met de basis van of tenminste de overgangszone met een afdekkend, en zelf uiteindelijk door klei afgedekt, heterogeen veenpakket. Shott (2010, 887), die de aandacht vestigt op de complexiteit van de formatie van archeologische assemblages, definieert assemblages als "*all objects discarded and preserved in what archaeologists call "strata" or "sites"*" en vult aan met een aantal essentiële opmerkingen die eveneens van toepassing zijn op het artificieële karakter van de assemblages van de vindplaats Hempens/N31: "*Either deliberately or by circumstance, we often recover only part of a deposit's entire assemblage. Incomplete recovery and resulting sample errors can influence assemblage properties and hence interpretations. [...] In stratified deposits, vertical boundaries define assemblages as though natural limits give legitimacy naturally. But boundaries may be as apparent as real; the distribution of tools across strata depends on the changing relationship between pace of geological and archaeological deposition. [...] Many assemblages lack natural boundaries, so archaeologists draw them, using spatial distribution or other criteria. Always, however, we draw boundaries, a practice so fundamental as not to bear serious thought. Yet, against fixed boundaries, archaeologists might define assemblages at different scales and examine how their properties vary with scale*". Essentieel is de vraag naar de formatiegeschiedenis en homogeniteit van een assemblage, en daarmee een zoektocht naar geschikte observatieschalen: "*The sets of artifacts that we define as assemblages often accumulated in many visits to a place, not one, or over very long periods, by groups of varying size, nature and purpose whose tool-using activity varied among visits. [...] assemblage composition is not a fixed quantity reflecting the "type" of occupation of places but, rather, a continuous variable that registers past activity and formation processes. Assemblage properties are not fixed but scale dependent ...*" (Shott 2010, 888, 889).

De lithische assemblage (zie Hoofdstukken 7.2. en 7.3.) bestaat uit ca. 75.500 stuks vuursteen die grotendeels werden opgevangen op een zeef met maaswijdte van ca. 3 millimeter en waarvan het overgrote deel onmiskenbaar sporen vertoont van antropogeen gebruik en/of bewerking. Daarnaast werd een ruime hoeveelheid lithisch materiaal aangetroffen uit andere steensoorten, waarop eveneens (potentiële) indicaties voor gebruik en/of modificatie ten gevolge van antropogene activiteiten werden aangetroffen (*i.e.* sporen van impact, verbranding en/of fragmentatie). Voorts werden enkele scherfjes aardewerk gerecupereerd; een deel ervan kan zonder de minste twijfel als intrusief worden beschouwd en is vermoedelijk gerelateerd aan het gedurende langere tijd

openliggen van de boorgaten en/of het opgraafteerein tijdens en tussen de verschillende fasen van het veldonderzoek; mogelijk is een aantal scherfjes van neolithische ouderdom (Hielkema 200, 49, 51, 71, 144, 148, 155, 220; Ufkes 158-159, 161-162); hun geringe afmetingen en extreme fragmentatie verhinderen echter een eenduidige toewijzing. Op dezelfde manier kunnen de enkele gerecupereerde, niet-verbrande botresten als intrusief materiaal worden beschouwd. In het zuidwestelijke deel van de opgraafput (werkput 15) werden enkele, nauwelijks nader determineerbare, verbrande botresten aangetroffen. Het organische materiaal in verkoolde toestand wordt voorts vertegenwoordigd door een ruime hoeveelheid houtskool, evenals een beperkte hoeveelheid fragmenten van verkoolde hazelnootschelpen en andere plantenresten. In tegenstelling tot de initiële verwachtingen gecreëerd op basis van het vooronderzoek, werden geen (prehistorische) onverkoolde botanische en/of faunaresten aangetroffen; hiervoor is de tijdsperiode tussen het verlaten van de mesolithische nederzetting en de vernatting te groot. De afwezigheid van onweerlegbare seizoenale indicatoren in samenhang met de complexiteit van de vindplaats, laten daarom niet toe gefundeerde antwoorden te formuleren op de vraag naar de seizoenaliteit van de bewoning(en). Ook de vraag naar het voedselpakket van de bewoners is weinig relevant voor deze vindplaats. Ondermeer naar analogie met andere mesolithische vindplaatsen wordt aangenomen dat het beperkte aantal verkoolde organische resten in de vorm van fragmenten van hazelnootschelpen en eikels in verband te brengen is met het voedselpakket van de bewoners. Voorts laat de slechte conservering van de vindplaats in termen van organische bewaring uitsluitend toe uitspraken te doen over mogelijke activiteiten waarin lithisch materiaal vertegenwoordigd is. In dit verband kan een gedetailleerd lithisch technologisch en functioneel onderzoek inzichten opleveren met betrekking tot processen van productie en gebruik van (lithische) artefacten. Verspreid over het ganse terrein werden diverse verstoringen van de natuurlijke bodemopbouw in de vorm van bodemverkleuringen in kaart gebracht, mogelijk deels te relateren aan antropogene activiteiten (*i.e.* kleine houtskoolbevattende grondsporen), met zekerheid deels te relateren met biogene activiteiten (zie Hoofdstuk 7.1.). De precieze aard en betekenis van de meerderheid van deze grondsporen blijft vooralsnog grotendeels onduidelijk, net als de temporele relatie tussen grondsporen onderling, *mobilier* onderling, tussen grondsporen en *mobilier* en tussen archeologische resten en pedogenetische fenomenen.

8.3.2 Conservering van de vindplaats

Naast een evaluatie van de stratigrafische integriteit spitste de studie naar de conservering van de vindplaats zich toe op het lithische materiaal (zie paragraaf 7.2.5.) en de grond-

sporen. Gesteld dat naast bewoningsresten uit het mesolithicum ook resten uit het neolithicum (*i.e.* 'dwarspijlen', aardewerk (?), driehoekige, bifaciaal bewerkte artefacten, ¹⁴C-datering, enz.) aanwezig zijn, heeft het onderzoek geen uitgesproken verschil in conservering van de archeologische resten uit verschillende perioden aangetoond. Noch voor de mesolithische bewoning, noch voor de neolithische bewoning werden onverkoolde organische resten aangetroffen. Microscopisch en macroscopisch onderzoek van het lithische materiaal suggereert weliswaar een variatie in de conservering van de afzonderlijke stukken, die voor een deel in verband kan worden gebracht met het uitgevoerde archeologische onderzoek (*i.e.* metaalglans, olieglans, enz.), maar als geheel genomen is de lithische inventaris relatief goed geconserveerd, in die mate dat sporen van productie en/of gebruik duidelijk herkenbaar zijn. Het ruimtelijke onderzoek van aantastingen op het lithische materiaal heeft geen duidelijke patronen aan het licht gebracht. Gedetailleerd onderzoek naar de conservering van bodemsporen is een nauwelijks haalbare oefening door de gebrekkige toestand van het databestand. Wel onmiskenbaar duidelijk is dat houtskoolbevattende bodemsporen over het algemeen pas zichtbaar werden op zekere diepte in het dekzand; een vaststelling die ook van toepassing is op gelijkaardige vindplaatsen. Mogelijk houdt dit verband met recentere bodemvormende processen. Een verband tussen de samenstelling, datering en zichtbaarheid van deze grondsporen is niet uit te sluiten (*i.e.* grondsporen met quasi uitsluitend houtskool van *Pinus*, die de oudste ¹⁴C-dateringen opleverden, lijken zich pas dieper in het dekzand en hoger op de dekzandrug te manifesteren).

8.3.3 De lithische assemblage

De lithische assemblage (ca. 75.500 stuks), voornamelijk vuursteen, werd tot dusver onderworpen aan verschillende analyses door verschillende onderzoekers. Naast een algemene (morfotypologische) inventarisatie van de volledige assemblage (zie paragraaf 7.2.6.) werd hierbij aandacht geschonken aan een attributenanalyse van de individuele artefacten (zie paragraaf 7.2.7.), een gericht *refit*onderzoek en twee afzonderlijke *microwear*onderzoeken (zie Hoofdstuk 7.3.). De verschillende onderzoeksbenaderingen werden op het niveau van de ganse assemblage met elkaar geconfronteerd en onderworpen aan een eerste, globale, ruimtelijke analyse. Wat tot dusver ontbreekt is een gerichte en dynamische technologische benadering, waarbij getracht wordt de lithische productieprocessen en bij uitbreiding de technologische organisatie(s) in kaart te brengen. Rekening houdend met de potentieel complexe formatiegeschiedenis van de assemblage is het noodzakelijk hiervoor de lithische assemblage op te delen in meer betekenisvolle eenheden;

het uitgevoerde grondstofonderzoek heeft in dit opzicht nauwelijks enige houvast geboden.

De algemene inventarisatie gaf inzicht in de rijke morfotypologische variatie die de lithische assemblage kenmerkt en heeft aangetoond dat alle producten die verkregen worden tijdens het lithische productieproces vertegenwoordigd zijn: dit gaat van (quasi) onbewerkte knollen, over kernen, chips, afhakings-, brokken en een brede waaier aan secundair gemodificeerde artefacten. De aanwezigheid van lithische artefacten indicatief voor verschillende stadia in het lithische productieproces suggereert lithische bewerking ter plaatse. De determineerbare microlieten worden gedomineerd door trapezia, driehoeken en steilgeretoucheerde microkling(fragment)en; schrabbers en geretoucheerde afslagen vormen de voornaamste 'gemene werktuigen'. Hoe al deze artefacten en hun afzonderlijke levensloop zich tot elkaar verhouden in termen van lithische organisatie is vooralsnog minder duidelijk. Evenmin duidelijk is het antropogene karakter van met name een deel van de brokken. Het is niet uit te sluiten dat een deel ervan natuurlijk in de bodem aanwezig was en niet in verband te brengen is met de antropogene activiteiten ter plaatse. Op geringe diepte zijn lokaal en regionaal immers lithostratigrafische eenheden aanwezig waar dergelijke knollen in voorkomen.

Binnen de Nederlandse prehistorische onderzoeksgemeenschap heerst vandaag de dag een vrij algemene consensus dat de huidige lithische typo- en technochronologische kaders voor mesolithisch, maar ook neolithisch, materiaal om diverse redenen ontoereikend zijn voor verregaande conclusies omtrent de typo- en/of technochronologische toewijzing van lithische assemblages. Desalniettemin zijn op de vindplaats Hempens/N31 als geheel onmiskenbare aanwijzingen voor mesolithische activiteiten vertegenwoordigd (*i.e.* microlieten, handgreepkernen, enz.). De aanwezigheid van trapezia suggereert tenminste een laat-mesolithische (en/of vroeg-neolithische?) component. Voorts werden enkele driehoekige, bifaciaal bewerkte artefacten met dekende retouches aangetroffen die traditioneel als post-mesolithisch worden beschouwd. Mogelijk zijn deze, samen met een aantal mogelijke 'dwarspijlen' (evenals enkele van de miniscule, nauwelijks determineerbare aardewerkfragmentjes) indicatief voor lokale neolithische activiteiten op één of meerdere tijdstippen. Deze stellingname is niet in tegenspraak met de radiometrische gegevens noch met de dynamiek van de lokale landschapontwikkeling. Een ruimtelijke afbakening van deze potentieel neolithische activiteiten kon echter niet worden gerealiseerd. Vergelijking met de morfotypologische samenstelling van (microlieten uit) lithische inventarissen uit de omliggende regio's (Nederland, Noord-Duitsland, Zuid-Scandinavië) suggereert tenminste een mesolithische bewoningscomponent in de assemblage

die te plaatsen is op de overgang van het laat-Boreaal naar het vroeg-Atlanticum en/of in het vroeg-Atlanticum. In al deze regio's is de huidige archeologische kennis uit deze periodes over het algemeen ontoereikend.

Het attributenonderzoek heeft een aantal interessante inzichten opgeleverd, voornamelijk met betrekking tot grondstofkarakteristieken, verbranding en fragmentatie. Naast de ruime verticale en horizontale verspreiding en een uitgebreide morfotypologische variatie wordt de assemblage eveneens gekenmerkt door een hoge verbrandingsgraad (> 50%) en een hoge graad van fragmentatie, twee aspecten die een uiteindelijke technologische en functionele analyse sterk bemoeilijken. Het antropogene en/of natuurlijke, accidentele en/of intentionele en depositionele en/of post-depositionele karakter van deze verbranding en fragmentatie kon niet met zekerheid worden vastgesteld. Hoewel in het attributenonderzoek relatief veel tijd werd gespendeerd aan de beschrijving van 'technologisch' variabelen (ondermeer in verband met secundaire modificatie, impactkenmerken en kernaufbouw), heeft een kwantitatieve verwerking ervan tot dusver nauwelijks geleid tot zinvolle en interpreteerbare inzichten in de technologische organisatie. Voor een deel hangt dit samen met een gebrek aan een (experimenteel en) lithisch technologisch kader voor de late prehistorie, voor een deel met de bruikbaarheid van de gekozen variabelen (in termen van accurate beschrijving en interpretatie) en de omvang en potentiële complexiteit in de formatie van de lithische assemblage (cf Andrefsky 2001, 2007, 2008; Hall, Larson 2004; Shott 2010). Op dit vlak biedt de lithische assemblage van Hempens/N31 nog een zee van ruimte voor de ontwikkeling van meer geschikte onderzoekskaders.

Het *microwear* onderzoek, uitgevoerd door twee specialisten op een beperkte staalname van de assemblage heeft aangetoond dat een deel van het materiaal, ondanks de aanwezigheid van tafonomische aantastingen, voldoende geschikt is voor de herkenning, beschrijving en interpretatie van gebruikssporen. Zo werden op verschillende artefacten sporen van bewerking van verschillende contactmaterialen (voornamelijk huid en planten maar ook bot/gewei en hout) aangetroffen. Het ruimtelijke onderzoek van deze artefacten leverde quasi steeds overlapping op tussen de verschillende bewegingen en/of contactmaterialen en nauwelijks discrete clusters, maar de verschillende categorieën afzonderlijk beschouwd zijn wel een aantal duidelijke, ruimtelijke patronen aanwijsbaar. Mogelijk zijn deze indicatief voor de (deels bewaarde?) aanwezigheid van specifieke activiteitsgebieden met betrekking tot de bewerking van deze materialen. Toch is de relatie tussen gebruikssporen op artefacten, de locatie van die artefacten en de afbakening van 'activiteitsgebieden' geenszins eenduidig en is een confrontatie van het gebruikssporenonderzoek met een technologisch onderzoek noodza-

kelijk om een betrouwbaar inzicht te verwerven in de dynamiek van de lithische organisatie waartoe ook het (her) gebruik en de depositie van (gebruikte) artefacten behoort. Ook op dit vlak ligt potentieel voor verder onderzoek.

Het *refit*onderzoek, dat geen onderdeel uitmaakte van de onderzoeksopdracht en bijgevolg tot dusver slechts deels werd uitgewerkt, heeft zich in een eerste fase nauwelijks gericht op de technologische organisatie, maar eerder op tafonomische vraagstellingen. Nadruk werd gelegd op het onderzoek van brokstukken, verbranding en fragmentatie. Belangrijk is op te merken dat ook dit onderzoek vooralsnog beperkt is gebleven waardoor enkel betrouwbare uitspraken kunnen worden gedaan over de dynamische linken die wél tot stand zijn gebracht en niet over de potentiële linken die (nog) niét werden gerealiseerd. Momenteel beschikken we over een duizendtal afzonderlijke *refit*sequenties bestaande uit (al dan niet verbrande) breuken tussen afhakingsfragmenten, brok-op-brok sequenties, sequenties van verbrande breukvlakken en in mindere mate ventraal/dorsaal opeeningen van (al dan niet secundair gemodificeerde) afhakingen en/of kernen. Het is duidelijk dat een uitgebreider systematisch *refit*onderzoek binnen een geïntegreerde *intrasite*-benadering een zeer belangrijke rol kan vervullen bij de interpretatie van dergelijke complexe lithische vindplaatsen. Niet alleen kan het verder bijdragen aan de ontrafeling van een dynamische technologische karakterisering van de assemblage, het vormt tevens één van de weinige mogelijkheden om de assemblage in meer betekenisvolle eenheden op te splitsen.

De lithische assemblage werd verspreid over het ganse terrein aangetroffen in de bovenste ca. 70 centimeter van het pleistocene dekzand en in de overgangszone naar het veen. De uitvoering van een gedetailleerde verticale analyse op het niveau van het ganse opgegraven deel van de vindplaats werd sterk bemoeilijkt door de variatie in opgraafstrategie en bodemopbouw. Binnen de opgraafput werden nauwelijks de begrenzingen van de lithische assemblage aangesneden, noch in termen van artificieel vastgelegde randen, noch in termen van vondstarms zones. Hierdoor is geen inzicht verkregen in de periferie van de vindplaats en/of lege zones tussen de vondstconcentraties en evenmin in de representativiteit van het opgegraven deel van de vindplaats. Rekening houdend met recente verstoringen gekoppeld aan het opgraafproces lijken zich in de horizontale verspreiding van het vuursteen drie of vier clusters met hogere densiteit af te tekenen (de door ons artificieel 'afgebakende' clusters 1, 2, 3a en 3b). De validatie van deze observatie op een meer gedetailleerde schaal evenals de betekenis van deze variatie uitgedrukt in termen van prehistorisch menselijk gedrag en/of formatieprocessen van de vindplaats zijn onderwerp van verder onderzoek.

Desalniettemin werden de voornaamste kenmerken van deze artificieel afgebakende concentraties samengevat in tab. 75. Om onderlinge vergelijking mogelijk te maken, werd als ondergrens gekozen voor de 50-artefactengrens die toelaat de concentraties 2 en 3 van elkaar te isoleren (fig. 155); enkel vakken met vijftig of meer artefacten werden in deze samenvattende tabel opgenomen. Zij vertegenwoordigen samen ca. 71 % van het gerecupereerde lithische assemblage, of ca. 68 % van alle artefacten groter dan één centimeter. Een eerste vaststelling is dat concentratie 1 (C1) op verschillende punten duidelijk afwijkt van de overige twee. Niet alleen is de omvang ervan veel kleiner (slechts 21 vakken), maar ook de maximale en gemiddelde densiteiten liggen veel lager (respectievelijk 105 en 69 lithische artefacten per vak). In tegenstelling tot de concentraties 2 en 3 (resp. C2 en C3) werden voor C1 de artificiële randen (van 50 artefacten per vak) niet bereikt; vermoedelijk vormt deze concentratie daarom slechts een aanzet tot een grotere, weliswaar vernielde concentratie die zich uitstrekte ten noordwesten van de opgraafput. Met betrekking tot het aantal verbrande artefacten, de onderlinge verhouding tussen de artefacten kleiner en groter dan één centimeter en het voorkomen van een rijke morfotypologische variatie vertonen de drie concentraties grote onderlinge overeenstemming. In elk van de drie gevallen vertegenwoordigen de verbrande artefacten ongeveer de helft van het aantal artefacten (varierend tussen 49,7 en 55,0%); het percentage artefacten kleiner dan één centimeter varieert steeds tussen 73,6 en 77,0%. Ondanks de grote morfotypologische variabiliteit die de verschillende concentraties kenmerkt - artefacten uit alle fases van het productieproces zijn steeds vertegenwoordigd - levert een meer gedetailleerde beschouwing diverse onderlinge verschillen op. Het meest opvallend is de quasi afwezigheid van determineerbare microlieten en steilgeretoucheerde microklingen en de beperkte vertegenwoordiging van geretoucheerde artefacten in het algemeen binnen C1; geretoucheerde fragmenten daarentegen komen wel regelmatig voor. De meeste microlieten, evenals de grootste morfotypologische variatie binnen de microlieten, werden aangetroffen in C2. In deze concentratie vertegenwoordigen de determineerbare microlieten 40% van alle determineerbare geretoucheerde artefacten. In C3 daarentegen, waar microlieten ook veelvuldig voorkomen, vertegenwoordigen deze slechts 14% van alle determineerbare geretoucheerde artefacten. Bovendien is hier de morfotypologische variabiliteit binnen de microlieten veel minder uitgesproken en is er een absolute dominantie van trapezia vast te stellen (57,41% versus 24,36% in C2). De geretoucheerde component van C3 wordt gedomineerd door schrabbers en geretoucheerde afslagen, die samen ca. 76% van de 'gemene werktuigen' vertegenwoordigen. Ook in C2 zijn beide groepen dominant binnen de 'gemene werktuigen' (ca. 71%). De overige 'gemene werktuigen' (i.e. boren, stekers,

	C1	C2	C3
aantal vakken	21	157	256
max. densiteit (N artefacten)	105	354	406
gem. densiteit (N artefacten)	69	116	133
artificiële 'grenzen' bereikt ?	neen	ja	ja
aantal VST	1453	18209	34156
% verbrand	497	544	550
% < 1cm	770	736	736
trapezium (%)		24,36	5741
A-spits (%)		11,54	926
B-spits (%)		128	370
C-spits (%)		385	
D-spits (%)		256	
gelijkbenige driehoek (%)		513	
korte ongelijkbenige driehoek (%)		2179	556
lange ongelijkbenige driehoek (%)		128	
steil geretoucheerde (micro)kling (%)	10000	1410	926
driehoekige steil geretoucheerde (micro)kling (%)		1410	1481
SUBTOTAAL (N)	1	78	54
zijschrabber (%)		171	396
eindschrabbers (%)	12,50	3932	5122
korte klingboor (%)			061
korte afslagboor (%)	25,00	171	335
lange klingboor (%)		085	
AA-steker (%)			030
A-steker (%)	12,50		
RA-steker (%)		085	
afgeknotte (micro)kling (%)		769	427
gekerfde (micro)kling (%)		171	061
geretoucheerde (micro)kling (%)		1026	701
getande (micro)kling (%)		085	030
gekerfde afslag (%)		171	000
geretoucheerde afslag (%)	25,00	2991	2073
geretoucheerde brok (%)	25,00	342	396
combinatiewerktuig (%)			366
SUBTOTAAL (N)	8	117	328
stekerslagen (%)	16,67	115	027
'microsteker' (%)	8,33	231	804
fragment met afgestompte boord (%)	16,67	4615	2681
fragment met afgestompte boord en afknotting (%)		462	375
fragment met afknotting (%)	16,67	846	1367
onbepaald geretoucheerd fragment (%)		3308	4531
onbepaald (micro)kling fragment (%)	41,67	423	214
SUBTOTAAL (N)	12	260	373
kern (%)	2,88	218	301
kernvernieuwing (%)	3,51	335	385
niet-geretoucheerde (micro)kling (%)	25,24	2750	2268
niet-geretoucheerde afslag (%)	30,99	2302	2584
niet-geretoucheerde afhakingsfragment (%)	14,38	3045	2576
brok (%)	23,00	1349	1887
SUBTOTAAL (N)	313	4352	8269
huid		1	5
droge huid		5	28
droge huid ?		1	1
huid + additief			3
huid + additief ?			1
verse huid			4
vette huid		2	4
SUBTOTAAL HUID (N)	-	9	46
silicahoudende plant		1	
silicahoudende plant ("poli Hardinxveld-Polderweg")			4
silicahoudende plant ("poli mou")		1	1
silicahoudende plant (Corylus)			2
silicahoudende plant (juncus)			2
silicahoudende plant (onbepaald)		8	7
silicahoudende plant (phragmites)			4
SUBTOTAAL PLANT (N)	-	10	20
bot/gewei		3	7
SUBTOTAAL BOT/GEWEI (N)	-	3	7
hout		2	3
SUBTOTAAL HOUT (N)	-	2	3
hard materiaal		1	
hard materiaal ?			1
zacht materiaal		2	3
SUBTOTAAL (N)	-	3	4
onbepaald	1	5	6
geen sporen	9	31	62
TOTAAL MICROWEAR	10	63	148

tab. 75 Algemeen overzicht van de belangrijkste kenmerken van de artificieel afgebakende lithische concentraties (enkel vakken met vijftig of meer artefacten werden in rekening gebracht).

geretoucheerde microklingen en brokken en geretoucheerde fragmenten) zijn in mindere mate vertegenwoordigd in de drie concentraties, met uitzondering van alle varianten van geretoucheerde microklingen die volledig ontbreken in C1. Bij de niet-geretoucheerde component zijn nauwelijks verschillen waar te nemen tussen de drie concentraties. Binnen de concentraties zijn 64 % van alle op microwear onderzochte artefacten vertegenwoordigd; hun aandeel binnen de concentraties varieert tussen 0.35 en 0.70 % van de artefacten (of tussen 1,3 en 3 % indien enkel artefacten groter dan één centimeter in rekening worden gebracht). Een opvallende vaststelling is dat in C1, waar 10 artefacten werden onderzocht, slechts op één artefact (onbepaalde) sporen van gebruik werden waargenomen. Bij de overige concentraties bedraagt dit aandeel telkens iets minder dan de helft van de onderzochte artefacten (respectievelijk 42 % voor C3 en 49 % voor C2). In beide domineren sporen van huid- en plantbewerking, waarbij huidbewerking absoluut dominant is bij C3, in overeenstemming met de dominantie van schrabbers en geretoucheerde afslagen. Enkel voor C3 werd de bewerking van verse huid geobserveerd. De grote overeenstemming tussen huidbewerking en schrabbers en geretoucheerde afslagen, zoals die ook werd vastgesteld tussen plantbewerking en niet-geretoucheerde microklingen, suggereerde voor deze artefacten een hoge correlatie tussen typologie en functie, vergelijkbaar met andere vindplaatsen waar uitgebreid gebruiksporenonderzoek heeft plaatsgevonden. Naast sporen van huid en plantbewerking werden in beide concentraties in mindere mate ook sporen van bot/gewei en houtbewerking aangetroffen.

8.3.4 De verkoalde organische resten

Niet alleen het lithische materiaal heeft aanwijzingen opgeleverd voor thermische processen op deze locatie. Naast lithisch materiaal werden ook verkoalde organische resten systematisch ingezameld. Het gaat daarbij in de eerste plaats om een grote hoeveelheid houtskool, maar daarnaast ook in mindere mate om fragmenten van hazelnootschelpen (ca. 173 gram) en eikels. De hazelnootschelpen werden onderworpen aan een ruimtelijke analyse en vertonen over het algemeen kleine discrete clusters. De grootste densiteiten vallen nauwelijks samen met de drie eerder vermelde lithische clusters. Twaalf fragmenten, voornamelijk maar niet uitsluitend afkomstig uit deze discrete hazelnootclusters, werden geselecteerd voor radiometrisch onderzoek. Dit gebeurde vanuit de veronderstelling dat deze monsters in verband kunnen worden gebracht met antropogene activiteiten; van deze fragmenten werd eerder aangenomen dat zij onderdeel vormden van het voedselpakket van de prehistorische bewoners. Tot dusver vormen zij onze minst onbetrouwbare dateringen. Net als de hazelnootfragmenten

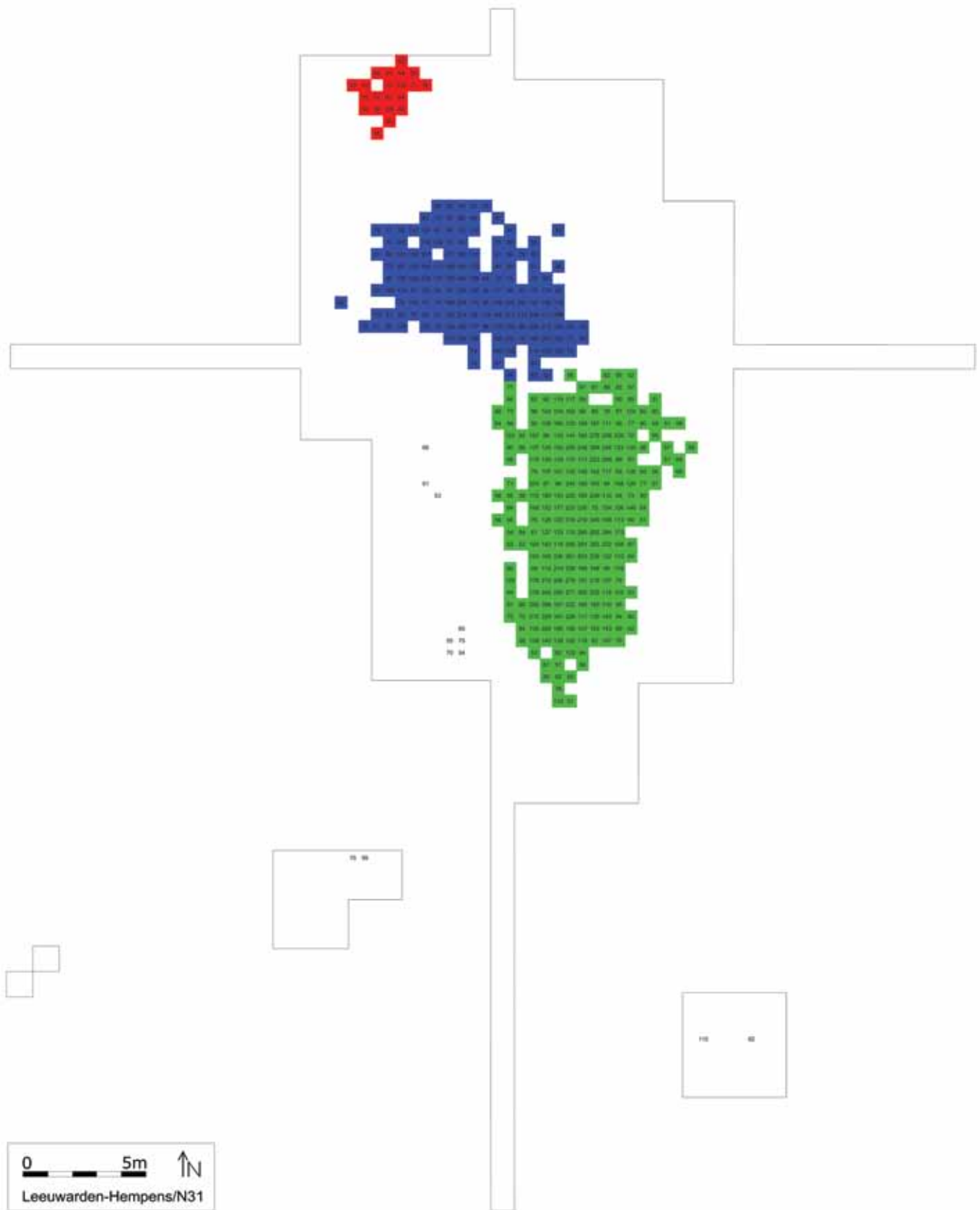


fig. 155 Vakken met vijftig of meer artefacten en artificiële afbakening van de concentraties op basis van deze ondergrens.

werd ook het houtskool grotendeels enkel aan een ruimtelijk onderzoek onderworpen. Een deel van het houtskool gerecupereerd uit grondsporen werd door specialisten op soort en onderdeel gedetermineerd; een deel ervan werd eveneens geselecteerd voor radiometrisch onderzoek, vanuit de nog aan te tonen veronderstelling dat de grondsporen van waaruit ze werden geselecteerd een antropogene oorsprong hebben. Onduidelijk blijft de relatie tussen het houtskool uit de grondsporen en het overige houtskool dat verspreid over het ganse opgraafterrein werd aangetroffen. In dit verband is het interessant op te merken dat tijdens het vooronderzoek, dat leidde tot de ontdekking en waardering van de vindplaats, tot ver buiten de grenzen van het opgegraven vlak in de boringen houtskool werd aangetroffen in de top van het pleistocene zand. De relatie tussen houtskool dat werd toegeschreven aan bodemsporen en houtskool uit dezelfde vakken als de sporen maar niet toegeschreven aan deze sporen vormt een interessante onderzoekspiste; opmerkelijk hierbij is de vaststelling dat gemiddeld slechts ca. 19% van het houtskool uit deze vakken werd geassocieerd met de grondsporen. De alomtegenwoordigheid van verbrande/verkoalde organische en lithische resten verspreid over het opgraafterrein blijft een enigmatisch aspect van de vindplaats; mogelijk is er een verband met het afbranden van vegetatie dat werd gesuggereerd op basis van het micromorfologische onderzoek. Het laat voornamelijk niet toe op een betrouwbare manier latente structuren (*i.e.* oppervlaktehaarden) af te bakenen. Verder onderzoek is noodzakelijk.

8.3.5 De grondsporen

De grondsporen zullen een uiterst problematisch aspect van deze vindplaats blijven vormen, nauw samenhangend met hun problematische registratie en de complexiteit van de natuurlijke bodemopbouw. Onmiskenbaar duidelijk zijn een aantal biogene verstoringen van de natuurlijke bodemopbouw. De aard en precieze aflijning ervan evenals de temporele relatie met antropogene activiteiten ter plaatse, uiterst belangrijke variabelen in het kader van een onderzoek naar de ruimtelijke patronen van menselijk gedrag, is echter veel minder evident. Voornamelijk naar analogie met andere mesolithische vindplaatsen in de regio werd een deel van de grondsporen reeds tijdens de opgraving geïnterpreteerd als 'mesolithische haardkuilen'. In hoeverre dergelijke interpretaties correct zijn, blijft onderwerp van discussie en vereist eveneens verder onderzoek. Ook op gelijkaardige vindplaatsen in andere regio's worden onderzoekers met dergelijke problematieken geconfronteerd. Zandig Vlaanderen kan hier als voorbeeld gelden: *"Given the discrepancies with respect to radiocarbon dating between the hearth-pits and the main occupation phase, the weak presence or even absence of*

artefacts within these structures and the shift in wood type between the Boreal and the Atlantic in the study area, one may even question whether the so-called hearth-pits might not correspond to natural disturbances rather than to anthropogenic structures." (Crombé 2005, 298-299). Onmiskenbaar duidelijke 'evidente' sporen en/of structuren, die inzicht kunnen verschaffen in de mate van postdepositionele verstoring van de vindplaats, werden niet aangetroffen. Zoals eerder aangehaald zijn 'latente' sporen, afgebakend op basis van een combinatie van verbrande arte- en ecofacten, voornamelijk nauwelijks aanwijsbaar.

8.3.6 Het radiometrische onderzoek

Het uitgebreide maar weinig systematisch tot stand gekomen radiometrische bestand dat wordt gekoppeld aan de prehistorische bewoning (tot dusver 51 AMS en conventionele ¹⁴C-dateringen) dient voornamelijk met de nodige omzichtigheid te worden benaderd en geïnterpreteerd. Dateringen voor het in kaart brengen van de prehistorische bewoning werden uitgevoerd op houtskool verspreid in het zand en veen, op individuele fragmenten en samengestelde monsters van houtskool uit grondsporen en op individuele fragmenten van verkoalde hazelnootschelpen. De verspreide houtskooldateringen worden omwille van evidente redenen (*i.e.* de impact van het 'oud-hout' effect, het gebrek aan kennis over wat precies wordt gedateerd, over de antropogene of natuurlijke aard van het houtskool en over de associatie met de te dateren gebeurtenis, enz.) genegeerd en het merendeel van de dateringen van houtskool uit grondsporen voornamelijk onder strict voorbehoud geplaatst, daar het antropogene karakter van deze sporen momenteel nog grotendeels ter discussie staat. De complexiteit van de vindplaats laat nog geen onderbouwde ruimtelijke opdeling toe in afzonderlijke bewonings- en/of gebruiksfasen. Vanuit de veronderstelling dat het radiometrische onderzoek uitgevoerd op houtskool uit grondsporen en individuele fragmenten van verkoalde hazelnootschelpen in verband kan worden gebracht met antropogene activiteiten ter plaatse wordt een lange bewoningsgeschiedenis gesuggereerd tussen ca. 7100 en 4000 cal BC. Een schijnbare nadruk ligt op een latere fase van het mesolithicum, gesitueerd op de overgang van het Boreaal naar het Atlanticum en/of gedurende de eerste helft van het Atlanticum. Een belangrijke vaststelling is de duidelijke discrepantie tussen beide reeksen van dateringen: een aanzienlijk deel van de hazelnootdateringen valt jonger uit dan de houtskooldateringen. De implicaties van deze observatie voor het Nederlandse mesolithische onderzoekskader zijn niet te onderschatten, daar het huidige chronologische kader quasi uitsluitend is opgebouwd rond houtskooldateringen afkomstig uit vermeende haardkuilen. Voorts tonen de

hazelnootdateringen van Hempens/N31 verschillende hiaten (mogelijk gekoppeld aan de beperkte staalname), in tegenstelling tot de houtskooldateringen die een meer continu verloop kennen tussen ca. 7100 en 6000 cal BC. De temporele relaties tussen de deels met elkaar overlappende lithische clusters onderling en tussen deze clusters en het ¹⁴C-gedateerde materiaal zijn niet uitgeklaard. Wel is duidelijk dat de radiometrische dateringen geen duidelijke, discrete ruimtelijke patronen weerspiegelen. Mogelijk is er een verband tussen de jongere (hazelnoot)dateringen, die zich voornamelijk bevinden in het zuidelijke deel van de (grote) opgraafput en de zuidelijke vuursteenclusters 3 (voornamelijk 3b), gekenmerkt door een vrij homogene microlietsamenstelling, voornamelijk bestaande uit trapezia. De lithische cluster 2 aan de randen waarvan zich uitsluitend oudere hazelnootdateringen bevinden, wordt gekenmerkt door een opmerkelijk gevarieerder microlie-tenspectrum, inclusief trapezia. De overige 'vuursteencluster' heeft nauwelijks determineerbare microlieten opgeleverd. De zuidelijke cluster 3 met de vrij homogene microlietsamenstelling zou, in overeenstemming met de beperkte gegevens uit Noordwest-Duitsland, een jongere fase kunnen vertegenwoordigen dan concentratie 2. Bovenstaande observaties kunnen het uitgangspunt vormen voor afzonderlijke, meer gedetailleerde (technologische) analyses van de lithische inventarissen van de afzonderlijke clusters. Interessant in dit verband is te wijzen op de observatie dat het (beperkte) *refit* onderzoek vooralsnog nauwelijks verbindinglijnen laat zien tussen deze zuidelijke concentratie en de overige concentraties. Het palimpsestkarakter van (het opgegraven deel van) de vindplaats in het algemeen en de lithische assemblage in het bijzonder kan op basis van het uitgevoerde onderzoek niet worden ontkracht. Evenmin kan het echter op basis van het tot dusver uitgevoerd onderzoek verder worden ontrafeld in meer homogene componenten.

8.3.7 Het aardwetenschappelijke onderzoek

Ook het aardwetenschappelijke onderzoek heeft tot slot inzichten opgeleverd met betrekking tot lokale antropogene activiteiten. Met name bij het micromorfologische en archeobotanische onderzoek kwamen mogelijke aanwijzingen voor jongere menselijke activiteiten naar voren. Het micromorfologische onderzoek richtte zich op aanwijzingen voor antropogene verstoringen van bodemhorizonten en bodemsporen, op aanwijzingen voor betredingsniveaus in het veen en op de verschillen in zichtbaarheid van de grondsporen. Exaltus kwam in dit verband tot de conclusie dat de bewoning begon toen het niveau van veenvorming tussen -3,72 en -3,53 meter NAP lag, toen het zandlichaam 80 à 90 centimeter boven het omliggende veen uitstak. Menselijke activitei-

ten hebben op basis van de resultaten van zijn onderzoek op verschillende tijdstippen plaatsgevonden: ondermeer na aanvang van veenvorming op de lage flanken, vóór en na herafzetting van zand, wanneer de zandkop (vrijwel) volledig was afgedekt door veen, op het moment dat het bosrestant op de zandkop werd omringd door een natte heidevegetatie, enz. Voorts kwam hij tot het besluit dat tijdens een vroege fase van bewoning, waarmee hij bedoelt na aanvang van veenvorming op de lage flanken (ca. -3,75/-380 meter NAP) en vóór herafzetting van zand, op grote schaal hout werd verbrand (op het centrale deel van de zandrug), samenhangend met relatief grootschalige graafactiviteiten (waardoor de gevormde houtskool tot 30 centimeter diep in het zand werd opgenomen) en dat er incidentele betreding is opgetreden. Deze antropogene activiteiten hebben op de flanken aanleiding gegeven tot erosie (door afstromend water). Ten slotte blijkt uit het micromorfologische onderzoek dat één van de twee door Exaltus bestudeerde grondsporen (geïnterpreteerd als haardkuilen) (wellicht) meerdere malen werd gebruikt en dat in- en uitspoeling van humus en vooral ook houtskoolstof plaatselijk kan hebben geleid tot het vervagen van grondsporen. Ook het archeobotanische onderzoek heeft bijgedragen aan de studie naar antropogene activiteiten. Zo werden de verkoolde eikels en hazelnoten geïnterpreteerd als restanten van lokale voedselbronnen voor de mesolithische mens en kunnen aangetroffen pollenkorrels van graan en andere grassen indicatief zijn voor menselijke akkerbouwactiviteiten.

8.4 Slotbeschouwing

Zoals bij aanvang gesteld bestond het primaire doel van deze publicatie erin een eerste aanzet en een algemene omkadering te bieden voor een beter begrip van de lithische vindplaats Leeuwarden-Hempens/N31. Daartoe werden alle beschikbare databestanden samengenomen, geëvalueerd en geanalyseerd en werden de verschillende landschappelijke componenten waarin de vindplaats is ingebed en de materiële componenten waaruit de vindplaats is opgebouwd afzonderlijk ontleed. Deze publicatie bood een overzicht van de voornaamste resultaten van het tot dusver uitgevoerde, multidisciplinaire onderzoek. Het onderzoek heeft het complexe karakter van de paleolandschappelijke en archeologische bestanden blootgelegd. Deze bestanden vormen een statische neerslag van een complexe en dynamische interactie tussen een bodemdynamiek die wordt gekenmerkt door diverse processen van bodemvorming en -verstoring en vermoedelijk opeenvolgende menselijke activiteiten die resulteerden in opeenvolgende en overlappende accumulaties van materiaal.

Betrouwbare inzichten in deze complexe materie, uitgedrukt in termen van prehistorisch menselijk gedrag en formatieprocessen, vereisen in de eerste plaats aangepaste onderzoekskaders en geschikte databestanden. Het onderzoek te Hempens/N31 heeft hiertoe, ondanks alle beperkingen, een bijdrage willen leveren in een voor het mesolithi-

sche onderzoek van de Lage Landen tot dusver nauwelijks ontgonnen terrein. Het heeft alvast nogmaals de dringende noodzaak onderstreept aan meer grootschalige, nauwkeurig en consistent opgegraven lithische vindplaatsen met mesolithische bewoningsresten en gedetailleerde *intrasite* analyses ervan.

BIBLIOGRAFIE

- Aalbersberg G., 2006, *Inventariserend veldonderzoek Steentijdvindplaatsen Drentsche Aa-gebied, provincie Drenthe* (RAAP-rapport 1278), Amsterdam.
- Ackerman R.E., 1964, Lichens and the patination of chert in Alaska, *American Antiquity* 29, 386-387.
- Aldenderfer M. (ed.), 1987, *Quantitative research in archaeology*, Newbury Park.
- Aldenderfer M., 1998, Quantitative methods in archaeology: a review of recent trends and developments. *Journal of Archaeological Research* 6(2), 91-120.
- Amick D.S., Mauldin R.P., 1989, *Experiments in Lithic Technology* (British Archaeological Reports, International Series 528), Oxford.
- Ammerman A.J., 1992, Taking stock of quantitative archaeology. *Annual Review of Anthropology* 21, 231-255.
- Ammerman A.J., Kintigh K.W., Simek J.F., 1987, Recent developments in the application of k-means approach to spatial analysis, in: de G. Sieveking G., Newcomer M.H. (eds.), *The Human Uses of Flint and Chert. Proceedings of the Fourth International Flint Symposium held at Brighton Polytechnic, 10-15 April 1983*, Cambridge, 211-216.
- Andersen S.H., 1975, Ringkloster. En jysk indlandsboplads med Ertebøllekultur, *Kuml* 1973-74, 11-108.
- Andersen S.H., 1987, Tybrind Vig: a submerged Ertebølle Settlement in Denmark, in: Coles J. M., Lawson A. J. (eds.), *European Wetlands in Prehistory*, Oxford, 253-280.
- Andersen H.H., Whitlow H.J., 1983, Wear traces and patination on Danish flint artefacts, *Nuclear Instruments and Methods in Physical Research* 218, 468-474.
- Andrefsky W., Jr., 2001, *Lithic debitage. Context. Form. Meaning*, Utah.
- Andrefsky W., Jr., 2005, *Lithics: macroscopic approaches to analysis. second edition*, Cambridge.
- Andrefsky W., Jr., 2007, The application and misapplication of mass analysis in lithic debitage studies, *Journal of Archaeological Science* 34, 392-402.
- Andrefsky W., Jr., 2008, *Lithic technology: measures of production, use, and curation*, Cambridge.
- Andrefsky W., Jr., 2009, The analysis of stone tool procurement, production, and maintenance, *Journal of Archaeological Research* 17, 65-103.
- Arora S.K., 1976, Die mittlere Steinzeit im westlichen Deutschland und in den Nachbargebieten, in: Hans-Eckart J., Margrit L. (eds.), *Beiträge zur Urgeschichte des Rheinlandes II* (Rheinische Ausgrabungen 17), Köln, 1-65.
- Arts N., 1988, A survey of Final Palaeolithic Archaeology in the southern Netherlands, in: Otte M. (ed.), *De La Loire à l'Oder. Les civilisations du Paléolithique final dans le nord-ouest européen. Actes du Colloque de Liège décembre 1985* (British Archaeological Reports, International Series 444) Oxford, 287-356.
- Arts N., 1989, Archaeology, environment and the social evolution of later band societies in a lowland area, in: Bonsall C. (ed.), *The Mesolithic in Europe. Papers presented at the third International Symposium, Edinburgh 1985*, Edinburgh, 291-312.
- Arts N., Deeben J., 1981, *Prehistorische jagers en verzamelaars te Vessem: een model* (Bijdragen tot de studie van het Brabants Heem 20), Eindhoven.
- Ashmore P.J., 1999, Radiocarbon dating: avoiding errors by avoiding mixed samples, *Antiquity* 73, 124-130.
- Asmussen P.S.G., 1997, *Provincie Fryslân. project 'Archeologie van het Houtwallen- en elzensingelgebied Fryslân', fase 1* (RAAP-rapport 272), Amsterdam.
- Asmussen P.S.G., 1998, *Plangebied Buitenpost-Mûnewyk. Gemeente Achtkarspelen. Verkennend archeologisch onderzoek* (RAAP-rapport 386), Amsterdam.
- Asmussen P.S.G., 1999a, *Provincie Fryslân, project 'Archeologie van het Houtwallen- en Elzensingelgebied Fryslân'; Fase 2 (mei 1997 - mei 1998)* (RAAP-rapport 405), Amsterdam.
- Asmussen P.S.G., 1999b, *Rijksweg 31 (Leeuwarden-Nijega) & Knooppunt Ureterpvalaat; een Aanvullende Archeologische Inventarisatie: fase 1 (AAI-1)* (RAAP-rapport 454), Amsterdam.
- Asmussen P.S.G., 2000, *Rijksweg 31 Leeuwarden (Hemriksein) Nijega; een Aanvullende Archeologische Inventarisatie: fase 2 (AAI-2)* (RAAP-rapport 529), Amsterdam.
- Asmussen P.S.G., 2002a, *Provincie Fryslân, project 'Archeologie van het Houtwallen- en Elzensingelgebied Fryslân'; Fase 2 (deel 2: mei 1998 - december 1999)* (RAAP-rapport 677), Amsterdam.
- Asmussen P.S.G., 2002b, *Provincie Fryslân, project 'Archeologie van het Houtwallen- en Elzensingelgebied Fryslân'; Fase 2 (deel 3: december 1999 - juli 2001)* (RAAP-rapport 732), Amsterdam.
- Asmussen P.S.G., 2003, *Pingoruïnes in het Landinrichtingsproject Twijzel-Buitenpost. Gemeente Achtkarspelen. Een archeologisch onderzoek* (RAAP-rapport 927), Amsterdam.
- Asmussen P.S.G., Bekius D., 2001, *Herinrichtingsgebied Alde Faenen, provincie Fryslân; archeologische verwachtingskaart* (RAAP-rapport 609), Amsterdam.
- Audouze F., 1999, New Advances in French Prehistory, *Antiquity* 73, 167-175.
- Bailey G., 2007, Time perspectives, palimpsests and the archaeology of time, *Journal of Anthropological Archaeology* 26, 198-223.
- Bakels C.C., 1988, Hekelingen, a Neolithic site in the swamps of the Maas estuary, in: Küster H. (ed.), *Der prähistorische Mensch und seine Umwelt (Festschrift für Udelgard Körber-Grohne zum 65. Geburtstag* (Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 31), Stuttgart, 155-161.

- Bakels C.C., van Beurden L., 2001, Archeobotanie, in: Louwe Kooijmans L.P. (ed.), *Archeologie in de Betuweroute: Hardinxveld-Giessendam Polderweg: een mesolithisch jachtkamp in het riviereengebied (5500-5000 v. Chr.)* (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 83), Amersfoort, 325-355.
- Bakels C.C., van Beurden L.M., Verminnen T.J.J., 2001, Archeobotanie, in: Louwe Kooijmans L.P. (ed.), *Archeologie in de Betuweroute: Hardinxveld-Giessendam De Bruin: een kampplaats uit het Laat-Mesolithicum en het begin van de Swifterbant-cultuur (5500-4450 v. Chr.)* (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 88), Amersfoort, 369-433.
- Bakker R., 2003, The Emergence of Agriculture on the Drenthe Plateau, *Archäologische Berichte* 16, 1-305.
- Bakker G., 2005, De afsluiting van de Boorne naar de Middellzee. Een waterstaatkundige ommekeer in Zuidwest-Friesland omstreeks 1200-1220, *Tijdschrift voor Waterstaatsgeschiedenis* 14 (webversie).
- Bakker M., van Smeerdijk D.G., 1982, A Palaeoecological Study of a Late holocene Section from "Het Ilperveld", Western Netherlands, *Review of Palaeobotany and Palynology* 36, 95-163.
- Bamforth D.B., 1988, Investigating microwear polishes with blind tests: the institute results in context, *Journal of Archaeological Science* 15, 11-23.
- Bamforth D.B., Burns G.R., Woodman C., 1990, Ambiguous use traces and blind test results: new data, *Journal of Archaeological Science* 17(4), 413-430.
- Bard J.C., 1976, Possible new patination dating technique under development at UC Berkeley, *Newsletter of Lithic Technology* 5(3), 21.
- Bar-Yosef O., Van Peer P., 2009, The chaîne opératoire approach in Palaeolithic archaeology, *Current Anthropology* 50(1), 103-131.
- Bastiaens J., Deforce K., Klinck B., Meersschaert L., Verbruggen C., Vrydaghs L., 2005, Palaeobotanical analyses, in: Crombé P., (ed.), *The last hunter-gatherer-fishermen in sandy Flanders (NW Belgium). The Verrebroek and Doek Excavation Projects (Vol. 1)* (Archaeological Reports Ghent University 3), Gent, 251-278.
- Bats M., 2004, *Het project LEEN 04: evaluatie van het opgraven* (Intern rapport), Amersfoort/Gent.
- Bats M., Crombé P., Devriendt I., Langohr R., Mikkelsen J.H., Ryssaert C., Van de Water A., 2010, *Een vroegmesolithische vindplaats te Haelen-Broekweg (gem. Leudal, provincie Limburg)* (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 190), Amersfoort..
- Becker C.J., 1939, En stenalderboplads paa Ordrup Naes i Nordvestsjaelland. *Aarboger for Nordisk Oldkyndighed Og Historie*, 199-280.
- Becker C.J., 1953, *Die Maglemosekultur in Dänemark. Neue Funde und Ergebnisse*. Actes de la III^e Session, International Congres of Pre- and Protohistoric Sciences Zürich 1950, 180-183.
- Behre K-E., 1981, The Interpretation of Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams, *Pollen et Spores* XXIII-2, 225-245.
- Bennett K.D., Simonson W.D., Peglar S.M., 1990, Fire and man in post-glacial woodlands of eastern England, *Journal of Archaeological Science* 17, 635-642.
- Berry K.J., Kvamme K.L., Mielke P.W., Jr., 1980, A permutation technique for the spatial analysis of the distribution of artifacts into classes, *American Antiquity* 45(1), 55-59.
- Berry K.J., Kvamme K.L., Mielke P.W., Jr., 1983, Improvements in the permutation test for the spatial analysis of the distribution of artifacts into classes, *American Antiquity* 48(3), 547-553.
- Berry K.J., Mielke P.W., Kvamme K.L., 1984, *Efficient permutation procedures for analysis of artifact distributions*, in: Hietala H.J. (ed.), *Intrasite spatial analysis in archaeology*, Cambridge, 54-74.
- Bertouille H., 1989, *Théories physiques et mathématiques de la taille des outils préhistoriques* (Cahiers du Quaternaire 15), Paris.
- Beug H-J., 2004, *Leitfaden der Pollenbestimmung*, München.
- Beugnier V., 2007, Préhistoire du travail des plantes dans le nord de la Belgique. Le cas du Mésolithique ancien et du Néolithique final en Flandre, in: Beugnier V., Crombé Ph. (eds.), *Plant Processing from a Prehistoric and Ethnographic Perspective. Préhistoire et ethnographie du travail des plantes. Proceedings of a workshop at Ghent University (Belgium), November 28, 2006* (British Archaeological Report, International Series 1718), Oxford, 23-40.
- Beugnier V., 2009, *The Mesolithic site of Hempens (Netherlands): the functional analysis of flint implements* (intern rapport), Amersfoort.
- Beugnier V., nd (a), *Étude tracéologique des silex provenant des concentrations C22, C33, C34, C35, et C59 du site de Verrebroek (Belgique)* (intern rapport), Gent.
- Beugnier V., nd (b), *Étude tracéologique du matériel mésolithique du site de Doël (Belgique)* (intern rapport), Gent.
- Beugnier V., Crombé Ph., 2005, Étude fonctionnelle du matériel en silex du site mésolithique ancien de Verrebroek (Flandres, Belgique): premiers résultats, *Bulletin de la Société préhistorique française* 102 (3), 527-538.
- Beuker J.R., 1989, Mesolithische bewoningssporen op een zandopduiking te Nieuw-Schoonebeek, *Nieuwe Drentse Volksalmanak* 106, 117-186.
- Binford L.R., 1982, Seeing the present and interpreting the past - and keeping things straight, in: Rossignol J., Wandsnider L. (eds.), *Space, time and archaeological landscapes*, New York, 43-59.
- Bisdom E.B.A., Schoonderbeek D., 1983, The characterization of the shape of mineral grains in thin sections of soils by Quantimet and BESI, *Geoderma* 30, 303-332.
- Blankholm H.P., 1991, *Intrasite Spatial Analysis in Theory and Practice*, Aarhus.
- Blankholm H.P., 1992a, Rings, sectors and Barmose I: a reply to Stapert, *Palaeohistoria* 33/34, 53-58.
- Blankholm H.P., 1992b, Some final words on Stapert's treatment of Barmose I, *Palaeohistoria* 33/34, 63-64.
- Blankholm H.P., 1993, Presab. An new method of spatial analysis. *Helinium* 33(1), 3-19.
- Blankholm H.P., Price T.D., 1991, *Arcospace. A package for spatial analysis of archaeological data ver. 3.0 1991*, Aarhus.
- Bodu P., 1999, Paroles de pierre: le concept de la chaîne opératoire appliqué aux industries lithiques paléolithiques, *Cahiers Des Thèmes Transversaux ArScAn, Cahier 1 - 1998/1999, Thème 3 - Systèmes de production et de circulation*, 87-90.
- Boekschoten G.R., Stapert D., 1993, Rings and sectors: a computer package for spatial analysis; with examples form Oldeholtwolde and Gönnersdorf, *Helinium* 33(1), 20-35.

- Boekschoten G.R., Stapert D., 1996, A new tool for spatial analysis: 'Rings & Sectors 3.1 plus Density Analysis and Tracelines', in: Kamermans H., Fennema K., (eds.) *Interfacing the past. Computer applications and quantitative methods in archaeology, CAA95* (Analecta Praehistorica Leidensia 28), Leiden, 241-250.
- Boeles P.C.J.A., 1927, *Friesland tot de elfde eeuw: zijn oudste bewoning en geschiedenis*, Den Haag.
- Boeles P.C.J.A., 1951, *Friesland tot de elfde eeuw: zijn vóór- en vroege geschiedenis*, Den Haag.
- Bohmers A., 1947, Jong-Paleolithicum en Vroeg-Mesolithicum, in: van Gelder H.E., Glazema P., Bontekoe G.A., Halbertsam H., Glasbergen W. (eds.), *Een kwart eeuw oudheidkundig bodemonderzoek in Nederland*, Meppel, 129-201.
- Bohmers A., 1956a, Statistics and graphs in the study of flint assemblages. I. Introduction, *Palaeohistoria* 5, 1-6.
- Bohmers A., 1956b, Statistics and Graphs in the study of flint assemblages. II. A Preliminary report on the statistical analysis of the Younger Palaeolithic in Northwestern Europe, *Palaeohistoria* 5, 7-26.
- Bohmers A., 1960, Statistiques et graphiques dans l'étude des industries lithiques préhistoriques. V. Considérations générales au sujet du Hambourgien, du Tjongerien, du Magdalénien et de l'Azilien, *Palaeohistoria* 8, 15-38.
- Bohmers A., 1963, *A statistical analysis of flint artefacts*, in: Brothwell D., Higgs E. (eds.), *Science in Archaeology. A comprehensive survey of progress and research*, Bristol, 469-481.
- Bohmers A., Bruijn A., 1957, Statistische un graphische methoden zur untersuchung von flintkomplexen. IV. Das lithische material aus den bandkeramischen siedlungen in den Niederlanden, *Palaeohistoria* 6/7, 183-212.
- Bohmers A., Wouters A., 1956, Statistics and Graphs in the Study of Flint Assemblages. III. A Preliminary Report on the Statistical Analysis of the Mesolithic in Northwestern Europe, *Palaeohistoria* 5, 27-38.
- Bokelmann K., 1971, Duvensee, ein Wohnplatz des Mesolithikums in Schlesig-Holstein und die Duvensee-Gruppe, *OFFA* 28, 5-26.
- Bokelmann K., 1999, Interkulturelle Kontakte. Zum Beginn des Spätmesolithikums in Südsandinavien. Geweihaxt, Dreieck und Trapez, 6100 cal BC, *OFFA* 56, 183-196.
- Bos J.M., 1995, *Archeologie in Friesland*, Den Haag.
- Bos J., Foorthuis W. (eds.), 1997, *Drentse biografieën* 5, Groningen.
- Bosch J.H.A., 2005, *Archeologische Standaard Boorbeschrijvingsmethode. Op basis van de Standaard Boor Beschrijvingsmethode* (Archeologie Leidraad 3), Gouda.
- Breest K., Veil S. 2001, Die ausgrabungen 2000 auf dem mesolithischen Dünenfundplatz Schletau, Ldkr. Lüchow-Dannenberg, *Die Kunde Neue Folge* 52, 239-254.
- Brézillon M.N., 1968, *La dénomination des objets de pierre taillée. Matériaux pour un vocabulaire des préhistoriens de langue française* (Ive supplément à Gallia Préhistoire), Paris.
- Brinch Petersen E., 1966, Klosterlund. Sonder Hadsund. Böllund. Les trois principaux sites du Maglemosien ancien en Jutland. Essai de typologie et de chronologie, *Acta Archaeologica* 37, 77-185.
- Brinch Petersen E., 1973, *A survey of the Late Palaeolithic and Mesolithic of Denmark*, in: Kozłowski S.F. (ed.), *The Mesolithic in Europe*, Warschau, 77-127.
- Brinch Petersen E., 2009, The human settlement of southern Scandinavia 12 500-8700 cal BC, in: Street M., Barton N., Terberger T. (eds.), *Humans, environment and chronology of the Late Glacial of the North European Plain. Proceedings of Workshop 14 (Commission XXXII "The Final Palaeolithic of the Great European Plain") of the 15th U.I.S.P.P. Congress, Lisbon, September 2006* (Römisch-Germanisches Zentralmuseum Tagungen Band 6), Mainz, 89-130.
- Brinkkemper O., Bijkerk W., Brongers M., Jager S., Kosian M., Spek T., van der Vaart J., 2006a, *Cultuur, mens en natuur in de mieden. I. Biografie van de mieden. Landschapsgeschiedenis van de miedengebieden bij Buitenpost, Surhuizum en Zwaagwesteinde (Noordoost-Friesland)*, Amersfoort/Leeuwarden/Veenwouden.
- Brinkkemper O., van Doesburg J., Hallewas D., Theunissen L., Verlinde A.D. (eds.), 2006b, *Vakken in vlakken. Archeologische kennis in lagen*, Amersfoort.
- Bronk Ramsey C., 1995, Radiocarbon Calibration and Analysis of Stratigraphy: The OxCal Program, *Radiocarbon* 37(2), 425-430.
- Bronk Ramsey C., 2001, Development of the Radiocarbon Program OxCal, *Radiocarbon* 43 (2A), 355-363.
- Bullock P., Federoff N., Jongerius A., Stoops G.J., Turstina T., 1985, *Handbook for thin section description*, Wolverhampton.
- Burroni D., Donahue R.E., Pollard A.M., Mussi M., 2002, The Surface Alteration Features of Flint Artefacts as a Record of Environmental Processes, *Journal of Archaeological Science* 29, 1277-1287.
- Butter J., 1933, *Paléolithique et Mésolithique*, in: Butter J., Van Giffen A.E., Kleiweg de Zwaan J.P., Oppenheim R., Rutten L., Tusch P. (eds.), *L'Homme préhistorique aux Pays-Bas* (Report of the XVI International Geological Congress Washington), Washington, 1219.
- Cackler P., Glascock M.D., Neff H., Chiarulli B.M., 1999, *Effects of weathering on the coloration of chert and its implications for provenance studies*, *Lithic Technology* 24(2), 81-90.
- Carr C., 1984, The nature and organization of *intrasite* archaeological records and spatial analytical approaches to their investigation, *Advances in Archaeological Method and Theory* 7, 103-222.
- Carr C. (ed.), 1985a, *For concordance in archaeological analysis: bridging data structure, Quantitative technique and theory*, Kansas City.
- Carr C., 1985b, Alternative models, alternative techniques: variable approaches to *intrasite* spatial analysis, in: Carr C., (ed.), *For concordance in archaeological analysis: bridging data structure, Quantitative technique and theory*, Kansas City, 302-473.
- Carr C., 1985c, Screening *intrasite* artifact distributions with Fourier and filtering methods, in: Voorrips A., Loving S. (eds.), *To pattern the past*, Amsterdam, 249-286.
- Carr C., 1986, Dissecting *intrasite* artifact palimpsests using Fourier methods, in: Kent S. (ed.), *Method and theory for activity area research: an ethnoarchaeological approach*, New York, 236-294.
- Carr C., 1987, Removing discordance from quantitative analysis, in: Aldenderfer M. (ed.), *Quantitative research in archaeology*, Newbury Park, 185-243.
- Carr C., 1989, *For concordance in archaeological analysis: bridging data structure, Quantitative technique and theory. 2nd edition*, Prospect Heights.

- Carr P.J., Bradbury A.P., 2006, Learning from lithics, in: *Electronic Symposium 'Core Reduction, Chaîne Opératoire, and Other Methods: The Epistemologies of Different Approaches to Lithic Analysis' (71st annual meeting of the Society for American Archaeology, San Juan, Puerto Rico)*.
- Casparie W.A., Groenman-van Waateringe W., 1980, Palynological Analyses of Dutch Barrows, *Palaeohistoria* 22, 7-65.
- Chestnut V.K., 1974, *Plants used by the Indians of Mendocino County, California* (Contributions from the U.S. National Herbarium Vol.VII), California.
- Clark J.G.D., 1936 [1969], *The Mesolithic settlement of Northern Europe. A study of the food-gathering peoples of Northern Europe during the Early Post-Glacial period*, New York.
- Clark J.G.D., 1958, Blade and trapeze industries of the European stone age, *Proceedings of the Prehistoric Society. New Series* 24, 24-42.
- Clark J.G.D., 1975, *The Earlier Stone Age Settlement of Scandinavia*, Cambridge.
- Clark J.E., 1999, On stone tools: theoretical insights into human prehistory by George H. Odell, *Lithic Technology* 24(2), 126-135.
- Clarke D.L., 1976, Mesolithic Europe: the economic basis, in: de G. Sieveking G., Longworth I.H., Wilson K.E. (eds.), *Problems in economic and social archaeology*, London, 449-481.
- Clarke D.L., 1979 [1976], Mesolithic Europe: the economic basis, in: Hammond N. (ed.), *Analytical archaeologist. Collected papers of David L. Clarke*, New York.
- Cnossen J., 1961, De bodem van het Boven-Boornegebied, in: *Het Boven-Boornegebied*, Drachten, 95-116.
- Cnossen J., 1971, *De bodem van Friesland. toelichting bij blad 2 van de bodemkaart van Nederland schaal 1:200 000*, Wageningen.
- Cnossen J., Heijnk W., 1958, Enkele opmerkingen omtrent de bodemgesteldheid van de zandgronden in een deel van Noordoost-Friesland, *Boor En Spade* 9, 156-172.
- Cnossen J., Heijnk W., 1965, Het Jongere Dekzand en zijn invloed op het ontstaan van de veenkoloniën in de 'Friese Wouden', *Boor En Spade* 14, 42-61.
- Cnossen J., Zandstra J.G., 1965, De oudste Boorneloop in Friesland en veen uit de Paudorf tijd nabij Heerenveen, *Boor & Spade* 14, 62-87.
- Cotterell B., Kamminga J., 1979, The mechanics of flaking, in: Hayden B. (ed.), *Lithic use-wear analysis. Proceedings of the conference on lithic use-wear held at Department of Archaeology, Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, Canada. From March 16 through March 20, 1977*, New York, 97-112.
- Cotterell B., Kamminga J., 1986, Finials On Stone Flakes, *Journal of Archaeological Science* 13, 451-461.
- Cotterell B., Kamminga J., 1987, The Formation of Flakes, *American Antiquity* 52(4), 675-708.
- Cotterell B., Kamminga J., 1990, *Mechanics of pre-industrial technology. An introduction to the mechanics of ancient and traditional material culture*, Cambridge.
- Cotterell B., Kamminga J., Dickson F.P., 1985, The essential mechanics of conchoidal flaking, *International Journal of Fracture* 29(4), 205-221.
- Courty M.A., Goldberg P., Macphail R. 1989, *Soils and micromorphology in archaeology*, Cambridge.
- Craig N., Aldenderfer M., Moyes H. 2006, Multivariate visualization and analysis of photomapped artifact scatters, *Journal of Archaeological Science* 33, 1617-1627.
- Crombé P., 1993, Tree-fall features on Final Palaeolithic and Mesolithic sites situated on sandy soils, *Helinium* 33(1), 50-66.
- Crombé P., (ed.), 2005, *The last hunter-gatherer-fishermen in sandy Flanders (NW Belgium). The Verrebroek and Doek Excavation Projects (Vol. 1)* (Archaeological Reports Ghent University 3), Gent.
- Crombé P., Caspar J.-P., Perdaen Y., Sergeant J. 2001, On the reconstruction of Early Mesolithic arrows. Wear analysis on microliths from the Verrebroek site (East-Flanders, Belgium), *Journal of Field Archaeology* 28, 253-269.
- Crombé P., Groenendijk H., Van Strydonck M. 1999, Dating the Mesolithic of the Low Countries. Some practical considerations, in Evin J., Oberlin C., Daugas J.-P., Salles J.-F. (eds.), *¹⁴C et Archéologie. Actes du 5ème Congrès International, Lyon 6-10 avril 1998*, Rennes, 57-63.
- Crombé P., Perdaen Y., Sergeant J. 2005, Features. Archaeological description, in: Crombé P., (ed.), *The last hunter-gatherer-fishermen in sandy Flanders (NW Belgium). The Verrebroek and Doek Excavation Projects (Vol. 1)* (Archaeological Reports Ghent University 3), Gent, 141-179.
- Crombé P., Van Strydonck M., Sergeant J., Boudin M., Bats M. (eds.), 2009, *Chronology and evolution within the Mesolithic of North-West Europe. Proceedings of an International Meeting, Brussels, May 30th-June 1st 2007*, Newcastle Upon Tyne.
- Crombé P., Van Strydonck M., Sergeant J., Boudin M., Bats M., 2009, Forward, in: Crombé P., Van Strydonck M., Sergeant J., Boudin M., Bats M. (eds.), *Chronology and evolution within the Mesolithic of North-West Europe. Proceedings of an International Meeting, Brussels, May 30th-June 1st 2007*, Newcastle Upon Tyne, xxxi-xxxvi.
- Crombé P., Van Strydonck M., Boudin M. 2009b, Towards a Refinement of the Absolute (Typo) Chronology for the Early Mesolithic in the Coversand Area of Northern Belgium and the Southern Netherlands, in: Crombé P., Van Strydonck M., Sergeant J., Boudin M., Bats M. (eds.), *Chronology and evolution within the Mesolithic of North-West Europe. Proceedings of an International Meeting, Brussels, May 30th-June 1st 2007*, Newcastle Upon Tyne, 95-112.
- Crombé P., Sergeant J., Lombaert L., Van Strydonck M., Boudin M., 2009c, The Mesolithic and Neolithic site of Verrebroek - Aven Ackers (East Flanders, Belgium): the radiocarbon evidence, *Notae Praehistoricae* 29, 15-21.
- Crowther A., Haslam M. 2007, Blind tests in microscopic residue analysis: comments on Wadley et al (2004), *Journal of Archaeological Science* 34, 997-1000.
- Cziesla E., Eickhoff S., Arts N., Winter D. (eds.) 1990, *The big puzzle. International symposium on refitting stone artefacts, Monrepos 1987* (Studies in Modern Archaeology 1), Bonn.
- Dauvois M., 1976, *Précis de dessin dynamique et structural des industries lithiques préhistoriques*, Périquex.
- Davis Z.J., Shea J.J., 1998, Quantifying Lithic Curation: An Experimental Test of Dibble and Pelcin's Original Flake-Tool Mass Predictor, *Journal of Archaeological Science* 25, 603-610.
- de Bakker H., Schelling J., 1996, *Systeem van bodemclassificatie voor Nederland*, Wageningen.

- De Cleene M., Lejeune M.C., 2000, *Compendium van rituele planten in Europa*, Gent.
- Deeben J., 2001, *Programma van eisen*. Amersfoort.
- Deeben J., 2004, *Plan van aanpak Aquaduct Hempens Zuiderburen fase 3*. Amersfoort.
- Deeben J., 2005, *Programma van eisen voor de uitwerking van de archeologische gegevens uit de vindplaatsen te Hempens/N31*, Amersfoort.
- Deeben J., Arts N., 2005, Van jagen op de toendra naar jagen in het bos: Laat-Paleolithicum en vroeg-mesolithicum, in: Louwe Kooijmans L.P., van den Broeke P.W., Fokkens H., Van Gijn A. (eds.), *Nederland in de Prehistorie*, Amsterdam, 139-156.
- Deeben J., Groenewoudt B., 1999, Vondsten uit de steentijd onder esdekken, *Archeologie* 9, 53-98.
- Deeben J., Schreurs J. 1997, *Codelijst voor laatpaleolithische, mesolithische en neolithische artefacten* (onuitgegeven manuscript), Amersfoort.
- Deeben J., Hallewas D.P., Vos P.C., van Zijverden W., 2005, *Paleogeografie en landschapsgenese. NOaA hoofdstuk 8 (versie 1.0)*, (www.noaa.nl), 1-29.
- Deeben J., Drenth E., van Oorsouw M.-F., Verhart L. (eds.), 2005a, *De steentijd van Nederland* (Archeologie 11/12), Meppel.
- Deeben J., Peeters H., Raemaekers D., Rensink E., Verhart L. 2006a, *De vroege prehistorie. NOaA hoofdstuk 8 (versie 1.0)*, (www.noaa.nl), 1-48.
- Deeben J., van Doesburg J., van Kregten F., 2006b, Hoe de archeologie uit de romantië verdween: enkele ontwikkelingen in de methoden en technieken van het Nederlandse archeologische veldwerk sinds 1970, in: Brinkkemper O., van Doesburg J., Hallewas D., Theunissen L., Verlinde A.D. (eds.), *Vakken in vlakken. Archeologische kennis in lagen*, Amersfoort, 41-72.
- de Langen G.J., Hommes H., Perger T., Wispelwey M., 1993, Het project Bodembeschermingsgebieden Friesland, *Paleo-Aktueel* 4, 80-84.
- de Langen G.J., Perger T.M., Wentink S., Wispelwey M.H., 1998, *Provincie Fryslân. Toelichting bij de rapporten van het project 'Bescherming op Maat'* (RAAP-rapport 75), Amsterdam.
- de Langen G.J., Perger T.M., Wentink S., Wispelwey M.H., 2000, *Provincie Fryslân. De resterende terreinen onderzocht in 1992-1996. Waarderend archeologisch onderzoek* (RAAP-rapport 200), Amsterdam.
- de Man R., 2000, *Inventariserend onderzoek aan een aantal Vroeg/Midden-Mesolithische beekbeddingen te Zutphen-Ooyerhoek* (Interne Rapporten Archeobotanie ROB 4), Amersfoort.
- de Mulder F.J., Geluk M.C., Ritsema I.L., Westerhoff W.E., Wong T.E., 2003, *De ondergrond van Nederland*, Groningen.
- de Roller G.J., 2006, Hout, in: Hielkema J.B., 2006, *Jagersverzamelaars langs de Wâldwei. Een archeologisch onderzoek van een vindplaats uit het Mesolithicum, het Midden-Neolithicum en de Late IJzertijd/Romeinse Tijd bij Hempens, gemeente Leeuwarden (Fr.)* (ARC-Publicaties 131), Groningen, 167-180.
- De Smedt P., 2008, *Prehistorische plantbewerking in lithische assemblages. Een kwantitatieve studie van plantsporen in huidig NW-Europees microscopisch gebruikssporenonderzoek binnen een databankstructuur* (Onuitgegeven licentiaatsverhandeling), Gent.
- Desrosiers S., 1991, Sur le concept de chaîne opératoire, in: Balfet H. (ed.), *Observer l'action technique. Des chaînes opératoires, pour quoi faire?* Paris, 21-25.
- Devriendt I., 2008, Becoming Neolithic. the Mesolithic-Neolithic transition and its impact on the flint and stone industry at Swifterbant (the Netherlands), *Documenta Praehistorica* 35, 131-141.
- de Wit M.J.M., 2001, *Een aanvullend archeologisch onderzoek op het AZC te Leek* (ARC-publicaties 44), Groningen.
- Dibble H.L., 1985, Technological Aspects of Flake Variation, *American Archaeology* 5(3), 236-240.
- Dibble H.L., 1997, Platform Variability and Flake Morphology: A Comparison of Experimental and Archaeological Data and Implications for Interpreting Prehistoric Lithic Technological Strategies, *Lithic Technology* 22(2), 150-170.
- Dibble H.L., 1998, Comment on "Quantifying Lithic Curation: An experimental Test of Dibble and Pelcin's Original Flake-Tool Mass Predictor" by Zachary J. Davis and John J. Shea, *Journal of Archaeological Science* 25, 611-613.
- Dibble H., Pelcin A., 1995, The effect of hammer mass and velocity on flake mass, *Journal of Archaeological Science* 22, 429-439.
- Dibble H., Rezek Z., 2009, Introducing a new experimental design for controlled studies of flake formation. Results for exterior platform angle, platform depth, angle of blow, velocity, and force, *Journal of Archaeological Science* 36(9), 1945-1954.
- Dibble H.L., Whittaker J.C., 1981, New Experimental Evidence on the Relation Between Percussion Flaking and Flake Variation, *Journal of Archaeological Science* 8, 283-296.
- Djindjian F., 1988, Improvements in intra-site analysis techniques, in: Rahtz S.P.X. (ed.), *Computer and quantitative methods in archaeology* (British Archaeological Records, International Series 446), Oxford, 95-106.
- Dumont J.V., 1988, *A Microwear Analysis of Selected Artefact Types from the Mesolithic Sites of Star Carr and Mount Sandel* (British Archaeological Report, International Series 187), Oxford.
- Dunnell R.C., 1992, The notion site, in: Rossignol J., Wandsnider L. (eds.) *Space, time and archaeological landscapes*, New York, 21-41.
- Ebert J.I., 1992, *Distributional archaeology*, Salt Lake City.
- Edmonds M., 1990, Description, understanding and the chaîne opératoire, *Archaeological Review From Cambridge* 9(1), 55-70.
- Erdtman G., 1960, The Acetolysis Method, *Svensk Botanisk Tidskrift* 54, 561-564.
- Exaltus R.P., 1999a, *Grouw, bestemmingsgebied Meinga (2^e fase); gemeente Boarnsterhim; een archeologische kartering en waarder-ring* (RAAP-rapport 416), Amsterdam.
- Exaltus R.P., 1999b, *Opgraving Polderweg, gemeente Hardinxveld-Giessendam; bodemmicromorfologisch onderzoek* (RAAP-rapport 421), Amsterdam.
- Exaltus R.P., 2000, *Plangebied Oostmahorn, gemeente Dongeradeel; een Aanvullende Archeologische Inventarisatie (AAI)* (RAAP-rapport 539), Amsterdam.
- Exaltus R., 2001a, *N31 Hemrikseinen-Garijp, gemeente Leeuwarden. vindplaats 713. Een aanvullend booronderzoek*. Amsterdam.
- Exaltus R.P., 2001b, *Integraalplan Leeuwarden Zuid-West, gemeente Leeuwarden; een aanvullende Archeologische Inventarisatie* (RAAP-rapport 647), Amsterdam.
- Exaltus R.P. 2001c., *Micromorfologie: Onderzoek aan slijpplaat-monsters van grondsporen*, in: Hogestijn J.W.H., Peeters J.H.M.

- (eds.), *De Mesolithische en Vroeg-Neolithische vindplaats Hoge Vaart-A27 (Flevoland)* (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 79), Amersfoort, deel 14.
- Exaltus R.P., 2007, Bodemmicromorfologisch onderzoek, in: Noens G., Crombé P., 2007, *De steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens / N31. Basisrapport van de Definitieve Archeologische Opgraving: fase 2* (UGent Archeologische Rapporten 2007 – 5), Gent, 181-218.
- Exaltus R.P., Groenendijk H.A., Smit J.L., 1993, Voortgezet onderzoek op de mesolithische vindplaats NP-3, *Paleo-Aktueel* 4, 22-25.
- Exaltus R.P., Miedema R. 1994, A micromorphological research of 4 Neolithic sites in the dutch coastal provinces, *Journal of Archaeological Science* 21, 289-301.
- Faulkner A., 1972, *Mechanical Principles of Flintworking* (Ph.D. Dissertatie), Washington.
- Faulkner A., 1973, Mechanics of errillure formation, *Newsletter of Lithic Technology* 2(3), 4-11.
- Fischer A., 1990, Hunting with flint-tipped arrows: results and experiences from practical experiments, in: Bonsall C. (ed.), *The Mesolithic in Europe. Papers Presented at the Third International Symposium, Edinburgh, 1985*, Edinburgh.
- Fischer A., 1994, Dating the early Trapeze horizon. Radiocarbon dates from submerged settlements in Musholm Bay and Kalø Vig, Denmark, *Mesolithic Miscellany* 15(1), 1-7.
- Fisher A., Hansen P.V., Rasmussen P., 1984, Macro and micro wear, traces on lithic projectile points, *Journal of Danish Archaeology* 5, 7-13.
- Fisher A., Richards M., Olsen J., Robinson D., Bennike P., Kubiak-Martens L., Heinemeier J., 2007, Mesolithic menu. Food remains and stable isotopes in bones from the submerged settlement on the Argus Bank, *Acta Archaeologica* 78(2), 163-178.
- Fokkens H., 1998, *Drowned landscape. The occupation of the western part of the Frisian-Drentian Plateau, 4400 BC - AD 500*, Amersfoort.
- Foley R., 1981, *Off-site archaeology and human adaptation in eastern Africa* (British Archaeological Records, International Series 97; Cambridge Monographs in African Archaeology 3), Oxford.
- Fægri K., Iversen J., 1975, *Textbook of Pollen Analysis*, Copenhagen.
- Fægri K., Kaland P.E., Krzywinski K., 1989, *Which Plant? Identification Keys for the Northwest European Pollen Flora extracted from Textbook of Pollen Analysis (4th edition)*, Chichester.
- G.E.E.M., 1969, Epipaléolithique-Mésolithique. Les microlithes géométriques, *Bulletin De La Société Préhistorique Française* 66, 355-366.
- Gehasse E.F., 1995, *Ecologisch-archeologisch onderzoek van het Neolithicum en de Vroege Bronstijd in de Noordoostpolder met de nadruk op vindplaats P14 (Ecological-archaeological research on the Neolithic to the early Bronze Age at the Noordoostpolder with emphasis on find-site P14)* (Ph.D. Dissertatie), Amsterdam.
- Gehlen B., 2004, *Innovation und netzwerke. Foggensee, viereckige Mikrolithen und regelmäßige Klingen im spätmesolithischen und altneolithischen Kontext* (PhD. Dissertatie), Köln.
- Gehlen B., 2007a, Typo-chronological aspects of the microliths from Friesack 4 (Brandenburg, Germany). First results, *Mesolithic Miscellany* 18(2), 18-22.
- Gehlen B., 2007b, *Die Feuersteinartefakte der mesolithisch-neolithischen Moorfundstelle Friesack 4, Lkr. Havelland (Land Brandenburg): Stratigraphie, Mikrolithen und Kerbreste von Schnitt Z.*
- Gehlen B., 2009, A microlith sequence from Friesack 4, Brandenburg, and the Mesolithic in Germany, in: Crombé P., Van Strydonck M., Sergant J., Boudin M., Bats M. (eds.), *Chronology and evolution within the Mesolithic of North-West Europe. Proceedings of an International Meeting, Brussels, May 30th-June 1st 2007*, Newcastle Upon Tyne, 263-394.
- Gehlen B., 2010, *Innovation und Netzwerke. Foggensee, viereckige Mikrolithen und regelmässige Klingen im spätmesolithischen und altneolithischen Kontext* (Edition Mesolithikum 2), Kerpen-Loogh.
- Gendel P.A., 1983, *Mesolithic social territories in northwestern Europe* (PhD Dissertation), Wisconsin-Madison.
- Gendel P.A., 1984, *Mesolithic Social Territories in Northwestern Europe* (British Archaeological Reports, International Series 218), Oxford.
- Gerken K., 1992, Zwei mesolithische Fundplätze bei Wehldorf, Gemeinde Gyhum, Landkreis Rotenburg (Wümme). Ein Vorbericht zum Oberflächenfundplatz Wehldorf 5 und zur gegrabener Station Wehldorf 6, *Archäologische Berichte Des Landkreises Rotenburg (Wümme)* 2, 1-11.
- Gerken K., 1994, Wehldorf 6, Ldkr. Rotenburg/W. Eine mesolithische Station am Übergang vom Boreal zum Atlantikum, *Die Kunde. Neue Folge* 45, 19-33.
- Gerken K., 1998, Analysen zum Mikrolithspektrum der Station Wehldorf 6, Landkreis Rotenburg/Wümme, Niedersachsen, in: Conard N. J., Kind C. J. (eds.), *Aktuelle Forschungen zum Mesolithikum. Current Mesolithic Research* (Urgeschichtliche Materialhefte 12), Tübingen, 189-202.
- Gerken K., 1999, Wehldorf, FStNr.7. Eine Station des frühen Mesolithikums?, *Archäologische Berichte Des Landkreises Rotenburg (Wümme)* 7, 87-91.
- Gerken K., 2001, *Studien zur jung- und spätpaläolithischen sowie mesolithischen Besiedlung im Gebiet zwischen Wümme und Oste* (Archäologische Berichte des Landkreises Rotenburg 9), Wümme.
- Gerken K., 2004, Oldendorf 52, Ldkr. Rotenburg (Wümme) – Eine Fundstelle der beginnenden spätmesolithischen Phase im nordniedersächsischen Tiefland, in: Fansa M., Both F., Haßmann H. (eds.), *Archäologie Land Niedersachsen. 25 Jahre Denkmalschutzgesetz - 400 000 Jahre Geschichte. Begleitschrift zur Ausstellung*, Oldenburg, 362-365.
- Gerken K., 2009, Geophysikalische Prospektionsmethoden zur Erfassung vorkeramikzeitlicher Befunde am Beispiel der Fundstelle Oldendorf 69, Ldkr. Rotenburg (Wümme), *Archäologische Berichte Des Landkreises Rotenburg (Wümme)* 15, 273-304.
- Gob A., 1981, *Le Mésolithique dans le Bassin de l'Ourthe* (Société Wallonne de Paléolithologie Mémoire 3), Liège.
- Goodwin A.J.H., 1960a, Chemical alteration (patination) of stone, *The South African Archaeological Bulletin* 15, 67-76.
- Goodwin A.J.H., 1960b, Chemical alteration (patination) of stone, in: Heizer R.F., Cook S.F. (eds.), *The application of quantitative methods in archaeology*, New York, 300-323.
- Gotjé W., 1997a, *De vegetatie op en rond een Mesolithische en Vroeg Neolithische vindplaats. Een ecologisch onderzoek aan drie kernen op de vindplaats Hoge Vaart* (BIAXiaal 36), Zaandam.

- Gotjé W., 1997b, *Het landschap in Zuidelijk Flevoland tussen 9500 en 4300 BP. Een landschapsreconstructie in het gebied Wet Bodembescherming* (BIAxiaal 40), Zaandam.
- Gotjé W., 2001, Bodemkunde en landschapsecologie III: vegetatieontwikkeling en diatomeeën, in: Hogestijn J.W.H., Peeters J.H.M. (eds.), *De Mesolithische en Vroeg-Neolithische vindplaats Hoge Vaart-A27 (Flevoland)* (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 79), Amersfoort, deel 9.
- Grace R., 1996, Review article use-wear analysis: the state of the art, *Archaeometry* 38(2), 209-229.
- Gramsch B., 1987, Ausgrabungen auf dem mesolithischen Moorfundplatz bei Friesack, Bezirk Postdam, *Veröffentlichungen des Museums für Ur- und Frühgeschichte Postdam* 21, 75-100.
- Griede J.W., 1978, *Het ontstaan van Frieslands noordhoek: een fysisch-geografisch onderzoek naar de holocene ontwikkeling van een zeekleigebied*, Amsterdam.
- Griede J.W., Roeleveld W., 1982, De geologische en paleogeografische ontwikkeling van het noordelijk kleigebied, *Geografisch Tijdschrift* 16, 439-455.
- Groenendijk H.A., 1986a, Een mesolithische pleisterplaats bij Nieuwe Pekela, *Bulletin Van De Koninklijke Nederlandsche Oudheidkundige Bond* 85, 133-135.
- Groenendijk H.A., 1986b, Rimpels in het platte vlak, archeologie in de Veenkoloniën, *Noorderbreedte* 86(1), 2-6.
- Groenendijk H.A., 1987, Mesolithic hearth-pits in the Veenkoloniën (prov. Groningen, the Netherlands). Defining a specific use of fire in the Mesolithic, *Palaeohistoria* 29, 85-102.
- Groenendijk H.A., 1988, Archeologie en landschap: drie voorbeelden uit Oost-Groningen, in: Bierma M., Harsema O.H., van Zeist W. (eds.), *Archeologie en landschap. Bijdragen aan het gelijknamig symposium gehouden op 19 en 20 oktober 1987 ter gelegenheid van het afscheid van H.T. Waterbolk, van 1954-1987 hoogleraar in de Prehistorie en Germaanse Archeologie aan de Rijksuniversiteit Groningen*, Groningen, 9-30.
- Groenendijk H.A., 1993, *Landschapontwikkeling en bewoning in het herinrichtingsgebied Oost-Groningen 8000 BC - 1000 AD* (Phd. Dissertatie), Groningen.
- Groenendijk H.A., 1997, *Op zoek naar de horizon. Het landschap van Oost-Groningen en zijn bewoners tussen 8000 voor Chr. en 1000 na. Chr.* (Regio- en landschapsstudies 4), Groningen.
- Groenendijk H.A., 2003, New archaeological issues in the former Bourtangier Moor (The Netherlands), in: Bauerochse A., Haßmann H. (eds.), *Peatlands. Archaeological sites - archives of nature - nature conservation - wise use. Proceedings of the Peatland conference 2002 in Hannover, Germany*, Rahden/Westfalen, 36-47.
- Groenendijk H.A., 2004, Middle Mesolithic occupation on the extensive site NP3 in the peat reclamation district of Groningen, The Netherlands, in: Crombé P. (ed.), *Acts of the XIVth UISPP Congress, University of Liège, Belgium, 2-8 September 2001. Section 7: Le Mésolithique/The Mesolithic. Colloque/Symposium 7.1. Landscape use during the Final-Palaeolithic and Mesolithic in NW-Europe: the formation of extensive sites and site complexes* (British Archaeological Reports International Series 1302), Oxford, 19-26.
- Groenendijk H.A., Smit J.L., 1985, Een mesolithische vindplaats te Wildervank, *Groningse Volksalmanak* 1985, 131-145.
- Groenendijk H.A., Smit J.L., 1989a, Nieuwe Pekela: mesolithisch onderzoek op site-niveau in de Groninger Veenkoloniën, *Paleo-Aktueel* 1, 21-24.
- Groenendijk H.A., Smit J.L., 1989b, 8000 jaar voor Nieuwe Pekela: honderden haardkuilen, *Noorderbreedte* 121.
- Groenendijk H.A., Smit J.L., 1990, Mesolithische Herdstellen: Erfahrungen eines Brennversuchs, *Archäologische Informationen* 13, 213-220.
- Groenendijk H.A., Smit J.L., 1992, Aan de oevers van de Ae: verdwenen landschappen onder de Dollardklei, *Noorderbreedte* 92(3), 89-94.
- Grohne U., 1957, Die Bestimmung des Phasenkontrastverfahrens für die Pollenanalyse, dargelegt am Beispiel der Gramineenpollen vom Getreidetyp, *Photographie und Forschung* 7, 237-248.
- Gronenborn D., 1997, Sarching 4 und der Übergang vom Frühzum Spätmesolithikum im südlichen Mitteleuropa, *Archäologisches Korrespondenzblatt* 27, 387-402.
- Grøn O., 1998, Aggemose - part II. Refitting and wall effect, *Journal of Danish Archaeology* 12, 7-12.
- Grøn O., Sørensen S.A., 1995, Aggemose. An inland Site from the Early Kongemose Culture on Langeland, *Journal of Danish Archaeology* 11, 7-18.
- Gunther E., 1973, *Ethnobotany of Western Washington. The knowledge and use of indigenous plants by native Americans, revised edn*, Seattle.
- Halbertsma H., 1962, Bornego: bijdrage tot de oudste geschiedenis van het Neder-Boornegebied, *De Vrije Fries* 45.
- Halicí H., 2006, Faunaresten, in: Hielkema J.B., 2006, *Jagersverzamelaars langs de Wäldwei. Een archeologisch onderzoek van een vindplaats uit het Mesolithicum, het Midden-Neolithicum en de Late IJzertijd/Romeinse Tijd bij Hempens, gemeente Leeuwarden (Fr.)* (ARC-Publicaties 131), Groningen, 163-166.
- Hall C.T., Larson M.L. (eds.), 2004, *Aggregate analysis in chipped stone*, Utah.
- Hartz S., 1985, Kongemose-Kultur in Schleswig-Holstein?, *OFFA* 42, 35-56.
- Hartz S., 1999, *Die Steinartefakte des endmesolithischen Fundplatzes Grube-Rosenhof. Studien an Flintinventaren zur Zeit der Neolithisierung in Schleswig-Holstein und Südsandinavien* (Untersuchungen und Materialien zur Steinzeit in Schleswig-Holstein 2), Neumünster.
- Hartz S., 2005, Aktuelle forschungen zur Chronologie und Siedlungsweise der Ertebölle- und frühesten Trichterbecherkultur in Schleswig-Holstein, *Bodendenkmalpflege in Mecklenburg-Vorpommern, Jahrbuch* 52 (2004), 61-81.
- Hartz S., 2009, Towards a new chronology of the Late Mesolithic in Schleswig-Holstein, in: Crombé P., Van Strydonck M., Sergeant J., Boudin M., Bats M. (eds.), *Chronology and evolution within the Mesolithic of North-West Europe. Proceedings of an International Meeting, Brussels, May 30th-June 1st 2007*, Newcastle Upon Tyne, 395-415.
- Hartz S., Lübke H., 2006, New evidence for a chronostratigraphic division of the Ertebölle Culture and the earliest Funnel Beaker Culture on the southern Mecklenburg Bay, in: Kind C.-J. (ed.), *After the Ice Age. Settlements, subsistence and social development in the Mesolithic of Central Europe. Proceedings of the International Conference, 9th to 12th of September 2003, Rottenburg/Neckar, Baden-Württemberg, Germany*, Stuttgart, 59-74.

- Hather J.G., 1991, The identification of charred archaeological remains of vegetative parenchymatous tissue, *Journal of Archaeological Science* 18, 661-675.
- Hather J.G., 1993, *An archaeobotanical guide to root and tuber identification. 1: Europe and south Asia* (Oxbow Monograph 28), Oxford.
- Hather J.G., 2000, *Archaeological Parenchyma*, London.
- Hayden B. (ed.), 1979, *Lithic use-wear analysis. Proceedings of the conference on lithic use-wear held at Department of Archaeology, Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, Canada. From March 16 through March 20, 1977*, New York.
- Heinen M., 2005, *Sarching '83 und '89/90. Untersuchungen zum Spätpaläolithikum und Frühmesolithikum in Südost-Deutschland* (Edition Mesolithikum 1), Loogh.
- Henriksen B., 1976, *Sværdborg I. Excavations 1945-44. A settlement of the Maglemose Culture* (Arkæologiske Studier 5), Copenhagen.
- Hester T.R., Shafer H.J., Kelly T.C., Ligabue G., 1982, Observations on the patination process and the context of antiquity: a fluted projectile point from Belize, Central America, *Lithic Technology* 11(2), 29-34.
- Hielkema J.B., 2004, *Een archeologisch onderzoek van een vindplaats uit het Laat-Mesolithicum, het Midden-Neolithicum, de Late IJzertijd en de Romeinse Tijd bij de Wäldwei te Hempens, gemeente Leeuwarden (Fr.)*, stap 1. Evaluatierapport (ARC-Rapporten 2004-E10), Groningen.
- Hielkema J.B., 2006, *Jagers-verzamelaars langs de Wäldwei. Een archeologisch onderzoek van een vindplaats uit het Mesolithicum, het Midden-Neolithicum en de Late IJzertijd/Romeinse Tijd bij Hempens, gemeente Leeuwarden (Fr.)* (ARC-Publicaties 131), Groningen.
- Hielkema J.B., 2006b, Inleiding, in: Hielkema J.B., 2006, *Jagers-verzamelaars langs de Wäldwei. Een archeologisch onderzoek van een vindplaats uit het Mesolithicum, het Midden-Neolithicum en de Late IJzertijd/Romeinse Tijd bij Hempens, gemeente Leeuwarden (Fr.)* (ARC-Publicaties 131), Groningen, 7-20.
- Hielkema J.B., 2006c, Sporen en vondsten; datering en verspreiding, in: Hielkema J.B., 2006, *Jagers-verzamelaars langs de Wäldwei. Een archeologisch onderzoek van een vindplaats uit het Mesolithicum, het Midden-Neolithicum en de Late IJzertijd/Romeinse Tijd bij Hempens, gemeente Leeuwarden (Fr.)* (ARC-Publicaties 131), Groningen, 27-54.
- Hielkema J.B., 2006d, Synthese, in: Hielkema J.B., 2006, *Jagers-verzamelaars langs de Wäldwei. Een archeologisch onderzoek van een vindplaats uit het Mesolithicum, het Midden-Neolithicum en de Late IJzertijd/Romeinse Tijd bij Hempens, gemeente Leeuwarden (Fr.)* (ARC-Publicaties 131), Groningen, 205-217.
- Hielkema J.B., 2006e, Conclusie, in: Hielkema J.B., 2006, *Jagers-verzamelaars langs de Wäldwei. Een archeologisch onderzoek van een vindplaats uit het Mesolithicum, het Midden-Neolithicum en de Late IJzertijd/Romeinse Tijd bij Hempens, gemeente Leeuwarden (Fr.)* (ARC-Publicaties 131), Groningen, 219-226.
- Hietala H.J., 1984, *Intrasite spatial analysis in archaeology*, Cambridge.
- Hietala H., Stevens D.S., 1977, Spatial analysis: multiple procedures in pattern recognition studies, *American Antiquity* 42(4), 539-559.
- Hillman G.C., 1989, Late Palaeolithic plant foods from Wadi Kubaniya in Upper Egypt: dietary diversity, infant weaning, and seasonality in a riverine environment, in: Harris D.R., Hillman G.C. (eds.), *Foraging and Farming. The Evolution of Plant Exploitation*, London, 207-239.
- Hijzeler C.C.W.J., 1947, De oudheidkundige opgravingen in Twente in de laatste jaren, in: van Gelder H.E., Glazema P., Bontekoe G.A., Halbertsam H. & Glasbergen W. (eds.), *Een kwart eeuw oudheidkundig bodemonderzoek in Nederland*. Meppel, 327-349.
- Hodder I., Orton C., 1976, *Spatial analysis in archaeology*, Cambridge.
- Hofman J.L., Enloë J.G., 1992, *Piecing together the past. Application of refitting studies in archaeology* (British Archaeological Records International Series 578), Oxford.
- Hogestijn J.W.H., Peeters J.H.M., 2001, *De Mesolithische en Vroeg-Neolithische vindplaats Hoge Vaart-A27 (Flevoland)* (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 79), Amersfoort.
- Holden T.G., Hather J.G., Watson J.P.N., 1995, Mesolithic plant exploitation at the Roc del Migdia, Catalonia, *Journal of Archaeological Science* 22, 769-778.
- Holley G.A., Del Bene T.A., 1981, An evaluation of Keeley's Microwear Approach, *Journal of Archaeological Science* 8, 337-352.
- Holst D., 2007, *Subsistenz und Landschaftsnutzung im Frühmesolithikum: Nussröstplätze am Duvensee*. (Dissertation), Mainz.
- Holst D., 2008, Zur Entwicklung Frühmesolithischer artefaktproduktion: handwerkliche tradition und landschaftsnutzung am Duvensee (Schleswig-Holstein), *Archäologisches Korrespondenzblatt* 38, 457-476.
- Hopf M., 1973, Getreide, Äpfel und Eicheln, in: Higt H. (ed.), *Eine bronzezeitliche Siedlung bei Schmalstede, Kr. Rendsburg-Eckernförde* (Offa 30), Neumunster, 200-204.
- Howard C.D., 2002, The gloss patination of flint artifacts, *Plains Anthropologist*, 283-287.
- Huiskes B., 1988, Tietjerk-Lytse Geast I: a reconstruction of a Mesolithic site from an anthropological perspective, *Palaeohistoria* 30, 29-62.
- Huisman D.J., Deeben J., 2009, Soil features, in: Huisman D.J. (ed.), *Degradation of archaeological remains*, Den Haag, 147-176.
- Hurst V.J., Kelly A.R., 1961, Patination of cultural flints, *Science* 134, 251-256.
- Inizan M.-L., Reduron-Ballinger M., Roche H., Tixier J., 1999, *Technology and terminology of Knapped stone* (Préhistoire de la pierre taillée 5), Nanterre.
- Inizan M.-L., Roche H., Tixier J., 1992, *Technology of knapped stone* (Préhistoire de la pierre taillée 3), Meudon.
- Jacobi R.M., Tallis J.H., Mellars P.A., 1976, The southern Pennine Mesolithic and the ecological record, *Journal of Archaeological Science* 3, 307-320.
- Jager S.W., 1988a, *Een inventarisatie van archeologische elementen ten behoeve van het intentieprogramma bodembeschermingsgebieden in de provincie Friesland. Eerste rapport* (RAAP-rapport 21), Amsterdam.
- Jager S.W., 1988b, *Een inventarisatie van archeologische elementen ten behoeve van het intentieprogramma bodembeschermingsgebieden in de provincie Friesland. Eindrapport* (RAAP-rapport 27), Amsterdam.

- Jager S.W., 1989, *Niet-zichtbare, archeologisch [sic] elementen in de provincie Friesland: een revisie van de huidige overzichtskaart* (RAAP-rapport 33), Amsterdam.
- Jager S.W., van Ginkel E., 2005, *Archeologie van de Stellingwerven. Rendierjagers, boeren en ontginners in het stroomgebied van Tjonger en Linde*, Assen.
- Janssen C.R., 1960, On the Late-glacial and Post-glacial Vegetation of South Limburg (Netherlands), *Wentia* 4, 1-112.
- Jelgersma S., 1961, *Holocene sea-level changes in the Netherlands* (Mededelingen van de Geologische Stichting serie C6, 7), Leiden.
- Jelgersma S., Brewer J.B., 1975, Toelichting bij de kaart glaciële verschijnselen gedurende het Saalien, 1:600.000, in: Zagwijn W.N., van Staalduinen J.C. (eds.), *Toelichting bij geologische overzichtskaarten van Nederland*, Haarlem, 93-103.
- Johansen L., Stapert D., 2000, Two 'Epi-Ahrensburgian' sites in Northern Netherlands: Oudehaske (Friesland) and Gramschbergen (Overijssel), *Palaeohistoria* 39/40, 1-87.
- Jongerijs A., Heintzberger G., 1975, *Methods in soil micromorphology; a technique for the preparation of large thin sections* (Soil Survey Papers 10), Wageningen.
- Juel Jensen H., 1986, Unretouched blades in the late Mesolithic of South Scandinavia, A functional study, *Oxford Journal of Archaeology* 5, 19-33.
- Juel Jensen H., Brinch Petersen E., 1985, A functional Study of Lithics from Vaenget Nord, a Mesolithic Site at Vedbaek, N.E. Sjaelland, *Journal of Danish Archaeology* 4, 40-51.
- Julien M., 1992, *Du fossile directeur à la chaîne opératoire. Evolution de l'interprétation des ensembles lithiques et osseux en France*, in: La préhistoire dans la monde, Paris, 163-193.
- Jørgensen G., 1977, Acorns as a food-source in the late Stone Age, *Acta Archaeologica* 48, 233-238.
- Kamermans H., Fennema K. (eds.), 1996, *Interfacing the past. Computer applications and quantitative methods in archaeology*, (Analecta Praehistorica Leidensia 28) Leiden.
- Kappers M., 2004, *Voorlopig rapport datacontrole hoofddatabase LEEN04* (Intern rapport), Amersfoort.
- Kardulias P.N., Yerkes R.W., 2003, *Written in Stone. The multiple dimensions of lithic analysis*. Maryland.
- Keeley L.H., 1980, *Experimental Determination of Stone Tool Uses: A Microwear Analysis*, Chicago.
- Kelly A.R., Hurst V.J., 1956, Patination and Age relationship in South Georgia Flint, *American Antiquity* 22(2), 193-194.
- Kerkhof F., Müller-Beck H., 1969, Zur bruchmechanischen deutung der schlagmarken an steingeraten, *Glastechnische Berichte* 42, 439-448.
- Kintigh K.W., 1990, *Intrasite spatial analysis: a commentary on major methods*, in: Voorrips A. (ed.), *Mathematics and information science in archaeology: a flexible framework*, Bonn, 165-200.
- Kintigh K.W., Ammerman A.J., 1982, Heuristic approaches to spatial analysis in archaeology, *American Antiquity* 47(1), 31-63.
- Knol E., 1993, *De Noordnederlandse kustlanden in de Vroege Middeleeuwen*, Groningen.
- Knol E., Bardet A.C., Prummel W. (eds.), 2005, *Professor Van Giffen en het geheim van de wierden*, Veendam/Groningen.
- Konert M., 2002, *Pollen Preparation Method* (Intern Rapport VU), Amsterdam.
- Kooi P.B., 1974, De orkaan van 13 november 1972 en het ontstaan van hoefijzervormige grondsporen, *Helinium* 14, 57-65.
- Kooistra L., 2006, Fabrics of fibres and strips of bark, in: Louwe Kooijmans L.P., Jongste P.F.B. (eds.), *Schipluiden: a Neolithic settlement on the Dutch North Sea coast c.3500 CAL BC* (Analecta Praehistorica Leidensia 37/38), Leiden, 253-259.
- Kooistra L.I., Hänninen K., 1997, *Bij elkaar gesprokkeld. Houtskool van kuilen uit het Boreaal en Atlanticum te Mariëberg (Ov.)* (BIAXiaal; 35), Zaandam.
- Kooistra M.J., Pulleman M.M., 2007, *Soil Organisms and Soil organic Matter*, in: Stoops G. (ed.), *Micromorphological features of soils and regoliths*.
- Koopman G., 2004, Van eigen bodem. Kattenklei in Zuiderburen, *Noorderbreedte* 28 (4), 44-45.
- Koopman G., 2006, *Van eigen bodem. Sporen van de tijd in de bodem van Noord-Nederland*, Groningen.
- Kozłowski S.K. 2009, *Thinking Mesolithic*, Oxford.
- Körber-Grohne U., 1995, Bericht über die botanisch-mikroskopische Bestimmung des Rohmaterials von einigen Schnüren, Seilen und Netzen von Friesack, Landkreis Havelland, *Veröffentlichungen des Brandenburgischen Landesmuseums für Ur- und Frühgeschichte* 29, 7-12.
- Kreuz A., 1991, *Die ersten Bauern Mitteleuropas – Eine archäobotanische Untersuchung zu Umwelt und Landwirtschaft der Ältesten Bandkeramik* (Analecta Praehistoricae Leidensia 23), Leiden.
- Kroll E.M., Price T.D., 1991, *The interpretation of archaeological spatial patterning*, New York.
- Kubiak-Martens L., 1999, The plant food component of the diet at the late Mesolithic (Ertebølle) settlement at Tybrind Vig, Denmark, *Vegetation History and Archaeobotany* 8, 117-127.
- Kubiak-Martens L., 2002, New evidence for the use of root foods in pre-agrarian subsistence recovered from the late Mesolithic site at Halsskov, Denmark, *Vegetation History and Archaeobotany* 11, 23-31.
- Kubiak-Martens L., 2006, Roots, tubers and processed plant food in the local diet, in: Louwe Kooijmans L.P., Jongste P.F.B. (eds.), *Schipluiden: a Neolithic settlement on the Dutch North Sea coast c.3500 CAL BC* (Analecta Praehistorica Leidensia 37/38), Leiden, 339-352.
- Kubiak-Martens L., 2007, Onderzoek van macroresten, in: Noens G., Crombé P., 2007, *De steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens / N31. Basisrapport van de Definitieve Archeologische Opgraving: fase 2* (UGent Archeologische Rapporten 2007 – 5), Gent, 123-136.
- Kuhnlein H.V., Turner N.J., 1991, *Traditional plant foods of Canadian indigenous peoples: nutrition, botany and use* (Food and nutrition in history and anthropology 8), Philadelphia.
- Küster H., 1988, Vom Werden einer Kulturlandschaft, Vegetationsgeschichtliche Studien am Auerberg (Südbayern), *Acta Humaniora*, 15-20.
- Langohr R., 1993, Types of the windthrow, their impact on the environment and their importance for the understanding of archaeological excavation data, *Helinium* 33, 36-49.
- Langohr R., Louwagie G., 2000, Tree sway turbation of soils as observed on archaeological sites in the sandy area of northern Flanders, Belgium, *Pedologie-Themata* 8, 123-129.

- Lanting J.N., van der Plicht J., 2000, De ¹⁴C-chronologie van de Nederlandse pre- en protohistorie II: Mesolithicum, *Palaeohistoria* 39/40, 99-162.
- Larson M.L., Hall C. (eds.), 2004, *Aggregate Analysis in Chipped Stone Studies*, Utah.
- Larsson L., 1978, *Ageröd I:B-Ageröd I:D. A Study of early Atlantic settlement in Scania* (Acta Archaeologica Lundensia 12), Lund.
- Larsson L., 1985, *Ageröd V. An Atlantic bog site in Central Scania* (Acta Archaeologica Lundensia 12), Stockholm.
- Lauwers R., Vermeersch P.M., 1982, *Un site du Mésolithique ancien à Neerharen - De Kip*, in: Vermeersch P.M. (ed.), *Contributions à l'étude du Mésolithique de la Basse Belgique* (Studia Praehistorica Belgica 1), Tervuren, 15-52.
- Lawn B.R., Marshall D.B., 1979, *Mechanisms of microcontact fracture in brittle solids*, in: Hayden B. (ed.), *Lithic use-wear analysis. Proceedings of the conference on lithic use-wear held at Department of Archaeology, Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, Canada. From March 16 through March 20, 1977*, New York, 65-82.
- Leesch D., Bullinger J., Cattin M.-I., Müller W., Plummetaz N., 2010, Hearths and hearth-related activities in Magdalenian open-air sites: the case studies of Champréveyres and Monruz (Switzerland) and the relevance to an understanding of Upper Paleolithic site structure, in: Poltowicz-Bobak M., Bobak D. (eds.), *The Magdalenian in Central Europe. New finds and concepts*, Rzeszów, 53-69.
- Lemonnier P., 1976, La description des chaînes opératoires: contribution à l'analyse des systèmes techniques. *Techniques et Culture* 1, 100-151.
- Leroi-Gourhan A., 1943, *Évolution et techniques: L'homme et la matière*, Paris.
- Leroi-Gourhan A., 1964, *Le geste et le parole I - technique et langage*, Paris.
- Leroi-Gourhan A., 1965, *Le geste et le parole II - la mémoire et les rythmes*, Paris.
- Limbrey S., 1975, *Soil science and archaeology*, New York.
- Lombard M., Wadley L., 2007, The morphological identification of micro-residues on stone tools using light microscopy: progress and difficulties based on blind tests. *Journal of Archaeological Science* 34, 155-165.
- Louwagie G., Langohr R., 2005, Features. Pedological analyses, in: Crombé P. (ed.), *The last hunter-gatherer-fishermen in sandy Flanders (NW Belgium). The Verrebroek and Doek Excavation Projects (Vol. 1)* (Archaeological Reports Ghent University 3), Gent, 213-250.
- Louwagie G., Noens G., Devos Y. 2005, *Onderzoek van het bodemmilieu in functie van het fysisch-chemisch kwantificeren van de effecten van grondgebruik en beheer op archeologische bodemsproten in Vlaanderen. Eindrapport* (intern rapport), Gent.
- Louwe Kooijmans L.P., 1987, Neolithic Settlement and Subsistence in the Wetlands of the Rhine/Meuse delta of the Netherlands, in: Coles J. M., Lawson A. J. (eds.), *European Wetlands in Prehistory*, Oxford, 227-251.
- Louwe Kooijmans L.P. (ed.), 2001a, *Archeologie in de Betuweroute: Hardinxveld-Giessendam Polderweg: een mesolithisch jachtkamp in het riviereengebied (5500-5000 v. Chr.)* (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 83), Amersfoort.
- Louwe Kooijmans L.P. (ed.), 2001b, *Archeologie in de Betuweroute: Hardinxveld-Giessendam De Bruin: een kampplaats uit het Laat-Mesolithicum en het begin van de Swifterbant-cultuur (5500-4450 v. Chr.)* (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 88), Amersfoort.
- Louwe Kooijmans L. P., van Gijn A. L., Oversteegen J.F.S., Bruineberg M., 2001b, *Artefacten van been, gewei en tand*, in: Louwe Kooijmans L.P. (ed.), *Archeologie in de Betuweroute: Hardinxveld-Giessendam De Bruin: een kampplaats uit het Laat-Mesolithicum en het begin van de Swifterbant-cultuur (5500-4450 v. Chr.)* (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 88), Amersfoort, 327-367.
- Lübke H., 2005, Spät- und endmesolithische Küstensiedlungsplätze in der Wismarbucht - Neue Grabungsergebnisse zur Chronologie und Siedlungsweise, in: Lübke H., Lüth F., Terberger T. (eds.), *Neue Forschungen zur Steinzeit im südlichen Ostseegebiet. Beiträge zur 46. Jahrestagung der Hugo Obermaier-Gesellschaft zur Erforschung des Eiszeitalters und der Steinzeit e. V. (Hansestadt Greifswald vom 13.-17. April 2004)*, Greifswald, 83-110.
- Luedtke B., 1986, An experiment in natural fracture, *Lithic Technology* 15(2), 55-60.
- Luedtke B., 1992, *An archaeologist's guide to chert and flint*, Los Angeles.
- Löhr H., 1994, Linksflügler und Rechtsflügler in Mittel- und Westeuropa. Der Fortbestand der Verbreitungsgebiete asymmetrischer Pfeilspitzenformen als Kontinuitätsbeleg zwischen Meso- und Neolithikum, *Trierer Zeitschrift* 57, 9-127.
- Madsen B., 1992, Istidsjægerene ved Jelsøerne, in: Holm J., Reick F. (eds.), *Skrifter fra museumsrådet for sønderjyllands amt*, Haderslev.
- Marinelli M.G., 2000, *Bestemmingsplangebied Buitengebied, gemeente Leeuwarden; een archeologische verwachtingskaart* (RAAP-rapport 612), Amsterdam.
- Marinelli M.G., Rosenbrand N.M., 2001, *Provincie Fryslân: Project 'Archeologie van het Kleigebied'; archeologisch onderzoek op terreinen in het vroeg- en vol-middeleeuwse uitbreidingsgebied van Noordoost-Oostergo (groep 21): terreinen IH-A, 2G-F, 2G-G, 2G-I, 2G-J, 2G-K, IH-01, 2G-22, 2G-23, 2G-25, 2G-28, 2G-A, 2G-B, 2G-01, 2G-03, 2G-04, 2G-05, 2G-06, 2G-07, 2G-08, 6E-A, 6E-C, 6E-D, 6E-E, 6E-F, 6E-04, 6E-05, 6E-06 en 6E-07* (RAAP-rapport 703), Amsterdam.
- Mason S.L.R., 1995, *Acornutopia? Determining the role of acorns in past human subsistence*, in: Wilkins J., Harvey D., Dobson M. (eds.), *Food in Antiquity*, Exeter, 12-24.
- Mason S.L.R., 2000, Fire in Mesolithic subsistence-managing oaks for acorns in northwest Europe?, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 164, 139-150.
- Mason S.L.R., Hather J.G., 2000, Parenchymatous plant remains from Staosnaig, in: Mithen S. (ed.), *Hunter-gatherer landscape archaeology. The Southern Hebrides Mesolithic Project 1988-1998*, Cambridge, 415-425.
- Mason S.L.R., Hather J.G., Hillman G.C., 2002, The archaeobotany of European hunter-gatherers: some preliminary investigations, in: Mason L.R., Hather J.G. (eds.), *Hunter-gatherer archaeobotany. Perspectives from the northern temperate zone*, London, 188-196.
- Mathiassen T., 1948, *Danska Oldsager I. Aeldre senalder*, Copenhagen.

- Milner N., Woodman P. (eds.), 2005, *Mesolithic studies at the beginning of the 21st century*, Oxford.
- Mithen S., Finlay N., Carruthers W., Carter S., Ashmore P., 2001, Plant use in the Mesolithic: evidence from Staosnaig, Isle of Colonsay, Scotland, *Journal of Archaeological Science* 28, 223-234.
- Modderman P.J.R., 1970, *Linearbandkeramik aus Elsloo und Stein*, s-Gravenhage.
- Molema J., Dosker M., Elerie J.H.N., Spek T., Veenstra H.W., Waterbolk H.T., 2004, *Cultuurhistorische inventarisatie ten behoeve van Landschapvisie Drentsche Aa: onderzoek in het kader van het Nationaal Beek- en Esdorpenlandschap Drentsche Aa* (RAAP-rapport 969), Amsterdam.
- Moore P.D., Webb J.A., Collinson M.E., 1991, *Pollen Analysis (second edition)*, London.
- Müller S., 1900, Kapittel V. Oldsager I., in: *Affaldsskaldlynger fra Stenalderen i Danmark*, København.
- Newcomer M., Grace R., Unger-Hamilton R., 1986, Investigating Microwear Polishes with Blind Tests, *Journal of Archaeological Science* 13, 203-217.
- Newcomer M.H., Grace R., Unger-Hamilton R., 1987, Microwear polishes, blind tests, and texture analysis, in: de G. Sieveking G., Newcomer M.H. (eds.), *The Human Uses of Flint and Chert. Proceedings of the Fourth International Flint Symposium held at Brighton Polytechnic, 10-15 April 1983*, Cambridge, 253-263.
- Newell R.R., 1970a, *The Mesolithic affinities and typological relations of the Dutch Bandkeramik Flint industry*, London.
- Newell R.R., 1970b, Een afslagbijl uit Anderen, gem. Anloo en zijn relatie tot het Atlantisch Mesolithicum, *Nieuwe Drentse Volksalmanak* 88, 177-184.
- Newell R.R., 1972, The Mesolithic Affinities and typological Relations of the Dutch Bandkeramik Flint Industry, *Alba Regia* 12, 9-38.
- Newell R.R., 1973, The post-glacial adaptations of the indigenous population of the northwest European plain, in: Kozłowski S.F. (ed.), *The Mesolithic in Europe*, Warschau, 399-440.
- Newell R.R., 1975, Mesolithicum, in: Verwers G.J. (ed.), *Noord-Brabant in pre- en protohistorie*, Oosterhout, 39-54.
- Newell R.R., 1981, Mesolithic dwelling structures: Fact and Fantasy, in: Gramsch B. (ed.), *Mesolithikum in Europa. 2. Internationales Symposium Potsdam, 5. bis 8. April 1978, Bericht* (Veröffentlichungen des Museums für Ur- und Frühgeschichte Potsdam 14/15), Berlin, 235-284.
- Newell R.R., 1984, Settlement systems in the Dutch Mesolithic: setting the record straight, *Helinium* 24, 44-52.
- Newell R.R., Vroomans A., 1972, *Automatic Artifact Registration and Systems for Archaeological Analysis with the Philips P1100 Computer: A Mesolithic test-Case*, Oosterhout.
- Niekus M.J.L.T., 1998a, *Een aanvullende archeologische inventarisatie (A.A.I.) in het landinrichtingsgebied Oost-Groningen en Gronings-Drentse Veenkoloniën: deelgebied Oude Veenkoloniën, herkavelingsblok III* (ARC-publicaties 12), Groningen.
- Niekus M.J.L.T. 1998b. *Een aanvullende archeologische inventarisatie (A.A.I.) in het landinrichtingsgebied Oost-Groningen en Gronings-Drentse Veenkoloniën: deelgebied Oude Veenkoloniën, herkavelingsblok IV* (ARC-publicaties 13), Groningen.
- Niekus M.J.L.T., 2005, Een 14C-database voor het Mesolithicum en de vroege fase van de Swifterbant-cultuur in Noord-Nederland. Enkele algemene opmerkingen, *Notae Praehistoricae* 25, 113-118.
- Niekus M.J.L.T., 2006, A geographically referenced ¹⁴C database for the Mesolithic and the early phase of the Swifterbant Culture in the Northern Netherlands, *Palaeohistoria* 47/48, 41-99.
- Niekus M.J.L.T., 2008, Een studie naar de ontwikkeling van trapeziumvormige pijlbewapening tussen 8100 en 4100 BP, *Paleo-Aktueel* 19, 56-65.
- Niekus M.J.L.T., 2009, Trapeze shaped flint tips as proxy data for occupation during the Late Mesolithic and the Early to Middle Neolithic in the northern part of the Netherlands, *Journal of Archaeological Science* 36, 236-247.
- Niekus M.J.L.T., Rensink E., 2008, *De Drentse Aa. Steentijdjagers in het Drentse landschap*, in: Rensink E. (ed.), *Archeologie en beekdalen. Schatkamers van het verleden*, Utrecht, 122-141.
- Niekus M.J.L.T., Smit B.I., 2006, Wie het kleine niet eert... micro-driehoeken in het Mesolithicum van Noord-Nederland, *Paleo-Aktueel* 17, 45-87.
- Niekus M.J.L.T., Stapert D., 1994, Een vindplaats van de overgang Laat-Paleolithicum/Mesolithicum bij Oudega (Fr.), *Paleo-Aktueel* 5, 17-21.
- Niekus M.J.L.T., De Roever P., Smit J.L., 1997, Een Vroeg-Mesolithische nederzetting met tranchetbijlen bij Lageland (GR.), *Paleo-Aktueel* 8, 28-32.
- Noens G., 2004, *Het project LEEN 04: evaluatie van het drogen & sorteren* (Intern rapport), Amersfoort/Gent.
- Noens G., 2006, *Een evaluatie van de beschikbare rapporten i.v.m. het archeologisch onderzoek van de steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens / N31 ... exclusief de DAO-2 fase* (Intern rapport), Gent.
- Noens G., 2009, De steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens/N31 (Friesland, NL): een introductie, *Notae Praehistoricae* 29, 37-47.
- Noens G. (in prep.) *Intrasite studie van enkele Boreale en Vroeg-Atlantische lithische vindplaatsen in Vlaanderen (Doel-Deurganckdok C5) en Nederland (Leeuwarden-Hempens/N31)* (Doctoraatsverhandeling) Gent.
- Noens G., Crombé P., 2007, *De steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens / N31. Basisrapport van de Definitieve Archeologische Opgraving: fase 2* (UGent Archeologische Rapporten 2007 – 5), Gent.
- Noens G., Schreurs J., 2007, *Programma van eisen. Gebruikssporenonderzoek van (vuur)stenen artefacten uit Leeuwarden-Hempens/N31*, Amersfoort/Gent
- Noens G., Bats M., Crombé P., Perdaen Y., Sergant J., 2005, Doel-Deurganckdok: typologische en radiometrische analyse van een Vroegmesolithische concentratie uit de eerste helft van het Boreaal..., *Notae Praehistoricae* 25, 91-101.
- Noens G., Perdaen Y., Crombé P., Van Strydonck M., 2006, Doel-Deurganckdok (O.-VL.): Technologische analyse van een vroegmesolithische lithische concentratie. De eerste resultaten, *Notae Praehistoricae* 26, 141-155.
- Noens G., Perdaen Y., Ryssaert C., 2009, Towards a refinement of the Early Mesolithic chronology in Sandy Flanders: a technological contribution, in: Crombé P., Van Strydonck M., Sergant J., Boudin M., Bats M. (eds.), *Chronology and evolution within the*

- Mesolithic of North-West Europe. Proceedings of an International Meeting, Brussels, May 30th-June 1st 2007*, Newcastle Upon Tyne, 113-130.
- O'Brien M.J., Lyman R.L., Schiffer M.B., 2005, *Archaeology as a process. Processualism and its progeny*, Salt Lake City.
- Odell G.H., 1977, *The application of microwear analysis to the lithic component of an entire prehistoric settlement: methods, problems and functional reconstructions* (PhD Dissertation), Harvard.
- Odell G.H., 1996, *Stone tools. Theoretical insights into human prehistory*, New York-London.
- Odell G.H., 2000, Stone tool research at the end of the Millennium: Procurement and technology, *Journal of Archaeological Research* 8(4), 269-331.
- Odell G.H., 2001, Stone tool research at the end of the millennium: classification, function, and behavior, *Journal of Archaeological Research* 9(1), 45-100.
- Odell G.H., 2003, *Lithic analysis*, New York.
- Odell G.H., Odell-Vereecken F., 1980, Verifying the reliability of lithic use-wear assessments by 'blind tests': the low-power approach, *Journal of Field Archaeology* 7(1), 87-120.
- Olausson D., 1986, *Intrasite spatial analysis in Scandinavian Stone Age research: a discussion of theory*, *Meddelanden Fran Lunds Universitets Historiska Museum. New Series* 6, 5-24.
- Pals J.P., 1984, Plant remains from Aartswoud, a Neolithic settlement in the coastal area, in: van Zeist W., Casparie W.A. (eds.), *Plants and Ancient Man. Studies in palaeoethnobotany*, Rotterdam, 313-321.
- Pals J.P., van Geel B., Delfos A., 1980, Paleoecological Studies in the Klokkeweel Bog near Hoogkarspel (Prov. of Noord-Holland), *Review of Palaeobotany and Palynology* 30, 371-418.
- Peeters J.H.M., 2000, Een verhitte discussie over vuursteen, of een discussie over verhitte vuursteen? Enkele opmerkingen over de intentionele en accidentele verhitting van vuursteen, *Archeologie* 10, 169-176.
- Peeters J.H.M., 2001a, Het (vuur)steenmateriaal van de laat-neolithische en vroege Bronstijdnederzettingen van De Gouw (AAO-campagne 1989), in: van Heeringen R.M., Theunissen E.M. (eds.), *Kwaliteitsbepalend onderzoek ten behoeve van duurzaam behoud van neolithische terreinen in West-Friesland en de Kop van Noord-Holland. Deel 3. Archeologische onderzoeksverslagen* (Nederlandse Archeologische Rapporten 21), Amersfoort, 485-513.
- Peeters J.H.M., 2001b, Het lithisch materiaal van Mienakker: technologische organisatie en typologie, in: van Heeringen R.M., Theunissen E.M. (eds.), *Kwaliteitsbepalend onderzoek ten behoeve van duurzaam behoud van neolithische terreinen in West-Friesland en de Kop van Noord-Holland. Deel 3. Archeologische onderzoeksverslagen* (Nederlandse Archeologische Rapporten 21), Amersfoort, 515-660.
- Peeters J.H.M., 2001c, Het vuursteenmateriaal van de trechterbekervindplaats Bouwlust bij Slootdorp (gem. Wieringermeer, prov. N.-H.), in: van Heeringen R.M., Theunissen E.M. (eds.), *Kwaliteitsbepalend onderzoek ten behoeve van duurzaam behoud van neolithische terreinen in West-Friesland en de Kop van Noord-Holland. Deel 3. Archeologische onderzoeksverslagen* (Nederlandse Archeologische Rapporten 21), Amersfoort, 661-716.
- Peeters J.H.M., 2004, The Mesolithic and Early Neolithic occupation at The Hoge Vaart (Almere, the Netherlands): forager land-use dynamics in the context of a drowning landscape, in: *Acts of the XIVth congress of the UISPP, Liège 2001* (British Archaeological Reports, International Series 1302), Oxford, 27-37.
- Peeters J.H.M., 2007, *Hoge Vaart-A27 in context: Towards a model of the Mesolithic - Neolithic land use dynamics as a framework for archaeological heritage management*, Amersfoort.
- Peeters J.H.M., Niekus M.J.L.T., 2005, *Het Mesolithicum in Noord-Nederland*, in: Deeben J., Drenth E., van Oorsouw M.-F., Verhart L. (eds.), *De steentijd van Nederland* (Archeologie 11/12), Meppel, 201-234.
- Peeters J.H.M., Hanraets E., Hogestijn J.W.H., Jansma E., 2001b, Dateringen: ¹⁴C-analyse en dendrochronologie, in: Hogestijn J.W.H., Peeters J.H.M. (eds.), *De Mesolithische en Vroeg-Neolithische vindplaats Hoge Vaart-A27 (Flevoland)* (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 79), Amersfoort, deel 12.
- Peeters J.H.M., Schreurs J., Verneau S.M.J.P., 2001a, Vuursteen: typologie, technologische organisatie en gebruik, in: Hogestijn J.W.H., Peeters J.H.M. (eds.), *De Mesolithische en Vroeg-Neolithische vindplaats Hoge Vaart-A27 (Flevoland)* (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 79), Amersfoort, deel 18.
- Pelcin A.W., 1996, *Controlled experiments in the production of flake attributes* (PhD dissertatie), Pennsylvania.
- Pelcin A.W., 1997a, The effect of indenter type on flake attributes: evidence from a controlled experiment, *Journal of Archaeological Science* 24, 613-621.
- Pelcin A.W., 1997b, The effect of core surface morphology on flake attributes: evidence from a controlled experiment, *Journal of Archaeological Science* 24, 749-756.
- Pelcin A.W., 1998, The threshold effect of platform width: A reply to Davis and Shea, *Journal of Archaeological Science* 25, 615-620.
- Pelegrin J., 1995, *Technologie lithique: Le Châtelperronien de Roc-de-Combe (Lot) et de la Côte (Dordogne)* (Cahiers du Quaternaire 20), Paris.
- Pelegrin J., 2000, Les techniques de débitage laminaire au Tardiglaciaire: critères de diagnose et quelques réflexions, in: Valentin B., Bodu P., Christensen M. (eds.), *L'Europe centrale et septentrionale au Tardiglaciaire. Confrontation des modèles régionaux de peuplement. Actes de la Table ronde internationale de Nemours, 14-16 mai 1997* (Mémoire du Musée de Préhistoire d'Ile-de-France 7), Nemours, 73-86.
- Pelegrin J., Karlin C., Bodu P. 1988, Chaînes opératoires: un outil pour le préhistorien, in: Tixier J. (ed.), *Technologie préhistorique. Journée d'études technologiques en Préhistoire* (Notes et Monographies Techniques 25) Paris, 55-62.
- Perlman S.M., 1980, *An optimum diet model, coastal variability and hunter-gatherer behavior*, in: Schiffer M.B. (ed.), *Advance in archaeological theory and method*, New York, 257-310.
- Perry D., 1999, Vegetative tissues from Mesolithic sites in the northern Netherlands, *Current Anthropology* 40, 231-237.
- Peters F.J.C., Peeters J.H.M., 2001, *De opgraving van de mesolithische en neolithische vindplaats Urk-E4 (Domineesweg, gemeente Urk)* (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 93), Amersfoort.
- Plew M.G., Woods J.C., Pavesic M.G., 1985, *Stone tool analysis: essays in honor of Don E. Crabtree*, Albuquerque.
- Popping H.J., 1929, De praehistorische vuursteenwerkplaatsen in Friesland, *De Vrije Fries* 29, 1-36.

- Popping H.J., 1930, Drentsche Mesolithikum en Neolithicum, *Nieuwe Drentse Volksalmanak* 1930, 69-81.
- Popping H.J., 1931, *De nederzettingen langs den ouden verbindingsweg tusschen Friesland en Drenthe, over het Mandeveld bij Bakkeveen*, Oosterwolde.
- Popping H.J., 1932, *De bewoning van Friesland in voorhistorischen tijd*, Oosterwolde.
- Popping H.J., 1933, *Voorhistorische vondsten in het Kuinderdal tusschen Oosterwolde en Donkerbroek*, Oosterwolde.
- Popping H.J., 1938, *Eenige correctie op Nederlandsche geschiedschrijving*, Amsterdam.
- Price T.D., 1975, *Mesolithic settlement systems in the Netherlands* (PhD Dissertatie), Michigan.
- Price T.D., 1976, The spatial analysis of lithic artefact distribution and association on prehistoric occupation floors, in: Davis D.D., (ed.), *Lithics and subsistence*, Nashville.
- Price T.D., 1980, The Mesolithic of the Drents plateau, *Berichten Van De Rijksdienst Voor Het Oudheidkundig Bodemonderzoek* 30, 11-63.
- Price T.D., 1981, Swifterbant, Oost-Flevoland, Netherlands: excavations at river dune sites S21-S24, 1976, *Palaeohistoria* 23, 75-104.
- Price T.D., 1987, The Mesolithic of western Europe, *Journal of World Prehistory* 1, 225-305.
- Price T.D., 1989, The reconstruction of Mesolithic diets, in: Bonsall C. (ed.), *The Mesolithic in Europe. Papers presented at the third International Symposium, Edinburgh 1985*, Edinburgh, 48-59.
- Price T.D. Whallon R., Chappel S., 1974, Mesolithic sites near Havelte, province of Drenthe (Netherlands). A preliminary report of the havelte Project (Museum of Anthropology, University of Michigan - Biologisch-Archaeologisch Instituut, State University of Groningen), *Palaeohistoria* 16, 7-62.
- Prummel W., Niekus M.J.L.T., 2005, De laatmesolithische vindplaats Jardinga (Fr.): de opgravingen in 2002 en 2003, *Paleo-Aktueel* 14/15, 40-45.
- Prummel W., Niekus M.J.L.T., van Gijn A.L., 1999, Een Laatmesolithische jacht- en slachtplaats aan de Tjonger bij Jardinga, *Paleo-Aktueel* 10, 16-20.
- Prummel W., Niekus M.J.L.T., van Gijn A., Cappers R.T.J., 2002, A Late Mesolithic kill site of aurochs at Jardinga, Netherlands, *Antiquity* 76, 413-424.
- Punt W., 1976, *The Northwest European Pollen Flora I*, Amsterdam.
- Punt W., Clarke G.C.S., 1980, *The Northwest European Pollen Flora II*, Amsterdam.
- Punt W., Clarke G.C.S., 1981, *The Northwest European Pollen Flora III*, Amsterdam.
- Punt W., Clarke G.C.S., 1984, *The Northwest European Pollen Flora IV*, Amsterdam.
- Punt W., Blackmore S., 1991, *The Northwest European Pollen Flora VI*, Amsterdam.
- Punt W., Blackmore S., Clarke G.C.S., 1988, *The Northwest European Pollen Flora V*, Amsterdam.
- Punt W., Blackmore S., Hoen P.P., 1995, *The Northwest European Pollen Flora VII*, Amsterdam.
- Punt W., Blackmore S., Hoen P.P., Stafford P.J., 2003, *The Northwest European Pollen Flora VIII*, Amsterdam.
- Raemaekers D.C.M., 2005, Het Vroeg- en Midden-Neolithicum in Noord-, Midden- en West-Nederland, in: Deeben J. Drenth E., van Oorsouw M.-F., Verhart L. (eds.) *De steentijd van Nederland* (Archeologie 11/12), Amersfoort, 261-282.
- Raemaekers D.C.M., Niekus M.J.L.T., 2009, *Developments in the Dutch Late Mesolithic: landscape, site location, subsistence and the introduction of pottery*, in: Crombé P., Van Strydonck M., Sergant J., Boudin M., Bats M. (eds.), *Chronology and evolution within the Mesolithic of North-West Europe. Proceedings of an International Meeting, Brussels, May 30th-June 1st 2007*, Newcastle Upon Tyne, 709-725.
- Raemaekers D.C.M., Devriendt I., Cappers R.T.J., Prummel W., 2005, Het Nieuwe Swifterbant Project. Nieuw onderzoek aan de mesolithische en neolithische vindplaatsen nabij Swifterbant (provincie Flevoland, Nederland), *Notae Praehistoricae* 25, 119-127.
- Raemaekers D.C.M., Smit B.I., Niekus M.J.L.T., 2008, Bewoning uit de vroege prehistorie: laat-paleolithicum tot en met vroege ijzertijd, in: Nicolay J.A.W. (ed.), *Opgravingen bij Midlaren 5000 jaar wonen tussen Hondsrug en Hunzedal*, Groningen, 75-89.
- Rasic J.T., 2004, Debitage taphonomy, in: Hall C.T., Larson M.L. (eds.) *Aggregate Analysis in Chipped Stone*, Utah, 112-138.
- Read D.W., 1989, Statistical methods and reasoning in archaeological research: a review of praxis and promise, *Journal of Quantitative Anthropology* 1, 5-78.
- Read D.W., 2007, *Artifact classification. A conceptual and methodological approach*, California.
- Riede F., 2006, Chaîne Opératoire, chaîne evolutionaire? Putting technological sequences into an evolutionary perspective, *Archaeological Review From Cambridge* 21(1), 50-75.
- ROB Jaarverslag, 2004, *N51 - Hempens*, Amersfoort.
- Roche H., Tixier J., 1982, Les accidents de taille, in: Cahen D. (ed.), *Tailler! pour quoi faire : préhistoire et technologie lithique II. Recent progress in microwear studies* (Studia Praehistorica Belgica 2), Tervuren, 65-76.
- Roeleveld W., 1974, *The holocene evolution of the Groningen marine-clay district* (supplement Berichten Van De Rijksdienst Voor Het Oudheidkundig Bodemonderzoek 24), Den Haag.
- Rots V., Pirnay L., Pirson P., Baudoux O., 2006, Blind tests shed light on possibilities and limitations for identifying stone tool prehension and hafting, *Journal of Archaeological Science* 33(7), 935-952.
- Rottländer R.C.A., 1975a, Some aspects of the patination of flint, in: Engelen F.H.G. (ed.), *Tweede Internationale Symposium over vuursteen, 8-11 mei 1975 - Maastricht* (Staringia 3), Sittard, 54-56.
- Rottländer R.C.A., 1975b, The formation of patina on flint, *Archaeometry* 17/18, 106-110.
- Rottländer R.C.A., 1989a, Untersuchungen über die Entstehung von Patina auf Silices mit besonderer Berücksichtigung des Übergangs Pleistozän-Holozän in Süd- und Südwestdeutschland, in: Rottländer R.C.A., *Teil 2: Verwitterungserscheinungen an Silices und Knochen*, Tübingen, 6-129.
- Rozoy J.-G., 1969, *Typologie de l'Épipaléolithique (Mésolithique) franco-belge*, Issoudun.
- Schiffer M.B., 1996 [1987], *Formation processes of the archaeological record*, Utah.

- Schiffer M.B., 2002 [1976], *Behavioral archeology. With a new prologue by the author*, New York.
- Schild R., 1980, Introduction to dynamic technological analysis of chipped stone assemblages, in: Schild R. (ed.), *Unconventional Archaeology, new approaches and goals in Polish archaeology*, Wrocław, 57-87.
- Schlanger N., 1994, Mindful technology: unleashing the chaîne opératoire for an archaeology of mind, in: Renfrew C., Zubrow B.W. (eds.), *The ancient mind. Elements of cognitive archaeology*, Cambridge, 143-151.
- Schlanger N., 2004, «Suivre les gestes, éclat par éclat» - la chaîne opératoire d'André Leroi-Gourhan, in: Audouze F., Schlanger N. (eds.), *Autour de l'Homme - Contexte et actualité d'André Leroi-Gourhan*, Antibes, 127-147.
- Schlanger N., 2005, The chaîne opératoire, in: Renfrew C., Bahn P. (eds.), *Archaeology - Key concepts*, New York, 25-29.
- Schmalz R.F., 1960, Flint and the patination of flint artifacts, *Proceedings of the Prehistoric Society. New Series* 26, 44-49.
- Schofield A.J., 1995, *Lithics in context: suggestions for the future direction of lithic studies* (Lithics Studies Society Occasional Paper 5) London.
- Schreurs J., 2005, *Een pilotonderzoek naar gebruikssporen op vuurstenen artefacten van de mesolithische vindplaats Hempens-N31 (gem. Leeuwarden, Friesland)* (Intern rapport), Amersfoort.
- Schreurs J., 2007, Microwear pilot onderzoek, in: Noens G., Crombé P., 2007, *De steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens / N31. Basisrapport van de Definitieve Archeologische Opgraving: fase 2* (UGent Archeologische Rapporten 2007 – 5), Gent, 219-234.
- Schrijer E., Vos P.C., 2005, *Wergae – de terp Groot Palma* (ADC ArchoProjecten Rapport 429) Amersfoort.
- Schurmans U., De Bie M., 2007, *Fitting rocks: lithic refitting examined* (British Archaeological Records International Series 1596) Oxford.
- Schwabedissen H., 1944, *Die mittlere Steinzeit in westlichen Norddeutschland. Unter besonderer Berücksichtigung der Feuersteinwerkzeuge* (Offa Bücher 7), Neumünster.
- Schwabedissen H., 1959, Die Mittlere Steinzeit, in: Hingst H. (ed.) *Vorgeschichte des Kreises Stormarn*. Neumünster, 17-32.
- Schwantes G., 1926, Die Zeitstellung der Steinzeitfunde von Oldesloe. *Mitteilungen Der Geographischen Gesellschaft Und Des Naturhistorischen Museums Lübeck* 2(31), 189-191.
- Schweingruber F.-H., 1982, *Mikroskopische Holzanatomie*, Birmensdorf.
- Schweingruber F.-H., 1990, *Anatomie europäischer Hölzer*, Stuttgart.
- Sellet F., 1993, Chaîne opératoire; the concept and its implications, *Lithic Technology* 18(1-2), 106-112.
- Semenov S.A., 1964, *Prehistoric technology; An Experimental Study of the Oldest Tools and Artefacts from Traces of Manufactures and Wear*, Bradford-on-Avon.
- Sergant J., Crombé P., Perdaen Y., 2006, The 'invisible' hearths : a contribution to the discernment of Mesolithic nonstructured surface hearths, *Journal of Archaeological Science* 33, 999-1007.
- Shackleton C.M., Prins F., 1992, Charcoal Analysis and the "Principle of Least Effort" - A Conceptual Model, *Journal of Archaeological Science* 19, 631-637.
- Shea J.J., 1991, *The behavioral significance of Levantine Mousterian industrial variability* (PhD Dissertation), Boston.
- Shott M.J., 2003, Chaîne opératoire and reduction sequence, *Lithic Technology* 28(2), 95-105.
- Shott M.J., 2010, Size dependence in assemblage measures: essentialism, materialism, and "SHE" analysis in archaeology, *American Antiquity* 75(4), 886-906.
- Siebinga J., 1944, *Overzicht van de voorgeschiedenis van de gemeente Smallingerland*, Drachten.
- Simek J., 1989, Structure and diversity in intrasite spatial analysis, in: Leonard R.D., Jones G.T. (eds.), *Quantifying diversity in Archaeology*, Cambridge, 59-68.
- Skaarup J., 1983, Submarine stenalderboplader i det sydfynske hav, *Antikvariske studier* 6, 137-161.
- Smit B.I., 2006, *Op zoek naar de vroege prehistorie in het onderzoeksgebied Olthof-Noord (ON05). Aanvullend archeologisch onderzoek van verschillende locaties met vuursteen in Epse-Noord (gemeente Deventer). eindversie 2006*, Groningen.
- Smit B.I., 2007, Oppervlaktevindplaatsen uit de steentijd rondom Wildervank (Gr.), *Paleo-Aktueel* 18, 43-51.
- Smit B.I., 2008, De waarde van oppervlakte vindplaatsen en -collecties: een regionaal perspectief, in: Huisman K., Bekkema K., Bos J., de Jong H., Kramer E., Salverda R. (eds.), *Diggelgoud. 25 jaar Argeologysk Wurkferban: archeologisch onderzoek in Fryslân*, Leeuwarden, 62-70.
- Smit B.I., 2010, *Valuable flints. Research strategies for the study of early prehistoric remains from the pleistocene soils of the Northern Netherlands* (Groningen Archaeological Studies 11), Groningen.
- Smit J.L., 1995, NP-3. De grootste boreaal-mesolithische nederzetting van Nederland, in: Constandse-Westermann T.S., Niekus M.J.L.Th., Smit J.L. (eds.), *Bundel Mesolithicumdag Veendam 1992*, Veendam, 7-18.
- Sollberger J.B., 1986, Lithic fracture analysis: a better way, *Lithic Technology* 15(3), 101-105.
- Sollberger J.B., 1994, Hinge fracture mechanics, *Lithic Technology* 19 (1), 17-20.
- Spek T., Bisdom E.B.A., van Smeerdijk D.G., 2001a, Micromorfologie: Bodemkunde en landschapsecologie I: veranderingen in bodem en landschap, in: Hogestijn J.W.H., Peeters J.H.M. (eds.), *De Mesolithische en Vroeg-Neolithische vindplaats Hoge Vaart-A27 (Flevoland)* (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 79), Amersfoort, Deel 7.
- Spek T., Bisdom E.B.A., van Smeerdijk D.G., 2001b, Bodemkunde en landschapsecologie II: aanvullend onderzoek naar landschapsvormende processen, in: Hogestijn J.W.H., Peeters J.H.M. (eds.), *De Mesolithische en Vroeg-Neolithische vindplaats Hoge Vaart-A27 (Flevoland)* (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 79), Amersfoort, deel 8.
- Stafford M., 1999, *From forager to farmer in flint. A lithic analysis of the prehistoric transition to agriculture in Southern Scandinavia*, Aarhus.
- Stapert D., 1976, Some natural surface modifications on flint in the Netherlands, *Palaeohistoria* 18, 7-41.

- Stapert D., 1989, The ring and sector method: *Intrasite* spatial analysis of Stone Age sites, with special reference to Pincevent, *Palaeohistoria* 31, 1-58.
- Stapert D., 1990a, Een methode om vast te stellen of jong-paleolithische haarden binnen of buiten de tent lagen, in: Niklewicz-Hokse A.T.L., Lagerwerf C.A.G. (eds.), *Bundel van de Steentijd dag, 1 april 1989*, Groningen, 20-39.
- Stapert D., 1990b, Een mijlpaal in de studie van het Mesolithicum: een boekbespreking en enkele opmerkingen over de aard van vuursteenconcentraties, *Westerheem* 39(1), 27-33.
- Stapert D., 1990c, Middle Palaeolithic dwellings: fact or fiction? Some applications of the ring and sector method, *Palaeohistoria* 32, 1-20.
- Stapert D., 1990d, Within the tent or outside? spatial patterns in Late Palaeolithic sites, *Helinium* 30, 14-35.
- Stapert D., 1992a, *Rings and sectors: intrasite spatial analysis of stone age sites* (PhD dissertatie), Groningen.
- Stapert D., 1992b, *Intrasite* spatial analysis and the Maglemosian site of Barmose I, *Palaeohistoria* 33/34, 31-52.
- Stapert D., 1992c, Inside or outside: that is the question; some comments on the article by H.P. Blankholm, *Palaeohistoria* 33/34, 59-62.
- Stapert D., 2004, Maglemose huts and Duvensee: spatial analysis with 'ANALITHIC', in: Terberger T., Eriksen B.V. (eds.), *Hunters in a changing world. Environment and archaeology of the pleistocene-holocene Transition (ca. 11000 - 9000 BC) in Northern Central Europe. Workshop of the UISPP-Commission XXXII at Greifswald in September 2002* (Internationale Archäologie. Arbeitsgemeinschaft. Symposium. Tagung. Kongress 5), Rahden, 223-242.
- Stapert D., Terberger T., 1989, Gönnersdorf concentration III: Investigation the possibility of multiple occupations, *Palaeohistoria* 31, 59-96.
- Steehouwer K.J., 2005, *Boeren in de Friese Wouden. De komst van de landbouw naar het gebied rond Bakkeveen - 3400 v.C.* (Archeologie in Fryslân 4), Abcoude.
- Steenbeek P., Cleveringa P., de Gans W., 1981, Terrein vormen in Friesland uit de laatste ijstijd, *It Beaken* 43, 249-272.
- STIBOKA, 1981, *Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50 000, Kaartblad 6-Oost Leeuwarden*, Wageningen.
- Stoops G., 2007, *Micromorphological features of soils and regoliths*, Amsterdam.
- Soressi M., Geneste J.-M., 2006, Discussing the history and the efficacy of the chaîne opératoire approach to lithic analysis, in: *Electronic Symposium 'Core Reduction, Chaîne Opératoire, and Other Methods: The Epistemologies of Different Approaches to Lithic Analysis' (71st annual meeting of the Society for American Archaeology, San Juan, Puerto Rico): 1-24.*
- Swanson E.H. Jr., 1975, *Lithic Technology. Making and using stone tools*, The Hague.
- Sørensen S.A., 1996, *Kongemosekulturen i Sydskandinavien*, København.
- Sørensen M., 2006a, Teknologiske traditioner i Maglemosekulturen. En diakron analyse af Maglemosekulturen flakkeindustri, in: Eriksen B.V. (ed.), *Stenalderstudier Tidligt mesolitisk jaeger og samlere i Sydskandinavien* (Jysk Arkæologisk Selskabs Skrifter 55), Aarhus, 19-75.
- Sørensen M., 2006b, Rethinking the lithic blade definition: towards a dynamic understanding, in: Apel J., Knutsson K. (eds.), *Skilled production and social reproduction. Aspects of traditional stone-tool technologies. Proceedings of a symposium in Uppsala, august 20-24, 2003*, Uppsala, 277-298.
- Taute W., 1971, *Das Mesolithikum in Süddeutschland, Teil 1*, Tübingen.
- ten Anscher T.J., Hekman J.J., Asmussen P.S.G., Bekius D., 2004, *Startnotitie archeologiebeleid gemeente Achtkarspelen* (concept RAAP-notitie 980), Amsterdam.
- Terberger T., 2006, The Mesolithic hunter-fisher-gatherers on the Northern German Plain, in: Hansen K.M., Pedersen K.B. (eds.), *Across the western Baltic. Proceeding from an archaeological conference in Vordingborg* (Sydsjællands Museum Publikationer 1), Vordingborg, 111-184.
- Ter Wee M.W., 1962, The Saalien glaciation in the Netherlands, *Mededelingen van de Geologische Stichting, Nieuwe Serie* 15, 57-76.
- Ter Wee M.W., 1975, Enkele momentopnamen uit de geologische geschiedenis van de Boorne, *It Beaken* 37, 334-340.
- Ter Wee M.W., 1976, *Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland 1:50.000, Blad Sneek (10 W, 10 O)*, Haarlem.
- Timmerman A., Hoekstra J.S., 1980, De Boorne, van hoogveen naar zee, *Noorderbreedte* 4(5), 138-147.
- Tixier J. (ed.), 1980, *Préhistoire et technologie lithique. Journées du 11-15 mai 1979* (Publications de l'URA 28 cahiers 1) Paris.
- Tixier J., 1982, Techniques de débitage: osons ne plus affirmer, in: Cahen D. (ed.), *Tailler ! pour quoi faire : préhistoire et technologie lithique II. Recent progress in microwear studies* (Studia Praehistorica Belgica 2), Tervuren, 13-22.
- Tixier J., 1984, *Préhistoire de la pierre taillée. 2 Économie du débitage laminaire: technologie et expérimentation. III^e table ronde de technologie lithique Meudon-Bellevue, octobre 1982*, Paris.
- Tixier J., Inizan M.-L., Roche H., 1980, *Préhistoire de la pierre taillée I, terminologie et technologie*, Valbonne.
- Tostevin G.B., 2006, Levels of theory and social practice in the reduction sequence and chaîne opératoire methods of lithic analysis, in: *Electronic Symposium 'Core Reduction, Chaîne Opératoire, and Other Methods: The Epistemologies of Different Approaches to Lithic Analysis' (71st annual meeting of the Society for American Archaeology, San Juan, Puerto Rico): 1-34.*
- Tringham R., Cooper G., Odell G., Voytek B., Whitman A., 1974, Experimentation in the formation of edge damage: A new approach to lithic analysis, *Journal of Field Archaeology* 1(1-2), 171-196.
- Tsirk A., 1974, Mechanical basis of percussion flaking: some comments, *American Antiquity* 39(1), 128-130.
- Tsirk A., 1979, Regarding fracture initiations, in: Hayden B. (ed.), *Lithic use-wear analysis. Proceedings of the conference on lithic use-wear held at Department of Archaeology, Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, Canada. From March 16 through March 20, 1977*, New York, 83-96.
- Tsirk A., 2010, Fracture markings from flake splitting, *Journal of Archaeological Science* 37, 2061-2065.
- Turner N.J., Szczawinski A.F., 1988, *Edible wild fruits and nuts of Canada. Canada's Edible Wild Plants Series, Vol.3*, Markham.
- Turner N.J., Thompson L.C., Thompson M.T., York A.Z., 1990, *Thompson Ethnobotany. Knowledge and usage of plants by the*

- Thompson Indians of British Columbia (Royal British Columbia Museum Memoir 3) Victoria.
- Ufkes A., 2006, Aardewerk, in: Hielkema J.B., 2006, *Jagers-verzamelaars langs de Wâldwei. Een archeologisch onderzoek van een vindplaats uit het Mesolithicum, het Midden-Neolithicum en de Late IJzertijd/Romeinse Tijd bij Hempens, gemeente Leeuwarden (Fr.)* (ARC-Publicaties 131), Groningen, 157-162.
- Valentin B., 1995, *Les groupes humains et leurs traditions au Tardiglaciaires dans la Bassin parisien. Apports de la technologie lithique comparée* (Thèse de doctorat), Paris.
- van Beek J.L., Vos P.C., 2008, *Regio Noord-Groningen, gemeenten De Marne, Winsum, Bedum, Ten Boer, Loppersum, Eemsum, Appingedam en Delfzijl: archeologische verwachtingskaart en beleidsadvieskaart* (RAAP-rapport 1732), Amsterdam.
- van den Broeke P., Fokkens H., & van Gijn A., 2005, Een prehistorie van deze tijd, In: Louwe Kooijmans L.P., van den Broeke P.W., Fokkens H., Van Gijn A. (eds.) *Nederland in de Prehistorie*, Amsterdam, 17-32.
- van den Dries M.H., 1998, *Archaeology and the Application of Artificial Intelligence: Case-Studies on Use-Wear Analyses of Prehistoric Flint Tools* (Archaeological Studies Leiden University 1) Leiden.
- van der Drift J.W., 1991, Inleiding in de steentechnologie. Achtergronden bij steenbewerkingstechnieken, *Archeologie* 3, 2-38.
- Van der Plassche O., Bohncke S.J.P., Makaske B., van der Plicht J., 2005, Water-level changes in the Flevo-area, central Netherlands (5300-1500 BC): implications for relative mean sea-level rise in the Western Netherlands, *Quaternary International* 133-134, 77-93.
- Van der Plicht J., 1993, The Groningen Radiocarbon Calibration Program, *Radiocarbon* 35, 231-237.
- van der Vliet H., 1991, *De strijdbijl van Wijnjeterp: over de vuistbijlvondst van Heid van der Vliet en de beschuldiging van vindplaats- en vinderschapvervalsing*, Enschede.
- van der Waals J.D., 1960, Van rendierjager tot ontginner. Ten geleide, *Nieuwe Drentse Volksalmanak* 78, 177-178.
- van Es W.A., Sarfatij H., Woltering P.J., 1988, *Archeologie in Nederland*, Amersfoort.
- Van Geel B., 1978, A Palaeoecological Study of holocene Peat Bog Sections in Germany and The Netherlands, based on the Analysis of Pollen, Spores and Macro- and Microscopic Remains of Fungi, Algae, Cormophytes and Animals, *Review of Palaeobotany and Palynology* 25, 1-120.
- Van Geel B., Bohncke S.J.P., Dee H., 1980/81, A Palaeo-ecological Study of an Upper Late Glacial and holocene Sequence from "De Borchert", The Netherlands, *Review of Palaeobotany and Palynology* 31, 367-448.
- Van Geel B., Hallewas D.P., Pals J.P., 1983, A Late holocene Deposit under the Westfriese Zeedijk near Enkhuizen (Prov. of Noord-Holland, The Netherlands): Palaeoecological and Archaeological Aspects, *Review of Palaeobotany and Palynology* 38, 269-335.
- Van Gijn A.L., 1990, *The wear and tear of flint: principles of functional analysis applied to Dutch Neolithic assemblages* (Analecta Praehistorica Leidensia 22), Leiden.
- Van Gijn A. L., 2005, A functional analysis of some late Mesolithic bone and antler implements from the Dutch coastal zone, in: Luik H., Choyke A. M., Batey C. E., Lougas L. (eds.), *From hooves to horns, from mollusk to mammoth. Manufacture and use of bone artifacts from prehistoric times to the present. Proceedings of the 4th Meeting of the ICAZ Worked Bone Research Group at Tallin, 26th-31st of August 2003* (Muinasaja teadus 15), Tallinn, 47-66.
- Van Gijn A. L., Beugnier V., Lammers-Keijsers Y., 2001b, Vuursteen, in: Louwe Kooijmans L.P. (ed.), *Archeologie in de Betuweroute: Hardinxveld-Giessendam Polderweg: een mesolithisch jachtkamp in het riviereengebied (5500-5000 v. Chr.)* (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 83), Amersfoort, 119-162.
- Van Gijn A.L., Lammers-Keijsers Y., Houkes R., 2001a, Vuursteen, in: Louwe Kooijmans L.P. (ed.), *Archeologie in de Betuweroute: Hardinxveld-Giessendam De Bruin: een kampplaats uit het Laat-Mesolithicum en het begin van de Swifterbant-cultuur (5500-4450 v. Chr.)* (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 88), Amersfoort, 153-191.
- van Ginkel E., 2006, *IJstijdsporen in Noordoost-Fryslân. De oudste bodem van Kollumerland* (Archeologie in Fryslân 7) Abcoude.
- van Ginkel E., Theunissen L., 2009, *Onder heide en akkers. De archeologie van Noord-Brabant tot 1200*, Utrecht.
- van Koeveringe Y., 2006, *Oerjagers in Noordoost-Fryslân. Achtkarspelen in de tijd van Neanderthalers en rendierjagers* (Archeologie in Fryslân 6) Abcoude.
- van Koeveringe Y., 2007, *Van wildernis tot Smallerland. Friese veenontginningen in de middeleeuwen en latere turfwinning ond Drachten* (Archeologie in Fryslân 8), Abcoude.
- van Koeveringe Y., 2008, *Zwerfstenen in Fryslân. De erfenis van de ijstijden rond Buitenpost* (Archeologie in Fryslân 9), Abcoude.
- Van Peer P., Wurz S., 2006, The chaîne opératoire concept in Middle Palaeolithic lithic studies: some problems and solutions, in: *Electronic Symposium 'Core Reduction, Chaîne Opératoire, and Other Methods: The Epistemologies of Different Approaches to Lithic Analysis' (71st annual meeting of the Society for American Archaeology, San Juan, Puerto Rico)*: 1-14.
- van Rijn P., 1999, *Archeologie Betuweroute. Houtskool van de donk Hardinxveld-De Bruin 1998, gedateerd in het Meso- en Neolithicum* (BIAxiaal 82), Amsterdam.
- van Rijn P., 2004, Analysis of Charcoal From Ross Island, in: O'Brien W. (ed.), *Ross Island. Mining, Metal and Society in Early Ireland*. Galway, 386-401.
- van Rijn P., Kooistra L.K., 2001, Hout en houtskool: het gebruik van hout als constructiemateriaal en brandstof, in: Hogestijn J.W.H., Peeters J.H.M. (eds.), *De Mesolithische en Vroeg-Neolithische vindplaats Hoge Vaart-A27 (Flevoland)* (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 79), Amersfoort, deel 15.
- van Rooode S.M., ter Schegget F. (reds.), 2002, *Archeologiebalans 2002*, Amersfoort.
- van Smeerdijk D.G., 2006, Pollen, in: Hielkema J.B., 2006, *Jagers-verzamelaars langs de Wâldwei. Een archeologisch onderzoek van een vindplaats uit het Mesolithicum, het Midden-Neolithicum en de Late IJzertijd/Romeinse Tijd bij Hempens, gemeente Leeuwarden (Fr.)* (ARC-Publicaties 131), Groningen, 181-204.
- van Smeerdijk D.G., 2007, Archeobotanisch onderzoek, in: Noens G., Crombé P., 2007, *De steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens / N31. Basisrapport van de Definitieve Archeologische Opgraving: fase 2* (UGent Archeologische Rapporten 2007 – 5), Gent, 87-122.

- van Smeerdijk D.G., van Rijn P., 2007, Pollenonderzoek - houtskoolonderzoek, in: Noens G., Crombé P., 2007, *De steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens / N51. Basisrapport van de Definitieve Archeologische Opgraving: fase 2* (UGent Archeologische Rapporten 2007 – 5), Gent, erratum.
- van Smeerdijk D.G., Kubiak L., van Rijn P. 2003. *Paleobotanisch onderzoek aan materiaal uit verschillende structuren van de opgraving Looërenk (gemeente Zutphen)* (BIAxiaal 175), Amsterdam.
- van Strydonck M., Crombé P., 2005, Features. Radiocarbon dating, in: Crombé P., (ed.), *The last hunter-gatherer-fishermen in sandy Flanders (NW Belgium). The Verrebroek and Doek Excavation Projects (Vol. 1)* (Archaeological Reports Ghent University 3), Gent, 180-212.
- van Zeist W., 1970, Prehistoric and Early Historic Food Plants in the Netherlands, *Palaeohistoria* 14, 45-173.
- Vang Petersen P., 1984, Chronological and regional variation in the Late Mesolithic of Eastern Denmark, *Journal of Danish Archaeology* 3, 7-18.
- Vang Petersen P., 1993, *Flint fra Danmarks oldtid*, København.
- Veenstra H.W., 2006, *Inventarisatie amateurcollectie Hagens, provincie Fryslan* (RAAP-rapport 1307) Amsterdam.
- Veldhuis J.R., 2006, Natuursteen, in: Hielkema J.B., 2006, *Jagers-verzamelaars langs de Wâldwei. Een archeologisch onderzoek van een vindplaats uit het Mesolithicum, het Midden-Neolithicum en de Late IJzertijd/Romeinse Tijd bij Hempens, gemeente Leeuwarden (Fr.)* (ARC-Publicaties 131), Groningen, 55-76.
- Veldhuis J.R., 2010, *Een archeologische opgraving van meerdere mesolithische kampementen op de locatie van de toekomstige Brede School te Oostwold, gemeente Oldambt (Gr.)* (ARC-rapporten 2010-19), Groningen.
- Veldhuis J.R. & Niekus M.J.L.T., 2006, Vuursteen, in: Hielkema J.B., 2006, *Jagers-verzamelaars langs de Wâldwei. Een archeologisch onderzoek van een vindplaats uit het Mesolithicum, het Midden-Neolithicum en de Late IJzertijd/Romeinse Tijd bij Hempens, gemeente Leeuwarden (Fr.)* (ARC-Publicaties 131), Groningen, 77-156.
- Verhart L., Arts N., 2005, Het mesolithicum in Zuid-Nederland, in: Deeben J., Drenth E., van Oorsouw M.-F., Verhart L. (eds.), *De steentijd van Nederland* (Archeologie 11/12), Meppel, 235-260.
- Verhart L., Groenendijk H., 2005, Leven in overvloed: midden- en laat-mesolithicum, in: Louwe Kooijmans L.P., van den Broeke P.W., Fokkens H., Van Gijn A. (eds.), *Nederland in de Prehistorie*, Amsterdam, 161-178.
- Verhart L.B.M., Wansleeben M., 1988, Posterholt, Mesolithische vindplaatsen in het dal van de Vlootbeek, in: Stoepker H. (ed.), *Archeologische Kroniek van Limburg over 1987* (Publications de la Société Historique et Archéologique dans le Limbourg 124), 393-398.
- Verlinde A.D., 1974, A Mesolithic settlement with cremation at Dalfsen, *Berichten Van De Rijksdienst Voor Het Oudheidkundig Bodemonderzoek* 24, 113-117.
- Verlinde A.D., 1982, Archeologische kroniek van Overijssel over 1980/1981: Mariënberg, gemeente Hardenberg, *Overijsselse Historische Bijdragen* 97, 171-175.
- Verlinde A.D., 2002, Honderden haardplekken en zes grafkuilen uit 7600-5000 v. Chr. te Mariënberg, *Rondom Den Herdenbergh, Tijdschrift Voor De Historie Van Hardenberg En Omgeving* 19(4), 40-45.
- Verlinde A.D., 2005, Mesolithicum langs de Overijsselse Vecht. Kampplaatsen en grafkuilen bij Mariënberg, in: Louwe Kooijmans L.P., van den Broeke P.W., Fokkens H., Van Gijn A. (eds.), *Nederland in de Prehistorie*, Amsterdam, 179-182.
- Verlinde A.D., Newell R.R., 2005, Zes Laat-Mesolithische 'sitting-graves' tussen honderden haardplekken uit 7600-5000 v. Chr. te Mariënberg (Ov.), *Westerheem* 54.
- Verlinde A.D., Newell R.R., 2006, A multi-component complex of Mesolithic settlements with Late Mesolithic Grave Pits at Mariënberg in Overijssel, in: Groenewoudt B.J., van Heeringen R.M., Scheepstra G.H. (eds.), *Het zandelandenrijk van Overijssel. Bundel verschenen ter gelegenheid van de pensionering van A.D. Verlinde als archeoloog in, voor en van Overijssel* (Nederlandse Archeologische Rapporten 22), Amersfoort, 83-271.
- Vermeersch P.M., 1984, Du Paléolithique final au Mésolithique dans le Nord de la Belgique, in: Cahen D., Haesaerts P. (eds.), *Peuples chasseurs de la Belgique préhistorique dans leur cadre naturel*, Bruxelles, 181-193.
- Vlaar M. 2005, *Vegetation history and environmental changes near Hempens during the last 10.000 year* (Stage-verslag Universiteit Utrecht, uitgevoerd bij TNO-NITG), Utrecht.
- Voerman G.H., 1943, Palaeo-, Meso- en Neolithicum, in: Poortman J. (ed.), *Drente. Een Handboek voor het kennen van het Drentsche leven in de voorbije eeuwen*, Meppel, 73-88.
- Voorrips A. (ed.), 1990, *Mathematics and information science in archaeology: a flexible framework*, Bonn.
- Vos P.C., 1992, *Paleogeografische reconstructie van het Lauwersmeergebied*. (Rapport Project 40009 Rijks Geologische Dienst District Noord), Oosterwolde.
- Vos P.C., 2007, Geologisch en bodemkundig onderzoek, in: Noens G., Crombé P., 2007, *De steentijdvindplaats Leeuwarden-Hempens / N51. Basisrapport van de Definitieve Archeologische Opgraving: fase 2* (UGent Archeologische Rapporten 2007 – 5), Gent, 137-180.
- Vos P.C., Gerrets D.A., 2005, Archaeology: a major tool in the reconstruction of the coastal evolution of Westergo (northern Netherlands), *Quaternary International* 133/134, 61-75.
- Vos P.C., Groenendijk H., 2005, *Geolandschappelijk en archeologisch onderzoek Stroobos. Geoarcheologische begeleiding van een nieuw gegraven bermsloot, die aangelegd is in het kader van de bochtverruiming van het Van Starckenborghkanaal bij Stroobos in de zomer van 2003 (provincie Groningen)* (NITG-TNO rapport 05-073-A), Utrecht.
- Vos P.C., Kiden P., 2005, De landschapsvorming tijdens de Steentijd, in: Deeben J., Drenth E., van Oorsouw M.-F., Verhart L. (eds.), *De steentijd van Nederland* (Archeologie 11/12), Meppel, 7-38.
- Vos P.C., Knol E., 2005, Wierden ontstaan in een dynamisch landschap, in: Knol E., Bardet A.C., Prummel W. (eds.), *Professor Van Giffen en het geheim van de wierden*, Veendam/Groningen, 118-135.
- Vos P.C., van Kesteren W.P., 2000, The long-term evolution of intertidal mudflats in the northern Netherlands during the holocene; natural and antropogenic processes, *Continental Shelf Research* 20, 1687-1710.
- Vreeken A., 2005, *Veenterpen rond Sneek. Friezen tussen klei en veen in de Romeinse tijd* (Archeologie in Fryslân 5), Abcoude.

- Wadley L., Lombard M., 2007, Small things in perspective: the contribution of our blind test to micro-residue studies on archaeological stone tools, *Journal of Archaeological Science* 34, 1001-1010.
- Wadley L., Lombard M., Williamson B., 2004, The first residue analysis blind tests: results and lessons learnt, *Journal of Archaeological Science* 31, 1491-1501.
- Waldus W.B., 2000, *Vergraven en verdrongen. Het archeologische onderzoek van een overslibde nederzetting uit de late ijzertijd en de Romeinse tijd bij de Vinex-locatie Hempens-Teerns direct ten zuiden van Leeuwarden* (ARC-Publicaties 30), Groningen.
- Wandsnider L., 1996, Describing and comparing archaeological spatial structures, *Journal of Archaeological Method and Theory* 3(4), 319-384.
- Waterbolk H.T., 1965, The occupation of Friesland in the prehistoric period, *Berichten Van De Rijksdienst Voor Het Oudheidkundig Bodemonderzoek* 15, 13-35.
- Waterbolk H.T., 1968, *Van rendierjagers tot terpbewoners*, in: Kalma J.J., Spahr van der Hoek J.J., de Vries K., *De geschiedenis van Friesland*, Drachten, 13-47.
- Waterbolk H.T., 2003, *Scherpe stenen op mijn pad. Deining rond het onderzoek van de steentijd in Nederland*, Groningen.
- Weeda E.J., Westra R., Westra Ch., Westra T., 1985, *Nederlandse oecologische flora, Wilde planten en hun relaties 1*, Deventer.
- Weeda E.J., Westra R., Westra Ch., Westra T., 1987, *Nederlandse oecologische flora, Wilde planten en hun relaties 2*, Deventer.
- Whallon R. Jr., 1973, Spatial analysis and occupation floors I: application of dimensional analysis of variance, *American Antiquity* 38, 266-278.
- Whallon R. Jr., 1974, Spatial analysis and occupation floors II: application of the nearest neighbor analysis, *American Antiquity* 39(1), 16-34.
- Whallon R. Jr., 1978, The spatial analysis of Mesolithic occupation floors: a reappraisal, in: Mellars P.A. (ed.), *The Early Postglacial settlement of Northern Europe*, London, 27-36.
- Whallon R. Jr., 1984, Unconstrained clustering for the analysis of spatial distributions in archaeology, in: Hietala H.J. (ed.), *Intrasite spatial analysis in archaeology*, Cambridge, 242-277.
- Whallon R., Price T.D., 1976, Excavations at the river dune sites S11-13. Swifterbant Contributions 5, *Helinium* 16, 221-229.
- Wilkins J., Harvey D., Dobson M. (eds.), 1995, *Food in Antiquity*, Exeter.
- Wullink A.J., Vos P.C., 2006, Fysische geografie, in: Hielkema J.B., 2006, *Jagers-verzamelaars langs de Wâldwei. Een archeologisch onderzoek van een vindplaats uit het Mesolithicum, het Midden-Neolithicum en de Late IJzertijd/Romeinse Tijd bij Hempens, gemeente Leeuwarden (Fr.)* (ARC-Publicaties 131), Groningen, 21-26.
- Zagwijn W.N., van Staalduinen J.C. (eds.), 1975, *Toelichting bij geologische overzichtskaarten van Nederland*, Haarlem.
- Zvelebil M., 1994, Plant use in the Mesolithic and its role in the transition to farming, *Proceedings of the Prehistoric Society* 60, 35-74.