

Over het onderkrijt in de omgeving van Winterswijk

D. Stapert

(Geologies Instituut, Rijksuniversiteit te Groningen) ¹⁾

SAMENVATTING

Bij Kotten, ten oosten van Winterswijk, bevindt zich in het dal van de Boven Slinge (Oedingse Beek) een ontsluiting van groene glauconiethoudende klei. Deze ontsluiting is slechts een paar honderd meter verwijderd van de bekende ontsluiting in een zijbeekje van de Slinge, bij de boerderij Bekerink, waar groene klei en zandsteen dagzomen; deze lagen worden 'Minimus-lagen' genoemd (Pannekoek, 1956), wegens het voorkomen van de kleine belemniet *Neohibolites minimus* (List.). De ouderdom ervan is in de literatuur als Albien aangegeven (Faber, 1947; Pannekoek, 1956).

Op het eerste gezicht leken de kleiën van beide ontsluitingen identiek te zijn, maar bij nadere bestudering traden enige verschillen aan de dag. Op de kaart van Tesch (1927) zijn meer plekken in de Achterhoek aangegeven, waar Onderkrijt dicht onder de oppervlakte voorkomt.

Tijdens een verkenning (1971) langs al deze plekken bleek echter, dat er geen goede ontsluitingen zijn.

In het hieropvolgende wordt het materiaal van twee ontsluitingen, waar volgens de literatuur (Faber, 1947; Kemper, 1964) Albien dagzoomt, n.l. de reeds genoemde bij Bekerink in Kotten, en de beekbedding van de Oelbach bij de Frankenhöhe tussen Ahaus en Stadthorn, vergeleken met dat van de ontsluiting in de 'Slinge-klei', zoals we deze formatie voorlopig zullen noemen.

Er werden twee profielen opgenomen, en de fossielen uit de ontsluitingen werden verzameld, in 1967 en 1969.

Het onderzoek werd voorgesteld door, en uitgevoerd onder leiding van Dr. G. J. Boekschoten. Voor het tot stand komen van dit verslag ben ik de volgende personen dank verschuldigd: Prof. Dr. W. G. Perdok te Groningen, Dr. E. Kemper te Hannover, Dr. J. van der Burgh te Utrecht, de heer J. N. C. van der Pers te Groningen, de heren J. H. Tannema, H. G. Kolstee, D. Mol en H. Beeks, amateur-geologen te Winterswijk, de heer en mevrouw Brouwer-Boekschoten te Winterswijk, mej. J. A. M. Nijenhuis te Arnhem en mej. J. P. van der Veen te Groningen.

INLEIDING

Ter inleiding, samengevat uit de literatuur (Bentz, 1927; Kemper, 1964; Schott, c.s., 1969), enige opmerkingen over stratigrafie en paleogeografie van het Onderkrijt in Westeuropa.

Van de étages Aptien en Albien liggen de tiepe-lokaliteiten in Zuid-Frankrijk (resp. het stadje Apt ten oosten van Avignon; het riviertje de Aube). In de thans ge-

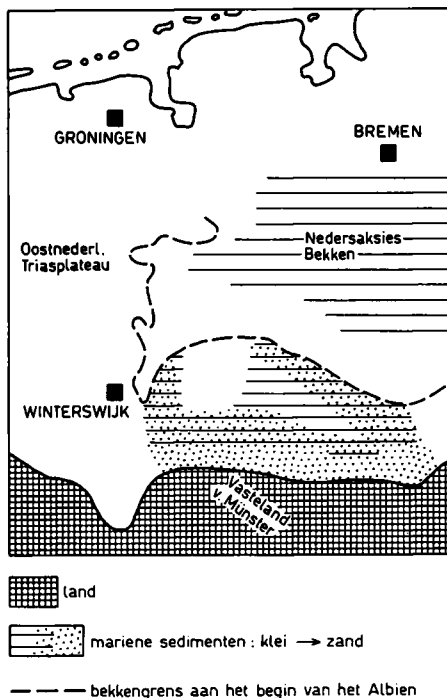
¹⁾ tegenwoordig: Biologies-Archeologies Instituut, Poststraat 6, Groningen.

bruikelijke indeling is het Albien de bovenste étage van het Onderkrijt. Deze indeling is gebaseerd op het werk van d'Orbigny in Frankrijk, in de eerste helft van de vorige eeuw. De onderzochte lagen in Frankrijk werden vaak langs omwegen gekorreleerd met Noordduitse lagen.

Gedurende het Onderkrijt bevond zich in het gebied van Neder-Saksen een dalingsbekken, dat in het zuiden begrensd werd door de 'Rheinische Masse' (of het 'Münsterlander Festland'), en in het westen door het 'Oostnederlandse Trias-plateau'. Dit bekken wordt het 'Niedersächsisches Neocom-becken' genoemd (Kemper, 1964). Het is op kaartje 1 (naar Schott, c.s., 1969) en kaartje 2 (naar Kemper, 1964) weergegeven.

Aan de westrand van dit bekken bevonden zich verschillende randbekkens, o.a. de 'Bentheimer Bucht', en, de meest zuidelijke - tussen de beide hierboven genoemde begrenzend hogere gebieden gelegen - 'Alstätter Bucht'. In het bereik van deze laatste ligt tegenwoordig Winterswijk. Deze randbekkens wisselden af met hogere gedeelten ('schwellen'). Het ontstaan van dit patroon wordt toegeschreven aan zoutwerking in de ondergrond (Schott, c.s., 1969).

Kaartje 1. Situatie Albien
(naar Schott, C.S., 1969)



In de randbekkens was de facies meest zandig, terwijl in het diepere grote bekken vooral klei werd afgezet. Het grote bekken stond in het noorden in verbinding met de 'boreale' zee, die sinds het Hauterivien verbonden was met de 'mediterrane' zee.

Gedurende het Aptien en Albien vonden grote transgressies plaats, waardoor het Albien de grootste uitbreiding heeft van alle étages van het Onderkrijt. Een laatste transgressie vond plaats in het Cenomaan, dat evenals het Albien, bij Kotten is ontsloten.

Bij Winterswijk ligt het Albien diskordant op de Jura, zodat óf de Aptien-transgressie dit gebied nog niet bereikte, óf het sediment, dat toen werd afgezet nog voor het (midden-) Albien is weggeërodeerd: op de paleogeografische kaart voor het Aptien van Schott, c.s. (1969) valt de Achterhoek grotendeels wel binnen het bereik van de Aptien-transgressie. In het Albien vonden ook bodembewegingen plaats, met het gevolg, dat midden- en boven-Albien op sommige plekken diskordant op de ondergrond liggen.

De Albien-transgressie was dermate groot, dat vanaf het midden-Albien het gehele Oostnederlandse Triasplateau door de zee bedekt was. In de diepere gedeelten van

het Nedersaksiese bekken werd tijdens het Albien vooral klei afgezet. In de gebieden waar de transgressie zich over lagen van vóór het Onderkrijt uitbreidde, worden regelmatig grintafzettingen aan de basis van de Krijt-sedimenten gevonden. Verder werden er tijdens het Albien, evenals reeds in het Aptien, glauconiethoudende zandlagen gedeponeerd. In het gebied, waar 'Flammenmergel' voorkomt (boven-Albien), worden gesteenten aangetroffen met veel sponsnaalden. Sponsnaalden, zelfs vrijwel complete sponsskeletten, worden ook gevonden in de 'Minimus-lagen', die een bijzondere facies van het midden- en boven-Albien vertegenwoordigen. Een recente beschrijving van de midden-Albien sedimenten in het gebied van Gronau en Ochtrup vinden we in Thiermann (1968).

Daar komen vooral zandige en mergelige kleien voor met glimmer en soms ook veel pyriet. Ook zijn er grint- en glauconiethoudende lagen, die verkoolde plantendelen en groene kleirolstenen bevatten. Verder worden er kwarts kristallen in aangetroffen. Wat dierlijke fossielen betreft, zijn alleen sponsnaalden gevonden.

In de literatuur worden de Albien-afzettingen bij Winterswijk veelal onder de naam 'Gault' vermeld. Er bestaat veel verwarring over deze term. Veel auteurs beweren zonder meer, dat Gault het engelse equivalent is van de étage-naam Albien (o.a. van Baren, 1913; Pannekoek, 1956; Kemper, 1964). Anderen gebruiken het Gault voor Aptien en Albien samen (o.a. Stolley, 1937; Faber, 1947).

De term Gault is, in tegenstelling tot Aptien en Albien, die door d'Orbigny werden ingevoerd in Frankrijk, in Engeland in gebruik geraakt voor het bovenste Onderkrijt. Oorspronkelijk werd de term gegeven aan lokale kleilagen bij Folkestone. De 'Folkestone-beds' omvatten gedeelten van het onder- en midden-Albien (Schott, c.s., 1969). Het is niet bekend, wie als eerste de term Gault invoerde (Challinor, 1961).

Het is begrijpelijk dat er tengevolge van de verschillende opvattingen, verwarring ontstond over de inhoud van het begrip Gault.

Dit is waarschijnlijk vooral te wijten aan de omstandigheid, dat men in de stratigrafie niet altijd een scherp onderscheid maakte tussen de verschillende uitgangspunten, op grond waarvan men een indeling kan maken. Er is een abstrakte indeling in tijdvakken, gebaseerd op absolute dateringen. In het veld onderscheidt men 'gesteente-eenheden', met een bepaalde facies. Een combinatie van beiden levert dan de 'tijd-gesteente-eenheden'. Vaak zullen de grenzen van deze laatste eenheden niet overeenkomen met die van de gesteente-eenheden. Ze kunnen zelfs scheef op elkaar staan. Dit is begrijpelijk, omdat op één bepaald tijdstip de omstandigheden (die de facies bepalen) van plaats tot plaats zeer kunnen verschillen.

Het door elkaar gebruiken van deze verschillende indelingen kan dus grote verwarring scheppen. Zo is het bijvoorbeeld onjuist om de Wealden (faciesafhankelijke gesteente-eenheid) als een étage onder het Valanginien te plaatsen (een étage is een tijd-gesteente-eenheid).

De Wealden hoort voor een deel ook thuis in de Boveniura, en valt dus in het Valanginien én in de Malm.

Ook het Gault is een faciesafhankelijke gesteente-eenheid (en zelfs als zodanig blijkbaar niet goed gedefiniëerd), maar Aptien en Albien zijn tijd-gesteente-eenheden. Men kan dus per definitie niet zeggen, dat Gault een andere naam is voor Albien. In Engeland wordt deze term inderdaad meestal gebruikt voor lokale kleiën; in ons gebied kunnen we hem daarvoor niet gebruiken.

Dezelfde soort moeilijkheden levert het begrip 'Minimuston' op. Het (mariene) Onderkrijt wordt onderverdeeld in 5 étages, die 34 biostratigrafiese zônes omvatten, die gebaseerd zijn op de ammonieten. Er is ook een dergelijke zônering op grond van foraminiferen. Beide zôneringen zijn nog steeds onderwerp van onderzoek en aan veranderingen onderhevig.

Hier en daar ontstonden echter lokale namen, voor lagen die niet direkt precies stratigrafies geplaatst konden worden. Dit geldt b.v. voor de 'Hilssandstein', de 'Flammenmergel' en ook voor de 'Minimuston'. Deze begrippen werden halverwege de vorige eeuw door von Strombeck gebruikt, die de volgende indeling maakte in het Harz-voorland:

Albien (= midden- en boven-'Gault'): 3 Flammenmergel

2 Minimuston

1 Hilssandstein.

O.a. Stolley (1937) beschouwde de 'Minimuston' en de 'Flammenmergel' nog als stratigrafiese eenheden, maar in feite betreft het ook hier weer facies-eenheden, die niet overal dezelfde ouderdom hebben. Zo werd b.v. bekend, dat in het boven-Albien behalve 'Flammenmergel', ook klei is afgezet.

Jordan (1968) en Jordan & Schmid (1968 a en b) beschreven de Albien-sedimenten in de Sack- en Hilssynclinalen. Boven 10 - 20 m. 'Minimuston' is de 'Flammenmergel' afgezet, die verdeeld kan worden in Flammenmergel 1 t/m 5. In Flammenmergel 3 bevindt zich een pakket klei (10 - 15 m.), dat eigenlijk niet te onderscheiden is van de 'Minimuston' onder de Flammenmergel: deze klei bevat *Neohibolites minimus*, glaukoniet en fosforietknollen. Deze laag moet uit het midden van het boven-Albien dateren, terwijl de 'Minimuston' onder de Flammenmergel afgezet werd tijdens de overgang van midden- naar boven-Albien.

Meer naar het oosten echter, hoort in elk geval het onderste gedeelte van de 'Minimuston' nog in het onder-Albien thuis. Dit alles betekent, dat de 'Minimuston' een speciale facies vertegenwoordigt, die tijdens het Albien in diverse gebieden op verschillende tijdstippen aanwezig was, hier en daar zelfs meerdere keren. De 'Minimus-lagen' zullen dus in het algemeen 'diachroon' zijn d.w.z. scheef door de 'tijdlijnen' heenlopen.

Böhm (1925) beschreef enkele Albien-fauna's uit diepteboringen te Ootmarsum, Coevorden en Oploo. Bij Ootmarsum werden tussen 292 - 364 m. diepte, de volgende fossielen gevonden:

de Lamellibranchiata: *Inoceramus concentricus* Park., *Inoceramus subsulcatus* Wiltsch., *Anomia* cf. *papyracea* d'Orb., *Gervilleia* cfr. *rostrata* (Sow.); de belemnieten: *Neohibolites minimus* (List.) var. *media* Stolley, *Neohibolites minimus* (List.) var. *attenuata* Sow.; de kleine brachiopoden: *Lingula* cf. *truncata* Sow. en *Lingula subovalis* Dav.; wormbuizen van *Serpula subtorquata* Münster.; en verder *Chondrites*. Het meest opvallend is echter de vondst van de ammoniet *Mastigoceras adpressum* (Sow.) *Mastigoceras* wordt tegenwoordig beschouwd als synoniem van *Ptychoceras* en *Hamites*.

Het sediment was kalkhoudende grijze klei met enkele donkerrode lagen. Böhm geeft ook een lijst van foraminiferen, aangetroffen in dit sediment, dat uit het onderste gedeelte van het boven-Albien zou dateren (mede op grond van de ammoniet).

Uit het gedeelte van de kern tussen 334 - 360 m. diepte van de boring bij Coevorden, kwamen de volgende fossielen: *Cidaris* cf. *dissimilis* Forbes (stekelfragment), *Inoce-*

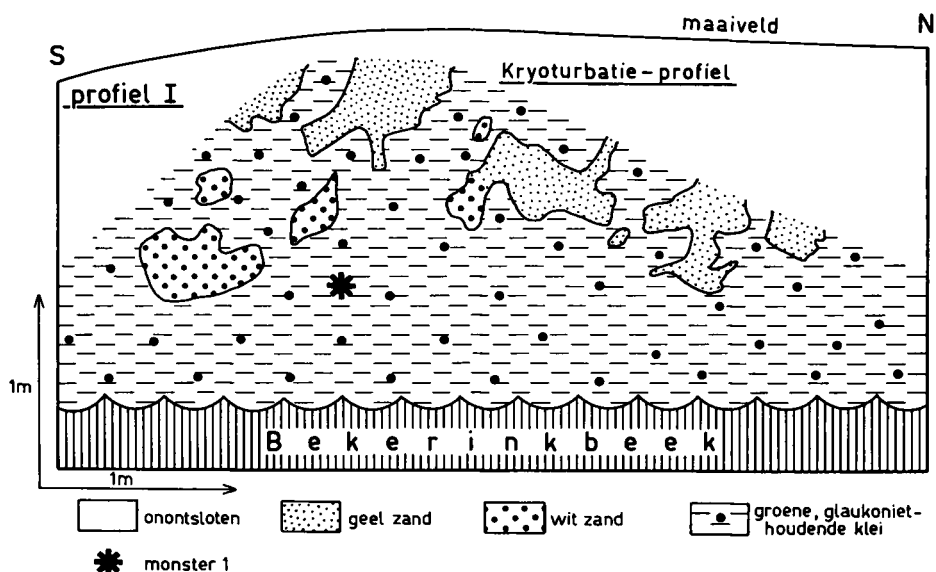
Uit de boring bij Oploo (Nd. Brabant) tenslotte, kwam van een diepte van 1102 m., uit grijze mergel (met glaukoniet, kwarts en glimmer) *Inoceramus subcardissoides* Schlüt., welke lamellibranch van ongeveer dezelfde ouderdom kan zijn.

dekker ervan. Als de 'twee karakteristieke fossielen van het Gault' noemt hij *Belemnites minimus* en *Inoceramus concentricus*.

Ook Molengraaff en van Waterschoot van der Gracht (1913) noemen deze vindplaats als ontdekt door P. Huffnagel. Sindsdien is de ontsluiting meermalen genoemd in de literatuur (o.a. Faber, 1947; Pannekoek, 1956).

Het zijbeekje van de Slinge snijdt bij Bekerink groene glaukoniethoudende klei en zandsteen aan, die hier en daar in de buitenbochten in de beekoever te zien zijn. De ontsluitingen zijn in 1967 en 1969 te slecht om helling en strekking te kunnen meten. Volgens Faber (1947) hebben de lagen een grote helling.

Op de groene klei en zandsteen liggen onverkitten zandlagen, die door kryptoturbatie zijn vervormd tot zakken. Profiel 1 (voor situatie zie kaartje 3) geeft hiervan een mooi voorbeeld. De kryptoturbatie reikt hier tot ongeveer 2 m. onder het maaiveld.



De zandsteen is groen, grijs of vertoont een vlekkelijke vermenging van beide kleuren. Hij verweert bruin. Onder de mikroscoop zijn de volgende componenten te onderscheiden: kwartskorrels, glaukonietkorrels en sponsnaalden.

Grijze zandsteen bevat, vergeleken met groene, weinig glaukoniet en kwarts, maar is grotendeels opgebouwd uit naalden van keizelsponzen. Van twee klei-monsters werd de zandige fraktie onderzocht. Op kaartje 3 zijn de plaatsen, waar deze monsters verzameld werden, aangeduid met 1 en 2. Monster 1 bevatte zeer veel sponsnaalden, verder kwartskorrels, glaukonietkorrels en een beetje muskovieet.

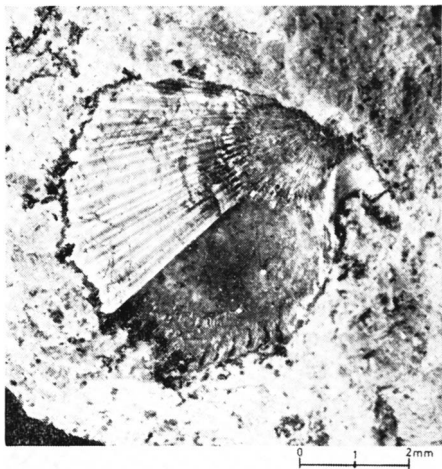
Monster 2 bevatte veel minder sponsnaalden, maar veel glaukoniet. Verder kwartskorrels en kleine afgeronde stukjes hout (versteend, 2 - 3 mm.). Tengevolge van het verschil in glaukonietgehalte heeft de zandige fraktie van monster 1 een grijze kleur, die van monsters 2 is groen. De grove fraktie van monster 1 bevatte ook grijze brokjes, met een grootte tot ongeveer 1 cm., die bestonden uit aan elkaar gekitte sponsnaalden. Deze kwamen in monster 2 niet voor. Men krijgt de indruk

dat monster 1 bij een sponsbank is gesitueerd, terwijl monster 2 uit een andere laag komt.

Verder vindt men hier en daar in de klei vezelige en kriskras gekristalliseerde witte calciëet, in nesten. (één plek met vrij veel calciëet is aangegeven op kaartje 3). De stukken kunnen groter zijn dan 5 cm. Het voorkomen van deze calciëet kan in verband staan met de breukzone, die ten noorden van de ontsluiting loopt (ongeveer oost-west).

Ook komen verschillende tiepen buizen en knollen voor. Holle bruine buizen zijn ontstaan door veroering van zandkorrels rond wortels, e.d., dus subrecent. Dan zijn er massieve knollen, vaak min of meer cylindries (tot 4 cm. lang), die een donkere kern hebben, met een lichte korst, soms van zandsteen. Het donkere materiaal in enkele van deze knollen bevat sponsnaalden.

Twee dergelijke knollen werden op het laboratorium van Prof. Dr. W. G. Perdok te Groningen röntgenanalities onderzocht. Dit onderzoek leverde het volgende beeld: calciumfosfaat, met kwarts en waarschijnlijk hydrocarbonatiese verbindingen. Deze konkreties zijn dus fosforietknollen, waarop we nog terugkomen. Tenslotte zijn er dunne massieve cylinders (grijsgroen), die bestaan uit verkitte glaukoniet- en kwartskorrels. De diameter is meest 0,5 cm., de lengte kan meer dan 1 cm. zijn. Dit zijn hoogstwaarschijnlijk wormgangen of een ander soort kruipgangen.



1 cf. *Pecten*, Bekerink



2 cf. *Pecten*, Bekerink (zelfde stuk als foto 1)

De volgende fossielen werden gevonden:

haaietanden; in de beekbodem

'*Hoplites*'-brokstukken; in de beekbodem

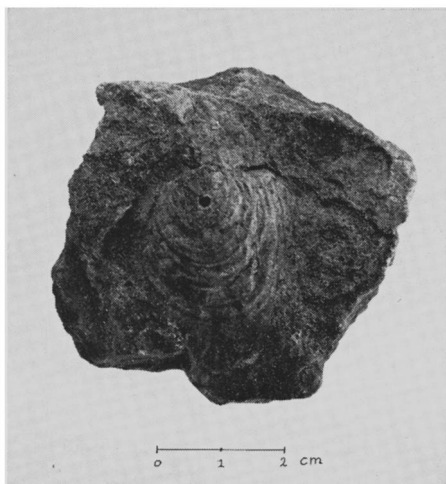
Neohibolites minimus (List.); in de klei, in de zandsteen en los in de beekbodem

Inoceramus concentricus (Park.); in de zandsteen

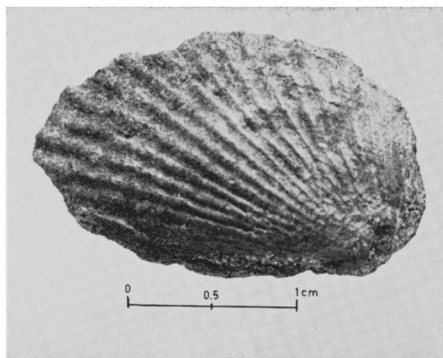
andere *Lamellibranchiata*; in de zandsteen (fotoos 1, 2, 3 en 4)

sponsen; in de klei en in de zandsteen

kruipgangen (?); in de klei en in de zandsteen



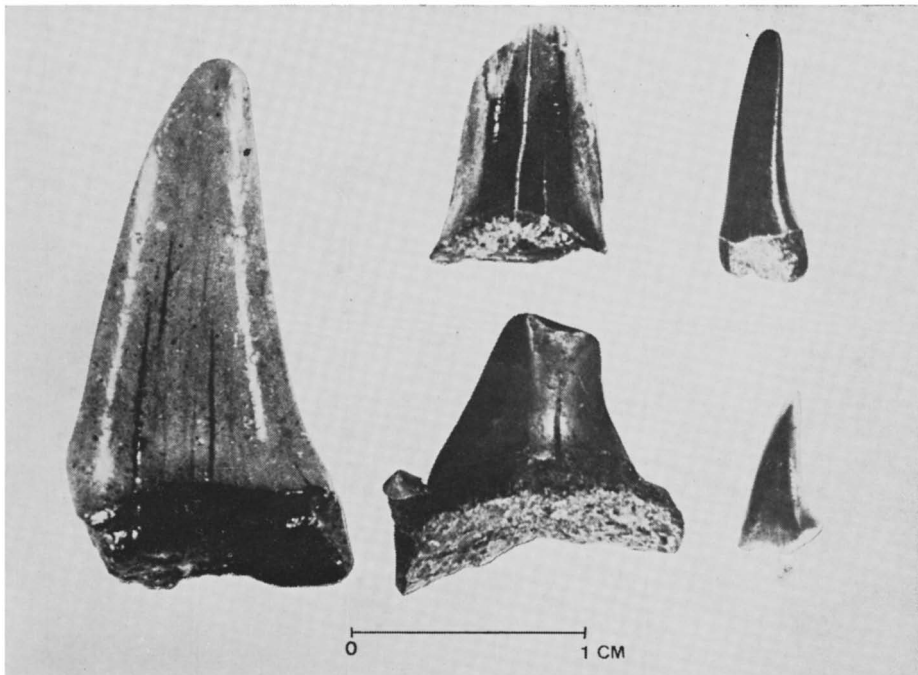
3 cf. Anomia, Bekerink



4 cf. Lima, Bekerink

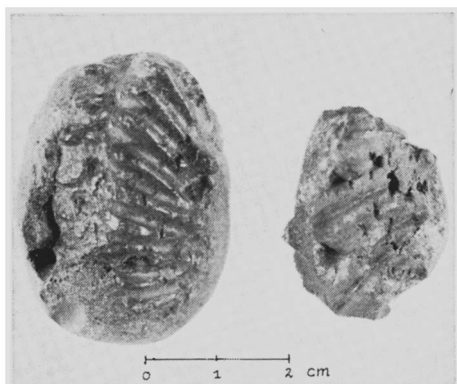
splintertjes versteend hout; in de klei (volgens Buurman (72) ook grotere stukken) verkoolde plantenresten; in de zandsteen.

De haaietanden (foto 5) zijn waarschijnlijk afkomstig uit weggeërodeerd Tertiair, of van elders getransporteerd. Van den Bosch (1970) deelt mee, dat vermoedelijk Eocene haaietanden door hem in het recente beekgrint bij Bekerink werden gevonden.

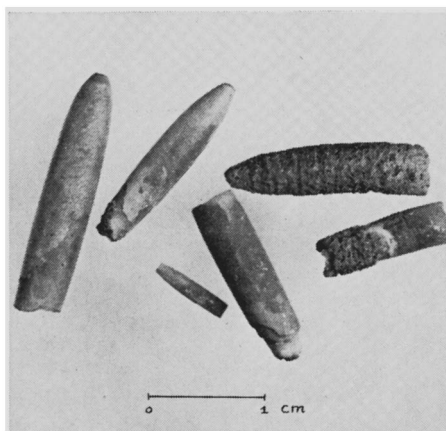


5 Haaietanden, Bekerink

De '*Hoplites*'-vondsten zijn zeer schaars. Naar Dr. E. Kemper in een brief meedeelde, behoort het klein fragment van foto 6 tot de groep van *Hoplites vectensis* (Spath.) en *H. escagnollensis* (Spath.), maar moet als nieuwe nog onbeschreven soort worden aangemerkt. Het op foto 6 afgebeelde grote fragment behoort tot *Hoplites baylei* (Spath.). Deze ammoniet is beperkt tot de *benettianus*-zône (midden-Albien). Deze twee ammonietvondsten werden gedaan door de heren Mol en Beeks, amateur-geologen te Winterswijk.



6 '*Hoplites*'-fragmenten, Bekerink



7 *Neohibolites minimus*, Bekerink

De belemnieten (foto 7) zijn sterk verweerd en vrijwel steeds beschadigd. In sommige exemplaren zijn boorgangen te zien: grotere, met een diameter van ongeveer 0,2 mm. (*Talpina* sp. ?) en kleinere, die van een alg kunnen zijn (mededeling van Dr. G. J. Boekschoten).



8 Kiezelpons, Bekerink: Het afgebeelde gedeelte is $\pm$ 6 cm breed.

In een brok zandsteen werd een samenhangend gedeelte van het skelet van een kiezelspons gevonden (foto 8). De totale lengte van de spons is 6 cm., zijn breedte 1,5 cm. De spons behoort tot de orde der *Lychniskida*. Het skelet lijkt op dat van *Ventriculites*. Het stuk werd gevonden in het slootje dat in het noorden uitmondt in het beekje, hierin liggen veel verse stukken zandsteen.

De plantenresten die in de zandsteen gevonden werden, zijn zwart verkoolde stengelachtige delen, met een diameter van enkele mm., en een lengte tot 5 cm.

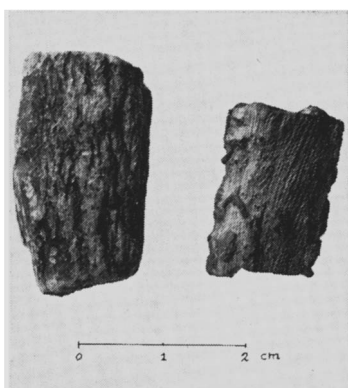
2 De groene klei en zandsteen bij de Frankenmühle

Ook hier een beekontsluiting met groene glaukoniethoudende klei en zandsteen, weer zonder de mogelijkheid helling en strekking te kunnen meten. Het algemene beeld van deze ontsluiting komt overeen met dat van Bekerink. Bärtling (1913) kende deze ontsluiting in de Oelbach nog niet. Wel kende hij de vindplaats in de Florbach. Er werd daar *Belemnites minimus* gevonden, 'der die Zugehörigkeit dieser Stufe zum Gault beweist'. Een recente beschrijving vinden we in Kemper (1964).

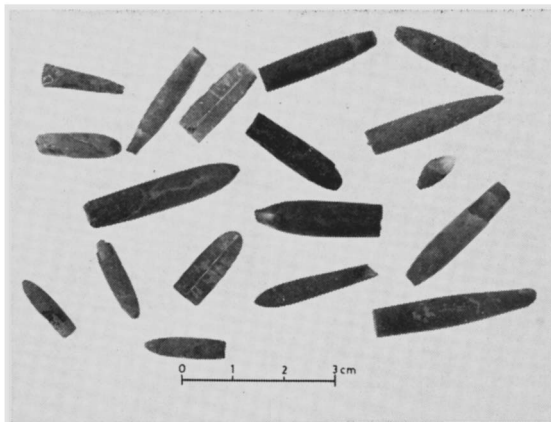
De zandsteen van de Frankenmühle ziet er wat lichter uit dan die van Bekerink, en zal dus wat minder glaukoniet bevatten.

De zandige fraktie van de klei bevatte: fragmenten van *Neohibolites minimus*, schelpfragmenten van *Inoceramus concentricus*, sponsnaalden, *Lenticulina* sp., en kleine stukjes versteend hout. Verder kwartskorrels, glaukonietkorrels, en een beetje muskoviet, en tenslotte kleine holle buizen.

In de beekbedding liggen langwerpige knollen van een donker materiaal, met een korst van zandsteen. Ook één van deze knollen werd op het laboratorium van Prof. W. G. Perdok te Groningen röntgenanalities onderzocht. Het resultaat was identiek aan dat wat verkregen werd met de knollen van Bekerink. Enkele exemplaren vertonen ribbels of strepen aan de buitenkant, die in de lengterichting verlopen (foto 9). Ook Kemper vermeldt, dat er volgens A. Bentz bij de Frankenmühle fosforietknollen voorkomen.



9 Fosforietknollen met streping, Frankenmühle



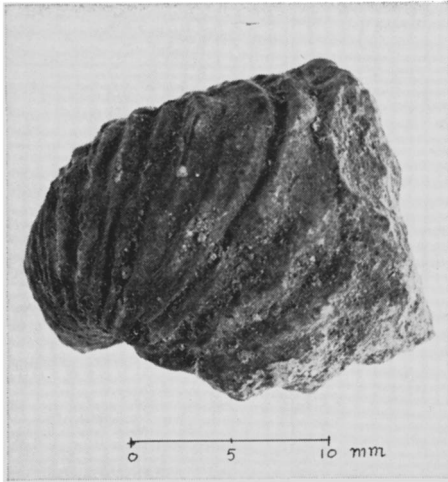
10 *Neohibolites minimus*, Frankenmühle

De fossielen die gevonden werden zijn:

'Hoplites'-fragmenten; in de beekbodem

Neohibolites minimus (List.); in de klei, in de zandsteen en los in de beekbodem (foto 10)

Inoceramus concentricus (Park.); in de klei en in de zandsteen (foto 11)
andere Lamellibranchiata; in de zandsteen
sponsen; in de klei en in de zandsteen



11 *Inoceramus concentricus*, Frankenmühle

Lenticulina sp.; in de klei
stukjes versteend hout; in de klei.

In één van de belemnieten werd een boorgat van *Gastrochaena* sp. gevonden. Een paar fragmenten van *Inoceramus concentricus* vertoonden boorgaten van *Codiolum* sp. (mededeling van Dr. G. J. Boekschoten).

De soorten en variëteiten van de *Neohibolites*-serie (b.v. Stolley, 1920; Anderson, 1960), zijn tot nu toe nog niet goed beschreven; ook de verbreiding in de tijd is niet helemaal duidelijk (Jordan & Schmid, 1968b). Volgens Stolley hadden zijn variëteiten ook chronologische waarde: *N. minimus* subquadratus (Stolley) b.v., (doorsnee van het rostrum vaak enigszins vierkant), zou beperkt zijn tot de (engelse) *orbigny*-zône, die voor het grootste deel in het midden-Albien valt (Stolley, 1920, 1937; Jordan & Schmid, 1968b).

Jordan & Schmid bekeken de *N. minimus* exemplaren uit de 'Minimuston' onder de 'Flammenmergel' van de Sacksyncline. Dit leverde het volgende beeld:

duidelijke subquadraties:	20%
tussen rond en subquadraties:	60%
rond:	20%

Bij onze exemplaren van de Frankenmühle kwamen we tot het volgende: (totaal 100)

duidelijke subquadraties:	5%
tussen rond en subquadraties:	66%
rond:	29%

Hierbij moet opgemerkt worden, dat deze 'metingen' uiteraard subjectief zijn, en alleen een eerste indruk kunnen geven van het materiaal.

De exemplaren van Bekerink zijn te beschadigd en ook te gering in aantal, om gemeten te kunnen worden, maar *Neohibolites minimus* subquadratus is ook daar aanwezig.

Volgens Kemper (1964) behoren de ammonieten van de Frankenmühle tot de volgende soorten: *Epihoplites compressus* (Parona & Bonarelli, 1923) en *Hoplites* aff. *benettianus* (J. de C. Sowerby, 1826). De sponsen zouden thuis horen bij de Hexactinellida en Tetractinellida.

Enige verschillen tussen de beide nu beschreven vindplaatsen zijn:

- 1 de veel grotere rijkdom aan belemnieten bij de Frankenmühle, vergeleken met Bekerink. De belemnieten zijn ook minder verweerd.
- 2 het niet voorkomen van verkoolde plantenresten in de zandsteen bij de Frankenmühle.
- 3 het voorkomen van foraminiferen bij de Frankenmühle en het ontbreken ervan bij Bekerink.

Deze verschillen zijn echter niet van groot belang. Het niet voorkomen van foraminiferen bij Bekerink kan te wijten zijn aan ontkalking. De plantenresten kunnen van een lokaal aanvoergebied komen. De grotere rijkdom aan belemnieten bij de Frankenmühle is geen kwalitatief, maar een kwantitatief verschil; mogelijk was er daar meer productie van belemnietenrostra, ofwel geringere sedimentatiesnelheid, dan wel minder oplossing van kalk naderhand.

3 De groene klei in de Slinge

Deze ontsluiting is slechts een paar honderd meter verwijderd van de ontsluiting bij Bekerink (zie kaartje 3). Volgens Tesch (1927) zijn ook hier afzettingen uit het Onderkrijt te observeren. Er zijn echter enige verschillen met het materiaal van Bekerink. Dierlijke fossielen werden, behalve enkele sponsnaalden, niet gevonden, ook geen foraminiferen (ontkalking), zodat datering op grond van deze fossielen voorlopig niet mogelijk is.

De zandige fraktie van de klei bevatte: kwartskorrels, heel weinig bipyramidale kwarts kristallen, glaukonietkorrels, siderietkristallen (rhomboëders), en donkere glimmende brokjes, waarschijnlijk collophaan. De klei bevat verder zandsteenbrokken en -knollen (grotendeels fosforietknollen, zie verder), en holle buizen van het reeds besproken tiepe.

Tenslotte werden in de klei grotere stukken fossiel hout gevonden, zowel versteend als 'verkoold', tot 6 cm. groot. Op het laboratorium van Prof. W. G. Perdok werd het versteende materiaal röntgenanalities onderzocht. Dit leverde een apatietachtig beeld, met een carbonaatgroep. Dit is opmerkelijk, omdat apatiet nogal een ongevoelig materiaal is voor verstening van hout. Blijkbaar is het sediment tamelijk fosfaatrijk, gezien ook het voorkomen van collophaan en fosforietknollen.

Nadat dit stuk geschreven was, verscheen een interessant artikel van Buurman (1972) over versteend hout. Hij beschrijft daarin ook een stuk versteend hout (met een korst van glaukoniet), dat door hem los was gevonden in de kleine beek bij Bekerink. Zijn analyse gaf als resultaat, dat het versteende materiaal bestaat uit francoliet, dat is een carbonaat apatiet (ongeveer: $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{CO}_3$), met bijmenging van pyriet. De francolietkristallen vullen de cellen. Hij meldt verder, dat gefosfatiseerd hout veelvuldig voorkomt in het 'Lower Greensand' en 'Gault' van Zuid-Engeland, en in het 'Gault' en 'Portlandien' van Noordwest-Frankrijk, altijd geassocieerd met glaukoniethoudende gesteentes. Veel stukken daar vertonen boorgaten

van mariene organismen. Fosfatisatie treedt volgens hem op in iets reducerende milieus, met pH's die lager zijn dan 8. Rotting van hout kan dergelijke omstandigheden in de hand werken.

Gefosfatiseerd hout is niet bekend uit terreestriese afzettingen.

Het hout werd door Dr. J. van der Burgh bestudeerd. Deze deelde mee, dat het materiaal twee soorten omvat; een groot blok behoort tot *Glyptostroboxylon tenerum* (Kraus) Conwentz, drie kleinere tot *Cupressinoxylon* sp.

Beide houtsoorten zijn in de orde der Cupressales (de cypressen) te plaatsen, waartoe ook *Taxodium*, de moerascypres behoort.

Houtsoorten zoals deze zijn al veel ouder dan het Krijt aangetoond, maar *Glyptostroboxylon tenerum* werd tot dusverre alleen in tertiaire lagen aangetroffen. Enkele kleine houtrestjes, gelijkend op die van de 'Slinge-klei', werden in de klei van Bekerink en in die van de Frankenmühle gevonden.

Lipps (1923) vermeldde hout van coniferen-tiepe uit het 'Gault' van Hildesheim. Hij gaf hiervan een afbeelding, maar geen determinatie. Jaarringen waren duidelijk te zien, zodat Lipps meende, dat er toendertijd reeds seizoenswisseling plaatsvond.

In de klei werden hier en daar stukken zandsteen gevonden. Op één plek kwam deze zandsteen voor in de vorm van een lensje. Het merendeel van de verzamelde brokken vertoont min of meer ronde vormen, met een diameter van meest 3 tot 5 cm. In één zo'n ronde zandsteenknol zijn verkoolde plantenresten bewaard gebleven. In enkele stukken zijn ook sponsnaalden te zien. De zandsteen is echter zo verweerd, dat de sponsnaalden zijn opgelost, zodat er holtes overblijven, met daarin soms nog het centrale kanaal van de sponsnaald.

In andere verweringsholtes van de zandsteen zijn vaak korstjes limoniet afgezet. Het is opvallend, dat in de klei geen sponsnaalden voorkomen, maar wel in de zandsteen. Hiervoor valt een ecologische verklaring te bedenken: sponsen waren algemener op plekken waar zand werd gedeponeerd, dan waar klei werd afgezet. Of misschien zijn de zandsteenbrokken gedeeltelijk rolstenen van elders afkomstig. Het is in ieder geval duidelijk, dat er in de Slinge maar heel weinig zandsteen voorkomt, vergeleken met Bekerink en Frankenmühle.

In de meeste ronde zandsteenknollen zijn de kwarts- en glaukonietkorrels verkit door een donker glimmend materiaal, dat, naar een röntgenanaliese op het laboratorium van Prof. W. G. Perdok uitwees, fosfaties is. Ook dit zijn dus fosforietknollen, maar van een ander tiepe dan die van Bekerink en de Frankenmühle, die bestaan uit een donkere kern met een lichte korst. Deze fosforietknollen komen door het gehele sediment tamelijk talrijk voor. In één dergelijke knol werd een stukje versteend hout aangetroffen, zodat de associatie versteend hout - fosforietknollen zeker is.

Fosforietknollen werden door Bentz gemeld van de Frankenmühle (Kemper, 1964). Jordan & Schmid (1968 a en b) vermelden ze uit de Sacksyncline. Daar zitten ze vooral in de reeds genoemde 'Minimus'-achtige laag in de 'Flammenmergel' 3. Deze zijn vuistgroot, zwak kalkhoudend, en bevatten 50 tot 80% calciumfosfaat. Zij vermelden ook, dat Fricke in 1941 een proefschrift schreef over fosforietknollen in de 'Minimus-ton' in het noordelijk Harzvoorland; dit geschrift heb ik helaas niet kunnen vinden. Ook het Albien in Engeland en in de Boulonnais bevat fosforietknollen.

Fosforietknollen zijn een normaal verschijnsel in donkere en glaukonieethoudende kleien en zanden (Twenhofel, 1950; Pettijohn, 1949). Ze zijn in het algemeen tot 5 cm. groot en hebben meestal onregelmatige vormen. Pettijohn vermeldt, dat zowel vormen voorkomen, als hierboven van Bekerink en Frankenmühle beschreven, als die van de Slinge.

Over het ontstaan van deze knollen zijn de meningen verdeeld. Duidelijk is dat ze in het algemeen in marien milieu ontstaan, en dat ze vaak geassocieerd zijn met glaukoniet. Verder is uit de studie van tegenwoordige zeebodems bekend, dat ze vaak ontstaan op plekken, waar geen of weinig sedimentatie plaatsvindt.

Ook zijn er aanwijzingen dat ze gevormd kunnen worden in anaeroob milieu. Tenslotte is erop gewezen, dat ze regelmatig voorkomen bij diskordanties (bij Winterswijk ligt het Albien diskordant op de Jura).

Meestal wordt aangenomen, dat de knollen diageneties ontstaan uit coprolieten. Fischer beschreef in 1873 echter de fosforietknollen uit het 'Gault' van Engeland ('coprolithic beds') als gefosfatiseerde sponsen (Pettijohn, 1949).

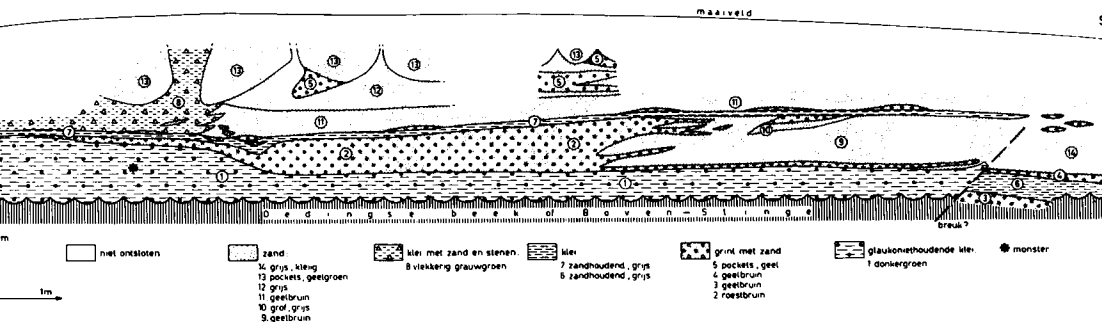
Wanneer we nu de Slinge-klei vergelijken met die bij Bekerink, vinden we de volgende verschillen:

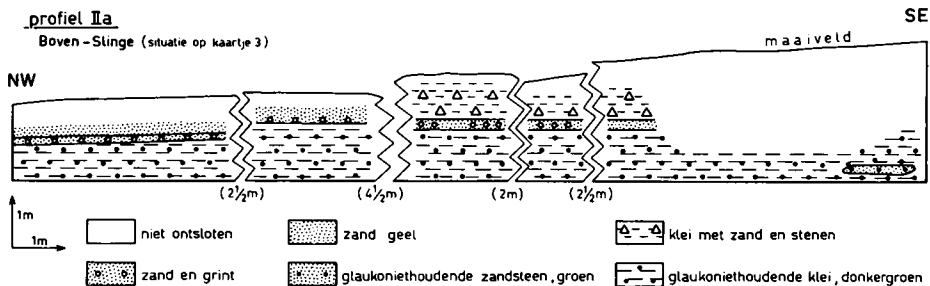
- 1 het ontbreken van sponsnaalden in de Slinge-klei (afgezien van het schaarse voorkomen ervan in de weinige zandsteenbrokken) en andere dierlijke fossielen;
- 2 het voorkomen van grotere stukken fossiel hout in de Slinge-klei (zie echter de vondst van versteend hout bij Bekerink door P. Buurman);
- 3 de verschillen in petrologiese samenstelling van de zandige frakties van beide kleien;
- 4 verschillende tiepen fosforietknollen.

Waarschijnlijk hoort de Slinge-klei toch wel bij het Onderkrijt, maar vertegenwoordigt dit sediment een andere laag, dan die welke bij Bekerink dagzoomt. Toch is het voorlopig niet uit te sluiten, dat het hier een afzetting uit het Tertiair betreft.

Door afspitten van de beekoever (Slinge) werd in de zomer van 1969 een profiel blootgelegd. De profielen 2 en 2a sluiten op elkaar aan, (zie kaartje 3) maar zijn niet op dezelfde schaal getekend. We bespreken eerst 2a van NW naar ZO, daarna 2 van N naar Z.

figuur 1
deeltje beekwand van de Boven - Slinge
(scaale op kaartje 3)





In 2a zien we van onder naar boven de 'Slinge-klei', dan een laag geel zand met aan de basis grint, en op dit zand ligt in het zuidelijk gedeelte van het profiel nog een laag keileem ('klei met zand en stenen'). Tenslotte ziet men in het zuidelijk deel nog het reeds genoemde zandsteenlensje. Het grint aan de basis van de zandlaag bevat o.a. rode graniet, lichte graniet, vuursteen, zandsteen en kwartsiet. Dit zand zal dus waarschijnlijk uit het Kwartair dateren.

In 2 zien we, van onder naar boven, eerst weer de 'Slinge-klei'. Hierop ligt een grintlaag. De breedte van deze laag bedraagt in ons profiel ongeveer 15 m. Deze laag is door stromend water afgezet, waarbij de klei is geërodeerd. Dit is te zien aan de helling van de grintbak in het noordelijk gedeelte. In het grint komt, behalve o.a. kwarts, kwartsiet en zandsteen, ook (weinig) vuursteen voor, zodat het grint waarschijnlijk post-mesozoïes is.

Boven de grintlaag ligt een dun laagje grijze klei. De zandige fraktie hiervan bevat: weinig glaukoniet, kwarts en zeer veel muskoviet. Hierboven liggen verschillende lagen zand en grint, die door kryptoturbatie zijn vervormd tot zakken. In het noordelijk gedeelte van het profiel is keileem te zien, die we ook al in 2a tegenkwamen. Deze laag loopt 'gevlamd' dood tegen een zandlaag en is verder omhooggeperst tussen twee zakken zand. Door het zuidelijk gedeelte loopt waarschijnlijk een breuk, die de groene klei afsnijdt. De strekking zal ongeveer oost-west zijn, de helling 45°. Deze breuk kan verband houden met een breuk, die Harsveldt (1963) op zijn kaart tekende. Het karakter van de breuk, zoals aangetroffen in het veld is echter onduidelijk.

Ten zuiden van de breuk bevinden zich grijze zand- en kleilagen en enkele grintlagen. De zandige fraktie van een grijze kleilaag ten zuiden van de breuk bevat weinig glaukoniet en limoniet (vaak samen geaggregeerd), kwarts, veel muskoviet en kleine stukjes versteend hout. De grintlagen ten zuiden van de breuk bevatten o.a. enkele stukjes vuursteen.

LITERATUUR

- ANDERSON, W. F. (1960) - *Neohibolites minimus* Lister. Grondboor en Hamer, juni 1960, nr. 3.
- BAREN, J. VAN (1913) - De bodem van Nederland, deel I. Van Looy, Amsterdam.
- BÄRTLING, R. (1913) - Geologisch Wanderbuch für den Niederrheinisch-Westfälischen Industriebezirk. F. Enke, Stuttgart.
- BENTZ, A. (1927a) - Bau und Entstehung des Westfälisch-Holländischen Grenzgebietes. Ber. üb. d. ord. Hauptvers. v. 7-9 juni 1927, Dortmund.
- BENTZ, A. (1927b) - Orogene und epirogene Bewegungen im Mesozoicum des Westfälisch-Holländischen Grenzgebietes. Sitz. ber. der Preuss. Geol. L. A., heft 2, pp. 93-106, Berlin.
- BÖHM, J. (1925) - Zur Fauna des Oberen Alb mit *Mastigoceras adpressum* Sow. sp. bei Ootmarsum (Holland). Zeitschrift Deutsch. Geol. Ges., vol. 77, Abh., pp. 198-205.

- BOSCH, M. VAN DEN (1970) - Voorlopig verslag omtrent de onderzoeken van de tertiaire afzettingen in de omgeving van Plantegaarde en Stemerding te Brinkheurne bij Winterswijk. Meded. Werkgr. Tert. kwart. Geol., vol. 7, pp. 4 - 26.
- BUURMAN, P. (1972) - Mineralization of fossil wood. Scripta Geologica, nr. 12; Rijksmus. v. Geol. en Miner., Leiden.
- CHALLINOR, J. (1961) - A dictionary of geology. Cardiff.
- FABER, F. J. (1947/1948) - Geologie van Nederland, deel II en III. Noorduyt en Zn., Gorinchem.
- HARSVELDT, H. M. (1963) - Older conceptions and present view regarding the Mesozoic of the Achterhoek, with special mention of the Triassic Limestones. Verh. K.N.G.M.G., geol. serie, deel 21 - 2, Den Haag.
- JORDAN, H. (1968) - Gliederung und Genese des Flammenmergels (Alb) in Hils- und Sackmulde (Süd-Hannover). Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Bd. 117 (1965), pp. 391 - 424, Hannover.
- JORDAN, H.; SCHMID, F. (1968a) - Stratigraphie und Lithofazies der Kreide in der Sackmulde. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Bd. 117 (1965), pp. 425 - 435, Hannover.
- JORDAN, H., SCHMID, F. (1968b) - Zur Alterstellung und Gliederung des Flammenmergels (Oberald) im Sackwald. Geol. Jb., Bd. 85, pp. 55 - 66, Hannover.
- KEMPER, E. (1964) - Geologischer Führer durch die Grafschaft Bentheim und die angrenzenden Gebiete. Verlag Heimatverein Bentheim, Nordhorn.
- LIPPS, T. (1923) - Über die Unterkreide-Flora Nordwest-Deutschlands, insbesondere die Flora des Barrëmien von Hildesheim. Bot. Arch. 4, pp. 329 - 381. Königsberg-Berlin.
- MOLENGRAAFF, G. A. F.; WATERSCHOOT VAN DER GRACHT, W. A. J. M. (1913) - Handbuch der Reg. Geol., heft 12, bd. I, Abt. 3, Niederlande; Carl Winter, Heidelberg.
- PANNEKOEK, A. J. (1956) - Geologische geschiedenis van Nederland. Staatsdrukkerij, Den Haag.
- PETTIJOHN, F. J. (1949) - Sedimentary rocks, pp. 348 - 354. New York.
- SCHOTT, W. (editor) (1969) - Paläogeographischer Atlas der Unterkreide von Nordwestdeutschland. Bundesanstalt für Bodenforschung, Hannover.
- STARING, W. C. H. (1860) - De bodem van Nederland, deel II. Kruseman, Haarlem.
- STOLLEY, E. (1920) - Neue Beiträge zur Kenntnis der norddeutschen oberen Kreide. Jrb. Nieders. Geol. Ver., Bd. 13, pp. 45 - 71, Hannover.
- STOLLEY, E. (1937) - Die Stratigraphie des Norddeutschen obergaults, Minimustons und Flammenmergels, im Vergleich mit dem englischen Lower und Upper Gault. Jb. f. Min., Geol. und Pal., Abt. F., bd. 78, pp. 1 - 65, Stuttgart.
- TESCH, P. (1927) - Kaartblad 41-II van de Geologische Kaart 1:50.000 van Nederland. Rijks Geol. Dienst, Haarlem.
- THIERMANN, A. (1968) - Erläuterungen zu den Blättern Glanerbrücke, Gronau und Ochtrup. Geol. Karte Nordrhein-Westfalen, pp. 80 - 81, Krefeld.
- TWENHOFEL, W. H. (1950) - Principles of sedimentation; pp. 521 - 522, New York.