

Relicta 12

Archeologie, Monumenten- en Landschapsonderzoek in Vlaanderen

Heritage Research in Flanders

Relicta
Archeologie, Monumenten- en Landschapsonderzoek in Vlaanderen

Heritage Research in Flanders

COLOFON

Relicta

Archeologie, Monumenten- en Landschapsonderzoek in Vlaanderen
Heritage Research in Flanders

Een uitgave van **Onroerend Erfgoed**
Wetenschappelijke instelling van de Vlaamse Overheid,
Beleidsdomein Ruimtelijke Ordening, Woonbeleid en Onroerend Erfgoed
Published by the Flanders Heritage Agency
Scientific Institution of the Flemish Government,
Policy area Town and Country Planning, Housing Policy and Immovable Heritage

Onroerend Erfgoed
Phoenixgebouw
Koning Albert II-laan 19 bus 5, B-1210 Brussel
tel.: +32(0)2 553 16 50, fax: +32(0)2 553 16 55
info@onroenderfgoed.be
www.onroenderfgoed.be

Hoofdredacteur: Ingrid In 't Ven

Redactieraad: Rica Annaert, Anna Bergmans, Marjan Buyle, Marc De Bie, Koen De Groote, Aukje de Haan, Kristof Haneca, Els Hofkens, Marleen Martens, Marnix Pieters, Paul Van den Brecht, Dries Van Den Broecke & Thomas Van Driessche

Redactie: Sven De Potter (Tientontaal) & Ingrid In 't Ven

Vertalingen: Myra Wilkinson-van Hoek (Fine Line Archaeological Language Services)

Lay-out & illustraties: Alex Dallemagne, André Detloff, Hans Denis, Glenn Laeveren, Sylvia Mazereel, Jan Moens, Daisy Van Cotthem, Nele van Gemert, Marc Van Meenen & Kris Vandevorst

Druk: Peeters, Herent

Administrateur-generaal: S. Vanblaere

Medewerkers van Onroerend Erfgoed: S. Aerts, V. Ameels, R. Annaert, I. Appermont, D. Artois, A. Arts, W. Bartels, J. Bastiaens, A. Beckers, F. Becuwe, N. Beernaert, H. Berckmans, A. Bergmans, K. Berwaerts, M. Bessemans, D. Biermans, C. Boes, S. Booms, B. Boone, G. Bottu, M. Bouzakoura, J. Braeken, E. Braem, M. Brion, R. Buelens, E. Buyle, M. Buyle, G. Callaert, A. Champagne, W. Claeys, N. Clarysse, E. Clottemans, L. Cochez, E. Coenye, B. Cooremans, S. Corveleyn, K. Cousserier, L. Cox, A. Cresens, T. Cryns, C. Daemen, A. Dallemagne, H. Dallemagne, J. Danckaert, B. Daveloose, K. David, M. De Bie, M. De Borgher, L. De Clercq, J. De Clippel, S. De Decker, M. De Geest, R. De Graef, K. De Groote, A. De Gunsch, A. de Haan, R. De Hertog, V. De Houwer, J. De Jongh, S. De Meyer, P. De Neef, M. De Poortere, M. De Rycke, S. De Sadeleer, B. De Schaepmeester, A. De Schepper, G. De Schepper, I. De Schepper, M. De Schutter, R. De Smeyter, K. De Win, I. Debacker, V. Debonne, S. Debruyne, H. Decoodt, K. Deforce, S. Defresne, B. Delbroek, R. Demeester, I. Demerre, H. Denis, E. Denissen, K. Depuydt, A. Detloff, W. Deventer, R. Devolder, M. Dewilde, N. Dewitte, M. Dexters, C. D'haemers, A. Di Domenico, B. Dobbelaere, A. Dompas, C. Driessen, B. Dubaere, H. Duchene, S. Duytschaever, R. Elsen, A. Eryvynck, V. Evers, N. Fabes, A. Foubert, M. Fret, P. Geleyns, E. Geukens, B. Geyskens, S. Gilté, B. Goessens, M. Goossens, N. Guijarro De Julià, K. Haneca, A. Hautekiet, J. Hellemans, R. Hendrickx, S. Heymans, A. Heyninck, K. Himpe, E. Hoefs, E. Hofkens, A. Hofman, E. Hoof, W. Hulstaert, N. Huyghe, I. In 't Ven, D. Jacobs, E. Jacobs, I. Jansen, R. Kaddachi, H. Kennes, V. Kerckhove, A. Kinnaer, S. Kuylen, G. Laeveren, F. Lagae, P. Lagaisse, L. Laken, A. Lebreton, K. Leeman, N. Lemay, M. Lemmens, T. Lenaerts, A. Lentacker, L. Linders, B. Lippens, D. Lormans, F. Mahieu, M. Manderyck, C. Marchand, M. Martens, L. May, S. Mazereel, L. Meganck, S. Meijering, C. Mertens, J. Mertens, H. Mestdagh, C. Metdenpenninghen, E. Meylemans, M. Michiels, J. Michiels, K. Millet, H. Missiaen, J. Moens, B. Moerman, K. Moermans, J. Mortier, S. Mortier, S. Mortier, M. Mulleners, L. Muylaert, D. Nuytten, E. Oomen, C. Opdebeeck, E. Patrouille, D. Pauwels, D. Pauwels, M. Pieters, L. Poelmans, S. Poté, P. Putteman, K. Quintelier, D. Rasschaert, T. Rezenne, R. Ribbens, K. Robijns, H. Roeder, R. Roosen, I. Roosens, L. Sablon, M. Saelys, P. Santy, A. Schepens, H. Schroyen, P. Schurmans, A. Seys, R. S'Jegers, K. Smets, A. Sprangers, J. Staf, M. Strobbe, A. Suykens, G. Tack, H. Thibaut, N. Thiels, L. Thiers, E. Timmers, J.L. Tommeleyn, S. Tricot, K. Troncquo, G. Van Branden, L. Van Camp, D. Van Cotthem, K. Van Daele, M. Van Damme, A. Van de Voorde, K. Van den Abbeele, B. Van Den Berghe, H. Van den Bossche, J. Van den Bossche, N. Van Den Bossche, P. Van den Brecht, M. Van Den Broeck, D. Van Den Broecke, F. Van Den Heuvel, P. Van den Hove, G. Van der Linden, L. van der Meij, B. Van der Veken, M. Van Dijk, T. Van Driessche, D. Van Eenhooge, N. van Gemert, M. Van Gils, S. Van Haelst, L. Van Havere, K. Van Herck, J. Van Laecke, P. Van Loo, J. Van Looveren, M. Van Meenen, M. Van Olmen, J. Van Ormelingen, N. Van Roy, S. Van Turtelboom, E. Van Woinsel, K. Vancaester, L. Vandael, A. Vandecasteele, S. Vandecatsye, L. Vanden Driessche, V. Vandenbroeck, A. Vanderhoeven, I. Vanderhoydonck, J. Vandevelde, K. Vandevorst, E. Vandeweghe, I. Vanhaevre, C. Vanhoutte, S. Vanhoutte, N. Vanmaele, J. Vanmassenhove, P. Vanneste, M.C. Vansielegheem, M. Vanvinckenroye, A. Vanwallegheem, E. Verbert, H. Verboven, I. Verdurmen, F. Vereycken, G. Verhaegen, A. Verhaert, A. Verhelst, J. Verhelst, M. Verhulst, C. Verloove, J. Vermeersch, S. Vermeulen, M. Vermeyen, N. Vernimme, J. Vertommen, K. Verwinnen, D. Vieren, G. Vynckier, S. Wackenier, S. Watzeele, A. Wielemans, J. Wijnants, M. Woters, M. Wouters, W. Wouters, V. Wuyts, F. Wyffels, L. Wylleman, S. Yucelbas, I. Zeebroek.

Omslagillustratie: Een overgebleven fragment van de bunker in Passendale waar de Australische Kapitein Jeffries in de Eerste Wereldoorlog sneuvelde en het Victoria Cross verdiende (foto Michael Sheil).

Verantwoordelijke uitgever: S. Vanblaere

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Copyright reserved. No part of this publication may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher.

© ONROEREND ERFGOED, B-1210 Brussel (tenzij anders vermeld - *except stated otherwise*) - 2015.

ISSN 1783-6425

D/2015/6024/16

Inhoud

- 7** **Cultureel-archeologisch en ecologisch onderzoek van twee vroegmiddeleeuwse waterputten uit Nijlen: landschap en landgebruik**
Archaeological and ecological analyses of finds from two early medieval wells from Nijlen: landscape and land use
- Ignace Bourgeois, Anton Ervynck, Rica Annaert, Mathieu Boudin, Koen Deforce, Patrick Degryse, Hein de Wolf, Kristof Haneca, Kirsti Hänninen, Maarten Jacobs, Ina Vanden Berghe, Wouter van der Meer, Wim Van Neer & Mark Van Strydonck
- 57** **Twee aardewerkensembles en de materiële resten van het laatmiddeleeuwse schoenlappers-/oudeschoenmakersambacht uit de site Barbarahof in Leuven**
Two pottery assemblages and the material remains of late medieval cobblers from the Barbarahof site in Leuven
- Koen De Groote, Wouter De Maeyer, Jan Moens, Delfien Termote & Patrick Thevissen
- 149** **Stenen immigranten in de Zwinstreek. Natuursteen in de Onze-Lieve-Vrouwehemelvaartkerk in Damme**
Migrant lithics in the Zwin region. On stone in the Church of Our Lady Ascension in Damme
- Vincent Debonne & Roland Dreesen
- 181** **Wase baksteen gedateerd. Natuurwetenschappelijk dateringsonderzoek in de Sint-Andreas- en Sint-Gislenuskerk in Belsele (Sint-Niklaas)**
Dating Waasland brick. Scientific dating techniques applied to the Saint Andrew's and Saint Ghislenus' church in Belsele (Sint-Niklaas)
- Vincent Debonne, Ian Bailiff, Sophie Blain, Souad Ech-Chakrouni, Jozef Hus, Mark Van Strydonck & Kristof Haneca
- 219** **Afval van schoenlappers/oudeschoenmakers uit een drinkpoel op de Antwerpse Kiliaansite**
Waste from shoemaking and shoe repair activity from a waterhole at the Kiliaan site in Antwerp
- Jan Moens, Tim Bellens & Karen Minsaer

- 267** **Het porselein van het *Blauwhof* in Steendorp (Temse)**
Porcelain from the Blauwhof site in Steendorp (Temse)

Jordi Bruggeman

- 283** **De scheepsbouwer Panesi. Een geschiedenis van de Oostendse werven en vissersschepen**
The Panesi shipbuilders. A history of the shipyards and fishing vessels of Ostend

Maarten Van Dijck & Nathalie Daems

- 323** **Het industrieel erfgoed van Belgische seinhuizen: een typologische aanzet aan de hand van de lijnen 50 en 50A van Brussel naar Oostende**
Signal boxes as industrial heritage: an initial typology based on lines 50 and 50A from Brussels to Ostend

Laura May

- 351** **Een integrale waarderingsmethode voor het oorlogslandschap: pilootstudie Zonnebeke-Passendale**
Zonnebeke-Passendale, a pilot study for the development of an integral assessment method for the heritage value of WWI landscapes

Franky Bostyn, Steven Heyde & Joris Verbeken

Cultureel-archeologisch en ecologisch onderzoek van twee vroegmiddeleeuwse waterputten uit Nijlen: landschap en landgebruik



Ignace Bourgeois¹, Anton Eryvynck², Rica Annaert³, Mathieu Boudin⁴, Koen Deforce⁵, Patrick Degryse⁶, Hein de Wolf⁷, Kristof Haneca⁸, Kirsti Hänninen⁹, Maarten Jacobs¹⁰, Ina Vanden Berghe¹¹, Wouter van der Meer¹², Wim Van Neer¹³ & Mark Van Strydonck¹⁴

Inleiding

Op vraag van de Intercommunale Ontwikkelingsmaatschappij voor de Kempen (IOK) voerde de dienst Erfgoed van het Antwerps provinciebestuur begin april 2008 een archeologisch proefsleuvenonderzoek uit op de terreinen van de verkaveling 'Mussenpad 2', op zowat 350 m ten noorden van de kerk van Nijlen (fig. 1). Na evaluatie van dit onderzoek werd door het agentschap Ruimte en Erfgoed (nu agentschap Onroerend Erfgoed) besloten het centrale deel van de verkaveling, 5000 m², bestemd voor de wegen en de aanpalende huizen, te laten opgraven (fig. 2). Deze opgraving is uitgevoerd in juli en augustus 2008 door het archeologisch projectbureau Archaeological Solutions. Het agentschap Ruimte en Erfgoed, afdeling Antwerpen (nu agentschap Onroerend Erfgoed), en de dienst Erfgoed van de provincie Antwerpen traden op als begeleidende overheden. De IOK bekostigde het veldwerk en de basisrapportage¹⁵. De vindplaats kreeg de naam 'Mussenpad'.

Na de opgraving werd het cultureel vondstenmateriaal uit de metaaltijden verder uitgewerkt¹⁶ en werd beslist om op arte-

facten en ecologisch materiaal uit twee vroegmiddeleeuwse waterputten¹⁷ verdere natuurwetenschappelijke analyses en detailstudies uit te voeren. Dit verdere onderzoek werd gecoördineerd, en grotendeels gefinancierd, door de provinciale dienst Erfgoed, in nauwe samenwerking met het Vlaams Instituut voor het Onroerend Erfgoed (VIOE, nu agentschap Onroerend Erfgoed). Alle vondsten en het opgravingsarchief worden bewaard in het provinciaal archeologisch depot te Antwerpen¹⁸.

Het doel van het vervolgonderzoek op het materiaal uit de waterputten was het lokale landschap en het landgebruik zo goed als mogelijk te reconstrueren. Ervaring met de studie van vondsten en stalen uit waterputten leert immers dat de interpretatiemogelijkheden groot zijn¹⁹, een vaststelling die nog van groter belang is voor een regio waar op archeologische vindplaatsen in minder diepe sporen ecologisch materiaal nauwelijks bewaard bleef. Bovendien zijn de vroege middeleeuwen sowieso een slecht gekende periode, op het niveau van de Kempen maar ook van Vlaanderen²⁰. Dat geldt trouwens niet enkel voor de landschappelijke aspecten maar ook voor het culturele leven. Alle nieuwe

¹ Dienst Erfgoed, provincie Antwerpen, Koningin Elisabethlei 22, 2018 Antwerpen: coördinatie *post excavation*-onderzoek, ignace.bourgeois@provincieantwerpen.be.

² Onroerend Erfgoed, Koning Albert II-laan 19 bus 5, 1210 Brussel: eindrapportage, anton.eryvynck@rwo.vlaanderen.be.

³ Onroerend Erfgoed: studie culturele archeologica, henrica.annaert@rwo.vlaanderen.be

⁴ Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, Jubelpark 1, 1000 Brussel: radiokoolstofdateringen, mathieu.boudin@kikirpa.be.

⁵ Onroerend Erfgoed: houtskoolanalyse, koen.deforce@rwo.vlaanderen.be.

⁶ Centre for Archaeological Sciences, Katholieke Universiteit Leuven, Celestijnenlaan 200E bus 2408, 3001 Leuven: onderzoek metaalslakken en residu in smeltkroes, patrick.degryse@ees.kuleuven.be.

⁷ Kwartair Consultants/PalaeoDiat, Arendsweg 187, 1944 JD Beverwijk (NL): onderzoek diatomeeën.

⁸ Onroerend Erfgoed: dendrochronologisch onderzoek, kristof.haneca@rwo.vlaanderen.be.

⁹ BIAX *Consult*, Hogendijk 134, 1506 AL Zaan-dam, Nederland: houtonderzoek, biax@biax.nl.

¹⁰ Molenheide 173, 2242 Pulderbos: onderzoek loopkevers, maartenjacobs5@gmail.com.

¹¹ Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium: textielonderzoek, ina.vandenbergh@kikirpa.be.

¹² BIAX *Consult*: onderzoek pollen en macrobotanische resten, biax@biax.nl.

¹³ Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Vautierstraat 29, 1000 Brussel: onderzoek dierlijk botmateriaal. De bijdrage van Wim Van Neer is een onderzoeksresultaat gesubsidieerd door het Federaal wetenschapsbeleid in het

kader van het programma Interuniversitaire Attractiepolen, wvanneer@naturalsciences.be.

¹⁴ Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium: radiokoolstofdateringen, mark.vanstrydonck@kikirpa.be.

¹⁵ Opgravingsrapport: Yperman 2009, zie ook het verslag bij Bourgeois 2011.

¹⁶ De sporen en vondsten uit de metaaltijden werden besproken door De Mulder *et al.* 2012.

¹⁷ Zie de vondstmelding voor de middeleeuwse fase van de vindplaats: Yperman *et al.* 2009.

¹⁸ Provinciaal Archeologisch Depot: Boomgaardstraat 22, 2600 Antwerpen (postadres: Provincie Antwerpen, Dienst Erfgoed, Koningin Elisabethlei 22, 2018 Antwerpen).

¹⁹ Debruyne *et al.* 2013.

²⁰ Annaert *et al.* 2008.



FIG. 1 Lokalisatie van de opgravingszone in Nijlen.
Location of the excavation in Nijlen.

informatie over aspecten van de toenmalige samenleving is dus meer dan welkom.

In wat volgt, worden de vindplaats en de vroegmiddeleeuwse waterputten kort voorgesteld. Vervolgens wordt ingegaan op de datering van beide structuren en de studie van het culturele materiaal. Daarna komen de studies van de verschillende ecologische vondstencategorieën aan bod. Er is steeds gekozen om een zo breed mogelijke waaier aan vondstencategorieën in het onderzoek op te nemen, om de interpretatie van deze zeldzame vindplaats zo betrouwbaar mogelijk te maken.

1 De vindplaats Nijlen-Mussenpad

Het Mussenpad ligt op een langgerekte zandrug die de waterscheiding vormt tussen de Grote en de Kleine Nete. De bodemkaart beschrijft het archeologisch onderzochte gebied als matig droge zandgrond met antropogene humus A-horizont (Zcm, +8 m TAW). Het archeologisch onderzoek maakte echter duidelijk dat het lager gelegen, zuidelijke deel van het onderzoeksgebied aanzienlijk vochtiger was. Dit deel mag gerekend worden tot de matig natte zandgronden (Zdm).

Over de oudste geschiedenis van Nijlen is weinig bekend. Dat geldt niet alleen voor de bouwhistoriek van de Sint-Willibrorduskerk²¹ maar ook voor de burgerlijke bebouwing binnen het gemeente-areaal. Mogelijk klimt die op tot in de vroege middeleeuwen maar de Centrale Archeologische Inventaris bevat daarover geen gegevens²².

In totaal werd op de site Mussenpad een 500-tal archeologische sporen gevonden (fig. 3)²³. Vier kuilen dateren op basis van de aanwezige ceramiek uit de late bronstijd of de vroege ijzertijd (1100-450 v.Chr.)²⁴. Een 20-tal kuilen en palen is te plaatsen in de overgangperiode van de late ijzertijd naar de vroeg-Romeinse tijd (circa 100 vóór tot 100 na Chr.). Twee waterputten en enkele paalsporen dateren uit de vroege middeleeuwen (5de tot 9de eeuw). Vondsten uit de volle en late middeleeuwen (10de tot 15de eeuw) waren nagenoeg afwezig. De belangrijkste sporen uit de postmiddeleeuwse periode zijn twee lijnvormige, vrijwel parallelle structuren die het terrein van noord naar zuid doorkruisen. Eén ervan was duidelijk een gracht. De tweede structuur was veel ondieper en over de functie bestaat geen duidelijkheid. Een gracht, maar ook een weg of een breed pad behoren tot de mogelijkheden. De meest recente vondsten uit beide structuren zijn

²¹ Inventaris Onroerend Erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/dibe/relict/3225>.

²² CAI: <http://cai.erfgoed.net/>.
²³ Yperman 2009.

²⁴ De Mulder *et al.* 2012.

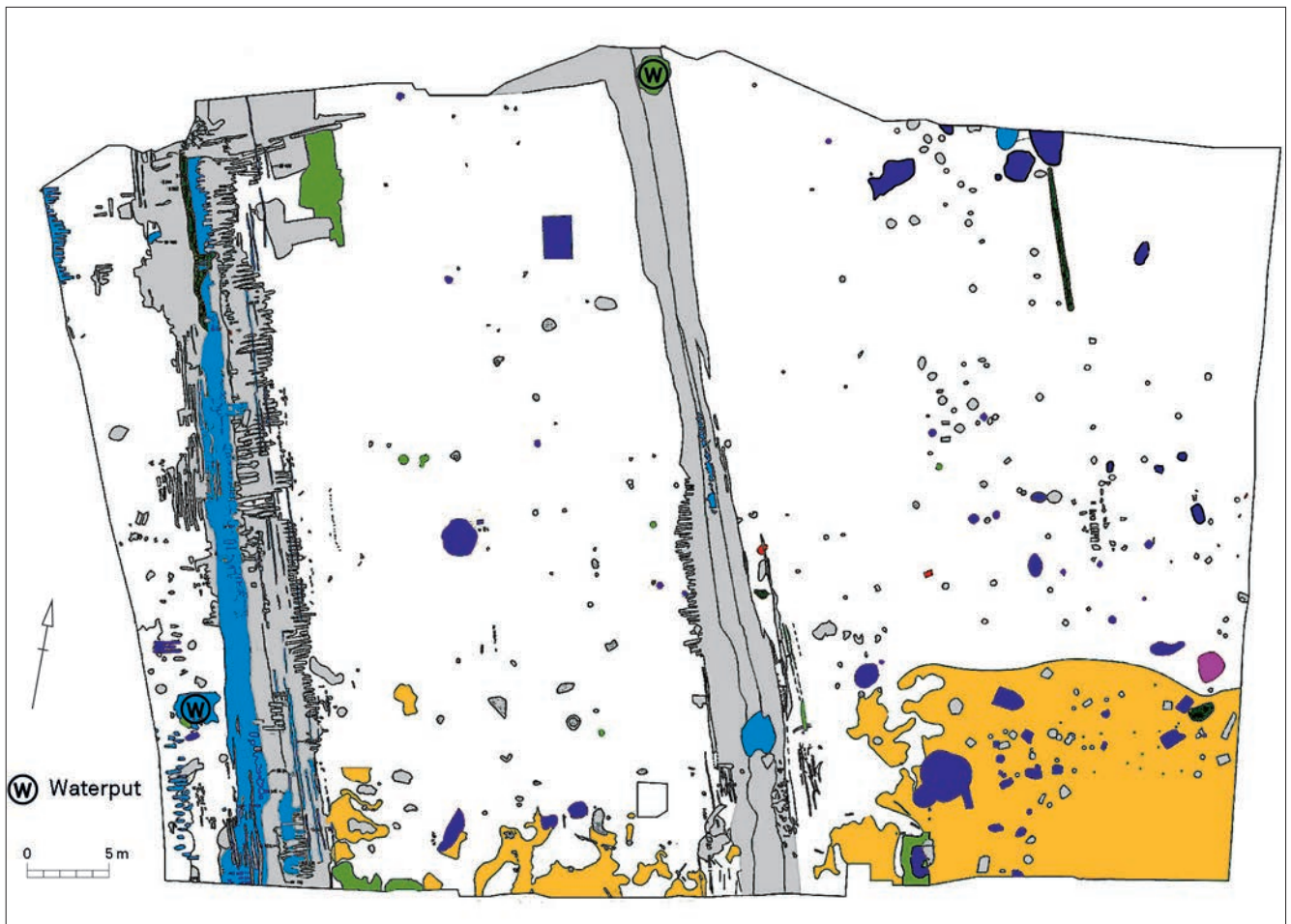


FIG. 3 Algemeen opgravingsplan met aanduiding van de twee waterputten (W). Beide structuren zaten in werkelijkheid verborgen onder recentere sporen (naar Yperman 2009).

Groundplan of the excavated features with indication of the location of the wells (W). In reality, both structures were hidden under more recent features (after Yperman 2009).

voor de beschoeiing tonen daarnaast ook een grote variatie in de oriëntatie waarmee ze uit een stam of tak zijn gezaagd. Dit kan er eventueel op wijzen dat men bij het aanleggen van deze waterput dus niet volledig vertrok van nieuw aangemaakt constructiehout maar (voor een deel?) werkte met stukken hout die men voorhanden had. Bovendien zijn vraatsporen van insecten aangetroffen. Deze kunnen niet ontstaan zijn in de tijd dat het hout als deel van een waterput dienst deed, aangezien insecten niet zonder zuurstof kunnen leven. Het dode (gekapte) hout moet dan ook een tijd boven de grond hebben gelegen, dan wel hergebruikt zijn.

Het is aannemelijk dat het plaatsen van de uitgeholde boomstam in een latere fase is gebeurd dan de constructie van de beschoeiing met planken. De planken sluiten immers niet mooi aan bij de boomstam, die excentrisch in de buitenste beschoeiing is geplaatst. Bovendien toont een veldfoto van het putprofiel (fig. 4) dat er tweemaal een aanlegkuil is gegraven, en dat mogelijk het hout van het bovenste deel van de beschoeiing

met planken gerecupereerd is bij het steken van de boomstam. Wellicht gaat het dus om een herstelling van een structuur die mogelijk aan het dichtslibben was. Andere voorbeelden van meerfasige vroegmiddeleeuwse waterputten in de regio zijn gekend uit Hove²⁷. Ook daar is in twee putten een combinatie van boomstam en vierkante bekisting vastgesteld waarbij de boomstam telkens de jongste fase uitmaakte.

De inzameling van vondsten is voor deze waterput enigszins problematisch verlopen. Dit komt vooreerst omdat de complexe stratigrafie van de archeologische structuur tijdens het veldwerk onvoldoende is begrepen²⁸. Bovendien is een belangrijk deel van de archeologische (deel)contexten verstoord. Zo heeft de aanleg van de boomstamput – als het inderdaad om een latere herstelling gaat – niet enkele de originele aanlegkuil maar ook de vulling binnen de oudere bekisting verstoord. Daarbij is natuurlijk onduidelijk in hoeverre er in de originele put reeds een vulling tot stand was gekomen; mogelijk is een groot deel van het sediment tussen de boomstam en de beschoeiing van planken pas bij

²⁷ Verhaert & Annaert 2003, 110-111.

²⁸ Zie Yperman 2009.



FIG. 4 Waterput 1 in opgraving (uit Yperman 2009).
Well 1 during excavation (after Yperman 2009).

het inbrengen van de jongste constructie afgezet. Helaas werd de tweefasigheid van de putconstructie tijdens het veldwerk niet direct herkend zodat geen onderscheid is gemaakt tussen het vondstenmateriaal uit de oudere en de jongere aanlegkuil (van respectievelijk de bekisting met planken en de uitgeholde boomstam) en tussen de vulling van beide constructies. Men interpreteerde bovendien de bruinige zakvormige vulling die zich vanaf het sleufoppervlak V-vormig in profiel aftekende (fig. 4) als waterputkern, maar in werkelijkheid is dit pakket, dat in de zone boven de – wellicht – lossere opvulling van de waterput een diepe inzakking vertoonde, afkomstig van het latere loopvlak en van een jongere grachtvulling die de put oversneed. De aanwezigheid van vele wortels in dit jongere pakket bewijzen deze stelling.

Helaas bestaan er geen gedetailleerde profieltekeningen van de put en zijn de vermeldingen op de vondstzakjes heel summier, zodat het onmogelijk is de vondsten achteraf nog in hun juiste context te plaatsen. Voor verschillende vondstnummers ontbreekt bovendien een nauwkeurige vermelding van de lagen waaruit ze afkomstig waren. Op basis van de veldfoto van het putprofiel (fig. 4) en van de notities op de vondstzakjes, werd voor de studie van het cultureel materiaal (zie verder) gekozen

voor een volgende indeling van de contexten: aanlegkuil fase I (A), aanlegkuil fase II (B), kern (de vulling van de uitgeholde boomstam, en mogelijk ook materiaal uit het sediment buiten de boomstam maar binnen de beschoeiing met planken: C) en latere opvullingen (D), waarbij contexten A en B al onmiddellijk noodgedwongen samen moesten genomen worden.

Waterput 1 leverde in totaal 60 vondsten op. Aardewerk vormt het grootste aandeel in het vondstenensemble (55 scherven, zie verder: tabel 5). Tot deze categorie horen vooral vaatwerk (26 scherven) en dakpanfragmenten (21 scherven) en in mindere mate zgn. technisch aardewerk (7 scherven) en verbrande leem (1 scherf). De overige vondsten omvatten metaalslakken, silex (1 stuk) en natuursteen (1 fragment).

Het grootste deel van de vulling van de waterput, meer bepaald het deel binnen de uitgeholde boomstam, werd gezeefd op zeven met maaswijdte 1 en 0,5 mm. Hierbij werd de vulling in diepteniveaus opgedeeld. Voor microscopisch onderzoek (pollen, diatomeeën: zie verder) werd een PVC-buis doorheen de vulling geslagen. Het zeven van de bodemstalen van de vulling leverde uiteindelijk nog een fragmentair bronzen voorwerp op.

Na de opgraving werd overgegaan tot het conserveren, gedetailleerd tekenen en opnieuw construeren van deze waterput (fig. 5-6)²⁹.

2.2 Waterput 2

Waterput 2 (fig. 7-8) bevond zich in het zuidwestelijke, vochtiger deel van het onderzoeksgebied, op ongeveer 50 m van waterput 1. De structuur³⁰ tekende zich in grondvlak af als een onregelmatige cirkel (diameter 2,7 m) met een overwegend grijze kleur. Waterput 2 was minder diep aangelegd en over een geringere hoogte bewaard dan waterput 1 (van 6,65 tot 7,35 m TAW, de grondwatertafel bevond zich tijdens de opgravingen op 7,35 m TAW). De put had een eenvoudige opbouw: een rechthoekige beschoeiing (0,8 bij 1 m) bestaande uit vier aangepunte hoekpalen met houten planken eromheen. De vier hoekpalen en zes planken, of fragmenten ervan, konden ingezameld worden. Twee van de hoekpalen zijn gemaakt van vierzijdig gerechte stukken uit een kwart stam, één is gemaakt uit een kwart stam zonder bijkomend kantrechten en bij de vierde gaat het om een gerecht stuk door het centrale deel van de boom. De aanpunting van de palen is drie- of vierzijdig, met puntlengtes variërend tussen 15 en 43 cm. De palen aan de noordkant hebben 3,5 cm brede en 3,5 cm diepe gleuven. Het kader is gemaakt van horizontaal liggende kwartiers gezaagde planken die in de gleuven in de palen zijn vastgezet. De breedte van de planken varieert tussen 10 en 30 cm, de dikte bedraagt 2-3 cm. Voor een deel zijn de stukken aan één of beide uiteinden versmald, waarschijnlijk om ze in

de gleuven in de palen te doen passen. Twee planken aan de zuidkant hebben een gat van circa 2 cm. De functie hiervan is niet duidelijk, maar het wijst mogelijk op hergebruik.

De vulling van deze waterput kende een gelaagde opbouw met overwegend humusrijke pakketten. Op de bodem bevond zich een uitgesproken kleiige laag. Van deze put zijn gedetailleerde veldtekeningen aanwezig, waarop echter geen genummerde lagen aangeduid staan. De inzameling van het vondstenmateriaal gebeurde dus niet per genummerde stratigrafische laag, maar gebeurde enkel op basis van de context van de insteekkuil en de vulling binnen de houten bekisting. Een verdere opdeling van de vondsten gebeurde per kwadrant voor de insteekkuil (noord, zuid, west, zuidoost en noordoost) en volgens diepte (cm) voor de vulling binnen de bekisting. Door deze inzamelingswijze blijft de relatie van de vondsten tot de opgetekende stratigrafische lagen echter onduidelijk. Omdat de horizontale diepteniveaus weinig betekenis hebben zonder duidelijke registratie van de verschillende opvullingspakketten, zijn deze bij de verdere verwerking van de culturele artefacten (zie verder) buiten beschouwing gelaten. De vondsten uit de insteekkuil zijn zonder onderscheid samengeteld (A). Wat de opvulling binnen de houten bekisting betreft, is enkel gebruik gemaakt van de vermelding 'boven' (B), 'midden' (C) en 'bodem' (D).

Waterput 2 leverde in totaal 60 vondsten op. Ook hier vormde het aardewerk het grootste aandeel (56 scherven, zie verder tabel 5). Het vaatwerk (27 scherven, en 26 scherven < 1 cm) telt

FIG. 5 Buitenzicht op de geconserveerde waterput 1 (Restaura 2012).
External view of well 1, after restoration (Restaura 2012).



²⁹ Zie Restaura 2012.

³⁰ Spoor 154 in Yperman 2009.



FIG. 6 Bovenzicht op de geconserveerde waterput 1 (Restaura 2012).
View from above of well 1, after restoration (Restaura 2012).



FIG. 7 Waterput 2 in opgraving (uit Yperman 2009).
Well 2 during excavation (after Yperman 2009).

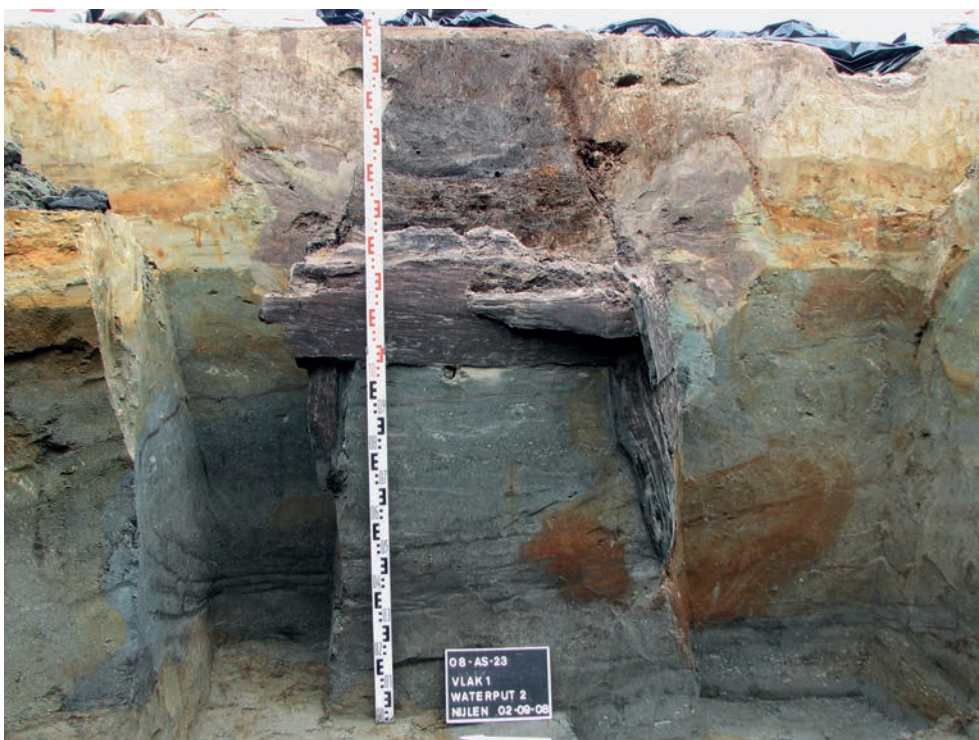


FIG. 8 Waterput 2 in opgraving (uit Yperman 2009).
Well 2 during excavation (after Yperman 2009).

de meeste individuen, terwijl dakpanmateriaal slechts schaars vertegenwoordigd is (2 scherven). Een opmerkelijke vondst in de categorie technisch aardewerk is een volledig smeltkroesje. Bij de overige vondsten zien we 2 zeer kleine fragmentjes glas, 1 fragment natuursteen en 1 silex-artefact. Op de bodem van de waterput werd een grote hoeveelheid metaalslakken aangetroffen. De meeste aardewerkscherven (40) zijn afkomstig uit de vulling van de constructiekuil (context A). De overige 16 scherven zijn ingezameld uit de vulling van de kern, meer bepaald 2 scherven bovenaan (pakket B), 9 scherven uit het middele (pakket C) en 5 scherven uit het bodempakket (D).

De vulling van de waterput werd gezeefd op zeven met maaswijdte 1 en 0,5 mm. Hierbij werd een opdeling in diepteniveaus gevolgd. Kleine sedimentmonsters werden apart gehouden voor microscopisch onderzoek.

3 Dendrochronologisch onderzoek

Een eerste studie van het hout van beide waterputten leidde tot de conclusie dat dendrochronologische dateringen niet mogelijk waren³¹. Nadien is – met meer succes – een nieuwe poging ondernomen maar dan enkel voor waterput 2, aangezien men voor de beschoeiing met planken en de uitgeholde boomstam, die samen waterput 1 vormden, reeds begonnen was met de conservatie. De behandeling van het hout maakte dendrochronologische opmetingen niet langer mogelijk.

Negen houten elementen van de bekisting van waterput 2 werden ter beschikking gesteld voor het hernieuwd dendrochronologisch onderzoek³². Van elk stuk hout werd een dwarse doorsnede gezaagd van ca. 5 cm dik. Een overzicht van de bemonsterde houten elementen is te vinden in tabel 1. Na houtanatomisch onderzoek bleek dat, zoals het eerder onderzoek al aangaf, alle bemonsterde planken en palen gemaakt zijn van inlands eikenhout: zomereik (*Quercus robur* L.) of wintereik (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.). Het onderscheid tussen beide soorten is, louter op basis van de houtanatomische kenmerken, moeilijk te maken. Er zijn wel degelijk verschillen tussen het hout van beide soorten³³, maar deze zijn zodanig subtiel dat een sluitende soortidentificatie wetenschappelijk niet te verantwoorden is.

Op het kopse vlak van de bemonsterde stukken hout werd een leesspoor aangebracht door met scheermesjes en scalpel het hout bij te snijden en zo de groeiringsgrenzen duidelijk zichtbaar te maken. Daarna werd de breedte van elke groeiringsring opgemeten met een precisie van 0,01 mm. Op vier houten elementen waren nog spinhoutringen³⁴ waar te nemen (tabel 1). Aan één paal (paal zuid-west, NIJL.08) bleek nog een stukje schors vast te hangen. De opgemeten groeiringsreeksen werden daarna met elkaar

vergeleken. Daaruit bleek dat het groeiringspatroon van drie verschillende planken uit het kader (zuidkant) onderling sterk gelijklopend is. Daardoor kunnen ze gesynchroniseerd en vervolgens uitgemiddeld worden tot één middelcurve. Zowel de middelcurve als de individuele reeksen werden daarna vergeleken met absoluut gedateerde referentiechronologieën uit België, Nederland, Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk, Polen, Denemarken en Duitsland.

In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de meest relevante correlaties met de referentiekalenders en de daarmee overeenstemmende datering. De mate van overeenkomst wordt uitgedrukt door een *t*-waarde (t_{BP}) en de parallelle variatie (%PV). Deze *t*-waarden zijn een statistische maat die resulteert uit de Student *t*-test op de Pearson correlatie tussen de referentiekalender en de gestandaardiseerde groeiringsreeksen of middelcurve³⁵. Waarden boven 3,5 zijn statistisch significant, maar uit de praktijk blijkt dat dit toch te laag is om betrouwbare resultaten op te leveren. Daarom zijn de *t*-waarden best hoger dan 5. De parallelle variatie geeft aan hoe vaak de referentiekalender en de groeiringsreeksen een gelijktijdige stijging of daling kennen in het groeiringspatroon, en wordt uitgedrukt als een percentage. Het significantieniveau *p* van deze coëfficiënt wordt aangegeven door *, ** of ***, resp. $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ of $p \leq 0,001$. Dit is een maat voor de kans dat het bekomen resultaat op toeval berust. Uit tabel 2 blijkt dat een middelcurve opgesteld op basis van de reeksen NIJL.01, 02 en 03 (telkens planken uit het kader aan de zuidkant van de waterput) kan gelinkt worden aan een aantal referentiekalenders. Ook één hoekpaal (zuid-oost) kon dendrochronologisch gedateerd worden. Voor de andere reeksen werd geen betrouwbare overeenkomst gevonden met de beschikbare referentiekalenders.

Op één paal (NIJL.08, paal zuid-west) zat dus nog een stuk schors vast. Uit de anatomische opbouw van de laatst gevormde groeiringsring valt af te leiden dat de boom werd geveld in de lente of het begin van de zomer. Een dendrochronologische datering bleek echter niet mogelijk.

De in tabel 2 vermelde datering geeft aan wanneer de meest recente groeiringsring op de gedateerde stukken hout werd gevormd. Om tot een correcte datering te komen van het jaar waarin de boom werd geveld, moeten we echter nog een aantal groeiringsringen bijtellen. Er ontbreken namelijk meestal nog een aantal ringen tussen het laatst opgemeten exemplaar en de bast van de boomstam waaruit de planken zijn gemaakt. Op één plank (NIJL.01; kader zuid 1) zijn echter nog 9 spinhoutringen aanwezig, wat toelaat om een onderbouwde schatting te maken van het aantal ontbrekende spintringen. Bij deze schattingen wordt een onderscheid gemaakt naargelang de geografische regio waar de boom

31 van der Meer et al. 2009.

32 Haneca 2009.

33 Feuillat et al. 1997.

34 Spinhout bevindt zich tussen het verkerende deel van de stam en de schors van de boom. Het spinhout is het levende houtweefsel dat de sap-

stroom verzorgt in de stam en dient als opslagplaats voor voedingsstoffen. Het heeft exact dezelfde structuur als het kernhout, maar bij het spinhout zijn de transportkanalen (vaten) nog grotendeels vrij. Dit in tegenstelling tot het kernhout, dat dood houtweefsel is, en waar er geen actief transport van

water en voedingsstoffen meer kan plaatsvinden. Het spinhout kenmerkt zich bij veel houtsoorten door een lichtere kleur dan het kernhout.

35 Baillie & Pilcher 1973.

TABEL 1

Overzicht van de uitgevoerde dendrochronologische metingen, met vermelding van de houtsoort, het totale aantal groeiringen, spinthoutringen en de aanwezigheid van schors per stuk hout uit waterput 2 (*: planken met een (pen?)gat van 2 tot 2,5cm).

Overview of the dendrochronological measurements, with indication of the wood species, the total number of tree-rings, the number of sapwood rings and the presence of bark for each examined sample from well 2 (*: planks with a (mortise?)hole of 2 to 2.5 cm).

dendro-label	aantal ringen	aantal spintringen	schors	merg	soort	datering	onderdeel
NIJL.01	77	9	-	-	<i>Quercus</i> sp.	702 A.D.	kader zuid 1
NIJL.02	109	-	-	-	<i>Quercus</i> sp.	669 A.D.	kader zuid 2*
NIJL.03	91	-	-	-	<i>Quercus</i> sp.	642 A.D.	kader zuid 3*
NIJL.04	60	-	-	-	<i>Quercus</i> sp.	-	kader noord 1
NIJL.05	86	4	-	-	<i>Quercus</i> sp.	-	kader west 1
NIJL.06	74	-	-	-	<i>Quercus</i> sp.	-	paal noord-oost
NIJL.07	171	-	-	-	<i>Quercus</i> sp.	641 A.D.	paal zuid-oost
NIJL.08	62	16	+	-	<i>Quercus</i> sp.	-	paal zuid-west
NIJL.09	79	9	-	-	<i>Quercus</i> sp.	-	paal noord-west

TABEL 2

Significante datering van de middelcurve NIJL.m1 en reeks NIJL.07 met absoluut gedateerde referentiekalenders (tBP en %PV: zie tekst).

Significant dating results for the chronology NIJL.m1 and series NIJL.07 with absolutely dated master chronologies (tBP and %PV: see text).

dendro-label	aantal ringen	referentiekalender (periode; gebied; auteur)	datering	t _{BP}	%PV
NIJL.m1	151	DE.Holl80 (400 BC-1975 A.D.; Centraal en Zuid-Duitsland; Hollstein 1980)	552 - 702 A.D.	4.3	64***
		DE.Becker (369 BC-1950 A.D.; Zuid-Duitsland; Becker 1981)	<i>id.</i>	6.0	67***
		EU.big2 (681 BC-1994; Centraal en Zuid-Duitsland; EU-project ADVANCE 10k)	<i>id.</i>	5.73	67***
NIJL.07	171	NEV12.HS.m (346-584 A.D.; Nevele-Hoogstraat; Haneca 2012)	471 - 641 A.D.	4.7	60*
		SDW10.S200.m (341-644 A.D.; Sint-Denijs-Westrem-The Loop; Haneca 2011)	<i>id.</i>	4.8	66***

groeide en de leeftijd van de boom op het moment dat hij werd geveld³⁶. Eiken uit Vlaanderen van meer dan 100 jaar oud vormen gemiddeld 24 spintringen. In 95% van de gevallen zijn dat er minstens 12 tot maximum 37³⁷. Jongere bomen hebben meestal iets minder spintringen. De grenswaarden liggen dan op 7 en 28, met een gemiddelde van 17. Door rekening te houden met het aantal opgemeten spinthoutringen, in dit geval 9, en het aantal te verwachten spinthoutringen kan men het interval bepalen waarbinnen de veldatum te situeren is.

Van de vier gedateerde groeiringreeksen werd bij NIJL.01 (plank kader zuid 1) de meest recente ring gevormd in 702 A.D. Vermoedelijk hebben we hier te maken met hout van een relatief jonge eik (<100 jaar) waardoor we minstens 7 en maximaal 28 spintringen mogen verwachten. De veldatum is daardoor te situeren tussen 702 A.D. en (702 + 28 - 9 spintringen =) 721 A.D. (tabel 3). Deze datering dient wel onder enig voorbehoud te worden gebruikt omdat er elementen uit de structuur ongedateerd blijven (en die kunnen dus jonger zijn) en omdat er bovendien

TABEL 3

Berekening van de veldatum voor het gedateerde hout van waterput 2.
Calculation of the felling date for the dated timbers of well 2.

dendro-label	einddatering	aantal gemeten spinhoutringen	ontbrekend aantal spinhoutringen	veldatum
NIJL.m1	702 A.D.	9	max. 19	tussen 702 en 721 A.D.
NIJL.o7	641 A.D.	-	min. 12	na 653 A.D.

een vermoeden van het hergebruik van hout is (zie eerder). Het blijft echter onduidelijk of deze veronderstelling voor de ganse putstructuur geldig is. De datering van de hoekpaal, NIJL.o7 (paal zuid-oost), brengt hierin ook geen duidelijkheid. Op deze paal werd geen spinhout meer aangetroffen. In dit geval kan er dus enkel een *terminus post quem* bepaald worden. Deze terminus komt hier overeen met de vroegst mogelijke veldatum van de boom. Deze ligt zeker ná 653 A.D., en kan dus zowel iets ouder als contemporain zijn met de planken van het kader.

Een dendrochronologische analyse kan naast een datering ook een beeld geven van het oorsprongsgebied van het hout³⁸. Daarbij wordt nagegaan met welke geografisch gebonden referentiekalenders de middelcurve NIJL.m1 de beste overeenkomst vertoont. De gedateerde groeiringreeksen uit Nijlen vertonen enkel een overeenkomst met referentiekalenders uit Duitsland (tabel 2). In dit geval stemt dit echter niet noodzakelijk overeen

met het werkelijke oorsprongsgebied van het hout. Vermoedelijk werd voor de constructie van de waterput wel gewerkt met lokaal eikenhout maar momenteel kan dit nog niet aangetoond worden via het dendrochronologisch onderzoek omdat er voor Vlaanderen, en zeker voor de ruime regio rond Nijlen, nog niet voldoende lokale referentiekalenders beschikbaar zijn die de vroege middeleeuwen overspannen.

4 Radiokoolstofdatering

Er zijn twee ¹⁴C-dateringen uitgevoerd, met name op een niet-verkoolde pit van een pruimensoort (*Prunus* sp.), gevonden op de bodem van waterput 1 (binnen de uitgeholde boomstam)³⁹, en op de buitenste jaarring van een hoekpaal⁴⁰ van waterput 2⁴¹. Deze gaven na kalibratie⁴² allebei een datering in de vroege middeleeuwen, meer bepaald de late 7de of 8ste eeuw (met 68.2% zekerheid) (zie tabel 4).

TABEL 4

Radiokoolstofdateringen (kalibraties volgens Bronk Ramsey 2005, atmosferische data uit Reimer *et al.* 2009).
Radiocarbon dates (calibration according to Bronk Ramsey 2005, atmospheric data from Reimer et al. 2009).

lab. code	omschrijving	BP	kalibratie
KIA-40413	waterput 1: pit van <i>Prunus</i> uit bodem vulling	1250±30	68,2% zekerheid 680 A.D. (65,5%) 780 A.D. 790 A.D. (2,7%) 800 A.D. 95,4% zekerheid 670 A.D. (95,4%) 870 A.D.
KIA-39615	waterput 2: buitenste jaarring hoekpaal NIJL.o8	1255±25	68,2% zekerheid 690 A.D. (56,1%) 750 A.D. 760 A.D. (12,1%) 780 A.D. 95,4% zekerheid 670 A.D. (92,5%) 830 A.D. 840 A.D. (2,9%) 860 A.D.

³⁸ Eckstein & Wröbel 2007.

³⁹ Omdat het hout van de waterput al in conservatiebehandeling was, was het uitgesloten nog een radiokoolstofdatering uit te voeren.

⁴⁰ NIJL.o8 die echter geen dendrochronologische datering opleverde.

⁴¹ Op het moment dat tot deze datering werd besloten, was niet geweten dat een hernieuwd dendrochronologisch onderzoek toch een datering zou opleveren voor deze structuur.

⁴² IntCal09 kalibratiecurve voor atmosferische data: Reimer *et al.* 2009; kalibratieprogramma OxCal v3.10: Bronk Ramsey 2005.

De radiokoolstofdatering bekomen voor waterput 1 (grofweg tussen 680 en 800 A.D., met 68.2% zekerheid) geeft strikt genomen geen chronologische informatie over de aanleg van de structuur en het tijdsverloop tussen het construeren van de beschoeiing met planken en het inbrengen van de uitgeholde boomstam. De datering geeft enkel aan wanneer de put in gebruik was, of misschien net in onbruik was geraakt.

De radiokoolstofdatering voor het constructie-element van waterput 2 (grofweg tussen 690 en 780 A.D., met 68.2% zekerheid) is niet in tegenspraak met de dendrochronologische datering van het kader (702-721 A.D.) of de hoekpaal (ná 653 A.D.). Daarmee is er echter nog geen duidelijkheid over de periode vanaf wanneer de put in gebruik was (het constructiehout kan immers hergebruikt zijn) en evenmin over het tijdstip waarop de structuur buiten gebruik raakte.

Het blijft mogelijk, maar niet absoluut te bewijzen, dat beide waterputten tegelijk in gebruik zijn geweest. En zelfs als zij elkaar opgevolgd hebben, is dat waarschijnlijk binnen dezelfde, brede culturele periode gebeurd, met name de vroege middeleeuwen.

5 Aardewerk

Vanwege de onduidelijkheden over de juiste vondstcontexten, wordt het aardewerk uit waterput 1 in zijn totaliteit besproken (tabel 5). Alle determineerbare scherven zijn afkomstig van handgevormde ceramiek die duidelijk in twee categorieën op te splitsen is. Enerzijds zijn zes ruwwandige wandscherven in te delen in een categorie eerder zacht gebakken aardewerk, onder

zowel reducerende als oxiderende omstandigheden. Anderzijds zijn 2 randscherven en 11 wandscherven herkend als veel harder gebakken aardewerk waarvan ook de magering een andere samenstelling lijkt te hebben. De eerste categorie is eerder te dateren in de ijzertijd terwijl de tweede categorie op basis van gelijkaardige vondsten uit de regio in de vroege middeleeuwen te plaatsen is (zie verder).

Ook het determineerbaar aardewerk uit waterput 2 (tabel 5), dat hier net zoals bij waterput 1 als één geheel besproken wordt, is voornamelijk handgevormd. Er zijn 20 wandscherven gevonden van een opmerkelijk zacht baksel met een typische samenstelling van magering (zie verder). Deze kenmerken, maar ook de wandafwerking (16 ruwwandig, 3 besmeten en 1 versierd) veronderstellen een datering in de ijzertijd. Slechts één wielgedraaide⁴³ bodemscherf bleek aanwezig, die Romeins van datering moet zijn. Daarnaast zijn er zes wandscherven van een ander technisch productieproces waarbij vooral de hardere bakking opvalt. Dit kenmerk laat toe hen in de vroege middeleeuwen te plaatsen.

Doordat de samenstelling van de aardewerkensembles uit beide waterputten sterk gelijkend is, worden de vondsten allemaal samen besproken. Het totale ceramiekbestand omvat dan 46 te determineren exemplaren, aangevuld met 33 niet te determineren, kleinere scherfjes, 23 fragmenten dakpan, 8 fragmenten technisch aardewerk en 1 brok verbrande leem (111 individuen in totaal: tabel 5). Van de 46 te bespreken scherven, behoren 45 exemplaren tot de categorie handgevormd aardewerk (98 %) terwijl slechts 1 scherf wielgedraaid blijkt (2 %). Het handgevormd aardewerk is zoals gezegd op te splitsen in twee categorieën die

TABEL 5

Aardewerk uit de waterputten (aantal vondsten) (code contexten: zie tekst).
Pottery from the wells (number of finds) (context codes: see text).

	WP1				WP2					TOTAAL
	Insteekkuil	Kern	Latere opvulling	Totaal WP1	Insteekkuil	Kern boven	Kern midden	Kern bodem	Totaal WP2	
	A&B	C	D		A	B	C	D		
ijzertijd	4	-	2	6	19	-	-	1	20	26
Romeins	-	-	-	0	-	1	-	-	1	1
vroege-middeleeuws	10	1	2	13	2	-	3	1	6	19
indet. / <1cm ²	4	-	3	7	19	-	4	3	26	33
dakpan	4	-	17	21	-	1	1	-	2	23
technisch aardewerk	2	-	5	7	-	-	1	-	1	8
verbrande leem	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Totaal	25	1	29	55	40	2	9	5	56	111

⁴³ Deze term wordt gebruikt voor ceramiek vervaardigd op een snel draaiend pottenbakkerswiel.

respectievelijk in de ijzertijd en de vroege middeleeuwen te plaatsen zijn. Het wielgedraaide scherfje lijkt, zoals reeds opgemerkt, eerder Romeins te zijn.

5.1 IJzertijd

In totaal zijn 26 scherven op basis van hun technische kenmerken te plaatsen in de metaaltijden en meer bijzonder in de ijzertijd (58 % van het handgevormd aardewerk). Het gaat uitsluitend om wandscherven van redelijk dikwandig aardewerk (0,7 tot 1,5 cm), waarvan de klei gemagerd is met veel en soms grof schervengruis en zand (dat echter ook natuurlijk in de klei aanwezig was), in sommige gevallen aangevuld met kwartsbrokjes of organisch materiaal. Het bakproces gebeurde onder deels reducerende, deels oxiderende omstandigheden waardoor de binnenkant en de kern meestal donkergrijs zijn en het buitenoppervlak gevlekt bruingrijs tot oranjebruin kleurt. De baksels zijn steeds zacht en brokkelig. Wellicht gebeurde de productie in eenvoudige veldovens, wat minder kwaliteitsvolle producten opleverde. Wat de afwerking van de buitenwanden betreft, is het meeste aardewerk ruwwandig (22 exemplaren), 3 scherven hebben een besmeten oppervlak en 1 scherf vertoont resten van versiering in de vorm van parallelle groeven.

Wat de aardewerkvormen of typologische duiding betreft, zijn geen uitspraken mogelijk. Het aardewerk is daarvoor te fragmentair en daarenboven ontbreekt het aan randfragmenten die de enige sleutel vormen voor een typologische plaatsing en dus ook voor een meer verfijnde datering.

5.2 Romeinse periode

De enige wielgedraaide scherf is als Romeins te interpreteren⁴⁴. Het gaat om een zeer fragmentaire bodemscherf in reducerend gebakken aardewerk waarvan de buitenkant oorspronkelijk geglad was. Waarschijnlijk gaat het om een kookpot waarvan het type niet verder te bepalen is (fig. 9: 1).

5.3 Vroege middeleeuwen

De overige 19 scherven in handgevormd aardewerk (42 %) zijn op basis van hun technische kenmerken als vroegmiddeleeuws geïnterpreteerd. Ook hier gaat het voornamelijk om wandscherven met een redelijke wanddikte (0,5 tot 1,3 cm). Het bakproces vond eveneens plaats in veldovens waar het aardewerk zowel onder reducerende als oxiderende omstandigheden gebakken werd, wat een grijze kern en binnenoppervlak en een gevlekt bruin-grijs buitenoppervlak tot resultaat had. Deze ceramiek onderscheidt zich van het aardewerk uit de metaaltijden door de aard van de klei. De magering is doorgaans fijner zodat de klei een minder brokkelig en vaster uitzicht heeft. Meestal is even-

eens schervengruis als magering gebruikt maar dit gruis lijkt harder en is gefragmenteerd in kleinere partikels. Opvallend is de aanwezigheid van baksteenrode tot roodbruine partikels ijzeroer die vaak in overvloed aanwezig zijn⁴⁵. Ook zand lijkt extra toegevoegd, zoals kleine concentraties van zandinclusies laten veronderstellen. Enkele scherven bleken gemagerd met organisch materiaal dat tijdens het bakproces wegbrandde zodat kleine gaatjes achterbleven in de potwand. Anderzijds kon ook het ijzeroer in de klei tijdens het bakkingsproces volledig oxideren en verpulveren, wat een andere verklaring kan zijn voor de gaatjes in de klei. Een verder kenmerk is het veel hardere baksel. Ook de potopbouw lijkt enigszins anders: terwijl het aardewerk uit de metaaltijden opgebouwd is uit horizontale worsten die gladgestreken werden, krijgt men de indruk dat de vroegmiddeleeuwse potten verticaal met de hand opgetrokken werden. Hiervan getuigen de verticale lijnen en/of indrukken die soms nog zichtbaar zijn op de binnen- en buitenwanden (fig. 9: 2). Soms werd blijkbaar gebruik gemaakt van een traag draaiend wiel om de pot op te bouwen. Wat de wandafwerking betreft, is op één wandscherf de aanwezigheid van een bewust aangebrachte versiering met verticale en horizontale groeven vastgesteld. Alle scherven zijn ruwwandig en voelen opvallend zanderig aan.

Op basis van slechts twee aanwezige randen (fig. 9: 2-3) is het onmogelijk om de aardewerkvormen typologisch te plaatsen. Slechts van één randfragment is een volledige potreconstructie mogelijk. Het gaat om een gewelfde pot met hoge schouder en ingesnoerde, korte hals met korte, uitstaande rand (fig. 9: 2). De klei is gemagerd met de typische rode partikels ijzeroer, eventueel in combinatie met organisch materiaal. Op de wanden is nog duidelijk zichtbaar hoe de pot bij de opbouw met de vingers verticaal omhoog gewerkt werd. Het fragment is te vergelijken met stukken gevonden op de site Pulle-Keulsebaan, gedateerd in de vroege middeleeuwen⁴⁶. Rogge klasseert deze vorm onder type 21 bij de verwerking van de ceramiek van Avelgem-Kerkhove (W.-VI.)⁴⁷. De vondsten van Avelgem vertonen dezelfde technische kenmerken als het materiaal uit Nijlen maar zijn gemagerd met rode chamotte (klasse 7) en komen er in alle bewoningsfasen voor (van de tweede helft van de 5de tot het midden van de 8ste eeuw). Volgens Rogge zijn deze vormen gebaseerd op het inheems-Romeinse handgevormde aardewerk dat in de Scheldevallei een lokale productie kende.

Het vroegmiddeleeuwse aardewerk uit beide waterputten is duidelijk van lokale makelij. Importproducten zijn niet vastgesteld. Het schaarse aantal scherven en vooral het gebrek aan volledige profielen en randfragmenten brengen weinig bij over de kennis en het vormenspectrum van het vroegmiddeleeuwse gebruiksaardewerk in de regio. De vondsten bevestigen wel de eerste bevindingen uit andere sites in de regio uit deze periode⁴⁸.

⁴⁴ Met dank aan Yann Hollevoet en Alain Vanderhoeven (Onroerend Erfgoed).

⁴⁵ Zie De Groot & De Clercq in druk.

⁴⁶ Eggermont *et al.* 2008, 17 fig. 15: 3 en 4.

⁴⁷ Rogge 1981, 91, fig. 14, 6-10.

⁴⁸ O.a. de opgravingen in Wijnegem-Steenakker waarvan het vroegmiddeleeuws materiaal nog niet gepubliceerd is, in Hove-Cuethem (materiaal evenmin gepubliceerd, algemeen zie Verhaert & Annaert 2003), in Broechem (aardewerk nog niet

gepubliceerd, algemeen zie Annaert 2010a), in Ranst-Zandhovensteenweg (Vansweevelt *et al.* 2009, 19-22) en in Pulle (Eggermont *et al.* 2008, 16-18).

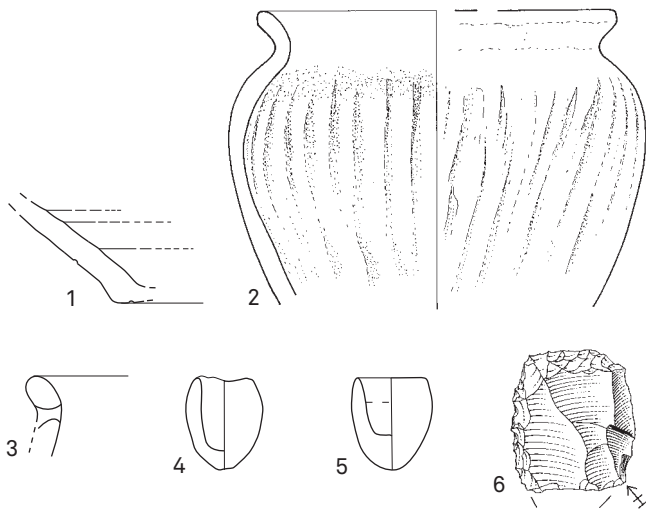


FIG. 9 Vondstmateriaal uit beide waterputten: 1: Romeinse bodemscherf (wp 2), 2: vroegmiddeleeuws randfragment (wp 1), 3: vroegmiddeleeuwse randscherf (wp 1), 4: smeltkroesje (wp 2), 5: smeltkroesje (spoor 357), 6: mesolithische eindschrabber (wp 2) (tekeningen Onroerend Erfgoed, 1-5: schaal 1:3, 6: schaal 1:1).
Artefacts from the wells: 1: base fragment of a Roman pot (well 2), 2: early medieval rim fragment (well 1), 3: early medieval rim fragment (well 1), 4: small melting pot (well 2), 5: small melting pot (spoor 357), 6: mesolithic end scraper (well 2) (drawings Flanders Heritage Agency, 1-5: scale 1:3, 6: scale 1:1).

Dit handgevormde aardewerk met een redelijk harde bakking en een grofzandige verschraling aangevuld met ijzeroer lijkt vooral in het gebied van de *pagus Renensis* ten zuidoosten van Antwerpen voor te komen van de 5de eeuw tot de Karolingische periode⁴⁹. Deze groep vertoont gelijkenis met het – eveneens lokaal – handgemaakt aardewerk uit de Oost-Vlaamse Scheldedellei, dat echter getypeerd wordt door de aanwezigheid van rode chamotte in de klei⁵⁰. De eerste vaststellingen van deze lokaal vervaardigde huishoudelijke waar gebeurden op Oost- en West-Vlaamse sites⁵¹. Later bleek deze ceramiek ook sporadisch aanwezig in het West-Vlaamse kustgebied⁵². Inmiddels blijkt dit 'rood gespikkelde' aardewerk ook algemeen verspreid in de regio rond Antwerpen en in de Kempen, behalve dat de klei daar niet verschaald is met chamotte maar met ijzeroer. Deze toepassing geeft de Antwerpse productie een ruwer uitzicht en een harder oppervlak. Een uitvoerige studie van deze lokaal geproduceerde ceramiek dringt zich op, met als doel mogelijke typologische reeksen te herkennen zodat een nauwkeurige chronologie kan ontwikkeld worden. Verschillende ¹⁴C-gedateerde contexten leveren hiervoor alvast nuttige informatie, zoals de waterputten in Pulle, Wijnegem, Hove, Kasterlee, Brecht en Beerse⁵³.

5.4 Tafonomische interpretatie

Beide waterputten bevatten zowel vondstenmateriaal uit de ijzertijd, de Romeinse periode en de vroege middeleeuwen. Als we ervan uitgaan dat waterput 1 (waarvoor er enkel een datering van het gebruik of de opgave is) geen eeuwen gefunctioneerd heeft, moeten het ijzertijdaardewerk en de Romeinse scherf duidelijk als intrusief worden gezien. Dat de grootste hoeveelheid ijzertijdscherven uit zowel waterput 1 als 2 afkomstig is uit de vullingen van de aanlegkuilen, ondersteunt deze interpretatie. Slechts één ijzertijdscherfje blijkt afkomstig uit de kern van waterput 2. De overige twee scherven in ijzertijdtraditie komen uit de jongere vulling bovenaan waterput 1 en kunnen uit verstoorte contexten afkomstig zijn. Uit het opgravingsrapport⁵⁴ blijkt duidelijk dat verspreid over de vindplaats meerdere nederzettingssporen uit de ijzertijd aanwezig waren, wat het verspit ijzertijdmateriaal in beide waterputten kan verklaren.

De vroegmiddeleeuwse scherven zijn zowel afkomstig uit de vullingspakketten van de aanlegkuilen als van de schachten van de waterputten. Dit kan erop wijzen dat bij de aanleg van de putten reeds bestaande vroegmiddeleeuwse contexten werden verstoord, of dat contemporain afval is gedumpt bij het dempen van de aanlegkuilen en het latere opvullen van de schachten.

5.5 Andere aardewerkcategorieën

Voor waterput 1 bevatte nogal wat dakpanfragmenten (21 in totaal). De aanwezigheid van dakpannen in een vroegmiddeleeuwse context is op zich echter niet verwonderlijk. Dakpannen bleven na de Romeinse periode zeker tot in de volle middeleeuwen in gebruik.

Het zgn. technisch aardewerk telt 7 fragmenten en het volledige profiel van een smeltkroesje (uit de schachtvulling van waterput 2). Deze ceramiek onderscheidt zich door de rozerode tot paarsachtige kleur van de buitenzijde, en het eerder poreuze uitzicht. De sporen van secundaire verhitting en de aanwezigheid van een verglaasd residu aan de binnenkant van sommige scherven bewijzen dat het hier gaat om restanten van schouwtjes van erts-oventjes en niet om scherven van zoutcontainers in zgn. kustaardewerk die in de metaaltijden in gebruik waren als verpakkingsmateriaal voor het transporteren van zout naar het binnenland. Het moet integendeel gaan om vondsten contemporain aan het eerder beschreven aardewerk uit de vroege middeleeuwen.

Het smeltkroesje is eivormig, met een ronde bodem en rechte wanden (fig. 9: 4 en fig. 10). Er is geen handvat aanwezig tenzij het zich bevond op de plaats waar het kroesje onvolledig is. De klei is redelijk fijn gemagerd en vertoont overal sporen van secundaire verhitting en verglazing. Het voorwerp is moeilijk chronologisch te plaatsen. Een tweede kroesje met dezelfde afmetingen en vorm kwam aan het licht in een afvalkuil⁵⁵ elders op het terrein (fig. 9: 5 en fig. 10). Een handvat ontbreekt en ook

⁴⁹ De Groote & De Clercq in druk.

⁵⁰ Hollevoet 2006; Rogge 1981, 79 en 99; Demolon & Verhaeghe 1993, 392.

⁵¹ Rogge 1981, 99 (klasse 7); Van der Gucht 1981,

109 en 120; De Clercq 1997, 22, 27, 30, 34.

⁵² In 't Ven *et al.* 2005a en 2005b, 14.

⁵³ Voor een overzicht zie Annaert 2010b en De Groote & De Clercq in druk.

⁵⁴ Yperman 2009.

⁵⁵ Kuil S357; Yperman 2009.

FIG. 10 Smeltkroesje uit waterput 2 (links) en een vergelijkbaar exemplaar uit spoor 357 (rechts) (foto Onroerend Erfgoed) (afmetingen: zie fig. 9). *Small melting pot from well 2 (left) and a comparable find from feature 357 (right) (photo Flanders Heritage Agency) (scale: see fig. 9).*



hier is de klei volledig verglaasd door secundaire verhitting. Hier en daar zijn nog rode chamotte-spikkels zichtbaar. De vulling van de afvalkuil bevatte enkele scherfjes handgevormd aardewerk en baksteenfragmentjes⁵⁶, waardoor het mogelijk blijft dat dit tweede kroesje ook uit de vroege middeleeuwen dateert. De verspreiding van het technisch aardewerk (waaronder het smeltkroesje uit waterput 2), in zowel de schachtvulling als de aanlegkuilen van de waterputten (hetzelfde patroon als bij het vroegmiddeleeuws gebruiksaardewerk), laat veronderstellen dat in de vroege middeleeuwen op het terrein een artisanale activiteit van metaalbewerking plaatsgreep. De nog te bespreken metaalslakken horen daar zonder twijfel ook bij. Parallele vondsten voor dergelijke kroesjes zijn bekend uit de Maasvallei (Maastricht, Huy en Namen)⁵⁷, de Scheldevallei (Doornik)⁵⁸ en Noord-Frankrijk (Giberville)⁵⁹.

6 Analyse van een residu uit een smeltkroesje

Een bolvormig groen residu van 500 µm diameter, vermoedelijk slakmateriaal, werd uit het kroesje afkomstig uit waterput 2 verwijderd en met Scanning Electron Microscopie en ICP-OES⁶⁰ onderzocht. Hierbij werden geen pure metalen waargenomen, noch werden grote gehalten aan (edel)metalen gemeten. De analyse geeft dus geen verdere aanduiding voor het gebruik van de kroes.

7 Analyse van de metaalslakken

7.1 Macroscopische studie

De metaalslakken, resten van ijzerbewerking, uit de twee waterputten werden gewogen en macroscopisch ingedeeld in de volgende categorieën (tabel 6)⁶¹:

- *FCS (Furnace Cooled Slag)*: slakken uit een primair reductieproces (het omsmelten van ijzererts tot ruw ijzer of 'ijzerwolf') afgekoeld in de reductieoven. Hiervan werd slechts een beperkt aantal geïdentificeerd: 1,2 kg, in waterput 2.

- *Tap Slag*: slakken uit een primair reductieproces (het omsmelten van ijzererts tot ruw ijzer of 'ijzerwolf') afgekoeld buiten de reductieoven (ze zijn er uitgevloeid). Hier werd eveneens slechts een beperkt volume van geïdentificeerd: 2,9 kg, in waterput 2.

Deze beide types ijzerslak ontstaan door het zogenaamde indirecte productieproces, waarbij ijzererts met houtskool gereduceerd wordt tot een sponsachtige vaste ijzerwolf en waarbij het gangmateriaal (alle andere elementen aanwezig in het erts) vloeibaar wordt en wegstroomt naar de bodem van – of weg uit – de smeltoven.

- *PCB (Plano Convex Smithing Hearth Bottoms, fig. 11)*: komvormige resten van het smeden van ijzer, in een secundair proces. Het gaat hier om het omvormen van ruw ijzer of ijzerwolf (uit de smeltoven) tot gezuiverde blokken metaal of zelfs gebruiksvormen, door verhitten en behameren. Hierbij worden resten van ijzerslak nog aanwezig in de ijzerwolf, of stukjes ijzer van een object, weggeslagen in de smeedhaard. Deze deeltjes smelten aan elkaar en vormen een smeedslak. Hiervan werd respectievelijk 7,1 kg gevonden in waterput 1, en 26,7 kg in waterput 2.

- *Non-Diagnostic Slag*: slakken die te maken hebben met de verwerking van ijzer of de reductie van ijzererts, maar die niet op basis van hun vorm aan een bepaald proces kunnen toegewezen worden. Hiervan werd respectievelijk 0,7 kg gevonden in waterput 1, en 6,7 kg in waterput 2.

⁵⁶ Zie Yperman 2009, 16, en sporen- en vondstenlijst.

⁵⁷ Saussus et al. 2014; Dijkman 1999 (Maastricht); Peters & Fontaine-Hodiamont 2005, 241 (Huy); Plumier et al. 2005 (Namen).

⁵⁸ Verslype 2012.

⁵⁹ Hincker et al. 2005, 54-56.

⁶⁰ *Inductively coupled plasma optical emission spectrometry.*

⁶¹ Naar Serneels & Perret 2003.

TABEL 6

Gewicht (g) van de slakken uit beide waterputten. Voor de omschrijving van de types, zie tekst.
Weight (g) of the slags from both wells. For a description of the different types, see text.

type	FCS	Tap Slag	PCB	Non Diag	Lining	totaal
waterput 1	-	-	7109	650	1364	9123
waterput 2	1185	2900	26.721	6667	8066	45.539
totaal	1185	2900	33.830	7317	9430	54.662



FIG. 11 Doorsnede van twee PCB's. Er werd geen verdere stratificatie in de slakken gevonden, wat op een homogene activiteit van het zuiveren van ijzerwulf wijst (diameter PCB's: 15 cm) (foto Stefan Dewickere, © Dienst Erfgoed, Provincie Antwerpen).
Sections through two PCB's. There is no visible stratification in the slags, indicating a homogeneous purification (diameter PCB's: 15 cm) (photo Stefan Dewickere, © Dienst Erfgoed, Provincie Antwerpen).

- *Furnace Lining* of *Lining*: omgesmolten klei of aarde die deel uitmaakte van de structuur van de smelt- of smeedovens, maar door de hoge temperatuur vloeibaar is geworden. Hiervan werd respectievelijk 1,4 kg gevonden in waterput 1, en 8,1 kg in waterput 2.

In totaal werd ongeveer 55 kg ijzerslak bekeken. Het gaat daarbij voornamelijk om smeedslakken (PCB's). Dit vertegenwoordigt, in een ruwe schatting waarbij 10% tot maximum 20% van de ijzerwulf verloren gaat⁶², ongeveer een maximale productie van een kwart tot een halve ton ijzeren objecten. In totaal werd een 100-tal PCB's bekeken. Elk van deze vertegenwoordigt één dag werk voor de smid⁶³. De productie van deze site overstijgt dan ook mogelijk de lokale nood aan ijzer, die bijvoorbeeld voor het Romeinse rijk geschat wordt op 1,5 kg per persoon per jaar⁶⁴.

7.2 Microscopische studie

Twee stalen van PCB's en twee stalen van Tap Slag werden na aanmaak van een polijstvlak onder een Olympus BX41 microscoop met opvallend licht bekeken (fig. 12). Het gaat hier duidelijk om de resten (slak) van ijzerbewerking, voornamelijk bestaande uit een fayaliet-matrix (olivijn - Fe_2SiO_4) met daarin dendritische structuren van wüstiet (FeO) en gereduceerd ijzer (Fe).

7.3 Chemische studie

Twee stalen van PCB's, twee stalen van Tap Slag en een staal van een mogelijk erts (een ijzerconcretie-zandsteen) werden door middel van ICP-OES⁶⁵- en ICP-MS-analyse⁶⁶ onderworpen aan een karakterisering voor hoofd- en spoorelementen (tabel 7).

⁶² Sim 2012, tabel 1.

⁶³ Serneels & Perret 2003.

⁶⁴ Ariano 1975, 40-41; Sim 2012.

⁶⁵ *Inductively coupled plasma optical emission spectrometry.*

⁶⁶ *Inductively coupled plasma mass spectrometry.*

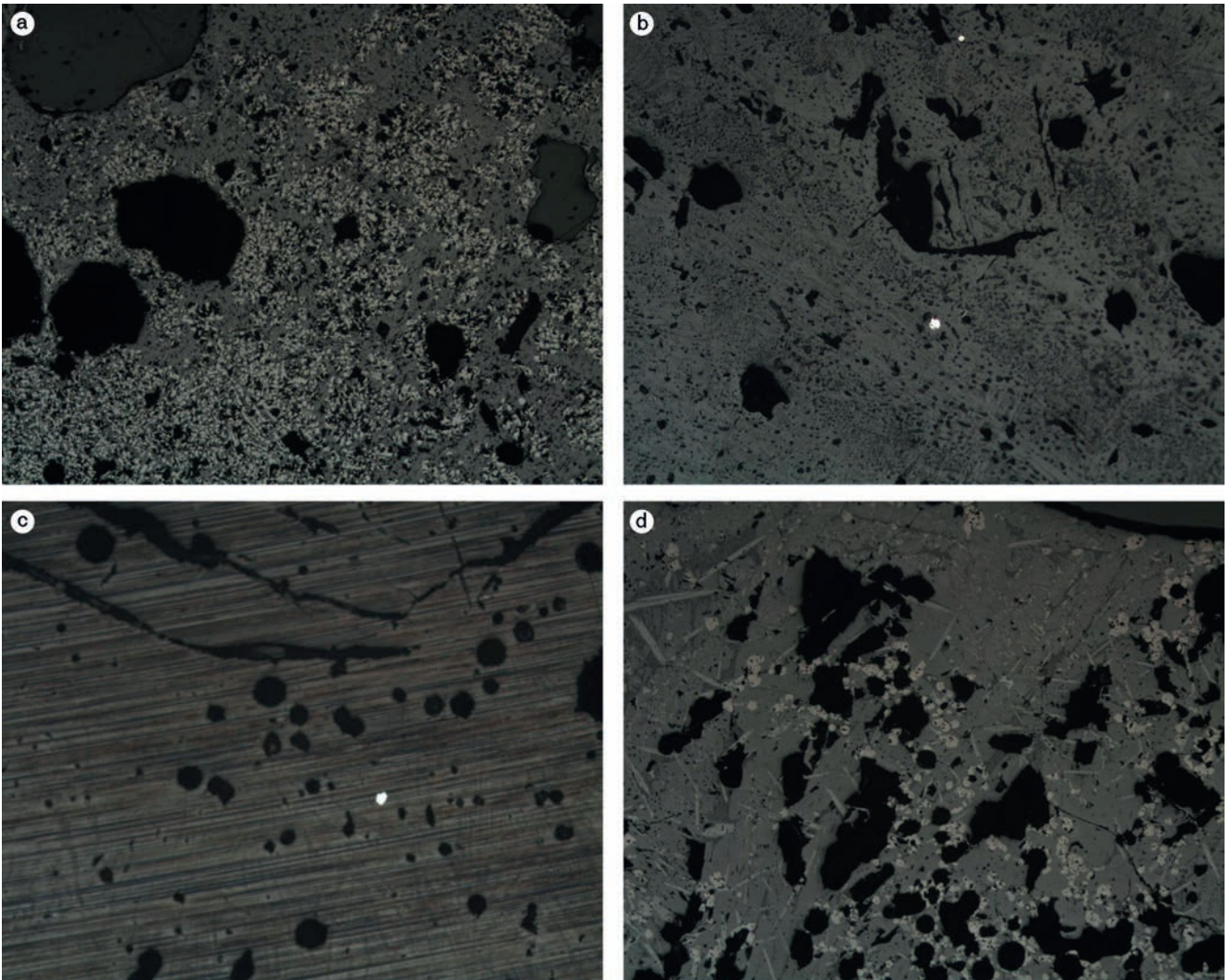


FIG. 12 Optisch microscopisch beeld (reflecterend licht, parallelle polaroids) van polijstvlakjes van twee PCB's (a en c) en twee tap slags (b en d). De grijs tinten vertegenwoordigen de fayaliet-matrix, heldere dendritische texturen zijn wüstiet, fel witte cirkels zijn ijzer-inclusies. Zwarte structuren geven de porositeit aan. Breedte foto's: 2 mm.

Optical microscope image (reflecting light, parallel polaroids) of polished surfaces of two PCB's (a and c) and two tap slags (b and d). The grey colours represent the matrix of fayalite, the clear dendritic structures are wüstite, the bright white circles are iron inclusions. The black structures represent the porosity. Width of the photographs: 2 mm.

De ijzerconcretie-zandsteen komt uit een kuil die wellicht in de ijzertijd moet gedateerd worden⁶⁷ maar omdat het hoogstwaarschijnlijk om een vondst van lokale oorsprong gaat, kan die ook dienen als referentie voor verwerking van lokaal materiaal in latere tijden.

De hoge ijzerwaarden in de slakken wijzen duidelijk op de relatie tussen de slakken en een indirect reductieproces van erts tot ijzerwulf en verdere secundaire bewerking tot ijzeren objecten. De verhoogde silicawaarden wijzen opnieuw op de aanwezigheid van fayaliet in de slak, een verdere aanduiding van het indirecte smeltproces. De verhoogde alumina-waarden in de slakken wij-

zen op de invloed van kleien uit het ovenmateriaal op de slakvorming. De andere elementen zijn slechts in lage hoeveelheden aanwezig.

De ijzerwaarde in de ijzerconcretie-zandsteen, onderzocht op een mogelijke interpretatie als erts, blijkt niet hoog genoeg om dergelijke functie als grondstof te verantwoorden, maar wijst wel op een aanrijking van ijzer in dit materiaal. Een gelijkaardige ijzerzandsteen kan dan ook, indien ijzer in meer geconcentreerde vorm beschikbaar zou zijn, een geschikt erts vormen. Het voorkomen van gelijkaardige gehalten aan spoorelementen als Ti, Cr, Ni, Co in zowel de slakken als het mogelijke erts, kan het gebruik

⁶⁷ Spoor 436 in Yperman 2009.

TABEL 7

Resultaten van de chemische analyse van twee *Tap Slags* (SLAG 1 & 2), twee PCB's (1 & 2) en een mogelijk ertsfragment (ORE1).
Results of the chemical analysis of two Tap Slags (SLAG 1 & 2), two PCB's (1 & 2) and a potential ore fragment (ORE1).

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	LOI	Totaal
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Detectie- limiet	0,01	0,01	0,01	0,001	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,01	0,01	
SLAG1	37,89	4,98	59,30	0,144	0,42	0,88	0,11	1,35	0,289	0,39	-5,00	100,7
SLAG2	27,87	3,81	71,52	0,121	0,24	0,23	0,10	0,81	0,229	0,52	-5,56	99,89
PCB1	16,71	1,42	83,51	0,042	0,18	0,62	0,07	0,40	0,086	0,88	-4,87	99,06
PCB2	28,59	1,98	70,69	0,075	0,36	1,22	0,20	1,35	0,154	0,68	-5,15	100,1
ORE1	38,96	1,41	49,96	0,020	0,05	0,08	0,13	0,42	0,116	0,60	8,77	100,5

	Sc	Be	V	Ba	Sr	Y	Zr	Cr	Co	Ni	Cu	Zn
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Detectie- limiet	1	1	5	3	2	2	4	20	1	20	10	30
SLAG1	8	3	239	325	71	32	207	410	5	130	10	< 30
SLAG2	6	2	169	239	35	22	162	200	25	70	10	30
PCB1	2	< 1	78	206	40	9	75	120	11	50	20	< 30
PCB2	2	< 1	66	274	62	10	167	120	24	80	20	< 30
ORE1	< 1	< 1	19	95	17	5	203	290	29	120	190	50

	Ga	Ge	As	Rb	Nb	Mo	Ag	In	Sn	Sb	Cs	La
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Detectie- limiet	1	1	5	2	1	2	0,5	0,2	1	0,5	0,5	0,1
SLAG1	3	< 1	< 5	60	8	6	0,6	< 0,2	< 1	18,2	1,9	37,9
SLAG2	4	< 1	11	35	6	3	< 0,5	< 0,2	< 1	2,8	1,2	24,9
PCB1	2	< 1	18	10	2	5	< 0,5	< 0,2	< 1	2,1	< 0,5	8,1
PCB2	2	< 1	53	38	4	4	< 0,5	< 0,2	< 1	10,3	< 0,5	10,1
ORE1	2	3	52	12	3	6	< 0,5	< 0,2	< 1	4,6	< 0,5	5,0

	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	Ppm
Detectie- limiet	0,1	0,05	0,1	0,1	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1
SLAG1	87,3	10,40	39,9	8,0	1,73	7,0	1,0	5,6	1,1	3,1	0,46	3,1
SLAG2	57,6	6,79	25,6	5,2	1,12	4,5	0,7	3,7	0,7	2,0	0,29	2,0
PCB1	18,8	2,30	8,7	1,8	0,36	1,4	0,2	1,2	0,2	0,6	0,10	0,6
PCB2	22,9	2,71	10,2	2,0	0,40	1,7	0,3	1,5	0,3	0,9	0,14	0,9
ORE1	12,7	1,30	5,0	0,9	0,17	0,7	0,1	0,6	0,1	0,4	0,07	0,4

	Lu	Hf	Ta	W	Tl	Pb	Bi	Th	U
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Detectie- limiet	0,04	0,2	0,1	1	0,1	5	0,4	0,1	0,1
SLAG1	0,52	4,6	0,3	< 1	< 0,1	< 5	< 0,4	5,6	2,3
SLAG2	0,33	3,5	0,2	< 1	< 0,1	5	< 0,4	4,1	1,8
PCB1	0,09	1,6	< 0,1	< 1	< 0,1	< 5	< 0,4	1,5	1,1
PCB2	0,14	3,7	0,2	< 1	< 0,1	< 5	< 0,4	2,2	1,3
ORE1	0,07	4,4	0,1	< 1	< 0,1	< 5	< 0,4	1,2	0,4

van dit type steen als ijzererts ondersteunen. Hier dient echter de bemerking gemaakt te worden dat de relatie erts-slak in spoorelementengehaltes zelden eenduidig is, aangezien de elementen ongelijk verdeeld worden in het smeltproces. De samenstelling van de slak op zich is dan ook geen direct bewijs voor het gebruik van deze zandsteen als erts.

7.4 Conclusie

De resten aan ijzerlakken wijzen op het lokale smeden van ijzerwolf tot objecten en in mindere mate op het smelten van erts tot ijzerwolf. De productie was uitgebreid en gebruikte mogelijk lokale ertsen. De productie kan de lokale vraag overstegen hebben, en was in dat geval waarschijnlijk gericht op een groter afzetgebied (handel). Wat er juist gemaakt werd en waarom op die schaal, valt echter niet te achterhalen.

8 Steen, metaal en glas

In beide waterputten werd een fragment van een slijpsteen in zandsteen gevonden. Zowel waterput 1 als waterput 2 bevatten telkens ook één artefact in lithisch materiaal⁶⁸. De silex uit waterput 1 is een fragment van een neolithische gepolijste bijl in silex uit Spiennes. Het artefact uit waterput 2 betreft een mesolithische eindschrabber op afslag met geretoucheerde boord, in Wommersomkwartsiet (fig. 9: 6). Deze artefacten zijn zonder twijfel residueel.

Een metalen voorwerp⁶⁹ kwam aan het licht tijdens het uitgeven van de bodemonsters uit de vulling binnen de boomstambekisting in waterput 1. Het voorwerp werd in twee delen aangehouden, die echter aan elkaar bleken te passen. De bovenste helft, waarvan het merendeel ontbreekt, bestaat uit een koperlegering die met een puntslag is versierd. Op de gewelfde corrosie die het voorwerp omhulde, zijn nog cirkelvormige indrukken zichtbaar. Het is niet duidelijk of het patroon over het volledige oppervlak is herhaald en of dit al dan niet werd gecombineerd met een andere versieringstechniek. Er is te weinig van het artefact bewaard om hierover uitsluitsel te geven. De onderzijde van het voorwerp bestaat uit een ijzerkorrosieklompje waarin de afdruk is bewaard van een naaldvoet en naaldhouder. De naaldvoet heeft in het midden een ronde doorboring en was mogelijk aan een plaatje gerivetteerd, dat de onderkant van het voorwerp vormde. Van dit plaatje, dat vermoedelijk uit ijzer bestond, is evenwel niets overgebleven. Waarschijnlijk is de naald nog aanwezig in de corrosieklomp maar deze is op een röntgenfoto niet zichtbaar. Röntgenopnames laten de voorzichtige veronderstelling toe dat het zou gaan om de resten van een bronzen schijffibula met centrale umbo, versierd met geometrisch ingeponste cirkelmotieven (type 219 van Legoux *et al.*⁷⁰). Dergelijke mantelspelden komen in het Noord-Franse gebied voor, tussen 600-610 A.D. (Mérovingien Récent 2) en 700-710 A.D. (Mérovingien

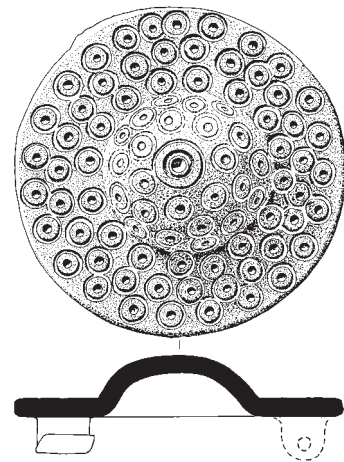


FIG. 13 Schijffibula uit het vroegmiddeleeuwse grafveld in Broechem (Annaert, ongepubl. vondst). Een van de sterk gecorrodeerde metalen vondsten uit Nijlen is hiermee wellicht goed vergelijkbaar (tekening Onroerend Erfgoed, schaal 1:1). *Discoid fibula from the early medieval cemetery in Broechem (Annaert, unpubl.). One of the heavily corroded finds from Nijlen probably is comparable to this artefact (drawing Flanders Heritage Agency, scale 1:1).*

Récent 3)⁷¹. Een voorbeeld is gevonden in het vroegmiddeleeuwse grafveld van Broechem (fig. 13)⁷².

De glasfragmentjes uit waterput 2 zijn twee schilfers donkergroen, doorschijnend glas waarvan onduidelijk is van welk voorwerp ze afkomstig zijn. Mogelijk betreft het fragmentjes van een kraal, die echter geen verdere dateringselementen aanreiken.

9 Textiel

Uit waterput 1, op niveau 10-20 cm binnen de schacht, kwam een stukje textiel tevoorschijn. Het gaat om een verkoold weefselfragment in effenbinding bestaande uit vijf draden met Z-twist in het ene dradenstelsel en zes tot zeven draden in het tweede stelsel, waarvan de twist niet duidelijk te zien is (fig. 14: 1).

De meest voor de hand liggende methode voor vezelidentificatie van moderne en historische vezels is optische microscopie met doorvallend licht (Axioplan, Zeiss, doorvallend licht, vergroting 400x). Bij de vondst uit Nijlen zijn de vezels echter zeer broos en hard door de verkooling waardoor het niet mogelijk is de draden van beide dradenstelsels te scheiden, laat staan de vezels te individualiseren. Bij manipulatie verbrossen de draadfragmenten grotendeels. Ook belet de aanwezige contaminatie op de vezels om voldoende oppervlaktekarakteristieken terug te vinden om

⁶⁸ Met dank aan Marc De Bie (Onroerend Erfgoed) voor de determinatie van het lithisch materiaal.

⁶⁹ Het onderzoek van dit metalen voorwerp is uitgevoerd door J. Van Cauter, Archeologische Dienst Waasland, Regentiestraat 63, 9100 Sint-Niklaas.

⁷⁰ Legoux *et al.* 2006, 19 en 37.

⁷¹ Legoux *et al.* 2006, 55.

⁷² Annaert, ongepubl. vondst.

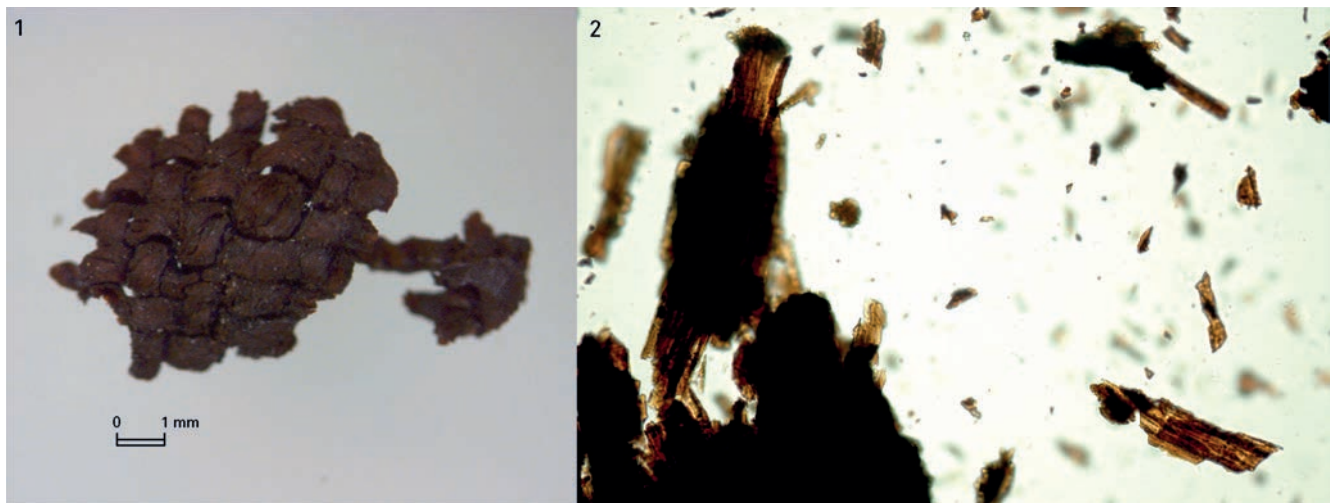


FIG. 14 Een textielfragment uit waterput 1 (1), en een opname via optische microscopie met doorvallend licht (vergroting 400x) van de vezels van dit textielfragment (2) (foto Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium).

A textile fragment from well 1 (1), and an optical microscope image (transmittent light, magnification 400x) of its fibres (2) (photo Royal Institute for Cultural Heritage).

de vezel exact te determineren (fig. 14: 2). Gecultiveerde zijde (*Bombyx mori* L.) kan echter wel uitgesloten worden.

Verder onderzoek ter identificatie van de vezels werd gedaan door middel van X-stralen electronenmicroscopie en elementanalyse (SEM-EDX, JEOL, Oxford Instruments, UK). Het vezelstaal werd aangebracht op een geleidende koolstoftape en door bedamping voorzien van een dun koolstoflaagje. Het secundair electronenbeeld gaf aldus bijkomende informatie over de morfologie van de vezels. De draad blijkt samengesteld uit een dikke bundel vezels, aan het oppervlak voorzien van een soort omhullende substantie (fig. 15: 1). De vezelbundel, ook technische vezel genoemd, is opgebouwd uit vele elementaire vezels, met een typische hoekige (polygonale) doorsnede. Ook knoop- of breekpunten zijn zichtbaar (fig. 16: 1). Dit alles wijst op het gebruik van plantaardige vezels, meer bepaald het type bastvezels. Meest voor de hand liggende vezels zijn vlas (*Linum usitatissimum* L.) en hennep (*Cannabis sativa* L.). Tussen deze twee kan echter geen verder onderscheid gemaakt worden. De elementaire vezels bestaan voornamelijk uit koolstof en zuurstof, met een geringe hoeveelheid magnesium, aluminium, sulfur en calcium (fig. 16: 2) terwijl de substantie rond de vezelbundel naast koolstof en zuurstof vooral calcium, silicium en aluminium bevat. Al deze elementen worden echter doorgaans aangetroffen in een archeologische context en zijn toe te schrijven aan contaminatie van het archeologisch textielrestant met het omliggende sediment (fig. 15: 2).

10 Pollen

Waterput 1 is bemonsterd door middel van een PVC-buis die in de vulling van de uitgeholde boomstam is gedreven. Van de vulling van deze buis zijn vijf pollenmonsters genomen uit herkenbare lagen. Van waterput 2 zijn op verschillende dieptes van de vulling kleine grondmonsters verzameld. Uit twee van deze is een pollenmonster genomen. De pollenmonsters zijn bereid volgens een standaardmethode⁷³.

Bij de waarderende inventarisatie van de pollenpreparaten is gebruik gemaakt van een doorvallend-lichtmicroscop met vergrotingen tot 10x40. Algemene criteria waren de (soorten) rijkdom van het materiaal, de soortsaanstelling en de aantasting van het pollen⁷⁴. De resultaten van de waardering staan in tabel 8.

Op basis van de rijkdom aan pollen die tijdens het waarderingsonderzoek is vastgesteld is een selectie gemaakt van drie pollenmonsters voor verdere analyse (twee uit waterput 1, één uit waterput 2)⁷⁵. De analyse werd uitgevoerd met behulp van de gebruikelijke determinatieliteratuur⁷⁶. Hierbij is gebruik gemaakt van een doorvallend-lichtmicroscop met vergrotingen van maximaal 10x60 en/of fasecontrastmicroscopie. De gebruikte nomenclatuur volgt de 22ste druk van *Heukels' Flora van Nederland*⁷⁷, de naamgeving van de pollentypen is gebaseerd op Beug⁷⁸.

⁷³ Erdtman 1960; Stockmarr 1971; Fægri *et al.* 1989. De bereiding is uitgevoerd door M. Konert op de Faculteit Aard- en Levenswetenschappen van de Vrije Universiteit in Amsterdam, in het Laboratorium voor Sedimentanalyse.

⁷⁴ De inventarisatie werd uitgevoerd door M. van Waijjen (BIAX-Consult).

⁷⁵ De analyse werd uitgevoerd door M. van Waijjen (BIAX-Consult).

⁷⁶ Pollen: Moore *et al.* 1991; Beug 2004. Non-pollen palynomorfen: van Geel 1998.

⁷⁷ Van der Meijden 1996.

⁷⁸ Beug 2004.

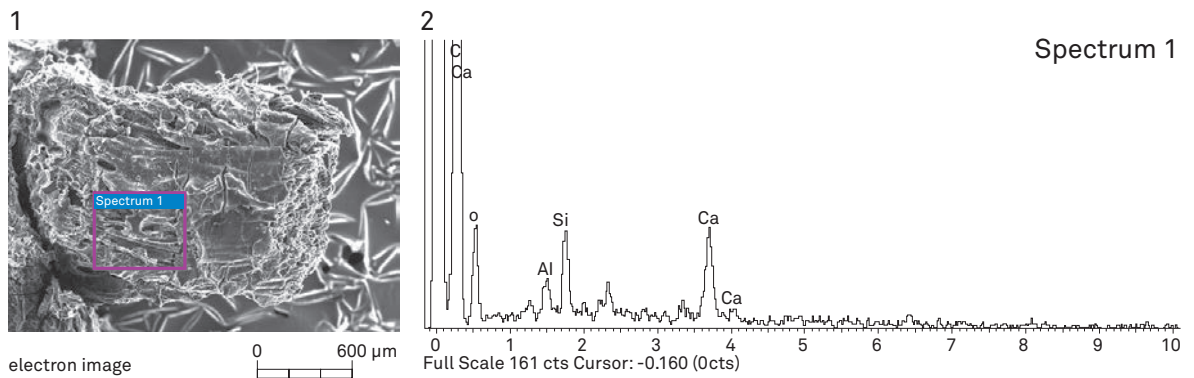


FIG. 15 Secundair elektronenbeeld van de vezelbundel van het textielfragment uit waterput 1 met afbakening van een meetoppervlak aan de buitenzijde van de vezels (1), en elementanalyse van dit meetoppervlak (2) (foto Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium).

Secondary electron microscope image of the fibres of the textile fragment from well 1, with the limits of the scanning surface on the outer side of the fibres (1), and the elemental analysis of that surface (2) (photo Royal Institute for Cultural Heritage).

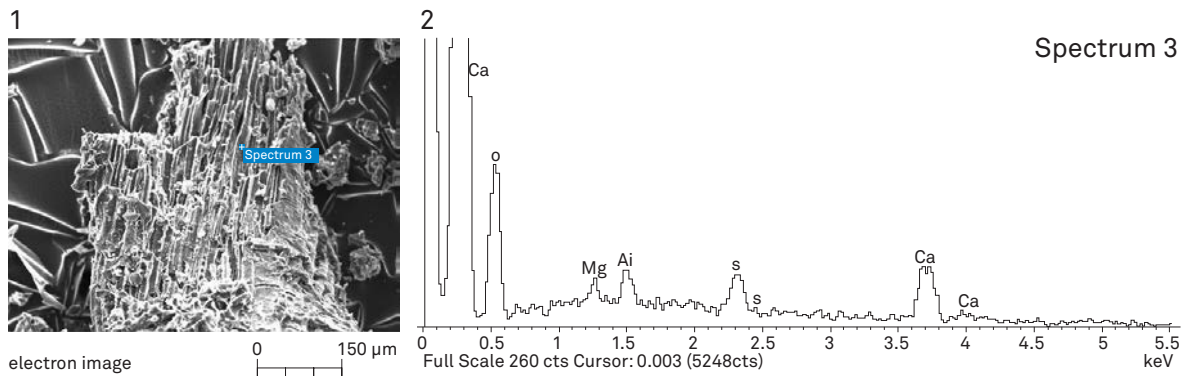


FIG. 16 Secundair elektronenbeeld van de interne structuur van de vezelbundel van het textielfragment uit waterput 1 (1), en elementanalyse van de elementaire vezels (2) (foto Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium).

Secondary electron microscope image of the internal structure of the fibres of the textile fragment from well 1 (1), and the elemental analysis of that internal structure (2) (photo Royal Institute for Cultural Heritage).

De resultaten van de pollenanalyse staan in tabel 9. De taxa zijn gegroepeerd in ‘bomen’ en ‘kruidachtigen’, en vervolgens ingedeeld in een passende, algemene vegetatiecategorie⁷⁹.

De stalen uit beide waterputten vertonen grote overeenkomsten. Het boompollenpercentage ligt in beide waterputten rond de 30-40%. Dit correleert met een grotendeels open (cultuur)landschap waarin nog wel bomen en/of bosjes aanwezig zijn⁸⁰. Els en eik zijn de dominante soorten in het pollenspectrum. De verhouding soorten van droge versus soorten van natte standplaatsen verschilt eveneens niet veel tussen beide waterputten. Er zijn geen aanwijzingen voor verschillen in bodemvochtigheid rond beide sporen, alhoewel de terreinobservaties een dergelijk verschil wel opmerkten.

De sporen wijken van elkaar af op het gebied van cultuurgewassen en cultuurvolgers, die sterker vertegenwoordigd zijn in waterput 1. De aangetroffen soorten cultuurgewassen komen wel overeen. Rogge is het best vertegenwoordigd, maar domineert niet, zoals in de macrorestenmonsters (zie verder). Tarwe en/of gerst moet dus ook een belangrijk aandeel hebben gehad in de lokale akkerbouw. Daarnaast zijn er meerdere pollenkorrels aangetroffen van hennep.

Grassen en graslandsoorten spelen een grote rol in de monsters uit beide waterputten. Taxa als waterdriehblad (*Menyanthes trifoliata*), spirea (*Filipendula*) en niervaren-type (*Dryopteris*-type) wijzen op vochtige milieus. De begrazingsindicatoren scherpe boterbloem-type (*Ranunculus acris*-type), smalle weegbree-type

⁷⁹ Metgebruik van: Weeda *et al.* 1985, 1987, 1988, 1991, 1994; Schaminee *et al.* 1995, 1996, 1998; Siebel & During 2006; Stortelder *et al.* 1999.

⁸⁰ Groenman-van Waateringe 1986; Svenning 2002. Het boompollenpercentage geeft een indicatie van landschapsopenheid, maar er is geen lineair

verband tussen boompollenpercentage en de bedekking met bos: Sugita *et al.* 1999.

TABEL 8

Resultaten van het waarderend pollenonderzoek (s = slecht, m = matig, r = redelijk, g = goed, (+) = enkeling aanwezig, + = aanwezig, ++ = duidelijk aanwezig, +++ = dominant aanwezig, (B) = pollentype volgens Beug (2004), (P) = pollentype volgens Punt (1976-2003)).
 Results of the palynological assessment (s = bad, m = moderate, r = reasonably good, g = good, (+) = individual present, + = present, ++ = clearly present, +++ = dominant, (B) = pollen type according to Beug (2004), (P) = pollen type according to Punt (1976-2003)).

spoor	WP1	WP1	WP1	WP1	WP1	WP2	WP2	
diepte in monsterkern (cm)	8	26	44,5	57	67	50-70	80+	
pollenrijkdom	matig	arm	arm	matig	arm	arm	rijk	
conservering	m	s	m	g	r	s	r	
telbaar	ja	nec	nec	ja	nec	nec	ja	
Bomen en struiken (drogere gronden)								
<i>Betula</i> (B)	+	+	+	+	+	(+)	+	Berk
<i>Carpinus betulus</i> (B)	+	+	-	+	+	+	+	Haagbeuk
<i>Corylus</i> (B)	+	+	+	(+)	+	+	++	Hazelaar
<i>Fagus</i> (B)	+	-	-	++	+	(+)	+	Beuk
<i>Pinus</i> (B)	(+)	+	+	(+)	(+)	-	+	Den
<i>Quercus</i> (B)	+	+	+	+	+	+	+	Eik
<i>Rhamnus</i> -type (B)	-	-	-	(+)	-	-	-	Vuilboom-type
<i>Sorbus</i> -groep (B)	(+)	-	-	-	-	-	-	Lijsterbes-groep
<i>Tilia</i> (B)	(+)	-	(+)	-	-	-	(+)	Linde
<i>Ulmus</i> (B)	-	-	-	-	-	-	(+)	Iep
Bomen (nattere gronden)								
<i>Alnus</i> (B)	++	+	+	+	++	+	++	Els
<i>Salix</i> (B)	-	-	-	(+)	-	-	-	Wilg
Cultuurgewassen								
Cannabinaeace (B)	(+)	(+)	-	-	-	-	-	Hennepfamilie
Cerealia-type	(+)	-	(+)	+	(+)	+	+	Granen-type
<i>Hordeum</i> / <i>Triticum</i> -type	+	-	-	++	++	-	+	Gerst / Tarwe-type
<i>Secale</i> (B)	+	-	-	-	-	(+)	+	Rogge
Akkeronkruiden en ruderalen								
<i>Artemisia</i> (B)	++	+	+	+	+	(+)	+	Alsem
<i>Fallopia</i> (B)	-	-	(+)	-	-	-	-	Kielduizendknoop
<i>Persicaria maculosa</i> -type (B)	-	-	-	-	-	-	+	Perzikkruid-type
<i>Polygonum aviculare</i> -type (B)	(+)	-	-	-	-	-	(+)	Gewoon varkensgras-type
<i>Spergula arvensis</i>	-	(+)	(+)	-	(+)	-	+	Gewone spurrie
Urticaceae (B)	-	(+)	-	-	-	-	-	Brandnetelfamilie
<i>Anthoceros punctatus</i>	+	+	+	(+)	(+)	(+)	+	Zwart hauwmos
<i>Phaeoceros laevis</i>	+	-	(+)	-	(+)	(+)	+	Geel hauwmos
<i>Riccia</i>	+	(+)	(+)	(+)	(+)	-	+	Land- / Watervorkje
Graslandplanten en kruiden algemeen								
Apiaceae (B)	-	-	-	+	-	-	-	Schermbloemenfamilie
Asteraceae liguliflorae	+	+	+	+	+	(+)	+	Compositiefamilie lintbloemig

spoor	WP ₁	WP ₁	WP ₁	WP ₁	WP ₁	WP ₂	WP ₂	
diepte in monsterkern (cm)	8	26	44,5	57	67	50-70	80+	
pollenrijkdom	matig	arm	arm	matig	arm	arm	rijk	
conservering	m	s	m	g	r	s	r	
telbaar	ja	nee	nee	ja	nee	nee	ja	
<hr/>								
Asteraceae tubuliflorae	+	-	+	-	-	(+)	-	Compositiefamilie buisbloemig
Brassicaceae (B)	+	+	+	-	-	+	-	Kruisbloemenfamilie
Caryophyllaceae (B)	+	-	-	-	-	-	-	Anjerfamilie
Chenopodiaceae p-p- (B)	-	-	-	+	-	-	+	Ganzenvoetfamilie
Cyperaceae (B)	+	-	+	-	-	-	(+)	Cypergrassenfamilie
<i>Geranium</i> (B)	-	-	-	-	(+)	-	-	Ooievaarsbek
<i>Plantago lanceolata</i> -type (B)	+	(+)	-	-	(+)	-	(+)	Smalle weegbree-type
Poaceae (B)	+++	++	++	++	+++	+	++	Grassenfamilie
<i>Potentilla</i> -type (B)	(+)	-	-	-	-	-	+	Ganzerik-type
<i>Ranunculus acris</i> -type (B)	-	-	-	-	(+)	-	-	Scherpe boterbloem-type
<i>Rumex acetosa</i> -type (B)	+	+	-	-	-	-	-	Veldzuring-type
<i>Rumex acetosella</i> (P)	+	+	(+)	+	(+)	-	(+)	Schapenzuring
<i>Spergularia</i> -type (B)	-	-	-	-	(+)	-	-	Schijnspurrie-type
<i>Succisa</i> -type (B)	-	-	-	(+)	-	-	(+)	Blauwe knoop-type
<i>Veronica</i> -type (B)	-	-	-	-	(+)	-	-	Ereprijs-type
Heide en hoogveenplanten								
<i>Calluna vulgaris</i> (B)	+	+	(+)	-	(+)	-	+	Struikhei
<i>Sphagnum</i>	-	+	(+)	+	-	(+)	+	Veenmos
Sporenplanten								
<i>Dryopteris</i> type	+	(+)	+	-	-	+	-	Niervaren-type
<i>Polypodium</i>	(+)	(+)	+	-	(+)	-	(+)	Eikvaren
<i>Pteridium aquilinum</i>	+	-	+	+	-	-	+	Adelaarsvaren
Mestschimmels								
<i>Podospora</i> -type (T-368)	+	+	+	+	-	-	-	(Mest-)Schimmel <i>Podospora</i> - type (T-368)
<i>Sordaria</i> -type (T-55A)	+	+	+	-	+	-	-	(Mest-)Schimmel <i>Sordaria</i> -type (T-55A)
<i>Sporormiella</i> -type (T-113)	+	-	-	-	+	-	-	(Mest-)Schimmel <i>Sporormiella</i> - type (T-113)
<i>Tripterospora</i> -type (T-169)	-	+	+	+	-	-	-	(Mest-)Schimmel <i>Tripterospora</i> - type (T-169)
Microfossielen overig								
<i>Assulina muscorum</i> (T-32A)	-	(+)	(+)	-	-	-	-	<i>Assulina muscorum</i> (T-32A)
<hr/>								
Indet en Varia	+	++	+	-	+	+++	+	Indet en Varia
Exoot per pil	18583	18583	18583	18583	18583	18583	18583	Exoot per pil
Aantal pillen	2	2	2	2	2	2	2	Aantal pillen
Monstervolume in ml	2	2	2	2	2	2	2	Monstervolume in ml

TABEL 9

Resultaten van de pollenanalyse (+ = aanwezig buiten telling (zeldzaam), (B) = pollentype volgens Beug (2004), (P) = pollentype volgens Punt (1976-2003)).

Results of the palynological analysis (+ = present but not counted (rare), (B) = pollen type according to Beug (2004), (P) = pollen type according to Punt (1976-2003)).

Spoor	WP1	WP1	WP2	
Diepte in monsterkern	8	57	80+	
SAP	32,4	40,3	43,6	Som boompollen
SNAP	67,6	59,7	56,4	Som niet-boompollen
Bomen en struiken (drogere gronden)	19,0	24,8	27,3	Bomen en struiken (drogere gronden)
Bomen (nattere gronden)	13,5	15,5	16,3	Bomen (nattere gronden)
Cultuurgewassen	5,0	8,4	0,9	Cultuurgewassen
Akkeronkruiden en ruderalen	5,2	4,8	0,6	Akkeronkruiden en ruderalen
Graslandplanten en kruiden algemeen	43,6	31,6	42,3	Graslandplanten en kruiden algemeen
Moeras- en oeverplanten	1,6	4,2	2,8	Moeras- en oeverplanten
Ruigtekruiden	-	0,6	0,3	Ruigtekruiden
Heide en hoogveenplanten	3,4	2,7	2,5	Heide en hoogveenplanten
Sporenplanten	8,8	7,5	7,1	Sporenplanten
Pollenconcentratie	164-666	42-561	335-790	Pollenconcentratie
SAPnum	200	135	284	Som boompollen numeriek
SNAPnum	417	200	368	Som niet-boompollen numeriek
Bomen en struiken (drogere gronden)				
<i>Betula</i> (B)	1,9	1,8	2,6	Berk
<i>Carpinus betulus</i> (B)	0,2	2,7	1,7	Haagbeuk
<i>Corylus</i> (B)	3,6	3,9	7,1	Hazelaar
<i>Fagus</i> (B)	1,8	5,7	1,2	Beuk
<i>Fraxinus excelsior</i> -type (B)	-	-	0,3	Es-type
<i>Pinus</i> (B)	0,5	1,2	0,2	Den
<i>Quercus</i> (B)	9,9	9,0	13,7	Eik
<i>Rhamnus</i> -type (B)	0,2	0,3	0,2	Vuilboom-type
<i>Sorbus</i> -groep (B)	0,5	-	-	Lijsterbes-groep
<i>Sorbus</i> -groep (B), cf- <i>Prunus</i>	0,3	-	-	Lijsterbes-groep, cf- <i>Prunus</i>
<i>Tilia</i> (B)	0,2	-	0,2	Linde
<i>Ulmus</i> (B)	-	0,3	0,3	Iep
Bomen (nattere gronden)				
<i>Alnus</i> (B)	13,3	14,3	16,1	Els
<i>Salix</i> (B)	0,2	1,2	0,2	Wilg
Cultuurgewassen				
Cannabaceae (B)	-	0,3	0,2	Hennepfamilie
<i>Cannabis sativa</i> (P)	1,0	-	-	Hennep
Cerealia-type	1,5	1,8	0,5	Granen-type

Spoor	WP ₁	WP ₁	WP ₂	
Diepte in monsterkern	8	57	80+	
<i>Hordeum / Triticum</i> -type	1,3	1,5	0,2	Gerst / Tarwe-type
<i>Secale</i> (B)	1,3	4,8	0,2	Rogge
Akkeronkruiden en ruderalen				
<i>Artemisia</i> (B)	3,1	1,2	+	Alsem
<i>Persicaria maculosa</i> -type (B)	-	0,6	0,2	Perzikkruid-type
<i>Polygonum aviculare</i> -type (B)	-	0,3	0,2	Gewoon varkensgras-type
<i>Spergula arvensis</i>	-	-	+	Gewone spurrie
Urticaceae (B)	0,8	1,2	0,2	Brandnetelfamilie
<i>Anthoceros punctatus</i>	1,0	+	+	Zwart hauwmos
<i>Phaeoceros laevis</i>	+	0,3	+	Geel hauwmos
<i>Riccia</i>	0,3	1,2	0,2	Land- / Watervorkje
Graslandplanten en kruiden algemeen				
cf- <i>Adonis vernalis</i> (B)	-	0,3	-	Voorjaarsadonis
Apiaceae (B)	0,3	0,6	0,2	Schermbloemenfamilie
Asteraceae liguliflorae	1,9	7,2	1,8	Composietenfamilie lintbloemig
Asteraceae tubuliflorae	+	-	0,3	Composietenfamilie buisbloemig
Brassicaceae (B)	0,8	2,7	0,6	Kruisbloemenfamilie
Caryophyllaceae (B)	0,2	0,3	-	Anjerfamilie
Chenopodiaceae p-p- (B)	0,5	+	0,3	Ganzenvoetfamilie
<i>Hydrocotyle vulgaris</i> (B)	-	0,3	-	Gewone waternavel
<i>Jasione montana</i> -type (B)	0,2	-	-	Zandblauwtje-type
<i>Matricaria</i> -type (B)	0,3	0,3	0,5	Kamille-type
<i>Plantago lanceolata</i> -type (B)	0,3	0,6	0,2	Smalle weegbree-type
Poaceae (B)	33,5	15,2	33,7	Grassenfamilie
Poaceae >40 æm	0,8	1,8	0,3	Grassenfamilie, korrels >40 µ
<i>Potentilla</i> -type (B)	0,6	0,3	0,9	Ganzerik-type
<i>Ranunculus acris</i> -type (B)	0,6	0,3	0,2	Scherpe boterbloem-type
Rubiaceae (B)	-	-	0,3	Sterbladigenfamilie
<i>Rumex acetosa</i> -type (B)	1,8	0,9	1,5	Veldzuring-type
<i>Rumex acetosella</i> (P)	1,1	0,6	1,4	Schapenzuring
Scrophulariaceae p-p- (B)	0,2	-	-	Helmkruidfamilie
<i>Succisa</i> -type (B)	-	0,3	0,2	Blauwe knoop-type
<i>Trifolium</i> (B)	0,3	-	-	Klaver
Moeras- en oeverplanten				
Cyperaceae (B)	1,6	2,1	2,8	Cypergrassenfamilie
<i>Menyanthes trifoliata</i> (B)	-	2,1	-	Waterdrieblad
Ruigtekruiden				
<i>Filipendula</i> (B)	-	0,3	0,3	Spirea
<i>Symphytum</i> (B)	-	0,3	-	Smeerwortel

Spoor	WP1	WP1	WP2	
Diepte in monsterkern	8	57	80+	
<i>Valeriana officinalis</i> -type (B)	-	-	+	Echte valeriaan-type
Heide en hoogveenplanten				
<i>Calluna vulgaris</i> (B)	3,2	2,1	2,3	Struikhei
<i>Sphagnum</i>	0,2	0,6	0,2	Veenmos
Sporenplanten				
<i>Dryopteris</i> -type	6,5	3,9	7,1	Niervaren-type
<i>Equisetum</i>	0,3	-	-	Paardenstaart
<i>Polypodium</i>	0,2	1,2	+	Eikvaren
<i>Pteridium aquilinum</i>	1,8	2,4	+	Adelaarsvaren
Mestschimmels				
<i>Podospora</i> -type (T-368)	0,3	0,6	-	(Mest-)Schimmel <i>Podospora</i> -type (T-368)
<i>Sordaria</i> -type (T-55A)	0,2	1,2	-	(Mest-)Schimmel <i>Sordaria</i> -type (T-55A)
<i>Sporormiella</i> -type (T-113)	0,5	3,3	-	(Mest-)Schimmel <i>Sporormiella</i> -type (T-113)
<i>Tripterospora</i> -type (T-169)	-	1,2	-	(Mest-)Schimmel <i>Tripterospora</i> -type (T-169)
Indet en Varia	3,4	6,0	19,2	Indet en Varia
Exoot per pil	18583	18583	18583	Exoot per pil
Aantal pillen	2	2	2	Aantal pillen
Exoot	72	155	43	Exoot
SAP + SNAP	617	335	652	Som AP + som NAP
Monstervolume in ml	2	2	2	Monstervolume in ml

(*Plantago lanceolata*-type) en veldzuring-type (*Rumex acetosa*-type) in combinatie met hoge percentages mestschimmelsporen van het type *Podospora*, *Sporormiella* en *Tripterospora* in waterput 1 zijn indirecte, maar betrouwbare indicatoren voor lokale veeteelt⁸¹.

Uit de pollenmonsters van de waterputten komt naar voren dat in de vroege middeleeuwen de omgeving uit een grotendeels, maar niet volledig, open landschap bestond. In samenhang met de botanische macroresten (zie verder) kan worden geconcludeerd dat het bouwland (deels) omringd werd door bossen, heggen of hagen. Er zijn aanwijzingen voor vochtige omstandigheden rond de waterputten, maar er is geen bewijs aangetroffen voor de observatie dat de bodemvochtigheid van de omgeving van de twee waterputten verschilde. Wel zijn er duidelijke aanwijzingen voor begrazing van het grasland, dat in de vroege middeleeuwen een belangrijk onderdeel van de omgeving moet zijn geweest.

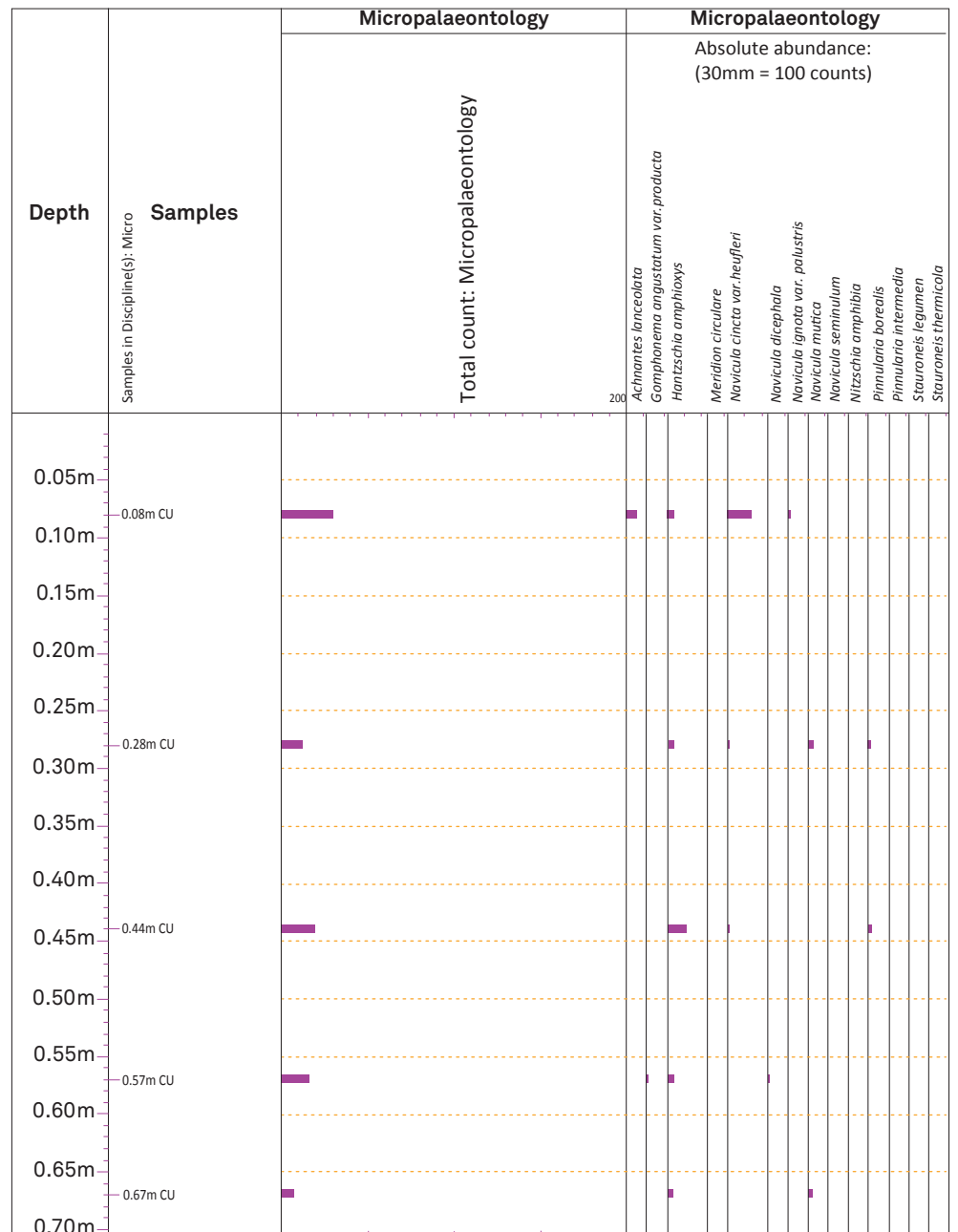
11 Diatomeeën

Uit beide waterputten zijn monsters verzameld voor diatomeeënonderzoek. Waterput 2 is in het veld bemonsterd, de diatomeeënmonsters voor waterput 1 zijn tegelijkertijd met de pollenmonsters (en op dezelfde diepten) genomen. De diatomeeënanalyse is uitgevoerd met behulp van een doorvallend-lichtmicroscop. De resultaten staan in figuur 17. De interpretatie heeft betrekking op de aangetroffen diatomeeënsoorten en hun mate van aan- of afwezigheid.

11.1 Waterput 1

De onderzochte monsters van waterput 1, op 8, 26, 44,5, 57 en 67 cm diepte, zijn arm aan diatomeeën. De belangrijkste aangetroffen soorten zijn *Hantzschia amphioxys* en *Navicula cincta* var. *heufleri*. Verder zijn *Navicula ignota* var. *palustris*, *Navicula mutica* en *Pinnularia borealis* het vermelden waard. Op een enkele uitzondering na, komen alle gevonden diatomeeënsoorten

FIG. 17 Resultaten van het diatomeeënonderzoek.
Results of the diatom analysis.



tjes (dubbel, heel, gebroken, gecorrodeerd) van aerofiele soorten. Alhoewel diatomeeën aquatische organismen zijn, hebben aerofiele soorten maar kleine hoeveelheden water nodig. Het aanhangende water van sedimentpartikels, het water tussen stengels en bladeren van hogere planten en mossen, en het interstitiële water⁸² van de bodem zijn al voldoende om diatomeeën te laten groeien. Aerofiele soorten leven in milieus waar geen, of nauwelijks sedimentatie plaatsvindt. In dat milieu zijn plantengroei en bodemvorming de overheersende processen. Fossilisatie van aerofiele diatomeeën geeft aan dat er afdekking heeft plaatsgevonden. Normaal vindt in 'bodems', door de oplossing van kiezel door hogere planten, namelijk vrijwel geen fossilisatie van diatomeeën plaats.

Het diepste monster (-67 cm) is arm aan diatomeeën en soorten. Aangetroffen zijn *Hantzschia amphioxys* (5 fragmenten) en *Navicula mutica* (2 hele schalen en 1 gebroken schaal). Het monster genomen op -57 cm is arm aan individuen maar relatief soortenrijk. De belangrijkste aerofiele soorten zijn *Hantzschia amphioxys* (1 dubbele schaal, 1 gebroken en 3 fragmenten), *Navicula cincta* var. *heufferli* (1 hele schaal), *Navicula ignota* var. *palustris* (1 dubbele schaal), *Navicula mutica* (1 gebroken schaal), *Navicula seminulum* (1 hele schaal), *Pinnularia borealis* (1 gebroken schaal) en *Pinnularia intermedia* (2 gebroken schalen). Daarnaast worden schalen of schaaldeeltjes aangetroffen van soorten die niet in het aerofiele milieu thuishoren, zoals *Stauroneis thermicola* (1 hele schaal). Ze moeten afgezet zijn bij een inspoeling van zoet water.

⁸² Het water dat wordt vastgehouden in de poriën van de bodem.

Het monster van -44,5 cm is arm aan diatomeeën en soorten. Alleen aerofiele diatomeeën zijn waargenomen. De belangrijkste soorten zijn *Hantzschia amphioxys* (4 dubbele schalen, 1 hele schaal, 4 gebroken schalen en 3 fragmenten), *Navicula cincta* var. *heufleri* (1 hele en 1 gebroken schaal) en *Pinnularia borealis* (1 hele, 1 gebroken schaal en 1 fragment).

Het monster van -26 cm is zeer arm. De belangrijkste soorten zijn *Hantzschia amphioxys* (1 hele, 1 gebroken schaal en 3 fragmenten), *Navicula cincta* var. *heufleri* (1 dubbele en 1 hele schaal), *Navicula mutica* (2 dubbele, 1 hele en 1 gebroken schaal) en *Pinnularia borealis* (1 dubbele en 1 gebroken schaal). Ook hier dus vrijwel alleen aerofiele soorten.

In het monster van -8 cm bereiken de aerofiele diatomeeën hun hoogste waarden. De belangrijkste soorten zijn *Achnanthes lanceolata* (2 dubbele en 5 hele schalen), *Hantzschia amphioxys* (3 dubbele, 1 gebroken schalen en 2 fragmenten), *Navicula cincta* var. *heufleri* (5 dubbele schalen, 9 hele schalen en 1 gebroken schaal), *Navicula ignota* var. *palustris* (1 hele schaal) en *Pinnularia intermedia* (1 hele schaal).

Alle hierboven genoemde aerofiele soorten, met uitzondering van *Hantzschia amphioxys*, *Pinnularia borealis* en *Navicula ignota* f. *palustris*, hebben een voorkeur voor eutrofe, kalkrijke milieus. *Achnanthes lanceolata* kan zowel aerofiel als aquatisch voorkomen maar heeft een voorkeur voor waterrijke milieus. Deze soort geeft natte omstandigheden aan. *Hantzschia amphioxys* preferert een kalkarm milieu, *Pinnularia borealis* heeft een voorkeur voor mesotrofe omstandigheden. *Navicula ignota* f. *palustris* leeft op mos.

De monsters -8 cm en -57 cm, waarin *Navicula ignota* f. *palustris* is aangetroffen, duiden op mosgroei aan de wanden van de put. Het monster van -26 cm blijkt, als we het gehele profiel bekijken, wat kalkarmer te zijn, de monsters van -26 cm en -44,5 cm wat voedselarmer. Minder snelle afdekking met sediment, samenhangend met een minder frequent gebruik van de put, maar ook meer tijd voor uitloging, kan daarbij een rol hebben gespeeld. De in de monsters aangetroffen aerofiele diatomeeënflora is hoogst waarschijnlijk van de met mos begroeide wanden van de put afkomstig. Bij het gebruik van de put werd er water gemorst, dat via de wanden terugstroomde. Hetzelfde geldt voor het regenwater dat de watervoorraad in de put aanvulde.

11.2 Waterput 2

Beide monsters, -50/-70 en -80 cm, van waterput 2 zijn zeer arm aan diatomeeën. In het bovenste monster zijn slechts 10 fragmenten van diatomeeën aangetroffen. De fragmenten die konden worden gedetermineerd behoren tot de groep van de aerofiele diatomeeën. Een interpretatie van het milieu is niet te geven. Waarschijnlijk zijn de waargenomen fragmenten autochtoon. Biologische en chemische processen hebben in deze put

fragmentatie, corrosie en oplossing tot gevolg gehad, waardoor de kans op fossilisatie van diatomeeën uiterst klein werd.

Opvallend is de vondst in het monster van -80 cm van één dubbele schaal van *Nitzschia parvula* f. *terricola*. Ook deze soort wordt tot de zogenaamde aerofielen gerekend. Ze komt exclusief voor in laagten in bouwland, omgeven door loofbomen⁸³. Deze soort kan als vervuiling vanuit de omgeving, door bijvoorbeeld het gebruik van een emmer, in de put terecht zijn gekomen en daar gefossiliseerd zijn.

11.3 Conclusie

De twee putten verschillen duidelijk in hun bewaring van diatomeeën. De meeste resten zijn gevonden in waterput 1. Een snellere afdekking van het aerofiele diatomeeën materiaal kan er voor hebben gezorgd dat dit beter bewaard is gebleven. In waterput 2 daarentegen, vond recycling van het diatomeeënkiesel plaats en bleven ze niet bewaard.

Het onderzoek laat op zich geen conclusies toe die betrekking hebben op de omgeving. De biotoop die *Nitzschia parvula* f. *terricola* aangeeft (laagten in bouwland, omgeven door loofbomen), lijkt echter te worden ondersteund door de resultaten van het pollen- en macrobotanisch onderzoek (zie verder).

12 Zaden en vruchten

Acht grondmonsters werden geselecteerd voor onderzoek naar botanische macroresten. Deze zijn afkomstig uit de aanlegkuil (drie monsters) en de schachtvulling (drie monsters) van waterput 1, en de schachtvulling van waterput 2 (twee monsters). De monsters waren gezeefd over een set zeven met als kleinste maaswijdte 0,5 mm. De residu's zijn vervolgens geïnventariseerd om de botanische rijkdom in te schatten en op grond daarvan een selectie te maken van stalen voor verder, gedetailleerd onderzoek (tabel 10).

Op basis van de rijkdom en variatie aan botanische macroresten, vastgesteld bij de inventarisatie, is besloten tot de verdere analyse van vier monsters afkomstig uit waterput 1: één uit de aanlegkuil (staal b)⁸⁴ en drie uit de schachtvulling. De monsters uit waterput 2 bevatten geen zaden en vruchten, met uitzondering van een enkele verkoolde gerstekorrel (*Hordeum vulgare*). Tijdens de analyse is gebruik gemaakt van een opvallend-lichtmicroscop met vergrotingen tot 10x5. Zaden en vruchten van de grassen- en russenfamilie (Poaceae en Juncaceae) zijn onderzocht met een doorvallend-lichtmicroscop met vergrotingen tot 10x40. De macrobotanische resten zijn gedetermineerd met gebruik van de zadencollectie van BIA X Consult en de relevante literatuur⁸⁵. Van elke fractie is het totaal onderzocht of anders een steekproef. De nomenclatuur van de identificaties volgt de 22ste druk van *Heukels' Flora van Nederland*⁸⁶.

⁸³ Lund 1946.

⁸⁴ Tafonomisch biedt dit staal weinig zekerheid voor interpretatie (zie de opvullingsgeschiedenis van de put) maar de analyse werd uitgevoerd ter

vergelijking met de stalen uit de schachtvulling.

⁸⁵ Voornamelijk: Berggren 1969, 1981; Anderberg 1994; Cappers *et al.* 2006; Körber-Grohne 1964; 1991.

⁸⁶ Van der Meijden 1996.

TABEL 10

Resultaten van de inventarisatie van de botanische macroresten (Ge = geen, W = weinig (1-5), Re = redelijk veel (6-20), V = veel (>20), R = redelijk, G = goed) (WP1VUL1 = vulling aanlegkuil, WP1VUL2 = vulling schacht).

Results of the inventory of macro-botanical remains (Ge = none, W = few (1-5), Re = frequent (6-20), V = many (>20), R = reasonably good, G = good) (WP1VUL1 = fill of the construction pit, WP1VUL2 = fill of the shaft).

vondstaanduiding	verkoold					onverkoold					conservering (mogelijke) gebruiksgewassen	wilde vegetatie	
	aantal				variatie soorten	aantal				variatie soorten			
	cultuurgewassen	kafresten	wilde soorten	totaal # soorten		cultuurgewassen	kafresten	wilde soorten	totaal # soorten				
WP1VUL1a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
WP1VUL1b	-	-	W	W	W	-	-	V	V	V	G	hop, braam, ijzerhard	antropogeen
WP1VUL1c	-	-	-	-	-	-	-	V	V	V	R	-	antropogeen, oever / moeras
WP1VUL2 / 10-20cm	W	-	W	W	W	Re	-	V	V	V	G	rogge, hazelnoot, pruim, kers, braam, vlas, hop, vlier, hazelnoot	antropogeen
WP1VUL2 / 50-60cm	W	-	W	W	W	-	-	V	V	V	G	rogge, pruim, kers, braam, vlas, hop, vlier, hazelnoot	antropogeen
WP1VUL2 / 80+cm	-	-	-	-	-	W	V	V	V	V	R	gerstekaf, pruim, braam, vlas, hop, vlier, hazelnoot, ijzerhard	antropogeen, oever / moeras
WP2VUL50-70cm	-	-	W	W	W	-	-	-	-	-	-	-	antropogeen
WP2VUL80+cm	W	-	-	W	Ge	-	-	-	-	-	-	gerst (1 korrel)	-

De ecologische interpretaties blijken voor de vier stalen gelijk te lopen (alhoewel dat uit de aanlegkuil schaarser aan vondsten was). Daarom wordt het soortenspectrum in wat volgt als één geheel gepresenteerd. Dit betekent ook dat het plantenmateriaal uit de aanlegkuil van waterput 1 sterk gelijkt op dat uit de schachtvulling. Als wordt aangenomen dat de resten uit de aanlegkuil als residueel materiaal in die context zijn terechtgekomen⁸⁷, moeten het landschap vóór de aanleg van de put en dat na zijn opgave sterk gelijkend zijn geweest.

Tabel 11 geeft de resultaten van de analyses weer. Daarbij zijn de gebruiksgewassen opgelijst per categorie van vermoedelijk gebruik. De wilde planten zijn ingedeeld per ecologische groep van van der Maarel *et al.* Naar eigen inzicht zijn enkele aanpassingen gemaakt op basis van het systeem van ecotopen van Runhaar *et al.*⁸⁸. De ecologische indeling zal in wat volgt (indien nodig) worden genuanceerd en toegelicht⁸⁹. De graad van

conservering van de geanalyseerde monsters was redelijk tot goed. Dit blijkt bijvoorbeeld uit de aanwezigheid van sterk vergankelijke resten als graanvruchtwanden van verschillende granen en grassen.

12.1 Gebruiksgewassen

Waterput 1 bevatte een grote hoeveelheid cultuur- en/of gebruiksgewassen. Er zijn resten gevonden van drie graangewassen: rogge (*Secale cereale*), bedekte gerst (*Hordeum vulgare*) en haver (*Avena*). De resten waren grotendeels onverkoold, maar van rogge en gerst zijn ook enkele verkooldes graankorrels aangetroffen. Daarnaast werden er pitten en zaden van eetbare noten en vruchten gevonden: hazelnoot (*Corylus avellana*), zoete/zure kers (*Prunus avium / cerasus*), kroosjespruim (*Prunus domestica* subsp. *insititia*) of sleepruim (*Prunus spinosa*), braam (*Rubus fruticosus*), framboos (*Rubus idaeus*) en vlier (*Sambucus*

⁸⁷ Een aanlegkuil blijft nooit lang open liggen zodat een geleidelijke, natuurlijke sedimentatie van ecologisch materiaal uitgesloten is.

⁸⁸ Beide indelingen worden gereproduceerd in Tamis *et al.* 2004. Aanpassingen zijn bijvoorbeeld de indeling van schapenzuring (*Rumex acetosella*)

bij de akkeronkruiden van matig voedselrijke bodem, in plaats van bij graslandplanten van droge, zure bodem.

⁸⁹ Met gebruikmaking van: Weeda *et al.* 1985, 1987, 1988, 1991, 1994; Schaminee *et al.* 1995, 1996, 1998; Stortelder *et al.* 1999.

TABEL II

Resultaten van de analyse van de zaden en vruchten. Tenzij anders vermeld zijn de resten onverkoold ((v) = verkoold, (+) = 0-10, + = 11-50, ++ = 51-100, +++ = 101-1000, ++++ = >1000, x = aanwezig, vulling 1 = vulling aanlegkuil, vulling 2 = vulling schacht).

Results of the analysis of macro-botanical remains. Unless stated otherwise the remains are uncharred ((v) = charred, (+) = 0-10, + = 11-50, ++ = 51-100, +++ = 101-1000, ++++ = >1000, x = present, vulling 1 = fill of the construction pit, vulling 2 = fill of the shaft).

waterput	I	I	I	I	
vulling	I	2	2	2	
diepte (cm)	-	10-20	50-60	80+	
Granen					
<i>Avena</i>	-	1	-	2	Haver
<i>Hordeum vulgare</i> (v)	-	2	-	-	Gerst
<i>Secale cereale</i>	-	-	-	3	Rogge
<i>Secale cereale</i> (v)	-	2	6	-	Rogge
<i>Secale cereale</i> , aarspilfragment	-	-	-	1	Rogge
<i>Secale cereale</i> , aarspilsegment	-	-	-	+++	Rogge
Noten en fruit					
<i>Corylus avellana</i>	-	3	4	4	Hazelnoot
<i>Corylus avellana</i> (v)	-	1	-	-	Hazelnoot
<i>Prunus avium</i> / <i>cerasus</i>	-	-	2	-	Zoete kers / Zure kers
<i>Prunus domestica</i> subsp. <i>insititia</i> / <i>spinosa</i>	-	-	2	-	Kroosjes- / Sleepruim
<i>Prunus domestica</i> subsp. <i>insititia</i> / <i>spinosa</i> , fragment	-	6	4	8	Kroosjes- / Sleepruim
<i>Rubus fruticosus</i>	4	+	14	13	Gewone braam
<i>Rubus idaeus</i>	-	1	-	2	Framboos
<i>Sambucus nigra</i>	-	4	2	1	Gewone vlier
Kruiden					
<i>Coriandrum sativum</i>	-	-	2	3	Koriander
Overige gebruiksgewassen					
<i>Cannabis sativa</i>	-	2	1	-	Hennep
<i>Humulus lupulus</i>	2	1	++	6	Hop
<i>Linum usitatissimum</i>	-	6	1	4	Vlas
<i>Linum usitatissimum</i> , kapselfragment	-	1	3	6	Vlas
Akkeronkruiden van voedselrijke bodem					
<i>Anagallis arvensis</i>	-	1	-	-	Guichelheil
<i>Fallopia convolvulus</i>	2	6	+	6	Zwaluw tong
<i>Fumaria officinalis</i>	-	1	-	-	Gewone duivenkervel
<i>Persicaria maculosa</i>	1	-	2	3	Perzikkruid
<i>Solanum nigrum</i>	+	28	+++	+++	Zwarte en Beklierde nachtschade
<i>Solanum nigrum</i> (v)	-	-	2	-	Zwarte en Beklierde nachtschade
<i>Sonchus asper</i>	1	30	++	6	Gekroesde melkdistel
<i>Stellaria media</i>	++	+++	+++	+++	Vogelmuur
<i>Stellaria media</i> (v)	-	-	1	-	Vogelmuur
<i>Thlaspi arvense</i>	-	-	1	-	Witte krodde
<i>Urtica urens</i>	6	1	9	10	Kleine brandnetel

waterput	I	I	I	I	
vulling	I	2	2	2	
diepte (cm)	-	10-20	50-60	80+	
Akkeronkruiden van matig voedselrijke bodem					
<i>Bromus secalinus</i>	-	-	-	5	Dreps
<i>Echinochloa crus-galli</i> , kaffragment	-	-	1	-	Hanenpoot
<i>Raphanus raphanistrum</i>	-	3	1	1	Knopherik
<i>Raphanus raphanistrum</i> , hauwfragment	-	3	2	3	Knopherik
<i>Rumex acetosella</i>	9	++	49	30	Schapenzuring
<i>Rumex acetosella</i> (v)	-	1	-	-	Schapenzuring
<i>Rumex acetosella</i> , bloembekleedsel	-	-	(+)	-	Schapenzuring
<i>Scleranthus annuus</i>	-	-	-	1	Eenjarige hardbloem
<i>Spergula arvensis</i> var. <i>arvensis</i>	2	-	19	-	Gewone spurrie
<i>Spergula arvensis</i> var. <i>maxima</i>	-	1	-	-	Grote spurrie
<i>Stachys arvensis</i>	-	1	2	-	Akkerandoorn
<i>Vicia sativa</i> (v)	-	-	1	-	Smalle en Voederwikke
<i>Viola</i> cf. <i>arvensis</i>	-	1	1	-	Akkerviooltje?
Tredplanten					
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	-	-	62	1	Gewoon herderstasje
<i>Plantago major</i>	-	-	8	1	Grote en Getande weegbree
<i>Polygonum aviculare</i>	7	6	8	+	Gewoon varkensgras
<i>Polygonum aviculare</i> (v)	-	-	1	1	Gewoon varkensgras
Ruigteplanten					
<i>Anthemis cotula</i>	1	-	16	-	Stinkende kamille
<i>Arctium</i>	-	-	1	-	Klit
<i>Atriplex patula</i> / <i>prostrata</i>	5	-	1	-	Uitstaande melde / Spiesmelde
<i>Chenopodium album</i>	+++	++	+++	+++	Melganzenvoet
<i>Chenopodium album</i> (v)	-	1	1	-	Melganzenvoet
<i>Cirsium arvense</i> / <i>palustre</i>	-	-	-	1	Akkerdistel / Kale jonker
<i>Conium maculatum</i>	6	13	9	3	Gevlekte scheerling
<i>Conium maculatum</i> , fragment	+	+	+	+	Gevlekte scheerling
<i>Marrubium vulgare</i>	39	2	3	25	Malrove
<i>Nepeta cataria</i>	-	1	-	1	Wild kattenkruid
<i>Persicaria lapathifolia</i>	5	10	+	9	Beklierde duizendknoop
<i>Persicaria lapathifolia</i> / <i>maculosa</i> (v)	-	-	2	-	Beklierde duizendknoop / Perzikkruid
<i>Rumex obtusifolius</i> , bloembekleedsel	8	1	4	5	Ridderzuring
Planten van storingsmilieus					
<i>Carex</i> cf. <i>ovalis</i>	1	-	-	6	Hazenzegge?
<i>Ranunculus sardous</i>	6	12	34	9	Behaarde boterbloem
Pioniersplanten van natte, stikstofrijke bodem					
<i>Bidens tripartita</i>	1	-	1	-	Veerdelig tandzaad
<i>Persicaria hydropiper</i>	7	7	10	8	Waterpeper
<i>Ranunculus sceleratus</i>	-	-	-	1	Blaartrekkende boterbloem
Planten van voedselrijke oevers en moerassen					
<i>Carex acuta</i> / <i>elata</i>	-	-	-	1	Scherpe- / Stijve zegge
<i>Eleocharis palustris</i> / <i>uniglumis</i>	1	-	2	12	Gewone waterbies / Slanke waterbies

waterput	I	I	I	I	
vulling	I	2	2	2	
diepte (cm)	-	10-20	50-60	80+	
<i>Glyceria fluitans</i>	-	1	-	-	Mannagras
<i>Mentha aquatica / arvensis</i>	2	8	-	9	Watermunt / Akkermunt
<i>Sparganium erectum</i>	1	1	-	2	Grote en Blonde egelskop
Planten van vochtig grasland					
<i>Poa pratensis / trivialis</i>	1	4	6	4	Veldbeemdgras / Ruw beemdgras
<i>Ajuga reptans</i>	-	-	-	1	Kruipend zenegroen
<i>Ranunculus acris / repens</i>	-	-	1	1	Scherpe- / Kruipende boterbloem
<i>Verbena officinalis</i>	15	-	20	54	IJzerhard
Planten van voedselrijke zomen					
<i>Galeopsis bifida</i> -type	1	5	9	5	Gespleten hennepnetel-type
<i>Galeopsis bifida</i> -type (v)	-	2	-	-	Gespleten hennepnetel-type
<i>Galium aparine</i> (v)	-	-	2	-	Kleefkruid
<i>Lamium maculatum</i>	-	-	-	2	Gevlekte dovenetel
<i>Lapsana communis</i>	2	23	+	-	Akkerkool
<i>Torilis japonica</i>	1	10	5	-	Heggendoornzaad
<i>Torilis japonica</i> , fragment	1	+	5	13	Heggendoornzaad
<i>Urtica dioica</i>	+	+++	+++	+++	Grote brandnetel
Bomen					
<i>Betula pendula / pubescens</i>	-	2	1	-	Ruwe en Zachte berk
<i>Carpinus betulus</i> (v)	-	-	2	-	Haagbeuk
<i>Quercus</i> , knop	(+)	+	+	(+)	Eik
<i>Quercus</i> , schaalfragment	-	-	7	4	Eik
<i>Salix</i> , knopschub	-	-	1	-	Wilg
Niet ingedeeld					
<i>Agrostis canina / capillaris</i>	-	-	-	1	Moeras- / Gewoon struisgras
Apiaceae	-	1	-	-	Schermbloemenfamilie
Asteraceae	-	3	-	-	Composietenfamilie
<i>Cerastium fontanum</i>	-	1	6	-	Gewone en Glanzende hoornbloem
Cyperaceae	-	-	-	1	Cypergrassenfamilie
<i>Malva</i>	1	1	-	-	Kaasjeskruid
<i>Persicaria</i> (v)	1	1	-	-	Duizendknoop
Poaceae, stengelfragment	-	-	-	+	Grassenfamilie
Polygonaceae (v)	-	-	-	1	Duizendknoopfamilie
Rosaceae, doorn	-	4	-	-	Rozenfamilie
<i>Rumex</i>	+	11	++	+	Zuring
<i>Trifolium</i> , bloem	-	1	-	3	Klaver
<i>Trifolium</i> , kelk	-	1	1	-	Klaver
<i>Vicia hirsuta / sativa / tetrasperma</i> (v)	-	-	1	-	Ringel- / Smalle / Vierzadige wikke
ondetermineerbaar					
indet	-	1	-	-	niet determineerbaar
indet (v)	1	-	-	-	niet determineerbaar
indet, bes	-	-	7	2	niet determineerbaar

nigra). Overige cultuurgewassen zijn koriander (*Coriandrum sativum*), vlas (*Linum usitatissimum*), hennep (*Cannabis sativa*) en mogelijk hop (*Humulus lupulus*).

Rogge is veruit het sterkst vertegenwoordigde graan. Getuige het pollenonderzoek moeten gerst en/of tarwe echter eveneens van een zeker belang zijn geweest. Van tarwe zijn geen macroresten aangetroffen, wel van gerst. Ook van haver zijn enkele resten aangetroffen, maar de soort kon bij gebrek aan de karakteristieke kafresten niet worden bepaald. De haverkorrels kunnen afkomstig zijn van de cultuurgewassen gewone haver (*Avena sativa*) en evene (*Avena strigosa*) of het onkruid oot (*Avena fatua*). Het is moeilijk om dit graanspectrum goed te interpreteren omdat voor de vroege middeleeuwen in Vlaanderen slechts enkele vindplaatsen bekend zijn waar granen een rol spelen in de archeobotanische assemblages. Eén van deze bevindt zich in de zandstreek (Zerkegem⁹⁰), twee andere bevinden zich in de Kempen (Bilzen⁹¹ en Kasterlee⁹²) en één bevindt zich in de zandleemstreek (Kerkom⁹³). In Zerkegem en Kasterlee is rogge beter vertegenwoordigd dan andere granen. In Kerkom is tarwe dominant en in Bilzen zijn tarwe en gerst beter vertegenwoordigd dan rogge. De grotere rol van tarwe in Kerkom en Bilzen weerspiegelt wellicht hun ligging in een contactzone met vruchtbare gronden (overgang zandleemstreek en leemstreek).

In de onderste laag van waterput 1 zijn honderden aarspilssegmenten van rogge aangetroffen (fig. 18: a). Uit etnografische parallellen blijkt dat resten van de aarspil uit het graan worden verwijderd vóór opslag en/of transport. Dit dorsafval blijft achter op de graanproducerende nederzetting. De aanwezigheid van dorsafval in archeobotanische assemblages is daarom indicatief voor een agrarisch karakter van de vindplaats⁹⁴. Van andere granen is geen dorsafval aangetroffen.

De aanwezige stenen van enkele prunussoorten konden door slechte conservering niet aan één soort worden toegewezen. Hierdoor kon helaas niet worden bepaald of het de overblijfselen van gedomesticeerde of wilde planten betrof⁹⁵. Concreet gaat het om een enkele pit van zoete of zure kers en enkele pitten en pitfragmenten van kroosjespruim of sleedoornpruim. Zoete kers en sleedoorn zijn inheemse soorten, zure kers en kroosjespruim zijn oorspronkelijk uitheemse cultuurplanten⁹⁶. Teelt van gedomesticeerde fruitsoorten is nog niet overtuigend aangetoond voor de vroege middeleeuwen in Vlaanderen. Wild fruit werd vermoedelijk wel verzameld en behalve de hierboven genoemde soorten blijkt uit het archeobotanisch onderzoek dat ook hazelnoten, bramen, frambozen en vlierbessen potentieel benut zijn door de vindplaatsbewoners.

Opvallend is de aanwezigheid van koriander (fig. 18: b). Archeobotanische vondsten van koriander uit de vroege middeleeuwen zijn verder onbekend in Vlaanderen. In Nederland is koriander voor deze periode bekend van drie vindplaatsen⁹⁷. Koriander is in Vlaanderen geïntroduceerd in de Romeinse periode. De zaden en bladeren werden gebruikt als keukenkruid, bierkruid en geneesmiddel. Ook hop werd gebruikt als bierkruid en geneesmiddel⁹⁸. Het is evenwel mogelijk dat het hier zaden van wilde hopplanten betreft.

De economische functie van hennep en vlas is tweeledig. Uit de stengels kunnen vezels worden gewonnen voor touw en textiel, uit de zaden kan olie worden geslagen. Als zodanig werden ze veel door min of meer gespecialiseerde boerenbedrijven verbouwd als winstgewassen. Bijna elke middeleeuwse boer zal echter op kleine schaal hennep of vlas hebben geteeld om te voorzien in de eigen behoefte⁹⁹.

12.2 Wilde planten

Het overgrote deel van de resten van de aangetroffen wilde planten is onverkoold, slechts enkele zaden zijn verkoold. Volgens de gebruikte indeling kunnen de meeste taxa worden geplaatst in categorieën die vallen binnen de groep “planten van akkers en droge ruigten”¹⁰⁰. Verder zijn ook taxa aanwezig die vallen binnen de groepen “storings- en natte pionierplanten”, “planten van oevers”, “planten van voedselrijk grasland”, “planten van zomen en struwelen” en “planten van bossen”.

Nitrofiële akkeronkruiden en ruigtesoorten zijn sterk vertegenwoordigd: kleine brandnetel (*Urtica urens*), vogelmuur (*Stellaria media*), gewone duivenkervel (*Fumaria officinalis*), zwarte / beklierde nachtschade (*Solanum nigrum*), ridderzuring (*Rumex obtusifolius*), gevlekte scheerling (*Conium maculatum*) en malrove (*Marrubium vulgare*)¹⁰¹. Gezien de zandige bodem op de vindplaats, waarin voedingsstoffen van nature snel uitspoelen, doet dit vermoeden dat er sprake is geweest van intensieve bemesting en bewerking van bepaalde percelen (tuinbouwcultuur). Akkeronkruiden van matig voedselrijke, zure bodems, zoals schapenzuring (*Rumex acetosella*), gewone spurrie (*Spergula arvensis* var. *arvensis*), akkerandoorn (*Stachys arvensis*) en éénjarige hardbloem (*Scleranthus annuus*) worden geassocieerd met graanteelt op zandgrond. Eén van de spurriezaden kan op basis van de grootte en het papilleuze oppervlak mogelijk worden gedetermineerd als grote spurrie (*Spergula arvensis* subsp. *maxima*), een akkeronkruid specifiek voor vlasakkers. Sommige aanwezige ruigtesoorten, zoals malrove (*Marrubium vulgare*) (fig. 18: c) en gewoon kattenkruid (*Nepeta cataria*) hebben een

90 Hollevoet et al. 1993.

91 Wouters & Cooremans 1994.

92 Wouters et al. 1996.

93 In 't Ven et al. 2005c.

94 Hillman 1981, 1984; Het proces van selectie dat voorafgaat aan depositie van de resten in archeobotanische assemblages kan echter zorgen voor oververtegenwoordiging van dorsafval in consumerende nederzettingen. Daarnaast kan ook dorsafval een handelsproduct vormen en als zodanig op

niet-producerende nederzettingen belanden; Bakels 2001; Cappers 2008.

95 De oppervlaktestructuur van de stenen was afwezig. Determinatie wordt ook bemoeilijkt door de vele kruisingen tussen zoete en zure kers en tussen sleedoorn en kroosjespruim (zie voor kroosjespruim: Woldring 2000).

96 Opgemerkt kan worden dat de zoete kers zijn optimum heeft op rijkere bodemtypen en (tegenwoordig) in de provincie Antwerpen zeldzaam is:

Maes (red.) 2006, 205.

97 Kooistra 1996; Bakels & Dijkman 2000; Van Haaster 2006; Van der Meer & Van Haaster 2010.

98 Het gebruik van hop in de brouwerij neemt echter pas in de late middeleeuwen een grote vlucht: Behre 1998.

99 Lindemans 1952.

100 Tamis et al. 2004.

101 Ellenberg 1992, stikstofgetal 8 of 9.

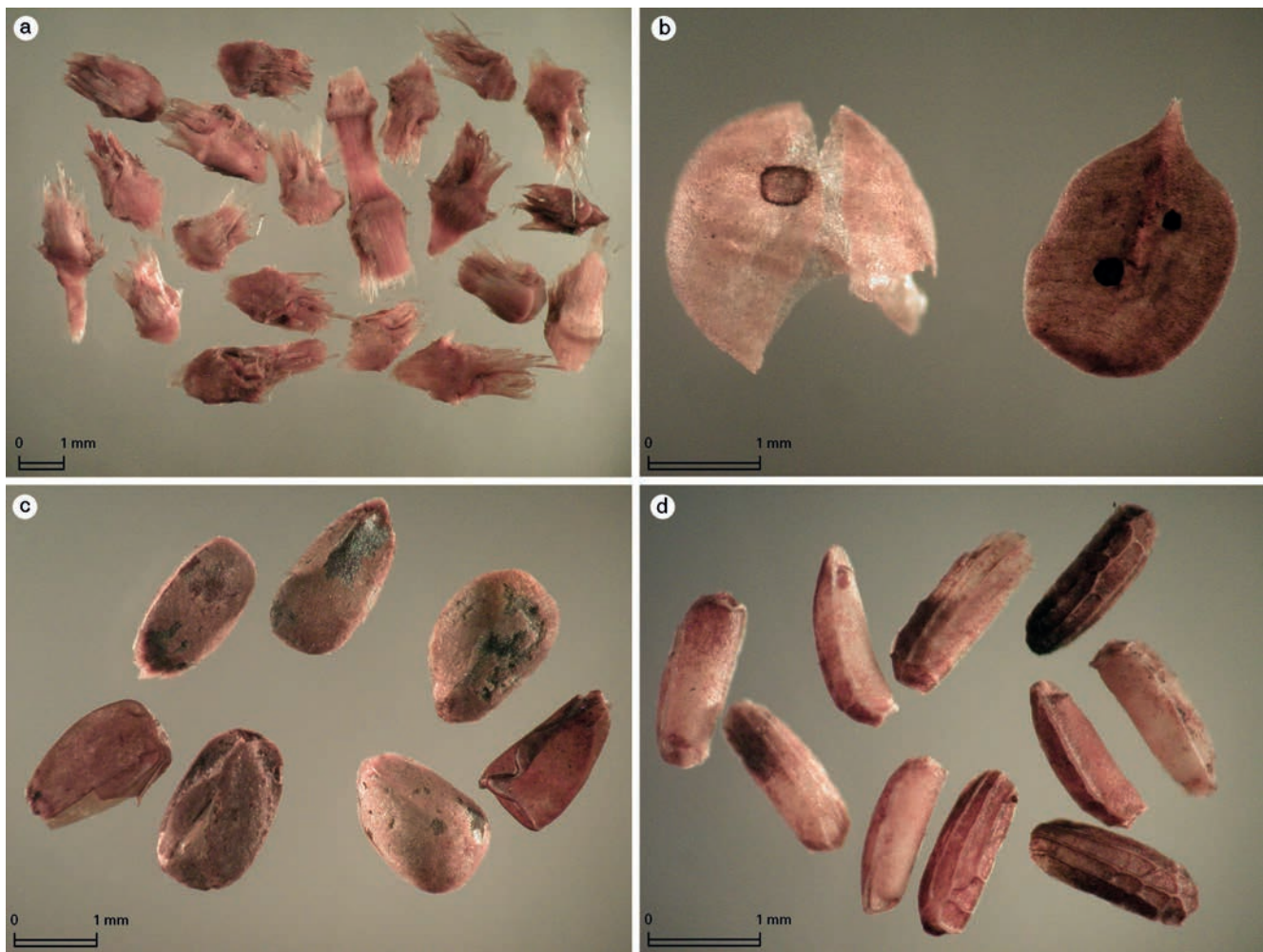


FIG. 18 Macrobotanische resten uit de waterputten: aarspilsegmenten en aarspilfragment van rogge (*Secale cereale*) (a), endocarpen van koriander (*Coriandrum sativum*) (b), vruchten en zaden (uiterst links en rechts) van malrove (*Marrubium vulgare*) (c) en vruchtjes van ijzerhard (*Verbena officinalis*) (d) (foto's BIAX).

Macrobotanical remains from the wells: rachis segments and rachis fragments of rye (Secale cereale) (a), endocarps of coriander (Coriandrum sativum) (b), fruits and seeds (farthest to the left and to the right) of common horehound (Marrubium vulgare) (c) and fruits of common verbena (Verbena officinalis) (d) (photographs BIAX).

voorkeur voor kalkhoudende bodems. Deze twee soorten zouden overigens ook gekweekt kunnen zijn in tuinen, als keukenkruid of medicinaal gewas.

Een aantal taxa zijn kenmerkend voor natte vegetaties. Het betreft de categorieën natte pioniers (pionierplanten van natte, voedselrijke bodem) en planten van oevers (planten van voedselrijke oevers en moerassen). Gedeeltelijk zouden het resten van onkruidvegetatie op natte plekken op cultuurgrond kunnen zijn. Waterpeper (*Persicaria hydropiper*) en gewone/slanke waterbies (*Eleocharis palustris/uniglumis*) worden dikwijls aangetroffen in akkeronkruidassemblages. Mannagrass (*Glyceria fluitans*) en akker- /watermunt (*Mentha aquatica/arvensis*) zijn algemene verschijningen in nat grasland.

Een relatief klein aantal taxa valt in te delen bij graslandsoorten. Het betreft de categorieën planten van voedselrijk grasland en planten van storingsmilieus. Boterbloemen (*Ranunculus* spp.) en ijzerhard (*Verbena officinalis*) worden bevoordeeld door begrazing en vormen daarom een aanwijzing voor veeteelt (zie ook de resultaten van het pollenonderzoek). Ijzerhard (*Verbena officinalis*) is een vrij bijzondere soort (fig. 18: d). Deze oorspronkelijk mediterrane graslandplant heeft een relatief grote behoefte aan warmte en kalk. In de Zuidelijke Nederlanden komt deze soort pas voor vanaf de Romeinse tijd, of mogelijk al vanaf de midden-ijzertijd. Het is niet ondenkbaar dat zij doelbewust is geïntroduceerd als keukenkruid of medicinaal, dan wel vermeend magisch gewas¹⁰². Een eveneens enigszins opmerkelijke soort is kruipend zenegroen (*Ajuga reptans*), een leemindicator

die zowel in grasland als in de ondergroei van bossen voorkomt. In de 16de eeuw is zenegroen een medicinaal gebruikt tuingewas¹⁰³. Mogelijk gaat dit gebruik verder terug in de tijd.

Er zijn resten gevonden van verschillende boomsoorten: winter/zomereik (*Quercus robur/petraea*), ruwe/zachte berk (*Betula pendula/pubescens*), haagbeuk (*Carpinus betulus*) en wilg (*Salix*). Haagbeuk is een soort van relatief voedselrijk, droog bos. Eik en berk kunnen, afhankelijk van de soort, voorkomen op vochtige tot droge bodem. Wilg groeit meestal op zeer natte plaatsen. De vele macroresten van eik doen vermoeden dat deze soort aanwezig was in de directe nabijheid van de waterput. Verder zijn ook veel resten aanwezig van planten van voedselrijke zomen. Het veelvuldig voorkomen van deze soorten in een archeologische context wijst mogelijk op een vrij groot aandeel van bomen in de directe omgeving, of op de aanwezigheid van kleine akkers gescheiden door hagen en/of bosjes. Veel zoomplanten komen, zoals grote brandnetel (*Urtica dioica*), echter ook veelvuldig voor in antropogene vegetatie op en rond nederzettingen. Het is dus niet gezegd dat de aanwezige resten van zoomplanten ook daadwerkelijk uit zoomvegetatie afkomstig zijn.

12.3 Conclusie

In waterput 1 zijn macroresten gevonden van een aantal cultuurgewassen: rogge, bedekte gerst, vlas, hennep en mogelijk gecultiveerde haversoorten. Van rogge en vlas kan met zekerheid worden gezegd dat ze lokaal zijn verbouwd. Opvallend in deze periode is de aanwezigheid van (waarschijnlijk) gekweekte soorten fruit: zoete/zure kers en kroosjespruim, hoewel het ook om verzamelde wilde zoete kersen en sleepruimen zou kunnen gaan. Enkele soorten noten en fruit die waarschijnlijk verzameld zijn, maar misschien ook werden geteeld, zijn hazelnoot, braam, framboos en vlier. Koriander is gezien de periode en de rurale context bijzonder en moet zijn gekocht of lokaal zijn verbouwd.

In het licht van de aanwezigheid van veeleisende gewassen zoals vlas, hennep, tuinkruiden en mogelijk hop is het niet vreemd dat een deel van de aangetroffen akkeronkruiden wijst op relatief intensief bemeste percelen. Er zijn evenwel ook akkeronkruiden gevonden die kenmerkend zijn voor graanakkers op minder intensief bemeste, zandige grond. Een aantal van de gevonden soorten wijst mogelijk op de aanwezigheid van een kalkhoudende en/of lemige bodem. Dit betreft tegelijkertijd ook soorten met een bepaald nut (medicinaal, smaakmakend of ritueel): ijzerhard, kattenkruid, kruipend zenegroen en malrove. Gezien de aanwezigheid van koriander kan niet worden uitgesloten dat deze soorten lokaal in tuinen zijn gekweekt. Anderzijds kunnen sommige ook vanop een afstand zijn aangevoerd.

13 Houtskool

Uit de vulling van elk van de twee waterputten is een minimum van 200 houtskoolfragmenten bestudeerd. De onderzochte fragmenten zijn met een willekeurige steekproef, onafhankelijk van hun afmetingen, geselecteerd uit de 2 mm-zeefresidu's. Elk houtskoolfragment is in transversale, radiale en tangentiële richting gebroken en de oppervlakken werden onder een microscoop met opvallend licht bestudeerd, met een vergroting van 50 tot 500x. Voor de identificatie werd gebruik gemaakt van verschillende determinatiesleutels en fotoatlassen van Europese houtsoorten¹⁰⁴ en van een referentiecollectie van moderne, verkoelde houtstalen.

De resultaten van de houtskoolanalyses worden voorgesteld in tabel 12. In allebei de waterputten is eik (*Quercus* sp.) veruit de belangrijkste houtsoort, met respectievelijk 74,6% (WP1) en 99,0% (WP2). In waterput 1 is er verder ook nog houtskool van els (*Alnus* sp.) (12,4%), wilg (*Salix* sp.) (11,0%) en haagbeuk (*Carpinus betulus*) (1,0%) aangetroffen. In waterput 2 is er naast eik enkel houtskool van els (1,0%) gevonden.

Gezien de grote hoeveelheid resten van ijzerproductie in de vulling van de twee waterputten lijkt het aannemelijk dat ook de aangetroffen houtskool met deze activiteiten in verband kan worden gebracht¹⁰⁵. Ook het feit dat er in de vulling van beide waterputten weinig resten van huisraad, en ook nauwelijks consumptieresten gevonden zijn, is een aanwijzing dat ook het houtskool meer dan waarschijnlijk niet of nauwelijks met huishoudelijk afval is meegekomen.

Bij de productie van ijzer werd eerst het ijzererts geroosterd op een open vuur, bij een temperatuur van 400-500° C waarbij zowel hout als houtskool kon gebruikt worden. Bij het verder verloop van de ijzerproductie zijn veel hogere temperaturen nodig (ongeveer 1100-1150° C) en een reducerende omgeving¹⁰⁶. Dit kon het beste bereikt worden met houtskool als brandstof. Houtskool (en hout) van eik heeft een hogere calorische waarde dan de meeste andere inheemse houtsoorten¹⁰⁷. Men heeft dan ook waarschijnlijk doelbewust voornamelijk hout van eik geselecteerd als brandstof voor de ijzerproductie.

Behalve een kuil uit een volmiddeleeuwse nederzetting opgegraven te Erps-Kwerps, die voornamelijk houtskool van hazelaar (*Corylus avellana*) bevatte¹⁰⁸, is in Vlaanderen nog geen onderzoek uitgevoerd op houtskool uit archeologische contexten die met ijzerproductie in verband worden gebracht. Wel is er reeds houtskool onderzocht uit Romeinse en middeleeuwse houtskoolbranderskuilen¹⁰⁹ en uit laat- en postmiddeleeuwse houtskoolmeilers¹¹⁰, structuren die gebruikt werden voor de productie van

103 Dodoens 1554, 162-163.

104 Gale & Cutler 2000; Schweingrüber 1990a, 1990b; Grosser 2003; Schoch et al. 2004.

105 Zie de archeometrische analyse van de metaalslakken.

106 Gale 2003.

107 Gale & Cutler 2000.

108 Hoorne et al. 2009.

109 Deforce & Boeren 2009; Deforce et al. 2010.

110 Deforce et al. 2013.

TABEL 12

Houtskoolidentificaties.
Charcoal species identification.

WP1					
diepte (cm)	30-40	40-50	60-70	totaal (n)	totaal (%)
els (<i>Alnus</i> sp.)	4	18	4	26	12,4
haagbeuk (<i>Carpinus betulus</i>)	-	1	1	2	1,0
eik (<i>Quercus</i> sp.)	35	60	61	156	74,6
wilg (<i>Salix</i> sp.)	4	8	11	23	11,0
schors indet.	1	-	-	1	0,5
indet.	-	-	1	1	0,5
totaal	44	87	78	209	100
WP2					
diepte (cm)	50-70	80-bodem		totaal (n)	totaal (%)
els (<i>Alnus</i> sp.)	-	2		2	1,0
eik (<i>Quercus</i> sp.)	39	166		205	99,0
totaal	39	168		207	100

houtskool. In de Romeinse en volmiddeleeuwse houtskoolbranderskuilen is voornamelijk eik en in mindere mate els aangetroffen¹¹¹. De laat- en postmiddeleeuwse houtskoolmeilers bevatten voornamelijk houtskool van elzenhout¹¹².

In Engeland is wel reeds uitgebreid onderzoek gedaan op archeologische structuren die verband houden met ijzerproductie. Hier was houtskool van eik steeds dominant maar in een aantal sites was ook houtskool van hazelaar belangrijk¹¹³.

14 Loopkevers

Nadat de volledige inhoud van beide waterputten uitgezeefd werd over een maaswijdte van 0,5 mm werden de keverfragmenten manueel uitgesorteerd¹¹⁴. Deze keverresten werden in potjes op alcohol bewaard, per waterput, vullingnummer en laagdiepte. Vervolgens werden de loopkeverfragmenten gescheiden van de niet-loopkeverfragmenten en opnieuw bewaard op alcohol. De loopkeverfragmenten werden indien mogelijk tot op soortniveau gedetermineerd. Voor de determinaties werd gewerkt met een binoculair Leica M205C met oculairen 10x/23 en lens planapo 1.0x, wat resulteert in een zoombereik van 7,8x tot 160x. Ter vergelijking werden loopkevers uit de eigen referentiecollectie gebruikt (fig. 19)¹¹⁵.

Alleen in waterput 1 werden loopkeverfragmenten gevonden. In totaal gaat het over 55 fragmenten waarvan er 44 tot op soortniveau gedetermineerd konden worden (tabel 13). Dit resulteerde in 11 soorten met een minimum van 23 individuen (tabel 14).

Twee dekschildfragmenten van een *Amara*-soort behoren vrijwel zeker toe aan *Amara aenea* en *Amara familiaris*. De familie *Amara* is echter zeer uitgebreid met veelal erg moeilijk te determineren soorten. Omdat we hier vrijwel zeker zijn van de determinaties maken beide soorten deel uit van de bespreking en zijn ze opgenomen in de determinatielijst (aangeduid tussen haakjes).

Carabus arvensis is de meest opmerkelijke vondst uit de waterputten. Zowel in België als in Nederland is de soort sterk achteruitgegaan. In Vlaanderen werd ze tussen 1980 en 2007 nog maar in zes 5x5-km-hokken¹¹⁶ waargenomen. Vijf van deze hokken situeren zich in het oosten van de provincie Limburg. In de provincie Antwerpen werd de soort nog ten westen van Mechelen waargenomen.

Er is geen veranderende soortensamenstelling te zien in de verschillende lagen maar dat kan ook aan het geringe vondstenaantal per laag te wijten zijn. In wat volgt, wordt de keverfauna als één geheel besproken.

111 Deforce & Boeren 2009; Deforce *et al.* 2010.

112 Deforce *et al.* 2013.

113 Gale 2003.

114 Verwerking uitgevoerd door het archeologisch projectbureau Archaeological Solutions.

115 Collectie M. Jacobs.

116 Bemonsteringseenheden voor verspreidingsonderzoek van loopkevers: zie Desender *et al.* 2008.

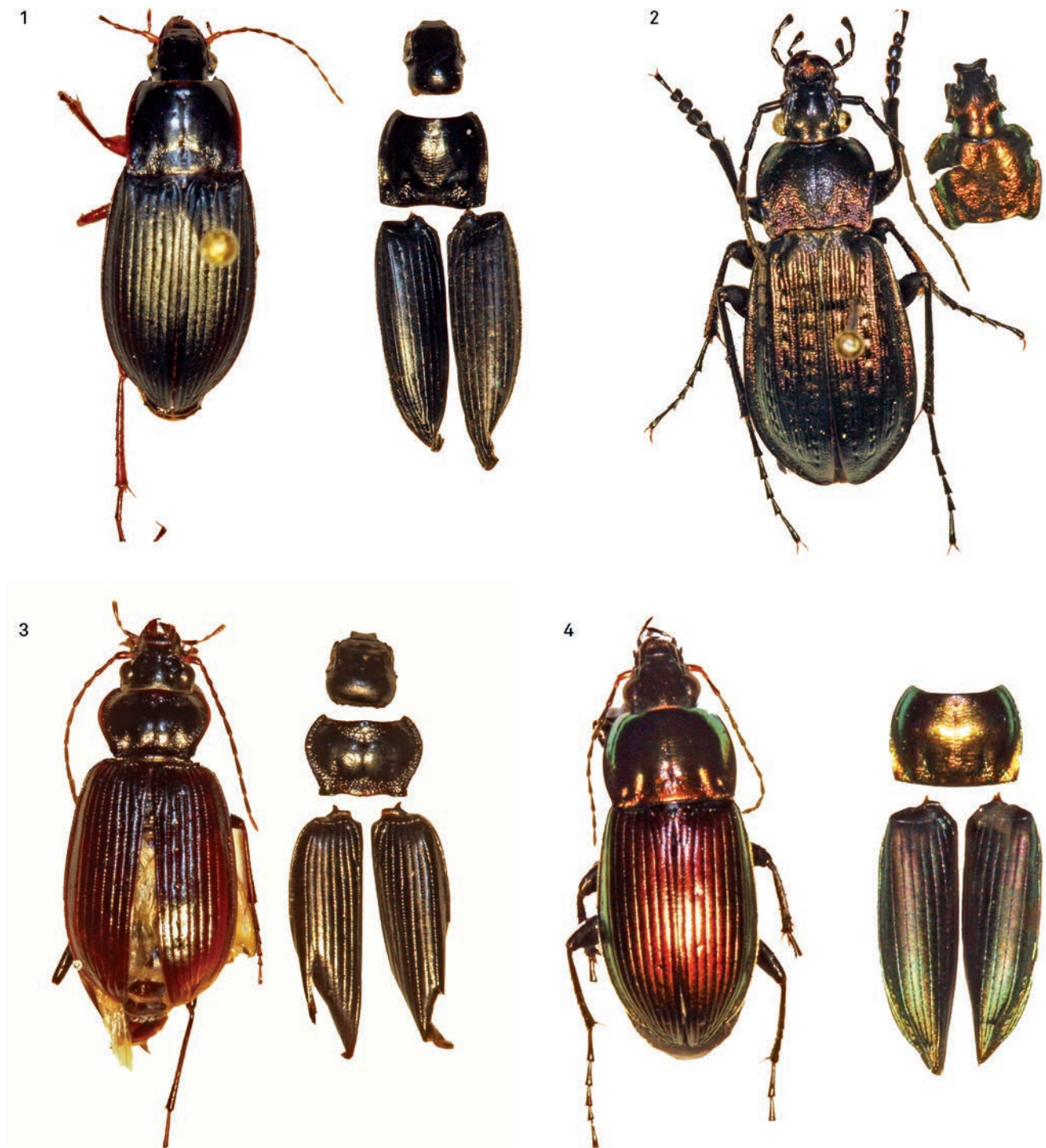


FIG. 19 Vondsten van loopkevers uit de waterputten (links steeds een exemplaar uit de referentiecollectie, rechts het archeologisch materiaal): *Calathus fuscipes* (1), *Carabus arvensis* (2), *Nebria salina* (3) en *Pterostichus (Poecilus) versicolor* (4) (foto's M. Jacobs).
 Remains of ground beetles from the wells (at the left: specimens from the reference collection, at the right: archaeological remains): *Calathus fuscipes* (1), *Carabus arvensis* (2), *Nebria salina* (3) and *Pterostichus (Poecilus) versicolor* (4) (photographs M. Jacobs).

TABEL 13

Inventarisatie van de loopkeverresten uit de schachtvulling van waterput 1 (per diepteniveau).
Inventory of the remains of ground beetles from the fill of the shaft of well 1 (for each layer).

laag (cm)	soort	fragment	aantal
20-30	<i>Carabus arvensis</i>	halsschild	1
20-30	<i>Carabus arvensis</i>	kop	1
20-30	<i>Nebria brevicollis / salina</i>	kop	1
20-30	<i>Nebria brevicollis / salina</i>	kop	1
20-30	<i>Nebria salina</i>	dekschild rechts	1
20-30	<i>Nebria salina</i>	halsschild	1
20-30	<i>Pterostichus versicolor</i>	dekschild links	1
30-40	<i>Amara (familiaris)</i>	dekschild rechts	1
30-40	<i>Calathus fuscipes</i>	dekschild rechts	2
30-40	<i>Calathus fuscipes</i>	halsschild	3
30-40	<i>Calathus fuscipes</i>	kop	2
30-40	<i>Harpalus rubripes</i>	halsschild	1
30-40	<i>Nebria brevicollis</i>	dekschild links	1
30-40	<i>Nebria brevicollis / salina</i>	kop	4
30-40	<i>Nebria salina</i>	dekschild links	2
30-40	<i>Pterostichus melanarius</i>	halsschild	1
30-40	<i>Pterostichus melanarius</i>	kop	1
30-40	<i>Pterostichus strenuus</i>	dekschild rechts	1
30-40	<i>Pterostichus versicolor</i>	dekschild links	1
30-40	<i>Pterostichus versicolor</i>	halsschild	1
40-50	<i>Harpalus rufipes</i>	halsschild	1
40-50	<i>Pterostichus versicolor</i>	halsschild	1
50-60	<i>Nebria brevicollis / salina</i>	kop	1
50-60	<i>Pterostichus melanarius</i>	dekschild rechts	1
50-60	<i>Pterostichus versicolor</i>	dekschild links	1
60-70	<i>Amara species</i>	kop	1
60-70	<i>Nebria brevicollis</i>	dekschild links	1
60-70	<i>Nebria brevicollis</i>	halsschild	1
60-70	<i>Nebria salina</i>	dekschild rechts	1
60-70	<i>Pterostichus versicolor</i>	halsschild	1
70-80	<i>Amara (aenea)</i>	dekschild links	1
70-80	<i>Carabus arvensis</i>	halsschild	1
70-80	<i>Carabus arvensis</i>	kop	1
70-80	<i>Nebria brevicollis</i>	halsschild	2
70-80	<i>Nebria brevicollis</i>	halsschild	1
70-80	<i>Nebria brevicollis / salina</i>	kop	2
70-80	<i>Nebria salina</i>	dekschild rechts	1
70-80	<i>Nebria salina</i>	halsschild	1
70-80	<i>Pterostichus versicolor</i>	dekschild links	1
70-80	<i>Pterostichus versicolor</i>	dekschild rechts	1
70-80	<i>Pterostichus versicolor</i>	halsschild	1
80+	<i>Calathus fuscipes</i>	dekschild links	1
80+	<i>Nebria brevicollis / salina</i>	kop	1
80+	<i>Pterostichus versicolor</i>	dekschild rechts	1
80+	<i>Pterostichus versicolor</i>	halsschild	1

TABEL 14

Samenvattende telling van de loopkeverresten uit de schachtvulling van waterput 1 (NISP: number of individual specimens of aantal fragmenten, MNI: minimum number of individuals of minimum aantal individuen).

Summary of the analysis of the remains of ground beetles from the fill of the shaft of well 1 (NISP: number of individual specimens, MNI: minimum number of individuals).

soort	Nederlandstalige naam	NISP	fragment	aantal	MNI
<i>Amara (aenea)</i>	-	1	dekschild links	1	1
<i>Amara (familiaris)</i>	-	1	dekschild rechts	1	1
<i>Amara</i> sp.	-	1	kop	1	-
<i>Calathus fuscipes</i>	-	8	dekschild links	1	3
			dekschild rechts	2	
			halsschild	3	
			kop	2	
<i>Carabus arvensis</i>	heideloopkever	4	halsschild	2	2
			kop	2	
<i>Harpalus rubripes</i>	-	1	halsschild	1	1
<i>Harpalus rufipes</i>	aardbeiloopekever	1	halsschild	1	1
<i>Nebria brevicollis</i>	-	6	dekschild links	2	4
			halsschild	4	
<i>Nebria salina</i>	-	7	dekschild links	2	3
			dekschild rechts	3	
			halsschild	2	
<i>Nebria brevicollis / salina</i>	-	10	kop	10	
<i>Pterostichus melanarius</i>	-	3	dekschild rechts	1	1
			halsschild	1	
			kop	1	
<i>Pterostichus strenuus</i>	-	1	dekschild rechts	1	1
<i>Pterostichus versicolor</i>	-	11	dekschild links	4	5
			dekschild rechts	2	
			halsschild	5	

Negen van de elf aangetroffen soorten zijn eurytope soorten (met brede ecologische amplitude, weinig kieskeurig t.a.v. biotoop)¹¹⁷. Twee soorten, *Nebria salina* en *Carabus arvensis*, zijn eerder stenotoop (met enge ecologische amplitude, kieskeurig, gespecialiseerd, het tegengestelde van eurytoop) en zijn beide xerotherme (droog- en warmteminnend) soorten van open onbemeste zandgronden. Zeven van de elf aangetroffen soorten zijn xerofiel (droogteminnend) (*Amara aenea*, *Amara familiaris*, *Calathus fuscipes*, *Carabus arvensis*, *Harpalus rubripes*, *Harpalus rufipes* en *Nebria salina*), vier soorten zijn eerder mesofiel (matig vochtminnend) tot hygrofiel (vochtminnend) (*Pterostichus melanarius*, *Pterostichus strenuus* en *Pterostichus versicolor*) of verkiezen enige beschaduwing (*Nebria brevicollis*).

De omgeving rond de waterput moet vrijwel zeker een vrij open en weinig of kort begroeide en droge plaats geweest zijn. De huidige ecologie van de soorten suggereert een droge heidevegetatie, mogelijk een droge, extensieve en weinig bemeste, zandige akker (in vergelijking met de zwaar bemeste situaties van nu).

De soort *Carabus arvensis* suggereert dat van dit schrale, droge habitat in de omgeving een redelijke oppervlakte aanwezig moet zijn geweest. Het minimum areaal om te overleven wordt voor een hedendaagse populatie geschat op 60 ha¹¹⁸. Andere soorten doen vermoeden dat het of geen aaneengesloten oppervlakte van dezelfde biotoop was, maar eerder een afwisseling met meer begroeide, waarschijnlijk beboste zones, ofwel dat het schrale,

¹¹⁷ Ecologische gegevens voor België werden gevonden bij Desender et al. 2008, gegevens voor Nederland bij Turin 2000.

¹¹⁸ Turin 2000.

droge habitat aan de rand lag van een meer beboste of vochtige biotoop (vochtig bos, moerasbos).

15 Dierlijk botmateriaal

Bij het handmatig inzamelen van vondsten uit de vullingen van beide waterputten werden geen dierlijke resten opgemerkt. Grote dierenknoken waren dus niet in de putvullingen aanwezig. Uit de zeefresidu's uit de schachtvullingen kwamen wel wat kleinere botresten tevoorschijn, die per waterput samen werden bekeken (tabel 15).

15.1 Waterput 1

Uit de vulling van deze put kwamen voornamelijk resten van amfibieën. Enkele zijn te determineren op soort, nl. als de bruine kikker (*Rana temporaria*). Wellicht zijn ook de andere amfibieënresten aan deze soort toe te wijzen. Opvallend is dat het allemaal skeletelementen zijn van jonge dieren. Op basis van vergelijking met de referentiecollectie¹¹⁹ waren ze maximaal 4 cm groot.

Naast een niet te determineren botsplinter van een zoogdier of een vogel, werd er ook één visbot aangetroffen: een caudale wervel van een paling (*Anguilla anguilla*) met een standaard lengte (SL)¹²⁰ van ongeveer 20 tot 30 cm. Het bot is wit verbrand en moet dus als een consumptierest geïnterpreteerd worden (of is toch zeker via menselijk handelen op de vindplaats beland).

15.2 Waterput 2

In deze waterput werden minder resten van amfibieën aangetroffen. De botjes zijn bovendien niet tot op soort te determineren, maar het is niet uit te sluiten dat ze ook van de bruine kikker afkomstig zijn. Naast twee botfragmenten van zoogdieren of vogels, zijn er in deze put veel meer vondsten van visresten dan in waterput 1. Een aantal zijn duidelijk verbrand maar andere zijn gewoon bleekgeel gekleurd.

Aan paling werden negen botten toegewezen. Het gaat steeds om wervels van vissen tussen 20 en 30 cm SL. Van snoek (*Esox lucius*) werden vier botten (1 *dentale*, 1 *quadratum* en 2 precaudale wervels) aangetroffen. Twee komen van vissen van respectievelijk 10 tot 15 en 15 tot 20 cm SL, de andere twee komen van vissen van 20 tot 25 cm SL. Verder zijn er van de familie van de karperachtigen (Cyprinidae) drie botjes gevonden: een fragment van een pharyngeale plaat, helaas te sterk gefragmenteerd om een soortdeterminatie toe te laten, en twee precaudale wervels. De botjes zijn afkomstig van vissen van 10 tot 20 cm SL. De familie van de karperachtigen omvat een groot aantal soorten in het Vlaamse zoete water, die qua skeletresten vaak moeilijk van elkaar te onderscheiden zijn. De meeste visresten uit waterput 2 zijn afkomstig van kwabaal (*Lota lota*). Zowel neurocranium-

TABEL 15

Inventaris van het botmateriaal.

Inventory of the vertebrate remains.

	WP1	WP2
Vissen		
paling (<i>Anguilla anguilla</i>)	1	9
snoek (<i>Esox lucius</i>)	-	4
kwabaal (<i>Lota lota</i>)	-	19
karperachtigen (Cyprinidae sp.)	-	3
ongedetermineerde vissenresten	-	10
Amfibieën		
bruine kikker (<i>Rana temporaria</i>)	2	-
kikker (<i>Rana</i> sp.)	4	1
ongedetermineerde amfibieënresten	14	8
Zoogdieren of vogels		
ongedetermineerd botfragment	1	2
Totaal	22	56

elementen (*vomer*, *basioccipitale* en *mesethmoid*), als andere delen van de kop (*dentale*, *cleithrum* en *articulare*) en wervels werden gevonden. De grootteklassen vertegenwoordigd door deze vondsten zijn 10-15, 15-20, 20-25 en 25-30 cm SL, met vondstaantallen van 2, 10, 3 en 1. Er werden dus de resten van minstens vier verschillende individuen aangetroffen.

De kwabaal werd in Vlaanderen tot voor kort als uitgestorven beschouwd. Het uitdiepen en rechtekken van beken en rivieren, gecombineerd met een toenemende watervervuiling, hebben er voor gezorgd dat de soort in de jaren 1950 en 1960 (lokaal) volledig uitstierf¹²¹. Nu is de kwabaal evenwel terug. Dankzij een kweek- en uitzetprogramma slaagde het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) er in de soort opnieuw te vestigen als deel van onze zoetwaterfauna. Midden 2010 vingen onderzoekers van het INBO in Balen de eerste kleine kwabaal, geboren en opgegroeid in de Grote Nete¹²².

15.3 Interpretatie

De amfibieënresten moeten afkomstig zijn van dieren die per ongeluk in de schacht van de waterputten vielen tijdens het functioneren van de putten, of nadat de plek door mensen was

¹¹⁹ Van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen.

¹²⁰ De standaardlengte is de afstand van de tip van de snuit tot de basis van de staart.

¹²¹ Zie Vandelanootte *et al.* 1998; Dillen *et al.* 2005.
¹²² www.inbo.be/docupload/4351.pdf.

verlaten en de schachten onbeheerd bleven openliggen. De aanwezigheid van de visresten is echter moeilijker te verklaren. Dat er verbrande fragmenten bij zitten, wijst op menselijk consumptieafval maar, op enkele botsplinters na, zijn dit de enige etensresten die in de putten zijn gedeponeerd. Opvallend is verder dat de aangetroffen vissen vrij kleine exemplaren zijn binnen hun soort. Het is misschien wat vergezocht dat de botten, op de enkele witverbrande na, afkomstig zouden zijn uit de prooi van vogels (bijvoorbeeld visarend) of zoogdieren (in het laatste geval misschien zelfs uit de uitwerpselen). De verbrande botten kunnen residuele vondsten voorstellen, afkomstig uit de bodem van de vindplaats. De niet-verbrande visbotten als residueel bestempelen, is wellicht weinig realistisch. In zandige bodems bewaart niet-verbrand botmateriaal doorgaans niet boven de grondwatertafel, wat zou uitsluiten dat onverbrand botmateriaal als residuele vondst aanwezig was.

16 Synthese

16.1 Bewaring

De twee eikenhouten, vroegmiddeleeuwse, en mogelijk gelijktijdig in gebruik zijnde waterputten uit Nijlen bevatten vondstenmateriaal dat verschilt in samenstelling en bewaringstoestand. Zo bestaan de vondsten uit waterput 1 naast culturele artefacten (vooral aardewerk) ook uit pollen, schaaltsjes van diatomeeën, (onverkoelde) zaden en vruchten, houtskool, resten van loopkevers, en botjes van amfibieën en een enkele vis. Waterput 2 bevatte eveneens culturele artefacten (opnieuw vooral aardewerk), houtskool en pollen maar nauwelijks diatomeeën, enkel één verkoelde graankorrel, geen resten van loopkevers, minder botjes van amfibieën maar dan wel vrij veel visresten. Deze verschillen zijn moeilijk te verklaren aan de hand van de ligging van de structuren, vermits waterput 2 zich volgens de veldwaarnemingen in het natste stuk van het terrein bevond, wat de bewaring van zaden en vruchten, en resten van loopkevers zou moeten bevoordeligd hebben. Het heeft er eerder alle schijn van dat waterput 2 periodiek droog is komen te liggen waardoor onverkoeld plantenmateriaal en insectenresten, en mogelijk ook de meeste kiezelwieren, zijn vergaan. Het wat resistentere pollen heeft deze omstandigheden wel overleefd, net zoals het kleine botmateriaal, en de houtskool natuurlijk. Dat er aan de geregistreerde verschillen in bodemvochtigheid niet te veel aandacht moet worden geschonken, wordt ook gesuggereerd door de pollenspectra, die geen verschillen in vegetatie van natte versus droge standplaatsen tonen. Uiteraard kunnen de bodemomstandigheden in het verleden wel anders geweest zijn dan nu.

16.2 Locatie

De waterputten bevonden zich in een omgeving waar blijkbaar geen menselijke bewoning in de buurt was. Naast deze structuren kon immers enkel een klein aantal paalsporen geregistreerd worden. Mogelijk is erosie van het archeologisch sporenbestand daarvoor verantwoordelijk maar ook de geringe vondstenaantallen van culturele artefacten pleiten voor een vindplaats op afstand van behuizing. Dit wordt trouwens ook onderschreven door de geringe densiteit aan consumptieafval, dat inzake dierlijk materiaal enkel bestaat uit de resten van zoetwatervissen, vrijwel uitsluitend gevonden in waterput 2. Daarnaast is er via zeefstalen toch een redelijke hoeveelheid van zaden en vruchten van gebruiksplanten verzameld maar die komen allemaal uit

waterput 1. Het besluit zou dus kunnen zijn dat er effectief op de vindplaats geconsumeerd is maar dat hoeft niet te wijzen op permanente bewoning. Dat de kerk van Nijlen op 350 m van de vindplaats ligt, heeft in deze discussie weinig belang vermits de vroegste geschiedenis van dit monument niet gekend is.

16.3 Landschap en landgebruik

Het belangrijkste deel van het ecologische vondstenmateriaal omvat de resten van dieren en planten die in de periode (net) na de opgave van de putten bij toeval in de schachten terecht kwamen. De verschillende vondstencategorieën geven samen een coherent beeld van de vroegere omgeving. Het pollenonderzoek wijst daarbij op een grotendeels, maar niet volledig, open landschap. De loopkevers suggereren een vrij open en weinig of kort begroeide en droge plaats met mogelijk een droge heidevegetatie, of een droge, extensieve en weinig bemeste, zandige akker. Eén soort (*Carabus arvensis*) geeft aan dat van dit schrale, droge habitat in de omgeving een redelijke oppervlakte aanwezig moet zijn geweest. Andere soorten doen vermoeden dat het ofwel geen aaneengesloten oppervlakte van dezelfde biotoop was maar eerder een afwisseling met meer begroeide, waarschijnlijk beboste zones, ofwel dat het schrale, droge habitat aan de rand lag van een meer beboste of vochtige biotoop. In samenhang met het pollen en de botanische macroresten kan echter besloten worden dat het wellicht vooral om bouwland ging, (deels) omringd door bossen, heggen of hagen. Het voorkomen van een specifieke diatomeeënsoort (*Nitzschia parvula* f. *terricola*) past binnen deze reconstructie. Ten slotte duiden de pollenspectra ook op het voorkomen van grasland, waarbij indicatoren voor begrazing en hoge densiteiten mestschimmelsporen verwijzen naar de lokale veeteelt.

Het is natuurlijk moeilijk uit te maken wat er op de akkers werd geteeld maar rogge en vlas zijn zeker goede kandidaten. Een deel van de aangetroffen akkeronkruiden wijst op relatief intensief bemeste percelen maar er zijn ook soorten gevonden die kenmerkend zijn voor graanakkers op minder intensief bemeste, zandige grond. Hierbij dient nog eens te worden opgemerkt dat wanneer het botanisch onderzoek het heeft over 'intensieve bemesting' dat wordt gesteld in vergelijking met een natuurlijke situatie, terwijl als de studie van de loopkevers 'weinig bemesting' vooropstelt, dit gebeurt in vergelijking met onze huidige, zwaar bemeste landbouwgebieden.

16.4 Artisanaat

Een groot volume aan metaalslakken geeft een beeld van artisanale activiteiten, meer bepaald metaalverwerking, op de onderzochte plek, op enige afstand van de toenmalige bewoning. Aan de hand van het teruggevonden afval kan het artisanale productievolume als dusdanig groot worden ingeschat, dat het de dagelijkse noden van een kleine gemeenschap oversteeg. De eindproducten (die verder onbekend blijven) moeten dan ook naar een ruim afzetgebied verhandeld geweest zijn. Als stookmateriaal voor de metaalverwerking werd voornamelijk (houtskool van) eik gebruikt (als tenminste aangenomen wordt dat de houtskool en de metaalslakken qua artisanale herkomst bij elkaar horen).

Het archeologisch onderzoek in Nijlen-Mussenpad documenteert dus vroegmiddeleeuwse metaalverwerking in ruraal

gebied. Op zich is dit een voor Vlaanderen weinig beschreven maar niet uniek gegeven. Ook te Lemberge (Oost-Vlaanderen) werd een vergelijkbare vaststelling gedaan. Daar werden op een afstand van ongeveer 100 m twee kuilen met metaalslakken opgegraven, op een plek waar geen contemporaine bewonings-sporen aanwezig waren. Het aardewerk uit de Lembergse kuil vertoont gelijkenissen met dat uit 5de- en 6de-eeuwse contexten uit de site Aalst-Sint-Jozefscollege¹²³.

Besluit

Het onderzoek in Nijlen heeft een deel van het lokale landschap in kaart gebracht. Dit vrij open land, wellicht bezaaid met bosjes en opgedeeld door heggen en hagen, werd niet enkel gebruikt voor agrarische activiteiten (akkerbouw en begrazing) maar ook voor artisanale ondernemingen, meer bepaald metaalverwerking. Deze laatste activiteit werd klaarblijkelijk op enige afstand van de behuizing georganiseerd. Het gaat hier over een productie die de plaatselijke noden van een kleine gemeenschap oversteeg en die dus een wijder afzetgebied moet gekend hebben.

Summary¹²⁴

Archaeological and ecological analyses of finds from two early medieval wells from Nijlen: landscape and land use

An excavation at the site 'Mussenpad' in Nijlen (fig. 1-2) revealed a multi-period occupation on dry, sandy soil, dating from the late Bronze Age to the early Middle Ages. The latter period was represented by a number of postholes, without any clear structural connection, and two wooden wells (fig. 3). These structures, and more precisely the finds recovered from their fills, are the subject of this article. They are studied in order to reconstruct the landscape and local land use for a period that is still poorly documented in Flemish archaeology.

Well 1 is a two-phased construction, originally a shaft with a square basis made from oak wood planks (sides of 1 meter: fig. 4) in which later on a hollowed oak trunk was inserted, most probably in an attempt to prolong the period of use of the well. A radiocarbon date on a *Prunus* seed from the fill of the hollow tree showed that it functioned between approximately 680 and 800 A.D. (table 4) but gives no information about the chronology of the construction and its repair. The wooden planks and the tree trunk belonging to this archaeological feature have been preserved and the well has subsequently been restored (fig. 5-6).

Well 2 consisted of a shaft of planks in oak wood with a rectangular basis (0.8 by 1 meter) (fig. 7-8). This structure could be dated by dendrochronology (table 1, 2 & 3), yielding a felling date for the timbers between 702 and 721 A.D.. Most probably, the wood was of local provenance. A radiocarbon date on an element of the construction (table 4) does not contradict the dendrochronology date. When the well was put out of use remains unknown.

Finds have been handcollected during excavation but the fills of the wells have also been wet sieved using meshes with a width of 1 and 0.5 mm. Additionally, samples for microscopic analyses were taken.

The identifiable household ceramics from the wells (table 5, fig. 9) comprise handmade objects, representing two broad categories. One is characterised by a soft texture, was made under both reduced and oxidised conditions and can be dated to the Iron Age. The other group shows a much firmer texture and a different temper (with coarse sand), and must be dated to the early Middle Ages. A single Roman sherd completes the finds collection. The early medieval material clearly represents a local production, for which comparable assemblages have been found mainly in the region south-east of Antwerp. The Iron Age ceramics must be interpreted as residual material originating from disturbed contexts at the site.

Next to the household recipients, a number of ceramic finds must have served technical purposes. Most notable are two small melting pots (fig. 9-10) which refer to metal working at the site. A residue in one of the small pots has been analysed through scanning electron microscopy and inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) but the results did not allow an interpretation of the use of the object.

The fills of both wells contained more than 50 kg of iron slag (table 6). Most of the material consisted of plano convex smithing hearth bottoms (PCBs, fig. 11) resulting from the processing of iron bloom or raw iron. A microscopic study confirms the identification as slag (fig. 12) while a chemical analysis (through ICP-OES and ICP-MS, table 7) suggests the use of local iron sandstone as starting point for the iron extraction. It can be estimated that the waste represents the production of approximately 250 to 500 kg of iron objects. The number of ca. 100 PCBs equals as many days of work for one blacksmith. The iron manufacturing in Nijlen can have surpassed local demands.

Other artefacts recovered from the wells include two residual stone tools (fig. 9), a heavily corroded metal object, most probably to be identified as a discoid fibula comparable to finds from other early medieval sites in the area (fig. 13), and a small, charred textile fragment (fig. 14). Observations with the optical and the scanning electron microscope, together with elemental analysis, point to vegetable fibres, most probably made from flax or hemp (fig. 15-16).

The environment in which the industrial activities described have taken place, has been reconstructed through the analysis of several ecological find categories. Pollen samples from the final fill of both wells represent the vegetation in the period just after the abandonment of the structures and point to an open landscape of (grazed) grasslands and fields with some trees and hedges (table 8-9). Diatoms were only preserved in well 1 and do

123 De Groote et al. 2012.

124 Met dank aan Marcel De Cock (dienst Bibliotheken en Kunsten, provincie Antwerpen) voor het nazicht van de Engelse tekst.

not yield extra information about the local environment, except that the presence of *Nitzschia parvula* f. *terricola* fits within an open landscape with some trees (fig. 17).

Macrobotanical remains (seeds and fruits, table 10 & 11, fig. 18) also were only preserved in well 1. The assemblages from the construction pit and the final fill are roughly the same, indicating that no major changes occurred in the landscape during the period of construction, use and abandonment of the structure. Weeds of arable grounds are most abundant, with species indicating rather intensively manured fields (typical of flax or hemp cultivation, as well as horticulture), and others associated with cereal cultivation on (less intensively manured) sandy soils. A number of wild plants (perhaps locally cultivated?) could have been used as condiments, or in medicinal preparations (e.g. common horehound, common verbena). The remains of plants that were certainly cultivated represent rye, barley, flax and hemp. Possibly cultivated species include oats. Finds of coriander are exceptional for the period considered and must come from imported or locally cultivated plants.

Charcoal fragments from both wells mostly represent oak, while alder, willow and common hornbeam are considerably less fre-

quent (table 12). Possibly, this species spectrum does not represent a neutral view of the trees present in the former landscape as it may be biased by selecting good firewood to be used in the local metal production.

Fragments of the exoskeleton of carabid beetles were only found in well 1 (table 13-14, fig. 19). The species identified fit within a landscape of fields on dry, sandy soils, with some dispersed trees or small patches of forest. In the latter biotopes more humid conditions will have been present. The vertebrate remains mainly derive from amphibians and freshwater fish (table 15). The former group must comprise animals that accidentally ended up in the shafts of the wells but the presence of burned bones indicates that the fish remains are human consumption refuse.

In conclusion, the finds from the two early medieval wells from Nijlen shed a light on a landscape that most probably consisted of grassland and arable fields with hedges and sparse groups of trees. In this rural context, away from habitation, industrial activities, i.e. iron working, took place. The production must have exceeded local demands and must thus be interpreted as part of a wider economic network.

Bibliografie

- ANDERBERG A.-L. 1994: *Atlas of Seeds and Small Fruits of Northwest-European Plant Species, Part 4: Resedaceae-Umbelliferae*, Stockholm.
- ANNAERT R. 2010a: The Merovingian cemetery of Broechem (B, province of Antwerp) in the North-Austrasian *pagus Renensis*. In: DE GROOTE K., TYS D. & PIETERS M. (eds), *Exchanging Medieval Material Culture. Studies on archaeology and history presented to Frans Verhaeghe*, *Relicta Monografieën* 4, Brussel, 205-215.
- ANNAERT R. 2010b: Enkele voorlopige resultaten van vroeg- en volmiddeleeuws nederzettingsonderzoek in de Antwerpse Kempen en omstreken. In: STEVENS F., LANDUYT G. & GIELIS M. (red.), *Het Turnhoutse geheugen van Brabant. Opstellen over de geschiedenis van Turnhout, de Antwerpse Kempen en het hertogdom Brabant aangeboden aan Harry de Kok, deel 1*, Jaarboek van de Koninklijke geschied- en oudheidkundige kring van de Antwerpse Kempen, Taxandria 2009-LXXXI, Turnhout, 47-82.
- ANNAERT R., DE GROOTE K. & HOLLEVOET Y. 2008: *Onderzoeksbalans Onroerend Erfgoed Vlaanderen. A. Onderzoeksbalans Archeologie. 6 Vroege en Volle Middeleeuwen*. https://onderzoeksbalans.onroerenderfgoed.be/onderzoeksbalans/archeologie/vroege_en_volle_middeleeuwen.
- ARIANO A.R. 1975: *The Roman iron and steel industry at the time of the empire*, Aberystwyth.
- BAILLIE M.G.L. & PILCHER J.R. 1973: A simple crossdating program for tree-ring research, *Tree-Ring Bulletin* 33, 7-14.
- BAKELS C.C. 2001: Producers and consumers in archaeobotany. In: ALBARELLA U. (ed.), *Environmental Archaeology: Meaning and Purpose*, Dordrecht, 299-301.
- BAKELS C.C. & DIJKMAN W. 2000: *Maastricht in the first millennium AD. The archaeobotanical evidence*, *Archaeologica Mosana* 2, Maastricht.
- BECKER B. 1981: Fällungsdaten römischer Bauhölzer, anhand einer 2350 jährigen süddeutschen Eichenjahrringchronologie, *Fundberichte aus Baden-Württemberg* 6, 369-386.
- BEHRE K.-E. 1998: Zur Geschichte des Bieres und der Bierwürzen in Mitteleuropa. In: BOTH F. (Hrsg.), *Gerstensaft und Hirsebieb, 5000 Jahre Biergenuss*, Oldenburg, 49-90.
- BERGGREN G. 1969: *Atlas of Seeds and Small Fruits of Northwest-European Plant Species, Part 2: Cyperaceae*, Stockholm.
- BERGGREN G. 1981: *Atlas of Seeds and Small Fruits of Northwest-European Plant Species, Part 3: Salicaceae-Cruciferae*, Stockholm.
- BEUG H.-J. 2004: *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*, München.
- BOURGEOIS I. 2011: Eeuwenoude menselijke aanwezigheid aan het Mussenpad in Nijlen, *De Poemp. Tijdschrift Heemkring Davidsfonds Nijlen* 70-71, 11-13.
- BRONK RAMSEY C. 2005: *OxCal Program v3.10*, University of Oxford, Radiocarbon Accelerator Unit (<http://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal3/oxcal.htm>).
- CAPPERS R.T.J. 2008: *Akkers in muren. De reconstitutie van vroege akkerbouw in het Nabije Oosten*, Inaugurele oratie Universiteit Leiden, Leiden.
- CAPPERS R.T.J., BEKKER R.M. & JANS J.E.A. 2006: *Digitale zadenatlas van Nederland*, Groningen.
- DEBRUYNE S., ERVYNCK A. & HANECA K. 2013: *Waterputten als archeologische informatiebron*, Brussel.

DE CLEENE M. & LEJEUNE M.C. 2000: *Compendium van rituele planten in Europa*, Gent.

DE CLERCQ W. 1997: Onbekend is onbemind. De vroege middeleeuwen in het westen en noordwesten van Oost-Vlaanderen, gezien vanuit archeologisch perspectief, *Handelingen van de Maatschappij voor Geschiedenis en Oudheidkunde te Gent. Nieuwe Reeks* 51, 21-36.

DEFORCE K. & BOEREN I. 2009: Anthracologisch onderzoek. In: LALOO P., DE CLERCQ W., PERDAEN Y. & CROMBÉ PH. (red.), *Het Kluisendokproject. Basisrapportage van het preventief archeologisch onderzoek op de wijk Zandeken (Kluizen, gem. Evergem, prov. Oost-Vlaanderen)*, UGent Archeologische Rapporten 20, Gent, 372-378.

DEFORCE K., BOEREN I., ADRIAENSSSENS S., BASTIAENS J., DE KEERSMAEKER L., HANECA K., TYS D. & VANDEKERKHOVE K. 2013: Selective woodland exploitation for charcoal production. A detailed analysis of charcoal kiln remains (ca. 1300-1900 AD) from Zoersel (northern Belgium), *Journal of Archaeological Science* 40, 681-689.

DEFORCE K., VAN STRYDONCK M. & BOUDIN M. 2010: *Anthracologisch onderzoek en radiokoolstof datering van enkele houtskoolbranderskuilen uit Rieme (Evergem, prov. Oost-Vlaanderen)*, Rapporten Natuurwetenschappelijk Onderzoek Vlaams Instituut voor het Onroerend Erfgoed RNO. VIOE.2010-020, Brussel.

DE GROOTE K. & DE CLERCQ W. in druk: La production de céramique du Haut Moyen Âge en Flandre (Belgique). Bilan et perspectives. In: *Actes du colloque international de Douai 'Tourner autour du pot... Les ateliers de potiers médiévaux du Ve au XIIe siècle dans l'espace Européen (5-10.10.2010)*, Publications du Centre de Recherches archéologiques et historiques médiévales (CRAHM).

DE GROOTE K., MOENS J. & AMEELS V. 2012: Vroegmiddeleeuwse resten van ijzerproductie in de dorpskern van Lemberge (Oost-Vlaanderen), *Archaeologia Mediaevalis* 35, 104-106.

DEMOLON P. & VERHAEGHE F. 1993: La céramique du Vième au Xième siècle dans le Nord de la France et la Flandre Belge: état de question. In: PITON D. (red.), *Travaux du Groupe de Recherches et d'Etudes sur la Céramique dans le Nord-Pas-de-Calais. Actes du Colloque d'Outreau (10-12 avril 1992)*, Nord-Ouest Archéologie (nr. Hors-série), Berck-sur-Mer, 385-407.

DE MULDER G., BOURGEOIS I., ANNAERT R. & VAN CAUTER J. 2012: Late bronstijd-vroege ijzertijd bewoningssporen op de verkaveling Mussenpad 2 in Nijlen (prov. Antwerpen, België), *Lunula. Archaeologia protohistorica* XX, 89-94.

DESENDER K., DEKONINCK W. & MAES D. m.m.v. CREVECOEUR L., DUFRÊNE M., JACOBS M., LAMBRECHTS J., POLLET M., STASSEN E. & THYS N. 2008: *Een nieuwe verspreidingsatlas van de loopkevers en zandloopkevers (Carabidae) in België*, Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.R.2008.13, Brussel.

DIJKMAN W. 1999: "Maastricht". In: PLUMIER-TORFS J. & S., REGNARD M. & DIJKMAN W., *Mosa Nostra. La Meuse mérovingienne, de Verdun à Maastricht. Ve-VIIIe siècles*, Carnets du Patrimoine 28, Allier, 46-51

DILLEN A., MARTENS S., BAEYENS R. & COECK J. 2005: *Onderzoek naar de biologie van de kwabaal (Lota lota L.), ter voorbereiding van het herstel van de soort in het Vlaamse Gewest*, Rapporten van het Instituut voor Natuurbehoud IN.R.2005.04, Brussel.

DODOENS R. 1554: *Cruydeboeck*, Antwerpen.

ECKSTEIN D. & WRÖBEL S. 2007: Dendrochronological proof of origin of historic timber - retrospect and perspectives. In: HANECA K., VERHEYDEN A., BEECKMAN H., GÄRTNER H., HELLE G. & SCHLESER G. (eds), *TRACE - Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology, Volume 5. Proceedings of the Dendrosymposium 2006, April 20th-22nd, Tervuren, Belgium*, Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt 74, Jülich, 8-20.

- EGGERMONT N., ANNAERT R., BASTIAENS J., DERESE C., VANDENBERGHE D., VAN DEN HAUTE P., HANECA K. & VAN STRYDONCK M. 2008: *Nederzettingssporen uit de ijzertijd en de vroege middeleeuwen onder een stuifduin te Pulle (gem. Zandhoven, prov. Antwerpen)*, Intern rapport Vlaams Instituut voor het Onroerend Erfgoed, Brussel.
- ELLENBERG H. 1992: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen ohne *Rubus*, *Scripta Geobotanica* 18, 9-166.
- ERDTMAN G. 1960: The acetolysis method, *Svensk Botanisk Tidskrift* 54, 561-564.
- FÆGRI K., KALAND P.E. & KRZYWINSKI K. 1989⁴: *Textbook of Pollen Analysis*, Chichester.
- FEUILLAT F., DUPOUEY J.L., SCIAMA D. & KELLER R. 1997: A new attempt at discrimination between *Quercus petraea* and *Quercus robur* based on wood anatomy, *Canadian Journal of Forest Research* 27.3, 343-351.
- GALE R. 2003: Wood-based industrial fuels and their environmental impact in lowland Britain. In: MURPHY P. & WILTSHIRE P.E.J. (eds), *The environmental archaeology of industry*, Symposia of the Association for Environmental Archaeology 20, Oxford, 30-47.
- GALE R. & CUTLER D. 2000: *Plants in Archaeology*, Kew.
- GROENMAN-VAN WAATERINGE W. 1986: Grazing possibilities in the Neolithic of the Netherlands based on palynological data. In: BEHRE K.-E. (ed.), *Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams*, Rotterdam etc., 187-202.
- GROSSER D. 2003: *Die Hölzer mitteleuropas. Ein mikrophotographischer Lehratlas*, Remagen.
- HANECA K. 2009: *Verslag dendrochronologisch onderzoek, waterput op archeologische site Mussenpad te Nijlen*, Rapporten Natuurwetenschappelijk Onderzoek Vlaams Instituut voor het Onroerend Erfgoed 2009-020, Brussel.
- HANECA K. 2011: *Verslag dendrochronologisch onderzoek: Bekisting waterputten van de archeologische site Flanders Expo (the Loop 2010) te Sint-Denijs-Westrem (prov. Oost-Vlaanderen)*, Rapporten Natuurwetenschappelijk Onderzoek Vlaams Instituut voor het Onroerend Erfgoed 2011-002, Brussel.
- HANECA K. 2012: *Verslag dendrochronologisch onderzoek: Bekisting van een waterput van de archeologische site Hoogstraat (NEV-HOOG-10) te Nevele (prov. Oost-Vlaanderen)*, Rapporten Natuurwetenschappelijk Onderzoek agentschap Onroerend Erfgoed 2012-010, Brussel.
- HANECA K., ČUFAR K. & BEECKMAN H. 2009a: Oaks, tree-rings and wooden cultural heritage: a review of the main characteristics and applications of oak dendrochronology in Europe, *Journal of Archaeological Science* 36.1, 1-11.
- HANECA K., DEWILDE M., ERVYNCK A., BOEREN I., BECKMAN H., GOETGHEBEUR P. & WYFFELS F. 2009b: De "houten" eeuw van een Vlaamse stad. Archeologisch en dendrochronologisch onderzoek in Ieper (prov. W.-Vl.), *Relicta. Archeologie, Monumenten- & Landschapsonderzoek in Vlaanderen* 4, 99-134.
- HILLMAN G.C. 1981: Reconstructing crop husbandry practices from charred remains of crops. In: MERCER R. (ed.), *Farming Practice: British Prehistory*, Edinburgh, 123-166.
- HILLMAN G.C. 1984: Interpretation of archaeological plant remains: the application of ethnographic models from Turkey. In: VAN ZEIST W. & CASPARIE W.A. (eds), *Plants and Ancient Man*, Rotterdam, 1-41.
- HINCKER V., DE SAINT JORES J.-X. & SAVARY X. 2005: Artisanat et échanges en Basse-Normandie à la période mérovingienne: l'apport de la fouille de l'habitat de Giberville (Calvados). In: PLUMIER & REGNARD (éd.) 2005, 51-68.

HOLLEVOET Y. 2006: Céramiques domestiques du Haut Moyen Âge en Flandre. In: HINCKER V. & HUSI P. (eds), *La céramique du haut Moyen âge dans le nord-ouest de l'Europe (Ve-Xe siècles), Actes du colloque internationale de Caen, 18-20 mars 2004*, Condé-sur-Noireau, 243-247.

HOLLEVOET Y., COOREMANS B., DESENDER K. & ERVYNCK A. 1993: Een Karolingische vlechtwerkwaterput uit Zerkegem (gem. Jabbeke, prov. West-Vlaanderen): culturele en ecologische archaeologica, *Archeologie in Vlaanderen III*, 243-254.

HOLLSTEIN E. 1980: *Mitteleuropäische Eichenchronologie: Trierer dendrochronologische Forschungen zur Archäologie und Kunstgeschichte*, Trierer Grabungen und Forschungen 11, Mainz am Rhein.

HOORNE J., BASTIAENS J., DE MULDER G., DEFORCE K., ERVYNCK A., LENTACKER A., STURTEWAGEN K. 2009: Archeologisch noodonderzoek te Erps-Kwerps-Villershof (Kortenberg, prov. Vlaams-Brabant). Nederzettingssporen uit de ijzertijd, de vroege en de volle middeleeuwen, *Relicta. Archeologie, Monumenten- & Landschapsonderzoek in Vlaanderen 4*, 23-79.

IN 'T VEN I., HILLEWAERT B., DESCHIETER J., ERVYNCK A., VANDENBRUAENE M. & COOREMANS B. 2005a: Vroeg- en volmiddeleeuwse sporen aan de Zeelaan te Dudzele/Brugge (prov. West-Vlaanderen). In: IN 'T VEN I. & DE CLERCQ W. (red.), *Een lijn door het landschap. Archeologie en het vTn-project 1997-1998 I*, Archeologie in Vlaanderen Monografie 5 deel 1, Brussel, 20-24.

IN 'T VEN I., HOLLEVOET Y., HILLEWAERT B., DESCHIETER J., ERVYNCK A., VANDENBRUAENE M. & COOREMANS B. 2005b: Vroeg- en volmiddeleeuwse sporen aan de Zeelaan te Dudzele-Brugge. In: IN 'T VEN I. & DE CLERCQ W. (red.), *Een lijn door het landschap. Archeologie en het vTn-project 1997-1998 II*, Archeologie in Vlaanderen Monografie 5 deel 2, Brussel, 13-27.

IN 'T VEN I., WOUTERS W., ROOVERS I., DEBRUYNE T. & COOREMANS B. 2005c: Romeinse gebouwsporen aan de Boskouterstraat in Kerkom (Boutersem, prov. Vlaams-Brabant). In: IN 'T VEN I. & DE CLERCQ W. (red.), *Een lijn door het landschap. Archeologie en het vTn-project 1997-1998 I*, Archeologie in Vlaanderen Monografie 5 deel 1, Brussel, 290-298.

KOOISTRA L.I. 1996: *Borderland farming. Possibilities and limitations of farming in the Roman period and early Middle Ages between the Rhine and Meuse*, Assen.

KÖRBER-GROHNE U. 1964: *Bestimmungsschlüssel für subfossile Juncus-Samen und Gramineen-Früchte*, Hildesheim.

KÖRBER-GROHNE U. 1991: Bestimmungsschlüssel für subfossile Gramineen-Früchte, *Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 18*, 169-234.

LEGOUX R., PÉRIN P. & VALLET F. 2006: *Chronologie normalisée du mobilier funéraire mérovingien entre Manche et Lorraine*, Bulletin de liaison de l'Association française d'Archéologie mérovingienne, n° hors série, Condé-sur-Noireau.

LINDEMANS P. 1952: *Geschiedenis van de landbouw in België*, Antwerpen.

LUND J.W.G. 1946: Observations on soil algae I. The ecology, size and taxonomy of British soil diatoms, *New Phytologist 46*, 56-110.

MAES B. (red.) 2006: *Inheemse bomen en struiken in Nederland en Vlaanderen: herkenning, verspreiding, geschiedenis en gebruik*, Amsterdam.

MOORE P.D., WEBB J.A. & COLLINSON M.E. 1991: *Pollen Analysis*, Oxford.

PÉTERS C. & FONTAINE-HODIAMONT 2005: Huy et le travail du verre à l'époque mérovingienne: étude préliminaire du matériel trouvé rue Sous-le-Château et place saint-Séverin. In: PLUMIER & REGNARD (éd.) 2005, 233-268.

PLUMIER J., PLUMIER-TORFS S., VANMECHELEN R., MEES N. & ROBINET C. 2005: *Namuco fit. Namur du Ve au VIIe siècle*. In: PLUMIER & REGNARD (éd.) 2005, 219-231.

PLUMIER J. & REGNARD M. (ed.) 2005: *Voies d'eau, commerce et artisanat en Gaule mérovingienne*, Etudes et documents 10, Namur.

PUNT W. *et al.* 1976-2003: *The Northwest European Pollen Flora*, vols. 1-8, Amsterdam.

REIMER P.J., BAILLIE M.G.L., BARD E., BAYLISS A., BECK J.W., BLACKWELL P.G., BRONK RAMSEY C., BUCK C.E., BURR G.S., EDWARDS R.L., FRIEDRICH M., GROOTES P.M., GUILDERTSON T.P., HAJDAS I., HEATON T.J., HOGG A.G., HUGHEN K.A., KAISER K.F., KROMER B., MCCORMAC F.G., MANNING S.W., REIMER R.W., RICHARDS D.A., SOUTHON J.R., TALAMO S., TURNEY C.S.M., VAN DER PLICHT J. & WEYHENMEYER C.E. 2009: IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP, *Radiocarbon* 51.4, 1111-1150.

RESTAURA 2012: *Restauratierapport van een vierkante waterput met boomstam uit Nijlen - Mussenpad*. In opdracht van de Dienst Erfgoed - Provincie Antwerpen, Haalen.

ROGGE M. 1981: Een Merovingische nederzetting te Avelgem-Kerkhove (West-Vlaanderen), In: VAN DOORSELAER A. (red.), *De Merovingische beschaving in de Scheldevallei. Handelingen van het internationaal colloquium Kortrijk, 28-30 oktober 1980*, Westvlaamse Archaeologica. Monografieën II, Kortrijk, 67-102.

SAUSSUS L., DIJKMAN W. & THOMAS N. 2014: Métallurgie du cuivre à Maastricht à la période mérovingienne, *Archaeologia Mediaevalis* 37, 105-108.

SCHAMINÉE J.H.J., STORTELDER A.H.F. & WEEDA E.J. 1996: *De vegetatie van Nederland III: plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden*, Leiden etc.

SCHAMINÉE J.H.J., WEEDA E.J. & WESTHOFF V. 1995: *De vegetatie van Nederland, II: plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden*, Leiden etc.

SCHAMINÉE J.H.J., WEEDA E.J. & WESTHOFF V. 1998: *De vegetatie van Nederland, IV: plantengemeenschappen van kust en binnenlandse pioniermilieu's*, Leiden etc.

SCHOCH W., HELLER I., SCHWEINGRÜBER F.H. & KIENAST F. 2004: *Wood anatomy of central European species* (<http://www.woodanatomy.ch>).

SCHWEINGRÜBER F.H. 1990a: *Anatomy of European Woods*, Bern-Stuttgart.

SCHWEINGRÜBER F.H. 1990b: *Microscopic Wood Anatomy, structural variability of stems and twigs in recent and subfossil woods from Central Europe*, Zug.

SERNEELS V. & PERRET S. 2003: Quantification of smithing activities based on the investigation of slag and other material remains. In: ASSOCIAZIONE ITALIANA DI METALLURGIA (ed.), *Archaeometallurgy in Europe*, vol. 1, Milaan, 469-478.

SIEBEL H. & DURING H. 2006: *Beknopte mosflora van Nederland en België*, Utrecht.

SIM D. 2012: *The Roman Iron Industry in Britain*, Stroud.

STOCKMARR J. 1971: Tablets with spores used in absolute pollen analysis, *Pollen et Spores* 14.4, 615-621.

STORTELDER A.F.H., SCHAMINÉE J.H.J. & HOMMEL P.W.F.M. 1999: *De vegetatie van Nederland, V: plantengemeenschappen van ruigten, struwelen en bossen*, Leiden etc.

SUGITA S., GAILLARD M.-J. & BROSTRÖM A. 1999: Landscape Openness and Pollen Records: a Simulation Approach, *The Holocene* 9, 409-421.

SVENNING J.C. 2002: A review of vegetation openness in North-Western Europe, *Biological Conservation* 104, 133-148.

TAMIS W.L.M., VAN DER MEIJDEN R., RUNHAAR J., BEKKER R.M., OZINGA W.A., ODÉ B. & HOSTE I. 2004: Standaardlijst van de Nederlandse flora 2003, *Gorteria* 30.4-5, 101-195.

TURIN H. 2000: *De Nederlandse loopkevers, verspreiding en oecologie (Coleoptera: Carabidae). Nederlandse Fauna* 3, Leiden.

VANDELANNOOTE A., YSEBOODT R., BRUYLANTS B., VERHEYEN R., COECK J., MAES J., BELPAIRE C., VAN THUYNE G., DENAYER B., BEYENS J., DE CHARLEROY D. & VANDENABEELE P. 1998: *Atlas van de Vlaamse beek- en riviervisserij*, Wijnegem.

VAN DER GUCHT K. 1981: Recente vaststellingen over ceramiek bij de studie van de Merovingische grafvelden in de Scheldevallei. Semmerzake (O.-Vl.): nederzettingssporen. In: VAN DOORSELAER A. (red.), *De Merovingische beschaving in de Scheldevallei. Handelingen van het internationaal colloquium Kortrijk, 28-30 oktober 1980*, Westvlaamse Archaeologica. Monografieën II, Kortrijk, 103-121.

VAN DER MEER W., DE WOLF H. & HÄNNINEN K. 2009: *Zo hard als ijzer, archeobotanisch onderzoek aan twee vroeg-middeleeuwse waterputten en een ijzertijd-loopvlak van de vindplaats Nijlen-Mussenpad*, BIA Xiaal 412, Zaandam

VAN DER MEER W. & VAN HAASTER H. 2010: *À la Merovingienne? Verslag van onderzoek aan archeobotanisch materiaal van Someren-Waterdael III (IJzertijd-Middeleeuwen)*, BIA Xiaal 461, Zaandam.

VAN DER MEIJDEN R. 1996²²: *Heukels' Flora van Nederland*, Groningen.

VAN GEEL B. 1998: *A Study of Non-Pollen Objects in Pollen Slides*, Utrecht (ongepubliceerd).

VAN GEEL B. & APTROOT A. 2006: Fossil Ascomycetes in Quaternary Deposits, *Nova Hedwigia* 82.3-4, 313-329.

VAN GEEL B., BUURMAN J., BRINKKEMPER O., SCHELVIS J., APTROOT A., VAN REENEN G. & HAKBIJL T. 2003: Environmental reconstruction of a Roman Period settlement site in Uitgeest (The Netherlands), with special reference to coprophilous fungi, *Journal of Archaeological Science* 30, 873-883.

VAN HAASTER H. 2006: *Archeobotanisch onderzoek aan enkele grondmonsters uit de periode Romeinse tijd-Vroege Middeleeuwen van de locatie Dommelsvoort bij Beers (gem Cuijk)*, BIA Xiaal 255, Zaandam.

VANSWEEFELT J., VAN DE VIJVER K., ANNAERT R., DEBRUYNE S., VANDENBRUAENE M., ERVYNCK A. & LENTACKER A. 2009: *Archeologische opvolging van de aardgasvervoerleiding DN500 Zandhoven-station – Ranst-station (prov. Antwerpen)*, Intern rapport Vlaams Instituut voor het Onroerend Erfgoed, Brussel.

VERHAERT A. & ANNAERT R. 2003: Begraving en bewoning te Hove: ijzertijd en Middeleeuwen van naderbij bekeken (prov. Antwerpen). In: CUYT G. & SAS K. (red.), *Vlekken in het zand. Archeologie in en rond Antwerpen*, Antwerpen, 107-114.

VERSLYPE L. 2012: Les artisanats du métal et du verre. In: BRULET R. (ed.), *La cathédrale Notre-Dame de Tournai. L'archéologie du site et des monuments anciens, 3: Mobiliers, archéozoologie et anthropologie, sépultures épiscopales*, Etudes et documents 29, Namur, 102-109.

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.

WEEDA E.J., WESTRA R., WESTRA CH. & WESTRA T. 1988: *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 3*, Deventer.

WEEDA E.J., WESTRA R., WESTRA CH. & WESTRA T. 1991: *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 4*, Deventer.

WEEDA E.J., WESTRA R., WESTRA CH. & WESTRA T. 1994: *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties* 5, Deventer.

WOLDRING H. 2000: On the origin of plums: a study of sloe, damson, cherry plum, domesticated plums and their intermediate forms, *Palaeohistoria* 39-40, 535-562.

WOUTERS W. & COOREMANS B. 1994: Noodonderzoek in de Sint-Martinuskerk te Bilzen (prov. Limburg), *Archeologie in Vlaanderen* IV, 169-186.

WOUTERS W., COOREMANS B., DESENDER K., ERVYNCK A. & VAN STRYDONCK M. 1996: Archeologisch en ecologisch onderzoek van een vroegmiddeleeuwse waterput te Kasterlee (prov. Antwerpen), *Archeologie in Vlaanderen* V, 97-109.

YPERMAN W. 2009: *Archeologisch onderzoek op de geplande verkaveling te Nijlen-Mussenpad (provincie Antwerpen). Definitief rapport*, Archaeological Solutions-Rapportage 2008-23, Mechelen.

YPERMAN W., BRACKE M. & BOURGEOIS I. 2009: Vroegmiddeleeuwse waterputten in de verkaveling Nijlen-Mussenpad (Antw.), *Archaeologia Mediaevalis* 32, 75-77.

