

Grondboor en Hamer	5	1984	pag. 149 - 158	10 afb.	Oldenzaal, oktober 1984
-----------------------	---	------	-------------------	---------	----------------------------

Nogmaals de groeve Ciments Portland Liegeois bij Hallembaye: biostratigrafische aantekeningen

J.W.M. Jagt*

INLEIDING

Naar aanleiding van het artikel van W.M. FELDER (1983), die de lithostratigrafische indeling van het in de groeve CPL bij Hallembaye (België) ontsloten kalksteenpakket toelichtte, wil schrijver van dit artikel enkele opmerkingen plaatsen betreffende de biostratigrafie met behulp van makrofossielen. Het gaat daarbij in hoofdzaak om opmerkingen over de fauna van het bovenste deel van de Formatie van Vaals (= Vaalser Groenzand) en het onderste deel van het direkt daarop liggende kalksteenpakket (Kalksteen van Zeven Wegen). Bovendien wordt aandacht besteed aan korrelatiemogelijkheden met fauna-elementen uit andere delen van NW-Europa (NW-Duitsland, Zweden etc.).

Voor de namen van de lithostratigrafische eenheden wordt verwezen naar FELDER (1975, 1983).

FORMATIE VAN VAALS

De **Formatie van Vaals** omvat in het type-gebied (de wijde omgeving van Vaals) (zie ALBERS, 1976; ALBERS & FELDER, 1979) een tot ca. 150 meter dik pakket aan afwisselend geel tot grijsgroene, glaukoniethoudende fijne zanden. In het gebied rond Hallembaye is deze formatie nog maar ten dele aanwezig en wel het onderste deel ervan (Zanden van Raren, Cottessen en deels Gemmenich). De door FELDER (1983) vermelde sedimentatie-cycli zijn, vooral op plaatsen waar de erosie vrij spel heeft gehad, duidelijk zichtbaar. Voor de biostratigrafie zijn op de eerste plaats de in deze formatie veel voorkomende belemnieten belangrijk, zoniet onontbeerlijk. In het type-gebied zijn deze belemnieten eveneens gebruikt voor de biostratigrafie en -chronologie, (zie ALBERS, 1976: 27-29).

ALBERS noemt uit het type-gebied de volgende soorten:

Goniotenthis granulataquadrata (STOLLEY, 1897)

Belemnitella praecursor STOLLEY, 1897,

beiden uit het Zand van Cottessen. *G. granulataquadrata* werd verder nog getroffen in het Zand van Gemmenich, tesamen met een rostrum dat misschien reeds tot *G. quadrata* te rekenen is.

Door de aanwezigheid van bovengenoemde belemnieten kon de ouderdom van het onderste deel van de Formatie van Vaals in het type-gebied als **onderste Ondercampanien** vastgesteld worden. Voor het bovenste deel van deze formatie kon met behulp van een grotere *Goniotenthis*-'populatie' (*G. quadrata quadrata*) uit de Horizont van Beusdal, een ouderdom van onder Ondercampanien (bovenste deel) of boven Ondercampanien (onderste deel) bepaald worden, zie fig. 1.

* Maasbreesestraat 55, 5921 ET Venlo

Ernst, Schmid & Klischies, 1979			dit artikel		Najdin (1979) (USSR)	
etage	biozonatie	belemnieten-zones				
CAMPANIE	BOVEN-CAMPANIE	"langei"-zone	Belemnitella langei	hlaar?	Belemnitella langei	B. langei najdini
		minor/polyplocus-zone	Belemnitella minor	(B. langei)		B. langei langei
		bovenste vulgaris-zone		(B. minor)		B. langei minor
		vulgaris/basiplana-zone				
		stobaei/basiplana-zone	B. ex gr. mucronata	Kalksteen		Belemnitella mucronata
		conica/mucronata-zone	Belemnitella mucronata s.s.	van Zeven Wegen	B. ex gr. mucronata	
CAMPANIE	ONDER-CAMPANIE	gracilis/mucronata-zone	RQ: ±45	B. mucronata mucronata		
		conica/papillosa-zone	Gonioteuthis quadrata gracilis RQ: 4-4.5	Horizont v. Zeven wegen	G. q. quadrata B. aff. alpha	G. quadrata gracilis
		papillosa-zone		hlaar		Belemnellocamax mammillatus
		senonensis-zone	RQ: ±4			
		pilula/senonensis-zone	Gonioteuthis quadrata quadrata			G. quadrata quadrata
		pilula-zone		FORMATIE VAN VAALS	G. q. quadrata B. ex gr. praecursor B. aff. alpha	Belemnitella alpha
		lingua/quadrata-zone	RQ: 4-5			
		granulataquadrata-zone	Gonioteuthis granulataquadrata RQ: 5-6			B. praecursor mucronatiformis Actinocamax laevigatus

Fig. 1: De indeling van het Campanien in NW-Duitsland en in de Sovjet Unie vergeleken met die in het Limburgse Bekken, met de nadruk op de belemnieten-zonering.

De belemnietenfauna uit de Formatie van Vaals in de groeve Ciments Portland Liégeois is grotendeels vergelijkbaar met die uit het type-gebied (zie SCHMID, 1959, 1967). De meeste rostra stammen uit de bovenste 3-5 meter van het pakket glaukoniethoudende zanden. Schrijver heeft strikt stratigrafisch verzamelde rostra uit deze lagen bekeken en onderschrijft de konklusies van SCHMID (1967: 474) volkomen.

Het overgrote deel van de *Gonioteuthis*-rostra uit de lagen behoort tot de typische *Gonioteuthis quadrata quadrata* (BLAINVILLE, 1827); slechts enkele grote rostra hebben kenmerken van de stratigrafisch oudere *G. granulataquadrata*, zie fig. 1. De gemiddelde Riedel-index (= lengte van het rostrum: diepte van de pseudoalveole; zie fig. 2) van de 'populatie' uit het bovenste deel van het pakket bedraagt 4.4. en behoort daarmee tot de typische *G. quadrata*.

Naast het geslacht *Gonioteuthis* BAYLE komen ook vertegenwoordigers van het genus *Belemnitella* D'ORBIGNY in deze lagen voor. Het zijn *Belemnitella* ex gr. *praecursor* STOLLEY, 1897 en *Belemnitella* sp. Deze laatste vorm heeft nogal wat 'omzwervingen' in de nomenklatuur gemaakt. Zo plaatsen VAN DER TUUK & BOR (1980) rostra van deze soort, tesamen met exemplaren uit het onderste deel van de Zeven Wegenkalksteen, tot *Belemnitella mucronata* (VON SCHLOTTHEIM, 1813). Door andere auteurs werd deze soort tot *B. mucronata senior* NOWAK, 1913 gerekend.

Zoals CHRISTENSEN (1975) en CHRISTENSEN et al. (1975) vermelden, is de vorm *senior* NOWAK, 1913 waarschijnlijk niet als een aparte (onder-)soort op te vatten, maar als een extreme variant (gerontisch stadium) van *B. mucronata* SCHMID (1967: 474) vermeldt bovendien dat '....ausgesprochen typische Vertreter von *B. mucronata senior* in diesen Schichten nicht vorkommen.'

Maar welke soort is het dan?

Aangezien de soort tesamen met typische onder Ondercampanien-vormen zoals *Gonioteuthis quadrata* en *Belemnitella praecursor* voorkomt, komen alleen *Belemnitella*-vormen uit deze periode in aanmerking. CHRISTENSEN (1975), ERNST (1964b) en NAJDIN (1979) vermelden uit het **onderste Campanien** de volgende soorten:

Belemnitella praecursor STOLLEY s. lat.,

Belemnitella mucronata praesensor NAJDIN, 1964 en

Belemnitella alpha NAJDIN, 1964.

Gezien de grootte van het rostrum solidum (zie fig. 2), de zwakke vaatindrukken op het rostrum-oppervlak en de zwak geprononceerde mukro van de vormen uit het Vaalser groenzand in de groeve CPL, is schrijver geneigd deze tot *Belemnitella alpha* s. lat. te rekenen, zij het met enig voorbehoud, aangezien grote populaties nodig zijn om biometrisch te werk te gaan; vandaar de open nomenklatuur, *Belemnitella* aff. *alpha* NAJDIN, 1964.

In tegenstelling tot VAN DER TUUK & BOR (1980), neemt schrijver aan op basis van eigen waarnemingen, dat *B. mucronata* niet in de Formatie van Vaals voorkomt. Dit is gezien de stratigrafische ouderdom van deze formatie ook niet erg aannemelijk: *Belemnitella mucronata* komt in NW-Europa pas tot ontwikkeling in het allerbovenste deel van het Ondercampanien (*gracilis/mucronata*-zone sensu ERNST). Sedimenten uit deze periode ontbreken in de groeve CPL. Van de andere fauna-elementen uit de Formatie van Vaals in deze groeve zijn slechts weinig of géén bruikbaar voor biostratigrafische doeleinden. Ammonieten, die evenals belemnieten voor zulke doeleinden prima geschikt zijn, zijn in de groeve CPL zeldzaam. Schrijver kent slechts twee exemplaren, te weten *Scaphites aquisgranensis* SCHLÜTER (= *Sc. hippocrepis*) die in het gehele Ondercampanien voorkomt, en *Pachydiscus* cf. *colligatus* (DE GROSSOUVRE, 1983). De echiniden-fauna, die in sommige gevallen ook biostratigrafische waarde toegekend kan worden, is evenals de ammonieten-fauna slecht vertegenwoordigd en bovendien slecht gekonserveerd. Uit de groeve CPL heeft de schrijver alleen steenkernen gezien van de volgende genera: *Hemiasper*, *Cardiasper*, ? *Micrasper* en *Gauthieria*.

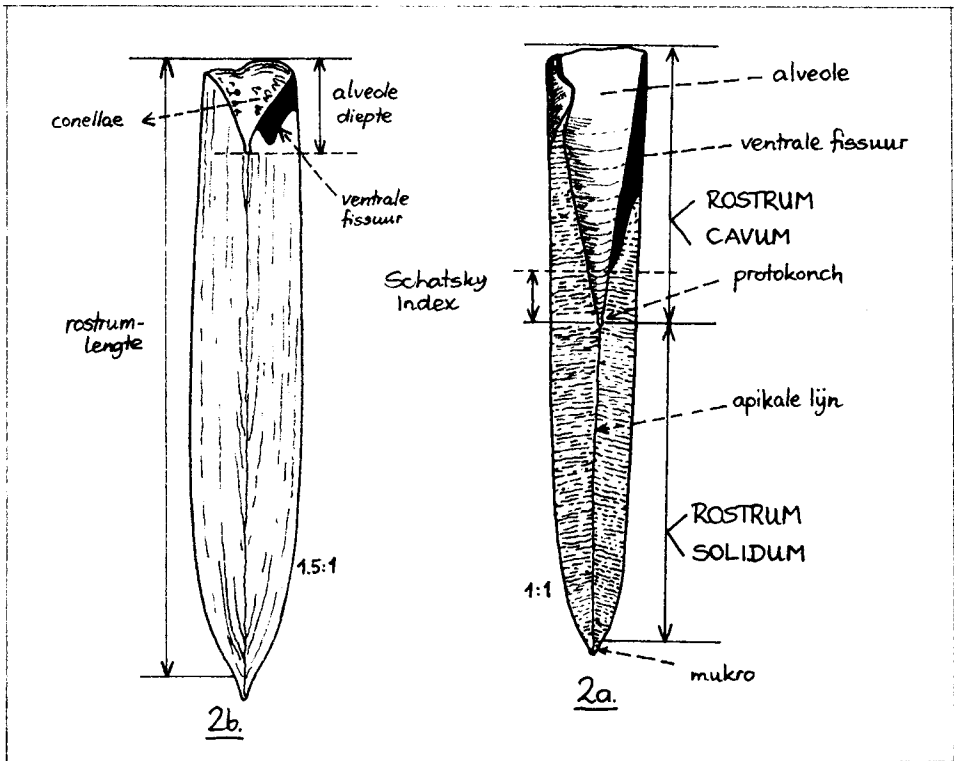


Fig. 2: Ventraal gespleten rostra van (a) *Belemnitella* en (b) *Gonioteuthis*, ter verduidelijking van in de tekst gebruikte termen betreffende de rostrum-morfologie.

FORMATIE VAN GULPEN

Direkt op de Formatie van Vaals ligt de **Formatie van Gulpen**, die begint met de Horizont van Zeven Wegen, die de basis vormt van de **Kalksteen van Zeven Wegen** (FELDER, 1975, 1983). De Zeven Wegen-kalk begint met een basislaag van 0.3-3 meter dikte, bestaande uit een sterk glaukoniethoudende kalksteen, plaatselijk verhard en begrensd door een hardground. Op sommige plaatsen is deze basislaag buitengewoon rijk aan makrofossielen, en wel aan irregulaire echiniden, belemnieten, sponzen, koralen en brachiopoden. De volgende fauna-lijst kan samengesteld worden:

Echinocorys ex. *gr.ovatus* (LESKE, 1778)

Echinocorys *gr.conicus/lamberti*

Galeola papillosa KLEIN, 1734 s.lat.

Micraster (*Micraster*) ex. *gr. schroederi/glyphus*

Galerites sulcato radiatus (A. GOLDFUSS, 1826)

Gardiotaxis heberti (COTTEAU, 1856)

* *Gonioteuthis quadrata quadrata* (BLAINVILLE, 1827)

* *Belemnitella* aff.*alpha* NAJDIN, 1964

Belemnitella mucronata mucronata (VON SCHLOTTHEIM, 1831)

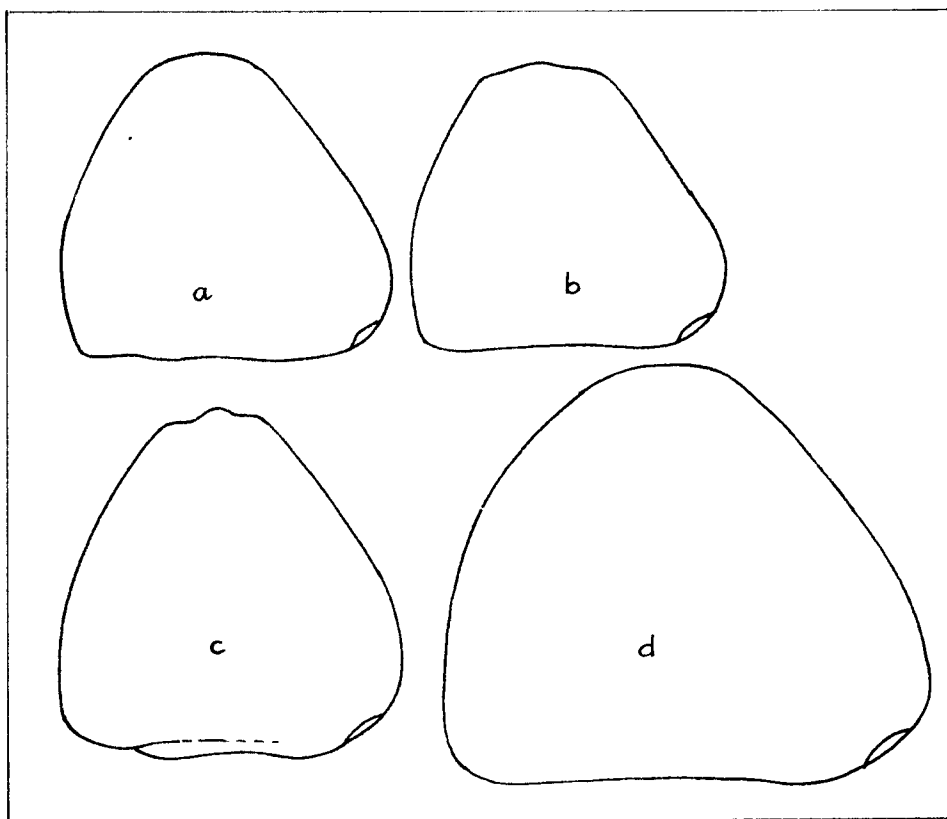
Porosphaera globularis PHILLIPS, 1835

Parasmilia centralis (MANTELL, 1822)

Cretirhynchia sp.

Terebratulina sp.

(* = geremanieerd)



Figuur 3: Schematische laterale profielen van diverse species uit de *conicus*-groep.

3a: *Echinocorys lamberti* SMISER, 1935 (holotype, pl. 2, fig. 4).

3b: *Echinocorys lamberti* SMISER, 1935 (p. 32, fig. 14b).

3c: *Echinocorys conicus* (AGASSIZ). Naar SMISER (1935, p. 33, fig. 15b).

3d: *Echinocorys* ex gr. *conicus* (AGASSIZ); groeve CPL, Kalksteen van Zeven Wegen; koll. G. Michels, nr. 748.

Enkele van bovengenoemde soorten zijn beperkt tot deze basislaag; andere vormen zijn 'doorlopers' en komen ook nog voor in het onderste deel van de Kalksteen van Zeven Wegen (tot ca. 4 m. boven de basis ervan).

Echinocorys ex. gr. *conicus* komt in de basislaag talrijk voor in kleine, aan de top vaak afgeknotte vormen (*Echinocorys lamberti* J. SMISER, 1935) (zie fig. 3) voor, terwijl de exemplaren uit de *conicus*-groep uit de kalk daarboven groter en meer afgerond zijn, fig. 3.

Cardiotaxis heberti schijnt beperkt te zijn tot de basislaag. Hogerop in het pakket is deze endobentonische echinide nog nooit aangetroffen.

Over de ouderdom van de basislaag van de Zeven Wegen-kalk is reeds veel gepubliceerd (o.a. FELDER, 1975; ALBERS & FELDER, 1979; SCHMID, 1959, 1967). ALBERS (1976, afb. 8) korreleert deze basislaag met de *gracilis/mucronata*-zone uit de NW-Duitse indeling (zie fig 1), die gekarakteriseerd wordt door het gezamenlijke optreden van *Belemnitella mucronata* en *Gonioteuthis quadrata gracilis*, en de grote verspreiding van de echiniden *Echinocorys conicus* en *Micraster schroederi* (zie ERNST, 1975, afb. 11).

Beide genoemde echiniden zijn eveneens niet zeldzaam in de basislaag in de groeve CPL.

Aan belemnieten kan men in deze laag de volgende soorten aantreffen: geremaneerde *Goniot euthis quadrata* (vaak in samenspoelingen en meteen als allochtoon fauna-element te herkennen vanwege hun gekorrodeerde uiterlijk) en een enkele geremaneerde *B. aff. alpha*. Daarnaast komt *Belemnitella mucronata* voor als autochtoon element en wel in tamelijk forse exemplaren. Deze vorm is te herkennen aan de duidelijk sterkere rostrum-skulptuur en aan de doorgaans geringere grootte van het rostrum solidum.

Schrijver is geneigd, zolang geen grondig onderzoek heeft plaatsgevonden, aan te nemen dat de basislaag reeds tot het **onder Bovencampanien** behoort, vooral vanwege het ontbreken van *Goniot euthis* als autochtoon fauna element (*Goniot euthis* sterft aan het eind van het Ondercampanien uit, zie CHRISTENSEN, 1975 en ERNST, 1964a). Ook in de literatuur bestaat enige twijfel over de exakte ouderdom, zie bijvoorbeeld het nawoord van ERNST in SCHMID, 1967.

De echiniden *Cardiotaxis heberti* en *Galeola papillosa* s.lat. (aff. *basiplana* ERNST) karakteriseren het onderste deel van het Bovencampanien. Ook *Micraster* is geschikt voor biostratigrafische doeleinden; de vormen die in de basislaag van de Zeven Wegen-kalk voorkomen zijn vrijwel identiek aan die die uit het bovenste Ondercampanien van NW-Duitsland bekend zijn. Grote, adulte exemplaren uit de onderste delen van de Zeven Wegen-kalk vertonen echter meer en meer kenmerken van *Micraster glyphus* SCHLÜTER, 1869 in plaats van *Micraster schroederi* STOLLEY, 1892. Tussen deze twee vormen bevinden zich allerlei overgangen; ze maken beiden deel uit van een fylogenetische ontwikkelingsrij, zie ERNST, 1972. Opvallend is dat in de onderste delen van de Kalksteen van Zeven Wegen de fauna-associatie vrijwel identiek is aan die uit de basislaag, met uitzondering van *Echinocorys* gr. *conicus/lamberti* en *Cardiotaxis heberti*. De volgende fauna-lijst kan worden opgesteld voor deze lagen:

Galerites sulcato radiatus (A. GOLDFUSS, 1826)

Echinocorys sp. (*ovatus/subglobosus*-groep)

Echinicorys ex. gr. *conicus* (AGASSIZ, 1847)

Galeola papillosa aff. *basiplana* ERNST

Micraster (*Micraster*) gr. *schroederi/glyphus*

Cretirhynchia sp.

Kingena sp.

Terebratulina sp.

Belemnitella mucronata mucronata (VON SCHLOTTHEIM, 1813)

Parasmilia centralis (MANTELL, 1822)

Phymosoma sp.

Salenia obnupta SCHLÜTER, 1892

Alle in deze lagen aan te treffen belemnieten behoren tot de *mucronata*-groep. *Goniot euthis* komt niet meer voor.

CHRISTENSEN et al. (1975) en CHRISTENSEN (1975) beschrijven de typische *B. mucronata* (neotype) uit het onder Bovencampanien (*stobaei/basiplana*-zone) van Zuid-Zweden en NW-Duitsland (zie fig. 1). In CHRISTENSEN et al. (1975) worden drie criteria genoemd waarmee de ekwivalenten van het stratum typicum van *B. mucronata* opgespoord kunnen worden in andere delen van NW-Europa. Twee van deze criteria zijn prima op sedimenten uit het Bovencampanien van de groeve CPL toepasbaar en wel:

1. de zone met *B. mucronata* wordt gekarakteriseerd door het optreden van alle of enkele van de volgende makrofossielen: *Chlamys mantelliana*, *Cretirhynchia woodwardi*, *Cretirhynchia lentiformis*, *Cardiotaxis heberti* en *Isomicraster stolleyi*. Terebratulide brachiopoden zijn zeer zeldzaam in deze zone.
2. de zone met *B. mucronata* ligt boven óf valt samen met de zone waarin *Echinocorys* uit de *conicus*-groep uitsterft.

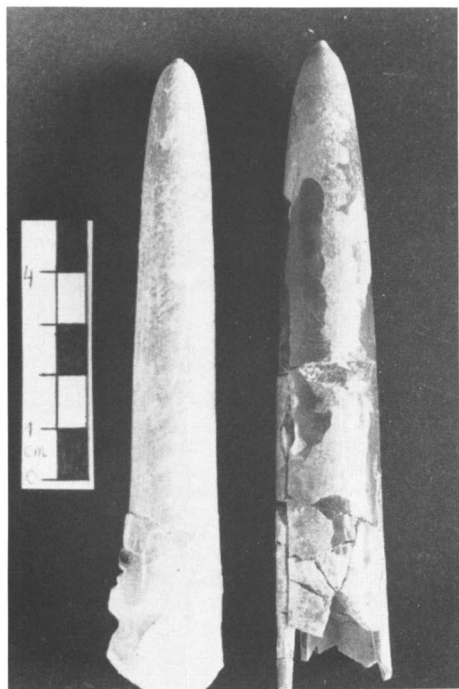


Fig. 4: *Belemnitella* aff. *alpha* NAJDIN, 1964 (grootste exemplaar) en *Belemnitella mucronata* (VON SCHLOTTHEIM, 1813). Groeve CPL, resp. Formatie van Vaals (bovenste deel) en Kalksteen van Zeven Wegen (onderste deel). Koll. Jagt, foto C. Wolters.

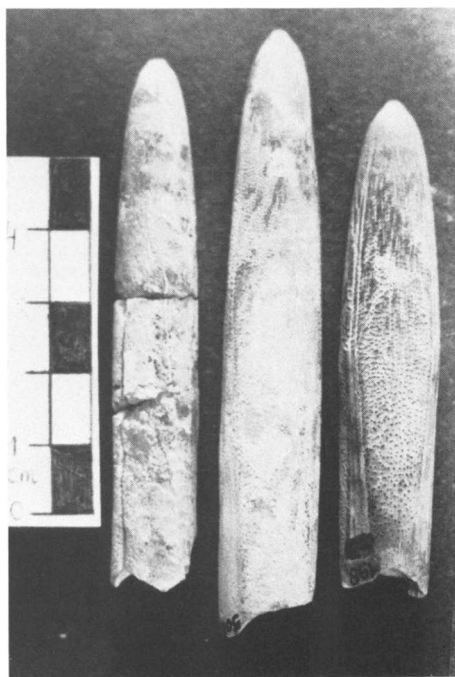
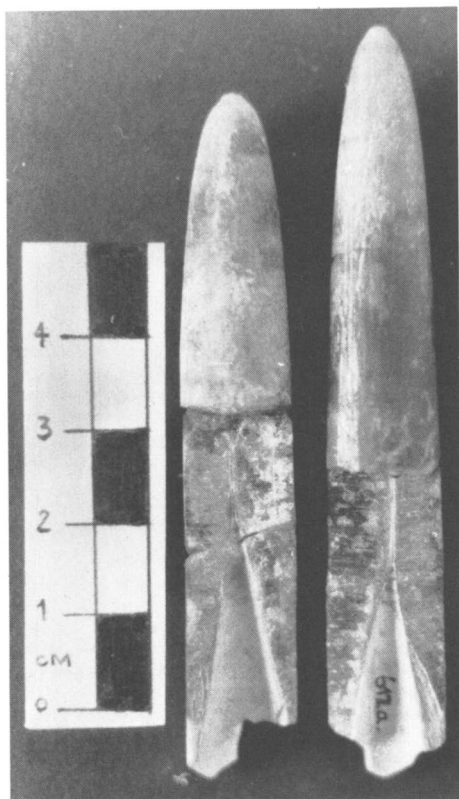


Fig. 5: *Gonioteuthis quadrata quadrata* (BLAINVILLE, 1827) met ter vergelijking één rostrum van *Belemnitella* ex gr. *praecursor* (zonder granulatie). Groeve CPL, Formatie van Vaals (bovenste deel) (onder Ondercampanien). Koll. Jagt, foto C. Wolters.

Fig. 6: Twee ventraal gespleten rostra van *Belemnitella* ex gr. *praecursor* STOLLEY, 1897. Groeve CPL, Formatie van Vaals. Koll. Jagt, foto C. Wolters.

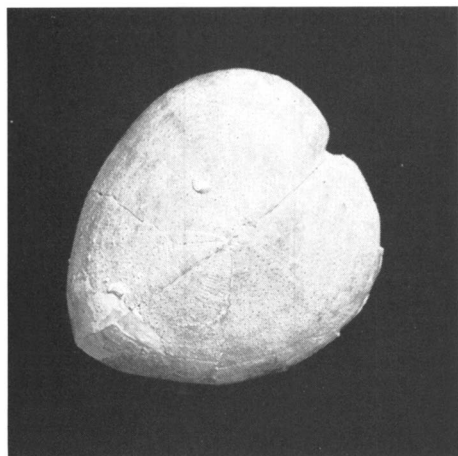


Fig. 7: *Cardiotaxis heberti* (COTTEAU, 1856). Groeve CPL, basislaag Kalksteen van Zeven Wegen (onder Bovencampanien), koll. Jagt, nr. 720, foto J. Bellen ($\times 0.9$).

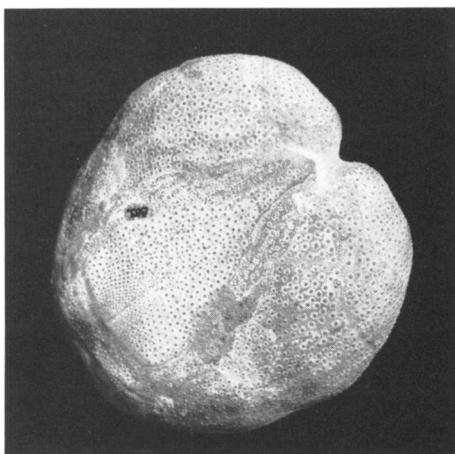
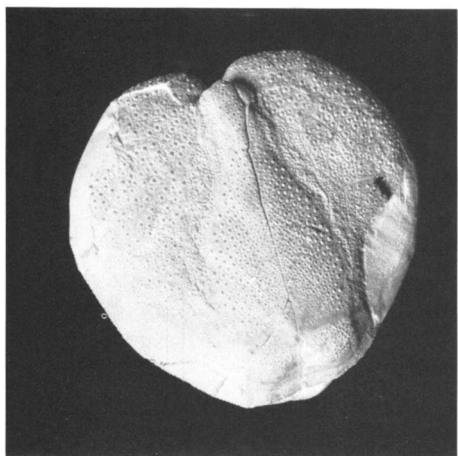


Fig. 8: *Micraster (Micraster) aff. glyphus* SCHLÜTER, 1869 Nordcement AG, Werk Alemannia, Höver-Hannover. Bovenste deel Ondercampanien. Koll. Jagt, nr. 893 (leg. U. Frerichs, Langenhagen). Ter vergelijking met fig. 9. Foto J. Bellen ($\times 1.1$).

Fig. 9: *Micraster (Micraster) gr. schroederi/glyphus*. Groeve CPL, onderste deel Kalksteen van Zeven Wegen. Koll. Jagt, nr. 635a. Vergelijk fig. 8, foto J. Bellen, ($\times 1.1$).

In de groeve CPL komt *B. mucronata* inderdaad in associatie met *Cardiotaxis heberti* en *Cretirhynchia* voor en *Echinocorys* wordt zeldzamer in de lagen boven de basislaag (tot ca. 3-4 meter boven de Horizont van Zeven Wegen).

De biostratigrafische indeling van het resterende deel van de Kalksteen van Zeven Wegen is nogal problematisch. Het is zeer moeilijk te bepalen waar het **boven Bovencampanien** begint (met *Belemnitella minor* JELETZKY, 1951 en *Belemnitella langei* JELETZKY, 1948; fig. 1), te meer daar deze twee vormen zich met *B. mucronata* in een ontwikkelingsrij bevinden en ze alleen met behulp van biometrisch geanalyseerde 'populaties' te scheiden zijn. Bovendien schijnt het boven Bovencampanien slechts gedeeltelijk aanwezig te zijn (ALBERS & FELDER, 1979), hetgeen het geheel nog meer bemoeilijkt. Daarnaast zijn in de bovenste lagen van deze kalksteen makrofossielen relatief zeldzaam. Naast belemnieten komen verspreid kleine brachiopoden (*Orbirhynchia* sp.) en zeer verdrukte *Echinocorys* voor. Vermeldenswaard is in dit verband de door schrijver gevonden typische Campanien-spons *Coeloptychium* cf. *rude* SEEBACH, 1876, aangetroffen op ca. 13 meter onder de Horizont van Froidmont.

KONKLUSIE:

Schrijver heeft in dit artikel enkele van zijn eigen waarnemingen in de groeve CPL omtrent de biostratigrafie van de grenslagen Onder-/Bovencampanien (Formatie van



Fig. 10: *Coeloptychium* cf. *rude* SEEBACH, 1876. Een kiezel spons (Lychniskida). Groeve CPL, bovenste deel Kalksteen van Zeven Wegen. Koll. Jagt, nr. 663. Foto C. Wolters.

Vaals - Horizont van Zeven Wegen - Kalksteen van Zeven Wegen) opgesteld en vergeleken met literatuurbronnen. Voor een verfijnde biostratigrafische indeling is een strikt stratigrafisch verzamelen van mikro- en makrofossielen noodzakelijk. Bovendien moet elk lagenpakket van een bepaalde lithostratigrafische eenheid toegankelijk zijn voor dit verzamelen. Aan beide voorwaarden wordt helaas zelden voldaan. Daarom is het erg moeilijk om gedetailleerde gegevens te verzamelen over de verticale verspreiding van fossielen, die dus slechts bij benadering is aan te geven.

Schrijver houdt zich voor aanvullingen cq. verbeteringen van zijn inzichten aanbevelen.

Vanaf deze plaats wordt dank gezegd aan de volgende personen: Allereerst aan P.J. FELDER, die bereid werd gevonden het manuscript kritisch door te lezen en die waardevolle opmerkingen plaatste; G. MICHELS (Venlo) voor het ter beschikking stellen van materiaal en voor de aangename discussies en niet in de laatste plaats C. WOLTERS (Buggenum) en J. BELLEN (Venlo) die de foto's bij dit artikel vervaardigden.

SUMMARY

In this article some of the author's views and observations on the biostratigraphy of sediments of Lower Campanian (Vaals Formation) and lowermost Upper Campanian age (Zeven Wegen Chalk) are put forward. Particularly valuable for biostratigraphical purposes are the following belemnites: *Belemnitella* ex. gr. *praecursor*, *Goniot euthis quadrata quadrata*, and *Belemnitella mucronata*, which occur abundantly in the sediments exposed in the CPL quarry at Hallembaye. Equally well suited for correlation with sediments from other parts of NW-Europe are the echinoids *Cardiotaxis heberti* and *Galeola papillosa* aff. *basiplana*.

The glauconite-bearing layer at the base of the Zeven Wegen Chalk, situated immediately above the Zeven Wegen Horizon, is thought to be of lower Upper Campanian age by the author on the basis of the absence of *Goniot euthis quadrata* as autochthonous fauna-element and the characteristic echinoid-association.

LITERATUUR:

- ALBERS, H.J., 1976: Feinstratigraphie, Faziesanalyse und Zyklen des Untercaempan (Vaalser Grünsand = Hervien) von Aachen und dem niederländisch-belgischen Limburg. - Geologisches Jahrbuch, A 34, pp. 3-68.
- ALBERS, H.J. & FELDER, W.M., 1979: Litho-, Biostratigraphie und Paläökologie der Oberkreide und des Alttertiärs (Prä-obercampan-Dan/Paläozän) von Aachen-Südlimburg (Niederlande, Deutschland, Belgien). - Aspekte der Kreide Europas, IUGS Series A, 6, pp. 47-84.
- BLASZKIEWICZ, A., 1979: Stratigraphie du Campanien et du Maastrichtien de la vallée de la Vistule Moyenne à l'aide d'ammonites et de bélemnites. - Aspekte der Kreide Europas, IUGS Series A, 6, pp. 473-485.
- CHRISTENSEN, W.K., 1975: Upper Cretaceous belemnites from the Kristianstad area in Scania. - Fossils and Strata, vol. 7, Oslo.
- CHRISTENSEN, W.K., 1976: Palaeobiogeography of Late Cretaceous belemnites of Europe. - Paläontologisches Zeitschrift, 50, 3/4, pp. 113-129.
- CHRISTENSEN, W.K., ERNST, G., SCHMID, F., SCHULZ, M.G. & WOOD, C.J., 1975: *Belemnitella mucronata* (SCHLOTTHHEIM, 1813) from the Upper Cretaceous: neotype, biometry, comparisons and biostratigraphy. - Geologisches Jahrbuch, A 28, pp. 27-57, Hannover.
- ERNST, G., 1964a: Ontogenie, Phylogenie und Stratigraphie der Belemnitenart *Gonioteuthis* BAYLE aus dem nordwestdeutschen Santon/Campan. - Fortschritte Geol. Rheinland und Westfalen, Bd. 7, pp. 113-174, Krefeld.
- ERNST, G., 1964b: Neue Belemnitenfunde in der Bottroper Mulde und die stratigraphische Stellung der 'Bottroper Mergel'. - Fortschritte Geol. Rheinl. Westf., Bd. 7, pp. 174-198, Krefeld.
- ERNST, G., 1972: Grundfragen der Stammesgeschichte bei irregulären Echiniden der nordwesteuropäischen Oberkreide. - Geologisches Jahrbuch, A 4, pp. 63-175.
- ERNST, G., 1975: Stratigraphie, Fauna und Sedimentologie der Oberkreide von Misburg und Höver bei Hannover. - Mitteilungen des Geol.-Paläontol. Institut der Universität Hamburg, 44, pp. 69-97.
- FELDER, W.M., 1975: Lithostratigraphische Gliederung der oberen Kreide in Südlimburg (Niederlande) und den Nachbargebieten, 1. Teil: Der Raum westlich der Maas. - Publikaties van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, reeks XXIV, afl. 3-4.
- FELDER, W.M., 1983: De kalksteengroeve van de cementfabriek Ciments Portland Liegeois bij Hallembaye, gem. Visé, prov. Luik. - Grondboor en Hamer, 5, pp. 122-138, Oldenzaal.
- LAMBERT, J., 1903: Description des échinides crétaçés de la Belgique, I. Etude sur le genre *Echinocorys*. - Mémoires Musée royale d'Histoire naturelle de Belgique, 2, p. 1-151.
- LAMBERT, J., 1911: Description des échinides crétaçés de la Belgique, II: Echinides de l'étage Sénouien. - Mémoires Musée royale d'Histoire naturelle de Belgique, 4, 81 p.
- NAJDIN, D.P., 1979: Vergleichende Stratigraphie der Oberen Kreide der Russischen Tafel und Westeuropa. - Aspekte der Kreide Europas, IUGS Series A, 6, pp. 497-510.
- SCHMID, F., 1959: Biostratigraphie du Campanien-Maastrichtien du nord-est de la Belgique sur la base des bélemnites. - Annales de la Société Géologique de Belgique, tome 82, pp. 235-256, Liège.
- SCHMID, F., 1967: Die Oberkreide-Stufen Campan und Maastricht in Limburg (Süd-Niederlande, Nordost-Belgien), bei Aachen und in den nordwest-Deutschland. - Berichte der deutschen Gesellschaft für geologische Wissenschaften A, Geologie-Paläontologie, 12, pp. 471-478, Berlin.
- SMISER, J.S., 1935a: Revision of the echinoid genus *Echinocorys* in the Belgian Senonian. - Mémoires du Musée royale d'Histoire Naturelle de Belgique, 67, 51 p.
- SMISER, J.S., 1935b: A monograph of the Belgian Cretaceous Echinoids. - Mémoires du Musée royale d'Histoire naturelle de Belgique, 68, 98 p.
- TUUK, L.A., VAN DER & BOR, T.J., 1980: Zonering van het Boven-Krijt in Limburg met behulp van Belemniten. - Grondboor en Hamer, 4, pp. 121-132.
- WEYDEN, W.J.M., VAN DER, 1943: Die Macrofauna der Hervenschen, mit besonderer Berücksichtigung der Lamellibranchiata. - Mededelingen van de Geologische Stichting, serie C-4-2-1, 139 p.