

G.F.W. HERNGREEN

Kenniscentrum Biogeologie (UU/TNO), Laboratorium voor Paleobotanie en Palynologie,  
Budapestlaan 4, 3584 CD Utrecht, g.f.w.herngreen@bio.uu.nl

J.H.A. VAN KONIJNENBURG-VAN CITTERT

Laboratorium voor Paleobotanie en Palynologie, Budapestlaan 4, 3584 CD Utrecht en  
Nationaal Natuurhistorisch Museum, Postbus 9517, 2300 RA Leiden, j.h.a.vankonijnenburg@bio.uu.nl

H.W. OOSTERINK

Hortensialaan 64, 7101 XH Winterswijk, henkoosterink@zonnet.nl

R.W.J.M. VAN DER HAM

Nationaal Herbarium, Universiteit Leiden, Postbus 9514, 2300 RA Leiden, ham@nhn.leidenuniv.nl

# NIEUWE GEOLOGISCHE, PALYNOLOGISCHE EN PALEOBOTANISCHE GEGEVENS (MUSCHELKALK, RHAETIEN-LIAS EN OLIGOCEEN)

## uit de steengroeven van Winterswijk

De aanleiding voor deze publicatie vormen recente palynologische resultaten van de Muschelkalk in de steengroeven van Winterswijk (Afb. 1). De studie van een geïsoleerd kleipakket in groeve III en van de afdekkende klei aan de noordkant van groeve IV werpt nieuw licht op (veel) oudere, maar destijds niet goed begrepen of moeilijk inpasbare dateringen. De Muschelkalk kan gedateerd worden als Bithynien, de op één na oudste subetage van het Anisien. Hoewel in de literatuur algemeen wordt aangenomen dat op de Muschelkalk Lias-klei ligt, blijkt deze een Rhaetien ouderdom te bezitten. Het voorkomen van Lias-klei, die aan alle zijden omgeven is door Muschelkalk in groeve III, wordt nu toegeschreven aan 'subrosie' (ondergrondse erosie). Het Rhaetien wordt afgedekt door Onder-Oligoceen.

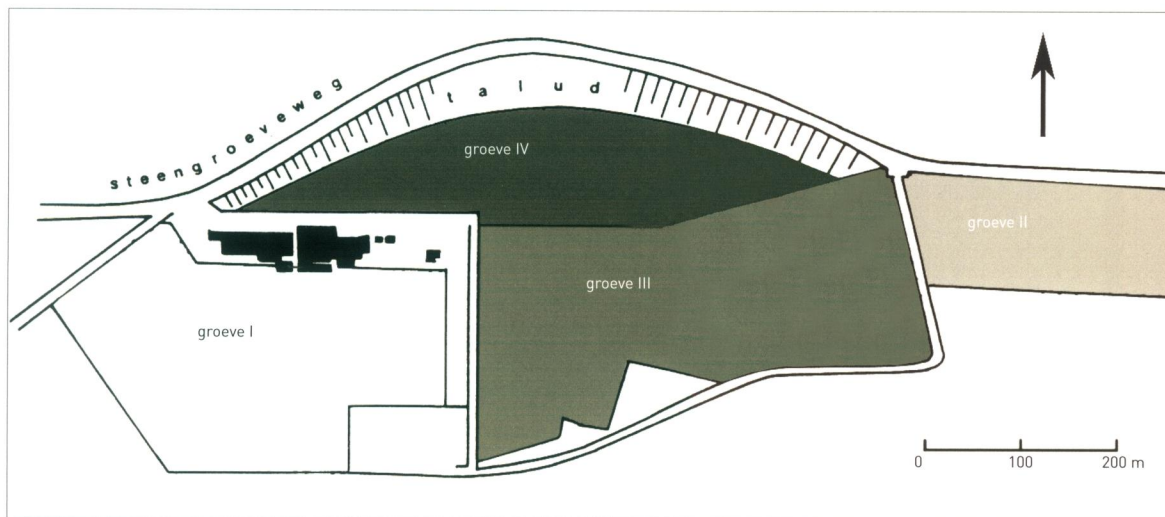
### Muschelkalk

#### Inleiding

Bijna vier decennia geleden, in de begintijd van de stratigrafische palynologie, publiceerden Visscher en Commissaris (1968) een bijdrage over sporomorfen (pollenkorrels en sporen) uit de Muschelkalk van de Winterswijkse steengroeven. In hun inleiding vermelden deze auteurs dat 'Tallose monsters van verschillende lithologische eenheden werden palynologisch onderzocht; echter alleen monsters genomen uit de compacte mergelige kalksteen in het hogere gedeelte van de hoofdgroeve bleken rijk in pollen en sporen' (vertaling G.F.W. Herngreen). Dat zeer schaars voorkomen bleek juist, want - hoewel de eerste auteur van dit artikel gedurende ruim dertig jaar vele malen in de groeven is geweest en op uiteenlopende plaatsen en niveaus heeft bemonsterd - was het resultaat altijd negatief. Hierbij speelde ongetwijfeld ook een rol dat het precieze stratigrafische niveau waar Visscher en Commissaris monsterden onbekend bleef. Want wat was in het begin van de 60-er jaren het hogere deel van de oude groeve? Desgevraagd bleek ook prof. dr. H. Visscher (thans emeritus hoogleraar aan de Faculteit Biologie, Universiteit Utrecht) zich niet te herinneren wat daarmee bedoeld kan zijn geweest.

Enkele jaren geleden publiceerden Diedrich & Oosterink (2000) en Diedrich (2001) een nieuw overzicht

Afbeelding 1.  
Lokatiekaartje van de  
groeven I t/m IV ten  
oosten van Winters-  
wijk.



van de stratigrafie van het Röt en de Muschelkalk in de steengroeven (Afb. 2). In de eerste bijdrage worden de organisch rijkere, wat donker gekleurde mergels aangeduid als 'Zwarte Kleilaag', in de tweede als 'Black Clay Beds', afzettingen die zich in principe goed lenen voor palynologisch onderzoek. De derde auteur bemonsterde op 19 mei 2001 de Zwarte Kleilaag I t/m IV, de Schelplaag even boven de loodglans- en pyrietlaag (het ertslaagje van Harsveldt, 1973) en sporenbereik (Track Bed) IX in groeve III. Gedurende een excursie tijdens de Belgisch-Nederlandse Palynologendagen op 2 november 2001, ter plaatse geleid door de heren H.W. Oosterink en W. Peletier, kon aanvullend worden verzameld (Zwarte Kleilaag III en twee monsters uit de laag met botten hier vlak onder; Afb. 2). Op 27 oktober 2004 werd in groeve IV (Afb. 3a en 3b, even links van de plas) een monster grijze klei met stukjes kalk uitgenomen door H.W. Oosterink. Het betreft een stratigrafisch iets jonger voorkomen dan in het lithologisch overzicht (Afb. 2) is aangegeven.

### Palynologisch onderzoek

Alle monsters zijn voor het Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen (TNO-NITG) bereid door het Laboratorium voor Palaeobotanie en Palynologie (LPP, UU) met HCl circa 10%, HF, zware-vloeistofscheiding met  $ZnCl_2$  en tenslotte gezeefd met een  $18 \mu m$  zeef. De Zwarte Kleilagen I, II, en IV en de laag met botten bleken steriel, maar III en de Schelplaag zijn rijk aan sporomorfen en bevatten acritarchen\* en sporadisch foraminiferen.

De hoofdgroepen zijn in deze twee preparaten geteld (Tabel 1). In de Schelplaag zijn bijna uitsluitend bisaccate\* pollenkorrels (99%) aangetroffen waarbij de vertegenwoordigers van het geslacht *Triadispora* (57,6%) sterk domineren. Sporen zijn in de telling zeer

ondergeschikt aanwezig met *Apiculatasporites plicatus* (1%). In de Zwarte Kleilaag III neemt het percentage sporen duidelijk toe (22%) wat vooral is toe te schrijven aan de stijging van *A. plicatus* tot 16%. Deze toename, die ten koste gaat van *Triadispora* (29,2%), weerspiegelt waarschijnlijk een sterkere invloed van de nabijgelegen terrestrische vegetatie. In beide monsters is een vrij zwakke mariene invloed aantoonbaar, met name op grond van de acritarchen. De geringe soortdiversiteit van de acritarchen wijst op kustnabije afzettingscondities.

Daarnaast is ieder preparaat gescand op schaarse en/of bijzondere soorten. De complete soortenlijst, waarin ter vergelijking ook de soorten genoemd door Visscher & Commisaris (1968) zijn opgenomen, is weergegeven in Tabel 2. Deze associaties zijn te dateren als Anisien gezien het gelijktijdig voorkomen van *Angustisulcites gorpilii*, *Colpectopollis ellipsoideus*, *Guttatisporites guttatus*, *Microcachrydites fastidioides*, *Stellapollenites thiergartii* en *Tsugaepollenites oriens*. Het redelijk frequent voorkomen van *Microcachrydites* en in het bijzonder de aanwezigheid van *Tsugaepollenites oriens* geven aan dat de oudste subetage van het Anisien, het Aegien, is uit te sluiten; naar boven in de stratigrafische kolom wordt de ouderdom ingeperkt tot de subetage Bithynien door *Angustisulcites gorpilii*. *Triadispora* pollenkorrels zijn gevonden in de kegels van de Trias coniferen *Albertia* en *Voltzia* (Grauvogel-Stamm, 1978), dit zijn enigszins xerophytische\* elementen afkomstig uit het achterland.

### ? Muschelkalk in groeve IV

Uit afzettingen onder de Rhaetien-klei, maar jonger dan de Muschelkalk als beschreven door Diedrich (2001), die lithologisch als Muschelkalk worden opgevat, is een organisch wat rijker monster grijze klei met soms kleine stukjes kalk uitgenomen. Het palynologisch preparaat





V.l.n.r.:  
 Afbeelding 3a.  
 Overzichtsfoto van het noordwestelijk deel van groeve IV. Links op de voorgrond is Muschelkalk aanwezig. Achter en rechts van de waterplas is de circa 4 m dikke donkergrijze tot zwarte Rhaetienklei ontsloten met daarop een pakket lichtgrijze Oligocene zandige klei van ongeveer 3 m dikte, vervolgens geel en okerleurige keileem met zwerfstenen en tenslotte een laag donkerbruine teelaarde en zwarte grond ontstaan door subrecente bodemvorming. De hopen zwarte grond aan de meest noordelijke rand van de groeve komen van een uitgegraven slootje langs de wegwant.

toont een arme associatie temidden van veel kleine fragmenten vrij sterk ingekoold materiaal. Dominant is *Classopollis*, gevolgd door *Ovalipollis pseudoalatus* en incidenteel *Circulina meyeriana* en *Ricciisporites tuberculatus*. Dit gezelschap is te dateren als indifferente Norien-Rhaetien.

### Paleobotanisch onderzoek

Ruwe monsters van de vier Zwarte Kleilagen en de Schelplaag zijn ook op macroresten (blad en hout) onderzocht door de tweede auteur, maar deze bleken steriel. Dit negatieve resultaat lijkt een bevestiging van de waarneming van Oosterink (1986) dat in de groeve drijf hout zelden is aangetroffen.

Medio augustus 2004 stelde laatstgenoemde een achttal monsters met macroresten (F1-8 uit één niveau van helaas onbekende positie) uit zijn collectie ter beschikking voor onderzoek. Het betreft in alle gevallen holle, geribde plantenresten die er uitzien als stengels. Ze zijn 0,5 - 1 centimeter breed en 1 tot maximaal 22 centimeter lang, zonder ergens een basis of een top te tonen (Afb. 3). De aanvankelijke indruk dat het om een paardenstaart (*Equisetum* of *Equisetites*) zou gaan, is uit te sluiten gezien de afwezigheid van knopen op zelfs het langste fragment (Afb. 4a). Van een paar stukken (o.a. F5, Afb. 4b) kon een epidermispreparaat worden gemaakt. Hierbij werd duidelijk dat de ribbels worden veroorzaakt door sklerenchymbundels\*. De stukjes epidermis\* vertonen rijen langwerpige epidermiscellen, met een aantal simpele huidmondjes in rijen ertussen (Afb. 5a en b). De epidermiscellen in de rijen met huidmondjes zijn iets minder langwerpig dan die in de rijen zonder huidmondjes. De huidmondjes bestaan uit 2 sluitcellen en 4 - 6 niet-gespecialiseerde begeleidende cellen (Afb. 5). Het is nog niet duidelijk of we hier te maken hebben met holle stengels van een niet nader

te determineren groep planten. De combinatie van kenmerken die zijn aangetroffen, kan ook wijzen op holle bladeren van een groep Lycophyten, de Isoetales.

Bladeren van recente Isoetales (biesvarens) zijn relatief lang, buisvormig en hebben één nerv, vaak een aantal sklerenchymbundels voor stevigheid en altijd centraal vier luchtkanalen die door tussenschotten in kamers zijn verdeeld. De luchtkanalen kunnen bij fossilisatie natuurlijk door sediment opgevuld worden. Bij het deel van de biesvarens dat onder water groeit komen geen huidmondjes voor, maar bij het deel dat op vochtige plekken op het land groeit wel.

Fossiele Isoetales zijn uit de Trias goed bekend en komen meestal in pioniervegetaties voor (Grauvogel-Stamm, 1978; Taylor & Taylor, 1993). Het is dus mogelijk dat onze macroresten bladeren van Isoetes-achtige planten zijn, maar een hard bewijs is er niet. Enkele soorten *Aratrisporites* microsporen, die bij Isoetales behoren, zijn, zij het in klein aantal tot maximaal 1,5%, in de palynologische preparaten aangetroffen (Tabel 1 en 2).

### Discussie en conclusies

1. Het palynologisch resultaat maakte het zinvol toch nog eens een uiterste poging te wagen om de stratigrafische positie van de monsters beschreven door Visscher & Commissaris (1968) na te gaan. De afstudeerscriptie van Commissaris (1965) geeft evenwel tot onze grote verrassing in afbeelding 1 de exacte locatie van de drie productieve monsters G, 10 en F respectievelijk op 4, 5 en 6 meter boven het referentieniveau 29 m +NAP dat de erts laag plus schelplaag vormt. Het bovenste monster F ligt twee meter onder de dolomitische kalksteen II in Harsveldt (1963, 1973), ook wel aangeduid als Ultra II. De conclusie die uit de eerdere studie

Afbeelding 3b.  
 Detailopname van het Rhaetien met daarin aangegeven de positie van de kleimonsters 1 t/m 8. De beide monsters uit het Onder-Oligoceen liggen 2.20 m (9) en 1.00-1.50 m (10) onder de grens met de keileem.

Afbeelding 4a. Macroscopische opname van het grootste plantenfragment, 22 cm lang, uit de collectie Oosterink. De ribbels veroorzaakt door sklerenchymbundels zijn duidelijk waarneembaar.



van Visscher & Commissaris en het huidig onderzoek getrokken kan worden is dat uitsluitend de monsters uit een betrekkelijk klein interval tussen de Schelplaag en Zwarte Kleilaag III rijk zijn aan sporomorfen.

2. Op palynostratigrafische gronden kan de ouderdom van het traject Schelplaag-Zwarte Kleilaag III gedateerd worden als Bithynien (Anisien). Deze ouderdomsbepaling stemt overeen met de datering van de onderste Wellenkalk in Kozur (1999) die gebaseerd is op conodonten en ammonieten.

3. De moederplant van de massaal voorkomende pollenkorrel *Triadispora* is een xerofytisch element. De macroresten van planten behoren mogelijk tot de Isoetales (biesvarens), waarvan ook sporen zijn gevonden.

4. De ouderdomsbepaling van de ?Muschelkalk in groeve IV roept een probleem op: immers op lithologische gronden wordt aangenomen dat het Muschelkalk (Anisien - Vroeg-Ladinien) is, terwijl het resultaat van het palynologisch onderzoek een duidelijk jongere datering Norien-Rhaetien geeft. Drie verklaringen zijn denkbaar.

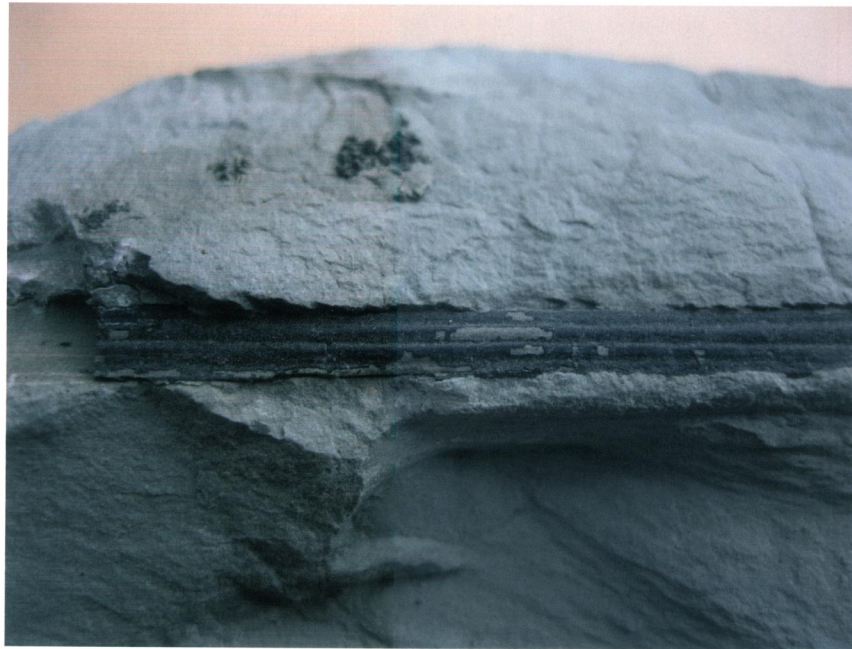
- Er heeft natuurlijke verontreiniging van de Muschelkalk plaatsgevonden. Dit is heel goed mogelijk want het regionaal geologisch beeld geeft aan dat de (Onder) Muschelkalk door een hiaat gescheiden is van de Rhaetien en/of Lias-klei. Na hervatting van de sedimentatie is verontreiniging van de Muschelkalk door inspoeling van Rhaet materiaal in oplosingsgaten of spleten voor de hand liggend.
- Aan de basis van de sedimentaire sequentie Rhaetien-Lias komt een laag omgewerkte Muschelkalk voor.
- De datering Norien-Rhaetien heeft betrekking op in situ materiaal, maar dan is het Muschelkalk-achtige karakter van het gesteente een nog on-

bekende facies van afzettingen uit de Boven-Trias. Nu is door wateroverlast, die geen waarneming toestaat in het overgangsbereik Muschelkalk naar Rhaetien, een betrouwbare uitspraak onmogelijk.

## Rhaetien en Lias Inleiding

Tijdens een excursie van het Wetenschappelijk Laboratorium van de voormalige Rijks Geologische Dienst (RGD, thans TNO-NITG) onder leiding van de heer W. Peletier, werd op 19 april 1989 een kleimonster verzameld nabij de zuidwand van groeve III. Dit monster is zowel micropaleontologisch (Lissenberg, 1989) als palynologisch (Herngreen, 1989) bewerkt. Het monster is afkomstig uit een zeer lokaal voorkomen van donkergrijze klei. Dit pakket van circa 6 x 6 meter en enige meters hoog werd als zeer afwijkend binnen de (destijds reeds afgegraven) Muschelkalk afzettingen beschouwd en het voorkomen kon niet eenduidig worden verklaard. Men zou kunnen denken aan opvulling van een depressie in samenhang met karstverschijnselen, een tektonisch fenomeen of een afgegleden pakket. Maar deze suggesties konden niet getest worden omdat de relatie met het omgevend gesteente onbekend was en vergelijkbare dikke kleilagen ten noorden van de groeven I t/m III niet ontsloten waren.

Zeer recent, in april 2004, was door uitbreiding van groeve IV (feitelijk is groeve IV een uitbreiding van groeve III in noordelijke richting en vormen ze één geheel) een donkergrijze/zwarte kleilaag ontsloten over een lengte van circa 20 meter en met een geschatte hoogte van 4 meter. Direct rees het vermoeden dat dit dezelfde klei kan zijn die in 1989 werd verzameld in groeve III. H.W. Oosterink monsterde hier op 12 mei om de halve meter voor palynologisch onderzoek. Helaas is door wateroverlast de overgang van de Muschelkalk



Afbeelding 4b.  
Fragment van F5  
waarvan de epider-  
mispreparaten en de  
SEM-opnames zijn ge-  
maakt. Ook hier zijn  
de sklerenchymbun-  
dels goed zichtbaar.

naar het kleipakket (met de destijds veronderstelde Lias ouderdom) niet ontsloten. Indien dit interval in de toekomst ooit droogvalt, zal dit alsnog bemonsterd worden.

Bij veldopname door H.W. Oosterink op 1 februari 2005 van de verticale westwand van groeve IV kon de dikte van de verschillende lithologische eenheden worden ingemeten. De donkergrijze / zwarte klei (Rhaetien) is tot aan het water circa 4 meter dik, de bovenliggende lichtgrijze klei (Oligoceen) varieert van 2,50 - 3,15 meter dikte (gemiddeld 3 meter), de keileem is ongeveer 2,50 meter dik en de teelaarde tenslotte 60 centimeter dik. Toen werd ook duidelijk dat het Rhaetien in zuidelijke richting snel uitwigt.

### De klei uit groeve III, 1989

Dit monster werd volgens de standaardmethode van de RGD bereid, waarbij als zware-vloeistof een mengsel van bromoform en alcohol, s.g. 2.0, werd gebruikt; gezeefd is met een 20 µm zeef. Het organisch residu is zeer rijk en geeft overheersend sporen en pollenkorrels naast marien microplankton als acritarchen en *Tasmanaceae*. Onder de sporomorfen komen *Classopollis* en *Peromonolites* dominant tot massaal voor, beide wijzen op een kustnabij milieu. Stratigrafisch is van belang het voorkomen van het acme van *Heliosporites altmarkensis* en relatief veel vertegenwoordigers uit het scabra-echibacutritele complex. Deze associatie is Laat-Hettangien in ouderdom, waarbij het Sinemurien niet valt uit te sluiten.

Het micropaleontologisch resultaat is vooral gebaseerd op foraminiferen en in mindere mate op ostracoden en zogenoemde 'holothuriën-resten' (zeekomkommers). Het kleine residu bevat onder andere de soorten *Cornuspira orbicula*, *Lenticulina minuta*, *Trochammina globigeriniformis* en *Verneuilina mauritii*. Met name de laatstgenoemde wijst op onderste Lias (Hettangien, Lias

α), de andere soorten komen vrij algemeen in de gehele Lias voor. De stratigrafische reikwijdte van de resten van zeekomkommers wijst op een ouderdom rond het grensgebied Hettangien/Sinemurien. De ostracoden behoren tot één en hetzelfde genus *Ogmoconchella*, echter de juiste soort valt niet met absolute zekerheid te bepalen. De eerste mogelijkheid is *O. aspinata* (Hettangien - Onder-Sinemurien); een tweede is dat het gaat om *Ogmoconchella* sp. 1 in Donze, 1985 (Sinemurien) die identiek is aan Ostracode B in Apostolescu, 1959 (Onder Sinemurien) en aan *O. communis* Viaud, 1963.

Uit het micropaleontologisch en palynologisch onderzoek kan dus worden vastgesteld dat de ouderdom van het kleimonster ligt rond de grens Hettangien / Sinemurien (Lias α3/β1). De afzetting vond plaats in een marien-beïnvloed kustnabij milieu.

### Palynologie van de donkergrijze klei uit groeve IV, 2004

Vijf van de acht monsters zijn door het TNO-NITG laboratorium bereid volgens de standaardmethode waarbij zinkchloride als zwarevloeistof is toegepast, de zeef heeft een maaswijdte van 18 micrometer.

De preparaten zijn doorgaans rijk aan sporomorfen en overige plantresten, evenwel in matige preservatie. Kenmerkend is het frequent voorkomen van de stratigrafisch waardevolle soorten *Ovalipollis pseudoalatus*, *Rhaetipollis germanicus* en *Ricciisporites tuberculatus*. Incidenteel komen ook de gidssoorten *Cerebropollenites pseudomassulae*, *Cingulizonates rhaeticus*, *Heliosporites altmarkensis* en *Limboisporites lundbladii* voor. Deze associatie is eenduidig van Rhaetien (de jongste etage van de Trias) ouderdom. Dominant zijn sporomorfen uit het Circumpolles-complex waarvan in ieder geval *Circulina meyeriana* en *Classopollis* gedetermineerd konden worden. Dit wijst op een kustnabij afzettingmilieu; een

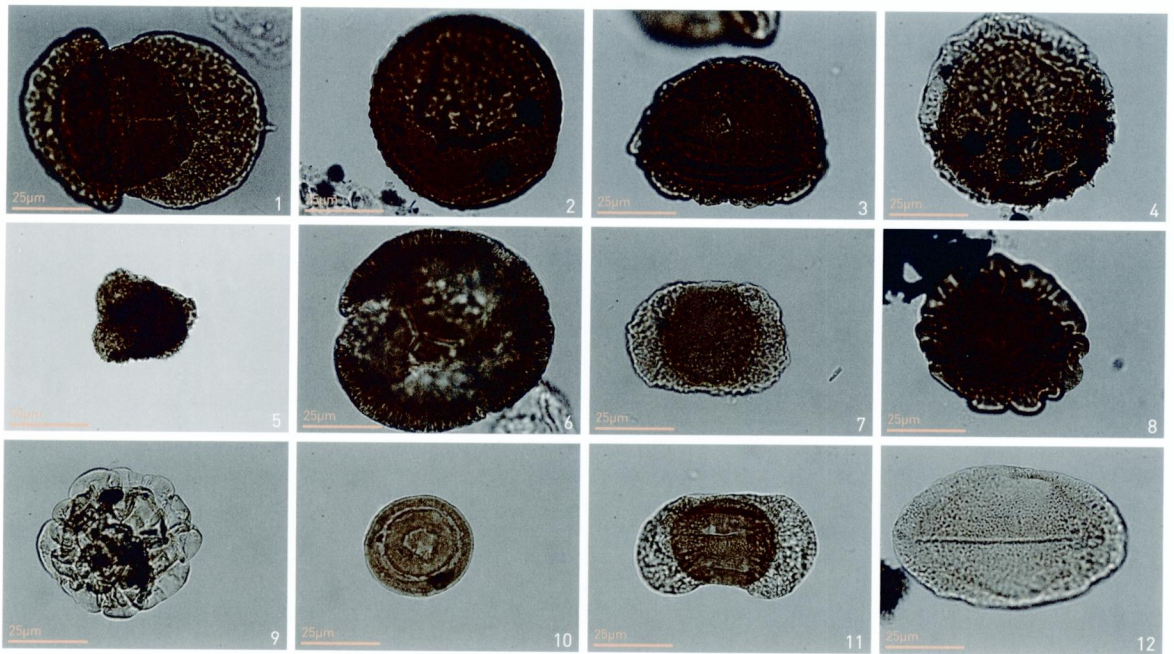
De selectie van de taxa vond plaats op grond van hun stratigrafische of ecologische betekenis. Tenzij anders vermeld is de vergroting 1000x.

**SPOROMORFEN UIT DE MUSCHELKALK:**

- 1 *Angustisulcites gorpil* Visscher, 1966; Zwarte Klei III.
- 2 *Apiculatasporites plicatus* Visscher, 1966; Zwarte Klei III.
- 3 *Aratrisporites prae-vius* (Visscher, 1966); Zwarte Klei III.
- 4 *Kraeuselisporites* sp.; Zwarte Klei III.
- 5 *Kraeuselisporites* sp. in tetrad-verband; Schelplaag; 400x.
- 6 *Stellapollenites thiergartii* (Mädler, 1964a) Clement-Westerhof et al., 1974; Schelplaag.
- 7 *Triadispora* spp.; Zwarte Klei III.
- 8 *Tsugaepollenites oriens* Klaus, 1964; Zwarte Klei III.

**SPOROMORFEN UIT HET RHAETIEN:**

- 9 *Cerebropollenites pseudomassulae* (Mädler, 1964b) Fisher 1985.
- 10 *Circulina meyeriana* Klaus, 1960.
- 11 *Lunatisporites rhaeticus* (Schulz, 1967) Warrington, 1974.
- 12 *Ovalipollis pseudoalatus* (Thiergart, 1949) Schuurman, 1976.
- 13 *Rhaetipollis germanicus* Schulz, 1967.
- 14 *Ricciisporites tuberculatus* Lundblad, 1954 in tetrad-verband; 400x.



duidelijk mariene invloed is aantoonbaar in de monsters 3 tot en met 8 waar de dinoflagellaat *Rhaetogonyaulax* in voorkomt. Lithostratigrafisch wordt op grond van de datering en facies dit kleipakket gerekend tot de Sleen Formatie (Van Adrichem Boogaert & Kouwe, 1994).

Voor een meer volledig overzicht van de aangetroffen palynomorfen wordt verwezen naar Tabel 3. Hierbij moet worden bedacht dat de preservatietoestand in veel gevallen een betrouwbare determinatie uitsluit.

**Paleobotanisch onderzoek van de donkergrijze klei uit groeve IV, 2004**

Alle acht monsters zijn met bulkmaceratie\* behandeld en van ieder zijn twee preparaten gemaakt. De stukjes cuticula\* zijn erg klein; aanvankelijk werd gedacht dat dit mogelijk veroorzaakt was door het gebruik van de ultrasoon, een behandeling die noodzakelijk is om allerlei rommel beter weg te krijgen. Aanvullend is monster 2 weer onderworpen aan bulkmaceratie, nu evenwel zonder ultrasoon, maar het resultaat onderscheidt zich niet van dat met de ultrasoon. Een stukje coniferenhout en Cheirolepidiaceae-cuticula zijn gevonden. Dit beeld stemt overeen met de palynologische analyse waaruit blijkt dat pollen van het Circumpolles-complex (*Circulina* en *Classopollis*) massaal aanwezig zijn. Verder zijn nogal wat kleine fragmenten van cuticula's gevonden die echter niet te determineren zijn, omdat er alleen maar gewone epidermiscellen aanwezig zijn en geen huidmondjes.

**Onder-Oligoceen  
Palynologisch onderzoek van de lichtgrijze klei uit groeve IV, 2004**

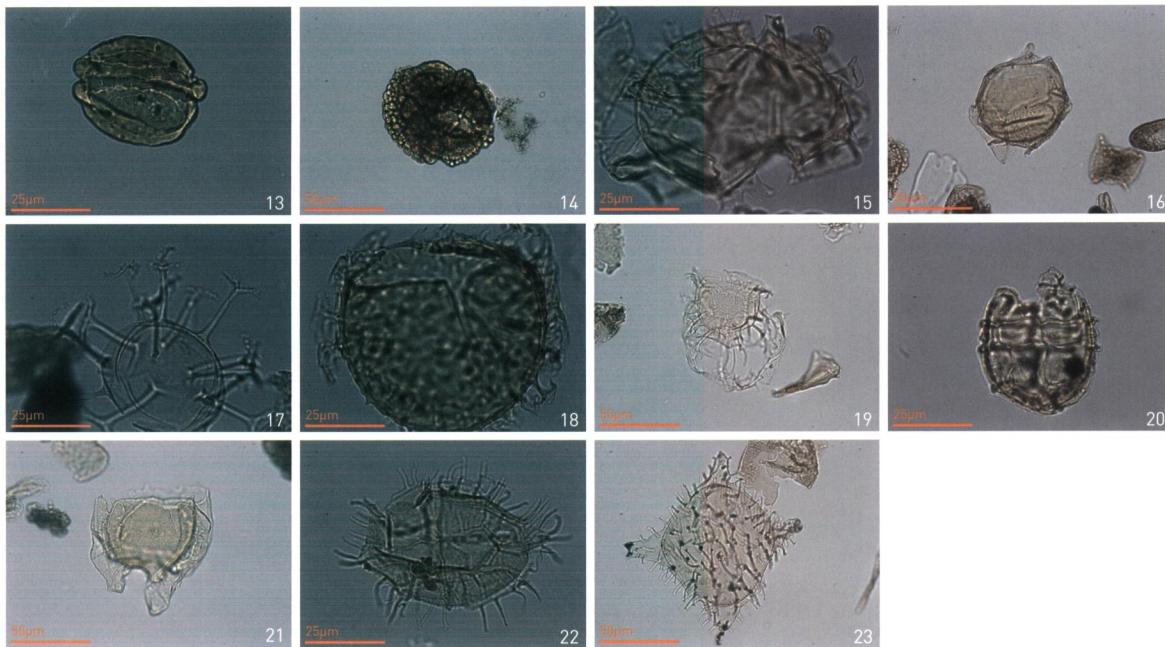
Een tweetal monsters is in november 2004 door H.W. Oosterink genomen uit de lichtgrijze, fijnzandige klei (Afb. 3a en 3b) toen duidelijk werd welke onzekerheden

zich voordoen in de duiding van de klei op de Muschelkalk. Monsternamen vond plaats respectievelijk 2,20 en 1,00 - 1,50 meter onder de basis van de keileem; de bereiding vond plaats met zinkchloride.

Beide preparaten zijn zowel kwantitatief als kwalitatief rijk aan goed gepreserveerde dinoflagellaten en sporomorfen, deze laatste groep wordt gedomineerd door bisaccaten verwant aan *Pinus* pollen. Afzetting vond plaats in een vol-marien milieu. Naast een aantal doorlopers zijn stratigrafisch van belang het regelmatig voorkomen van *Deflandrea phosphoritica*, *Membranophoridium aspinatum*, *Thalassiphora pelagica* en het *Wetzeliella gochtii-symmetrica* complex. Het gelijktijdig voorkomen dateert deze associaties als Oligoceen. Meer in detail wijzen *Achilleodinium biformoides*, *Enneadocysta arcuata*, *Gerdicysta conopea*, *Glaphrocysta semitecta*, *Histiocysta* spp. en *Phthanoperidinium comatum* op het meer basale, maar niet onderste, Onder-Oligoceen (Van Simaey et al., 2005). Lithostratigrafisch hoort de klei tot het interval Vessem tot Rupel Klei Laagpakket van de Rupel Formatie (Van Adrichem Boogaert & Kouwe, 1997). In zijn regionaal-geologische studies noemt Van den Bosch (1984) dit pakket de overgang van de Formatie van Ratum naar de Afzetting van Kotten van de Formatie van Brinkheurne. In België en Brabant-Limburg (de Roerdalslenk) worden deze afzettingen aangeduid als de overgang van de Zelzate naar de Boomse Klei Formatie.

**Discussie Rhaetien, Lias en Onder-Oligocene kleien**

1. De datering Rhaetien van de klei in groeve IV was een grote verrassing en een nieuw gegeven. Op grond van eerdere, lokale resultaten wordt algemeen aangenomen dat na een flink regionaal hiaat, dat als gevolg van de Vroeg-Kimmerische tectonische fase de gehele Boven-Trias omvat, de sedimentatie weer inzet met de



DINOFLAGELLATEN  
UIT HET ONDER-  
OLIGOCEEN:

- 15 *Achilleodinium bifor-*  
*moides* (Eisenack,  
1954b)  
Eaton, 1976.
- 16 *Deflandrea phospho-*  
*horitica* subsp.  
*phosphorica* Ei-  
senack, 1938b var.  
*spinulosa* (Alberti,  
1959) Strauss in  
Pross 1997; 400x.
- 17 *Enneadocysta arcu-*  
*ata* (Eaton 1971)  
Stover & Williams,  
1995.
- 18 *Gerdiocysta conopea*  
Liengjærern et al.,  
1980.
- 19 *Glaphyrocysta semi-*  
*tecta* (Bujak, 1980)  
Lentin & Williams,  
1981; 400x.
- 20 *Histiocysta* spp. in  
Stover & Harden-  
bol, 1994.
- 21 *Membranophoridium*  
*aspinatum* Gerlach,  
1961; 400x.
- 22 *Phthanoperidinium*  
*comatum* (Mor-  
genroth, 1966b)  
Eisenack &  
Kjellström, 1972.
- 23 *Wetzeliella gochtii*  
Costa & Downie,  
1976 / W. sym-  
metrica Weiler,  
1956-complex.

Lias (zie o.a. Harsveldt, 1973; Peletier & Kolstee, 1986). Elders in de meest oostelijke Achterhoek is wel Rhaetien aangetoond: in de diepboring Ratum, in de proefboring J en in een ontsluiting bij grenspaal 94 in de buurtschap Kotten (Herngreen & de Boer, 1974). Van Waterschoot van der Gracht (1918) en Gerth (1955), de laatste auteur baseert zich op de eerstgenoemde, noemen ook Rhaetien in boring Ratum (respectievelijk het interval 83,00 - 88,90 en 78,00 - 88,90 m), maar geven nauwelijks of geen biostratigrafisch bewijs voor deze interpretatie. Ten Dam (1947) noemt ook het interval 318 - 328 meter van proefboring E, maar na palynologisch onderzoek van kernmonsters uit het traject 314 - 328 meter (Herngreen & de Boer, 1974; Tabel 1) blijkt hier wel een zekere Rhaetien affiniteit, doch de gidssoorten voor het Rhaetien ontbreken. Voorts vermeldt Ten Dam (1947) nog Rhaetien in de peilboring Wamelink, halverwege Corle en Lichtenvoorde, in de concessie 'Gelria'.

2. De vraag rijst nu of de veronderstelde Lias-klei ook werkelijk aanwezig is in de afdekkende lagen rond het groevencomplex. Het is opmerkelijk dat in de literatuur geen verwijzing is terug te vinden naar (micro)fossielen die een dergelijke ouderdomsbepaling rechtvaardigen of aannemelijk maken. Evenmin is in het digitale archief van TNO-NITG en in dat van de NAM en Shell (mededeling dr. M.C. Geluk) ook maar één rapport aanwezig dat betrekking heeft op lagen jonger dan Trias in of nabij de groeven I t/m IV. De indruk ontstaat dat op grond van het lithologisch karakter van de afdekkende lagen, namelijk donkergrijze klei (Afb. 3b) die oppervlakkig gezien goed aansluit bij de kenmerken van de Lias-klei elders in de Achterhoek (Ten Dam & Reinhold, 1942; Gerth, 1955; Herngreen & de Boer, 1974), zonder nader bewijs wordt aangenomen dat het afdekkende pakket ook een Lias ouderdom heeft.

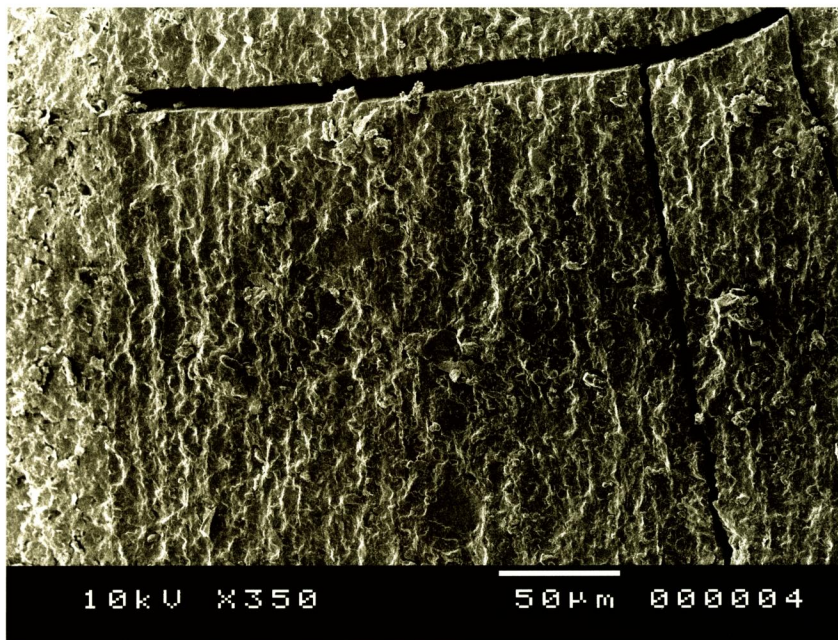
Voor zijn interpretaties Lias en Tertiair heeft Harsveldt (1973, fig. 1) zich gebaseerd op een drietal interne RGD-rapporten (Harsveldt, 1953; 1954; 1960). Deze rapporten zijn grondig doorgenomen en in zijn algemeenheid gesproken valt het op dat de informatie over de lagen jonger dan Muschelkalk zeer summier is. Meer specifiek geeft hij in 1953, uitsluitend in de legenda van bijlage 2, circa 2 meter Kwartair. Iets uitvoeriger is hij in 1960 wanneer voor enkele handboringen en de proefkuilen 1 en 2 1,20 - 2,25 meter keileem wordt genoemd, in proefkuil 3 0,80 meter klei en in proefkuil 4 1,70 meter zand. De gegevens van beide laatste kuilen zijn gebaseerd op waarnemingen van de heer Hannink. Hierbij moet worden opgemerkt dat vrijwel alle handboringen en de vier proefkuilen liggen in het gebied van thans groeve III. In het geologisch profiel (bijlage 2) geeft Harsveldt tot maximaal 3 meter grondmorene.

Voor zijn interpretaties heeft Harsveldt (1973), bij gebrek aan ook maar enige vorm van (micro) paleontologisch / palynologisch onderzoek, zich gebaseerd op schaarse eigen lithologische gegevens en (waarschijnlijk) op correlatie met die van Faber (diverse publicaties) die hij in zijn interne rapport(en) uitvoerig citeert. Helaas is hierbij een bekende fout in de geologie (weer) gemaakt, namelijk dat in Harsveldt's profiel (1973, fig. 1) geen waarnemingen staan aangegeven, maar interpretaties (Lias en Tertiair) worden vermeld. Dit maakt het ook onmogelijk om achteraf te reconstrueren wat hij, in het licht van de huidige ontsluiting in groeve IV, nu precies heeft gezien en waar de interpretatie begon.

Het is mogelijk dat de lichtgrijze Onder-Oligocene klei in groeve IV (Afb. 3a en b) correspondeert met het Tertiair dat Harsveldt (1973, fig. 1) aan de top van de groeven I - III aangeeft en volgens Peletier & Kolstee (1986) het Midden-Oligoceen representeert.



Afbeelding 5a.  
SEM-opname, 350x.  
Deel van de epidermis  
van F5 van buiten  
gezien met gewone  
epidermiscellen in  
rijen en ook de huid-  
mondjes spaarzaam  
in rijen ertussen.



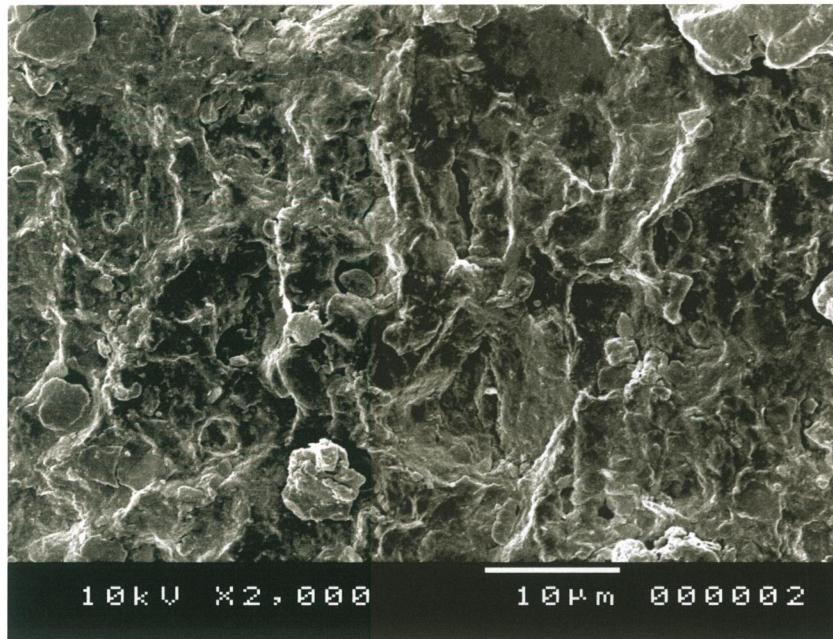
3. Een eerdere observatie van Oosterink (mondelijke mededeling voorjaar 2004) dat, anders dan verondersteld, geen ammonietjes in dit kleipakket zijn gevonden, in tegenstelling tot het voorkomen in de klei van groeve III, is thans logisch te verklaren. Het gaat om klei van verschillende ouderdom en facies, te weten Rhaetien in een kustnabij milieu met zwak-mariene invloed (groeve IV) en Onder-Lias klei met een meer marien karakter (groeve III).

4. Zoals bovenstaand reeds vermeld vormt de verklaring van het voorkomen van Lias-klei die aan alle zijden in groeve III omgeven is door Muschelkalk kalk en mergel een probleem. Op zuiver theoretische gronden zijn enkele 'klassieke' suggesties aan te reiken. Een voor de hand liggende verklaring is het aannemen van een tektonisch fenomeen: een afschuivingsbreuk zou tot preservatie van het pakket Lias-klei hebben kunnen leiden. Nu komen in de groeven wel breuken voor, maar de spronghoogte is beperkt en ligt in de orde van grootte van enkele decimeters tot maximaal 1,60 meter (Oosterink, 1986, in het bijzonder foto 3). Ten tweede kan gedacht worden aan het effect van verkarsting al dan niet in combinatie met de vorming van een geologische orgelpijp ter plekke van diaklaasvorming. Ook hiervoor geldt dat deze verklaring niet voldoet, want weliswaar zijn karstverschijnselen bekend, maar de verkarsting is oppervlakkig en varieert van enkele decimeters tot anderhalve meter (Crommelin, 1943; Oestreich, 1943). Bovendien zijn de orgelpijpen niet alleen ondiep, maar ook opgevuld met verweringsmateriaal van de bedekkende Kwartaire keileemlagen (Van Dijk, 1980). In deze suggestie gaan wij nog voorbij aan het probleem wanneer het proces van karstvorming plaatsvond: Laat-Trias of, zoals meer algemeen wordt aangenomen, in het post-glaciaal Pleistoceen. De derde suggestie van een afgegleden pakket Lias-klei is ook nauwelijks voorstel-

baar daar de noodzakelijke accommodatieruimte ontbreekt.

Tijdens een recent werkbezoek aan de groeven attendeerde dr. T. Simon de derde auteur op het fenomeen 'Subrosionsschlot'. Deze aan het Engels ontleende term, waar geen Nederlands equivalent voor lijkt te bestaan, geeft aan dat in de diepe(re) ondergrond erosie plaatsvond door oplossing van zout met daaropvolgende herschikking of inzakken van het bovenliggende gesteente. In Duitsland is dit verschijnsel beschreven uit de Bontzandsteen die door oplossing van het onderliggende Zechstein zout, spleten en pijpen vertoont met daarin nagezakte jongere sedimenten (Laemmlen, 1991). Dit proces vormt naar onze mening een goede verklaring voor de aanwezigheid van de Lias-klei die zijdelings omringd is door Muschelkalk. Voor meer gegevens over subrosie in de groeve verwijzen wij naar het artikel van Oosterink, Simon & Winkelhorst in dit nummer van Grondboor & Hamer.

Ter verklaring denken wij niet zozeer aan oplossing van Zechstein zout waarvan de top ten oosten van Winterswijk ligt tussen de 500 - 800 meter, in boring Plantengaarde-1 op 340 meter en in boring Ratum-1 op 751 meter (NITG-TNO, 1998; kaart 3), maar aan zout en anhydriet uit de Boven-Röt Evaporiet en de Hoofd-Röt Evaporiet, die tesamen met de scheidende Tussen-Röt Kleisteen een dikte bereiken van circa 26,5 meter in boring Winterswijk-1 (NITG-TNO, 1998; fig. 6.5). Deze afzettingen vormen met de Boven-Röt Kleisteen de Röt Formatie. De formatie bereikt in boring Winterswijk-1 een dikte van 200 meter, en ligt direkt onder de Muschelkalk. Bovenstaande waarden zijn in meters beneden NAP en ten dele gebaseerd op seismische gegevens.



Afbeelding 5b.  
SEM-opname 2000x.  
Detail van F5 met  
centraal twee  
huidmondjes boven  
elkaar.  
Zowel de sluitcellen  
als de begeleidende  
cellen zijn zichtbaar.

De door de NITG-TNO omgerekende cijfers voor de boring Plantengaarde-1 stemmen overeen met de diepte top Zechstein op 380 m onder maaiveld (40 m +NAP) in Van Waterschoot van der Gracht (1918), maar wijken voor de top Zechstein op 810,85 meter onder maaiveld (39,60 m +NAP) in Ratum-1 20 meter hiervan af. In Plantengaarde ontbreekt in de overigens sterk hellende lagen (tot 70°) de middelste en bovenste Bontzandsteen. In Ratum heeft het Röt, inclusief een pakket anhydriet, in de subhorizontale lagen tussen 125,50 en 322,50 meter dus een dikte van 197 meter (Van Waterschoot van der Gracht, 1918), een getal vergelijkbaar met dat in Winterswijk-1.

### Conclusies

De Muschelkalk in groeve IV wordt afgedekt door donkergrijze / zwarte, organisch zeer rijke klei van Rhaetien ouderdom die behoort tot de Sleen Formatie. Hier tussen bevindt zich een afzetting die lithologisch op Muschelkalk lijkt, maar palynologisch Norien-Rhaetien is. Op de Rhaetien-klei rust een pakket lichtgrijze, vol-mariene Onder-Oligocene zandige klei van de Rupel Formatie. Verondersteld wordt dat deze klei ook als afdekkende laag in het groevencomplex I - III aanwezig is. Het voorkomen in groeve III van Lias-klei met een ouderdom die ligt rond de grens Hettangien / Sinemurien (Lias  $\alpha$ 3/ $\beta$ 1) wordt aan subsidie toegeschreven.

### DANKWOORD

Met waardering worden de directeuren, thans de heer J.B.W.G. Mentink, van de Winterswijkse Steen- en Kalkgroeve B.V. vermeld die keer op keer toestemming gaven de groeven te bezoeken. Hartelijke dank gaat uit naar de heer W. Peletier te Winterswijk voor de hulp in diverse stadia ondervonden en dr. T. Simon, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, Stuttgart, voor discussie en informatie omtrent

subrosieverschijnselen. Dr. M.C. Geluk (NAM, Assen) was zo vriendelijk het digitale archief van de NAM/Shell te raadplegen op mogelijke rapportages die betrekking hebben op het groevencomplex te Winterswijk. Drs. D.K. Munsterman (TNO-NITG, Utrecht) controleerde enkele determinaties van Oligocene dinoflagellaten. Ing. L. Bik (LPP, UU) bewerkte de figuren. Dankzij de medewerking van dr. Z. Smeenk (LPP, UU) kon de scriptie van Commissaris geraadpleegd worden, Mirjam Goethals en Giovanni Dammers (TNO-NITG) prepareerden de monsters voor palynologie en Bertie Joan van Heuven (Nationaal Herbarium, Leiden) zorgde voor het scannen van de macroresten.

### LITERATUUR

- Adrichem Boogaert, H.A. van & Kouwe, W.F.P.**, 1994-1997. Stratigraphic nomenclature of the Netherlands, revision and update by RGD and NOGEP. – Mededelingen Rijks Geologische Dienst, 50.
- Bosch, M. van den**, 1984. Lithostratigraphy of the Brinkheurne Formation (Oligocene, Rupelian) in the eastern part of the Netherlands. – Mededelingen Werkgroep Tertiaire Kwartaire Geologie, 21(2):93-113
- Commissaris, A.L.Th.M.**, 1965. Pollenanalytisch onderzoek van de Winterswijkse Muschelkalk (Onder Muschelkalk). – Doctoraal scriptie Laboratorium voor Palaeobotanie en Palynologie, Universiteit Utrecht, p. 1-28.
- Crommelin, R.D.**, 1943. Een karrenveld bij Winterswijk. – Tijdschrift Nederlands Aardrijkskundig Genootschap, 2de Reeks, 60(2):154-163.
- Dam, A. ten**, 1947. De verspreiding van Boven-Rhaet in Nederland. – Geologie en Mijnbouw, 9(10): 220-223.

Tabel 1: Kwantitatief voorkomen van palynomorfen in de Schelplaag en Zwarte Kleilaag III.

Sporomorfen	Schelplaag		Zwarte Kleilaag III	
	Aantal	%	Aantal	%
<i>Alisporites-Falcisporites</i>	16	7,8	22	10,7
<i>Angustisulcites gorpji + A. klausii</i>	4	2,0	10	4,9
<i>Apiculatasporites plicatus</i>	2	1,0	16	7,8
<i>Aratrisporites</i>			3	1,5
<i>Colpectopollis ellipsoideus</i>	4	2,0	9	4,4
<i>Cycadopites</i>			1	0,5
<i>Kraeuselisporites</i>			1	0,5
<i>Microcachrydites fastidioides</i>	14	6,8	27	13,2
<i>Platysaccus</i>			1	0,5
<i>Punctatisporites</i>			1	0,5
<i>Striatoabieites aytugii/balmei</i>	3	1,5	5	2,4
<i>Triadispora</i> spp.	118	57,6	60	29,2
<i>Uvaesporites gadensis</i>			1	0,5
? <i>Voltziaceasporites heteromorphus</i>	14	6,8	2	1,0
indeterminabele bisaccaten	30	14,6	44	21,5
indeterminabel tetrade verband			2	1,0
Totaal	205	100,1	205	100,1
<b>Acritarchen</b>				
<i>Micrhystridium</i>			5	
<i>Veryhachium</i>	8		13	

- Dam, A. ten & Reinhold, Th., 1942. Some foraminifera from the Lower Liassic and the Lower Oolitic of the Eastern Netherlands. – *Geologie en Mijnbouw*, 4(1):8-11.
- Diedrich, C., 2001. Vertebrate track bed stratigraphy of the Röt and basal Lower Muschelkalk (Anisian) of Winterswijk (East Netherlands). – *Geologie en Mijnbouw / Netherlands Journal of Geosciences*, 80(2):31-39.
- Diedrich, C. & Oosterink, H., 2000. Bergings- en documentatietechniek van *Rhynchosauroides peabodyi* (Faber) - sauriërsporten op de grens Boven-Bontzandsteen/Muschelkalk van Winterswijk. – *Grondboor & Hamer* 6:125-130.
- Dijk, J. van, 1980. De geologie van de gemeente Winterswijk. Een inventarisatie uitgevoerd ten behoeve van de natuurbescherming. – scriptie RIN, Leersum/RU Groningen.
- Gerth, H., 1955. Die Fossilführung des Jura in den Bohrungen der 'Rijksopsporing van Delfstoffen' bei Winterswijk und ihre stratigraphische Bedeutung. – *Mededelingen Geologische Stichting, N.S.*, 9:45-54.
- Grauvogel-Stamm, L., 1978. La flore du Grès à *Voltzia* (Buntsandstein supérieur) des Voges du Nord (France). Morphologie, anatomie, interprétation phylogénique et paléogéographique. – *Sciences Géologiques, Mém.*, 50, 225 p.
- Harsveldt, H.M., 1953. De ligging van de Ultra-Dolomietmergel in de Winterswijksche Steengroeven. – Intern rapport RGD, nr 128.  
- 1954. Proefboringen in de Winterswijksche Steengroeven t.b.v. een kalksteeninventarisatie. – Intern rapport RGD, nr 145.
- 1960. Controle van de ligging van de dagzoom van de Ultra-Dolomiet in het gebied tussen de oude en nieuwe steengroeve i.v.m. de aanvraag van een nieuwe vergunning tot ontgraving. – Intern rapport RGD, nr 301.
- 1963. Older conceptions and present view regarding the Mesozoic of the Achterhoek, with special mention of the Triassic limestones. – *Verhandelingen Koninklijk Nederlands Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap, Geol. Ser.*, 21-2:109-130.
- 1973. The Middle Triassic limestone (Muschelkalk) in the Achterhoek (E. Gelderland). – *Verhandelingen Koninklijk Nederlands Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap, Geol. Ser.*, 29:43-50.
- Herngreen, G.F.W., 1989. Resultaat van het palynologisch onderzoek van een kleimonster uit Steengroeve III te Winterswijk, 1989. – *Rijks Geologische Dienst, Paleontologie Mesozoïcum (Palynologie)*, Rapport 2217.
- 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.
- Kozur, H.W., 1999. The correlation of the Germanic Buntsandstein and Muschelkalk with the Tethyan scale. In: Bachmann, G.H. & Lerche, I. (eds): *Epicontinental Triassic*. – *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, 1998 (7/8): 701-725.
- Laemmlen, M., 1991. Subrosionsschlote – Vulkanschlote – einige Beispiele aus Ostthessen. – *Geologisches Jahrbuch, Reihe A*, 124:31-58.

Sporomorfen	Schelplaag	G, 10, F	Zwarte Kleilaag III
<b>Sporen</b>			
<i>Apiculatasporites plicatus</i>	x	x	x
<i>Aratrisporites praeivus</i>	x		x
<i>Aratrisporites quadriiuga</i>	aff	x	x
<i>Aratrisporites</i> sp.		x	
<i>Converrucosisporites</i> sp.		x	
<i>Cyclogranisporites arenosus</i>		cf	
<i>Cyclotriletes pustulatus</i>		cf	
<i>Cyclotriletes triassicus</i>		cf	
<i>Guttatisporites guttatus</i>	x	x	x
<i>Kraeuselisporites</i> sp.	x	x	x
<i>Microreticulatasporites</i> sp.		x	
<i>Perotriletes minor</i> *		x	
<i>Punctatisporites</i> sp.	x	x	x
<i>Trilites tuberculiformis</i>		cf	
<i>Uvaesporites gadensis</i>			x
<i>Uvaesporites</i> sp.			x
<i>Verrucosisporites applanatus</i>		cf	
<i>Verrucosisporites jenensis</i>		x	
<i>Verrucosisporites krempii</i>		x	
<i>Verrucosisporites remyanus</i>		cf	
<i>Verrucosisporites</i> sp.	x		x
<i>Verrucosisporites thuringiacus</i>	x	x	
<b>Pollenkorrels</b>			
<i>Alisporites grauvogelii</i>	x	x	x
<i>Angustisulcites gorpaii</i>	x	x	x
<i>Angustisulcites grandis</i>		x	x
<i>Angustisulcites klausii</i>	x	x	x
<i>Colpectopollis ellipsoideus</i>	x	x	x
<i>Cycadopites coxii</i>		x	
<i>Cycadopites</i> sp.		x	x
<i>Dacrycarpites europaeus</i>		x	
<i>Microcachrydites fastidioides</i>	x	x	x
<i>Patinasporites obulus</i>		cf	
<i>Platysaccus</i> sp.			x
<i>Protodiploxypinus sittlerii</i> *		x	
<i>Stellapollenites thiergartii</i> *	x	x	
<i>Striatoabieites aytugii/balmei</i> *	x	x	x
<i>Sulcatisporites reticulatus</i>		cf	
<i>Triadispora crassa</i>	x	x	x
<i>Triadispora plicata</i>	x	x	x
<i>Tsugaepollenites oriens</i>			x
<i>Vesicaspora</i> sp.		?	
<i>Vitreisporites pallidus</i>		x	
<i>Voltziaceasporites heteromorphus</i>	?	x	?
<b>Acritarchen</b>			
<i>Cymatiosphaera</i>	x		x
<i>Leiofusa</i>			x
<i>Micrhystridium</i> spp.		x	x
<i>Veryhachium</i>	x	x	x
<b>Foraminiferen</b>			
Chitineuze binnenkamers	x		x

De namen van de soorten gemerkt \* zijn conform de huidige nomenclatuur en wijken af van de naamgeving in Visscher & Commissaris (1968). De verschillen in bovenstaande opgaven hebben vooral betrekking op (1) soorten die door Visscher & Commissaris (1968) als onzeker zijn aangeduid, te weten cf. (= con ferta, vergelijk) of met een vraagteken en (2) op de zeldzame sporen.

Tabel 2: Kwalitatief voorkomen van palynomorfen in de Schelplaag en Zwarte Kleilaag III (deze publicatie) en de monsters G+10+F (Visscher & Commissaris, 1968).

Tabel 3. Semi-kwantitatief voorkomen van de palynomorfen (acritarchen, dinoflagellaten, sporen en pollenkorrels) in vijf kleimonsters van groeve IV, Winterswijk.

rr = 1,  
r = 2-4, + = 5-14,  
c = 15-49,  
cc = 50-149,  
a = >150 ex.,  
x = aanwezig

Palynomorfen \ kleimonster	1	3	5	7	8
<i>Acanthotriletes varius</i>	rr	r/+	+		rr
<i>Bisaccaten</i> spp.	cc/a	cc	cc	a	cc/a
<i>Brachysaccus</i>	r	r			r
<i>Carnisporites</i> cf. <i>spiniger</i>					rr
<i>Cerebropollenites pseudomassulae</i>	?	r		r	r
<i>Chasmatosporites</i>	c	+		+	+
<i>Cingulizonates rhaeticus</i>	r	r			
Σ Circumpolles-complex	a	a	a	a	a
<i>Circulina meyeriana</i>	x	x	x	x	x
<i>Classopollis</i>	x	x	x	x	x
<i>Cornutisporites/Triancoraesporites</i>					rr
<i>Densosporites fissus</i>	r	r			
<i>Heliosporites altmarkensis</i>	r	r			rr
<i>Limbosporites lundbladii</i>	rr			r	
<i>Lunatisporites rhaeticus</i>	+	c	+	c	+
<i>Ovalipollis pseudoalatus</i>	cc	c	c	c	c
<i>Peromonolites</i>			r	rr	
Σ Psilatriteleten spp.	c	+/c	c	+	c
<i>Quadraeculina anellaeformis</i>		r	r	rr	
<i>Retitriteletes semimuris</i>	rr				
<i>Rhaetipollis germanicus</i>	c	c	c	+/c	c
<i>Ricciisporites tuberculatus</i>	cc	c	+/c	r	+
<i>Cymatiosphaera</i>	c	+	+	c	r
<i>Rhaetogonyaulax</i>		+	r	c	+
Foraminiferen					+

Lissenberg, Th., 1989. Mikropaleontologisch onderzoek aan een kleimonster uit de steengroeve te Winterswijk. – Rijks Geologische Dienst, Paleontologie Meso-zoicum, (Foraminiferen en Ostracoden), Rapport 497.

Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO, 1998 (NITG-TNO, 1998). Geologische Atlas van de Diepe Ondergrond van Nederland, Toelichting bij kaartblad X: Almelo-Winterswijk. – NITG-TNO, Haarlem, 146 pp.

Oestreich, K., 1943. Beschouwingen omtrent een bloot gekomen karstoppervlak bij Winterswijk. – Tijdschrift Nederlands Aardrijkskundig Genootschap, 2de Reeks, 60(2): 163-166.

Oosterink, H.W., 1986. Winterswijk, Geologie deel II: De Trias-periode (geologie, mineralen en fossielen). – Wetensch. Mededel. KNNV, 178, 120 pp.

Oosterink, H., Simon, T. & Winkelhorst, H., 2005. Een subrosieverschijnsel in de Muschelkalkgroeve van Winterswijk. – Grondboor en Hamer 59-4, 78 - 83.

Peletier, W. & Kolstee, H.G., 1986. Winterswijk, Geologie deel I: Inleiding tot de geologie van Winterswijk. – Wetensch. Mededel. KNNV, 175, 136 pp.

Taylor, T.N. & Taylor, E.L., 1993. The biology and evolution of fossil plants. – Prentice-Hall, New Jersey, 982 pp.

Van Simaëys, S., Munsterman, D. & Brinkhuis, H., 2005. Oligocene dinoflagellate cyst biostratigraphy of the southern North Sea Basin. – Review of Palaeobotany and Palynology, 134(1-2): 105-128.

Visscher, H. & Commissaris, A.L.T.M., 1968. Middle Triassic pollen and spores from the Lower Muschelkalk of Winterswijk (the Netherlands). – Pollen et Spores, 10(1):161-176.

Waterschoot van der Gracht, W.A.J.M. van, 1918. Eindverslag over de onderzoekingen en uitkomsten van den Dienst der Rijksopsporing van Delfstoffen van Nederland, 1903-1916. – 's-Gravenhage, Martinus Nijhoff, 664 pp.

## VERKLARING VAN TERMEN

**Acme:** de maximale ontwikkeling, hier bedoeld in aantal of frequentie.

**Acritarchen:** microscopisch kleine organismen van onbekende oorsprong of verwantschap. Meestal komen ze voor in het mariene milieu, maar ze zijn ook bekend uit zoetwater of een terrestrische omgeving.

**Bisaccaten:** pollenkorrels met twee luchtzakken zoals bijvoorbeeld geproduceerd door de den en spar.

**Bulkmaceratie:** chemisch oplossen van een relatief grote hoeveelheid van het gesteente zodat het organisch materiaal (in dit geval resten van fossiele planten) overblijft.

**Cuticula:** waslaag die de epidermis van hogere planten bedekt om uitdroging te voorkomen. In de cuticula staat de celstructuur van de opperhuid afgedrukt.

**Dinoflagellaat:** vooral in zeelevende, microscopisch kleine, ééncellige organismen die behoren tot de Protista. Ze komen voor als beweegbare cellen. Onder bijzondere omstandigheden vormen deze een cyst (een zeer weerstandskrchtig omhulsel) die kan fossiliseren.

**Epidermis:** opperhuid.

**Sklerenchym:** een celtype met verdikte wanden, noodzakelijk voor steun van de plant (steunweefsel). Vezels bestaan uit sklerenchymcellen.

**Sporomorfen:** sporen (van lagere planten als varens) en stuifmeelkorrels (van hogere planten als naakt- en bedektzadigen).

**Tasman(it)aceae:** een in het mariene milieu levende groep microfossilen behorend tot de groenalgen (Prasinophyta).

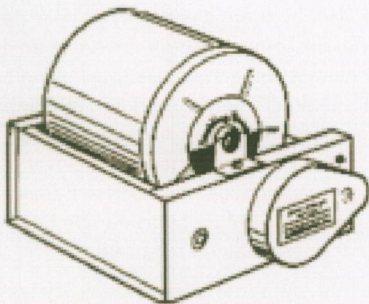
**Xerophytisch:** voorkomend onder droge omstandigheden.

# MTN-Giethoorn

Importeur LORTONE® Steenbewerkingsmachines

Kanaaldijk 18  
8355 VJ Giethoorn  
Tel: 0521-361544  
Fax: 0521-362105

Ruim 32 jaar LORTONE® (èn de service) in Nederland  
Standhouder op de meeste Nederlandse mineraalbeurzen



**Grote collectie zilveren sieraden  
met en zonder edelstenen** (veel eigen ontwerpen)

*Estwing geologen gereedschap  
Kunststof standaards en opbergdoosjes  
Edelsteenhangars  
Ruwe mineralen: slijpbaar voor trommel en cabochons  
Furnituren o.a. zilveren  
Cabochons en trommelstenen  
Microscopen en Loepen en meer...*

Bezoek onze showroom (na tel. afspraak vragen naar Elly ten Napel of Thoni Meijer)  
of neem een kijkje op onze internet-site: <http://www.mtn.nl> • E-mail: [info@mtn.nl](mailto:info@mtn.nl)