

## Het Eemien in zuidelijk Flevoland: een blik in de bodem van het bekken van Amersfoort

Frank P. Wesselingh\*, Philip W. Visser\* & Tom Meijer\*

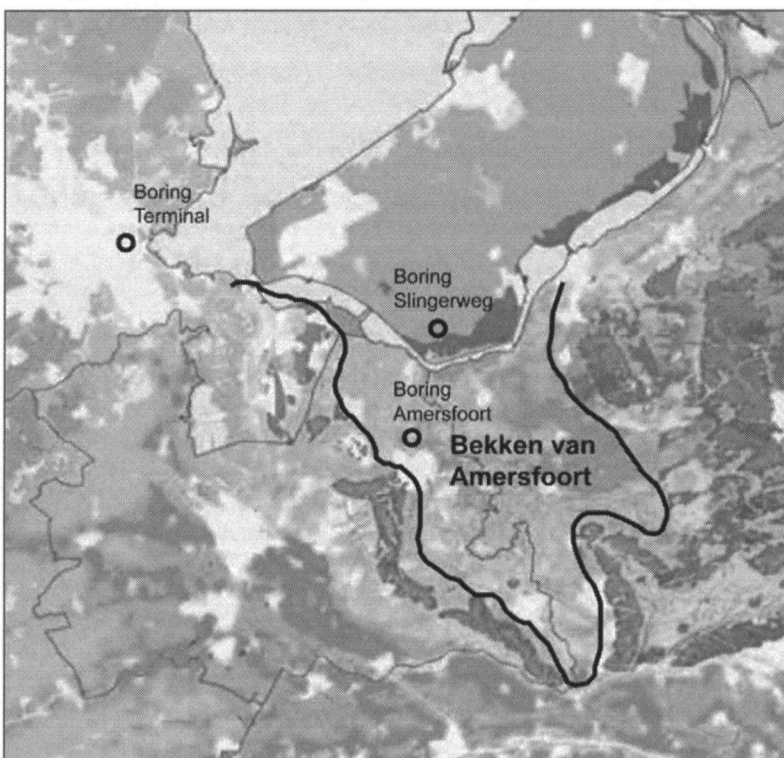
In het kader van grondwateronderzoek is op 26 juni 2006 een spoelboring uitgevoerd aan de Slingerweg in het zuidpuntje van Flevoland. Per drie meter intervallen werd ongeveer een kilogram sediment verzameld. De boring ligt vrijwel in het centrum van het glaciële Bekken van Amersfoort (figuur 1) en bood de mogelijkheid de continuïteit en de laterale variatie van Eemien afzettingen in dit bekken te bestuderen.

De boring Slingerweg werd gezet in de oever van de noordelijke sloot tegenover Slingerweg 25 (RDX 157.572; RDY 476.899), gemeente Zeewolde. De spoelboring werd uitgevoerd door Braker Grondboringen IJsselmuiden. Het maaiveld ter plekke ligt op ongeveer 2,5 meter onder N.A.P. De boring werd beëindigd op 126 meter onder maaiveld (m.o.m.). In totaal werden vijf pakketten aangeboord (figuur 2, pagina 88). Van 0-4 m.o.m. werd klei en veen aangetroffen die worden gerekend tot de holocene Naaldwijk en Nieuwkoop formaties. Van 4-16 m.o.m. werd een afwisseling van grijsbruin zand, klei en veen aangetroffen die wordt gerekend tot de Formatie van Bostel en is afgezet in het Weichselien. Het lichtgrijze matig fijn tot matig

grofkorrelige zand uit het niveau 15-16 m.o.m. had hoeke korrels (was scherp) en is mogelijk dekzand. Van 16 tot 19 m.o.m. werd een donkerbruin, sterk zandig veen aangetroffen dat we rekenen tot de Formatie van Woudenberg (Eemien). De Eem Formatie komt voor tussen 19 en 66 m.o.m. en omvat donkergrijze kleien, veelal met schelpenresten. De bovenste meter (19-20 m.o.m.) bestaat uit een lichtgrijs fijnkorrelig zand met veel schelpen. Van 20-48 m.o.m. is de klei donkergrijs, van 48-60 m.o.m. is de klei donkergrijs tot zwart, om in de onderste 6 meter weer over te gaan naar lichtgrijs en waarbij de zandfractie ook naar onder toeneemt. In het interval 42-63 m.o.m. komen veelvuldig millimeter-dikke licht onregelmatige laagjes voor. Van 66 m.o.m. tot aan de basis van de boring op 126 m.o.m. is er een naar onder toenemend grofkorrelig zandpakket aanwezig, dat onder 111 meter gedomineerd wordt door grind. In het grind komt veel heldere kwarts voor, daarnaast komen regelmatig rode en witte veldspaat en vuursteen voor. Dit pakket wordt toegerekend aan de midden pleistocene Formatie van Appelscha. De mollusken uit het traject van 19-66 m.o.m. werden onderzocht. Alleen de fractie groter dan 1,6 mm werd geanalyseerd.

Figuur 1. Ligging van Boring Slingerweg en Boring Amersfoort in het glaciële Bekken van Amersfoort.

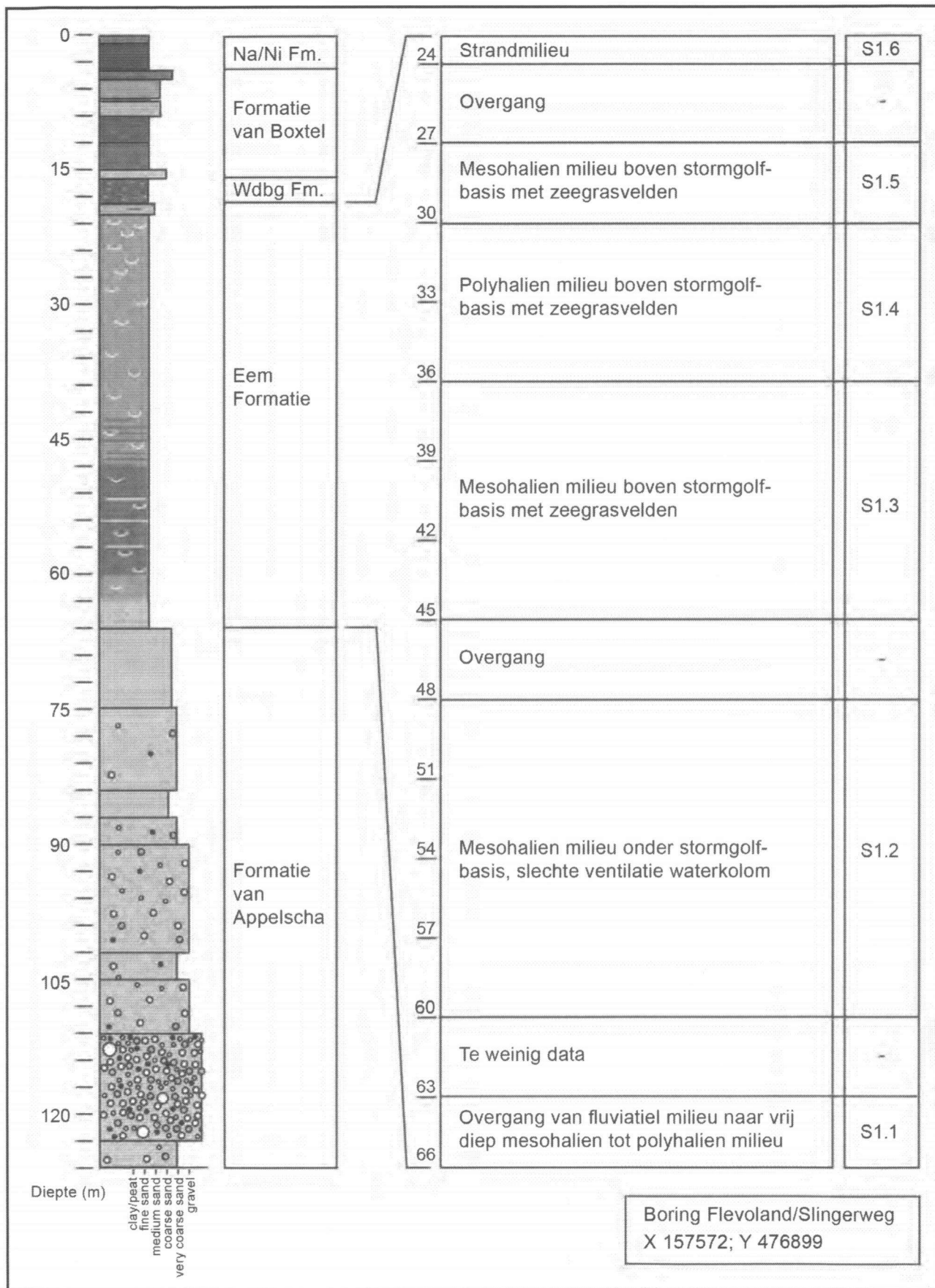
Achtergrondkaart van [www.aardkundigewaarden.nl/images/stuwvalc.jpg](http://www.aardkundigewaarden.nl/images/stuwvalc.jpg)



In totaal werden er 36 molluskentaxa gevonden (tabel 1, pagina 86). Daarnaast werden zeepokken (*Balanus improvisus*) en losse exemplaren van de kalkkokerworm *Spirorbis* sp. meegenomen in de analyse. Het bovenste monster (19-20 m.o.m.) bevatte de genoemde 1113 exemplaren, in de overige monsters werden slechts gemiddeld 97 telbare exemplaren gevonden (variërend van 5 tot 196 exemplaren per monster). Als telbare exemplaren werden fragmenten van gastropoden waarin de columella was bewaard en fragmenten van bivalven met meer dan de helft van het slot beschouwd.

Het onderste monster (63-66 m.o.m.: zone S1.1: tabel 1, pagina's 86 en 88) bevatte zeer weinig schelpen (enkele vol-mariene soorten als *Varicorbula gibba* en *Timoclea ovata*, enkele kustnabije soorten zoals *Peringia ulvae* en *Mytilus edulis*, maar ook zoetwater soorten als *Valvata piscinalis* en *Sphaeriidae* indet.). Dit monster interpreteren we als een mengsel van zoetwater en mariene afzettingen. Het erboven liggende monster is zeer arm aan exemplaren, waardoor we het afzettingmilieu ervan niet met zekerheid

Figuur 2. Boring Slingerweg. S zones worden beschreven in de tekst. Dieptes in meter onder maaiveld. (Na/Ni Fm. = Naaldwijk/Nieuwkoop Formatie; Wdbg Fm. = Woudenberg Formatie.)



kunnen duiden. Het gaat hier om mariene soorten en een fragment van de brakwaterkokkel *Cerastoderma glaucum*. Het interval 48-60 m.o.m. (zone S1.2) bevat een zeer consistente fauna gedomineerd door *Varicorbula gibba*. Daarnaast komt *Peringia ulvae* in lage aantallen voor en zijn andere mariene soorten zeldzaam. De dominantie van *V. gibba*, tezamen met de zeer donkere kleur van de klei, het voorkomen van organisch materiaal en het algemeen voorkomen van mm-fijne laagjes wijzen op een vrij diep (onder of rond de stormgolfbasis), zuurstofarm afzettingmilieu. Het interval 45-48 m.o.m. (waarvan twee monsters zijn geanalyseerd) vormt een redelijk soortenrijk geheel waarin *Peringia ulvae* numeriek domineert samen met in één van de twee monsters *Spirorbis* sp. Daarnaast komen lage aantallen van de soorten *Turboella radiata balkei*, *Bittium reticulatum*, *Mytilus edulis*, *Cerastoderma glaucum*, *Spisula subtruncata* en *Venerupis senescens* voor. Dit monster wordt geïnterpreteerd als een overgang van het voorgaande naar het volgende afzettingmilieu, waarbij het voorkomen van *Spirorbis* met *Turboella* en *Bittium* vermoedelijk wijst op de aanwezigheid van zee gras en/of macroalgen. Het interval 27-42 m.o.m. (zone S1.3-S1.5) herbergt tamelijk diverse fauna's (tot 17 soorten in een monster). De meest algemene soorten zijn *Peringia ulvae*, *Mytilus edulis*, *Cerastoderma glaucum* (die door lage aantallen *Cerastoderma edule* wordt vervangen in het interval 30-36 m.o.m.: zone S1.4) en *Spisula subtruncata*. In het onderste deel zijn voorts *Turboella radiata balkei* (vooral in het 33-45 m. interval) en *Venerupis senescens* (36-45 m.o.m.) algemeen. In monster 30-33 m.o.m. is de zeepok *Balanus improvisus* zeer algemeen, wat wijst op het voorkomen van vast substraat (bijvoorbeeld schelpen of macroalgen). *B. improvisus* kan zeer lage en hoge zoutgehalten goed verdragen maar heeft wel relatief zuurstofrijk water nodig. Het interval 27-42 m.o.m. wordt geïnterpreteerd als een mesohaliene ondiepe zeebodem (boven de stormgolfbasis en deels zelfs boven de 'fairweather' golfbasis) met in het interval 33-45 m.o.m. de aanwezigheid van zee grasvelden en/of macroalgen (zeewier). De aanwezigheid van *Cerastoderma edule* in plaats van *Cerastoderma glaucum* in interval 30-36 m.o.m. wijst vermoedelijk op een periode van vrijwel normaal mariene (euhaliene) condities. Monster 24-27 m.o.m. wordt gedomineerd door *Peringia ulvae*, *Ostrea edulis*, *Macoma balthica* en *Balanus improvisus*. Daarnaast is *Ventrosia ventrosa* niet zeldzaam. Opvallende afwezige is *Cerastoderma glaucum*. Het gaat hier om een kustnabije (mogelijk mesohaliene) mollusken-associatie. Het monster 23-24 m.o.m. is soortenrijk (20 soorten). Er zijn zeer verschillende conservatiestijlen in het materiaal vertegenwoordigd, verschillende kleuren en een grote variatie aan afronding en fragmentatie, wat wijst op een gemengde fauna. Zeer algemeen zijn *Peringia ulvae*, *Cerastoderma glaucum* en *Balanus improvisus*. Algemeen zijn *Ventrosia ventrosa*, *Ostrea edulis*, *Spisula subtruncata* en *Macoma balthica*. Opvallende andere soorten zijn kustindicatoren zoals *Littorina saxatilis*, *Barnea candida*,

en de eerdergenoemde *Balanus improvisus*, en brakwater-indicatoren zoals *Scrobicularia plana* en de eerder genoemde *Ventrosia ventrosa*. Op basis van de menging van fossilisatiestijlen waaronder het voorkomen van verschillende ecologische incompatibele taxa alsmede het uniek voorkomen van kustindicatoren doet vermoeden dat het om een strandafzetting gaat of om een geulafzetting, waarbij zowel van een rivier als van een estuariene geul sprake zou kunnen zijn.

De faunasamenstelling, de sedimenten en de tafonomie van de schelpen wijzen erop dat de Eem Formatie in de boring Slingerweg een enkele afzettingscyclus vertegenwoordigt van snelle verdrinking gevolgd door een relatief zuurstofarme hoogstand van de zeespiegel gevolgd door een verondieping in een algemeen brakwatermilieu met daarin een mariene puls om tenslotte via een kustnabij milieu over te gaan in veenmoerassen waaruit de Woudenberg Formatie is ontstaan.

Boring Slingerweg kan worden vergeleken met boringen rond Amersfoort (Cleveringa et al., 2000), zo'n 10 kilometer naar het zuiden. We beperken ons hier tot de vergelijking met de relatief complete sectie van boring Amersfoort-1 (32B119). Deze boring is veel schelpen- en vooral soortenrijker dan de boring Slingerweg. In totaal werden er door Cleveringa et al. (2000) 5 mariene mollusken-eenheden gedefinieerd. Vanaf het onderste monster op 24.8 m. onder NAP, waarin alleen zoetwatersoorten (zone M1.1) kenmerkend voor een gematigd klimaat voorkwamen, is de volgende opeenvolging gedocumenteerd (met bijbehorende milieu interpretaties).

M1.2: *Cerastoderma glaucum* - *Venerupis senescens* - *Bittium reticulatum* - *Abra ovata* gedomineerde fauna's: zeer ondiep sublittoraal, mesohalien water met lage getijdenvariatie.

M1.3: *Cerastoderma edule* - *Modiolus adriaticus* gedomineerde fauna's: laag energetisch sublittoraal, mesohalien tot euhalien water met een iets grotere getijdenamplitude.

M1.4: *Bittium reticulatum* - *Timoclea ovata* gedomineerde fauna's: euhalien milieu met daarin veel voorkomende zee gras- dan wel zeewiervelden (gebaseerd op de voorkomende mollusken soorten).

M1.5: *Mytilus edulis* - *Cerastoderma glaucum* - *Ventrosia ventrosia* gedomineerde fauna's: laag energetisch mesohalien milieu met zee gras en/of zeewier.

M1.6: *Mytilus edulis* - *Macoma balthica* gedomineerde fauna's: ondiep sublittoraal met een relatief laag zoutgehalte en lage getijdenamplitude.

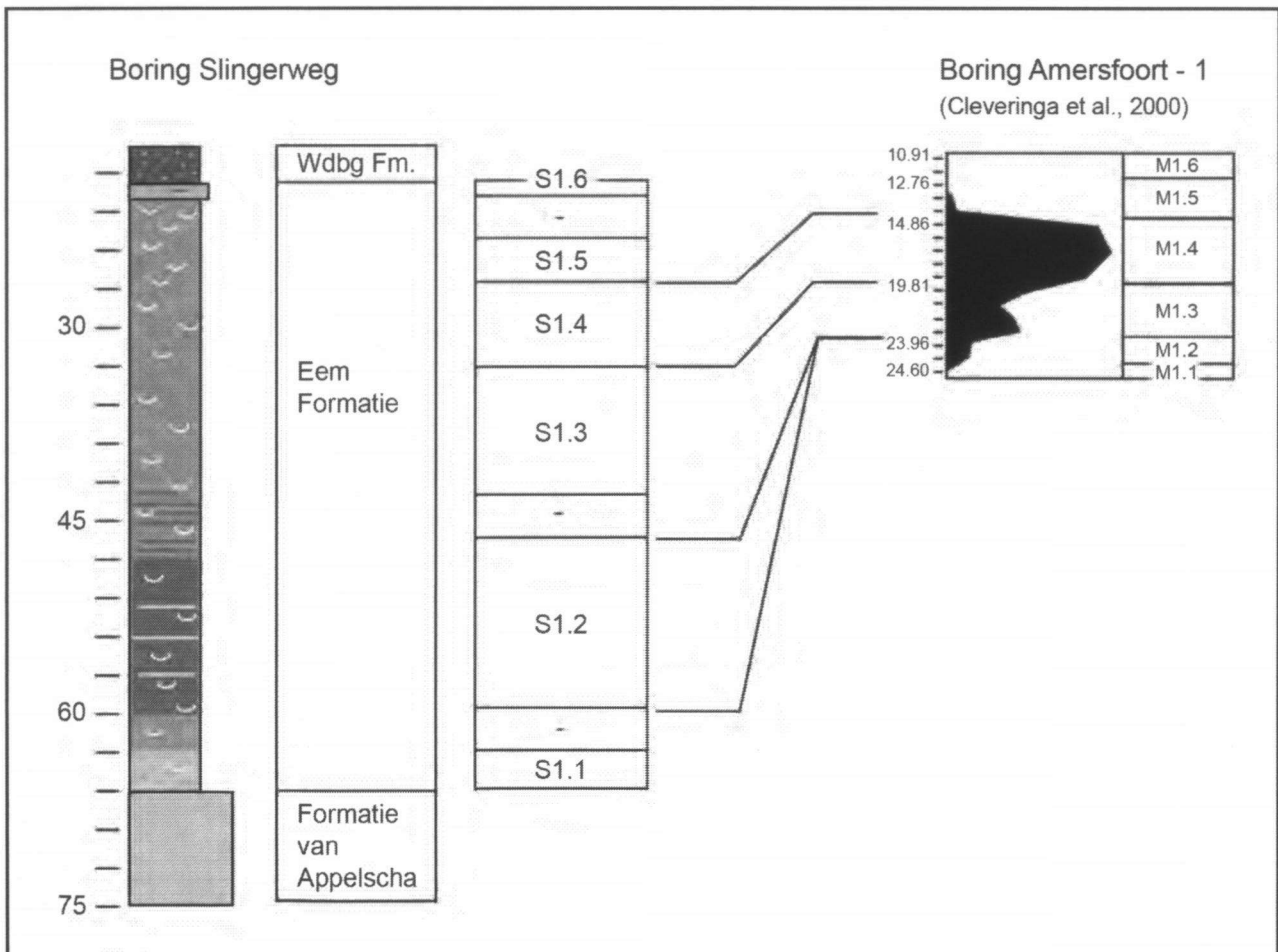
Een zevende (onbenoemd) interval bevat klei met weinig mariene mollusken die door de auteurs werden gerekend tot hoog intragetijde tot supragetijde milieus. De top van het fossielhoudende Eemien in boring Amersfoort-1 ligt op -10.9 m. NAP. In het algemeen vertegenwoordigt het Eemien in die boring minder diepe afzettingmilieus dan de Eem intervallen in de boring Slingerweg. Boring Amersfoort is merendeels afgezet in helder water, gezien

het voorkomen van zeegrasvelden (gebaseerd op de molusken fauna's). Over het algemeen was er sprake van een beperkt marien tot zelfs lagunair afzettingsmilieu. Boring Amersfoort vertegenwoordigt evenals boring Slingerweg een enkele afzettingscyclus van zoetwater (24.8 m. -NAP) naar maximaal diep (16.8-17.8 m. -NAP) naar ondiep water (-10.9 m. NAP).

Een directe vergelijking tussen de twee boringen is lastig omdat de boring Slingerweg een veel dikker pakket Eem Formatie omvat dat tot veel dieper in de ondergrond aanwezig is en dat deels is afgezet in diepere milieus dan in boring Amersfoort. Ook al is er in beide boringen sprake van een enkele verdiepende-verondiepende cyclus, kunnen daardoor de verschillende onderdelen niet een-op-een met elkaar worden gecorreleerd. Zo zal de transgressie in boring Slingerweg vermoedelijk eerder hebben plaatsgehad dan in de omgeving van Amersfoort omdat het eerste gebied mogelijk lager lag. Bovendien zullen de sedimentatiesnelheden in het bekkencentrum hoger zijn geweest dan aan de rand. In boring Amersfoort domineert *Cerastoderma edule* ten opzichte van *Cerastoderma glaucum* in de

zones M1.3 en M1.4 (-15.8-23.65 m. NAP), wat een teken voor maximale zoutgehaltes is. Aanvullende gegevens, zoals ribaantallen op *Cerastoderma* leggen de zoutgehaltepiek zelfs helemaal in zone M1.4 (Cleveringa et al., 2000, zie ook figuur 3). Het meest mariene signaal is in boring Slingerweg te vinden in interval 30-36 m.o.m., eveneens vrij hoog in het Eemien interval. Een maximaal open marien signaal is ook bekend uit latere delen van de Eem sequentie in het meer westelijk gelegen Bekken van Amsterdam (van Leeuwen et al., 2000) en hangt samen met een vrij korte periode waarin zandige ondieptes in de kustzone naar het westen werden beslecht tijdens pollenzone E5. *Varicorbula gibba*-gedomineerde fauna's, zoals die in boring Slingerweg tussen 48 en 60 m.o.m. voorkomen, ontbreken in boring Amersfoort-1, maar zijn bijvoorbeeld wel bekend van boring Terminal in Amsterdam. In de boring Amersfoort-1 is er slechts een kleine *Varicorbula gibba* piek op de grens van M1.2 en M1.3. Als de *Cerastoderma edule* en de *Varicorbula gibba* pieken in beide boringen te correleren zijn dan is een correlatie zoals weergegeven in figuur 3 mogelijk.

Figuur 3. Mogelijke correlatie boring Slingerweg en boring Amersfoort-1. Data van de laatste boring uit Cleveringa et al., 2000. De monsterintervallen in de laatste boring zijn niet even groot. Het zwarte diagram representeert het percentage euhaliene (= vol-mariene) soorten.



## Referenties

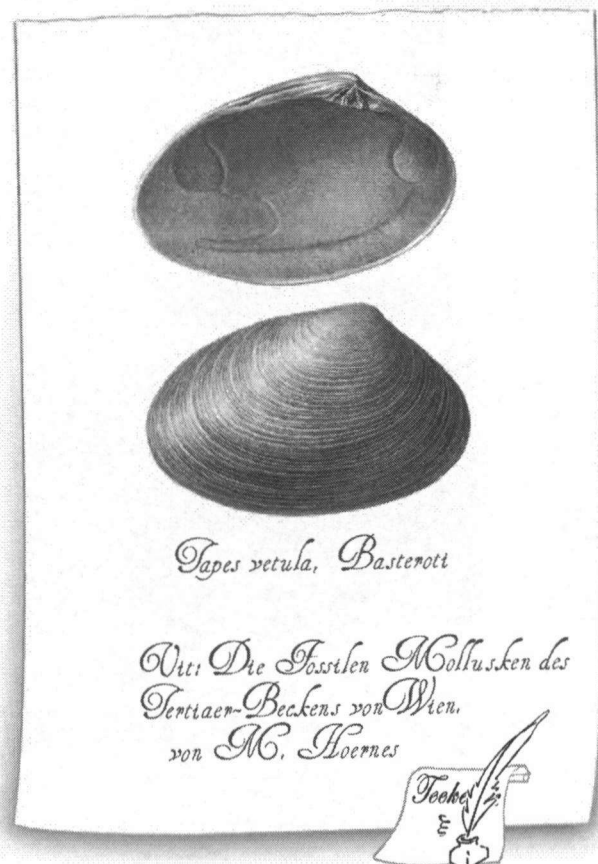
Cleveringa, P., T. Meijer, R.J.W. van Leeuwen, H. de Wolf, R. Pouwer, T. Lissenberg, & A.W. Burger, 2000. The Eemian stratotype locality at Amersfoort in the central Netherlands: a re-evaluation of old and new data. - *Geologie en Mijnbouw / Netherlands Journal of Geosciences*, 79: 197-216.

Leeuwen, R.J.W. van, D.J. Beets, J.H.A. Bosch, A.W. Burger, P. Cleveringa, D. van Harten, G.F.W. Herengreen, R.W. Kruk, C.G. Langereis, T. Meijer, R. Pouwer, H. de Wolf, 2000. Stratigraphy and integrated facies analysis of the Saalian and Eemian sediments in the Amsterdam-Terminal borehole. - *Geologie en Mijnbouw / Netherlands Journal of Geosciences*, 79: 161-196.

\*Frank P. Wesselingh, *NCB Naturalis, Postbus 9517, 2300 RA Leiden, e-mail: Frank.Wesselingh@ncb.naturalis.nl*

\*Philip W. Visser, *Arcadis Nederland, Postbus 673, 7300 AR Apeldoorn, e-mail: Philip.visser@arcadis.nl*

\*Tom Meijer, *NCB Naturalis, Postbus 9517, 2300 RA Leiden, e-mail: t.meijer@inter.nl.net*





Tabel 1. Mollusken uit het Eemien van boring Slingerweg.

	63 - 66	60 - 63	57 - 60	54 - 57	51 - 54	48 - 51	45 - 48 b	45 - 48 a	42 - 45	39 - 42	36 - 39	33 - 36	30 - 33	27 - 30	24 - 27	23 - 24
<i>Littorina saxatilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Peringia ulvae</i>	1	0	1	4	6	7	19	11	31	27	3	8	39	5	23	175
<i>Ventrosia ventrosa</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	3	4	7	52
<i>Turboella radiata baikei</i>	0	0	1	0	2	0	2	2	17	22	5	9	0	1	0	0
<i>Rissoa</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0
<i>Bittium reticulatum</i>	0	0	0	0	1	0	1	2	4	4	2	1	0	1	0	1
<i>Retusa obtusa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
? <i>Retusa cylindrica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Chrysallida pellucida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	4	0	6	4
<i>Chrysallida indistincta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	5
<i>Chrysallida cf. interstincta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Odostomia scalaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Pulmonata</i> indet.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Valvata piscinalis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mytilus edulis</i>	1	1	2	0	0	0	3	3	18	9	37	17	35	42	0	15
<i>Modiolus adriaticus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0
<i>Ostrea edulis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	4	4	20	48
<i>Lucinella divaricata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Mysella bidentata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	0	2	2	3
<i>Cerastoderma glaucum</i>	0	1	1	0	0	2	7	2	16	21	3	0	0	2	3	170
<i>Cerastoderma edule</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	0	1	0
<i>Parvicardium scabrum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Spisula subtruncata</i>	0	0	0	0	0	4	3	2	59	46	32	22	6	6	2	66
<i>Mactra stultorum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0
<i>Tellina</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Macoma balthica</i>	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	4	3	10	47
? <i>Gastrana fragilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Abra alba</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Abra nitida</i>	0	0	0	0	0	0	2	2	3	1	1	0	0	0	0	0
<i>Abra tenuis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Scrobicularia plana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Venerupus senescens</i>	0	0	0	0	0	1	3	3	3	15	2	0	1	1	1	1
<i>Timoclea ovata</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphaeriidae</i> indet.	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Varicorbula gibba</i>	8	1	190	33	81	48	4	3	1	2	0	0	0	0	0	1
<i>Barnea candida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	6
<i>Balanus improvisus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1	4	85	5	84	500
<i>Spirorbis</i> sp.	0	0	0	1	0	3	0	37	3	7	0	0	0	0	0	0