

# MICROPALAEONTOLOGISCH ONDERZOEK VAN KEILEEM

door

DR. J. H. VAN VOORTHUYSEN <sup>1)</sup> EN  
R. LAGAAIJ, Geol. Drs. <sup>2)</sup>

## Abstract.

A provisional study has been made of the microfauna of some Dutch Boulder Clays. The localities are given on the accompanying map. The first author determined the Foraminifera, the second the Bryozoa. Many samples appeared to be barren, others contained Upper-Senonian and Danian Bryozoa derived from the Baltic countries, and Upper-Cretaceous, Tertiary and Quarternary Foraminifera, besides some sponge-needles, ostracods, echinodermfragments, juvenile brachiopods and prismatic fragments of *Inoceramus* shells.

In their concluding remarks the authors express their expectation that detailed micropaleontological researches on the Dutch Boulder Clays in outcrops and borings will assist in recognizing the directions of ice-movement.

## Inleiding.

Gaarne geven ondergetekenden gehoor aan het verzoek van Dr De Waard om ter gelegenheid van de 80e verjaardag van de Heer Van der Lijn iets mede te delen over hun micropaleontologisch onderzoek van het Nederlandse keileem.

De Heer Van der Lijn, die zich een grote naam heeft verworven op het gebied van de kennis der glaciale erratica, zal het vermoedelijk wel genoeg doen iets te vernemen over de micro-organismen die het ijs op zijn weg naar ons land uit de ondergrond heeft meegenomen, en over de mogelijkheden die dit onderzoek biedt. Met nadruk willen ondergetekenden echter vaststellen dat dit onderzoek nog in een beginstadium verkeert en er alleen ter ere van de Heer Van der Lijn thans reeds een voorlopige mededeling verschijnt.

## Gang van het onderzoek.

De stoot tot dit onderzoek werd gegeven doordat enige in het terrein verzamelde keileemmonsters werden gezeefd in drie fracties ( $> 1$  mm,  $1-0,3$  mm,  $< 0,3$  mm) louter om eens te zien wat op de diverse zeven zou achterblijven. Het resultaat overtrof ver de verwachting, want het eerste monster dat onder handen genomen werd (Groeve Gebr. Osser

---

1) Geologische Dienst, Haarlem.

2) Rijksmuseum voor Geologie en Mineralogie, Leiden.

bij Losser) bevatte tamelijk veel vrij goed bewaarde Oudtertiaire foraminiferen. Het keileem uit de Noordoost-Polder, alsmede de daarin voorkomende bruinrode keileemschollen bleken daarentegen hoofdzakelijk bryozoën uit het Bovenkrijt te bevatten.

Toen nu gebleken was dat het keileem een geremanieerde micro-fauna kon opleveren, werden nog enkele op de Geologische Dienst aanwezige monsters onderzocht, eveneens met positief resultaat.

Voor een systematisch onderzoek ontbrak echter de tijd, doch er was althans iets bereikt.

Drs Erdbrink, die voor zijn archeologische onderzoekingen veel op de Veluwe verkeerde, heeft nog verscheidene monsters glaciaal materiaal verzameld, die door de Geologische Dienst zijn onderzocht op hun microfauna. Op een enkele uitzondering na (Borne, No. 21374), bleken deze monsters echter practisch steriel te zijn, waarmee nog niet gezegd wil worden, dat het geen keileemmonsters zou hebben betroffen. Op bijgaand overzichtskaartje (fig. 21) zijn de vindplaatsen der onderzochte monsters aangegeven. Aangezien de bryozoën zeer waarschijnlijk het belangrijkste element van de microfauna vertegenwoordigen, zal door de tweede auteur eerst deze fauna worden besproken; daarna volgen de foraminiferen door de eerste auteur, terwijl de slotopmerking weer door beide auteurs tezamen is opgesteld.

## DE BRYOZOEN IN HET KEILEEM

Bryozoën zijn de onderzoeker van glaciale erratica in het algemeen slechts uit vuurstenen bekend. De herkomst van dit materiaal wordt zowel aan het Bovensenoon, als aan het Danien van het Oostzeegebied toegeschreven. Vaak hebben deze vuurstenen holten, welke nog ten dele met krijt zijn opgevuld, dat — gewassen en gezeefd — een interessante microfauna, voornamelijk uit bryozoën bestaande, blijkt te bevatten.

Doch ook niet, of slechts ten dele verkiezelde gesteenten, welke hier en in Noordduitsland als zwerfsteen voorkomen, zoals de Saltholmskalk, de Limsten, of Bryozoënkalk, en de bekende Faxekalk (alle behorende tot het Danien) zijn een enkele maal rijk aan bryozoën, welke in dat geval echter minder fraai geconserveerd zijn.

VOIGT in het bijzonder vestigde de aandacht op het voorkomen van bryozoën in diluviale zwerfstenen, welke hem een grote hoeveelheid materiaal voor zijn onderzoekingen verschaften. Zo kan het dan ook voorkomen, dat sommige door hem beschreven soorten uitsluitend uit erratica, en nog niet uit het gesteente in situ bekend werden.

Principieel verschillend is de wijze, waarop het hier besproken materiaal verkregen werd, geselecteerd als dit werd uit de zandige fractie van het

keileem. In wisselende rijkdom over een aantal monsters verspreid (men zie het overzichtskaartje, fig. 21) komen hierin bryozoën voor, veelal samen met een aantal andere jong-cretaceïsche en tertiaire micro-orga-

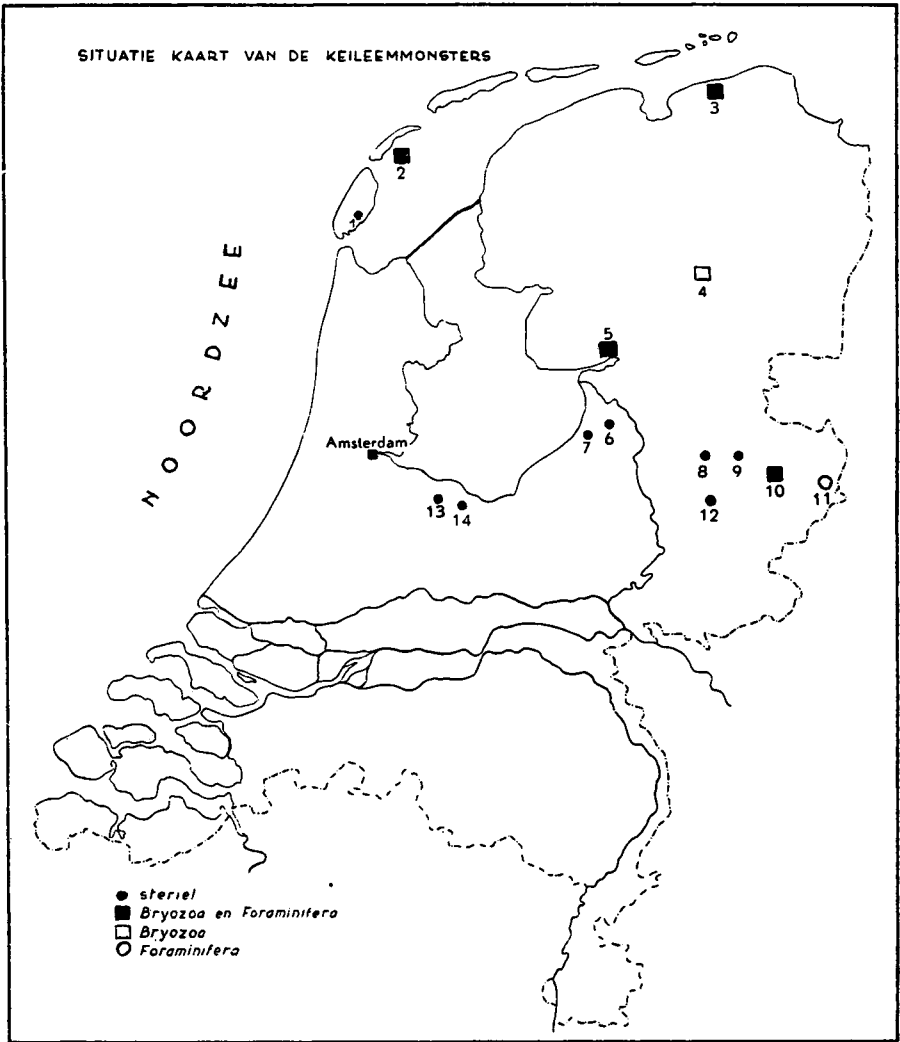


Fig. 21.

nismen, zoals foraminiferen, sponsnaalden, ostracoden, echinodermenfragmenten, kleine brachiopoden etc. Vele exemplaren is transport door smeltwater duidelijk aan te zien, gerold en in kleine stukken gebroken als zij zijn, hetgeen een juiste determinatie zeer bemoeilijkt. Moest

aldus het grootste gedeelte van het uitgezochte materiaal zonder meer ter zijde worden gelegd, toch kon een tiental fragmenten geïdentificeerd worden, alle behorende tot de orde der CHEILOSTOMATA:

Suborde ANASCA  
Afdeling MALACOSTEGA

*Membranipora* AUCT.

MEMBRANIPORA QUADRATA (Voigt)

Fig. 22, no. 1.

1930 *Membranipora quadrata* VOIGT, p. 423, Taf. 12, fig. 6—8.

Gedeelte van het vierzijdig-prismatisch zoarium, waarvan twee zoecia op de foto zichtbaar zijn. Area relatief klein: 0.22 bij 0.15 mm.

**Vindplaats:** N.O.P. (Monster 19111)

Verder slechts bekend uit in Noordduitsland gevonden zwerfstenen (Bovensenoen).

MEMBRANIPORA ANGULATA (Marsson)

Fig. 22, no. 2

1887 *Scrupocellaria angulata* MARSSON, p. 60, Taf. VI, fig. 2.

1930 *Membranipora cf. angulata* VOIGT, p. 432, Taf. 7, fig. 5—6.

Fragment van het karakteristieke biseriale zoarium. De achterzijde toont wel de zigzag-verlopende groeve tussen de twee rijen zoecia, doch niet de door MARSSON opgemerkte spleetvormige openingen.

**Vindplaats:** N.O.P. (Monster 19110)

Verder aangetroffen in het Bovensenoen van Rügen, alsmede erratisch (Danien) in Noordduitsland.

Genus *Stichopora* VON HAGENOW

STICHOPORA PENTASTICHA (von Hagenow)

Fig. 22, no. 3

1839 *Cellepora pentasticha* VON HAGENOW, p. 280, Taf. V, fig. 3a—d.

1865 *Flustrellaria pentasticha* BEISSEL, p. 64, Taf. VII, fig. 85—87.

1887 *Stichopora pentasticha* MARSSON, p. 61, Taf. VI, fig. 3.

1925 *Membranipora pentasticha* LEVINSEN, p. 311.

1930 *Stichopora pentasticha* VOIGT, p. 445, Taf. 11, fig. 16—17.

Randfragment van het markante gebogen zoarium, waarvan de

zoecia in 5 rijen waaivormig divergeren. Slechts twee zoecia — de buitenste rij vertegenwoordigend — zijn hier intact, doch op zichzelf al voldoende tot identificatie.

**Vindplaats:** Borne (Monster 21374).

Komt in situ voor in het Bovensenoon van Rügen, Moen, en Aken. alsmede in Noordduitse erratica.

Genus *Amphiblestrum* GRAY

AMPHIBLESTRUM RINGENS (von Hagenow)

Fig. 22, no. 4.

1839 *Cellepora ringens* VON HAGENOW, p. 278.

1851 *Cellepora ringens* VON HAGENOW, p. 92, Taf. XI, fig. 8.

1887 *Semieschara ringens* MARSSON, p. 74.

1892 *Periteichisma ringens* HENNIG, p. 23, Taf. I, fig. 9.

1930 *Amphiblestrum ringens* VOIGT, p. 447, Taf. 13, fig. 8—9.

Niet veel meer dan één compleet zoecium. Kenmerkend zijn de ruitvorm, de grote, halfcirkelvormige area, en het kleine, distaal gelegen, driehoekige avicularium.

**Vindplaats:** N.O.P. (Monster 19110)

Overigens slechts in situ bekend in het Senoon van Schonen, Rügen, en Maastricht.

Afdeling COILOSTEGA

Familie Microporidae GRAY

Subfamilie Onychocellinae JULLIEN

Genus *Onychocella* JULLIEN

ONYCHOCELLA spec.

Fig. 22, no. 5

Fragment, waaraan een volledig onychocellarium en een gedeelte van twee aangrenzende zoecia te onderscheiden zijn. Een soortdeterminatie is hier echter niet op te baseren.

**Vindplaats:** N.O.P. (Monster 19110)

*Vincularia* AUCT.

VINCULARIA cf. PARISIENSIS d'Orbigny

Fig. 22, no. 6

1852 *Vincularia parisiensis* d'ORBIGNY, p. 67, Pl. 654, fig. 4—6.

1930 *Vincularia parisiensis* VOIGT, p. 467, Taf. 17, fig. 16—17.

Gedeelte van het achtzijdig-prismatisch zoarium, waarvan de zooecia in acht alternerende rijen zijn gerangschikt. Lengte der zooecia: 0,44—0,50 mm, breedte 0,25 mm.

Omdat een exogeen cement hier alle depressies van het oppervlak vrijwel geheel heeft opgevuld, zijn de opesia op de foto nauwelijks zichtbaar. Lengte der opesia: 0,18 mm, breedte 0,13—0,16 mm. Al deze afmetingen zijn ongeveer 1/3 kleiner dan die, welke uit VOIGT's afbeeldingen blijken. De identificatie — slechts op één fragment berustend — is daarom niet geheel zeker.

**Vindplaats:** N.O.P. (Monster 19110).

Komt in situ voor in het Bovensenoen van Meudon en Saint-Germain nabij Parijs, op Rügen en in Jutland.

Genus *Floridina* JULLIEN

FLORIDINA SCUTATA (Levinsen), var. EXCAVATA Voigt  
Fig. 22, no. 7

1930 *Floridina scutata* Levinsen var. *excavata* VOIGT, p. 471, Taf. 21, fig. 4—6.

Topfragment van het unilamellaire, hol-cylindrische zoarium, waaraan vier vrijwel complete zooecia met hun kenmerkende klaverbladvormige opesia te onderscheiden zijn.

**Vindplaats:** N.O.P. (Monster 19110)

Tot dusverre slechts bekend uit in Noordduitsland gevonden zwerfstenen (Danien).

FLORIDINA GOTHICA (d'Orbigny)

Fig. 22, no. 8

1852 *Vincularia gothica* d'ORBIGNY, p. 68, Pl. 654, fig. 13—16.

1887 *Vincularia gothica* MARSSON, p. 65.

1900 *Vincularia gothica* CANU, p. 406.

1923 *Floridina gothica* VOIGT, p. 7, Taf. 1, fig. 8.

1930 *Floridina gothica* VOIGT, p. 468, Taf. 21, fig. 7—10.

Volgens VOIGT (1930) behoren de tot dusverre onder de naam *Floridina gothica* (D'ORBIGNY) beschreven vormen waarschijnlijk

in verschillende soorten uiteen te vallen. De in het keileem gevonden zeszijdig-prismatische fragmenten corresponderen met de door VOIGT onderscheiden kleinere Danien-vorm.

**Vindplaats:** N.O.P. (Monster 19110)  
Borne (Monster 21374)

De Danien-vorm wordt zowel bij Faxe, als in zwerfstenen in Noordduitsland aangetroffen.

#### Subfamilie Microporinae BASSLER

Genus *Micropora* GRAY

MICROPORA spcc.

Fig. 22, no. 9

Gedeelte van een zeszijdig-prismatisch, 0.50 mm breed zoarium. Zooecia in zes alternerende rijen, duidelijk omrand, relatief zeer lang, lengte 0.50 mm, breedte 0.22 mm. Celdek vlak, langs de rand door een ondiepe groeve begrensd. Een flauwe (distaal concaaf-) gebogen groeve loopt dwars over het celdek. Opesium klein, afgerond trapezoidaal, en geheel distaal gelegen, lengte 0.10 mm, breedte 0.08 mm. Deze vorm doet enigszins denken aan *Micropora speculum* (MARSSON) uit het Bovensenoon van Rügen en Denemarken, doch de laatste is vierzijdig, en in alle afmetingen tweemaal zo groot.

**Vindplaats:** N.O.P. (Monster 19111)

Genus *Aechmella* CANU and BASSLER

AECHMELLA MICROSTOMA (Marsson)

Fig. 22, no. 10

1887 *Vincularia microstoma* MARSSON, p. 65, Taf. VI, fig. 9.

1930 *Aechmella microstoma* VOIGT, p. 478, Taf. 24, fig. 5—6.

Gedeelte van het vierzijdig prismatisch zoarium. Kenmerkend zijn de kleine, sikkelvormige, geheel distaal gelegen opesia. De overeenkomst met MARSSON's afbeelding is beter, dan met die van VOIGT.

**Vindplaats:** Waddenboring No. 15 (Monster 20385)

Komt in situ voor in het Bovensenoon van Rügen en Denemarken, evenals in het Danien van Schonen en Denemarken; verder in zwerfstenen in Noordduitsland.

## LITERATUUR.

- BEISSEL, J., Ueber die Bryozoen der Aachener Kreidebildung: Nat. Verh. Holl. Maatsch. der Wetenschappen, serie 2, vol XXII, 1865.
- CANU, F., Revision des Bryozoaires du Crétacé figurés par d'Orbigny: Bull. Soc. géol. France, 3e série, vol. 28, p. 334, 1900.
- HAGENOW, F. VON, Monographie der Rügenschon Kreideversteinerungen; Leonhardt und Bronn, Neues Jahrbuch für Mineralogie, vol. 7, p. 253, 1839.
- Die Bryozoen der Maastrichter Kreidebildung, 1851.
- HENNING A., Studier öfver Bryozoerna i Sveriges Kritsystem; Lunds Univers. Arsskrift., vol. XXVIII (Cheilostomata) 1892.
- KRUIZINGA, P., Bijdrage tot de kennis der sedimentaire zwerfsteenen in Nederland; Verh. v. h. G. M. G., Geol. Serie, Dl. IV, 1918.
- LEVINSEN, G. M. R., Undersögelser öfver Bryzoerne i den danske Kridtformation; D.K.D. Vidensk. Selsk. Skrifter, Naturv. og Math. Afd., 8 R., VII, 3, 1925.
- MARSSON, TH., Die Bryozoen der weissen Schreibkreide der Insel Rügen; Palaeontologische Abh., vol. IV, p. 19, 1887.
- ORBIGNY, A. d', Paléontologie française, Terrains crétacés, T. V., 1850—1852.
- VOIGT, E., Über einige neue und wenig bekannte Bryozoen der Gattung Floridina aus dem Danien von Faxø; Meddel. fra Dansk geol. Forening, Bd. 6, No. 20, 1923.
- Ube, das Vorkommen von Bryozoen in Diluvialgeschieben und die Grundzüge ihrer Systematik; Zeitschr. f. Geschiebef., Bd. 1, p. 13, 1925.
- Morphologische und stratigraphische Untersuchungen über die Bryozoenfauna der oberen Kreide; Leopoldina, Bd. 6, p. 379, 1930.

## DE FORAMINIFEREN IN HET KEILEEM

(zie overzichtskaartje, fig. 21)

1. **Monster 20386.** Groeve t Bergje (Texel).  
Deze groeve is grotendeels afgegraven. Er bestaat geen zekerheid dat het onderzochte monster inderdaad keileem betrof. Het monster was steriel.
2. **Monster 20385.** Boring Waterstaat No. 15, ca. 20 m diepte. Hierin troffen we veel bryozoën aan, waarvan een enkele kon worden gedetermineerd. Bovendien kwamen er nog enkele kwartaire foraminiferen in voor. Dit waren: *Streblus beccarii* (LINNAEUS) *Nonton depressulus* (WALKER et JACOB) en *Elphidium excavatum* (TERQUEM). Deze vormen leven thans ook nog langs onze kusten. Aangezien hier geboord is met een pulsboor kunnen deze foraminiferen tijdens het doorboren van de bovenste mariene lagen in het keileem geraakt zijn. Dit behoeft echter niet het geval te zijn. De mogelijkheid bestaat ook dat zij door later plaats gehad hebbende transgressies hierin terecht zijn gekomen. Het is verder nog mogelijk dat de geremanieerde fauna uit de kwartaire ondergrond tijdens de sedimentatie van het keileem daarin is terecht gekomen. Aangezien deze boringen van de Wadden slechts tot in het keileem reiken, is ook deze tweede mogelijkheid hier niet na te gaan.



## 3. Monsters 19122 en 19123. Boring Westernieland II.

Van deze boring werden twee keileemmonsters op verschillende diepten onderzocht. 1e: 6,70—8,20 m. Hierin bevonden zich tamelijk veel bryozoën, weinig houtresten en een enkele foraminifeer, n.l. *Lagena* cf. *costata* (WILLIAMSON). Deze soort komt voor van Pliocene tot recent. 2e: 11—ca 13 m. Hierin kwamen ook bryozoën voor en tamelijk veel foraminiferen, hoofdzakelijk uit het Bovenkrijt. De bryozoën van deze boring zijn niet onderzocht.

**Bovenkrijt:** *Arenobulimina* sp. juv., *Bolivina* cf. *incrassata* REUSS, *Bulimina reussi* MORROW, *Cibicides voltziana* d'ORBIGNY, *Cristellaria* sp. juv., *Globigerina cretacea* d'ORBIGNY, *Gyroidina nitida* (REUSS).

**Jongtertiar:** *Nonion boueanum* (d'ORBIGNY), één exemplaar.

**Kwartair:** *Elphidium* sp., één exemplaar.

## 4. Monster 19173. Hogersmilde.

Slechts weinig bryozoën. Geen foraminiferen.

## 5. Monsters 19110 en 19111. Noordoost-Polder, Kavel T 28 langs de Smeengeweg bij Vollenhove.

In het normale keileem werden veel bryozoën gevonden, welke hiervoor door de Heer Lagaaij werden besproken, alsmede enkele Bovenkrijt-foraminiferen. Dit waren: *Ammodiscus cretaceus* (REUSS) *Bulimina reussi* MORROW, *Cristellaria* sp., *Globigerina cretacea* D'ORBIGNY, *Gyroidina nitida* (REUSS) en enkele slecht bewaarde andere vormen.

In de rode keileemschollen kwamen weinig bryozoën voor, welke slecht geconserveerd bleken. Foraminiferen werden niet aangetroffen, wel enkele ostracoden en crinoidensteeltjes. Tussen het normale

Fig. 22.

1. *Membranipora quadrata* Voigt, 30 ×, N.O.P. (19111)
2. *Membranipora angulata* (Marsson), 30 ×, N.O.P. (19110)
3. *Stichopora pentasticha* (von Hagenow), 30 ×, Borne (21374)
4. *Amphiblestrum ringens* (von Hagenow), 30 ×, N.O.P. (19110)
5. *Onychocella* spec., 30 ×, N.O.P. (19110)
6. *Vincularia* cf. *parisiensis* d'Orbigny, 30 ×, N.O.P. (19110)
7. *Floridina scutata* (Levinsen), var. *excavata* Voigt, 30 ×, N.O.P. (19110)
8. *Floridina gothica* (d'Orbigny), 30 ×, N.O.P. (19110)
9. *Micropora* spec., 30 ×, N.O.P. (19111)
10. *Aechmella microstoma* (Marsson), 30 ×, Waddenboring No. 15 (20385)

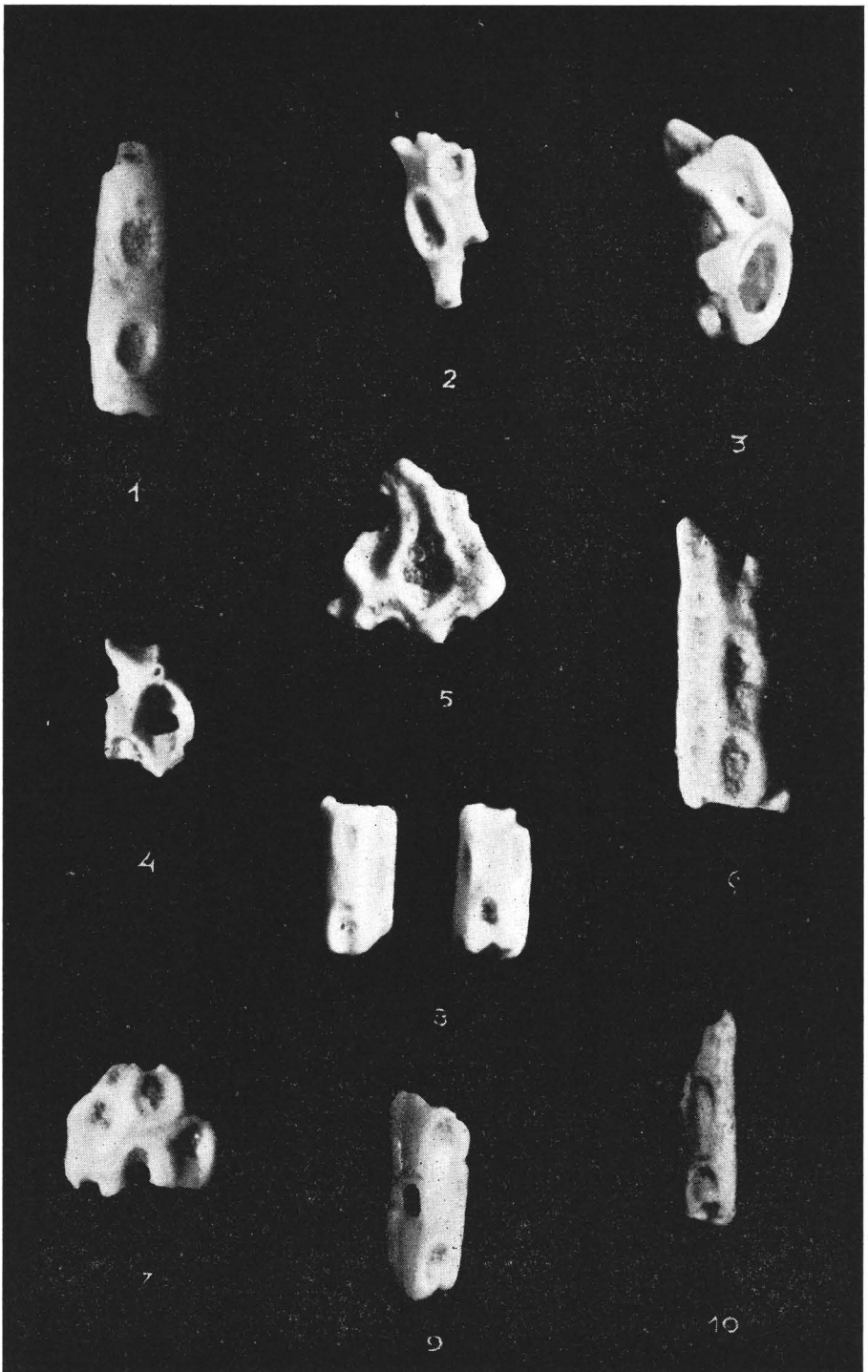


Fig. 22.

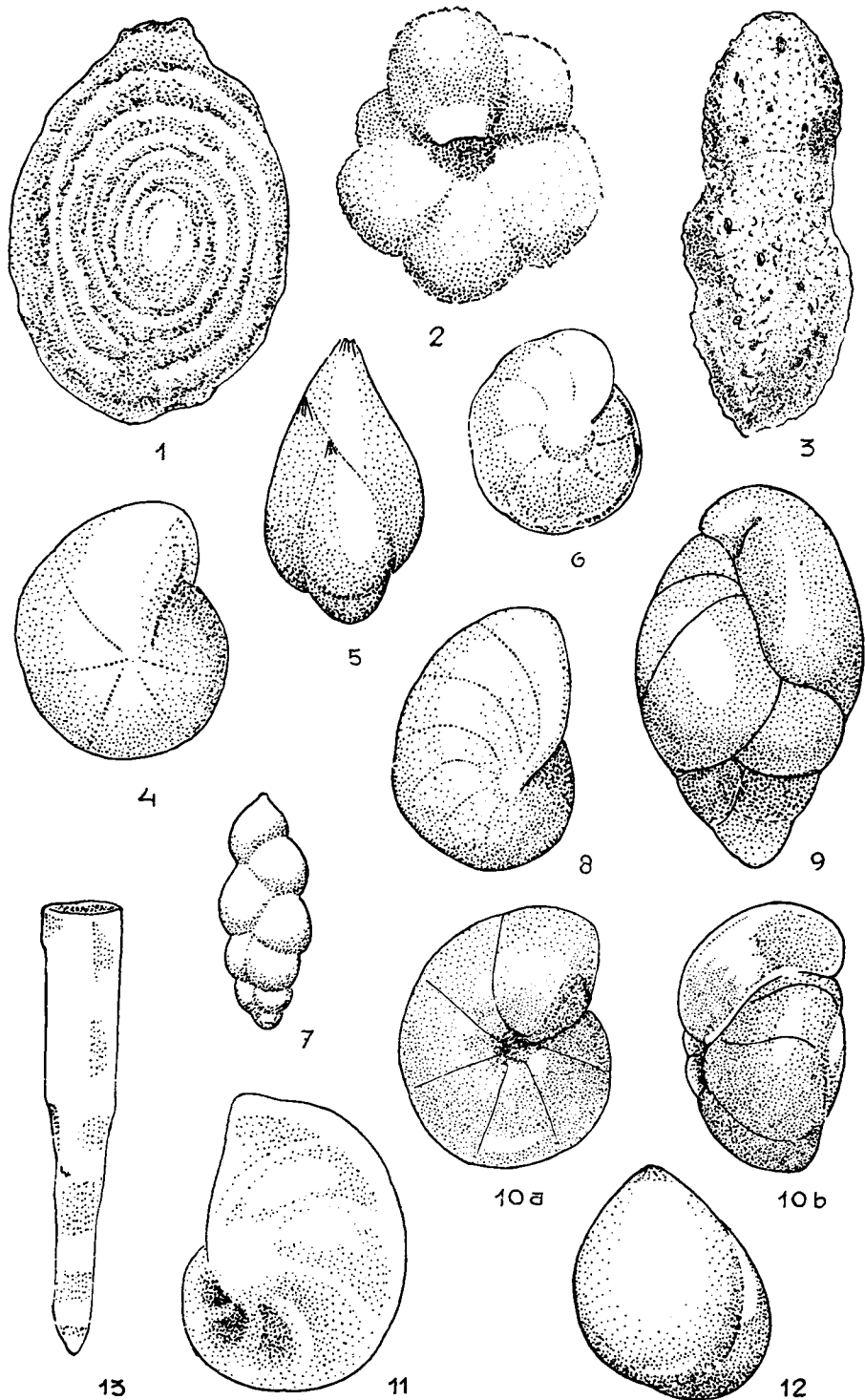


Fig. 23.

- en het rode schollenkeileem bestaat dus, althans op deze plaats, een gering verschil wat de ingespoelde microfauna betreft.
6. **Monster 21378.** Wezep (Moordenaarshoek).  
Enkele slecht bewaarde bryozoën en één foraminifeer (*Cibicides* cf. *voltziana* D'ORBIGNY uit Bovenkrijt?) kwamen in dit monster voor. Op de kaart als steriel aangegeven.
  7. **Monster 20861.** Oldenbroek (Hezenberg).  
In dit monster werd geen ingespoelde microfauna aangetroffen.
  8. **Monster 21373.** Nijverdal.  
Ook dit monster was steriel.
  9. **Monster 21375.** Wierden (Hoge Heksel), 1,60 m o.m.  
Enkele slecht bewaarde bryozoën en één foraminifeer uit het Bovenkrijt, n.l. *Ammodiscus cretaceus* REUSS. Op de kaart als steriel aangegeven.
  10. **Monsters 21374 en 21376.** Borne.  
Op 2 m diepte (monster 21374) bevatte het monster slechts weinig bryozoën, waarvan enkele konden worden gedetermineerd. Verder vonden we enkele geledingen van crinoidensteeltjes (ronde, platte plaatjes met een 5-zijdige opening in het midden) en een slecht bewaarde *Cristellaria* sp., vermoedelijk uit het Bovenkrijt.  
Op 4 m diepte (monster 21376) was het keileem veel rijker aan bryozoën, doch zij bleken slecht bewaard te zijn. Verder bevonden zich hierin tamelijk veel foraminiferen, hoofdzakelijk uit Oudtertiaire lagen.  
**Bovenkrijt:** *Bulimina reussi* MORROW en prismatische fragmenten van dikschalige *Inoceramus*-schelpen.

Fig. 23.

1. *Ammodiscus cretaceus* (Reuss) (75 ×)
2. *Globigerina cretacea* d'Orbigny (40 ×).
3. *Pseudoclavulina anglica* Cushman (50 ×).
4. *Alabamina midwayensis* Brotzen (135 ×).
5. *Guttulina problema* d'Orbigny (70 ×).
6. *Cibicides voltziana* d'Orbigny (70 ×).
7. *Uvigerina rugosa* Terquem (75 ×).
8. *Nonion boueanum* (d'Orbigny) (70 ×).
9. *Bulimina reussi* Morrow (140 ×).
- 10a, b. *Gyroidina nitida* (Reuss) (70 ×).
11. *Cristellaria* sp. (65 ×)
12. *Globulina gibba* d'Orbigny (70 ×).
13. Prismatisch fragment van *Inoceramus*-schaal (75 ×).

**Eoceen:** ? *Nummulina germanica* BORNEMANN (3 slecht bewaarde exemplaren), *Pseudoclavulina anglica* CUSHMAN, *Globulina gibba* D'ORBIGNY (komt ook in Jongtertiaire sedimenten voor), *Cristellaria cultrata* D'ORBIGNY (idem), *Uvigerina rugosa* TERQUEM.  
**Oligo-Mioceen:** *Cibicides dutemplei* (D'ORBIGNY), *Guttulina problema* D'ORBIGNY.

Tenslotte verschillende *Cibicides*-soorten welke niet met zekerheid zijn te determineren, doch zeer waarschijnlijk niet afkomstig zijn uit de Krijt-periode, doch uit het Tertiair.

11. **Monster 19114.** Losser. (Groeve Gebr. Osser).

Hierin bevonden zich geen bryozoën, doch wel veel foraminiferen. Zeer veel komt voor een *Cibicides*, vermoedelijk *Cibicides propius* (*Brotzen*), verder *Alabama midwayensis* BROTZEN en veel grote *Cristellaria* cf. *cultrata* D'ORBIGNY, benevens nog enkele andere slecht geconserveerde vormen. Het is niet mogelijk met zekerheid te zeggen, waarvoor deze fauna representatief is. *A. midwayensis* en *C. propius* zijn weliswaar typische paleocene vormen, doch de overige kunnen uit verschillende Oudtertiaire étages afkomstig zijn. We mogen dus zeggen dat dit keileem een Oudtertiaire foraminiferenfauna bevat.

12. **Monster 21377.** Markelo.

Steriel.

13. **Monster 21372.** Hilversum.

Steriel.

14. **Monster 21278.** Soestdijk.

Steriel.

N.B. De Nos. 7, 8, 9, 10, 12, 13 en 14 werden door Drs Erdbrink verzameld.

### Slotopmerking.

Het zal uit het voorgaande duidelijk zijn, dat eerst veel meer materiaal zal moeten worden onderzocht, alvorens niet al te voorbarige conclusies gerechtvaardigd schijnen. Doch reeds thans werpt zich de vraag op, hoe het komt, dat het keileem in sommige monsters zo rijk is aan ingesloten micro-fossielen, terwijl deze elders vrijwel geheel schijnen te ontbreken. Is dit een primaire eigenschap, of is dit — althans gedeeltelijk — te danken aan latere verwering en ontkalking? In hoeverre correspondeert — zoals in de Noordoost-Polder — de talrijke aanwezigheid van ingesloten micro-organismen met locale concentraties van kalksteen-erratica? Is er enige congruentie met het phaenomeen der keileemschollen?

Vermeldenswaard is verder het keileemmonster van Losser (Monster No. 19114). Hierin komen veel Oudtertiaire formaniferen voor, terwijl bryozoën niet werden aangetroffen. Het is duidelijk dat het ijs, naarmate het zich verder van het Oostzee gebied verwijderde, steeds minder *erratica* uit dat gebied met zich voerde, doch elders in Nederland vonden we wel degelijk bryozoën uit het Bovensenoon en Danien, afkomstig uit het Oostzee gebied. In het Losserse keileem daarentegen bevindt zich alleen een fauna, die uit de onmiddellijke omgeving kan zijn opgenomen. Niet alleen dus kan de rijkdom in de ingespoelde microfauna sterk wisselen, doch we kunnen zelfs in het ene monster een heel andere, ja zelfs geologisch jongere, diergroep aantreffen dan in het andere. Dat bij nader onderzoek hieruit waardevolle gegevens kunnen worden verkregen betreffende de genese van het keileem en de richting van de gletscher-tongen lijkt ons zeer waarschijnlijk.

In East Anglia en elders in Engeland, waar het ijs zich over een bodem van cretaceïsche of jurassische ouderdom heeft voortbewogen, is de aanwezigheid van een meegevoerde microfauna in de glaciële afzettingen al lang bekend. Zo hebben wij in monsters van de Cromer Tills en de Corton Beds (de oudste glaciële en de daaropvolgende interglaciële afzetting in East Anglia), <sup>1, 2)</sup> welke in 1948 door Dr A. J. Pannekoek in Engeland werden verzameld, een rijke cretaceïsche foraminiferenfauna gevonden.

Soortgelijke problemen wachten ons ook in Nederland en met het micropaleontologisch onderzoek van het keileem wacht een uitgestrekt en vruchtbaar terrein op bewerking. Waar hiertoe ook materiaal uit boringen zal kunnen worden benut, zal het — beter nog dan met zwerfstenen — mogelijk zijn om bijvoorbeeld een meer gedetailleerd inzicht te verkrijgen in de bewegingsrichtingen van het landijs.

1) W. A. MACFADYEN, Foraminifera in Boulder Clays from the Wexford Coast of Ireland, Geol. Mag. Vol. 57, No. 4, July-August, p. 276—282, 1940;

2) D. F. W. BADEN POWELL, Long-distance correlation of Boulder Clays, Nature, Vol. 161, p. 287—290, Febr. 21, 1948.