KONINKRIJK BELGIE

MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

Administratie der Mijnen - Geologische Dienst van België Jennerstraat, 13 1040 Brussel

# DE STEENKOOLVERKENNINGSBORING GRUITRODE - OPHOVENDERHEIDE (Boring 172 van het Kempens Bekken) Kaartblad Opoeteren, 63E 224

door

M. DUSAR, M.J.M. BLESS, G. BORREMANS, K. BURGER, J. DE LOOSE, M. FAIRON-DEMARET, P.J. FELDER, F. GULLENTOPS, LIE SUN FAN, Ph. MUCHEZ, E. PAPROTH, P. PIERART, H.G. ROSSA, A. SMOLDEREN, Y. SOMERS, E. STEURBAUT, M. STREEL, W. VIAENE, H. WITTE, L. WOUTERS.

Voorwoord door J. BOUCKAERT

# PROFESSIONAL PAPER 1987/3 Nr 230

## BELGISCHE GEOLOGISCHE DIENST - PROFESSIONAL PAPER 1987/3 - N°230

## DE STEENKOOLVERKENNINGSBORING GRUITRODE-OPHOVENDERHEIDE (Boring 172 van het Kempens Bekken)

#### Kaartblad Opoeteren, 63E 224

Door M. Dusar<sup>1</sup>, M.J.M. Bless<sup>2</sup>, G. Borremans<sup>3</sup>, K. Burger<sup>4</sup>, J. De Loose<sup>1-3</sup>, M. Fairon-Demaret<sup>5</sup>, P.J. Felder<sup>2</sup>, F. Gullentops<sup>3</sup>, Lie Sun Fan<sup>1</sup>, Ph. Muchez<sup>6-11</sup>, E. Paproth<sup>7</sup>, P. Pierart<sup>8</sup>, H.G. Rossa<sup>9</sup>, A. Smolderen<sup>3</sup>, Y. Somers<sup>10</sup>, E. Steurbaut<sup>12</sup>, M. Streel<sup>5</sup>, W. Viaene<sup>6</sup>, H. Witte<sup>9</sup>, L. Wouters<sup>3</sup>

Voorwoord door J. Bouckaert

- 1. Belgische Geologische Dienst
- 2. Natuurhistorisch Museum Maastricht
- 3. Historische Geologie, K.U.Leuven
- 4. Ruhrkohle AG, Zeche Consolidation, Essen
- 5. Paléobotanique et paléopalynologie, U. Liège
- 6. Fysicochemische Geologie, K.U.Leuven
- 7. Geologisches Landesamt Nordrheinland-Westfalen, Krefeld
- 8. Service de Biologie, U.E.Mons
- 9. Prakla-Seismos AG, Hannover
- 10. Iniex, Liège
- 11. Aspirant NFWO
- 12. Paleontologie, R.U.Gent

# INHOUDSTAFEL

\* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \* \*

		DIZ III
	Samenvatting, Résumé, Zusammenfassung, Summary	. 1
0.	Voorwoord	5
1.	Inleiding	9
1.1.	Ligging	9
1.2.	Technische beschrijving	11
1.2.1.	Aanneming	. 11
1.2.2.	Operatieschema	11
1.2.3.	Boorvooruitgang en gasanalyse	16
1.2.4.	Boorgatmetingen	16
1.2.5.	Temperatuur	17
1.2.6.	Samenvatting	17
1.3.	Geologische verantwoording	38
1.3.1.	Opzet	38
1.3.2.	Prognoses	40
2.	Dekterreinen	43
2.1.	Inleiding	43
2.1.1.	Onderverdeling	43
2.1.2.	Beschrijving der spoelmonsters	43
2.1.3.	Voorlopige lithostratigrafische onderverdeling	45
2.1.4.	Voorlopige chronostratigrafische onderverdeling	46
2.2.	Krijt	47
2.2.1.	Stratigrafische interpretatie van de boormonsters	47
2.2.2.	Studie van kalkschalig nannoplankton	56
2.2.2.1.	Probleemstelling	56
2.2.2.2.	Evaluatie van de nannoplankton-associaties	56
2.2.2.3.	Algemene beschouwingen	57

-1-

D1

2.3.	Trias	59
2.3.1.	Vergruisd interval (681-762 m)	59
2.3.2.	Gekernd interval (762-832 m) : a terminal fan model	. 59
2.3.2.1.	Introduction	59
2.3.2.2.	Facies	60
2.3.2.3.	Interpretation	63
2.3.2.4.	Discussion	64
2.4.	Perm	83
2.4.1.	Sedimentpetrografie	83
2.4.1.1.	Inleiding	83
2.4.1.2.	Macroscopische waarnemingen	83
2.4.1.3.	Microscopische waarnemingen	83
2.4.1.4.	Sedimentologische evolutie	84
2.4.2.	Lithogeochemie	84
2.4.2.1.	Methodiek	84
2.4.2.2.	Frequentiecurven	87
2.4.2.3.	Correlatiematrix	88
2.4.2.4.	Factoranalyse	89
2.4.2.5.	Discussie	91
2.5.	Biostratigrafie van het Permo-Trias	91
2.5.1.	Flora	91
2.5.1.1.	Palynologie	91
2.5.1.2.	Megaflora	92
2.5.2.	Conodonten	93
3.	Steenkoolterrein	97
3.1.	Onderverdeling	97
3.2.	Voorstelling	98
3.3.	De Zandsteen van Neeroeteren	116
3.3.1.	Kernbeschrijving	116
3.3.2.	Faciesanalyse	116
3.3.2.1.	Inleiding	116
3.3.2.2.	Classificatie	116
3.3.2.3.	Discussie	116

3.3.3.	Paleostroomrichting	136
3.3.4.	Paleogeografische situering	139
3.4.	Tonstein	141
3.4.1.	Inleiding	141
3.4.2.	Ergebnis der petrographischen Untersuchungen	141
3.4.3.	Mikroskopische Dünnschliff Untersuchungen	142
3.4.3.1.	Kohlentonstein aus 1282.19 m Teufe	142
3.4.3.2.	Kohlentonstein aus 1349.60 m Teufe	143
3.4.3.3.	Kohlentonstein aus 1427.00 m Teufe	144
3.4.3.4.	Kohlentonstein aus 1477.10 m Teufe	145
3.4.3.5.	Kohlentonstein aus 1488.66 m Teufe	146
3.5.	Paleontologie	166
3.5.1.	Megaflora	166
3.5.2.	Megasporen	173
3.5.3.	Miosporen	175
3.5.4.	Mollusken	176
3.5.5.	Arthropoda	177
3.5.5.1.	Merostomata	177
3.5.5.2.	Ostracoda	179
3.5.6.	Visresten	181
4.	Structuur	187
5.	De steenkoollagen	188
5.1.	Kolengehalte	188
5.2.	Steenkoolanalyses	209
5.3.	Inkoling	218
5.4.	Correlaties van koollagen	224
6.	Referenties	228

-III-

#### LIJST DER FIGUREN

#### \* \* \* \* \* \* \* \* \* \*

- Fig. 1 : Lokalisatiekaart inplanting der boring
- Fig. 2 : Dagelijkse boorvooruitgang
- Fig. 3 : Technisch boorschema (a b)
- Fig. 4 : Correlatie boorvooruitgang (ROP), litholog en gammastraling (17 blz)
- Fig. 5 : continuous verticality analysis (BPB), interval 766-980 m
- Fig. 6 : Rig time distribution well 172; rig time distribution well 169 vs well
- Fig. 7 : Doorsnede seismisch profiel
- Fig. 8 : Tijd-diepte omzetting volgens seismisch profiel

Fig. 9 : Krijt - aantal bioklasten per kg monstermateriaal

- Fig. 10 : Krijt foraminiferen
- Fig. 11 : Krijt porifera-bryozoa
- Fig. 12 : Krijt mollusca/brachiopoden
- Fig. 13 : Krijt echinodermata
- Fig. 14 : Krijt restgroep (serpuliden)
- Fig. 15 : Krijt correlaties
- Fig. 16 : Krijt geologische interpretatie
- Fig. 17 : Detailed lithological and sedimentological description of the Permo Triassic cored section (13 blz)
- Fig. 18 : Permo-Triassic facies distribution (3 blz)
- Fig. 19 : Sketch diagram of sedimentary facies distribution
- Fig. 20 : Stratigraphic distribution of the conodonts in the Gruitrode-Ophovenderheide 172 borehole
- Fig. 21 : Litholog kernboring (17 blz)
- Fig. 22 : Sedimentpetrografische beschrijving van de Neeroeteren Zandsteen(11b1z)
- Fig. 23 : Overzichtslog van de Zandsteen van Neeroeteren
- Fig. 24 : Paleostroming-rozen an boring 172 en 161

Fig. 25 : Megaflora distributie (4 blz)

Fig. 26 : Arthropoden

Fig. 27 : visresten

Fig. 28 : Isohypsen kaart basis Krijt

Fig. 29 : Isohypsen kaart basis Permo-Trias

Fig. 30 : Isohypsen kaart basis Neeroeteren-Zandsteen

Fig. 31 : Isohypsen kaart basis Tonstein Nibelung

Fig. 32 : Isohypsen kaart basis marien niveau van Maurage (Aegir)

Fig. 33 : Inkoling

Fig. 34 : Maceraal samenstelling

Fig. 35 : Reflectiviteitsmetingen Zechstein en Neeroeteren Zandsteen

Fig. 26 : Overzichtsschema correlaties Karboon.

#### LIJST DER TABELLEN

\* \* \* \* \* \* \* \* \* \*

Tabel 1 : Boringen 169 en 172 te Gruitrode; vergelijking van tijdsgebruik

Tabel 2 : Permo-Triassic facies distribution

Tabel 3 : Geochemische analysen Zechstein

Tabel 4 : Factor analyse van de geochemische analysen

Tabel 5 : Chart showing correlation of conodont CAI and vitrinite reflectance

Tabel 6 : Lithofacies types en sedimentaire structuren van oude en moderne verwilderde rivieren

Tabel 7 : Paleostroomrichting

Tabel 8 : Megasporen distributie

Tabel 9 : Lijst der koollagen

Tabel 10 : Technische reserves

Tabel 11 : Potentieel ontginbare koollagen

Tabel 12 : Samenvatting steenkoolreserves

Tabel 13 : Proximaal analyse

Tabel l'4 : Ultimaat analyse

Tabel 15 : Zwavel

Tabel	16	:	Calorisch vermogen en zwellingsindex
Tabel	17	:	Dilatometrie en ECE classificatie
Tabel	18	:	Maceraal analyse en vitriniet-reflectiviteit
Tabel	19	:	Microlithotypes

#### LIJST DER TAFELS

\* \* \* \* \* \* \* \*

Tafel	0	: Neeroeteren Zandsteen, Lithofacies types en sedimentaire
		structuren
Tafel	Ia + b	: Kohlentonsteine, übersicht zum Gefüge und Mineralbestand
Tafel	ΊI	: Odin - Kohlentonstein aus 1282.20 m Teufe
Tafel	III+IV	: Nibelung (u) -Kohlentonstein aus 1349,6 m Teufe
Tafel	V	: Kohlentonstein aus 1427 m Teufe
Tafel	VI	: Hagen 1 - Kohlentonstein aus 1477,10 m Teufe
Tafel	VII+VIII	: Hagen 4 - Kohlentonstein aus 1488,60 m Teufe.

### Samenvatting

Boring 172 (Gruitrode-Ophovenderheide), geboord in 1984, vormt een onderdeel van het onderzoeksprogramma van de Belgische Geologische Dienst naar nieuwe steenkoolreserves in het Kempens Bekken buiten het concessiegebied der Kempense Steenkolenmijnen. Zij werd uitgevoerd ten noorden van de concessie Les Liegeois als ondersteuning van het seismisch onderzoek Zwartberg-Opglabbeek. Deze boring bevestigde grotendeels de uitkomsten van boring 169 (Gruitrode-Muisven.) : de steenkoolbundel van Neerglabbeek, zeer productief in het kolenveld van Neeroeteren-Rotem, bevat nauwelijks nog potentieel ontginbare lagen in westelijke richting, terwijl daarentegen de kolenvoering in de bundel van Meeuwen zeer interessant is, alhoewel te diep op de plaats der boring : van de 9 potentieel ontginbare lagen of een in-situ steenkoolreserve in het doorboorde traject van 16.1 mio.ton/km<sup>2</sup> is er slechts één boven de 1250 m gelegen, terwijl de overige 8 in een 150 m dik interval zijn terug te vinden. Deze koollagen bestaan uit gaskool (vetkool B) en vetkool (vetkool A), met een gemiddelde kooldikte van 132 cm (min. 97 cm, max 200 cm), een gemiddeld gehalte aan vluchtige bestanddelen van 28.1 %, as 4.4% en zwavel 1.32 %. De hoge inkolingswaarde en gradiënt (1.57 % afname in vluchtige bestanddelen per 100 m, 0.05 % toename in maximale vitrinietreflectiviteit per 100 m) wijst op het bestaan van een thermische anomalie die mogelijk

samenhangt met de gravimetrische anomalie van Meeuwen-Bree.

Biozonatie, paleontologische en petrofysische correlaties en tonsteinidentificatie laten een goede indeling van het steenkoolterrein toe tussen de Neeroeteren Zandsteen van Westphaliaan D ouderdom waarvan 125 m aangeboord werd en het Maurage Member doorboord tot op  $\pm$  150 m boven de basis van het Westphaliaan C.

Stratigrafisch-sedimentpetrografischgeochemisch onderzoek van Krijt, Buntsandstein, Zechstein en Neeroeteren Zandsteen werpt nieuw licht op de milieureconstructie en paleogeografie van deze afzettingen.

#### Résumé

Le sondage 172 (Gruitrode-Ophovenderheide), foré en 1984 pour le Service Géologique de Belgique, fait partie du programme d'exploration des nouvelles réserves de charbon hors du district minier de Campine. Le forage a été localisé au nord de la concession Les Liégeois pour appuyer l'étude sismique de Zwartberg-Opglabbeek (1983). Il a atteint une profondeur de 1.599 m dans le terrain houiller du Westphalien C après avoir traversé les roches rouges du Permo-Trias, entre 681 et 832 m et les grès de Neeroeteren du Westphalien D entre 832 et 957 m.

Une biozonation, des corrélations paléontologiques et pétrophysiques et l'identification des tonsteins permettent une subdivision stratigraphique solide du terrain houiller. Des études stratigraphiques, sédimentopétrographiques et géochimiques du Crétacé supérieur, du Buntsandstein, du Zechstein et des grès de Neeroeteren fournissent de nouvelles informations concernant le milieu de dépôt et la paléogéographie de ces formations.

Le sondage 172 confirme les résultats du précédent sondage 169 (Gruitrode-Muisven) : le faisceau de Neerglabbeek du Westphalien C supérieur au Westphalien D n'est plus productif à l'ouest du gisement de Neeroeteren-Rotem, tandis que le faisceau de Meeuwen d'âge Westphalien C inférieur contient 8 couches potentiellement exploitables dans un intervalle de 150 m. Cependant, dans le sondage 172, ces couches se situent sous le niveau de 1.250 m. Ces charbons peuvent être classés comme charbons à coke, avec un taux moyen de 28,1% de matières volatiles, de 4,4% de cendres et de 1,32% de soufre. L'épaisseur moyenne du charbon est de 132 cm (minimum 97 cm, maximum 200 cm), ce qui représente une réserve en place de 16,1 Mio.tonnes/km<sup>2</sup>, dont 88% sont concentrés en bas du sondage dans le faisceau de Meeuwen.

Le degré de houillification assez élevé, avec un gradient de 1,57%/100 m pour les matières volatiles ou de 0,05%/100 m pour le pouvoir réflecteur de la vitrinite, indique la présence d'une anomalie thermique locale peut-être liée à l'anomalie gravimétrique de Meeuwen-Bree.

## Zusammenfassung

Die Bohrung 172 (Gruitrode-Ophovenderheide) wurde im Jahre 1984 im Auftrage des Belgischen Geologischen Dienstes ausgeführt und ist Teil des Exploration<sup>S-</sup> programms zur Erkundung neuer Steinkohlenreserven ausserhalb des Bergbaugebietes der Campine. Die Bohrung befindet sich nördlich der verliehenen Steinkohlenbergbau-Konzession Les Liègeois und stützt sich auf die im Jahre 1983 ausgeführte Seismik-Vermessung von Zwartberg-Opglabbeek. Sie hat eine Teufe von 1599 m und reicht bis in die Schichtenstufe des Westfal C; sie erschloss rote Schichten des Perm-Trias zwischen 681 m bis 832 m und den zum Westfal D gehörigen Neeroeteren Sandstein zwischen 832 m bis 957 m Teufe.

Biozonen, paläontologische und petrophysikalische Korrelationen sowie die Identifikation der Kohlentonsteine erlauben eine gesicherte stratigraphische Gliederung des flözführenden Steinkohlengebirges. Darüber hinaus lieferten stratigraphische, sedimentpetrographische und geochemische Untersuchungen in der Oberkreide, im Buntsandstein, im Zechstein und im Neeroeteren-Sandstein neue Erkenntnisse über den Ablagerungsraum und die Paläogeographie dieser Formationen.

Die Borhung 172 bestätigte die Ergebnisse der zeitlich voraus erstellten Bohrung 169 (Gruitrode-Muisven) : So hat die zum oberen Westfal C bis Westfal D gehörige Neerglabbeek Kohlenflözgruppe des Neeroeteren-Rotem Kohlenfeldes keine produktive Ausdehnung nach Westen. Demgegenüber befinden sich in der zum unteren Westfal C gehörigen Meeuwen-Kohlenflözgruppe 8 abbauwürdige Flöze im etwa 150 m mächtigen Gebirgsabschnitt. In der Bohrung 172 befindet sich diese interessante Flözfolge jedoch unterhalb des 1250 m-Niveaus. Diese Kohlenflöze sind als Kokskohle (Gaskohle -Fettkohle) klassifiziert und haben im Durchschnitt 28,1% Flüchtige Bestandteile, 4,4% Asche und 1,32% Schwefel. Die durchschnittliche Kohlenmächtigkeit beträgt 132 cm (min. 97 cm, max. 200 cm). Hieraus resultiert ein spezifischer Kohlenvorrat von 16,1 Mio t/km<sup>2</sup>, davon gehören 88% der tiefen Meeuwen Flözgruppe an.

Der relativ hohe Inkohlungsgrad (Gradient 1,57%/100 m Flüchtige Bestandteile oder 0,05%/100 m Vitrinit-Reflexion) ist ein Hinweis auf eine lokale thermische Anomalie, die vielleicht mit der gravimetrischen Anomalie von Meeuwen-Bree in Verbindung steht.

#### SUMMARY

The 172 (Gruitrode-Ophovenderheide) well was drilled in 1984 on behalf of the Belgian Geological Survey as part of an exploration programme for coal reserves outside the Campine mining district. The borehole was located northof the abandoned les Liègeois coal mining concession in order to support the Zwartberg-Opglabbeek 1983 seismic survey. The borehole traversed Permo Triassic red beds between 681 m and 832 m, Westphalian D Neeroeteren-Sandstones between 832 m and 957 m, and penetrated the Westphalian C coal measures until total depth at 1599 m.

Biozonation, paleontological and petrophysical correlations, and tonstein identification allow a reliable stratigraphic subdivision of the Coal Measures. Stratigraphic, sediment-petrographic and geochemical investigations of the Upper Cretaceous, Buntsandstein, Zechstein and Neeroeteren Sandstones have yielded new information on the depositional environment and paleogeography of these formations.

Borehole 172 confirmed the results of the previous borehole 169 (Gruitrode-Muisven) : the Neerglabbeek coal seam group of Upper Westphalian C to Westphalian D age is no longer productive west of the Neeroeteren-Rotem coalfield, whereas the Meeuwen coal seam group of Lower Westphalian C age contains 8 potentially exploitable coalseams within a 150 m interval. However this occurs below the 1250 m level at the location of borehole 172. These coals can be classified as coking coals (Gaskohle-Fettkohle), and have an average content of 28.1% volatile matter, 4,4% ash and 1.32% sulphur. Average coal thickness attains 132 cm (min. 97 cm, max. 200 cm) representing in situ reserves of 16.1 mio.ton/km<sup>2</sup>, 88% of these are concentrated in the deeper Meeuwen coal seam group.

The relatively high coalification rank (gradients 1.57% /100 m in volatile matter or 0.05% /100 m in vitrinite reflectance) indicates the presence of a local thermal anomaly possibly linked to the gravimetric anomaly of Meeuwen-Bree.

#### 0. Voorwoord

Boring 172 Gruitrode-Ophovenderheide werd uitgevoerd door de firma Foraky tijdens de maanden augustus-oktober 1984, als onderdeel van het exploratieprogramma naar nieuwe steenkoolreserves in de Kempen.

Dit programma werd aangevat in 1979, na de tweede "olieschok ", en uitgebreid in 1982 met de steun van de Nationale Adviesraad voor de Kolennijverheid. De steenkoolexploratie van de Kempense Steenkolenmijnen verloop parallel hiermee.

Tot 1984 werden de verkenningen geconcentreerd in het oostelijk deel van het Kempense kolenbekken. De Belgische Geologische Dienst voerde er verschillende seismische opnames en boringen uit :

seismiek Neeroeteren-Rotem, 1980/81 : boring 146 Neerglabbeek, 1980
 boring 161 Opglabbeek-Louwelsbroek, 1982

boring 168 Opoeteren-Den Houw, 1983

seismiek Meeuwen-Bree, 1982 : boring Gruitrode-Muisven, 1984
seismiek Zwartberg-Opglabbeek, 1983 : boring 172 Gruitrode-Ophoven, 1984.
De seismische opname Zwartberg-Opglabbeek werd uitgevoerd als eerste structurele verkenning over het oostelijke onontgonnen deel van de concessie
Les Liegeois (vroegere mijn van Zwartberg) en de noordelijk en oostelijk aansluitende gebieden in de vroegere Kempense Staatsconcessie. Boring 172 dient ter evaluatie van dit noordelijke gebied. Naar het zuiden toe is een reeks K.S.boringen uitgevoerd (KS 17-18, 19-20, 25-26) zodat dit opnamegebied door goed gespreide boringen vrij goed geïnterpreteerd en op zijn steenkoolreserves getaxeerd kan worden.

Boring 172 bevestigde de eerste uitkomsten van de meer noordelijk gelegen boring 169 : het rijke steenkolenveld van Neeroeteren-Rotem zet zich niet naar het westen verder : de steenkoolbundel van Neerglabbeek (Boven Westphaliaan C) is dermate verarmd dat deze niet meer voor conventionele ontginning in aanmerking komt. Daarentegen wordt de bundel van Meeuwen (Onder Westphaliaan C) zeer rijk aan potentieel ontginbare lagen, maar deze bundel ligt op de plaats der boring reeds onder de huidige ontginningsdrempel. Opvallend is wel de sterke inkoling : de onderste steenkoolbundel van het Westphaliaan C bestaat immers uit vetkool. Moet hier net als voor boring 169 een verband gelegd worden met de gravimetrische anomalie van Meeuwen-Bree ?

Het geologisch onderzoek van deze boring is vrij uitgebreid en dit werk wil er een overzicht van geven. Bij dit onderzoek werden vele specialisten uit onze universiteiten en wetenschappelijke instellingen betrokken : de Universiteit van Leuven (KUL) voor het onderzoek van de Rode Gesteenten en de megaflora uit het Karboon, de Universiteit van Luik (U.Lg) voor de megaflora uit de Rode Gesteenten en de miosporen, de Universiteit van Bergen (U.E. Mons) voor de megasporen, het INIEX te Luik voor de steenkoolanalyses, het Natuurhistorisch Museum Maastricht voor het Krijt en te zamen met onze collega's uit Krefeld voor de paleontologie van het Karboon, de Ruhrkohle voor de Tonstein en Prakla-Seismos AG voor de seismische interpretatie.

Het onderzoek is hiermee niet afgelopen. Stratigrafische correlaties in het Karboon werden uitgewerkt in samenwerking met H. Fiebig en D. Schmitz (WBK, Bochum) en met A. Schuster (Neuenhaus). Correlaties in de dekterreinen maken deel uit van een doctoraatsstudiedoor R. Demyttenaere (K.U.Leuven). Porositeits-permeabiliteitsmetingen in de Buntsandstein en in de Zandsteen van Neeroeteren werden bereidwillig uitgevoerd door E. Blyskowska, P. Leplat en R. Vankerk van Labofina.

Deze gegevens zullen benut worden in algemene studies over de Rode Gesteenten, het Westphaliaan C-D en de steenkoolreserves in het noordoostelijk kolenbekken.

Hierbij wens ik Dr. G. Stadler (†), mineraloog bij het Geol. Landesamt Nordrheinland-Westfalen posthuum te bedanken voor zijn belangeloze studie van de tonsteins uit het Kempens bekken. Ten slotte zijn er nog diegenen die bijgedragen hebben tot het materiële welslagen van deze boring : het personeel van Foraky dat de diepste "wire-line" kernboring in de Kempen wist uit te voeren; de landeigenaars en landbouwers van Ophovenderheide, en landbouwir. Clauwers, die ervoor zorgden dat dit project "in goede aarde" viel; de heren Cappuyns en De Winter van de Kempense Steenkolenmijnen die gezorgd hebben voor de voorbereiding van het boorterrein en de opslag van de boorkernen.

J. BOUCKAERT



<u>KB 172 Gruitrode-Ophovenderheide</u> Lokalisatiekaart met ligging van boringen

seismische profielen steenkoolconcessiegrenzen hoofdsteengangen der steenkoolmijnen

Fig. 1

## 1.1. Ligging

#### 1. Inleiding

De boring Gruitrode-Ophovenderheide werd uitgevoerd in de vroegere Kempense Staatsconcessie op het grondgebied van de gemeente Meeuwen-Gruitrode, op 2,5 km ten zuid-zuidwesten van het centrum van Gruitrode en op 3,25 km ten noord-noordwesten van het centrum van Opglabbeek (Fig. 1). Zij ligt op 3 km ten zuiden van boring 169 (Dusar et al., 1987), 4,25 km ten oosten van boring 121 (Meeuwen-Bullen) en 1,75 km ten noorden van KS 25. Zij werd ingeplant langs de seismische profiellijn 8303 (vibratiepunt 1272) ter verkenning van het noordelijke deel van het exploratiegebied Zwartberg-Opglabbeek 1983. Het boorterrein werd bereidwillig ter beschikking van de Geologische Dienst gesteld door Dhr. A. Theunissen uit Gruitrode, in samenspraak met Mevr. Veestraeten, eveneens uit Gruitrode, eigenares.

De coördinaten van de boorput zijn : Lambert 72 X 234.022,11 Y 196.268,44

Bonne

X 84.007 Y 75.338

Maaiveld (gemeten aan de bovenkant betonplaat), 77,74 m; nulpunt der boring op draaitafel : +3,44 m = 81,18 m; diepte spoelmonsters en Welex log echter vanaf maaiveld. De boring werd ingeschreven in de archieven van de Belgische Geologische Dienst onder het nummer 63E(kaartblad Opoeteren) - 224 (Ic). Zij kreeg het volgnummer 172 in de reeks diepe verkenningsboringen in het Kempens Bekken.



#### 1.2. Technische beschrijving

1.2.1. Aannemer

De boring werd uitgevoerd door de boorfirma Foraky tussen 6.08.1984 en 18.10.1984, met boortoestel IDECO H 525-2. Installatie en materiaal waren eerst ingezet voor boring 169 te Gruitrode-Muisven. De werfleider was Dhr. J. Rutten. De opdrachtgever was de Belgische Geologische Dienst. De grondwerken stonden onder toezicht van de K.S. en werden uitgevoerd door de firma P.T.A. uit As. Het leegzuigen van de bezinkbakken en het verwijderen van de boorvloeistof werden uitgevoerd door de firma D.S.S.V. uit Kermt.

Boorgatmetingen werden in onderaanneming uitgevoerd door de firma's TNO-DGV uit Delft, Halliburton-Welex uit Emmen, B.P.B. uit Dortmund en Meiko uit Celle, continumetingen door Geodata uit Garbsen/Hannover.

1.2.2. Operatie schema (Fig. 2 - 3)

<u>1.2.2.1. Fase 1</u> : oppervlaktegeleidingsbuis

Voorzien was een boring in 12" 1/4 en verbuizing in 9" 5/8 tot 60 m, voorafgegaan door het plaatsen van een standpijp in 16" en 4 m lang. In de ongeconsolideerde Kwartairgrinten drong de boorvloeistof de formatie in en steeg terug tot de oppervlakte omheen de putkop. Om deze laatste en de boorinstallatie tegen verzakking te beschermen werd eerst een cementatie rondom de putkop uitgevoerd, en toen de boorvloeistof hieromheen zijn uitweg bleef zoeken werd het boorgat (bereikte diepte 53 m) volledig gecementeerd en vervolgens geruimd in 14" 3/4 en verbuisd in 13" 3/8 tot 35 m. Fase 1 werd dan besloten tot 62 m door te boren in 12" 1/4 en te verbuizen tot 60 m in 9" 5/8, volledig gecementeerd.

### 1.2.2.2. Fase 2 : geleidingsbuis tot aan basis Tertiair

Geboord in 8" 3/4 (zonder stabiliser) tot 392 m in de Mergel van Gelinden. Verandering van rock bit op 348 m in de Klei van Waterschei (rock bit reeds gebruikt in de vorige boring).

2.641 TOTAL M7 DAY depth BIT RECORD Ъ. E. RN. Ger N. tota 20 ì 38 -20-- 20-20 514 -5 65m 514 30 2 ,reom-531 मिट्रे मिट्ट - स्टेडर 'GL कार्ट-- 420 ER SECUR: 14 SECU 36 185 11 10,83 28 =1425 13 56 57 65 4 5 L - 100 116 6 -22,62--30,16 -181 -200 283m 34hr 25 7 146 -300 327 -36,33--46,71-22 8 349 -34.9--43.62 SE S.H. 17 8 83 689161 --- m 43 9 . - - 25 -35,63-43,55 392 -400 10 20 H\_0HÉS 333 # 67 056WS537FC1 412 25,75--41,2-11 139 -500 3.10 m -32,41--5Q09-551 581145 --600 137 12 -57,33---38,22-688 -700 13 74 762 763 784 \_40,10\_<u>\_</u> .\_1\_. 58,61 15 27 1 m 50 min 763 - 11 -Dismarit Boart HDE Ø 96 mm 8402489 763-1060,80 Christensen HQ Ø 98 mm 117251 23,20 18,80 -800 3 16 17 807,20 826 - 15,06-- 16 -297,80m 193 hr 15 5 18 28,40 854,40 -18,48 19 33,70 6 - 21,01-20,57-888,10 -900 17,90 7 20 906 35,50 8 21 22,43 941,50 24,50 12 9 22 966 978 - 22,66-23 11 24 25,60 21,96-\_1000 1003,60 25 26,50 12 -22,34 1030,10 13 14 26 27 25 1055,10 1073,80 -22,54 18,70 111,70m Christensen HG 5 10NH 298mm 11 W 615 15 28 32,70 -1100 45hr 45 1106,50 -22,96 41,50 16 29 1148 -24,12 -24,50 17 30 -24,14 --23,94 --23,7 --23,05 1172,50 1 193 Christensen HG S 10 NH Ø98mm 1 1 W 617 18 31 20,50 - 1200 19 32 19,30 1212,30 1223 21 34 176,50m 30,10 -23,38-1253,10 95hr 55 22 35 30,90 -23,72-1284 -1300 23 36 35 -24,21-1319 24 37 27,50 -24,35 -24,08 1346,50 1364 17,50 25 38 5 10 NH Ø 98mr 11 W 615 202 m 135hr 28 33 26 39 1397 -24,42 -1400 27 40 24,20 24,41-1421,20 cumul 363,70m 182hr 13 29,80 28 41 -24,60 1451 33 29 42 1484 24,89 30 - 1500 30 43 1514 -25,06 31 31,40 44 5,60 3,50 2527 2465 24,01 -24,02-1545,40 1551 1554,50 2 34 47 46m 2711 CG 2011 CG 24,50 hristensen HG 51011H ¢ 98 mm 11W 517 1579 35 48 20 1599 - 1600 23,91

#### KB 172 - Technisch boorschema

tepth reference on G L Fig. 3a



KB 172 - Technisch boorschema

depth reference on G L

Een controle trip was noodzakelijk voor het uitvoeren van boorgatmetingen door TNO-DGV waarvan de sonde geblokkeerd werd aan de verbuizingsvoet op 60 m, en voor het inbouwen van de 7" verbuizing. De 7" verbuizingsvoet werd afgezet op 389,40 m. De verbuizing werd gecementeerd tot in de 9" 5/8 verbuizing.

#### 1.2.2.3. Fase 3 : geleidingsbuis tot in het Trias

Geboord in 6" (zonder stabiliser) tot 762 m. Het doorboren van het Krijt of het Trias ging niet gepaard met spoelingsverliezen. Zoals reeds ondervonden in boring 169 werd een insert bit met code 5-2-6 aangewend voor het doorboren van deze formaties. Slechts één enkele rock bit werd gebezigd,echter wel tot totale slijtage : een der drie cutter cones (rollers) werd afgebroken en bleef op de bodem van het boorgat achter, bij het uitboren van de allerlaatste meter.

Bij het uitvoeren van de boorgatmetingen slaagde de sonde er niet in de bodem van het boorgat te bereiken, ondanks een controle trip, vermoedelijk omdat een keyseat of geknikt boorgat gevormd was. Nadat het boorgat geruimd was met twee stabilisers, bleek de sonde probleemloos te passeren. Bij het optrekken van een sonde brak echter een caliper arm met piston af aan de verbuizingsvoet.

De afgebroken roller werd opgevist met een getande boorpijp waarbij de tanden om de roller heen gebogen werden. De caliper arm werd niet teruggevonden en is vermoedelijk verdwenen in de wash out onder de verbuizingsvoet (uitspoeling van het boorgat tot 12" i.p.v. 6"). Na een nieuwe controle trip werd de 4" 3/4 buis ingebouwd tot 762 m en gecementeerd over 30 m.

#### 1.2.2.4. Fase 4 : kernen

Gekernd werd met het HQ wireline systeem in doormeter 98 mm, kern doormeter 63,5 mm. De stangentrein werd samengesteld uit CHD en HQ boorstangen, waarbij de CHD stangen sterker maar minder elastisch zijn dan de HQ stangen en alleen binnen het verbuisd gedeelte konden gebezigd worden zodat regelmatig uitgebouwd moest worden om HQ stangen toe te voegen. Door deze combinatie zou een grotere diepte bereikt kunnen worden. Boring 172 is trouwens de diepste verkenningsboring die met het wireline systeem in de Kempen uitgevoerd werd (1599 m).

Vooreerst werd een interval van 1 m (762 - 763 m) gekernd met een fijne diamant kroon (doormeter 96 mm) om iedere naval te verwijderen. Spoelingsverliezen gaande van 16 m3/hr tot totaal verlies werden vastgesteld bij de aanvang van het kernen met de 98 mm kroon. Vermoedelijk is de bodem van het boorgat op 762 m sterk uitgespoeld ten gevolge van de vele operaties met spoelingscirculatie (controle trip, ruimen, vissen). Er werd beslist dit spoelingsverlies onmiddellijk te stoppen door een extra cementering om instorten van de cement achter de verbuizing te voorkomen. In de Neeroeteren Zandsteen daarentegen traden geen ongebruikelijke spoelingsverliezen op.

Een kernverlies van  $\pm$  3 m kwam voor tussen 961 en 964 m wanneer de kern uit de kernhaal schoof door slecht functioneren van de kernveer. Op 1551 m werd de wireline kabel tweemaal overgetrokken. Bij het inbouwen, na de eerste breuk, moest het boorgat herboord worden tussen 1545 en 1551 m, waarna de kabel opnieuw afknakte. Het uitbouwen werd dan bemoeilijkt over een honderdtal meter, vermoedelijk door het bezinken van cuttings. Bij het inbouwen werd dit euvel verholpen door telkens te circuleren bij iedere stang.

#### 1.2.2.5. Fase 5 : afwerking van het boorgat

Na de boorgatmetingen door BPB werd het open boorgat gecementeerd in schijven van 100 m. Bij de tweede cementering (1500-1400 m) geraakte de cementeringspijp geblokkeerd en brak af op 849,72 m in een draadverbinding. Een mogelijke verklaring is de sterke afwijking van het boorgat (10° tussen 766 en 980 m), gecombineerd met uitspoelingszones. Na een mislukte visoperatie werd het boorgat verder gecementeerd boven dit niveau tot aan de verbuizingsvoet.

Vooraleer over te gaan tot een recuperatie van de 4" 3/4 buis, werd een free-point indicator opgenomen door MEIKO, maar hierbij bleek dat deze buis reeds gebroken was en los zat op 364,19 m zodat 397,84 m in het boorgat achterbleven. Het boorgat werd verder gecementeerd en opgevuld met grind; het mondgat op  $\pm 1$  m diepte onder het maaiveld afgesneden en dichtgelast en uiteindelijk werd het boorterrein terug in de oorspronkelijke staat hersteld.

# 1.2.3. Boorvooruitgang en gasanalyse

Een boorvooruitgang meter, type B-08, en gaschromatograaf, type F-30, werden geleverd door Geodata. Beide toestellen werkten behoorlijk. Tijdens het kernen werd de boorvooruitgang eveneens in minuten per 10 cm afgelezen van de vierkante stang en genoteerd door de boormeester (Fig. 4). Het gasgehalte in de boorvloeistof ( $CH_A$ ) overtrof nooit 0,3% in deze boring.

1.2.4. Boorgatmetingen

#### 1.2.4.1. Dekterreinen tot basis tertiair

Logging uitgevoerd door TNO-DGV met diepte vanaf draaitafel. Een eerste run, na controle trip van het boorgat bestond uit spontane potentiaal en resistiviteit LN-SN. Een tweede run, met gammastraling en caliper ging niet dieper dan 307 m.

## 1.2.4.2. Dekterreinen tot in Buntsandstein

Na ruimen van het boorgat bereikte een Welex combinatiesonde (dual induction guard log - compensated acoustic velocity log - SP - gamma ray - caliper) 759 m en overlapte met de vorige TNO-DGV meting in de verbuizing. Een caliper piston brak af bij de verbuizingsvoet. Een tweede run, bestaande uit de dipmeter bereikte dezelfde diepte, en werd over het gehele interval verwerkt. De diepte wordt vanaf maaiveld gerekend.

### 1.2.4.3. Steenkoolterrein

Metingen door BPB met de draaitafel als nulpunt, met diepteoverschatting van 2 m. Een eerste run, bestaande uit de dipmeter, was geblokkeerd vanaf 982,30 m, maar het trajekt in het open boorgat met Buntsandstein en de Neeroeteren Zandsteen werd voldoende geacht. Opmerkelijk is de sterke afwijking van het boorgat:tussen 762 en 980 m werd een afwijking van 10° opgebouwd in zuidoostelijke richting (azimut 140°) - (Fig. 5). De tweede run, coal combination sonde, werd eveneens in open boorgat opgenomen tot 982,30 m. Het overige trajekt tot 1592 m werd doorheen de boorstangen gemeten (gammastraling in fig. 4). De laatste run, focussed electric log, bereikte in open boorgat een diepte van 996 m.

# 1.2.5. Temperatuur

Een maximale temperatuur lezing werd enkel uitgevoerd bij de CCS meting van BPB doorheen de stangen, op 10 m van de bodem, en gaf 60°C aan.

# 1.2.6. Samenvatting

Deze boring werd uitgevoerd in 67 dagen. Benevens 7 verlofdagen en 12 dagen met gevarieerde werkzaamheden (vissen, verbuizen, cementeren), werd er 48 dagen geboord, respectievelijk 13 dagen vergruizen en 35 dagen kernen. (Fig. 6). Het gekernde interval was 837 m lang en bereikte een einddiepte van 1599 m. In vergelijking met de boring 169, uitgevoerd door dezelfde boorploeg en met hetzelfde materiaal was een zekere verbetering merkbaar, vooral bij het kernen en tevens door een vermindering in het aantal werkonderbrekingen (Fig. 6).

	KB 172	KB 169
Tijdsduur (in dagen)	67	68
Einddiepte (in meter)	1599	1371
Dagen geboord	48	<b>*</b> 36
Vergruizing (dagen/dikte in m)	13/762	15/1052
Gemiddelde vooruitgang (in m/dag)	58,61	70,13
Kernen (dagen/dikte in m)	35/837	21/319
Gemiddelde vooruitgang (in m/dag)	23,9	15,19
Andere (verbuizing, cementeren, vissen,		
loggen)	12	15
Verlofdagen	7	17

Tabel 1 : boringen 169 en 172 te Gruitrode, vergelijking van tijdsgebruik.





Correlatie boorvooruitgang (ROP), litholog en gammastraling (17 bladen).

Fig.4

-19-



\_20\_



-21 -



-22 -



\_\_\_\_\_

-23-





-25 -








-29-









- 33 -



.

-34 -





Continuous verticality analysis (BPB), interval 766 - 980 m.

Fig. 5

### RIG TIME DISTRIBUTION WELL KB172



### 1.3. Geologische verantwoording

# 1.3.1. Opzet

De seismische opname Zwartberg-Opglabbeek 1983 heeft aangetoond dat over de volledige oppervlakte van het opnamegebied het steenkoolterrein boven de ontginbaarheidsdrempel valt, met het voorkomen van de kolenbundels van het Boven Westphaal <sup>C</sup> in de noordelijke helft, die van het Onder Westphaal <sup>C</sup> in de zuidelijke helft. In de zuidelijke helft kon de interpretatie van de seismiek steunen op talrijke boringen (KB 115, 116, KS 17, 18, 19, 20), in het noorden van het opnamegebied liggen echter geen bruikbare boringen (behalve boring 121, Meeuwen, eccentrisch en gestoord, eerder aanknopingspunt voor de seismische opname Meeuwen-Hechtel 1987) - (Fig. 1).

Boring 172 werd opgezet om de strukturen en de steenkoollagen in het noorden van het seismische opnamegebied Zwartberg-Opglabbeek te kunnen beschrijven en ijken, en verder te vergelijken enerzijds met de K.S.-boringen naar het zuiden waar oudere kolenbundels (bundel van Meeuwen) voorkomen, anderszijds met de B.G.D. boringen naar het noorden en het oosten waar lagen van dezelfde ouderdom (bundel van Neerglabbeek) voorkomen. Deze K.S. boringen liggen 4 km verder naar het zuiden (sindsdien is KS 25 geboord, halverwege tussen KB 172 en KS 19), de B.G.D. boringen in het veld Neeroeteren-Rotem 4,5 km of meer naar het oosten, en boring KB 169 te Gruitrode Muisven 3 km naar het noorden. Er werd gehoopt de rijke kolenbundel van het Boven Westphaliaan C aan te treffen, zoals aangeboord in Neerglabbeek (KB 146), Opglabbeek-Louwelsbroek (KB 161) en Opoeteren-Den Houw (KB 168). Alhoewel de stratigrafische positie met de prognoses overeenkwam, bleek de kolenvoering van deze bundel teleurstellend. Toch was deze boring noodzakelijk voor een volledige evaluatie van de steenkoolreserves ten noorden van de geplande derde schacht voor Waterschei.



### 1.3.2. Prognoses

Boring 172 werd ingeplant op 50 m ten NNW van vibratiepunt 1272 op seismische lijn 8303 (Fig. 7). De diepte tot de basis Tertiair (420 m) en basis Krijt (681 m) kwamen vrij goed overeen met de prognoses volgens de Kaarten van het Massief van Brabant (Legrand, 1968) en de mijnkaart van het Kempens kolenbekken (Delmer, 1963). Interpretatie van diepere horizonten op seismisch profiel 8303 en tijd-diepte omzetting op basis van metingen in KS 19, KB 121 (Seismos, 1954), 146 en 174 (Hechtel), volgens het Comseis programma van\_Prakla-Seismos gaf de volgende resultaten, aangepast aan de boorgegevens (Fig. 8) :

- basis klastisch Tertiair 362 milliseconden (420 m)
- basis Houthem Formatie 393 milliseconden (459 m)
- basis Maastricht Fm. 443 milliseconden (536 m)
- basis Pre-Valkenburg Fm. 495 milliseconden (603 m)
- basis Krijt 558 milliseconden (681 m)
- basis Midden Buntsandstein 604 milliseconden (766 m)
- basis Buntsandstein (?) 630 milliseconden (810 m)
- basis Zechstein (?) 644 milliseconden (832 m)
- basis Neeroeteren Zandsteen 713 milliseconden (957 m).

De prognoses volgens de identificatie van seismische reflectoren luidden :

- basis Tertiair 367 ms, interval snelheid 1866 m/s
- basis Krijt 566 ms, interval snelheid 2649 m/s
- basis Permo-Trias 666 ms, interval snelheid 3105 m/s
- basis Neeroeteren Zandsteen, 738 ms, interval snelheid 2630 m/s, ook aangehouden in het onderliggende Karboon
- Tonstein Nibelung 939 ms (1350 m)
- Maurage marien niveau 1141 ms (verwacht op 1700 m)

Net als in boring KB 169 bleek ook hier het Zechstein seismisch niet herkenbaar, maar ditmaal geïncorporeerd in het bovenliggende Trias (Dusar et al., 1987). <u>NOOT</u> : de dieptes op seismische profielen en afgeleide kaarten is t.o.v. zeeniveau. Ter vergelijking met de geboorde dieptes in boring 172 dienen deze waarden met 80 m verhoogd te worden (hoogte maaiveld + boorplatform).



Profiel 8303, tijd-diepte omzetting (B = basis klastisch Tertiair, C = basis Krijt,
 P = basis Permo-Trias, K1 = basis Neeroeteren Zandsteen, N = Tonstein Nibelung,
 M = basis Westphaliaan C; a = breuk van Dorne, c = breuk van Meeuwen.

-42-

#### 2. Dekterreinen

### 2.1. Inleiding

### 2.1.1. Onderverdeling

Met het begrip "Dekterreinen" worden alle gesteenten die het Steenkoolterrein afdekken bedoeld. Deze vallen uiteen in twee hoofdgroepen : de subhorizontale zwak geconsolideerde Kwartair-Tertiair-Krijt sequentie tot een diepte van 681 m (dieptes vanaf draaitafel) en een scheefgestelde sekwentie "Rode Gesteenten" van Trias en Perm ouderdom tot een diepte van 832.25 m (= top Karboon). Tot 762 m werden de Dekterreinen met de boorbeitel doorboord waarbij enkel spoelmonsters werden genomen waarvan een beperkte collectie bewaard wordt in de lithotheek van de Geologische Dienst. De krijtmonsters (interval 420-681 m) werden meer gedetailleerd bio-, litho-, en ecostratigrafisch onderzocht (Felder et al., 1985, Felder, Bless & Meessen, 1985). De boorkernen worden voor verder onderzoek bewaard in de opslagplaats van het Ministerie van Economische Zaken in de Leopold I-straat te Laken.

Een voorlopige stratigrafische onderverdeling kan door combinatie van spoelmonsters/kernen en boorgatmetingen opgemaakt worden.

### 2.1.2. Beschrijving der spoelmonsters (diepte vanaf maaiveld)

0	8383	29	m	:	grint met grof zand, leem van boven -	(Kwartair facies)					
32		41	m	e 9	fijn geelgroen kwartsrijk zand -	(Kasterlee facies)					
44	-	56	m	6 8	fijn licht kleiig, glauconiethoudhoudend						
					zand, eronder vermoedelijk grof glauce	oniet-					
					houdend zand -	(Diest facies)					
71	-	122	m	0	grof wit zand met bruinkool, tussen 101 m						
	٥				en 107 m met sapropel klei -	(Bolderberg facies)					
125	101	146	m	•	groen tot groengrijs kleiig zand						
149	-	158	m	:	fijn groen glauconiethoudend zand -	(Houthalen facies)					
161	-	179	m	:	fijn groen zand met_fijne schelpenres	ten					
					.van boven dikschalig (glycymeriden),	van					
					onder dunschalig (pectiniden) -	(Voort facies)					

(Eigenbilzen facies) 182 - 215 m : groen silt -(Boom facies) 218 - 290 m : groengrijs silteuse klei op 257 m septaria, gevarieerde schelpen aan de basis 293 - 305 m : groen silt, van boven met bruinkool, bleekgroen vanaf 302 m (Tongeren facies) 308 - 323 m : bleekgrijsgroene silteuze klei -326 - 368 m : grijze plastische klei, kalkhoudend naar onder toe - op 335 en 347 met siltsteen tussen 350 en 362 eerder kleiig silt -(Waterschei facies) 371 - 389 m : bleke kalkige klei -(Gelinden facies) (Orp facies) 392 - 411 m : fijn groen zand -414 - 429 m : grijze en roodgevlamde silteuze klei, van boven met sapropel klei -(Zwartberg facies) 432 - 438 m : zacht bleek fijn zandig krijt, fossielrijk (Vroenhoven facies) 441 - 459 m : kompakt tufkrijt, fossielrijk, met licht verkiezelde niveaus -(Maastrichts facies) 462 - 492 m : harder grijs, fijn krijt op 486 vol fijnschalige kalkschilfers 489 : grijze silex -(Kunrade facies) 495 - 528 m : grijs mergelig krijt, wordt geleidelijk glauconiethoudend 531 - 537 m : zacht grijs glauconiethoudend krijt 540 - 555 m : groengrijs fijn zand en silt m : groene silteuze klei tot kleirijk 561 - 591 (Pre-Valkenburg facies) silt 594 - 678 m : helgroen kwartsrijk eerder middelmatig zand met helgroene mergel, tussen 603 en 606 m groene zandige klei, afwisselend met groene fijnzandige mergel. Op 621 zwak geconsolideerde siltsteen. Vanaf 642 eerder fijn zand; sterk kleiig aan de basis -(Vaalser facies) : donkergrijs fijn kleiig zand met hout-681 m (Akens facies) resten -

-44-

684 - 693	m :	zwak geconsolideerde meestal rode,
		gedeeltelijk roze eerder fijne zandsteen.
696 <b>-</b> 726	m :	helrode hardere fijne tot middelmatige
		zandsteen. Op 708 m : oranjerood kleiig
		middelmatig zand wordt;vanaf 714 m ge-
		leidelijk zwakker geconsolideerd
729 - 747	m :	rood eerder middelmatig vrij goed gesor-
		teerd zand. Vanaf 741 eerder fijn tot
		middelmatig, harder aan de basis.
750 <b>-</b> 759	m :	baksteenrood, fijn kwartskonglomeraat
		met zeer fijne roodgrijze kwartsiet, eerder
		zeer grofkorrelige zandsteen naar onder toe,
		met calcietaders - (Buntsandstein facies)

### 2.1.3. Voorlopige lithostratigrafische onderverdeling

Opgegeven dieptes stemmen overeen met de geofysische boorgatmetingen en zijn bepaald volgens TNO log = vanaf draaitafel en Welex log = vanaf maaiveld.

De indeling stemt overeen met die in voege in Felder et al., (1985). In meer recente studies (§ 2.2.1.) wordt de grens tussen de formatie van Maastricht en Gulpen lichtjes naar boven geschoven.

0	-	9	m	:	Kwartair			
9	-	33	m	:	Kasterlee zand			
33	-	56	m	:	Diest zand			
5 <b>6</b>	-	112	m	:	Bolderberg zand			
112	-	141	m	:	Houthalen (boven) zand			
141	-	162	m	:	Houthalen (onder) zand			
162	-	236	m	:	Voort zand			
236	-	254	m	:	Eigenbilzen silt			
254	-	268	m	:	Boom klei, geband			
268	-	288	m	:	Boom klei, compact			

288 - 296 m : Berg Zand 296 - 304 m : Tongeren Zanden 304 - 344 m : Landen L1c Formatie (Lincent) 344 - 362 m : Waterschei Klei (L1 b) 362 - 369 m : Gelinden mergelige klei = mergelige klei (reeds Landeniaan ?) 369 - 385 m : Gelinden Mergel 385 - 408 m : Orp Zand 408 - 420 m : Zwartberg Klei 420 - 459 m : Houthem Formatie 459 - 536 m : Maastricht Formatie 536 - 551 m : Pre-Valkenburg Formatie - Lanaye member 551 - 573 m : Pre-Valkenburg Formatie - Beutenaken member 573 - 603 m : Pre-Valkenburg Formatie - Zeven Wegen member 603 - 671 m : Vaalser Groenzand 671 - 681 m : Aken Formatie 681 - 766 m : Onder Buntsandstein (bovenste pakket) 766 - 810 m : Onder Buntsandstein (onderste pakket) 810 - 832 m : Zechstein 832.25 m : Top Karboon.

### 2.1.4. Voorlopige chronostratigrafische onderverdeling

0	-	9	m	:	Kwartair	
9	_	162	m	:	Plio-Mioceen	
162	-	304	m	:	Oligoceen	
304	-	420	m	:	Klastisch Paleoceen	• •
420	-	45 <b>9</b>	m	:	Kalkig Paleoceen	TERTIAIR
459	-	•57 <b>3</b>	m	:	Maastrichtiaan	
573	-	681		:	Campaniaan	KRIJT
681		810	m	:	Onder Buntsandstein	TRIAS
810	-	832	_m	:	Zechstein	PERM
832	m	: to	эр	We	estphaliaan D	KARBOON

### 2.2. Krijt

### 2.2.1. Stratigrafische interpretatie van de boormonsters

In de boring B.G.D. 172 werden tussen 435 m en 684 m boordiepte om de 3 meter monsters genomen. Deze monsters werden op de gebruikelijke wijze onderzocht op bioklasten van 1-2.4 mm (Felder, 1981). De verkregen gegevens zijn grafisch weergegeven op de figuren 9 t/m 14 en vergeleken met de resultaten van andere boringen (Felder, Bless & Meessen, 1985; Krings et al., 1987). Deze zijn gelegen tussen Merksplas (België) en Valkenburg a/d Geul (Nederland) en wel in de Noorderkempen (Merksplas), de Westelijke Kempen (KS 36), het Kempisch Plateau (KB 172 en KS 18) en in Nederlands Limburg (Kastanjelaan 2, en Thermae 2002). Correlatielijnen zijn aangegeven voor de navolgende groepen van bioklasten : - aantal bioklasten per kg sediment - percentage Foraminifera, - percentage Porifera-Bryozoa, - percentage Mollusca -Brachiopoda, - percentage Echinodermata en - percentage Rest-groep, die voornamelijk uit Serpuliden en visresten bestaat. Deze correlaties zjn in figuur 15 gecombineerd weergegeven.

De gegevens van de Foraminifera (Zone-indeling vlgs. Hofker) en het gemiddelde aantal pustulae van Bolivinoides decorata-australis en het totaal aan correlatielijnen van figuur 15 lieten toe de volgende stratigrafische interpretatie van boring BGD 172 te maken (figuur 16). Dieptes moeten volgens de boorgatmetingen soms licht aangepast worden (zie § 2.1.3.). Door vergelijking met de type localiteiten wordt het mogelijk een nieuwe interpretatie te geven voor de afgrenzing van de "Lanaye" member van de Gulpen formatie.

435 1	m –	459	m Houthe	em Formatie		Da	ano-Mor	ntiaan
459 i	m -	522	m Maastı	richt Format	ie		. <del></del>	
	459	m -	489 m	Meerssen-Nel	kum Member			
	489	m -	522 m	Emael-Valker	nburg Membe	en	Boven	Maastrichtiaan
ُ522 ı	m –	573	m Gulpe	n Formatie		-u-		
	522	m -	543 m	"Lanaye" Mer	nber			
	543	m -	573 m	"Beutenaken	" Member		Onder	_ Maastrichtiaan
573	m -	615	m Gulpe	n Formatie		cies 		_
				"Zeven Weger	n" Member 🤅	fa	Boven	Campaniaan
615	m –	672	m Vaals	Formatie			Onder	 Campaniaan
672 r	n -	681	m Aken F	Formatie			Santor	niaan ?
	435 459 522 573 615 672	435 m - 459 m - 459 522 m - 522 543 573 m - 615 m - 672 m -	435 m - 459 459 m - 522 459 m - 489 m - 522 m - 573 522 m - 543 m - 573 m - 615 615 m - 672 672 m - 681	435 m - 459 m Houthe 459 m - 522 m Maastr 459 m - 489 m 489 m - 522 m 522 m - 573 m Gulper 522 m - 543 m 543 m - 573 m 573 m - 615 m Gulper 615 m - 672 m Vaals 672 m - 681 m Aken F	<pre>435 m - 459 m Houthem Formatie 459 m - 522 m Maastricht Format 459 m - 489 m Meerssen-Nel 489 m - 522 m Emael-Valker 522 m - 573 m Gulpen Formatie 522 m - 543 m "Lanaye" Mer 543 m - 573 m "Beutenaken" 573 m - 615 m Gulpen Formatie "Zeven Wegen 615 m - 672 m Vaals Formatie 672 m - 681 m Aken Formatie</pre>	<pre>435 m - 459 m Houthem Formatie 459 m - 522 m Maastricht Formatie 459 m - 489 m Meerssen-Nekum Member 489 m - 522 m Emael-Valkenburg Member 522 m - 573 m Gulpen Formatie 522 m - 543 m "Lanaye" Member 543 m - 573 m "Beutenaken" Member 573 m - 615 m Gulpen Formatie "Zeven Wegen" Member 615 m - 672 m Vaals Formatie 672 m - 681 m Aken Formatie</pre>	<pre>435 m - 459 m Houthem Formatie Da 459 m - 522 m Maastricht Formatie 459 m - 489 m Meerssen-Nekum Member 489 m - 522 m Emael-Valkenburg Member 522 m - 573 m Gulpen Formatie 522 m - 543 m "Lanaye" Member 543 m - 573 m "Beutenaken" Member 573 m - 615 m Gulpen Formatie "Zeven Wegen" Member 4 615 m - 672 m Vaals Formatie 672 m - 681 m Aken Formatie</pre>	435 m - 459 m Houthem FormatieDano-Mor459 m - 522 m Maastricht Formatie459 m - 489 m Meerssen-Nekum Member489 m - 522 m Emael-Valkenburg MemberBoven522 m - 573 m Gulpen Formatie522 m - 543 m "Lanaye" Member543 m - 573 m "Beutenaken" MemberOnder573 m - 615 m Gulpen Formatie99"Zeven Wegen" Member80ven615 m - 672 m Vaals Formatie0nder672 m - 681 m Aken FormatieSantor





-49-

Fig. 10



-50-



-51-

Fig. 12



-52-



-53-

BGD 172

KS 18

# KASTANJEL.2 THERMAE 2002





-55-

# 2.2.2. Studie van kalkschalig nannoplankton in verband met de Krijt-Tertiar grens.

\_\_\_\_\_

### 2.2.2.1. Probleemstelling

In de ondergrond van Noordoost-België komen, uniforme bleekgekleurde kalkarenieten voor die zowel van Laat-Krijt als van Vroeg-Paleocene ouderdom kunnen zijn. Het is de bedoeling met behulp van kalkschalig nannoplankton deze Krijt-Tertiair grens vast te leggen.

2.2.2.2. Evaluatie van de nannoplankton-associaties

a. Boring Merksplas 1 (17W265);

4 monsters uit de volgende intervallen :

- 724.90-728.80 m : talrijke losse geherkristalliseerde calcietelementen; geen coccolieten waargenomen;
- 714.40-719.26 m : de autochtone vormen zijn sterk overgroeid, slechts enkele Krijt-vormen herkenbaar (<u>Watznaueria barnesae</u>, <u>Glaukolithus</u> <u>diplogrammus</u>, <u>Corollithion exiguum</u>); voorkomen van enkele goed bewaarde Laat-Paleoceen (<u>Hornibrookina australis</u>) en Midden-Eoceen (<u>Reticulofenestra</u> <u>pseudogammation</u>) vormen, door contaminatie (naval !) in de associatie gebracht;

KRIJT

- 704.90-709.70 m : zeer veel losse calcietelementjes; onder de identificeerbare vormen zijn te vermelden : meerdere Krijt-vormen (o.a. <u>W.</u> <u>barnesae</u>, <u>G. diplogrammus</u>), de Vroeg-Paleocene vorm <u>Neocrepidolithus</u> <u>cruciatus</u>, en een antal allochtone Eocene vormen (<u>Pontosphaera exilis</u>, <u>Ericsonia eopelgica e.a.</u>); VROEG-PALEOCEEN d. Boring Maastricht-Kastanjelaan (7348);

4 monsters uit de volgende intervallen :

- 23.80-24.80 m : arme associatie, lichtjes overgroeide Krijtcoccolieten
- (Eiffellithus turriseiffelii, Watznaueria barnesae, Micula sp.); KRIJT
- 13.50-17.50 m : losse onidentificeerbare calcietelementen;
- 12.00-12.70 m : losse onidentificeerbare calcietelementen;
- 7.50-9.00 m : relatief arme, lichtjes overgroeide associatie; naast meerdere Krijt-vormen ook een aantal Vroeg-Paleocene soorten (Cruciplacolithus aff. primus, Ericsonia aff. cava); VROEG-PALEOCEEN.

### 2.2.2.3. Algemene beschouwingen

De nanno-associaties uit de bestudeerde trajecten zijn moeilijk interpreteerbaar wegens de vrij sterke overgroeiing van het calciet, wegens de aanwezigheid van relatief veel Krijt-vormen in de Vroeg-Paleocene associaties en tenslotte, in sommige gevallen, door de onzuiverheid van de monsters (naval, regelmatig voorkomen van jongere, allochtone elementen). In de meeste gevallen gaat het om zeer arme associaties. Dit is het gevolg van de relatief ondiepe, kustnabije en min of meer afgeschermde sedimentatiemilieus tijdens het Laat-Krijt en Vroegste Paleoceen, die blijkbaar zeer ongunstig waren voor planktonische kalkschalige organismen. Toch kan ook voor de boringen Merksplas en Valkenburg Thermae 2000 vastgesteld worden dat de de toplagen van Paleoceen ouderdom zijn. - 695-700 m : zeer sterk overgroeid, onidentificeerbaar materiaal.

Evaluatie : naar alle waarschijnlijkheid ligt de Krijt-Tertiair grens in de boring Merksplas tussen 714.40 en 709.70 m diepte.

- 33.00 - 34.00 m : veel losse calcietelementen; enkele sterk overgroeide Krijt-coccolieten (<u>Watznaueria</u> en Neocrepidolithus-soorten); KRIJT

- 30.25-30.35 m : zeer arme associatie met een redelijk aantal <u>Thoracosphaera's</u>; VROEG-PALEOCEEN.

- 174 m : zeer veel losse calcietelementen; slechts enkele slecht bewaarde Krijt-coccolieten;

- 465 m : losse calcietelementen, onidentificeerbaar;

- 459 m : zeer slecht bewaarde, ondetermineerbare autochtone vormen;
  één enkele Laat-Paleocene <u>Heliolithus riedelii</u> (NP8) door naval in de associatie gebracht;
- 453 m : geherkristalliseerd, onidentificeerbaar materiaal;
- 447, 441 en 435 m : losse calcietelementen, onidentificeerbaar.

Evaluatie : zeer sterk geherkristalliseerd, oninterpreteerbaar materiaal.

### 2.3. Trias

# 2.3.1. Vergruisd interval 681 - 762 m

Dit interval werd vergruisd. De cuttingsbeschrijving is in 2.1.2. gegeven. Het bestaat hoofdzakelijk uit rode meest middelmatige zandsteen, grof vanaf 750 m. Dikke schalie tussenschakelingen komen niet voor. Dunne laminaties beneden de detektie limiet van de gamma-sonde zijn wel mogelijk. De zandsteen is onzuiver (schaliegehalte volgens Welex litholog interpretatie tot 50% !), met beperkte maar wisselende porositeit (gem. 5 à 10%). Porositeiten van meer dan 20% kwamen slechts voor op 686 m en 703 m (intervals  $\pm$  1 m). In het gekernd traject en in de onderliggende Neeroeteren Zandsteen zijn porositeits-permeabiliteitsmetingen beschikbaar (Labofina, 1986). Volgens de dipmeteranalyse werd het sediment in noordwestelijke richting getransporteerd en afgezet in foresets tot 4 m, in distributary channels tot 15 m. Dit sedimentatiepatroon zet zich voort in het onderliggende gekernde pakket waar het meer in detail beschreven wordt (zie 2.3.2.).

# 2.3.2. Gekernd interval (762-832 m) : a terminal fan model

### 2.3.2.1. Introduction

70 m Permo-Triassic from the Gruitrode-Ophoven well (KB 172) were cored. These preponderating red sediments are first described in detail (Fig. 17). Then a faciesinterpretation is presented (Fig. 18, partially based on the fieldwork of TUNBRIDGE (1983, 1984) and HUBERT & HYDE (1982).

### 2.3.2.2. Facies

The cored Permo-Triassic section (762 - 832,25 m) is divided in five main units (Fig. 18).

UNIT	LITHOLOGY	DEPTH (m)			
I	Conglomerates	(762.00) - 766.30			
II	Conglomerates & sandstones	766.30 - 786.85			
	with subordinate siltstones				
III	Sandstones and siltstones	786.85 - 809.95			
IV	Bioturbated siltstones and clayey silt-	809.95 - 832.12			
	stones with carbonatic mudstones, further				
	subdivided (cf. 2.4.1.)				
V	Conglomerate	832.12 - 832.25			

Ten different lithofacies are distinguished, based upon their lithology, sedimentary structures and fossils.

## 1. Facies C : CONGLOMERATES

example : 763.00 - 764.00

The conglomerates show the following characteristics : polymodality, bad sorting, erosive bed bases and a normal grading. The matrix is composed of sandstone, but twice a muddy matrix occurs (facies Cm). Sometimes a slight stratification and imbrication can be observed.

2. Facies Sp : PEBBLY SANDSTONES

example : 769.80 - 770.15

All transition forms from paraconglomerate to sandstone are grouped in this facies : sandy conglomerate, pebbly sandstone and sandstone with pebbles (COLLINSON & THOMPSON, 1982).

This facies is bounded underneath by an irregular surface. The bed consits of a conglomerate layer covered by a pebbly, sometimes parallel stratified sandstone with dispersed flaser. The top of the bed, when composed of finer sediments, shows small-scale cross lamination.

## 3. Facies Sc : CHANNEL FILL SANDSTONE

example : 744.20 - 774.95

An intensive eroded bed base filled with pebbles and covered by parallel laminated fine sandstone.

# 4. Facies Sx : CROSS-STRATIFIED SANDSTONE

example : 767.10 - 768.45 Cross-stratified medium sandstone, eventually pebble and flaser-rich near the base, covered by parallel laminated finer sandstone.

5. Facies Se : EPSILON-CROSS-STRATIFIED SANDSTONE

example : 797.10 - 798.00

These stratified graded sandstones are bounded by clay-rich facies and are characterized by epsilon-cross-stratification (ALLEN, 1963).

6. Facies Si : INVERSE GRADED SANDSTONES

example : 809.15 - 809.55

Red bioturbated and parallel stratified fine sandstone changing gradually into a bleached apparent unstratified medium sandstone.

### 7. Facies Ss : PARALLEL LAMINATED SANDSTONE

#### example : 789.00 - 790.20

Parallel stratified, graded sandstone with a slight erosional bed base. The typical lithology succession of this facies is : stratified sandstone mostly containing little flasers, medium sandstone, fine sandstone and even siltstone showing cross stratification.

### 8. Facies Ms : PARALLEL LAMINATED SHALES

#### example : 790.40 - 790.60

Alternations of laminae and thin beds of very fine sandstone, siltstone and mudstone. Sedimentary structrues in this facies are parallel, cross and ripple cross lamination.

### 9. Facies Md : DEFORMED SHALES

#### example : 792.80 - 794.70

Heterogeneous sequences composed of very fine sandstone, siltstone, mudstone and beds of clay pebbles in a siltstone matrix. Dessication cracks, water escape and soft sediment deformations are very common in this facies.

10. Facies Mb : BIOTURBATED SHALES

example : UNIT IV

Bioturbated very fine sandstone, siltstone and mudstone, slightly calcareous, Upper Zechstein facies (cf. 2.4.1.).

### 2.3.2.3. Interpretation

Facies C, Sg and also Sx are characteristic for braided rivers and braidplain desposits : abundant, horizontally-stratified gravel deposited by vertical accretion on longitudinal bars. Also planar cross stratified beds are a common feature of this environment (WALKER, 1984).

Facies Se is a minor facies and is interpreted as a laterally migrating bar in a higher sinuosity fluviatile system.

Facies Ss and Ms are indicative of floodplain deposits. Parallel lamination is the dominant sedimentary structure, showing an overall upwards fining. TUNBRIDGE (1984) regards this as the product of laterally extensive unconfined flood deposits, deposited by fast shallow ephemeral flows. Facies Md represent accumulations of fine sediments in local depressions, situated in the low lying area of the alluvial plain.

Facies Si are inverse graded, bioturbated sandstones, chiefly parallel stratified with few cross stratifications, interpreted as a regressing clastic shoreline (SELLEY, 1970).

Facies Mb are intensive bioturbated shales, also containing some marine fauna. The occurence of plantdebris and cross stratifications shows that the shales were deposited in a shallow marine environment. The percentages of the different facies occuring in the different units are given in table 2. Unit 1 is entirely composed of the coarses facies and represents proximal floodplain deposits. Unit 2 represents a medial floodplain association. It is for 45% composed of a typical floodplain sedimentation (Ss, Ms & Ld). The other 55% (C, Sp, Sc, Sx & Se) are characterized by coarser sediments with a great sandstone/mudstone ratio, representing channelized flows cutting across the flood sheets. The upper part of unit 3 is chiefly (84%) composed of floodplain and clay playa sediments cut by some minor channels, and is regarded as a distal floodplain sequence. The lower part of this unit still contains some restricted flood sheet sediments (17% Ss) beside shoreline sediments made up of facies Si and Mb. Unit 4 is totally composed of marine to brackish siltstones, grey at the base and red at the top.

### 2.3.2.4. Discussion

The Permo-Triassic sequence begins with a transgressive conglomerate resting upon the continental Westphalian. This transgression is immediately followed by a regressive phase. The whole sequence coarsens upward, the different sedimentary environments traversed are : a marine, a shoreline and a floodplain association. In this floodplain association we can distinguish 3 subenvironments. A proximal environment characterized by coarse sediments deposited by channel flows. A medial sequence which shows features of both channel flows and flood sheet deposits. At last a distal floodplain sequence composed of parallel laminated fine sediments deposited by flood sheets, and clay playa deposits.

These continental deposits must be regarded as a braid-plain prograding basinwards by means of channel flows which spread out as flood sheets covering vast areas.

Such deposits can not be qualified as alluvial fan deposits. Most authors (GLOSSARY OF GEOLOGY, 1982; BLISSENBACH, 1954; FRIEDMAN & SANDERS, 1978; LEEDER, 1982; REINECK & SINGH, 1973) interprete an alluvial fan as : a small-scale, cone-shaped, outspread accumulation of rather coarse deposits, with a slope  $< 10^{\circ}$ , built by a mountain stream at the base of a mountain front where a steeper slope, usually a fault scarp, passes abruptly into a sedimentary basin.

LEEDER (1982) makes a distinction between "wet" and "dry" fans. A dry fan shows the latter enumeration of characteristics of an "alluvial fan". A wet fan however is built by stream flows (perennial) and may form lowgradient alluvial cones which may cover very large areas (> 10.000 km<sup>2</sup>). In this regard, WALKER (1984) also uses different terms : alluvial fan and braidplain deposits. "Braidplains have two dimensional depositional surfaces with low slopes. Drainage patterns are essentially parallel. Downslope decrease in grain size and attendant facies changes occur over a considerable distance". The term "Braidplain" is thus comparable with "wet fan". Some authors (REINECK & SINGH, 1973) extend the term "fan", including the "small-scale" true "alluvial fans" (radius < 30 km) and the "large-scale" "wet fans/braidplains" (radius till 100 km or more). FRIEND (1978) introduced the term "terminal fan" for some Devonian and Miocene alluvial deposits. This model is based on present day observations
from the Indo-Gangatic Plain (PARKASH, AWASTHI & GOHAIN, 1983). Since then, several ancient exemples of terminal fans were recognized (GRAHAM, 1983; HUBERT & HYDE, 1982). Terminal fan deposits suggest a down-slope decrease in discharge due to infiltration or evapo-transpiration. This results in a distributive channel pattern and the ultimate disappearence of all channels (Fig. 19).

This type of deposits fits very well with the depositional pattern of the Permo-Triassic in the Kempen Basin.

A transition from channelized flows to unconfined flood sheet deposits and clay playa environment is clearly observed. Also TUNBRIDGE (1984) refers to a terminal fan model for the Devonian Trentishoe Formation of North Devon, by extending Friend's concept with some supplementary facies, e.g. playa lakes and the distal mud-draped bar environment.

			complete core recovery
			core fragments
	<u> </u>		core loss erosional or deformed bed base transitional bed contact
			abrupt bed contact colour change
			LITHOLOGY
		1. 0. 201 0. 201 0. 501 0. 1	extraformational conglomerate
			intraformational conglomerate (clay pebbles and flaser)
		•	very coarse sandstone
			coarse sandstone
			medium sandstone
			fine sandstone
		4-11	very fine sandstone
			siltstone
			mudstone
			calcareous shale
			limestone (type: mudstone)
	人		SEDIMENTARY STRUCTURES
12			angle of stratification
			stratification (distinct and indistinct)
			cross lamination
	$\  \xi_{t}$		ripple cross lamination
	Z		trough cross bedding
	υ <sub>ν</sub> ν		bioturbation
	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	e.	desiccation cracks
	۵۵۵		eolian sediment
	2		disturbed bedding
	11		plant fragments
	*		pyrite -
			<b>9</b>

Detailed lithological and sedimentological description of the Permo-Triassic cored section. Symbols partially are based on TUCKER (1982) and SELLEY (1970), legend on first page.

Fig. 17 - Blad 1



-67-



-68 -



Fig. 17 - Blad 4



.

0

Fig. 17 - Blad 5

-70-



-71-



**-**72**-**

Fig. 17 - Blad 7



-73-



Fig. 17 - Blad 9

-74-



Fig. 17 - Blad 10

--75-



-76-

Fig. 17 - Blad 11



-77-



Fig. 17 - Blad 13

DEPTH FACIES

COLOU

COLOUR UNITS ENVIRONMENT



Permo-Triassic facies distribution.

<u>Fig. 18 - blad 1</u>



Fig. 18 - Blad 2



Fig. 18 - blad 3



of the different facies in the distributary area of a terminal fan (modified after FRIEND, 1978)

UNIT FACIES	Ι	II	Upper part	III Lower part	IV	
 С	100	17	-	-	-	
Sp	-	17	-	-	<del>.</del> .	
Sc	-	3	-	-	-	
Sx	<b>_</b>	9	10	-	-	
Se	-	9	6	1	-	
Si	-	- '	-	48	-	
Ss	-	35	44	17	. –	
Ms °	- 1	3	14	-	-	
Md	-	7	26	<b>—</b>	-	
МЬ	-	_	-	35	100	

Table 2 : Amount (%) of the different facies according to the different units.<sup>°</sup>

#### 2.4. Perm

2.4.1. Sedimentpetrografie

## 2.4.1.1. Inleiding

De basis van het Zechstein in de boring 172 bestaat uit een conglomeraat op 832,25 meter. De top, gelegen op 809,9 m wordt gekenmerkt door de plotse overgang van rode siltstenen met rose karbonaatnodulen naar bleekgrijze zandstenen, gecorreleerd met de zandsteen op 1052,17 m in boring 169 Gruitrode-Muisven (Dusar et al., 1987). De boring 172 doorsnijdt 22,35 m Zechstein sedimenten. Aan de hand van macroscopische en microscopische waarnemingen werd deze boring in lithologische eenheden onderverdeeld en de sedimentologische evolutie van de Zechsteinstrata opgesteld.

## 2.4.1.2. Macroscopische waarnemingen

De Perm strata van de boring Gruitrode 172 (UmitIV, cf. 2.3.) kunnen in drie lithologische eenheden onderverdeeld worden (cf. fig. 17).

- 1) van 832,25 tot 832,12 m : conglomeraat
- 2) van 832,12 tot 826,10 m : afwisseling van donkergrijze schiefers en dunne kalkmudstone laagjes in siltrijk pakket.
- 3) van 823,80 tot 818,00 m : afwisseling van grijze schiefers en lichtgrijze kalkmudstones of siltstenen. Deze laatste twee zijn rijk aan kwarts, mica's en plantenresten.
- 4) van 818,00 tot 809,90 m : rode siltstenen met rose kalknodulen en grijze kleifragmentjes. De kalknodulen bevatten soms een kleicoating.

## 2.4.1.3. Microscopische waarnemingen

De kalkmudstones van het onderste pakket zijn fossielhoudende mudstones. Volgende fossielen werden hierin herkend : pluriloculaire en primitieve foraminiferen, grote (1 cm) en kleine (mm) ostracoden, algaire buisjes en schelpen. Ook het tweede pakket bevat fossielhoudende (pluriloculaire en primitieve foraminiferen en ostracoden) mudstones, doch deze zijn gerekristalliseerd en rijk aan kwarts (25%). De siltstenen van het bovenste pakket hebben een kalkig cement en zijn sterk gebioturbeerd.

De carbonaten van de mudstones bestaan vooral uit calciet en in geringere mate uit dolomiet.

## 2.4.1.4. Sedimentologische evolutie

De Zechstein sedimenten zijn nabij de paleokust afgezet in een marginaal ondiep zeebekken, zodat het facies in belangrijke mate beïnvloed werd door lokale processen.

Het Perm begint met een transgressie, die gekenmerkt wordt door een conglomeraatbank. De Kupferschiefer is niet aanwezig. De siltstenen aan de basis van het onderste pakket wijzen op een afname van de continentale invloed. De schiefers en de kalkmudstones van dit pakket werden afgezet in een reducerend milieu zonder aanvoer van grofkorrelige detritische sedimenten. Tijdens de daaropvolgende regressie werd grofkorrelig detritisch materiaal (fijnkorrelig zand, mica's en plantenresten) aangevoerd. Opmerkelijk is dat vooral de carbonaatlaagjes zo rijk zijn aan dit detritisch materiaal. In deze carbonaten treffen we eveneens gekruiste gelaagdheid aan. We besluiten hieruit dat ook de carbonaatmodder aangevoerd werd. Het is ons onduidelijk of de rode kleur van het bovenste pakket van primaire of secundaire oorsprong is. Indien het een primaire oorsprong heeft, wijst dit op een voortgaande regressie, waarbij de sedimenten in een oxiderend milieu afgezet worden.

# 2.4.2. Lithogeochemie

#### 2.4.2.1. Methodiek

Aan de hand van een geochemische studie wordt getracht de relatie na te gaan tussen het distributiepatroon van de elementen in de gesteenten en het milieu van afzetting en de lithologie. De analysen van de elementen Mg, Sr, Na, Zn, Pb, Fe en Mn werden uitgevoerd met een atomaire absorptiespectrometer na oplossing van het gesteente met geconcentreerd HCl. Eveneens werd de hoeveelheid organisch koolstof, volgens de Walkley-Black methode, en het onoplosbaar residue (gravimetrisch) bepaald. Voor de beschrijving van de voorbereiding van de monsters en de laboratoriumanalysen verwijzen we naar Van Orsmael (1982). De analyseresultaten werden statistisch met SAS programma's verwerkt (SAS Instituut Inc.).

DEPTH	MG	• SR	MA	ZN	РВ	FE	MN	С	IR	К	LITHO
810.00	0.32	103	963	22	•	36129	249	•	86.8	5128	SILTSTEEN
812.30	0.37	132	1131	29	•	38415	327	•	86.1	5778	SILTSTEEN
814.09	0.28	154	402	18	•	16026	3365	0.06	53.9	2199	SILTSTEEN
815.10	0.45	154	1346	34		39221	289	•	83.4	5986	SILTSTEEN
815.20	0.39	308	564	25	1.5	14965	5065	0.08	32.5	2597	NODULE
815.70	0.45	124	1126	37		39087	324	•	86.8	4188	SILTSTEEN
818.00	0.52	117	1346	36	•	48767	370	•	85.9	5769	SILTSTEEN
818.90	0.65	244	253	18	32.0	12443	4925	0.97	18.1	877	MUDSTONE
819.75	0.49	321	246	67	33.0	10523	3435	1.00	20.5	813	MUDSTONE
820.10	2.62	239	286	132	318.0	23760	3085	0.81	26.4	1007	MUDSTONE
820.23	1.71	296	217	1008	250.0	18281	2904	0.79	20.8	727	MUDSTONE
821.50	0.69	138	653	224	119.0	16026	1438	2.54	73.5	2615	ZANDSTEEN
822.15	0.88	138	1113	50	5.0	18149	583	0.62	81.6	4847	SILTSTEEN
828.30	0.56	495	566	30	1.5	28600	3565	0.48	37.3	2498	MUDSTONE
828.81	0.45	299	380	38	4.0	19077	3515	0.77	26.0	1718	MUDSTONE
829.36	0.47	303	422	19	1.5	19873	3330	0.56	26.9	1939	MUDSTONE
829.70	0.51	302	451	24		18547	3020	0.49	29.6	2317	MUDSTONE
830.08	0.51	260	522	22	•	17618	3550	0.53	35.2	2318	MUDSTONE
830.60	0.47	254	543	23	1.5	17220	4075	0.50	25.8	2913	MUDSTONE
830.80	0.50	286	517	24	1.5	18016	3620	0.45	32.5	2407	MUDSTONE
831.45	0.72	182	1447	47		20139	438	0.66	85.3	4775	SILTSTEEN

TABEL 3 : Geochemische analyses Zechstein, Boring 172

Uit de sedimentologische studie evenals uit de geochemische analyseresultaten (tabel 3) blijkt dat het gehalte in HCl onoplosbare bestanddelen aanzienlijk is. Het onoplosbare residu schommelt tussen 18,1% en 91,5%. De variatie in de lithologie zal de distributie van de elementen beïnvloeden (Barber, 1974; Brand & Veizer, 1980). Bij de interpretatie van het geochemische distributiepatroon zullen we hiermee dan ook rekening moeten houden.

Enkele kenmerken der distributies zijn de volgende :

- De mediaan van het Mg gehalte is 0,52% wat op een laag dolomietgehalte wijst.
- Twee Sr populaties kunnen in onze resultaten onderscheiden worden.
  Eén populatie met een Sr-gehalte kleiner dan 225 ppm komt vooral voor in siltstenen en zandstenen. De tweede populatie heeft een gehalte groter dan 225 ppm en is vooral geassocieerd met de mudstones (bestaande uit CaCO<sub>3</sub>). Uit deze gegevens blijkt dat de strontium verdeling in belangrijke mate te verklaren is aan de hand van het carbonaatgehalte. Strontium kan echter ook aan de kleimineralen geadsorbeerd worden (Coulon, 1979).
- De frequentiecurve van natrium toont twee populaties. De eerste (kleiner dan 900 ppm) komt voor in mudstones en zandstenen, de tweede (groter dan 900 ppm) in siltstenen. Hieruit kunnen we besluiten dat het natriumgehalte in verband staat met de hoeveelheid kleien.
- De mediaan van het Zn-gehalte bedraagt 35 ppm. Vier stalen zijn anomaal wat het Pb-gehalte betreft (820,10; 820,23; 821,5; 1082,5).
- Het Fe patroon vertoont eveneens twee populaties, gescheiden op 3,2%.
  De populatie met een Fe-gehalte groter dan 3,2% komt voor in de siltstenen. De hoeveelheid ijzer is onafhankelijk van de lithologie.
  Volgens Barber (1974) is ijzer zowel gebonden aan de carbonaten, sulfiden als aan residuele silicaatmineralen.
- Uit de frequentiecurve van Mn blijkt dat dit element vooral voorkomt in de carbonaatfractie (mudstones). We onderscheiden twee populaties :

1° kleiner dan 2100 ppm geassocieerd met zandstenen en siltstenen; 2° groter dan 2100 ppm geassocieerd met mudstones.

- Het gehalte aan organisch koolstof is zeer laag in de rode gesteenten, wegens de oxidatie. De hoge koolstofwaarden van 2,54% en 2,91% zijn het gevolg van in het gesteente ingespoelde plantenresten.
- Natuurlijk vertoont ook de frequentiecurve van het onoplosbaar residu twee belangrijke populaties :
  - 1° mudstones met een IR-gehalte kleiner dan 60%;
  - 2° siltstenen en zandstenen met een IR-gehalte groter dan 60%.
- Het K-gehalte is zoals het Na-gehalte vooral gebonden aan de siltstenen (groter dan 3600 ppm) en dus aan de kleien.

## 2.4.2.3. Correlatie matrix

Uit de correlatie matrix blijkt een positieve correlatie tussen Mn en Sr, negatieve correlatie van beide elementen met K, Na, IR en een negatieve correlatie van Mn met Fe. K, IR, Na en Fe zijn onderling positief gecorreleerd.

Uit de positieve en negatieve correlaties blijkt duidelijk de enorme invloed van de lithologie op het geochemisch distributiepatroon. Sr en Mn komen voor in de carbonaten door coprecipitatie (in vaste oplossing) (Pascal, 1979) en K, Na en Fe zijn geassocieerd met de kleien, die het belangrijkste aandeel van het I.R. vormen. Bij een meer gedetailleerde studie van de correlatie matrix zien we dat Sr een geringere negatieve correlatie vertoont met Na, K, en IR dan Mn. Dit wordt verklaard doordat Sr ook met andere fasen kan voorkomen in de Zechsteinstrata (bv. geadsorbeerde kleien). De associatie van Fe met de kleien (siltstenen) komt ook tot uiting in de frequentiecurve van dit element in de boring 172. Immers, twee populaties zijn aanwezig, zoals normaal in onze analysen het geval is bij een invloed van de lithologie op het geochemisch distributiepatroon (cfr. Sr, Na, K, Mn).

## 2.4.2.4. Factor analyse

De factor analyse bevestigt de besluiten die we bij de frequentiecurven en de correlatiematrices getrokken hebben. De belangrijkste factor (factor 1; tabel 4) die de distributie van de elementen (Sr, Na, Mn, IR, K) verklaart is de kleifactor. Na en K zijn hiermee geassocieerd, Mn en in mindere mate Sr niet. Het Mg gehalte wordt vooral bepaald door de tweede factor. Latere migratie van Mg en precipitatie in de nog poreuze gedeelten (bv. vorming dolomietcementen in de zandstenen) vormen deze tweede factor. De derde factor verklaart de variatie van het ijzergehalte. Deze factor staat niet in verband met het gehalte aan kleien (K en Na), maar omvat waarschijnlijk een gedeelte oxiden en/of sulfiden.

Table 4 : Factor analyse van de geochemische analysen uit de boring 172											
EIGENVALUES OF THE CORRELATION MATRIX : TOTAL = 9.000000 AVERAGE = 1.000000											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
EIGENVALUE	3.878290	1.956194	1.557400	0.693615	0.541591	0.169837	0.134022	0.041704	0.027348		
DIFFERENCE	1.922096	0.398794	0.863785	0.152024	0.371754	0.035815	0.092318	0.014356	i		
PROPORTION	0.4309	0.2174	0.1730	0.0771	0.0602	0.0189	0.0149	0.0046	0.0030		
CUMULATIVE	0.4309	0.6483	0.8213	0.8984	0.9586	0.9774	0.9923	0.9970	1.0000		

3 Factors will be retained by the mineigen criterion

	FACTOR PA	ATTERN	
	Factor 1	Factor 2	Factor 3
MG	-0.12110	0.77084	0.40438
SR	-0.61879	-0.31039	0.53738
NA	0.93513	-0.16577	0.16703
ZN	-0.20681	0.77067	0.12311
FE	0.11459	0.03111	0.93648
MN	-0.85496	-0.38887	-0.12144
С	0.19479	0.62351	-0.38130
IR	0.97607	0.04857	-0.02818
к	0.91035	-0.31770	0.15533

Variance explained by each factor

Factor 1	Factor 2	Factor 3
3.878290	1.956194	1.557400

#### Final communality estimates : total = 7.391883

MG	SR	NA	ZN	FE	MN	С	IR	К
0.772388	0.768017	0.929841	0.651859	0.891088	0.896927	0.572095	0.955873	0.953794

.

## 2.4.2.5. Discussie

Uit de bespreking van de resultaten blijkt dat vooral de lithologie het geochemisch distributiepatroon verklaart. Kwarts beïnvloedt het geochemisch patroon als verdunner, zowel in de siltstenen als in de mudstones. In de correlatie matrix, waarin de diepte als variabele voorkomt zien we dat er geen systematische variatie van het gehalte aan elementen met de diepte optreedt.

De zeer hoge waarden van Fe (gemiddeld 2.7 %) en Mn (gemiddeld 2370 ppm), die in het volledige Zechsteinpakket voorkomen wijzen op de continue, zeer belangrijke continentale invloed (Coulon, 1979 en Pascal 1979). Dit stemt overeen met de sedimentpetrografische gegevens die een kustnabije sedimentatie aanduiden.

Natrium wordt in de literatuur in verband met de geochemie van carbonaatgesteenten als paleosaliniteitsindikator gebruikt,zelfs in gesteenten rijk aan IR (Veizer et al., 1977). Uit deze studie blijkt dat men zeer voorzichtig moet zijn bij het gebruik van natrium in milieureconstructies. Ook strontium, dat opgenomen wordt in het carbonaatrooster en soms geadsorbeerd op de kleien voorkomt, is in deze studie als milieuindicator niet bruikbaar.

#### 2.5. Biostratigrafie van het Permo Trias

#### 2.5.1. Flora

## 2.5.1.1. Palynologie

Bien que les pollens des niveaux 818.05 m et 831.20 m ne soient pas bien conservés on peut y reconnaître les mêmes caractéristiques, déjà décrites pour le sondage 169 (Dusar, et al., 1987).

La caractéristique générale de ces deux échantillons est de montrer de très nombreux pollens striés (type <u>Striatisaccus</u>), une caractéristique du Permien et de l'étage Vetlugien, à la base du Trias.

La présence fréquente de <u>Klausipollenites</u> <u>schaubergeri</u> est typique du Permien supérieur ou Thuringien.

L'intérêt de ces échantillons est aussi dans ce qu'ils contiennent des représentants du palynodème <u>Lueckisporites</u>, en particulier <u>Lueckisporites</u> <u>virkkiae</u> (normes Ac et Bc), ce qui situe ces échantillons à la transition Zechstein/Buntsandstein inférieur dans le schéma de VISSCHER (1971).

## 2.5.1.2. Mégaflore

Les restes macroscopiques des végétaux sont très fragmentaires; les analyses de cuticules ont toutefois permis des déterminations. Tous les niveaux (818, 819 et 827) renferment de nombreux débris de feuilles de conifères. La majorité appartient au genre <u>Ulmannia</u> Goeppert et les deux espèces <u>U. bronnii</u> et <u>U. frumentaria</u> sont représentées. Des observations analogues ont été faites dans le sondage 121 à Meeuwen (Florin, 1954).

Quelques écailles sont à rapporter au ? <u>Pseudovoltzia papillosa</u> Mädler (niveau 819) et des feuilles isolées représentent le genre <u>Quadrocladus</u> Mädler (827).

Tous ces conifères sont caractéristiques du Permien supérieur (faciès Zechstein) et n'ont pas été signalées dans les dépôts du Buntsandstein.

Par ailleurs des restes d'écorce de <u>Pleuromeia</u> Corda ont été observés au niveau 819. Cette Lycophyte est traditionnellement considérée comme typique du Buntsandstein (et n'a jamais été signalée dans un faciès Zechstein !). L'association <u>Ulmannia/Pleuromeia</u> situe les échantillons aux alentours de la zone de transition Zechstein/Buntsandstein inférieur et est en accord avec les conclusions de l'analyse palynologique. 2.5.2. Conodonts :

19 samples of the Gruitrode-Ophovenderheide 172 borehole were processed for conodonts. Conodont samples were taken in the "Permo-Triassic" beds at the following depth intervals :

Sample	1	:	765.38	-	765.68	m	:	conglomerate
Sample	2	:	765.68	-	765.93	m	:	conglomerate
Sample	3	:	765.93	-	766.12	m	•	conglomerate
Sample	4	:	778.00	-	778.13	m	:	conglomerate
Sample	5	:	778.13	-	778.31	m	:	conglomerate
Sample	6	:	784.85	-	785.11	m	:	conglomerate
Sample	7	:	785.11	-	785.30	m	:	pebbly, coarse sandstone
Sample	8	:	785.95	-	786.15	m	:	pebbly, coarse sandstone
Sample	9	:	786.25	-	786.55	m	:	pebbly, coarse sandstone
Sample	10	:	791.40	-	791.52	m	:	red, calcareous sandstone
Sample	11	:	801.02	-	801.12	m	:	red mudstone
Sample	12	:	817.50	-	817.60	m	:	red mudstone
Sample	13	:	817.50	-	817.60	m	:	red mudstone
Sample	14	:	819.80	-	819.98	m	:	grey mudstone
Sample	15	:	820.00	-	820.08	m	:	grey mudstone
Sample	16	:	820.08	-	820.20	m	:	grey mudstone
Sample	17	:	829.05	-	829.16	m	:	grey mudstone
Sample	18	:	829.86	-	829.96	m	:	grey mudstone
Sample	19	:	830.22	-	830.35	m	:	grey mudstone

Only 6 samples yielded conodonts. Numbers are very small and the specimens are mostly fragmentary. The majority are broken bars and blades, a few platforms are sufficiently well preserved for generic and specific assignments. The conodont collections are too small to enable us to establish apparatus reconstructions.

1 specimen of Ghnathodus girtyi ?

Sample 8 : 4 bar and blade fragments.

Conodont contents of the samples :

Fig. 20 shows the known stratigraphic extension of the conodonts in the Belgian Carboniferous (Paproth, Conil, et al., 1983).

Samples 2, 3, 5, 6, 7 and 8 were alle taken in conglomerate or pebbly sandstone layers of the Triassic beds. These coarsesediments contain small limestone clasts. As it was not possible to separate these individual limestone clasts from the rest of the sample, the whole core was put into a small basket and treated with formic acid. Thus, the conodonts collected from one sample may represent the fossil content of several limestone clasts.

This is a possible explanation for the occurrence of *Gnathodus girtyi* ? together with *Polygnathus communis communis* and *Siphonodella isosticha* in sample 7. It may be even better here to take not into account the presence of *Gnathodus girtyi* ?, because the questionnable identification of the specimen.

Polygnathus communis communis may have an upper Famennian or Tournaisian age. As it occurs together with Siphonodella isosticha which has a rather restricted range (Tournaisian 2), the Polygnathus communis communis specimen most probably has a Tournaisian 2 age (Groessens, 1974). Both, Paragnathodus commutatus and Gnathodus girtyi girtyi range from the upper Visean (V3b3) into the lower Namurian. For both specimens it is not



Fig. 20 : Stratigraphic distribution of conodonts in the Gruitrode-Ophovenderheide

possible to determine their age more precisely (Austin, Conil, Groessens & Pirlet, 1984; Higgins & Bouckaert, 1968).

Based on the stratigraphic extensions of the Conodonts in the Belgian Carboniferous we can conclude that the Triassic beds include most probably limestone clasts of Lower Carboniferous (Tournaisian and Visean) (samples 7, 3 and 5) and Upper Carboniferous (Namurian) (samples 3 and 5) age, although an upper Famennian age for *Polygnathus communis communis* (sample 7) can not be excluded.

The conodonts recovered in the limestone clasts of the Triassic conglomerate beds have a CAI (Colour Alteration Index) of 1, 1.5 or 2, corresponding to a vitrinite reflectance range of 0.7 to 1.3% (Table 5). These figures compare rather well to the vitrinite reflectance of the host rock ( $\pm$  0.8%, see 5.3.).

The colour alteration in conodonts, which is related to depth and duration of burial and the geothermal gradient, is an irreversible process. Thus, we can conclude that in the source area burial has been very slight.

Table 5 : Chart showing correlation of conodont CAI and vitrinite reflectance. From A.G. EPSTEIN, J.B. EPSTEIN & L.D. HARRIS, 1977, Figure 11.

#### CONODONTS

#### VITRINITE

CAI	Temperature in °C	Reflectance	Percent fixed Carbon
1	50-80	0.8	60
1.5	50 <b>-9</b> 0	0.70-0.85	60-65
2	60-140	0.85-1.3	65-73
3	110-200	1.4 -1.95	74-84
.4	190-300	1.95-3.6	84-95
5	300-400	+3.6	+95

#### 3. Steenkoolterrein

#### 3.1. Onderverdeling

Het steenkoolterrein werd gekernd vanaf 832.25 m tot op de einddiepte van 1599 m (Fig. 21).

Twee eenheden kunnen onderscheiden worden :

- van 832,25 m tot 957,22 m (aangeboorde dikte 125 m)
- Zandsteen van Neeroeteren, onderscheiden door het veelvuldig voorkomen van bleke grofkorrelige poreuze zandsteen in dikke banken, verder in detail beschreven en sedimentologisch onderzocht.

De steenkool intercalatie laag 1a-b op 898 m, komt overeen met het Dickenberg niveau in Ibbenbüren (cf. Bouckaert en Dusar, 1987).

- van 957,22 m tot 1599 m (aangeboorde dikte 641,78 m).

Maurage Member (Paproth et al., 1983), onderscheiden door normaal ontwikkeld paralisch facies, gedomineerd door kleiïge sedimenten. Hierin komen meerdere referentie horizons voor, zowel tonsteins als een zwak marien (of brakwater) niveau die een verdere onderverdeling toelaten. Vijf tonsteins werden onderscheiden :

- Odin op 1282,19 m
- Nibelung (u) op 1349,60 m
- Kobold ? op 1427,00 m
- Hagen 1 op 1477,10 m
- Hagen 4 op 1488,66 m.

De Erda Tonstein werd merkwaardigerwijs niet aangetroffen. Laag 53 op 1565 m, waarin deze tonstein werd verwacht, is wel door een kernverlies van 39 cm getroffen. De brakwater-ostracode <u>Geisina subarcuata</u> werd aangetroffen op 1400.50 m. Ditzelfde niveau werd ook in boringen 161 en 168 teruggevonden, steeds onder de Nibelung Tonstein. Alhoewel de Geisina-horizont vermoedelijk het stratigrafisch equivalent is van de Top Marine Band in de Penninische kolenvelden van Engeland, vormt hij in het Kempens Bekken geen duidelijke transgressie, maar kenmerkt zich als een limnische horizont met mariene beïnvloeding die waarschijnlijk licht diachronisch verloopt in vergelijking met de Nibelung tonstein.

De Westphaliaan C/D grens valt volgens de besluiten van het vijfde Internationale Karboon Congres in 1963 te Parijs samen met het eerste voorkomen van <u>Neuropteris ovata</u>. Dit plantfossiel is in boring 172 niet aangetroffen. In vergelijking met de boring 146 (Neerglabbeek) en 117 (Neeroeteren-De Hoeven) zou deze grens op <u>+</u> 50 m onder de basis van de Zandsteen van Neeroeteren verwacht kunnen worden, maar is verder niet relevant. Naar analogie methet Westphaliaan A en B, zou er een tweedeling van het Westphaliaan C sedimentpakket (ex. met basislagen van het Westphaliaan D) volgens de Top Marine Band of zijn equivalent kunnen geschieden. Aangezien de Geisina horizont niet voldoende standvastig is, wordt de erbovenliggende Nibelung Tonstein voorgesteld, die eveneens vlak bij of onder de SF/GS miosporen grens ligt (Bless et al., 1977; Paproth et al,1983).Op deze wijze kunnen de steenkoolbundels van Meeuwen (Onder Westphaliaan C) en Neerglabbeek (Boven Westphaliaan C) gescheiden worden.

#### 3.2. Voorstelling

Net als bij de beschrijvingen van boringen 146 (Dusar & Houlleberghs 1981), 161 (Boonen, Dusar & Somers, 1985), 168 (Dusar et al ,1986) en 169 (Dusar et al , 1987) is de voorstelling van de resultaten van het kernonderzoek en de grafische vormgeving overgenomen van de Geologie afdeling van de Westfälische Berggewerkschaftskasse te Bochum, volgens BB 22011 en BB 22012 van de Steinkohlenbergbauverein, Abt. Normung und Prüfung te Essen (Fig. 21) Enkele bijkomende lithologische en paleontologische synbolen staan vermeld op de bijkomende legende. De nummering en de onderverdeling der steenkoollagen, in gemeten centimeters uitgedrukt, wordt verklaard in § 5.1. (kolengehalte) en is hernomen in tabel 7.

-98-

#### STEENKOOLVERKENNINGSBORING 172 GRUITRODE OPHOVENDERHEIDE

1/200

	Archiefnummer	63	Е	224
--	---------------	----	---	-----

Lambert	Х	:	234022,11
	Y	:	196268,44
	Z	:	77,74
Bonne	X	:	84007
	Y	:	75338



Blad 1

Fig. 21



-100-


•

-101-





-102-



-103-





-105-

Blad 7



-106-



-107-



-108-

-109-



Blad 11



-110-

Blad 12



-111-



-112-



-113-



-114-

Blad 16 KB 172



#### 3.3. De zandsteen van Neeroeteren

Deze studie is uitgevoerd aan het Labo voor Sedimentologie van de K.U.L. door Johan De Locse onder leiding van Prof. F. Gullentops in opdracht van de Geologische Dienst.

# 3.3.1. Kernbeschrijving

De Zandsteen van Neeroeteren werden aangeboord tussen 832.25 m (top Karboon) en 957.22 m (overgang naar normaal ontwikkeld facies, Maurage Member) -(zie 3.1.). De kernbeschrijving (Fig. 22) volgt het stramien opgezet voor boring 161, Opglabbeek-Louwelsbroek (Gullentops et al., 1985) en eveneens gevolgd bij de beschrijving van het Trias (zie § 2.3.2.). De kernbeschrijving van het schalieinterval met het doublet van laagvlak 1 a en laag 1 b "Dickenberg" (Fig. 21) is echter onvolledig door een voorafgaandelijke bemonstering van steenkool en flora. Een overzichtslog is in fig. 23 ge geven.

### 3.3.2. Facies-analyse

#### 3.3.2.1. Inleiding

Er wordt een onderverdeling gemaakt in verschillende lithofacies volgens het afzettingsproces. Zo kan een vergelijking gezocht worden met de rivier sedimenten zoals beschreven door Rust (1978) en Miall (1978) (zie tab.6 Taf.0). Deze indeling verschilt weinig van de classificatie in boring K.B. 161 b (De Loose, 1984).

### 3.3.2.2. Classificatie

1. Facies Gm : Beddingsgrind

Dunne, massieve, korrelgesteunde, intra-tot extraformationele grindbankjes met een erosieve basis (niet steeds even duidelijk). De keien zijn meestal goed gesorteerd en matig afgerond. Dit lithofacies wordt beschouwd als het beddingsgrind van een geul.

#### Tabel 6 : Lithofacies types en sedimentaire structuren van oude en moderne verwilderde rivieren (Miall 1978)

Facles	Lithofacies	Sedimentary structures	Interpretation
Gms	massive, matrix supported gravel	none	debris flow deposits
Gm	massive or crudely bedded gravel	horizontal bedding, imbrication	longitudinal bars, lag deposits, sieve deposits
Gt	gravel, stratified	trough crossbeds	minor channel fills
Gp	gravel, stratified	planar crossbeds	linguoid bars or del- taic growths from older bar remnants
St	sand, medium to v. coarse, may be pebbly	solitary (theta) or grouped (pi) trough crossbeds	dunes (lower flow regime)
Sp	sand, medium to v. coarse, may be pebbly	solitary (alpha) or grouped (omikron) planar crossbeds	linguoid, transverse bars, sand waves (lower flow regime)
Sr	sand, very	ripple marks of all	ripples (lower flow
Sh	tine to coarse sand, very fine to very coarse, may be peubly	types horizontal lamination, parting or streaming lineation	regime) planar bed flow (I. and u. flow regime)
SI	sand, fine	low angle (<10°) crossbeds	scour fills, crevasse splays, antidunes
Se	erosional scours with intraclasts	crude crossbedding	scour fills
Ss	sand, fine to coarse, may be pebbly	broad, shallow scours including eta cross- stratification	scour fills
Sse, She, Spe sand		analogous to Ss, Sh, Sp	eolian deposits
FI	sand, silt, mud	fine lamination, very small ripples	overbank or waning flood deposits
Fsc	silt, mud	laminated to massive	backswamp deposits
Fcf	mud	massive, with freshwater molluscs	backswamp pond deposits
Fm	mud, silt	massive, desiccation cracks	overbank or drape deposits
Fr	silt, mud	rootlets	seatearth
С	coal, carbona- ceous mud	plants, mud films	swamp deposits
Ρ	carbonate	pedogenic features	soil

# ?. Facies Se : Massieve zandsteen met intraklasten

Massieve zandsteen met kleisiderieten, kleipebbles en drijfhout. Het gehalte intraklasten stijgt soms hoog zodat men dan eerder van een matrixgesteund intraformationeel conglomeraat moet spreken. Dit lithofacies wordt gevormd door de snelle opvulling van een geul.

De intraklasten aanwezig in dit facies vormen de enige aanwijzing voor het bestaan van een "between-channel" facies naast het geulen-facies

In het onderste deel van de formatie treft men sporadisch een intraformationeel conglomeraat aan met grote (>6 cm doorsnede), hoekige, vervormde fragmenten kleisteen, siltsteen tot fijne zandsteen. Dit kan wijzen op het bestaan van stabiele oeverwallen in het onderste deel van de formatie. Dit intraformationeel conglomeraat met zeer grote intraklasten werd in boring K.B. 161 niet aangetroffen.

# 3. Facies Ss : Massieve zandsteen

Massieve, middelmatig- tot grof korrelige zandsteen meestal naar onder vergrovend, met soms aan de basis een beddingsgrind. De basis is steeds erosief. De dikte varieert van enkele tientallen cm tot maximaal enkele meters. Sporadisch ziet men een onduidelijke stratificatie. De zandsteen is soms grindrijk. Dit is een typische "scour and fill" afzetting waarbij ondiepe, brede geulen snel worden opgevuld. Dit lithofacies komt over de gehele boring beperkt voor maar neemt in belang toe naar de top.

# 4. Facies Sc : Zandsteen met gekruiste gelaagdheid

Middelmatig- tot grofkorrelige zandsteen met gekruiste gelaagdheid. Uit de boorkernen is moeilijk te bepalen of dit een planaire (facies Sp) of een troggekruiste (facies St) gelaagdheid is. Vermoedelijk gaat het meestal om een trog gekruiste gelaagdheid omdat de strekking van de gelaagdheid in de setjes voortdurend sterk varieert. Dit facies wordt afgezet in zandbanken op de bedding van de rivier . Het komt over de gehele boring voor, soms in banken van enkele meters dikte.

# 5. Facies Sh : Horizontaal gelaagde tot massieve zandsteen

Fijn- tot grofkorrelige zandsteen met horizontale tot zwakhellende gelaagdheid, tot een eerder massieve zandsteen met horizontale tot zwakhellende kolige laagjes. Deze laatste subhorizontale laagjes met fijn, samen gespoeld plantenhaksel, bevatten ook grote micaplaatjes, parallel aan het gelaagdheidsvlak afgezet. Deze zandstenen zijn gevormd onder "planar bed flow" condities. Men beschouwt dit lithofacies als een typische "sheet flow deposit", kenmerkend voor het eerder distaal gedeelte van een alluviale fan (Rust, 1978; Miall, 1978; Reading, 1978).

Dit facies kon ons inziens echter ook ontstaan in de geul bij lagere stroomsnelheden waarbij de mica's en het plantenhaksel een inhiberend effect hebben op de vorming van ribbels en duinen (Reading, 1978). Dit subfacies vormt ook een belangrijk deel van de formatie maar lijkt in de bovenste 30 m te worden verdrongen door het facies Ss.

# 6. Facies Fl : Siltsteen tot fijne zandsteen

Siltsteen tot fijne zandsteen met horizontale, "wavy", ribbelgekruiste en klimmende ribbels gelaagdheid. Dit vormt een typische "overbank" afzetting. Buiten enkele sporadische, dunne laagjes wordt dit lithofacies enkel aangetroffen in het  $\pm$  10 m dikke "mud" – en siltsteen interval tussen 895 en 905 m.

# 7. Facies Fsc, Fr : Massieve "mud"- tot siltsteen

Massieve "mud" tot siltsteen met soms banden en knollen kleisideriet en sporen van organismen. Dit is eerder een "backswamp" afzetting en dit lithofacies blijft beperkt tot het fijne interval tussen 895 en 905 m. Hierin treft men ook twee wortelbodems aan (enkele tientallen cm's dik).

# 8. Facies C : Steenkool

Er komt een steenkoollaag voor in Zandsteen van Neeroeteren in deze boring van  $\pm$  30 cm (Laag 1 b). De steenkoollaag horende bij het wortelbed in de top van het fijne interval tussen 895 en 905 m (Laagvlak 1 a) is waarschijnlijk weg geërodeerd ("wash out"). De aanwezigheid van steenkool getuigt van een verwilderd facies met "raised bog" stadium. -120-

### TAFEL 0

Foto 1 :	grofkorrelige zandsteen met medium-schaal gekruiste
(869 m)	gelaagdheid : lithofacies Sc ("dunes" of "sandwaves")
Foto 2 :	middelmatig korrelige zandsteen met kleine schaal
(946,40 m)	gekruiste gelaagdheid (stroomribbels)
Foto 3 :	massieve, grofkorrelige zandsteen met grindjes :
(927,20 m)	lithofacies Ss (scour and fill)
Foto 4 : (936,20 m)	middelmatig korrelige zandsteen, massief tot horizontale, kolige gelaagdheid : lithofacies Sh
Foto 5 : (924,90 m)	massieve, middelmatig korrelige zandsteen vol koolfrag- menten (Se) bedekt door een horizontaal gelaagde zandsteen (Sh)
Foto 6 :	intraformationeel, matrix gesteund, conglomeraat met grote
(904 m)	onregelmatig vervormde fragmenten siltsteen tot kleisteen : Se
Foto 7 :	extraformationeel beddingsgrind (Gm) snijdt een vaag
(882,80 m)	gestratifieerd set en wordt bedekt door een dun bankje
	massieve zandsteen (Ss)
Foto 8 :	een horizontaal gelaagde zandsteen (Sh) wordt geërodeerd
(933,90 m)	door een voornamelijk intraformationeel beddingsgrind,
	slecht gesorteerd met grote afgeplatte, afgeronde
	kleisiderietkeien, (Gm).

•



foto 1



foto 3



### foto 5



foto 7

foto 8

<u>TAFEL 0</u> Neeroeteren Zandsteen Lithofacies types en sedimentaire structuren.

-121-

#### LEGENDE

massieve kern verbrokkelde kern kernverlies lithologische grens steenkoollaag onzuivere koollaag aangespoeld plantenmateriaal conglomeraat zandsteen : grof middelmatig fijn <u>-:</u>= siltsteen "mud"steen -\_kleisideriet : laagjes knollen keien 80 ۲ ۲ koolbrokjes (drijfhout) a 0 kleipebbles kleilens koolstreep ዋ ዎ - ቆ plantafdruk pyriet concretie <u>ዓ</u> ዓ slumping rood laagje gecementeerd niveau wortelbed stroomribbels klimmende stroomribbels horizontale gelaagdheid gekruiste gelaagdheid aaneensluitende kernstrook helling + rel.strekking van de gelaagdheid 18 320 161 referentie gelaagdheid :oorspronkelijke horizontale gelaagdheid 15 willekeurige referentie gelaagdheid

-123-

#### Blad 1.



-124-

#### Blad 2.



-125-



~7

~

>

 $\geq$ 

~

18

2

 $\hat{z}$ 

ころくら

Blad 4.



-126-

-127-



. . .

30 90 { { { ١ 5 180 een klein, steil barstje opgevuld met klei verstel! de stratificaties enkele mm's t.o.v.  $\frac{10 \quad 90}{10 \quad 0}$  verstel 5 90 onregelmatige lensjes grijze klei 22 0 40 0 sygnoïdale gelaagdheid intrafonmationeel grintbankje intensief doorwortelde mudstone met koollaagjes en koollensjes 8 25 middelmatig-korrelig lensje 0 

horizontaal gelaagde siltsteen gelaagdheid door een afwisseling van witte
zandrijke en dorkere kleirijke lasgjes gekruiste gelaagdheid (ribbel) kleine slumping strukturen tussen de twee horizontaal gelaagde, regelmatige bankjes

22

22

٤

۶ ١

154 120 25

u, c -• •

-

Φ

ŝ

895 m

8

8 -

kleine slumpingstrukturen met kleine onregel-matige zandigere intercalaties

fijn korrelige massieve zandsteen

3-tal setjes klimmende ribbel gekruiste gelaagdheid bovenop een onregelmatig contact met een massieve siltsteen





15 : siltsteen met een goede klieving

₽÷÷¥. 0.000

8 -

Blad 6.

sterk doorwortelde, grijze mudstone



-129-

-130-



.

930. Blad 9. eerder grofkorrelige zandsteen grove tot zeer grove massieve zandsteen met regelmatig verspreide grijze kleipebbles ـــــلا 0 gemengd intra- en extraformationeel konglomeraat in een grove matrix 18j siltstone met kleine zandlensjes intraformationeel konglomeraat bestaande uit vervormde brokken siltsteen tot fijne gelaagde zandsteen van een erg variërende grootte Υc. (mm's tot 6 cm) 10 260 (6) grove tot zeer grove zandsteen met matrixgesteunde konglomeraatbankjes 0 eerder middelmatigkorrelige zandsteen 6 0 4 grofkorrelige tot zeer grofkorrelige zandsteen koolrijke grove zandsteen extraformationeel korrelgesteunde konglomeraat-Sp-8 80 bank met toch enkele siderietkeien 8 kolige stratificaties 12 140 kleiïge gelangtheid, bovenaan verstoord (bioturbatie?) matrixgesteund extraformationeel konglomeraat 8 140 100 15 7 270 5 270 12 220 8 230 korrelgesteund intraformationeel konglomeraat volledig samengesteld uit moie afgeronde, geëlon-geerde siderietkeien (met hun lengteas evenwijdig met de onderliggende gelaagdheid <u>B,20</u> korrelgrootte neemt toe naar onder 31.2 5 180 15 220 De zandsteen onder dit konglomeraatbankje heeft een veel donkerdere kleur (grijs), de witte cement uit de bovenliggende zandsteen lijkt vervangen door een grijze kleimatrix en er is veel diffuus korrelgesteund grintbakje (extraformationeel) 5 220 15 160 8 220 verspreid koolmateriaal aanwezig , 3 setjes met een gekruiste gelaagdheid (kolige 15 318 stratificaties) -----• 5 0 15 40 . . - 935m .... enkele setjes grove zandsteen waarin telkens 15 200 de korrelgrootte naar onder toeneemt tot een matrixgesteund extraformationeel basisgrintmiddelmatig korrelig massieve zandsteen bankje 0 ٥ grove tot zeer grove massieve zandsteen 0

ر. - - -چه

-

 $\gg$ 

12 90

-131-



.

-132-

-133-





schuine gelaagdheid

slumping

-134-

Fig. 23.

### 3.3.2.3. Discussie

Men kan een onderscheid maken tussen de facies ontstaan in de riviergeul : G m, Se, Ss, Sh, Sc en deze ontstaan buiten en tussen de geulen : Fl, Fsc, Fr, C.

Men ziet dat deze laatste groep nog geen 10 % van de totale dikte van de formatie uitmaakt (fig. 22).

Toch wordt over de gehele boring het lithofacies Se aangetroffen met kleisiderietkeien, kleipebbles, siltsteenfragmenten, fragmenten fijne zandsteen en drijfhout. Dit betekent dat het tussengeulfacies gedurende de gehele afzetting lateraal aanwezig is geweest. Merkwaardig is het voorkomen van het <u>+</u> 10 m dikke pakket met overbanksedimenten tussen 895 en 905 m middenin het dikke pakket middelmatig tot grove geulzanden. Deze fijnkorrelige sequentie vinden we terug in elke boring waarin de Zandsteen van Neeroeteren is aangetroffen, telkens op ongeveer dezelfde hoogte boven de basis van de formatie (K.B. 172 : 52 m, K.B. 161 : 57 m, K.B. 146 : 60 m, K.B. 117 : 60 m). Waarschijnlijk is dit een plaatselijk verschijnsel, sedimentologisch te verklaren door een tijdelijke verplaatsing van de rivierbedding of de alluviale fan.

De oorzaak kan echter ook gezocht worden in een epeirogenetische beweging (niet ongewoon gedurende het Westphaliaan). In dit geval zou deze fijnkorrelige sequentie over een veel grotere oppervlakte zijn afgezet. Het gebied waarin de Zandsteen van Neeroeteren is aangeboord is echter veel te klein om hierover uitsluitsel te kunnen verkrijgen.

Er is geen duidelijke cycliciteit waarneembaar in de formatie alhoewel er toch een opwaarts verfijnende trend lijkt te bestaan (vooral in de basis van de formatie). In het onderste deel van de Zandsteen van Neeroeteren treft men het facies met de zeer grote intraklasten aan; dit zou hier op het bestaan van een stabiele oeverwal kunnen wijzen en op de stabiele riviergeul kenmerkend voor een meanderende rivier. Men ziet ook een sterke toename van het"scour and fill" facies Ss naar de top van de formatie toe (vooral in de bovenste 30 m) dit ten koste van de andere facies. De rivier geulen lijken naar boven toe ondieper te worden en het erosief karakter van de stroom lijkt naar de top toe te nemen.

Een ander opvallend verschijnsel in de formatie is de kleurverandering : de bleke zandsteen krijgt in de top een roodachtige tot groenige tint en er verschijnen dunne, rode tot groene laagjes (veel hematiet, biotiet, chloriet). Deze roodkleuring was waarschijnlijk oorsponkelijk veel uitgebreider, maar nu beperkt door een diagenetische bleking (Gullentops et al., 1985). De oorzaak voor deze roodkleuring is een klimaatsverandering in het brongebied naar eerder ariede omstandigheden. Door de postsedimentaire bleking van de afzetting is het echter moeilijk af te leiden waar deze klimaatsverandering is aangevangen.

Dit alles lijkt erop te wijzen dat de Zandsteen van Neeroeteren is afgezet door een distale, verwilderde rivier die echter aan de basis nog enkele kenmerken vertoont van een meanderende rivier. Naar de top van de formatie lijkt de rivier ook een meer efemerisch karakter te krijgen waarbij tijdens korte maar hevige vloedperioden ondiepe brede geulen werden geërodeerd en opgevuld.

### 3.3.3. Paleostroomrichting

Op basis van een groot aantal metingen op de kernen is een paleostroomrichtingsanalyse uitgevoerd. In elke aaneenpassende kernstrook is getracht de oorspronkelijke horizontale, nu tektonisch scheefgesteld te bepalen. Deze wordt dan als referentievlak (azimuth = o) genomen t.o.v. het welke de azimuth van de sets gekruiste of schuine gelaagdheid wordt gemeten (de meetwaarden vindt men uitgezet naast de litholog in fig. 22).


Paleostromingsrozen van boringen K.B. 172 en K.B. 161.

<u>Fig. 24</u>.

<u>TABEL 7</u>: gemiddelde azimuth waarden voor de stroomrichting per aaneensluitende kernstrook. De referentiegelaagdheid bezit een azimuth van 320° of een strekking van N40W (afgeleid van de dipmeting)

DIEPTE	GEMIDDELDE HELLING°	GEMIDDELDE RELATIEVE AZIMUTH°	GEMIDDELDE AZIMUTH°
868,5-871,8	18	342	292
872,1-874,0	15	347	297
876,2-880,0	20	163	113
880,2-882,6	25	270	220
883,2-885,5	26	345	295
886,0-892,0	18,5	333	283
903,6-905,3	19	220	170
906,4-908,6	18	326	276
909,5-909,8	21,5	30	340
909,9-911,3	22,4	65	345
912,5-916,8	20	348	305
916,9-918,0	21	35	345
918,0-922,5	20	303	253
929,0-930,0	15	200	150
934,0-934,9	15	115	65
936,0-938,0	17	80	30
939,0-939,4	15	285	235
942,0-942,9	18	250	200
943,0-945,0	15	44	354
945,0-946,0	19	10	320
946,0-948,0	16,5	351	301
948,0-950,6	23	309	260
950,7-952,0	18	37	347
Totaal			
gemiddelde	19	-	299

De gemiddelden per kernstrook zijn berekend (tabel 7) en grafisch weergegeven in een paleostroomrichtingsroos (Fig. 24) en wijzen op een paleostroomrichting uit het Zuid-Oosten.

We hebben bij deze methode toch enkele bemerkingen. De metingen zijn allemaal uitgevoerd op geulsedimenten. Het is soms onmogelijk om hierin de oorsponkelijke horizontale te bepalen vermits de topografie van de rivierbedding niet vlak was. We vermelden ook dat de helling van de gekruiste gelaagdheid vrij laag is (gemiddeld 19°) zonder hierbij rekening te houden met de gemeten structurele helling ( $\pm$  5° met een azimuth van  $\pm 320^{\circ}$ ). In het geval van een stroomrichting uit het Zuid-Oosten moet men 5° aftrekken om de oorspronkelijke helling van de gekruiste gelaagdheid te verkrijgen, deze zou dan nog gemiddeld 14° bedragen. Een verklaring hiervoor kan gezocht worden in het feit dat men moeilijk onderscheid kan maken tussen de verschillende soorten gekruiste gelaagdheid enkel aan de hand van boorkernen. Daarom is het mogelijk dat in de boorkernen b.v. epsilon-gekruiste gelaagdheid niet herkend werd.

Toch is het merkwaardig dat deze paleostroomrichtingsanalyse goed overeenkomt met deze van boring K.B. 161 (zie fig. 24) en dat het vectorieel gemiddelde in de twee boringen identiek is : 299° of N 61° W. (De Loose, 1984).

# 3.3.4. Paleogeografische situering

In een vorige studie wordt het brongebied van de Zandsteen van Neeroeteren beschreven als een areaal van oude sedimenten met epizonaal metamorfisme, doorbroken door weinig verweerde alkaligranitische of - syenitische massieven in een sterk erosief reliëf dat frisse sedimenten kan leveren. Hierin werd verondersteld dat deze sedimenten een gelijkaardige herkomst bezitten als de zandige sedimenten van het Famenniaan, waarvoor Michot een noordelijk brongebied, vermoedelijk het Fenno-Scandisch schild, aannam (Gullentops et al , 1985).

In Scandinavië treft men inderdaad zeer grote gebieden aan die overeenkomen met dit model voor het brongebied van de Zandsteen van Neeroeteren. Dit betekent echter dat ten tijde van de afzetting van deze formatie een groot deel van het Kempisch Bekken en/of het Noordduits Bekken zou worden bedekt door een enorme alluviale fan aansluitend bij een sterk opgeheven noordelijk continent. Deze hypothese moet echter worden gestaafd door sedimentologisch onderzoek op gelijktijdige afzettingen elders in het Kempisch en Noordduits Bekken. Houlleberghs (1985) zoekt het brongebied van de Zandsteen van Neeroeteren in het Brabants Massief. Hier zijn echter geen granieten, syenieten en epizonaal metamorfisme bekend zodat ook deze hypothese moeilijk aanvaardbaar lijkt.

Verder zuidelijk treft men granieten en epizonaal metamorfisme aan, in de sokkel van het Bekken van Parijs, en in het grote granietisch massief aansluitend bij de Morvan, de Vogezen en het "Massif Armoricain" (Mégnien, 1980). Dit zou wel iets beter aansluiten bij de paleostroomrichting, grosso modo uit het Zuid-Oosten ( gemiddelde az imuth 299°, zie 2.). Dit veronderstelt wel dat ten tijde van de afzetting een doorgang bestond over het Massief van Brabant en het oprijzende Ardennen-Rijn Massief. Het lijkt echter erg onwaarschijnlijk dat de rivier zichzou ingesneden hebben in de oprijzende Ardennen omdat het gehalte aan onstabiele lithische fragmenten in de zandsteen <sup>d</sup>an veel hoger zou moeten liggen dan hetgeen effectief wordt aangetroffen : gemiddeld slechts 5 % (De Loose, 1984). Daarbij komt nog het feit dat ten zuiden van het Ardennen-Rijn Massief de intramontane steenkoolbekkens van Lorraine-Saar voorkomen met een dik pakket Westphaliaan en Stephaniaan sedimenten. Het is onwaarschijnlijk dat een rivier door dit bekken is gestroomd om zich daarna een weg te banen door het Ardeens Massief.

Thorez en Bless (1977), stelden het Ardennen-Rijn Massief voor als brongebied van de Zandsteen van Neeroeteren, dit wordt echter om bovenvermelde redenen ook uitgesloten geacht.

In deze paragraaf zijn enkele hypothesen besproken over de mogelijke herkomst van de sedimenten van de Zandsteen van Neeroeteren. Men bemerkt dat geen enkele van deze hypothesen werkelijk voldoet. De paleogeografie tijdens het Westphaliaan D in Europa is nog onvoldoende gekend en het brongebied van de Zandsteen van Neeroeteren zal enkel met meer zekerheid kunnen bepaald worden in combinatie met gegevens uit andere gelijktijdige afzettingen.

#### 3.4. Tonstein

3.4.1. Inleiding

Bij het tonstein onderzoek worden de volgende doelstellingen vooropgesteld :

- petrografisch onderzoek en bepaling van de tonstein soort, met behulp van slijpplaatjes;
- vaststelling van mineralogische identificatie kenmerken, met behulp van X-stralen diffractie (uitgevoerd door Dr. G. Stadler †, Krefeld);
- stratigrafische identificatie en correlatie.
   De zirkoon typologie laat een zeer duidelijke identificatie toe (Delcambre, 1987).

3.4.2. Ergebnis der petrographischen Untersuchungen

Es wurden Proben aus 5 stratigraphisch verschiedenen Horizonten untersucht. Die Untersuchungsergebnisse sind für jede einzelne Probe in Form eines Kurzberichtes und zugehörigen Mikrobildtafeln zusammengestellt, woraus nähere Einzelheiten zu entnehmen sind.

Alle 5 Proben sind Kohlentonsteine, nämlich aus :

Teufe	Mächtigkeit		Stratigr. Horizont
1282,19 m	1 cm	•••••	Odin-KTst
1349,60 m	4 cm	•••••	Nibelung (U)-KTst.
1427,00 m	1 cm	• • • • • • • • • • • • • • •	neuer KTst (Kobold ?)
1477,10 m	6 cm	••••	Hagen 1-KTst
1488,66 m	5 cm		Hagen 4-KTst

Eine Ubersicht zum Gefüge und Mineralbestand dieser 5 Kohlentonstein-Horizonte wird durch <u>Tafel I</u> vermittelt. Sämtliche Mikrobilder haben hier gleiche Vergrösserung (V=20x), so dass die Unterschiede des dominanten Kaolinit-Formentypenbestandes (Grösse, Form, Verteilung der Formentypen usw.) deutlich in Erscheinung treten. Sehr charakteristisch ist der Kohlentonstein aus 1349,6 m Teufe – es handelt sich um den <u>Nibelung (u)</u> <u>KTst</u>. Auch die anderen Kohlentonsteine haben Charakteristika, wie den folgende mikroskopischen Untersuchungsbefunden zu entnehmen ist.

## 3.4.3. Mikroskopische Dünnschliffuntersuchungen

# 3.4.3.1. Kohlentonstein aus 1281,19 m Teufe, Mächtigkeit 10 mm

Makroskopisch handelt es sich <sup>um</sup> eine 10 mm dünne Lage, die von dünnen Kohlestreifen umgeben ist. Sie hat eine dunkelbraune Farbe und ist sehr feinkörnig struiert.

#### Dünnschliff : Kohlentonstein!

Mikrobilder in Tafel I (Bild 1), Tafel II (Bild 6,7,8,9).

Dieser Kohlentonstein besteht vorwiegend aus schichtig lagernden, feinstlamellaren Pseudomorphosen nach Biotit mit durschnittlichen Längen um 0,15 bis 0,20 mm. Häufig sind auch Abspaltungen entlang den Lamellen, so dass wesentlich kleinere Individuen (< 50 Mikron) entstanden sind. Gelegentlich sind taflige Spaltstücke vorhanden. Die genannten Formentypen sind meist dunkelbraun gefärbt, was auf bituminöse Adsorbtionen zurückzuführen ist. Sie besitzen mittleren bis starken Pleochroismus und weisen Polarisationsfarben nach grün auf – vermutlich handelt es sich um Biotit-Chlorite, was röntgenographisch zu prüfen wäre. Dazwischen gelagert sind einige mikrokristalline Kaolinitgraupen mit maximalen Grössen bis 0,15 mm.

Der ürbrige Mineralbestand beträgt < 5 %. Hierbei handelt es sich vereinzelt um Quarz in schmalen, kantigen Formen (Grösse bis 0,1 mm)ferner sporadisch um Sanidin (?), um Apatit und Zirkonsplitter. Diese anorganischen Bestandteile befinden sich in humoser bis bituminöser Matrix. Der Tonstein ist durch schmale Kohlebänder schichtig aufgegliedert.

#### Ergebnis

Haupttypus	: Kaolin-Kohlentonstein
Typus	: Pseudomorphosentonstein nach Biotit bzw. Biotit-Chlorit
	mit mikrokristallinen Kaolinitgraupen.
KTst-Horizont	: Odin-KTst des Ruhrkarbons.

#### Röntgenanalyse

R.B.20305 : Kaolinit (gut krist.), Chlorit (gut krist.) ca. 5%, Quarz ca. 5 %, Schwefelkies 1-2 %, Calcit (sicherlich auf Klüften) in Spuren.

# 3.4.3.2. Kohlentonstein aus 1349,60 m Teufe, Mächtigkeit 40 mm

Makroskopisch handelt es sich um eine dunkel braun gefärbte, feinkörnig bis dicht struierte Lage mit 40 mm Mächtigkeit. Seine Basis grenzt an klastisches Nebengestein und wird von einem 23 cm dünnen Flöz überlagert.

Dünnschliff : Kohlentonstein !

Mikrobilder in Tafel I (Bild 2), Tafel III (Bild 10,11,12,13) Tafel IV (Bild 14,15,16,17).

Vorherrschend sind lamellar strukturierte Spaltstücke ehemaliger Biotite, sowohl in Tafeln und Säulen als auch in typisch länglichen, feinstlamellaren Biotit-Pseudomorphosen in Grössen bis zu 1 mm. Durch Spaltung und Zerteilung haben sich zahlreiche kleinere Aggregate gebildet. Quantitativ untergeordnet sind ferner geradlinig begrenzte und auch schwach gekrümmte Kaolinitsäulen in Längen bis 1,6 mm vorhanden. Auch unregelmässig konturierte "Gelballen" sind vertreten. Zwei hexagonale Biotit-Pseudomorphosen (Grösse 0,15 mm). Bemerkenswert ist die hohe Doppelbrechung der Aggregate und der Formentypen sowie ihr starker Pheochroismus. Verschiedene Formentypen besitzen die für Leverrierit bzw. Illit geltende Charakteristik. Ein grosser Teil der Formentypen besitzt eine fortgeschrittene Kaolinisierung mit zurücktretender Lamellenstruktur.

Der übrige Mineralbestand beträgt etwa 8 %. Es dominiert Quarz in bekannten scharfkantigen Formen (max. 0,8 mm), auch zwei Rundquarze sind vorhanden. Sanidinleisten sind möglich, aber bei orthoskopischer Betrachtung nicht sicher diagnostizierbar. In "Biotit"-Aggregaten sporadisch Zirkonkriställchen mit Kontakthof, ferner einschön geprägtes Zirkonprisma von 120 Mikron Länge. Auch in der Grundmasse sporadisch Zirkon. Feldspatpseudomorphosen sind nich vorhanden.

Der genannte Mineralbestand befindet sich in einer bräunlichen kaolinischen Grundmasse, die von humosen Substanzen durchsetzt ist. Verschiedene linsige Bereiche bestehen aus dichter Matrix, die sowohl homophan als auch mikrokristallin ausgebildet ist; die homophane Matrix hat stärkere Doppelbrechung. Gelegentlich sind von homophanem Kaolinit infiltrierte Pflanzenzellen vorhanden.

Ergebnis

Haupttypus	: Kaolin-Kohlentonstein
Typus	: Kristalltonstein mit Spaltstücken kaolinisierter
•	Biotite und Biotit-Pseudomorphosen.
KTst-Horizont	: Nibelung (u) - KTst des Ruhrkarbons.

#### Röntgenanalyse

R.B. 20306 : Kaolinit (gut krist.), Chlorit (gut krist.) ca. 5 %, Quarz ca. 7 %.

## 3.4.3.3. Kohlentonstein aus 1427 m Teufe. Mächtigkeit 10 mm

Makroskopisch handelt es sich um eine Lage von 10 mm Mächtigkeit, dunkelbrauner Farbe und feinstkörniger Beschaffenheit. Der Kohlentonstein ist von Kohle umgeben.

<u>Dünnschliff</u> : Kohlentonstein ! Mikrobilder in Tafel I (Bild 3), Tafel V (Bild 18,19,20,21).

Vorherrschend sind gestreckte und schwach gekrümmte Säulen sowie Spaltstücke und Täfelchen von Kaolinit. Die Säulen erreichen Längen bis 0,3 mm und besitzen in Längsrichtung oft Auftrennungen. Die mittlere Grösse der kaolinitische Formentypen liegt jedoch bei etwa 0,1 bis 0,15 mm – sind also relativ klein. Bituminöse Adsorbtionen erzeugen bräunliche Färbung der Formentypen.

Sowohl die Säulen als auch einige Täfelchen besitzen starke Doppelbrechung und die für Leverrierit bzw. Illit charakteristischen Polarisationsfarben.

Typische Glimmerpseudomorphosen fehlen. Die am Randbereich zur angrenzenden Kohle vorkommende länglichen Gebilde könnten vielleicht extrem kaolinisierte Glimmer sein - Lamellenresten sind jedoch nicht erkennbar. -145-

Die in dichter Packung lagernden kaolinitische Formentypen befinden sich in humoser Grundmasse.

Quarz ist am Aufbau des Tonsteins mit 1 % beteiligt. Sporadisch Zirkon.

## Ergebnis

Haupttypus	: Kaolin-Kohlentonstein
Typus	: Kristalltonstein mit kleinen Kaolinitkriställchen
KTst-Horizont	: Bisher unbekannter Kohlentonstein vielleicht in die
	Kobold-Flözgruppe einzustufen ?

#### Röntgenanalyse

R.B. 20307 : Kaolinit (gut krist.), Quarz ca. 2-3 %, Schwefelkies ?

# 3.4.3.4. Kohlentonstein aus 1477,1 m Teufe, Mächtigkeit 60 mm

Makroskopisch handelt es sich um eine dichte bis feinkörnige, dunkelbraun gefärbte Lage von 60 mm Mächtigkeit, die von Kohle umgeben ist.

#### Dünnschliff : Kohlentonstein !

Mikrobilder in Tafel I (Bild 4), Tafel VI (Bild 22,23,24). Der Dünnschliff erfasst 50 mm der Mächtigkeit. Sehe auch das natürliche Gammastrahlungsmaximum in Fig. 4.

Bemerkenswert ist der hohe Anteil an Pseudomorphosen nach Feldspat, der in rechteckigen, dreieckigen und polygonalen formen in Grössen bis zu 0,4 mm auftritt. In loser Verteilung einige Pseudomorphosen nach Glimmer und deren Spaltstücke, ferner einige Kaolinitknäuel und Kaolinitsäulen.

Quarz ist realtiv häufig - er tritt in scharfkantigen Formen und in Grössen bis zu 0,4 mm auf. Quantitativ untergeordnet Sanidin und sporadisch einige Zirkon-Bruchstücke. Die kaolinische Grundmasse ist überwiegend homophan, bräunlich gefärbt und hat eine schwache Doppelbrechung – verschiedene Bereiche sind mikrokristallin. Vereinzelt sind opake Pflanzenreste eingelagert.

In der Grundmasse beobachtet man bei starker Vergrösserung gelegentlich extrem dünne Splitter bzw. Partikel, die veilleicht Reste vulkanischen Glases sind (Burger, 1982; Burger & Stadler, 1984).

#### Ergebnis

Haupttypus	:	Kaolin-Kohlentonstein
Typus	:	Dichter Tonstein, reich an Pseudomorphosen nach
		Feldspat.
KTst-Horizont	:	Hagen 1-KTst des Ruhrkarbons.

### Röntgenanalyse

R.B. 20308 : Kaolinit (gut krist.), Quarz ca. 2-3 %.

## 3.4.3.5. Kohlentonstein aus 1488,66 m Teufe. Mächtigkeit 50 mm

Es liegen 3 Bohrkern-Bruchstücke vor. Sie besitzen eine dunkelbraune Farbe und eine dichte bis feinstkörnige Struktur. Die Mächtigkeit beträgt 50 mm (nach Bohrbericht-Flözstruktur) Der Kohlentonstein ist von Kohle umgeben.

Dünnschliff : Kohlentonstein !

Mikrobilder in Tafel 1 (Bild 5), Tafel VII (Bild 25,26,27,28) Tafel VIII (Bild 29,30,31,32).

Der KTst besteht aus zwei Lagen : Lage 1 mit 15 mm Stärke, Lage 2 mit 5 mm Stärke,

Sie besitzen unterschiedlich Ausbildungsform.

Gehört zum dichten, kristallarmen Typus. Dominant ist eine bräunliche, optisch isotrope Kaolinitgrundmasse mit lose verteilten, gelegentlich angereicherten Formentypen. Es handelt sich um gestreckte und schwach gekrümmte Säulen, Spaltstücke und Tafeln mit maximalen Längen bis zu 1,2 mm. Diese Formentypen sind teils frei, meist aber durch bituminöse Adsorbtionen partiell dunkelbraun gefärbt; häufig beobachtet man auch Adsorbtionen an den Rändern der Formentypen. Vorhanden ist auch eine idiomorphe Biotit-Tafel von 0,15 mm Länge. Einige Formentypen besitzen mittleren Pleochroismus und die für Leverrierit bzw. Illit markanten Polarisationsfarben. Eingelagert sind ferner grössere Appendices, deren Zellumina von homophanem Kaolinit infiltriert sind. Relativ häufig ist Quarz in bekannten Formen und Längen bis 0,3 mm, gelegentlich auch Hochquarz. Zirkon ist ebenfalls vorhanden – meist als Bruchstücke mit Kontakthof, vereinzelt auch in idiomorphen Säulen. Keine Pseudomorphosen nach Glimmer und nach Feldspat.

#### Lage 2

Ist ein Kristalltonstein und führt dichtlagernde Formentypen in humoser Grundmassa. Formentypen sind gestreckte und schwach gekrümmte Säulen in Längen bis zu 1,3 mm, ferner Spaltstücke und Tafeln von Kaolinit. Auch hier keine Glimmer- und Feldspatpseudomorphosen. Dazwischengelagert homophane Kaolinsubstanz, die Pflanzenstrukturen (Wurzelorgane) verdrängt. Sporadisch Quarz.

#### Ergebnis

Haupttypus	: Kaolin-Kohlentonstein
Typus	: Dominant dichter, kristallarmer Tonstein, beglei-
	tet von einer 5 mm dünnen Kristalltonsteinlage.
KTst-Horizont	: Hagen 4-KTst des Ruhrkarbons.

#### Röntgenanalyse

R.B. 20309 : Kaolinit (mässig bis gut krist.), Quarz ca. 1-2 %.

# TAFEL I.a. Übersicht

Dünnschliff-Mikrobilder zum Gefüge und Mineralbestand. V = 20 x, Bildlänge 4,50 mm.

Bild 1 : Odin Kohlentonstein aus 1282,2 m Teufe.

Vorherrschend Pseudomorphosen von Kaolinit nach Biotit, sowohl feinstlamellar strukturiert als auch in tafligen Abspaltungen. Zahlreiche Täfelchen sind von bituminösen Adsorbtionenbräunlich gefärbt. In loser Verteilung mikrokristalline Kaolinitgraupen. Formentypen in dichter Packung in humoser Grundmasse. Polarisator gegen Analysator in 50° Stellung.

Bild 2 : Nibelung (u)-Kohlentonstein aus 1349,6 m Teufe.

Kristalltonstein, bestehend aus grossen Tafeln und Spaltstücken kaolinisierter Biotite in dichter Packung. Quantitativ untergeordnet gestreckte und schwach gekrümmte Kaolinitsäulen. Aggregate und Formentypen haben hohe Doppelbrechung und starken Pleochroismus. Quarz in loser Verteilung.

Polarisator gegen Analysator in 50° Stellung.

Bild 3 : Kohlentonstein aus 1427 m Teufe.

Gestreckte und schwach gekrümmte Säulen, Spaltstücke und Täfelchen von Kaolinit in humoser Grundmasse. Die Formentypen sind von bituminösen Substanzen bräunlich gefärbt. Polarisator gegen Analysator in 30° Stellung.



-149-

Bild 4 : Hagen 1-Kohlentonstein aus 1477,1 m Teufe.

Bräunlich gefärbte, homophane Kaolinitgrundmasse mit zahlreichen Pseudomorphosen von Kaolinit nach Feldspat, relativ viel Quarz und sporadisch Sanidin. Untergeordnet einige Pseudomorphosen nach Glimmer, Spaltstücke, Knäuel und Säulen von Kaolinit. Polarisator gegen Analysator in 30° Stellung.

Bild 5 : Hagen 4-Kohlentonstein aus 1483,6 m Teufe.

Homophane, optisch isotrope, bräunlich gefärbte Grundmasse aus Kaolinit mit lose verteilten Kaolinit-Formentypen. Relativ häufig Quarz (auch Hochquarz) und sporadisch Zirkon-Bruchstücke. Polarisator gegen Analysator in 20° Stellung.



- TAFEL II. Odin-Kohlentonstein aus 1282,20 m Teufe. Mächtigkeit 10 mm.
- <u>Bild 6</u>: Gut klassierte, dichtlagernde Pseudomorphosen nach Glimmer und Kaolinit-Formentypen in humoser Grundmasse. Geringe Vergrösserung zur Übersicht. V = 20 x, Bildlänge 4,50 mm. Polarisator gegen Analysator in 50° Stellung.

<u>Bild 7</u>: Längliche Aggregate als Pseudomorphosen nach Biotit und deren Spaltstücke sowie Kaolinitgraupen mit bräunlichen Adsorbtionen in humoser Grundmasse. V = 28 x, Bildlänge 3,18 mm. Polarisator gegen Analysator in 30° Stellung.

- <u>Bild 8</u>: Feinstlamellare Pseudomorphosen nach Biotit, deren Spaltstücke und unregelmässig konturierte Täfelchen nebst einigen Kaolinitgraupen in humoser Grundmasse. Pseudomorphosen mit starkem Pleochroismus. Sporadisch Quarzsplitter. V = 80 x, Bildlänge 1,13 mm. Polarisator gegen Analysator in 50° Stellung.
- <u>Bild 9</u> : Grosse Pseudomorphose nach Biotit und zahlreiche taflige Spaltstücke mit feinstlamellarer Struktur; verschiedentlich unregelmässig konturiert und stärker doppelbrechend. Vereinzelte Kaolinitgräupchen. Humose Grundmasse.

V = 80 x, Bildlänge 1,13 mm.

Polarisator gegen Analysator in 50° Stellung.



Tafel II

TAFEL III. Nibelung (u)-Kohlentonstein aus 1349,6 m Teufe. Mächtigkeit 40 mm.

<u>Bild 10</u> : Pseudomorphosen von Kaolinit nach Biotit, deren tafligen Spaltstücke und einige schwach gekrümmte Kaolinitsäulen in dichter Packung. Vereinzelt Quarz in scharfkantigen Formen. V = 20 x, Bildlänge 4,50 mm.

- <u>Bild 11</u>: Vorwiegend taflige Spaltstücke von Biotit-Pseudomorphosen -z.T. unregelmässig konturiert nebst einigen kleinen tönnchenförmigen Aggregaten und Säulen. Starke Doppelbrechung und pleochroitisch. Rechts unten : homophane, kaolinische Matrix. Zwischen den Formentypen vereinzelt Quarz. V = 20 x, Bildlänge 4,50 mm. Polarisator gegen Analysator in 30° Stellung.
- <u>Bild 12</u>: Zahlreiche Kaolinitsäulen mit Lamellenstruktur und taflige Spaltstücke als Pseudomorphosen nach Biotit mit starker Doppelbrechung. Ein grosser Teil der Täfelchen erscheint bei dieser Polarisator-Stellung dunkel. Sporadisch Quarz. V = 28 x, Bildlänge 3,18 mm. Polarisator gegen Analysator in 90° Stellung.
- <u>Bild 13</u>: Taflige, säulige und unregelmässig konturierte, lamellare Spaltstücke als Pseudomorphosen nach Biotit in dichter Packung. Vereinzelt Quarz (weiss). V = 28 x, Bildlänge 3,18 mm. Polarisator gegen Analysator in 50° Stellung.

-154-



Tafel III

<u>Bild 14</u>: Bereich homophaner, stark doppelbrechender Grundmasse mit vereinzelten tafligen Spaltstücken, die von dicht gepackten Pseudomorphosen nach Biotit und deren Spaltstücken überlagert wird. V = 28 x, Bildlänge 3,18 mm. Polarisator gegen Analysator in 50° Stellung.

<u>Bild 15</u>: Grosse Kaolinitsäule mit Teilung in taflige Spaltstücke entlang der Lamellen. V = 28 x, Bildlänge 3,18 mm. Polarisator gegen Analysator in 50° Stellung.

- <u>Bild 16</u>: In Längsteilung begriffene Säule mit hoher Doppelbrechung und starkem Pleochroismus, umgeben von säuligen und tafligen Spaltstücken. Vereinzelt Quarz und Sanidin. V = 80 x, Bildlänge 1,13 mm. Polarisator gegen Analysator in 90° Stellung.
- <u>Bild 17</u>: Lamellare Kaolinitsäule von 1,5 mm Grösse, umgeben von pseudomorphen Spaltstücken nach Biotit. Sporadisch Quarz. V = 80 x, Bildlänge 1,13 mm. Polarisator gegen Analysator in 60° Stellung.



Tafel IV

- TAFEL V Kohlentonstein aus 1427 m Teufe. Mächtigkeit 10 mm.
- <u>Bild 18</u>: Vorherrschend Kaolinittäfelchen und einige Kaolinitsäulen mit bituminösen Adsorbtionen in humoser Grundmasse. V = 20 x, Bildlänge 4,50 mm.
- <u>Bild 19</u>: Ausschnitt aus obigem Bild. Lamellare Kaolinitsäule und zahlreiche dicht gepackte Kaolinittäfelchen – meist unregelmässig konturiert, die von bituminösen Adsorbtionen bräunlich gefärbt sind. Humose Grundmasse. V = 28 x, Bildlänge 3,18 mm. Polarisator gegen Analysator in 40°Stellung.
- <u>Bild 20</u>: Vielzahl kleiner, unregelmässig konturierter Kaolinittäfelchen nebst einigen grösseren Kaolinitkristallen. Humose Grundmasse. V = 28 x, Bildlänge 3,18 mm. Polarisator gegen Analysator in 40° Stellung.
- <u>Bild 21</u> : Taflige, säulige und unregelmässig konturierte Kaolinitkristalle in opaker, humoser Grundmasse. Bräunliche Färbung durch bituminöse Adsorbtionen.

V = 80 x, Bildlänge 1,13 mm.
Polarisator gegen Analysator in 50° Stellung.



Tafel V

- TAFEL VI. Hagen 1-Kohlentonstein aus 1477,1 m Teufe. Mächtigkeit 60 mm.
- <u>Bild 22</u>: Bereich mit extremer Anreicherung von Quarz und Pseudomorphosen von Kaolinit nach Feldspat. Vereinzelt kleine Pseudomorphosen nach Glimmer und Kaolinitknäuel. Grundmasse bräunlich gefärbter, homophaner Kaolinit. V = 28 x, Bildlänge 3,18 mm. Polarisator gegen Analysator in 50° Stellung.
- <u>Bild 23</u>: Kantige, mikrokristalline Pseudomorphosen von Kaolinit nach Feldspat, neben Quarz und Spaltstücken von Glimmerpseudomorphosen in mikrokristalliner Kaolinitgrundmasse. V = 80 x, Bildlänge 1,13 mm. Polarisator gegen Analysator in 90° Stellung.
- <u>Bild 24</u>: Scharf konturierte, mikrokristalline Feldspat-Pseudomorphosen und vereinzelte Kaolinitkriställchen sowie Quarz in schwach doppelbrechender, homophaner Kaolinitgrundmasse. V = 80 x, Bildlänge 1,13 mm.

Polarisator gegen Analysator in 90° Stellung.

Tafel VI





-161-

TAFEL VII. Hagen 4-Kohlentonstein aus 1488,6 m Teufe. Mächtigkeit 50 mm.

Lage 1

<u>Bild 25</u> : Homophane, optisch isotrope, bräunliche Kaolinitgrundmasse mit vereinzelten Säulen und Täfelchen von Kaolinit. Quarz relativ häufig.

V = 20 x, Bildlänge 4,50 mm.

Polarisator gegen Analysator in 50° Stellung.

<u>Bild 26</u> : Vorwiegend Kaolinitsäulen sowie taflige und säulige Spaltstücke in homophaner, optisch isotroper Kaolinitgrundmasse. Zahlreiche Quarzkörner in kantigen Formen und Bruchstücken. Sporadisch Zirkon mit Kontakthof.

V = 28 x, Bildlänge 3,18 mm.

Polarisator gegen Analysator in 20° Stellung.

Lage\_2

- <u>Bild 27</u>: Dichtlagernde Kaolinitkristalle in opaker, humoser Grundmasse. Vorherrschend Säulen, Tafeln und Spaltstücke von Kaolinit. V = 20 x, Bildlänge 4,50 mm. Polarisator gegen Analysator in 50° Stellung.
- Bild 28 : Gestreckte und schwach gekrümmte Säulen sowie Tafeln und Spaltstücke von Kaolinit in dichter Packung. Sporadisch Quarz. Humose Grundmasse. V = 28 x, Bildlänge 3,18 mm. Polarisator gegen Analysator in 20° Stellung.

# HAGEN 4– KOHLENTONSTEIN Teufe 1487,7 m

Tafel VII



-163-

TAFEL VIII. Hagen 4-Kohlentonstein aus 1488,6 m Teufe. Mächtigkeit 50 mm.

## Lage 1

- <u>Bild 29</u>: Bereich mit dicht lagernden Formentypen. Auffallend sind von bituminösen Substanzen vollgesogene Säulen, Tafeln und Spaltstücke (dunkel) mit dazwischenlagernden Kaolinit-Formentypen, die frei von Einlagerungen sind (hell). Homophane, bräunlich gefärbte Grundmasse aus Kaolinit. Reichlich Quarz. V = 28 x, Bildlänge 3,18 mm. Polarisator gegen Analysator in 10° Stellung.
- <u>Bild 30</u>: Bereich mit zahlreichen braunschwarzen, rundlichen Gebilden, die sich als Kontakthöfe winziger Zirkon-Bruchstücke erweisen. Quarz in kantigen Formen, vereinzelt Kaolinittäfelchen. Bräunlich gefärbte, homophane Kaolinitgrundmasse. V = 80 x, Bildlänge 1,13 mm.

Lage 2

- <u>Bild 31</u>: Gestreckte und schwach gekrümmte Kaolinitsäulen sowie Spaltstücke mit Anlagerung an einen Bereich homophanen Kaolinits, der ein opakes Wurzelorgan-Relikt konserviert. V = 80 x, Bildlänge 1,13 mm.
- <u>Bild 32</u> : Homophane, optisch isotrope Kaolinitsubstanz mit stark zerstörten Relikten von Gefässtracheiden. Zirkonkristall in der Bildmitte. V = 80 x, Bildlänge 1,13 mm.

\_\_\_\_\_

Tafel VIII



-165-

32

#### 3.5. Paleontologie

3.5.1. Megaflora

Volgende soorten werden in boring 172 aangetroffen (Fig. 25, 4 bladen) : Alethopteris corsini Buisine - 1961 Alethopteris davreuxi (Brongniart) Goeppert - 1836 Alethopteris serli (Brongniart) Goeppert - 1836 Annularia pseudostellata Potonie - 1899 Annularia radiata (Brongniart) Sternberg - 1825 Annularia sphenophylloides (Zenker) Gutbier - 1837 Asterophyllites equisetiformis (Schlotheim) Brongniart - 1828 Calamites cisti Brongniart - 1828 Calamites suckowi Brongniart - 1828 Calamites undulatus Sternberg - 1820 Cordaites Unger - 1850 Eusphenopteris striata (Gothan) Van Amerom - 1975 Linopteris neuropteroides (Gutbier) Zeiller - 1899 Linopteris subbrongniarti (Grand'Eury) Fritel - 1903 Lepidodendron aculeatum Sternberg - 1820 Lepidodendrom ob.ovatum Sternberg - 1820 Mariopteris latifolia (Zeiller) Boersma - 1969 Mariopteris muricata (Schlotheim) Zeiller - 1879 Mariopteris nervosa (Brongniart) Zeiller - 1879 Mariopteris sauveuri (Brongniart) Frech - 1879 Neuropteris chalardi Laveine - 1967 Neuropteris obliqua (Brongniart) Zeiller - 1886 Neuropteris parvifolia Stockmans - 1933 Neuropteris rarinervis Bunbury - 1847 Neuropteris scheuchzeri Hoffmann - 1826 Neuropteris semireticulata Josten - 1962 Neuropteris tenuifolia (Schlotheim) Brongniart - 1828 Paripteris linguaefolia (Bertrand) Gothan - 1941 Paripteris lunata (White) Paripteris pseudogigantea (Potonie) Gothan - 1941

Pecopteris miltoni (Artis) Kidston - 1924 Pecopteris pennaeformis (Brongniart) Sternberg - 1825 Pecopteris volkmanni Sauveur - 1848 Pinnularia Lindley en Hutton - 1832 Reticulopteris munsteri (Eichwald) Gothan - 1941 Sigillaria Brongniart - 1822 Sphenophyllum cuneifolium (Sternberg) Zeiller - 1879 Sphenophyllum emarginatum (Brongniart) Koenig - 1825 Sphenophyllum majus (Bronn) Bronn - 1851 Sphenophyllum myriophyllum Crepin - 1880.

In tegenstelling met boring 169 vallen in voring 172,op enkele uitzonderingen na, geen noemenswaardige pakketten met hydrofiele associaties aan te geven (cf. Dusar et al., 1987).

Enkel tussen 1049,85 m en 1051,20 m komen Annularia sphenophylloides en Sphenophyllum emarginatum veelvuldig voor. Dit pakket is geïntercaleerd tussen L vl 7 c (1049,29 m) en koollaag 8 (1052,73 m - 1052,92 m). In de boorbeschrijving worden ook concentraties aan Asterophyllites vermeld.

Drie niveaus, voorkomend boven een koollaag, waren vrij opvallend. Het pakket gaande van 998,00 m tot 998,50 m boven koollaag 4 (998,89 m -1000,04 m) bestaat uitsluitend uit *Eusphenopteris striata* (9 stalen op 3 niveaus).

Boven koollaag 6 (1021,45 m - 1023,87 m) werden in 6 stalen op 4 niveaus Alethopteris serli en Neuropteris scheuchzeri samen aangetroffen (van 1020,90 m tot 1021,40 m).

Het pakket boven koollaag 24 (1249,21 m - 1253,26 m) bevat in een bovenste gedeelte *Alethopteris serli* en in een onderste gedeelte *Cordaites* (16 stalen op 4 niveaus, gaande van 1248,50 tot 1249,10 m).

In tegenstelling tot boring 169, komen hier geen waterminnende planten voor op niveaus waar eveneens waterfauna werd aangetroffen.

Limnische faunas zijn beduidend minder verbreid in boring 172. In boring 172 ligt de verhouding faunas tot plantenniveaus in het dak van koollagen of wortelbodems op 32/68, in boring 169 was dit nog 47/53.

Tussen 1372,40 m en 1382,90 m werden 8 niveaus met Paripteris lunata herkend; de verbreiding van de soort blijft tot dit interval beperkt.
P. lunata werd eveneens in de boringen 161b, 168 en 169 teruggevonden.
In boring 161 b wordt de soort vermeld rond 1310,40 m.
P. lunata werd in boring 168 aangetroffen op 715,75 m, 860,60 m, 1108,90 m
en op 1169,35 m.

Boring 169 bevat 6 niveaus waar P. *lunata* voorkomt tussen 1303.26 en 1309,10 m.

Voor de boringen 172 , 161 b en staal 1169,35 m van boring 168 kan men stellen dat P. *lunata* op hetzelfde niveau voorkomt, namelijk een twintigtal meter onder tonstein Nibelung. De overige niveaus zijn niet voor correlatie vatbaar.

Een laatste opvallend kenmerk betreft het voorkomen van grote concentraties aan bepaalde soorten. Zondert men die niveaus af , waarin grote hoeveelheden aan bepaalde soorten voorkomen (amalg), dan ziet men dat er over het ganse verloop van de boring een bepaalde zonering bestaat.

diepte (m)	Flora
979,70 - 987,80	N. rarinervis
1020,90 - 1021,30	Al. serli
1048,60 - 1049,50	L. subbrongniarti
1050,20 - 1051,20	Annul sphenophylloides
	Sph. emarginatum
1083,50 - 1086,10	N. tenuifolia
1117,80 - 1119,20	L. subbrongniarti
1139,90 - 1141,70	L. subbrongniarti
1377,35 - 1380,30	P. lunata
1425,40 - 1425,80	N. chalardi
1486,60 - 1484,50	N. chalardi

Al corsini						
AL aavreuxi —						
Al. serli	, ,	an 🛊	an agustad 19 c. an ann an	an a		
Al. sp —			•		***************************************	
Annul. pseudo-stellata —		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				and the second second second second
Annul. radiata —				• • •		
Annul. sphenophylloides —				•		
Annul. sp —						
Aster. equisetiformis —				<u></u>		
Cal. cisti —				• • •		
Cal. suckowi —						
Cal. undulatus —						
Cal. sp —			•			
Cordailes sp			•		•••	
E. striata —	• • •		••			
E. sp	1996 - 1997 - 1997 - 1996 - 1996 - 1996 - 1996 - 1996 - 1996 - 1996 - 1996 - 1996 - 1996 - 1996 - 1996 - 1996 -				1	
L. cf neuropteroides -					•	
L. subbronaniarti —	\$1\$ ·····			• <b>B</b>	• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	
lep.aculeatum —		2	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		-	
Len obovatum —		, 		•		
					•	
Mar of bisoute						
		-				
Mar. latirolia –						
Mar. muricata —				anne an		
Mar. nervosa —				•	•	
Mar. sauveuri —			фан (арал на селото селото на с		• · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
Mar. sp –			•••	•	•	
	1000	110	0	1 200	DIEPTE (m)	1 3 00

Fig. 25.

Boring KB 172 - Megaflora verbreiding volgens de diepte

-169-

la .

1ar. nervosa				, (		
Aar. muricata						
1ar. latifolia	-					
Mar. cf hirsuta						· .
<i>lep.</i> sp		•			•	
Lep. obovatum						
Lęp. aculeatum					•	
L. subbrongniarti			•		• .	
L. cf neuropteroides	• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	•				1.
E. sp						
E. striata						
Cordaites sp		•		•	•	
Cal. sp	Anano anti-anti-anti-anti-anti-anti-anti-anti-					
Cal. undulatus						
Cal. suckowi					•	
Cal. cisti		•				
Aster. equisetiformis			•		•	
Annul. sp						· · · · ·
Annul. sphenophylloides						
Annul. radiata				•		
Annul. pseudo-stellata						
Al. sp	•					
Al. serli		• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	•			
Al. davreuxi	•		the second s			

Boring KB 172 - Megaflora verbreiding volgens de diepte

-170-

N. chalardi N. obliqua N. cf. parvifolia N. rarinervis N. scheuchzeri N. semireticulata N. tenuifolia N. sp P. linguaefolia P. lunata P. pseudogigantea Pec. miltoni Pec. pennaeformis Pec. cf volkmanni Pec. sp Pinnularia sp . R. munsteri Sig. sp Sph. cuneifolium Sph. emarginatum Sph. majus Sph. myriophyllum Sph. sp Sphenopteris sp 1000 1300 1100 DIEPTE (m) 1200

Boring KB 172 - Megaflora verbreiding volgens de diepte

-171-

2a

N. chalardi	and an and a second and a second s			•	
N. obliqua		•			•
N, cf parvifolia					
N. rarinervis		•		•	•
N. scheuchzeri		•			
N. semireticulata		•			
N. tenuifolia			•	•_•••••••••••••••••••••••••••••••	
N. sp		•	• •		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
P. linguaefolia		•			
P. lunata		••••			
P. pseudogigantea	••••••••••••••••••••••••••••••••••••••	••••••••••••••••••••••••••••••••••••••	,		
Pec. miltoni					
Pec. pennaeformis		•			1
Pec. cf volkmanni					
Pec. sp		•			
Pinnularia sp		••••			•
R. munsteri					
<i>Sig.</i> sp		•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		
Sph. cuneifolium	•	·			
Sph. emarginatum		•			
Sph. majus		<u>`</u>			
Sph. myriophyllum		••			
Sph. sp		•	······	• • •	•
Sphenopteris sp	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	·			
	1300	1400	1500	DIEPTE (m)	1600

Boring KB 172 - Megaflora verbreiding volgens de diepte

-172-

2b
Een eventueel verband met het facies moet in dit geval onderzocht worden.

# 3.5.2. Megasporen

Megasporen werden opgezocht in een afgewogen hoeveelheid (10 gram) gezuiverd steenkoolmonster in dezelfde lagen die ook aan verdere steenkoolanalyses onderworpen werden (cf § 5.2.) (Tab. 8). Megasporen assemblage zone IV, (ongeveer overeenstemmend met de Zandsteen van Neeroeteren, kan niet nagewezen worden ten gevolge van de afwezigheid van de gids, *Triletispontes tuberculatus*. Desondanks is het voorkomen van *Rotatisporites dentatus* vanaf laag 5 (1009 m) en maximum in laag 3 (987 m) een aanwijzing voor de overgang tussen megasporen assemblage-zones III en IV. Tot in hetzelfde niveau werd tevens *Zonalesporites brasserti* vastgesteld. Megasporen assemblage zone III, gesitueerd rond de grens Westphaliaan C/D, is met zekerheid vastgesteld en vangt aan met laag 13 (1098 m), gekenmerkt door het eerste voorkomen van *Setosisporites pseudotenuispinosus*, die verdwijnt in laag 7 (1046 m). Door de afwezigheid van *Setosisporites praetextus* 

kan de grens tussen assemblage zone I en interzone II niet worden vastgesteld, alhoewel deze grens binnen het doorboorde traject moet vallen (Paproth et al., 1983; Dusar et al., 1987; Pierart et collab, 1985).

Tabel 8 : Megasporen distributie, boring K.B. 172.

Megasporen zones	Laag nr.	INIEX nr.	Laævigatisporites glabratus	Tuberculatisporites mamillarius	Lagenicula subpilosa	Lagenoisporites rugosus	Setosisporites hirsutus	Setosisporites pseudotenuispinosus	Valvisisporites Westphalensis	Valvisisporites nigrozonalis	Valvisisporites augustae	Bentzisporites tricollinus	Zonalesporites brasserti	Triangulatisporites triangulatus	Rotatisporites dentatus	Cystosporites giganteus	Schopfipollenites ellipsoīdes	Aantal megasporen per 10 g steenkool
IV? III II ?	1b 3-3b 5 6 7 9 11 12 13 15b,c 16 20 23 24 25b,c 27 29 33b 34 41 42 43 44 45 46 47 49 51b 53b	SG117 SG118 SG119 SG120 SG121 SG122 SG123 SG124 SG125 SG126 SG127 SG128 SG130 SG131 SG132 SG133 SG134 SG135 SG136 SG137 SG138 SG139 SG140 SG141 SG142 SG144 SG145	$ \begin{array}{c} 6 \\ 1 \\ - \\ - \\ 1 \\ 2 \\ 4 \\ 6 \\ 2 \\ - \\ 4 \\ 20 \\ 1 \\ 3 \\ 11 \\ 1 \\ 6 \\ - \\ 1 \\ 4 \\ - \\ - \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 6 \\ - \\ 1 \\ 4 \\ - \\ - \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1$	- - - - - - - - - - - - - - - - - - -				60 			- - - - - - - - - - - - - - - - - - -				89	1?		6 15 30 1 74 8 1 6 34 9 9 2 5 15 24 12 4 95 8 6 5 - 1 6 - - -

-174-

## 3.5.3. Miosporen

60 échantillons de schistes provenant du toit des couches, ont été analysés par les méthodes palynologiques de 885,75 m à 1587,25 m.

Les assemblages de miospores sont dominés par l'un des genres suivants : Lycospora, Densosporites, Crassispora ou Florinites traduisant l'influence prépondérante, en alternance, de faciès à Lycophytes arborescents ou herbacés, à fougères ou à Cordaites.

Quatre assemblages distincts ont été reconnus parmi les miospores moins abondantes :

1) de 885,75 m à 958,00 m (C 1 à 2 b, soit le Grès de Neeroeteren) Cingulizonates loricatus Cirratriradites saturni Laevigatosporites vulgaris Microreticulatisporites nobilis M. sulcatus Punctatosporites granifer P. minutus Reticulatisporites reticulatus Savitrisporites nux Thymospora obscura-thiessenii Torispora securis T. verrucosa Triquitrites subtilis Vestispora fenestrata Westphalensisporites irregularis

La présence de T.*obscura-thiessenii*, l'absence de toutes espèces de Densosporites à ces niveaux est caractéristique de la zone d'assemblage OT (T. *obscura-thiessenii*, d'âge Westphalien D. 2) de 978,30 m à 1262,70 m (C 2c à 25)
Même assemblage que ci-dessus à l'exception de *Thymospora* qui est absent et de *Torispora* qui est abondant.

Il s'agit de la zone d'assemblage SF (*T. securis - V. fenestrata*), d'âge Westphalien C récent à Westphalien D basal.

- 3) de 1271,45 m à 1552,35 m (C 25c à 52) Dans cet assemblage V. fenestrata est absent et Torispora rare. Il s'agit de la zone d'assemblage GS (P. granifer - T. sculptilis, d'âge Westphalien C ancien.
- 4) de 1560,75 m à 1587,25 m (C 53 à 55).
   Dans cet assemblage, Torispora et Punctatosporites granifer sont absents.

Il pourrait s'agir de la zone d'assemblage NG d'âge Westphalien B à Westphalien C basal. Le petit nombre d'échantillons observés nous incite cependant à beaucoup de réserve quant à cette datation.

3.5.4. Mollusken

Ook deze boring is rijk aan goed bewaarde zoetwaterschelpen. Verschillende associaties treden op. Een mooie fauna, kenmerkend voor de Anthraconauta phillipsii-zone werd gevonden tussen lagen 4 en 17 (interval 1000-1162 m). Het bovenliggende Westphaliaan D, met inbegrip van de Neeroeteren Zandsteen is te arm aan goedbewaarde fauna's. Tot laag 22 (op 1225 m) komt een overgangszone voor met een geleidelijke toename van Naiadites vormen. Vanaf laag 26 tot einddiepte (interval 1292-1599 m) komt een Naiadites fauna voor, o.a. met N.cf.elongatus en N. cf. daviesi,kenmerkend voor de boven similispulchra Zone (Calver, 1955). De grens tussen de phillipü-zone en de boven similis-pulchra-Zone ligt in de penninische kolenvelden (Engeland) bij de top Marine Rand. In boring 172 ligt deze grens echter beduidend hoger, en wel bij de Odin tonstein. De zwak mariene Geisina horizont op 1400 m, steeds onder de Nibelung tonstein gelegen, vormt nochtans het lokale equivalent van de Top Marine Band. Er zij op gewezen dat de *Geisina* horizont waarschijnlijk geen chronostratigrafische marker is, maar in deze boring <u>+</u> 50 m onder de Nibeling tonstein voorkomt, waar dit in boringen 161 b en 168 resp. slechts 7 m en 16 m bedroeg. In deze beide laatste boringen bleef de *phillipsi* - zone ook behouden tot dit niveau.

3.5.5. Arthropoda

3.5.5.1. Merostomata



Adelophthalmus imhofi (Reuse) sensu VAN OYEN 1956.

- A : Boring 172, 1161.1 m, Boven Westphalien C
- B : Exemplaar van Havré, Boven Westphalien C (Stainier 1935, Van Oyen 1956).
  Fig. 26.

Tot de subklasse Merostomata behoort de orde Eurypterida die nauw verwant is met de hedendaagse degenkrab (*Limulus*). Een niet-mariene vertegenwoordiger van de Eurypteriden is het genus *Adelophthalmus*, dat beschreven is uit afzettingen van het hoogste Devoon of onderste Dinantien tot Midden Perm. *Adelophthalmus* is gekenmerkt door een half - ovaalvormig kopborststuk (cephalothorax), een abdomen bestaandeuit twaalf segmenten welke naar achter toe steeds smaller en langer worden, en een stekelvormig staartstuk of telson (te vergelijken met de degenachtige telson van de recente *Limulus*).

Slechts één soort (*A.approximatus* ) is beschreven uit de afzettingen rond de Devoon-Carboon-grens in de USA. Alle andere stammen uit het Boven Carboon en Onder tot Midden Perm. Het genus is gevonden in Europa (Engeland, Nederland, België, Frankrijk, Duitsland, Spanje, Portugal, CSSR en USSR), Azie (China) en Noord-Amerika (SE Canada, USA). Maar de meeste vindplaatsen hebben slechts één of enkele exemplaren opgeleverd. Een uitzondering vormt een schalielaag vlak onder koollaag "D" (Onder Westphalien B) in de voormalige Staatsmijn Emma bij Heerlen (Zuid-Limburg, Nederland), waarin ongeveer 300 exemplaren zijn aangetroffen (Van Oyen 1956). Een uitgebreide revisie van de gepubliceerde soorten uit dit genus tot 1952 is terug te vinden in Van Oyen (1956).

In het Westphalien van België zijn er in de loop van de jaren slechts enkele exemplaren van *Adelophthalmus* gevonden.Van Oyen (1956) vermeldt er zeven, waarvan zes uit het Westphalien A-B en slechts één uit het Boven Westphalien C (Havré Stainier 1935).

Het in boring 172 bij 1161.1 m aangetroffen exemplaar is ontdekt in een niet-mariene siltige schalie in een traject boven koollaag 17, waarin verder ook visresten (*Drydenius* sp. ) en de niet-mariene ostracode *Carbonita* (*C*. ex gr. *scalpellus*) voorkomen. Het redelijk geconserveerde kopborststuk (basis 21 mm, lengte 16 mm) toont een duidelijk niervormig rechteroog en de omtrek van het linkeroog. De begrenzing van de glabella is vaag te zien. Abdomen en telson zijn niet bewaard. De cephalothorax van het enige andere exemplaar van Adelophthalmus dat in het Boven Westphalien C van België is aangetroffen in de voormalige mijn van Havré is beduidend kleiner (dit exemplaar is ter vergelijking afgebeeld in figuur 26). Beide zijn toe te schrijven aan A.imhofi (REUSS), een soort die vanaf het Onder Westphalien tot in het Midden Perm voorkomt. In Noord-Frankrijk is A. imhofi (daar beschreven als Eurypterus cf.mansfieldi door Pruvost 1919) bekend uit het Westphalien D (Faisceau d'Edouard). Dit laatste exemplaar is ongeveer even groot als dat van Havré.

Gezien zijn grote stratigrafische verbreiding heeft *A. imhofi* geen betekenis voor de biostratigrafie. Het is een soort die slechts het niet-mariene karakter van de afzettingen waarin het gevonden is bevestigt.

#### 3.5.5.2. Ostracoda

Niet-mariene ostracodenbehorende tot het genus *Carbonita* zijn in een groot aantal monsters aangetroffen. Deze behoren tot de species-groepen *C*. ex gr. *humilis*, *C*. ex gr. *scalpellus* en *C*. ex gr. *pungens*, welke al dan niet naast elkaar kunnen voorkomen in strata van het Namurien tot Stephanien. De volgende monsters bevatten één of meer exemplaren van *Carbonita* :

979.75 m, 1004.95 m, 1005.0 m, 1007.0 m, 1007.2 m, 1041.7 m, 1161.35 m, 1162.4 m, 1166.7 m, 1172.55 m, 1175.05 m, 1181.3 m, 1221.75 m, 1224.75 m, 1224.8 m, 1257.5 m, 1262.7 m, 1303.0 m, 1303.15 m, 1307.25 m, 1307.45 m, 1319.8 m, 1337.1 m, 1342.7 m, 1367.7 m, 1394.95 m, 1395.4 m, 1396.0 m, 1396.4 m, 1396.5 m, 1396.7 m, 1397.0 m, 1398.5 m, 1400.4 m, 1400.5 m, 1419.95 m, 1421.5 m, 1421.6 m, 1442.45 m, 1481.3 m.

р в С H F E. N K L М Visresten uit het Westphalien C van boring 172 : A : <u>Callopristodus pectinatus</u>, 1226.4 m B : Viskaak, 1262.7 m C : <u>Drydenius</u> sp. (cf . <u>molyneuxi</u>), 1421.5 m D : <u>Rhizodopsis sauroides</u>, 1172.55 m

E : Drydenius sp. (cf . molyneuxi), 1162.4 m

K-M : <u>Palaeoxyris</u> sp., 1262.7 m, N : <u>Palaeoxyris</u> sp., 1262.7 m

E: Drydenius Spp. F-H : Elonichthys spp. F · 1262.7 m, G : 1400.5 m H : 1398.5 m

<u>Fig. 27</u>.

-180-

De brakwater-ostracode *Geisina subarcuata* is aangetroffen in een bitumineuze schalie bij 1400.5 m vlak boven koollaag 38. Waarschijnlijk is dit zwak-mariene niveau te correleren met eenzelfde laag met *G. subarcuata* in boring 161 b (1297.6 - 1298.95 m) en in boring 168 (1157.7 -1158.05 m). In deze beide laatste boringen komt *Geisina* resp. 7 en 16 m onder de Nibelung Tonstein voor. In boring 172 ligt dit niveau ongeveer 50 m dieper (snellere subsidentie of diachronisme van het brakwaterniveau ?).

# 3.5.6. Visresten

Een beperkt aantal visresten is gevonden in het Westphalien C van boring 172. De stratigrafische waarde ervan is vooralsnog onduidelijk. Om daarover uitsluitsel te kunnen geven lijkt het echter zinvol om systematisch een inventarisatie te maken van de vondsten voorzien van illustraties zoals eerder al gedaan voor boring 169 (Fig. 27).

In de meeste gevallen zijn schubben aangetroffen. Maar ook enkele kaakfragmenten met tandjes en vermoedelijke eierkapsels zijn gevonden. De volgende monsters leverden visresten op :

1162.4 m (Drydenius sp.), 1172.55 m (Rhizodopsis sauroides), 1226.4 m
(Callopristodus pectinatus), 1262.6 m, 1262.7 m (Palaeoxyris sp.,
Elonichthys sp., viskaak), 1398.5 m (Elonichthys sp.), 1400.5 m
(Elonichthys sp.), 1421.5 m (eierkapsels ?, Drydenius sp).

Opvallend zijn de vermoedelijke eierkapsels van 1421.5 m. Deze zijn gekenmerkt door getande randen en een zwakke rimpeling op het overigens gladde, glanzende oppervlak. De rimpeling is vermoedelijk secundair en is hier geinterpreteerd als kenmerkend voor een leerachtige, dunne schaal welke kennelijk na uitkomen van de eieren gemakkelijk vervormde.



Seismiek Zwartberg-Opglabbeek 1983 - Isophypsenkaart horizon c (Basis Krijt)



### <u>Fig.</u> 28.



Seismiek Zwartberg-Opglabbeek 1983 Isophypsenkaart (horizon P - basis Permo-Trias)





Seismiek Zwartberg-Opglabbeek 1983 - Isophypsenkaart horizon K1

<u>Fig. 30</u>.



<u>Fig. 31</u>.



(Maurage<sup>-</sup>marien niveau)

<u>Fig. 32</u>.

#### 4. Structuur

Boring 172 werd ingeplant in het paneel tussen de breuken van Dorne = Leut (= breuk "a" op figs 28-32; breuk "e" in Rossa, 1987) en van Meeuwen = Vucht (= breuk "c" op figs. 28-32; eveneens breuk "c" in Rossa, 1987). Een afsplitsing "1" van de breuk van Dorne bevindt zich dichter ten oosten van de boorplaats (Fig. 30). Ten oosten ligt het kolenveld van Rotem-Neeroeteren; ten westen het kolenveld van Zwartberg-Waterschei. Boring 172 ligt daarenboven op geringe afstand ten zuidoosten van het "lineament van Gruitrode" met zijn nefaste invloed op de kolenvoering in het Boven Westphaal C (Bouckaert & Dusar, 1987). Twee discordantievlakken worden door de boring doorsneden, nl. aan de basis van het Krijt op 681 m en aan de basis van het Perm op 832 m. Structurele informatie hierover kan afgeleid worden uit boorgegevens (kernen, dipmeter) en uit de seismiek (opname Zwartberg-Opglabbeek 1983), lijn 8303, vibratiepunt 1272 op + 50 m ten zuiden van de boorplaats. De dipmeteranalyses (Welex, B.P.B.) leveren een structurele helling op van 7° in richting N12Evoor het Krijt, van 12° in richting N 45 W voor het Permo-Trias en van 12° in richting NNW voor het Karboon. De richtingen worden bevestigd door de seismische opname (Fig. 7, waarbij opvalt dat de schijnbare helling in het Karboon subhorizontaal is) en door de interpretatie der seismische waarnemingen (Figs. 28-30); de helling zou echter voor het Krijt eerder 3° bedragen. Door de sterke deviatie van het boorgat (+ 10 ° opbouw tussen de top van het gekernd traject op 766 m en 980 m (Fig. 5) neemt de waargenomen structurele helling in het Karboon geleidelijk af, om vanaf een diepte van + 1050 m een stabiele waarde van 3° te bereiken.

Opvallend is het geringe aantal splijt- en wrijfvlakken, zelfs in de zandsteen. Nergens werden aanwijzingen voor het bestaan van breuken gevonden, ook niet in het interval 1150-1200 m, waar stratigrafische lacunes optreden (zie § 5.4.).

De uitwiggingsgrens van het Permo-Trias ligt minder dan 2 km ten zuidoosten van boring 172 in het paneel tussen de storingen van Dorne en Meeuwen maar is moeilijk exact te bepalen gezien het feit dat het Zechstein aan de basis van deze sequentie geen uitgesproken seismisch signaal opbouwt (Figs. 8, 29). De uitwiggingsgrens van de Neeroeteren Zandsteen ligt + 1 km meer zuidwaarts. Naar het noorden toe (richting lineament van Gruitrode) lijkt deze formatie eveneens op onduidelijke wijze te verdwijnen (Fig. 30). De lacune aan de top van het Steenkoolterrein, onder de basis van het Perm is hier vergelijkbaar met boring 161 (Opglabbeek-Louwelsbroek ), reeds groter dan voor boring 146 (Neerglabbeek), maar veel kleiner dan voor boring 121 te Meeuwen-Bullen, 4 km westwaarts aan de overzijde van het lineament van Gruitrode gelegen langswaar de Neeroeteren Zandsteen verdwijnt. Ter zuiden hiervan vormt de breuk van Meeuwen eveneens een afgrenzing van de Neeroeteren Zandsteen. Tys (1980) heeft reeds op deze veranderlijke lacunes, van asturische oorsprong gewezen. Rossa (1987) toont aan dat de breuk van Meeuwen, in tegenstelling met de breuk van Dorne, eerder gekenmerkt wordt door een hoofdverplaatsing in de asturische fase dan wel in de jong-cimmerische. Boring 172 heeft aldus vrijwel de jongste Karboonlagen doorboord in het

gebied tussen de breuken van Dorne en Meeuwen en vervolledigt de stratigrafische sequentie bekend uit de K.S. boringen die hierop aansluiten in zuidelijke richting (Fig. 1).

#### 5. De steenkoollagen

#### 5.1. Kolengehalte

In het Steenkoolterrein van boring 172 (top 832,25 m, basis 1599 m, aangeboorde dikte 767 m) werden 55 koollagen of lege wortelbodems onderscheiden en genummerd, vele ervan samengesteld met talrijke onzuiverheden en doorwortelde tussenschakelingen. In totaal werden 124 afzonderlijke wortelbodems geteld, hetzij een per 6 m. De nummering is arbitrair en sekwentieel per boring; zij houdt geen rekening met correlaties van koollagen tussen verschillende boringen. Als enig criterium werd het gezamenlijk voorkomen van een dak en een vloer (wortelbodem) aangehouden (Fig. 21). In tabel 9 wordt de lijst der koollagen gegeven, opgesplitst volgens de samenstelling, zoals in voege bij K.S. (zie noot). Tabel 10 resumeert de gegevens voor de technische winbare reserves (World Energy Conference 1978), tabel 11 voor potentieel ontginbare koollagen volgens DNB normen (Studie Steenkolen, Werkdocument voor de Stuurgroep van 26 april 1984 : Prospektie naar het potentieel van nieuwe mijnexploitaties - dok. 260484/ST -CA/30).

De Zandsteen van Neeroeteren werd over 125 m aangeboord (top 832.25 m, basis 957.22 m) en bevat enkel het hier niet ontginbare doublet van Laag 1 (Fig. 21).

Bij vergelijking met vroegere boringen van de Geologische Dienst blijkt dat voor hetzelfde globale interval (ook zonder rekening te houden met de Neeroeteren Zandsteen) de steenkoolreserves in boring 172 eerder gering zijn (Tabel 12).

Het totale steenkoolgehalte (in technisch winbare lagen en dunne koolriffels samengesteld schommelt slechts weinig, en ligt in boring 172 op het peil van Neerglabbeek (6.4 %) lichtjes boven dat van boring 169 -Guitrode Muisven, en lichtjes onder de boringen in het veld van Neeroeteren Rotem. Het aantal koollagen varieert evenmin bijzonder veel. De technische steenkoolreserves (telkens zonder de Neeroeteren Zandsteen te rekenen), bedragen tot einddiepte 35,8 Mioton/km2 aanwezig in 24 lagen, en tot-1250 m 15.1 Mio.ton/km2 aanwezig in slechts 11 lagen (Tabel 10). De steenkoolrijkdom neemt dus sterk toe in het onderste deel der boring. Een zelfde besluit komt nog versterkt uit de cijfers voor de in-situ reserves in potentieel ontginbare koollagen (Tabel 11) : 16.1 Mio.ton/km2 tot einddiepte en slechts 2 Mio.ton/km2 tot -1250 m. Tot een diepte van -1250 m is slechts één potentieel ontginbare laag aanwezig (Laag 23 op 1235.95m); tot op einddiepte verhoogt dit aantal lagen tot 9 met een gemiddelde macht van 132 cm (varierend tussen 97 cm en 200 cm voor een opening van 175 cm. Deze waarden zijn dan weer vergelijkbaar voor alle boringen : aangezien de steenkoollagen tot stand zijn gekomen in éénzelfde bekken

-190-

onder gelijkaardige sedimentatie-omstandigheden, is hun maximale dikte begrensd door dezelfde parameters.

De steenkoolreserves zijn zodoende stratigrafisch erg ongelijk verdeeld (Tabel 12) :

- geen in de Neeroeteren Zandsteen;

zeer arm in het bovendeel van de Maurage Member (bundel van Neerglabbeek) net als in boring 169 Gruitrode-Muisven, dit in schril kontrast met de boringen in het kolenveld van Neeroeteren-Rotem waar de steenkoolreserves zes-td vijftienvoudig groter zijn (Dusar et al., 1986).
zeer hoog in het onderste deel der boring, stratigrafisch niet bereikt in

de vroegere exploratieboringen van de Geologische Dienst, maar wel bekend uit de K.S. boringen in de omgeving van Opglabbeek, uitgevoerd in concessiegebied Les Liègeois ("Zwartberg").

De overgang tussen beide zones ligt bij of vlak onder de Onder/Boven Westphaal C grens op 1348 m (overgang tussen steenkoolbundels van Meeuwen en Neerglabbeek) (zie § 5.4.). In het Onder Westphaal C van boring 172 (bundel van Meeuwen) komen tussen 1428 en 1565 m 8 potentieel ontginbare steenkoollagen voor, hetzij 1 per 31 m. De totale steenkoolreserves in het Onder Westphaal C bedragen 14.1 Mio.ton/km2 , hetzij 5.6 Mio.ton/km2/100 m. Hier ligt de steenkoolrijkdom zelfs lichtjes boven het gemiddelde (5.3 Mio. ton/km<sup>2</sup>/100) van boring 168 (Opoeteren Den Houw Dusar et al., 1986) die van alle boringen globaal de gunstigste resultaten opgeleverd heeft. Op de boorplaats liggen deze reserves evenwel beneden de economische ontginbaarheidsdrempel. Naar het zuiden toe, in de richting van Opglabbeek, komen zij geleidelijk minder diep te liggen (Fig. 31) waarbij het aantal ontginbare lagen in beperkte mate terugloopt, m.a.w. sommige van deze lagen blijven vermoedelijk over grote afstanden potentieel ontginbaar. Als besluit kan dus gesteld worden dat beide boringen 169 en 172, uitgevoerd door de Geologische Dienst op het grondgebied van Gruitrode negatief zijn wat betreft de conventioneel ontginbare steenkoolreserves in de steenkoolbundel van Neerglabbeek, die in het kolenveld van Neeroeteren-Rotem nog zeer rijk is. Daarentegen heeft boring 172 aangetoond dat de steenkoolbundel van Meeuwen in de omgeving van Opglabbeek, of in het centrale

oostelijke deel van de concessie Les Liègeois zeer rijk is op diepte die voor conventionele mijnbouw bereikbaar zijn.

Noot : legende bij de lijst der koollagen (Fig. 21 - Tabel 9)

- 1 = leisteen, al dan niet doorworteld, met ingekoolde lenzen, zwarte en grijze verknepen lei (escaille)
- 2 = lichte kolige leisteen, zwarte verknepen lei (escaille)

3 = sterk kolige leisteen

4 = onzuivere en gestreepte kool, cannel coal

5 = reinkool.

Dikte in centimeters, volgens boorrichting gemeten Opening = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 Ballast (steenmiddelen) = 1 + 2 Macht = 3 + 4 + 5 V = volumetrische verhouding <u>macht</u> opening G = gewichtsverhouding <u>macht x 1.35</u> <u>macht x 1.35 + ballast x 2.3</u>

\* bij laag nummer : deellaag

#### Reserves

dikte in centimeters, bankrecht gemeten Technisch winbare reserves ≥ 60 cm reinkool DNB normen ≥ 90 cm macht ≥ 50 % G

Belgische normen 50 % G

TABEL	9 : LI.T	ST DER	KOOLLA	GEN				BLAD	1
Laag	Dak	Vloer	1	2	3	4	5	Opening	Macht
la		892,25							
1b	898,05	898,38					33	33	33
2a		958,22		2				-	
2b	962,60	963,00						<sup>**</sup> 40	<sup>*</sup> 40
2c	978,40	978,68		17	11			28	11
2d		979,15							
3a		985,74						×	
3	986,69	987,46		0			77		
			9	2				88	77
3b	990,43	991,06	3	2 2		5	39 12		
		Т	3	4		5	51	63	56
4	998,89	1000,04	35 9		1	9 5	26 <sup>°°</sup> 6 14 10		
		т	44		1	-14	56	115	71

-192-

					-					DTAD 2
5		1009,02	1009,54	-				4		BLAD Z
				3	1	-		37	·	
			т	3	3			46	52	46
6		1021,49	1023,87			3		48		
				14	1 3	6	5			
					11 9 5	4				
				53 6	1		3	62 2		
			т	73	30	15	8	112	238	135
6b 6c			1026,01 1026,71							
7a 7 7c		 1046,35 	1045,95 1046,70 1049,29	,			2	33	35	35
8		1052,73	1052,92			2	1	16	19	19
9	1. 1.	1060,11	1060,88		1		<sup>`</sup> 27			
	3			14	3	1	4	27		
			т	14	4	1	31	27	77	59
10		1070,91	1071,91			1	9	8	18	18
11		1081,17	1081,53	2 14	20 11	7		36		
					×9	7		36	00	43
			T	10	40			50		

•

-193-

								BLAD 3	5
12	1086,71	1087,55	-				2		
			4	19			20		
				12			19		
						4			
					4				
		Т	4	31	4	4	41	84	49
-				51					
13	1098,01	1098,93	4	1	-		50		
				-		3			
				12			2		
			3				22		
		Т	7	13		3	74	97	77
13a									
14a		1117.53							
14b	1118,45	1120,00					20		
			-		4				
				3	4		-		
			32						
			66	7	3				
			-	5			11		
			258	10		3			
					6	-			
		Т	356	25	17	3	31	432	51
14c		1122.77			17			132	51
14d		1124,82							-
14e		1125,44							
14f		1127,20							
15-		1129 62							
154	1138 70	1130,02		2			20		
15		1139,4/	q	2			38		
							0 13		
		-							
		Т	9	2		-	57	68	57

•

ø

-194-

15b-e	1141,50	1144,57					7		BLAD 4
			31				26		
						1	20		
			2	3					
			67	6					
			40	10					
			39			2	9		
	,	T	239	19		5	42	305	47
16	1154,50	1155,48			*9 '				
				10	10	2	35		
						3	18		
			+						
		Т		10	19	6	53	88	78
17a	1162,54	1164,49		• •		7	3		
			1				9		
			26		3		13		
			7		3				
			75	1			8		
				12	5				
			5	5	6				
					+	+			
		Т	114	24	17	7	33	195	57
17b	1166,92	1167,92	10	3		3			
					5	2			
			27		9				
				4	16				
0			15	5					
		т	52	13	30	5 -		100	35
18	1172,65	1172,85		3	-		17	20	17
18b		, 1177,44							2.
19	1181,16	1181,43				19			
				8				27 -	19

-195-

19b	1186,53	1187,12			11		7		BLAD 5
			4	5	9	· .	23		
		T ·	4	5	20		30	59	50
20	1194,69	1195,41	11	24			37 24	96	61
21a	1199,97	1206,28		. 8	23			31	23
21b	1202,92	1205,65	14 46 74	8 ~7 65		10 4	16 29		
		Т	134	80		14	45	273	59
21c	1212,79	1213,28				21 <sup>2</sup> 28		49	49
21d	1214,03	1214,40	7	13	5	6	4	37	15
22	1225,35	1225,70	10			6	29	45	35
23	1233,71	1235,95	11 2 9 13	4 21 7 4 3	4 3 8	10	53 3 10 27 13 *11		
		т	35	4  43	15	14	117	224	146 ←

-196-

24	1249,21	1253,26		2	4				BLAD (
			17		2	-			
			7	3			62		
			35		4				
			126	10			20		
			13	14	2	25			
			10	6	_				
			7	. 4			18	*	
					<u>``</u>		×10		
						2	10		
				12		2			
		-		12					
		- -	205	E 1	12	27	110	405	140
			205	51	12	27	110	403	145
	1000.00	1002 01			Λ				
25	1202,83	1203,21			21		33	58	58
					21		55	50	50
25b	1265,60	1265,82			<u>`.</u>	10	12		
		L.		7				29	22
25c	1271,47	1272,55			9	11			
•					13				
				4					
			9	17	8		30		
					7.				
		Т	9	21	37	11	30	108	78
·									
25d		1275,08					-		
25e		1279.15							
200									
26	1281 94	1282.21					6		
20	1201,54	1000,01	14			5			
		1				1			
				32				59	13
						-			

-197-

27	1296,14	1300,00					9		BLAD 7
			19	-	6				,
	-		Δ	5	13	6			
			14	11	5	10	7	a	
					5				
			53	6	6	23			
	-		30	12				-	
				<b>9</b>			11		
	-		45		11		19		
			45			4	41		
		, en t	1		3				
		т	166	44	47	43	86	386	176
28	1307,59	1307,90	10				27		
				2				41	27
20	1212 41	1214 24				2	A 1		
29	1313,41	1314,24		11		2	41		
		-							
		Т		11		2	70	83	72
30	1320,82	1321,67				4	23		
						6			
			28		2				
			10			5			
	· ·		4	3					
		Т	42	3	2	15	23	85	40
31a		1332.05							
31b	1334,21	1334,64					43	43	43
32	1338,79	1339,06		-		4	23	27	27
33	1348,32	1349,67			4		31		
<b>o</b>		8 	6			7	12		
				· .	<sup>*</sup> 12				
			37			4 -			
			2	2	3		14		
		Т	46	2	19	11	57	135	87

-198-

33b 33c		1360,24 1363,80							BLAD 8
34	1368,44	1370,12	10	6		1	16	-	
			13	5	14 3	-	19		
		,	8	14	15 2	11			
			6	6	*7		5		
		Т	44	31	34	12	40	168	93
35a 35b 36 37 38	  1400,59	1386,39 1387,38 1390,13 1395,45 1400,85				5			
38b		1404,40			6	15		26	26
39	1415,52	1415,93			8	7 	10	41	41
395 300 394		1410,03 1418,38 1419,49							
40	1421,96	1(22,10			14			1.1	14
41	1426,36	1428,32	3		11				
٥			34 1	9	2î,	5	2 27	139	107 *
			11	6.1	-	11 5	38 14		
		T -	49	30	.15	21	81	196	118

-199-

-200-

41b		1433,72							BLAD 9
42	1412,47	1445,84			-	2	33 *10		
				5					
			71	8		2	-		
		-		31 19	-	5			
			84	16 19 19		5			
		T	182	98	Car tau dau bar kan bar kan an	14	43	337	57
43	1451,03	1452,46		4	3	-	7		
					7	81			
				8	6				
				°21					
		т		39	16	81	7	143	104 ←
44	1459,69	1461,02					6		
					5	50	11		
				3	<sup>*</sup> 26				
			12		10				
			8	2					
		Т	20	5	41	50	17	133	108 ←
45	1476,62	1477,76	6				42 50		
							<sup>*</sup> 9		
		•	1		-	6			
		т	7			6	101	114	107 ←
	1								

-201-

46	1487,93	1489,83	5 37		3	3 1	70 41 9 **8		BLAD 10
	· · · ·	т	42		3	13 17	128	190	148 ←
47	1502,03	1504,64	21	3 7 2 3	6 14 6 3 22	2 14 19	21 36 *23 9 11 14		
	-	T	27	34	51	35	114	261	200 ←
48	1510,58	1513,00	14 29 13	9 2 10	7 8 11 *10	3 3 2 4	26 *5 1		
			27	18 29		3 4	4		
		Т	83	68	36	19	36	242	19
49	1516,48	1518,11	28		9 2 21 5	21 15 3	24	125	97_ ←
		т	63		37	39	24	163	100

								BL	AD 11
49Ь	1521,50	1521,55			3	2		5	5
50	1537,50	1539,06	17 5 9 2	<sup>*</sup> 47	4 5 12	3	8		
		т	33	47	21	3	8	112	32
51a	1547,15	1547,25		-	3	7		10	10
51b	1549,05	1549,63	4		8 2	44		58	54
52	1552,39	1552,79			40			40	40

-202-

1561,01 1565,75 BLAD12 34 **\***5 \_\_174\_ ← 8. Т 1567,93 53b -----1571,09 1571,69 53c 30 30 

-203-

BLAD13 1578,82 1579,85 -8 ---Т 1597,18 -----

-204-

TABEL 10 : TECHNISCHE RESERVES

BLAD1
-------

Laag	Diepte	Opening	Macht	V	G	VM%	As%	S%
3	987,46	88	77	88	81	34.1	2.1	1.17
4	1000,04	115	71	62	49			
6	1023,87	238	135	~ 57	43	32.2	2.3	0.93
13	1098,93	97	77	79	69	33.0	2.6	1.35
16	1155,48	88	78	89	82	32.2	2.3	1.10
20	1195,41	96	61	64	51	34.6	4.2	2.46
23	1235,95	224	146	65	52	31.7	3.9	1.48
24	1253,26	405	149	37	25	32.7	4.9	2.03
25c	1272,55	108	78	72	60	32.1	4.8	1.53
27	1300,00	386	176	46	33	30.5	5.3	2.44
29	1314,24	83	72	87	80	31.1	1.9	1.03
33	1349,67	135	87	64	52	29.3	3.7	1.08
34	1370,12	168	93	55	42	29.5	4.2	1.24
41	1428,32	196 <sup>*</sup> 139	118 107	60 77	47 66	29.0	5.2	1.10
43	1452,46	143	104	73	61	28.3	5.0	1.25
44	1461,02	133	108	81	72	29.1	5.8	2.63
45	1477,76	114	107	94	90	27.8	2.3	0.83
46	1489,83	190	148	78	67	27.1	4.1	0.88
47	1504,64	261	200	77	66	26.5	3.3	1.26

							BLA	D 2
48	1513,00	242	.91	- 38	26			
49	1518,11	163	100	61	48	27.3	5.0	1.30
		<b>*</b> 125	97	78	67		-	
53	1565,75	474	252	53	40.	25.7	5.3	1.18
		<sup>250</sup>	174	70	57			
53c	1571,69	60	60	100	100			
54	1579,85	103	61	59	46			
Aantal	qem/m	cum、	cum					
24	1/32 m	4310 cm	264	Cm				
	gem.	180	110	51	48	30,2	30,9	1,4

Idem ma	.cht ≥ 60	cm, G ≥ 50% :				
Aantal	gem/m	cum opening	cum macht			
17	1/45	2334 cm	1781 cm			
		gem. 137 cm	137 105	77	66	
	1/38 m	(zonder Zandst	een van Neeroeteren)			

0

ø

-206-

Laag	Diepte	Opening	Macht	G%	VM%	As%	S%	ECE classifi- catie
23	1235,95	224	146	52	31.7	3.9	1.48	534 Vc
41"	1428,32	139	107	66	29.0	5.2	1.10	535 Vc
43	1452,46	143	104	61	28.3	5.0	1.25	535 Vc
44	1461,02	133	108	72	29.1	5.8	2.63	535 Vc
45	1477,76	114	107	90	27.8	2.3	0.88	435 Vb
46	1489,83	190	148	67	27.1	4.1	0.88	435 Vb
47	1504,64	261	200	66	26.5	3.3	1.26	435 Vb
49"	1518,11	125	97	67	27.3	5.0	1.30	435 Vb
53 <sup>°°</sup>	1565,75	250	174	57	25.7	5.3	1.18	434 Vb
Aantal	gem/m	cum openin	g cum macht	gem.	gem.	gem.	gem.	
9	1/85 m	1597 cm	1191 cm	75	28.1	4.4	1.32	

TABEL 11 : POTENTIEEL ONTGINBARE KOOLLAGEN

1/71 m pem. 175 cm gem.132 cm

zonder N. Zandsteen

-207-

-208-

## TABEL 12 Boring 172 - Samenvatting steenkoolreserves

#### -----

Dikte Karboon 767 m

Dikte Karboon zonder Neeroeteren Zandsteen 642 m

	-	60 cm	60 cm	90 cm	
	Kolenge- halte	Reserves macht ¥(	Reserves macht ≥ G ≥ 50%	Reserves macht ≥ G ≥ 50%	
Cumulatieve kooldikte in cm	4081	2649	1781	1191	
Volume % macht	5.3	3.5	2.3	1.6	
Idem, zonder Neeroeteren Zandsteen	6.4	4.1	2.8	1.9	
Gemiddelde macht in cm		110	105	132	
Cumulatieve opening in cm		4310	2334	1579	
Volume % opening		5.6	3.0	2.1	
Idem zonder Neeroeteren Zandsteen		6.7	3.6	2.5	
Gemiddelde opening in cm		180	137	175	-
Aantal lagen	124	24	17	9	
Aanwezige tonnemaat in Mio ton/km <sup>2</sup>	55.1	35.8	24.0	16.1	
Tonnemaat per 100 m diepte	7.2	4.7	3.1	2.1	
Idem, zonder Neeroeteren Zandsteen	8.6	5.6	3.7	2.5	
Tonnemaat, tot -1250 m		15.1	8.0	2.0	
Aantal lagen, tot -1250 m	100	11	7	1	
in samengestelde koollagen kan desgevallend een gedeelte der totale opening voor de berekening der technisch winbare reserves in aanmerking genomen worden; koollagen waarvoor deze mogelijkheid bestaat zijn met een asterisk vermeld.

De opgegeven tonnemaat komt overeen met het in-situ steenkoolgehalte (1.35 ton per m3).

De ontginbare reserves komen overeen met  $\pm$  25 % van de opgegeven tonnemaat (DNB document).

### Bronnen

- Aardkundige Dienst der Kempense Steenkolenmijnen (J. Tricot).

- Synopse der nationalen Richtlienen zur Kohlenvorratsberechnung
   (W. Hellweg, Steinkohlenbergbauverein) in : Ermittlung, Beschreibung und Bewertung von Steinkohlenlagerstätten in den Ländern der Europäischen Gemeinschaft, Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 1981.
- Prospektie naar het potentieel van nieuwe mijnexploitaties.
   Studie Steenkolen. Werkdocument voor de stuurgroep van 26 april 1984.
   DNB doc. 260484/ST-CA/30.

#### 5.2. Steenkoolanalyses

Alle hieronder vermelde analyses werden uitgevoerd op het INIEX (NIEB) te Luik volgens het schema reeds aangewend voor boring 161 (Boonen, Dusar en Somers, 1985). De koollagen werden representatief bemonsterd; in totaal werden 29 monsters, afkomstig uit de dikkere koollagen geanalyseerd.

De volgende analyses werden uitgevoerd :

- proximaal analyse (vluchtige bestanddelen, as, watergehalte) en gewichtsverdeling (Tabel 13)
- ultimaat analyse (C,H,N) (Tabel 14)

-210-

- zwavel, totaal en pyritisch (Tabel 15)

- calorische waarde en zwellingsindex (Tabel 16)

- dilatometrie en classificatie (Tabel 17)

- maceraal analyse en vitriniet-reflectiviteit (Tabel 18)

- microlithotypen (Tabel 19)

Noot : Laag op figuren en tabellen verwijst naar het volgnummer der koollagen in deze boring; nr. SG verwijst naar het volgnummer der steenkoolanalyses op het INIEX voor rekening van de Belgische Geologische Dienst.

FL	drijvend monster	ad	:	asdroog
Hé	watergehalte	d	:	droog
MV	vluchtige bestanddelen	daf	:	water + asdroog

C koolstof H waterstof N stikstof 0 zuurstof IG zwellingsindex PR reflectiviteit (Rmax.) V vitriniet E exiniet I inertiniet Min mineraal (as)

S tot : zwavel totaal S pijr : zwavel in pyriet PC : calorische waarde

Vit	:	vitriet
Lip	:	Liptiet
Iner	:	fusiet
Clar	:	clariet
Dur	:	duriet
Vint	:	vitrinertiet
Trim	:	trimaceralen
Ster	:	sterielen

INIEX	Laag	FL	Hé	. (	Cs .		MV	
			ad	ad	d	ad	d	daf
117	1	83.6	3.2	1.2	1.2	31.7	32.8	33.2
118	3	84.5	2.8	2.1	2.1	32.4	33.3	34.1
119	5	83.4	2.3	3.3	3.4	32.6	33.3	34.5
120	6	76.2	2.6	2.3	2.3	30.6	31.4	32.2
121	7	83.4	2.2	1.8	1.9	31.5	32.2	32.8
122	11	°6U./	2.2	4.5	4.0	31.1	31.8	33.3
123	12	63 G	2.1	2.2	2.2 5 7	32.5	33.C 33.5	35.6
125	13	85.6	2.0	2.6	2.6	31 5	32.1	33.0
126	15	82.7	1.9	2.8	2.9	31.2	31.8	32.7
127	16	73.6	1.8	2.2	2.3	30.9	31.5	32.2
128	20	73.9	1.5	4.1	4.2	32.7	33.1	34.6
129	23	64.1	1.4	3.9	3.9	30.0	30.5	31.7
130	24	49.5	1.1	4.8	4.9	30.7	31.1	32.7
131	25	38./	1.0	4.8	4.8	30.3	30.6	32.1
132	20	34.4 86 /	1.1	5.3 1 0	5.3 1 0	20.5	20.9	30.5
134	33	57.4	1.0	3.7	3.7	27.9	28.2	29.3
135	34	32.4	0.9	4.2	4.2	28.0	28.2	29.5
136	41	41.2	0.9	5.1	5.2	27.3	27.5	29.0
137	42	85.3	0.9	1.4	1.4	27.7	28.0	28.4
138	43	53.6	0.8	5.0	5.0	26.6	26.9	28.3
139	44	42.6	0.9	5./	5.8	27.2	27.4	29.1
140	40	61 7	0.0	2.3	2.3	20.9	26.0	27.8
142	47	40 5	0.8	33	4.1 3 3	25.0 25.4	25.6	26.5
143	49	33.7	0.7	4.9	5.0	25.8	26.0	27.3
144	51	63.0	0.7	1.9	1.9	25.9	26.1	26.6
145	53	26.2	0.7	5.2	5.3	24.2	24.4	25.7
Mid.		62.9	1.4	3.5	3.6	29.3	29.8	30.8
Van		26.2	0.7	1.2	1.2	24.2	24.4	25.7
Tot		86.4	3.2	5.7	5.8	32.9	33.5	35.6

TABEL 13 : KB 172 Proximaal analyse (in %)

~

,

KB 172	Ultimaat	analyse
k	(B 172	(B 172 Ultimaat

INIEX	Laag	ad	C d	daf	ad	H d	daf	ad	N d	daf	ad	0 d	daf
117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145	$ \begin{array}{c} 1\\3\\5\\6\\7\\9\\11\\12\\13\\15\\16\\20\\23\\24\\25\\27\\29\\33\\41\\42\\43\\44\\5\\46\\47\\49\\51\\53\end{array} $	80.2 80.0 79.5 80.3 81.5 77.9 81.0 77.3 81.1 81.3 81.8 79.7 81.1 80.6 81.3 80.4 84.5 83.0 82.2 82.4 86.5 83.2 85.4 84.3 85.4 84.3 85.6 83.6	82.8 82.3 81.4 82.5 83.3 79.6 82.7 78.7 82.7 82.7 82.7 82.7 82.7 82.7	83.9 84.1 84.2 84.4 84.9 83.4 84.6 83.5 84.9 85.3 85.2 84.4 85.6 85.9 87.0 87.1 86.6 87.7 88.5 88.3 86.9 88.6 88.5 88.6 88.8 88.2	$\begin{array}{r} 4.87\\ 5.04\\ 5.03\\ 4.94\\ 5.14\\ 4.89\\ 5.19\\ 5.02\\ 5.06\\ 5.12\\ 5.03\\ 5.15\\ 5.03\\ 5.15\\ 5.03\\ 5.02\\ 4.91\\ 4.90\\ 5.15\\ 4.96\\ 4.83\\ 4.73\\ 4.44\\ 4.92\\ 5.02\\ 5.03\\ 5.11\\ 4.80\\ 4.78\\ 5.11\\ 4.98\end{array}$	5.03 5.19 5.15 5.07 5.26 5.00 5.11 5.16 5.22 5.23 5.10 5.22 5.23 5.10 5.22 5.23 5.10 5.22 5.23 5.10 5.22 5.23 5.10 5.22 5.23 5.10 5.22 5.23 5.10 5.22 5.23 5.10 5.207 4.96 4.96 5.201 4.96 5.07 4.96 5.01 4.96 5.07 5.15 4.88 4.96 5.07 5.07 5.15 4.88 4.96 5.07 5.15 4.88 4.96 5.07 5.15 4.88 4.96 5.07 5.15 4.88 4.881 5.02	5.09 5.30 5.33 5.19 5.24 5.42 5.42 5.37 5.34 5.34 5.37 5.34 5.21 5.34 5.21 5.30 5.20 5.30 5.20 5.03 5.20 5.30 5.20 5.30 5.23 5.30 5.23 5.30 5.23 5.30 5.23 5.30 5.23 5.30 5.23 5.30 5.23 5.30 5.23 5.30 5.23 5.30 5.23 5.30 5.23 5.30 5.23 5.30 5.23 5.30 5.23 5.30 5.23 5.30 5.23 5.30 5.23 5.30 5.23 5.30 5.30 5.37 5.30 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.37 5.300 5.25 5.25 5.25	1.40 1.36 1.43 1.44 1.51 1.46 1.54 1.43 1.47 1.54 1.51 1.51 1.51 1.57 1.46 1.52 1.57 1.69 1.57 1.75 1.44 1.40 1.40 1.49 1.47 1.44	$\begin{array}{c} 1.45\\ 1.40\\ 1.48\\ 1.54\\ 1.54\\ 1.57\\ 1.57\\ 1.57\\ 1.53\\ 1.59\\ 1.48\\ 1.59\\ 1.61\\ 1.71\\ 1.58\\ 1.77\\ 1.45\\ 1.50\\ 1.41\\ 1.50\\ 1.41\\ 1.50\\ 1.48\\ 1.45\\ \end{array}$	1.46 1.43 1.51 1.57 1.56 1.61 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.60 1.59 1.67 1.62 1.62 1.67 1.78 1.67 1.79 1.53 1.60 1.47 1.55 1.47 1.55 1.55 1.62 1.53	$\begin{array}{c} 8.5\\ 7.2\\ 7.59\\ 6.0\\ 6.3\\ 5.7\\ 7.0\\ 1.5\\ 9\\ 7.0\\ 1.5\\ 9\\ 7.0\\ 1.5\\ 9\\ 7.0\\ 1.5\\ 9\\ 7.0\\ 1.5\\ 9\\ 7.0\\ 1.5\\ 9\\ 7.0\\ 2.4\\ 3.3\\ 2.5\\ 3.3\\ 3.6\\ 3.6\\ 3.6\end{array}$	8.8 7.3 7.8 7.9 7.0 6.7 5.6 8.8 7.3 7.9 7.0 6.7 5.6 8.8 5.1 1.6 9 8.1 3.5 5.3 3.5 5.3 3.5 5.3 3.5 5.3 3.5 5.3 3.6 6	8.0692324977103480935575476578 7.2324977103480935575476578 3.24333333333333
mid.		81.9	83.1	86.2	4.98	5.05	5.24	1.49	1.52	1.57	5.4	5.5	5.6
Tot		86.5	/8./ 87.3	83.4 88.8	4.44 5.19	4.48 5.30	4.54 5.45	1.36	1.40	1.43	3.3 8.5	3.3 8.8	3.5 8.9

INIEX	Laag		Stot			Spyr	
	3	ad	d	daf	ad	ď	daf
$     \begin{array}{r}       117 \\       118 \\       119 \\       120 \\       121 \\       122 \\       123 \\       124 \\       125 \\       126 \\       127 \\       128 \\       129 \\       130 \\       131 \\       132 \\       133 \\       134 \\       135 \\       136 \\       137 \\       138 \\       139 \\       140 \\       141 \\       142 \\       143 \\       144 \\       145 \\     \end{array} $	$ \begin{array}{c} 1\\3\\5\\6\\7\\9\\11\\12\\13\\15\\16\\20\\23\\24\\25\\27\\29\\33\\24\\25\\27\\29\\33\\34\\41\\42\\43\\44\\45\\46\\47\\49\\51\\53\end{array} $	0.63 1.11 1.27 0.88 0.91 1.39 1.10 2.93 1.29 1.09 1.06 2.32 1.40 1.91 1.44 2.28 1.00 1.91 1.44 2.28 1.00 1.03 1.18 1.03 0.59 1.18 2.46 0.80 0.84 1.21 1.23 0.73 1.11	0.65 1.14 1.30 0.90 0.93 1.42 1.12 2.98 1.32 1.11 1.08 2.35 1.42 1.93 1.45 2.31 1.01 1.04 1.19 1.04 0.60 1.19 2.48 0.81 0.85 1.22 1.24 0.74 1.12	$\begin{array}{c} 0.66\\ 1.17\\ 1.35\\ 0.93\\ 0.95\\ 1.49\\ 1.15\\ 3.17\\ 1.35\\ 1.14\\ 1.10\\ 2.46\\ 1.48\\ 2.03\\ 1.53\\ 2.44\\ 1.03\\ 1.53\\ 2.44\\ 1.03\\ 1.24\\ 1.00\\ 1.25\\ 2.63\\ 0.88\\ 1.26\\ 1.30\\ 0.75\\ 1.18\end{array}$	0.04 0.39 0.45 0.22 0.17 0.49 0.40 1.04 0.47 0.32 0.22 0.93 0.42 0.73 0.41 0.81 0.26 0.30 0.24 0.24 0.24 0.05 0.33 0.81 0.04 0.17 0.35 0.66 0.07 0.63	0.04 0.40 0.46 0.23 0.17 0.50 0.41 1.06 0.48 0.33 0.22 0.94 0.43 0.74 0.41 0.82 0.26 0.30 0.24 0.26 0.30 0.24 0.24 0.05 0.33 0.82 0.04 0.17 0.35 0.66 0.07 0.63	0.04 0.41 0.48 0.23 0.18 0.52 0.42 1.12 0.49 0.34 0.23 0.98 0.44 0.78 0.44 0.78 0.44 0.78 0.44 0.78 0.27 0.31 0.25 0.26 0.05 0.35 0.87 0.04 0.18 0.36 0.70 0.07 0.67
Mid.		1.29	1.31	1.36	0.40	0.41	0.43
Van Tot		0.59 2.93	0.60 2.98	0.60 3.17	0.04 1.04	0.04 1.06	0.04 1.12

TABEL 15: KB 172 Zwavel (in %)

TABEL 16 : KB 172 Calorisch vermogen en zwellingsindex (IG)

		•								
INIEX	Laag	MV daf	IG	ad	PCsup d	daf	ad	PCinf d	daf	
117	1	33 2	1 0	33110	34190	34615	32035	33155	33565	
118	3	34.1	4.5	33015	33980	34670	31910	32910	33575	
119	5	34.5	6.5	32855	33630	34745	31765	32570	33645	
120	6	32.2	4.0	33070	33955	34735	31995	32910	33665	
121	7	32.8	7.0	33605	34370	34995	32495	33285	33890	
122	9	33.3	7.5	32465	33180	34715	31410	32150	33635	
123	11	33.9	7.5	33725	34460	35195	32605	33365	34075	
124	12	35.6	8.0	32395	33000	34850	31320	31945	33735	
125	13	33.0	7.5	33515	34200	35065	32425	33140	33970	
126	15	32.7	8.0	33510	34165	35125	32410	33090	43020	
127	16	32.2	8.0	33845	34455	35225	32750	33380	34125	
128	20	34.6	9.0	33470	33965	35315	32375	32890	34190	
129	23	31.7	8.5	33730	34200	35545	32660	33150	34455	
130	24	32.7	8.0	33395	33760	35400	32335	32715	34300	
131	25	32.1	8.0	33585	33935	35610	32550	32915	34535	
132	27	30.5	9.0	32960	33335	35100	31925	32315	34020	
133	29	31.1	9.0	34700	35050	35705	33615	33980	34615	
134	33	29.3	8.5	34010	34360	35635	32965	33330	34565	
135	34	29.5	9.0	33805	34120	35595	31790	33120	34545	
136	41	29.0	9.0	33670	33960	35780	32675	32975	34745	
137	42	28.4	8.5	35425	35730	36240	34490	34805	35300	
138	43	28.3	8.5	33910	34195	35945	32875	33170	34870	
139	44	29.1	9.0	33345	33640	35590	32290	32600	34485	
140	45	27.8	9.0	34910	35205	36040	33855	34160	34970	
141	46	27.1	9.0	34330	34595	36040	33260	33535	34935	
142	47	26.5	9.0	34635	34905	36045	33630	33910	35015	
143	49	27.3	9.0	34035	34270	35970	33035	33275	34925	
144	51	26.6	9.0	35405	35665	36365	34335	34605	35280	
145	53	25.7	9.0	34025	34270	36085	32985	33235	34995	
Mid.		30.8		33740	34235	35445	32680	33195	34365	
Van		25.7	1.0	32395	33000	34615	31320	31945	33565	
Tot		35.6	9.0	35425	35730	36365	34490	34805	35300	

INIEX	Laag	T1 °C	T2 °C	T3 °C	a%	b%	ECE
$117 \\ 118 \\ 119 \\ 120 \\ 121 \\ 122 \\ 123 \\ 124 \\ 125 \\ 126 \\ 127 \\ 128 \\ 129 \\ 130 \\ 131 \\ 132 \\ 133 \\ 134 \\ 135 \\ 136 \\ 137 \\ 138 \\ 139 \\ 140 \\ 141 \\ 142 \\ 143 \\ 144 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 \\ 145 $	$ \begin{array}{c} 1\\3\\5\\6\\7\\9\\11\\12\\13\\15\\16\\20\\23\\24\\25\\27\\29\\33\\24\\25\\27\\29\\33\\34\\41\\42\\43\\44\\45\\46\\47\\49\\51\\53\end{array} $	395 385 385 390 370 375 360 375 360 360 365 365 365 370 365 365 370 360 365 365 370 360 365 370 365 365 370 365 365 370 365 365 370 365 370 365 370 365 375 365 375 375 365 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375 375	$\begin{array}{c} 490\\ 420\\ 420\\ 420\\ 430\\ 425\\ 415\\ 400\\ 415\\ 400\\ 415\\ 400\\ 410\\ 400\\ 410\\ 400\\ 410\\ 405\\ 410\\ 415\\ 405\\ 410\\ 415\\ 405\\ 405\\ 410\\ 415\\ 405\\ 405\\ 410\\ 415\\ 405\\ 405\\ 395\\ 410\\ \end{array}$	$\begin{array}{c}\\ 450\\ 450\\ 450\\ 450\\ 450\\ 450\\ 450\\ 450$	-35 -42 -40 -39 -40 -37 -38 -37 -38 -37 -35 -34 -34 -28 -28 -28 -28 -34 -29 -33 -37 -36 -32 -33 -33 -35 -34 -29 -33 -33 -33 -34 -29 -32 -32 -32 -32 -33 -33 -34 -32 -33 -33 -32 -33 -33 -33 -33 -33 -32 -33 -33 -32 -33 -33 -32 -33 -33 -32 -33 -33 -32 -33 -33 -32 -33 -33 -32 -33 -32 -33 -32 -33 -32 -33 -32 -33 -32 -32 -33 -32 -33 -32 -32 -32 -33 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32 -32	 -20 -5 0 0 18 31 44 16 33 40 135 88 185 148 154 176 116 184 196 161 168 202 184 142 178 192 202 118	611 632 632 522 533 633 633 633 533 533 533 533 533 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535 535
Van Tot		360 395	395 490	450 470	-42 -26	-20 202	

TABEL17 :KB 172 - Dilatometrie en ECE Classificatie

.

TABEL 18: K.B. 172 Maceraal analyse en vitriniet-reflectiviteit.

INIEX	Laag	MV daf	PR %	V	ͺ Ε	I	Min	V (sur	E pur )	Ι
117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145	1 3 5 6 7 9 11 12 13 15 16 20 23 24 25 27 29 33 4 1 42 43 44 53	33.2 34.1 34.5 32.2 32.8 33.3 35.6 33.0 32.7 32.2 34.6 31.7 32.7 32.2 34.6 31.7 32.7 32.1 30.5 31.1 29.3 29.5 29.0 28.4 28.3 29.1 27.8 27.1 26.5 27.3 26.6 25.7	0.95 0.92 0.96 1.01 0.98 0.94 0.96 0.98 0.99 1.04 0.99 1.05 1.00 1.02 1.08 1.05 1.15 1.13 1.14 1.18 1.20 1.24 1.26 1.27 1.30	$\begin{array}{c} 61\\ 62\\ 63\\ 71\\ 68\\ 75\\ 63\\ 64\\ 63\\ 66\\ 59\\ 61\\ 66\\ 61\\ 64\\ 55\\ 62\\ 57\\ 63\\ 71\\ 65\\ 60\\ 66\\ 74\\ 66\\ 74\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 23\\ 22\\ 16\\ 16\\ 16\\ 13\\ 17\\ 19\\ 23\\ 18\\ 21\\ 14\\ 17\\ 15\\ 13\\ 17\\ 12\\ 16\\ 12\\ 11\\ 12\\ 12\\ 10\\ 9\\ 10\\ 8\\ 5\end{array}$	$\begin{array}{c} 15\\ 15\\ 20\\ 12\\ 21\\ 11\\ 17\\ 15\\ 13\\ 15\\ 16\\ 22\\ 15\\ 21\\ 19\\ 28\\ 22\\ 10\\ 23\\ 32\\ 24\\ 14\\ 22\\ 28\\ 25\\ 21\\ 25\\ 18\\ \end{array}$	1 1 1 1 4 1 2 2 1 1 3 2 3 4 1 1 2 3 1 2 2 4 1 3	61 63 64 71 62 71 76 65 64 67 63 65 63 65 63 67 63 61 68 76 76	$\begin{array}{c} 23\\ 22\\ 16\\ 16\\ 17\\ 17\\ 13\\ 17\\ 19\\ 23\\ 18\\ 22\\ 14\\ 17\\ 16\\ 13\\ 17\\ 12\\ 16\\ 13\\ 11\\ 11\\ 12\\ 12\\ 10\\ 9\\ 10\\ 8\\ 6\end{array}$	$     \begin{array}{r}       15 \\       15 \\       20 \\       12 \\       21 \\       13 \\       11 \\       18 \\       15 \\       13 \\       15 \\       13 \\       15 \\       13 \\       15 \\       17 \\       23 \\       16 \\       21 \\       20 \\       28 \\       22 \\       10 \\       23 \\       32 \\       25 \\       15 \\       22 \\       29 \\       25 \\       22 \\       26 \\       19 \\       \end{array} $
Mid. Van tot		30.8 25.7	1.08 0.85	64 54 75	15 5 22	19 . 10 22	2 1	66 55 76	15 6	19 10

-216-

INIEX	Laag	Vit.	Lip.	Iner.	Clar.	Dur.	Vint.	Trim.	Stér.
$     \begin{array}{r}       117 \\       118 \\       119 \\       120 \\       121 \\       122 \\       123 \\       124 \\       125 \\       126 \\       127 \\       128 \\       129 \\       130 \\       131 \\       132 \\       133 \\       134 \\       135 \\       136 \\       137 \\       138 \\       139 \\       140 \\       141 \\       142 \\       143 \\       144 \\       145 \\     \end{array} $	$ \begin{array}{c} 1\\ 3\\ 5\\ 6\\ 7\\ 9\\ 11\\ 12\\ 13\\ 15\\ 16\\ 20\\ 23\\ 24\\ 25\\ 27\\ 29\\ 33\\ 24\\ 25\\ 27\\ 29\\ 33\\ 34\\ 41\\ 42\\ 43\\ 44\\ 45\\ 46\\ 47\\ 49\\ 51\\ 53\\ \end{array} $	3 6 10 11 8 13 15 7 12 9 13 11 20 19 19 24 17 25 27 21 14 22 35 25 21 28 29 26 37		3 3 3 2 3 2 4 4 3 3 6 3 6 4 7 5 3 6 9 7 4 7 6 6 8 5 4	48 46 37 48 28 40 38 35 39 49 42 37 25 29 26 26 21 16 34 24 15 17 24 21 18 16 17 13 12	1 2 3 1 4 1 2 2 0 1 2 3 4 5 2 4 5 1 3 2 2 0 3 3 3 1 1	3 5 6 9 8 6 7 6 4 3 5 3 7 9 8 8 11 13 8 12 20 20 12 15 22 19 17 26 30	41 33 36 26 47 32 33 37 35 33 35 39 36 30 30 30 30 30 39 34 23 29 39 28 17 28 29 25 23 29 13	1 4 4 1 2 5 4 8 3 3 1 6 2 6 5 7 1 2 4 5 2 4 6 1 2 3 4 1 4
Mid.		18	0	4	29	2	11	31	3
Van Tot		3 37	0 0	2 9	12 49	0 5	3 30	13 47	1 8

# TABEL 19 : K.B. 172 Microlithotypes.

In de steenkool is er een evolutie waar te nemen vanaf vlamkool aan de top naar gaskool (vetkool B) met een overgangsinterval tussen 1020 m en 1100 m, en ten slotte van gaskool naar vetkool (vetkool A), rond 1475 m. Deze overgangen hangen samen met de toename van de inkoling met toenemende diepte en zijn geleidelijk maar niet lineair. De toename van de inkoling wordt vastgesteld door de afname van het gehalte aan vluchtige bestanddelen van 35 naar 25 %, de toename van het koolstofgehalte van 83 tot 89 %, de toename van de calorische waarde van 34615 naar 36365 kJ/kg (bovenste waarde), de toename van de verkooksingseigenschappen (verhoging van zwellingsindex en dilatatievermogen, b % op tabel 17) en de gedeeltelijke omzetting van exiniet in vitriniet (van 23/61 % naar 6/76 %), gekoppeld aan een vitriet (of vitrinertiet)-clariet omzetting (van 3/48 % naar 37/12 %).

Het asgehalte varieert tussen 1.2 en 5.8 % met een gemiddelde waarde van 3.6 %, hetgeen normaal is voor de Kempense steenkool. Voor de potentieel ontginbare lagen uit de bundel van Meeuwen bedraagt het gemiddelde asgehalte echter 4.5 %. Deze lagen die hoofdzakelijk uit vetkool bestaan, zijn echter vrij week en werden deels verpulverd uit het boorgat opgehaald zodat enige vermenging met onzuiverheden mogelijk is.

Het zwavelgehalte varieert tussen 0.60 en 3.17 % met een gemiddelde waarde van 1.36 %, waarvan ongeveer iets meer dan een derde van pyrietische oorsprong. Voor de potentieel ontginbare lagen uit de bundel van Meeuwen bedraagt het gemiddelde zwavelgehalte 1.30 %. Ook deze waarden zijn normaal voor het Kempens bekken, en liggen bijv. in de boring 168 te Opoeteren Den Houw iets gunstiger.

## 5.3. Inkoling

De inkolingsgradiënt kan bepaald worden aan de hand van de evolutie der vluchtige bestanddelen of van de vitrinietreflectiviteit, maar is voor boring 172 moeilijk te berekenen. Er treedt namelijk een duidelijke verandering van gradiënt op bij Laag 20 rond 1200 m, waarbij een geringere gradiënt er een grotere spreiding der gemeten waarden opvalt voor het bovenste deel (Fjg. 33). Een gelijkaardige evolutie is waar te nemen voor de maceraalsamenstelling en de verkooksingseigenschappen (Fig. 34, Tab. 17-18). Deze inkolingsanomalie beantwoordt aan een synsedimentaire onderbreking van het subsidentieritme, eveneens en in nog sterkere mate vastgesteld voor boring 169 en geassocieerd met het lineament van Gruitrode (Bouckaert & Dusar, 1987) - cf. § 5.4.

In boring 172 bedraagt de globale inkolingsgradiënt per 100 m diepte toename 0.05 % toename in de maximale vitrinietreflectiviteit (0.38 % op 700 m) en 1.57 % afname in het gehalte aan vluchtige bestanddelen (11 % op 700 m). Vanaf einddiepte tot  $\pm$  1200 m (400 m dik traject) lopen deze waarden op tot resp. 0.08 % R max. en 2 % VM; vanaf  $\pm$  1200 m tot de top Karboon (300 m dik traject) slechts 0.02 % R max. en 0.5 % V.M.

Ook geografisch is deze inkolingsgradiënt ongelijk verdeeld. De hoogste inkolingsgradiënt werd vastgesteld voor boring 169, op de gravimetrische anomalie van Meeuwen-Bree gelegen (0.09 % R m en 2.7 % VM, zelfs beduidend hoger dan in het onderste deel van boring 172). Eigenaardig genoeg is de absolute inkolingswaarde voor de top van boring 169 lager, hetgeen een geringere sediment overdekking impliceert bij het tot stand komen van deze inkoling (eind paleozoicum ?) in noordwestelijke richting.

In vergelijking met de boringen in het veld van Neeroeteren-Rotem zet de toename in inkoling en in inkolingsgradiënt zich verder door. Een vergelijking voor de vluchtige bestanddelen levert de volgende resultaten op :

169	172	146	161	168	Boring
2.7	1.57	1.30	1.09	0.73	% V.M. afname per 100 m
29	32	34	36	36.5	gem. % V.M. voor Laag 20
	0				of zijn stratigrafisch
				· · ·	equivalent.

Naar Neeroeteren toe zet deze trend zich verder zodat het gehalte aan vluchtige bestanddelen voor een equivalent stratigrafisch niveau blijft toenemen tot 37.5 % voor boring 117, 39 % voor boring 113 en 39.5 % voor boring 110 (cf. Dusar & Hculleberghs, 1981). Eenzelfde laag kan dus bijna variëren van vetkool over gaskool tot vlamkool met 10 % toename in vluchtige bestanddelen over een laterale afstand van 10 km.

Reflectiviteitsmetingen zijn eveneens beschikbaar voor het Zechstein en de Neeroeteren Zandsteen (Fig. 35). Voortzetting van de inkolingscurve tot de top van het Karboon (Fig. 33) toont aan dat aan de basis van het Zechstein een inkolingssprong van  $\pm$  0.08 % in maximale vitriniet reflectiviteit optreedt. Wegens het erratische gedrag van de inkolingscurve naar de top van het Karboon toe, kan deze sprong niet zonder meer in een nauwkeurige becijfering van de erosie aan de top van het Karboon omgezet worden.

Een pre-Zechstein erosie van <u>+</u> 200 m terminale Karboonlagen lijkt plausibel hetgeen een oorspronkelijke dikte van <u>+</u> 350 m voor de Neeroeteren Zandsteen zou opleveren. Volgens seismische gegevens zou deze erosie evengoed <u>+</u> 400 m kunnen bedragen. In het kolenveld van Neeroeteren-Rotem waar het Karboon door de pre-Zechstein erosie tot vergelijkbare stratigrafische niveaus afgesleten is, blijft de inkoling desondanks stelselmatig afnemen.

Hieruit kunnen de volgende besluiten getrokken worden :

- de inkoling staat in verband met de sediment dikte en zal dus toenemen in de richting van het depocentrum.
- 2. waar de pre-Zechstein erosie het Karboon tot op diepere stratigrafische niveaus afgesleten heeft, zal de uiteindelijke inkoling in het Karboon geringer worden.
- 3. de hoofdfase der inkoling is post-Perm.
- 4. er bestaat wel degelijk een thermische anomalie in het gebied van Meeuwen-Bree, verantwoordelijk voor de gradatie tussen Gruitrode en Rotem.



Vertikale evolutie der inkoling

-221-



Samenstelling steenkoollagen.

Fig.

34

-222-





# 5.4.4. Correlatie van koollagen

Iedere correlatie van koollagen, die door de snelle laterale facieswisselingen in een gelijkaardige vertikale opeenvolging niet met zekerheid kan vastgesteld worden, dient ingepast in een algemeen lithostratigrafisch schema waarvan in boring 172 de voornaamste grenzen liggen op 957.22 m als basis van de Zandsteen van Neeroeteren, wan Westphaliaan D ouderdom (de werkelijke Westphaliaan C-D grens, gebaseerd op het eerste voorkomen van *Neuropteris ovata*, dient vermoedelijk in het onderliggende pakket gezocht, maar is verder niet relevant), en op 1349.60 m als *Tonstein Nibelung*, voorafgegaan door een zwak marien niveau (met *Geisina subarcuata*) en voorgesteld als grens tussen Onder en Boven Westphaliaan C (zie § 3.1.) - (Fig. 36).

Chronostratigrafische gelijkschakelingen zijn mogelijk dank zij de tonsteinbanden waarvan in boring 172 er vijf zijn teruggevonden. De tonstein aan de basis van de Neeroeteren Zandsteen uit boring 168 werd echter niet teruggevonden (Dusar et al., 1986).

Lithologische correlaties met aangrenzende boringen zijn gebaseerd op herkenbare ritmische lithofacies opeenvolgingen en karakteristieke lagen. Bijv. bitumineuze dakschalies met zoetwaterfauna, dikke homogene koollagen proximaal-mediaan crevasse splay zandstenen. Een bijzonder hulpmiddel wordt gevormd door de geofysische boorgatmetingen die toelaten tussen aangrenzende boringen vrij nauwkeurige correlaties vast te legeen (Dusar, Meyskens, Bless, Somers & Streel, 1985). Het weze gezegd dat scharingen of opsplitsingen van koollagen deze detailcorrelaties bemoeilijken.

Door het verschil in paleogeografische patroon en subsidentieritme tussen de verschillende structurele blokken die met kolenvelden samenvallen (bv. Neeroeteren-Rotem, Meeuwen-Gruitrode, Zwartberg-Opglabbeek, en voor boring 172 het kolenveld tussen de breuken van Meeuwen en Dorne), is het niet mogelijk een laag per laag correlatie tussen verschillende kolenvelden op onbetwisbare wijze uit te voeren. In dit opzicht bekleedt boring 172 een

100

intermediaire positie tussen de boring 169 enerzijds en de boringen 161-168 anderzijds.

Eigenaardig genoeg zijn de correlaties in de Zandsteen van Neeroeteren het gemakkelijkst. Het steenkooldoublet van Laag 1 op 898 m (hier niet ontginbaar) en het eronderliggend 54 m dikke multistory zandsteen pakket valt te correleren met het Dickenberg niveau van Ibbenbüren (Bouckaert & Dusar, 1987). Dit steenkooldoublet en de eronderliggende zandsteen zijn merkwaardig constant en trouwens seismisch goed identificeerbaar. Zij zijn waargenomen in alle boringen die dit interval doorsneden hebben. Zelfs waar de steenkoollagen theoretisch voldoen aan de exploitatienormen, blijven zij door hun marginale dikte en ligging temidden van poreuze zandsteen oninteressant voor de mijnbouw.

In het pakket tussen de basis van de Neeroeteren Zandsteen op 957 m en Laag 16 op 1155 m blijft de dikte van het pakket (<u>+</u> 200 m) vrij constant in vergelijking met de boringen in het kolenveld van Neeroeteren-Rotem. Laag per laag correlatie zijn betrouwbaar alhoewel in boring 172 in dit pakket geen enkele potentieel ontginbare koollaag voorkomt, terwijl in het kolenveld van Neeroeteren-Rotem hierin juist de beste en regelmatigste lagen uit de bundel van Neerglabbeek voorkomen. In de Duitse stratigrafische terminologie komt deze sequentie overeen met de Undine tot Xanten steenkoolgroepen.

In het pakket tussen 1155 m en 1195 m (dikte 40 m) lijken geen correlaties met andere boringen mogelijk. In deze sequentie, die in de Duitse terminologie overeen zou moeten stemmen met de Rubezahl tot Tristan steenkoolgroepen, situeert zich een aanzienlijke dikte reductie, vermoedelijk te wijten aan herhaalde sedimentatie onderbrekingen. In vergelijking met de boringen 161-168 treedt er een dikte verschil van <u>+</u> 100 m. In boring 169 wordt een met boring 172 vergelijkbare dikte vastgesteld. Potentiëel ontginbare koollagen komen in dit interval niet voor in boring 172, terwijl ook het kolenveld van Neeroeteren-Rotem verarmd is. In het pakket tussen <u>+</u> 1200 m en <u>+</u> 1400 m-overeenkomend met de Midgard tot Parcifal steenkoolgroepen volgens de Duitse terminologie - worden de correlaties terug regelmatiger en neemt de steenkooldikte toe. Eén potentiëel ontginbare koollaag werd in dit pakket aangetroffen.

In het pakket tussen <u>+</u> 1400 m en 1599 m (einddiepte) - overeenkomend met de Erda tot Loki steenkoolgroepen volgens de Duitse terminologie - komt een ganse reeks theoretisch ontginbare steenkoollagen voor (afgezien van hun diepte op de plaats der boring). Dit interval werd nog niet aangeboord in vroegere verkenningsboringen van de Geologische Dienst, maar wel van de Kempense Steenkolenmijnen. Alhoewel belangrijke washouts in dit interval voorkomen, blijven sommige lagen (vooral het doublet met de Hagen 1 en Hagen 4 Tonsteins) toch over grote afstanden dik en potentiëel ontginbaar.

Globaal genomen kan men stellen dat deze boring een grote rijkdom aan potentiëel ontginbare koollagen in de bundel van Meeuwen (Onder Westphaliaan C) aantoont voor het gebied tussen de breuken van Meeuwen en Dorne en de centrale band van het niet ontgonnen oostelijke deel van de concessie Les Liègeois , maar dat de kolenvoering in de bundel van Neerglabbeek (Boven Westphaliaan C) volstrekt tegenvalt. Correlaties van dikke koollagen in het Onder Westphaliaan C worden vergemakkelijkt door het voorkomen van meerdere tonstein niveaus. Correlaties van dunne koollagen zijn hoedanook moeilijker te verwezenlijken, maar volgen voor boring 172 in het Boven Westphaliaan C eenzelfde patroon als reeds eerder vastgesteld voor de vroegere boringen van de Geologische Dienst in het noordoostelijke kolenbekken. Een onstabiel sedimentatieritme (echter geen gestoorde sedimentatie) valt hierbij op aan de basis van deze sequentie.



Fig. 36

#### 6. REFERENTIES

- Allen, J.R.L., 1963 The classification of cross-stratified units, with notes on their origin. Sedimentology, 2, 93-114.
- Austin, R.; Conil, R.; Groessens, E. & Pirlet, H., 1974 Etude biostratigraphique de l'encrinite de Tramaka. Bull. Soc. belge Géol., 83, 113-129.
- Barber, C., 1974 Major and trace element associations in limestones and dolomites. Chemical geology, 14, 273-280.
- Bless, M.J.M.; Bouckaert, J.; Calver, M.A.; Graulich, J.M. & Paproth, E., 1977 - Paleogeography of Upper Westphalian deposits in NW Europe with reference to the Westphalian C North of the mobile Variscan belt. Meded. Rijks Geol. Dienst, N.S. 28, 101-147.
- Blissenbach, E., 1954 Geology of alluvial fans in semi-arid regions. Geol. Soc. Am. Bull., 56, 175-190.
- Boonen, P.; Dusar, M. & Somers, Y., 1985 De steenkoolverkenningsboring Opglabbeek-Louwelsbroek. Belg. Geol. Dienst, Prof. Paper 1985/5, Nr. 218, 78 p.
- Bouckaert, J. & Dusar, M., 1987 Arguments géophysiques pour une tectonique cassante en Campine (Belgique), active au Paléozoique supérieur et réactivée depuis le Jurassique supérieur. Ann. Soc. géol. Nord, CVI, 201-208.
- Brand, U. & Veizer, J., 1980 Chemical diagenesis of a multicomponent carbonate system 1:trace elements. Journ. Sed. Petrology, 50, 1219-1236.

- Burger, K., 1982 Untersuchung einiger Kohlentonsteine aus dem Westfal C des Campine-Reviers in Belgien (Bohrungen 110, 111 und 121), ihre Identifikation und stratigraphische Korrelation mit den Kohlentonsteinen des Ruhr-Reviers. Belg. Geol. Dienst, Prof. Paper 1982/3, Nr. 189, 51 p.
- Burger, K. & Stadler, G., 1984 Vulkanogene Glasscherbenrelikte im Z.1. -Kohlentonstein des Ruhrkarbons. Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 32, 171-186.
- Calver, M.A., 1955 Die stratigraphische Verbreitung der nicht-marinen Muscheln in den Penninischen Kohlenfeldern Englands. Z. deutsch. geol. Ges., 107, 26-39.
- Collinson, J.D. & Thompson, D.B., 1982 Sedimentary structures. Allen & Unwin, London, 194 p.
- Coulon, M., 1979 Milieux de sédimentation, strontium et manganèse dans les Calcaires à entroques de Bourgogne (Jurassique moyen). Bull. Soc. géol. France, 21, 681-685.
- Delcambre, B., 1987 Application de la typologie du zircon à la téphrostratigraphie du Westphali<sup>e</sup>n C de la Belgique et des régions limitrophes. Bull. Soc. belge Géol., 96, 129-136.
- Delmer, A., 1963 Carte des Mines du Bassin houiller de la Campine. Ann. Mines Belg., t. 1963, 739-754.
- De Loose, J., 1984 De zandstenen van de Zandsteen van Neeroeteren (Boring Opglabbeek-Louwelsbroek, KB 161). K.U.Leuven, Lic. Verhandeling.
- Dusar, M. & Houlleberghs, E., 1981 De steenkoolverkenningsboring van Neerglabbeek. Ann. Mijnen België, t. 1981, 913-1003.

- Dusar, M.; Meyskens, M.; Bless, M.J.M.; Somers, Y. & Streel, M., 1985 -The Westphalian C-D strata in the norhteastern Campine. Possibilities for seam to seam correlations. Ann. Soc. géol. Belg., 108, 412-413.
- Dusar, M.; Bless, M.J.M.; Burger, K.; Lie, S.F.; Meyskens, M.; Paproth, E.; Somers, Y. & Voets, R., 1986 - De steenkoolverkenningsboring Opoeteren-Den Houw. Belg. Geol. Dienst, Prof. Paper 1986/3, Nr. 226, 98 p.
- Dusar, M.; Bless, M.J.M.; Borremans, G.; Bouckaert, J.; Burger, K.; Lie, S.F.; Muchez, Ph.; Paproth, E.; Pierart, P.; Somers, Y.; Streel, M.; Van Looy, J. & Viaene, W., 1987 - De steenkoolverkenningsboring Gruitrode-Muisvenner Bemden. Belg. Geol. Dienst, Prof. Paper 1987/1, Nr. 228, 107 p.
- Epstein, A.G.; Epstein, J.B. & Harris, L.D., 1977 Conodont Color Alteration - an Index to Organic Metamorphism.U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 995, 27 p.
- Felder, P.J., 1981 Mesofossielen in de kalkafzettingen uit het Krijt van Limburg. Publ. Natuurhist. Gen. Limburg, 31 (1-2), 1-35.
- Felder, P.J.; Bless, M.J.M.; Demyttenaere, R.; Dusar, M.; Meessen, J.P.M.Th.& Robaszynski, F., 1985 - Upper Cretaceous to Early Tertiary deposits (Santonian-Paleocene) in Northeastern Belgium and South Limburg (The Netherlands) with reference to the Campanian-Maastrichtian. Belg. Geol. Dienst, Prof. Paper 1985/1, Nr. 214, 151 p.
- Felder, P.J.; Bless, M.J.M. & Meessen, J.P.M.Th., 1985 Bioklasten, ostracoden en foraminiferen in het Campanien en Maastrichtien van Zuid-Limburg en Noord-Oost België. Grondboor en Hamer, 6, 163-198.

Florin, R., 1954 - Note on Ullmannia from the upper Permian Formation of North-Eastern Belgium. Public. Assoc. Etude Paléont., 18.

Friedman, G.M. & Sanders, J.E., 1978 - Principles of sedimentology. Wiley, 792 p.

Friend, P.F., 1978 - Distinctive features of some ancient river systems. In : Fluvial sedimentology (A.D. Miall, ed.). Mem. Can. Soc. Petrol. Geol., 5, 531-542.

Glossary of Geology, 1972 - Amer. Geol. Inst. ed., M.Gay; R.Mc. Afee & C.L. Wolf.

- Graham, J.R., 1983 Analysis of the Upper Devonian Munster basin, an example of a fluvial distributary system. In : Modern and ancient fluvial systems (Collinson & Lewin, eds.). Spec. Publ. Int. Ass. Sediment, 6, 473-483.
- Groessens, E., 1974 Distribution de conodontes dans le Dinantien de la Belgique. Belg. Geol. Survey, Int. Symp. on belgian micropal. limits, Namur 1974, Publ. 17, 193 p.
- Gullentops, F.; Bolle, L.; De Loose, J.; Van Lishout, S. &
  Wouters, L., 1985 De sedimentologie van de Zandsteen van Neeroeteren
  (boring 161 + 161b, Opglabbeek-Louwelsbroek), K.U.L., Labo Sedimentologie rapport, 122 p; Leuvense Aardkundige Mededelingen, 4 (in druk).
- Higgins, A.C. & Bouckaert, J. 1968 Conodont stratigraphy and paleontology of the Namurian of Belgium. Serv. géol. Belg., Mém. Expl. Cartes géol. min. Belg., 10, 64 p;
- Houlleberghs, E., 1985- Paleobotanische studie van het Westfaliaan van het Kempens Bekken. K.U.L., Historische Geologie, doctor. proefschrift, 355 p.

- Hubert, J.F. & Hyde, M.G., 1982 Sheet-flow deposits of graded beds and mudstones on an alluvial sandflat ( playa system : Upper Triassic Blomidon redbeds, St. Mary's Bay, Nova Scotia. Sedimentology, 29, 457-474.
- Krings, S.; Bless, M.J.M.; Conil, R.; Felder, P.J. & Meessen, J.P.M.Th., 1987 - Stratigraphic interpretation of the Thermae boreholes (Valkenburg A/D Geul, The Netherlands). Ann. Soc. géol. Belg., 110, 9-38.
- Labofina Exploration Centre de Recherche, 1986 Petrophysical analysis results, Neeroeteren Sandstone (Westphalian D), Buntsandstein (Campine, Belgium) - well n°. 161/161b, well n°172, well n° 146. Sedimentology, Album A88/86-1 (E. Blyskowska, R. Vankerk), Brussels, Feb. 1986 (intern rapport).
- Leeder, M.R., 1982 Sedimentology, process and product. Allen & Unwin, London.
- Legrand, R., 1968 Le Massif du Brabant. Serv. géol. Belg., Mém. Expl. Cartes géol. min. Belg., 9, 148 p.
- Mégnien, C., 1980 Synthèse géologique du Bassin de Paris. B.R.G.M., Mém. 101-103.
- Miall, A.D., 1978 Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits : a summary. Mem. Can. Soc. Petrol. Geol., 5, 597-604.
- Muchez, Ph. 1986 Sedimentologische studie van het Perm in het Bekken van de Kempen. Boring Gruitrode 169 - Boring Gruitrode 172 - Boring Meeuwen 121. K.U.L., Fysico-chemische Geologie, jan. 86, 10 p.
- Muchez, Ph. & Viaene, W., 1986 Lithogeochemische studie van het Perm in het Bekken van de Kempen. Boring Gruitrode 169 - Boring Gruitrode 172. K.U.L., Fysico-chemische Geologie, april 86, 11p.

- Paproth, E.; Conil, R. et al., 1983 Bio- and lithostratigraphic subdivisions of the Dinantian in Belgium, a review. Ann. Soc. géol. Belg., 106, 185-239.
- Paproth, E.; Dusar, M. et al., 1983 Bio- and lithostratigraphic subdivisions of the Silesian in Belgium, a review. Ann. Soc. géol. Belg., 106, 241-283.
- Parkash, B.; Awasthi, A.K. & Gohain, K., 1983 Lithofacies of the Markanda terminal fan, Kurukshetea district, Haryana, India. In : Modern and ancient fluvial systems (Collinson & Lewin, eds.). Spec. Publ. Int. Ass. Sediment, 6, 337-344.
- Pascal, A., 1979 Utilisation des éléments traces dans la caractérisation des paléomilieux sédimentaires urgoniens basco-cantabriques (Espagne). Geobios, Spec. Mem., 3, 331-345.
- Piérart, P.; coll. Plisnier, R. & Postiau, P., 1985 Distribution stratigraphique des mégaspores dans quelques sondages de la région nord-est de la Campine. Serv. géol. Belg., Prof. Paper 1985/2, Nr. 215, 37 p.
- Pruvost, P., 1919 Introduction à l'étude du terrain houiller du Nord et du Pas de Calais. La faune continentale du terrain houiller du Nord de la France. Mém. Carte géol. détaillée de la France, Paris, 584 p.
- Reading, H.G., 1978 Sedimentary environment and facies. Blackwell scientific Publication.

Reineck, & Singh, 1973 - Depositional sedimentary environments. Springer.

- Rossa, H.G., 1985 Upper Cretaceous and Tertiary inversion tectonics in the western part of the Rhenish - Westphalian coal district (FRG) and in the Campine area (N. Belgium). Ann. Soc. géol. Belg., 109, 367-410.
- Rust, B.R., 1978 Depositional models for braided alluvium. In : Fluvial sedimentology (A.D. Miall, ed.). Mem. Can. Soc. Petrol. Geol., 5, 187-198.
- Seismos, 1954 Rapport sur les mesures de vitesse sismique dans les sondages 121 - Meeuwen et 120 - Turnhout. Seismos Archiv. nr. 734 (Rühmkorf, Wierczeyko & Hermes).
- Selley, R.C., 1970 Ancient sedimentary environments. Chapman & Hall, Science Paperbacks, 277 p.
- Service géologique de Belgique, 1953 Sondage N°121 à Meeuwen (Bullen). Pl 63W200. Ongepubliceerde beschrijving door A. Grosjean, A. Delmer, J.M. Graulich & M. Gulinck.
- Stainier, X., 1935 Matériaux pour la faune du houiller de Belgique. Bull. Soc. belge Géol., 45, 15-19.
- Tucker, M.E., 1982 The field description of sedimentary rocks. Geol. Soc. London Handbook, The Open University Press, 112 p.
- Tunbridge, I.A., 1983 The Middle Devonian Shoreline in North Devon, England, J. geol. Soc. London, 140, 147-158.
- Tunbridge, I.A., 1984 Facies model for a sandy ephemeral stream and clay playa complex, the Middle Devonian Trentishoe formation of North Devon, U.K. Sedimentology, 31, 697-715.
- Tys, E., 1980 De geologische struktuur van het Steenkoolterrein ten noorden van het ontginningsgebied der Kempense Steenkoolmijnen. Voorlopige synthese en probleemstellingen. Belg. Geol. Dienst, Prof. Paper 1980/9, Nr. 179, 43 p.

Van Orsmael, J., 1982 - Lithogeochemie van de Dinantiaan karbonaatgesteenten in het synclinorium van Dinant. K.U.L. Fysico-chemische Geologie, doctor. proefschrift, 128 p.

- Van Oyen, F., 1956 Contribution à la connaissance du genre Adelophthalmus Jordan & Meyer, 1854. Meded. Geol. Stichting, Ser. C., IV-3-7, 98 p.
- Veizer, J.; Lemieux, J.; Jones, B.; Gibling, M.R. & Savelle, J., 1977 -Sodium : Paleosalinity indicator in ancient carbonate rocks. Geology, 5, 177-179.

Visscher, H., 1971 - The Permian and Triassic of Kingscourt Outlier, Ireland - Geol. Survey Ireland, Spec. Paper 1.

Walker, R.G., 1984 - Facies models. Geoscience Canada, 317 p.