

University of Groningen

Van hoog naar laag:

Woldring, Hendrik; Cleveringa, P; van Smeerdijk, D. G.

Published in:
Belgeo

DOI:
[10.4000/belgeo.11977](https://doi.org/10.4000/belgeo.11977)

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:
2006

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

Citation for published version (APA):

Woldring, H., Cleveringa, P., & van Smeerdijk, D. G. (2006). Van hoog naar laag:: migratie van Myrica gale in het Holoceen. *Belgeo*, 3, 219 - 241. DOI: 10.4000/belgeo.11977

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).

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.



Belgeo

Revue belge de géographie

3 | 2006

Geoarcheology, historical geography and paleoecology

Van hoog naar laag: migratie van *Myrica gale* in het Holoceen

Myrica migration in the Holocene

Piet Cleveringa, Hendrik Woldring et Dirk van Smeerdijk



Éditeur

Société Royale Belge de Géographie

Édition électronique

URL : <http://belgeo.revues.org/11977>

DOI : 10.4000/belgeo.11977

ISSN : 2294-9135

Édition imprimée

Date de publication : 30 septembre 2006

Pagination : 219-242

ISSN : 1377-2368

Référence électronique

Piet Cleveringa, Hendrik Woldring en Dirk van Smeerdijk, « Van hoog naar laag: migratie van *Myrica gale* in het Holoceen », *Belgeo* [Online], 3 | 2006, Online op 30 octobre 2013, geraadpleegd op 01 octobre 2016. URL : <http://belgeo.revues.org/11977> ; DOI : 10.4000/belgeo.11977

Ce document a été généré automatiquement le 1 octobre 2016.



Belgeo est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution 4.0 International.

Van hoog naar laag: migratie van *Myrica gale* in het Holoceen

Myrica migration in the Holocene

Piet Cleveringa, Hendrik Woldring et Dirk van Smeerdijk

Staatsbosbeheer verleende vergunning voor de boringen in het beekdal van het Lieveze Diep. Saskia Mulder assisteerde bij het veldwerk. De figuren 2 t/m 5 werden voor publicatie aangepast door Erwin Bolhuis. De determinatie van de houtmonsters werd uitgevoerd door Nicolien Bottema-Mac Gillavry. Ernst Taayke leverde de informatie over de archeologie van het gebied.

Inleiding

- 1 In het in de ondergrond van het noorden van Friesland en Noord-Holland aanwezige hoogveen is in de tweede helft van de vorige eeuw bij het paleobotanisch onderzoek aan dat hoogveen niet alleen de aanwezigheid vastgesteld van stuifmeel van *Myrica*, maar ook van niveaus met wortels van deze struik, met opvallende “wratjes” (bacterie). Daarnaast zijn er laagjes met bladeren, katjes en bladknoppen van gagel aangetroffen. Deze macroscopische aanwezigheid maakt duidelijk dat *Myrica* in voornoemde gebieden gedurende het Subboreaal en Subatlanticum deel heeft uitgemaakt van de hoogveenvegetatie (heide-/veenmosveen) en deze zo nu en dan zelfs domineerde. In de restanten van het kustveen dat nog in het mondingsgebied van de Schelde bewaard is gebleven ontbrak *Myrica*. Op sommige venige plekken in de Belgische kustvlakte daarentegen was *Myrica* in voornoemde periode duidelijk aanwezig.
- 2 De voorlopige uitkomsten van een gedetailleerd maar nog niet afgerond onderzoek naar het fossiele en het hedendaagse voorkomen van *Myrica gale* in Drenthe en de nieuwe inzichten omtrent de kustontwikkeling zijn reden om in deze publicatie aandacht te besteden aan het fossiele voorkomen van *Myrica* in de kustvenen van Friesland, Noord-Holland, Zuidwest-Nederland en België. Een ander argument is gelegen in de belangstelling die C.Verbruggen de afgelopen decennia voor deze problematiek aan de

dag legde. Hoge waarden voor *Corylus* in de hoogveengebieden van de Belgische kustvlakte kwamen hem vreemd voor. Hij plaatste vraagtekens bij de determinatie van stuifmeelkorrels van de hazelaar. De aanwezigheid van *Myrica* in de vegetatie leek waarschijnlijker. Dat bleek na hernieuwde determinatie het geval te zijn. Het contact hieromtrent tussen Verbruggen en de auteurs van dit artikel leidde gaandeweg tot meer inzicht in de wijze waarop *Myrica* in het Holoceen zijn areaal in het kustgebied van België en Nederland heeft weten uit te breiden.

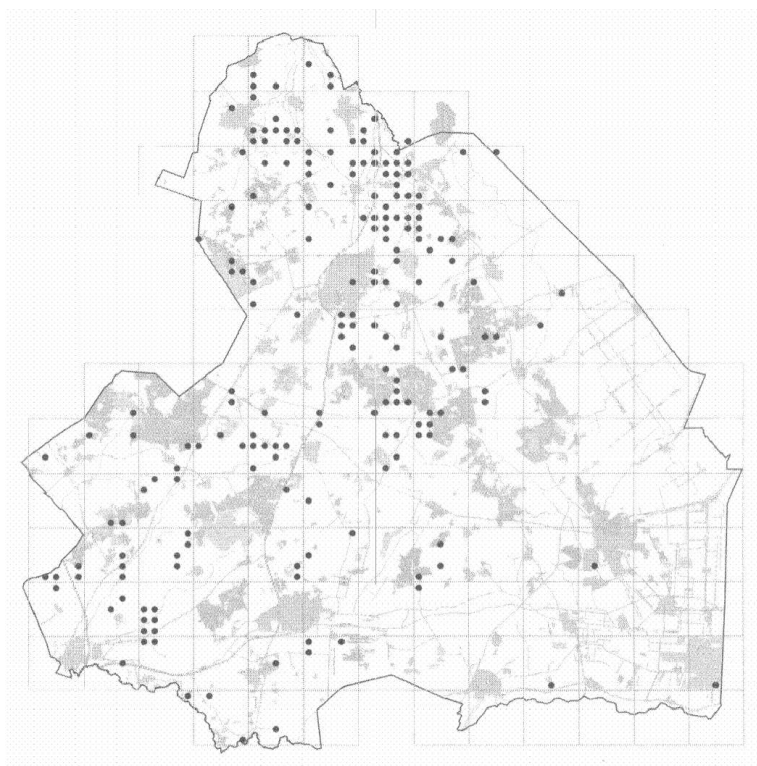
- 3 Destijds leek de veronderstelde relatie tussen het voorkomen van *Myrica* en het klimaat – *Myrica* is een amfiatlantische struik – een uitgemaakte zaak. Recent onderzoek aan actuele en fossiele situaties in Drenthe (door de tweede auteur van dit artikel) maakt echter duidelijk, dat bij de uitbreiding van de *Myrica*-vegetatie de mens een rol heeft gespeeld. Bij langduriger regulering van de waterhuishouding door de mens, met als resultaat grondwaterstandverlaging, blijkt o.a. in de thans nog resterende veengebieden en in de huidige beekdalen van Drenthe dat *Myrica* snel terrein verliest. Bij menselijke activiteit van beperkte omvang en van relatief korte tijdsduur, zoals het graven van sloten, weten berk en gagel concurrentievoordeel te behalen uit de ontstane horizontale grondwaterstroming: ze breiden uit in de zoomvegetaties van de dalen en/of slaan soms massaal op in het veen. Op natte zure plekken leidt dit zelfs tot dominantie van *Myrica*.
- 4 Gaan deze op het eerste gezicht paradoxaal aandoende ontwikkelingen in actuele situaties ook op voor fossiele situaties? En leveren de waarnemingen uit de tweede helft van de vorige eeuw als gevolg van de toegenomen kennis over het kustgebied nieuwe inzichten op omtrent de wijze waarop de areaaluitbreiding van *Myrica* is verlopen?
- 5 In dit artikel wordt eerst de huidige stand van zaken in het *Myrica*-onderzoek op het Drents Plateau behandeld. Vervolgens wordt het een en ander dat betrekking heeft op het onderzoek in Noord-Nederland en Noord-Holland toegelicht en wordt uitgelegd hoe en waarom *Myrica* gestaag zijn areaal naar het kustgebied kon uitbreiden. Discussiepunten komen aan de orde en er worden conclusies getrokken.

Wilde gagel op het Drents plateau

Huidige verspreiding op het Drents Plateau

- 6 De Atlas van de Drentse Flora (Werkgroep Florakartering Drenthe, 1999) rekent Wilde gagel (*Myrica gale* L.; hierna gagel genoemd) oecologisch tot de heide- en veenplanten, meer specifiek tot de groep van planten van natte heiden.
- 7 De verspreiding vertoont grote regionale verschillen. Gagel wordt het meest aangetroffen in Noord-Drenthe, vooral in het gebied van de Drentse Aa. Concentraties van vindplaatsen liggen verder ondermeer langs de Elperstroom en Beilerstroom. Gagel is opmerkelijk afwezig in enkele grote vochtige heidecomplexen als het Dwingelderveld, Hijkerveld en Witterveld (fig. 1).

Figuur 1. Verspreiding van *Myrica gale* in de provincie Drenthe.



BRON: ATLAS VAN DE DRENTSE FLORA

- 8 Ruim een derde van alle vegetatieopnamen met gagel betreft groeiplaatsen in vennen, vochtige heide en opslagbosjes in heidevelden, maar de frequenties zijn hier laag. Naast de locaties die we als gagelstruwelen aanduiden zijn wilgstruwelen en laagveenmoerassen favoriete groeiplaatsen. Gagel is na 1970 in 195 kilometerhokken (van de ca. 2822) aangetroffen.
- 9 Gagel groeit vooral op (matig) voedselarme, zure, venige plaatsen met een licht wisselende grondwaterstand, waarbij de bodem 's zomers niet uitdroogt en waar enige toevoer van mineraalarm grondwater plaatsvindt. Deze omstandigheden worden vooral gevonden op de overgangen van heidevelden naar de beekdalen, in de randzone van hoogvenen en langs de oevers van sommige vennen. Vaak wordt gagel in deze terreinen vergezeld van beenbreek (*Narthecium ossifragum*), een soort die eveneens voorkeur heeft voor plaatsen met horizontaal bewegend grondwater (Schaminée *et al.*, 1995 p. 302). Uitgebreide, dichte struwelen van gagel zijn te vinden in het Bongveen bij Donderen, de Gasterense Duinen bij Gasteren en het Sliekerveen bij Lheebroek. Gagel kan na verdroging of het wegvallen van kwelstromen nog lang standhouden. Nieuwe vestigingen via zaad worden zelden waargenomen (Werkgroep Florakartering Drenthe, 1999). Kiemproeven tonen aan dat licht essentieel is voor kieming van de zaden (Krochmal, 1974).
- 10 Gagel stond plaatselijk bekend als Gaogelbos en Vlooiensbossie of vlooienskruud. Gagelblad vormde in de Middeleeuwen een belangrijk bestanddeel van gruit, een kruidenmengsel, gebruikt bij de bierbrouwerij. De Heer van Ruinen en de Schout van Eelde bezaten destijds het gruitrecht, een monopolie op de verkoop van gruit. Gagelbladeren werden verder onder de benaming "Drentse thee" gebruikt als middel tegen huidziekten. Het gebruik voor verschillende doeleinden geeft aan dat gagel in het verleden in Drenthe algemeen

voorkwam (Werkgroep Florakartering Drenthe, 1999). Vermoedelijk is de soort sterk achteruitgegaan (Weeda *et al.*, 1985).

- 11 Net als bij de zwarte els (*Alnus glutinosa*) komen ook bij gagel wortelknolletjes voor waarin stikstof vastgelegd wordt. Bij de zwarte els is de symbiont een endofytische (in de wortels levende) schimmel (*Frankia subtilis* Brunch). Volgens Youngken (1919) gaat het bij gagel echter om een actinomyceet (*Actinomyces myricarium*), terwijl Bottomley (1919) een bacterie met de naam *Pseudomonas radicolica* verantwoordelijk houdt voor de fixatie van stikstof (Hegi, 1981). Ook Barkman (1992 p. 229) noemt symbiotische actinomyceten als veroorzakers van de wortelknolletjes. De hoeveelheid door gagel vastgelegd nitraat kan 35 kg per ha per jaar bedragen en zo een zekere mate van eutrofiëring bewerkstelligen.
- 12 Gagel herstelt zich goed na brand. Gagelstruweel in een heideveldje bij Roden (gemeente Noordenveld) dat in het vroege voorjaar van 2003 afbrandde, had na twee groeiseizoenen vrijwel de hoogte van de verbrande struikjes (waarneming H.Woldring).
- 13 De beworteling van *Myrica* is op natte groeiplaatsen oppervlakkig. Bij het verzamelen van wortelhout voor referentiemateriaal bleek met de uitgezochte struik ook het omringende struweel inclusief het doorwortelde substraat omhoog te komen. Het wortelstelsel was als het ware uitgespreid op de wat moerige grond eronder, het restant van een voormalig veenpakket. Het substraat van halfverteerd blad en humus voorziet de planten van water en nutriënten. Op drogere groeiplaatsen zorgt het dieper liggende grondwater voor overheersend verticale beworteling.

Palynologie van *Myrica* op het Drents Plateau

- 14 Pollen van *Myrica* vertoont gelijkenis met dat van Hazelaar (*Corylus avellana*). Omdat *Myrica gale* de enige representant van het geslacht *Myrica* in ons gebied is, kan het pollen op soortniveau gedetermineerd worden. Verwarring (met *Corylus* en eventueel *Betula*) kan ontstaan bij slechte conservering. Een nadeel is de matige pollenverspreiding, maar met zijn gebondenheid aan natte standplaatsen is er een redelijke kans op presentie in de pollenneerslag. Het specifieke regiem waaronder gagel gedijt maakt uitspraken met betrekking tot plaatselijke en regionale veranderingen in de palaeohydrologie van een gebied mogelijk.
- 15 *Myrica* behoort tot de groep van windbestuivers, maar de pollenverspreiding is gering in vergelijking met de andere anemofiele taxa. Het stuifmeel zou bij windstil weer in de napvormige schutbladen van de bloeiwijze terecht komen en vervolgens door de wind verspreid raken (Hegi, 1981). De pollenanalyse van twee oppervlakte monsters van een heideterrein in de gemeente Noordenveld (coördinaten: 573.9-223.7) geven het volgende resultaat; op 1m afstand van gagelstruweel 30,9%, op 25 m van het dichtstbijzijnde struweel 1,6% *Myrica*.
- 16 In de meeste pollendiagrammen komt *Myrica* niet voor omdat het pollen niet werd gevonden, of omdat het bij *Corylus* werd gerekend. Tabel 1 geeft een (niet volledig) overzicht van noord-Nederlandse pollendiagrammen, waarin *Myrica* een gesloten curve heeft of in meerdere spectra vertegenwoordigd is. Diagrammen met incidentele aanwezigheid van *Myrica* en diagrammen waarvan de datering van de biostratigrafische zones onduidelijk is, zijn buiten beschouwing gelaten.

Tabel. 1 Overzicht van het voorkomen van *Myrica gale* in Noord-Nederlandse pollendiagrammen: + = <1 %: ++ = 1%- 5%: +++ = > 5 %.

	B	A	SB	SA vr.	SA laat
Ganzemeer	+				
Valthe	+				
Glimmer Es		+			
Moespot		+	+++		
Reestdal (bo)		++	+++	+++	
Reestdal (m)		++	+++	+++	
Reestdal (be)		+++	+++	+++	+++
Bruntinge			+		
Fochteloërveen			+++	+++	
Hazematen I			+	+	+
Hazematen II			+	+	
Matsloot			++	+	
Stiefveen		+	+		
Roswinkel			+	+	+
Klaarkamp				++	
Bargercompasc.			+	+	
Bommelier I				+	
Emmen				+	
Bunnerveen					+

B = BOREAAL; A = ATLANTICUM; SB = SUBBOREAAL; SA VR. = SUBATLANTICUM VROEG; SA LAAT = SUBATLANTICUM LAAT

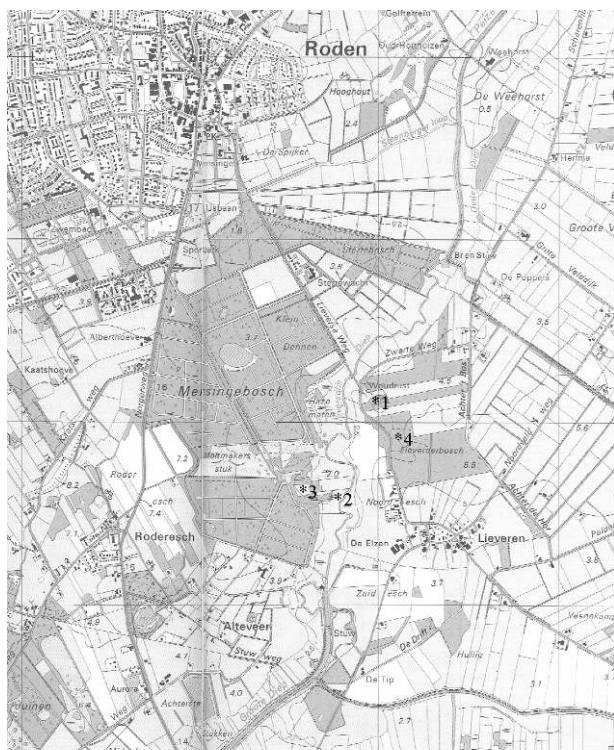
- 17 De tabel indiceert de vroegste voorkomens van *Myrica* in Noord-Nederland tijdens het Boreaal. Het betreft de centraal op het Drents Plateau gelegen pingo Valthe, en de pingo Ganzemeer aan de noordrand van het plateau. Hoewel gage na het Boreaal kennelijk van deze locaties verdwenen is vertoont het aantal registraties in de diagrammen voor het tijdvak van het Atlanticum een duidelijke toename. In het Late Holoceen nemen zowel de frequentie als de aantallen sterk toe, met name vanaf eind Subboreaal en begin Subatlanticum. Een aantal diagrammen vertoont vanaf die tijd een al dan niet gesloten curve, maar alleen in de hoogveengebieden van het Fochteloërveen en Zuidoost-Drenthe en het beekdal van de Reest worden waarden van betekenis bereikt. In de overige diagrammen, met uitzondering van Matsloot, in het Gronings-Drentse veenweidegebied, wordt de 1 %-grens zelden overschreden. Gedurende het late Subboreaal en het (vroeg) Subatlanticum kwamen de meest gunstige habitats voor in de grote venen van Noord-Nederland.
- 18 Pollendiagrammen van het Duitse kustgebied (*Siedlungskammer Flögeln* in de Elbe-Weser-regio, Behre & Kuçan, 1994; Menke, 1968) vertonen sterke overeenkomsten met de Noord-Nederlandse, althans wat de presentie van *Myrica* in tijd betreft. Ook hier neemt de frequentie vanaf het Boreaal geleidelijk toe, met dien verstande dat het vanaf ca. 4000 BP in de meeste diagrammen tot hoge scores komt, vaak vele tientallen procenten. Alleen de hoogveengebieden in het zuidoosten van Drenthe en het Fochteloërveen halen vergelijkbare aantallen. In de *Siedlungskammer Flögeln* vinden we, naast hoogvenen, dalopvullingen (*Graben*) en een aantal pingo-achtige vormen die in de loop van de tijd met veen zijn opgevuld. Volgens de onderzoekers zijn de laatste, op grond van

geomorfologische kenmerken, doodijskuilen (Duits: *Kesselmoor*). De verspreiding van *Myrica* in het gebied tussen Elbe en Weser werd waarschijnlijk sterk begunstigd door de overheersend zandige tot iets lemige, kalk- en voedselarme bodems, de zogenaamde Geest (Overbeck, 1975).

Onderzoek Lieverder Noordbos (pollendiagram LNB-I)

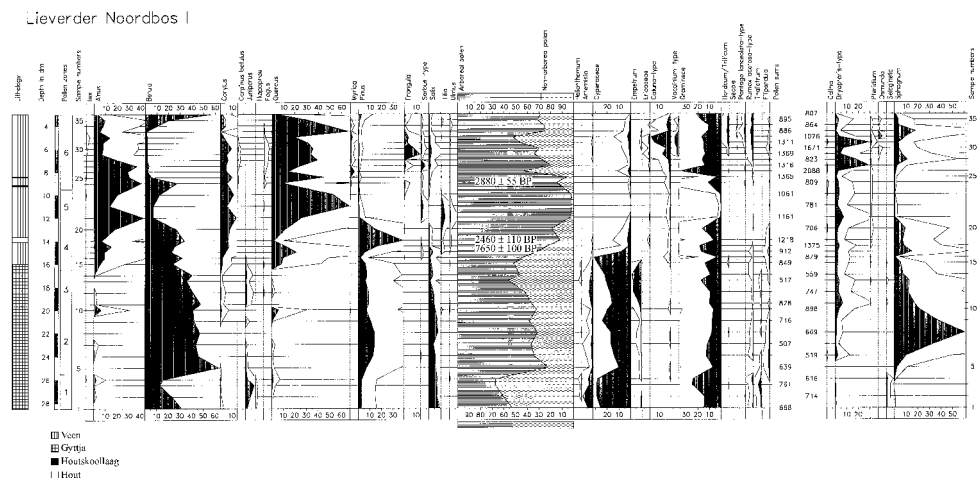
- 19 Het nog lopende palynologisch onderzoek van afzettingen in het Noordenveld (gemeente Noordenveld) heeft tot op heden een achttal pollendiagrammen opgeleverd. Drie van deze diagrammen komen van locaties uit de middenloop van het beekdal van het Peizerdiep, dat ter plaatse het Liever(en)s(ch)e Diep genoemd wordt (fig. 2). Het is het enige niet genormaliseerde, vrij sterk meanderende traject in het stroomdal. Eén van deze diagrammen is afkomstig van een afzetting uit een pingoruïne in het Lieverder Noordbos (LNB-I; fig. 3). Dit diagram wordt besproken vanwege een fragment wortelhout van *Myrica* in de boorkern, dat volgens de C-14 datering veel jonger is dan het sediment van deze diepte. Het hout werd op 137-140 cm in het sediment aangetroffen, terwijl de *Myrica* curve in het diagram rond 100 cm begint.

Figuur 2. Topografische kaart van het gebied met de boorlocaties van Lieverder Noordbos en Hazematen.



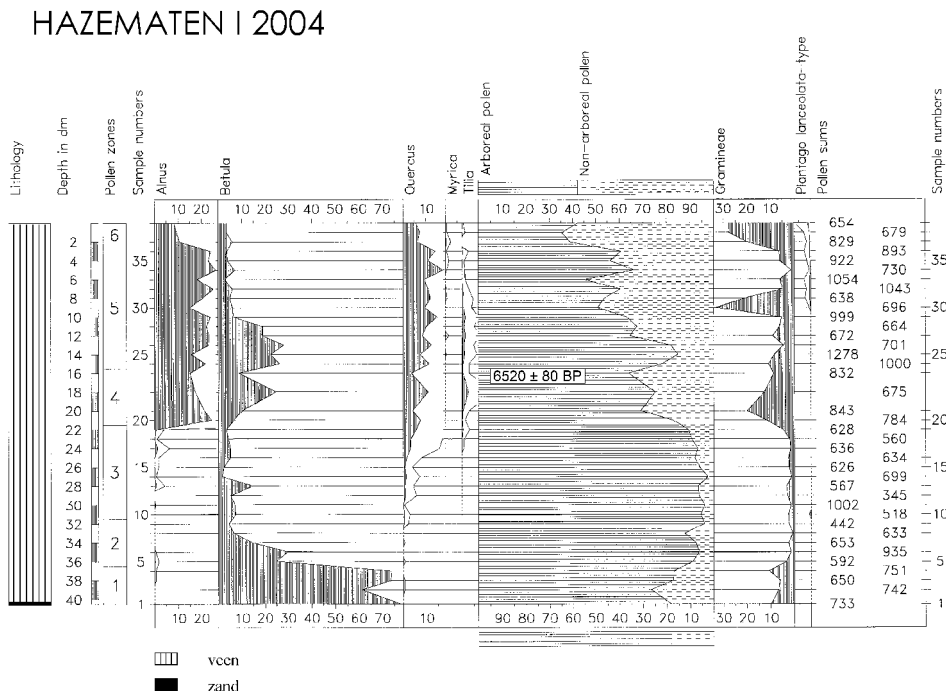
1=LNB I, 2=HM II, 3=HM I, 4=LNB II.

Figuur 3. Het pollendiagram Lieverder Noordbos-I (LNB-I) met een selectie van de belangrijkste pollentypen.

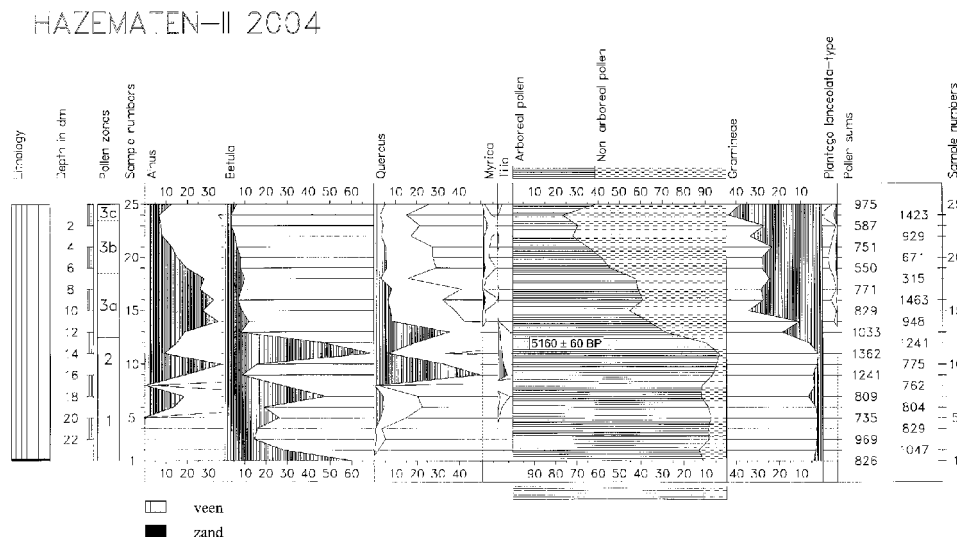


- 20 LNB-I (ca. 2m +NAP: coördinaten 226.0-571.1) ligt in de rand van het beekdal, dat hier tamelijk rijk aan relief is. De pingo ligt binnen de 2,5 m hoogtelijn, die in dit gedeelte van het Peizerdiep de begrenzing van het beekdal aangeeft (fig. 2). Een tweede pingo (LNB-II: ca 4m +NAP) ligt op ca. 250 m ten zuidoosten van LNB-I. De boring in LNB-I had plaats in het zuid-centrale gedeelte van de pingo.
- 21 In het pollendiagram is een selectie van de belangrijkste pollentypen opgenomen. Ter referentie komen de diagrammen van de nabijgelegen Hazematen (HM-I: fig. 4: HM-II fig. 5) ter sprake, vooral in verband met de interpretatie en datering van de pollenzones en -spectra van LNB-I. In deze diagrammen is *Myrica* in geringe aantallen aanwezig, in HM-I met een niet gesloten curve. Gagel is globaal vanaf het midden van het Subboreaal aanwezig.

Figuur 4. De in de tekst besproken pollentypen van het diagram Hazematen-I (HM-I).



Figuur 5. De in de tekst besproken pollentypen van het diagram Hazematen-II (HM-II).



- 22 De huidige vegetatie van de pingo LNB-I bestaat voornamelijk uit riet (*Phragmites australis*), georde wilg (*Salix aurita*), plaatselijk ook (deels dode) berk (*Betula pubescens*) en els (*Alnus glutinosa*). Het Lieverder Noordbos is rijk aan zomereik (*Quercus robur*), hulst (*Ilex aquifolium*), hazelaar (*Corylus avellana*) en (deels geplante) beuk (*Fagus sylvatica*).

Tabel 2. DATERINGEN (conventionele 14C).

GrN-29497 LNB-I	87-89 cm organische fractie	2880 ± 55 BP
GrN-28984 LNB-I	137-141 cm houtfragment Myrica	2460 ± 110 BP
GrN-29498 LNB-I	143,5-145 cm organische fractie	7650 ± 100 BP
GrN-29820 HM-I	160-164 cm organische fractie	6520 ± 80 BP
GrN-29584 HM-II	130-132,5 cm organische fractie	5160 ± 60 BP

Archeologie

- 23 Het hunebed van Steenberg ligt ca. 4 km ten zuidwesten van de pingo LNB-I op de rand van hetzelfde beekdal, dat hier de naam Groote Diep draagt. De datering van het hunebed ligt rond 4700 BP. Bij Lieveren zijn Mesolithische en Neolithische vuursteenafslagen gevonden. Aan de zuidoostkant van het dorp zijn de resten van een urn uit de vroege IJzertijd aangetroffen. Van dit gebied zijn ook enkele (nu verdwenen) tumuli bekend (E.Taayke, pers. mededeling). In Roden-West zijn grondsporen van een boerderij uit de midden-Bronstijd aangetroffen (Harsema, 1993). In de nabije omgeving is een pot gevonden met een datering in de IJzertijd (ca. 700 BC). De inhoud bestond uit graanresten (bedekte gerst en emmer) en houtskool van els (*Alnus* sp.) en enkele andere boomsoorten (Taayke, 1993).

Geologie en hydrologie

- 24 Op drie plaatsen in het Noordenveld komen potkleiafzettingen (Formatie van Peelo) binnen -1.40 m van het maaiveld voor (fysisch-geografische kaart van Drenthe). Het beekdal van het Lieverse Diep vormt de westgrens van zo 'n complex dat zich ten noorden van het dorp Lieveren uitstrekt. Ook ten noordwesten van Roden en bij Roderwolde/Foxwolde zijn potkleiafzettingen aanwezig. Door uitgebreide erosie in het verleden is slechts op een aantal plaatsen nog keileem (Formatie van Drenthe) aanwezig, onder andere bij het Lieverse Diep. In de omgeving van het beekdal liggen dekzandpakketten (Formatie van Boxtel) aan het aardoppervlak, wat in de afgelopen eeuwen vooral in de middenloop aanleiding heeft gegeven tot enige duinvorming.
- 25 De hydrostatische drukverschillen van de slecht waterdoorlatende potkleiafzettingen zijn de oorzaak van hoge kwelintensiteit in het beekdal. De kwel wordt hoofdzakelijk met het tweede watervoerende pakket (diep grondwater) aangevoerd. Waar potklei in de ondergrond voorkomt vindt aanrijking met calcium plaats. De kwel uit het eerste watervoerende pakket (ondiep grondwater) is minder basenhoudend vanwege de kortere verblijftijd en het transport door grondlagen, die vaak in sterke mate ontkalkt zijn. Plaatselijk is de kwel rijk aan ijzer, wat zich uit in sterke roestverschijnselen (Everts & de Vries, 1991).

Pollenzones Inb-i (fig. 3)

- 26 De pollenzones 1-3 vertegenwoordigen het Laat-Glaciaal. Zone 1 (spectra 1-4): pollenassemblages met *Hippophaë*, *Juniperus*, *Helianthemum*, *Artemisia* en *Selaginella* zijn karakteristiek voor de Vroege Dryas. Zone 2 (spectra 5-10): de toename van *Betula* is kenmerkend voor de Allerød. Zone 3 (spectra 11-14): lagere AP waarden en (enige) toename van *Empetrum*, *Artemisia* en *Helianthemum* zijn kenmerkend voor de Late Dryas.
- 27 Het Preboreaal, alsmede (een groot deel van) het Boreaal ontbreken in het diagram. Zone 4 (spectra 15-20) en Zone 5 (spectra 21-23) omvatten het Atlanticum. *Quercus*, *Tilia* en *Corylus* zijn de belangrijkste “droge” componenten van het Atlantische bos. Zone 6 vertegenwoordigt (ongeveer) de laatste 500 jaar van het Subboreaal (spectra 24 en 25) en het Subatlanticum (spectra 26-36), waarvan de jongste helft grotendeels ontbreekt.

Eikenbos, bronstijdboeren en *Myrica*: een interpretatie

- 28 In de context van dit artikel wordt nader ingegaan op de palaeoecologische aspecten van *Myrica*. Vanaf ca. 3000 BP, of enige tijd daarvoor, heeft *Myrica* een gesloten curve, maar in slechts een enkel spectrum wordt meer dan 1% gehaald. Vermoedelijk is gagel het meest verbreid tijdens de periode die wordt vertegenwoordigd door spectrum 26.
- 29 De uitbreiding van gagel kan zondermeer in verband worden gebracht met verstoring van de natuurlijke situatie door de mens. *Myrica* verschijnt vrijwel tegelijk met de met boerenactiviteiten verbonden *Plantago lanceolata*. De forse daling van het pollen van de eik in spectrum 24 is ongetwijfeld het resultaat van een grote brand geweest, die het omringende bos in de as legde. Op 92 cm, 3 cm onder het niveau van de datering van 2880 BP, werd een 1- 1,5 cm dikke houtskoollaag gevonden met fragmenten tot maximaal 5 mm, wat brand in de onmiddellijke omgeving van de pingo impliceert. Mogelijk is brand in de depressie de oorzaak van het hiaat op de grens van zones 5 en 6. Een tweede, ca. 0,5 cm dikke laag houtskool is op 85 cm (spectrum 25) diepte aanwezig. De donker gekleurde houtskoolagen lieten zich in het veld goed onderscheiden van het bruin- tot grijskleurige veen in dit traject (het kleurcontrast vervaagde na korte tijd).
- 30 De pollenanalyse van LNB-II is nog niet afgerond, maar ook in de afzetting van deze pingo, 250 m ten zuidoosten van LNB-I, werd op 66 cm een houtskoollaagje gevonden, dat vermoedelijk correleert met één van de branden in LNB-I.
- 31 Het pollenbeeld suggereert dat de houtskoollaag op 92 cm in LNB-I samenvalt met beginnende ontbossing, maar we dienen bij het begin van zone 6 rekening te houden met een hiaat in de sedimentatie. Mogelijk heeft de (toenmalige) bovenste veenlaag ook in brand gestaan.

Pollendiagrammen Hazematen I en II in vergelijking met LNB-I

- 32 Het feitelijke begin van de aantasting van de oorspronkelijke vegetatie wordt veel duidelijker gesignaleerd in het diagram HM-II, waar de eerste AP afname op grond van de C14 datering iets voor 5100 BP ligt. De boorlocatie van HM-II ligt in het beekdal (fig. 2), een halve kilometer ten zuiden van LNB-I. Bij nadere inspectie in het lab werd in de boorkern van HM-II op 143 cm een dun laagje houtskool vastgesteld.

- 33 Het vroege tijdstip van de beginnende ontbossing is verrassend. Het Noordenveld, de “Kop van Drenthe”, verschilt van de Drentse zand- en keileemgebieden door de relatief lage ligging (0-5 m -NAP). Op veel plaatsen komt hier zware potklei voor, die een effectieve drainage verhindert. Om deze reden wordt vaak aangenomen dat het gebied later dan de hogere delen van het plateau door de mens is ontgonnen.
- 34 Het begin van de *Myrica* curve in HM-II valt ongeveer samen met een sterke uitbreiding van els (*Alnus*) in het beekdal. Deze uitbreiding lijkt een reactie op de ontbossing van het gebied die een grotere wateraanvoer en vernatting van het beekdal tot gevolg had. Met deze soorten breidt ook Smalbladige weegbree uit, min of meer identiek aan het beeld in LNB-I. In beide diagrammen volgt op de destructie van het eikenbos uitbreiding van pioniervegetatie met *Betula*, waarna een tijdelijk herstel van het eikenbos volgt.
- 35 Opvallend is het geringe signaal in het diagram HM-I (fig. 4) van de gebeurtenissen in het beekdal. Deze locatie ligt op de rand van het beekdal, slechts 200 m ten westen van HM-II. Het huidige maaiveldniveau ligt circa een meter boven dat van HM-II, een situatie die al min of meer bestond aan het begin van het Subboreaal (start zone 5 in HM-I). We zien geleidelijk dalende AP-waarden, maar “tegen de regels in” zet de daling al in het vroeg Atlanticum in, om begin Subboreaal zelfs nog wat sterker te worden. Het verschijnen van smalle weegbree (*Plantago lanceolata*) en de sterke uitbreiding van grassen (Gramineae) in spectrum 30 in HM-I valt in tijd ongeveer samen met de branden in LNB-I aan het eind van het Subboreaal. Gagel komt vanaf het vroege Subboreaal in enkele spectra voor, maar eerst in de loop van het Subatlanticum is er een gesloten curve met waarden van maximaal 0,2 %.
- 36 De brand in HM-II (houtskoollaagje op 143 cm) vindt plaats juist voor de eerste daling van de AP-curve (vanaf spectrum 12). Gezien de afwezigheid van dit signaal in HM-I lijkt de omvang van deze brand beperkt. Het ziet er dan ook niet naar uit dat men hier bezig was grazige plaatsen voor vee te maken. Kleinschalige akkerbouw in het rond 5100 BP nog vrij droge beekdal is natuurlijk mogelijk, maar palynologisch is hiervoor geen bewijs. Het is ook merkwaardig dat men daarvoor het beekdal onder handen nam en niet de nabijgelegen hogere flanken, die daarvoor geschikter lijken dan het beekdal zelf.
- 37 Ook met betrekking tot de branden in LNB-I valt te bezien of vergroting van het areaal grasland of akkerland het doel was. Gezien de datering is een connectie met de aanwezigheid van omvangrijke ijzeroerafzettingen in de middenloop van het Peizerdiep eveneens mogelijk. De kwel is door de hier aanwezige potklei uitermate rijk aan ijzer dat bij contact met de lucht als ijzeroxide wordt afgezet (Everts & De Vries, 1991). Al voor de ijzertijd werd hier en daar in Europa met ijzer geëxperimenteerd (pers. meded. J.N. Lanting). Een verband tussen de eerste brand en ijzerertswinning zou gezien de tijd, eind midden-, begin late bronstijd, minder waarschijnlijk zijn. De datering van de tweede brand, eind late bronstijd, sluit zo'n relatie echter niet uit.

Hydrologische veranderingen LNB-I

- 38 In loofbos is de verdamping aanzienlijk groter dan in andere vegetatietypen. Zo bedraagt de jaarlijkse verdamping van bosvegetaties 450-600 mm en van heidevegetatie 450-500 mm (Bakker, 1984). De jaarlijkse verdamping van schraal grasland is 300-500 mm, van bouwland 350-450 mm (Spek, 2004). Onderzoek in Solling in Duitsland heeft aangetoond dat in beukenbos iets meer dan de helft (572 mm) van de gemiddelde jaarlijkse neerslag (1025 mm) aan het grondwater wordt toegevoegd (Härdtle *et al.*, 2004). In vergelijking met

andere vegetatietypen infiltreert in bosgebieden derhalve minder water in de bodem, is de grondwaterstand lager en wordt minder water afgevoerd.

- 39 Ontbossing door kap of brand leidt in de regel tot een stijging van de grondwaterstand en vernatting van de omgeving. Een studie naar de effecten van ontbossing op de keileemplateaus geeft aanwijzingen voor een potentiële stijging van het grondwaterpeil tussen 20 en 60 cm (Spek, 2004). Kwalitatief leidt ontbossing tot een sterke uitspoeling van mineralen als calcium, aluminium en ijzer en een sterk toegenomen toevoer van deze stoffen naar de beekdalen (Bakker op citaat in: Everts & De Vries, 1999 p. 23).
- 40 Hieruit valt af te leiden dat de ontbossing veranderingen in de grondwaterstromen kan hebben gegenereerd, wat consequenties kan hebben gehad voor het nutriëntenbestand en de pH van het water in de pingo:
1. De hogere grondwaterstand in de zomer leidt vroeger in het najaar tot verzadiging van de bovenste bodemlaag.
 2. De toevoer naar de pingo van oppervlakkig afstromend water en van ondiep grondwater met een korte verblijftijd naar de pingo neemt toe, met name in het winterhalfjaar.
 3. Het relatieve aandeel van het diepe grondwater neemt waarschijnlijk vanaf de eerste AP-afname (spectrum 23) geleidelijk af.
- 41 Voor de waterhuishouding van de pingo zijn de belangrijkste gevolgen een grotere dynamiek en toename van de waterafvoer door de pingo naar het beekdal. De consequenties voor het nutriëntenbestand en de zuurgraad van het water zijn niet gemakkelijk vast te stellen. De dekzand- en keileemlagen van het eerste watervoerende pakket zijn door verwerking in grote mate ontkalkt. Ook de bovenste 1 à 2 meter van de potklei bevat weinig kalk, waardoor de verrijking van het ondiepe grondwater relatief gering is (Everts & De Vries, 1991). In principe leidt de verminderde aanvoer van basenrijk diep grondwater en de grotere aanvoer van basenarm ondiep grondwater daarom tot een daling van de pH van het aangevoerde water. Waarschijnlijk echter zal vanwege de grotere doorvoer van regenwater door de ondiepe bodemlagen extra calcium uitspoelen (Bakker, 1984), waardoor de verzuring via regenwater althans ten dele gecompenseerd wordt. De gyttja- en veenafzettingen zijn overigens nagenoeg kalkloos (geen reactie met zoutzuur).
- 42 De plaatselijke terreingesteldheid is zodanig dat het (grond)water van de noord-, oost- en zuidzijde naar de pingo wordt gevoerd. Een lage rug aan de westkant vormt de scheiding met het beekdal waardoor zich een relatief hoog waterniveau in de pingo kan handhaven. Onder natuurlijke omstandigheden (zonder aangelegde waterlopen) zou overtollig water via deze richel naar het beekdal worden afgevoerd.
- 43 De sterkere wisselingen in het waterniveau en de toename van lateraal watertransport in de pingo als gevolg van de ontbossing zijn factoren die het Myricetum bevoordelen ten opzichte van syntaxonomisch verwante vegetaties als de klasse der wilgenbroekstruwelen (Franguletea), die met name schommelingen in de waterstand slecht verdragen (Stortelder *et al.*, 1999). Als een van de weinige planten is gagel uitstekend aangepast aan sterke variatie in het waterniveau. Deze factoren hebben in de vegetatieontwikkelingen waarschijnlijk een grotere rol gespeeld dan veranderingen in de zuurgraad, die gezien de vrij ruime zuurgraadtolerantie van gagel (pH range 3.5-6) waarschijnlijk van ondergeschikt belang waren.
- 44 Vanaf spectrum 27 indiceert de toename van soorten uit de klasse der wilgenbroekstruwelen (Franguletea), zoals sporkehout (*Frangula alnus* = *Rhamnus frangula*)

en wilg een meer stabiel en lager waterniveau, wat vermoedelijk samenhangt met een zeker herstel van het eikenbos. De geringe toename van *Salix* werd waarschijnlijk veroorzaakt door uitbreiding van geoorde wilg (*Salix aurita*) en/of grauwe wilg (*S. cinerea*). Het zijn soorten die op weinig substraat groeien, extreem zure en voedselarme omstandigheden mijden en, zoals aangegeven, geen grote wisselingen in waterstand verdragen. Grauwe en geoorde wilg kunnen in dieper water groeien, maar sporkehout verdraagt geen “staand water” (Weeda *et al.*, 1987, deel II p. 178).

- 45 Wilgenbroekstruwelen vormen natuurlijke mantelgemeenschappen, onder meer als randzone van elzenbroekbossen. Secundair komen wilgenbroekstruwelen tot ontwikkeling op plaatsen waar elzenbos wordt gekapt (Stortelder *et al.*, 1999: Deel V p. 109). De vrij plotselinge daling van els (*Alnus* sp.) in het diagram zal inderdaad het gevolg zijn van kap en niet van vernatting. Uit de toename van varens (*Dryopteris*-type) kan zelfs een tendens naar wat drogere locale omstandigheden worden afgeleid. De curve van veenmossen (*Sphagnum*) lijkt daarmee overigens in tegenspraak.
- 46 De curve van *Myrica* begint in spectrum 23, wat betekent dat gagel zich voor de brand in de depressie vestigde. Gagel kan alleen via zaad nieuwe gebieden koloniseren. Sinds 1970 zijn in Drenthe geen nieuwe vestigingen van *Myrica* vastgesteld, ondanks het feit dat de soort een ruime verspreiding heeft (Werkgroep Florakartering Drenthe, 1999). Dit wekt de indruk dat optimale kiemingscondities op het Drents Plateau tegenwoordig nagenoeg afwezig zijn. Een voorwaarde voor de kieming van zaden is veel licht, dus (vochtige) plaatsen zonder vegetatie zijn vooral geschikt. Skene *et al.* (2000) noteren: “*Myrica gale* seeds require extended exposure to light for germination. It has been suggested that this mechanism may ensure that germination occurs only when the seed is located on relatively stable substrate, following transport by water”.
- 47 Deze omschrijving suggereert een eenmalige plotselinge watertoevoer of inundatie, waarna op het droogvallende substraat voor de zaden gunstige kiemingsomstandigheden ontstaan. Een dergelijk fenomeen zou bij plotselinge of grootschalige ontbossing kunnen optreden. Deze condities vergroten eveneens de kans op de depositie van andersoortig sediment en daarmee veranderingen in de lithologie. Een lithologisch afwijkend laagje op 113-114 cm (spectrum 21-22) onderscheidt zich van het grauwbroune, sterk vergane veen door de geelbruine kleur en de grovere en iets zandige samenstelling en de aanwezigheid van houtfragmenten. Het is zeer aannemelijk dat spectrum 23 in LNB-I ongeveer synchroon is met spectrum 11 in HM-II, wanneer daar in de beekdalvegetatie wordt ingegrepen. De afzetting van dit laagje lijkt dan ook een gevolg van het opruimen van het bos rond de pingo, waarbij ingrijpende veranderingen in het hydrologisch systeem optreden. Waarschijnlijk ontstaan vanaf dat moment de optimale omstandigheden voor vestiging en uitbreiding van gagel in het beekdal.

Voorlopige conclusies

- 48 Vanaf het Boreaal maakt Noord-Nederland deel uit van het verspreidingsgebied van *Myrica*. De palynologische toename van gagel in het Boreaal en Atlanticum moet worden beschouwd als een natuurlijke uitbreiding van het areaal. Gagel ontbreekt tijdens het laat-Glaciaal in Nederland, maar het valt te betwijfelen of deze afwezigheid klimaatbepaald is. De vroegste (palynologische) waarnemingen in noordwest Europa komen van het zuiden van de Britse Eilanden (Dorset: overgang Glaciaal-Holoceen en “a tentative record” van Kent met datering in de Late Dryas (Godwin, 1975). Het

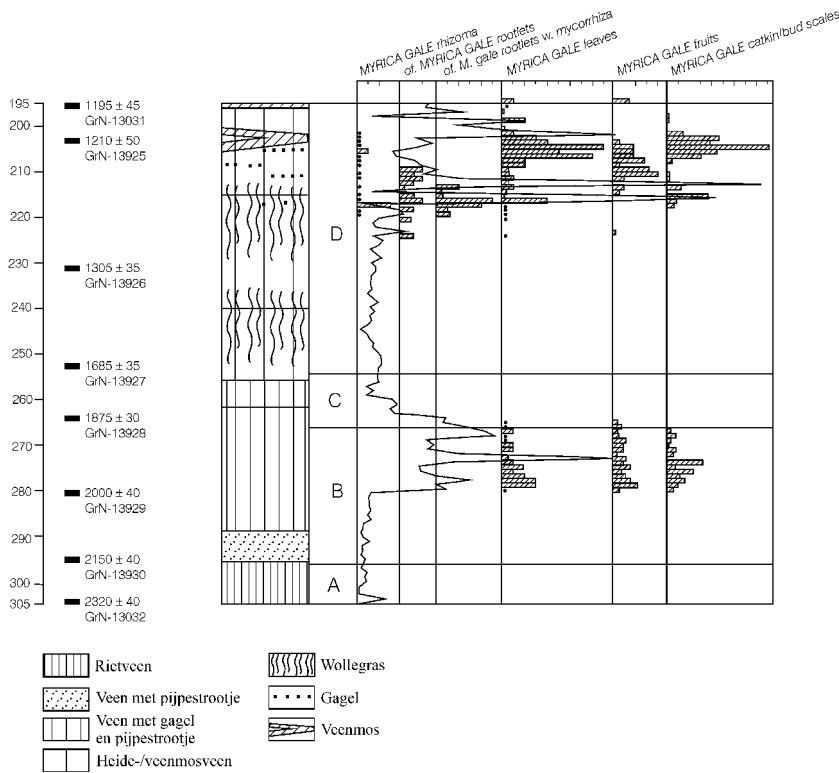
tegenwoordige areaal omvat nog het district Troms (69° N.B.) in het uiterste noorden van Noorwegen (Jonsell, 2000), wat duidt op een grote bestendigheid tegen extreme klimaatomstandigheden. Tijdens de Allerød zal het klimaat zeker niet ongunstiger zijn geweest dan het huidige arctische klimaat in het noorden van Scandinavië. Behalve afwezigheid als gevolg van de mogelijk trage migratiesnelheid waren ook de hydrologische condities in het laat-Glaciaal niet geschikt voor de vestiging van gagel.

- 49 De start van een gesloten curve en hogere pollenwaarden van gagel in het late Holoceen zouden kunnen wijzen op een verband met menselijke activiteit. In noord-Nederland begint de “antropogene” uitbreiding globaal vanaf het midden-Subboreaal. De plant vestigt zich met name op degenererend hoogveen, op de randen van de beekdalen en andere plaatsen waar de aantasting van de oorspronkelijke vegetatie veranderingen in de grondwaterstromen veroorzaakt. In het stroomdal van het Lieverse Diep profiteert gagel van laterale waterverplaatsing en een sterkere dynamiek.
- 50 Het specifieke regiem waarin gagel concurrerend kan optreden maakt het mogelijk uitspraken te doen met betrekking tot plaatselijke en regionale veranderingen in de palaeohydrologie van een gebied.

Gagel in Noord-Nederland en Noord-Holland

- 51 Als Noord-Friesland in de zeventiger jaren van de vorige eeuw door J.W. Griede (1978) met hulp van studenten geologisch wordt onderzocht – de eerste auteur was hierbij betrokken – blijken op sommige plekken bovenin het hoogveen van het kustgebied macroscopisch herkenbare niveaus met wortels van *Myrica* voor te komen. Op die wortels zijn knolletjes van een straalshimmel waar te nemen. Gezien de datering van de klei die op het veen ligt en van enkele C14-dateringen van de top van het veen zelf moeten de niveaus uit het vroege deel van het Subatlanticum dateren. Hun voorkomen vormt een opvallend verschil met het veen in het kustgebied van Noord-Groningen (Roeleveld, 1974): daar ontbreken zichtbare niveaus met *Myrica*.
- 52 Het eind zeventiger en begin tachtiger jaren vanuit het Hugo de Vries-laboratorium van de Universiteit van Amsterdam uitgevoerde onderzoek naar de micro- en macrofossielen van het veen in West-Nederland (in het bijzonder Noord-Holland) toont eveneens de aanwezigheid van *Myrica*-niveaus in het kustveen aan (Bakker en van Smeerdijk, 1982; van Smeerdijk, 1989; Witte en van Geel, 1985). Het onderzoek in de Assendelver Polder (van Smeerdijk, 1989) geeft inzicht in twee periodes (fig. 6) tijdens welke *Myrica* een belangrijk vegetatie-element is binnen het kustveen, dat zich achter de strandwallen en duinen van Noord-Holland heeft ontwikkeld. *Myrica* weet zich in Noord-Holland tot ver na de Romeinse Tijd te handhaven. Dat is een duidelijk verschil met Noord-Friesland, waar gagel in het kustveen enkele eeuwen voor het begin van de jaartelling, tegen de tijd dat de eerste kwelders ontstaan, al verdwenen is. De overeenkomst is dat hier, net als in Friesland, de wortels met de knolletjes alleen maar aan de bovenkant in het hoogveen zitten. Een ouder niveau, herkenbaar aan bladresten en takjes van gagel ligt bijna een meter lager.

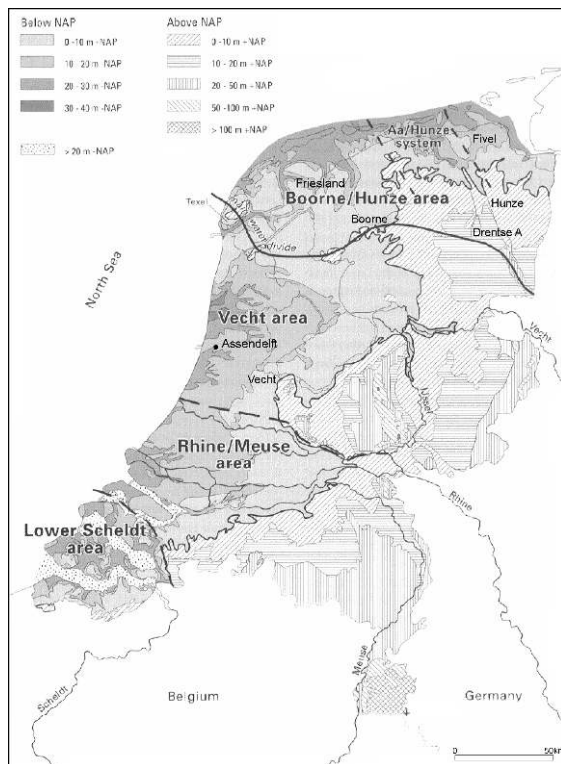
Figuur 6. Assendelft - Kerk. Macroresten-diagram van *Myrica gale* met C 14-dateringen.



- 53 De overeenkomsten en de onderlinge verschillen in uitbreiding van *Myrica* c.q. in de manier waarop *Myrica* zich aanpast aan de veranderingen in de waterhuishouding zijn beter te begrijpen door de nieuwste inzichten omtrent de Nederlandse kustontwikkeling (van der Valk, 1992; van der Spek en Beets, 1992; Beets *et al.*, 1992; Beets *et al.*, 1994; Beets en van der Spek, 2000; Cleveringa, 2000; de Mulder *et al.*, 2003).
- 54 Na het Atlanticum blijft de kust in Noord-Nederland open, in tegenstelling tot de situatie in West-Nederland (de Mulder *et al.*, 2003). Dat levert *Myrica*, al vanaf het Boreaal op de zandgronden van Drenthe aanwezig, gedurende het Subboreaal in Noordwest-Friesland terreinwinst op, in Groningen evenwel niet. Vanwaar het verschil in reactie tussen het oostelijk en het westelijk waddengebied?
- 55 Het lijkt waarschijnlijk dat *Myrica*, als onderdeel van de mantelgemeenschappen (zoomvegetatie) van de rivierdalen, die de drainage van het Drents-Friese Plateau verzorgen, in het Subboreaal voor het eerst de kans krijgt zijn areaal uit te breiden. Het pollenanalytisch onderzoek dat Florschütz op verzoek van de Stiboka voor de bodemkundige kartering uitvoerde op Kaartblad Sneek (Cnossen, 1958) levert daarvoor de bewijzen. Hij onderzocht het veen in de lagere gebieden van Zuidwest-Friesland, die direct grenzen aan het Drents-Friese Plateau en constateerde dat gedurende het tweede deel van het Subboreaal *Myrica* daar onderdeel werd van de vegetatie. Het aanwezige zure, voedselarme, nooit droogvallende (laag)veenmilieu vormt een uitstekend substraat voor opslag van *Myrica*. Dat *Myrica* kansrijk is in (laag)veengebieden blijkt eveneens uit zijn actuele voorkomen dat eerder in dit artikel aan de orde is geweest. Ook het in 1954 gepubliceerde onderzoek dat Zwillenberg en Hendriks in Waterland uitvoerden (verderop in de tekst komt het ter sprake), laat dat zien.

- 56 Het proces van de areaaluitbreiding in Noord-Nederland kan men zich als volgt voorstellen: vanuit de zoomvegetatie van de beekdalen zijn de zaden van *Myrica* in de wintermaanden en/of het vroege voorjaar met het oppervlaktewater naar de stroomafwaarts gelegen veengebieden verplaatst. Zowel de noordelijke als de westelijke uitlopers van het Drents-Fries Plateau worden begrensd door veengebieden. *Myrica* heeft zijn areaal niet kunnen uitbreiden waar de zee via zeegaten steeds toegang had tot het achterland via rivieren zoals de Lauwers, het Peizerdiep, de Drentse A, de Fivel, de Hunze en de Ems (fig. 7).

Figuur 7. Afwateringssysteem na het Weichseliën. De top-Pleistoceenkaart van Nederland vormt de ondergrond.



- 57 Dat *Myrica* succes had in het westelijk deel van het Drents-Friese Plateau heeft waarschijnlijk te maken gehad met de verbinding naar zee, in het noorden. Heeft deze al vanaf het begin van het Holoceen bestaan en zo ja, is deze steeds open gebleven?
- 58 Tijdens het Subboreaal wateren riviertjes zoals de Tjonger, de Kuinder en de Linde naar het zuidwesten af (Cnossen en Heijink, 1965). De noordelijker gelegen Boorne (fig. 7) is aan het begin van het Holoceen al naar het noordwesten gaan stromen (Cnossen en Heijink, 1965; Cnossen en Zandstra, 1965). Het ontstaan van dekzandruggen aan het einde van het Weichseliën en het afhellen naar het noordwesten van dit deel van het plateau zouden deze wijziging in afwatering hebben veroorzaakt. In de ondergrond is die oude loop van de Boorne niet goed terug te vinden (Cnossen en Heijink, 1965).
- 59 Griede (1978) vermeldt op bladzijde 82 van zijn proefschrift daarover: "In de paleografische reconstructie is aangegeven dat de zee in die tijd vanuit het (latere) Middelseegebied het randgebied binnendrong. Het dal van de Boorne en zijn zijrivieren moet niet alleen een loop in noordwestelijke richting hebben gehad (Ter Wee, 1975), maar ook een loop in noordelijke richting. Een bewijs hiervoor vormt de aanwezigheid van

basisveen op een diepte van 9 m – N.A.P. ten westen en ten noordwesten van Stiens. Het gebied van de Middellzee is derhalve in aanleg een fluviatiel dal. Wel is deze zeeboezem later bij mariene inbraken plaatselijk dieper en breder geworden. In het noorden van het onderzochte gebied strekte rond 6500 BP het zandgebied zich nog tot buiten de huidige kustlijn uit”.

- 60 Het beeld dat Griede schetst past bij dat van Cnossen (1958) en van Sha *et al.* (1996). Sha c.s. beschrijven dat het veengebied in het westelijk deel van het waddengebied gedurende het Holoceen wordt afgeschermd van de directe invloed van de zee. Cnossen meldt het voorkomen van oudere mariene afzettingen onder een veenlaag die door Florschütz pollenanalytisch in het Subboreaals werd gedateerd. In het onderste deel van het veen is bij het pollen nog mariene invloed zichtbaar (*Chenopodiaceae*) waarna deze in het bovenste deel sterk terugvalt. Vanaf dat moment is *Myrica* met zeer hoge percentages vertegenwoordigd en maakt dus deel uit van de vegetatie. Het is duidelijk dat gagel directe invloed van zout water niet verdraagt. Pollenanalytisch wordt het *Myrica*-voorkomen gedateerd in de tweede helft van het Subboreaals. De mariene invloed die uit het eerste deel van Subboreaals dateerde verdwijnt kennelijk.
- 61 In het westelijk deel vindt in de tweede helft van het Holoceen verdere areaaluitbreiding van *Myrica* naar het hoogveen van het kustgebied plaats. Dat blijkt onder andere uit de aanwezigheid van wortels met knolletjes van straalschimmels in het nog aanwezige veen benoorden Leeuwarden. Door de eerste auteur van dit artikel is het voorkomen ervan steeds in verband gebracht met aftakeling en verdrinking van het veen. Toenemende invloed van de zee zou tot een betere drainage van het veen hebben geleid, waardoor dit ging inklinken. Het westelijk deel van het kustgebied van Friesland krijgt in de eerste helft van het Subatlanticum, met het ontstaan van de Middellzee, weer een open verbinding met de zee (Griede, 1974). Dus voordat de doorgang naar zee tot stand komt en de aftakeling van het veen en afdekking met klei plaatsvindt heeft *Myrica* niet alleen de kans gekregen zich in het veengebied aan de westkant van het Drents-Friese Plateau te vestigen, maar ook zijn areaal naar de hoogveengebieden in het kustgebied van Noordwest-Friesland verder uit te breiden. In die hoogveengebieden gaat *Myrica* over tot de vorming van een horizontaal wortelstelsel. Onder welke omstandigheden gaat *Myrica* hiertoe over?
- 62 Uit actuele situaties is de vorming van gagelwortels met knolletjes nauwelijks bekend, uit fossiele wel, onder andere in de Assendelver Polder (Noord-Holland). Bij de migratie van *Myrica* heeft zich hier een zelfde ontwikkeling voorgedaan als in Noordwest-Friesland. Hoewel er weinig bekend is over de aanwezigheid van *Myrica* in het Utrechtse Heuvelruggebied en het Gooi is er qua geologische opbouw en archeologie overeenkomst met Drenthe/Friesland: het gaat om hoger gelegen zandgronden met bewoning in Brons- en IJzertijd (Louwe Kooijmans *et al.*, 2005). Vanuit de vegetatie die het zandgebied aan de westkant begrenst schuift het areaal van *Myrica* op naar het laagveengebied van Noord-Holland. Hierbij kan een zijtak van de Rijn, namelijk de Utrechtse Vecht, als doorgeefluik hebben gefungeerd. Zwillenberg en Hendriks (1954) vermelden het voorkomen van gagelstuifmeel in het zeggenvveen van Waterland. Het onderscheid tussen de pollenkorrels van *Corylus* en die van *Myrica* levert problemen op: beide werden in één curve bij elkaar opgeteld. Zwillenberg en Hendriks waren er echter wel van overtuigd dat een deel van de korrels *Myrica* representeerde. Op de pollenanalytische uitkomsten dateren Zwillenberg en Hendriks de aanwezigheid van *Myrica* in het Subboreaals / begin Subatlanticum (\pm 3000 bp). De dateringen van *Myrica*-voorkomens in de Assendelver

Polder (van Smeerdijk, 1989) van respectievelijk 2.000 ± 40 BP (GrN 13929) – 1875 ± 30 BP (GrN 13928) en (na) 1305 ± 35 BP (GrN 13926) – 1195 ± 45 BP (GrN 13031) laten zien dat ook hier, net als in Noordwest-Friesland, gagel zich in de loop van het Subatlanticum nog verder naar het noorden, dus tot in de hoogveengebieden van de kustzone heeft weten uit te breiden (fig. 6).

- 63 De pollenanalytische datering van de oudste areaaluitbreiding naar het kustgebied past op het eerste gezicht niet zo goed bij de onlangs bekend geworden periode voor de sluiting van de kust in Noord-Holland, ongeveer 200 jaar voor de Romeinse Tijd (Vos, 2005). Toch ligt het voor de hand een relatie te veronderstellen tussen het oudste voorkomen van *Myrica* in Waterland en het steeds meer buitensluiten van de zee door strandwal- en duinvorming, die vanaf ongeveer 5000 bp op gang komt. *Myrica* profiteert kennelijk al van het kustwaarts opschuiven van de zoetwaterzone van het intergetijdengebied; die opschuiving is een gevolg van het feit dat de kust steeds meer gesloten raakt. Volledige afsluiting van de zee is geen absolute voorwaarde om *Myrica* zijn areaal te laten uitbreiden, verzoeting is dat wel. *Myrica* mijdt dus directe mariene invloed.
- 64 In de fase van de verzoeting blijkt dat het aandeel *Myrica* bij het pollen toeneemt, maar dat zegt niets over de werkelijke aanwezigheid. Het stuifmeel kan namelijk met oppervlaktewater zijn aangevoerd. De werkelijke aanwezigheid in de vegetatie blijkt uit macrofossielen van gagel in het veen: bladresten, takjes, wortels en dergelijke, zoals in de Assendelver Polder. Niveaus met wortels waarop knolletjes van een straalschimmel aanwezig zijn komen niet voor in het veen dat dateert uit de late IJzertijd en de Romeinse Tijd.
- 65 Wat verder in het onderzoek in de Assendelver Polder opvalt is dat *Myrica*, eenmaal aanwezig, zich in dit hoogveengebied van de kust ondanks agrarisch grondgebruik van het veen weet te handhaven (Besteman, 1994; Soonius, 1994). Pas wanneer de mens bij de grootschalige ontginning van het veengebied maatregelen neemt om de waterhuishouding voor een langere periode te reguleren ondervindt *Myrica* daarvan de nadelige gevolgen. Dan verdwijnt deze soort uit de vegetatie. Voordat het zover is vormt *Myrica* wortels met knolletjes (wratachtig uiterlijk). Deze zijn beperkt tot het jongste niveau, boven in het hoogveen. Ook in Noordwest-Friesland is dat het geval. De (rood)bruine wortels van *Myrica*, met stikstofknolletjes, vallen op in de donkere matrix van vergaand veen of van goed gefossiliseerd veenmosveen.
- 66 Indirect valt hieruit af te leiden dat de vorming van deze wortels te maken heeft met de waterhuishouding.
- 67 Met het ophogen van het hoogveen, een natuurlijk proces, dat pas echt op gang komt als de kust is gesloten, start ook de horizontale (grond)waterstroming richting de lagergelegen randzone van het veen. Er ontstaat reliëf. In de randzones krijgt *Myrica* de kans zijn aandeel in de vegetatie, mede vanwege het gunstig substraat dat hier door afbraak van het veen ontstaat, te vergroten. In de wintermaanden wordt met behulp van het water het zaad van de reeds aanwezige gagel verder verspreid. In het voorjaar warmt het donkere substraat in de randzones van het hoogveen onder invloed van het zonlicht extra snel op en kiemt het met het water getransporteerde zaad van de lichtminnende *Myrica* als één van de eersten. Vanwege de bijzondere omstandigheid dat gagel met behulp van wortelknolletjes (straalschimmels) stikstof kan binden ondervindt hij concurrentievoordeel. Binnen zeer korte tijd levert dat een monocultuur op. Alleen *Sphagnum* weet zich in deze omstandigheden goed te handhaven. In deze situatie lijkt

Myrica, bij hoge waterstanden in het voorjaar, vanuit de winterknoppen een nieuw horizontaal wortelstelsel te vormen.

- 68 Hiervoor is reeds vermeld dat het niveau met de opvallende wortels in Noordwest-Friesland dateert van voor de Romeinse Tijd. Daaraan voorafgaand heeft *Myrica* een sprong voorwaarts kunnen maken. De omstandigheden waaronder dat plaatsvond verschilt op één punt met die in Noord-Holland, namelijk de “openheid van de kust”.
- 69 Om de sprong voorwaarts te kunnen begrijpen is het nodig de bestaande data van o.a. Cnossen (1958), Griede (1978) en Sha (1996) opnieuw te ordenen. Door die ordening moet duidelijk worden hoe Noordwest-Friesland afgeschermd raakt van de zee. De rol die de lokale riviertjes – zoals de Boorne – speelden bij de areaaluitbreiding van *Myrica* richting de Waddenzee, in de periode voordat de Middellzee ontstond, moet in kaart worden gebracht. Verder dient de vraag te worden beantwoord hoe deze riviertjes het ontstaan van de Middellzee hebben beïnvloed. Deze vragen komen voort uit het pollenanalytisch onderzoek dat Florschütz in de vijftiger jaren van de vorige eeuw in Friesland uitvoerde (Cnossen, 1958).
- 70 Vergelijkbare vragen rijzen met betrekking tot het Scheldegebied in Zuidwest-Nederland en België. Opvallend is dat daar tot nu toe bij het pollenanalytisch en macrorestenonderzoek weinig aanwijzingen zijn gevonden voor het bestaan van uitgebreide *Myrica*-struwelen. Dat kan te maken hebben met de vroege verstedelijking van Vlaanderen en dus met de ontginnings- en exploitatiegeschiedenis van de veengebieden van Noord-Vlaanderen en Zuidwest-Nederland (Augustijn, 1977, 1992, 1999).
- 71 Wij vermoeden dat Noord-Holland het ideale gebied is voor verder onderzoek naar het moment waarop de mens door de ontginningen van het veen in het kustgebied de dominante factor in de vegetatieontwikkeling werd. Maar we hebben ook twijfels. De bewoning kent daar immers onderbrekingen. In hoeverre die onderbrekingen een gevolg zijn van een onregelmatige spreiding van de bewoning over het landschap dan wel van het tijdelijk wegtrekken uit het gebied, is op grond van de archeologie en historische bronnen niet goed uit te maken. Friesland vormt een ander stuk van de puzzel. Hier speelt de natuurlijke ontwatering van het hoogveen als gevolg van het ontstaan van een wadmilieu met talloze geulen en prielen een doorslaggevende rol bij het verdwijnen van *Myrica* uit de vegetatie.
- 72 *Myrica* is een amfiatlantische soort. Om een beter inzicht te krijgen in de ruimtelijk en temporele ontwikkelingen van *Myrica* in samenhang met de ontginnings- en exploitatiegeschiedenis van de venen in het kustgebied van de “lage landen” zou grensoverschrijdend onderzoek op zijn plaats zijn. Dit zou aansluiten bij het door Menke reeds in 1968 gepubliceerde onderzoek van het westelijk kustgebied van Sleeswijk-Holstein.

Conclusies

- 73 Uit het recente onderzoek in Drenthe blijkt dat de vanaf het Boreaal aanwezige *Myrica* vanuit de mantelgemeenschappen van de hogere pleistocene zandgebieden zijn areaal richting het kustgebied-in-opbouw vergroot in de tweede helft van het Holoceen. *Myrica* heeft zich vanuit de zoomvegetatie van de rivier- en beekdalen naar het laagveen kunnen

uitbreiden. Van daaruit is gagel aan een verdere opmars begonnen in de gebieden waar de zee steeds minder of niet meer kon doordringen.

- 74 De uitbreiding van het areaal van *Myrica gale* in het Holoceen heeft weinig te maken met het klimaat. De geologische opbouw van het kustgebied (lange-termijnontwikkeling) lijkt daarvoor bepalend te zijn geweest. De aanwezigheid van grotere en kleinere rivieren zorgde voor een gefaseerde uitbreiding. Die fasering was afhankelijk van het zaden-transport door de rivieren, hun winter-, misschien voorjaarsafvoer en de aanwezigheid van een voor het ontkiemen van *Myrica* gunstig substraat. Met andere woorden, incidentele gebeurtenissen zorgden voor migratie van *Myrica*.
- 75 In Noord-Holland is de invloed van de zee al vóór de Romeinse Tijd door strandwal- en duinvorming en de afsluiting van de zeegaten zeer beperkt geworden. Daardoor kon *Myrica* op grote schaal in de moerassen van het kustgebied gaan groeien. De *Myrica*-struwelen hebben nauwelijks nadelige gevolgen ondervonden van de bewoning in de IJzertijd en in de Romeinse Tijd.
- 76 Eenmaal gevestigd in het hoogveen van het kustgebied kon *Myrica*, zowel in Friesland als in Noord-Holland, met behulp van uitlopers van de winterknoppen hoge waterstanden doorstaan. Deze uitlopers zijn herkenbaar aan de aanwezigheid van wratachtige wortelknolletjes. Zij worden veroorzaakt door straalschimmels.
- 77 In Noord-Holland weten de gagelstruwelen in het kustveen zich te handhaven tot aan de periode van de grote ontginningen, ongeveer 900 BP. In Noord-Friesland daarentegen zijn ze ver voor de Romeinse Tijd al verdwenen, als gevolg van natuurlijke processen. In beide gebieden blijkt langdurige ontwatering fataal te zijn geweest voor *Myrica*.

BIBLIOGRAPHIE

AUGUSTIJN B. (1977), "Bijdrage tot het ontstaan en de vroegste geschiedenis van de Wase Polders", *Annalen van de (Koninklijke) Oudheidkundige ring van het Land van Waas*, 80, pp. 1-95.

AUGUSTIJN B. (1992), *Zeespiegelrijzing, transgressiefasen en stormvloed in maritiem Vlaanderen tot het einde van de XVIde eeuw*, Brussel, 2 dln. (ARA Brussel, publ.nr. 1568 en 1569).

AUGUSTIJN B. (1999), *De veenontginning (12^{de}-13^{de} eeuw). Geschiedenis van volk en land van Beveren, onder leiding van Gustaaf Asaert*, Uitgave van het gemeentebestuur van Beveren, 172 p.

BAKKER M. & VAN SMEERDIJK D.G. (1982), "A palaeoecological study of a Late Holocene section from "Het Ilperveld", Western Netherlands", pp. 95-163.

BAKKER T.W.M. (1984), *Het Dwingelderveld. Geohydrologie*, SBB-rapport nr. 1984-29, 175 p. (p. 40 e.v.).

BARKMAN J.J. (1992), "Plant communities and synecology of bogs and heath pools in the Netherlands", in VERHOEVEN J.T.A. (ed.), *Fens and Bogs in the Netherlands: Vegetation, History, Nutrient Dynamics and Conservation*, Geobotany 18, Kluwer Academic Publishers, pp. 173-235.

BEETS D.J. L VAN DER VALK, & STIVE M.J.F. (1992), "Holocene evolution of the coast of Holland", *Marine Geology* 103, pp. 423-443.

- BEETS D.J., VAN DER SPEK A.F.J. & VAN DER VALK L. (1994), *Holocene ontwikkeling van de Nederlandse kust*, Rijks Geologische dienst, rapport 40.016, 46 pag., 22 fig. en 2 bijlagen.
- BEETS D.J., & VAN DER SPEK A.F.J. (2000), "The Holocene evolution of the barrier and the back-barrier basins of Belgium and the Netherlands as a function of late Weichselian morphology, relative sea-level rise and sediment supply", *Netherlands Journal of Geosciences* 79 (1), pp. 3-16
- BEHRE K.-E. & KUÇAN D. (1994), "Die Geschichte der Kulturlandschaft und des Ackerbaus in der Siedlungskammer Flügeln, Niedersachsen, seit der Jungzeit", *Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet* 21, Verlag Isensee, Oldenburg.
- BESTEMAN D.J.C. (1994), "Noord-Holland op de schop. Bewoning en landschap in de Middeleeuwen", Hoofdstuk 9, in RAPPOL M. & SOONIUS C.M. (Red.), *In de Bodem van Noord-Holland - geologie en archeologie*, Uitg. Lingua Terrae, pp. 219-248.
- BOTTEMA D.S., CAPPERS R.T.J. & KLOOSTERMAN A. (2004), "The pollen signal of early Neolithic farming along a habitation gradient in northern Drenthe", *Palaeohistoria* 45/46, pp. 37-57.
- CLEVERINGA J. (2000), *Reconstruction and modelling of Holocene coastal evolution of the western Netherlands*, Dissertatie Universiteit Utrecht, Geologica Ultraiectina 200.
- CNOSSEN J. (1958), "Enige opmerkingen omtrent het ontstaan van het Beneden-Boornegebied en de Middellzee in verband met de subatlantische transGRESSIE", *Boor en Spade* 9, pp. 24-38.
- CNOSSEN J. & HEIJINK W. (1965), "Het Jongere dekzand en zijn invloed op het ontstaan van de Veenkoloniën in de friese Wouden", *Boor en Spade* 14, pp. 42-61.
- CNOSSEN J. & ZANDSTRA J.G. (1965), "De oudste Boorneloop in Friesland en veen uit de Paudortijd nabij Heerenveen", *Boor en Spade* 14, pp. 62-87.
- EVERTS F.H. & DE VRIES N.P.J. (1991), *De vegetatieontwikkeling van beekdalsystemen*, Een landschapsoecologische studie van enkele Drentse beekdalen. Groningen.
- GODWIN H. (1975), *History of the British Isles*, pp. 248-249, Cambridge.
- GRIEDE J.W. (1978), *Het ontstaan van Frieslands Noordhoek*. Amsterdam, Dissertatie Vrije universiteit, Fryske Akademy nr. 531, Amsterdam, Rodopi.
- HÄRDITL W., EWALD J. & HÖLZEL N. (2004), *Wälder des Tieflandes und der Mittelgebirge. Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht*, Ed. R. Pott. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- HARSEMA O.H. (1993), "Een prijswinnend lot in de 'Vijfde Verloting': een bronstijderf ontdekt in Roden (Dr.)", *Paleo-aktueel* 4, pp. 44-48.
- HEGI G. (1981), *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*, Band III, Deel I, Verlag Paul Parey, Hamburg-Berlin, pp. 18-22.
- JONSELL B. (2000), *Flora Nordica*, Volume I, The Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm, p. 196.
- KROCHMAL A. (1974), *Seeds of woody plants in the United States*, Agriculture Handbook No. 450, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, Washington D.C. (reviewed March 1989 by technical coordinator C.S Schopmeyer).
- LOUWE KOOIJMANS L. (2005), *Nederland in de prehistorie*, Red. L. Louwe Kooijmans, P.W van den Broeke, Fokkens H. en van Gijn A., Uitg. Bert Bakker.
- MENKE B. (1968), "Ein Beitrag zur pflanzensoziologischen Auswertung von Pollen-diagrammen, zur Kenntnis früherer Pflanzengesellschaften in den Marschenrandgebieten der schleswig-

- holsteinischen Westküste und zur Anwendung auf die Frage der Küstenentwicklung", *Mitt. Flor. Soz. Arbeitsgem. N.F.*, 13, pp. 195-224.
- MULDER E.F.J. DE, GELUK M.C., RITSEMA I., WESTERHOFF W.E. & WONG T.E. (2003), *De ondergrond van Nederland*, Utrecht (Geologie van Nederland, deel 7).
- OVERBECK F. (1975), *Botanisch-geologische Moorkunde unter besonderer Berücksichtigung der Moore Nordwestdeutschlands als Quellen zur Vegetations-, Klima- und Siedlungsgeschichte*, Wachtholz, Neumünster, 719 p.
- ROELEVELD W. (1974), *The Groningen coastal area. A study in holocene geology and lowland physical geography*, Proefschrift, Amsterdam, p. 252.
- SCHAMINÉE J.H.J., WEEDA E.J. & WESTHOFF V. (1995), *De vegetatie van Nederland. Deel 2. Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden*, Opulus Press, Uppsala-Leiden, 360 p.
- SHA L.P., LABAN C. & ZONNEVELD P.C. (1996), "Influence of the Pleistocene topography on the Holocene coastal development of Texel", *Mededelingen Rijks Geologische Dienst nr. 57*, pp. 79-97.
- SKENE K.R., SPRENT J.I., RAVEN J.A. & HERDMAN L. (2000), "Biological flora of the British Isles. *Myrica gale* L.", *Journal of Ecology* 88, pp. 1079-1094.
- SOONIUS C.M. (1994), "Oude landschappen. Hoofdstuk 7", in RAPPOL M. & SOONIUS C.M. (Red.), *In de Bodem van Noord-Holland - geologie en archeologie*, Uitg. Lingua Terrae, pp.165-187.
- STORTELDER A.H.F., SCHAMINÉE J.H.J. & HOMMEL P.W.F.M. (1999), *De vegetatie van Nederland. Deel 5. Plantengemeenschappen van ruigten, struwelen en bossen*, Uppsala/Leiden.
- TAAAYKE E. (1993), "Een kuil uit de vroege ijzertijd, gevonden te Roden (Dr.)", *Paleo-aktueel* 4, pp. 52-56.
- TOPOGRAFISCHE DIENST (1988), *Grote Provincie Atlas 1: 25000 Drenthe*, Emmen.
- VALK L. van der (1992), *Mid- and Late holocene coastal evolution in the beach-barrier area of the western Netherlands*, Dissertatie Vrije Universiteit Amsterdam.
- VAN DER SPEK A.J.F. (1994), *Large-scale evolution of Holocene tidal basins in the Netherlands*, Proefschrift, Universiteit Utrecht, p. 191.
- VAN DER SPEK A.J.F. & BEETS D.J. (1992), "Mid-Holocene evolution of a tidal basin in the western Netherlands: a model for future changes in the northern Netherlands under conditions of accelerated sea-level rise? ", *Sedimentary geology* 80, pp. 185-197.
- VAN SMEERDIJK D.G. (1989), "A palaeoecological and chemical study of a peat profile from the Assendelver Polder (The Netherlands) ", *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 58. pp. 231-288.
- VOS P.C. (2005), "Reconstruction of the former IJ estuary using radiocarbon and optical dating (OSL onderzoek in het PWN duingebied bij Castricum) ", *NLC Symposium Series*, 3, pp 16-19.
- WEEDA E.J., R. WESTRA C. & WESTRA T. (1985), *Nederlandse oecologische flora: wilde planten en hun relaties*, Deel 1, Amsterdam.
- WEEDA E.J., WESTRA R., C. & WESTRA T. (1987), *Nederlandse oecologische flora: wilde planten en hun relaties*, Deel 2, Haarlem.
- WERKGROEP FLORAKARTERING DRENTHE (1999), *Atlas van de Drentse Flora*, Schuyt & Co, Haarlem.
- WITTE H.J.L. & VAN GEEL B. (1985), "Vegetational and environmental and net organic production between 4500 and 800 B.P. reconstructed from a peat deposit in the western Dutch coastal area (Assendelver Polder) ", *Rev. Paleobot. Palynol.* 44, pp. 239-300.

ZWILLENBERG L.O. & HENDRIKS J. (1954), "Zum Vorkommen von *Cardium*klei in Waterland nordöstlich von Amsterdam", *Geologie en Mijnbouw*, pp 105-117.

Referenties bij tabel 1

CASPARIE W.A. (1972), *Bog development in southeastern Drenthe (The Netherlands)*, Thesis, Groningen.

VAN ZEIST W. (1955a), *Pollen analytical investigations in the northern Netherlands with special reference to archaeology*, Ph.D. thesis, University of Utrecht, Amsterdam, Ref. Bunnerveen: intern rapport GIA.

RÉSUMÉS

Myrica maakt al in het Boreaal deel uit van de vegetatie van het Drents-Friese Plateau. Het aandeel van deze soort in de vegetatie neemt, gezien de hogere pollenwaarden, toe in het Subboreaal. Met name in de randzones van de rivier- en beekdalen (zoomvegetatie) van het Plateau lijkt ingrijpen van de mens te hebben geleid tot vergroting van het areaal. In de tweede helft van het Holoceen breidt *Myrica* vanuit de zoomvegetatie van de hogere zandgronden zijn areaal ook uit naar het veen van het kustgebied. In Noord-Holland leidt het ontstaan van strandwallen en duinen tot afscherming van de directe invloed van de zee, waardoor *Myrica* de kans krijgt zijn biotoop vanuit de randzone van de Utrechtse Heuvelrug naar het westen uit te breiden. In Noordwest-Friesland (Noord-Nederland) ontbreken strandwallen en duinen. De kust blijft er open. Toch vindt er afscherming van de zee plaats, gezien de aanwezigheid van *Myrica* (wortels met knolletjes, veroorzaakt door een bacterie) in het hoogveen. Het aanwezige (pleistocene) reliëf, de afnemende stijging van de zeespiegel, het ontstaan van hoogveenkussens en in het bijzonder de vorming van een waddegebied met kwelders hebben bij het ontstaan van de afscherming een rol gespeeld.

Al voor de Romeinse Tijd is *Myrica* in de veengebieden van het noorden van Friesland op zijn retour. Daarentegen weet *Myrica* zich in Noord-Holland langer te handhaven. In beide gebieden vormt *Myrica*, bij hoge waterstanden in het hoogveen, vanuit de winterknoppen uitlopers (met knolletjes). De hogere waterstanden zijn het gevolg van natuurlijke omstandigheden, zoals zeespiegelstijging en klink.

Bij langdurige ontwatering van het veen als gevolg van het ontstaan van een waddegebied met bijbehorende geulen (Noordwest-Friesland) en/of de aanleg van afwateringssystemen zoals (ontginning)sloten (Noord-Holland), verdwijnt *Myrica*.

Already in the Boreal *Myrica gale* (gale; bog myrtle) formed a part of the vegetation of the Drents-Friese Plateau in the Northern Netherlands. During the Subboreal gale became more important. Due to human activity especially in the borderzones of the rivers and streams which drained the Pleistocene grounds of Friesland and Utrecht, the area of *Myrica* increased. From these borderzones it moved up very quickly to the peat areas of the coastal zone. Once settled in the bogs gale dominated at some places the vegetation of the coastal plain of Friesland and Noord-Holland. Under watery conditions gale produces macroscopic well recognisable rootlets with verrucous tubers. The presence of the coastal barriers and the dunes in the Western Netherlands gives *Myrica* the opportunity to be an important element of the peat bogs, till the large-scale land reclamation started (\pm 800 à 1000 AD). In Friesland *Myrica* is on the way down already during the Roman period. Salt water and long-term drainage caused by the digging of ditches (land reclamation) resulted in the decrease of the area of *Myrica*.

INDEX

Keywords : bog myrtle, pollen, macrofossils, root tubers, fringe vegetation, horizontal groundwater flow, raised bogs of the coastal plain, reclamation, sea water
motsclesnl gagel, macroresten, wortelknolletjes, zoomvegetatie, horizontale grondwaterstroming, kustvenen, ontginning, zeewater

AUTEURS

PIET CLEVERINGA

Clarissenhof 15, 1115 CA Duivendrecht

HENDRIK WOLDRING

Groninger Instituut voor Archeologie, Poststraat 6, 9712 ER Groningen

DIRK VAN SMEERDIJK

Biax Consult, Hogendijk 134, 1506 AL Zaandam