

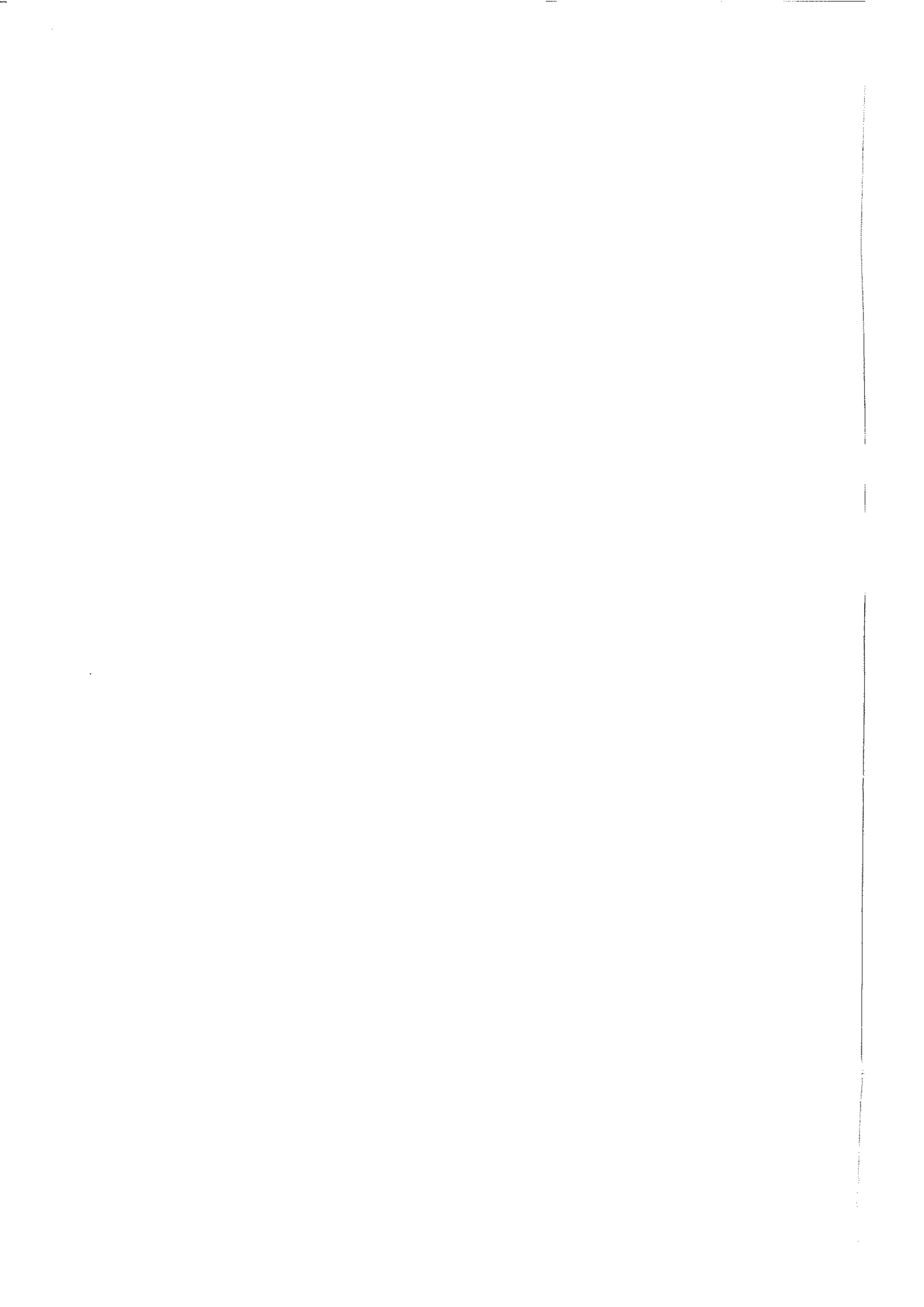
DE STEENKOOVERKENNINGSBORING GRUITRODE - MUISVENNER BEMDEN

(BORING 169 VAN HET KEMPENS BEKKEN)

KAARTBLAD MEEUWEN 48W NR. 185

Door M. Duser¹, M.J.M. Bless², G. Borremans³, J. Bouckaert¹⁻³, K. Burger⁴,
Lie S.F.¹, Ph. Muchez⁵, E. Paproth⁶, P. Pierart⁷, Y. Somers⁸, M. Streef⁹,
J. Van Looy¹⁰, W. Viaene⁵.

1. Belgische Geologische Dienst
2. Natuurhistorisch Museum, Maastricht
3. K.U. Leuven, Afd. Historische Geologie
4. Ruhrkohle A.G., Zeche Consolidation, Essen
5. K.U. Leuven, Afd. Fysico-chemische Geologie
6. Geologisches Landesamt Nordrheinland - Westfalen, Krefeld
7. Univ. Etat Mons, Service de Biologie
8. Institut national de Industries extractives, Liège
9. Univ. Liège, Labo de Paléobotanie - Paléopalynologie
10. Voorheen Belgische Geologische Dienst, nu Peeters BVBA



S A M E N V A T T I N G

= = = = =

Boring 169 (Gruitrode-Muisvenner Bemden), 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. Het is de enige verkenningsboring uitgevoerd in het exploratiegebied Meeuwen-Bree. Het Steenkoolterrein werd pas bereikt op 1090 m diepte onder een 350 m dik pakket Permo-Trias ("Rode Gesteenten") en bestaat uit Boven Westphaliaan C lagen tot einddiepte 1371 m. Hierin werden slechts twee potentieel ontginbare steenkoollagen aangetroffen. In vergelijking met het rijke kolenveld van Neeroeteren-Rotem ligt het gehalte aan ontginbare steenkool driemaal lager, en door de grote dikte van de dekterreinen is de aanwezige tonnemaat tot zevenmaal geringer. Daarentegen is de inkoling beduidend groter : de vlamkool is in gaskool (of vetkool B) overgegaan. De onderliggende gravimetrische anomalie van Meeuwen-Gruitrode geldt als mogelijke verklaring voor de verhoging van de inkoling. De scheiding tussen het kolenveld van Neeroeteren-Rotem en van Meeuwen-Gruitrode wordt gevormd door het lineament van Gruitrode.

R E S U M E

= = = = =

Le sondage 169 (Gruitrode-Muisven), foré en 1984, fait partie du programme d'exploration du Service Géologique de Belgique pour les nouvelles réserves de charbon dans le bassin houiller de Campine, en dehors des concessions des Kempense Steenkolenmijnen. C'est le seul forage de reconnaissance dans la région d'exploration de Meeuwen-Bree.

Le houiller a été atteint à une profondeur de 1090 m et est attribué au Westphalien C supérieur jusqu'à la profondeur finale de 1371 m. Il est couvert par une épaisseur de 350 m de "Roches rouges" du Permo-Trias. La partie inférieure de cette séquence (Zechstein) a été carottée et soumise à des analyses sédimentopéetrographiques et lithogéochimiques.

Deux couches potentiellement exploitables seulement ont été rencontrées, représentant une réserve in situ de 3.10^6 t/km² ou de $1,3.10^6$ t/km² par stampe de 100 m. Les réserves totales, jusqu'à environ - 1250 m, sont 7 fois inférieures à celles du gisement de Neeroeteren-Rotem qui contient des charbons d'un âge similaire. Les gisements de Meeuwen-Gruitrode (contenant le sondage 169) et de Neeroeteren-Rotem sont séparés par le linéament de Gruitrode. La houillification est plus élevée dans le premier gisement : les charbons du sondage 169 peuvent être classés dans les gras B, avec une moyenne de 30,9% de taux de matières volatiles et de 1,10% de pouvoir réflecteur maximum. Une anomalie gravimétrique dans la zone de Meeuwen-Bree pourrait être responsable de l'augmentation de la houillification.

S U M M A R Y
= = = = =

The 169 (Gruitrode-Muisven) well was drilled in 1984 on behalf of the Belgian Geological Survey as part of an exploration programme for new coal reserves in the Campine coal basin outside the mining area. It forms the only exploration well in the seismic exploration area Meeuwen-Bree. The Coal Measures were reached at 1090 m depth and are assigned to the upper Westphalian C to final depth of 1371 m. They are covered by Permo-Triassic red beds with a thickness of 350 m. The lower part of this sequence, the Zechstein, has been cored and subjected to a sediment-petrographical and lithochemical analysis.

Only 2 potentially exploitable coal seams were encountered in a 230 m thick regular interval, representing in-situ reserves of 3 mio.tonne/km² or 1.3 mio tonnes/km² per 100 m of rock section. Total reserves to about -1250 m are seven times lower than in the adjoining Neeroeteren-Rotem coalfield which contains coals of similar age. The Meeuwen-Gruitrode (containing well 169) and Neeroeteren-Rotem coalfield are separated by the mobile Gruitrode lineament. Coalification is highest in the Meeuwen-Gruitrode coalfield. Coals of well 169 can be classified as highly volatile bituminous gas coals with an average volatile matter content of 30.9% or 1.10% maximum vitrinite reflectance. A gravimetric anomaly in the Meeuwen-Bree area may be responsible for the increase in coalification.

Z U S A M M E N F A S S U N G
= = = = =

Die Bohrung 169 (Gruitrode-Muisven) wurde im Jahre 1984 ausgeführt und gehört zum Untersuchungsprogramm des Belgischen Geologischen Dienstes zur Erkundung neuer Steinkohlenreserven ausserhalb des Konzessionsgebietes im Campine Becken. Sie befindet sich im Explorationsgebiet Meeuwen-Bree.

Das Steinkohlengebirge wurde in 1090 m Tiefe erreicht. Es ist von einer 350m mächtigen Permo-Trias Gesteinsfolge überlagert, wobei der untere Abschnitt auf Grund palynologischer, sedimentpetrographischer und gesteins-geochemischer Analysen dem Zechstein zugeordnet wird.

Bis zur Endtiefe 1371 m wurde oberes Westfal C erschlossen. Zwei potentiell bauwürdige Steinkohlenflöze sind angetroffen worden. Der spezifische Kohlenvorrat beträgt etwa 3 Mio Tonnen/km² oder 1,3 Mio Tonnen/km² auf 100 m Gebirgsmächtigkeit. Der Gesamtvorrat bis -1250 m ist jedoch etwa sieben mal geringer als im benachbarten Neroeteren-Rotem-Kohlenfeld, das etwa der gleichen Schichtenfolge angehört. Demgegenüber ist in der Bohrung 169 der Inkohlungsgrad wesentlich höher. Es handelt sich um hochbituminöse Gaskohle mit durchschnittlich 30,9% Flüchtigen Bestandteilen bzw. 1,10% Vitrinit-Reflexion. Die darunterliegende gravimetrische Anomalie von Meeuwen-Bree ist offenbar Ursache der hohen Inkohlung. Die beiden Kohlenfelder Meeuwen-Gruitrode und Neroeteren-Rotem sind durch das mobile Gruitrode-Lineament voneinander getrennt.

I N H O U D S T A F E L
* * * * *

- 0. *Voorwoord*

- 1. *Inleiding*
 - 1.1. *Lokalisatie*
 - 1.2. *Technische beschrijving*
 - 1.2.1. *Aanneming*
 - 1.2.2. *Operatieschema*
 - 1.2.3. *Boorgatmetingen*
 - 1.2.4. *Boorvoortgang en gasanalyse*
 - 1.2.5. *Temperatuur*
 - 1.3. *Geologische verantwoording*
 - 1.4. *Prognoses*

- 2. *Dekterreinen*
 - 2.1. *Inleiding*
 - 2.2. *Voorlopige doorsnede*
 - 2.3. *Voorlopige lithostratigrafische onderverdeling*
 - 2.4. *Lithostratigrafie van het Krijt*
 - 2.5. *Voorlopige chronostratigrafische onderverdeling*
 - 2.6. *Het Perm*
 - 2.6.1. *Sedimentpetrografie*
 - 2.6.1.1. *Makroskopische waarnemingen*
 - 2.6.1.2. *Mikroskopische waarnemingen*
 - 2.6.1.3. *Sedimentologische evolutie*
 - 2.6.2. *Lithogeochemie*
 - 2.6.2.1. *Methodiek*
 - 2.6.2.2. *Frequentiecurven*
 - 2.6.2.3. *Correlatie matrix*
 - 2.6.2.4. *Factoranalyse*
 - 2.6.2.5. *Discussie*
 - 2.6.3. *Palynologie*

- 3. *Steenkoolterrein*
 - 3.1. *Litholog*
 - 3.1.1. *Onderverdeling*
 - 3.1.2. *Voorstelling*
 - 3.2. *Tonstein*
 - 3.2.1. *Inleiding*
 - 3.2.2. *Petrografisch-mineralogisch onderzoek*
 - 3.3. *Paleontologie*
 - 3.3.1. *Megaflora*
 - 3.3.2. *Palynologie*
 - 3.3.3. *Megasporen*
 - 3.3.4. *Ostracoden*
 - 3.3.5. *Vissen*
 - 3.3.6. *Mollusken*
- 4. *Struktuur*
- 5. *Steenkoollagen*
 - 5.1. *Kolengehalte*
 - 5.2. *Steenkoolanalyses*
 - 5.3. *Korrelatie van koollagen*
- 6. *Referenties*

LIJST DER TAFELS
** * * * **

- Taf. I - III Kohlentonstein, Teufe 1243,68 m*
- Taf. IV Sandiger Detritustonstein, Teufe 1216,80 m*

LIJST DER FIGUREN

* * * * *

- Fig. 1 : lokalisatie
- Fig. 2 : technical drilling scheme
- Fig. 3 : penetration/day diagram
- Fig. 4 : correlatie electric log en boorvoortgang Trias
- Fig. 5 : idem, Perm + Karboon
- Fig. 6 : seismisch profiel
- Fig. 7 : litholog kernboring + legende
- Fig. 8ab : megaf flora
- Fig. 9 : visresten
- Fig. 10 : breukenkaart
- Fig. 11 : inkolingsgradiënten
- Fig. 12 : maceraal samenstelling

LIJST DER TABELLEN

* * * * *

- Tab. 1 : Geochemische analyses Zechstein
- Tab. 2 : Palynologie
- Tab. 3 : Megasporen
- Tab. 4 : Lijst der koollagen
- Tab. 5 : Technische reserves
- Tab. 6 : Ontginbare reserves
- Tab. 7 : Steenkoolreserves
- Tab. 8 : Proximaal analyse
- Tab. 9 : Ultimaat analyse
- Tab. 11 : Calorisch vermogen, zwellingsindex en EEG classificatie
- Tab. 12 : Dilatometrie
- Tab. 13 : Reflectiviteit, maceraal analyse
- Tab. 14 : Microlithotypes.

0. VOORWOORD

Boring 169 - Gruitrode-Muisvenner Bemden werd uitgevoerd door de boorfirma Foraky tijdens de maanden april-juni 1984, als onderdeel van het exploratieprogramma naar nieuwe steenkoolreserves in de Kempen. Dit programma werd aangevat in 1979 en uitgebreid in 1982 met de steun van de Nationale Adviesraad voor de Kolennijverheid. De eerdere steenkoolverkenningboringen van de Geologische Dienst, nl. 146 Neerglabbeek, 161 Opglabbeek-Louwelsbroek en 168 Opoeteren-Den Houw, werden alle uitgevoerd in het kolenveld van Neeroeteren-Rotem. Boring 169 daarentegen vormt de enige boring in het veld van Meeuwen-Bree, dat een oppervlakte van 40 km² bestrijkt. Alhoewel deze ene boring zeker onvoldoende is om de gevarieerde geologische structuren in het gebied van Meeuwen-Bree te evalueren, kunnen toch verstrekkende gevolgen afgeleid worden. De Zandsteen van Neeroeteren is grotendeels afwezig in dit gebied dat daarentegen door Westphaliaan C lagen ingenomen wordt. De kolenvoering van deze lagen is bijzonder ongunstig in vergelijking met het kolenveld van Neeroeteren-Rotem: in boring 169 werden slechts twee potentieel ontginbare lagen aangetroffen in een interval van 230 m, overeenkomend met een in-situ aanwezige tonnemaat van 1.3 miljoen ton/km² en per schijf van 100 m dikte. In het kolenveld van Neeroeteren-Rotem bedragen deze reserves 3.7 miljoen ton voor boring 146 (Neerglabbeek), 3.6 miljoen ton voor boring 161 (Opglabbeek) en zelfs 5.3 miljoen ton voor boring 168 (Opoeteren), alle zonder rekening te houden met de Zandsteen van Neeroeteren. De totale aanwezige tonnemaat tussen de basis van de dekterreinen en een diepte van ongeveer -1250 m vertegenwoordigt respectievelijk 3 miljoen ton/km² voor boring 169, 13.6 miljoen ton voor boring 146, 20.5 miljoen ton voor boring 161 en 30.1 miljoen ton voor boring 168. De vooruitzichten voor toekomstige ontginning zijn dus niet hoopvol. Een verklaring voor dit onderscheid is de synsedimentaire werking van tektonische blokken met verschillende subsidentiesnelheid en sedimentatiepatroon. De scheiding tussen de blokken van Meeuwen-Gruitrode (waarop de boring 169 gelegen is) en van Neeroeteren-Rotem wordt gevormd door het lineament van Gruitrode dat zich ver in zuidwestelijke richting voortzet.

Opmerkelijk is ook de sterke inkoling en de hoge temperatuur in boring 169 : de vlankool uit het kolenveld van Neeroeteren-Rotem is hier overgegaan in gaskool (= vetkool B). Dit fenomeen hangt mogelijk samen met de onderliggende gravimetrische anomalie van Meeuwen-Bree die in de loop van 1987 aan een nieuw gravimetrisch onderzoek onderworpen wordt in samenwerking met de Koninklijke Sterrenwacht van België.

Naast het Karboon werd ook het Perm gekernd en aan een sedimentpetrografisch en litho-geochemisch onderzoek onderworpen door het Laboratorium van Fysico-chemische Geologie van de K.U. Leuven, terwijl deze lagen gedateerd werden door het Laboratorium voor Paleopalynologie van de Universiteit Luik. In enkele meer recente boringen, zowel van de Geologische Dienst als van de Kempense Steenkolenmijnen werd het Perm eveneens gekernd, zodat dit met de slag goed bekend is geworden. Voor het stratigrafisch-paleontologisch onderzoek van het Karboon, kon steeds op de medewerking van specialisten uit Maastricht, Krefeld, Essen, Mons, Luik en Leuven gerekend worden. De steenkoolanalyses werden door het NIEB volgens het stramien van boringen 161 en 168 nauwgezet uitgevoerd.

Tot slot wensen wij de heren De Winter en Cappuyns van de Kempense Steenkolenmijnen te bedanken, voor hun zorg bij de opslag van de boorkernen en de voorbereiding van het boorterrein.

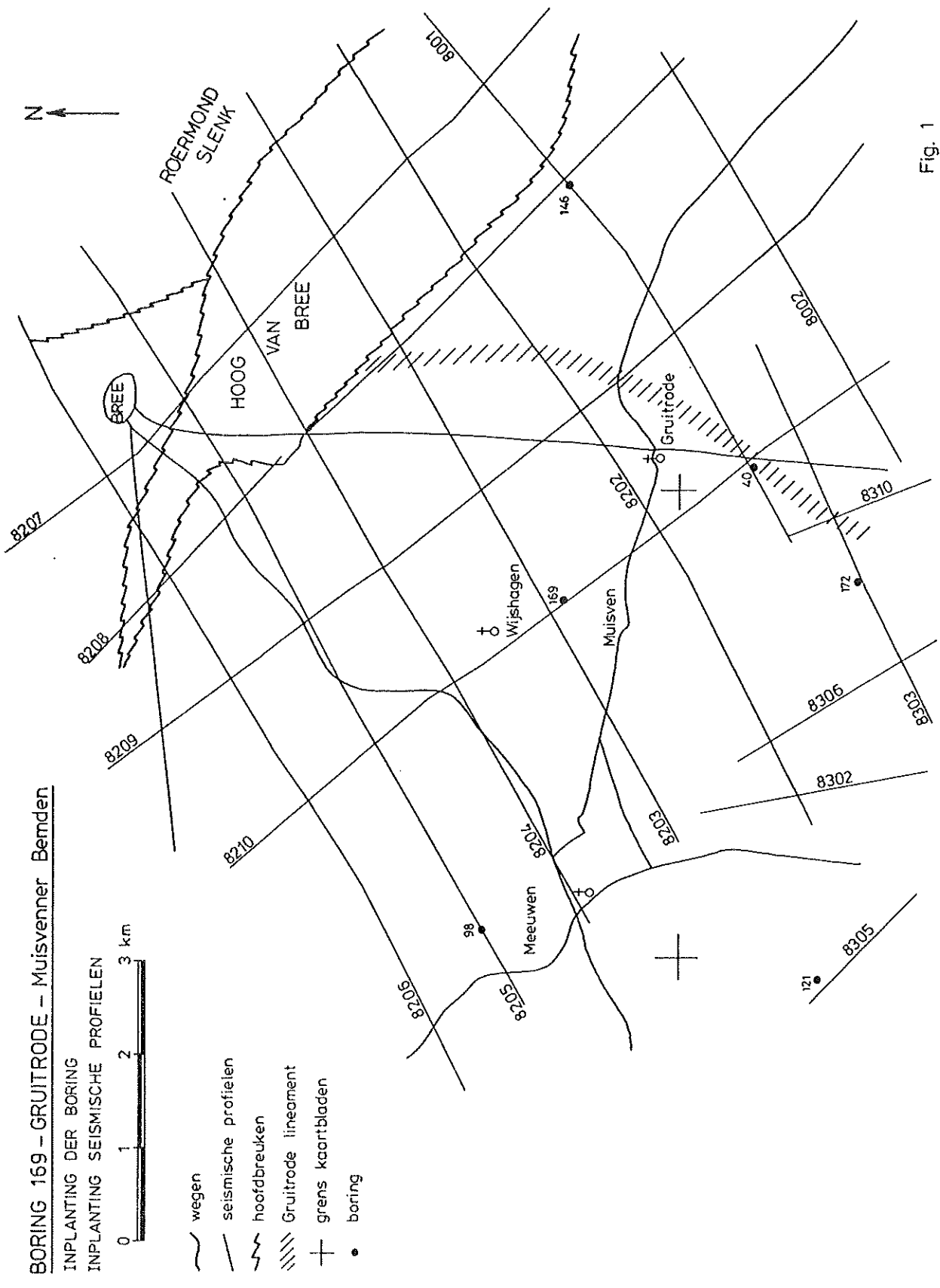


Fig. 1

1. INLEIDING

1.1. Lokalisatie

De boring Gruitrode-Muisvennerbenden werd uitgevoerd in de vroegere Kempense Staatsconcessie op het grondgebied van de gemeente Meeuwen-Gruitrode, op 1900 m ten NW van Gruitrode (fig. 1).

De boring ligt op 4,5 km ten westen van boring 146 Neerglabbeek, (Dusar & Houilleberghs, 1981) en op 6,5 km ten NW van boring 161, Opglabbeek-Louwelsbroek (Boonen, Dusar & Somers, 1985). Het boorterrein recent ontbost en herbepplant, werd bereidwillig ter beschikking van de Geologische Dienst gesteld door het gemeentebestuur van Meeuwen-Gruitrode.

De coördinaten van de boorput zijn :

Lambert 72 : X = 233.846,35

Y = 199.436,87

Maaiveld : Z = 72,31 m (Oostende peil)

Mijnkaart (Bonne) X = 83.820

Y = 78.500

De boring werd ingeschreven in de archieven van de Belgische Geologische Dienst onder nummer 48W (Kaartblad Meeuwen) - 185 (IX d). Zij kreeg het volgnummer 169 in de reeds diepe verkenningsboringen in het Kempens Bekken.

1.2. Technische beschrijving

1.2.1. Aanneming

De boring 169 werd via het systeem van de beperkte offerteaanvraag toegewezen aan de firma Foraky die dit werk met een boortoestel IDECO H 525-2 uitvoerde tussen 23.03.1984 en 02.07.1984. De booroperaties zelf (zie 1.2.2.) geschieden tussen 16.04.1984 en 22.06.1984. De opeenvolgende toolpushers waren J. Ibanez, N. Urlacher en J. Rutten.

Technische controle op de grondwerken werd uitgevoerd door ir. Cappuyns van de N.V. K.S. Door de firma P.T.A. uit As werd een terrein van ongeveer 50 op 50 m geëffend en versterkt, en na het beëindigen van de boring in de oorspronkelijke staat hersteld. De verbruikte spoeling werd verwijderd door de firma D.S.S.V. uit Kermt.

Een uitvoerig technisch rapport, werd opgesteld door Lie (1984), en wordt te samen met de boorverslagen en metingen in het boorarchief van de Geologische Dienst bewaard.

1.2.2. Operatie schema (Fig. 2 & 3)

- Fase 1 : Na het plaatsen van een standpijp werd geboord met rockbit (\varnothing 17" 1/2) tot 63 m (diepte vanaf platform = maaiveld +3.44 m = +75,75 m). 13" 3/8 verbuizing werd afgezet op 61 m en volledig gecementeerd.
- Fase 2 : Uitbouwen van de cement met rockbit 12" 1/4, top cement op 58 m. Formaties doorboord met rockbit 8" 3/4 tot 600 m. Op 400 m in de Waterschei Klei verandering van bit. De spuigaten in de nieuwe bit werden bij het naar beneden laten opgestropt met klei waardoor verder boren niet mogelijk was. Dit werd verholpen door de spuigaten bij het intrippen van een plastic bescherming te voorzien. Boorgatmetingen door TNO-DGV uit Delft; sondes geblokkeerd aan de verbuizingsvoet (61 m) en na een check trip opnieuw geblokkeerd op een diepte van 467 m in de Zwartberg Klei. Er werd vanaf dit niveau gelogd.
- Na controle van het boorgat en herboren over het interval 520-528 m werd een 7" verbuizing ingebouwd tot 597 m en gecementeerd over 300 m.
- Fase 3 : Boren met rockbit 6" tot 1052 m. Top cement werd waargenomen op 569 m (31 m cement achtergebleven in de verbuizing). De eerste roodgekleurde cuttings werden waargenomen op 740 m, gepaard met een vertraging van de penetratiesnelheid en later bevestigd door de boorgatmetingen. Geen spoelingsverliezen werden waargenomen aan

de top van de Rode Gesteenten (evenmin als aan de top van het Krijt in de vorige boorfase). Tussen 990 en 1052 m werden soms spoelingsverliezen van 3 à 4 m³/uur vastgesteld, maar snel teruggebracht tot verwaarloosbare cijfers. Geheel dit interval (600-1052 m) werd geboord met een enkele bit. Tot het beëindigen van deze boorfase werd beslist omdat de bit ver versleten was en de prognoses op basis van de seismische interpretatie aangaven dat de top Karboon vanaf 1050 m kon verwacht worden. Later zou blijken dat dit eerder met de top van het Zechstein overeenstemde. Boorgatmetingen werden nogmaals door TNO-DGV verricht. Ondanks een checktrip bleef de sonde achtereenvolgens op 618 m en 603 m staan. Hierna werd de 4" 3/4 verbuizing ingebouwd tot + 645 m en vervolgens opnieuw gemeten. Nadien werd de 4" 3/4 verbuizing op 1051,96 m afgezet. Zij werd niet gecementeerd om een latere recuperatie mogelijk te maken.

Fase 4 : Kernen volgens het wire-line systeem in diameter HQ 98 mm, kern-diameter 63,5 mm en kernbuislengte 6 m met een nieuwe draaitafel en aandrijfmachine. Einddiepte 1371 m. Vanaf fase 4 worden alle dieptes vanaf maaiveld gerekend.

Bij de aanvang van het kernen werd geen vooruitgang gehaald en vervolgens het kroon - reaming shell - eerste kernbuis, binnenbuis systeem door een negatieve torque ontkoppeld. De overshot (of kernhaal) kwam los in het boorgat boven het kernbuissysteem te liggen. De kernhaal, binnenbuis en kernbuis met kroon werden achtereenvolgens opgevist binnen een termijn van 38 uur. Samen met de binnenbuis werd een groot stuk plastic opgehaald : de boorploegen waren nieuw in het vak.

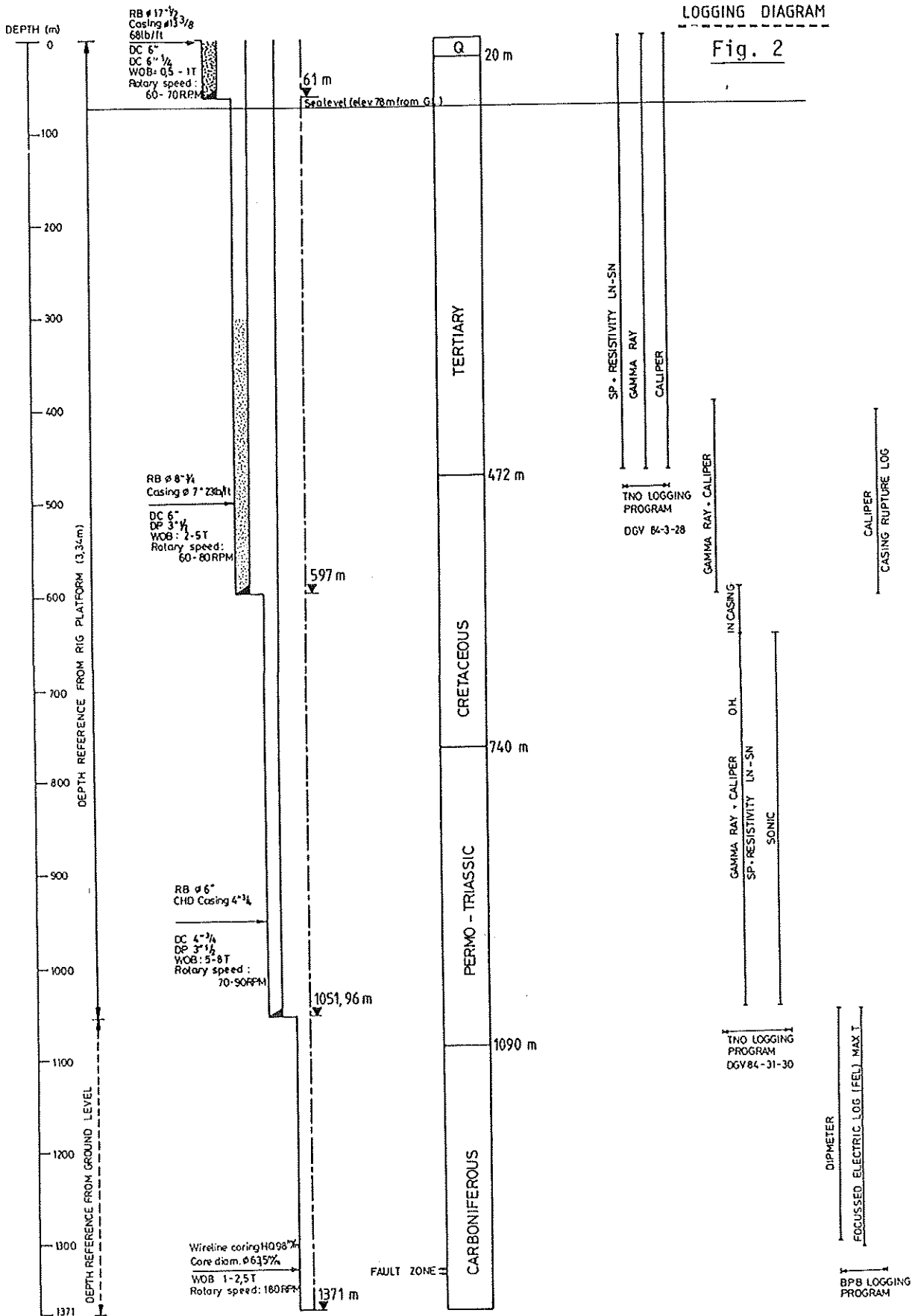
De eerder lage boorvoortgang had met verschillende problemen te maken :

stremming van de binnenbuis door boorvloeistof toeslagmiddelen gebruikt in de vorige fase, door smeer van de wirelinekabel en door cuttings die tengevolge van een verminderde viscositeit van de boorvloeistof niet uit het boorgat verwijderd werden;

Fig. 2

DEPTH (m)	AVERAGE PROGRESSING		DAYS OF ROTATION		BIT RECORD		TOTAL M/DAY
	CORING	DESTRUCTIVE	CORING	TOTAL			
0							
8		8		1	63m	HUGHES SAZ	8
15		15		2	20 ^m .18	SOFT FORMATION	22
19.3		19.33		3		OG 980-467	28
7		15.75		4		SECURITY 544	58
						ø 8 3/4	63
				5		689161	
100							183
200							
246		49.2			337m		246
300				6	28 ^m .12		145
400				7			11.5
35.5		65.6					391
33.5		57.5		8	2m	400-402m	402.5
33.4		54.25			3 ^m .15	HUGHES W7RV	31.5
						ø 8 3/4	434
				9	198m	086-520AA	
					38 ^m .11	402 600m	
						SECURITY 544	148
						ø 8 3/4	
						761590	
600				10			18
41.6		64.46					582
27.3		60		11		HUGHES J33 ø 6"	600
28.4		59.36				494 LF	53
				12			653
700							
324		64.83		13	452m		125
					62 ^m .55		
800							778
				14			124
900							
36.08		69.38		15			902
1000							
39		72.42					104
38.95		70.3		16			38
	13.8		1	15			1028.20
	16.9		2	17		CHRISTENSEN	13.8
	15.1		3	18		HQ ø 98mm	1052
	16.8		4	19		75551F	1062
	13.9		5	20			1082
	15.3		6	21	2238m		1093.60
	14.5		7	22	112 ^m .06		22.10
	15.6		8	23			1115.70
	164		9	24			1121.60
	17.6		10	25			1132
	187		11	26			23
	178		12	27			1155
	18		13	28			1164
	174		14	29			25
	173		15	30			1189
	172		16	31			23
	163		17	32			1212
	151		18	33			30
			19	34			1242
			20	35			30
			21	36			1272
1371					2820m	Diamond BoarHBB	1278.80
					19 ^m .58	8403518	20.40
							1300.20
							1309.40
							1324.60
					46.40m	CHRISTENSEN HQ	1340.80
					27 ^m .19	11F 569	1341.50
							1358.70
							1368.40
							1371

(a) 006m 110 CHRISTENSEN HQ
 (b) 243m 17.35 26045F(a) and 29077F (b)



kernstukken bij het ophalen uit de binnenbuis gevallen, desondanks bleef de kernopbrengst aanvaardbaar;
breuk van diamantkroon op 1300 m die vermalen werd (of in de zijwand gedrukt); sterk gebroken gesteenten rond 1330 m waardoor de pompdruk sterk opliep;
vrijwel geen kernrecuperatie meer in het interval 1341,90 - 1371 m (29 m) om welke reden de boring op deze diepte stopgezet werd.
Boorgatmetingen werden uitgevoerd door BPB (Dortmund) tot op een diepte van 1310 m. Ten einde de metingen naar boven toe verder te kunnen zetten (dipmeter), werd besloten de 4" 3/4 verbuizing gedeeltelijk op te halen. Deze bleek echter rond 607 m afgebroken te zijn.

Fase 5 : Afwerking

De 4" 3/4 verbuizing was afgebroken op 607 m, net onder de 7" verbuizing zodat de totale lengte van gerecupereerde 4" 3/4 buizen 603 m bedraagt (57 stuks). In deze omstandigheden was een normale cementatie moeilijk uit te voeren. In drie cementeringsbeurten stond de top cement resp. op 602 (?), 598 en 540 m. Daar 50 m cementopvulling in de 7" verbuizing voldoende werd geacht, werd de rest van het boorgat opgevuld met grint, waarna het mondgat onder het maaiveld werd afgesloten en het boorterrein terug in de oorspronkelijke staat hersteld.

1.2.3. Boorgatmetingen

Dekterreinen

Boorgatmetingen werden uitgevoerd door TNO-DGV (Delft) in twee fases, telkens bij een teleskopische vermindering van boordiameter (cf. 1.2.2., fig. 2). Vooral de gammastraling werd bij de interpretatie aangewend.

- diepte 600 m : gelogd over interval 0-467 m in drie runs -

DGV 84-3-28 :

- spontane potentiaal en dubbele resistiviteit
- caliper

- gammastraling
- diepte 1052 m : gelogd in vier runs over intervals
642.29-1052 m (open boorgat);
597-642,29 m (doorheen 4" 3/4 verbuizing);
420-597 m (doorheen 4" 3/4 verbuizing, en vaste 7" verbuizing) -
DGV 84-31-30
 - gammastraling caliper
 - SP en dubbele resistiviteit
 - sonic
 - dipmeter en maximum temperatuur

Bij het ophalen bleek de dipmeter onder de 4" 3/4 buis geblokkeerd en kon pas vrijgemaakt worden door het optrekken van deze buis; jammergenoeg waren deze inspanningen nutteloos omwille van een defect van de opname-apparatuur.

Steenkoolterrein

Boorgatmetingen werden uitgevoerd door BPB Instruments (Dortmund)

- eerste run : dipmeter, interval 1305-1052 m
- tweede run : focussed electric log, interval 1310-1052 m.

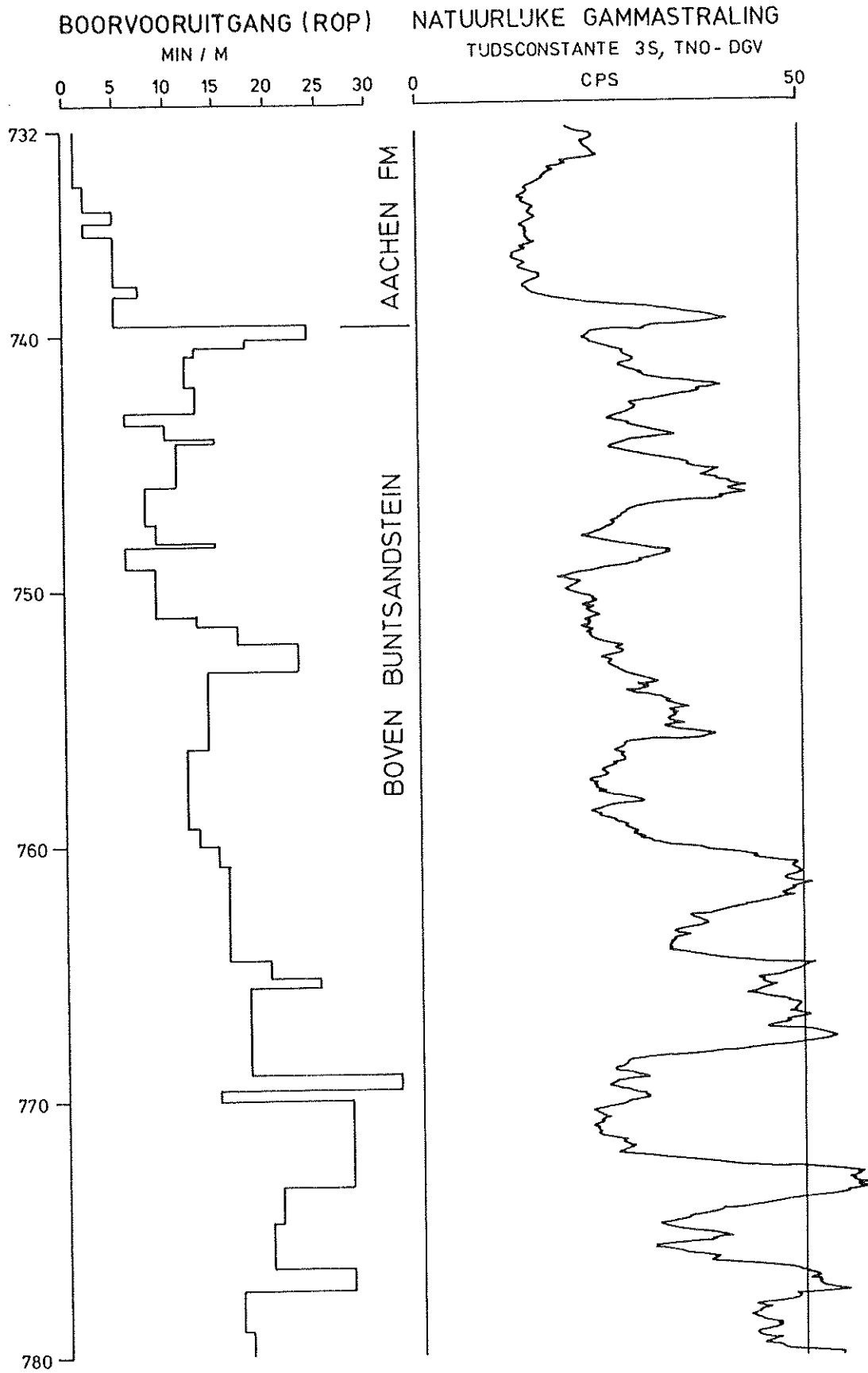
Wegens de slechte toestand van het boorgat werd de coal combination sonde (gammastraling-dichtheid) niet gerund. Een poging om een dipmeter over de bovenliggende rode gesteenten (Trias) op te nemen, mislukte doordat de 4" 3/4 niet vanaf de voet (1052 m) kon opgehaald worden, maar omwille van een breuk pas vanaf 607 m (zie 1.2.2.). Over dit interval werd door BPB een casing rupture log (caliper) gerund.

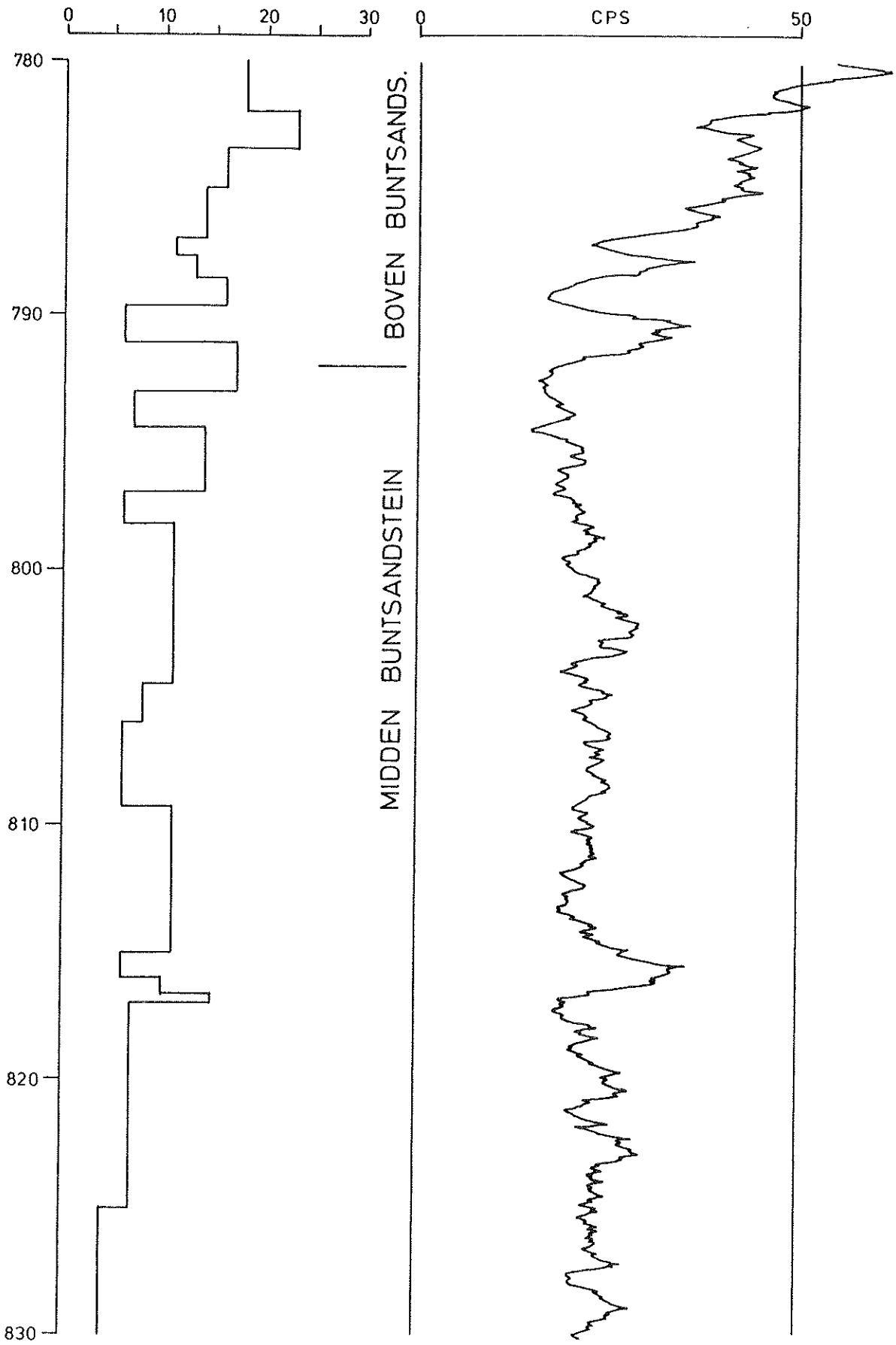
1.2.4. Boorvoortgang en gasanalyse

De ROP (rate of penetration) meter en het gasanalyse apparaat (gaschromatograaf) voor detectie van koolwaterstoffen in de terugkerende spoeling. De ROP meter funktioneerde zeer goed met een nauwkeurigheid van 10 cm per stanglengte. Voor het Trias werd de boorvoortgang berekend en vergeleken met de gammastraling (Fig. 4). Tijdens het kernen werd door de boormeester

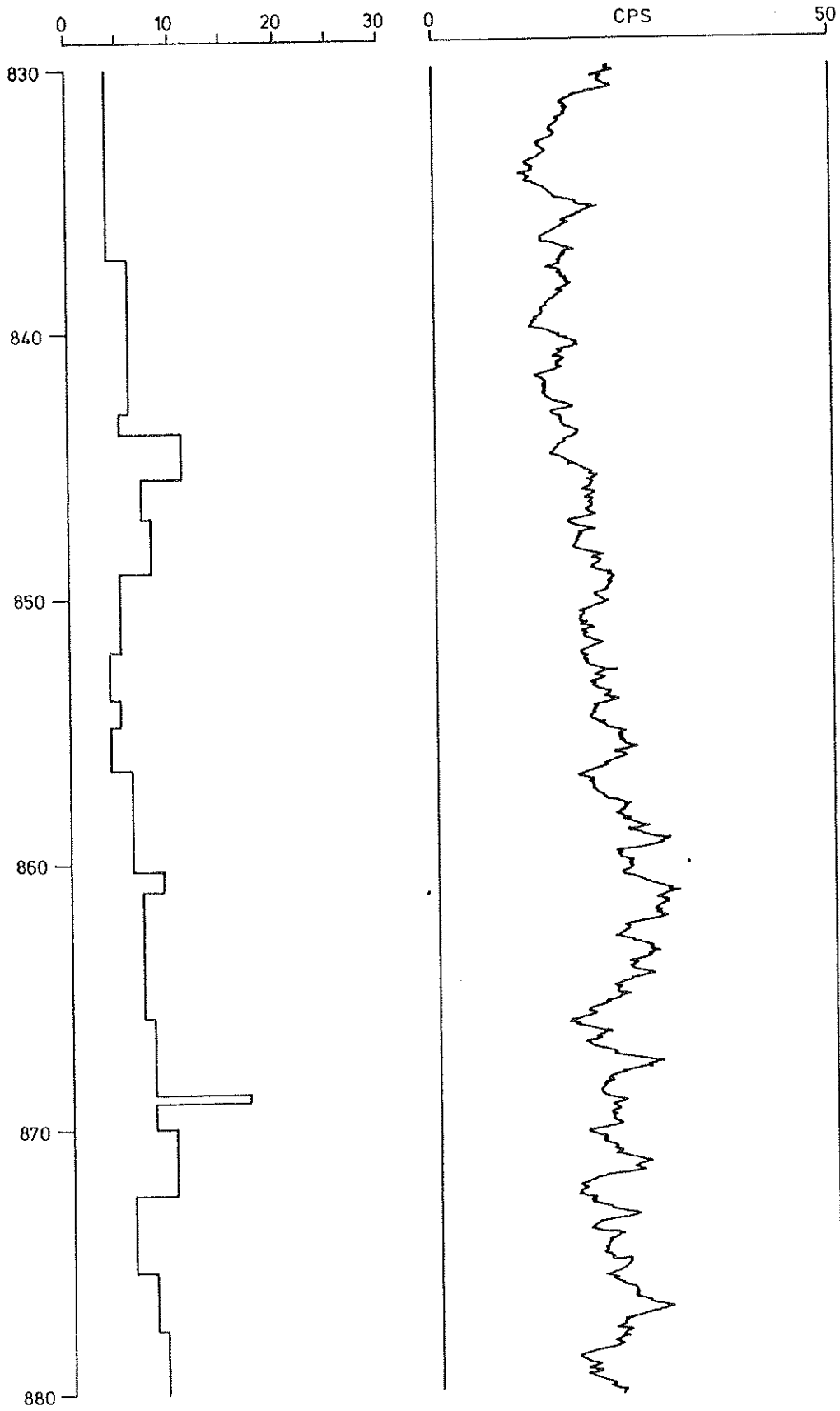
Fig. 4

KB 169
Blad 1

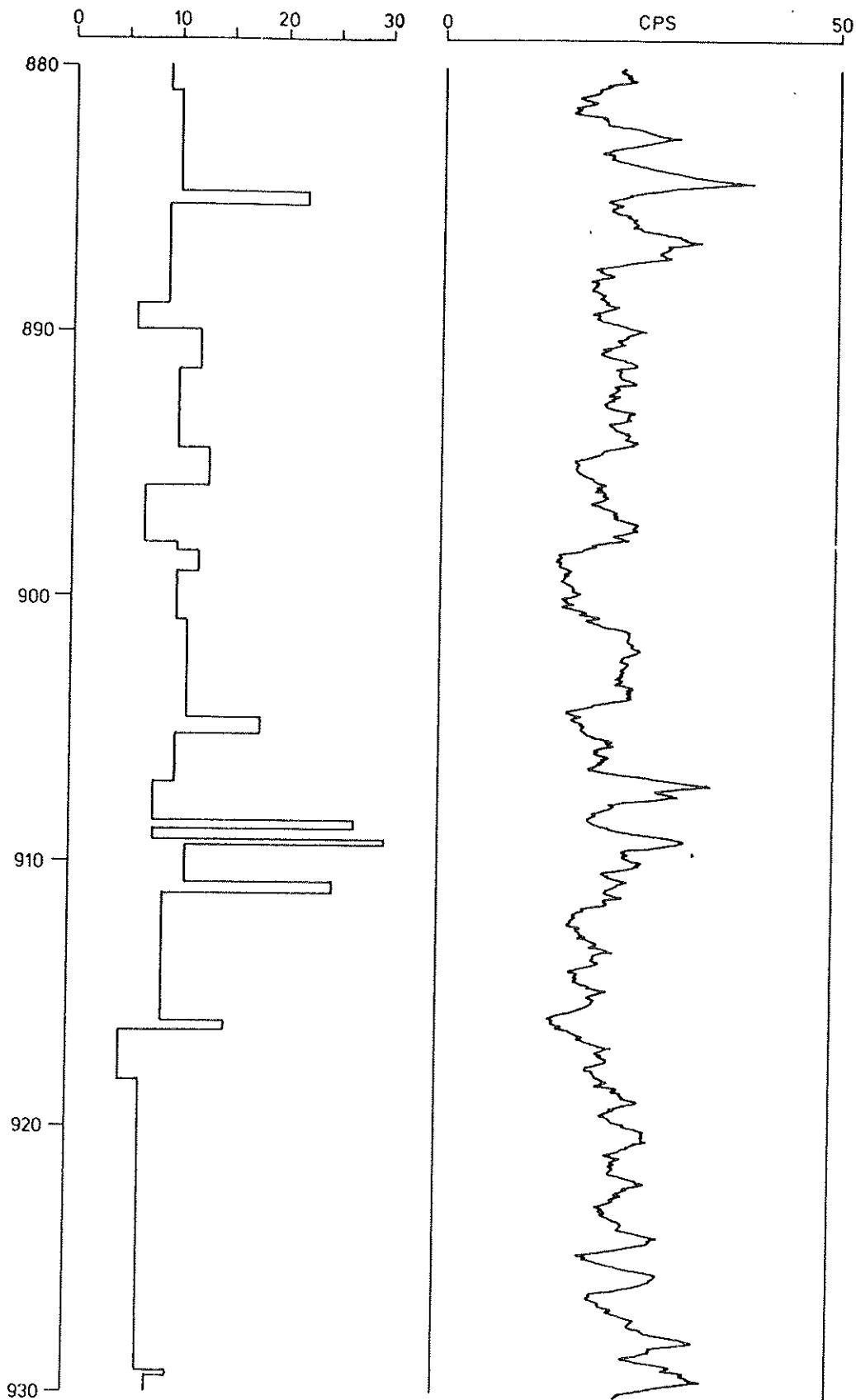




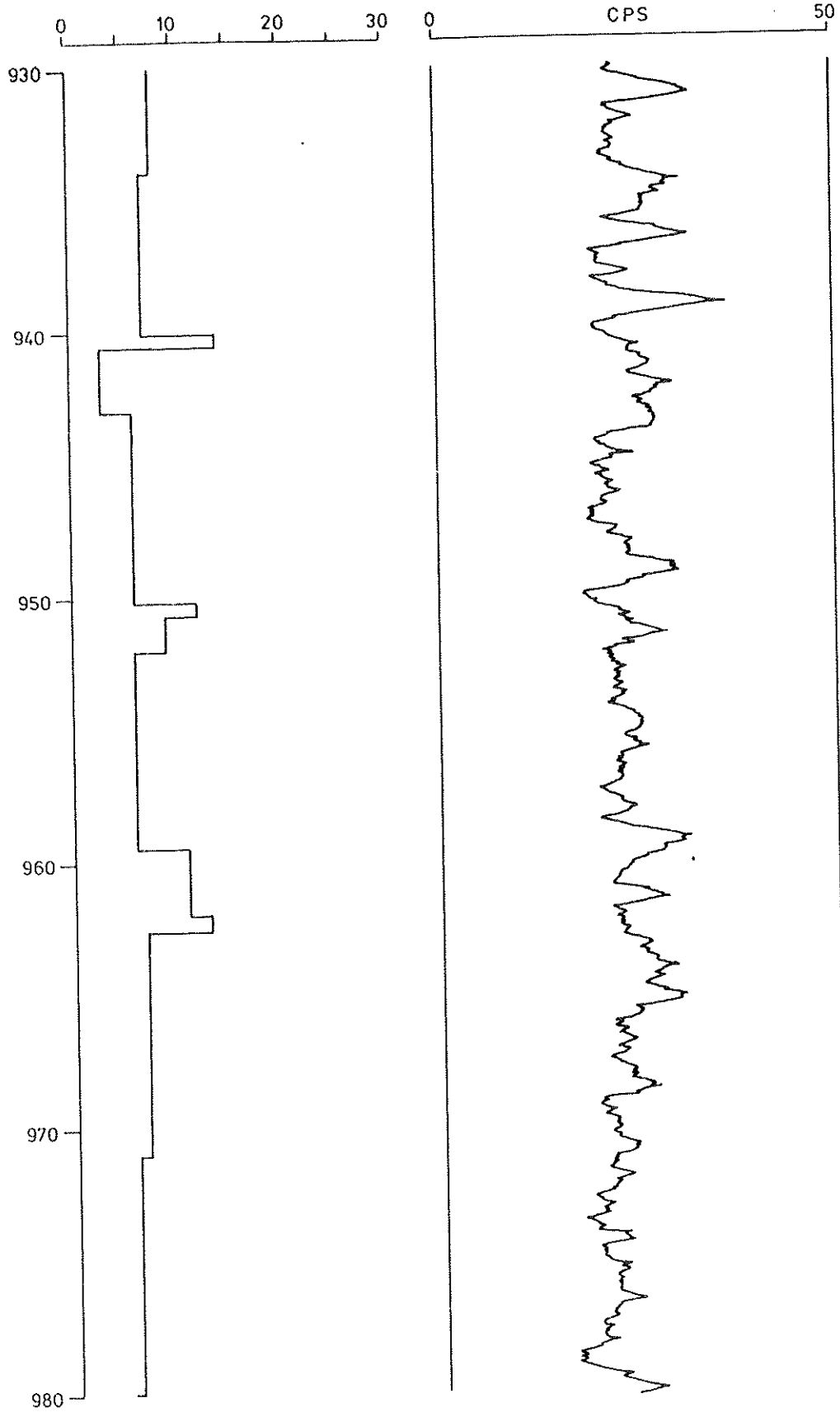
KB 169
Blad 3

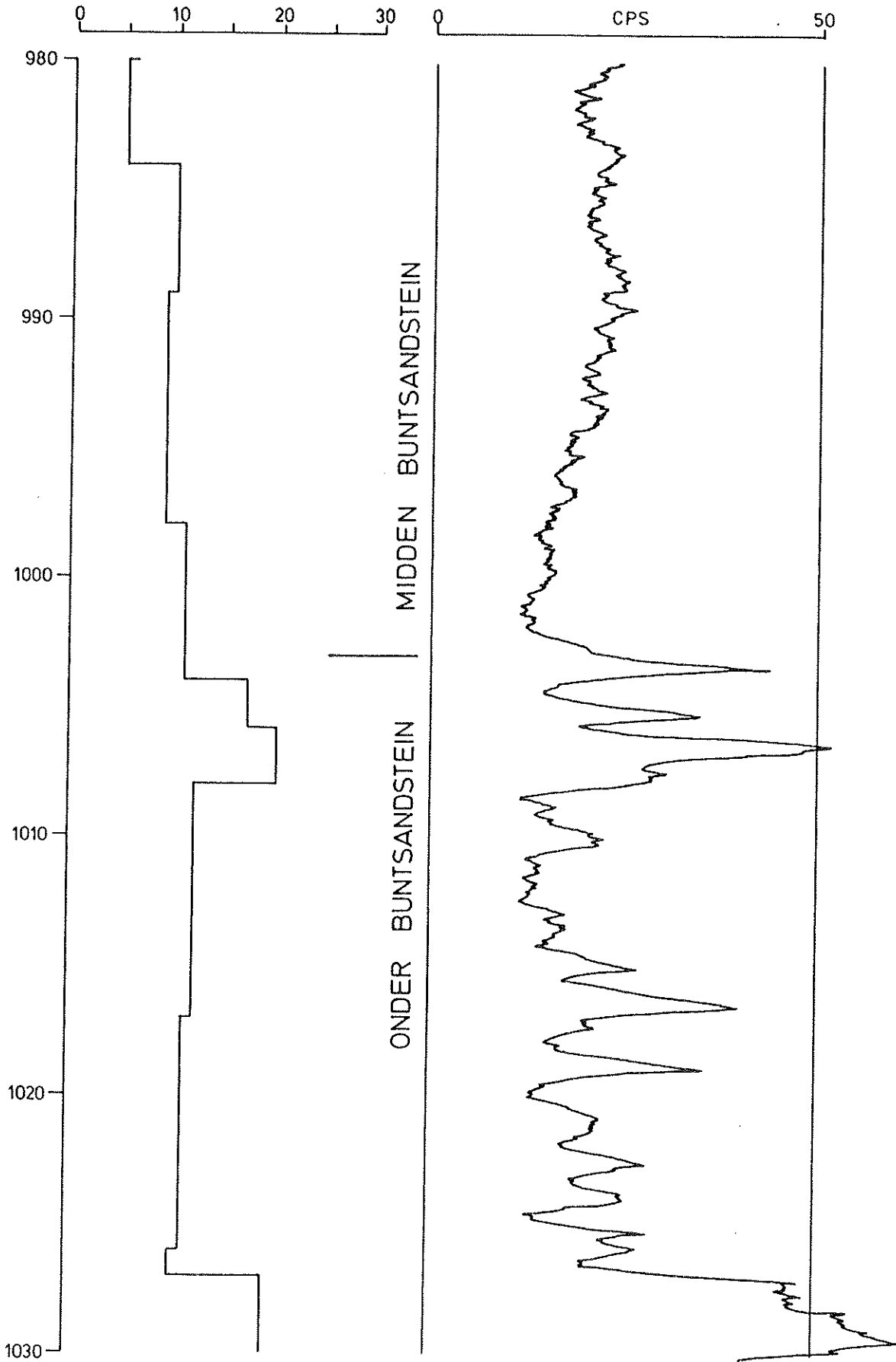


KB 169
Blad 4



KB 169
Blad 5





KB 169
Blad 7

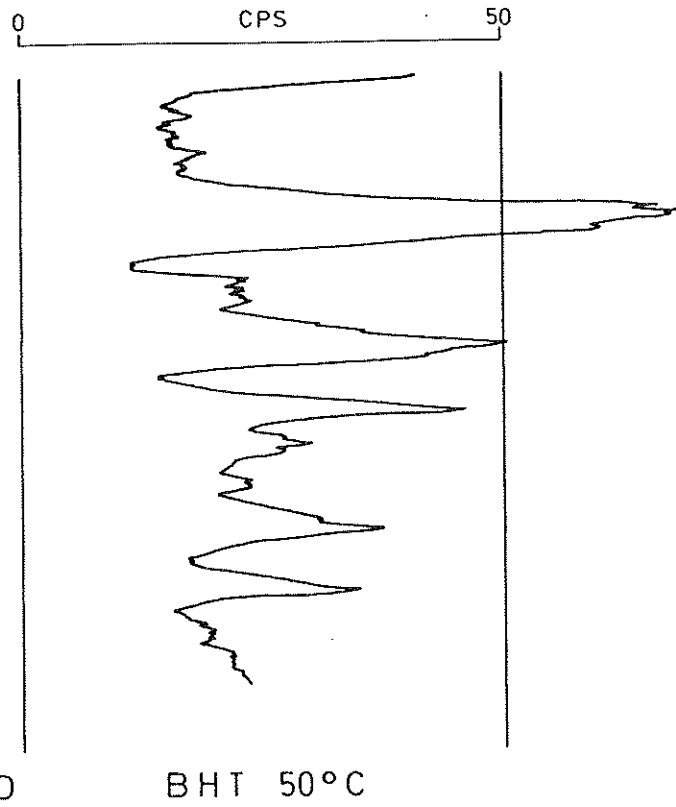
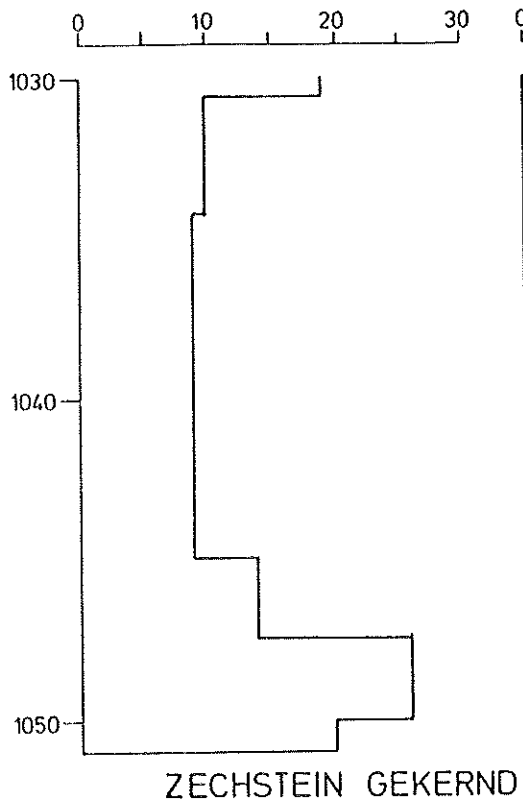
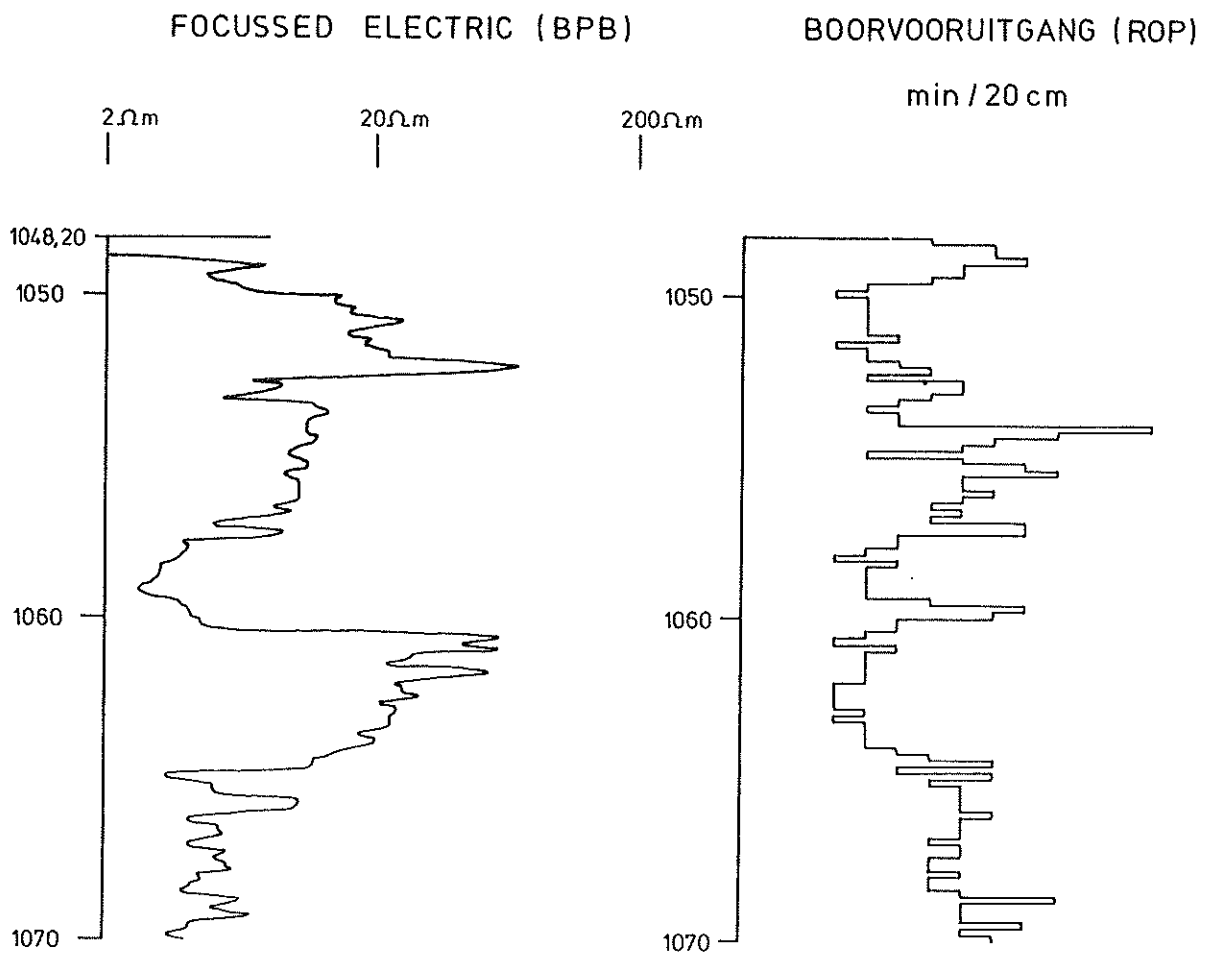
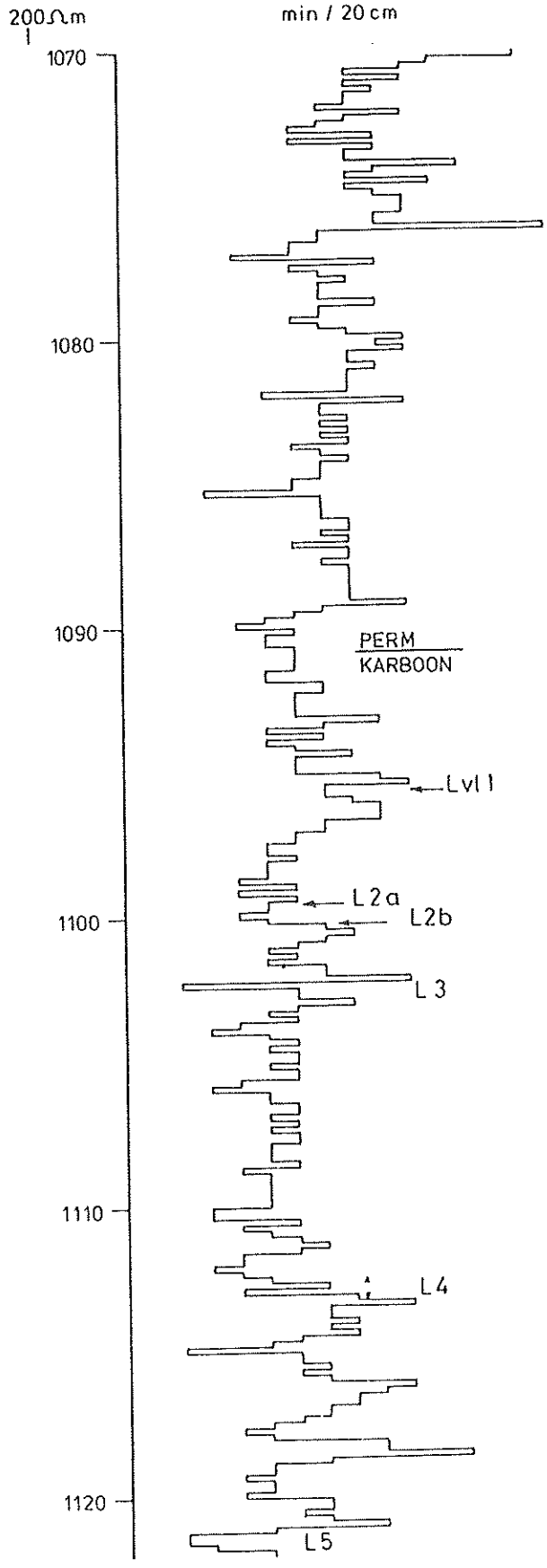
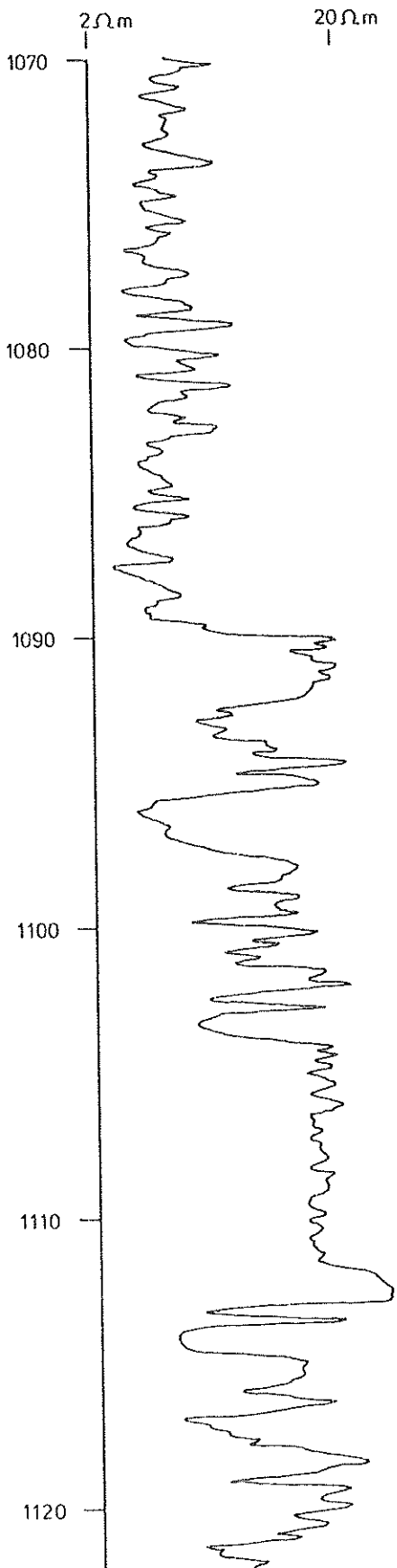
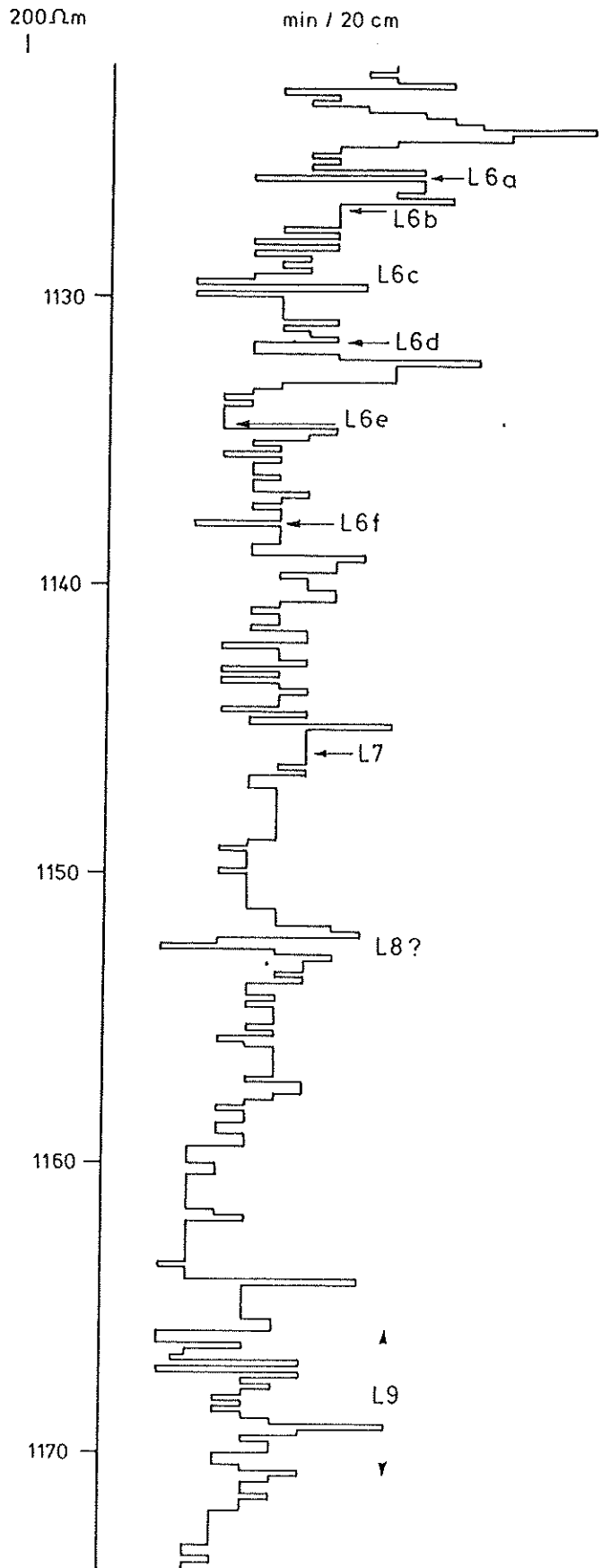
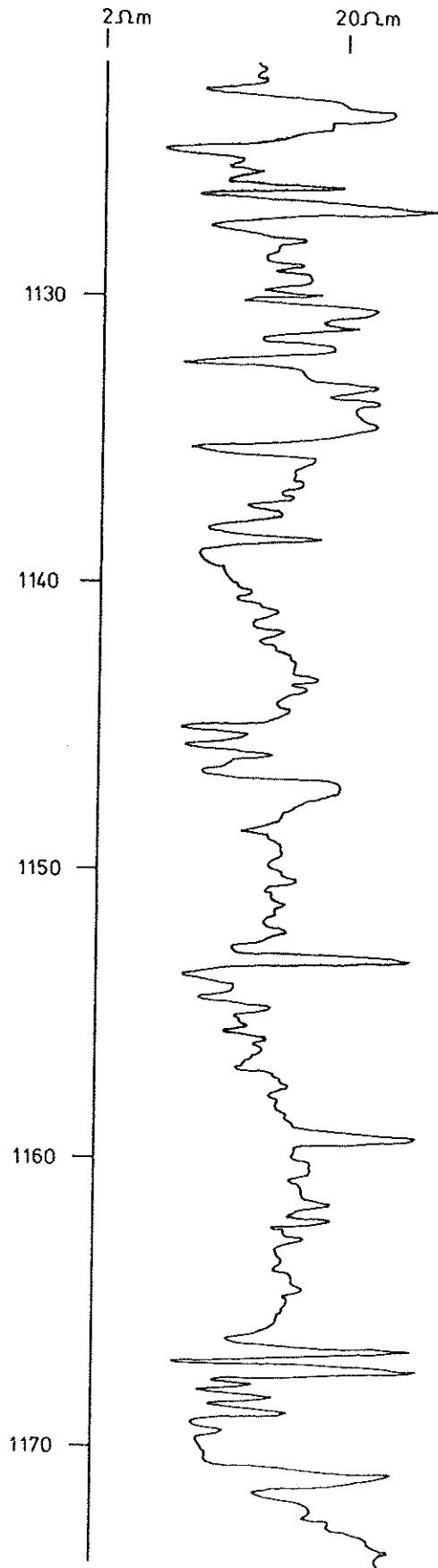


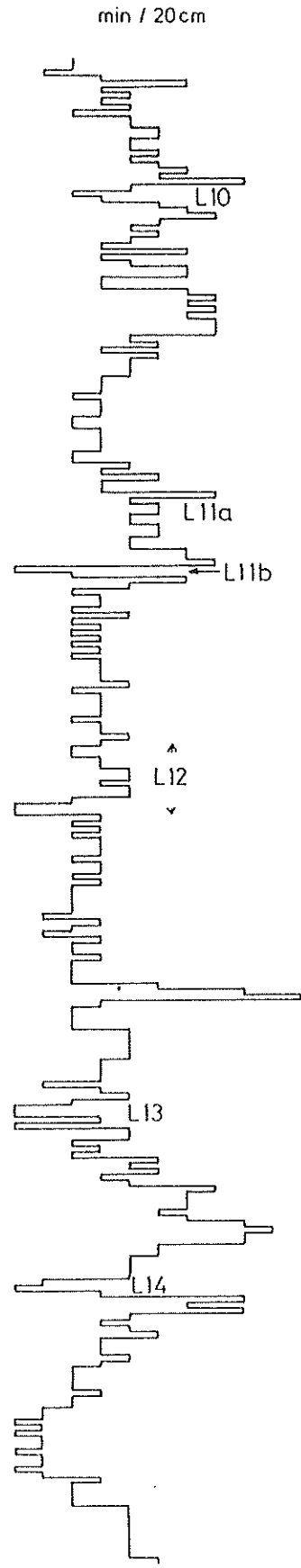
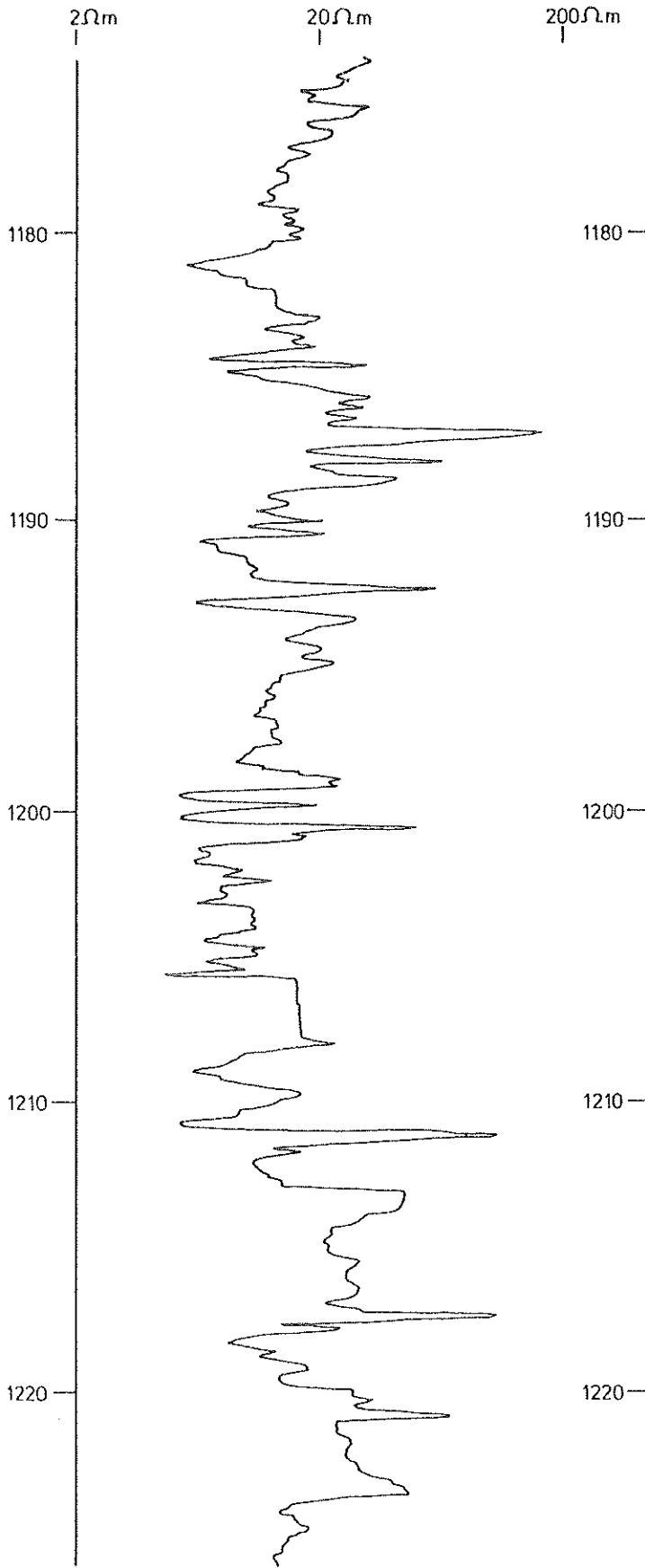
Fig. 5 : Correlatie electric log en boorvoortgang Perm + Karboon

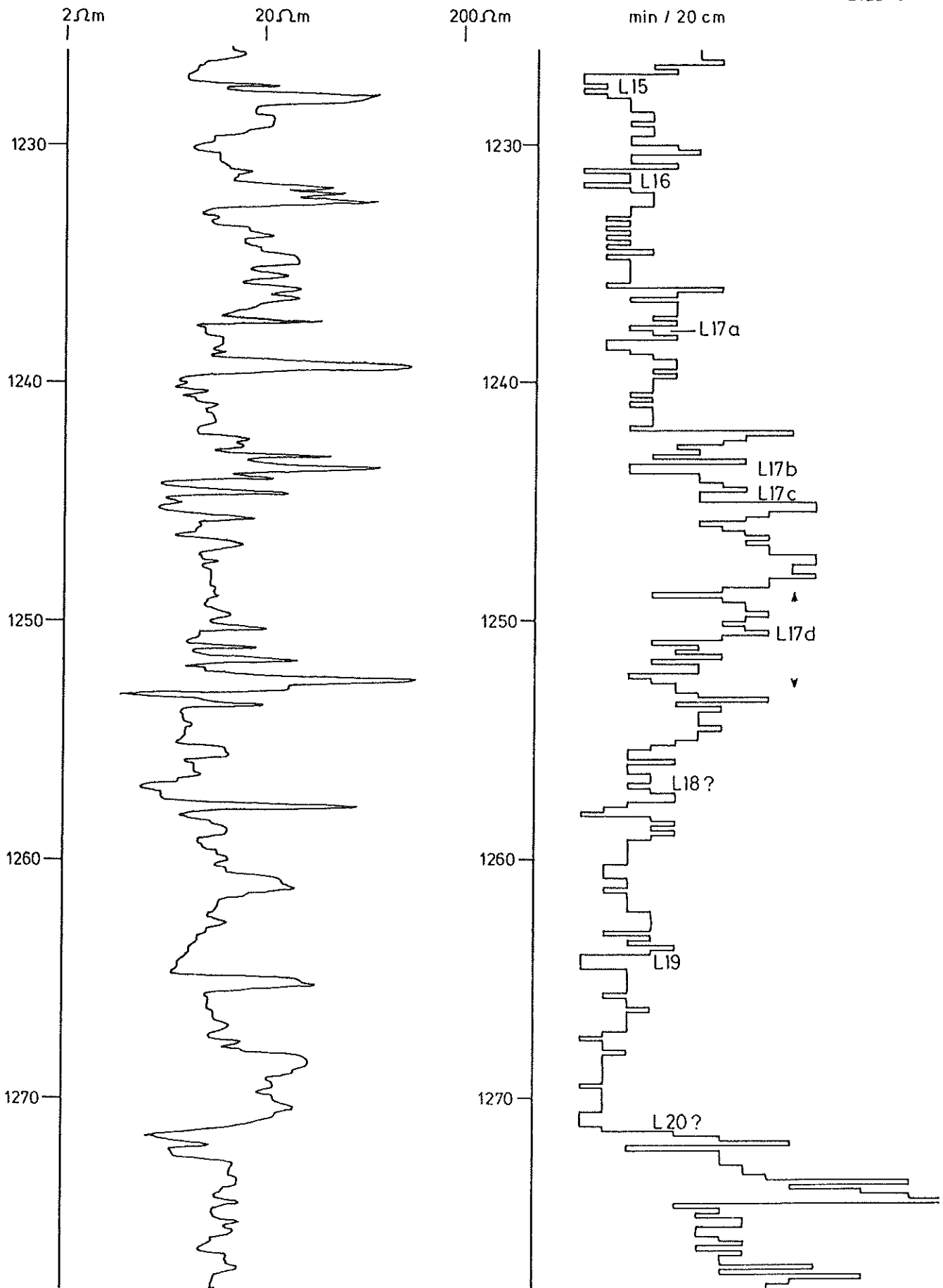
KB 169

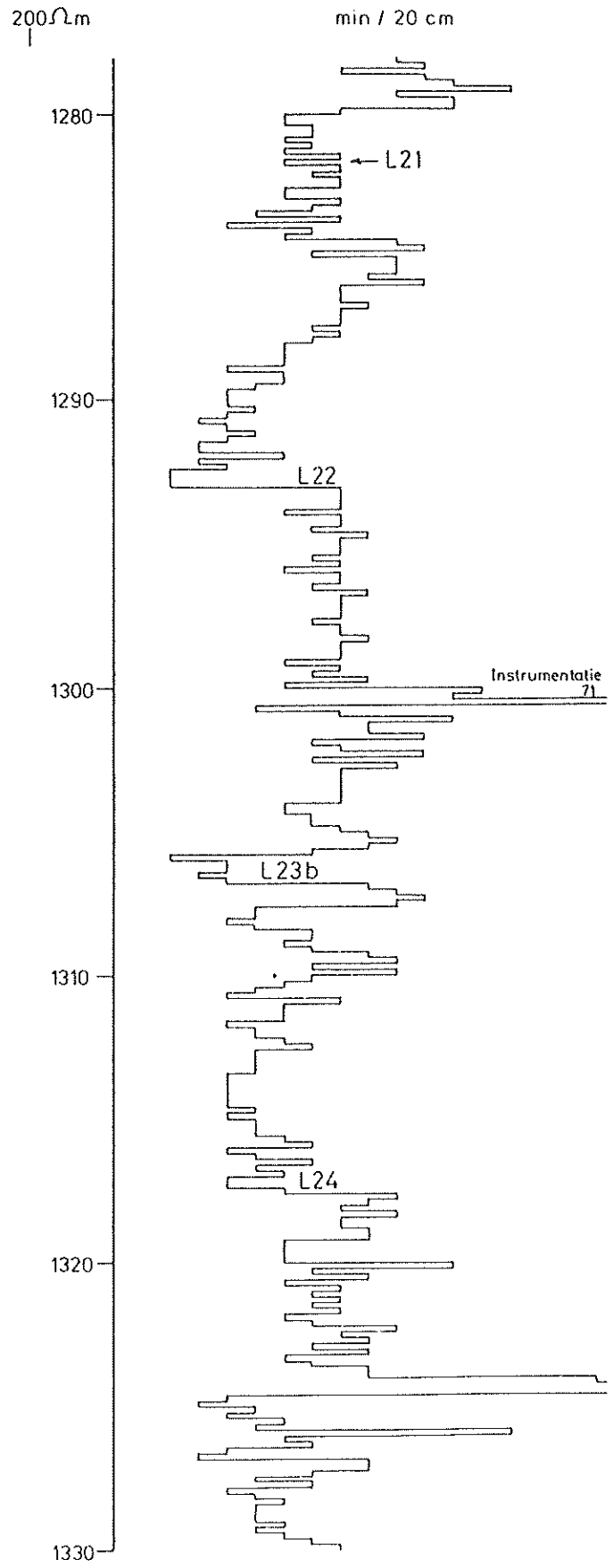
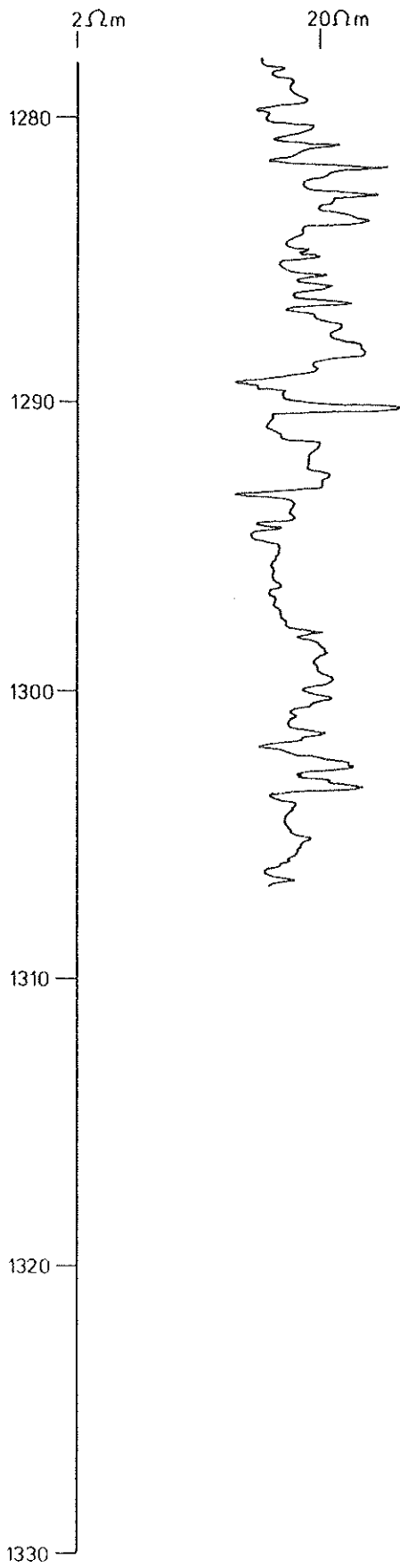




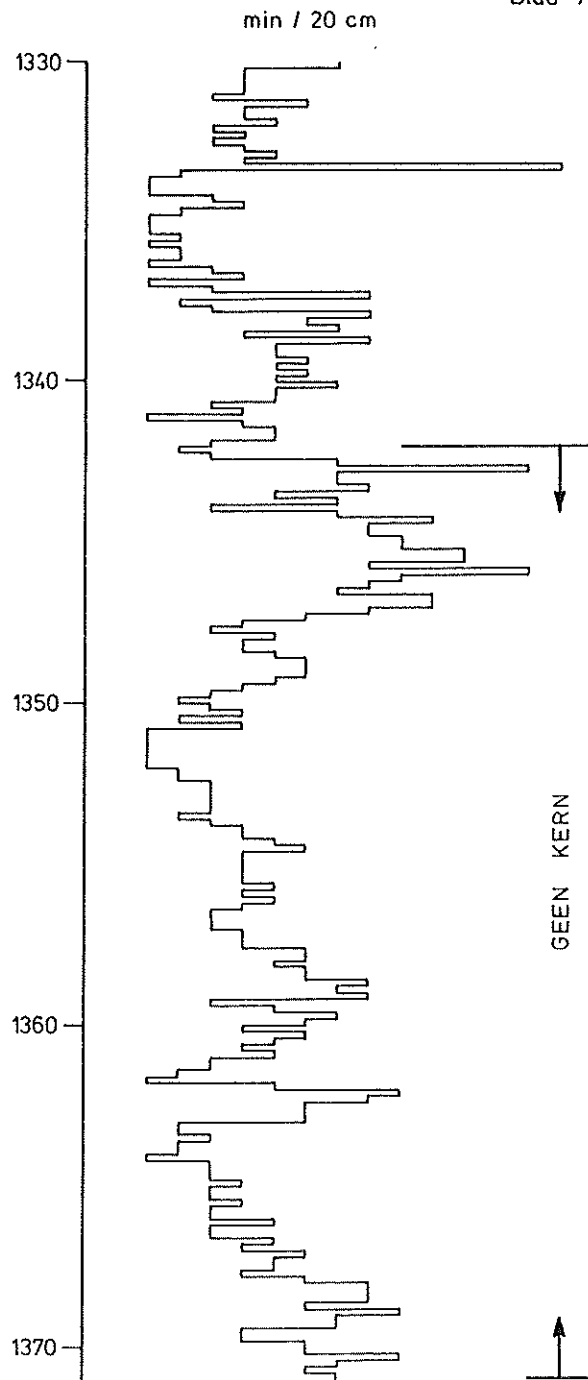








KB 169
Blad 7



de boorvoortgang van de kelly afgelezen per 10 cm en per 20 cm. Deze laatste waarde was voldoende om tot een goede correlatie te komen met bijv. de focussed electric log (Fig. 5). De gaschromatograaf werkte echter minder goed.

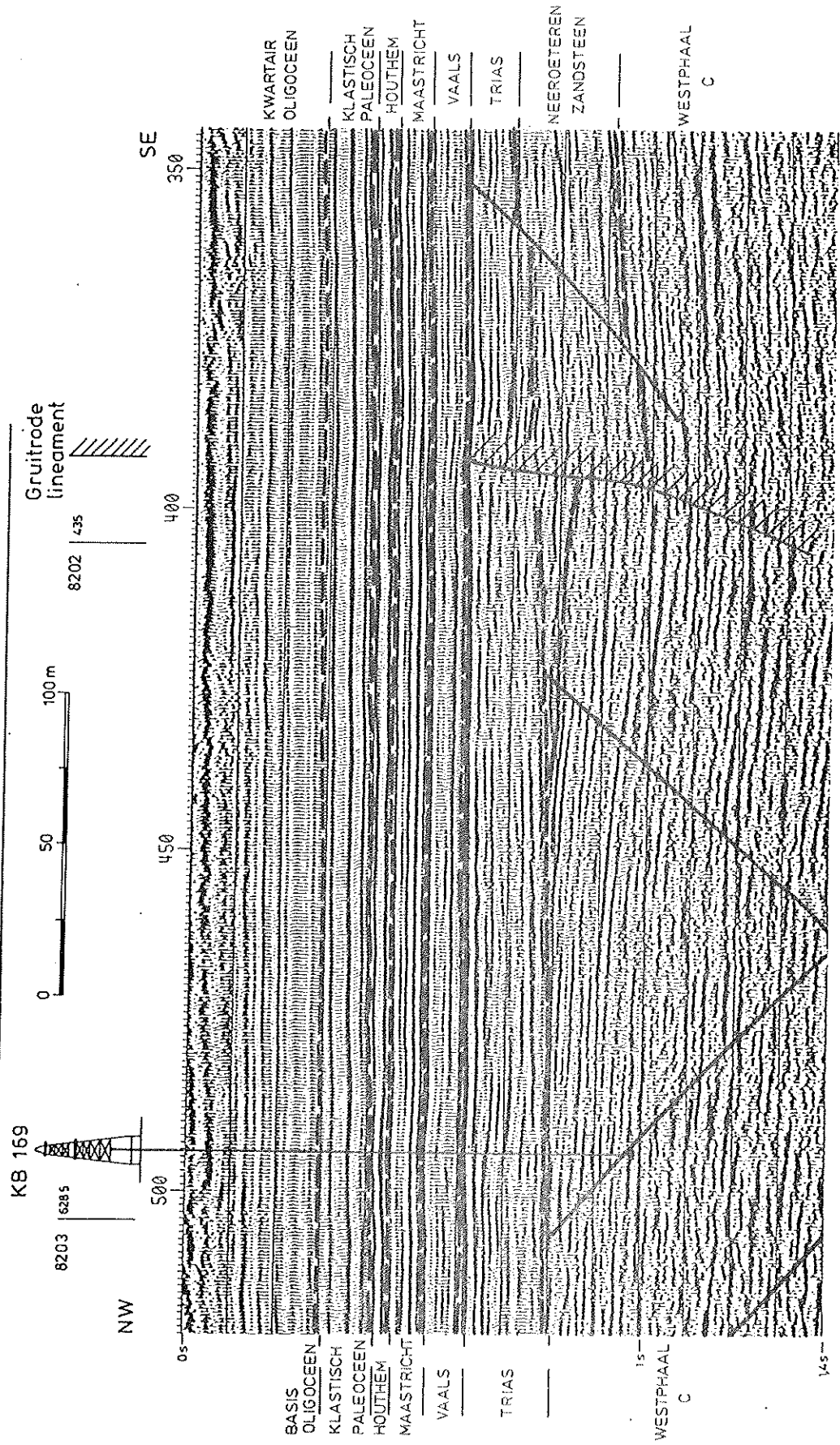
1.2.5. Temperatuur

Tijdens de uitvoering van de boorgatmetingen op een diepte van 1052 m door TNO-DGV werd een maximale temperatuur van 50°C geregistreerd aan de basis van het Trias. Deze temperatuur werd gemeten in de dikspoeling en is dus beïnvloed door de cirkulatie en de afkoeling hiervan aan de oppervlakte, zodat de werkelijke in-situ temperatuur vermoedelijk enkele graden hoger ligt. De temperatuur is hoog maar bevestigt de gradiënt vooropgesteld voor Noord-Oost Limburg door R. Legrand (1975) en door Vandenberghe & Bouckaert (1980). Toch zou de hoge temperatuur kunnen samenhangen met de hoge inkolingsgraad in het Karboon en met de gravimetrische anomalie van Meeuwen-Bree (Bouckaert, Duser & Vande Velde, 1981).

1.3. Geologische verantwoording

Boring 169 werd opgezet om de structuren en de steenkollagen na te gaan die in 1982 tijdens de seismische opname Meeuwen-Bree verkend werden. Het is de enige boring die vooralsnog in dit gebied werd uitgevoerd, zodat er overigens nog heel wat vraagtekens blijven bestaan (bijv. Hoog van Bree, intra-Westphaliaan diskordantie, invloedszone van het lineament van Gruitrode met zijn nefaste invloed op de kolenvoering (cf. Fig. 1). De boring werd ingeplant op de profiellijn 8210 van de seismische opname Meeuwen-Bree (Fig. 6). Het was de bedoeling in deze boring het steenkoolterrein te verkennen ten noorden van het lineament van Gruitrode. Deze structuur was toen enkel bekend als de noordwestelijke begrenzing van het gebied waarin de Neeroeteren Zandsteen vervolgd kon worden. Er bestond nog geen enkele stratigrafische controle van de gevonden reflektoren ten noorden van dit lineament. Omdat de vrees bestond dat de jongste lagen mogelijk minder kolenvoerend waren, werd de boring ingeplant op de zuidrand van een antiklinale structuur. Alhoewel een exakte correlatie over het lineament van Gruitrode heen niet mogelijk was, is de stratigrafische

Fig. 6 Seismisch profiel over lijn 8210, met ligging der boring en Gruitrode lineament



positie toch op voldoende wijze gekend om de interpretatie van het Karboon door Dr. Rosa en Dr. Hemmerich (Prakla-Seismos) over het gebied Meeuwen-Bree uitgevoerd, stratigrafisch te interpreteren. De K2 reflectie-horizont ten noorden van het lineament van Gruitrode komt niet overeen met de K1 horizont (= basis Neeroeteren Zandsteen) ten zuiden ervan, maar ligt in feite + 105 m dieper. Hierdoor is in boring 169 een 250 m dik pakket Boven Westphaliaan C lagen aangeboord, vergelijkbaar met hetzelfde interval uit alle tot dan uitgevoerde steenkoolboringen van de Geologische Dienst.

1.4. Prognoses

Prognoses voor de dieptes tot top Krijt, top Trias en top Karboon werden op twee wijzen berekend, enerzijds volgens de kaarten van het Massief van Brabant (Legrand, 1968) en het Kempens Bekken (Delmer, 1963), anderzijds volgens de seismische interpretatie over profiellijn 8210, gekoppeld aan seismische snelheden uit de stapeling en uit de boring 121, Meeuwen (Seismos, 1954). Alle dieptes t.o.v. zeeniveau met tussen haakjes de werkelijk gemeten diepte of dikte in meters.

top Krijt Legrand -400; seismiek	$0.4 \text{ s} \times \frac{2.000 \text{ m/s}}{2} = -400 \text{ (-395)}$
top Maastricht	0.435 s
dikte Houthem	$0.035 \times \frac{2.000 \text{ m/s}}{2} = 35 \text{ (32)}$
basis Krijt Legrand, Delmer -695; seismiek	$0.615 \text{ s} \rightarrow 400 + 287 = -687 \text{ (-664)}$
dikte Krijt Legrand 270; seismiek	$35 + 0.18 \times \frac{2800 \text{ m/s}}{2} = 287 \text{ (269)}$
basis Permo-Trias	$0.810 \text{ s} \rightarrow 687 + 293 = -980$ (-977 Buntsandstein)
dikte Trias	$0.195 \times \frac{3.000 \text{ m/s}}{2} = 293$ (313 Buntsandstein)
basis Neeroeteren Zandsteen	$0.88 \text{ s} \rightarrow 980 + 108 = -1088 \text{ (-)}$
dikte Neeroeteren Zandsteen	$0.07 \times \frac{3.100 \text{ m/s}}{2} = 108.5 \text{ (0)}$

Uit vorige vergelijking blijkt dat de basis van het klastische Tertiair korrekt ingeschat werd, maar dat de basis Krijt 20 tot 30 m overschat werd, alhoewel de dikte ervan toch overeenstemt met de door Legrand gepostuleerde waarde.

De vooropgestelde diepte tot de basis van het Permo-Trias komt nauwkeurig overeen met de basis van de Buntsandstein, hetgeen doet veronderstellen dat het Perm (Zechstein), gekenmerkt door een negatieve acoustische impedantie, seismisch niet gedetekteerd werd. Om deze reden werd het Zechstein te samen met het Karboon gekernd.

De Neeroeteren Zandsteen komt in boring 169 niet meer voor, hetgeen te wijten is aan het lineament van Gruitrode, toen reeds structureel gelokaliseerd, maar nog niet op zijn werkelijke betekenis ingeschat (mogelijk geworden dank zij deze boring).

2. DEKTERREINEN

2.1. Inleiding

Met het begrip "dekterreinen" worden alle gesteenten bedoeld die het steenkoolterrein afdekken. Met uitzondering van het Zechstein werden de dekterreinen met de rollerbit doorboord, zodat enkel spoelmonsters genomen werden. Een beperkte kollektie hiervan wordt bewaard in de lithotheek van de Belgische Geologische Dienst. In combinatie met de boorgatmetingen kan een voorlopige lithostratigrafische onderverdeling gemaakt worden. De top van het Karboon werd vastgesteld op 1090,84 km onder het maaiveld aan de hand van een verhoogde waarde in de "Focussed Electric Log" en een versnelling van de boorvoortgang.

2.2. Voorlopige doorsnede der dekterreinen (Stratigrafische diepte door R. Demyttenaere volgens TNO-metingen = maaiveld +3.44 m)

Beschrijving spoelmonsters, om de 3 m genomen. De dieptes afgeleid uit de cuttings en uit de boorgatmetingen, stemmen niet steeds met elkaar overeen. Hetgeen doet veronderstellen dat de monsternamen niet nauwkeurig gebeurde.

- 0- 16 m : grind en geel grof zand ----- Kwartair Terras
- 16- 23 m : wit heterogeen zand, naar onder toe geel-
groen tot groen----- Mol
- 23- 30 m : zeer fijn kleilig heterogeen zand, grijs
met hout en phytoklasten
- 30- 39 m : fijn zand met hout en phytoklasten, naar
onder grover
- 39- 57 m : geen monstername
- 57- 60 m : grof wit zand, grindfragmenten----- Kasterlee
- 60- 69 m : groen fijn zand, wat grover naar onder
- 69- 92 m : groen fijn tot middelmatig zand en wit
middelmatig zand met helgroen silt, mica-
houdend. Naar onder toename aan wit
zand en mica----- Diest
- 92- 142 m : wit micarijk, overwegend grof zand met
ligniet, fijner naar onder; en dikschalige
schelpenresten aan de top. Naar de basis
vermengd met grijsgroen kleverig silt met
Turritella.----- Bolderberg
- 142- 153 m : fijn groen kleilig zand vol fijne schelpen-
resten (Astarte fauna)
- 153- 166 m : groen silt, naar onder toe met goedbewaar-
de fijne schelpen (zeer veel gastropoden,
dentalium, komplette cidaris)----- Houthalen
- 166- 172 m : groen silt met goedbewaarde fossielen,
minder gastropoden, grote forams
- 172- 187 m : groen, fijn tot middelmatig zand en silt
- 187- 190 m : groen silt met fijne schelpenresten
- 190- 201 m : donkergroen fijn tot middelmatig zand, zeer
veel grote dunschalige tweekleppige
schelpen; ook voorkomen van siltlaagjes --- Veldhoven ?
- 201- 211 m : fijn zand met terug zeer veel dunschalige
schelpen
- 211- 217 m : bleekgroen zand, talrijke schelpen, waar-
onder ook dikschaligen

- 217- 223 m : fijn heterogeen bleekgroen zand met meer
dikschalige schelpenresten en cidaris-
stekels
- 223- 235 m : fijn groen zand en silt met zeer veel
schelpenresten
- 235- 244 m : silt met eerder dunschalige en minder
schelpenresten
- 244- 268 m : groene kleiige en vloeïende silt, vooral
van boven met nieuwe gevarieerde schelpen
(fijne dentaliën, columbella, Turritella,
Astarte en strandschelpen), zeldzame fijne
kwartskeitjes
- 268- 272 m : groen vloeïend silt tot silteuze klei met
ten dele dikschalige schelpenresten ----- Voort
- 272- 282 m : groene kleiige silt tot fijn zandige klei
met fijne typisch Oligocene schelpen
(Astarte, Corbula, Thaïs)
- 282- 288 m : fijn groen zand (met ligniet), grote groene
kleiballen en mooie kleine schelpen (strand-
schelpen, Thaïs, Cerithium) ----- Eigenbilzen
- 288- 298 m : harde groene klei, aanvankelijk vrij veel
fijne schelpenresten (ook fijne gastro-
poden). Aan de basis plastische groene
klei
- 298- 303 m : kwartsgranule grint, groene silt en groen
kleiig fijn zand, meer kleiig naar onder
toe ----- Boomse Klei geband
- 303- 307 m : kleiig met siltsteen
- 307- 313 m : grijsgroene klei (week) met blekere kalk-
houdende klei en Septaria
- 313- 316 m : groengrijze klei met Septaria
- 316- 319 m : plastische groengrijze klei, minder Septaria;
licht silteus naar onder
- 319- 321 m : kompakte plastische klei, weinig septaria -- Boomse Klei
kompakt
- 321- 329 m : kompakte klei, naval (het Zand van Berg
wordt vrijwel nooit in de cuttings gere-
kupereerd)----- Zand van Berg

- 329- 340 m : siltige groengrijze klei, met ligniet.
Vrij veel dikschalige maar ook complete
kleine dunschalige schelpen. Naar
onder met meer kalkhoudende klei, met
lamellaire schelpenresten
- 340- 342 m : grof bleekgrijs zand ----- Zand van Neerrepen ?
- 342- 352 m : groen kleiig silt ----- Zand van Grimmer-
tingen ?
- 352- 358 m : groen kleiig fijn zand
- 358- 364 m : bleek fijn zand, naar onder vermengd met
kleilaagjes
- 364- 367 m : groen kleiig fijn zand, wordt donkerder
- 367- 373 m : groene siltsteen, vermengd met kleverige
sterk zandige klei
- 373- 384 m : grijze vette klei met siltsteen ----- Tuf van Lincent
- 384- 408 m : blekere, kalkhoudende kompakte vette
klei ----- Klei van Waterschei
- 408- 421 m : bleekgrijze plastische klei, sterk
kalkhoudend----- Gelinden b
(Landeniaan)
- 421- 431 m : bleke plastische mergel, iets vetter
aan de basis ----- Gelinden a
- 431- 451 m : groengrijze silt
- 451- 459 m : fijn groen zand en silt ----- Zand van Orp
- 459- 470 m : grijze, rode en bruine klei, meer rood
naar onder ----- Klei v. Zwartberg
- 470- 487 m : bleekgele, eerder harde kalkareniet
- 487- 502 m : gele harde kalkareniet ----- Vroenhoven
- 502- 511 m : bleekgrijze, zachte kalkareniet met meer
grof-kristallijne mesofossielen
- 511- 517 m : iets hardere bleekgrijze fijne kalkareniet
met fijnschalige schelpen
- 517- 529 m : zachte bleke kalkareniet, grofkristallijne
mesofossielen. Minder naar onder ----- Maastricht
Maastricht facies

- 529- 538 m : vrij zachte fijne grijze kalkareniet met
zwarte en grijze silex. Wat harder
naar onder
- 538- 541 m : meer gelige grijze kalkareniet met harde
kalkarenietfragmenten
- 541- 555 m : grijs mergelig krijt met harde fragmenten.
Eerder fijnzandig naar onder ----- Maastricht
Kunrade facies
- 555- 571 m : groengrijze mergel
- 571- 574 m : groengrijs fijn glauconiethoudend kalkare-
niet, tot helgroen mergelig krijt
- 574- 577 m : groengrijs licht glauconiethoudend mergelig
silt
- 577- 580 m : groengrijze siltige mergel, met harde ver-
kiezelde zeer fijnkorrelige glauconiet-
houdende kalkzandsteen
- 580- 590 m : groengrijze fijne glauconiethoudende kalk-
zandsteen, vermengd met licht siltige
mergel. Kalkzandsteen grover naar onder.
- 590- 618 m : groengrijs sterk mergelig silt ----- Beutenaken equiva-
lent
- 618- 628 m : fijn glauconiethoudend zand
- 628- 643 m : fijn tot middelmatig glauconiethoudend
goed afgerond kwartszand. Groen granule-
grint met platte donkere korrels aan
de basis ----- Zevenwegen equi-
valent
- 643- 652 m : groen zeer fijn zand tot silt
- 652- 655 m : fijn groen glauconietrijk zand
- 655- 673 m : groen silt
- 673- 697 m : groen tot helgroen silt tot fijn zand
- 697- 703 m : zand wordt grover; en kleiig
- 703- 709 m : groen kompakte klei, met zandbijmenging
- 709- 712 m : meer vette klei
- 712- 718 m : helgroen, sterk kleirijk zand ----- Zand van Vaals

- 718- 739 m : middelmatig kwartzand vol lignietbrokjes, naar onder ook zeer fijne kwartskeitjes ----- Zand van Aken
- 739- 792 m : overwegend bleekrode fijne eerder zachte zandsteen harder naar onder; helrode fijne kleiige zandsteen, calcietrijk rond 775 m ----- Boven Buntsandstein
- 792- 831 m : bleke tot bleekroze middelmatige (pulverige) zandsteen. Vanaf 815 m zachte rode fijne zandsteen en bleekgroene argiliet
- 831- 864 m : overwegend rode tot bleekrode middelmatig tot grove eerder zwak geconsolideerde zandsteen, wordt fijner vanaf 845 m; helrood en fijnkorrelig
- 864- 966 m : bleekrode vrij grove tot middelmatige zandsteen, fijner vanaf 912 m; bleke zandsteen vanaf 925 m, zwak geconsolideerd, afwisselend grof-fijn, bleekrood. Aan de basis fijn kwartsrijk grint met donkere gesteentekorrels
- 966- 994 m : grof kwartsrijk zand, fijn grint aan de basis, meest roodgekleurd
- 994-1003 m : rozig grof kwartsrijk zand met wat donkere gesteentekorrels en melkkwarts in fijn granulegrint ----- Midden Buntsandstein
- 1003-1021 m : bleke licht rode tot rode fijne kwartsietische ook middelmatige zandsteen met fijne donkergrijze kwartsietische zandsteen en rode schalie. Grove zandsteenlagen met fijne kwartskeitjes vanaf 1011 m
- 1021-1031 m : rode fijne zandsteen, naar onder wat grijsgroene zachte siltsteen
- 1031-1042 m : calcietrijke baksteen rode grove zandsteen met kwartskeitjes aan de top; nog steeds rode fijne zandsteen. Naar onder geleidelijke toename aan bleke fijne massieve zandsteen
- 1042-1051 m : bleke licht rozige fijn tot middelmatige zandsteen, kwartsietisch maar zacht, weinig zachte rode kleiige zandsteen en groene zandige schalie, nog steeds calcietisch ----- Onder Buntsandstein
- Einde destructief boring

2.3. Voorlopige lithostratigrafische onderverdeling met dikte

Kwartair Terras	0 - 16 m	(16 m)
Zand van Mol	16 - 23 m	(7 m)
Zand van Kasterlee	23 - 60 m	(37 m)
Zand van Diest	60 - 92 m	(32 m)
Zand van Bolderberg	92 - 142 m	(50 m)
Zand van Houthalen	142 - 166 m	(24 m)
Zand en Klei van Veldhoven	166 - 201 m	(35 m)
Zand en Silt van Voort	201 - 272 m	(71 m)
Zand en Klei van Eigenbilzen	272 - 288 m	(16 m)
Boomse Klei geband	288 - 303 m	(15 m)
Boomse Klei kompakt	303 - 321 m	(18 m)
Zand van Berg	321 - 329 m	(8 m)
Zand van Neerrepen	329 - 342 m	(13 m)
Zand van Grimmertingen	342 - 352 m	(10 m)
Tuf van Lincent	352 - 384 m	(32 m)
Klei van Waterschei	384 - 421 m	(37 m)
Mergel van Gelinden	421 - 431 m	(10 m)
Zand van Orp	431 - 459 m	(28 m)
Klei van Zwartberg	459 - 470 m	(11 m)
Kalkareniet van Vroenhoven	470 - 502 m	(32 m)
Kalkareniet van Maastricht	502 - 529 m	(27 m)
Kunrade Kalk	529 - 555 m	(26 m)
Pre-Valkenbrug Beutenaken eq	555 - 618 m	(63 m)
Pre-Valkenburg Zeven Wegen eq	618 - 643 m	(25 m)
Zand van Vaals	643 - 718 m	(75 m)
Zand van Aken	718 - 739 m	(21 m)
Boven Buntsandstein	739 - 792 m	(53 m)
Midden Buntsandstein	792 - 1003 m	(211 m)
Onder Buntsandstein	1003 - 1052 m	(49 m)

2.4. Lithostratigrafie van het Krijt en Kalkig Paleoceen

Zie Prof. Paper 1985/1 - Nr. 214 p. 73 fig. 5, p. 81 fig. 13, p. 91 fig. 25,
p. 93, fig. 27, p. 95 fig. 29, p. 97
fig. 31, p. 99 fig. 33, p. 103 fig. 37,
p. 105 fig. 39, p. 113 fig. 47, p. 134
tabel 13 (Felder et al., 1985).

- 470 - 502 m : Houthem Formatie (Vroenhoven -32 m)
- 502 - 555 m : Maastricht Formatie (53 m) waarvan Kunrade facies vanaf 529 m
- 555 - 618 m : Pre-Valkenburg, Beutenaken (63 m)
- 618 - 643 m : Pre-Valkenburg = Onder Gulpen Formatie - "Zeven Wegen eq"(25 m)
- 643 - 718 m : Vaals Formatie (75 m)
- 718 - 739 m : Aachen Formatie (21 m)

Belangwekkend is de geleidelijke overgang van de Maastricht Formatie (onderste Kunrade facies) naar het Vaalser groenzand, voorlopig als Pre-Valkenburg formatie beschreven, en sterk zandig naar onder toe.

2.5. Voorlopige chronostratigrafische onderverdeling en basis t.o.v. zeeniveau

- 0 - 16 m : Kwartair (+ 60 m)
- 16 - 166 m : Plio-Mioceen (- 90 m)
- 166 - 352 m : Oligoceen (- 276 m)
- 352 - 459 m : Boven Paleoceen (- 383 m)
- 459 - 502 m : Onder Paleoceen (- 426 m)
- 502 - 643 m : Maastrichtiaan (- 567 m)
- 643 - 739 m : Campaniaan (- 663 m)
- 739 - 1052 m : Trias (- 976 m)

2.6. Het Perm

2.6.1. Sedimentpetrografie

2.6.1.1. Makroskopische waarnemingen

Het Perm en de basislagen van het Trias werden gekernd van 1048,20 m tot 1090,34 m (Fig. 7). De sedimenten werden sedimentpetrografisch en litho-geochemisch onderzocht aan het Labo voor Fysico-Chemische Geologie, K.U. Leuven. De overgang Trias/Perm wordt arbitrair geplaatst aan de

plotse overgang van rode siltsteen met roze karbonaathodules naar bleekgrijze zandsteen op 1052,17 m.

Aan de basis op 1090,84 m komt een centimeter dunne conglomeraatlaag voor. De dikte van het Perm (Zechstein) bedraagt in boring 169 aldus 38 m. Makroskopisch kunnen het gekernde Zechstein en de overgangslagen Buntsandstein-Zechstein in de volgende lithologische eenheden onderverdeeld worden :

Zechstein :

- van 1090,84 tot 1063,90 m : afwisseling in grijze schiefers en lichtgrijze kalkmudstones. In de onderste drie meter zijn in plaats van kalkmudstones zeer siltrijke kalkmudstones en kalkrijke siltstenen aanwezig. Aan de basis komt een grind voor. Naar boven toe zijn de mudstones zeer rijk aan silt (30%).
- van 1063,90 tot 1060,20 m : bleekgrijze tot donkergroen-grijze zandsteen met kleilensjes en laagjes rijk aan mica's, pyriet en kool- en plantenresten.
- van 1060,20 tot 1052,17 m : rode siltsteen met groene kleilenszen en roze karbonaathodules. Onderaan komen groene schiefers voor die overgaan in rode siltige micahoudende schiefers.

Onderste Buntsandstein :

- van 1052,17 tot 1049,79 m : rode, fijn gestratificeerde micahoudende zandsteen met bleekgrijze interstratificaties; de onderste 56 cm is grofkorrelig
- van 1049,79 tot 1048,20 m : rode, micahoudende siltsteen met grijze kleifragmenten.

De zandsteenpakketten tussen 1063,90 - 1060,00 m en 1052,17 - 1051,10 m zijn verschillend. In de volgende tabel (Communic. L. Bolle) wordt het onderscheid tussen beide zandsteenpakketten weergegeven.

Zandsteenpakket 1063,90 - 1060,00 m (Zechstein)	Zandsteenpakket 1052,17 - 1051,10 m (Buntsandstein)
<ul style="list-style-type: none">- voorkomen van meerdere fijne "doubletten". Deze kunnen wijzen op de invloed van de getijdewerking- toename korrelgrootte naar boven- schelpjes georiënteerd tegen de stroomrichting- rijk aan organisch materiaal en mica's	<ul style="list-style-type: none">- onderste 56 cm is grofkorrelig en bevat een gekruiste gelaagdheid- fijn, regelmatig en parallel gestratificeerde zandsteen- geringe invloed van stromingen
<p><u>INTERPRETATIE</u> Littoraal facies</p>	<p><u>INTERPRETATIE</u> Marien facies</p>

De roodkleuring in het bovenste pakket wordt bepaald door de aard van de sedimenten; alleen de fijnkorrelige fractie kleurt rood.

Het zandsteenpakket aan de basis van de Buntsandstein dat afgezet werd in een meer marien milieu dan dit van het Zechstein, duidt op een nieuwe, snelle transgressie. De eerste halve meter met gekruiste gelaagdheid wordt nog beïnvloed door gerichte stromingen. Een fluviatiel facies domineert trouwens in de Buntsandstein sedimenten.

2.6.1.2. Mikroskopische waarnemingen

De kalkmudstones van het onderste pakket zijn fossielhoudende mudstones. Volgende fossielen werden hierin herkend : pluriloculaire en primitieve foraminiferen, ostracoden en schelpen. De gemiddelde korrelgrootte van de kwartskorrels in de siltrijke mudstones aan de top van dit pakket bedraagt 10 tot 20 μm . De zandstenen van het tweede pakket werden gekenmerkt door een Fe-rijke dolomietgeneratie, die de poriën tussen de kwartskorrels opvult. De rose karbonaatnodulen van het derde pakket hebben een verschillende samenstelling. Deze klasten bevatten soms twee microsprietgeneraties, namelijk een eerste Fe-calcietfase en een tweede Fe-dolomietfase. De roodkleuring van de sedimenten is gebonden aan het fijne cement (kleien) tussen de kwartskorrels.

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

2.6.1.3. Sedimentologische evolutie :

Het Zechstein begint met een transgressie. Deze wordt gekenmerkt door een basisgrind en door siltige sedimenten. Het equivalent van de Kupferschiefer werd niet teruggevonden. De daaropvolgende schiefers werden in een reducerend milieu afgezet behorend tot een ondiep en marginaal marienbekken. De karbonaatfractie van de tussenliggende kalkmudstones is waarschijnlijk afkomstig van een nabijgelegen vlakte, rijk aan kalkorganismen. De toename van het silt aan de top van het eerste pakket en de grofkorrelige detritische sedimenten van het tweede pakket duiden een regressie aan met overgang naar brak watersedimenten. Het zandsteenpakket van het Zechstein wordt nabij de kust afgezet. De plotse overgang naar groene schiefers wordt verklaard door een afname van de energie.

2.6.2. Lithochemie

2.6.2.1. Methodiek

Aan de hand van een geochemische studie werd de relatie nagegaan tussen het distributiepatroon van de elementen in de gesteenten en het milieu van afzetting en de lithologie. De analyses 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 residu (gravimetrisch) bepaald. Voor de beschrijving van de voorbereiding van de monsters en de laboratoriumanalyses verwijzen we naar Van Orsmael (1982). De analyseresultaten werden statistisch met SAS programma's verwerkt (SAS Institut Inc.).

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

2.6.2.2. Frekwentiekurven

Enkele kenmerken der distributies zijn de volgende :

- de mediaan van het Mg gehalte is 0,52% wat op een laag dolomietgehalte wijst.
- Het frekwentiepatroon van Sr is onregelmatig wat te wijten is aan het gering aantal analyses, maar ook aan het feit dat Sr aan de kleimineralen geadsorbeerd kan worden. Een voorbeeld is de siltsteen op 1082,50 m met 250 ppm Sr.
- De frekwentiekurve van natrium toont twee populaties. De eerste (< 900 ppm) komt voor in mudstones en zandstenen, de tweede (> 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. Een staal is anomaal wat het Pb gehalte betreft.
- Het Fe gehalte is grotendeels gegroepeerd in één populatie. De hoeveelheid ijzer is onafhankelijk van de lithologie.
- Mn komt vooral voor in de karbonaatfractie (mudstones). We onderscheiden vaag 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 2,91% zijn het gevolg van in het gesteente ingespoelde plantenresten.
- Natuurlijk vertoont ook de frekwentiekurve van het onoplosbaar residu twee belangrijke populaties :
 - 1° mudstones met een IR gehalte < 60%;
 - 2° siltstenen en zandstenen met een IR gehalte > 60%.
- Het K gehalte is zoals het Na gehalte vooral gebonden aan de siltstenen (> 3600 ppm) en dus aan de kleien.

2.6.2.3. Correlatie matrix

Uit de correlatiematrix blijkt dat slechts een gering aantal correlaties optreden. Een positieve correlatie bestaat tussen Na en K en een negatieve tussen Mg en IR. Een veel geringere positieve correlatie bestaat tussen Mn en Sr en negatieve correlatie tussen IR en Sr. Blijkbaar is er een positieve correlatie tussen Zn en Sr. Dit is te wijten aan twee stalen die een hoog Sr en een hoog Zn gehalte hebben. Deze positieve correlatie is dus niet betekenisvol.

De positieve correlatie tussen Na en K duidt op de associatie met de kleien. In de boring 169 is er geen correlatie tussen Na en K enerzijds en IR anderzijds. Dit is te wijten aan een belangrijke hoeveelheid kwarts in de gesteenten. De kwarts draagt bij tot het IR gehalte, maar niet tot het Na en K gehalte. De geringere positieve correlatie tussen Mn en Sr

betekent dat Sr niet alleen met de karbonaatfase geassocieerd is, maar ook met een andere fase. De negatieve correlatie van Sr met IR maar niet zo zeer met K en Na duidt aan dat Sr eventueel geadsorbeerd is aan de kleimineralen.

2.6.2.4. Factoranalyse

De faktor analyse bevestigt de besluiten die we bij de frekwentiekurven en de correlatiematrices getrokken hebben. De belangrijkste faktor die de distributie van de elementen (Sr, Na, Mn, IR, K) verklaart is de kleifaktor. Na en K zijn hiermee geassocieerd, Mn en in mindere mate Sr niet. Het Mg gehalte wordt vooral bepaald door de tweede faktor. Latere migratie van Mg en precipitatie in de nog poreuze gedeelten (bv. vorming dolomietcementen in de zandstenen) vormen deze tweede faktor. De derde faktor verklaart de variatie van het ijzergehalte. Deze faktor staat niet in verband met het gehalte aan kleien (K en Na).

Het hoge kwartsgehalte in deze boring heeft een belangrijke invloed op het geochemisch distributiepatroon. We zien immers een scheiding tussen IR en K en Na in twee verschillende factoren. Faktor 1 groepeert de elementen die in het karbonaatrooster zijn opgenomen. Faktor 2 bevat de elementen die met de kleien geassocieerd zijn. De derde faktor is de reeds gekende Mg cementfaktor.

2.6.2.5. Discussie

Uit de bespreking van de resultaten blijkt dat vooral de lithologie het geochemisch distributiepatroon verklaart. 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. Kwarts beïnvloedt het geochemisch patroon als verdunner, zowel in de siltsteen als in de mudstones.

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. Dit stemt overeen met de sedimentpetrografische gegevens die een kustnabije sedimentatie aanduiden.

Natrium wordt in verband met de geochemie van karbonaatgesteenten als paleosaliniteitsindicator gebruikt, zelfs in gesteenten rijk aan IR. Uit deze studie blijkt dat met zeer voorzichtig moet zijn bij het gebruik van natrium in milieurekonstrukties. Ook strontium, dat opgenomen wordt in het karbonaatrooster en soms geadsorbeerd op de kleien voorkomt, is in deze studie als milieuideikator niet bruikbaar.

TABEL 1 : Geochemische analyses van het Zechstein in de boring Gruitrode 169

DIEPTE	MG	SR	NA	ZN	PB	FE	MN	C	IR	K	LITHO
1050.00	0.13	52	785	9	.	22129	157	.	91.5	2922	ZANDSTEEN
1052.10	1.43	68	226	8	.	28062	1576	0.19	70.5	1025	ZANDSTEEN
1055.80	0.28	178	516	20	1.5	16955	2320	0.16	52.9	2235	NODULE
1055.90	0.28	93	1201	20	.	30079	179	.	87.4	4531	SILTSTEEN
1062.00	2.60	42	400	40	13.0	27928	1742	0.89	66.3	1529	ZANDSTEEN
1060.90	0.83	240	617	294	14.0	28062	3750	0.79	36.1	3202	MUDSTONE
1073.30	0.65	248	701	38	6.0	23894	3710	0.81	39.5	2949	MUDSTONE
1077.00	0.50	337	476	681	36.0	23357	3625	0.89	28.4	1883	MUDSTONE
1079.00	0.89	210	726	94	1.5	59523	3175	0.82	38.3	3175	MUDSTONE
1082.50	1.46	250	637	63	146.0	33037	1274	2.91	72.5	3013	SILTSTEEN
1085.50	1.06	170	1109	39	1.5	79421	2816	0.97	49.3	4468	MUDSTONE
1087.50	0.89	176	1021	38	.	16557	1071	0.78	69.1	4667	SILTSTEEN
1089.80	3.63	171	688	30	1.5	47960	3835	1.04	30.2	2895	SILTSTEEN

2.6.3. Palynologie

Drie niveaus werden palynologisch onderzocht, nl. 1059 m, 1064,40 m en 1069,40 m. Waar het monster 1059 m geen palynomorfen bevatte, zijn de andere monsters zeer rijk. Een algemeen kenmerk van beide monsters is de rijkdom aan gestrieerde pollen (type *Striatissaccus*), typisch voor het Perm en voor de Vetlugien étage aan de basis van het Trias. Het veelvuldig voorkomen van *Klausipollenites schaubegeri* is typisch voor het Boven Perm (Thuringien).

Het belang van deze monsters ligt bovendien in het voorkomen van het palynodeem *Lueckisporites*, in het bijzonder *Lueckisporites virkkiae* (normen Ac en Bc), wat een aanwijzing vormt dat de bemonsterde niveaus afgezet werden in de overgangszone tussen Zechstein en Buntsandstein volgens het schema van Visscher (1971).

3. STEENKOOLTERREIN

3.1. Litholog

3.1.1. Onderverdeling

Het Steenkoolterrein werd aangeboord en gekernd vanaf 1090.84 m tot 1344 m in een storingszone; het boorgat werd verdiept, zonder kernopbrengst, tot op einddiepte 1371 m (Fig. 7). Geheel dit interval behoort tot het Boven Westphaliaan C.

Het ongestoorde interval 1090-1270 m kan voornamelijk op basis van boorgatmetingen vergeleken worden met het overeenkomstige interval uit de vorige steenkoolboringen van de Belgische Geologische Dienst en vandaar met het Ruhrgebied en Ibbenbüren (met medewerking van Dr. A. Schuster, Neuenhaus en Dr. H. Fiebig en D. Schmitz, WBK-Bochum). De bovengrens (1090 m) stemt vermoedelijk overeen met de top Volker - basis Walkure laaggroep, de ondergrens (1270 m) met de top Odin Zandsteen horizont. De dikte van dit interval is erg gering in vergelijking met de boringen ten zuidoosten van het lineament van Gruitrode (180 m t.o.v. 300 m).

Boring	Top	Basis (Zandsteen)	Dikte interval
169	1090	1270	180
172	1040	1225	185
146	1120	1355	235
161b	890	1190	300
168	775	1055	280+25 m storing

De storing doorboord vanaf 1270 m (cf. Fig. 6) heeft vermoedelijk slechts een beperkt bedrag. Hoe dan ook het onderste interval is te dun en gestoord en valt niet te korreleren met de andere boringen.

3.1.2. Voorstelling

Net al bij de vorige beschrijvingen van boring 146 (Dusar & Houlleberghs, 1981), 161 (Boonen, Dusar & Somers, 1985) en 168 (Dusar et al., 1986), is de voorstelling van de resultaten van het kernonderzoek en de grafische vormgeving overgenomen van de geologische afdeling van de Westfälische Berggewerkschaftskasse, Bochum, volgens BB 22011 en BB 22012 van de Steinkohlenbergbauverein, Abt. Normung und Prüfung, Essen (Fig. 7). De onderverdeling der steenkoollagen, in gemeten centimeters uitgedrukt, wordt verklaard in paragraaf 5.1. (Kolengehalte) en is hernomen in tabel 4 (Lijst der koollagen).

De litholog (Fig. 7) kan vergeleken worden met de focussed electric log en de door de boormeester opgemeten boorvoortgang (Fig. 5).

3.2. Tonstein

3.2.1. Inleiding

Bij een tonstein-onderzoek werden de volgende doelstellingen vooropgesteld :

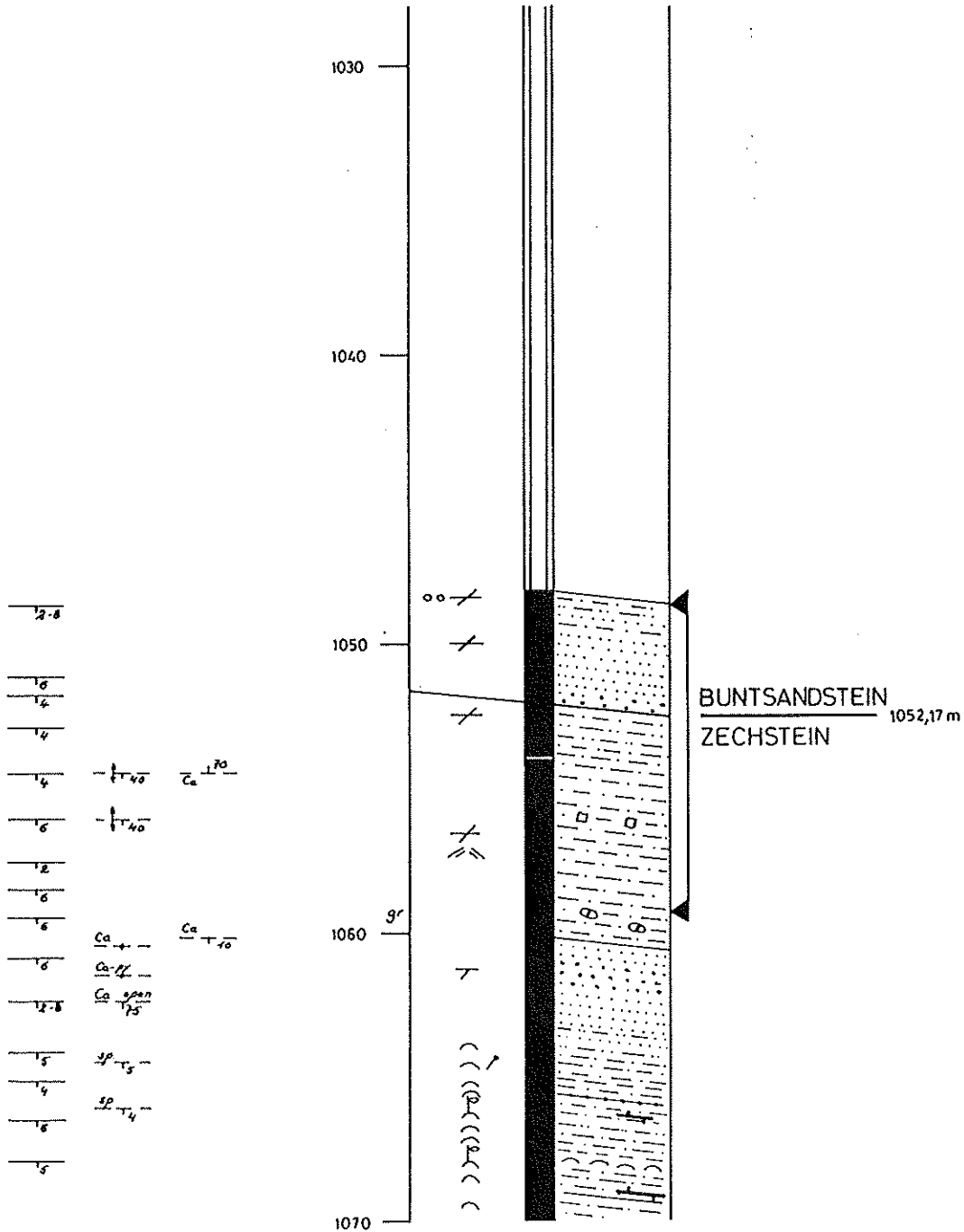
- petrografisch onderzoek en bepaling van de tonstein-soort, met behulp van slijpplaatjes (Dr. K.Burger, Essen).

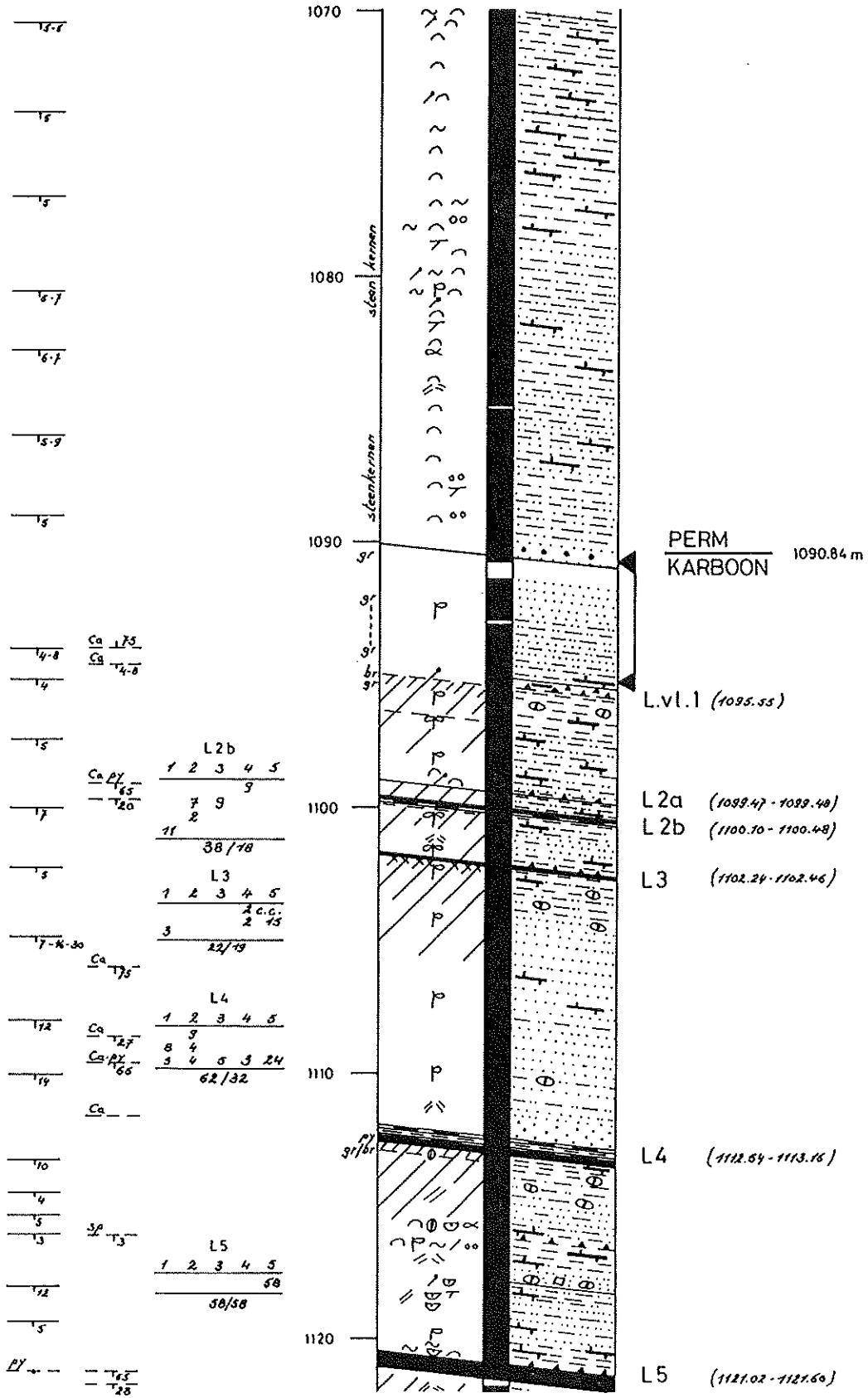
Fig. 7 : Litholog kernboring + legende

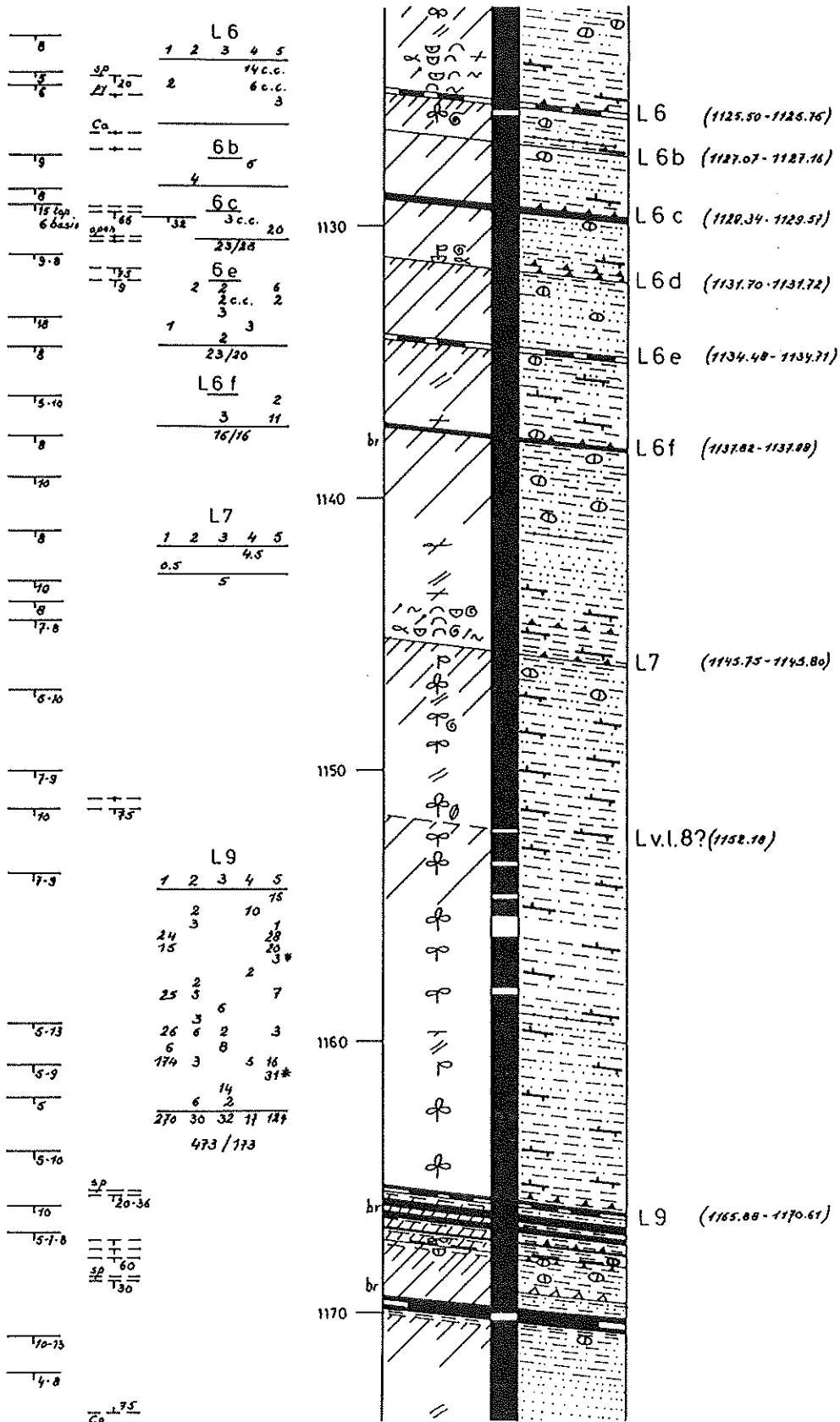
 STEENKOOVERKENNINGSBORING 169
 GRUITRODE - MUISVENNER BEMDEN
 1/200

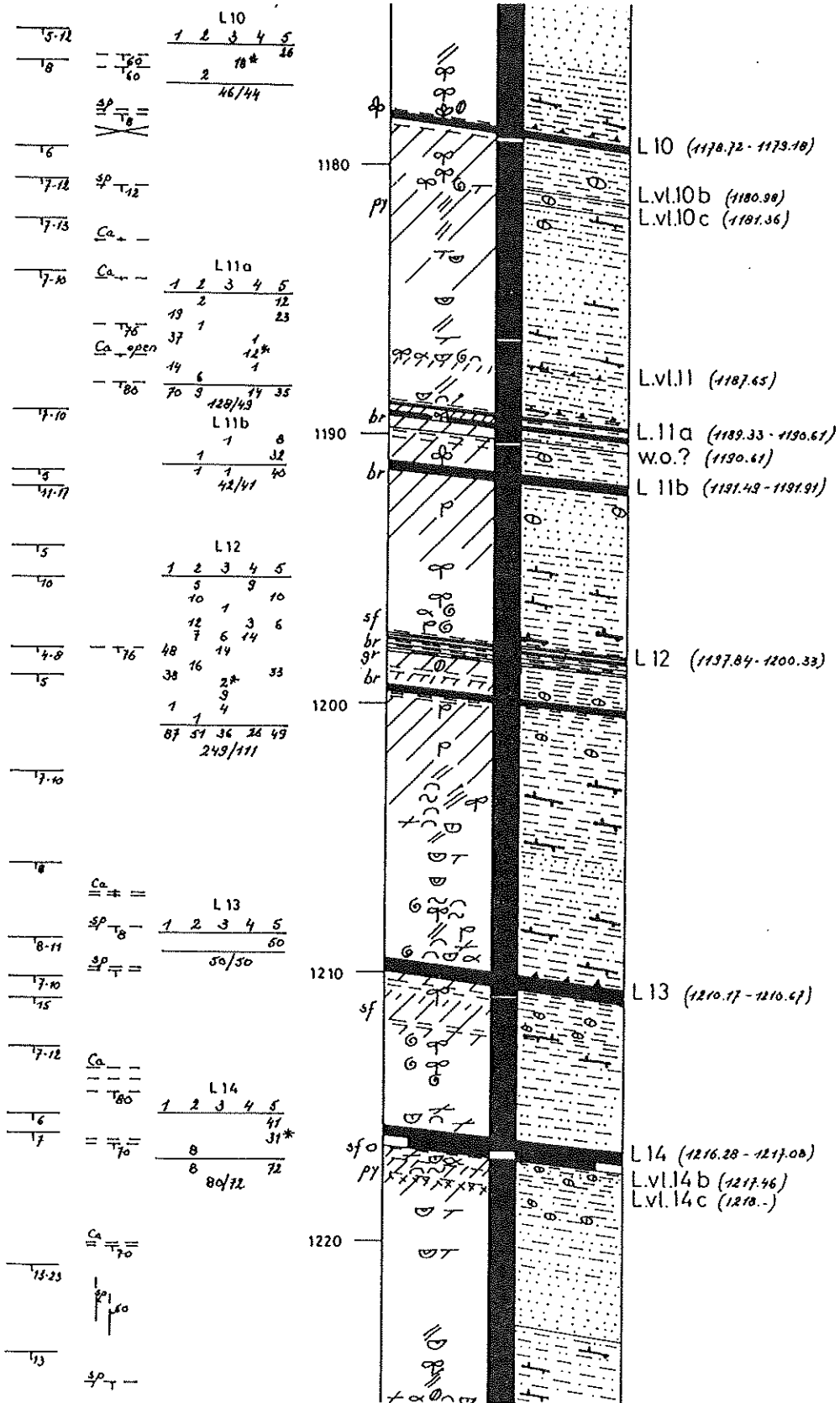
Blad 1

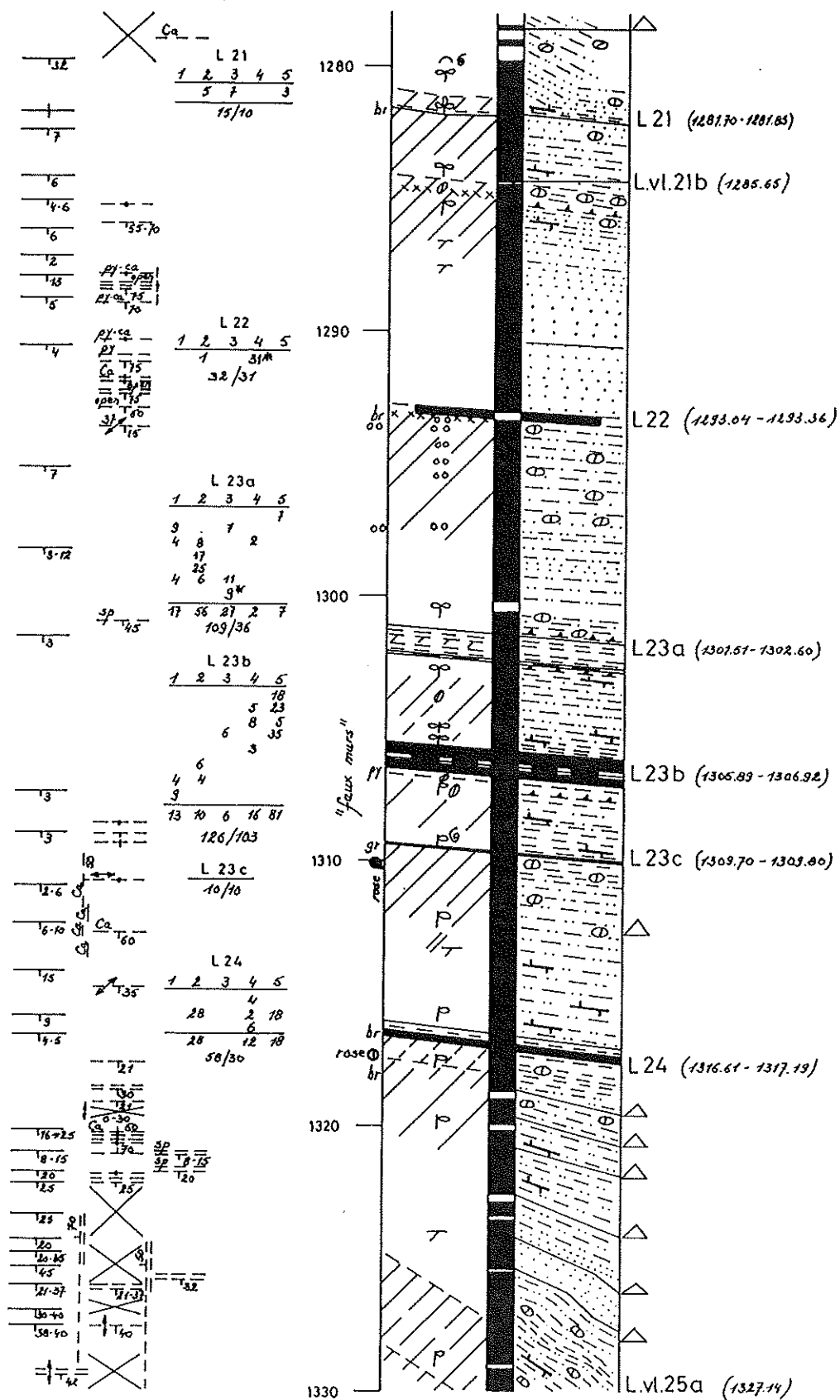
Archiefnr.	48 W 185
Lambert	X : 233.846,35. Y : 199.436,87 Z : 72,31
Bonne	X : 83.820 Y : 78.500

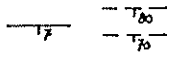
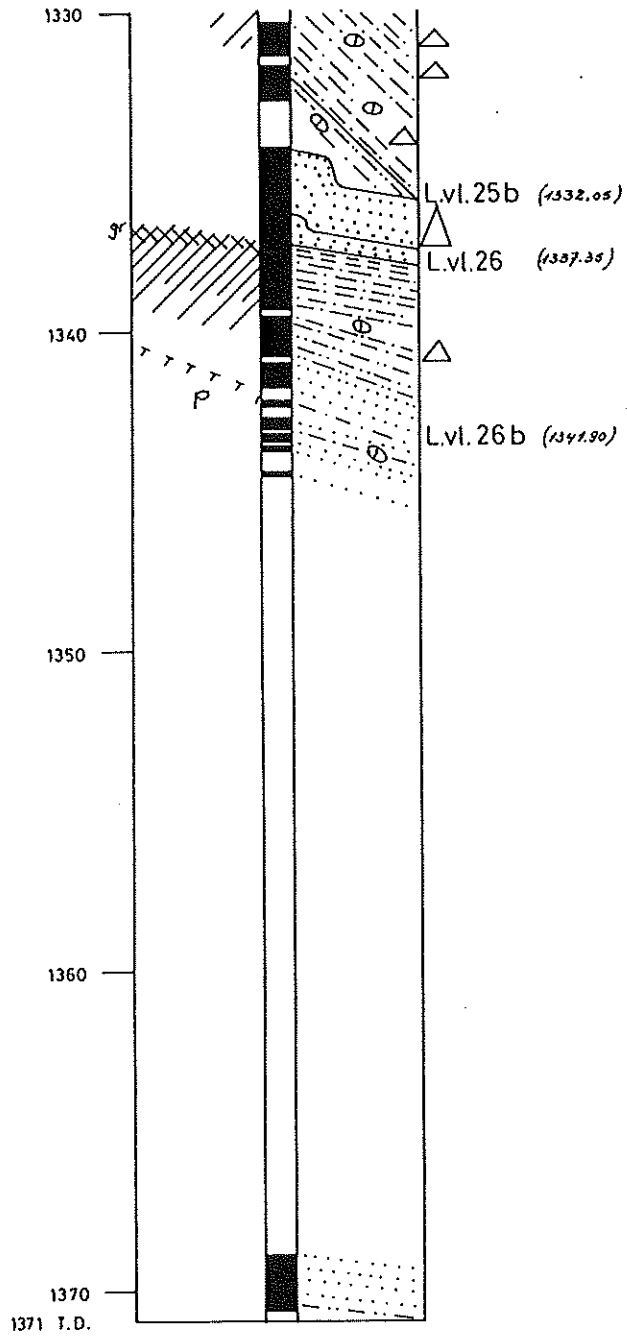
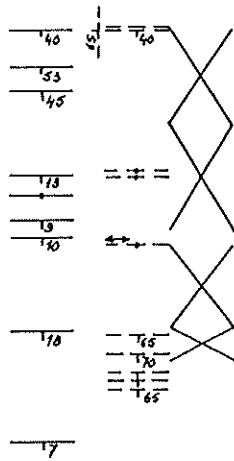








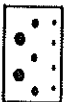



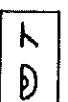





























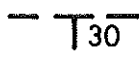


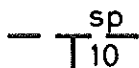
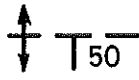

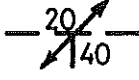


LITHOLOGY

	coal
	coal, dirty or shaly c.c.: cannel coal ; ● : tonstein
	coal laminae
	seat earth, listricated - mature - immature br : brown coloured ; gr : green coloured ; sf : sphaerosiderite
	sandstone, coarse to fine
	mudstone, ▲ : bituminous
	siltstone - silty mudstone
	ironstone, bands-nodules
	loadcast, slump-cross bedding, ripple drift
	geodes - ooids, kaolinite - pyritic
	pebbles : quartz - mudstone - coal - ironstone - sandstone
	red colouration
	pseudo-oolitic siderite

PALEONTOLOGY

	non-marine molluscs
	fish
	ostracodes
	spirorbis
	bioturbations undefined
	tracks
	burrows
	plant fossils good
	plant fossils moderate
	plant fossils poor
	megaspores
	haecksel, comminuted plant debris
	driftwood
	paleoestheria ?
	cf.aulichnites trail

TEKTONISCH

	GELAAGDHEIDSVLAK MET HELLING
	HORIZONTALE GELAAGDHEID
	SPLUTVLAK MET HELLING (Ca CALCIET, dol DOLOMIET, FeS ₂ PYRIET, qu KWARTS)
	VERTIKAAL SPLUTVLAK (MET VERPLAATSING)
	HORIZONTAAL SPLUTVLAK
	SPIEGELGLUJVLAK (MET HELLING)
	GLUJVLAK (MET HELLING) MET VERTIKALE STRIATIES
	GLUJVLAK (MET HELLING) MET HORIZONTALE STRIATIES
	GLUJVLAK (MET HELLING) MET SCHUINE STRIATIES (MET HELLING)
	VERGRUISDE LAAG
	BREUKKLEI

- vaststelling van mineralogische identifikatie kenmerken, met behulp van X-stralen diffractie (Dr. G. Stadler, Geol. Landesamt, Krefeld).
- stratigrafie identifikatie en korrelatie (Dr. K. Burger).

Slechts 1 niveau (1243,68 m) werd als tonstein geïdentificeerd en is bovendien, gezien zijn afwijkend vorm-type bestand nieuw voor de Kempen.

3.2.2. Petrografisch-mineralogisch onderzoek

3.2.2.1. Gesteinsprobe aus Teufe 1243,68 m

Vorliegende Probe stammt aus dem Floz 17 b (1243,53 bis 1243,85 m). Sie hat eine Stärke von 25 mm - in der Mitte befindet sich eine 5 mm dünne Lage mit dunkelgrauer Farbe.

Dünnschliff : Kohlentonstein ! Mikrobilder in Tafel I, II und III.

Man erkennt dichtgelagerte Kaolinitformentypen in opaker, kohligter Grundmasse. Es handelt sich um optisch isotrope und mikrokristalline Kaolinitgruppen in Grössen bis zu 0,3 mm. Dazwischen befinden sich zahlreiche, stärker doppelbrechende Täfelchen bis 0,10 mm Grösse, die sich bei gekreuzten Nicols als Spaltstücke ehemaliger Biotite erweisen. Relativ häufig sind auch typische, lamellar struierte Glimmerpseudomorphosen nach Biotit in Grössen bis zu 0,3 mm und schichtiger Einregelung. Diese ehemaligen Biotite führen bevorzugt in Lamellenrichtung perlschnurartig angeordnete, winzige Mineralpartikel - offenbar Rückstände von Titanverbindungen oder sekundären Phosphats. Bei geringer Vergrösserung zeigen diese Aggregate eine feinnarbige Oberflächenstruktur.

In quantitativ geringer Menge ist Quarz sowohl in scharf begrenzten als auch polygonalen Körnern in Grössen bis zu 80 Mikron vertreten. Ganz selten einige Feldspatkörner in gleicher Grössenordnung. Sporadische Bruchstücke idiomorpher und schwach gerundeter Zirkone.

Oberhalb und unterhalb der ca. 5 mm dünnen KTst-Lage führt die umgebende Kohle die oben genannten Kaolinitformentypen in loser Verteilung, wobei man auch sporadisch Quarz und Zirkon beobachten kann.

Röntgenanalyse R.B. 19912 : Kaolinit (gut kristallisiert),

Grandallit ca. 3%, Quarz ca. 2-3%, Pyrit ?

Ergebnis : Haupttypus : Kaolin-Kohlentonstein

Typus : Graupen-Kristalltonstein (kaolin. Biotit)

KTst.-Horizont : Dieser KTst aus dem Westfal C der Campine ist neu ! Sein Formentypenbestand weicht wesentlich von den bisher untersuchten Kohlentonsteinen ab.

Vorbehaltlich weiterer Aufschlüsse, könnte es sich um den Siegfried-KTst oder um den Parsifal KTst handeln, die auch im Ruhrkarbon als Graupentonsteine ausgebildet sind.

3.2.2.2. Gesteinsprobe aus Teufe 1216,80 m

Makroskopisch handelt es sich um ein graubräunliches Gestein von 23 mm Stärke und unruhiger Textur. Es ähnelt einem sandstreifigem Schiefertone. Nach der Teufenangabe ist es ein Bergemittel aus Flöz 14 (1216,28 bis 1217,08 m).

Dünnschliff : Normales Detritusgestein - kein Kohlentonstein.

Mikrobilder Tafel IV.

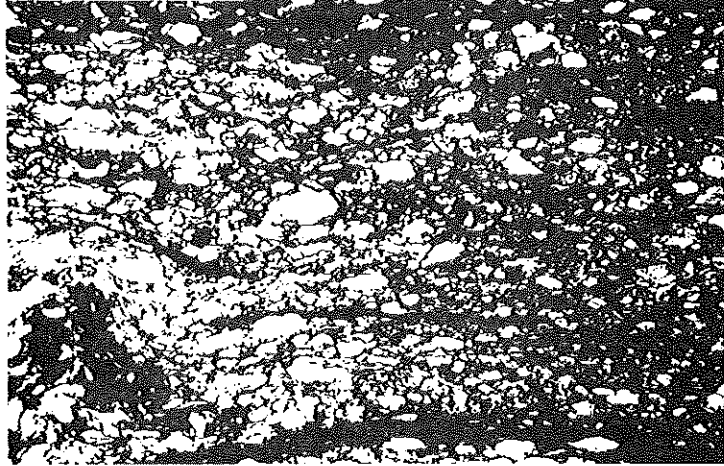
Das Gestein besteht im wesentlichen aus schwach gerundeten, eckigen und polygonalen Quarzkörnern in Grössen bis zu 200 Mikron. Die Grundmasse ist serizitisch-illitisch-kaolinitisch und von opaken Kohleresten mehr oder weniger stark durchsetzt. Eine feinwellige Schichtungstextur ist häufig. Eingelagert sind ferner schichtige Glimmer und deren Spaltstücke, sowie Kaolinit-Serizitaggregate. Auch sind Pseudomorphosen von Kaolinit nach Feldspat und einige Feldspatkörner erkennbar. Einige Feldspäte besitzen einen dünnen Karbonatsaum. Siderit ist in feinstkörnigen Ausbildung vertreten. Sporadisch gerundete Zirkone.

Röntgenanalyse R.B. 19911 : Quarz ca. 35%, Glimmer (diokt. Illit, z.T.

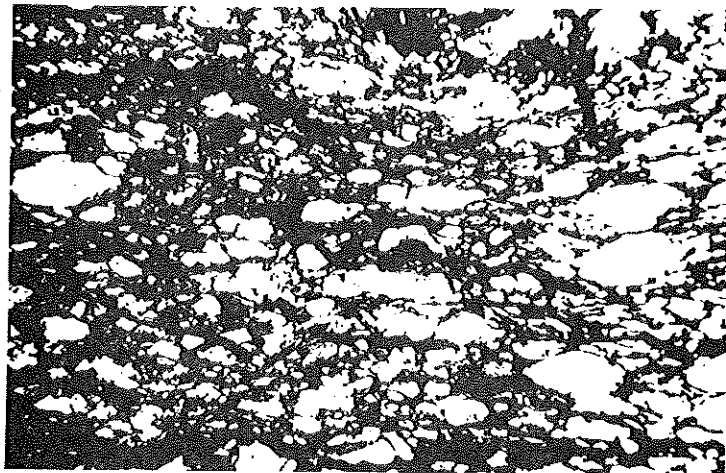
Serizit) ca. 30%, Kaolinit ca. 20%, Siderit ca. 15%, Feldspat < 1%

Ergebnis : Dünnschliffuntersuchung und Röntgenbeugungsanalyse zeigen eindeutig, dass es sich mit Sicherheit um keinen Kaolin-

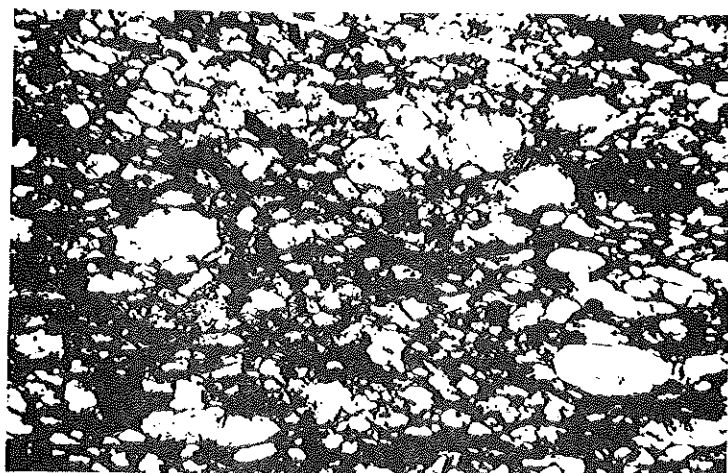
KOHLENTONSTEIN, Teufe 1243,66 m



1



2



3

Kohlentonstein handelt. Die Sedimentlage ist ein Quarzfeinsand-, Glimmer- sowie Kohle-reicher, stark Siderit- und Kaolin-führender "normaler" Tonstein. Der Kaolinit tritt in Form zersetzter, detritischer Feldspatkörner auf.

Erklärung der Mikrobild-Tafeln

Dünnschliff-Mikrobilder zum Gefüge und Mineralbestand.

Tafel I. Kohlentonstein aus 1243,68 m Teufe. Mächtigkeit ca. 5 mm

Bild 1 : Gefüge-Ubersicht. Dichtgelagerte Kaolinitformtypen in kohligter Grundmasse.

V = 30 x, Bildlänge 4,50 mm.

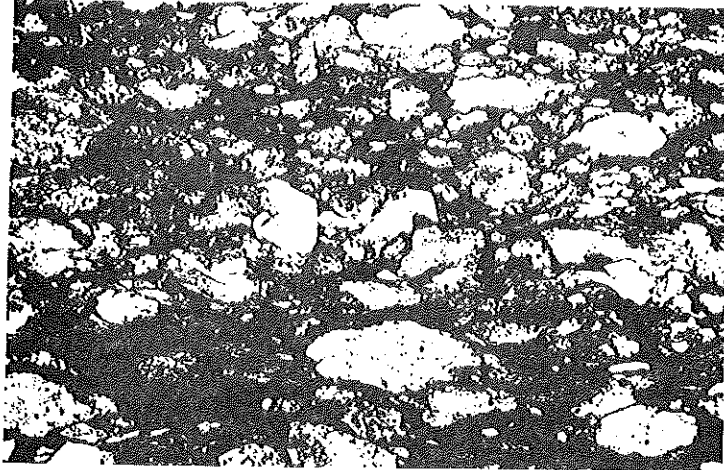
Bild 2 : Optisch isotrope Kaolinitgraupen sowie längliche Pseudomorphosen von Kaolinit nach Biotit und Kaolinitäfelchen als Spaltstücke ehemaliger Biotite. Vereinzelt Quarzkörner. Opake, kohlige Grundmasse.

V = 48 x, Bildlänge 2,00 mm.

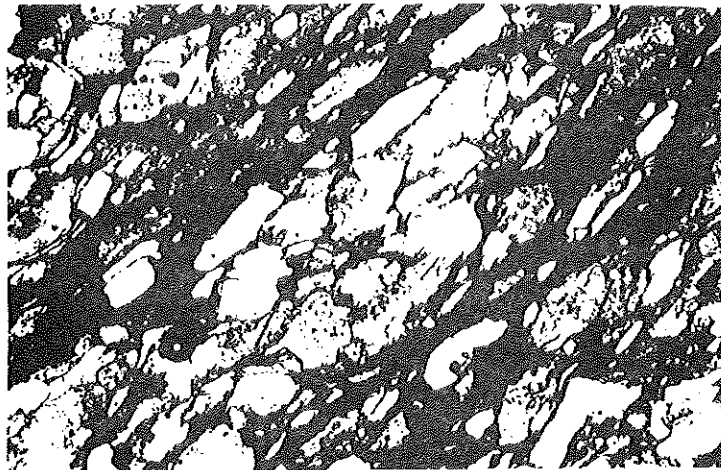
Bild 3 : Bräunlich gefärbte, optisch isotrope und mikrokristalline Kaolinitgraupen und Kaolinitäfelchen als Spaltstücke ehemaliger Biotite. Vereinzelt Quarzkörner (weiss). Kohlige Grundmasse.

V = 48 x, Bildlänge 2,00 mm.

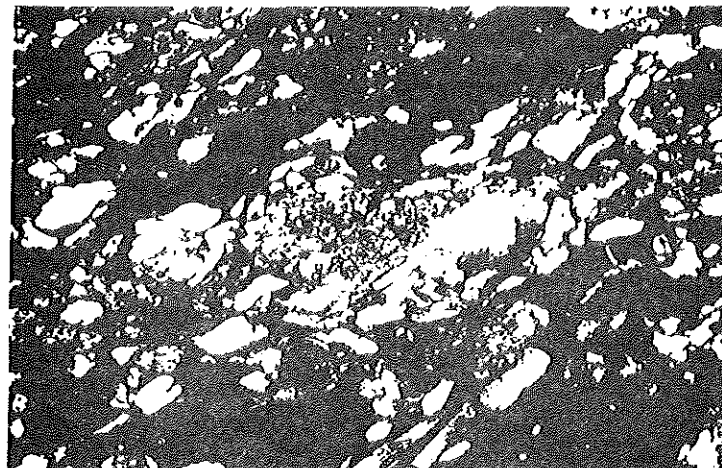
KOHLENTONSTEIN, Teufe 1243,66 m



4



5



6

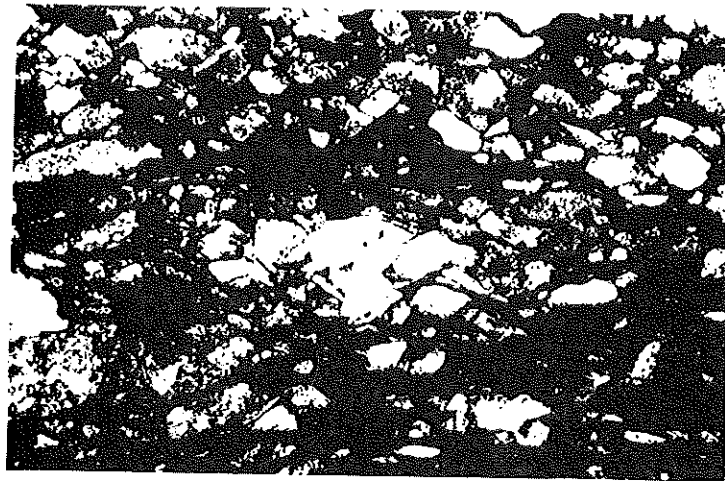
Tafel II. Kohlentonstein aus 1243,68 m Teufe. Mächtigkeit ca. 5 mm

Bild 4 : Dichtlagernde Kaolinitformtypen in opaker, kohligter Grundmasse. Kaolinitgrauen unterschiedlicher Grösse und Spaltstücke kaolinisierter Biotite. Vereinzelt Quarzkörner (weiss).
V = 85 x, Bildlänge 1,13 mm.

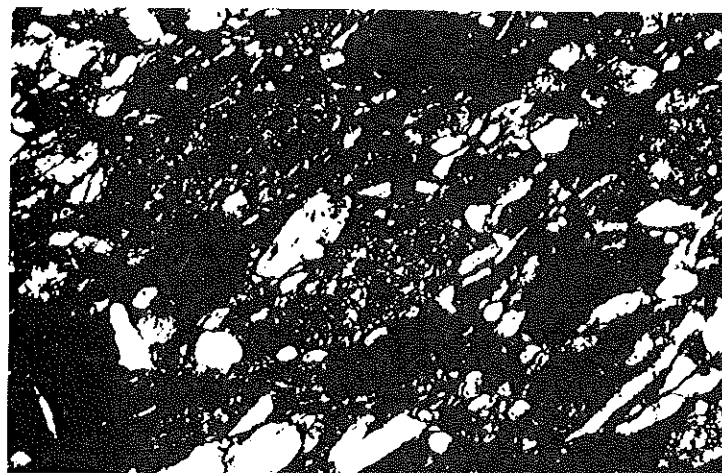
Bild 5 : Optisch isotrope und mikrokristalline Kaolinitgrauen sowie Pseudomorphosen nach Biotit und deren Spaltstücke in opaker Kohlengrundmasse. Vereinzelt Quarz.
V = 85 x, Bildlänge 1,13 mm.
Polarisator gegen Analysator in 50° Stellung.

Bild 6 : Optisch isotrope, bräunliche Kaolinitgrauen (dunkelgrau), rekristallisierende Kaolinitgrauen sowie Spaltstücke von Pseudomorphosen nach Biotit (hell) und vereinzelt Quarzkörner.
V = 85 x, Bildlänge 1,13 mm.
Polarisator gegen Analysator in 90° Stellung.

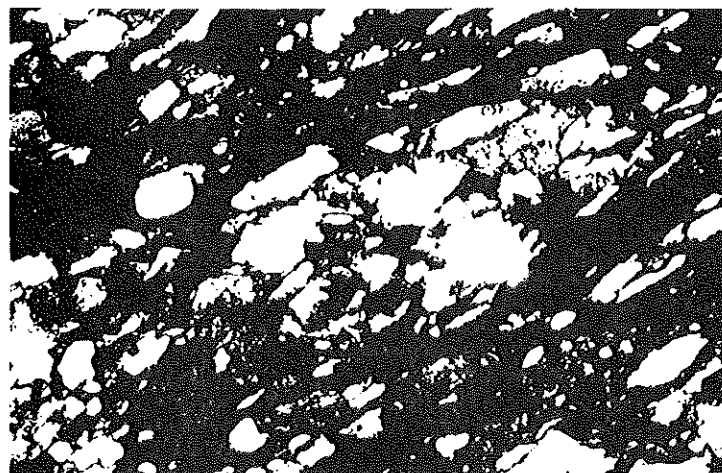
KOHLENTONSTEIN, Teufe 1243,66m



7



8



9

Tafel III. Kohlentonstein aus 1243,68 m Teufe. Mächtigkeit ca. 5 mm.

Bild 7 : Bereich mit angereicherten Quarzkörnern(weiss), vereinzelt Kaolinitgrauen und zahlreichen Spaltstücken von Kaolinit nach Biotit.

V = 85 x, Bildlänge 1,13 mm.

Polarisator gegen Analysator in 90° Stellung.

Bild 8 : Optisch isotrope und rekristallisierende Kaolinitgrauen sowie längliche Pseudomorphosen nach Biotit und Kaolinittäfelchen nach Biotit. Vereinzelt Quarzkörner.

V = 85 x, Bildlänge 1,13 mm.

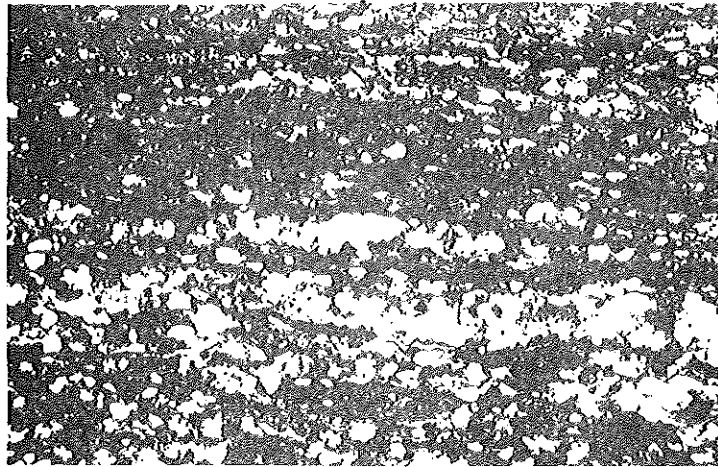
Polarisator gegen Analysator in 90° Stellung.

Bild 9 : Zahlreiche Quarzkörner (weiss), Pseudomorphosen von Kaolinit nach Biotit und deren Spaltstücke sowie vereinzelt Kaolinitgrauen in opaker, kohligter Grundmasse.

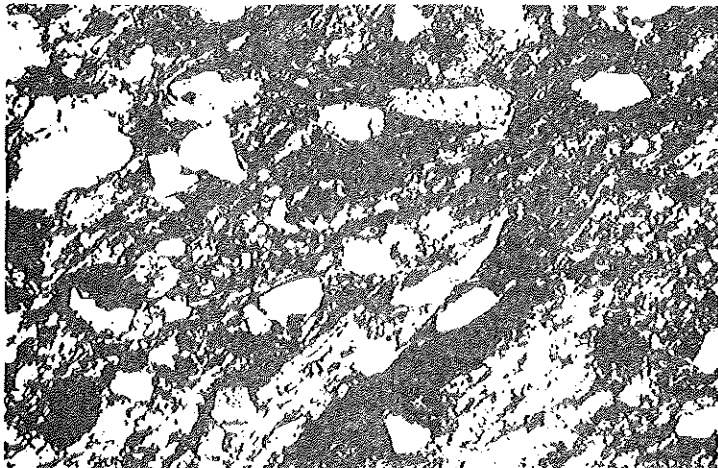
V = 85 x, Bildlänge 1,13 mm.

Polarisator gegen Analysator in 90° Stellung.

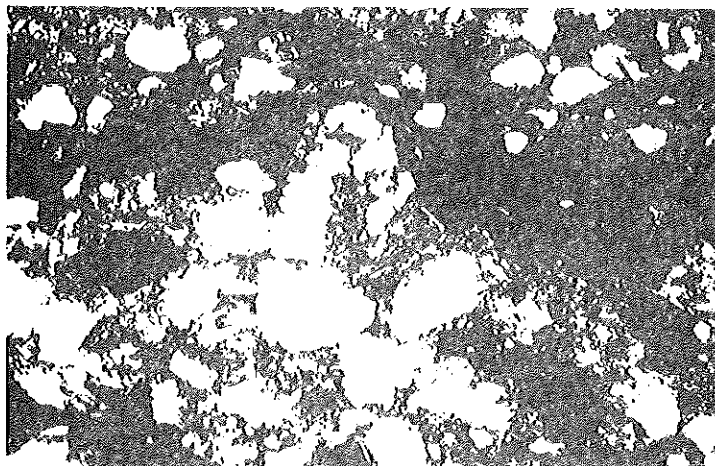
Sandiger Detritustonstein, Teufe 1216,80m



1



2



3

Tafel IV. Sandiger Detritustonstein. Teufe 1216,80 m.

Bild 1 : Gut klassierte Quarzkörner in einer von kohlig Substanz stark durchsetzten serizitisch-illitisch-kaolinitischen Grundmasse. Feinwellige Schichtungstextur.

V = 30x, Bildlänge 4,50 mm.

Polarisator gegen Analysator in 30° Stellung.

Bild 2 : Quarz- und Feldspatkörner in serizitisch-illitischer Grundmasse nebst opaken Kohleresten.

In der Bildmitte kleines Feldspatkorn mit randlicher Karbonatisierung.

V = 85 x, Bildlänge 1,13 mm.

Polarisator gegen Analysator in 50° Stellung.

Bild 3 : Quarz- und Feldspatkörner in serizitisch-illitischer Grundmasse sowie eingelagerten opaken Kohleresten. In der Bildmitte ein grösseres Feldspatkorn mit teilweiser Umsetzung in mikrokristallinen Kaoliniten.

V = 85 x, Bildlänge 1,13 mm.

Polarisator gegen Analysator in 70° Stellung.

3.3. Paleontologie

3.3.1. Megafloora

In de boring werden volgende flora-elementen aangetroffen :

- Alethopteris corsini Buisine - 1961
- Alethopteris serli (Brogniart) Goeppert - 1836
- Annularia radiata (Brogniart) Sternberg - 1825
- Annularia sphenophylloides (Zenker) Gutbier - 1837
- Asterophyllites equisetiformis (Schlotheim) Brogniart - 1828
- Calamites cisti Brogniart - 1828
- Calamites suckowi Brogniart - 1828
- Calamites undulatus Sternberg - 1820
- Cordaites Unger - 1850
- Eusphenopteris neuropteroides (Boulay) Novik - 1947
- Eusphenopteris striata (Gothan) Van Amerom - 1975
- Fortopteris latifolia (Zeiller) Boersma - 1969
- Linopteris neuropteroides (Gutbier) Zeiller - 1899
- Linopteris subbrogniarti (Grand'Eury) Fritel - 1903
- Lepidodendron obovatum Sternberg - 1820
- Mariopteris muricata (Schlotheim) Zeiller - 1879
- Mariopteris nervosa (Brogniart) Zeiller - 1879
- Mariopteris sauveuri (Brogniart) Frech - 1899
- Neuropteris chalardi Laveine - 1967
- Neuropteris obliqua (Brogniart) Zeiller - 1886
- Neuropteris parvifolia Stockmans - 1933
- Neuropteris rarinervis Bunbury - 1847
- Neuropteris scheuchzeri Hoffmann - 1826
- Neuropteris semireticulata Josten - 1962
- Neuropteris tenuifolia (Schlotheim) Brogniart - 1828
- Paripteris linguaefolia (Bertrand) Gothan - 1941
- Paripteris lunata (White)
- Paripteris pseudogigantea (Potonie) Gothan - 1941
- Reticulopteris munsteri (Eichwald) Gothan - 1941
- Sphenophyllum cuneifolium (Sternberg)Zeiller - 1879

Sphenophyllum emarginatum (Brogniart) Koenig - 1825

Sphenophyllum majus (Bronn) Bronn - 1851

Sphenophyllum myriophyllum Crepin - 1880

Enkele niveaus worden gekenmerkt door een hoge concentratie aan flora-elementen van eenzelfde soort.

Eusphenopteris striata werd tussen 1256,60 m en 1263,55 m in 29 stalen teruggevonden, acht stalen bevatten praktisch uitsluitend exemplaren van deze soort.

Neuropteris rarinervis komt tussen 1152,40 m en 1156,30 m overvloedig voor (22 stalen).

Accumulaties van *Neuropteris semireticulata* werden gevonden tussen 1260,80 m en 1262,95 m (9 stalen).

Naar analogie met Rémy W. en Rémy R. (1977) werd de paleobotanische inhoud onderverdeeld in drie grote categorieën, al naargelang het milieu waarin de planten voorkwamen.

Een eerste groep, de hydrofieten, bestaat uit flora-elementen die in en aan het water groeiden. Volgende genera, die ook in de boring aangetroffen werden, worden door de auteurs in deze groep ondergebracht : *Calamites*, *Annularia*, *Asterophyllites*, *Sphenophyllum*, *Lepidodendron* en *Sigillaria*.

De tweede groep bestaat uit waterminnende planten of hygrofieten. Deze flora-elementen kwamen voor in een milieu met een hoge watertafel. Van deze groep vonden we terug : *Eusphenopteris striata*, *Mariopteris*, *Fortopteris latifolia*, *Paripteris*, *Alethopteris*, *Neuropteris obliqua* groep en *Cordaites*.

Een laatste populatie bestaat uit elementen die drogere arealen koloniseerden. Hiertoe worden *Paleoweichselia defrancei*, *Neuropteris ovata* en *Neuropteris scheuchzeri* gerekend. Van de mesofiete groep werd enkel *Neuropteris scheuchzeri* teruggevonden; deze kwam verspreid in beide vorige associaties voor.

We hebben getracht de flora-elementen uit boring 169 in deze groepen onder te brengen. Een groot probleem hierbij is echter het feit dat alle plantenresten ingevlot zijn en er dus een menging van de verschillende groepen plaatsgevonden heeft.

Toch hebben we enkele niveaus teruggevonden met betrekkelijk hoge concentraties aan elementen uit de hydro- en hygrofiete categorieën.

Hierbij zijn we selectief tewerk gegaan : fragmenten van hygrofieten die samen voorkomen met accumulaties van hydrofieten worden uit de vermoedelijk hydrofiete associatie geweerd.

Op 10 niveaus waar in de boorbeschrijving zoetwaterfauna wordt aangegeven werden eveneens plantenstalen genomen (fauna op 1099,20 m; 1126,00 m; 1148,50 m; 1181,00 m; 1196,50 m; 1197,50 m; 1213,00 m; 1581,00 m; 1308,00 m). Opvallend hierbij is wel dat in 8 gevallen ook hydrofiele associaties werden aangetroffen.

Slechts twee maal (niveaus 1213 en 1261) werden hygrofiele flora-elementen gevonden (1210 - 1213,40 m en 1258,55 - 1262,15 m).

Volgende koollagen worden gekenmerkt door een dak met hydrofiele flora-elementen :

L2a	(1099,47 - 1099,48)	flora (1097,00)
L2b	(1100,10 - 1100,48)	(1100,45 - 1100,60)
L9	(1165,00 - 1170,61)	(1164,90 - 1165,80)
L v1 10b	(1180,98)	(1180,20)
L v1 10c	(1181,36)	(1181,00 - 1181,80)
L12	(1197,84 - 1200,33)	(1197,50 - 1197,70)
L18	(1256,73 - 1257,21)	(1256,75)
L21	(1281,70 - 1281,85)	(1281,00 - 1281,50)
L v1 21b	(1285,65)	(1284,85)
L23c	(1309,70 - 1309,80)	(1308,40 - 1309,45)

Ook daken met een hygrofiele florasamenstelling werden teruggevonden :

L v1 8	(1152,18)	flora	(1151,25 - 1152,00)
L10	(1178,72 - 1179,18)		(1178,55 - 1178,70)
L19	(1263,68 - 1264,51)		(1263,15 - 1263,55)
L23a	(1301,51 - 1302,60)		(1300,70 - 1301,20)

Conclusies kunnen uit deze constataties voorlopig nog niet getrokken worden. Hiervoor dringen vergelijkingen met andere boringen zich op, waarbij onder meer onderzocht moet worden of er inderdaad een verband bestaat tussen hydrofietaccumulaties en het voorkomen van fauna.

Gebruikte afkortingen (Fig. 8)

L.	Linopteris
N.	Neuropteris
lep.	lepidofiet
Sph.	Sphenophyllum
E.	Eusphenopteris
Cal.	Calamites
P.	Paripteris
Pec.	Pecopteris
Al.	Alethopteris
Lep.	Lepidodendron
Astero.	Asterophyllites
Annul.	Annularia
Mar.	Mariopteris
Fort.	Fortopteris
Sig.	Sigillaria

Fig. 8a : megaflora zonatie.

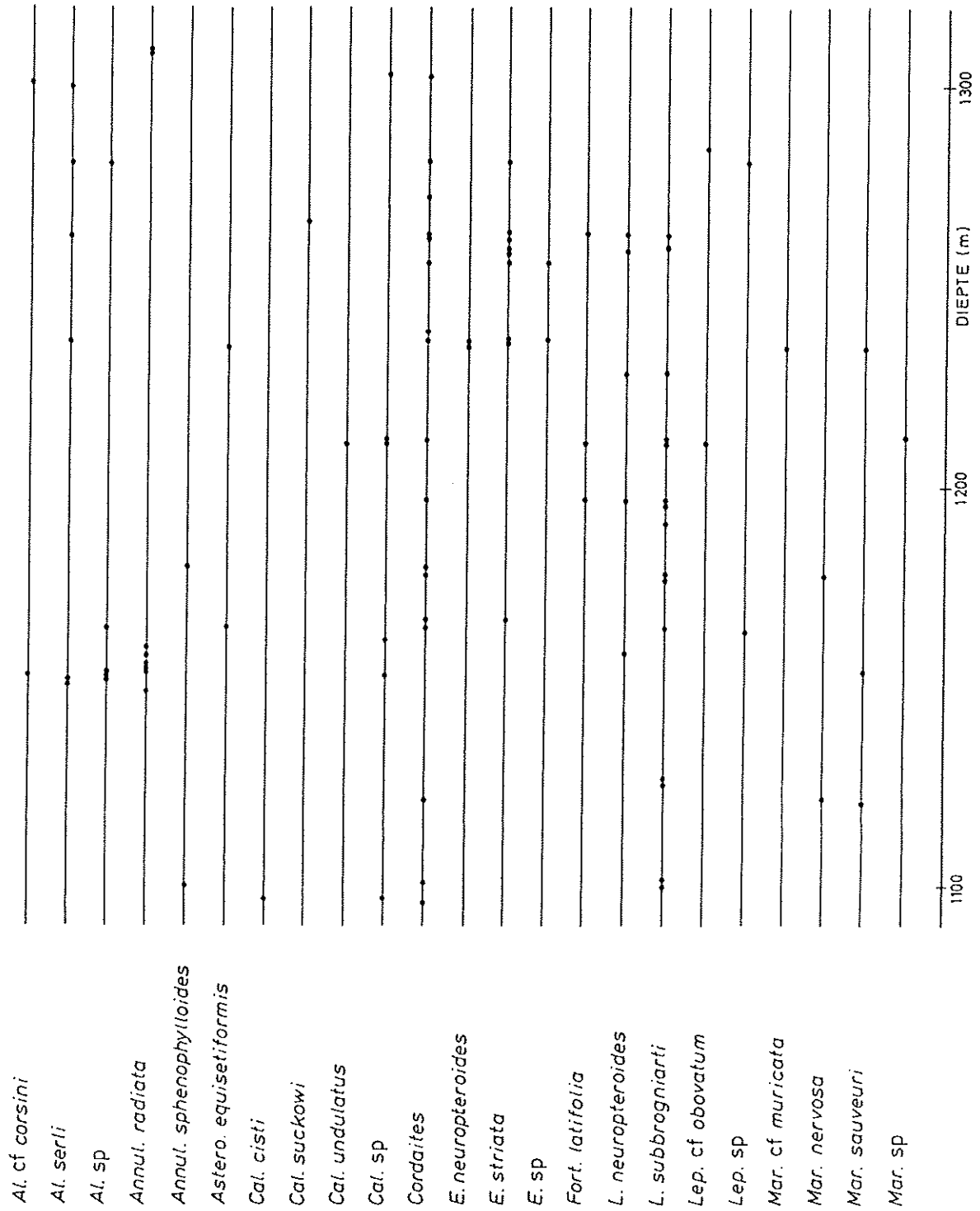
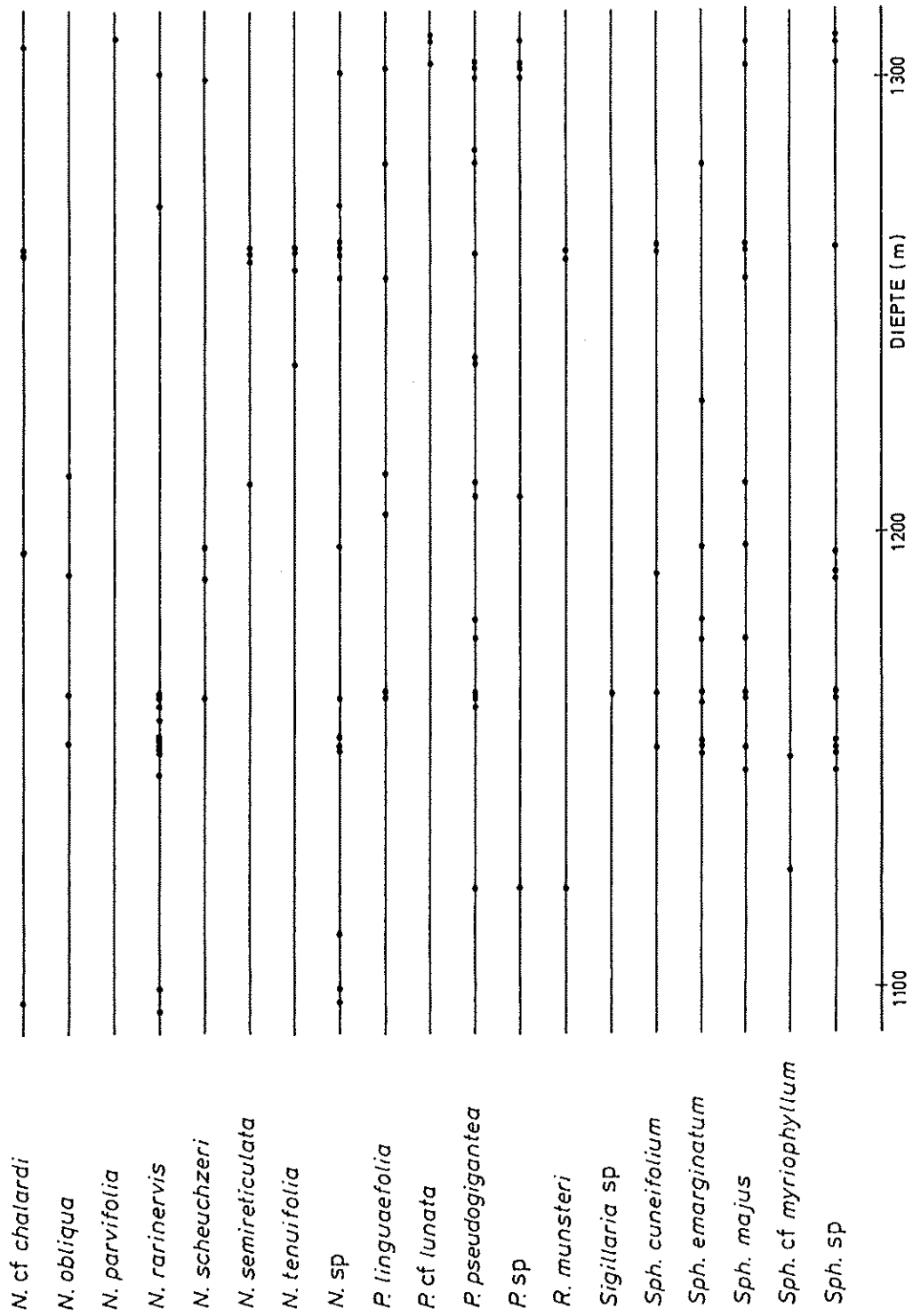


Fig. 8b : megaflorea zonatie.



3.3.2. Palynologie

In het Steenkoolterrein van boring 169 werden 22 niveaus bemonsterd, normaal overeenkomend met het dak van de steenkoollagen. Hiervan heeft slechts het bovenste niveau geen sporen opgeleverd. De verdeling van de meest karakteristieke sporen is hernomen op tabel 2.

Merkwaardig is het voorkomen van twee geremanieerde Devoonsporen op 1301,50 m (*Retispora lepidophyta* en *Retuso triletes* sp.).

De grens GS/SF (*P. granifer*-*T. sculptilis*/*T. securis*-*V. fenestrata*) ligt tussen 1243 m (L. 17b) en 1256 m (L. 18), overeenkomend met de basis van de SC4 sporozone (Somers, 1971). Deze grens ligt steeds bij de top Odin zandsteen horizont, zelf 75 tot 125 m boven de tonstein Nibelung gelegen, en bevestigt de korrelaties op basis van boorgatmetingen. Een meer uitgebreide palynologische studie van het Westphaliaan C-D in het Kempens Bekken is in voorbereiding.

3.3.3. Megasporen

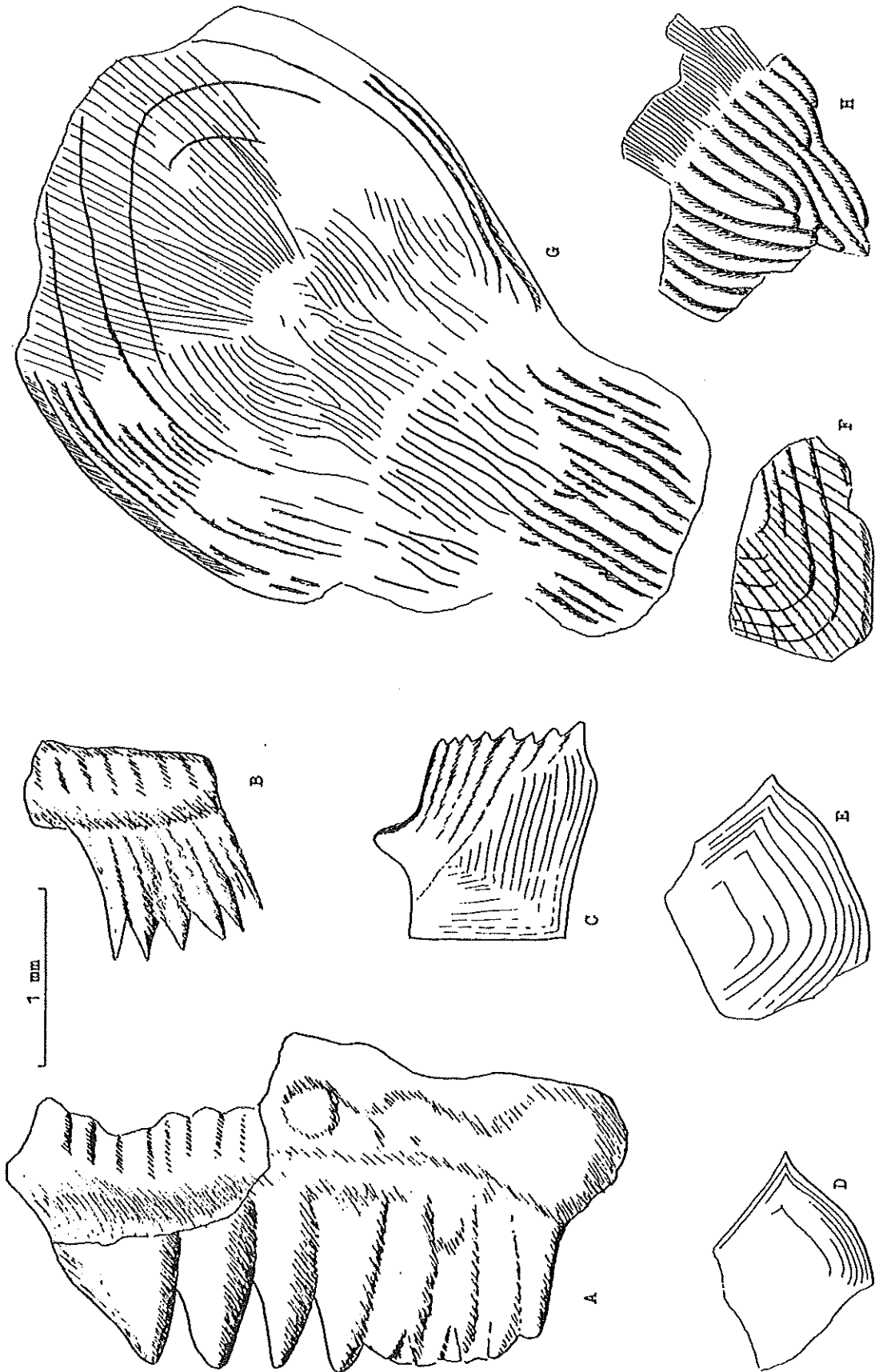
Megasporen werden onderzocht in steenkoollagen en kunnen vergeleken worden met de resultaten van eerdere studies (Pierart et al., 1984) (Tabel 3).

Megaspore interzone II wordt gekenmerkt door *Z. brasserti* (gevonden tot in laag 10) en het verschijnen van *R. dentatus* (in laag 13), in het interval tussen het voorkomen van *S. praetextus* (niet gevonden) en *S. pseudotenui spinosus* (vanaf laag 4).

Megaspore assemblage zone III wordt gekenmerkt door het gezamenlijke voorkomen van *Z. brasserti* en *S. tenuispinosus* (vanaf laag 4) in het onderste deel en het verschijnen van *T. tuberculatus* (niet gevonden) en de epibool van *R. dentatus* (niet waargenomen) in het bovendeel.

Dientengevolge behoort het interval 1090 - 1113 m zeker tot het onderste deel van de megasporen assemblage-zone III en het interval 1113 - 1210 m tot de interzone II (ev. gedeeltelijk reeds III). Het interval 1210 - 1317 m behoort tot megaspore I of waarschijnlijk reeds tot interzone II. De ligging van deze megasporenzones, zelfs al zijn hun grenzen niet nauwkeurig te bepalen, is in overeenstemming met de GS/SF miosporen grens zoals vooropgesteld in Paproth et al., (1983), en tevens met de korrelatie volgens de boorgatmetingen.

Fig. 9 : Visresten.



3.3.4. Ostracoden

Alleen niet-mariene ostracoden behorende tot het genus *Carbonita* zijn gevonden in het traject 1090,20 - 1276,05 m. Deze behoren tot de species-groepen *C. ex gr. humilis*, *C. ex gr. scalpellus* en *C. ex gr. pungens*. Deze komen al dan niet naast elkaar voor en hebben geen stratigrafische waarde binnen het Namurien tot Stephanien. De volgende monsters bevatten één of meer exemplaren van *Carbonita* :

1116.10 m, 1116.25 m, 1118.25 m, 1123.45 m, 1123.60 m, 1123.70 m,
1123.95 m, 1124.05 m, 1124.10 m, 1124.55 m, 1131.45 m, 1137.50 m,
1144.40 m, 1144.50 m, 1145.30 m, 1145.75 m, 1209.90 m, 1210.00 m,
1210.15 m, 1210.45 m, 1215.80 m, 1226.00 m, 1226.10 m, 1226.60 m,
1226.65 m, 1230.95 m, 1243.30 m, 1250.00 m.

3.3.5. Vissen

Een beperkt aantal visresten is aangetroffen in het traject 1090,20 - 1276,05 m (Fig. 9). Van stratigrafische waarde is mogelijk *Drydenius molyneuxi* (1210.00 m en 1226.00 m), welke volgens VAN DER HEIDE (1943) vooral in het Westphalien C voorkomt, maar sporadisch ook in het Westphalien A-B is aangetroffen. *Rhadinichthys* daarentegen komt hoofdzakelijk in het Westphalien A voor. Dit genus is eenmaal gevonden bij 1226.65 m.

De volgende monsters bevatten vistresten :

1124.05 m, 1145.30 m (*Rhabdoderma* cf. *tingleyense*, *Callopristodus* sp.),
1145.75 m, 1204.75 m (*Callopristodus pectinatus*), 1210.00 m (*Drydenius molyneuxi*), 1210.15 m, 1226.00 m (*Drydenius molyneuxi*), 1226.00 m,
1226.65 m (*Rhadinichthys* sp., *Rhizodopsis sauroides*) 1230.95 m
(*Rhabdoderma tingleyense*), 1231.00 m, 1250.00 m.

3.3.6. Mollusken

Net als boringen 146, 161 en 168 wordt het Karboon van boring 169 gekenmerkt door een rijke *Anthraconauta* fauna van de *A. phillipsi* zone, beantwoordend aan de beschrijven van Calver (1955), Trueman & Weir (1960) en Paproth (1978). Op het niveau 1145.15 m komt echter een dubbelschalige langgerekte vorm voor, die reeds in de richting van de Westphalian D vormen wijst.

4. STRUKTUUR

Boring 169 werd ingeplant ten noorden van het toen nog niet als dusdanig herkende lineament van Gruitrode, aan de hand van de geïnterpreteerde seismiek Meeuwen-Bree 1982 op een NW-SE gestrekte horst begrensd door de storingsen "b" en "h" (Prakla-Seismos, 1983, cf. 1.3, Fig. 10). De helling van de basislagen van het Permo-Trias bedraagt $\pm 5^\circ$ in westelijke richting. De verdieping en ook verdikking onder het subhorizontale Krijt-Tertiair pakket gebeurt slechts zeer geleidelijk op deze horst. Opvallend is de vrijwel totale afwezigheid van diaklasen in de Zechstein. De diskordantie tussen Permo-Trias en Westphaliaan is duidelijk op de seismische doorsnede (Fig. 6), maar viel niet op in de boorkernen : basisgrint van het Zechstein slechts een halve centimeter dik en helling gelijkaardig : $\pm 7^\circ$ voor het Westphaliaan, maar dan in tegengestelde zuidoostelijke richting. De boring doorsnijdt de licht gestoorde zuidrand van een NE-SW gestrekte antiklinale welving, overgaand in een brede regelmatigere syncline op de rand van het lineament van Gruitrode (Fig. 10). In tegenstelling met de jongere gereactiveerde NW-SE gerichte breuken, worden die welvingen afgesneden door het lineament van Gruitrode. De kernboring heeft twee storingszones doorboord. Een eerste, vermoedelijke satelliet van de onderliggende, zonder verticale verplaatsing, is aangetroffen tussen 1271 en 1278 m. Reeds hierboven nam vanaf 1246 m de helling stelselmatig toe tot $\pm 30^\circ$. Ook is het gesteente in de storingszone meer gespleten, met kernverlies tot gevolg (Fig. 7). In het bovenliggende pakket kan gemiddeld een splijtvlak om de 3 meter verwacht worden.

De tweede belangrijkere storingszone tussen 1318 en 1336 m was zeer sterk gespleten, eveneens met kernverliezen. Waar in het tussenliggende ongestoorde pakket de helling terug zeer gering was (3° , mogelijk ten gevolge van een kleine afwijking van het boorgat), liep deze in de onderste storingszone op tot 50° . Eronder verminderden de hellingen opnieuw tot 7° , maar met de kernopbrengst liep het tussen 1343 en 1371 m totaal fout. Vermoedelijk komt deze storingszone overeen met een kleine breuk aange troffen op seismisch profiel 8203 - V.P. 640, met een spronghoogte van ± 15 m en een afhelling naar het oosten. Deze breuk verstoort de zuidrand van de antiklinale welving en blijft hiertoe beperkt. Aan de hand van boring 169 is het mogelijk geworden het belang van het lineament van Gruitrode te preciseren (Bouckaert & Duser, 1987) en een gedeeltelijke verklaring te vinden voor de grote verschillen in ouderdom van de top Karboon onder het Zechstein abrasievlak (Tys, 1980). De verschillen in kolenvoering en sedimentatiepatronen op de structurele blokken begrensd door het lineament van Gruitrode worden verder benadrukt (5.1., 5.3.). Het lineament van Gruitrode vormt in dit gebied de oostgrens van de positieve gravimetrische anomalie van Meeuwen-Bree (Duser, 1982) die mogelijk samenhangt met een geothermische anomalie (sterk verhoogde inkoling en inkolingsgradiënten, cf. 5.2.) en temperatuur ($\pm 50^\circ\text{C}$ op 1000 m in boring 169, slechts $\pm 40^\circ\text{C}$ op dezelfde diepte in het gebied ten zuidwesten van Peer en $\pm 42^\circ\text{C}$ op 1350 m diepte in Opglabbeek). Deze anomalie hangt mogelijk samen met een basisch intrusief.

5. STEENKOOLLAGEN

5.1. Kolengehalte

In het Steenkoolterrein van boring 169 (top 1090.84 m, basis gekernd traject 1344 m, gekernde dikte 253 m) werden 26 koollagen of lege wortelbodems onderscheiden en genummerd, hetzij 1 om de 10 meter, vele ervan samengesteld met talrijke onzuiverheden en doorwortelde tussenschakelingen. De nummering is arbitrair en sekwentieel per boring; zij houdt geen rekening met korrelaties tussen verschillende boringen. Als enig criterium werd het gezamenlijk voorkomen van een nieuw dak en een nieuwe vloer

(wortelbodem) aangehouden. In totaal komen er echter 68 niveaus voor, gekenmerkt door het hernemen van een wortelbodem (Fig. 7). In tabel 4 wordt de lijst der koollagen gegeven. De opsplitsing volgens de samenstelling, zoals in voege bij K.S. wordt afgelezen van Fig. 7 (zie nota legende bij de lijst der koollagen). Tabel 5 resumeert de gegevens voor de technische winbare reserves (World Energy Conference, 1978), tabel 6 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. 26.04.84/ST-CA/30).

Bij vergelijking met vroegere steenkoolboringen van de Geologische Dienst (Dusar et al., 1986, tabel 5) blijkt dat voor hetzelfde interval (dus zonder rekening te houden met de Zandsteen van Neeroeteren) de steenkoolreserves in boring 169 gevoelig lager liggen (Tabel 7).

Het totale steenkoolgehalte (in winbare lagen en te dunne koolriffs samengeteld) nl. 6.1%, ligt slechts licht onder het gemiddelde en benadert dat van boring 146, Neerglabbeek. Het aantal koollagen blijft eveneens gelijk.

De technische steenkoolreserves tot 1327 m, aanwezig in 9 lagen bedragen 12.3 Mio.ton/km² of 5.2 Mio.ton/km² per 100 m diepte. De in-situ reserves aan potentieel ontginbare koollagen, aanwezig in slechts 2 lagen, hetzij 1 per 115 m, bedragen 3 Mio.Ton/km² of 1.3 Mio.ton/km² per 100 m diepte. Deze cijfers steken schril af tegenover die der boringen in het oostelijk gelegen gebied Neeroeteren-Rotem, waar de ontginbare reserves proportioneel een groter aandeel vormen van de aanwezige steenkolen, en twee en een half tot viermaal zo groot zijn (zonder de Zandsteen van Neeroeteren). De gemiddelde kooldikte van de ontginbare lagen, 110 cm, ligt eveneens onder het gemiddelde van het gebied Neeroeteren-Rotem (125 cm), maar is statistisch minder betrouwbaar.

Het lineament van Gruitrode wordt ingeroepen als verklaring voor deze tegenstelling (zie hoofdstuk 4).

De eerder geringe kwaliteit van de beide potentieel ontginbare lagen (resp. 63 cm en 81 cm reinkool, zwavelgehaltes om de 2%), en de grote dikte van de dekterreinen (+ 1000 m), dragen er eveneens toe bij dat conventionele ontginning in het gebied ten noordwesten en westen van Gruitrode onwaarschijnlijk is.

Noot : legende bij de lijst der koollagen (Fig. 6 - Tabel 1)

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

2 = licht 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 $\frac{\text{macht}}{\text{opening}}$

G = gewichtsverhouding $\frac{\text{macht} \times 1.35}{\text{macht} \times 1.35 + \text{ballast} \times 2.3}$

* 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 ≥ 100 cm macht

> 50% G

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).

- Synpose der nationalen Richtlinien 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.

Tabel 4 : KB 169 - Lijst der koollagen

Top Karboon 1090,84 m

<u>Laag_nummer</u>	<u>Top</u>	<u>Basis</u>	<u>Opening/macht</u>
L v1 1	-----	1095.55	-----
L 2a	1099.47	1099.48	1/1
L 2b	1100.10	1100.48	38/18
L 3	1102.24	1102.46	22/19
L 4	1112.54	1113.16	62/32
L 5	1121.02	1121.60	58/58
L 6a	1125.50	1125.75	25/32
L 6b	1127.07	1127.16	9/5

L 6c	1129.34	1129.57	23/23
L 6d	1131.70	1131.72	2/2
L 6e	1134.48	1134.71	23/20
L 6f	1137.82	1137.98	16/16
L 7	1145.75	1145.80	5/5
L v1 8	-----	1158.18	-----
L 9	1165.88	1170.61	473/173
L 10	1178.72	1179.18	46/44
L v1 10b	-----	1180.98	-----
L v1 10c	-----	1181.36	-----
L v1 11	-----	1187.65	-----
L 11a	1189.33	1190.61	128/49
L 11b	1191.49	1191.91	42/41
L 12	1197.84	1200.33	249/111
L 13	1210.17	1210.67	50/50
L 14	1216.28	1217.08	80/72
L v1 14b	-----	1217.46	-----
L v1 14c	-----	1218.00	-----
L 15	1226.83	1227.64	81/61
L 16	1231.04	1231.76	72/72
L 17	1237.87	1238.05	18/14
L 17b	1243.53	1243.85	-----
L 17c	1244.72	1244.82	316/47
L 17d	1248.81	1252.91	410/155
L 18	1256.73	1257.21	48/43
L 19	1263.68	1264.51	83/71
L v1 20	-----	1271.18	-----
L 21	1281.70	1281.85	15/10
L v1 21b	-----	1285.65	-----
L 22	1293.04	1293.36	32/31
L 23a	1301.51	1302.60	109/36
L 23b	1305.89	1306.92	126/103
L 23c	1309.70	1309.80	10/10
L 24	1316.61	1317.19	58/30
L v1 25a	-----	1327.14	-----
L v1 25b	-----	1332.05	-----

L v1 26	-----	1337.35	-----
L v1 26b	-----	1341.90	-----

Tabel 5 : KB 169 - Lijst der koollagen, technische reserves (macht \geq 60 cm)

<u>Laag</u>	<u>Diepte</u>	<u>Opening</u>	<u>Macht</u>	<u>Vol %</u>	<u>Gewicht %</u>
9	1170.61	473	173	37	25
11	1191.91	258	90	35	24
12	1200.33	249	111	45	32
14	1217.08	80	72	90	84
15	1227.64	81	61	75	64
16	1231.76	72	72	100	100
17d	1252.91	410	155	38	26
17d ^{**}	1252.91	159	116	73	61
19	1264.51	83	71	86	77
23b	1306.92	126	103	82	72

<u>Aantal</u>	<u>gem/m</u>	<u>cum.opening</u>	<u>cum.macht</u>	<u>Gem. Vol.</u>	<u>Gem. G.</u>
9	1/26	1832	908	65	56
		gem.	gem.		
		204	101		

Tabel 6 : Lijst der potentieel ontginbare lagen, bankrecht gekorrigeerd (macht \geq 90 cm, G % \geq 50)

<u>Laag</u>	<u>Opening</u>	<u>Macht</u>	<u>Gew %</u>	<u>VM %</u>	<u>As %</u>	<u>S %</u>
17d ^{**}	158	115	61	29.3	4.9	1.88
23b	125	102	72	29.8	4.7	2.03

Tabel 7 : KB 169 - Steenkoolreserves

Dikte gekernd Karboon 253 m, ongestoord 237 m.

	Kolengehalte	Reservesmacht ≥ 60 cm	Reservesmacht ≥ 60 cm G % ≥ 50	Reservesmacht ≥ 90 cm G % ≥ 50
Kumulatieve kooldikte in cm	1454	908	495	219
Volume % kool	6.1	3.8	2.1	0.9
Gemiddelde macht in cm	-	101	83	110
Kumulatieve opening in cm	-	1832	601	285
Volume % opening	-	7.7	2.5	1.2
Gemiddelde opening in cm	-	204	100	143
Aantal lagen	68	9	6	2
Aanwezige Tonnemaat Mio.ton/km ²	19.6	12.3	6.7	3.0
Tonnemaat per 100 m diepte	8.3	5.2	2.8	1.3

5.2. Steenkoolanalyses

Alle hieronder vermelde analyses werden uitgevoerd op het INIEX (Nieb) te Luik, volgens het schema reeds gevolgd voor boring 161 (Boonen, Dugar & Somers, 1985) en 168 (Dugar et al., 1986). De koollagen werden representatief bemonsterd. In totaal werden 19 monsters, gespreid over de boring en bij voorkeur afkomstig uit de dikkere lagen geanalyseerd.

De volgende analyses werden uitgevoerd :

- proximaal analyse = vluchtige bestanddelen (MV), as (A), watergehalte (H₂O) gewichtsverdeling (FL = drijvend monster) (tabel 8, figs. 10-11).
- ultiemaat analyse = C, H, N, O (tabel 9)
- zwavel, totaal en pyritisch (tabel 10)
- calorische waarde (tabel 11)
- zwellingsindex (tabel II, IG)
- dilatometrie (tabel 12)
- reflektiviteit (tabel 13, PR)
- maceraal analyse = Vitriniet, Exiniet, Inergiet, Mineraal (tabel 13)
- microlithotypen (tabel 14)
- EEG classificatie van steenkolen (tabel 11).

nb. het INIEX nummer verwijst naar het volgnummer der steenkoolanalyses uitgevoerd door het Nieb voor de Geologische Dienst. Korrelatiemet de laagnummers van boring 169 staat in tabel 8; d = droog, ad = asdroog, daf = droog asvrij.

De steenkool bestaat uit gasvlamkool aan de top over 25 m, en hoofdzakelijk uit gaskool (vetkool B naar Belgische norm), gekenmerkt door een afname in het gehalte aan vluchtige bestanddelen van 35% naar 28%. Hierdoor is de steenkool geschikt voor verkooling (tab. 11-12).

Het gehalte aan vluchtige bestanddelen neemt normaal af tot laag 17, waaronder het enigszins stabiliseert. Dit gaat gepaard met een analoge omzetting van exiniet in vitriniet tot dezelfde diepte. Het koolstofgehalte en de vitriniet reflectiviteit blijven echter geleidelijk toenemen. Tegelijkertijd verandert de vitriet-clarietverhouding van 12-30% naar 31-17%.

Het calorisch vermogen en de zwellingsindex blijven vrij konstant, maar verhogen daarentegen lichtjes in de onderste monsters. Het as- en zwavelgehalte liggen duidelijk hoger dan in het kolenveld van Neeroeteren-Rotem : gemiddeld 3.8% as in boring 169 tegenover 3% in boring 168 (Opoeteren); gemiddeld 1.42% zwavel waarvan 1/3 pyritisch in boring 169 tegenover 1.12% in boring 168 (Dusar et al., 1986). Volgens de EEG classificatie behoren de meeste steenkoollagen tot categorieën 534-535. De inkolingsgradiënt bedraagt in de boring 169 per 100 m diepte toename 0.09% toename in de maximale vitriniet reflectiviteit (0.2% op 220 m), 2.7% afname in het gehalte aan vluchtige bestanddelen (6% op 220 m). Dit impliceert dat de inkolingsgradiënt meer dan het dubbele bedraagt t.o.v. het kolenveld Neeroeteren-Rotem. Deze verhoging van inkolingsgradiënt, en ook van de inkolingswaarde zelf in noordwestelijke richting, werd reeds op geleidelijke wijze vastgesteld tussen de boringen van Rotem/Opoeteren en van Neenglabbeek (Dusar, 1982).

Tabel 8 : Proximaal analyse (in %)

N° INIEX	LAAG	FL	Hé ad	As		MV		daf
				ad	d	ad	d	
94	2b3	30.4	1.4	4.1	4.2	30.7	31.1	32.4
95	4	60.2	1.2	3.4	3.5	33.5	33.9	35.2
96	5	87.6	1.2	2.3	3.3	32.0	32.4	33.2
97	6af	37.9	1.1	6.4	6.5	30.2	30.5	32.6
98	7	19.6	1.4	6.9	7.0	30.2	30.6	32.9
99	9	50.2	1.0	4.9	5.0	30.9	31.2	32.9
100	10	84.1	0.8	1.9	1.9	30.8	31.0	31.6
101	11	77.4	0.8	3.1	3.1	29.9	30.2	31.1
102	12	23.6	1.2	5.2	5.2	28.6	29.0	30.6
103	13	69.2	1.2	3.8	3.9	28.9	29.3	30.5
104	14	81.2	1.3	2.4	2.4	29.7	30.1	30.9
105	15	65.5	1.5	2.7	2.8	29.0	29.5	30.3
106	16	51.7	1.3	5.1	5.2	28.0	28.4	29.9
107	17	37.0	1.2	4.9	4.9	27.5	27.8	29.3
108	18	62.6	1.1	2.0	2.0	27.2	27.5	28.1
109	19	72.5	1.1	1.9	1.9	27.2	27.5	28.1
110	21	23.8	1.3	3.5	3.6	28.7	29.1	30.2
111	23	48.8	1.0	4.7	4.7	28.1	28.4	29.8
112	24	38.5	1.2	3.6	3.6	26.7	27.0	28.0
Mid.		53.8	1.2	3.8	3.9	29.4	29.7	30.9
Van		19.6	0.8	1.9	1.9	26.7	27.0	28.0
Tot		87.6	1.5	6.9	7.0	33.5	33.9	35.2

Tabel 9 : Ultimaat analyse (in %)

INIEX	C			H			N			O		
	ad	d	daf	ad	d	daf	ad	d	daf	ad	d	daf
94	82.5	83.6	87.3	6.28	6.37	6.64	1.52	1.54	1.61	3.5	3.6	3.7
95	82.8	83.8	86.8	6.72	6.80	7.05	1.47	1.49	1.54	3.1	3.2	3.3
96	83.8	84.8	86.8	6.46	6.54	6.69	1.59	1.61	1.65	3.5	3.6	3.7
97	79.5	80.4	85.9	6.24	6.31	6.75	1.40	1.42	1.51	2.8	2.8	3.0
98	79.0	80.1	86.1	6.31	6.40	6.88	1.40	1.42	1.53			
99	81.5	82.4	86.7	6.38	6.44	6.78	1.45	1.46	1.54	3.0	3.0	3.1
100	85.4	86.0	87.7	6.63	6.68	6.81	1.47	1.48	1.51	2.9	2.9	2.9
191	84.2	84.9	87.6	6.55	6.60	6.82	1.45	1.46	1.51	2.7	2.7	2.8
192	82.2	83.2	87.8	6.27	6.34	6.69	1.38	1.40	1.47	2.6	2.6	2.7
103	81.8	82.9	86.2	4.81	4.87	5.07	1.45	1.47	1.53	5.4	5.5	5.7
194	82.9	84.0	86.1	5.03	5.10	5.23	1.62	1.64	1.68	5.2	5.3	5.4
105	83.8	85.1	87.5	4.89	4.96	5.11	1.46	1.48	1.52	4.8	4.9	5.0
106	81.6	82.6	87.1	4.72	4.78	5.04	1.34	1.36	1.43	4.7	4.8	5.1
107	81.2	82.2	86.4	4.81	4.87	5.12	1.38	1.40	1.47	4.8	4.8	5.1
108	84.8	85.8	87.6	4.87	4.93	5.03	1.43	1.45	1.48	4.8	4.9	5.0
109	84.9	85.9	87.5	4.81	4.86	4.96	1.36	1.37	1.40	4.9	5.0	5.1
110	83.1	84.2	87.3	4.85	4.91	5.09	1.47	1.49	1.54			
111	82.4	83.2	87.3	4.70	4.75	4.98	1.45	1.46	1.54	3.9	3.9	4.1
112	83.5	84.6	87.7	4.78	4.84	5.02	1.49	1.51	1.56	4.1	4.2	4.3
Mid.	82.7	83.7	87.0	5.58	5.65	5.88	1.45	1.47	1.53	3.9	4.0	4.1
Van	79.0	80.1	85.9	4.70	4.75	4.96	1.34	1.36	1.40	2.6	2.6	2.7
Tot	85.4	86.0	87.8	6.72	6.80	7.05	1.62	1.64	1.68	5.4	5.5	5.7

Tabel 10 : Zwavel (in %)

N° INIEX	Stot			Spir		
	ad	d	daf	ad	d	daf
94	0.72	0.73	0.76	0.08	0.08	0.08
95	1.31	1.33	1.37	0.35	0.35	0.37
96	1.14	1.15	1.18	0.33	0.33	0.34
97	2.57	2.60	2.78	1.16	1.17	1.25
98						
99	1.76	1.78	1.87	0.60	0.61	0.64
100	1.02	1.03	1.05	0.28	0.28	0.29
101	1.16	1.17	1.21	0.31	0.31	0.32
102	1.25	1.26	1.33	0.47	0.48	0.50
103	1.43	1.45	1.51	0.52	0.53	0.55
104	1.52	1.54	1.58	0.46	0.47	0.48
105	0.83	0.84	0.87	0.14	0.14	0.15
106	1.25	1.27	1.34	0.44	0.45	0.47
107	1.77	1.79	1.88	0.72	0.73	0.77
108	0.89	0.90	0.92	0.23	0.23	0.24
109	1.03	1.04	1.06	0.34	0.34	0.35
110						
111	1.91	1.93	2.03	0.46	0.46	0.49
112	1.32	1.34	1.39	0.38	0.38	0.40
Mid	1.35	1.36	1.42	0.43	0.43	0.45
Van	0.72	0.73	0.76	0.08	0.08	0.08
Tot	2.57	2.60	2.78	1.16	1.17	1.25

Tabel 11 : Calorisch vermogen (PC, in KJ/kg) Zwellingsindex (IG)

N° INIEX	MV daf	IG	PCsup			PCinf			EEG classi- ficatie
			ad	d	daf	ad	d	daf	
94	32.4	8.5	33420	33880	35345	32095	32570	33980	533
95	35.2	8.5	33930	34340	35530	32520	32940	34080	635
96	33.2	8.5	34245	34655	35420	32885	33310	34045	634
97	32.6	8.5	32515	32880	35005	31205	31580	33615	534
98	32.9								
99	32.9	8.5	33340	33675	35355	32005	32345	33960	535
100	31.6	8.5	34760	35025	35665	33375	33645	34265	535
101	31.1	8.5	34130	34410	35475	32760	33050	34070	535
102	30.6	8.5	33130	33520	35310	31810	32215	33930	534
103	30.5	8.5	33690	34110	35410	32670	33105	34370	535
104	30.9	9.0	34380	34845	35655	33315	33795	34580	535
105	30.3	8.5	34265	34790	35755	33225	33770	34705	535
106	29.9	8.0	33410	33835	35625	32410	32850	34585	534
107	29.3	9.0	33545	33935	35600	32530	32935	34545	535
108	28.1	9.0	34925	35325	36.025	33895	34310	34990	535
109	28.1	8.5	34890	35275	35910	33875	34275	34890	535
110	30.2								
111	29.8	9.0	33770	34120	35745	32780	33140	34720	535
112	28.0	8.5	34135	34555	35795	33120	33555	34760	535
Mid.	30.9	--	33910	34305	35565	32735	33140	34360	
Van	28.0	8.0	32515	32880	35005	31205	31580	33615	
Tot	35.2	9.0	34925	35325	36025	33895	34310	34990	

Tabel 12 : Dilatometrie

N° INIEX	T1 °C	T2 °C	T3 °C	a%	b%
94	370	415	450	-35	48
95	365	410	460	-33	158
96	370	410	455	-33	123
97	370	410	455	-29	71
98					
99	365	400	455	-28	165
100	370	410	460	-30	172
101	375	410	460	-27	153
102	375	410	460	-30	130
103	365	405	455	-27	186
104	365	400	460	-27	261
105	365	405	460	-32	171
106	370	410	460	-30	125
107	370	410	460	-24	155
108	380	415	465	-31	152
109	370	415	460	-34	156
110					
111	365	400	460	-25	231
112	375	410	470	-30	163
Van	365	400	450	-35	48
Tot	380	415	470	-24	261

Tabel 13 : Reflectiviteit (PR), Maceraal analyse (in vol%)

N° INIEX	MV daf	PRm %	V	E	I	Min	V	E (daf)	I
94	32.4	1.02	58	19	22	1	59	19	22
95	35.2	1.00	62	19	17	2	63	19	17
96	33.2	1.02	63	16	20	1	64	16	21
97	32.6	1.05	72	14	10	4	75	14	10
98	32.9	1.06	72	15	7	6	76	16	8
99	32.9	1.03	67	16	14	3	69	16	15
100	31.6	1.07	61	15	23	1	62	15	23
101	31.1	1.08	64	17	18	2	65	17	18
102	30.6	1.13	69	13	15	2	71	14	16
103	30.5	1.10	64	14	19	2	66	14	20
104	30.9	1.06	68	16	14	2	70	16	14
105	30.3	1.11	63	13	22	2	64	13	23
106	29.9	1.07	57	15	26	2	58	15	27
107	29.3	1.12	71	10	16	2	73	11	17
108	28.1	1.17	73	10	16	1	74	10	16
109	28.1	1.14	69	8	22	1	70	8	22
110	30.2	1.18	79	9	11	1	80	9	11
111	29.8	1.18	70	9	19	2	72	9	19
112	28.0	1.24	78	8	12	2	80	8	12
Mid	30.9	1.10	67	13	17	2	69	14	17
Van	28.0	1.00	57	8	7	1	58	8	8
Tot	35.2	1.24	79	19	26	6	80	19	27

Tabel 14 : Microlithotypes (in vol%)

N°INIEX	Vit.	Lip.	Iner.	Clar.	Dur.	Vint.	Trim.	Ster.
94	12	0	8	30	3	9	37	2
95	9	0	4	29	3	8	43	4
96	15	1	4	29	5	10	34	3
97	15	0	1	35	0	8	31	10
98	30	0	1	34	1	4	18	11
99	20	0	3	31	2	6	32	5
100	14	0	6	18	2	10	47	3
101	14	0	3	27	4	11	37	4
102	21	0	3	26	4	8	34	4
103	21	0	3	22	5	14	31	4
104	20	0	3	24	0	13	35	5
105	13	0	7	22	1	12	40	4
106	18	0	7	18	5	12	35	4
107	31	0	3	22	4	12	22	6
108	34	0	4	16	1	17	26	1
109	36	0	6	13	1	16	24	3
110	40	0	8	28	0	5	15	3
111	31	0	4	11	2	22	25	4
112	31	0	3	17	0	18	28	3
Mid.	22	0	4	24	2	11	31	4
Van	9	0	1	11	0	4	15	1
Tot	40	1	8	35	5	22	47	11

Fig. 11 : Inkolingsgradiënt volgens koolstofgehalte (C), vluchtige bestanddelen (MV), reflektiviteit (P.R.M.), zwellingsindex (I.G.) en calorische waarde (P.C.s.).

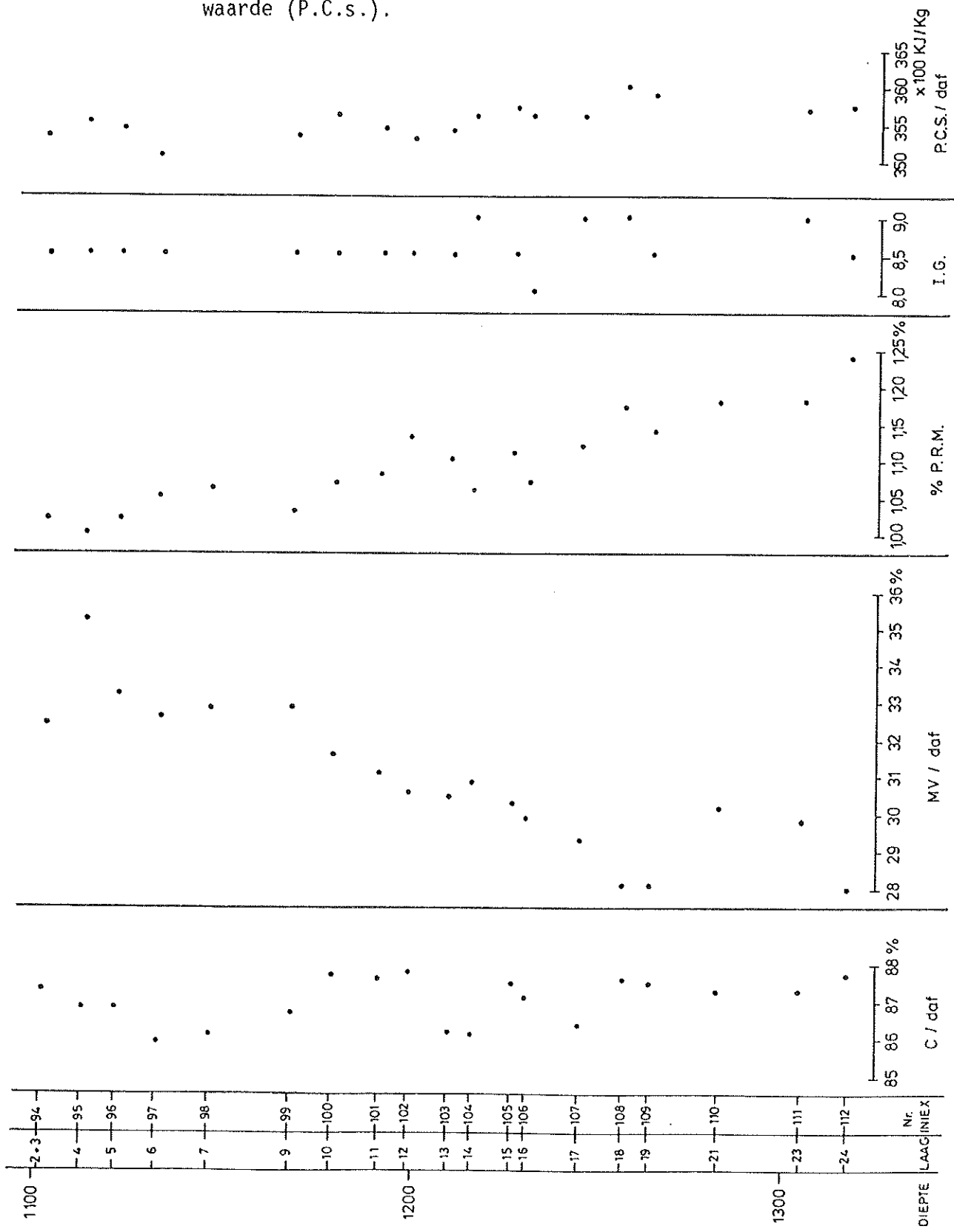
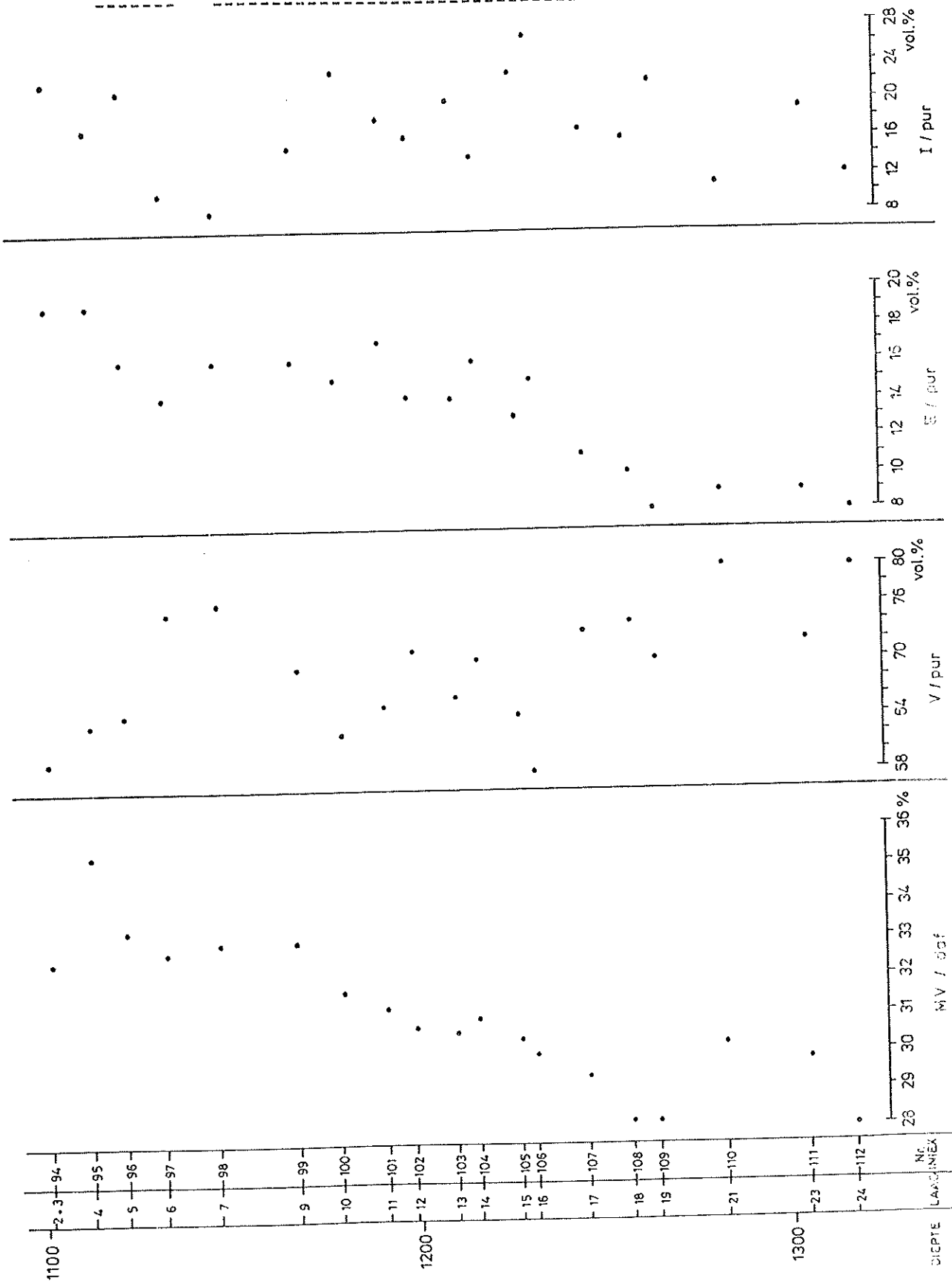


Fig. 12 : Evolutie vluchtige bestanddelen en maceraal samenstelling.



5.3. Korrelaties van koollagen

Gezien het aanzienlijke verschil in sedimentatie omstandigheden en subsidentiesnelheid tussen het kolenveld van Meeuwen-Gruitrode en van Neeroeteren-Rotem, is het niet mogelijk een laag per laag korrelatie op onbetwistbare wijze uit te voeren. Toch lijkt de korrelatie van het ongestoord pakket in boring 169 met het interval tussen lagen 10/11 en 45 uit de boringen 161 en 168 waarschijnlijk. Dit stemt vooreerst op biostratigrafische argumenten : mollusken, miosporen en megasporen zonatie, gekoppeld aan de afwezigheid van belangrijke tonstein niveaus of van zwak mariene horizonten.

Lithologische korrelatie over het lineament van Gruitrode heen wordt bemoeilijkt door de aanzienlijke dikte verschillen : 180 m ten noordwesten - 320 m ten zuidoosten, met hierbij vooral een reductie aan de basis van de sekwentie (Parcifal-Siegfried sekwentie in het Ruhrgebied). Het steenkoolgehalte vermindert van 7.4% ten zuidoosten van het lineament tot 6.1% ten noordwesten ervan, met een sterke reductie van de dikke koollagen (cf. 5.1.). Het dak der koollagen varieert evenzeer en wordt ten noordwesten voor 70% gedomineerd door limnische fauna associaties wat ten zuidoosten tot 45% terugloopt. Zandige geulopvullingen werden evenmin aangetroffen in boring 169. Het kolenveld van Meeuwen-Gruitrode heeft vermoedelijk voor langere perioden onder water gestaan, op grotere afstand van de rivieren en van de aanvoer van detrietische sedimenten, ten minste in het verkende stratigrafische interval (Bouckaert & Duser, 1987).

De meest waarschijnlijke korrelaties op basis van geofysische boorgatmetingen omvatten het laagpakket 4-5 in boring 169, 21-22 in boring 146, 14-15 zowel in boring 161 als 168; of het laagpakket 7-11 in boring 169, 25-30 in boring 146, 18-20 in boring 161 en 19-27 in boring 168.

Telkens valt hierbij het verdwijnen op van potentieel ontginbare lagen in noordwestelijke richting.

6. REFERENTIES

- Boonen, P.; Duser, M. & Somers, Y., 1985 - De steenkoolverkenningboring Opglabbeek-Louwelsbroek (boring 161 van het Kempens Bekken). Belg. Geol. Dienst, Prof. Paper 1985/5, nr. 218, 78 p.
- Bouckaert, J.; Duser, M. & Van de Velde, E., 1981 - Exploration for coal in the Neeroeteren-Rotem area. Preliminary results of a seismic survey carried out in December 1980 - January 1981. Ann. Soc. géol. Belg., 104, 281-289.
- Bouckaert, J. & Duser, M., 1987 - Arguments géophysiques pour une tectonique cassante en Campine (Belgique), active au Paléozoïque supérieur et réactivée depuis le Jurassique supérieur. Ann. Soc. géol. Nord (in druk).
- Calver, M.A., 1955 - Die stratigraphische Verbreitung der nicht-marinen Muscheln in den Penninischen Kohlenfeldern Englands. Z. deutsch. geol. Ges., 107, 26-39.
- Delmer, A., 1963 - Carte des Mines du Bassin houiller de la Campine. Ann. Mines Belg., t. 1963, 739-754.
- Duser, M. & Houleberghs, E., 1981 - De steenkoolverkenningboring van Neerglabbeek. Ann. Mijnen België, t 1981, 913-1003.
- Duser, M., 1982 - Exploration for coal in the Belgian Campine. Public. Natuurhist. Gen. Limburg, XXXII (1-4), 27-39.
- Duser, M.; Bless, M.J.M.; Burger, K.; Lie, S.F.; Meyskens, M.; Paproth, E.; Somers, Y. & Voets, R., 1986 - De steenkoolverkenningboring Opoeteren-Den Houw (Boring 168 van het Kempens Bekken). Belg. Geol. Dienst, Prof. Paper 1986/3, nr. 226, 98 p.

- 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.
- Legrand, R., 1968 - Le Massif du Brabant. Mém. Expl. Cartes Géol. Min. Belg., nr. 9, 148 p.
- Legrand, R., 1975 - Jalons géothermiques. Mém. Expl. Cartes Géol. Min. Belg., N° 16, 46 p.
- Paproth, E., 1978 - Nicht-marine Muscheln als Spiegel der Fazies-Entwicklung im paralischen Kohlengebiet Nordwest-Europas. Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln, 33, 91-100.
- Pierart, 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.
- Prakla-Seismos, 1983 - Bericht Meeuwen-Bree 1982 über die Auswertung einer reflexionsseismischen VIBROSEIS-Messung im Gebiet von Meeuwen und Bree. Nr. 821-302/4 (Bearbeiter Hemmerich, M., A. Tin-U, Rossa, H.G.).
- Remy, W. & R., 1977 - Die Floren des Erdaltertums. Glückauf, 467 p.
- Seismos, 1954 - Rapport sur les mesures de vitesse sismique dans les sondages 121 Meeuwen et 120 - Turnhout. Seismos Archiv. nr. 734 (Rühmkorf, Wierczyko & Hermes).
- Somers, Y., 1971 - Etude palynologique du Westphalien du Bassin de Campine et révision du genre Lycospora. Univ. Liège, Thèse de Doctorat, 469 p.
- Trueman, A.E. & Weir, J., 1960 - A monograph of British Carboniferous non-marine Lamellibranchia. Palaeontogr. Soc., Part X, 273-320.

- Tys, E., 1980 - De geologische structuur 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.
- Vandenberghé, N. & Bouckaert, J., 1980 - Geologische aspecten van de mogelijkheid tot de aanwending van geothermische energie in Noord België. Belg. Geol. Dienst, Prof. Paper, 1980/1, Nr. 168, 31 p.
- van der Heide, S., 1943 - La faune ichthyologique du Carbonifère supérieur des Pays-Bas. Med. Geol. Stichting, Ser. C, IV-3-2, 65 p.
- Van Orsmael, J., 1982 - Lithogeochemie van de Dinantiaan karbonaatgesteenten in het synclinatorium van Dinant. K.U. Leuven, Doct. Thesis, 128 p.
- Visscher, H., 1971 - The Permian and Triassic of Kingscourt Outlier, Ireland. Geol. Survey Ireland, Spec. Paper Nr. 1.

