

University of Groningen

Palynologisch onderzoek aan de pingo-ruïne TYP A2 (Burgum; gemeente Tytsjerksteradiel; provincie Friesland)

Talebi Seyyedsaran, T.; Raemaekers, D. C. M. ; Cappers, R. T. J.; Maurer, A.

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

2018

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Talebi Seyyedsaran, T., Raemaekers, D. C. M., Cappers, R. T. J., & Maurer, A. (2018). *Palynologisch onderzoek aan de pingo-ruïne TYP A2 (Burgum; gemeente Tytsjerksteradiel; provincie Friesland)*. (39 redactie) (Grondsporen; Nr. 39). Groninger Instituut voor Archeologie, Rijksuniversiteit Groningen.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Grondsporen 39

Palynologisch onderzoek aan de pingo-ruïne TYP A2 (Burgum; gemeente Tytsjerksteradiel; provincie Fryslân)

T. Talebi Seyyedsaran
D.C.M. Raemaekers
R.T.J. Cappers
A. Maurer

Foto's en tekeningen: Groninger Instituut voor Archeologie (GIA), tenzij anders aangegeven.
© Grondsporen 39, 2018. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd of verspreid
zonder schriftelijke toestemming van de uitgevers.



Autorisatie: Prof.dr. D.C.M. Raemaekers

ISSN: 1875-4996
Groninger Instituut voor Archeologie
Poststraat 6, 9712 ER Groningen, Nederland
Telefoonnummer: (+31 50) 363 6712, E-mail: GIA@rug.nl

Inhoudsopgave

1. Inleiding	3
2. Onderzoeksgeschiedenis	5
3. Materiaal en methoden	7
4. Resultaten en discussie	9
5. Conclusies	14
6. Literatuur	15
7. Bijlage 1	17

1. Inleiding

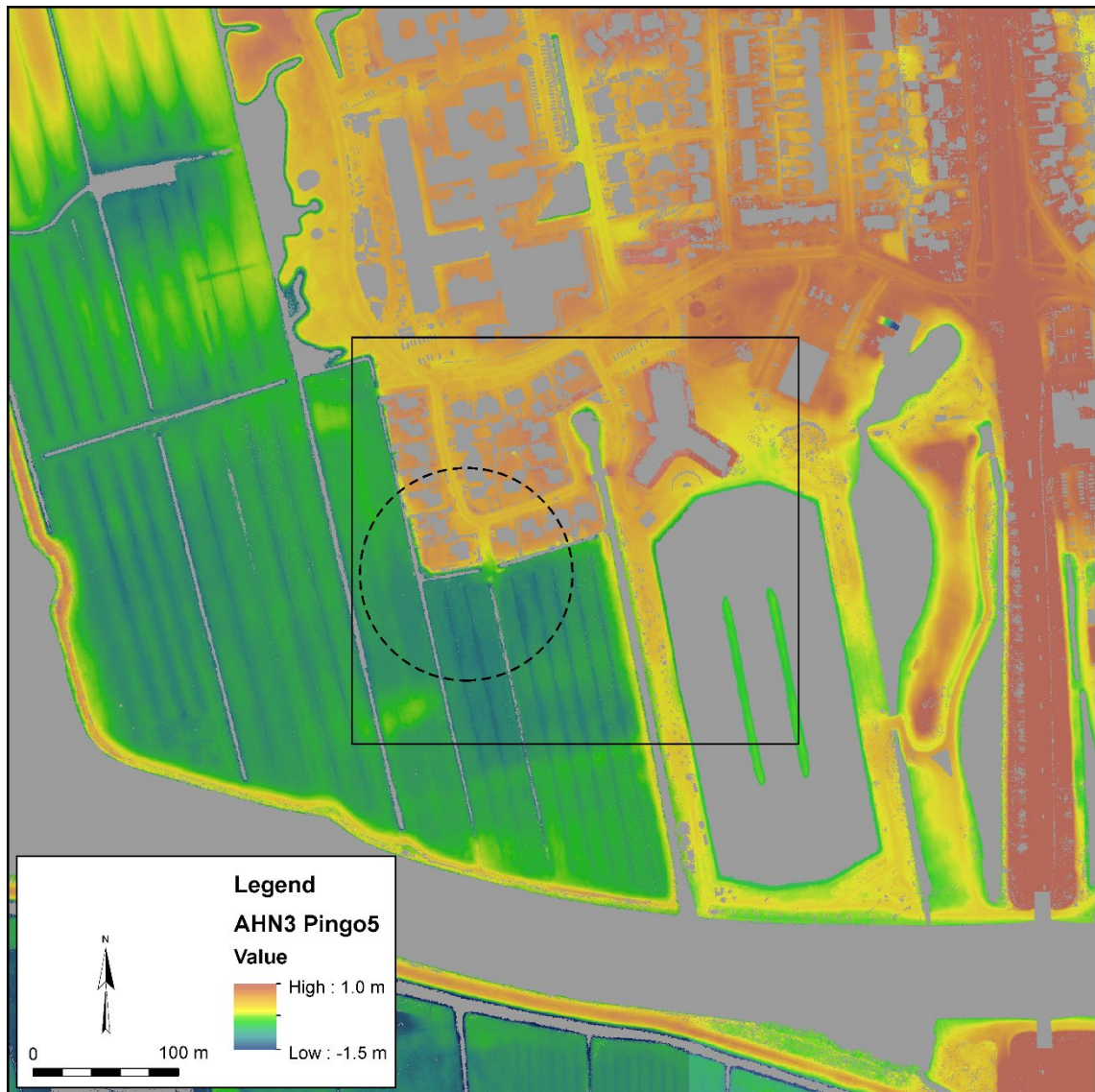
In opdracht van de gemeente Tytsjerksteradiel heeft het Groninger Instituut voor Archeologie van de Rijksuniversiteit Groningen een palynologisch onderzoek uitgevoerd van een boorkern afkomstig uit de pingo-ruïne TYP A2 in het zuidwesten van Burgum in de gemeente Tytsjerksteradiel (provincie Fryslân). In dit rapport worden de resultaten van dit onderzoek besproken.

In de laatste ijstijd was de bodem in Noord-Nederland bevroren en ontstonden er honderden ijslenzen in de ondergrond. Door het aangroeien van ijs konden deze ijslenzen tot heuvels (pingo's) ontwikkelen. Na de ijstijd ontstonden zo relatief kleine en diepe meertjes (pingo-ruïnes), soms met een ringwal van sediment dat van de ijsheuvels was afgeschoven. In de meertjes kwam vegetatie tot ontwikkeling en langzaam groeiden de meertjes dicht. Tijdens deze sedimentatie kwam ook steeds stuifmeel (pollen) van de omliggende vegetatie in sedimentlagen terecht. Daarmee vormen de pingo-ruïnes een botanisch archief waarin vegetatieontwikkeling en menselijk ingrijpen in de vegetatie zijn vastgelegd. Door middel van stuifmeelonderzoek (palynologie) kan dit archief ontsloten worden.

In dit rapport wordt ingegaan op de vegetatieontwikkeling en menselijk ingrijpen in de vegetatie rondom de pingo-ruïne. De aandacht gaat hierbij uit naar de periode waarin de eerste boeren ingrepen in de natuurlijke bosvegetatie en vervolgens de periode waarin dit landschap vernatte als gevolg van de relatieve zeespiegelstijging.

Locatie Burgum, gemeente Tytsjerksteradiel, provincie Fryslân
Coördinaten 194.865 / 578.058
Projectcode TYP A2 (pingo 5)

Tabel 1. Administratieve gegevens



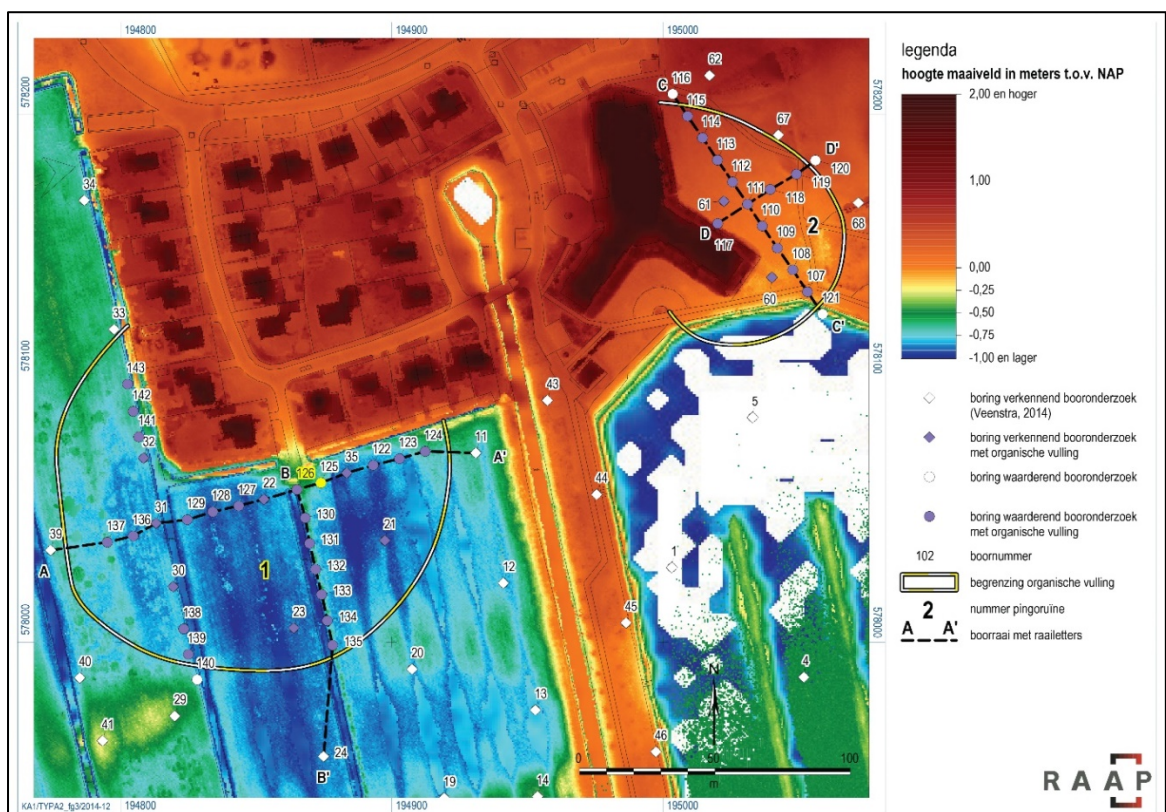
Figuur 1. De ligging van de pingo-ruïne in relatie tot de hoogteligging van het oppervlak (Actueel Hoogtebestand Nederland 3). De ligging van figuur 2 is aangegeven met een kader (tekening S. Tiebackx, RUG/GIA).

2. Onderzoeksgeschiedenis

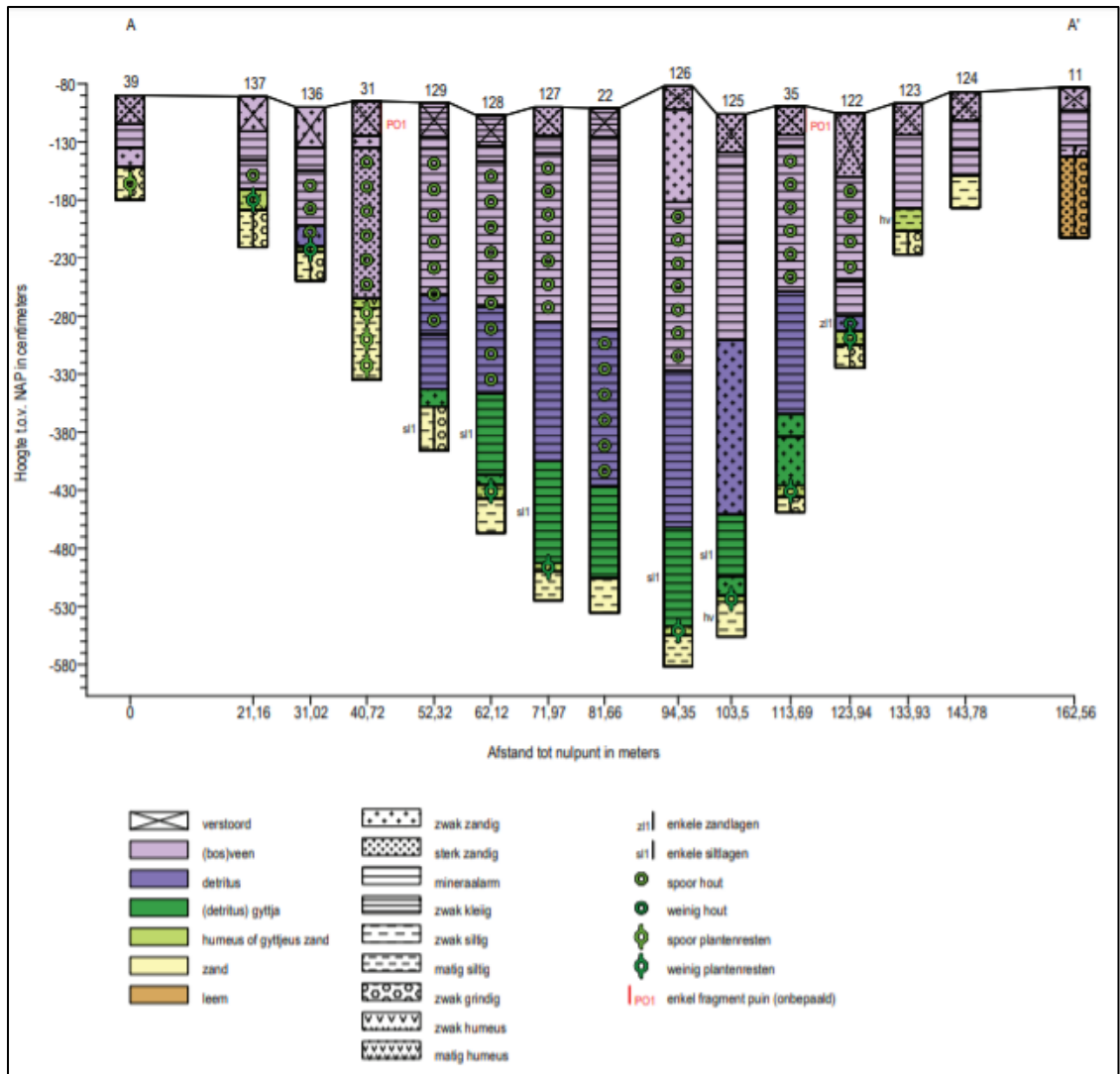
De eerste aanwijzingen voor de aanwezigheid van de pingo-ruïne TYP A2 kwamen beschikbaar op basis van een verkennend booronderzoek. Op basis van vervolgonderzoek kon de locatie worden herkend als een pingo-ruïne met een goede conservering van het organische materiaal (Veenstra, 2014).

Op 10 november 2014 is de pingoruïne TYP A2 bemonsterd in drie boorraaien (zie figuur 2). Eén raai loopt in oost-west richting en twee raaien in noord-zuidrichting, waarbij de recente perceelverdeling is gebruikt voor de oriëntatie van de raaien. De afstand tussen de boringen bedraagt 10 m. De bovenste meter van het sediment betreft een stevige organische vulling en is bemonsterd met een gutsboor (diameter 6 cm). Van het daaronder aanwezige meer slappe sediment is 0,5 m bemonsterd met een veenboor (vleugelboor; diameter 5 cm). Het complete sediment is tot op een diepte 4,21 m –Mv bemonsterd met een enkele boring.

In Burgum zijn een aantal pingo-ruïnes aanwezig. Pingo-ruïne TYP A2 bevindt zich in het zuidwesten van de huidige stad Burgum. De ringwal heeft een diameter van ongeveer 150 m en de grootste diepte bedraagt 4,73 m. Doordat het bovenste veen zich horizontaal had uitgespreid buiten de ringwal en een meertje ontbrak, is de pingo-ruïne pas recentelijk als zodanig herkend. Voor de stadsuitbreiding maakte de overgroeide pingo-ruïne deel uit van een grasland.



Figuur 2. Hoogtekaart met twee pingo-ruïnes. TYP A2 is locatie 1. Binnen de ringwal zijn drie raaien van boringen aangegeven. De locatie van de boorkern voor het onderzoek waarover hier verslag wordt gedaan, is aangegeven met een gele stip (no. 126; naar Veenstra 2014, figuur 3).



Figuur 3. Doorsnede van de pingoruïne van de boorraai A-A' (naar Veenstra 2014, figuur 4).

3. Materiaal en methode

De kern bestaat geheel uit sterk gecomposteerd zwart veen; in sommige trajecten bevinden zich ook grotere plantendelen of fragmenten hout (tabel 1).

Diepte (cm)	Beschrijving
100-140	Sterk gecomposteerd zwart veen
140-141	Sterk gecomposteerd zwart veen met grote stukken hout en scheuten
141-160	Zwart veen
160-161	Sterk gecomposteerd zwart veen met grote stukken hout en scheuten
161-190	Zwart veen
190-191	Zwart veen met grote stukken hout en scheuten

Tabel 2. Lithologie van het bemonsterde deel van de kern.

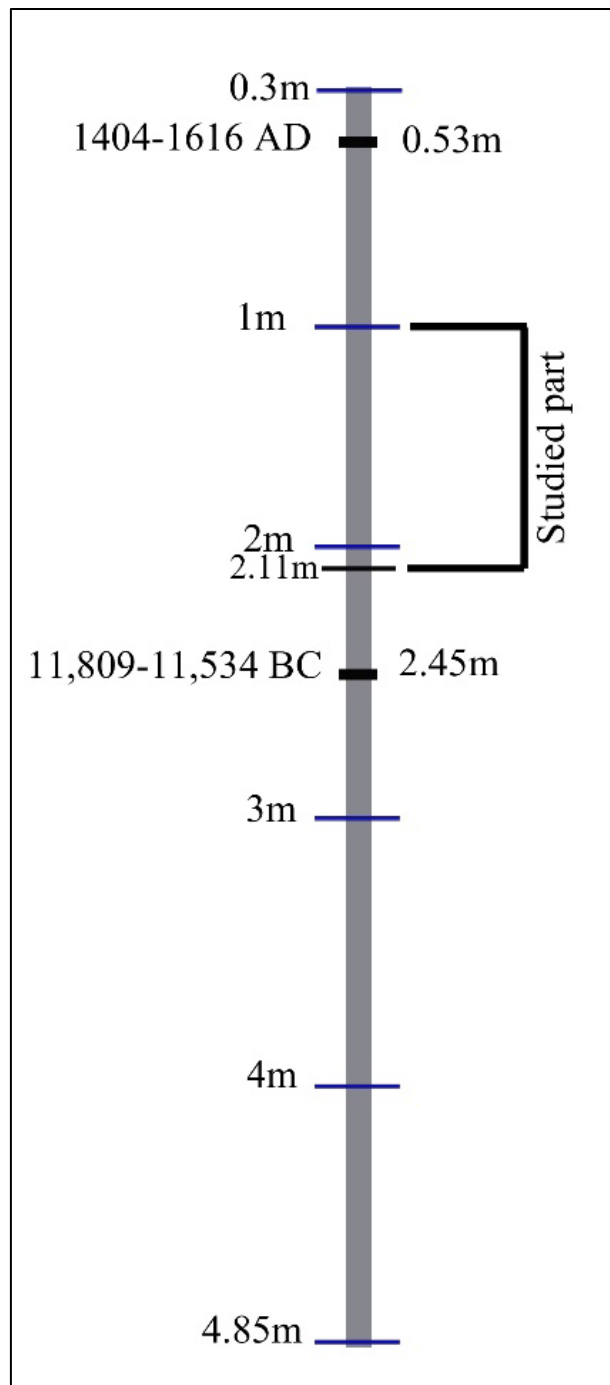
Uit de boorkern zijn op een diepte van 52-54 cm en 245-246 cm monsters genomen voor ¹⁴C-datering. Uit deze monsters zijn macroresten geïsoleerd van eenjarige planten. Op basis van de ¹⁴C-dateringen (zie hoofdstuk 4) richt het pollenonderzoek zich op een diepte van 100-211 cm. De verwachting is dat dit deel van de boorkern de overgang van jagen/verzamelen naar vroege landbouw vertegenwoordigt.

Op deze diepte zijn 12 monsters van 1 cm³ genomen met een interval van 10 cm. De concentratie van de organische fractie is uitgevoerd door het *Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie* (Marseille, France). De lithologie van het bemonsterde deel van de boring is beschreven en de kleur is gebaseerd op de Munsell-kleurkaart (tabel 1). Omdat tijdens het pollenonderzoek bleek dat het onderste deel van het geselecteerde deel (190-211 cm) dateert in het eerste deel van het Boreaal, en daarmee te vroeg is voor onderzoek naar de overgang naar de vroege landbouw, is dit deel niet verder geanalyseerd.

Het pollenonderzoek is uitgevoerd op het GIA met een Zeiss Axioskop microscoop met een standaardvergroting van 10 x 40. Indien nodig is bij een grotere vergroting gedetermineerd. Het gemiddeld aantal pollen dat per monster geteld is, bedraagt 578 (minimum: 345; maximum: 899; zie getallen in figuur 5). Voor controle op de determinaties is gebruik gemaakt van de vergelijkingscollectie van het GIA en de Northwest European Pollen Flora (Punt et al. 1976-2003). Ook is de aanwezigheid van houtskoolfragmenten gekwantificeerd. Daarbij zijn de houtskoolfragmenten in drie grootteklassen onderscheiden: (1) > 100 µm; (2) 100-50 µm; (3) < 50 µm.

Het pollendiagram is gemaakt met TILIA 1.7.16 software (Grimm 2011). Water- en moerasplanten zijn buiten de pollensom gehouden. Pollen van wilde grassen (Poaceae) zijn wel in de pollensom opgenomen.

Als aanvulling op het pollenonderzoek is het CaCO₃-gehalte bepaald. Hiervoor zijn 11 monsters genomen op een diepte van 130-161 cm. Het CaCO₃-gehalte is bepaald met behulp van de *loss-on-ignition* methode (Heiri et al. 2001) met een Thermogravimetric Analyzer TGA Thermostep (Versie Tga 1.4.3.2a3). Deze bepalingen zijn uitgevoerd op het *Institute of Pre- and Protohistoric Archaeology* van de Christian-Albrechts-Universität in Kiel.



Figuur 4. Schematisch overzicht van de kern inclusief ¹⁴C-dateringen en het onderzochte deel.

4. Resultaten en discussie

Chronologie

De ¹⁴C-dateringen geven aan dat het sediment in pingoruïne TYP A2 zowel de laatste fase van het Pleistoceen vertegenwoordigt als een groot deel van het Holoceen (tabel 3). De jongste datering geeft aan dat ook de middeleeuwen en de eerste fase van de nieuwe tijd aanwezig zijn in het pollenarchief, waarmee een unieke sequentie behouden is. In veel pingoruïnes is in het verleden de bovenste veenlaag verdwenen als gevolg van vervening.

Diepte (cm)	Gedateerd materiaal	GrA nr.	Uitkomst	Datering	Geologische periode	Archeologische periode
52-54	Waterverzadigde vruchten van Carex en Persicaria	60695	455 ± 40 BP	1400-1620 AD	Laat Subatlanticum	Late middeleeuwen - nieuwe tijd
245-246	Verbrande zaden van Menyanthes trifoliata	12698	11810 ± 60 BP	11809 – 11534 BC	Jonge Dryas	Laat-paleolithicum

Tabel 3. ¹⁴C-dateringen en de koppeling aan geologische en archeologische periodisering.

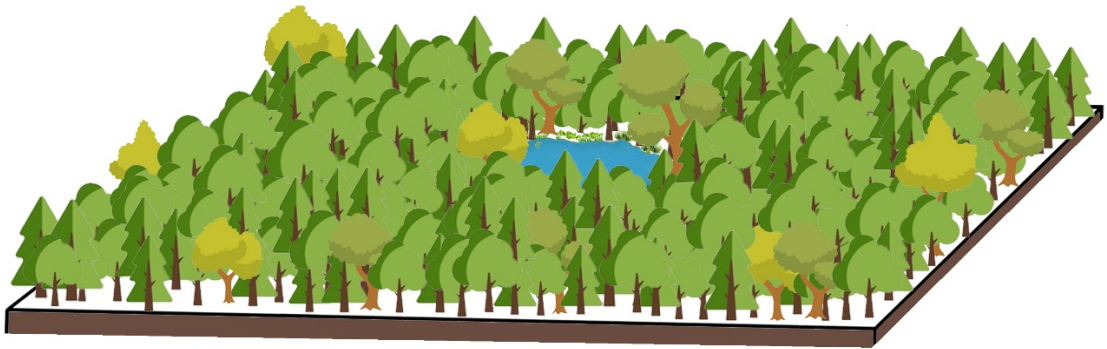
De concentratie en conservering van de pollen zijn goed, hetgeen te danken is aan het type sediment (zwart veen) en de continu hoge grondwaterspiegel. Een vereenvoudigd pollendiagram is weergegeven in figuur 5. In de bijlage zijn de ruwe gegevens opgenomen waarop deze figuur is gebaseerd. Het CaCO₃-gehalte is aan de linkerzijde weergegeven. Gesloten (en deels gekleurde) curven zijn weergegeven op basis van de percentages ten opzichte van de pollensom. Curven die (deels) lage percentages vertegenwoordigen, zijn met een extra open curve weergegeven (x 5) (groen: bomen [arboreal pollen = AP]; oranje: kruiden – regionaal; donker oranje: antropogene pollenindicatoren; blauw: water- en moerasplanten - lokaal). Aan de rechterzijde zijn de drie curven van de houtskoolfragmenten opgenomen.

Volgende pagina:

Figuur 4. Gereduceerd pollendiagram (inclusief curven van palynomorfen en houtskool).

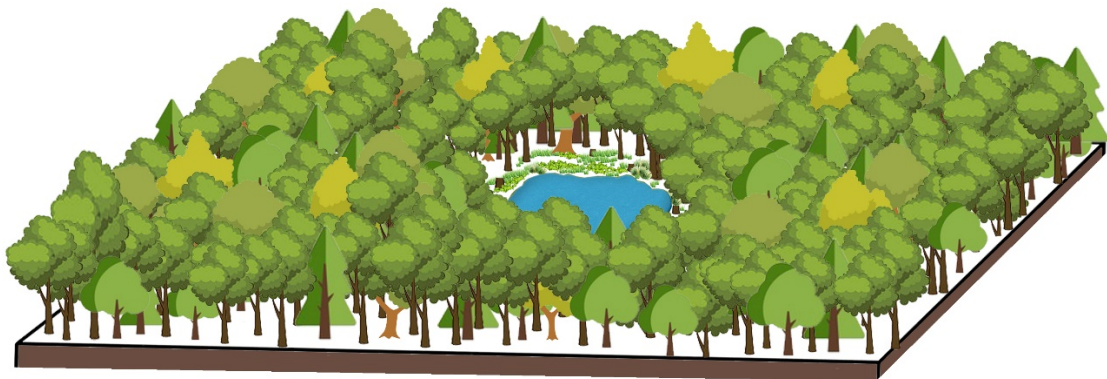
De ontwikkeling van de natuurlijke vegetatie

Er zijn drie pollenzones onderscheiden. Deze worden hier van oud (diep) naar jong (ondiep) beschreven. Pollenzone 1 (180-190 cm) wordt gekenmerkt door de dominantie van pollen van bomen (figuur 5). De hoge percentages van Den en Berk nemen in deze zone langzaam af terwijl die van de Els toenemen. Op basis van deze gegevens is duidelijk dat deze pollenzone dateert in het Boreaal (c. 8000-7000 voor Chr.). Het Boreaal is in Noord-Nederland doorgaans gekenmerkt door hoge waarden van de Hazelaar, een struikachtige boom die al in het Preboreaal zijn intrede doet. In het diagram TYP A2 is het pollenpercentage van de Hazelaar daarentegen laag, hetgeen waarschijnlijk wijst op het voorkomen van dicht bos in de omgeving. De Hazelaar heeft namelijk veel licht nodig om te bloeien en de pollenproductie en -dispersie van deze boom vindt met name plaats in open vlaktes en bosranden. Het lage percentage kruiden (NAP) ondersteunt de interpretatie van een dicht bos. Het is verder opvallend dat ook Eik, Iep en Linde al in deze zone voorkomen, zij het met relatief lage percentages.



Figuur 5. Vegetatiebeeld pollenzone 1. Oerbos vooral bestaande uit Berk en Den. Gedurende deze zone neemt het belang van Els toe. In en bij de pingo-ruïne groeien grassoorten, heidesoorten en Fonteinkruid.

Tijdens het daaropvolgende Atlanticum (c. 7000-3800 v. Chr.; pollenzone 2A: 140-170 cm), is de dominantie van de Els het meest kenmerkend (figuur 6). Deze dominantie gaat ten koste van de bijdrage van Den en Berk. De overige bomen (Hazelaar, Eik, Iep en Linde) blijven deel uitmaken van het bos, maar de pollenpercentages blijven laag.



Figuur 6. Vegetatiebeeld pollenzone 2A. Oerbos vooral bestaande uit Els. In en bij de pingo-ruïne groeien veenmos, varens, grassoorten en heidesoorten.

Waarschijnlijk vormt de Els een dichte vegetatie op de vochtige bodem rond de pingoruïne en reduceert de grote lokale pollenproductie van deze boom de zichtbaarheid van andere boomsoorten die in het bos voorkomen op een wat grotere afstand. De kruidachtige vegetatie begint zich enigszins te ontwikkelen, waarbij het vooral grassen zijn die dit deel van de vegetatie bepalen. Dit wijst erop dat er wat meer licht de bodem bereikt en een eerste ontwikkeling van ondergroei in het bos is ingezet.

De laatste vegetatiezone is hier geïnterpreteerd als een zone die zowel het Subboreaal als het Subatlanticum omvat (c. 3800 v. Chr. – nu; pollenzone 2B: 100-130 cm). Deze gecombineerde zone wijkt duidelijk af van beide voorafgaande zones (figuur 7). De meeste opvallende verandering is de afname van het aandeel van de bomen ten gunste van kruidachtige planten. De twee dominante bomen zijn nu Els en Berk terwijl Hazelaar, Eik en Iep in lage percentages aanwezig blijven. Het aandeel van de Linde neemt duidelijk af terwijl Es, Beuk en Haagbeuk nieuwe boomsoorten zijn. De Beuk en Haagbeuk zijn karakteristieke bomen voor het Subatlanticum. Het pollenpercentage van de Den is gedaald tot lager dan 5%. Een dergelijk laag percentage wordt gewoonlijk geïnterpreteerd als aanvoer van pollen van populaties dennen op grote afstand groeien, in hogere delen van het landschap. Lokaal zal de Den geen deel meer hebben uitgemaakt van het bos. De toename van de kruidachtige vegetatie is grotendeels het gevolg van uitbreiding van grassen. Hoewel de samenstelling van de kruidvegetatie toeneemt, blijven de grassen domineren, hetgeen niet ongevoelbaar is voor deze periode (Groenman-Van Waateringe, 1986).



Figuur 7. Vegetatiebeeld pollenzone 2B. Het bos bestaat grotendeels uit Els en Berk. In een groter deel van het landschap is de bosvegetatie vervangen door grassen. De activiteiten van de mens zijn af te lezen aan het voorkomen van Veldzuring, Schapenzuring en Smalle Weegbree. In en rond de pingo-ruïne groeien Veenmos, Eendekroos, grassen en heidesoorten.

De invloed van de mens

In pollenzone 1 is geen invloed van de mens op de vegetatie waarneembaar. Het geringe aandeel van alleen kleine houtskooldeeltjes geeft aan dat er geen sprake is van grote bosbranden in de nabijheid van de pingoruïne. Onderzoek van Patterson et al. (1987) en Woelders et al. (2016) heeft uitgewezen dat vooral de afstand tussen brandhaard en boorlocatie bepalend is voor het aantreffen van houtskoolfragmenten. Het kleine percentage van kleine houtskoolfragmenten is dus waarschijnlijk te verklaren uit lange afstand-transport.

De lichte toename van middelgrote houtskoolfragmenten (50-100 μm) en de aanwezigheid van enkele secundaire antropogene pollenindicatoren (Varkensgras [*Polygonum aviculare*] en Bijvoet [*Artemisia*]) in pollenzone 2A kunnen wijzen op activiteiten van de mens, maar als dat zo is dan blijft de invloed van de mens op de vegetatie erg beperkt. Aanvullende aanwijzingen voor menselijke activiteiten zijn pollen van wilde planten die kunnen profiteren van de aanwezigheid van de mens,

bijvoorbeeld door toenemende verstoring in de vorm van betreding of loswoelen van de bodem. Maar dergelijke wilde planten behoren al tot de inheemse flora voordat de mens het landschap gaat koloniseren. Dat impliceert dat kleine percentages van dergelijke planten niet met zekerheid menselijk ingrijpen in de vegetatie aangeven.

De invloed van de mens is wel eenduidig herkenbaar in pollenzone 2B. Het stuifmeel van graan is daarvoor de belangrijkste aanwijzing en is indicatief voor akkerbouw in de nabijheid van de pingoruïne tijdens het midden- en laat-neolithicum. Dit sluit aan bij eerder palynologisch onderzoek in Noord-Nederland. Bij dit onderzoek werd vastgesteld dat vroege landbouw zijn intrede deed tijdens de overgang van het Atlanticum naar het Subborea (c. 3800 BC; van Zeist, 1995, Mook-Kamps & Bottema, 1987). Mogelijk dat het pollenbeeld van TYP2 hier bij aansluit. Het stuifmeel van graan is van Haver (*Avena*) of Tarwe (*Triticum*). Op basis van archeobotanisch onderzoek kunnen we aannemen dat het hier om tarwe gaat: bij opgravingen uit deze periode wordt vaak tarwe gevonden; haver kennen we niet in het Nederlandse neolithicum. Tarwe (maar ook Haver) is een zelfbestuiver en dat betekent dat het vrijkomen van pollen uit het kaf met name zal hebben plaatsgevonden tijdens het dorsen en vooral het ontkaften. De graanpollen zijn dus een belangrijke aanwijzing voor akkerbouw in de nabije omgeving van de pingo-ruïne. Het verbouwen van akkerplanten gaat gepaard met kap van bos en de toename van planten die aangepast zijn aan menselijk ingrijpen, zoals Veldzuring (*Rumex acetosa*), Schapenzuring (*R. acetosella*) en Smalle weegbree (*Plantago lanceolata*). De duidelijke toename van grotere houtskoolfragmenten is een derde aanwijzing dat ontbossing in de nabijheid van de pingoruïne plaatsvond.

Veranderingen in bodemvochtigheid

In Noordwest-Europa heeft stijging van de zeespiegel na de laatste ijstijd grote invloed gehad op het landschap en de vegetatie, en daarmee ook op de mogelijkheden van de mens om zich te vestigen. De stijging van de zeespiegel leidde tot stijging van de grondwaterspiegel en had daarmee grote invloed op flora en fauna in het relatief vlakke Noord-Nederland. Informatie over de grondwaterstand kan worden afgeleid uit pollentaxa die indicatief zijn voor hoge of lage grondwaterstanden en uit het CaCO₃-gehalte in het sediment uit de pingoruïne. Het spectrum van water- en oeverplanten neemt toe in pollenzones 2A en 2B, met name van Veenmos (*Sphagnum*) en Eendekroos (*Lemna*). Dat betekent dat in de pingo-ruïne veel open water aanwezig was.

5. Conclusies

Het sediment in de pingoruïne TYP A2 bevat goed geconserveerd organisch materiaal. Dit stelt ons in staat de ontwikkeling in de vegetatie in kaart te brengen. Het oudste deel van het pollendiagram (pollenzone 1) maakt duidelijk dat er sprake was van een oerbos vooral bestaande uit Berk en Den. Gedurende de tijd nam het aandeel van Els toe. In pollenzone 2A is er dan sprake van een bos waarin els de boventoon voert. In pollenzone 2B is in het vegetatiebeeld het belang van het bos sterk afgenomen: er zijn veel open plekken ontstaan. Het bos bestaat grotendeels uit Els en Berk.

Aanwijzingen voor menselijke activiteiten zijn in pollenzone 1 afwezig. In pollenzone 2A zijn er de eerste kleinschalige aanwijzingen dat mensen ingrepen in het landschap. Het gaat namelijk uitsluitend om kleine pollenaantallen van plantensoorten die als 'cultuurvolgers' kunnen worden gezien: dit zijn planten die juist gedijen in vegetaties die door de mensen zijn beïnvloed. In pollenzone 2B zijn de aanwijzingen voor menselijke activiteiten overduidelijk. Het gaat om het voorkomen van pollen van granen (waarschijnlijk Tarwe), het teruglopen van pollen van diverse boomsoorten (wijzend op houtkap ten behoeve van de aanleg van akkers) en de toename van grotere houtskoolfragmenten (wijzend op het afbranden van de natuurlijke vegetatie).

6. Literatuur

- Bakker, R., 2003. *The emergence of agriculture on the Drenthe Plateau* [Groningen]. University of Groningen. 305.
- Behre, K.E., 1981. The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et spores* 23: 225-245.
- Beug, H.J., 2004. *Leitfaden der Pollen bestimmung für Mitteleuropa und Angrenzende Gebiete*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil Publications, Germany. 542.
- Bottema, S., Cappers, R., Kloosterman, A., 2003/2004. The pollen signal of early Neolithic farming along a habitation gradient in northern Drenthe. *Palaeohistoria* 45/46: 37-57.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Dull, R., Wirth, V., Werner, W., Paulissen, D., 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobot.* 18: 1-248.
- Fokkens, H., 1998. *Drowned landscape*. Assen: van Gorcum and Comp.
- Grimm, E.C., 2011. *Tilia ver. 1.7.16*. Illinois State Museum.
- Groenman van-Waateringe, W., 1986. Grazing possibilities in the Neolithic of the Netherlands based on palynological data. In: K.-E. Behre (ed.), *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*. Rotterdam: A.A. Balkema, 187-202.
- Heiri, O., Lotter, A.F., Lemcke, G., 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology* 25, 101-110.
- Kluiving, S., Guttman-Bond, E., 2012. Landscape Archaeology between Art and Science, Landscape and heritage studies proceedings, From a Multi- to an Interdisciplinary Approach. Amsterdam University Press: 560.
- Louwe Kooijmans, L. P., Van den Broeke, P.W., Fokkens, H., Van Gijn, A. L., 2006. *The Prehistory of the Netherlands*. University of Chicago Press: 844.
- Mook-Kamps, E., Bottema, S., 1987. Palynological investigations in the Northern Netherlands (The Drenthe Plateau). *Palaeohistoria* 29: 169-172.
- Moore, P.D., Webb, J.A., Collinson, M.E., 1991. *Pollen Analysis, second ed.* Blackwell Science Publications: Oxford: 216.
- Munsell, A.H., 1975. *Soil Color Charts. Munsell Color*, Macbeth: Baltimore. 10 pages nine charts.
- Patterson, W.A., Edwards, K.J., Maguire, D.J., 1987. Microscopic charcoal as a fossil indicator of fire. *Quaternary science review* 6 (3): 3-23.
- Punt, W., et al., 1976-1988. *The Northwest European Pollen Flora I-VIII*. Elsevier, Amsterdam vol. 1 (1976); vol. 2(1980); vol. 3 (1981); vol. 4 (1984); vol. 5 (1988).

Woelders, L., Bos, J.A.A., de Kort, J.W., Hoek, W.Z., 2016. Early Holocene environmental change and the presence of Mesolithic people in the Tungelroyse Beek vally near Mildert, the Netherlands. *Vegetation History and Archaeobotany* 25: 177-189.

van Zeist, W. 1995. Pollen analytical investigations in the northern Netherlands with special reference to archaeology. *Acta botanica Neerlandica* 4(1): 81. 1-81.

Veenstra, H.W., 2014. *Plangebied parkgebied Burgum, gemeente Tytsjerksteradiel; archeologisch vooronderzoek: een bureau- en karterend veldonderzoek*. RAAP-notitie 4690.

Bijlage 1. Overzicht tellingen

Deze tabel bevatten de telgegevens. Op de bovenste rij staat de dieptes vermeld die zijn onderzocht. Elke kolom bevat de resultaten van de telling van één monster. De kleuren in kolom 1 geven aan welke type vegetatie het behelst. Groen: bomen; oranje: kruiden en pollen die wijzen op menselijke activiteiten; blauw: vegetatie uit natte gebieden.

Diepte	100,5	120,5	130,5	140,5	150,5	160,5	170,5	180,5	190,5
Pollensom	345	501	641	892	468	531	752	561	505
AP	203	389	482	874	453	514	741	556	503
NAP	142	112	159	18	15	17	11	5	2
Fraxinus	1	5	0	1	0	0	1	1	0
Salix	1	1	2	0	0	0	7	35	5
Betula	68	125	112	19	20	37	95	136	211
Tilia	1	1	6	5	11	6	7	4	0
Fagus	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Alnus	89	151	250	790	305	388	409	223	15
Myrica	12	30	14	0	0	0	0	0	0
Quercus	9	23	31	29	29	42	34	33	0
Corylus	13	38	36	7	28	11	48	42	16
Carpinus	5	0	3	0	0	0	0	0	0
Pinus	3	6	20	7	55	20	135	70	254
Piceae	0	0	0	0	0	1	0	2	0
Ulmus	0	8	6	15	4	9	5	8	1
Taxus	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Cornus sanguinea	0	0	0	0	0	0	0	2	0
euonymus	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Rhamnus type	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Acer	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Plantago maritima	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Wild grass group	119	108	126	17	14	16	10	5	2
Artemisia	1	1	4	1	1	1	1	0	0
Rumex acetosa	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Avena-Triticum group	20	2	24	0	0	0	0	0	0
Plantago lanceolata	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Rumex acetosella	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Plantago indet	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Knautia arvensis	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Calluna vulgaris	29	36	44	7	7	1	12	5	0
Typha latifolia	5	2	8	2	3	2	0	1	1
Cyperaceae	44	43	52	11	35	48	15	8	5
Lemna	24	0	7	2	1	3	1	1	0
Myriophyllum verticillatum (B)	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Monolete spore	26	52	42	29	56	38	175	202	95
Sphagnum	33	44	43	1	11	8	18	17	1
Polypodium	0	0	2	0	12	4	3	1	0
Potamogeton	0	2	2	8	0	5	4	3	0
Urticaceae	2	4	0	1	1	1	2	0	0

Diepte	100,5	120,5	130,5	140,5	150,5	160,5	170,5	180,5	190,5
Lysimachia vulgaris	0	0	1	0	0	0	0	0	0
cf. Zannichellia	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Nuphar	0	0	1	1	1	0	0	1	0
Sparganium	0	1	5	0	1	1	5	0	0
Lythrum	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Narcissus	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Melampyrum	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Polygonatum	0	0	2	1	0	0	1	0	0
Apium	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Euphrasia	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Rhinanthus	0	1	5	1	0	1	0	0	0
Polygonum aviculare	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Mercurialis	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Mentha type	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Galium type	2	0	0	0	0	3	0	0	0
Brassicaceae	2	3	2	0	0	0	0	1	0
Sambucus ebulus	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Caltha type	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Hedera helix	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Lactuceae	10	3	9	0	0	1	2	1	0
Senecio	4	2	1	0	0	0	0	0	0
Matricaria	0	2	0	0	1	0	0	0	0
Chenopodiaceae	7	11	11	6	6	4	2	1	0
Apiaceae	1	0	2	0	0	0	0	0	0
Thalictrum	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Lobelia dortmanna	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Hypericum tomentosum	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Hypericum perforatum	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Ranunculaceae	10	2	5	10	5	1	6	1	0
Ranunculus acris	0	2	0	0	1	0	0	0	0
Solanum nigrum type	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Caryophyllaceae	2	2	2	0	0	0	0	1	0
Valeriana officinalis- Gruppe	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagopyrum	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Veronica	0	0	7	5	1	0	0	1	0
cf. Circium	0	0	0	0	1	0	0	0	0
cf. Hypericu perforatum	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Humulus lupulus	0	0	0	0	0	0	5	1	0
Iridaceae indet	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Lycopodium	23	24	81	60	74	14	19	14	2
Indet	76	33	84	48	94	72	46	21	3
Indet variety	26	7	15	7	9	10	8	7	0
Charcoal 100	1	0	2	0	1	1	0	0	0
Charcoal +50	1	2	4	0	6	2	0	0	0
Charcoal -50	753	1906	2391	402	321	375	570	248	91
RCharcoal	75	186	274	26	21	25	25	26	35

Diepte	100,5	120,5	130,5	140,5	150,5	160,5	170,5	180,5	190,5
Charcoal sum	830	2094	2671	428	349	403	595	274	126
Betula dyad	0	0	0	0	0	2	0	0	1
Alnus clump	0	0	1	3	2	5	1	2	0