

De kalkzandsteenfabriek Hoogdonk BV in Liessel heeft voor haar productieproces vele jaren lang in eigen beheer zand gewonnen op de locatie Hoogdonk tussen Liessel en Deurne (N.B.). Die locatie is gelegen op de Peelhorst, juist ten noordoosten van de Peelrandbreuk (Afb. 1).

Een puls boring bij Hoogdonk op de Peelhorst

Noud Peters, Theo Lammers, Klaus-Jürgen Meyer, Johan van der Burgh

N. Peters, Markt 11, 5492 AA Sint-Oedenrode

Th. Lammers, Barentszstraat 13, 5554 PN Valkenswaard

K. Meyer, Am Plessenfelde 22, D-30659 Hannover

J. van der Burgh, Lab. voor Palaeobotanie en Palynologie RUU, Budapestlaan 4, 3584 CD Utrecht

De zandwinning vond tot enkele jaren geleden altijd plaats door een drijvende baggerinstallatie, die met een grijper tot een diepte van ongeveer 35, soms tot 45 meter sediment omhoog haalde. Dat sediment bestond naast het beoogde zand ook uit keien, grind, leem en soms grote brokken afgerond, verkit zandsteen. Het bevatte vaak fossielen van zeer uiteenlopende aard en herkomst. Vaak kwamen er fossiele resten van hout (stammen, takken), zaden, vruchten en kegels mee naar boven. Soms werden er resten van grote zoogdieren opgebaggerd zoals een geweastang van een hert en enkele mastodontenkiezen (Peters e.a., 1991). Allemaal fossielen die wijzen op een terrestrische herkomst. Tegelijkertijd werden uit het zand ook vaak fossielen gezeefd met een duidelijk mariene herkomst zoals walviswervels, haaiantanden en andere resten van zeedieren.

Veel van de fossielen die wij jarenlang konden verzamelen in

Hoogdonk zijn in de collectie van het Natuurhistorisch Museum de Peel in Asten opgenomen. De wijze van zand- en daarmee fossielwinning

Samenvatting

Tussen juli 1997 en december 2001 is in Liessel (NB) met handkracht een puls boring uitgevoerd op het terrein van de kalkzandsteenfabriek Hoogdonk BV. Op het fabrieksterrein zijn bij baggerwerkzaamheden door de jaren heen veel fossielen boven water gehaald. Doel van de boring was inzicht te krijgen in de stratigrafie van de Peelhorst ter plaatse. Aan de hand hiervan kunnen dan de fossielen qua herkomst beter geïnterpreteerd worden. De boring leverde tot op een diepte van bijna 45 meter behalve een lithostratigrafisch profiel een grote hoeveelheid (kleine) fossielen op: plantaardige macro- en microresten, daarnaast vele dierlijke fossielen. Tot een diepte van ruim 43 meter bleek het sediment helemaal of grotendeels ontkalkt. Alleen in het diepste deel van het boortraject werden kalkhoudende fossielen aangetroffen. De lithologische gegevens in combinatie met gevonden fossiele flora- en faunaresten maken het aannemelijk dat de Peelhorst-ondergrond bij Hoogdonk een complexere gelaagdheid heeft dan vooraf werd aangenomen. Onder een pakket Pleistocene Maasafzettingen (Formatie van Beegden) zijn er Laat-Pliocene afzettingen aangetroffen, die deels een terrestrisch, deels een marien karakter lijken te hebben (Kiezeloeliet Formatie). Dieper in het profiel is er misschien ook nog sprake van Vroeg-Pliocene, maar in elk geval van Laat-Miocene mariene afzettingen (Formatie van Breda).

Summary

Between 1997 and 2001 a manual coring was carried out in the vicinity of the the sandpit of the Hoogdonk brickyard in Liessel (province of Noord-Brabant, the Netherlands). The aim of the coring project was to get a better insight of the local stratigraphy of the Peelhorst. Although during previous years lots of fossils were dredged from the sandpit, the precise stratigraphic origin of these remained uncertain.

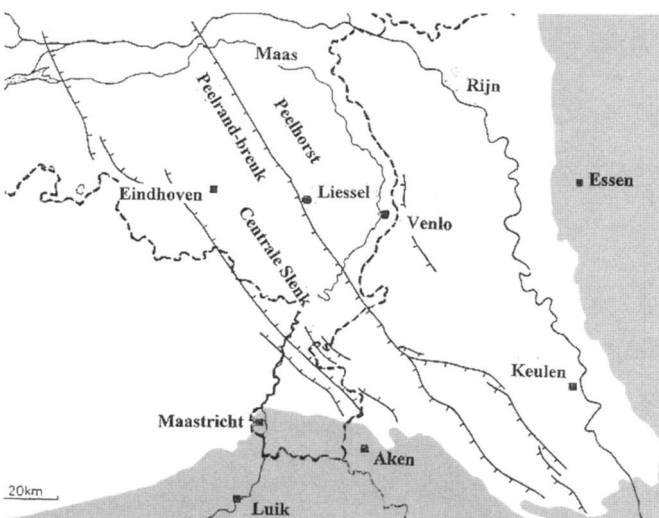
Going down to a depth of almost 45 meter the coring yielded not only lithological information, but also numerous macro- and microfossils of plants (e.g. seeds, pollen) and animals (e.g. bones, teeth, shells). The sedimentary layers down to a depth of 43 meters turned out to have been decalcified, whereas in the deepest part of the section the fossils were calcareous. The lithological data combined with the floral and faunal remains show that the local stratigraphy of the Peelhorst is more complex than was expected in advance. Under the Pleistocene (Beegden) Maas-sediments Late-Pliocene deposits were found. These deposits showed both a terrestrial and a marine facies. Below the Late-Pliocene deposits even older marine layers were found of Late-Miocene age although an Early Pliocene age can not be ruled out.

door onderwaterbaggeren liet echter nauwelijks rechtstreekse stratigrafische interpretatie toe. Geen enkel fossiel werd *in situ* gevonden.

De gelaagdheid van de Peelhorst in de regio Liessel-Deurne was voordat de puls boring werd uitgevoerd in grote lijnen wel bekend. De voormalige Rijks Geologische Dienst (RGD, nu TNO-NITG) maakt in de Toelichting bij de geologische kaart van Nederland: blad Venlo West (52W) (Van de Toorn, 1967) en in een herziene herdruk van deze uitgave (Van de Toorn, 1976) in ons onderzoeksgebied onderscheid tussen drie pakketten:

Pleistocene Maas-afzettingen bestaande uit keien, grind en vrijgrof zand, die hier door de zogenaamde Veghel-Maas ooit werden afgezet. Waarschijnlijk gedurende of aan het einde van het

Afbeelding 1.
De locatie Hoogdonk op de Peelhorst bij Liessel (N.B.).



Holsteinien-interglaciaal ongeveer 350.000 – 400.000 jaar geleden.

Afbeelding 2.

Profiel van de puls-boring van Hoogdonk. Aangegeven zijn van l. naar r.: diepte in m, beneden maaiveld, profiel, aard van het sediment, korrel-grootte van het sedi-ment (% > 4 mm = □, % 1,2 - 4 mm = ■) en verondersteld geolo-gisch tijdvak van afzetting. Van 0-8,10 m diepte is geen korrelgrootte bepaald.

Pliocene pre-Rijn afzettingen
aard en dikte van deze laag (of lagen?) zijn niet precies bekend of zijn plaatselijk verschillend. Wel leek het ons in de afgelopen jaren aan-nemelijk dat de fossiele plantenresten die we vonden uit deze Pliocene af-zettingen afkomstig zouden kunnen zijn.

Miocene mariene afzettingen
glauconietrijke zanden uit de Formatie van Breda; een formatie die uit veel boringen in Zuidoost-Nederland bekend is. In Hoogdonk werden deze meestal groene zanden in een boring in 1990 tot in ieder

geval een diepte van 136 meter aan-getroffen. Vanaf 50 meter en dieper waren ze micro-paleontologisch als Boven- en Midden-Mioceen te type-ren. Het hogere deel van het boor-traject liet geen interpretatie toe vanwege het ontbreken van forami-niferen en bolboforma's (rapport no.1653 RGD). Dat was jammer voor ons, want onze fossielen zijn nu net uit de bovenste 35 - 40 meter opge-bagverd.

Wat in de bovengenoemde toelich-ting echter ook heel duidelijk naar voren komt, is dat de situatie in het onderhavige breukgebied geologisch gecompliceerd is. Over betrekkelijk kleine afstanden kunnen er aanzien-lijke verschillen zijn met betrekking

tot de dikte van vooral Vroeg-Pleistocene en Laat-Tertiaire lagen en de hiaten daarin.

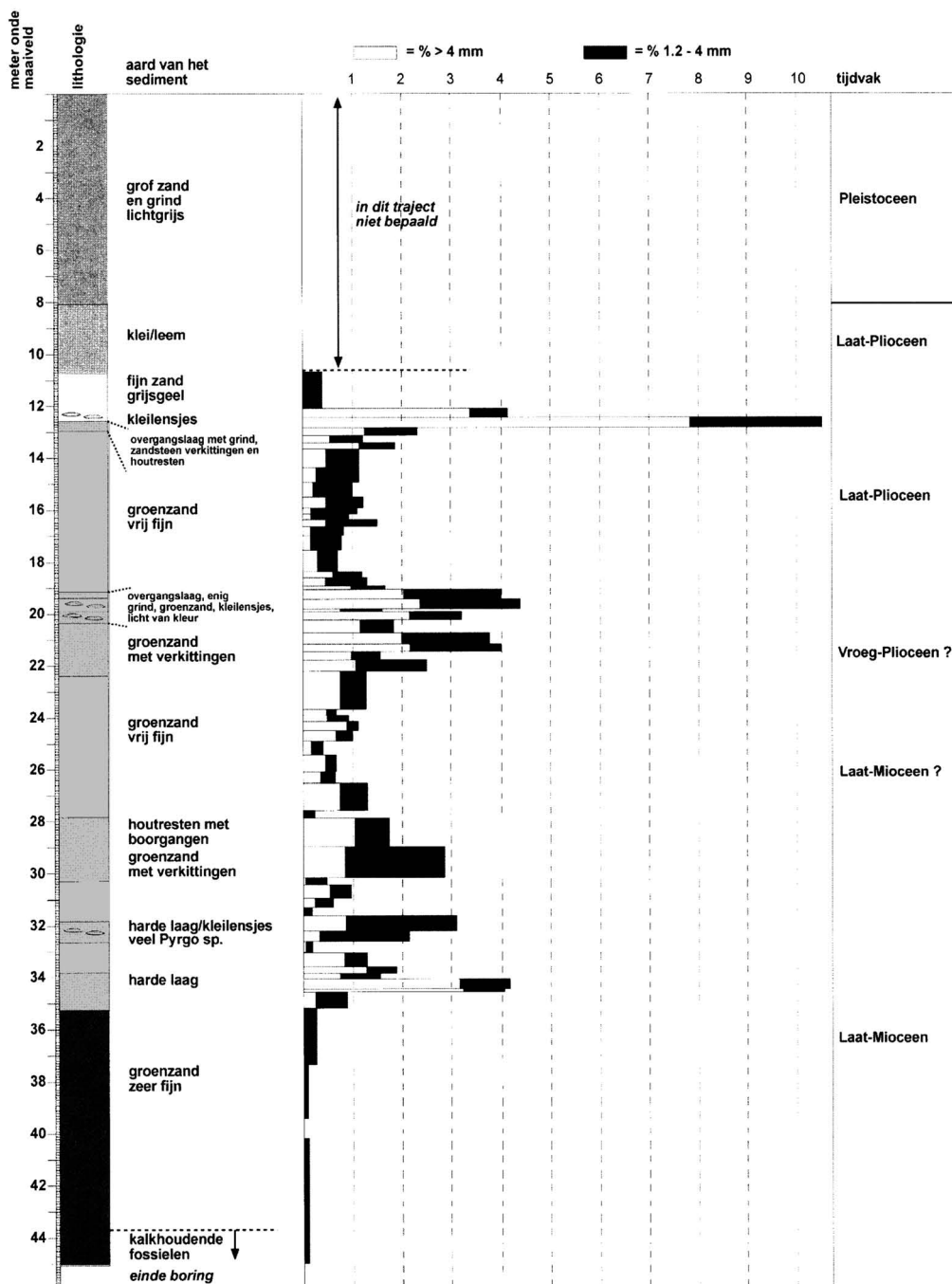
Voor ons was een en ander aan-leiding om - in 1997 - een eigen puls-boring uit te voeren. We beoog-den daarmee zoveel mogelijk rele-vante gegevens te verzamelen over de geologie van de Peelhorst bij Hoogdonk, met name van die sedi-menten waaruit ook de fossielen in de loop der jaren waren opgebag-gerd. Stimulerend om met een derge-lijke boring te starten, is zeker ook geweest de wijze waarop Leen Hordijk in Brielle al jarenlang puls-boringen uitvoert (Hordijk, 1988, 1993).

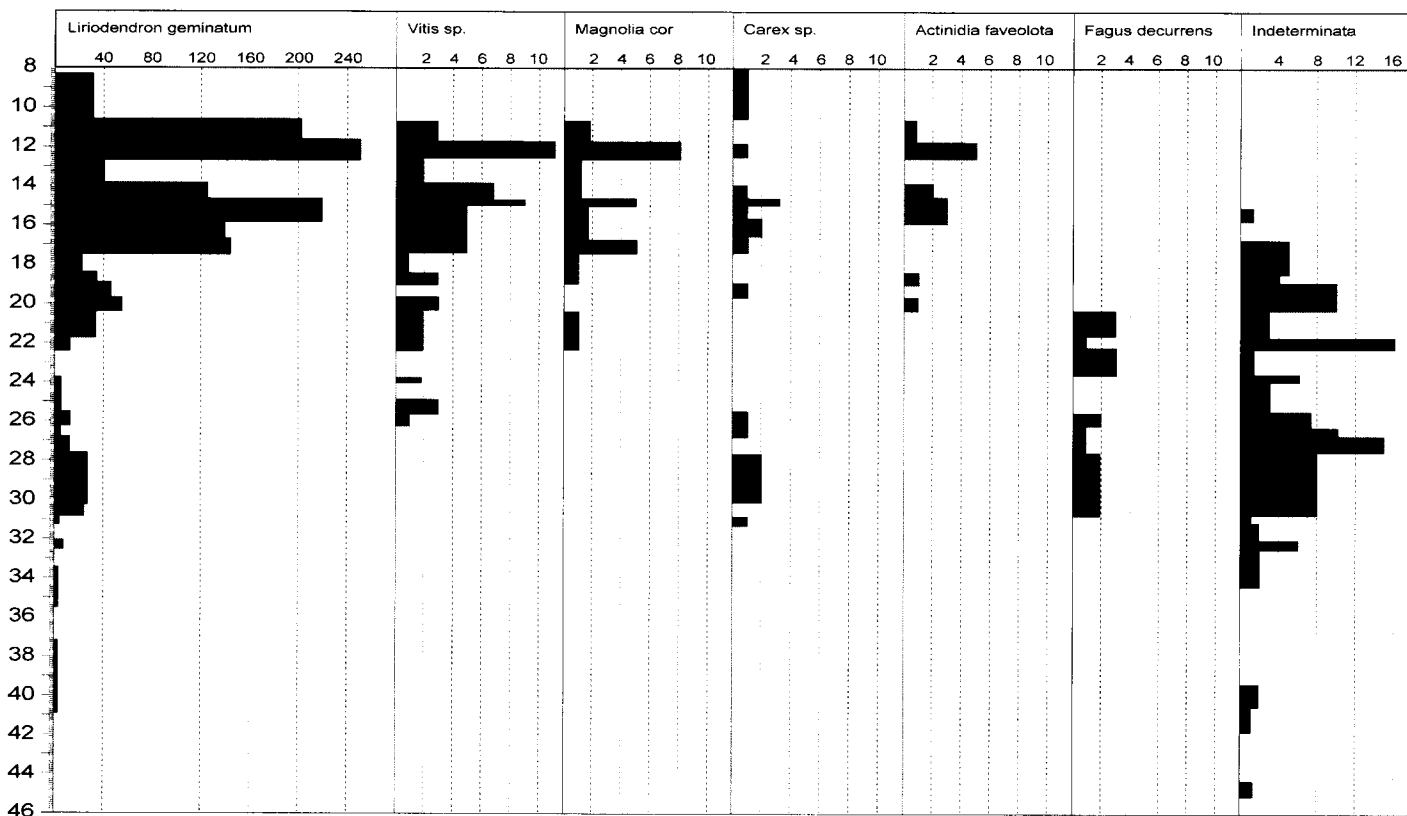
De puls-boring Hoogdonk

Voor een zo goed mogelijke correlatie van boorgegevens en gevonden fos-sielen is de boring zo dicht mogelijk bij het werkgebied van de fabriek uitgevoerd, vlak bij de waterplas achter het fabrieksterrein van Hoogdonk BV. De RD-coördinaten van de boring zijn (X) 185.627 en (Y) 382.024. Het maaiveld ter plaatse van de boorlocatie bevindt zich 27,94 meter boven NAP. De puls-boring is met hand-kracht uitgevoerd over een periode van enkele jaren (want in spaarzame vrije uren) tussen juni 1997 en december 2001. De boorinstallatie was van een eenvoudig en traditio-neel type, de zogenaamde Banka-boor. De mantelpijpen hadden een diameter van 11 centimeter, de puls-buis was 9 centimeter in doorsnede. Over het hele doorboorde traject zijn veel monsters gepulst, meestal ter grootte van 7 tot 15 liter sediment per trajectgedeelte (diepte).

De gepulste monsters zijn gezeefd door twee verschillende zeven met maaswijdte 4,0 respectievelijk 1,2 millimeter. Van elk monster is 1 liter sediment < 1,2 millimeter bewaard. Alle monsters zijn opgeslagen in de depotruimte van het Natuur-historisch Museum in Asten onder nr. LP-345.

De fracties 1,2 - 4,0 millimeter en > 4 millimeter zijn verzameld en onderzocht op de aard van het sedi-ment (keien, grind, groenzand). Bovendien is bepaald welk deel (in gewichtspercentage) die fracties in elk monster uitmaakten. Verder zijn de plantaardige en dierlijke fossielen die we uit elk monster zeefden ver-zameld en onderzocht. Voor de ver-gelijkbaarheid van die gegevens zijn





kleinere pulsmonsters samengevoegd tot sedimentmonsters van 35 – 45 liter.

Als het sediment kleiig of lemig was, zijn daarvan monsters genomen voor pollenanalyse. Van belang voor een juiste interpretatie van de resultaten is verder nog het gegeven dat op de locatie Hoogdonk de ondergrond tot op vrij grote diepte ontkalkt is, waarschijnlijk door het zure grondwater. Zo zijn de schelpen van allerlei weekdieren als slakken en tweekleppigen tot een diepte van meer dan 32 meter meestal volledig verdwenen; we vonden dan alleen de steenkernen of afdrucken. Op een diepte van 30,80 – 43 meter heeft de ontkalking niet volledig plaatsgevonden en vonden we sterk geërodeerde schelpresten. Pas vanaf ruim 43 meter diepte werden echt duidelijk herkenbare kalkhoudende fossielen aangetroffen: schelpjes, foraminiferen en otolieten van vissen.

De resultaten

a. Lithologie

De lithologie van de boring bij Hoogdonk is weergegeven in afbeelding 2.

Op 8,1 meter diepte markeert een scherpe grens de overgang van grofzandige Veghel-Maas-afzettingen naar een kleipakket van Laat-Pliocene ouderdom, dat naar bene-

den toe overgaat in fijn zand, waar enkele kleilensjes in voorkomen. Tussen 12,5 en 13 meter diepte bevindt zich een 30 centimeter dikke laag met veel grof materiaal (grind, gekitte zandsteen, glimmer, houtresten). Deze laag vormt de overgang naar mariene, wat groenige, glauconiethoudende zanden. Op een diepte van 19 meter krijgt het zand een meer fluviatiel karakter: het is minder groen en er zit meer grind in. Ook komen er kleilensjes in voor. Vanaf een diepte van 20,5 meter is het weer duidelijk marien groenzand, eerst met veel zandsteenverkittingen, vanaf 22,3 meter bestaande uit vrij fijn groenzand. Ook tussen 28 en 30 meter en nog dieper tussen 33 en 34,5 meter zijn er harde lagen, die in de vorm van gekitte zandsteen- of kleisteenbrokstukken omhooggepulst werden. Vanaf ruim 34 meter wordt het sediment steeds fijnzandiger en blijft er op de zeef van 1,2 millime-

ter maaswijdte vrijwel geen zand meer achter. Vanaf 43,5 meter is het sediment niet ontkalkt en heeft het een Laat-Miocene ouderdom. De interpretatie van de geologische tijdvakken is gebaseerd op V.d. Toorn (1976) en Krutzsch (2000).

b. Plantaardige macro-fossielen (vruchten en zaden)

Vruchten of zaden zijn alleen in het traject 8,10 - 44,90 beneden maai-veld gevonden. Alleen dat gedeelte van het totale boortraject is afgebeeld in afbeelding 3. Niet alle vruchten en/of zaden waren compleet of vertoonden duidelijke soortkenmerken. Identificatie tot op de soort was daarom niet altijd mogelijk, maar is voor zover mogelijk uitgevoerd door Peters en Van der Burgh. Daarbij is gebruik gemaakt van diverse beschrijvingen van Neogene flora's uit het Nederrijnse bruinkoolgebied (van der Burgh,

Afbeelding 3.

Frequentieverdeling van zaden/vruchten van de plantensoorten, die in puls-boring Hoogdonk het meest werden gevonden (* in tabel 1). Aantallen zijn boven elke kolom aangegeven.

Tabel 1 - Vruchten en zaden in de puls-boring Hoogdonk.

Acer sp. (3)	Glyptostrobus europaea (4)	Sambucus pulchella (8)
Actinidia faveolata* (17)	Ilex sp.(1)	Scindapsites crassus (3)
Alnus sp. (6)	Liriodendron geminatum* (1656)	Scirpus sp. (6)
Ampelopsis sp. (3)	Magnolia sp. (cor?)* (30)	Seq uoia langsdorfii (1)
Carex sp.* (18)	Myrica sp. (1)	Sparganium sp. (1)
Carpinus cf. Betulus (7)	Potamogeton sp. (5)	Stewartia beckerana (1)
Dulichium spathaceum (3)	Pterocarya cf. Limburgensis (8)	Tetrastigama lobata (1)
Eucommia europaea (6)	Ranunculus sp. (1)	Vitis sp.* (63)
Fagus decurrens* (16)	Rubus sp. (4)	Indeterminata* (121)

Tabel 2 - Pollenspectra op een (beperkt) aantal dieptes in de puls boring Hoogdonk.

Diepte (meters beneden maaiveld)	% Boompollen-plicosee typen	Podocarpus	Pinus huploxyton/Lathaya-typ	Pseudotsuga/Larix	Sequoia	Sciadopitys	Fagus div. sp.	Cupressaceae div. sp.	Taxodiaceae sp.	Carya	Perocarya	Liquidambar	Nyssa	Fritcopollenites microhenrici	Eucornia	Parthenostaurus	Araliaceae	Gymnoliteae	Meliaceae	rt. Rutaceae	Symlocaceae	Magnolia	% Boom/Struikpollen (niet typ. Pinaceen)	Abies	Picea	Aesculus	Pinus div. sp.	Fagus	Carpinus	Quercus	Lilium/Polkoxa	Illex	Acer	Celtis	Alnus	Betula	Ostrya	Juglans	Myricaceae	Corylus	Ilex	Viburnaceae	Varia			
8,74-8,76 m.	32,6	0,6	1	1,3	6,2	5,3	3,3	11,1	0,6	0,3	2,3	0,3	2,3										56,9	1,3	2,9		34,2	4,3	0,3	5,2	2,6															
9,80-9,83 m.	30,4	1,8		2,1	7,4	3	0,6	11,3	0,6	1,8		1,2		0,3				0,3					49,1	0,6	1,8	28,9	3,3	0,3	4,3	2,7			0,6	0,6	3,9	0,3	0,3								0,6	0,3
9,96-9,99 m.	29,1	0,9	2,6	0,4	3,1	7	2,2		7	1,7	0,4		2,6		0,4			0,4					55,7	2,6		37,1	2,6	0,4	3,9	2,2					4,4	1,3									0,4	0,8
12,50-12,53 m.	25,7	0,3	1,3	0,3	2,9	3,2	5,5	1,6	7,1	1	0,3	0,3	1,3					0,3	0,3				58,4	0,6	4,2	0,3	41,8	1,9	0,6	3,9	1								2,9			0,3	0,3	0,3		
19,36 m.	26,2	0,5		2,3	6,7	2,3	5,2	6,7		0,5			1									0,5	59,9	0,5	2,3	0,5	32,8	1,9	0,5	7,1	3,3	0,5				7,6	1,9					0,5	0,5			
19,90-20,35 m.	31,6			6,5	3	2,6	3	13	0,9	0,9				0,9								0,4	57,4	2,6	3		44,8	0,9	0,4	0,4	0,9				0,4								0,4		0,8	

Diepte (meters beneden maaiveld)	% Koolden-Pollen	Gramineae	andere Cyperaceae	Eupatorium/Vaccinium-tyt	andere Ericales	Chenopodiaceae	Compositae, Liguliflorae	Compositae, Tubuliflorae	Nyctagin	Umbelliflorae	Rumex	Typha latifolia	% Karakteristieke Tertiair-Sporen	Leedilikeer sp.	Neogenopsis neogenicus	Radioligopen radatus	% Sporen niet Tertiair	Osmunda	Polypteraceae	Sphenogon	Lycopodium	Biotryococcus sp. (groevoer)	% Gecombineerde Sporensoorten	Clavicornisporites (vroeg Tertiair)	Clavosporites (Mesozoikum)	Dinoflagellaten System	Trochilofrustraten																								
8,74-8,76 m.	7,1	2,9	0,3	2	1,3	0,3	0,3				0,3	0,3	0,3			0,3	2,5	1	0,6	0,3	0,6	0,3	0,6	0,3	0,3																										
9,80-9,83 m.	14,8	5,5	0,6	0,9	2,1	3,6	0,3	0,6			0,3	0,6	0,3	0,6	0,3	0,3	4,5	0,6	2,1	1,2	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6		0,6	2,4	0,9																						
9,96-9,99 m.	12,7	4,4	0,9	1,3	0,9	3,9		0,9									1,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,9	0,9	0,9	0,9		0,9	2,2																							
12,50-12,53 m.	12	3,6	1,3	0,3	5,2	1	0,6						0,3	0,3			3,6	1	1,6	1							1,3	0,3																							
19,36 m.	10,5	2,9	0,5		3,3	3,3		0,5									3,4		2,9	0,5																															
19,90-20,35 m.	4,6	1,6			2,1	0,9							2,5	2,5			0,9				0,9		0,8		0,8	32,6	0,4																								

c. Plantaardige micro-fossielen (stuifmeelonderzoek)

Omdat de klei die de mogelijkheid biedt pollenanalyses te maken slechts hier en daar is aangeboord is er geen pollendiagram te maken over een groter traject, laat staan over de gehele doorboorde diepte. De gegevens in tabel 2 zijn daarom eerder steekproeven dan dat ze een doorlopend biostratigrafisch beeld geven. Deze pollenanalyses zijn uitgevoerd door K.J. Meyer van het Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung in Hannover; enkele monsters bovendien door F. Bunnik (UU). Behalve de kleimonsters waarop de gegevens in tabel 2 betrekking hebben is ook op 32 meter diepte nog een kleilens verzameld, maar die leverde onvoldoende gegevens voor een analysebaar pollenspectrum. Voor de interpretatie van de verkregen gegevens is vooral gebruik gemaakt van Meyer (1981, 1988, 1996) en Zagwijn (1959, 1960, 1974).

De drie kleimonsters tussen 8 en 10 meter diepte, maar ook die van 12,55 en van 19,36 meter vertoonden pollenanalytisch een sterk overeenkomend beeld. De pollenspectra bleken zeer soortenrijk met tal van Tertiaire soorten, maar ook vele vertegenwoordigers die uit het Kwartair bekend zijn. 80-90% van de getelde stuifmeelkorrels zijn van bomen en

1978, 1983, 1988) en uit de Elzas (Geissert e.a., 1990). Peters (1994) beschreef eerder de fossiele flora in Liessel op basis van opgebaggerd materiaal. De in de boring aangetroffen soorten (tussen haakjes de aantallen zaden of vruchten) zijn in tabel 1 weergegeven.

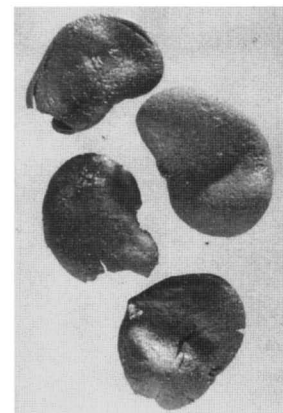
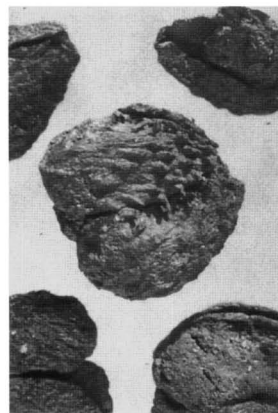
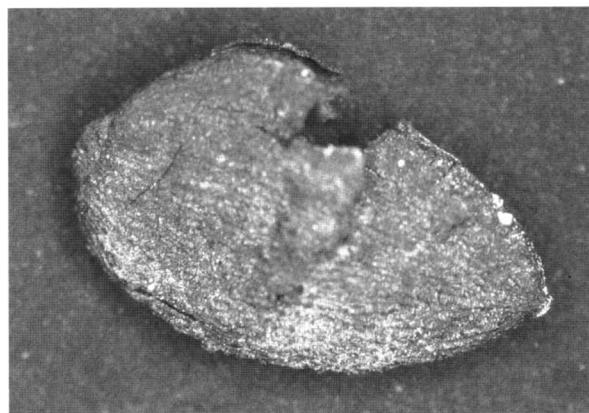
Bij de aangetroffen soorten springt er één qua aantal sterk uit namelijk *Liriodendron geminatum*, de fossiele tulpenboom. Zaden van deze soort vormden ruim 80 % van het totaal aantal vruchten en zaden. Cupulae-resten van *Fagus* sp. (waarschijnlijk *Fagus decurrens*) kwamen aanzienlijk minder frequent voor in onze monsters. We vonden ze op wat grotere dieptes: 20,35 - 23,70 meter en vooral tussen 25,53 - 30,80 meter. Dit laatste 'optimum' komt overeen met een relatieve 'top' in de frequentieverdeling van de *Liriodendron*-

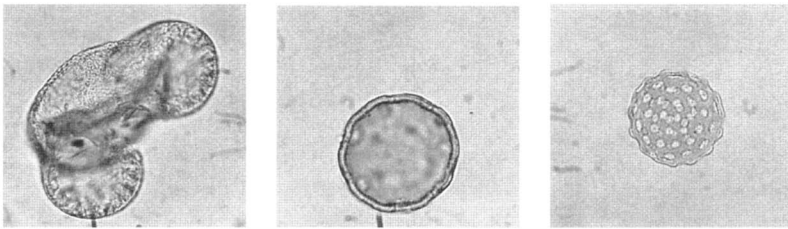
zaden en vertegenwoordigt daarmee misschien een oudere flora.

Zaden van *Magnolia* sp. (Afb. 4) daarentegen kwamen vooral in het 'jongere' (ondiepere) deel van het traject voor en hetzelfde geldt voor zaden van *Vitis* sp., *Actinidia faveolata* en *Sambucus pulchella*. Vleugelnoten (*Pterocarya* sp.) en vruchtjes van *Carex* sp. werden over het gehele traject gevonden.

De hier gepresenteerde gegevens lijken te wijzen in de richting van twee, mogelijk zelfs drie periodes, waarin de floraresten zijn afgezet. Peters (1994) opperde op basis van de gevonden soorten en de conserveringsstoestand van het plantenmateriaal al de mogelijkheid dat er in de baggerflora van Liessel wellicht sprake kon zijn van een mix van jongere en oudere flora-elementen.

Afbeelding 4. Zaad van *Liriodendron geminatum*, 2-3 mm (links), cupulae van *Fagus* sp., 7-11 mm (midden) en zaden van *Magnolia cor*, 7-9 mm (rechts)





Afbeelding. 5.

Pollenkorrels van l. naar r.: *Pinus sylvestris*-type (69,6 μ) *Liquidambar* sp. (38,7 μ) en *Chenopodiaceae* (24 μ), uit een kleimonster op 12,5 meter diepte. Foto's K.J. Meyer.

struiken afkomstig, 10–20% van de sporomorfen zijn kruidenpollen of sporen van lagere planten. Bij bomen/struiken domineren vooral vormen van *Pinus* sp. en vertegenwoordigers van de familie Taxodiaceae.

In de categorie bomen en struiken werden geen typische Miocene, wel veel typisch Pliocene soorten gevonden. Het aandeel van deze typisch Pliocene vormen bedroeg 25–32% van het totale spectrum. Bij de kruidenpollen zijn vooral Gramineae, Ericales en relatief veel Chenopodiaceae. Deze laatste familie telt nogal wat halofyten wat zou kunnen wijzen op nabijheid van de zee.

In het kleimonster tussen 19,90 en 20,35 meter diepte is het aandeel kruiden geringer, terwijl er ook in de categorie bomen/struiken enkele indicaties te zien zijn voor een wat

'oudere' vegetatie (o.a. meer *Sequoia* sp., het voorkomen van Symplocaceae en de aanwezigheid van stuifmeel van *Tricolpopollenites microhenrici*) en een meer mariene facies (veel cysten van Dinoflagellaten). Vanuit de pollenspectra bezien lijkt het er daarom op dat er rond 19,5 meter diepte een overgang is van

Laat-Pliocene (Reuver) naar iets oudere (misschien Brunssum?) afzettingen.

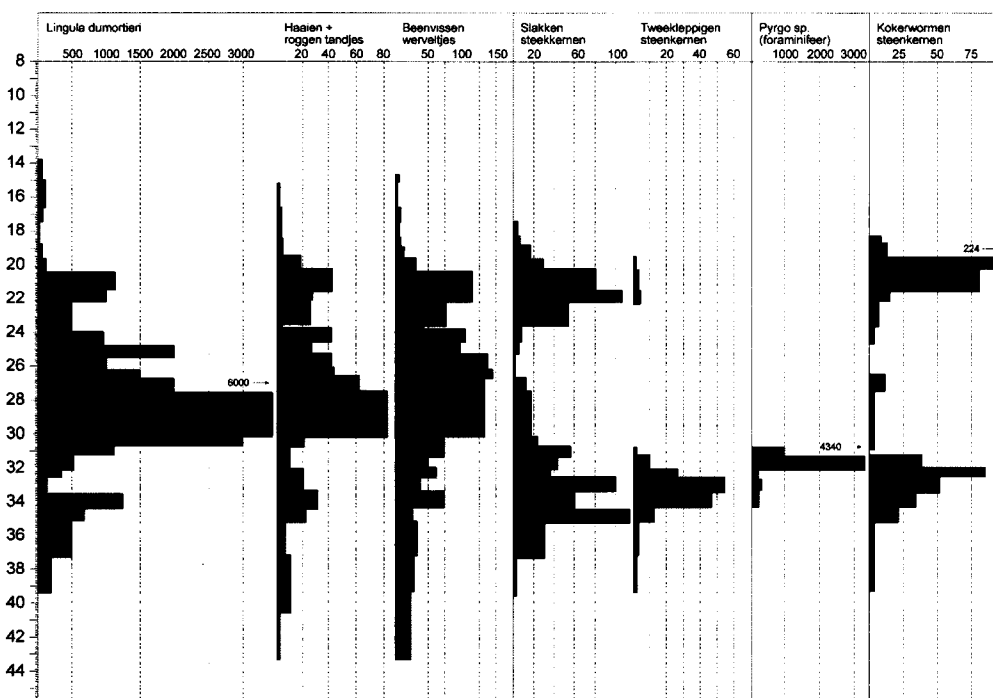
d. Dierlijke fossielen

Dierlijke fossielen werden in onze boring pas gevonden vanaf een diepte van 13,80 meter in het (mariene) groenzand. Vanaf die diepte tot 43,50 meter werden regelmatig en soms veel kleine fossiele resten uitgezeefd. In afbeelding 6 zijn de belangrijkste groepen fossielen en hun frequentieverdeling in het boortraject gegeven.

Bij het identificeren van haaien- en roggentandjes in onze pulsmonsters

Tabel 3 - Foraminiferen, scaphopoden en bivalven in Liessel op boordiepte 43,45- 44,90 meter.

Foraminiferen	Foraminiferen	Bivalven
<i>Angulogerina angulosa</i>	<i>Hanzawaia boueana</i>	<i>Aequipecten angeloni</i>
<i>Algulogerina gracilis</i> var.	<i>Lagena</i> spp.	<i>Angelus donacilus</i>
<i>Bitubulogenerina</i> sp.	<i>Lenticulina</i> sp.	<i>Arctica islandica</i>
<i>Bolivina inporcata</i>	<i>Lobatula lobatula</i>	<i>Astarte gracilis</i>
<i>Bulimia elongata</i>	<i>Melonis affinis</i>	<i>Corbula gibba</i>
<i>Bulimina aculeata</i>	<i>Nonion boueanum</i>	<i>Cubitostrea</i> sp.
<i>Cancris auriculus</i>	<i>Nonion</i> sp.	<i>Cuspidaria cuspidaria</i>
<i>Cibicides</i> sp.	<i>Nodosaria</i> sp.	<i>Cyclocardia</i> cf. <i>scalaris</i>
<i>Cibicidoides pseudoungerianus</i>	<i>Neoglobobadrina acostaensis</i>	<i>Ensis hausmanni</i>
<i>Cribronion</i> sp.	<i>Pararotalia canui</i>	<i>Goodallia waeli</i>
<i>Dentalina</i> sp.	<i>Pseudopolymorphina</i> sp.	<i>Hiatella arctica</i>
<i>Elphidium antonium</i>	<i>Sigmomorphina</i> sp.	<i>Lucinoma borealis</i>
<i>Elphidium flexuosum</i>	<i>Sphaeroidina</i> sp.	<i>Modiolula phaseolina</i>
<i>Eponides umbonatus</i>	<i>Spiroplectammina deperdita</i>	<i>Parvicardium scrabrum</i>
<i>Fronicularia annularis</i>	<i>Textularia</i> sp.	<i>Pecten tigrinus</i>
<i>Fissurina</i> sp.	<i>Trifarina bradyi</i>	<i>Pseudamussium clavatum</i>
<i>Glandulina laevigata</i>		<i>Spisula</i> aff. <i>subtruncata</i>
<i>Globocassidulina globosa</i>	Scaphopoden	<i>Yoldia glaberrima</i>
<i>Guttulina</i> sp.	<i>Dentalium badense</i>	<i>Yoldia pygmaea</i>



Afbeelding 6.

Frequentieverdeling van 7 diergroepen tussen 13,80 en 43,50 m diepte in puls boring Hoogdonk. Gevonden aantallen zijn boven elke kolom aangegeven

- organo-fosfatiese kleppen van *Lingula dumortieri*
- tandjes van haaien (*Squalus* sp, *Squatina* sp. en *Pristiophorus* sp.) en roggentandjes (m.n. *Raja* sp. en *Myliobatis* sp)
- versteende werveltjes van beenvissen (ook andere botfragmenten en tandjes vaak aangetroffen)
- steenkernen van diverse slakken (soms sterk gepyritiseerd)
- steenkernen van tweekleppige dieren
- kokers van kokerwormen



den otolieten van vissen gaven daarvoor een rijker beeld van de omstandigheden ten tijde van de afzetting van deze sedimenten in Hoogdonk. Ze bieden daardoor meer mogelijkheden voor stratigrafische interpretatie. De in dit traject (43,45–44,90 m) aangetroffen schelpresten van bivalven, scaphopoden en de foraminiferen zijn in tabel 3 apart weergegeven.

Voor determinaties van mollusken is gebruik gemaakt van de hulp van P. Moerdijk, A. Janse en F. Wesselingh (Naturalis), daarnaast boden Moths (1989) en Wienrich (1997, 1999) voor een aantal mollusken en foraminiferen zeer goed bruikbare illustraties en beschrijvingen. Van de mollusken die in Liessel in de loop der jaren zijn opgebaggerd is al eerder een faunalijs gepubliceerd (Peters, 2001). Die fauna werd getypeerd als een Mol F3-fauna, die in het jongere deel van het Langenfeld te plaatsen is. Veel van de daarin beschreven (kleinere) soorten kwamen, zoals te verwachten was, ook in onze pulsbooring voor.

Foraminiferen zijn deels gedetermineerd met behulp van Wienrich (1997, 1999), deels door K. Gürs in Flintbek (BRD). Ze laten een beeld zien dat (in de Nederlandse Foraminiferen-zonering) de FC2A-zone vertegenwoordigt. In de boring Liessel 52C/264 werd deze FC2A-zone ook aangetroffen, maar dan pas tussen 54 en 115 meter (Schuurman, 1994).

De meest waarschijnlijke typering van de afzetting op de einddiepte van onze pulsbooring lijkt op basis van al deze gegevens: Laat-Mioceen, Langenfeld (zoals in NW-Duitsland gebruikt).

Conclusie

In de inleiding werden drie afzettinglagen verondersteld met daartussen (grote) hiaten: twee terrestrische namelijk Pleistocene Maas- en Pliocene pre-Rijn-afzettingen en een mariene (Boven-Mioceene) afzetting. Dat beeld moet op basis van de resultaten van deze boring worden bijgesteld met name voor het Pliocene deel.

De Pliocene afzetting in Hoogdonk lijkt op basis van vooral de pollengegevens veel omvangrijker dan verwacht. De palynologische gegevens van klei op 8,5 meter leveren een

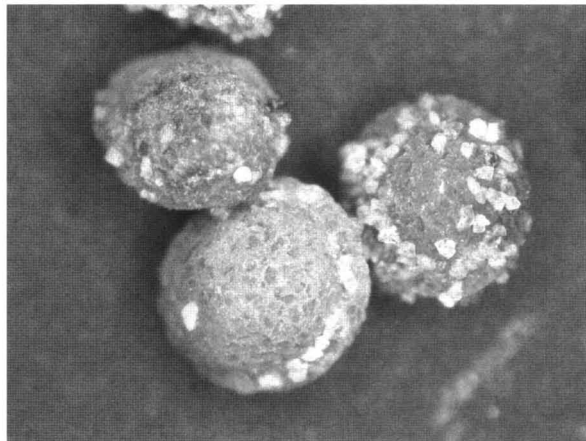
beeld op dat goed overeenkomt met die van kleimonsters van 12,5 en ook die van ruim 19 meter diepte. Deze gegevens wijzen over het hele traject op een zeer jong Tertiaire afzetting, mogelijk Reuver C (Meyer, 1981, 1988, 1996 en Zagwijn, 1959, 1960, 1974). Gelet op het glauconiethoudende groenzand dat we dieper dan 12,5 meter pulsten, zou dat betekenen dat deze Laat-Tertiaire sedimenten niet alleen terrestrisch van aard zijn, maar deels ook een mariene facies weerspiegelen. Een mariene facies waarin de grote aantallen gevonden (ingespoelde) zaden en vruchten erop wijzen dat het land zeer nabij moet zijn geweest.

Dierlijke resten ontbraken over het traject 8 – 12,5 meter en waren over het traject 12,5 – 19 meter vrij schaars; pas op dieptes van meer dan 20 meter werden ze talrijk. Omdat de afzetting in Hoogdonk tot grote diepte ontkalkt is, was het helaas onmogelijk om in dit traject door middel van foraminiferen- of mollusken-onderzoek meer en duidelijker biostratigrafische conclusies te trekken. Onze conclusie van Laat-Tertiair (waarschijnlijk Reuver) zou ook afwijken van de RGD-toelichting bij de Geol.Krt. van Ned, 52 W (Venlo West) waarin op de Peelhorst afzettingen van Reuver-ouderdom niet heten voor te komen.

Onder de faunaresten die vele jaren lang op deze locatie zijn opgebaggerd is een aantal fossielen met een Villafranchien-ouderdom, zoals de in de inleiding al genoemde gewestang van een hert en enkele mastodontenkiezen met nog aangekit groenzand (Peters e.a. 1991). Die zouden heel goed passen in de hierboven geschetste Laat-Pliocene Hoogdonk-afzettingen.

Ook de in Hoogdonk veronderstelde Laat-Miocene groenzanden uit de formatie van Breda behoeven op basis van onze boring misschien enige nuancering. Op een diepte van 43,5 tot bijna 45 meter (in het diepste deel van de boring) hebben deze een Langenfeld-ouderdom. Daarop wijzen zowel de mollusken- als de foraminiferen-fauna.

Het traject 20 – 43,5 meter is moeilijker te interpreteren omdat kalkhoudende mollusken en foraminiferen daar ontbreken. Wel laten over dit hele traject de zaden, mollusken en kokerwormen (20 – 23 meter en



Afbeelding 7.

Dierlijke fossielen. Van boven naar beneden: klep *Lingula dumortieri* (5 mm), tandjes haaien en roggen (tussen 1–10 mm) en de foraminifeer *Pyrgo* sp. (2–3 mm).

kregen we hulp van dr. J. Herman van de Geologische Dienst van België te Brussel. Ook verschillende van zijn publicaties over haaien- en roggentanden (Herman e.a., 1992, 1995, 1996) zijn daarbij gebruikt.

In het laatste gedeelte van het boortraject werd een diepte bereikt waarop het sediment niet meer ontkalkt was. De kalkhoudende foraminiferenschalen en schelpen, en de daarnaast plotseling frequent gevon-

32 – 35 meter), alsmede de laag tussen 31 en 34 meter met massaal voorkomen van *Pyrgo simplex* zien, dat de sedimentatie-omstandigheden in ieder geval zeer afwisselend zijn geweest.

De mariene afzettingen in Hoogdonk zijn niet allemaal van een en dezelfde Laat-Miocene ouderdom (Langenfeld), maar ook van jongere datum. Ten dele Laat-Pliocene, maar mogelijk ook Vroeg-Pliocene. Om dit na te gaan zou nader – vooral paleobotanisch – onderzoek nodig zijn.

Dankwoord

Vanaf de start van de booractiviteiten in het veld tot en met het schrijven van dit artikel zijn een groot aantal mensen bij het Hoogdonk-project betrokken geweest, die we bedanken voor hun welwillende medewerking. De bedrijfsleiding van de kalkzandsteenfabriek Hoogdonk BV die het ons jarenlang mogelijk maakte fossielen te verzamelen tijdens hun zand-baggerwerkzaamheden en instemde met onze boring op hun terrein. Aan enkele medewerkers van de kalkzandsteenfabriek hebben we in het bijzonder goede herinneringen: Jan van Loon, Laurie Wolters en Karel Jentjens die ons op velerlei manieren behulpzaam waren.

Het Natuurhistorisch Museum de Peel in Asten stelde de Banka-boor-installatie beschikbaar en bood de ruimte om alle materialen (bodemonsters, fossielen) uiteindelijk op te slaan. Domin Dalessi en Sem Peters gaven niet alleen blijk van hun belangstelling, maar zetten die regelmatig ook om in daadwerkelijke hand- en span-diensten.

Vele deskundigen hebben we daarna in de loop van de tijd om hun mening of hulp gevraagd bij het determineren en interpreteren van onze vondsten: in het bijzonder Jacques Herman van de Geologische Dienst in Brussel, Frank Wesselingh van Naturalis en zijn WTKG-collega's Peter Moerdijk en Anton Janse, Günther Wienrich en via hem Karl Gürs die onze foraminiferen bekeken en de Palaeobotanische Arbeids-groep van Hans Joachim Gregor waarin we herhaaldelijk onze vruchten, zaden en pollengegevens konden bespreken. In de loop van het project, maar zeker naar het einde toe was er steeds de belangstelling en hulp van John de Vos. Hij gaf kri-

tisch maar altijd stimulerend commentaar op wat we hem mondeling en bij het voorbereiden van dit artikel op papier voorlegden.

Literatuur

- Geissert, G., Gregor, H.J., Mai, D.H. (1990): Die Saugbaggerbaggerflora, eine Frucht- und Samenflora aus dem Grenzbereich Miozän-Pliozän von Sessenheim im Elsass (Frankreich). Documenta naturae, 57, München.
- Herman, J., Hovestadt-Euler, M., Hovestadt D.C. en Stehmann M. (1992, 1995, 1996): Contributions to the study of the comparative morphology of teeth and other relevant Ichthyodorulites in living supra-specific taxa of Chondrichtyan fishes. In verschillende delen en jaren. Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Brussel.
- Hordijk, L. (1988): De uitvoering van de boring Zuurland nabij Brielle. Cranium, jrg. 5, nr. 2, 109-113.
- Hordijk, L. (1993): Een bijzondere fossielhoudende laag uit de boring Zuurland. Cranium, jrg. 10, nr. 1, 39-45.
- Krutzsch, W. (2000): Stratigraphische Tabelle Oberoligozän und Neogen (marin-kontinental), Berliner geowiss. Abh. E34, 153-165.
- Meyer, K.-J. (1981): Zur Stratigraphie des kontinentalen Pliozän in NW-Deutschland mittels pollenanalytischer Untersuchungen. Newsl. Stratigr. 10,1: 1-19. Berlin, Stuttgart.
- Meyer, K.-J. (1988): The regional distribution of pollen and spores assemblages of the Neogene; F.R.G. – Lower Saxony between Weser, Aller and Elbe. – In: Vinken, R.: The Northwest European Tertiary Basin. – Geol. Jb. A 100; 317-318, fig. 162; Hannover.
- Meyer, K.-J. (1996): Pollenstratigraphische Untersuchungsergebnisse zur Bohrung 89/3, südliche Nordsee. – Geol.Jb. A146: 155-162; Hannover.
- Moths, H. (1989): Die Molluskenfauna des miozänen Glimmertons aus Gross Pampau (Krs.Hzgt Lauenburg, BRD). Der Geschiesbesammler 22 (3-4), Hamburg.
- Peters, A., Lammers Th. en Mol, D. (1991): Mastodontenkiezen uit Liessel (Noord-Brabant); Cranium, jrg. 8, nr. 2, 89-96
- Peters, A., 1994. Vorläufige Mitteilung über die jungtertiäre Greifbagger-flora von Liessel (Niederlande). Documenta naturae 84, München.
- Peters, A. 2001. Miocene Mollusca uit Liessel. Afzettingen WTKG 22 (2): 30-32.
- Schuurman, H., 1994, Micropaleontologisch onderzoek aan de boring Liessel 52C/264 RGD-rapport 1653, Haarlem.
- Toorn, J. v.d., 1976. Toelichting bij de Geologische kaart van Nederland 1:50.000, Blad Venlo West (52W). Geol. Stichting, Haarlem.
- Van der Burgh, J. (1978): The Pliocene Flora of Fortuna-Garsdorf. I. Fruits and seeds of Angiosperms. Review Palaeobot. Palynol. 26: 173-211.
- Van der Burgh, J. (1983): Allochthonous seed and fruit floras from the Pliocene of the lower Rhine basin. Review Palaeobot. Palynol. 40: 33-90.
- Van der Burgh, J. (1988): Some local floras from the Neogene of the lower Rhine basin. Tertiary Res. 9 (1-4): 181-212.
- Wienrich, G. (1997). Die Fauna des marinen Miozäns von Kevelaer (Niederrhein) Band 1. Bachhuys Publishers, Leiden.
- Wienrich, G. (1999). Die Fauna des marinen Miozäns von Kevelaer (Niederrhein) Band 2. Bachhuys Publishers, Leiden.
- Zagwijn, W.H. (1959): Zur stratigraphischen und pollenanalytischen Gliederung der pliozänen Ablagerungen im Roertal-Graben und Venloer Graben der Niederlande. Fortschr. Geol. Rheinl. U. Westf. 4: 5-26, 4 Abb., 3 Tab., 3 Taf.; Krefeld.
- Zagwijn, W.H. (1960): Aspects of the Pliocene and Early Pleistocene Vegetation in the Netherlands. – Med. Geol. Sticht., Serie C-III-1,5: 1-78, 8 fig., 7 profiles, 3 pl. Maastricht.
- Zagwijn, W.H. (1974): Bemerkungen zur stratigraphischen Gliederung der plio-pleistozänen Schichten des niederländisch-deutschen Grenzgebietes zwischen Brügge und Venlo. Z. dt. Geol. Ges. 125: 11-16, 3 Abb.; Hannover.