

Oosterink, H.W., 1986. Winterswijk, geologie deel II. De Trias-periode (geologie, mineralen en fossielen. Wet. Med. KNNV nr. 178, Hoogwoud

Ziegler, P.A., 1978. North-western Europe: Tectonics and basin development. Geol. en Mijnbouw, vol. 57 (4):589-626.

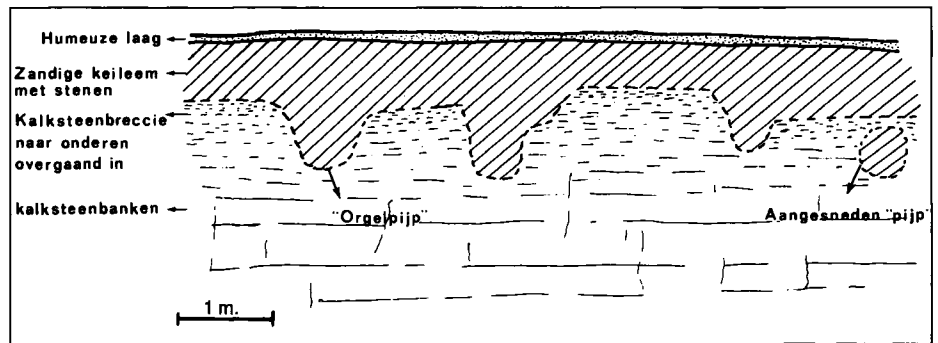


Fig. 13. Karstverschijnselen aan het Muschelkalkoppervlak (naar Van Dijk, 1980).

Microfossielen uit Jura- en Krijtontsluitingen in de oostelijke Achterhoek

L. Witte, H. Schuurman & Th. Lissenberg

Vanuit geologisch oogpunt gezien is de oostelijke Achterhoek het meest gevarieerde stukje Nederland. Een breed scala aan gesteenten van sterk uiteenlopende ouderdom komt hier aan, of vlak bij, de oppervlakte. Voor het Mesozoïcum, op Zuid-Limburg na zo goed als afwezig aan de oppervlakte in Nederland, geldt dat uit elk van de periodes waarin het wordt verdeeld - Trias, Jura en Krijt - sedimenten zijn ontsloten. Over de Trias, aanwezig in de vorm van Onder-Muschelkalk en ontsloten in de Winterswijkse Steengroeve, is reeds veel geschreven. Dit artikel handelt over de Jura- en Krijtafzettingen, waarvan we heel wat minder weten. Bovendien wordt, aan de hand van twee beekontsluitingen in Jura en Krijt bij Winterswijk, de rol van microfossielen (foraminiferen en ostracoden) bij dateringen en correlaties toegelicht.

Achterhoek

De afzettingen uit de Jura- en Krijtperiodes in de Achterhoek zijn heel wat minder spectaculair ontsloten dan die uit de Trias.

Geen grote groeves, maar zeer bescheiden ontsluitingen in de bodem of de oever van de schilderachtige beekjes die dit deel van de provincie landschappelijk zo aantrekkelijk maken.

De fossielen waar we over spreken zijn foraminiferen en ostracoden; zij zijn zowel aan te treffen in de ontsloten Jura-kleien en Krijtkalken, als ook in verschillende Mesozoïsche gesteenten die niet, of net niet, aan de oppervlakte komen, maar wel uit boringen bekend zijn. Deze zgn. microfossielen zijn van groot belang bij het bepalen van de ouderdom en bij het correleren van de verschillende lagen, zeker in een gebied waar de geologische samenhang zo verstoord is als hier.

Een aantal verschillende vormen uit de onderste Onder-Jura (Hettangien) van de Willinkbeek en het onderste Boven-Krijt (Cenomanien) van de Oossinkbeek is afgebeeld op de platen die bij dit artikel zijn opgenomen.

Jura- en Krijtafzettingen

Het gebied rond Winterswijk draagt duidelijk de sporen van de hevige tectonische activiteit die hier zowel gedurende het Mesozoïcum als ook in het Tertiair plaatsvond.

Differentiële bewegingen liggen ten grondslag aan de grote verschillen in dikte van de gesteente pakketten. Over zeer korte afstand kan de geologische opbouw sterk uiteenlopen, en de benaming 'geologische mozaïekvloer', die wel eens voor dit gebied wordt gebruikt, is dan ook zeker terecht. De beschikbare informatie over de stratigrafie van Jura en Krijt is, mede ook daarom, nogal onsamenhangend.

Zo is nog steeds niet bekend of bepaalde eenheden uit de geologische geschiedenis hier door gesteenten zijn vertegenwoordigd en, in het geval dat dit niet zo is, of dit dan een gevolg is van erosie of van non-sedimentatie.

Ook over de dikte van de meeste afzettingen is geen schatting te maken. Het merendeel van wat we weten over de Mesozoïsche gesteentesuccessie in de Achterhoek is ontleend aan boringen van de Rijksopsporing van Delf-

stoffen (ROD) uit de eerste twee decennia van deze eeuw.

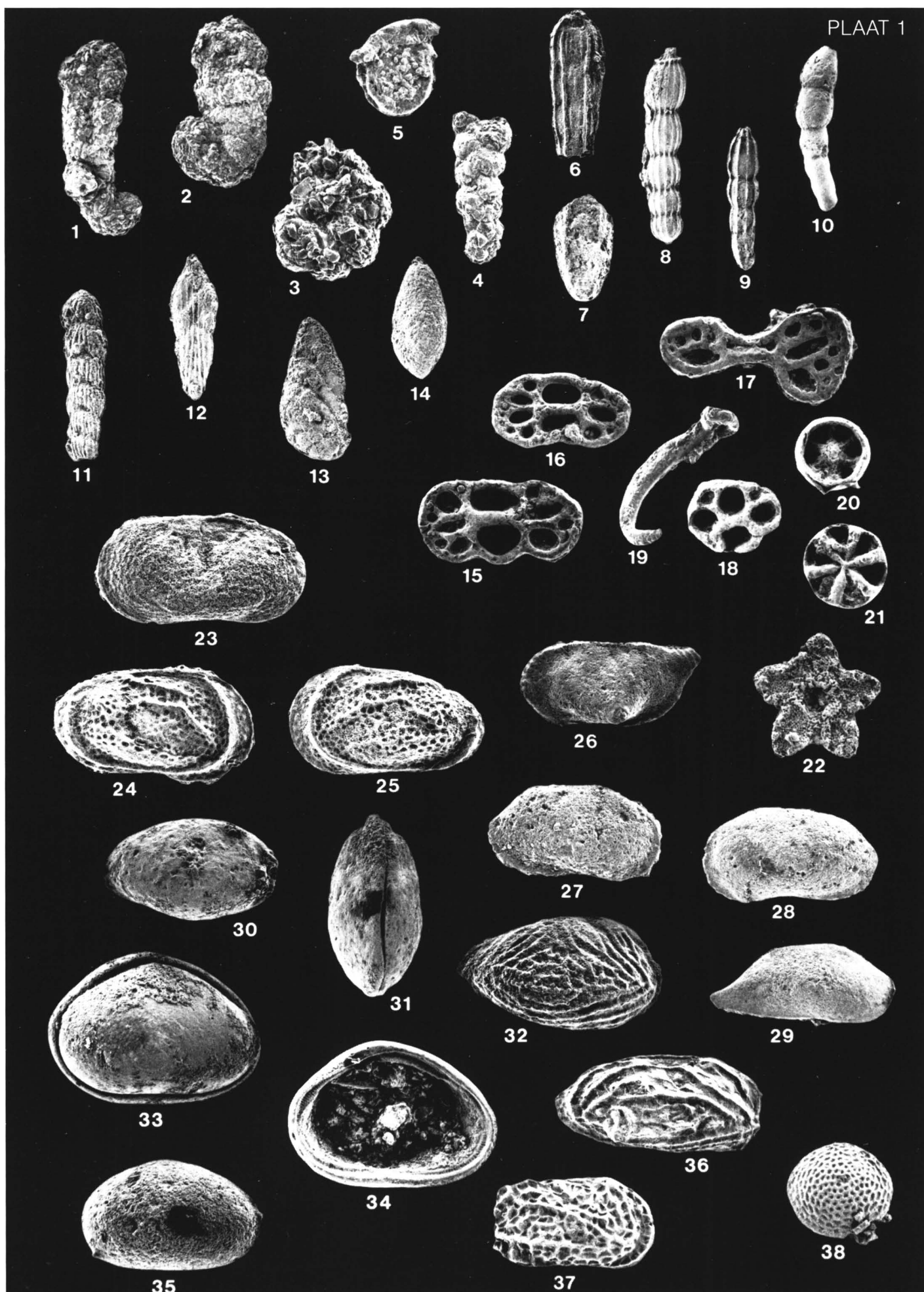
Deze boringen, die zich nu bij de Rijks Geologische Dienst (als opvolger van de ROD) bevinden, werden geheel gekernd en waren vaak diep genoeg om een redelijk deel van de successie te doorboren.

Meer recente informatie is vooral afkomstig uit boringen die zijn uitgevoerd door M. van de Bosch van het Nationaal Natuurhistorisch Museum te Leiden. Een aantal van deze boringen - er zijn er heel wat verricht in dit gebied - boort het Mesozoïcum aan; slechts bij uitzondering echter dringen ze daar diep genoeg in door om de voor een goed begrip zo belangrijke overgangen tussen de pakketten te omvatten.

Jura

De Jura periode wordt in drie eenheden, Lias, Dogger en Malm, onderverdeeld.

De oudste etage van de Lias, het Hettangien, is in de Achterhoek vertegenwoordigd door kleien die in verschillende boringen zijn aangetroffen en ook hier en daar in beekjes, ondermeer in



Plaat 1: Microfossielen uit de Onder-Jura (Het-tangien) van de Willinkbeek.

Fig. 1 t/m 14 Foraminiferen

1 t/m 3. *Ammobaculites cf. coprolithiformis* (Schwager, 1867) (1,2 = 22x, 3 = 42x).

4. *Textularia* sp. (71x).

5. *Spirillina infima* (Strickland, 1846) (71x).

6. *Geinitzina tenera tenuistriata* Norvang, 1957 (71x).

7. *Geinitzina tenera tenera* Bornemann, 1854 (71x).

8. *Nodosaria metensis* Terquem, 1858 (42x).

9. *Nodosaria mitis* (Terquem & Berthelin, 1875) (42x).

10. *Dentalina digitalis* Franke, 1936 (42x).

11. *Fronicularia obliquecostata* Usbeck, 1952 (42x).

12. *Ichtyolaria dubia* (Bornemann, 1854) (42x).

13. *Lenticulina (Planularia) stilla* (Terquem, 1858) (71x).

14. *Eoguttulina liassica* (Strickland, 1845) (71x).

Fig. 15 t/m 21 Holothuriën

15 t/m 18. *Calclamna germanica* Frizzell & Exline, 1955 (71x).

19. *Achistrum* sp. (71x).

20, 21. *Chiridotites crassidentatus* Deflandre-Rigaud, 1951 (71x).

Fig. 22. Segment van Crinoiden-stengel (Zeelelie) (42x).

Fig. 23 t/m 38 Ostracoden

23. *Cytherelloidea concentrica* Field, 1966, linker klep (71x).

24, 25. *Cytherelloidea buisensis* Donze, 1966, 24 = rechter klep, 25 = linker klep (71x).

26. *Monoceratina frentzeni* Triebel & Bartenstein, 1938, linker klep (71x).

27, 28. *Bairdia cf. fortis* Drexler, 1958, 27 = rechter klep, 28 = linker klep (42x).

29. *Bairdia carinata* Drexler, 1958, rechter klep (42x).

30, 31. *Kinkelina glabra dorsetensis* Field, 1967 (nom. nud.), 30 = rechter klep, 31 = bovenaanzicht van carapax, (71x).

32. *Ektypocythere moorei* (Jones, 1872), rechter klep (112x).

33 t/m 35. *Ogmoconchella ellipsoidea* (Jones, 1872), 33 = rechter aanzicht carapax, 34 = binnen aanzicht linker klep, 35 = juveniele rechter klep (71x).

36. *Nanacythere* sp., rechter klep (112x).

37. *Lophodentina bicostata* (Drexler, 1958), rechter klep, achterrand beschadigd (71x).

38. *Polycopse cerasia* Blake, 1876, rechter klep (71x)

de Willinkbeek en de Ratumse Beek, zijn ontsloten (Peletier & Kolstee 1986). De daaropvolgende etages, Sinemuriën en Pliensbachien, zijn geregeld in boringen, vooral ROD boringen, aangetoond.

De bovenste etage van de Lias, het Toarcien, is, naar wij moeten aannemen, afwezig, evenals de onderste etage van de Dogger, het Aalenien (Gerth 1955).

De aanwezigheid hiervan wordt soms wel in de literatuur vermeld maar is gebaseerd op een foute determinatie in de enige publicatie die aan de Jura foraminiferen van de Achterhoek is gewijd (Ten Dam & Reinhold 1942).

De overige drie etages van de Dogger zijn alle aanwezig in de Achterhoekse ondergrond, maar de onderlinge samenhang is onduidelijk.

Bajociën en Bathoniën afzettingen zijn in sommige ROD-proefboringen aangetroffen (Herngreen & de Boer 1974) en afzettingen van vergelijkbare ouderdom worden op enkele decimeters onder de oppervlakte aangetroffen in een klein gebied ten zuiden van de weg naar Oeding, dicht bij de grens met Duitsland (van Dijk 1980).

Callovien ligt eveneens dicht onder de oppervlakte, maar is alleen gevonden in een klein gebiedje pal ten zuiden van Winterswijk, in de vork tussen de splitsing van de oude spoorwegtrajecten richting Duitsland (Herngreen et al., 1984).

Hierbuiten is Callovien in de Achterhoek en de wijde omgeving daarvan, niet gevonden.

Dogger in een kenmerkende, niet-kleiige (meer kustnabije) ontwikkeling - vergelijkbaar met de zgn. Cornbrash in Engeland - is eveneens dicht onder de oppervlakte aangetroffen (ook te Kotten, ten zuiden van de weg naar Oeding). Soortgelijk gesteente was eerder vermeld uit de ROD-proefboring D op landgoed Buskers, waar het echter op een diepte van 163 meter werd aangetroffen.

Hoewel vele van de daartoe behorende etages wel in de Achterhoek verte-

genwoordigd zijn, is in geen enkele boring Dogger op Lias (Midden-Jura op Onder-Jura) aangetroffen.

Dit toont de complexiteit van de tektoniek aan, maar illustreert misschien evenzeer hoe beperkt onze feitelijke kennis nog is.

De Boven-Jura, ook Malm genoemd en bestaande uit Oxfordien, Kimmeridgien en Portlandien, is naar alle waarschijnlijkheid in de Achterhoek afwezig. Een uitzondering betreft het allereerste deel, aangetroffen in één enkele boring (ROD-proefboring K) in de noordoostelijke Achterhoek, bij de Duitse grens.

Het gesteente bevat ostracoden die kenmerkend zijn voor de zgn. Serpuliet, een formatie die elders in het Nedersaksisch Bekken - de Achterhoek wordt daar vaak toe gerekend - een ouderdom heeft die ligt rond de grens Jura/Krijt.

Door nauwkeurige correlaties tussen Engeland en Duitsland wordt nu aangenomen, dat deze grens in het bovenste deel van de Serpuliet ligt. Dit betekent dat de 'Wealden' (niet mariene afzettingen in kenmerkende facies), elders in het Nedersaksisch bekken wijd verbreid en stratigrafisch boven de Serpuliet liggend, in ouderdom in zijn geheel tot het Vroeg-Krijt dient te worden gerekend.

Krijt

Opmerkelijk genoeg worden in de Achterhoek de echte 'Wealden' afzettingen niet aangetroffen.

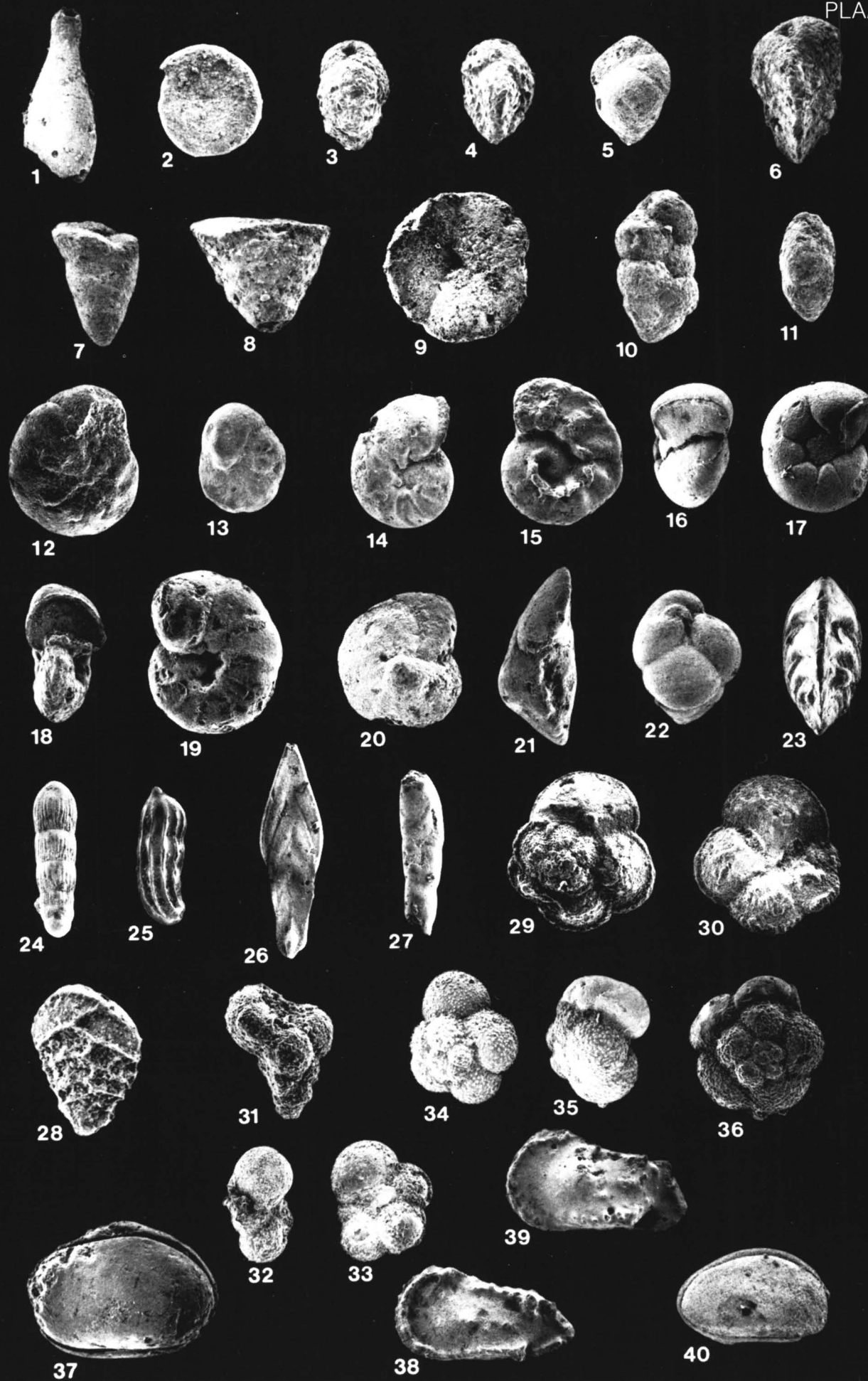
Wel echter direct over de grens, in een boring bij Vreden op ongeveer 2,5 km afstand van Proefboring K. Ook in Twente en Oost Groningen - in tegenstelling tot de Achterhoek wel éénduidig behorend tot het bereik van het Nedersaksisch bekken - zijn de typische 'Wealden' afzettingen geregeld aangetroffen.

Uiterst raadselachtig is de ontwikkeling van het Onder Krijt in dit gebied. Koolhoudende, zandige afzettingen, in oude publicaties soms met 'Neocoom zand' aangeduid, worden aangetroffen in een aantal boringen.

Ook sterk afwijkende lithologieën (humeuze kleien, grind, zilverzand), beschreven uit ondiepe boringen en tijdelijke ontsluitingen, werden hiertoe gerekend.

Deze afzettingen worden nu meestal met de naam 'Kuhfeld Schichten' aangeduid, een begrip afkomstig uit het aangrenzende deel van Duitsland. Deze Kuhfeld afzettingen worden geacht van continentale (limnische) oorsprong te zijn en een Valanginiën ouderdom te hebben.

Continentaal Valanginiën kon echter in geen enkele van de Nederlandse bo-



Plaat 2: Microfossielen uit het Boven-Krijt (Midden-Cenomanien) van de Oossinkbeek.

Fig. 1 t/m 36 Foraminiferen

1. *Ramulina aculeata* (Wright, 1886) (37x).
2. *Ammodiscus cretaceus* (Reuss, 1845) (47x).
3. *Arenobulimina advena* (Cushman, 1936) (26x).
4. *Arenobulimina frankei* Cushman, 1936 (37x).
5. *Arenobulimina cf. preslii* (Reuss, 1846) (48x).
6. *Tritaxia pyramidata* Reuss, 1862. (33x).
7. *Marssonella turris* (d'Orbigny, 1840) (47x).
- 8, 9. *Pseudotextulariella cretosa* (Cushman, 1932) (8 = 37x, 9 = bovenaanzicht, 43x).
10. *Dorothia gradata* (Berthelin, 1880) (37x).
11. *Praebulimina elata* Magniez-Jannin, 1975 (74x).
- 12, 13. *Lingulogavelinella asterigerinoides* (Plummer, 1931) (12 = 82x, 13 = 52x).
- 14, 15. *Gavelinella cenomanica* (Brotzen, 1945) (37x).
- 16, 17. *Valvulineria cf. praestans* Magniez-Jannin, 1975 (50x).
- 18, 19. *Gavelinella baltica* Brotzen, 1942 (50x).
- 20, 21. *Gavelinopsis berthelini* (Keller, 1935) (50x).
22. *Eggerellina mariae* Ten Dam, 1950 (37x).
23. *Tristix excavata* (Reuss, 1863) (48x).
24. *Lingulina semiornata* Reuss, 1863 (37x).
25. *Marginulina jonesi* (Reuss, 1863) (37x).
26. *Fronicularia* sp. (37x).
27. *Dentalina* sp. (37x).
28. *Tappanina* sp. (163x).
- 29, 30. *Rotalipora cushmani* (Morrow, 1934) (50x).
31. *Guembelitra cenomana* (Keller, 1935) (250x).
- 32 t/m 34. *Hedbergella delrioensis* (Carsey, 1926) (52x).
- 35, 36. *Hedbergella brittonensis* Loeblich & Tappan, 1961 (52x).

Fig. 37 t/m 40 Ostracoden

37. *Cytherella ovata* (Roemer, 1841), rechter aanzicht carapax (39x).

38. *Rehacythereis barringtonensis* Weaver, 1982, linker aanzicht carapax (39x).

39. *?Rehacythereis* sp., linker klep (39x).

40. *Cardobairdia* sp., rechter aanzicht carapax (52x).

ringen aangetoond worden en het wordt eigenlijk steeds duidelijker dat 'Kuhfeld' niet alleen voor Nederland, maar ook voor het Duitse typegebied, een slecht hanteerbaar en gedevalueerd begrip is (Hartkopf-Fröder et al., 1992).

Mogelijk moet dit gehele zandige pakket, dat overigens slecht te dateren is door het nagenoeg geheel ontbreken van zowel fauna als flora, gezien worden als een lateraal equivalent van de meer typische Nedersaksische mariene afzettingen zoals de Bentheimer en Gildehauser zandsteen.

In de eerder genoemde Proefboring K, die een t.o.v. de rest van de Achterhoek afwijkende en moeilijk inpasbare gesteentesuccessie laat zien, konden wel aanwijzingen worden gevonden voor Onder-Krijt (mogelijk Valanginien), echter niet in continentale, maar in brakwater facies ontwikkeld (Herngreen 1974).

Over mogelijke afzettingen uit het bereik van het Valanginien tot aan het onderste Aptien is niets bekend; in aangrenzend Duitsland bestaat hier evenmin duidelijkheid over.

Mogelijk representeren de slecht te dateren 'Kuhfeld' afzettingen een veel groter tijdsbestek dan tot nu toe werd aangenomen.

Het Aptien kon niet zo lang geleden met behulp van palynologie (dinoflagellaten) aangetoond worden in een boring net ten Oosten van de Midden-Albien ontsluiting in de Bekerinkbeek. Het betreft hier een conglomeratisch gesteente dat lithologisch sterke overeenkomst vertoont met de 'Rothenberg-Sandstein', een relatief resistent pakket dat meer oostwaarts in Duitsland plaatselijk het relief bepaalt en op de Rothenberg (bij Ochtrup) is ontsloten.

Ook in een ontsluiting in de Slinge (genoemd in Stapert 1972) kon Aptien aangetoond worden; ook Aptien dagzoomt kennelijk in Nederland! Het is al veel langer bekend dat in de oevers van de Bekerinkbeek op meerdere plaatsen Midden-Albien is ontsloten. Dit gesteente staat bekend onder de naam 'Minimus Schichten' of 'Minimus Grünsand' en is (ongeveer) van gelijke ouderdom als de -aan macrofossielen

veel rijkere -ontsluiting in de Oelbach bij Frankenmühle.

Op grond van de ontwikkeling in Duitsland valt tussen de Albienafzettingen uit de Bekerinkbeek en de Cenomanienkalken in de Oossinkbeek een aanzienlijk pakket kalkige mergels te verwachten.

Dit pakket staat bekend onder de naam 'Flammenmergel'; het bovenste gedeelte ervan wordt soms van de rest onderscheiden op grond van de ouderdom en 'Untercenomanmergel' of 'Cenoman Mergel' genoemd. De dikte van de Flammenmergel in Nederland (ook de slecht gedefinieerde term 'Gault' wordt hier wel voor gebruikt) is onbekend; in boringen is het een aantal malen aangetroffen, maar overgangen naar andere gesteenten zijn nauwelijks doorboord.

De witte kalkstenen die in de Oossinkbeek bij Kotten dagzomen zijn van Midden-Cenomanien ouderdom; zij vertegenwoordigen de top van de 'Kottense Kalksteen' (naar analogie met Duitsland ook vaak 'Pläner Kalkstein' of 'Varians Pläner' genoemd) die verder voornamelijk Vroeg Cenomanien in ouderdom is (Witte et al. 1992). Dit zijn de jongste Mesozoïsche afzettingen in deze regio, en de ontsluiting ligt in het discordantievlak met het Kwartair.

Vooraf in oudere literatuur wordt de aanwezigheid van Boven-Cenomanien, of zelfs Turonien, in de Achterhoek vermeld: voor deze ouderdommen zijn echter door ons geen aanwijzingen gevonden.

Microfossielen

Door sedimentair gesteente uiteen te laten vallen in water en het daarna op een zeef uit te spoelen wordt een residue verkregen waaruit de microfossielen (zoals ostracoden en foraminiferen) kunnen worden uitgezocht.

Om dit uiteenvallen te vergemakkelijken kunnen bepaalde stoffen, zoals soda of waterstofperoxide, aan het water worden toegevoegd.

Het uiteengevallen gesteente wordt op een zeef of in een zeefdoek uitgewassen met stromend water en het overblijfsel wordt gedroogd.

Onder een binoculaire microscoop kunnen met opvallend licht, de microfossielen, in afmetingen meestal tussen ongeveer 0,3 mm en 1,0 mm, met behulp van een fijn penseel of een naald eruit worden gepikt.

In de meeste kleihoudende sedimenten van mesozoïsche ouderdom zijn dergelijke kleine fossieltjes aanwezig. Door de grote aantallen en de kleine afmetingen is de kans ze aan te treffen, ook in kleine hoeveelheden monster, vele malen groter dan b.v. met ammonieten het geval kan zijn. Omdat boven-

dien veel groepen een snelle evolutie doormaakten zijn het vaak zeer goede gidsfossielen.

Niet alleen in de boringen op het land, maar vooral ook in de olie- en gasboringen op het Nederlandse deel van de Noordzee spelen zij een belangrijke rol bij dateringen en correlaties en dragen zij zo bij tot het vervolmaken van het beeld over de geologische opbouw. Hoewel foraminiferen en ostracoden overeenstemmen in afmetingen, betreft het overblijfselen van twee totaal verschillende groepen organismen. Doordat ze echter op dezelfde wijze uit het gesteente kunnen worden vrijgemaakt en bovendien bij dateringen elkaar goed kunnen aanvullen, lenen ze zich uitstekend voor een gezamenlijke bestudering.

Foraminiferen

Foraminiferen zijn organismen bestaande uit één enkele cel - een hoeveelheid protoplasma met kern en membraan - die kalk afscheidt waaruit de schaal, die velerlei vormen kan hebben, wordt opgebouwd.

Behalve uit kalk kunnen de schaaltes ook worden opgebouwd uit 'kant en klaar' bouw materiaal, zoals zandkorreltjes of kalkfragmentjes: zulke vormen worden agglutinant of zandschaligen genoemd (Pl. 1, fig. 1 t/m 4, Pl. 2, fig. 2 t/m 10).

De meeste foraminiferen leven bentisch, d.w.z. op de bodem.

Sommige kalkschaligen hebben een planktonische levenswijze: zij leven vrij zwevend in de waterkolom; door hun grote, soms nagenoeg wereldwijde verbreiding zijn zulke vormen bij uitstek geschikt voor dateringen en correlaties (Pl. 2, fig. 29 t/m 36).

Helaas komt juist deze belangrijke groep in het Mesozoïcum van Nederland veel minder voor dan b.v. in het Mediterrane gebied.

De oudste fossiele foraminiferen zijn bekend uit het Cambrium, maar vooral vanaf de Boven-Jura worden ze gebruikt voor dateringen.

Foraminiferen komen voor in alle mariene milieu's en in mindere mate, en dan betreft dit meestal zandschaligen, in brak water.

De foraminiferen die we vonden in het monster van de Willinkbeek (Pl. 1, fig. 1 - 14) duiden op Onder-Jura; enkele hebben een wat beperkter bereik in de tijd; de beste ouderdomsaanduiders zijn hier echter de ostracoden.

Het monster uit de Oossinkbeek bevat wel goede gidsfossielen onder de foraminiferen, zoals bijv. *Pseudotextulariella cretosa* en *Gavelinopsis berthelini*, die het grensgebied Albien/ Cenomanien aanduiden.

De aanwezigheid van de plankton

vorm *Rotalipora cushmani* wijst er echter op dat we al in het Midden-Cenomanien moeten zijn.

Ostracoden

Ostracoden zijn kleine kreeftachtige diertjes, in het bezit van een kalkschaaltje; het best is dit voor te stellen als een garnaaltje in de schelp van een mossel.

Recent komen ze voor in zeer uiteenlopende milieu's: van vochtige bodems tot in de diepste oceaantroggen.

Er zijn meestal twee, aan de schaaltes vaak duidelijk herkenbare, geslachten. Als fossiel worden ze gevonden vanaf het Cambrium.

In de geologie worden ostracoden op twee manieren gebruikt: voor stratigrafische toepassingen - het aantonen van ouderdomsrelaties - en voor paleo-ecologische toepassingen - het reconstrueren van het afzettingsmilieu. In Jura en Onder-Krijt bevinden zich zeer goede gidsfossielen onder deze groep organismen.

Het monster van de Willinkbeek bevatte bijvoorbeeld *Ogmoconchella ellipsoidea* en *Cytherelloidea buisensis*; beide vormen wijzen eenduidig op Hettangien.

In het Boven-Krijt monster van de Oossinkbeek werd onder meer *Rehacythereis barringtonensis* (beperkt tot Onder- en Midden-Cenomanien) aangetroffen; de op basis van de foraminiferen bepaalde ouderdom wordt hierdoor bevestigd.

In de wasresidues worden, behalve foraminiferen en ostracoden, soms ook andere gefossiliseerde resten van organismen gevonden.

Hiervan is de stratigrafische waarde meestal uiterst beperkt.

Holothuriën (resten van zeekomkomers) vormen op dit punt enigszins een uitzondering; de overblijfselen hiervan, met opmerkelijke vormen ('vishaakjes', 'ankerplaten', 'wieltjes' enz., zie Pl. 1, fig. 15 - 21), komen alleen in bepaalde afzettingen, vooral in de onderste Lias, in grote aantallen voor.

Adres van de auteurs

Rijks Geologische Dienst
Postbus 157
2000 AD Haarlem

Literatuur

Dam, A. ten & Reinhold, Th., 1942. Some foraminifera from the Lower Liassic and the Lower Oolitic of the Eastern Netherlands. *Geologie en Mijnbouw*, 3 (1), 8 - 11.

Dijk, J. van, 1980. De Geologie van de gemeente Winterswijk. Intern Rapport R.U., Groningen, 293 blz.

Gerth, H., 1955. Die Fossilführung des Jura in den Bohrungen der 'Rijksopsporing van Delfstoffen' bei Winterswijk und ihre stratigrafische Bedeutung. *Med. Geol. Stichting, Nieuwe Serie* 9, 45 - 54.

Hartkopf-Fröber, C., Herngreen, G.F.W. & Ruegg, G.H.J., 1992 (in druk). Age and depositional environment of the Kuhfeld Beds (Lower Cretaceous) in the Alstätte Bight (northwestern Münsterland, FRG and the eastern Netherlands). *Extended Abstract, 4th International Cretaceous Symposium, Hamburg, September 1992*.

Herngreen, G.F.W., 1973. The so-called Kuhfeld Beds in the eastern Netherlands. *Med. Rijks Geol. Dienst, N.S.* 24, 127 - 137.

Herngreen, G.F.W. & de Boer, K.F., 1974. Palynology of Rhaetian, Liassic and Dogger Strata in the Eastern Netherlands. *Geologie en Mijnbouw*, 53 (6), 343 - 368.

Herngreen, G.F.W., de Boer, K.F., Romein, B.J., Lissenberg, Th. & Wijker, N.C., 1983. Middle Callovian Beds in the Achterhoek, Eastern Netherlands. *Med. Rijks Geol. Dienst*, 37 (3), 95 - 123.

Peletier, W. & Kolstee, H.G., 1986. Winterswijk, Geologie Deel 1, Inleiding tot de geologie van Winterswijk. *Wetensch. Meded. K.N.N.V.*, 175, 136 blz.

Stapert, D., 1974. Over het Onder Krijt in de omgeving van Winterswijk. *Grondboor & Hamer*, 4, 62 - 77.

Witte, L.J., Lissenberg, Th. & Schuurman, H., 1992. Ostracods from the Albien/Cenomanian boundary in the Achterhoek area (eastern part of The Netherlands). *Scripta Geol.*, 102, 33-85.

