

Het Boven-Campanien in Zuid-Limburg (Nederland) en Noordoost België

J.W.M. JAGT, Maasbreesestraat 55, 5291 EJ Venlo

P.J. FELDER, Natuurhistorisch Museum Maastricht, Bosquetplein 6-7, 6211 KJ Maastricht

J.P.M. TH. MEESEN, Geologisch Bureau, Voskuilenweg 131, 6416 AJ Heerlen.

Nog maar enkele jaren geleden werd algemeen aangenomen dat het Boven-Campanien in Zuid-Limburg en Noordoost-België zonder meer gelijkgesteld kon worden met de Zeven Wegen Kalk aan de basis van de Gulpen Formatie (W.M. FELDER 1975, ROBASYNSKI *et al.*, 1985). De soms mergelige, glauconiethoudende zanden en kleien van de Vaals Formatie werden haast automatisch gerekend tot het Onder-Campanien, tenzij de daarin optredende foraminiferen-associaties hiermee in tegenspraak waren. In dat laatste geval werd aangenomen dat de betreffende sedimenten tijdens het Boven-Maastrichtien omgewerkt ("geremaniëerd") waren. HOFKER (1957, 1966) suggereerde dat de top van de Vaals Formatie met name in het vroegere mijngedebiet van Zuid-Limburg tot zijn foram-zone "G" (HOFKER 1966) behoorde, danwel met een elders niet voorkomend "jongste" Onder-Campanien (HOFKER 1957) gelijkgesteld diende te worden.

Het begrip "remaniëring" of "omwerking" is in Zuid-Limburg ook toegepast om de zogenaamde "belemnieten-kerkhoven" te verklaren aan de basis van o.a. de Beutenaken Kalk en met name aan de basis van de Vijlen Kalk (W.M. FELDER 1975, ROBASYNSKI *et al.*, 1985).

Het onderzoek van bioclasten- en ostracoden-associaties en de hierdoor gestimuleerde her-interpretatie van foraminiferen-associaties heeft allereerst geleid tot twijfel ten aanzien van de ouderdom van het bovenste deel van de Vaals Formatie in die gebieden waar de Zeven Wegen Kalk ontbreekt (P.J. FELDER *et al.*, 1985a, 1985b). Dat onderzoek suggereerde immers dat de vaak glauconiet-rijke, zandige tot mergelige sedimenten, die vroeger afwisselend tot het "Boven-Hervien", "Foram-zone G", "Craie de Nouvelles", "Craie blanche", "Boven-Senonien", "Boven-Vaals" of "Foram-zone A'-boven" gerekend waren, in werkelijkheid tijdens met name het Boven-Campanien en Onder-Maastrichtien zijn afgezet.

Een absoluut bewijs - in de vorm van belemnieten en/of ammonieten - ontbrak echter. In deze situatie is echter verandering gekomen door de oplettendheid van de eigenaar van de Hoeve De Dael te Ubachsberg, Dhr. Kerckhoffs, die tijdens graafwerk een ruim 60 cm grote ammoniet vond en bewaarde; door Dhr. Blezer te Ubachsberg, die dit stuk eerst in bruikleen gaf en later schonk aan het Natuurhistorisch Museum Maastricht; en door het zorgvuldige verzamelen van Dhr. Vlieks te Simpelveld, die in dezelfde ontsluiting vier belemnieten-rostra vond, welke eveneens aan het Natuurhistorisch Museum Maastricht zijn afgestaan.

Ontsluiting 62B-241 achter hoeve De Dael te Ubachsberg is daardoor onverwacht een sleutelprofiel geworden voor de korrelatie van sedimenten uit het Boven-Campanien. Het spreekt daarom voor zich dat een beschrijving van deze ontsluiting centraal staat in dit rapport. Door deze gegevens te vergelijken met die van elf andere profielen in Zuid-Limburg en Noordoost-België krijgen we een beeld van het afzettingsmilieu tijdens het Boven-Campanien, dat kennelijk minder uniform was dan voorheen gedacht werd.

De hier ontsloten sedimenten van het Boven-Krijt zijn door VAN RUMMELEN (1923) beschreven als het "Zandige Krijt van Benzenrade". Zowel VAN RUMMELEN als VAN DER WEIJDEN (1943) namen aan dat dit tot het "Hervien" behoorde op grond van het voorkomen van *Ostrea goldfussi* Holzapfel. De tot deze soort gerekende oesters zijn hier echter gedetermineerd als *Acutostrea* sp.

Aan de hand van de verzameling makrofossielen in het Natuurhistorisch Museum Maastricht kon een faunalijst worden opgesteld (tabel I) waaruit twee soorten (*Belemnitella mucronata* en "*Pachydiscus stobaei*") in detail beschreven worden. Daarnaast is een studie gemaakt van de hier gevonden foraminiferen, ostracoden en bioclasten-associaties.

Beschrijving van bepaalde fauna-elementen uit ontsluiting 62B-241 (De Dael); korrelatie met andere ontsluitingen

Belemnitella mucronata (Von Schlottheim, 1813).

Er waren drie komplette rostra en een alveolair rostrumfragment (fig. 1) beschikbaar. Uit de alveolen van twee van deze rostra (VL 1 en VL 2, NHMM 19872 en NHMM 19873) konden rijke ostracoden-associaties worden bestudeerd. Het percentage geornamen-teerde exemplaren (resp. 19 en 37%) en het optreden van verschillende exemplaren van "*Paracypris*" cf. *limburgensis* Van Veen en "*Xestolebe-*

Tabel 1. Makrofossielen, gevonden in de ontsluiting 62B-241, De Daal (Ubachsberg). *Acutostrea* sp. is voorheen gedetermineerd als *Ostrea goldfussi* Holzapfel door Van Rummen (1923) en Van der Weijden (1943). De mat (S) aangeduide fossielen zijn alleen gevonden als staenkernen.

Coelenterata.

Anthozoa:

? *Micrabacia* sp.

Solitaira korallen. (S).

Annelida.

Polychaeta:

Serpulidae indet.

Arthropoda.

Cirripedia:

Scalpellidae (? *Acroscalpellum* sp.).

Mollusca.

Gastropoda:

Naticacea indet. (S).

Turritellidae indet. (S).

Gastropoda indet. (S).

Pelecypoda:

Hytissa sewi plana (J. de C. Sowarby, 1825).

Acutostrea sp.

Liophista (*Liophista*) "*aaquivalvis* (Goldfuss, 1840)" (S).

Pseudoptera coeruleascens (Nilsson, 1827).

Camptonectes virgatus (Nilsson, 1827).

Lamellibranchiata indet. (S).

Cephalopoda:

"*Pachydiscus stobaei*" sensu Giars, 1964 (? non Nilsson, 1827) (S).

Belemnitella mucronata (Von Schlotthaim, 1813).

Echinodermata.

Echinoidae:

Cardiaster sp.

Primaire stekels van phymosomatoide en cidaroida achiniden.

Vertebrata.

Osteichthyes:

beenvis-resten (schubben).

Ichnofossielen.

Graafgangen (S).



Figuur 1. *Belemnitella mucronata* (Von Schlotthaim, 1813). Ontsluiting 62B-241, De Daal (Ubachsberg), koll. NHMM 19872 - 19875. Oudere deel van het Boven-Campanien.

a-c: VL 1 (NHMM 19872), ventraal en lateraal aanzicht en dorsoventraal gespleten bovenste rostrumdeel (ware lengte 85 mm).

d-e: VL 3 (NHMM 19874), ventraal en lateraal aanzicht van alveolair rostrumfragment (ware lengte 40.5 mm).

f-h: VL 4 (NHMM 19875), ventraal en lateraal aanzicht en dorsoventraal gespleten bovenste rostrumdeel (ware lengte 71.4 mm.).

i-k: VL 2 (NHMM 19873), dorsoventraal gespleten bovenste rostrumdeel en ventraal en lateraal aanzicht (ware lengte 105.6 mm.).

ris" *bidentata* Bonnema suggereert, dat deze rostra afkomstig zijn uit het interval 3-6 m, waarin ook de harde kalksteenbank tussen 3,5 en 4,0 m valt, die veel andere makrofossielen (o.a. "*Pachydiscus stobaei*") heeft opgeleverd.

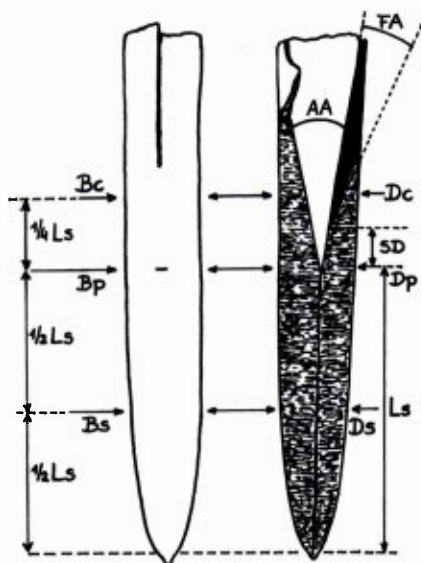
Deze rostra werden dorsoventraal ge-

spleten en vervolgens gemeten. De door SCHULZ (1979, 1982) voorgestane methode voor getalsmatige bepaling van diverse aspecten van de rostrumvorm werd gevolgd.

De waarden die uit deze berekeningen resulteerden werden vervolgens uit-

gezet in scatter diagrammen (fig. 3).

Opgemeten en berekend werden achtereenvolgens (zie fig. 2): de rostrumlengte (Ls), de rostrumdikte ter hoogte van de protokonch (Bp en Dp), de rostrumdikte op de punten Bc en Dc, de Schatzky waarde (SD, Schatzky distance), de alveolaire hoek (AA, alveolar angle), de fissuurhoek (FA, fissure angle), de laterale en ventrale aspecten en de 'elongatie' (E) van het rostrum.



Figuur 2. Meten voor het bepalen van de rostrumvorm (semengesteld uit SCHULZ (1982) en CHRISTENSEN (1975)). B = breedte, D = dikte, L = Lengte, FA = fissuurhoek (fissure angle), AA = alveolaire hoek (alveolar angle). SD = Schatzky waarde (S. distande).

Deze laatste drie waarden werden als volgt verkregen (zie SCHULZ, 1982, p. 283):

$$AV = (Bs - Bc) \cdot 100 : Bp [\%]$$

$$AL = (Ds - Dc) \cdot 100 : Dp [\%]$$

met de deelwaarden voor het rostrum solidum:

$$AVs = (Bs - Bp) \cdot 100 : Bp [\%]$$

$$ALs = (Ds - Dp) \cdot 100 : Dp [\%]$$

en voor de 'elongatie' (zie BIRKELUND, 1957):

$$E = Ls : Dp$$

Voor AA, FA en SD werden de definities gegeven door SCHULZ (1982, pp. 283-284) en CHRISTENSEN (1986, p. 19) gevolgd.

Ter vergelijking werden in de scatter diagrammen (fig. 3) ook enkele rostra en literatuurgegevens over rostra uit de *Belemnites mucronata*-groep (inkl. 'minor' Jeletzky, 1951) van andere NW-Europese Boven-Campanien-voorkomens opgenomen en wel uit:

- Groeve Ciments Portland Liégeois, Haccourt/Oupeye, onderste deel kalksteen van Zeven Wegen (Form. v. Gulpen), *basiplana/spiniger*-zone (sensu JAGT (in JAGT & BONGAERTS, 1986), n = 10 (koll. Jagt),
- Groeve Teutonia Misburger Portland-Cementwerk, Misburg (Niedersachsen, BRD), *basiplana/spiniger*-zone, n = 10 (koll. Jagt),
- Groeve Germania IV, Misburg (Niedersachsen, BRD), neotype en neotype-'populatie' voor *B. mucronata mucronata* (zie CHRISTENSEN et al., 1975).
- Ignaberga, Skåne (Zweden) (CHRISTENSEN, 1975, p. 54),
- Balsvik, Skåne (CHRISTENSEN, 1975, p. 55),
- Balsvik, Skåne, oudste Onder-Maastrichtien (CHRISTENSEN, 1975, p. 56).

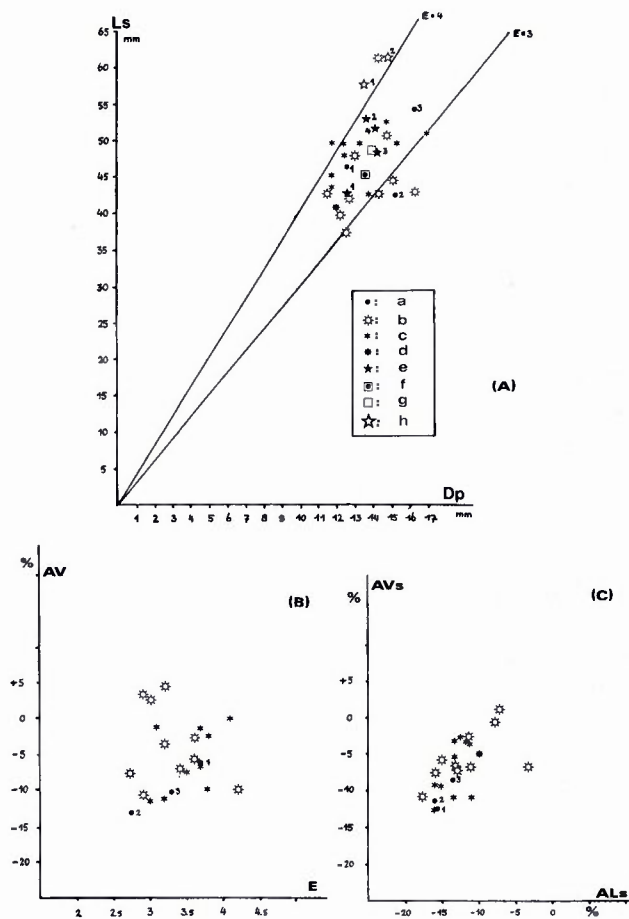
Beschrijving. Drie van de vier beschikbare rostra zijn voldoende gekonserveerd om tot een verantwoorde determinatie te komen. Van één exemplaar (VL 3) is alleen het rostrum cavum voorhanden, zodat het niet mogelijk is voor dit rostrum de Ls-waarde te bepalen.

Rostra in lengte (Ls) variërend van 41.2 tot 54.8 mm. In ventraal aanzicht zwak lanceolaat tot praktisch cilindrisch, in lateraal aanzicht (sterk) konisch. Mukra goed ontwikkeld, evenals de dorsolaterale depressies en de dorsolaterale dubbellijnen. Ventraal en op het achterste deel van het dorsale veld zijn de bloedvaatindrukken goed ontwikkeld. De Schatzky waarde ligt tussen 6.1 en 9.4 mm; de alveolaire hoek rond 20°; de fissuurhoek tussen 14° en 22°. De elongatie van de drie complete rostra bedraagt 2.75

(VL 1), 3.3 (VL 2) en 3.7 (VL 4). Exemplaar VL 4 wijkt enigszins af door de loop van de fissuurbodem.

Diskussie. Tegenwoordig worden in het onderzoek van boven-kretaceïsche belemnieten grotere 'populaties' uit een goed afgebakend sedimentpakket biometrisch geanalyseerd. Grotere populaties laten namelijk een beoordeling van de variatiebreedte toe. Het hanteren van ratio's wordt in het algemeen afgewezen, behalve daar waar slechts weinig exemplaren beschikbaar zijn (zie CHRISTENSEN, 1986, p. 20).

Ondanks het geringe aantal beschikbare rostra uit de ontsluiting De Dael, blijkt uit de scatter diagrammen dat deze in de variatiebreedte van *Belemnites mucronata* vallen, zoals deze in de literatuur wordt aangegeven



a: De Dael (n = 3, VL 3 is niet meetbaar, 1 = VL4, 2 = VL1, 3 = VL2). b: Teutonia, Misburg (BRD) (n = 10), basiplana/spiniger-zone. c: CPL, Haccourt/Oupeye (n = 10), basiplana/spiniger-zone. d: boring RGD 7875 (Kunderberg), 23-24 m, NHMM 1987. e: 1 = gemiddelde waarde neotype-'populatie', Germania IV, Misburg (CHRISTENSEN et al., 1975, p. 49) (n = 89), 2 = neotype (CHRISTENSEN et al., 1975, p. 49), 3 = gemiddelde waarde 'populatie' Ignaberga (CHRISTENSEN, 1975, p. 54) (n = 89), 4 = gemiddelde waarde 'populatie' Balsvik (CHRISTENSEN, 1975, p. 55) (n = 26), f: gemiddelde waarde Teutonia (zie b). g: gemiddelde waarde CPL (zie c). h: 1 = gemiddelde waarde 'populatie' Balsvik, oudste Onder-Maastrichtien (Christensen, 1975, p. 57) (n = 14), 2 = holotype (CHRISTENSEN et al., 1975, p. 48).

Figuur 3A: Relatie tussen de lengte van het rostrum solidum (Ls) en de rostrumdikte ter hoogte van de protoconch (Dp) bij *Belemnites mucronata* (a-g) en B. 'minor' (h).

Figuur 3B: Relatie tussen ventrale aspekt (AV) en de 'elongatie' (E) bij *Belemnites mucronata*.

Figuur 3C: Relatie tussen ventrale aspekt en laterale aspekt van het rostrum solidum (AVs, ALs) bij *B. mucronata*.



Figuur 4. '*Pachydiscus stobaei*' sensu Giers, 1964 (? non Nilsson, 1827). Twee aanzichten. Ontsluiting 62B-241, De Dael (Ubachsberg). Koll. NHMM 19871. Oudere Boven-Campanien. Grootste diameter 610 mm.

(CHRISTENSEN, 1975, 1986; CHRISTENSEN et al., 1975).

'*Pachydiscus stobaei*' sensu Giers, 1964 (? non Nilsson, 1827).

De ontsluiting bij hoeve De Dael heeft de tot nog toe grootste ammoniet uit het Luiks-Limburgse Boven-Krijt opgeleverd (koll. Natuurhistorisch Museum Maastricht, NHMM 19871) (fig. 4). Het Limburgse exemplaar representeert het laatste ontogenetische stadium in de ontwikkeling van '*P. stobaei*' sensu Giers en komt qua afmetingen en skulptuur goed overeen met een individu dat door Giers (1964, pl. 4, 1a-b) werd afgebeeld, zodat het voorlopig tot deze soort wordt gerekend. Een uitgebreide beschrijving zal binnenkort volgen (JAGT, in vorber. b).

Diskussie. NILSSON (1827, p. 5, pl. 1, fig. 1, 2) beschreef onder de naam *Ammonites stobaei* een populatie van pachydiscide ammonieten uit het Boven-Campanien van Köpings (Skåne, Zweden). Volgens CHRISTENSEN (1986, p. 9-10, fig. 9) zijn in de omgeving van Köpings sedimenten ontsloten die op basis van hun belemnieteninhoud tot de *gracilis/senior*-zone (jongste Onder-Campanien) en de *roemeri*-zone (midden Boven-Campanien) gerekend kunnen worden. SCHÜLTER (1872, p. 56-59) was de eerste die *A. stobaei* aangaf voor het Boven-Campanien in de Bondsrepubliek. Hij meldde haar

uit de omgeving van Coesfeld (Nordrhein-Westfalen) en benadrukte dat ze door hem niet in de onder de 'Mucronaten-Schichten' liggende lagen met *Goniotentis quadrata* (Onder-Campanien) werd aangetroffen. In 1876 (p. 508) noemde SCHÜLTER deze soort voor de 'Zone des *Ammonites Coesfeldensis*, *Micraster glyphus* und der *Lepidospongia rugosa* (Untere Mucronaten-Schichten)' in de wijdere omgeving van Coesfeld, waar ze begeleid wordt door o.a. *Hoplitoplacenticerus coesfeldensis*, *H. marroti*, '*Scaphites*' (s. lat.) *gibbus*, *Trachyscapites spiniger* en *Belemnitella mucronata*. Volgens SCHÜLTER (1876, p. 509) is *A. stobaei* beperkt tot deze zone en loopt ze niet door in de daaropvolgende 'Zone des *Heteroceras polyplacum* und *Ammonites Wittekindi* und *Scaphites pulcherrimus* (Obere Mucronaten-Schichten)'. MÖBERG (1885) gaf een beschrijving en afbeeldingen van topotypisch materiaal van *A. stobaei* en wees erop dat deze soort in een vroeg ontogenetisch stadium konstrikties vertoont (MÖBERG, pl. 2, fig. 2, 5). Ook NOWAK (1914, p. 350) vestigde de aandacht op het zgn. *Puzosia*-stadium in de ontogenie van *A. stobaei* en rekende ze daarom tot het genus *Parapuzosia* Nowak, 1914. Overigens moet opgemerkt worden dat NOWAK waarschijnlijk de enige auteur is die *A. stobaei* aangeeft voor Engeland. Mogelijk is hier verwarring in het spel met *A.*

Griffithi van SHARPE (1855), een soort die in het juveniele stadium eveneens konstrikties vertoont.

ERNST (1963a, p. 118, 120, tabel 5) gaf '*Pachydiscus stobaei*' (onder de naam *Pachydiscus pseudostobaei* Moberg) op voor het allerbovenste deel van de *gracilis/senior*-zone en de *conica/senior*-zone van Lägerdorf (zie ook ERNST, 1967; SCHULZ et al., 1984, fig. 2, p. 213). Voor de omgeving van Hannover (Höver, Misburg) werd '*P. stobaei*' door ERNST (1963b, p. 144) uit hetzelfde stratigrafische bereik als in Lägerdorf aangegeven. Hij benadrukte terecht dat boven-campane Pachydiscidae niet voor gedetailleerde biozoneringen geschikt zijn zolang hun fylogenie en taxonomie niet gereviseerd zijn. In dit verband is ook NÄLDIN (1979, p. 503) te noemen, die opmerkte dat er verschillen in interpretatie van diverse taxa (waaronder *P. stobaei*) bestaan, die diskrepancies veroorzaken in de stratigrafie van het Boven-Krijt van NW-Europa en het Europese deel van de Sovjet Unie.

Giers (1964) beschreef op basis van een uitgebreide kollektie de ontogenetische ontwikkeling van wat hij interpreteerde als *P. stobaei* en onderscheidde drie stadia, evenals MÖBERG (1885) dat deed. Giers wees ook op de door SCHÜLTER (1872) gemaakte interpretatiefouten, en trok *Ammonites pseudostobaei* Moberg en *Pachydiscus lundgreni* De Grossouvre, 1894 als synoniemen in. Of dit terecht is kan betwijfeld worden.

Een uitgebreid onderzoek van topotypisch materiaal van *A. stobaei* sensu Nilsson zal moeten uitwijzen in hoeverre materiaal van andere NW-Europese voorkomens werkelijk tot dit taxon is te rekenen. Een dergelijk onderzoek is vooral nodig, omdat in de Duitse literatuur '*P. stobaei*' als bijkomende 'marker' naast *Belemnitella mucronata* en *T. spiniger* voor het oudere deel van het Boven-Campanien gehanteerd wordt. Opgemerkt moet wel nog worden dat kleine vormen van '*P. stobaei*' al in het jongste Onder-Campanien voorkomen, zowel in de mergelkalkfacies van Misburg (KHOSROVSHAHIAN, 1972) als in de schrijfkrijtfacies van Lägerdorf (ERNST, 1963a).

Voorlopig wordt het Limburgse individu tot '*Pachydiscus stobaei*' in de zin van GIER (1964) (? non NILSSON, 1827) gerekend.

Cephalopoden

CHRISTENSEN *et al.* (1975, p. 35) gaven aan dat korrelaties in het NW-Europese Boven-Campanien het best doorgevoerd kunnen worden aan de hand van totale makrofauna-associaties in plaats van te steunen op de evolutionaire veranderingen binnen de *Belemnitella*-speciesgroep alleen.

In het sleutelprofiel voor het NW-Duitse Boven-Campanien (SCHULZ *et al.*, 1984), dat in schrijfkrijtfacies is ontwikkeld, wordt gewerkt met zes biozones, opgesteld op basis van irreguliere echiniden, ammonieten en belemnieten. Van oud naar jong worden onderscheiden: *conica*-senior-, *basiplana*-*spiniger*-, *roemeri*-, *polyplocum*-, *langei*- en *grimmensis*/*granulosus*-zone (SCHULZ, 1978, 1985). Bij de cephalopoden worden in het oudere Boven-Campanien van NW-Europa de volgende taxa bij biozoneringen en korrelaties over grote(re) afstanden gehanteerd: *Belemnitella* et gr. *mucronata* (Von Schlottheim, 1813) (inkl. *senior*

Nowak, 1914), *Hoplitoplacenticeras marroti* (Coquand, 1859) (= *H. vari* (Schlüter, 1872)), *H. coesfeldiense* (Schlüter, 1867) en *Trachyscaphites spiniger* (Schlüter, 1872). De ammonieten-zonering is echter nog verre van gefundeerd (zie KENNEDY, 1984, p. 156); naast nomenklatorische problemen zijn er ook nogal wat moeilijkheden bij het beoordelen van het voorkomen van verschillende taxa. Bovendien is het oudere Boven-Campanien in NW-Europa bijna geheel in schrijfkrijtfacies ontwikkeld; in deze facies zijn ammonieten zeldzaam en daarnaast doorgaans (zeer) slecht gekonserveerd. Om deze reden wordt belemnieten in dit stratigrafisch interval een belangrijke rol toebedacht.

Van de ammonieten is *Trachyscaphites spiniger* verreweg het belangrijkste taxon bij korrelaties over grote afstanden. Deze soort komt voor van de Western Interior van de Verenigde Staten (COBBAN & SCOTT, 1964) tot in de Kopet-dagh (Turkmenistan SSR) (ATABEKIAN, 1979). Ze is indicatief voor het oudere Boven-Campanien in NW-Duitsland, waar ze haar verspreidingsoptimum bereikt in de *basiplana*/*spiniger*-zone (ERNST, 1975, p. 94; SCHMID & ERNST, 1975; ERNST & SCHMID, 1980; SCHULZ *et al.*, 1984) en de ondergrens van deze zone defi-

nieert. In Nordrhein-Westfalen (Münster bekken) loopt de soort echter door tot in de *polyplocum*-zone (SCHLÜTER, 1872; SCHMID & ERNST, 1975). Opvallenderwijs ontbreekt ze in het oostelijk Münsterland (GIER, 1964, p. 258), waar '*Scaphites*' *gibbus* Schlüter, 1872 talrijk optreedt. In SE-Polen (BLASZKIEWICZ, 1979, 1980) treedt *T. spiniger* op in de onderste biozone van het Boven-Campanien die daar wordt onderscheiden, de *Neancycloceras phaleratum*-zone, waar ze vergezeld wordt door '*S.*' *gibbus* en *Pachydiscus koeneni* DE GROSSOURE, 1894. BLASZKIEWICZ (1980) onderscheidde een ondersoort van *T. spiniger*, *T. spiniger posterior*, die tesamen met *spiniger* s.s. voorkomt in de *N. phaleratum*-zone, maar doorloopt in de *polyplocum*-zone, waar ze optreedt naast *T. pulcherrimus* (F.A. Roemer, 1841). In het Europese deel van de Sovjet Unie (NAIDIN, 1979, tabel 4) wordt *T. spiniger* opgegeven voor het jongere Boven-Campanien (*B. langei*-zone), waar ze voorkomt met *B. polyplocum*, *T. pulcherrimus*, *Anapachydiscus wittekindi* (Schlüter, 1872), *Pachydiscus oldhami* (Sharpe, 1855), *P. stobaei* en *P. subrobustus* Seunes, 1891. Voor het oudere Boven-Campanien (*B. mucronata*-zone) geeft NAIDIN *Hoplitoplacenticeras marroti*, *H. coesfeldiense* en '*S.*' *gibbus* op.

Hoe zit het nu met de ammonieten-zonering in het oudere Boven-Campanien van Luik-Limburg?

Hoplitoplacenticeras marroti en *T. spiniger* schijnen hier zeer zeldzaam te zijn. Uit de literatuur (KENNEDY, 1984, 1986b) zijn slechts enkele individuen bekend, die alle uit de meer zandige facies ontsloten in het oostelijk deel van Zuid-Limburg afkomstig zijn. Deze sedimenten zijn korreleerbaar met de Kalksteen van Haccourt, waar de genoemde taxa (helaas) nog niet zijn aangetroffen (JAGT in JAGT & BONGAERTS, 1986). Wel zijn hier de oudere biozones zoals die in het sleutelprofiel van Lägerdorf worden onderscheiden aan de hand van belemnieten, bivalven, brachiopoden en irreguliere echiniden, aangetoond. In dit verband is de opmerking van KENNEDY (1986b, p. 156) dat de Kalksteen van Zeven

	Schulz 1985	CPL-Halembaye Jagt 1986	De Dael	Hofker 1957, 1966	Uhlenbroek 1912
C A M P A N I E N	boven	grimmensis-granulosus			
		langei			
		polyplocum			
		roemeri			Cr3
		basiplana-spiniger	?	A	Cr3a
		conica-senior	?		
	onder	gracilis-senior			
		conica-gracilis			
		papillosa			
		senonensis			
		pilula			
		lingua-quadrata	Vaals Form.	A'-onder	Cr2
		granulataquadrata	?		

Figuur 5. De biostratigrafische ouderdom van de Kalksteen van Zeven Wegen in ontsluiting CPL (Halembaye) en van het Zandige Krijt van Benzenrade in ontsluiting De Dael vergeleken met de biozonering van SCHULZ (1985) voor Noordwest-Duitsland en met de foraminiferen-zonering van HOFKER (1957, 1966) voor Zuid-Limburg.

Wegen korreleerbaar is met de *polyplacum*-zone verwarrend. Het voorkomen van *T. springer* alleen is niet voldoende bewijs om de *polyplacum*-zone in Luik-Limburg aan te tonen.

Bij de belemnieten-zonering liggen de zaken iets eenvoudiger. Het oudere Boven-Campanien in schrijfkrijtfacies (Haccourt, Heure-le-Romain) voert *Belemnitella mucronata* (incl. *senior*), die als index geldt voor dit stratigrafisch interval (zie o.a. CHRISTENSEN, 1975, 1976, 1986; JELETZKY, 1951; KONGIEL, 1962; NOWAK, 1914; ROBASZYNSKI *et al.*, 1985). Het bovenste deel van de Zeven Wegen Kalksteen voert *B. minor* Jeletzky, 1951 (zie CHRISTENSEN, 1986) en kan op basis hiervan gekorreleerd worden met (een deel) van de *polyplacum*-zone. De index-ammoniet is nog niet bekend.

Voor wat betreft de korrelatie van ontsluiting De Dael met het sleutelprofiel van Lägerdorf enerzijds en de schrijfkrijtfacies van Haccourt anderzijds kan het volgende opgemerkt worden.

De vier rostra die boven beschreven zijn behoren niet tot de vroege vertenwoordigers van de *mucronata*-groep (*senior* auct.), maar zijn vergelijkbaar met de vormen die optreden in de *basiplana/spiniger*-zone van Misburg (CHRISTENSEN *et al.*, 1975). Deze biozone is in de schrijfkrijtfacies van Haccourt op basis van het voorkomen van *B. mucronata* en *Galeola papillosa basiplana* Ernst, 1971 aangetoond (JAGT in JAGT & BONGAERTS, 1986) in de onderste 7-8 m van de Kalksteen van Zeven Wegen. Helaas zijn uit de ontsluiting De Dael geen index-echiniden bekend (zie boven). Het voorkomen van '*P. stobaei*' in deze ontsluiting schijnt eveneens te wijzen op een korrelatie met de *basiplana/spiniger*-zone, omdat deze soort in NW-Duitsland (Hannover-Misburg, Lägerdorf) grotendeels beperkt is tot deze zone.

Samenvattend kan dus worden opgemerkt dat op basis van de cephalopoden de ontsluiting 62B-241 bij hoeve De Dael mogelijk te korreleren is met de *basiplana/spiniger*-zone in het sleutelprofiel van Lägerdorf en met de sectie tussen 0 en 7-8 m boven de Loën Horizont (Kalksteen van Zeven We-

Tabel II - Optreden van foraminiferen in ontsluiting 62B-241, De Dael, welke kenmerkend zijn voor Hofker's foram-zone A.

1 = *Flabellina radiata*; 2 = *Bolivinoidea decorata*; 3 = *Globorotalites micheliniana*; 4 = *Gavelinella clementiana* zonder dorsale versiering; 5 = *Gavelinopsis monterelensis*; 6 = *Stensioeina pommerana*.

De Dael	1	2	3	4	5	6
14 - 15 m			x			
13 - 14 m			x			
12 - 13 m			x			
11 - 12 m			x			
10 - 11 m		x	x			
9 - 10 m			x			
8 - 9 m			x	x		
7 - 8 m			x			
6 - 7 m			x	x		
5 - 6 m	x		x			x
5 - 5.5 m	x		x			
4.5 - 5 m		x	x			x
4 - 4.5 m		x	x			
3.5 - 4 m		x	x	x		
3 - 3.5 m		x	x			
2.5 - 3 m	x	x				
2 - 2.5 m	x	x		x		
1.5 - 2 m		x	x		x	
1 - 1.5 m			x		x	
0.5 - 1 m		x	x		x	
0 - 0.5 m		x	x		x	
boring						
0 - 0.5 m			x		x	
0.5 - 1 m		x	x	x		
1 - 1.5 m	x	x	x		x	
ammoniet		x	x			

gen, Formatie van Gulpen) in de omgeving van Haccourt (CPL). Voor verdere discussie zie JAGT (in voorber. a, b).

Foraminiferen

Alle monsters van De Dael hebben foraminiferen opgeleverd. Daaronder bevindt zich een aantal soorten die kenmerkend zijn voor Hofker's foram-zone A, oftewel het Boven-Campanien (tabel I).

Van bijzondere betekenis is *Bolivinoidea decorata* (Jones 1885). Dit gidsfossiel voor het Boven-Campanien van Zuid-Limburg en Noordoost-België vertoont een geleidelijke toename van het gemiddeld aantal pustulae op de laatste kamer van 3.0 naar 4.0 in de loop van het Boven-Campanien (Hofker 1966). In enkele monsters (3.0-3.5 m en boring 1.0-1.5 m) kon dit gemiddelde berekend worden, waarbij

waarden van 3.2 en 3.3 werden vastgesteld (fig. 8). Ditzelfde gemiddelde is o.a. ook gevonden aan de basis van de Zeven Wegen Kalk ("Craie glauconifère") in Halembaye (fig. 11), boring Kastanjelaan-2 (fig. 12) en Zeven Wegen (fig. 9). *Bol. decorata* komt sporadisch ook elders voor in de Pre-Valkenburg facies van Zuid-Limburg, o.a. in de boring Walem (P.J. FELDER, BLESS en MEESSEN, 1985). In het zogenaamde "Boven-Vaals" of "Boven-Hervien" (Hofker's foram-zone A'-boven) van de vroegere schachten Sophie (18-29 m), Maurits-I (257 m) en Emma (136-142 m) is deze soort ook waargenomen door SCHIJFMA (1946) en HOFKER (1957). Deze laatste auteur heeft *Bol. decorata* echter beschouwd als een nieuwe soort (*Bol. granulata* Hofker 1957), waardoor de correlatie tussen het "Boven-Hervien" en de Zeven Wegen Kalk achterwege bleef.

Een opvallende vorm is *Lenticulina*

(*Saracenaria*) *triangularis* (D'Orbigny 1840) welke in zeer kleine aantallen met een zekere regelmaat in de ontsluiting De Dael voorkomt. Deze soort schijnt in hoofdzaak op te treden in de Pre-Valkenburg facies van het Boven-Campanien, en is slechts sporadisch gevonden in de Zeven Wegen facies.

Ostracoden

Ostracoden zijn aangetroffen in alle monsters van De Dael (fig. 8), en tevens in het sediment van "*Pachydiscus stobaei*" (ammoniet-1 en ammoniet-2) en in het sediment uit de rostra van twee exemplaren van *Bel. mucronata* (Vlieks-1 en Vlieks-2).

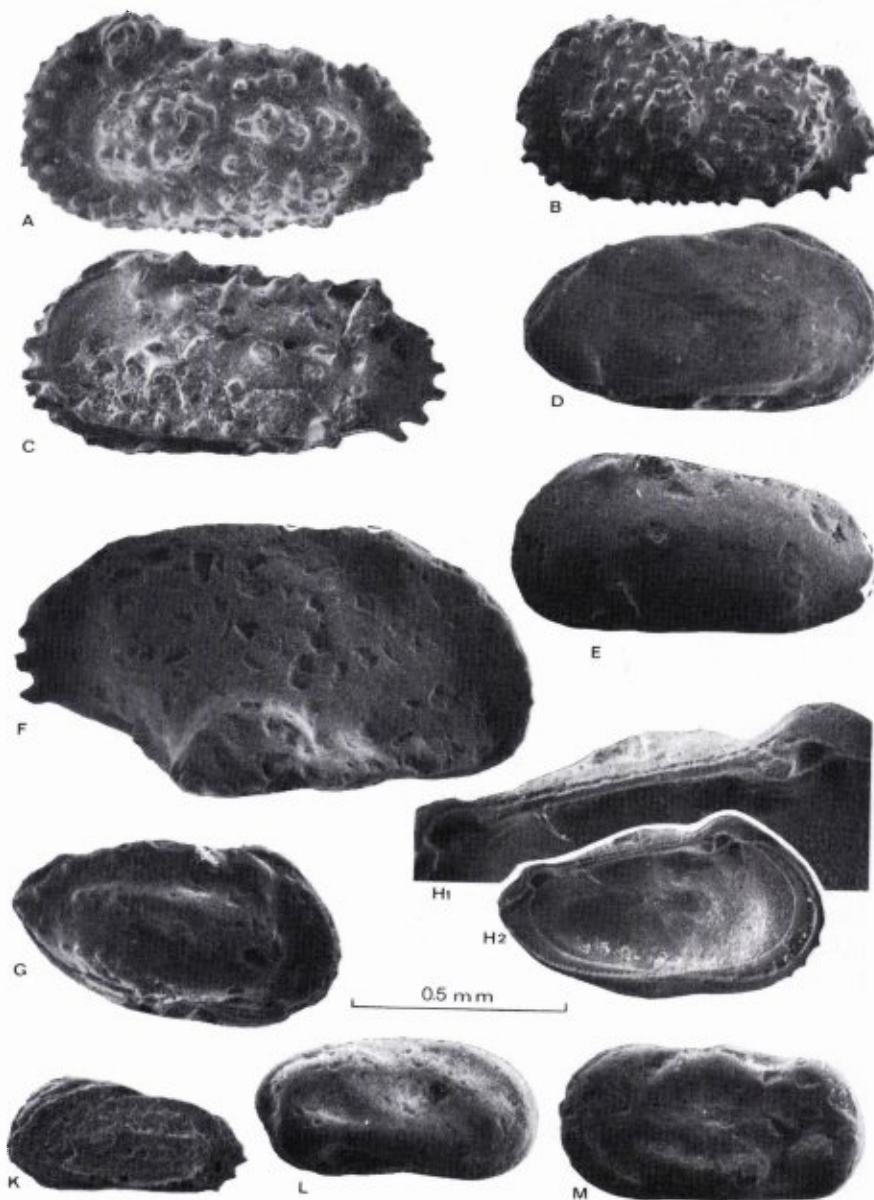
Exemplaren van gladschalige geslachten (met name *Bairdia*, *Cythereis*, *Aequacytheridea*, "*Paracypris*") overheersen. Opvallend is het regelmatig optreden van "*Xestoleberis*" *bidentata* Bonnema 1941, vooral tussen 2.0 en 6.0 m. Het voorkomen van deze soort en van "*Paracypris*" sp. in de associaties afkomstig uit "*P. stobaei*" en *Belemnitella mucronata* suggereert dat deze macrofossielen uit het interval tussen 3 en 6 m afkomstig zijn en mogelijk alle uit de harde kalkbank tussen 3.5 en 4.0 m stammen. "*Xestoleberis*" *bidentata* schijnt in Zuid-Limburg en Noord-oost-België alleen op te treden in het onderste deel van de Pre-Valkenburg facies aan de basis van het Boven-Campanien (cf. boringen KS17 en KS18). Het voorkomen van "*bidentata*" in boring Walem (36.35 - 39.40 m) suggereert dat dit interval ook tot de Pre-Valkenburg facies aan de basis van het Boven-Campanien gerekend zou moeten worden, een conclusie in overeenstemming met de aangetroffen foraminiferen-associatie die karakteristiek is voor foram-zone A'-boven van Hofker (1966; cf. ROBASZYNSKI et al., 1985, fig. 25; en P.J. FELDER et al. 1985, fig. 24).

Het percentage individuen van geornamenteerde ostracoden-geslachten is relatief laag (veelal tussen 10 en 20%, enkele malen tussen 20 en 30%). Dit percentage is beduidend lager dan dat aangetroffen in het Onder-

Campanien (cf. BLESS et al., 1983, P.J. FELDER et al., 1985). Regelmatig optredende vormen zijn *Veenia foersteriana* (Bosquet 1847) en *Pterygocythere laticristata* (Bosquet 1854). Iets minder frekwent zijn *Pterygocythereis* (*Pt. aff. tuberculata* (Van Veen 1936), *Pt. phylloptera* (Bosquet 1854)), *Mo-*

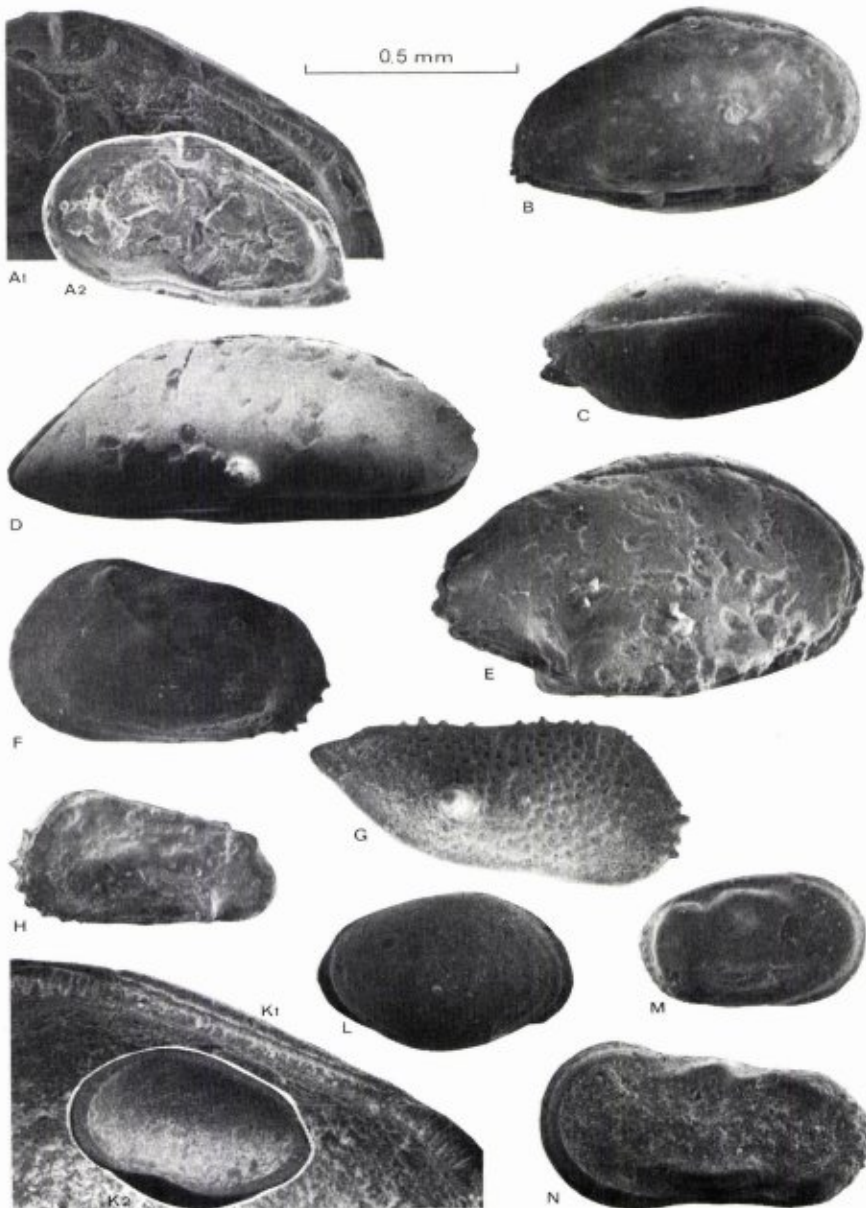
saeleberis ex gr. *rutoti* Deroo 1966, *Cythereis* (o.a. *Cy. hallembayensis* Deroo 1966) en *Cytherelloidea* (o.a. *obliquirugata* (Jones & Hinde 1890)) gevonden.

Al deze geslachten en soorten zijn regelmatig aangetroffen in de Zeven Wegen Kalk van Zuid-Limburg en



Figuur 6. Ostracoden uit ontsluiting 62B-241, De Dael (Ubaohsberg), koll. NHMM 1986/8. Boven-Campanien.

- A: *Cythereis* sp., De Dael 10-11 m
- B: *Cythereis hallembayensis* Deroo 1966, de Dael 2.0-2.5 m
- C: *Pterygocythereis* aff. *tuberculata* (Van Veen 1936), De Dael 2.0-2.5 m
- D: *Mosaeleberis* ex gr. *rutoti* Deroo 1966, De Dael 9-10 m
- E: *Mosaeleberis* ex gr. *rutoti* Deroo 1966, De Dael 2.0-2.5 m
- F: *Pterygocythere laticristata* (Bosquet 1854), De Dael 4.0-4.5 m
- G: *Veenia foersteriana* (Bosquet 1847), De Dael 6-7 m
- H: *Veenia foersteriana* (Bosquet 1847), De Dael 6-7 m (binnenzijde en detail slotrand)
- K: *Imhotepia* cf. *interruptoidea* (Van Veen 1936), De Dael 2.0-2.5 m
- L: *Cytherelloidea*? sp., De Dael 6-7 m
- M: *Cytherelloidea obliquirugata* (Jones & Hinde 1890), De Dael 6-7 m



Figuur 7. Ostracoden uit het Boven-Campanien.

A-D: Ostracoden uit ontsluiting 62B-241, De Dael (Ubachsberg), koll. NHMM 1986 8.

- A: "*Xestoleberis*" *bidentata* Bonnema 1941, De Dael 2.0-2.5 m
 B: "*Xestoleberis*" *bidentata* Bonnema 1941, De Dael Ammoniet-2
 C: "*Xestoleberis*" *bidentata* Bonnema 1941, De Dael Ammoniet-2 (dorsaal)
 D: "*Paracypris*" cf. *limburgensis* Van Veen 1934, De Dael Ammoniet-2
 E: *Pterygocythere laticristata* (Bosquet 1854), ontsluiting 62D-15, Zeven Wegen, boring 1, 3.5-4.0 m, koll. NHMM 1987 9-8.
 F: *Mosaeleberis* ex gr. *rutoti* Deroo 1966, boring Diets-Heur, 55-58 m, koll. NHMM 1986 1
 G: *Cuneoceratina pedata* (Marsson 1880), boring Diets-Heur, 55-58 m, koll. NHMM 1986 1
 H: *Paracythereis parva* (Bonnema 1941), ontsluiting 62D-15, Zeven Wegen, boring 1, 3.5-4.0 m, koll. NHMM 1987 9-8.
 K: *Physocythere virginea* (Jones 1849), boring Diets-Heur, 55-58 m, koll. NHMM 1986 1 (binnenzijde en detail slotrand; cf. *Sphaeroleberis saccata* (Marsson 1880) sensu Deroo 1966)
 L: *Physocythere virginea* (Jones 1849), boring Diets-Heur, 55-58 m, koll. NHMM 1986 1 (cf. *Sphaeroleberis saccata* (Marsson 1880) sensu Deroo 1966)
 M: *Cytherelloidea obliquirugata* (Jones & Hinde 1890), ontsluiting 62D-15, Zeven Wegen, boring 1, 3.5-4.0 m, koll. NHMM 1987 9-8
 N: *Cytherelloidea granulosa* (Jones 1849), boring Diets-Heur, 55-58 m, koll. NHMM 1986 1.

Noordoost-België en in de Craie de Nouvelles van het Bekken van Mons in Zuidwest-België (DEROO, 1966).

Met name *Mosaeleberis* ex gr. *rutoti* lijkt een goede gids voor het Boven-Campanien te zijn (DEROO, 1966). Dit blijkt ook uit het regelmatig voorkomen in de verschillende hier onderzochte profielen (figuren 9 - 19), zowel in de Zeven Wegen facies als in de Pre-Valkenburg facies. Alle andere hier genoemde geslachten en soorten komen ook in het Onder-Campanien voor, maar dan regelmatig in relatief hogere percentages (vaak 40-80%!).

Veenia foersteriana en *Pt. aff. tuberculata* zijn ook in het Maastrichtien aangetroffen. Opvallend is de afwezigheid van *Cytherelloidea granulosa* (Jones 1849) en van de geslachten *Bythoceratina* en *Cuneoceratina*, welke hoofdzakelijk de Zeven Wegen facies van het Boven-Campanien kenmerken.

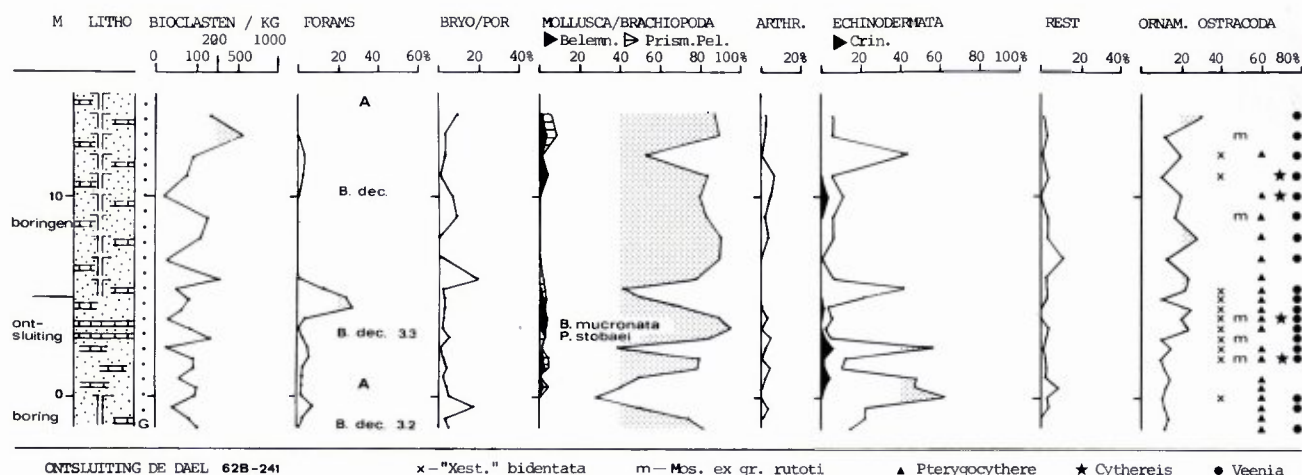
Samenvattend kan vastgesteld worden dat de ostracoden-associaties met "*Xestoleberis*" *bidentata* en *Mosaeleberis* ex gr. *rutoti* overeenkomen met die van het onderste deel van het Boven-Campanien in met name de Pre-Valkenburg facies. Het percentage exemplaren met een geornamenteerde schaal ligt in De Dael regelmatig rond of net boven de 20% evenals elders in het onderste deel van het Boven-Campanien zowel in de Zeven Wegen facies als in de Pre-Valkenburg facies (figuren 8-19).

Figuur 8 - 19. Kwantitatieve en kwalitatieve gegevens betreffende lithologie en fossielinhoud van het Boven-Campanien in 12 profielen uit Zuid-Limburg en Noordoost-België. De lokatie van deze profielen is aangegeven in fig. 21.

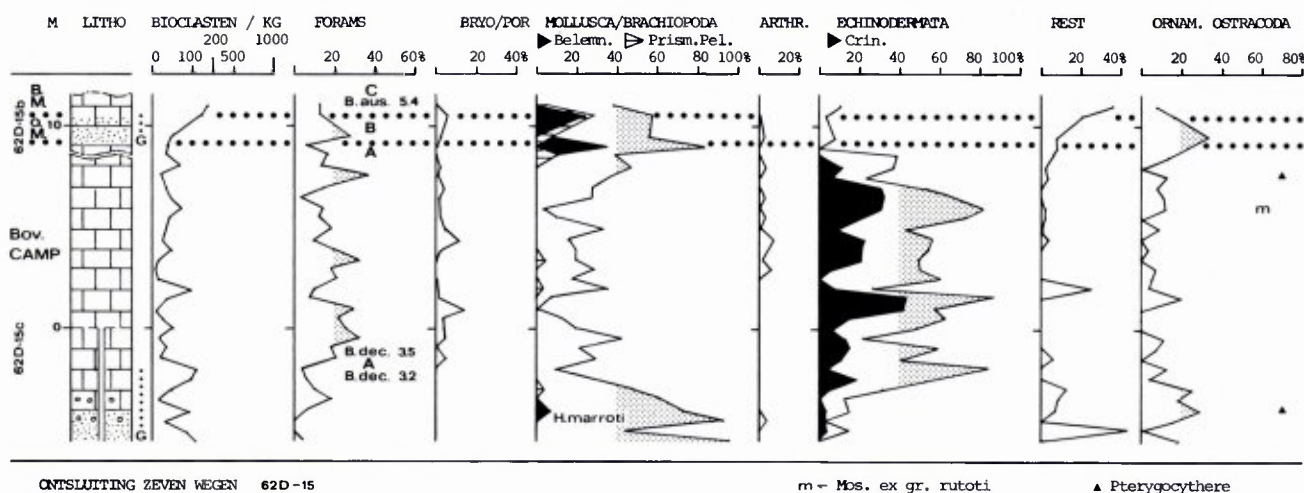
In de kolom "Forams" is aangeduid het voorkomen van foraminiferen-associaties welke karakteristiek zijn voor Hofker's zones A' onder tot E, alsmede het optreden van *Bol. decorata* en *Bol. australis* met opgave van het gemiddeld aantal pustulae op de laatste kamer.

In de kolom "Mollusca/Brachiopoda" is aangeduid het voorkomen van stratigrafisch belangrijke belemnieten en ammonieten.

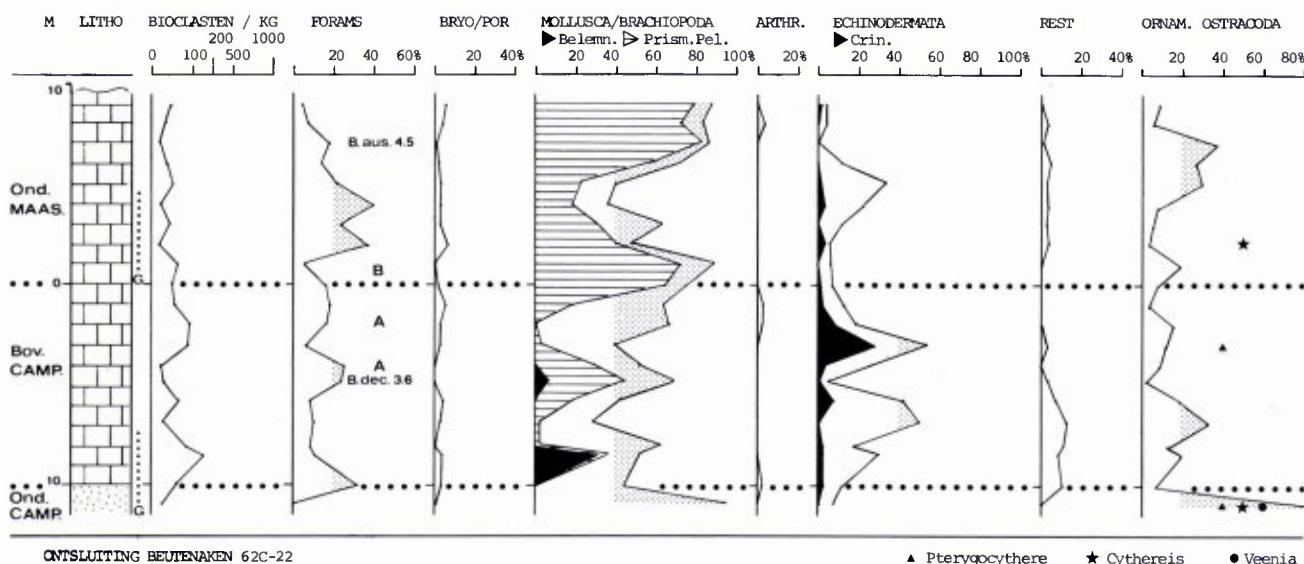
In de kolom "Omam. Ostracoda" is de verdeling aangegeven van enkele karakteristieke ostracoden-soorten en -geslachten.



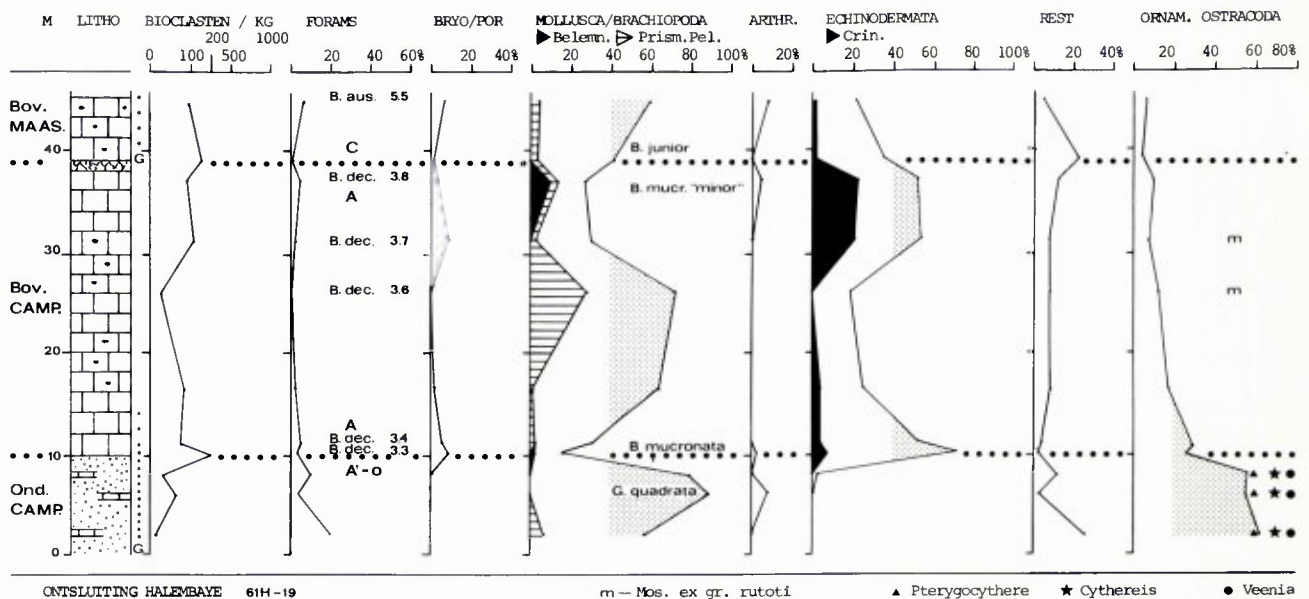
Figuur 8.



Figuur 9.



Figuur 10.



Figuur 11.

Bioclasten

Voor het bioclasten-onderzoek zijn alle monsters van ontsluiting De Dael vergruisd, gemalen en gezeefd volgens de door P.J. FELDER (1982) beschreven methode. Uit de zeeffractie 1-2.4 mm zijn bepaald het aantal bioclasten per kilogram en de procentuele verdeling van zes hoofdgroepen (foraminifera, bryozoa/porifera, mollusca/brachipoda, arthropoda, echinodermata en een restgroep) en van enkele subgroepen (belemnieten, prismatische pelecypoden, crinoiden). De resultaten zijn grafisch weergegeven in figuur 8.

Het aantal bioclasten per kilogram is veelal laag en komt slechts tweemaal boven de 200 exemplaren (monsters 6-7 m en 13-14 m). Dit komt overeen met het beeld in de elf andere hier onderzochte profielen van het Boven-Campanien (fig. 9-19).

Het percentage foraminifera, bryozoa/porifera, arthropoda en restgroep (vooral serpuliden en visresten) is vrijwel steeds laag tot zeer laag. Deze groepen lijken van weinig waarde voor correlatie met andere profielen, althans voor het Boven-Campanien. Met name het percentage grote foraminifera (1-2.4 mm) schommelt zeer sterk tussen de verschillende lokaties. In de meeste monsters overheersen de mollusca/brachipoda, in percenta-

ge meestal gevolgd door de echinodermata. Vergelijking met de andere profielen leert dat deze hoofdgroepen afwisselend de overhand hebben in vrijwel alle bioclasten-associaties.

Voor de correlatie met de overige profielen van het Boven-Campanien zijn de subgroepen belemnieten en prismatische pelecypoden van groot belang. Deze komen om voorshands onbekende redenen of gezamenlijk voor of kunnen elkaars plaats innemen in de bioclasten-associaties. In De Dael komen ze in twee duidelijk van elkaar gescheiden intervals voor (0-7 m en 10-15 m) in zeer lage percentages. In combinatie met de verbreiding van de ostracode "*Xestoleberis*" *bidentata* en het gemiddelde aantal pustulae op de laatste kamer van de foraminifeer *Bolivoides decorata* kunnen deze twee intervals gecorreleerd worden met soms zeer geprononceerde pieken in de percentage-diagrammen van de overige profielen (figuur 20).

Het onderste interval (0-7 m) komt overeen met een gemiddeld aantal pustulae van 3.2 tot 3.3 op de laatste kamer van *B. decorata*. Dit suggereert een correlatie met een veelal kleine piek in het percentage belemnieten en/of prismatische pelecypoden aan de basis van de andere profielen in het Boven-Campanien.

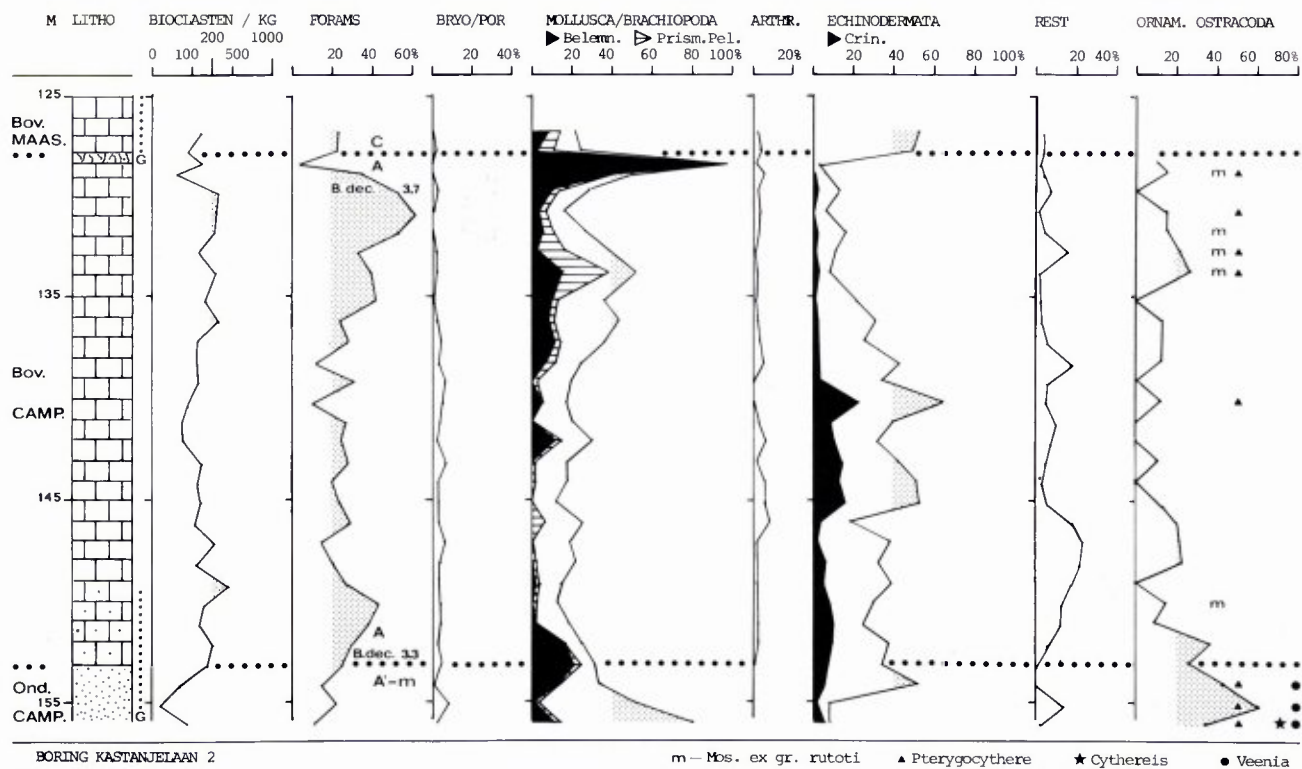
Het bovenste interval (0-15 m) is hier

gecorrleerd met een soms zeer uitgesproken piek halverwege het Boven-Campanien, welke in Halembaye en Beutenaken overeenkomt met een gemiddeld aantal pustulae in *Bol. decorata* van 3.6. Deze piek ligt in KS17 en KS18 precies boven het optreden van "*Xestoleberis*" *bidentata*, een soort die halverwege het interval 10-15 m in De Dael verdwijnt.

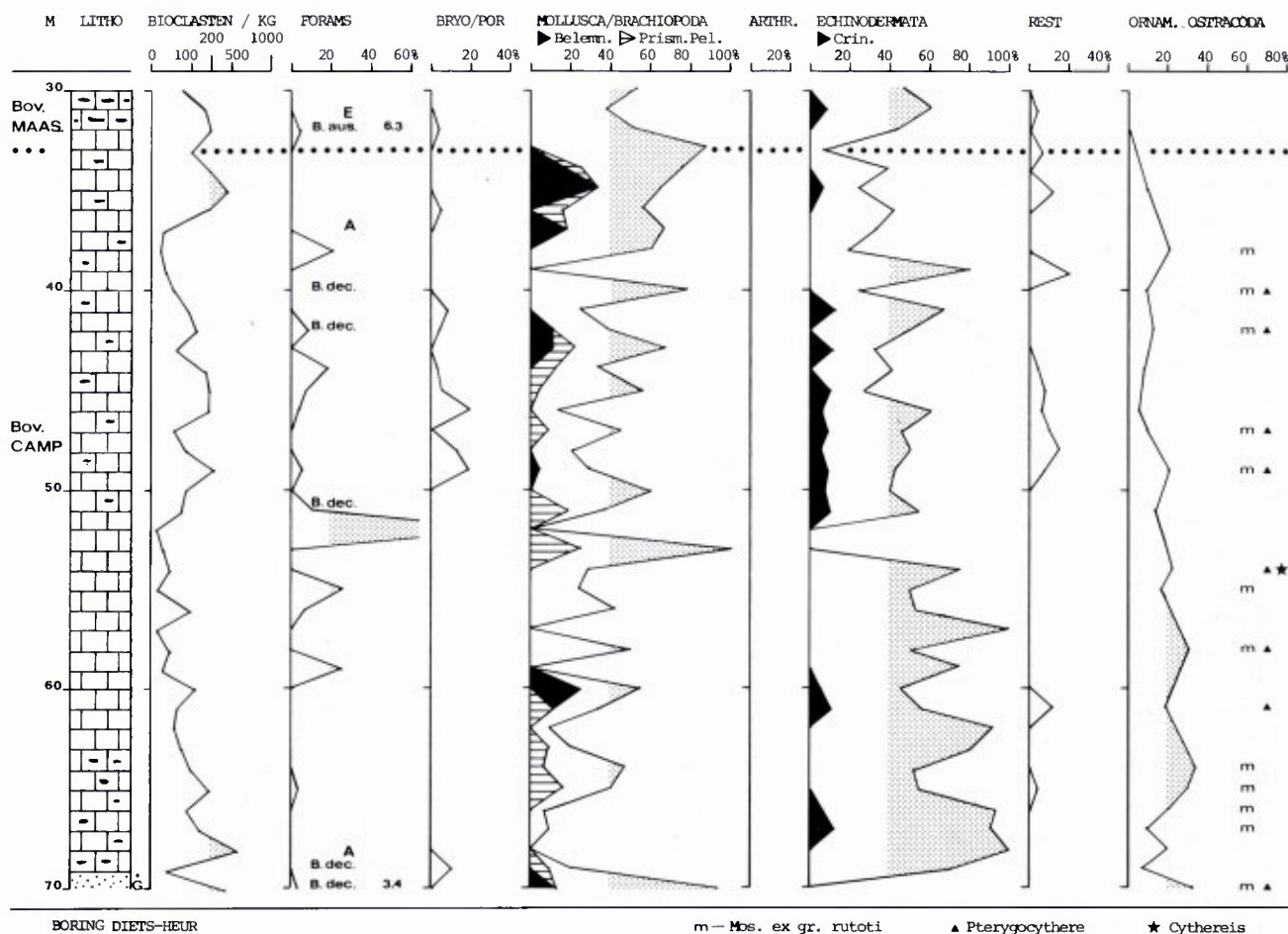
In alle overige profielen kan aan de top van het Boven-Campanien nog een derde piek herkend worden, overeenkomend met een gemiddeld aantal pustulae in *B. decorata* van 3.7 tot 3.8 en in Halembaye gekenmerkt door het optreden van *Belemnitella mucronata* "*minor*". Deze piek is in De Dael niet aangetroffen, waarbij opgemerkt moet worden dat dit veroorzaakt kan zijn doordat de bovenkant van het daar bestudeerde profiel nog onbekend is.

Konklusies

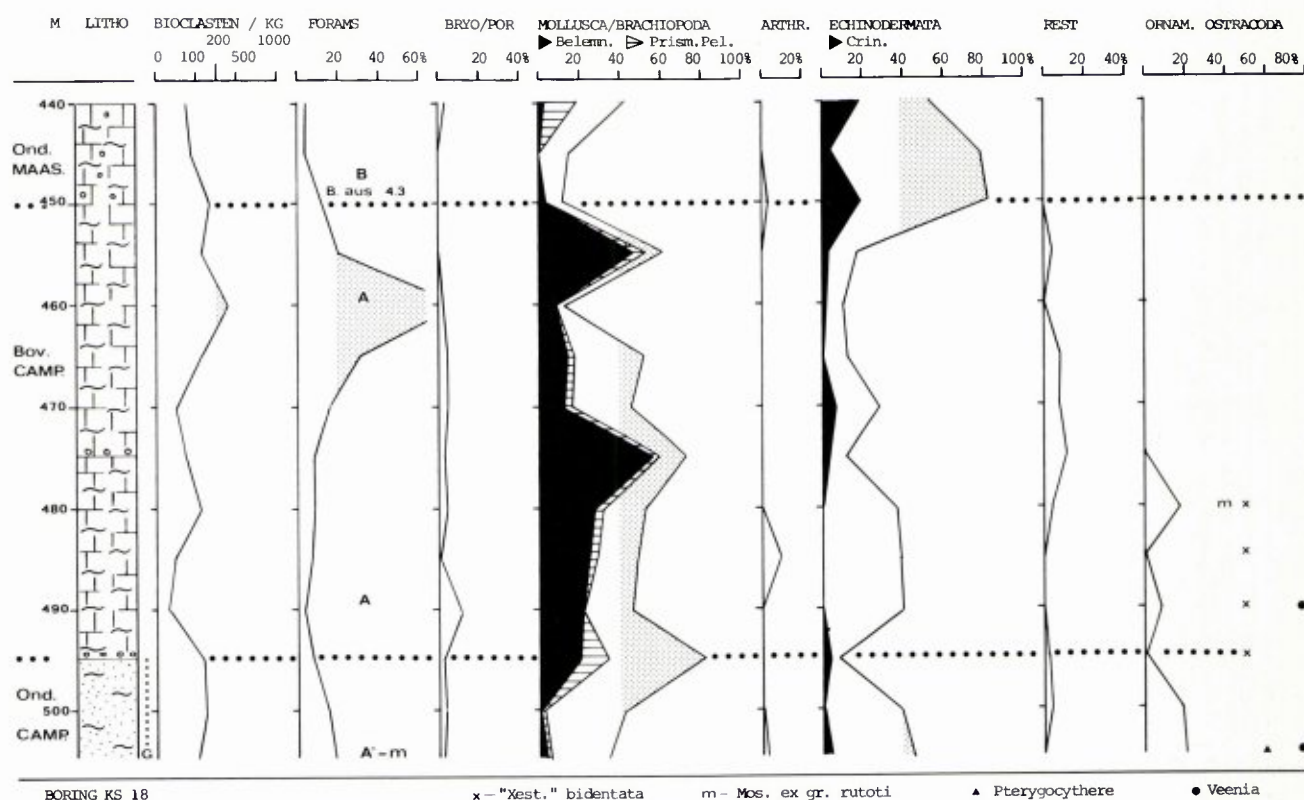
Ontsluiting 62B-241, De Dael, kan op grond van het voorkomen van *Belemnitella mucronata* en "*Pachydiscus stobaei*" vergeleken worden met het onderste deel van het Boven-Campanien van Noord-Duitsland. Een correlatie met de *basiplana/spiniger* zone in het profiel van Lägerdorf is het meest waarschijnlijk.



Figuur 12



Figuur 13.



Figuur 14.

Deze biozone karakteriseert de onderste 7-8 m van de Kalksteen van Zeven Wegen in Halembaye. Op grond van het geringe aantal pustulae op de laatste kamer van *Bolivinoidea decorata* (gemiddeld 3.3 in monster 3.0-3.5 m) kan het interval 0-7 m van De Dael, waarin steeds geringe percentages belemnieten en prismatische pelecypoden zijn aangetroffen, gekorreleerd worden met een soortgelijke laag piek in Halembaye, waar het gemiddeld aantal pustulae in *B. decorata* 3.3-3.4 bedraagt in de onderste meter van de Kalksteen van Zeven Wegen ("craie glauconifère").

Opvallend is dat deze lage belemnieten/prismatische pelecypoden piek in de ontsluiting Zeven Wegen net onder en boven de daar getrokken lithologische grens tussen Zeven Wegen Kalk en Vaalser Groenzand ligt. Het voorkomen van *Hoplitoplacenticeras marroti* in het hoogste deel van het Vaalser Groenzand van deze ontsluiting (Kennedy 1986b) bewijst dat deze piek in het Boven-Campanien valt en dat de biostratigrafische grens tussen

Onder- en Boven-Campanien in Zuid-Limburg niet noodzakelijkerwijze samenvalt met de lithologische grens tussen de Vaals en Gulpen Formatie. Korrelatie met profielen in Noordoost-België suggereert dat dit elders ook (o.a. Diets-Heur, KS17, KS36) niet het geval behoeft te zijn.

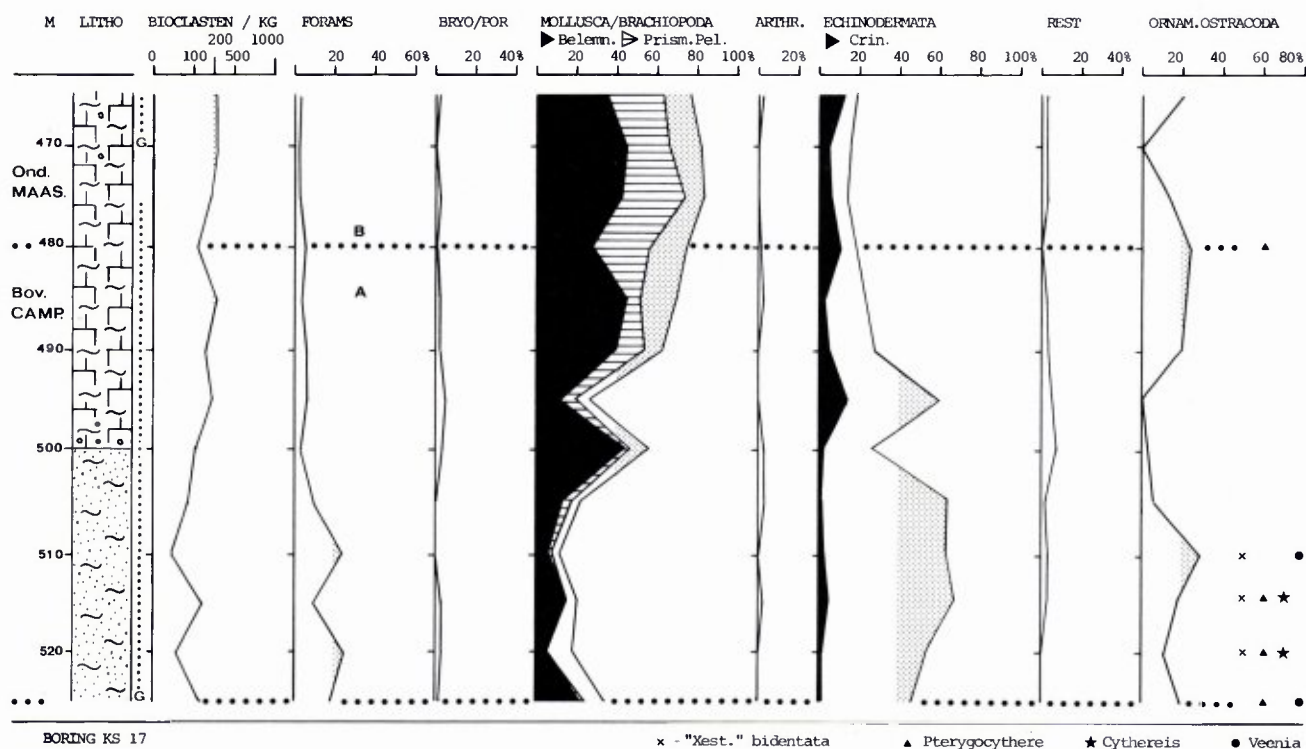
De belemnieten/prismatische pelecypoden piek tussen 10 en 15 m in De Dael komt overeen met het verdwijnen van de ostracode "*Xestoleberis*" *bidentata* (bij 13 m). Deze soort kenmerkt in de Pre-Valkenburg facies het interval tussen de onderste en middelste belemnieten/prismatische pelecypoden piek van het Boven-Campanien (o.a. in KS 17 en KS 18).

Merkwaardig is de belemnieten/prismatische pelecypoden piek rond 38 m in Halembaye, welke gekenmerkt wordt door het optreden van *Belemnites mucronata* "minor". Deze piek kon in De Dael (nog) niet worden teruggevonden, maar is in Halembaye gekarakteriseerd door *B. decorata*

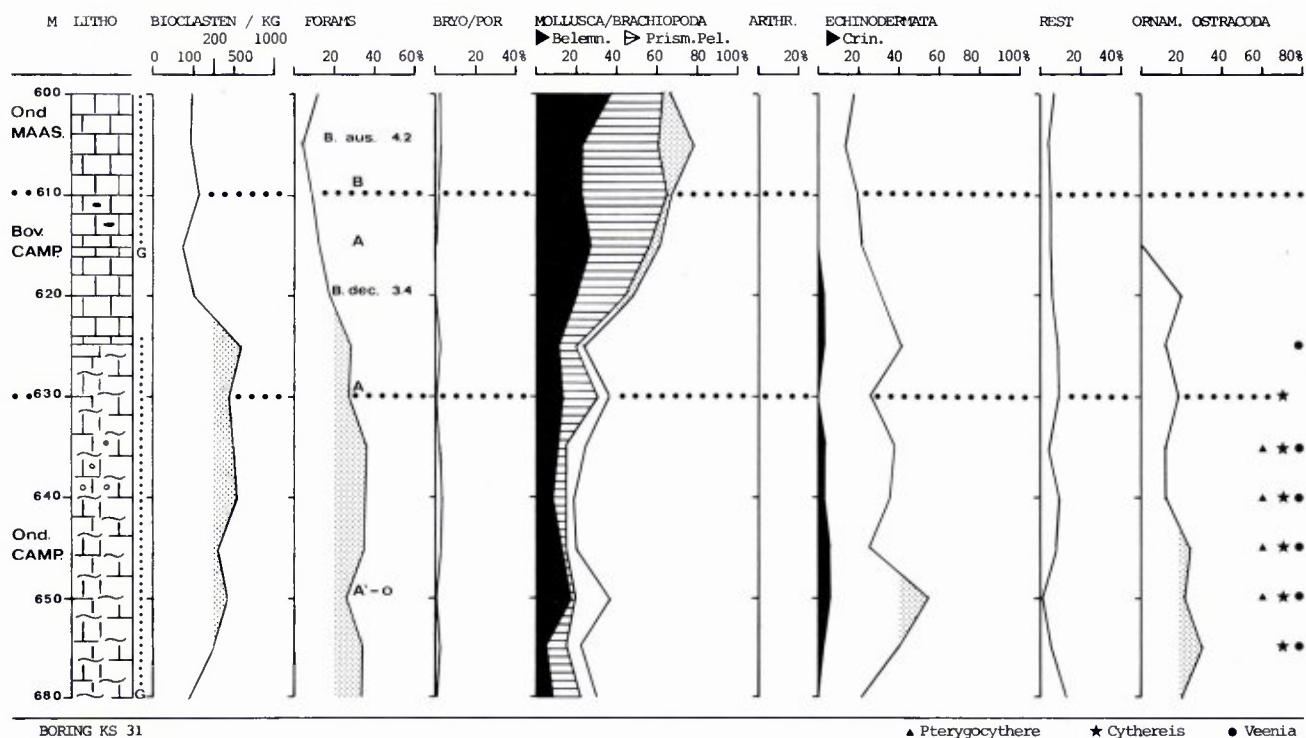
met een gemiddeld aantal pustulae op de laatste kamer van 3.7-3.8. Deze piek kan zonder twijfel gekorreleerd worden met een soortgelijke piek aan de top van het Boven-Campanien in de overige profielen, waaronder Zeven Wegen.

Deze belemnieten/prismatische pelecypoden piek in Zeven Wegen is gescheiden van een vlak erboven liggende piek door een zeer dunne, glauconietrijke kalk met foraminiferen van het Onder-Maastrichtien.

In de praktijk vormen deze twee pieken samen het bekende "belemnieten-kerkhof" van Zeven Wegen dat o.a. in ROBASYNSKI *et al.* (1985) aan de basis van het Boven-Maastrichtien (basis Kalksteen van Vijlen) is geplaatst en "omgewerkte" of "geremaniëerde" belemnieten van het Boven-Campanien en Onder-Maastrichtien zou bevatten. Op grond van de hier vastgestelde korrelatie zijn deze belemnieten-kerkhoven echter "gecondenseerde" afzettingen aan de top van respectievelijk het Boven-Campanien en Onder-Maastrichtien. Vermoe-



Figuur 15.



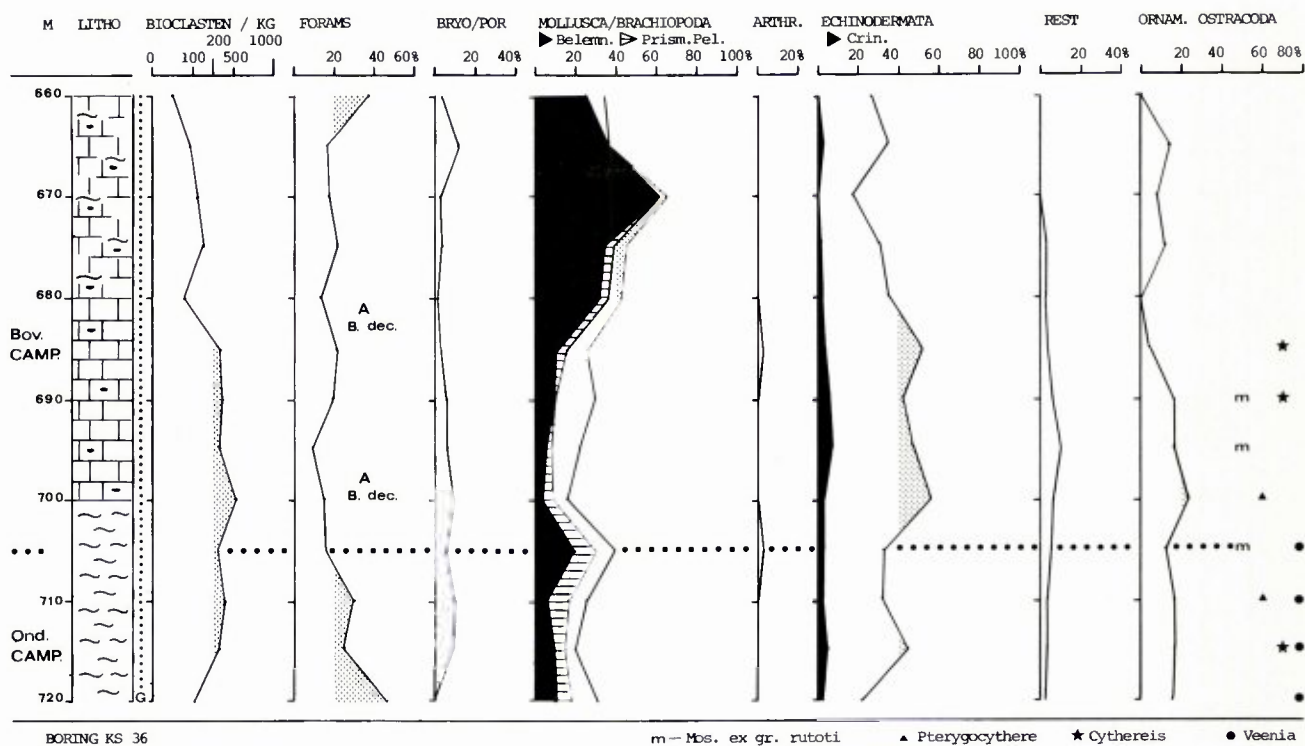
Figuur 16.

delijk werden ze afgezet in zeer ondiep water binnen het bereik van de golfbeweging waardoor het fijne sediment grotendeels werd weggespoeld.

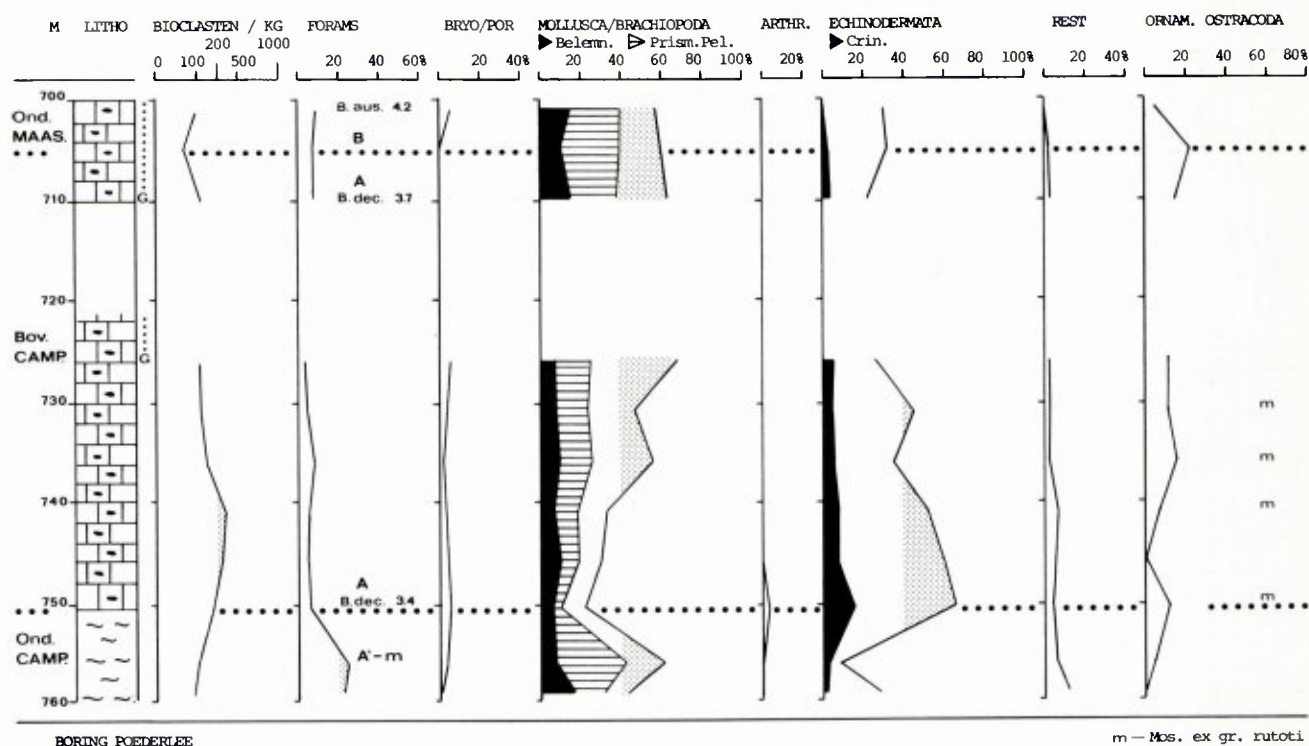
Aangenomen mag worden dat ook el-

ders in het Boven-Krijt van Zuid-Limburg de omwerking van sedimenten een minder grote rol heeft gespeeld dan tot nog toe werd geloofd (o.a. HOFKER 1957, 1966, ROBASZYNSKI et al., 1985).

De hier beschreven korrelaties tonen aan dat er tijdens het Boven-Campaan twee afzettingssmilieus bestonden in het gebied ten zuiden van de Roerdal Graben: in het noordoosten de vaak glauconietrijke, zandige tot kleiï-



Figuur 17.

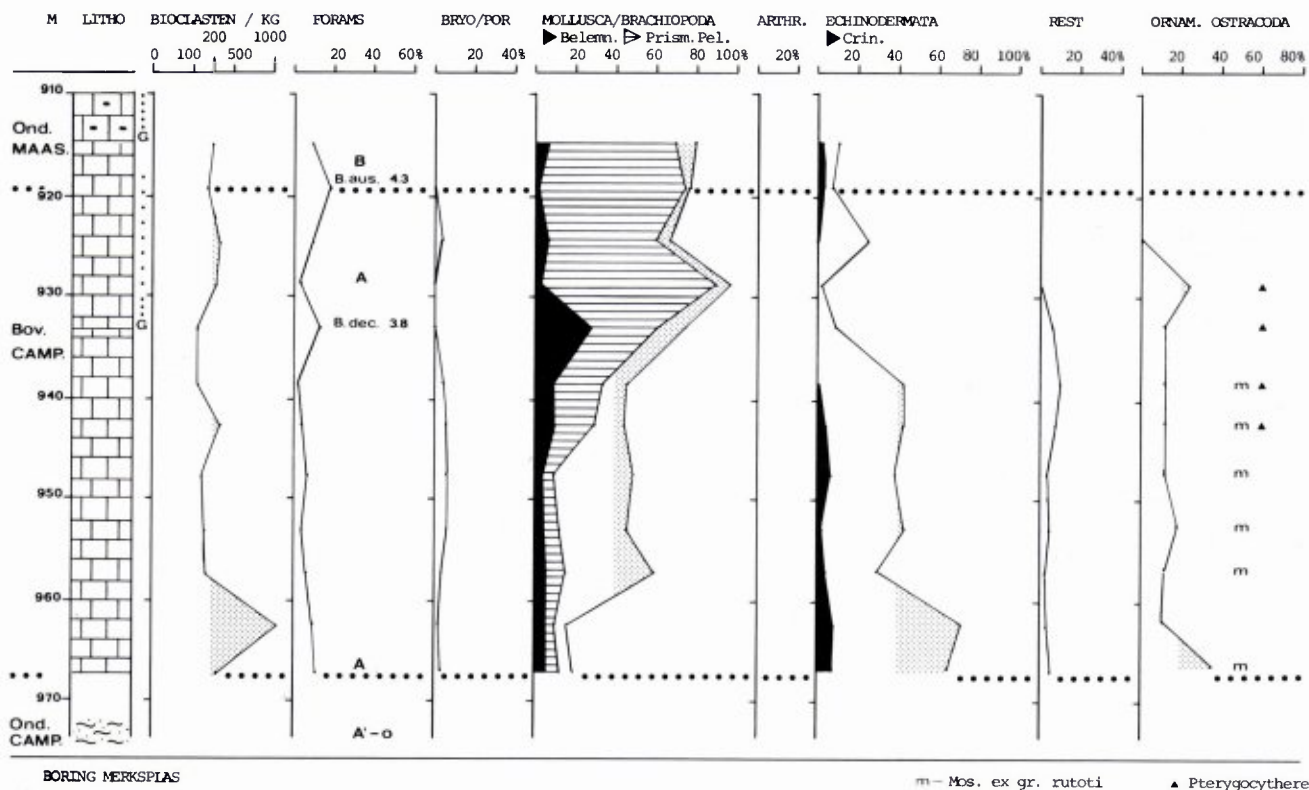


Figuur 18

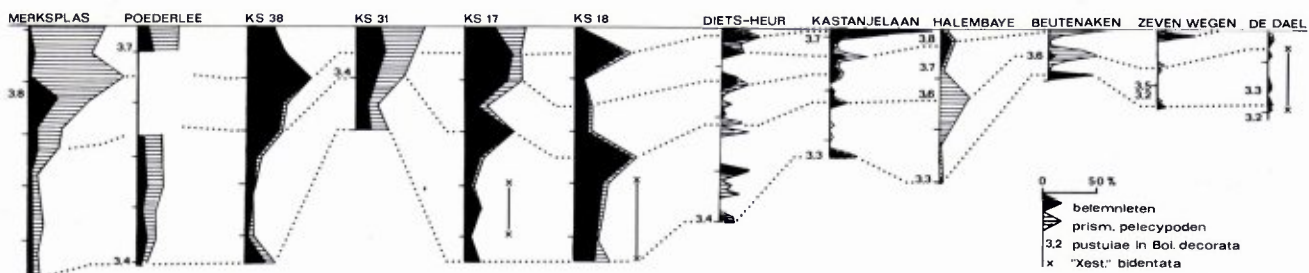
ge, danwel mergelige Pre-Valkenburg afzettingen (P.J. FELDER *et al.*, 1985a, 1985b), en in het zuidwesten de meer glauconietarme, zeer fijnkorrelige Ze-

ven Wegen Kalk (figuur 21). De opvallende verschillen in dikte tussen de verschillende profielen zijn naar alle waarschijnlijkheid veroor-

zaakt door verschillen in de dalings-snelheid van de in relatief kleine blokken opgebroken ondergrond (BLESS *et al.*, 1987).



Figuur 19.

Figuur 20. Korrelatie van het Boven-Campanien in 12 profielen uit Zuid-Limburg en Noord-oost-België met behulp van de percentage-kurven van belemnieten/prismatische pelecypoden, het gemiddeld aantal pustulae op de laatste kamer van *B. decorata*, en het optreden van de ostracode "X," bidentata.

Dankwoord

De in dit artikel beschreven belemnieten en ammonieten werden verzameld en/of voor studie ter beschikking gesteld door de heren A.F.L. Blezer (Ubachsberg), W.M. Felder (Vijlen), J.H.J.G. Kerckhoffs (Ubachsberg) en H.J. Vlieks (Simpelveld). W.K. Christensen (Kopenhagen) en W.J. Kennedy (Oxford) hebben waardevolle adviezen gegeven voor de determinatie van deze cephalopoden. W.J. Felder maakte met de zeer gewaardeerde toestemming van Medtronic BV te Kerkrade de stereoscanning foto's van de ostracoden. Het bereiden van de ruim 200 hier onderzochte monsters van het werk van de heer L. Boonen (Natuurhistorisch Museum Maastricht). Meij M.A.M. Willard (Eisloo) was verantwoordelijk voor de hier gebruikte gegevens van de boringen KS31 en KS36. Aan al deze personen zijn de auteurs oprechte dank verschuldigd.

Summary

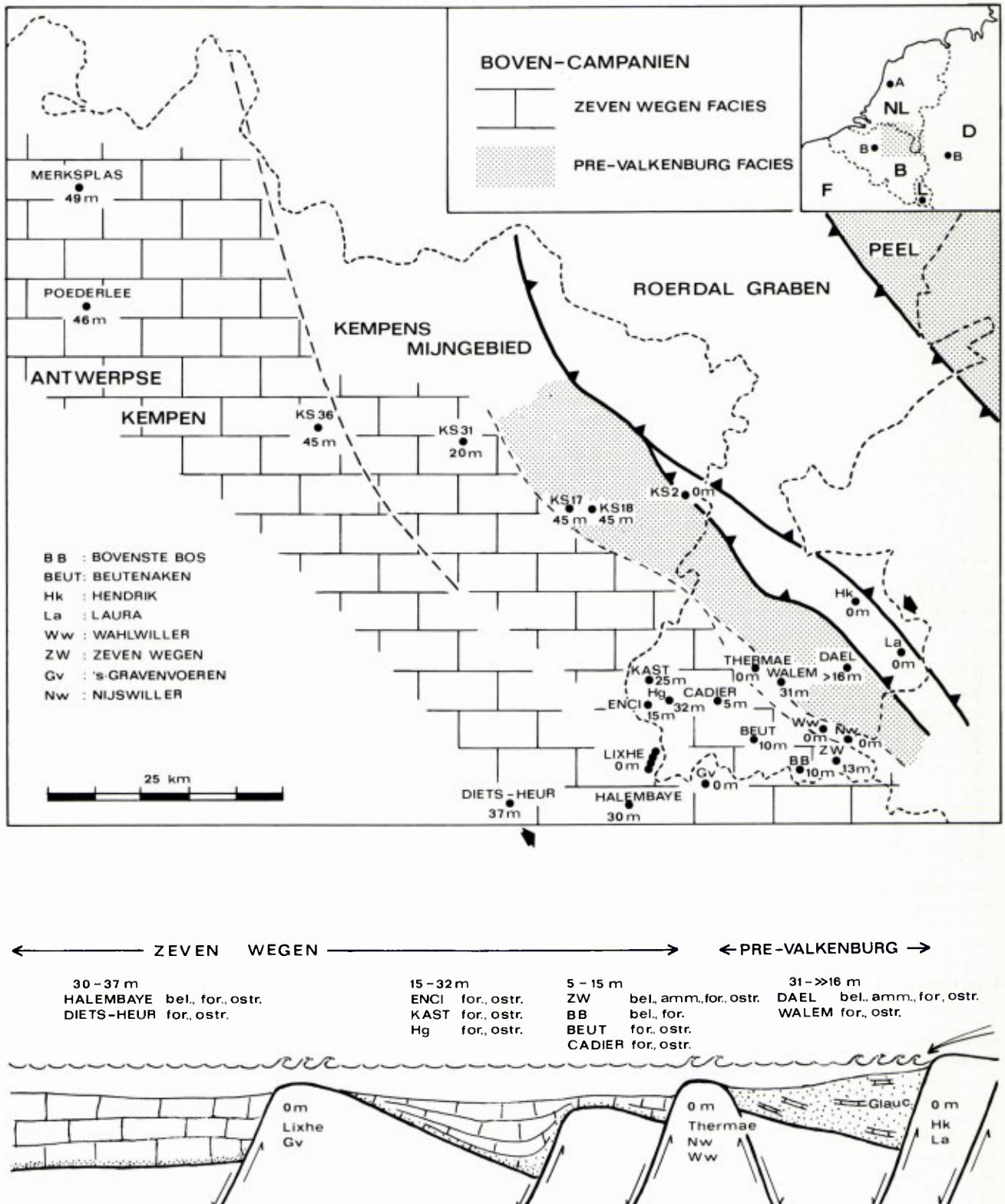
Upper Campanian in South-Limburg (Netherlands) and NE Belgium

Upper Campanian sediments are more widely distributed in South-Limburg (SE Netherlands) and NE Belgium than was believed hitherto. Especially in a narrow zone along the southern border of the Rur Valley Graben these sediments do not consist of white chalk (Zeven Wegen Chalk) but of frequently glauconite-bearing sandy to clayey marls (Pre-Valkenburg deposits). This lateral variation in lithofacies had already been proposed by P.J. Felder et al. (1985a, 1985b). This has now been confirmed by the recognition of *Belemnites mucronata* and "*Pachydiscus stobaei*" in the so-called "Benzenrade sandy chalk" of outcrop 62B-241 at De Dael (Ubachsberg). The Benzenrade sandy chalk has formerly been included in the Upper Hervian or Vaals Formation and was believed to be of early Campanian age. Revision of this and eleven other sections in South-Limburg and NE Belgium by using foraminifera, ostracodes and bioclast assemblages had yielded a detailed correlation between the same. Rapid lateral changes in thickness and lithology seem to have been caused by differential subsidence rates of the block-faulted basement.

ded in the Upper Hervian or Vaals Formation and was believed to be of early Campanian age. Revision of this and eleven other sections in South-Limburg and NE Belgium by using foraminifera, ostracodes and bioclast assemblages had yielded a detailed correlation between the same. Rapid lateral changes in thickness and lithology seem to have been caused by differential subsidence rates of the block-faulted basement.

Literatuur

- ATABEKIAN, A.A., 1979. Correlation of the Campanian Stage in Kopetdag and Eastern Europe. In: J. Wiedmann (red.), Aspekten der Kreide Europas, IUGS Series A, 6 : 511-526.
- BIRKELUND, T., 1957. Upper Cretaceous belemnites from Denmark. Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk. 9 (1) : 1-69.
- BLASZEWICZ, A., 1979. Stratigraphie du Campanien et du Maastrichtien de la Vallée de la Vistule



Figuur 21. Verbreiding van lithofacies van het Boven-Campanien in Noordoost-België en Zuidoost-Nederland. Tengevolge van "inversie" was de huidige Roerdal Graben toen een eiland met een laag reliëf, vanwaar zand en klei in de kunstnabije delen van de omringende zee spoelden. Het ZW-NO verlopende dwarsprofiel (zie zwarte pijlen voor oriëntatie) toont een palinspastische rekonstruktie van de blokbewegingen van de ondergrond tijdens deze periode. Deze bewegingen zijn afgeleid uit de verschillen in dikte en lithofacies van de Boven-Campanien sedimenten. Achter de namen van de voor deze rekonstruktie gebruikte profielen is aangegeven op basis van welke fossielgroepen de Boven-Campanien ouderdom is bepaald.

- Moyenne à l'aide d'Ammonites et de Belemnites. In: J. WIEDMANN (red.). Aspekten der Kreide Europas, IUGS Series A, 6 : 473-485.
- BLASZKIEWICZ, A., 1980. Campanian and Maastrichtian ammonites of the middle Vistula River valley, Poland: a stratigraphic-paleontological study. Pr. Inst. Geol. 92 : 1-63.
- BLESS, M.J.M., P.J. FELDOR en J.P.M. TH. MEESSEN, 1983. Ostracoden uit het Boven-Krijt van Zuid-Limburg als milieu-indicatoren. Natuurhist. Maandbl., 72 (9) : 158-164.
- BLESS, M.J.M., P.J. FELDOR en J.P.M. TH. MEESSEN, 1987. Late Cretaceous sea level rise and inversion: their influence on the depositional environment between Aachen and Antwerp. Ann. Soc. Géol. Belgique, 109 (2) : 333-355.
- CHRISTENSEN, W.K. 1975. Upper Cretaceous belemnites from the Kristianstad area in Scania. Fossils and Strata 7 : 69 pp.
- CHRISTENSEN, W.K., 1976. Palaeobiogeography of Late Cretaceous belemnites of Europe. Paläont. Z. 50 (3/4) : 113-129.
- CHRISTENSEN, W.K., 1986. Upper Cretaceous belemnites from the Vomb Trough in Scania, Sweden. Sver. geol. Unders. Ca 57 : 1-57.
- CHRISTENSEN, W.K., G. ERNST, F. SCHMID, M.G. SCHULZ and C.J. WOOD, 1975. *Belemnites mucronata mucronata* (Schlottheim, 1813) from the Upper Campanian: Neotype, biometry, comparisons and biostratigraphy. Geol. Jb., A 28 : 27-57.
- COBBAN, W.A. and G.R. SCOTT, 1964. Multinodose Scaphitid Cephalopods from the Lower Part of the Pierre Shale and Equivalent Rocks in the Conterminous United States. Prof. Pap. U.S. geol. Surv. 483-E: 13 pp.
- DEROO, G., 1966. Cytheracea (Ostracodes) du Maastrichtien de Maastricht (Pays-Bas) et des régions voisines: résultats stratigraphiques et paléontologiques de leur étude. Meded. Geol. Stichting, Ser. C 46 : 1-187.
- ERNST, G., 1963a. Stratigraphische und gesteinschemische Untersuchungen im Santon und Campan von Lägerdorf (SW-Holstein). Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg 32 : 71-127.
- ERNST, G., 1963b. Zur Feinstratigraphie und Biostratonomie des Obersanton und Campan von Misburg und Höver bei Hannover. Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg 32 : 128-147.
- ERNST, G., 1967. Über Fossilnester in *Pachydiscus*-Gehäusen und das Lagenvorkommen von Echiniden in der Oberkreide NW-Deutschlands. Paläont. Z. 41 (3/4) : 211-229.
- ERNST, G., 1975. Stratigraphie. Fauna und Sedimentologie der Oberkreide von Misburg und Höver bei Hannover (Exkursionsführer). Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg 44 : 69-97.
- ERNST, G. and F. SCHMID, 1980. The Upper Cretaceous of central and eastern Lower Saxony. In: T. BIRKELUND & R.G. BROMLEY (eds.) The Upper Cretaceous and Danian of NW Europe. 26 th Int. Geol. Congr., Paris 1980, Guide to excursion A-69 : 83-113.
- FELDER, P.J., M.J.M. BLESS, R. DEMYTENAERE, M. DUSAR, J.P.M. TH. MEESSEN and F. ROBASYNSKI, 1985a. Upper Cretaceous to early Tertiary deposits (Santonian-Paleocene) in northeastern Belgium and South Limburg (the Netherlands) with reference to the Campanian-Maastrichtian. Min. Econ. Zaken, Adm. Mijnen, Geol. Dienst België, Prof. Pap. 214 : 1-151.
- FELDER, P.J., M.J.M. BLESS en J.P.M. TH. MEESSEN, 1985b. Bioklasten, ostracoden en foraminiferen in het Campanien en Maastrichtien van Zuid-Limburg en Noord-Oost België. Grondboor en Hamer, 39 (6) : 163-198.
- FELDER, W.M., 1975. Lithostratigraphie van het Boven-Krijt en Dano-Montien in Zuid-Limburg en het aangrenzende gebied. Toelichting bij de geologische overzichtskaarten van Nederland. Rijks Geologische Dienst Haarlem: 63-72.
- GIERS, R., 1964. Die Grossfauna der Mukronatenkreide (unteres Obercampan) im östlichen Münsterland. Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf. 7: 213-294.
- GROSSOUVRE, A. OE, 1894. Recherches sur la craie supérieure, 2. Paléontologie. Les ammonites de la craie supérieure. Mém. Serv. Carte géol. dét. Fr.: 264 pp.
- HOFKER, J., 1957. Foraminifera of the Dutch Heronian. Meded. Geol. Stichting, N.S. 10 : 19-34.
- HOFKER, J., 1966. Maastrichtian, Danian and Paleocene foraminifera. Palaeontographica, suppl. 10 (1-2) : 1-376.
- JAGT, J.W.M., in voorber. a. Stratigraphy and fauna of the Gulpen Formation (Campanian-Maastrichtian) in the CPL quarry at Haccourt, Liège (Belgium).
- JAGT, J.W.M., in voorber. b. The stratigraphic significance of late Campanian cephalopods from eastern South Limburg, The Netherlands.
- JAGT, J.W.M. en H.L. BONGAERTS, 1986. Opmerkingen over enkele echiniden uit het Onder- en Boven-Campanien in de groeve CPL (Haccourt, B.). Grondboor en Hamer 40 (2) : 45-61.
- JELETZKY, J.A., 1951. Die Stratigraphie und Belemnitenfauna des Obercampan und Maastricht Westfalens, Nordwestdeutschlands und Dänemarks, sowie einige allgemeine Gliederungs-Probleme der jüngeren borealen Oberkreide Eurasiens. Beih. Geol. Jb. 1 : 142 pp.
- KENNEDY, W.J., 1984. Ammonite faunas and the 'standard zones' of the Cenomanian to Maastrichtian Stages in their type areas, with some proposals for the definition of stage boundaries by ammonites. Bull. geol. Soc. Denmark 23 : 147-161.
- KENNEDY, W.J., 1986a. The ammonite fauna of the Calcaire à *Baculites* (Upper Maastrichtian) of the Cotentin Peninsula (Manche, France). Palaeontology 29 (1) : 25-83.
- KENNEDY, W.J., 1986b. The Campanian-Maastrichtian ammonite sequence in the environs of Maastricht (Limburg, the Netherlands), Limburg and Liège provinces (Belgium). Newsl. Stratig. 16 (3) : 149-168.
- KHOSROVSHAHIAN, R., 1972. Feinstratigraphische und faziesanalytische Untersuchungen in Campan von Misburg bei Hannover. Diss. Technische Universität Braunschweig : 84 pp.
- KONGIEL, R., 1962. On belemnites from Maastrichtian, Campanian and Santonian sediments in the Middle Vistula valley (Central Poland). Prace Muz. Ziemi 5 : 3-140.
- MOBERG, J.C., 1885. Cephalopoderna i Sveriges KriSYSTEM. II. Artsbeskrifning. Sver. geol. Unders., Avh. C 73 : 1-65.
- NAIDIN, D.P., 1969. Biostratigraphie und Paläogeographie der Oberen Kreide der Russischen Tafel. Geol. Jb. 87 : 157-186.
- NAIDIN, D.P., 1979. Vergleichende Stratigraphie der Oberen Kreide der Russischen Tafel und Westeuropa. In: J. WIEDMANN (red.). Aspekten der Kreide Europas, IUGS series A, 6 : 497-510.
- NILSSON, S., 1827. Petrificata Suecana formationis cretaceae, descripta et iconibus illustrata. Pars Prior, Vertebrata et Mollusca sistens. Londini Gothorum, Berling: 39 pp.
- NOWAK, J., 1914. Untersuchungen über die Cephalopoden der oberen Kreide in Polen. III. Teil. Bull. int. Acad. Sci. Cracovie, Cl. Sci. math. nat., B, Sci. nat. (Année 1913) : 335-415.
- ROBASZYNSKI, F., M.J.M. BLESS, P.J. FELDOR, J.C. FOUCHER, O. LEGOUX, H. MANIVIT, J.P.M. TH. MEESSEN en L.A. VAN DER TUUK, 1985. The Campanian-Maastrichtian boundary in the chalk facies close to the type-Maastrichtian area. Bull. Centres Rech. Expl. Prod. Elf-Aquitaine, 9 (1) : 1-113.
- RUMMELEN, F.H. VAN, 1923. Verslag der geologische excursie, op 1 augustus i.l. Natuurhist. Maandbl. 12 (8) : 36-37; (9) : 42-45.
- SCHUIJSMA, E., 1946. The foraminifera from the Hervian (Campanian) of Southern Limburg. Meded. Geol. Stichting, Ser. C-V-7 : 1-174.
- SCHLÜTER, C., 1871-1876. Cephalopoden der oberen deutschen Kreide. Palaeontographica 21 : 1-24, pl. 1-8 (1871); 21 : 25-120, pl. 9-35 (1872); 24 : 1-144 (121-164) + x, pl. 36-55 (1876).
- SCHLÜTER, C., 1876. Verbeitung der Cephalopoden in der oberen Kreide Norddeutschlands. Z. dt. geol. Ges. 28 (3) : 457-518.
- SCHMID, F. und G. ERNST, 1975. Ammoniten aus dem Campan der Lehrter Westmulde und ihre stratigraphische Bedeutung. 1. Teil: *Scaphites*, *Bostrychoceras* und *Hoplitoplacenticeras*. Ber. Naturhist. Ges. Hannover 119 : 315-359.
- SCHULZ, M.-G., 1978. Zur Litho- und Biostratigraphie des Obercampan-Untermaastricht von Lägerdorf und Krons Moor (SW-Holstein). Newsl. Stratigr. 7 : 73-89.
- SCHULZ, M.-G., 1979. Morphometrisch-variationsstatistische Untersuchungen zur Phylogenie der Belemniten-Gattung *Belemnella* im Untermaastricht NW-Europas. Geol. Jb. A 47 : 3-157.
- SCHULZ, M.-G., 1982. Erster Nachweis der Belemniten-gattung *Belemnella* (*B. pulchra* n.sp.) im mittleren Untermaastricht NW-Deutschlands. Geol. Jb. A 61 : 279-293.
- SCHULZ, M.-G., 1985. Die Evolution der Echiniden-Gattung *Galerites* im Campan und Maastricht Norddeutschlands. Geol. Jb. A 80 : 3-93.
- SCHULZ, M.-G. et al., 1984. Coniacian to Maastrichtian stage boundaries in the standard section for the Upper Cretaceous white chalk of NW Germany (Lägerdorf-Krons Moor-Hemmoor): Definitions and proposals. Bull. geol. Soc. Denmark 33 : 203-215.
- SHARPE, D., 1853-1857. Description of the fossil remains of Mollusca found in the Chalk of England. Palaeontogr. Soc. (Monogr.): 1-26, pl. 1-9 (1853); 27-36, pl. 11-16 (1855); 37-68, pl. 17-27 (1857).
- STENZEL, H.B., 1971. Oysters. In: R.C. MOORE (red.). Treatise on Invertebrate Paleontology. part N, Mollusca 6, Bivalvia 3: N 954-N 1224.
- UHLNBROEK, G.D., 1912. Het Krijt van Zuid-Limburg. Toelichting bij eene geologische kaart van het Krijt-gebied van Zuid-Limburg. Rijksopsp. Delfstoffen over 1911 : 48-57.
- WEIJDEN, W.J.M. VAN DER, 1943. Die Macrofauna der Hervenschen Kreide mit besonderer Berücksichtigung der Lamellibranchiaten. Meded. Geol. Stichting, Ser. C C-IV-2 (1): 1-139.