

**Die Karbon-Ablagerungen  
in der Bundesrepublik Deutschland**

**Eine Übersicht**



Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen

Band 19

# Die Karbon-Ablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland

Eine Übersicht

Mit Beiträgen von

M. BACHMANN · R. BÄSSLER · H. BOICK · K. BURGER · K. EBERT  
H.-J. FABIAN · H. FALKE · H. E. R. FIEBIG · H. GREBE · H.-A. HEDE-  
MANN · H. W. HELLWEG · G. HERBST · P. HOYER · K.-H. JOSTEN  
H. KARRENBERG · W. KNAUFF · G. KNEUPER · J. LEISSER · M.-TH.  
MACKOWSKY · P. MICHELAU · E. PAPROTH · A. PILGER · A. RABITZ  
G. STADLER · W. STAHL · M. TEICHMÜLLER · R. TEICHMÜLLER  
O. TREPTOW · M. WOLF

und der Arbeitsgemeinschaft für Dinantium-Stratigraphie

Mit englischer und französischer Übersetzung

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen

Krefeld 1971

Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.	<b>19</b>	S. I-VIII, 1-242	8 Taf.	79 Abb.	15 Tab.	Krefeld 1971	m. engl. u. französ. Übers.
---------------------------------------	-----------	------------------	--------	---------	---------	--------------	--------------------------------

Für die Herausgabe verantwortlich:

Professor Dr. H. KARRENBERG

Präsident des Geologischen Landesamtes Nordrhein-Westfalen

415 Krefeld, De-Greif-Straße 195

Für die Redaktion verantwortlich:

Diplom-Geologe Dr. E. WIEGEL

Geologiedirektor im Geologischen Landesamt Nordrhein-Westfalen

415 Krefeld, De-Greif-Straße 195

Vertrieb:

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 415 Krefeld, De-Greif-Straße 195

Gesamtherstellung: Thomas-Druckerei, 4152 Kempen-Niederrhein 1

## Vorwort

Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik haben in den letzten Jahren für Fragen der Energieversorgung wachsende Bedeutung bekommen. Dabei spielen nicht nur die kohlenführenden Schichtfolgen in den bekannten Bergbaurevieren eine Rolle, vielmehr wird auch deren Fortsetzung im tieferen Untergrund des norddeutschen Flachlandes und der Nordsee und die Frage des Zusammenhanges von Inkohlung und Erdgasführung zunehmend in den Blickpunkt gerückt. Die neuere wissenschaftliche Erforschung sowie die jetzige und zukünftige wirtschaftliche Bedeutung der deutschen Karbonablagerungen haben bislang keine übersichtliche zusammenfassende Darstellung erfahren. Der Internationale Kongreß für Stratigraphie und Geologie des Karbons, der 1971 erstmalig in der Bundesrepublik Deutschland stattfindet, bietet den willkommenen Anlaß dazu, in dem hier vorliegenden Band einen solchen Überblick zu geben.

Die nachstehend aufgeführten Institutionen haben sich in großzügiger Weise an der Finanzierung dieses Werkes beteiligt:

Wirtschaftsvereinigung Bergbau e. V., Bonn

Gesamtverband des Deutschen Steinkohlenbergbaus, Essen

Steinkohlenbergbauverein, Essen

Wirtschaftsverband Erdölgewinnung e. V., Hannover

Ruhrgas Aktiengesellschaft, Essen

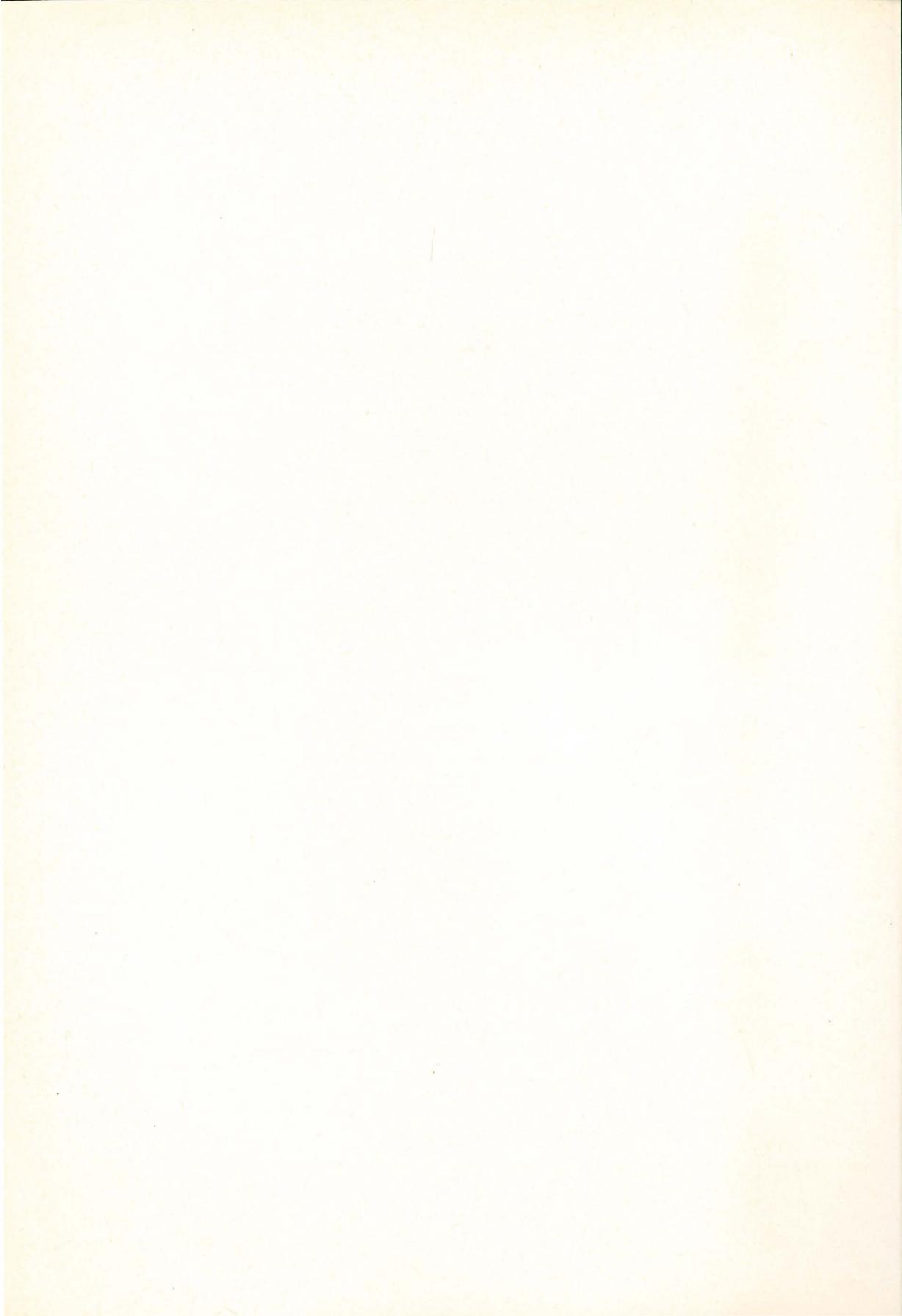
Ihnen sei an dieser Stelle dafür recht herzlich gedankt.

Die Zusammenstellung und wissenschaftliche Koordinierung der Einzelbeiträge wurde von Dr. K.-H. JOSTEN besorgt. Auch ihm danke ich dafür herzlich.

Dieser Band wird den Teilnehmern des 7. Internationalen Kongresses für Stratigraphie und Geologie des Karbons in den drei Kongreßsprachen ausgehändigt. Möge er dazu beitragen, das Verständnis für die auftretenden Probleme und den internationalen Austausch wissenschaftlicher Erkenntnisse zu vertiefen.

HERBERT KARRENBERG

Präsident des 7. Internationalen Kongresses  
für Stratigraphie und Geologie des Karbons



# INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
<b>I. Einführung (H. KARRENBERG)</b>	1
<b>II. Unterkarbon (Dinantium)</b> (Arbeitsgemeinschaft für Dinantium-Stratigraphie)	5
<small>Übersicht S. 5. Gliederung des Dinantiums S. 6. Vorkommen von Sedimenten des Dinantiums S. 9. Vorkommen auf dem Vorland; Kohlenkalk von Aachen und Ratingen—Velbert S. 10. Vorkommen im Rheinoherzynikum; Kulm im rechtsrheinischen Schiefergebirge und im Harz S. 12. Vorkommen im Saxothuringikum; Dinantium-Schichten des Frankenwaldes und des Vogtlandes S. 15. Vorkommen im Alemannisch-Moldanubischen Scheitel; Dinantium-Schichten im Schwarzwald S. 16.</small>	
<b>III. Oberkarbon (Silesium)</b>	19
A. Der paralische Raum	19
1. Das Rhein-Ruhr-Revier . . . . .	19
a) Stratigraphie (M. BACHMANN, P. MICHELAU & A. RABITZ) . . . . .	19
<small>Namur A und B S. 19. Namur C bis Westfal C; Übersicht S. 21. Schichtenfolge: Sprockhöveler Schichten S. 23. Wittener Schichten S. 25. Bochumer Schichten S. 27. Essener Schichten S. 28. Horster Schichten S. 30. Dorstener Schichten S. 32.</small>	
b) Entwicklung der Schichtenmächtigkeiten (H. E. R. FIEBIG) . . . . .	35
c) Tektonik (P. HOYER & A. PILGER) . . . . .	41
<small>Übersicht S. 41. Der großtektonische Bau des Steinkohlengebirges S. 41. Beziehungen der kleintektonischen zu den großtektonischen Formen und die mechanische Abfolge der tektonischen Beanspruchung S. 43. Der zeitliche und räumliche Ablauf der jungvariscischen Faltung S. 44.</small>	
d) Inkohlung (M. & R. TEICHMÜLLER) . . . . .	47
e) Blei-Zink-Vererzung (A. PILGER & G. STADLER) . . . . .	57
2. Das Revier von Aachen—Erkelenz . . . . .	61
a) Stratigraphie und Tektonik (G. HERBST) . . . . .	61
<small>Übersicht S. 61. Inde-Mulde und ihre Umgebung; Stratigraphie S. 63. Tektonik S. 64. Wurm-Mulde; Stratigraphie S. 65. Tektonik S. 66. Erkelenzer Gebiet; Stratigraphie S. 66. Tektonik S. 67.</small>	

b) Inkohlung (M. & R. TEICHMÜLLER) . . . . .	69
c) Blei-Zink-Vererzung (G. HERBST & G. STADLER) . . . . .	73
3. Das Karbon von Ibbenbüren, am Hüggel und Piesberg . . . . .	75
a) Stratigraphie (R. BÄSSLER, P. HOYER & K.-H. JOSTEN) . . . . .	75
Übersicht S. 75. Schichtenfolge S. 75.	
b) Tektonik (R. BÄSSLER & P. HOYER) . . . . .	79
Lagerungsverhältnisse S. 79. Alter und Ablauf der Bewegungen S. 82.	
c) Inkohlung (P. HOYER, J. LEISSER, M. & R. TEICHMÜLLER) . . . . .	83
4. Das Oberkarbon im Untergrund von Nordwestdeutschland und dem angrenzenden Nordseebereich . . . . .	87
a) Stratigraphie und Tektonik (H.-J. FABIAN) . . . . .	87
Übersicht S. 87. Namur S. 89. Westfal S. 93. Stefan S. 98. Tektonik S. 99.	
b) Inkohlung und Erdgas (H. BOIGK, W. STAHL, M. & R. TEICHMÜLLER) . . . . .	101
Inkohlung der Flöze S. 101. Zur Entstehung der Erdgas-Lagerstätten in Nordwestdeutschland S. 103. Bemerkungen zur Genese von Kondensaten S. 107.	
5. Die Fossilien und Kaolin-Kohlentonsteine . . . . .	109
a) Megafauna (E. PAPROTH) . . . . .	109
b) Mikrofauna (W. KNAUFF) . . . . .	113
Foraminiferen S. 113. Ostracoden S. 113. Conodonten S. 114. Brachiopoden, Lamellibranchier, Goniatiten S. 114. Polychaeten S. 114. Fischzähne S. 114.	
c) Megaflora (K.-H. JOSTEN) . . . . .	115
d) Mikroflora (H. GREBE) . . . . .	121
e) Kaolin-Kohlentonsteine (K. BURGER, G. STADLER & M. WOLF) . . . . .	125
6. Die paläogeographische Entwicklung des Oberkarbons . . . . .	
(H.-A. HEDEMANN & R. TEICHMÜLLER) . . . . .	129
Übersicht S. 129. Namur S. 129. Westfal S. 133. Stefan S. 140. Ergebnis S. 141.	
B. Der limnische Raum	
	143
1. Das Saar-Nahe-Gebiet . . . . .	143
a) Abgrenzung und Genese (G. KNEUPER) . . . . .	143
b) Stratigraphie (G. KNEUPER) . . . . .	149
Saarbrücker Gruppe (Westfal C und D) S. 149. Ottweiler Gruppe (Stefan A, B und C) S. 157.	
c) Inkohlung (G. KNEUPER) . . . . .	159

d) Karbon/Perm-Grenze (H. FALKE) . . . . .	161
Übersicht S. 161. Die für eine Grenzziehung biostratigraphisch verwendbaren Unterlagen S. 161. Die petrographisch gegebenen Möglichkeiten einer Grenzmarkierung S. 163.	
2. Die paläogeographische Entwicklung des Oberkarbons in Süddeutschland . . . . . (H. FALKE) . . . . .	167

**IV. Rohstoff Kohle** 173

1. Die petrographische Zusammensetzung der Kohle und ihre Bedeutung für die Praxis (M.-Th. MACKOWSKY) . . . . .	173
2. Die Kohle als Rohstoff für die langfristige Energieversorgung (K. EBERT) . . . . .	185
Strukturwandel in der Energiewirtschaft S. 185. Konzentration des Absatzes S. 186. Konzentration der Förderung S. 186. Blick auf die Zukunft des deutschen Steinkohlenbergbaus S. 189.	
3. Entwicklung und heutiger Stand des Steinkohlenbergbaus (H. W. HELLWEG & O. TREPTOW) . . . . .	191
Steinkohlenvorkommen S. 191. Paralische Vorkommen S. 191. Limnische Vorkommen S. 192. Kohlenvorräte S. 193. Entwicklung des Bergbaus; Primitive Anfänge S. 193. Industrialisierung S. 194. Mechanisierung S. 194. Kenndaten der Entwicklung S. 195.	

**V. Literatur** 201

Autorenregister . . . . .	219
Orts-, Sach- und Fossilregister . . . . .	222
Verzeichnis der Tafeln in der Anlage . . . . .	241



# I. Einführung

VON HERBERT KARREMBERG\*

Mit 2 Abbildungen

Der 7. Internationale Kongreß für Stratigraphie und Geologie des Karbons findet 1971 zum ersten Mal in Deutschland statt. Da mit einer beträchtlichen Zahl von Teilnehmern aus dem europäischen Ausland gerechnet wurde, entstand der Gedanke, allen denjenigen, welche mit der regionalen Geologie Deutschlands, speziell mit den Karbonablagerungen und den westdeutschen Steinkohlenlagerstätten, nicht oder nur wenig vertraut sind, einen Leitfaden an die Hand zu geben, um möglichst schnell und umfassend sich über das Karbon und die Kohlenlagerstätten des Gastlandes zu informieren. Diese Informationsmöglichkeit sollte schon vor der Tagung allen Interessenten zur Verfügung stehen und in drei Sprachen — deutsch, englisch und französisch — erscheinen.

Um einen ersten kurzen Überblick über die westdeutschen Ablagerungsräume des Karbons zu geben, wird auf die Abb. 1 hingewiesen, die im paralischen Raum das Band der Karbonvorkommen zeigt, welches sich in der subvariscischen Vortiefe von Belgien über Aachen — Erkelenz, das Rhein-Ruhr-Revier und den Raum von Ibbenbüren nach Osten erstreckt und sich nach neueren Bohrungen auch weit nach Norden hin — im Untergrund von Nordwestdeutschland und der Nordsee — ausbreitet. Auf den limnischen Raum entfallen das Saar-Nahe-Becken und einige kleine Karbonvorkommen im Süden unseres Landes.

In der Abb. 2 ist eine Übersicht der stratigraphischen Abfolge in den wichtigsten Gebieten gegeben. Aus der Tabelle ist zu ersehen, daß die Sedimentation im Aachener Raum und im Ruhr-Revier vom Dinantium über das Namur bis zum Westfal B bzw. C reicht, und daß das Profil im Ibbenbürener Raum sich bis ins Westfal D fortsetzt. In Norddeutschland ist in Bohrungen besonders Westfal D und unteres Stefan erschlossen. Im Saar-Revier sind durch Bergbau und Tagesaufschlüsse Schichten vom Westfal B bis zum Stefan und Rotliegenden gut bekannt.

Zum Inhalt dieses Bandes sei gesagt, daß die übliche Gliederung in einen paralischen und einen limnischen Raum vorgenommen wurde. In diesen Räumen haben wir uns bemüht, für die einzelnen Kohlenreviere die stratigraphische und sedimentäre Entwicklung sowie die tektonische Formung darzustellen. Auch das Oberkarbon im Untergrund von Nordwestdeutschland und der Nordsee konnte in die Darstellung eingeschlossen werden. Für alle Reviere ist die Frage der Inkohlung und Entgasung von Bedeutung und wurde entsprechend eingehend behandelt, insbesondere wurde auch auf die Erdgasführung im Untergrund von Nordwestdeutschland und der Nordsee eingegangen. Da das Rhein-Ruhr-Revier sowie das Steinkohlenrevier von Aachen — Erkelenz neben der Kohlenführung auch

\* Anschrift des Autors: Prof. Dr. H. KARREMBERG, Präsident des Geologischen Landesamtes Nordrhein-Westfalen, 415 Krefeld, De-Greiff-Straße 195

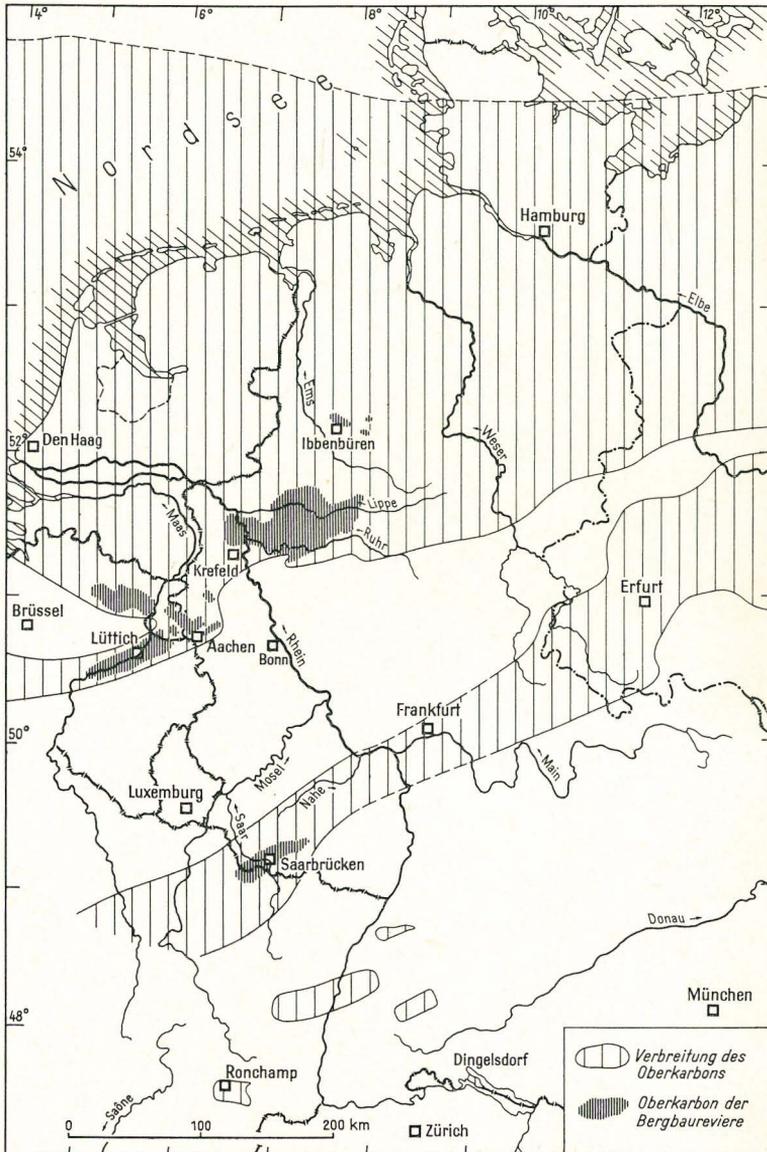


Abb. 1. Das Oberkarbon in der Bundesrepublik Deutschland und in den angrenzenden Gebieten

eine nicht unbedeutende Pb-Zn-Vererzung aufweisen, ist auch diese kurz dargestellt.

Der Fossilführung und dem Auftreten der Kaolin-Kohlesteinen ist ein Kapitel gewidmet. Dabei wurde besonders ihre stratigraphische Bedeutung beachtet. Die paläogeographische Entwicklung wurde für die paralischen und limnischen Räume jeweils zusammengefaßt betrachtet.

Gliederung	Aachener Revier	Rhein-Ruhr-Revier; Osnabrücker Karbon Rhein-Schiefergebirge	Saar-Revier				
Oberkarbon = Silesium	Goniatiten-Zonen		Ottweiler Gruppe Breitenbacher Schichten Heusweiler Schichten Dilsburger Schichten Göttelborner Schichten Holzner Konglomerat Heiligenwalder Schichten Luisenthaler Schichten Geisheck-Schichten Sulzbacher Schichten Rothell-Schichten St. Ingberter Schichten Saarbrücker Gruppe Grenzen zwischen Westfal A/B und B/C unsicher				
				C			
				B			
				A			
				D			
				C			
				B			
				A			
				G			
				C			
				B			
				A			
				Namur	Westfal	Merksteiner-Schichten Alsdorfer Schichten Kohlscheider Schichten Obere Wittener Schichten Untere Sprockhöveler Schichten Ziegelschiefer-Zone Grauwacken-Zone Quarzit-Zone Hangende Alaunschiefer Schichtlücke Oberer Kohlenkalk Mittlerer Kohlenkalk Obere Hangenberg-Schichten	Dorstener Schichten Horster Schichten Essener Schichten Bochumer Schichten Wittener Schichten Sprockhöveler Schichten Ziegelschiefer-Zone Grauwacken-Zone Quarzit-Zone Hangende Alaunschiefer Kulm-Tonschiefer kieselige Übergangsschichten Kulm-Kieselkalk Kulm-Lydit Liegende Alaunschiefer Obere Hangenberg-Schichten
C							
B							
A							
H							
E							
Go							
Pe							
Ga							
Unterkarbon = Dinantium	Visé	Schichtlücke Oberer Kohlenkalk Mittlerer Kohlenkalk Obere Hangenberg-Schichten	Kulm-Tonschiefer kieselige Übergangsschichten Kulm-Kieselkalk Kulm-Lydit Liegende Alaunschiefer Obere Hangenberg-Schichten				
				Go			
				Pe			
Tournai							

Abb. 2. Stratigraphische Übersicht des Karbons

Schließlich ist ein Schlußkapitel dem „Rohstoff Kohle“ gewidmet. Die Bedeutung der petrographischen Zusammensetzung für die Praxis, die Kohle als wichti-

ger Energieträger in der Zukunft sowie die Entwicklung und der heutige Stand des Bergbaus werden behandelt.

Diese Darstellung wurde durch die vorbildliche Zusammenarbeit von 28 Fachkollegen ermöglicht, die in sehr kurzer Zeit aus ihrer Sachkenntnis heraus die Beiträge schrieben. Allen Mitarbeitern sei herzlicher Dank gesagt.

Die Übersetzung der deutschen Originalbeiträge in die englische Sprache hat in großzügiger Weise der Steinkohlenbergbauverein in Essen übernommen; sie wurde von Herrn Dipl.-Dolm. VRIESEN ausgeführt. Die Übersetzung in die französische Sprache wurde von M. ARMAND HARY vorgenommen. Beiden Herren sagen wir für die wertvolle Mitwirkung unseren herzlichen Dank!

Die Übertragung der zahlreichen fachlichen Spezialbegriffe bereitet oft große Schwierigkeiten. Aus diesem Grunde ist für alle Literaturzitate und die Begriffsdefinitionen der deutsche Text maßgeblich.

Möge diese Übersicht allen, die sich mit den west- und norddeutschen Kohlenvorkommen vertraut machen wollen, eine Hilfe sein. Sie wird in den drei Kongresssprachen herausgegeben, um zu einer besseren internationalen Verständigung in diesem Fachgebiet beizutragen.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.

## II. Unterkarbon (Dinantium)

Von der Arbeitsgemeinschaft für Dinantium-Stratigraphie

Mit 3 Abbildungen

### Übersicht

Das Dinantium ist im deutschen Sprachgebiet mit dem Unterkarbon identisch; beide Bezeichnungen werden nebeneinander gebraucht.

Im deutschen Unterkarbon kommen sehr verschiedenartige Bildungen dicht nebeneinander vor: Riffkalke, detritische Kalke unterschiedlicher Entstehung, Riffkalk-Linsen verschiedener Größe in Grauwacken, Knollenkalke, Alaunschiefer, Kieselschiefer, Tongesteine und Grauwacken mit Konglomeraten, außerdem saure Tuffe und effusive sowie intrusive basische Magmen. Die Mächtigkeiten der meist lückenlosen Schichtenfolge schwanken zwischen mehreren 1000 m und weniger als 100 m.

Außer in den Kohlenkalk-Gebieten von Aachen und von Ratingen—Velbert setzt sich im Unterkarbon die im älteren Devon und früher begonnene maringeosynklinale Entwicklung fort; in der Nähe der Devon/Karbon-Grenze und innerhalb des Dinantiums treten im größten Gebiet der herzynischen oder Kulm-Fazies keine Fazies-Wechsel auf.

Das Nebeneinander der verschiedenen Bildungen hat intensive stratigraphische Untersuchungen herausgefordert, die nach der lithostratigraphischen Gliederung schließlich zum Erkennen der zeitlichen Beziehungen führten. Die erwünschte Rekonstruktion der geologischen Geschichte des Gebietes und seiner paläogeographischen Veränderungen machte die genaueste mögliche Altersbestimmung der Schichten notwendig. Als beste Zeitmesser haben sich bestimmte Fossilien erwiesen, die anderen Methoden, z. B. der absoluten Altersbestimmung, bisher überlegen sind.

Als Leitfossilien haben sich Cephalopoden in der *Gattendorfia*- und der *Goniatites*-Stufe bewährt; nach ihrer Entwicklung wird das Dinantium gegliedert, obwohl sie aus der *Pericyclus*-Stufe nur sehr lückenhaft bekannt sind. Besonders nützlich sind außerdem Conodonten und Trilobiten. Als weitere Hilfen für die Schicht-Identifizierung werden andere Fossilien und auch lithologische Merkmale benutzt. Nach diesen stratigraphischen Untersuchungen gehört das Dinantium in Deutschland zu den am besten bekannten Abschnitten des Paläozoikums.

\* Anschrift: Arbeitsgemeinschaft für Dinantium-Stratigraphie, Sekretärin: Dr. E. PAPROTH, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 415 Krefeld, De-Greif-Strasse 195

	Foraminiferen		Cephalopoden	Conodonten nach MEISCHNER		
Silesium	Namurium	E	<i>E. pseudobilingue</i> <i>Cravenoceras leion</i>			
Dinantium	Viséum	P	Go Aprathium	<i>Goniatites granosus</i> <i>Go. schaelkensis</i> <i>Go γ 2</i>	<i>Paragnathodus nodosus</i>	
				<i>Go. granosus poststriatus</i> <i>Go γ 1</i>		
				<i>Neoglyphioceras spirale</i> <i>Go β spi</i>		
				<i>Go. striatus mucronatus</i> <i>Go β mu</i>		
				<i>Go. striatus sphaericostriatus</i> <i>Go β el</i>		
				<i>Goniatites striatus</i> <i>Go. striatus elegans</i> <i>Go β fa</i>		
				<i>Go. striatus falcatus</i> <i>Go β str</i>		
				<i>Go. striatus striatus</i> <i>Go α 4</i>		
				<i>Go. crenistria intermedius</i> <i>Go α 3</i>		
				<i>Goniatites crenistria</i> <i>Go. crenistria crenistria</i> <i>Go α 3</i>		
	<i>Go. crenistria schmidtianus</i> <i>Go α 2</i>	<i>Gnathodus bilineatus bilineatus</i>				
	<i>Entogonites grimmeri</i> <i>Go α 1</i>					
		B 2				
	V 2	B 1	Pe Erdbachium	<i>Entogonites nasutus</i> <i>Pe δ</i>	<i>Scaliognathus anchoralis</i> – <i>Gnathodus bilineatus</i> – <i>Interregnum</i>	
	V 1			<i>Ammonellipsites (Kaypericyclus) kochi</i> <i>Pe γ</i>		
	Tn 3	-----	Pe Erdbachium	<i>Pericyclus plicatilis</i> und <i>Muensteroceras corpulentum</i> <i>Pe β</i>	<i>Scaliognathus anchoralis</i>	
					<i>Pericyclus princeps</i> und <i>Muensteroceras complanatum</i> <i>Pe α</i>	<i>Siphonodella crenulata</i>
					?	
	Tournaisium	-----	Ga Bavium	<i>Gattendorfia crassa</i> <i>Imitoceras patens</i> <i>Ga β</i>	<i>Pseudopolygnathus triangulus triangulus</i>	
					<i>Pseudarietites westfalicus</i>	<i>Pseudopolygnathus triangulus inaequalis</i>
	Tn 1b	-----		<i>Gattendorfia subinvoluta</i> <i>Pseudarietites dorsoplanus</i> <i>Ga α</i>	<i>Siphonodella sulcata</i> – <i>Protognathodus kockeli</i>	
		-----		<i>Balvia acuta</i>		
Ober-devon	Tn 1a		Wo	<i>Balvia prorsum</i> <i>Cymaclymenia euryomphala</i>	<i>Protognathodus</i> sp.	

Abb. 1. Die Gliederung des Dinantiums

### Die Gliederung des Dinantiums

Abb. 1

Das Dinantium beginnt, nach der Konvention von Heerlen (1935), mit der Zone der *Gattendorfia subinvoluta* und endet, nach der Konvention von Sheffield (1967), an der Untergrenze der Zone des *Cravenoceras leion*, mit dem Erscheinen von *Edmooroceras tornquisti*.

Wenn das Dinantium in Kohlenkalk-Fazies ausgebildet ist, wird es in die Stufen Tournaisium und Viséum gegliedert, wenn es in Kulm-Fazies ausgebildet ist, meistens nach den Cephalopoden in die *Gattendorfia*-Stufe, die *Pericyclus*-Stufe und die *Goniatites*-Stufe.

Trilobiten nach G. & R. HAHN	Aachen		östliches Rheinisches Schiefergebirge	Oberharz	Harz Acker- Bruchberg   SW - Harz	
	<i>Paladin (Paladin) pitzi</i>	Schichtlücke	Kulm - Plattenkalk	Kulm - Grauwacke	Kulm - Grauwacke	Schichtlücke
<i>Kulmiella westphalica</i>	Rhenaer Kalk					
<i>Archegonus (Phillibole) aff. moravicus</i>			Kulm - Tonschiefer			
<i>Archegonus (Archegonus) aequalis</i>			Kulm - Kieselkalk	Kulm - Ton- schiefer	?	
<i>Archegonus (Phillibole) antecedens</i>						
<i>Liobole sp.</i>			Kieselige Übergangsschichten			
<i>Liobole glabra bottkei</i>		Oberer Kohlenkalk				
<i>Liobole glabra glabra</i> und <i>Liobole glabra hiemalis</i> ? und <i>Liobole glabroides</i>			Helle- felder Kalk	Kiesel- schiefer	Kellerwald- Quar- zit	Wulst- Quarzit
?					Rot- schie- fer	Sieber- und Tanner Grauwacke, Wechsel- lagerung und Tonschiefer
		Oberer Dolomit	Kulm - Lydite			
		Zw.-Sfr.	Liegende Alaunschiefer	Lgde. Alaun- schiefer		
<i>Archegonus (Phillibole) drewerensis</i> und <i>Liobolina nebulosa</i> und <i>Liobolina submonstrans submonstrans</i> und <i>Diacoryphe</i>		Unterer Dolomit	Oberer Hangenberg-Schichten	Ton- schiefer, lokal mit Kalkknollen		Kieselige Schiefer und Tonschiefer
<i>Archegonus (Waribole) warsteinensis</i>		Unterer Kohlenkalk	Untere Hangenberg-Schichten			

In der Kulm-Fazies kommen an Fossilien vorwiegend Reste nektonischer und planktonischer Lebewesen vor; benthonische Formen sind sehr selten, mit Ausnahme der Spurenfossilien primitiver Endobenthonten. Schwarzschiefer und Kieselschiefer, Tongesteine, Grauwacken und detritische Kalke bilden den Hauptteil der Sedimente. Im Gebiet der Kulm-Fazies kommen mächtige basische Erguß- und Intrusiv-Gesteine (Diabase, Spilite) vor, sowie zahllose, dünne Lagen saurer Tuffe und Tuffite. Der Kulm ist in den orogenen variscischen Geosynklinalen und in der subvariscischen Vortiefe entstanden. Er liegt in Gebieten, die mindestens seit dem älteren Devon vom Meer überflutet waren.

Als Kohlenkalk werden Bildungen der Frischwasser-Fazies bezeichnet. An Fossilien kommen hauptsächlich Reste benthonischer Lebewesen vor; Reste

nektonischer und planktonischer Formen sind sehr selten. Beherrschendes Sediment ist Kalk, der teils als gewachsener Riffkalk, teils als Riffschutt überliefert ist. Vulkanite fehlen dieser Fazies weitgehend, obwohl einzelne Lagen vermutlich tuffitischen Ursprungs bekannt sind. Der Kohlenkalk ist über konsolidierten Gebieten, auch über gefüllten Sediment-Becken, vor deren Faltung entstanden.

In Deutschland ist kein vollständiges unterkarbonisches Kohlenkalk-Profil bekannt. Bildungen der Kulm-Fazies, kurz „Kulm“ genannt, sind dagegen in großen Gebieten und verhältnismäßig guten Aufschlüssen zu studieren. Aus diesen Gründen haben sich deutsche Dinantium-Stratigraphen immer auf den Kulm konzentriert.

Die *Gattendorfia*-Stufe (Ga-Stufe, cu I, cd I) oder das Balvium wird mit Hilfe von Goniatiten in zwei Zonen und vier Subzonen gegliedert (VÖHRINGER 1960). Die Ga-Stufe ist typisch in den fossilreichen Knollenkalken am Haltepunkt Oberrödinghausen vertreten. Dieser Fundpunkt ist auf dem Karbon-Kongreß des Jahres 1935 als „Bezugsbasis“ und „Standard-Profil“ für die Devon/Karbon-Grenze vorgeschlagen worden (PÄECKELMANN & SCHINDEWOLF 1937, S. 710; JONGMANS & GOTHAN 1937, S. 7). — Im Rheinischen Schiefergebirge stammen aus der Ga-Stufe die Oberen Hangenberg-Schichten, die auf Tief-Schwellen als Hangenberg-Kalk, in Becken als Hangenberg-Schiefer ausgebildet sind. Der Hangenberg- oder *Gattendorfia*-Kalk ist etwa 1,5 m mächtig; die Oberen Hangenberg-Schiefer sind etwa 5 m mächtig.

Die *Pericyclus*-Stufe (Pe-Stufe, cu II, cd II) oder das Erdbachium wird mittels Cephalopoden in die Zonen alpha bis delta gegliedert (H. SCHMIDT 1923, 1925, 1941). Aus Deutschland sind nur die Leitfossilien der beiden oberen Zonen bekannt. Ebenso wie in der Ga-Stufe kommen nämlich in der Pe-Stufe die leitenden Cephalopoden in Schichten vor, die auf Tief-Schwellen entstanden sind (s. S. 13); in den gleichaltrigen Becken-Sedimenten sind Fossilien seltener, Cephalopoden scheinen ganz zu fehlen. Die Lage der Untergrenze der Pe-Stufe ist deswegen im Profil nicht bekannt. Sie wird in Deutschland aus Konventionsgründen an die Untergrenze der Liegenden Alaunschiefer gelegt. Es hat sich gezeigt, daß an dieser Stelle des Profils die Untergrenzen der *Siphonodella crenulata*-Zone und des Mittel-Tournaisiums (Tn 2) liegen (VOGES 1960; CONIL & PAPROTH 1968). Die Untergrenze der Pe-Stufe dürfte sich etwas höher befinden, weil erste Angehörige der Gattung *Pericyclus* in Schichten auftreten, die jünger als die untere *Siphonodella crenulata*-Zone sind. *Gattendorfia* tritt auch noch in höheren Schichten, z. B. in Kasachstan, auf, die noch keinen *Pericyclus*, aber schon *Muensteroceras* führen (L. S. LIBROVICH 1947, S. 54).

Die Pe alpha-Zone ist nach der Fauna mit *Pericyclus princeps* und *Muensteroceras complanatum* aus dem Calcaire de Calonne von Tournai definiert worden, der in das Ober-Tournaisium (Tn 3c) gestellt wird (DELÉPINE 1940, S. 7; LEGRAND, MAMET & MORTELMANS 1966, S. 170 ff.). Diese Cephalopoden sind aus Deutschland nicht bekannt. — Im Rheinischen Schiefergebirge und im Harz werden die Liegenden Alaunschiefer aus konventionellen Gründen in die Pe alpha-Zone gestellt. Sie sind meistens etwa 25 m mächtig.

Die Pe beta-Zone ist mit dem Vorkommen von *Pericyclus plicatilis* und *Muensteroceras corpulentum* definiert, die im irischen Lower Carboniferous Limestone des höheren Tournaisiums und untersten Viséums vorhanden sind. Auch diese Cephalopoden sind aus Deutschland nicht bekannt. — Im Rheinischen Schiefergebirge und im Harz wird der untere und mittlere Teil der Kulm-Lydite oder Kulm-Kieselschiefer aus konventionellen Gründen in die Pe beta-Zone gestellt. Sie sind meistens etwa 20—30 m mächtig.

Die Pe gamma-Zone ist mit dem Vorkommen von *Ammonellipsites (Kaypericyclus) kochi* definiert, dessen typisches Vorkommen im Erdbacher Kalk III der Dill-Mulde liegt (KREBS 1966, S. 64). Der Erdbacher Kalk ist ein detritischer Kalk, der sich auf Teilen einer submarinen Schwelle abgelagert hat — dem im Dinantium toten Langenaubach — Breitscheider Riff der Dill-Mulde, das im Givetium und Frasnium gewachsen war. Die unterkarbonischen Kalkbildungen, die auf Teilen der Schwelle in einer abnormen und im Oberdevon und Unterkarbon sehr lückenhaften Schichtenfolge liegen, sind zu drei Zeiten besonders ausgeprägt und verbreitet gewesen. KREBS (1966) unterscheidet deswegen:

- den Erdbacher Kalk III, der vom *anchoralis-bilineatus*-Interregnum bis in die *bilineatus*-Zone reicht,
- den Erdbacher Kalk II der *anchoralis*-Zone und
- den Erdbacher Kalk I der älteren *anchoralis*-Zone.

Die Lage der Unter- und Obergrenze der Pe gamma-Zone im lückenlosen Normalprofil des Rheinischen Schiefergebirges ist wegen der besonderen Ausbildung des Erdbacher Kalkes nicht genau bekannt. — Im Rheinischen Schiefergebirge wird ein Teil der Kulm-Kieselkalke in die Pe gamma-Zone gestellt.

Die Pe delta-Zone ist mit dem Vorkommen von *Entogonites nasutus* definiert, der von mehreren Profilen des Rheinischen Schiefergebirges und des Harzes bekannt ist. Die Lage der Zonen-Untergrenze ist im Profil des Rheinischen Schiefergebirges und des Harzes nicht genau bekannt. Ihre Obergrenze, der Beginn der *Goniatites*-Stufe, liegt im obersten Teil der Kulm-Kieselkalke. — In der Pe delta-Zone liegt ein oberer Teil der Kulm-Kieselkalke des Rheinischen Schiefergebirges.

Die *Goniatites*-Stufe (Go-Stufe, cu III, cd III) oder das Aprathium ist mit ihren Leitfossilien im Rheinischen Schiefergebirge und im Harz an zahlreichen Stellen im lückenlosen Normalprofil nachgewiesen.

Die Go alpha-Zone wird in vier Subzonen geteilt (NICOLAUS 1963). In die Go alpha-Zone gehören die Kieseligen Übergangsschichten und stellenweise der oberste Teil der Kulm-Kieselkalke des Rheinischen Schiefergebirges.

Die Go beta-Zone wird in fünf Subzonen gegliedert (KULICK 1960). In der Go beta-Zone liegen die Posidonienschiefer, die Kulm-Tonschiefer, die Kulm-Grauwacken und die Kulm-Plattenkalke.

Die Go gamma-Zone kann in zwei Teile gegliedert werden (RUPRECHT 1937, S. 255). Nachdem die Untergrenze des Namuriums an die Untergrenze der Zone des *Cravenoceras leion* gelegt worden ist, die mit dem Erscheinen von *Edmooroceras tornquisti* beginnt, wird die Go gamma-Zone, mit *Goniatites schaelkensis*, sehr kurz. — In der Go gamma-Zone liegen Kulm-Tonschiefer, Kulm-Grauwacken und Kulm-Plattenkalke.

### Die Vorkommen von Sedimenten des Dinantiums

Schichten des Dinantiums streichen in folgenden mitteleuropäischen Gebieten zutage (Abb. 2):

- im rechts- und linksrheinischen Schiefergebirge
- im Harz und im Flechtinger Höhenzug
- im Frankenwald und im Vogtland
- im Schwarzwald und in den Vogesen

Nach ihrer Position im variscischen Gebirge und damit nach ihrer Genese werden diese Vorkommen in vier Gruppen gegliedert (Abb. 2 und 3):

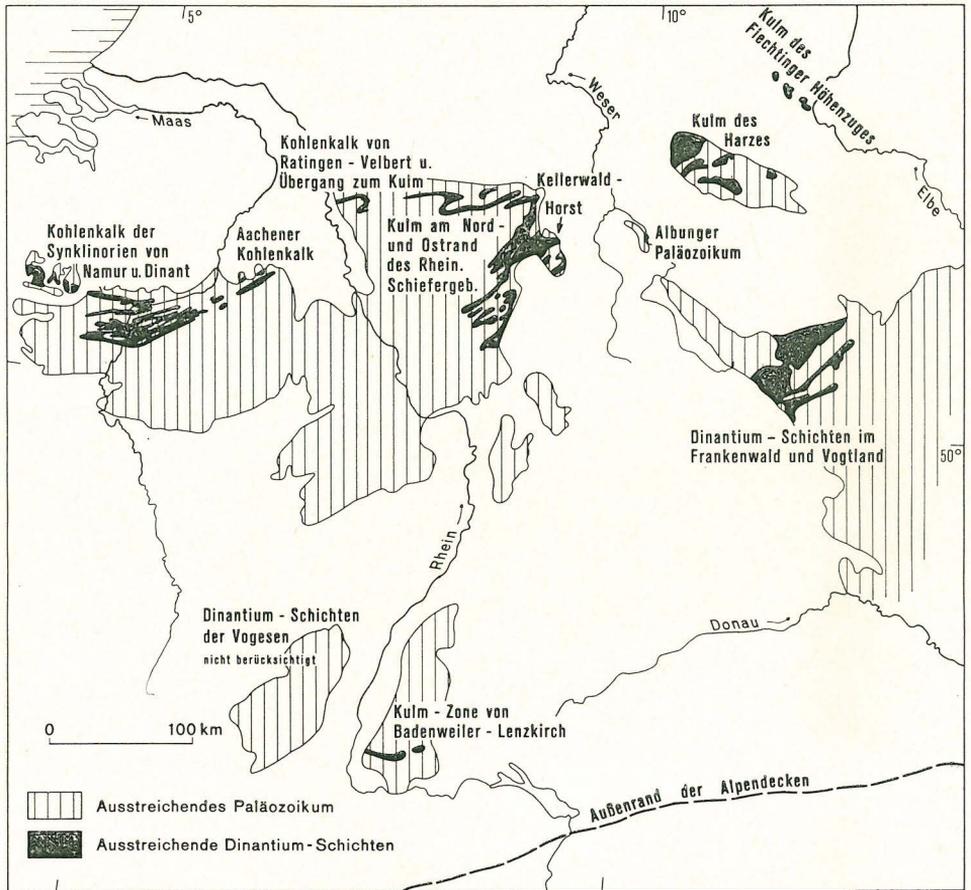


Abb. 2. Dinantium-Vorkommen in Mitteleuropa

- A. Vorkommen auf dem Vorland: der linksrheinische Kohlenkalk von Belgien und Aachen und der rechtsrheinische Kohlenkalk von Ratingen — Velbert
- B. Vorkommen im Rhenoherynikum: der Kulm im rechtsrheinischen Schiefergebirge und im Harz
- C. Vorkommen im Saxothuringikum: Dinantium-Schichten im Frankenwald und im Vogtland
- D. Vorkommen im Alemannisch-Moldanubischen Scheitel: Dinantium-Schichten im Schwarzwald und den Vogesen

#### A. Vorkommen auf dem Vorland

Der Kohlenkalk von Aachen und Ratingen—Velbert

1. Der Aachener Kohlenkalk tritt in mehreren SW—NE streichenden Falten am Nordrand des Hohen Venns (Massif de Stavelot) zutage. Er ist dem Kohlenkalk im benachbarten belgischen Massif de la Vesdre sehr ähnlich.

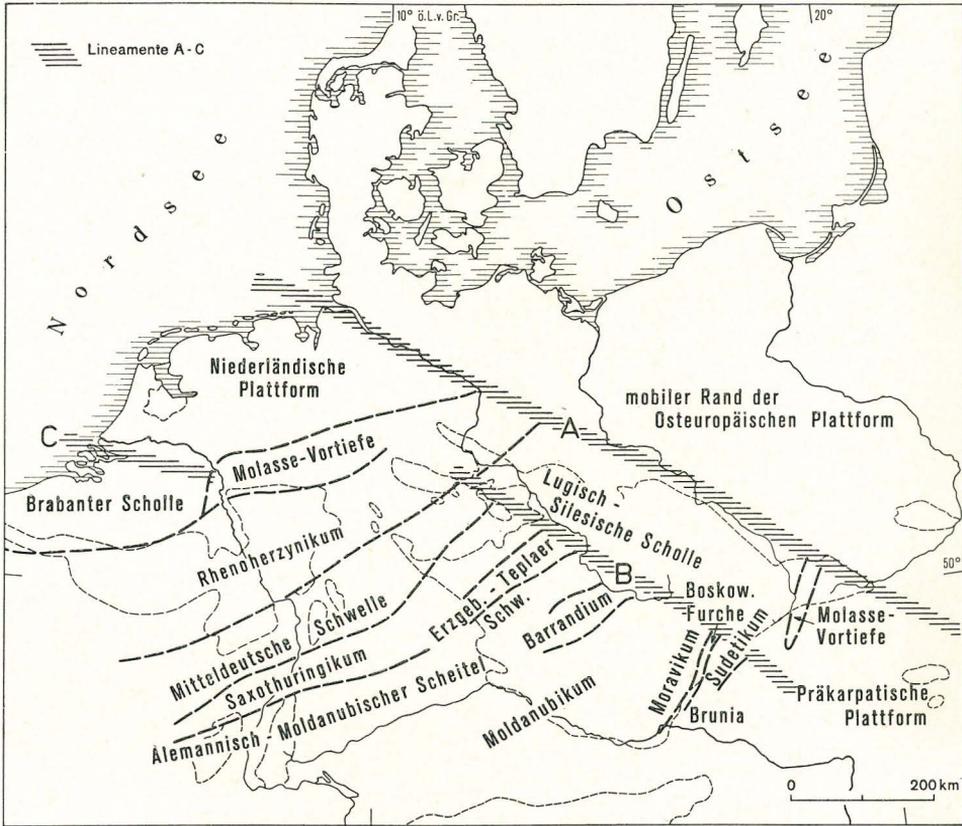


Abb. 3. Gliederung des variscischen Gebirges in Mitteleuropa (nach DVOŘÁK & PAPROTH 1969)

Der Aachener Kohlenkalk liegt über den sandig-tonigen, in Küstennähe entstandenen Schichten von Evieux. Die karbonatische Fazies setzt im Strunium ein, von dessen oberem Teil an sie die Ausbildung beherrscht. Das Strunium wird in Belgien zum Tournaisium und damit zum Karbon gezählt.

Der Aachener Kohlenkalk wird hauptsächlich nach seiner lithologischen Zusammensetzung in drei Teile gegliedert. Das für den Mittleren und Oberen Kohlenkalk angegebene Alter ist nicht gesichert.

Oberer Kohlenkalk: etwa 160 m mächtig (Tn 3 — V 2 — V 3a?)

Mittlerer Kohlenkalk oder Dolomit

Oberer Dolomit: etwa 100 m mächtiger, dunkler Dolomit (Tn 2b — Tn 2c — Tn 3?)

Zwischenschiefer: etwa 4—10 m mächtige, sandig-mergelige Schichten (Tn 2a)

Unterer Dolomit: 10—15 m mächtiger, heller Dolomit (Tn 1b)

Unterer Kohlenkalk: etwa 50 m mächtige, sandig-mergelig-kalkige Schichten (Tn 1a)

Reiche Korallen- und Brachiopoden-Faunen enthält der obere, kalkreiche Teil des Unteren Kohlenkalkes. In den Dolomiten und dem Zwischenschiefer des Mitt-

leren Kohlenkalkes sind Fossilien selten. Auch der Obere Kohlenkalk führt wenig Megafossilien, ist aber für seinen Foraminiferen-Reichtum bekannt.

2. Der Kohlenkalk von Ratingen—Velbert tritt am SW—NE streichenden Velberter Sattel zutage (vgl. CONIL & PAPROTH 1968). Am Südflügel des Sattels und im Kern der sich nach Süden anschließenden Herzkämper Mulde grenzt die Kohlenkalk-Fazies (im Norden und Westen) an die Kulm-Fazies (im Osten). Im Oberdevon und Dinantium hat die Grenze zwischen der Frischwasser-Fazies (rheinische Fazies im Devon, Kohlenkalk-Fazies) des im Westen liegenden Vorlandes und der Stillwasser-Fazies (herzynische Fazies im Devon, Kulm-Fazies) des im Osten liegenden Beckens in diesem Gebiet gelegen. Von dieser Situation sind die Ablagerungen im Oberdevon und Dinantium geprägt, im Dinantium außerdem von den Wirkungen einer Schwelle (St. Georgs- und Brabanter Schwelle), die im höheren Tournaisium entstanden und mit Beginn des Viséums wieder in den Ablagerungsbereich einbezogen worden ist. Gegen Ende des Dinantiums kündigt sich die aus südöstlichen Richtungen nahende subvariscische Vortiefe durch die Überlagerung mit Kulm-Sedimenten an.

Die dinantische Schichtenfolge am Velberter Sattel besteht aus folgenden Gliedern:

Couches de passage („Übergangsschichten“) (V 2b — V 3c):

Alaunschiefer mit wenigen und geringmächtigen Lydit- und Kalklagen, die nach oben schnell abnehmen und nach wenigen Metern Mächtigkeit verschwunden sind

Viséum-Kalk (V 1 — V 3b):

Riffschutt-Kalke von 0—120 m Mächtigkeit; an ihrer Basis befindet sich ein Aufarbeitungshorizont, der 0,5—4 m mächtige Rührrather Kalk

Zwischenschiefer (Tn 2a):

Mergelig-sandige Gesteine von 0,5—10 m Mächtigkeit

Tournaisium-Kalk und Strunium-Schichten (Tn 1):

Im oberen Teil kalkige, nach unten immer stärker sandig werdende Folge von 10—100 m Mächtigkeit

Die angegebenen Mächtigkeiten nehmen von Westen nach Osten ab. Die Überschneidungen in den Angaben sind auf das Wandern der Faziesgrenze zurückzuführen.

## B. Vorkommen im Rhenoherynikum

### Der Kulm im rechtsrheinischen Schiefergebirge und im Harz

Die Ablagerungen dieses orogenen Sedimentationsraumes treten am Nord- und Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges, im Harz und im Flechtinger Höhenzug zutage.

Der Sedimentationsraum war im Süden von der SW—NE streichenden Mitteldeutschen Schwelle begrenzt. Im Oberdevon und besonders im Dinantium wölbte sich die Schwelle empor und lieferte große Mengen detritischen Materials in das rhenoherynische Becken nach Nordwesten und gleichzeitig in das saxothuringische Becken im Südosten. Beide Senkungsräume wurden im Lauf des Karbons gefüllt und gefaltet.

Die Flanken auf der Nordwest- und der Südostseite der Mitteldeutschen Schwelle wurden zuerst, schon im Mittel- und Oberdevon, mit Schutt beliefert,

während die Schüttung weiter entfernte Teile der Becken erst im Lauf des Dinantiums erreichte.

An der Nordwestflanke der Mitteldeutschen Schwelle sind in einem den Rand der Schwelle etwa parallel begleitenden Streifen solche früh geschütteten Grauwacken im östlichen und mittleren Harz, in einem kleinen Paläozoikums-Aufbruch an der Werra bei Albungen, im südlichen und mittleren Teil des Kellerwald-Horstes und am südlichen Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges vorhanden.

Das Material der Grauwacken wurde stoßweise geschüttet und nicht weit transportiert. Die teils so entstandenen, teils überdies tektonisch isolierten Grauwacken-Vorkommen tragen Lokalnamen, mit Ausnahme der wohl am weitesten verbreiteten „Kulm-Grauwacke“. Genannt sei hier allein die Tanner Grauwacke des Harzes, die im mittleren Dinantium entstanden ist (höhere Ga-Stufe bis Pe-Stufe, vermutlich bis in die Go-Stufe hinein; HELMUTH 1963).

Ihren Höhepunkt erreichte die Schüttung mit der Lieferung des Materials für die bis etwa 1000 m mächtigen Kulm-Grauwacken; sie wurden von der subvariscischen Vortiefe aufgenommen, die sich im oberen Dinantium vor dem Nordwestrand der Mitteldeutschen Schwelle eintiefte. Die Vortiefe verlagerte ihr Tiefstes, das fortlaufend mit klastischem Material gefüllt wurde, schnell nach Norden. Ihr Lauf endete im höheren Namur am Südrand der Niederländischen Plattform.

Mit der Vortiefenbildung trat der Sedimentationsraum in das zur völligen Füllung des Beckens führende Stadium ein. Die Faltungsfront folgte der Vortiefe in gewissem Abstand. Der Sedimentationsraum wurde so, wie er nach Nordwesten fortschreitend gefüllt worden war, auch nach Nordwesten fortschreitend gefaltet und damit dem variscischen Gebirge angegliedert.

Bevor mit der Vortiefenbildung das letzte Kapitel in der Geschichte dieses Senkungsgebietes begann, hatte der Raum eine lange Entwicklung als variscische Geosynklinale hinter sich. Sie setzte mit marinen Sedimenten vor dem Unterdevon ein und ist, ununterbrochen im marinen Bereich, bis über das Dinantium hinaus fortgesetzt worden.

Das Geosynklinal-Becken war in sich gegliedert. Vor dem Außenrand der Mitteldeutschen Schwelle erstreckte sich der ebenfalls SW—NE streichende Gürtel, in dem submarine Ergüsse und Intrusionen den stellenweise mehr als 300 m mächtigen Deckdiabas entstehen ließen. Dieser Vulkanismus erreichte seinen Höhepunkt im Mittleren und Oberen Tournaisium (Tn 2—3) in der Lahn- und Dill-Mulde des Rheinischen Schiefergebirges, dem Kellerwald und in entsprechender Position im Harz.

Das Becken war durch Tief-Schwellen gegliedert (RABIEN 1956 S. 67). Es ist wenig über die absolute Meerestiefe im Becken bekannt; biologisch war es eine Tiefsee. Manches deutet darauf hin, daß das Meer nicht viel über 300—400 m tief gewesen ist. Auch die Tief-Schwellen reichten nicht bis in den Wirkungsbereich der Wellen und Gezeiten hinauf. Auf den Tief-Schwellen ist die Schichtenfolge im Oberdevon und Dinantium kondensiert, stellenweise auch lückenhaft.

Die Schichten der Ga-Stufe sind in gleicher Weise ausgebildet wie die oberdevonischen. Der eigentliche Kulm beginnt mit dem Mittleren Tournai und der *Siphonodella crenulata*-Zone: an dieser Stelle liegt der paläogeographische Wendepunkt, dessen tiefere Ursachen noch unbekannt sind (PAPROTH 1960). Kennzeichnend für die Kulm-Fazies und auch für die jüngeren Sedimente, bis zu den flözführenden Schichten des Steinkohlengebirges, ist die in großen Räumen extrem gleichförmige Ausbildung, die stellenweise von kurzen, extremen Mächtigkeits-

oder Ausbildungsschwankungen unterbrochen wird. Aus diesen Eigenschaften läßt sich ableiten:

- daß das Becken mit wenig bewegtem, schlecht belüftetem Wasser gefüllt war
- daß die Sedimentation autochthonen Materials sehr gering war
- daß das detritische Material, aus dem die mächtigen Sedimente bestehen, stoßweise von außen, vom externen (im Nordwesten) oder vom internen (im Südosten) Rand in das Becken hinein geschüttet worden ist und mangels größerer Meeresströmungen im Becken nicht gleichmäßig verteilt werden konnte

Autochthone Sedimente sind:

- Alaun- und Schwarzschiefer
- Kieselschiefer

Allochthone Sedimente:

Vom internen (südöstlichen) Beckenrand stammen:

- das Material der Grauwacken und der Tongesteine
- das kalkige Material des Kulm-Kieselkalkes, einschließlich des Hellefelder Kalkes, des Posidonien-Kalkes und des Rhenaer Kalkes
- das sandige und tonige Material in den Liegenden Alaunschiefern

Vom externen (nordwestlichen) Beckenrand stammt:

- der kalkige Detritus des Kulm-Plattenkalkes

Der Kulm der rhenohertzynischen Zone wird gegliedert in:

Kulm-Grauwacke (Go alpha, Go beta, Go gamma):

Die Grauwacken entstanden in der nordwestwärts wandernden Vortiefe, sind also im Südosten älter als im Norden. Mächtigkeit bis etwa 1000 m, im Harz mehr als 1000 m

Kulm-Tonschiefer (Go alpha, Go beta, Go gamma):

20—100 m mächtige Tongesteine

Kulm-Plattenkalk (Go beta, Go gamma):

Im mittleren Teil des nördlichen Rheinischen Schiefergebirges ausgebildete plattige Kalke von 0—120 m Mächtigkeit

Kieselige Übergangsschichten (Go alpha):

Im oberen Teil vorwiegend Tongestein mit eingelagerten Kieselkalken und Kieselschiefern, deren Anteil nach unten zunimmt. Die Mächtigkeit wächst mit dem Gehalt an detritischem, transportiertem Material. 7—35 m mächtig, in der Dill-Mulde, wo Grauwacken vorkommen, 130 m

Kulm-Kieselschiefer (Pe beta bis Pe delta):

Es kommen zahlreiche, dünne Tuffitbänder vor (Quarzkeratophyr-Tuff). Die Kulm-Kieselschiefer werden in zwei Faziesgebieten in je zwei aufeinander folgende Teile gegliedert:

Im südlichen Rheinischen Schiefergebirge kommen vor:

Bunte (obere) Lydite: 0—30 m mächtige, grünliche und rötliche Kieselschiefer

Schwarze (untere) Lydite: 0—20 m mächtige, dunkle Kieselschiefer

Im nördlichen Rheinischen Schiefergebirge kommen vor:

Kulm-Kieselkalk: 40—80 m mächtige Kieselkalke mit einer im nördlichen Schiefergebirge etwas weiter verbreiteten, bis etwa 120 m mächtigen Einschaltung von grob detritischem „Hellefelder Kalk“

Kulm-Lydite: 20—30 m mächtige, dunkle Kieselschiefer

## Liegende Alaunschiefer (Pe alpha):

Alaun- und Schwarzschiefer von 5—40 m Mächtigkeit, im oberen Teil mit Phosphorit-Konkretionen. Im nördlichen Rheinischen Schiefergebirge Einschaltung bis zu 100 m mächtiger schwarzer Ton- und Sandfolgen

## Obere Hangenberg-Schichten (Ga):

Grünlich-graue, oft mehr oder weniger sandige und kalkige Tongesteine („Hangenberg-Schiefer“) von 5—15 m Mächtigkeit oder 1—2 m mächtiger Knollenkalk („Hangenberg-Kalk“)

### C. Vorkommen im Saxothuringikum Dinantium-Schichten des Frankenwaldes und des Vogtlandes

Die Dinantium-Folge des Frankenwaldes und des Vogtlandes tritt in dem Sporn paläozoischer Schichten zutage, der von der Böhmisches Masse aus, sich verschmälernd in Nordwestrichtung bis nach Thüringen reicht. Quer zur Längserstreckung dieses Sporns streichen die Schichten des Paläozoikums, in SW-NE-Richtung, zutage.

Die geologische Entwicklung dieses Gebietes ist im Dinantium und Oberdevon durch seine Lage zwischen zwei Elevationszonen, der Mitteldeutschen Schwelle im Nordwesten und der Erzgebirgs-Teplaer Schwelle im Südosten, geprägt.

Die saxo-thuringische Geosynklinale konnte sich nicht ausdehnen oder eine Vortiefe erzeugen, wie etwa die der rheno-herzynischen Zone, sondern wurde durch die Schüttung, die von den beiden Schwellen kam, immer stärker eingeeengt. Infolgedessen war die Geosynklinale schon etwa gegen Ende des Dinantiums gefüllt, und ihre Entwicklung wurde mit der Faltung beendet.

Im Oberdevon und Dinantium dieses Gebietes kommen gleichartige — oder sehr ähnliche — Gesteinstypen und -folgen mit vergleichbarer Fossilverteilung vor wie im Rhenoherynikum, nur sind sie räumlich stärker konzentriert, weil das Becken enger und in sich stärker gegliedert war als das Becken der rheno-herzynischen Zone. Die Schichten, die nahe an der Mitteldeutschen Schwelle, nahe ihrer südöstlichen Flanke, entstanden sind, ähneln ganz den gleichaltrigen Bildungen auf der anderen, nordwestlichen Flanke der Schwelle im Rhenoherynikum. Die Geosynklinale der saxo-thuringischen Zone war ebenso wie die der rheno-herzynischen Zone durch Schwellen gegliedert, die an alte Antiklinorien (z. B. den Bergaer Sattel und die Münchberger Gneismasse) gebunden waren. Ihre typischen Bildungen sind auch hier, bis zum Beginn des Mittel-Tournaisiums, Knollenkalke.

Im Dinantium herrschte die Kulm-Fazies mit dunklen Tongesteinen und Grauwacken mit Konglomeraten vor: Diabase und saure Tuffe sind verbreitet (RÖSLER 1960). Es kommen, im Gegensatz zur Ausbildung im Rheinischen Schiefergebirge, häufig kleinere und größere, linsenartige Einschaltungen von Kohlenkalk mit kennzeichnenden Korallen-Brachiopoden-Faunen vor. Die größten dieser Kohlenkalk-Linsen häufen sich zwar im Unter-Visé (Pe gamma), jedoch sind auch Kohlenkalk-Bildungen im Tournai und im tiefen Ober-Visé (Go alpha) nachgewiesen.

Der noch rätselhafte paläogeographische Wendepunkt zu Beginn des Mittel-Tournaisiums wirkte sich auch in diesem Gebiet durch eine Vereinheitlichung der Sedimentationsbedingungen aus. Auch hier verschwinden die letzten Cephalopoden-Knollenkalke; es breiten sich vorübergehend schwarze, feinkörnige bituminöse Sedimente (Rußschiefer) aus, besonders an der Südostflanke der Mitteldeutschen Schwelle.

Etwa mit Beginn der Go-Stufe setzt die Hauptphase der Schüttung des Grauwacken-Materials ein. Anders als im Rheinischen Schiefergebirge und im Harz führen diese Schichten jedoch keine marinen Fossilien, die ihr genaues Alter bestimmen und die Folge selbst biostratigraphisch unterteilen ließen.

In der saxo-thüringischen Zone liegen mehrere, seit längerer Zeit bekannte und für die Cephalopoden-Gliederung des Dinantiums wichtige Profile:

- der Steinbruch bei Kirchgattendorf (SCHINDEWOLF 1923, GANDL 1968, S. 494 f.), an der Nordostseite der Münchberger Gneismasse
- der Geigen-Bruch, an der Nordostseite der Münchberger Gneismasse (SCHINDEWOLF 1939, vgl. GANDL 1968, S. 497 f.)
- der Fundpunkt von Zadelsdorf bei Zeulenroda (Thüringen), der auf dem Bergaer Antiklinorium liegt (H. SCHMIDT 1925, S. 493; SCHINDEWOLF 1926)
- das Profil am Bohlen bei Saalfeld (Thüringen) (PFEIFFER 1954, SCHINDEWOLF 1952)

#### D. Vorkommen im Alemannisch-Moldanubischen Scheitel

##### Dinantium-Schichten im Schwarzwald

Variscische Sedimente sind im unteren Stockwerk des Alemannisch-Moldanubischen Scheitels, das im Schwarzwald angeschnitten ist, selten erhalten. Im Südschwarzwald streicht in der „Kulm-Zone von Badenweiler — Lenzkirch“, aus der West-Ost-Richtung nach Nordosten schwenkend, ein tektonisch begrenzter, 3—5 km breiter Streifen von Devon- und Dinantium-Schichten zwischen den vorwiegend variscischen Granitplutonen zutage.

Die genaue Altersbestimmung und Gliederung der 700—1500 m mächtigen Serie vorwiegend detritischer Sedimente ist wegen der Seltenheit von Fossilien und wegen der starken Verschuppung der Verbände schwierig. Fazielle Unterschiede lassen eine Gliederung des Ablagerungsraumes in einen nördlichen und einen südlichen Streifen („Geschwender Entwicklung“ und „Schönauer Entwicklung“) erkennen. Sicheres Dinantium ist bisher nur im südlichen der beiden Faziesbereiche nachgewiesen. Es ist gekennzeichnet durch frühes Einsetzen der Grauwackenschüttung und kräftigen sauren bis intermediären Vulkanismus. Man unterscheidet (SIRTIG 1969):

- Konglomerat-Schichten (höheres Viséum):  
pflanzenführende Konglomerate, Sandsteine, Arkosen, Tongesteine mit Kohlschmitzen und zurücktretend Tuffen, Eruptivbreccien und Laven. Die Abfolge entspricht ungefähr dem „Kulmkonglomerat“ älterer Bezeichnungsweise. Die Mächtigkeit schwankt zwischen 100 und 500 m.
- Hauptergußgesteinskomplex oder Porphyritische Serie (Viséum):  
Eruptivbreccien, brecciöse Konglomerate, tuffitische Grauwacken und Schiefer mit Laven und Ganggesteinen von insgesamt 100—400 m Mächtigkeit. Marine Faunen sind in karbonatischen Sedimenten und in Bruchstücken und Geröllen aus vulkanischen Breccien bekannt. Sie haben Viséum-Charakter.
- Grauwacken-Schiefer-Serie (Ga-Stufe bis Pe-Stufe):  
gebankte Grauwacken und Schiefer, z. T. tuffitisch, die bei Schönau *Prolecanites supradevonicus abnobensis* VÖHRINGER 1960 führen (= „*Prolecanites cf. lyoni*“ von SPIEGELHALTER 1910); ein *Pericyclus princeps* ähnlicher Cephalopod ist außerdem gefunden worden (SIRTIG 1967, S. 37). *P. supradevonicus*

kommt in der Ga-beta-Zone vor, vermutlich auch in jüngeren Schichten. — Teilweise scheint diese Serie das zeitliche Korrelat des Hauptergußgesteinskomplexes zu sein.

Die Basis des *Dinantium*s ist im Schwarzwald noch nicht gefunden. Das untere Oberdevon ist durch Tonschiefer mit Conodonten belegt („Grüne Schiefer“, MAASS 1965, S. 244). Eine Knollenkalk-Fazies des Oberdevons und tiefen Tournaissiums ist im Schwarzwald noch nicht nachgewiesen worden.

Die genaue Datierung der Schiefer und Grauwacken des nördlichen Faziesgebietes („Geschwender Entwicklung“) ist noch umstritten. Diese „Alten Schiefer“, eine fossilarme Folge dunkler, vorwiegend feiner klastischer Gesteine, werden oft für devonisch gehalten. Wegen ihrer Lagerung erwägt MAASS (1965, S. 243) viséisches Alter. Ein Vulkanismus wie im Süden ist hier nicht entwickelt.

Ähnliche Serien sind auch aus den Vogesen bekannt, wo reichere Faunen in weniger gestörten, viel weiter verbreiteten devonischen und dinantischen Schichten deutlichere Einblicke in die Entwicklung dieses Raumes erlauben. Die mächtigen, marinen Sedimente und die zahlreichen Äußerungen vulkanischer Tätigkeit beweisen, daß dieser zum zentralen Teil des variscischen Komplexes gehörende Raum im Devon und älteren Karbon ein Geosynklinal-Stadium durchlaufen hat, das noch innerhalb des Karbons, prästefanisch, mit der Faltung und Hebung des Gebietes beendet wurde.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.



### III. Oberkarbon (Silesium)

#### A. Der paralische Raum

#### 1. Das Rhein-Ruhr-Revier

##### a) Stratigraphie

VON MANFRED BACHMANN, PAUL MICHELAU UND ALBRECHT RABITZ\*

Mit Tafel 1 in der Anlage, 6 Abbildungen und 1 Tabelle

Das Oberkarbon im Rhein-Ruhr-Revier<sup>1</sup> setzt sich zusammen aus einer ca. 5500 m mächtigen Sedimentfolge, die vom Namur A bis ins Westfal C reicht (Taf. 1). Diese Folge umfaßt den älteren flözleeren Abschnitt des Namur A und B und den jüngeren flözführenden Abschnitt des Namur C bis Westfal C.

##### Das Namur A und B (BACHMANN & RABITZ)

Am Südrand des Rhein-Ruhr-Reviers streichen die Schichten des Namur A und B in stark wechselnder Breite zu Tage aus. Am Rheintal-Rand sinkt das Namur A und B an Störungen in die Niederrheinische Bucht ab. Hier wird es in der Umrandung des Krefelder Gewölbes von Schichten der Oberkreide?, des Tertiärs und Quartärs überlagert. Am Ostrand des Rhein-Ruhr-Reviers liegen Schichten des Namur A und B im Bereich des Soester Sattels und der Beckum—Versmolder Querstruktur an der Karbonoberfläche unter Oberkreide-Sedimenten des Münsterlandes. Entsprechend dem Abtauchen des Karbons nach Norden ist das Namur A und B am Aufbau des tieferen Untergrundes des Rhein-Ruhr-Reviers, des Münsterlandes und des nördlichen Niederrhein-Gebietes beteiligt. Außerdem sind Schichten des flözleeren Namurs auch weiter östlich und südöstlich vom Rhein-Ruhr-Revier in den Mulden des Rheinischen Schiefergebirges weit verbreitet.

Die Untergrenze des Namurs ist nach dem Beschluß der Stratigraphischen Kommission auf dem 21. Internationalen Geologen-Kongreß in Kopenhagen 1960 an die Untergrenze der Zone des *Cravenoceras leion* BISAT gebunden. Die Grenze liegt am Südrand des Rhein-Ruhr-Reviers meistens in den sogenannten Hangenden Alaunschiefern. Es handelt sich um eine Folge schwarzer bis grauer Schiefertone

\* Anschrift der Autoren: Dr. M. BACHMANN, Dr. P. MICHELAU und Dr. A. RABITZ, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 415 Krefeld, De-Greiff-Str. 195

<sup>1</sup> Für den hier mit „Rhein-Ruhr-Revier“ bezeichneten Raum sind im Bergbau und in der Lagerstättegeologie auch folgende Benennungen üblich: „Niederrheinisch-Westfälisches Steinkohlengebiet“, „Rheinisch-Westfälischer Steinkohlenbezirk“, „Rheinisch-Westfälisches Steinkohlengebiet“, „Ruhrrevier“ und „Ruhrgebiet“ (einschließlich des linksniederrheinischen Teiles), „Ruhrkohlenbezirk“ und „Ruhrkohlenbecken“.

mit wechselnden Schwefelkiesgehalten. Die Mächtigkeit wird mit 50—200 m angegeben. Über den Hangenden Alaunschiefern liegt das eigentliche „Flözleere“. Seine Grenzen sind petrographisch definiert und nicht überall altersgleich. Seine Untergrenze liegt oft in der *Eumorphoceras*-Stufe oder im tieferen Teil der *Homoceras*-Stufe, seine Obergrenze in der oberen *Reticuloceras*-Stufe (PAPROTH 1960, S. 392). Der Begriff „das Flözleere“ kann deshalb nur im Gegensatz zu Begriffen „das Steinkohlengebirge“, „Produktives“ oder „flözführendes Karbon“ gebraucht werden (PAPROTH 1960, S. 393).

Die Gliederung der Schichtenfolge des „Flözleeren“ geht am Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges auf KRUSCH (1912) zurück. PATTEISKY (1959) bemühte sich um eine Gliederung auf paläontologischer Grundlage mit Goniatiten-Zonen (Einzelheiten der Namur-Gliederung bei PAPROTH 1960, Tab. S. 390 und Lexique stratigr. intern. 1963). Die Untergrenze des „Flözleeren“ wird an die Basis der ersten mächtigeren Grauwackenbank gelegt. Als Obergrenze hat man die Basis der untersten Werksandsteinbank des flözführenden Karbons genommen.

Tabelle 1  
Gliederung des Namuriums am Südrand des Rhein-Ruhr-Reviers

		Gliederung nach Cephalopoden	Schichtengliederung
Namurium	C	<i>Gastrioceras</i> -Stufe	Sprockhöveler Schichten
	B	<i>Reticuloceras</i> -Stufe	Ziegelschieferzone Grauwackenzone Quarzitzone
	A	<i>Homoceras</i> -Stufe <i>Eumorphoceras</i> -Stufe	Hangende Alaunschiefer
Dinan- tium		<i>Goniatites</i> -Stufe	

Die Quarzitzone und die Grauwackenzone im unteren Teil des „Flözleeren“ bestehen aus einer Wechsellagerung von Quarziten (z. T. konglomeratisch), Grauwacken (z. T. quarzitisches) und Schiefertönen, wobei die erstgenannte Zone mehr Quarzite und die letztere mehr Grauwacken enthält.

In der Ziegelschieferzone überwiegen Schiefertone; Bänke von Quarziten und Grauwacken treten zurück.

Die Schichten des Namur A und B sind im Raum von Hagen und Wuppertal besonders mächtig entwickelt und sollen hier 2000 m erreichen. Am Nordrand des Velberter Sattels wird die Mächtigkeit geringer, und die gröberklastischen Sedimente treten zugunsten der Schiefertone stark zurück. Westlich des Velberter Sattels ist die Ausbildung der Schichtenfolge vom Namur A bis zum mittleren Namur C im Untergrund der Niederrheinischen Bucht nicht bekannt, weil die Bergbauaufschlüsse nicht tiefer als bis zur Wasserbank-Flözgruppe (mittleres Namur C) reichen. Auf Grund refraktionsseismischer Untersuchungen im Bereich

des Krefelder Gewölbes hat man festgestellt, daß die Mächtigkeit des gesamten Namuriums gegenüber dem rechtsrheinischen Bereich stark reduziert ist. Sie beträgt an der Bohrung Stenden 2 ca. 800 m (Basis Westfal — Top Kohlenkalk). Rechnet man mit einer gleichbleibenden Mächtigkeit des Namur C von ca. 600 m, so verbleiben für das Namur A und B nur noch 200 m. Eine rasche Zunahme der Mächtigkeit nach Norden und Nordosten ergibt sich aus der Tatsache, daß in der Bohrung Isselburg 3 das gesamte Namurium ca. 2000 m dick ist und auch in der Bohrung Münsterland 1 über 1000 m flözleeres Namurium durchteuft worden sind. Weitere Angaben und eine Betrachtung der paläogeographischen Zusammenhänge sind in dem Beitrag von HEDEMANN & R. TEICHMÜLLER (1971) enthalten.

### Das Namur C bis Westfal C

#### Übersicht (RABITZ)

Das flözführende Karbon im Rhein-Ruhr-Revier besteht aus einer über 3000 m mächtigen Sedimentfolge, die vom Namur C bis ins Westfal C reicht (Taf. 1). Am Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges, beiderseits der unteren Ruhr, streichen Schichten des Namur C und Westfal A zutage aus. Nach Norden taucht das produktive Karbon ab und wird nördlich einer Linie, die durch die Mitte von Duisburg und durch den Südteil von Mülheim, Essen, Bochum und Dortmund verläuft, von Schichten der Oberkreide überlagert. Da der Faltenspiegel stärker als das Deckgebirge nach Norden absinkt, treten in dieser Richtung immer jüngere Karbonschichten an die Karbonoberfläche.

Das Namur C beginnt vereinbarungsgemäß mit dem „Grenzsandstein“, dem ersten mächtigeren Sandstein (10—15 m) über der sog. Ziegelschieferzone des Flözleeren. Er läßt sich im südlichen Ruhrrevier morphologisch verfolgen. Die jüngsten Schichten des flözführenden Ruhrkarbons liegen im Westfal C; das Westfal D ist abgetragen.

Für die weitere Unterteilung des produktiven Ruhrkarbons in sechs Einheiten werden marine Horizonte herangezogen.

Westfal C	Dorstener Schichten, beginnend mit dem marinen Ägir-Horizont (über Flöz Ägir)
Westfal B	{ Oberes: Horster Schichten, beginnend mit dem marinen Domina-Horizont (über Flöz L)
	{ Unteres: Essener Schichten, beginnend mit dem marinen Katharina-Horizont (über Flöz Katharina)
Westfal A	{ Oberes: Bochumer Schichten, beginnend mit dem marinen Plaßhofsbank-Horizont (über Flöz Plaßhofsbank)
	{ Unteres: Wittener Schichten, beginnend mit dem marinen Sarnsbank-Horizont (über Flöz Sarnsbank 2)
Namur C	Sprockhöveler Schichten, beginnend mit dem Grenzsandstein.

Diese sechs Schichtengruppen werden abermals unterteilt in je zwei oder drei Einheiten. Für die Charakterisierung der Grenzen hat man unterschiedliche Merkmale herangezogen, z. B. bedeutendere (konglomeratische) Sandsteine, marine Horizonte, markante Flöze (s. u.). Die Grenze selbst wird jeweils an die Oberfläche eines Flözes gelegt.

Das produktive Oberkarbon ist aus zyklischen Sedimentfolgen aufgebaut, die in dem nachstehenden Schema erläutert sind:

	schwachsandiger und sandfreier Schiefer-ton (häufig mit Fossilien)
	.....
	Kohle
	sandfreier und schwachsandiger Schiefer-ton (Wurzelboden)
Cyclothem	sandiger und sandstreifiger Schiefer-ton
	Sandstein (Höhepunkt der klastischen Sedimentation)
	sandstreifiger und sandiger Schiefer-ton
	schwachsandiger und sandfreier Schiefer-ton (häufig mit Fossilien)
	.....
	Kohle
	sandfreier und schwachsandiger Schiefer-ton (Wurzelboden)

Eine andere Gliederungsmöglichkeit ergibt sich, wenn man die Cyclothemgrenzen an den Höhepunkten der klastischen Sedimentation zieht. Die Durchschnittsmächtigkeit eines Cyclothemes beträgt im Ruhrkarbon nach JESSEN (1956a) 7—8 m. Als Leitschichten über den Flözen haben sich marine Horizonte bewährt. Diese zeigen einen vertikalen Wechsel (Faunenfolgen) mit Übergängen von nicht-mariner zu mariner Fauna, wie Goniatiten, Pterinopectiniden u. a. In einigen marinen Horizonten lassen sich bei räumlicher Betrachtung verschiedene Fazieszonen erkennen, die Bereiche mit stärkerem und schwächerem marinen Einfluß widerspiegeln.

Innerhalb des gesamten produktiven Ruhrkarbons ist eine deutliche Abnahme des marinen Einflusses von den älteren zu den jüngeren Schichten erkennbar. Die Anzahl und Mächtigkeit der marinen Einschaltungen ist im Namur C und unteren Westfal A größer als im oberen Westfal A bis Westfal C. Entsprechend nimmt die Zahl der Fossilagen mit nicht-marinen Muscheln oder Pflanzen in den jüngeren Schichten zu. Der Übergang vollzieht sich in den Unteren Bochumer Schichten und drückt sich besonders im Anteil der Kohlenflöze an der Gesamtschichtenmächtigkeit aus. Er steigt von den Sprockhöveler zu den Wittener Schichten an, erreicht in den Bochumer Schichten ab Flöz Sonnenschein mit 3—4% bauwürdiger Flöze (KUKUK 1938) sein Maximum, um in den jüngeren Schichten wieder allmählich abzufallen.

Als Leitschichten haben Kaolin-Kohlentonsteine im letzten Jahrzehnt zunehmend an Bedeutung gewonnen. Etliche konnten durch das gesamte Ruhrrevier verfolgt werden. Bemerkenswerterweise setzen die meisten Kaolin-Kohlentonsteine erst mit dem Maximum der Kohlenführung ein (s. BURGER, ECKHARDT & STADLER 1962).

Für das flözführende Ruhrkarbon wählten OBERSTE-BRINK & BÄRTLING (1930 a, b) bestimmte Schichtenschnitte — damals „Normalprofile“ genannt — aus, deren Flöznamen als Einheitsbezeichnungen für das gesamte Ruhrgebiet gelten: In jahrelanger systematischer Arbeit wurde die Flözparallelisierung für größere Teilbereiche des Ruhrreviers durch schrittweise Verknüpfung mit diesen Schichtenschnitten („Richtschnittenschnitte“ oder „Ausgangsprofile“) durchgeführt (HAHNE 1955, JESSEN, MICHELAU & RABITZ 1962, BACHMANN 1967) und für wichtige Flöze auf das gesamte Ruhrgebiet ausgedehnt (HAHNE & SCHLOMS 1967). Mit der Entwicklung feinstratigraphischer Untersuchungsmethoden in den letzten 20 Jahren wurden ergänzende Untersuchungen an den 1930 festgelegten „Normalprofilen“ notwendig. Jedoch war nur noch ein Teil der damaligen Grubenaufschlüsse zugänglich, so daß nunmehr auch andere Schachtanlagen herangezogen werden mußten. Diese Ergebnisse stellt FIEBIG (1969) in einer sog. „overall section“ zusammen.

Schichtenfolge

Sprockhöveler Schichten (MICHELAU)

Die Sprockhöveler Schichten (Abb. 1) gehören dem Namur C an. Sie streichen im Dreieck Mülheim — Wuppertal — Werl zutage aus. Nördlich und westlich davon tauchen sie unter das Deckgebirge ab und sind dort durch den Bergbau bis an die Linie Tönisberg — Rheinhausen — Mülheim — Lünen — Unna aufgeschlossen.

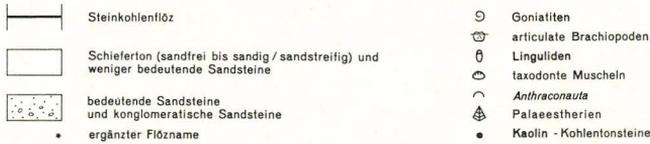
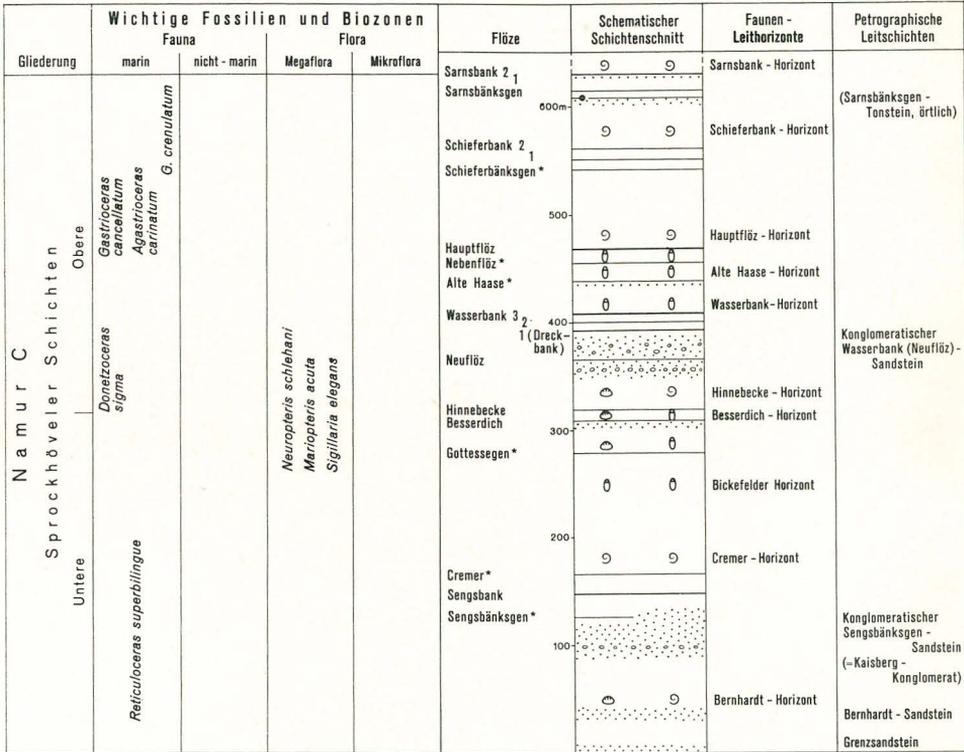


Abb. 1. Stratigraphische Übersicht der Sprockhöveler Schichten

Dem schematischen Schichtenschnitt liegt das „Normalprofil“ für die einheitliche Flözbenennung von OBERSTE-BRINK & BÄRTLING (1930) zugrunde. Es wurde ergänzt nach JESSEN, MICHELAU & RABITZ (1962) und FIEBIG (1969). Die ergänzten Flöznamen sind mit \* gekennzeichnet.

Für die Auswahl wichtigster Fossilien wurden folgende Arbeiten herangezogen: marine Fossilien H. SCHMIDT (1938) und PATTEISKY (1959 und 1965), nicht-marine Muscheln PAPROTH (1962), Megaflora JOSTEN (1962a), Mikroflora GREBE (1971). Die Kaolin-Kohlentonsteine bearbeiteten BURGER, ECKHARDT & STADLER (1962) zusammenfassend. Die Abb. 1—6 stellte A. RABITZ zusammen.

Der Hauptanteil an der Kohlenförderung lag bzw. liegt in der Herzkämper und Wittener Mulde sowie im Südteil der Bochumer und Essener Mulde.

Mit den Sprockhöveler Schichten setzt die Flözführung im Ruhrkarbon ein. Die Sprockhöveler Schichten beginnen mit dem Liegenden der untersten Werksandsteinbank, dem Grenzsandstein, und enden am Liegenden der marinen Schicht über Flöz Sarnsbank, der internationalen Namur/Westfal-Grenze.

An der Basis des marinen Horizontes über Flöz Hinnebecke liegt neuerdings die Grenze zwischen den Unteren und Oberen Sprockhöveler Schichten. Diese Grenze wurde gezogen, um die ältesten, meist unbauwürdigen Flöze von den jüngeren, bauwürdigen zu trennen.

Die Unteren Sprockhöveler Schichten lassen sich in einen unteren flözleeren und einen oberen flözführenden Abschnitt gliedern. Der untere wird auf Vorschlag von PATTEISKY (1959) Kaisberg-Schichten genannt. Danach ergibt sich für die Sprockhöveler Schichten nach der Kohlenführung eine Dreigliederung: unten ein flözleerer Teil, in der Mitte ein Abschnitt mit unbauwürdigen Flözen und oben ein Abschnitt mit bauwürdigen Flözen.

Die gesamte Kohlenmächtigkeit der Sprockhöveler Schichten beträgt nach HOLLMANN (1967) südlich von Dortmund 7 m und nimmt bis zum nördlichen Niederrhein bis auf 1 m ab. Dabei fallen die bauwürdigen Flöze in der gleichen Richtung von unten nach oben nacheinander aus, so daß in der Emscher-Mulde nur noch ein Flöz in der höchsten Flözgruppe, der Sarnsbank-Gruppe, gebaut wird. Die Kohlen haben im Osten Eßkohlen-, im Süden Magerkohlen- und Anthrazit-Charakter.

Die Gesamtmächtigkeit der Sprockhöveler Schichten liegt bei etwa 670 m. In einzelnen Abschnitten können größere Mächtigkeitsunterschiede auftreten. Die Sprockhöveler Schichten sind die am stärksten marin beeinflussten Schichten des Steinkohlengebirges. Außer sechs Horizonten, die hoch marine Fauna führen, ist noch eine ganze Reihe schwach mariner Horizonte bekannt. Fast in jedem Cyclothem lassen sich Spuren mariner Beeinflussung nachweisen. Charakteristisch für die Sprockhöveler Schichten sind ferner mächtige Sandsteine und Konglomerate im tieferen Teil sowie ein Kaolin-Kohlentonstein in der Sarnsbank-Gruppe.

Die Unteren Sprockhöveler Schichten beginnen mit dem Grenzsandstein. Zwischen ihm und dem 20 m mächtigen konglomeratischen Sandstein unter Flöz Sengsbänksge (früher Kaisberg-Konglomerat genannt) liegt der Goniatiten, Nuculaniden und Linguliden führende Bernhardt-Horizont. Über diesem konglomeratischen Sandstein folgen die Flöze Sengsbänksge und Sengsbank und darüber die marinen Horizonte Cremer, Bickefeld, Gottesseggen und Besserdich. Die letzten zwei Horizonte liegen über den gleichnamigen geringmächtigen Flözen.

Die Oberen Sprockhöveler Schichten beginnen mit dem marinen Horizont über Flöz Hinnebecke. Darüber folgt eine ca. 50 m mächtige konglomeratische Sandsteinzone, in der das Flöz-Neuflöz liegt. Da diese Zone von der Wasserbank-Flözgruppe überlagert wird, nennt man sie häufig auch Wasserbank-Konglomerat. Es folgen drei *Lingula*-Horizonte über Flöz Wasserbank 3, Flöz Alte Haase und dem Nebenflöz. Der darüberliegende marine Hauptflöz-Horizont zeichnet sich durch zahlreiche Goniatiten der Gattung *Gastrioceras* aus, die zum Teil in Geoden körperlich erhalten sind. Eine Besonderheit des Flözes sind verkieselte Torfknochen mit strukturzeigenden Pflanzenresten. Der über der Schieferbank-Gruppe liegende marine Horizont ist der höchste der Sprockhöveler Schichten, während der über der Sarnsbank-Gruppe folgende Horizont schon den Wittener Schichten angehört.

Wittener Schichten (BACHMANN)

Die Wittener Schichten (Abb. 2) gehören dem tieferen Abschnitt des Westfals A an. Nach den Beschlüssen des 1. Heerlener Kongresses liegt die Untergrenze an der Basis des untersten marinen Horizontes über Flöz Sarnsbank. Die Obergrenze wird an die Basis des marinen Horizontes über Flöz Plaßhofsbank gelegt. Die Wittener Schichten werden in Untere und Obere Wittener Schichten gegliedert. Als Grenze zwischen diesen Abschnitten wurde die Basis des marinen Horizontes über Flöz Finefrau-Nebenbank gewählt.

Gliederung	Wichtige Fossilien und Biozonen				Flöze	Schematischer Schichtenschnitt	Faunen-Leithorizonte	Petrographische Leitschichten
	Fauna		Flora					
	marin	nicht - marin	Megaflora	Mikroflora				
u n t e r e s W e s t f a l A W i t t e n e r S c h i c h t e n	<i>Gastr. listeri</i> <i>G. circumodosum</i>	L e n i s u l c a t a - Z o n e	<i>Neuropteris schiehni</i> <i>Marlopteris acula</i> <i>Sphenopteris hoeninghausi</i> <i>Sigillaria elegans</i>		Plaßhofsbank	○ ○	Plaßhofsbank - Horizont	Konglomeratischer Finefrau - Sandstein
					Girondelle 9	○ ○	Girondelle 9 - Horizont	
					8 (Niveau)	○	Girondelle 8 - Horizont	
					7 (Niveau)	○	Girondelle 6 - Horizont	
					6			
					5			
					4			
					3			
					2	○ ○	Girondelle 2 - Horizont	
					1	○ ○	Girondelle 1 - Horizont	
					Finefrau - Nebenbank	○ ○	Finefrau - Nebenbank - Horizont	
					Finefrau			
					Mentor	○ ○	Geitling 2 - Horizont	
					Geitling 2	○ ○	Geitling 2 - Horizont	
					1	○ ○	Kreftenscheer - Horizont	
Kreftenscheer 2	○ ○	Kreftenscheer - Horizont						
1								
Mausegatt								
Fink *	○ ○	Sarnsbank - Horizonte						
Sarnsbank 2	○ ○	Sarnsbank - Horizonte						

Abb. 2. Stratigraphische Übersicht der Wittener Schichten (Erläuterungen s. Abb. 1)

Die Mächtigkeit der Wittener Schichten wächst von etwa 400 m im Osten bis auf ca. 600 m im Westen an. Wie in den übrigen Schichten des Steinkohlengebirges können in einzelnen Abschnitten größere Mächtigkeitsunterschiede auftreten.

Die Wittener Schichten treten im südlichen Ruhrrevier zwischen Mülheim und Dortmund zutage und sind hier im Ruhrtal an Verkehrswegen, in Steinbrüchen und Ziegeleigruben zugänglich. In nordnordwestlicher Richtung tauchen sie unter zunehmend mächtigem Deckgebirge und jüngeren Oberkarbonschichten in größere Tiefen ab. Lediglich am Nord- und Ostrand des linksrheinischen „Krefelder Gewölbes“ und in Hochschollen nordöstlich der Linie Gelsenkirchen — Castrop streichen sie in größeren Bereichen an der Karbonoberfläche aus. Die nördliche Abau- bzw. Aufschlußgrenze ist, abgesehen von einzelnen tiefen Bohrungen, z. B. der Bohrung Münsterland 1, durch die Linie Issum — Kampf-Lintfort — Moers — Hamborn — Oberhausen — Gelsenkirchen — Waltrop — Kamen festgelegt.

Hinsichtlich ihres Kohlenreichtums nehmen die Wittener Schichten eine Mittelstellung zwischen den älteren Sprockhöveler und den jüngeren Bochumer Schichten ein. Die Flöze sind in drei Abschnitten angereichert, und zwar erstens zwischen Flöz Mausegatt und Flöz Mentor 2, zweitens in der Flözgruppe Finefrau — Finefrau-Nebenbank und drittens zwischen Flöz Girondelle 1 und Flöz Girondelle 6. Zwischen den genannten flözführenden Abschnitten und den Grenzflözen Sarnsbank und Plaßhofsbank liegen mehrere Dekameter mächtige flözleere Mittel. Die

Flöze gehören vorwiegend den Eß- und Magerkohlen, in geringerer Menge den Anthraziten und Fettkohlen an. Die optimalen Mächtigkeiten einzelner Flöze sind nicht in einem bestimmten Gebiet konzentriert, sondern unterschiedlich über das gesamte Revier verteilt. Im einzelnen liegt die optimale, z. T. über 2 m erreichende Flözmächtigkeit für Flöz Mausegatt im Raum Witten — Dortmund — Kurl, für die Kreftenscheer-Flöze zwischen Hattingen und Bochum, für die Geitling-Flöze bei Kapellen und zwischen Bochum und Witten, für Flöz Finefrau südlich Dortmund und zwischen Recklinghausen und Waltrop und für Flöz Girondelle 5 im Raum Moers — Kamp-Lintfort.

Die Unteren Wittener Schichten beginnen mit den marinen Horizonten über Flöz Sarnsbank. Der tiefere ist gekennzeichnet durch *Gastrioceras subcrenatum* (FRECH). Daneben kommen die Gattungen *Homoceratoides* und *Anthracoceras* vor. Stellenweise liegen goniatitenreiche Koncretionen unmittelbar über dem Flöz. Außerdem sind folgende marine Fossilgruppen bekannt: Linguliden, Taxodonte, Pterinopectiniden, Posidoniellen, Posidonien, Myalinen und Orthoceren und im faunenreichen oberen Horizont außerdem articulate Brachiopoden, heterodonte Muscheln, Bellerophontiden und Crinoiden.

Im Abstand von ca. 70 bis 150 m folgt über dem Flöz Sarnsbank das Flöz Mausegatt. In seinem Liegenden ist vielerorts der mächtige „Mausegatt-Sandstein“ verbreitet. Das Flöz spaltet nur selten in zwei Bänke auf. In seinem Hangenden führt es meistens Pflanzenreste, seltener nicht-marine Muscheln und linksrheinisch auch schwach marine Fauna.

Die darüber folgenden Flöze der Kreftenscheer-Gruppe sind wechselhaft ausgebildet und spalten oft in maximal vier Einzelflöze auf. Darüber liegt der marine Horizont über Flöz Kreftenscheer 2, der durch Linguliden, marine Gastropoden und *Planolites ophthalmoides* gekennzeichnet ist. Die Flöze der Geitling-Gruppe scharen ebenfalls häufig. In ihrem Hangenden liegt ein mariner *Lingula*-Horizont. Den Abschluß dieser Flözgruppe bilden die Mentor-Flöze, von denen das obere gelegentlich durch den darüberliegenden „Finefrau-Sandstein“ ausgewaschen ist. Dicht unter Mentor 1 ist linksrheinisch ein *Lingula*-Horizont bekannt.

Der vorwiegend konglomeratische „Finefrau-Sandstein“ erreicht Mächtigkeiten zwischen 20 und 40 m. Er ist für große Bereiche des Ruhreviers charakteristisch. Im Raum nördlich und nordöstlich von Dortmund fehlt er dagegen.

Die Flöze Finefrau und Finefrau-Nebenbank sind überall nachzuweisen. Sie spalten örtlich in Ober- und Unterbank auf. Im linksrheinischen Gebiet beginnt die marine Fauna bereits über Flöz Finefrau.

Mit dem marinen Finefrau-Nebenbank-Horizont setzen die Oberen Wittener Schichten ein. Dieser Horizont umfaßt zwei bis drei Cyclotheme. Die Fauna ist gekennzeichnet durch *Gastrioceras circumnodosum*, Anthracoceraten, Posidoniellen, Pterinopectiniden, Linguliden und *Planolites ophthalmoides*.

Etwa 50—70 m über Flöz Finefrau-Nebenbank setzt die Girondelle-Flözgruppe ein, deren Kohlenführung bis Flöz Girondelle 6 reicht. Im mittleren Teil dieses Abschnittes sind Sandsteine vorherrschend. *Lingula*-Horizonte liegen über den Flözen Girondelle 1, 2, 3 und 6. In der Regel sind die Flöze Girondelle 4 und 5 am mächtigsten und bauwürdig.

Über Flöz Girondelle 6 folgt eine etwa 50—70 m mächtige vorwiegend flözleere Schichtenfolge. Diese enthält örtlich weitere *Lingula*-Horizonte und im oberen Teil das Flöz Girondelle 9. Das obere Grenzflöz Plaßhofsbank ist, vor allem linksrheinisch, in zwei bis drei Teilbänke aufgespalten.

Bochumer Schichten (RABITZ)

Die Bochumer Schichten (Abb. 3) sind der kohlenreichste Abschnitt des flözführenden Ruhrkarbons. Der Bergbau hat sie mit Unterbrechungen durch das gesamte Ruhrrevier vom linksrheinischen Teil bis zur östlichsten Schachanlage im Raum von Hamm erschlossen. Im südlichen Ruhrrevier zwischen Bochum und Essen treten die älteren Bochumer Schichten zutage und sind hier stellenweise in Steinbrüchen und Ziegeleigruben zugänglich. Nach Nordwesten sinken die Bochumer Schichten, entsprechend dem Abtauchen des Falten spiegels, unter dem Deckgebirge in größere Tiefen und treten nur noch in den Sätteln an die Karbonoberfläche. Die Mächtigkeit der Bochumer Schichten schwankt zwischen < 550 m und > 750 m.

Die Flöze liegen in der Regel im Fettkohlenstadium, im östlichen Ruhrrevier auch im Gaskohlenstadium vor. Die Kohlen der Bochumer Schichten werden besonders für die Koksherstellung verwendet.

Die einheitlichen Flözbezeichnungen der Bochumer Schichten sind für das westliche und mittlere Ruhrrevier bis in den Raum Essen — Gelsenkirchen systematisch durch schrittweise erfolgte Verbindung von Schachanlage zu Schachanlage ermittelt worden. Für den östlich anschließenden Raum sind bislang Übersichten publiziert; Detailuntersuchungen stehen noch aus.

Die Bochumer Schichten werden in Untere, Mittlere und Obere Bochumer Schichten gegliedert. Während die Unteren Bochumer Schichten noch mehrere marine Horizonte enthalten, sind die Mittleren und Oberen Bochumer Schichten

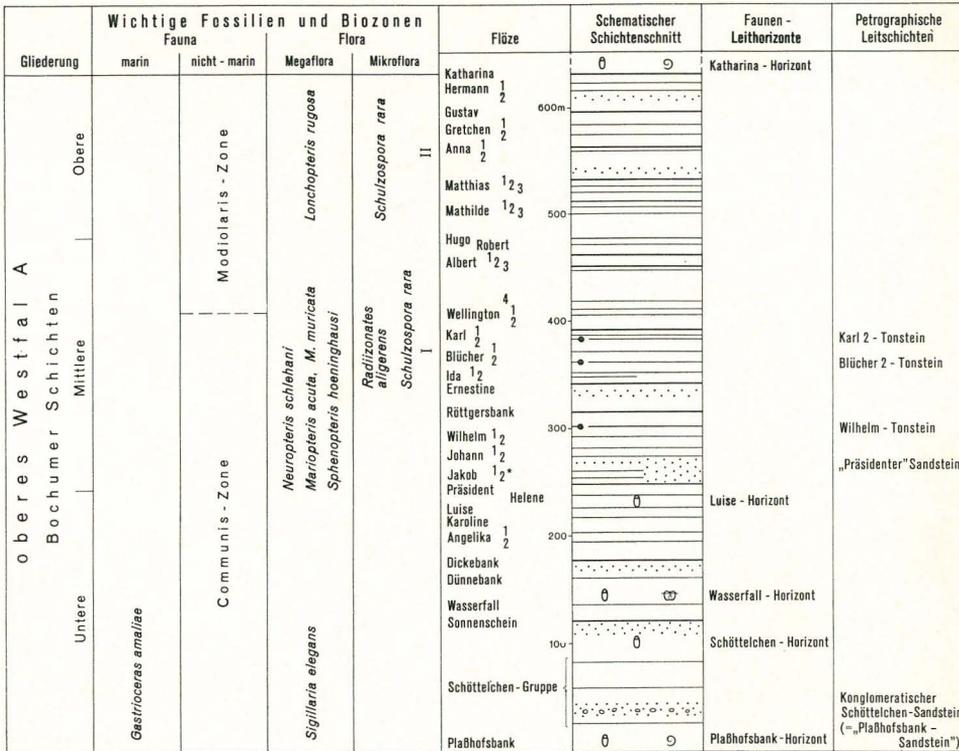


Abb. 3. Stratigraphische Übersicht der Bochumer Schichten (Erläuterungen s. Abb. 1)

vorwiegend unter nicht-marinen Ablagerungsbedingungen entstanden. Das geht aus zahlreichen Fossilagen mit Pflanzen und nicht-marinen Muscheln hervor. Wegen des nicht-marinen Charakters der Ablagerungen lassen sich hier stärkere Fazieschwankungen beobachten.

Die Basis der Unteren Bochumer Schichten ist durch den marinen Horizont über Flöz Plaßhofsbank fixiert. Er führt örtlich *Gastrioceras amaliae* H. SCHMIDT, seltener andere Megafossilien, dagegen häufig Mikrofauna. Die Entwicklung dieses Horizontes scheint unregelmäßig zu sein; stellenweise ist er nicht auffindbar. Systematische Untersuchungen fehlen noch.

Der darüber folgende, stellenweise 20—30 m mächtige konglomeratische Sandstein (bisher Plaßhofsbank-Sandstein, besser Schöttelchen-Sandstein genannt) läßt sich in großen Teilen des Ruhrreviers nachweisen. Die mit nur geringmächtigen Flözen ausgestattete Schöttelchen-Flözgruppe enthält zwei marin beeinflusste Horizonte, die oft *Planolites ophthalmoides* JESSEN und stellenweise Linguliden führen.

Mit Flöz Sonnenschein beginnt der kohlenreichste Abschnitt des gesamten Ruhrkarbons, der bis an die obere Grenze der Bochumer Schichten reicht. Flöz Sonnenschein läßt sich trotz örtlicher Aufsplitterungen durch das gesamte Ruhrrevier verfolgen. Eine wichtige Hilfe bei der Flözidentifizierung ist der marine Horizont über Flöz Wasserfall, der im gesamten Bezirk als Augenschiefertone mit zahlreichen Foraminiferen, z. T. mit Linguliden, und im Osten örtlich mit anderen marinen Megafossilien, z. B. Productoideen, nachgewiesen ist. Ein weiterer mariner Horizont liegt über Flöz Luise. Er ist im Raum Essen — Oberhausen und im nördlichen Ruhrrevier stellenweise durch Linguliden belegt.

Die Mittleren Bochumer Schichten reichen von der Oberfläche von Flöz Präsident bis zur Oberfläche von Flöz Hugo. Im mittleren Ruhrrevier ließ sich der (z. T. konglomeratische) Sandstein über Flöz Präsident über größere Erstreckung verfolgen und konnte daher für die Grenzfestlegung benutzt werden. In der dichten Flözfolge dieses Abschnittes sind Flözaufspaltungen weit verbreitet. Zu deren Klärung hat die in den letzten 10 bis 15 Jahren durchgeführte systematische Verfolgung der Kaolin-Kohleentonsteine wesentlich beigetragen. Die Tonsteine der Flöze Karl 2 und Wilhelm konnten durch das gesamte Ruhrrevier verfolgt werden. Hingegen ist der im Flöz Blücher 2 auftretende Tonstein eine Besonderheit des östlichen Reviers. Auf schwach marine Einflüsse weisen Foraminiferen führende Augenschiefertone hin, die man besonders über den Flözen Jakob 2, Johann 1 und in der Albert-4-Wellington-Flözgruppe findet.

Die Oberen Bochumer Schichten beginnen über Flöz Hugo und enden an der Basis des marinen Horizontes über Flöz Katharina. In diesem Abschnitt der Bochumer Schichten treten die stärksten Fazies- und Mächtigkeitsänderungen auf. Etliche der im westlichen und mittleren Revier entwickelten Flöze splitteln nach Osten in zunehmendem Maße in Teilflöze auf. In gleicher Richtung ist eine Mächtigkeitszunahme von 90 m im Westen auf 195 m im Raum von Dortmund zu beobachten. Der Mangel an Leithorizonten in dieser nicht-marinen Schichtenfolge erschwert die Identifizierung der Einzelflöze. Die Torfdolomite aus Flöz Katharina sind wegen der strukturzeigenden Pflanzenreste bekanntgeworden.

#### Essener Schichten (RABITZ)

Die Essener Schichten (Abb. 4) sind in den großen Mulden des mittleren und nordwestlichen Ruhrreviers verbreitet. Früherer und heutiger Bergbau hat sie in der Essener Mulde, in den tieferen Bereichen der Emscher-Mulde und an den Rändern der Lippe-Mulde erschlossen. Im gesamten Ostteil des Ruhrkohlen-

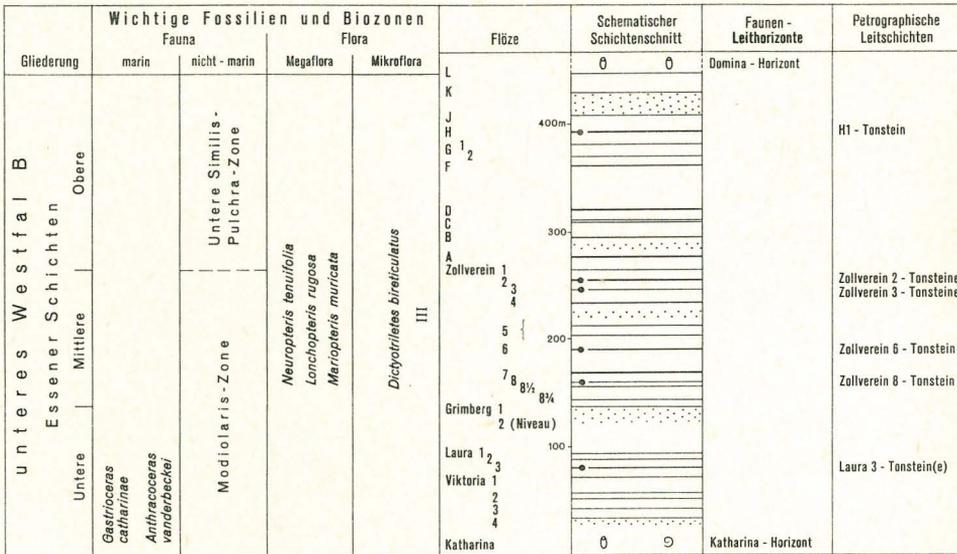


Abb. 4. Stratigraphische Übersicht der Essener Schichten (Erläuterungen s. Abb. 1)

beckens, d. h. östlich der Linie Bochum — Recklinghausen, sind die Essener Schichten nur noch in den Muldenkernen (und hier besonders in den tektonischen Gräben) von der präkretazischen Abtragung verschont geblieben. Hier geht in den Essener Schichten nur noch örtlich Bergbau um. Die Gesamtmächtigkeit der Essener Schichten schwankt zwischen < 450 m und > 600 m.

Die Essener Schichten enthalten vorwiegend Gaskohlen, z. T. auch Fettkohlen oder Gasflammkohlen. Die Kokserzeugung ist der wichtigste Verwendungszweck.

Die einheitliche Flözbenennung ist im Westen und in der Mitte des Ruhrreviers für nahezu alle Flöze, im Osten für die wichtigsten Flöze bekannt. Bei der Identifizierung erwiesen sich Kaolin-Kohlentonsteine als wertvolle Leitschichten.

Die Essener Schichten werden in drei Abschnitte gegliedert. Der untere ist kohlenarm, der mittlere und obere sind reich an Kohlenflözen. Die Nebengesteine unterliegen starken faziellen Schwankungen; keiner der Sandsteinhorizonte läßt sich mit Sicherheit durch das gesamte Ruhrrevier verfolgen. Nur die Basis der Unteren Essener Schichten ist marin, die darüber folgenden Schichten sind vorwiegend nicht-marin. Einzelne Foraminiferenlagen und seltene Vorkommen mariner Mollusken-Kleinformen werden auf marine Beeinflussung zurückgeführt.

Die Unteren Essener Schichten beginnen mit dem marinen Horizont über Flöz Katharina. Er ist im Osten des Ruhrreviers in *Goniatiten*-Fazies, in der Mitte in *Lingula*-Fazies und im Westen in fossilarmen Fazies entwickelt. Das bedeutet: die am stärksten marine Entwicklung liegt in dem Bezirk mit den größten Schichtmächtigkeiten des oberen Westfal A und unteren Westfal B.

In den Unteren Essener Schichten herrschen zyklisch gegliederte Sedimente mit zahlreichen Lagen nicht-mariner Muscheln vor. Nur in der Laura-Viktoria-Flözgruppe ist es zu bedeutenderer Flözbildung gekommen. Mit Hilfe eines Kaolin-Kohlentonsteins (im Osten zwei) gelang eine detailliertere Gliederung. Über dieser Flözgruppe treten im östlichen Ruhrrevier weitere Flöze auf, die neuerdings — von oben nach unten — mit Grimberg 1, 2, 3 usw. bezeichnet werden. Dabei ist Zollverein 9 = Grimberg 1.

Die kohlenreichen Mittleren Essener Schichten enthalten die Zollverein-Flöze 1—8. Durch die in den letzten 15 Jahren systematisch verfolgten Kaolin-Kohlentonsteine in den Flözen Zollverein 2, 3, 6 und 8 gelang im westlichen und mittleren Ruhrrevier eine Gleichstellung der durch Bergbau gut erschlossenen Flöze mit Darstellung der Scharungsverhältnisse im Detail. Im östlichen Ruhrrevier führte der schrittweise erfolgende Nachweis der gleichen Kaolin-Kohlentonsteine in den isolierten Vorkommen zu folgenden Ergebnissen: Die Zollverein-Gruppe wie auch die übrigen Abschnitte der Essener Schichten insgesamt sind etwas mächtiger; die Flöze sind jedoch stärker aufgesplittert und zum Teil reicher an Bergelagen als im mittleren und westlichen bzw. nordwestlichen Revier.

Die Zwischenmittel enthalten vorwiegend Pflanzenfossilien, auch nicht-marine Muscheln, in einzelnen Lagen Foraminiferen.

Die Oberen Essener Schichten beginnen über Flöz Zollverein 1, das zugehörige Foraminiferen-Niveau wird mit dem Wyshagen-Niveau Belgiens parallelisiert. Die darüber folgenden Schichten, deren Flöze fortlaufend mit A bis L bezeichnet sind, ähneln sehr denen in den Mittleren Essener Schichten. Die faziellen Schwankungen der Nebengesteine und der Flöze sind etwas stärker; Pflanzenfossilien herrschen vor. Der Kaolin-Kohlentonstein des Flözes H 1 konnte durch das gesamte Ruhrrevier verfolgt werden. Das unbedeutende Flöz L, dessen Hangendes durch eine *Lingula*-Schicht, dem Domina-Horizont, gekennzeichnet ist, bildet die Obergrenze der Essener Schichten.

### Horster Schichten (MICHELAU)

Die Horster Schichten (Abb. 5) gehören dem Oberen Westfal B an. Sie werden durch zwei marine Horizonte begrenzt: unten durch den Domina-Horizont, die Basis der Horster Schichten, und oben durch den Ägir-Horizont, die Basis des Westfal C. Übertage sind sie im Ruhrgebiet nicht aufgeschlossen. Vielmehr bilden sie nördlich der Linie Duisburg—Dortmund unzusammenhängende Erosionsreste unter dem Deckgebirge in der Bochumer, Essener, Emscher- und Lippe-

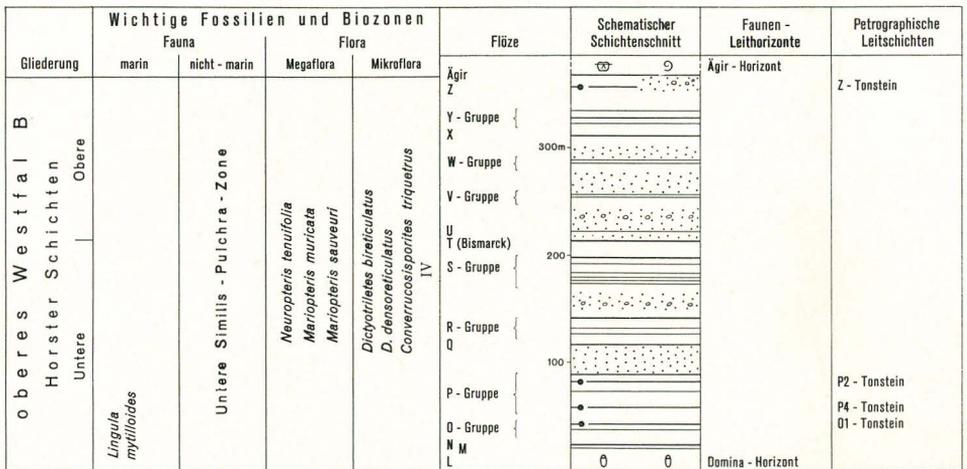


Abb. 5. Stratigraphische Übersicht der Horster Schichten (Erläuterungen s. Abb. 1). Zusätzlich zu den dargestellten Kaolin-Kohlentonsteinen tritt örtlich im Flöz W 1 ein weiterer auf, der von BURGER 1958 gefunden wurde.

Mulde. Da der Falten Spiegel des Steinkohlengebirges nach Nordwesten stärker absinkt als die Karbonoberfläche, nimmt der Umfang der Vorkommen nach Nordwesten zu. Das größte im Abbau befindliche Vorkommen liegt in der Lippe-Mulde, in der die Horster Schichten auf einer Länge von 35 km und in einer Breite von 10 km durch den Bergbau nachgewiesen sind. Zwischen den einzelnen Aufschlüssen liegen jedoch noch größere nicht gebaute Feldesteile. In den nördlich anschließenden Mulden sind die Horster Schichten bisher nur durch Bohrungen aufgeschlossen. Die Flöze der Horster Schichten haben meistens Gasflammkohlen-, z. T. Gaskohlen-Charakter. Die Gesamtmächtigkeit der Horster Schichten liegt zwischen  $< 300$  m und  $> 375$  m.

In den Horster Schichten sind bisher fünf Kaolin-Kohlentonsteine bekanntgeworden. Ihr Leitwert ist nicht so hoch zu veranschlagen wie in den anderen Schichtengruppen. Sie können einerseits makroskopisch nur sehr schwer erkannt werden, da sie bis auf den obersten nur einige Millimeter mächtig sind und andererseits nicht über größere Entfernungen durchhalten.

Außer dem *Lingula* führenden Domina-Niveau, das nach Osten in einen Foraminiferen-Horizont überzugehen scheint, sind nur einzelne Foraminiferen führende Lagen bekannt, deren Beziehungen zum *Lingula* führenden Lanklaar-Niveau Belgiens noch umstritten sind. Das Vorkommen von Conchostraken und zahlreichen nicht-marinen Muscheln sowie Pflanzen weist darauf hin, daß während der Ablagerungen der Horster Schichten die subvariscische Saumsenke stark ausgesüßt war.

Ein Charakteristikum der Horster Schichten sind die mächtigen Sandsteine sowohl im tieferen als auch besonders im oberen Teil. Sie führen z. T. viele Kohlengerölle, die auf abgetragene Flöze des Oberkarbons (Erosionsrinnen) hindeuten. Die Mächtigkeit der Sandsteine ist sehr schwankend; manchmal fallen sie ganz aus und erschweren dadurch das Erkennen der Flözzusammenhänge. Die Flöze selbst sind recht ungleichmäßig ausgebildet, Scharungen und Aufspaltungen sind in einzelnen Flözgruppen häufig. Die meisten bauwürdigen Flöze liegen in den Unteren Horster Schichten, die vereinbarungsgemäß bis zur Oberfläche des Flözes T hinaufreichen.

Die Unteren Horster Schichten beginnen mit dem Domina-Niveau, das häufig auch mit dem Namen L-Horizont bezeichnet wird. Gelegentlich liegt es in zwei etwa 8 m auseinanderliegenden Bändern vor. Über ihm folgt die N-M-Gruppe mit dem fast durchgehend gebauten Flöz N, das im Westen mit dem Flöz M scharf. Im darüberliegenden Schiefertone wurde auf der Zeche Scholven ein schwach mariner Horizont mit Conchostraken, Foraminiferen, Ostracoden, Fischschuppen und nicht-marinen Muscheln angetroffen. Im obersten Flöz der O-Gruppe wurde gelegentlich ein 0,1—0,3 m mächtiger Kaolin-Kohlentonstein gefunden. Die Gruppe der P-Flöze ist teilweise durch mächtige Sandsteine unterdrückt. Das erschwert die Gleichstellung, wenn die in dieser Flözgruppe stellenweise auftretenden geringmächtigen Kaolin-Kohlentonsteine in den Flözen P 4 und P 2 erodiert sind. Von der Q-Gruppe ist meist ein Flöz bauwürdig. In den Schiefertonen, die von dieser Gruppe bis in die R-Gruppe hinaufreichen, wurden mehrere Muschel-lagen und über dem Flöz R Foraminiferen nachgewiesen. In der folgenden Sandsteinzone liegen die Flöze der S-Gruppe. Sie wird durch das Flöz T abgeschlossen.

Die Oberen Horster Schichten beginnen mit einer Schiefertonefolge, die bei der Zeche Scholven bis in die Y-Gruppe hineinreicht, während westlich davon mächtige Sandsteine auftreten. In den W-Flözen ist ein dünner Kaolin-Kohlentonstein bekanntgeworden. Den Abschluß der Horster Schichten bildet der Konglomerat-Sandstein im Liegenden des Flözes Ägir, in dem gelegentlich das

Flöz Z mit einem mehrere Zentimeter mächtigen, in Wasser zerfallenden Kaolin-Kohlentenstein vorkommt.

Dorstener Schichten (MICHELAU)

Die Dorstener Schichten (Abb. 6), die höchsten Schichten des Ruhrkarbons, gehören dem Westfal C an. Sie streichen an keiner Stelle des Steinkohlengebirges zutage aus, vielmehr sind sie im Bereich der Bergbauzone als Erosionsreste unter dem Deckgebirge auf die Kerne der Emscher- und Lippe-Mulde beschränkt, das heißt auf den Raum zwischen Bottrop und Recklinghausen bzw. Walsum und Marl. In den nördlich anschließenden Mulden sind die Dorstener Schichten bislang nur erbohrt. Ihre größte bisher bekannte Mächtigkeit erreichen sie in der Lippe-Mulde mit 660 m. Dies ist jedoch nicht ihre Gesamtmächtigkeit, da die höchsten Schichten des Westfal C sowohl in der Emscher- als auch in der Lippe-Mulde vor Ablagerung des Deckgebirges erodiert wurden. Die Kohlen der Dorstener Schichten haben vorwiegend Flammkohlen- und Gasflammkohlen-Charakter.

Charakteristisch für die Schichtenfolge sind drei Kaolin-Kohlentenstein-Horizonte, zwei Conchostraken-Horizonte und der marine Ägir-Horizont an ihrer Basis. Mit Ausnahme dieses Horizontes und einzelner Foraminiferenlagen sind die Dorstener Schichten in einem stark ausgesüßten Ablagerungsraum gebildet worden, wofür auch das örtliche Auftreten nicht-mariner Muscheln über vielen Flözen spricht. In den Dorstener Schichten liegen zahlreiche in ihrer Ausbildung und

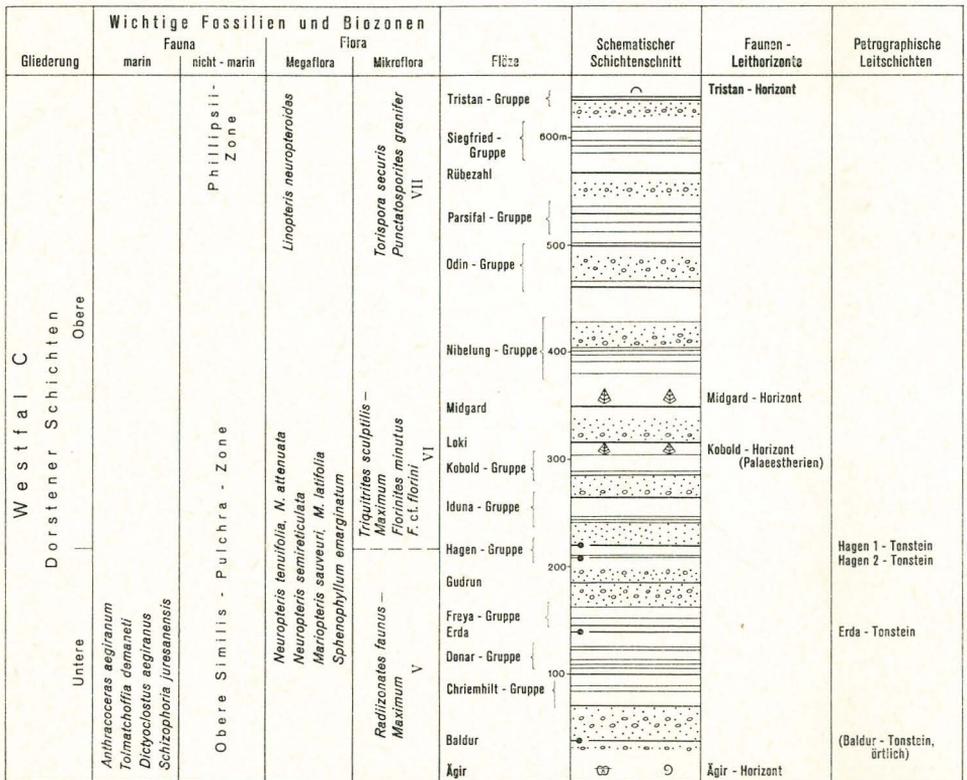


Abb. 6. Stratigraphische Übersicht der Dorstener Schichten (Erläuterungen s. Abb. 1)

Mächtigkeit schwankende Sandsteine, die z. T. als Rinnenausfüllungen gedeutet werden müssen. Sie erschweren das Erkennen der Cyclotheme und damit der Flözzusammenhänge. Dies gilt besonders für die höchsten Dorstener Schichten, in denen bisher keine Leitschichten gefunden wurden und zusammenhängende größere Bergbauaufschlüsse fehlen. Die folgende Schichtenbeschreibung richtet sich im wesentlichen nach den Aufschlüssen in der 1. östl. Abt. der Zeche Friedrich Thyssen 2/5 und der Bohrung Lippermulde 1.

Die Grenze zwischen den Oberen und Unteren Dorstener Schichten liegt an der Oberfläche des Kaolin-Kohlelentonstein führenden Flözes Hagen 1.

Die Unteren Dorstener Schichten beginnen mit dem über 30 m mächtigen, in drei Bänder aufgeteilten Ägir-Horizont, der die artenreichste marine Fauna des Ruhrreviers enthält. Einzelne Foraminiferenlagen reichen bis in den 40 m über Ägir liegenden Wurzelboden des Flözes Baldur hinein.

Über dem Flöz Baldur setzt ein bis 30 m mächtiger, unten konglomeratischer, Sandstein ein, überlagert von den Flözen der Chriemhilt- und Donar-Gruppe, auf die das Flöz Erda mit einem 10 cm mächtigen braunen Kaolin-Kohlelentonstein folgt. Zwischen diesem Tonstein und den beiden Tonsteinen der Hagen-Gruppe liegt die Freya-Gruppe und das zwischen mächtigen Sandsteinen eingebettete Flöz Gudrun. Die beiden Tonsteine Hagen 1 und 2 unterscheiden sich meist dadurch, daß der untere wegen seines Montmorillonitgehaltes im Wasser leicht zerfällt.

Die unterste Flözgruppe der Oberen Dorstener Schichten ist die Iduna-Gruppe. Sie wird von mächtigen Sandsteinen unter- und überlagert. Die Grenze zwischen der Kobold- und Loki-Gruppe bildet ein Conchostraken-Horizont, der sich als gute Leitschicht bewährt hat. Über dem Loki-Sandstein folgt das Flöz Midgard wieder mit einem Conchostraken-Horizont. Dieser Horizont ist bisher der letzte sichere Leithorizont in den Dorstener Schichten. Die in den darüberliegenden recht sandigen Schichten auftretenden Flöze werden den Gruppen Nibelung, Odin, Parsifal, Rubezahl, Siegfried und Tristan zugeordnet. Erwähnenswert sind noch ein Foraminiferen-Horizont im Hangenden der Parsifal-Flözgruppe und eine erst kürzlich gefundene Faunenschicht über der Tristan-Flözgruppe mit *Anthraconauta tenuis* DAVIES & TRUEMAN und *Anomalonema remauxi* (PRUVOST) (FIEBIG 1969). Ob der erstgenannte Horizont jedoch mit einem der aus England bekannten marinen Horizonte verglichen werden kann, muß weiteren Aufschlüssen vorbehalten bleiben.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.



## b) Entwicklung der Schichtenmächtigkeiten

Von HEINRICH E. R. FIEBIG\*

Mit 7 Abbildungen

Bereits in früheren Jahren ist mehrfach der Versuch unternommen worden, aus der Mächtigkeit bestimmter Schichtenabschnitte Schlüsse auf die genetische Entwicklung des flözführenden Oberkarbons im Ruhrgebiet zu ziehen. 1930 haben OBERSTE-BRINK & BÄRTLING für mehrere Abschnitte, wie Mausegatt — Plaßhofsbank, Sonnenschein — Katharina, Katharina — Zollverein 1 und Katharina — Ägir Mächtigkeitskarten veröffentlicht. Obwohl die Zahl der zur Verfügung stehenden Aufschlüsse damals verhältnismäßig gering und die Flözgleichstellung noch nicht in der Weise durchgeführt war, wie es heute der Fall ist, konnten sie bestimmte Tendenzen in der Mächtigkeitsentwicklung erkennen. Nach ihren Untersuchungen ist die Sedimentablagerung in den Wittener Schichten (Unteres Westfal A) westlich von Mülheim — Oberhausen auffallend groß gewesen. Im Abschnitt Sonnenschein — Katharina dagegen verlief die Entwicklung umgekehrt. Während im Nordwesten die geringsten Mächtigkeiten ermittelt wurden, nehmen sie nach Südosten um etwa 200 m zu. Ähnliche Ergebnisse lieferten auch die Karten für die Unteren und Mittleren Essener Schichten sowie für den Abschnitt Katharina—Ägir.

Inzwischen sind eine Menge neuer Aufschlüsse entstanden, so daß die bereits veröffentlichten Unterlagen erheblich ergänzt und damit bessere Aussagen gemacht werden können<sup>1</sup>. Auch wurden die vorliegenden Karten so angefertigt, daß jeweils stratigraphische Abschnitte dargestellt wurden, obwohl vom bergmännischen Standpunkt aus die Zusammenfassung anderer, durch bestimmte Flöze begrenzte Bereiche besser gewesen wäre (HAHNE 1970). Trotzdem bleiben die Schlußfolgerungen hinsichtlich der Genese und der Paläotopographie mit einigen Fragezeichen behaftet. Die jetzige Mächtigkeit der Schichtenfolgen ist ja nicht nur von der Oberflächengestalt während des Ablagerungszeitraumes abhängig. Diagenese und epirogene Bewegungen veränderten ständig die Sedimentationsbedingungen. Auch die Art des Sediments müßte bei der Auswertung berücksichtigt werden. Die über große Entfernungen verfolgbaren Flözbildungen zeigen aber an, daß zu diesen Zeiten ein gewisser Reliefausgleich stattgefunden haben muß. Große Mächtigkeitsunterschiede mehrerer Flözabschnitte gleichen sich deshalb in etwa wieder aus, so daß die Differenzen nur gering sind (KELLER 1942). Damit lassen die vorliegenden Karten doch einige Rückschlüsse auf die Entwicklung der Schichtenabschnitte in noch nicht aufgeschlossenen Gebieten zu. Sie gewinnen für den Steinkohlenbergbau noch an Bedeutung, wenn sie durch weitere Karten über das großräumige Verhalten der Flöze (HAHNE & SCHLOMS 1967), den Gesamtkohleninhalt und den Sedimentanteil ergänzt werden. Bei solchen Vergleichen zeigte sich übrigens, daß die Zahl der bauwürdigen Flöze dort mitunter zurückging, wo die Schichtenmächtigkeiten auffallend zunahmen. Diese Beobachtung ist wohl so zu erklären, daß in dem Gebiet stärkerer Senkung die Moorbildung häufiger unterbrochen wurde. Dadurch nimmt zwar insgesamt die Zahl der Flöze zu, doch erreichen sie durch die Aufspaltung nicht mehr die Mächtigkeit wie in anderen Tei-

\* Anschrift des Autors: Dr. H. E. R. FIEBIG, Geologisches Institut der Westfälischen Berggewerkschaftskasse, 463 Bochum, Herner Straße 45

<sup>1</sup> Das Material wurde aus den markscheiderischen Rissen oder durch eigene Untersuchungen von den Herren Verm.-Ing. H. SCHLOMS und 1. Verm.-Techniker K. H. BAUER zusammengestellt.

len des Ruhrgebietes. So wurden z. B. im Kamener Raum zwischen den Flözen Karl 1 und Katharina über 50 Flöze und Flözniveaus nachgewiesen, von denen zwei (Robert und Gustav) bedingt bauwürdig sind. Im Essener Raum treten in demselben Abschnitt nur 28 Flöze auf, davon sind fünf bis sieben bauwürdig. Ähnliche Ergebnisse liegen auch aus den Oberen Wittener, den Mittleren Essener und den Horster Schichten vor. Häufig wird dabei die Bauwürdigkeit durch flächenhafte Flözerosion weiter verringert.

Betrachtet man die einzelnen Mächtigkeitskarten (Abb. 1—7), so fällt auf, daß trotz der Zunahme an neuen Aufschlüssen auch jetzt noch beträchtliche Flächen offen geblieben sind. Dies ist teilweise bedingt durch die spätere Abtragung der Schichten, besonders im Bereich der Sättel. An anderen Stellen ist der Steinkohlenbergbau noch nicht in die entsprechenden Teufen vorgestoßen. Nur in einigen Fällen konnten durch Aufschlußbohrungen auch tiefergelegene Schichtenabschnitte erfaßt werden.

Bei der Darstellung der Mächtigkeiten wurden der besseren Übersicht wegen bestimmte Bereiche durch entsprechende Schraffuren gekennzeichnet. Würde man Punkte gleicher Mächtigkeit nur durch Linien (Isopachen) miteinander verbinden, so ergeben sich nach NEHM (1940) verschiedene Möglichkeiten mit unterschiedlichen Ergebnissen. Dagegen läßt die flächenhafte Zusammenfassung geringere Mächtigkeitsschwankungen nicht mehr erkennen, was vor allem bei Werten in den Grenzbereichen zu falschen Ausdeutungen führen kann. Wenn neben der Schraffur auch „Isopachen“ eingezeichnet wurden, geschah dies nur, um die einzelnen Bereiche besser hervorzuheben. Diese sind wiederum so groß gewählt, daß unterschiedliche Setzungen der verschiedenen Sedimente nicht ins Gewicht fallen.

Die ermittelten Werte für die Oberen Sprockhöveler Schichten (Oberes Namur C, Abschnitt Hinnebecke — Sarnsbank 2) stammen fast ausschließlich aus dem südlichen und südöstlichen Ruhrgebiet, wo die tieferen Schichten des flözführenden Gebirges teilweise zutage austreichen (Abb. 1). Die Tiefbohrung Isselburg Z 3 nördlich von Wesel und eine Untertage-Kernbohrung auf der Zeche Waltrop bis Flöz Neuföz, die durch Vergleiche mit der Zeche Gottesseggen ergänzt wurde, lieferten weitere Werte. Auch die Angaben von der früheren Zeche Rudolf

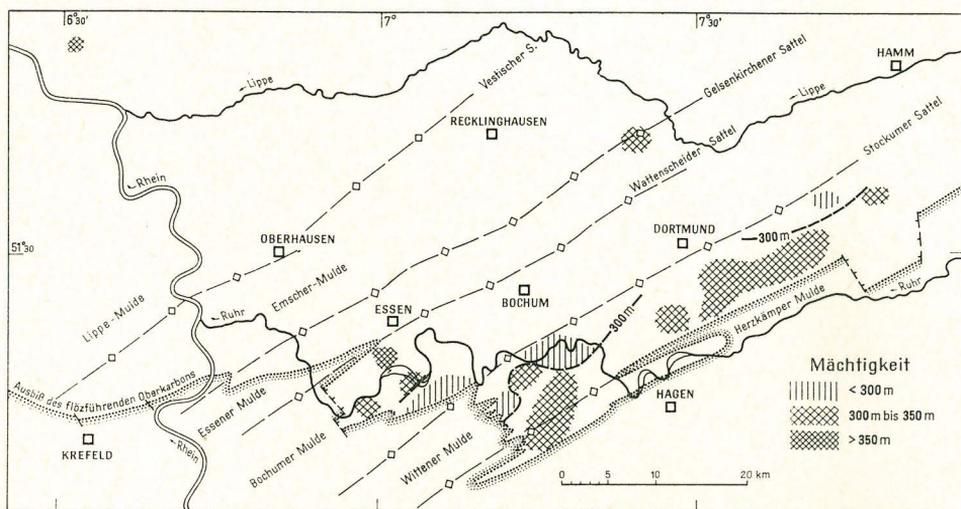


Abb. 1. Mächtigkeitsbereiche der Oberen Sprockhöveler Schichten (Oberes Namur C, Abschnitt Hinnebecke — Sarnsbank 2)

bei Kettwig mußten im Liegenden von Neufköz ergänzt werden, was aber bei dem über 300 m mächtigen Schichtenkomplex ohne Bedeutung ist. Die Aufschlüsse der Zeche Diergardt-Mevissen reichen nur bis unter die Wasserbank-Flözgruppe. Da dort Flöz Neufköz nicht ausgebildet ist (HOLLMANN 1967, Anl. 2), wurde hier auf die Ermittlung eines Wertes verzichtet. Er müßte aber entsprechend der Ausbildung Wasserbank — Sarnsbank 2 etwa 350 m betragen. Immerhin läßt sich erkennen, daß die Mächtigkeit der Oberen Sprockhöveler Schichten im Westen besonders groß ist. Dies ist um so bemerkenswerter, weil nach HEDEMANN & TEICHMÜLLER (1971) der Namur-Trog westlich von Essen sehr schnell flacher wird und die Mächtigkeit des tieferen Namurs einschließlich der Unteren Sprockhöveler Schichten in Richtung auf das Krefelder Gewölbe stark zurückgeht.

Die Mächtigkeitszunahme nach Westen ist auch in den Wittener Schichten (Unteres Westfal A, Abschnitt Sarnsbank 2 — Finefrau Nbbk. und Finefrau Nbbk. — Plaßhofsbank) zu beobachten (Abb. 2 u. 3). Die niedrigsten Werte wurden östlich von Dortmund im Kamener Raum ermittelt. Die Oberen Wittener Schichten erreichen dort nur Mächtigkeiten um 175 m. Auffallend ist, daß die Flächen gleicher Bereiche keineswegs dem Streichen der großtektonischen Elemente folgen, sondern vielmehr NNE—SSW gerichtet sind. Selbst unter Berücksichtigung des späteren Zusammenschubs durch die Faltung scheint hier eine schon früh vorgezeichnete Streichrichtung erkennbar zu werden, die möglicherweise in dem Stefan-Becken des Emslandes (R. TEICHMÜLLER 1962, Taf. 2) wiederkehrt.

Die Bochumer Schichten (Oberes Westfal A, Abschnitt Plaßhofsbank — Katharina) zeigen eine völlig andere Entwicklung (Abb. 4). Während im Norden des Ruhrgebietes im Raum Marl — Recklinghausen — Datteln die Mächtigkeiten unter 600 m liegen, steigen sie in südöstlicher Richtung zwischen Dortmund und Kamen auf über 750 m an. Der obere Teil von Karl 1 bis Katharina ist daran besonders beteiligt (KORFMANN 1959)<sup>2</sup>. Dabei nimmt der Anteil an sandigen Sedimenten, die einen geringeren Setzungskoeffizienten haben, nicht zu. Die Streichrichtung der einzelnen Mächtigkeitsbereiche ist nicht mehr so deutlich ausgeprägt wie in den beiden vorherigen Abschnitten. Es scheint fast, als ob die Unterschiede in den Wittener und Bochumer Schichten größtenteils wieder ausgeglichen sind. Vielleicht lassen sich daraus einige Schlüsse über die wechselnde Ausbildung und die Faunenführung des marinen Katharina-Horizontes ziehen (RABTZ 1966 a, b).

Auch in den Essener Schichten (Unteres Westfal B, Abschnitt Katharina — L) liegen die größten Mächtigkeiten im östlichen Ruhrgebiet (Abb. 5). Allerdings sind die Aufschlußverhältnisse äußerst ungünstig. Auch konnte das Domina-Niveau dort bisher nicht eindeutig nachgewiesen werden. Lediglich durch das Auffinden des Kaolin-Kohlentonsteins im Flöz H 1 und eines Foraminiferen führenden Horizontes etwa 40 m darüber (KORFMANN 1962) gelang es, die Stratigraphie zu klären und einige Vergleichswerte zu ermitteln. Bemerkenswert ist die auffallende Mächtigkeitszunahme nach Südosten, die mit einer Aufspaltung der gewöhnlich recht gut entwickelten Zollverein- und unteren Buchstaben-Flöze verbunden ist.

In den Horster Schichten (Oberes Westfal B, Abschnitt L — Ägir) geht die Zahl der Aufschlüsse weiter zurück, da dieser Schichtenabschnitt nur in der Emscher- und Lippe-Mulde vollständig ausgebildet ist. Einen weiteren Wert aus der Essener Mulde ermittelten wir vor drei Jahren bei der stratigraphischen Revision der Schichten auf der Zeche Königsgrube. Zwar wurde dort in einer Kernbohrung das Flöz Ägir nicht mehr erreicht, doch liegt die noch erfaßte Z-Flöz-

<sup>2</sup> Die bei KORFMANN (1959, Abb. 4) vorgenommene Flözgleichstellung wurde von uns korrigiert. Es entspricht Flöz Blücher (Zeichenbezeichnung) = Karl 1/2 (Einheitsbezeichnung).

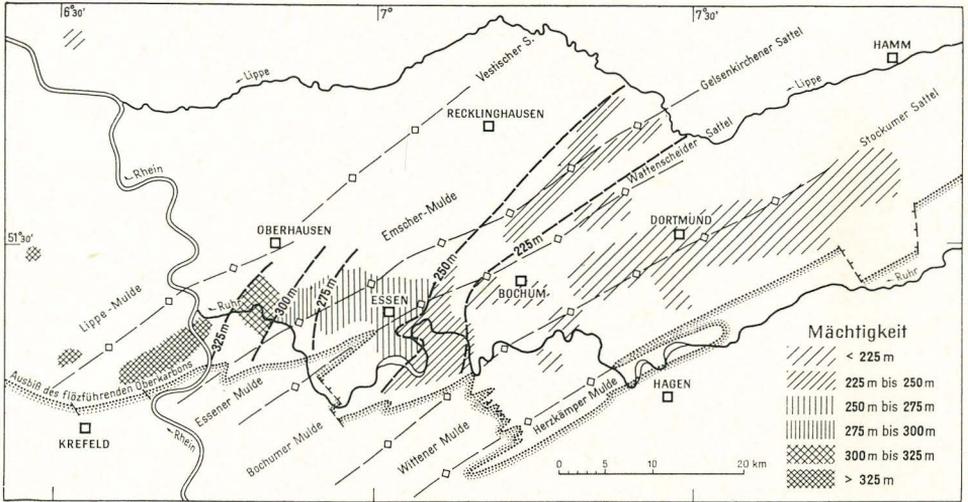


Abb. 2. Mächtigkeitbereich der Unteren Wittener Schichten (Unteres Westfal A z. T., Abschnitt Finefrau Nbbk.—Plaßhofsbank)

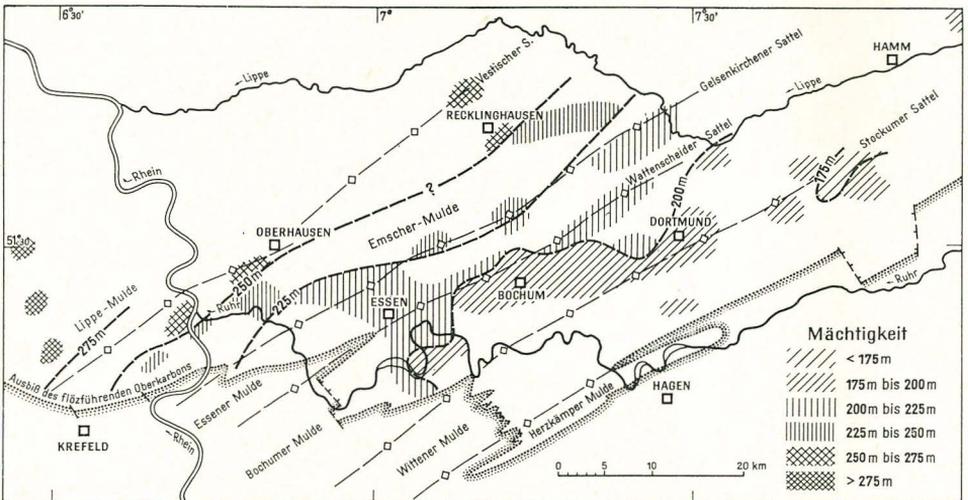


Abb. 3. Mächtigkeitbereich der Oberen Wittener Schichten (Unteres Westfal A z. T., Abschnitt Finefrau Nbbk.—Plaßhofsbank)

gruppe nur etwa 10—12 m darunter. Immerhin bestätigte diese Untersuchung die zunehmende Mächtigkeit der Horster Schichten nach Südosten (Abb. 6).

Auch die Dorstener Schichten sind bisher bergmännisch nur in der Emscher- und Lippe-Mulde erschlossen worden. Da der höhere Teil dieser ins Westfal C gehörenden Schichten nur an wenigen Stellen erfaßt wurde, mußte die Darstellung der Schichtenmächtigkeiten auf den Abschnitt Agir—Hagen 1 beschränkt werden. (Abb. 7). Unter Verwendung der von SCHLEPPER (1967) durchgeführten Flözgleichstellung in der Lippe-Mulde und eigenen Unterlagen aus der Emscher-Mulde ergibt sich auch für diesen Teil der Dorstener Schichten eine ähnliche Entwicklung wie für die Horster Schichten. Die größte Mächtigkeit wurde im Schacht 5 der Zeche Ewald auf dem Südfügel der EMSCHER-Mulde mit 285 m

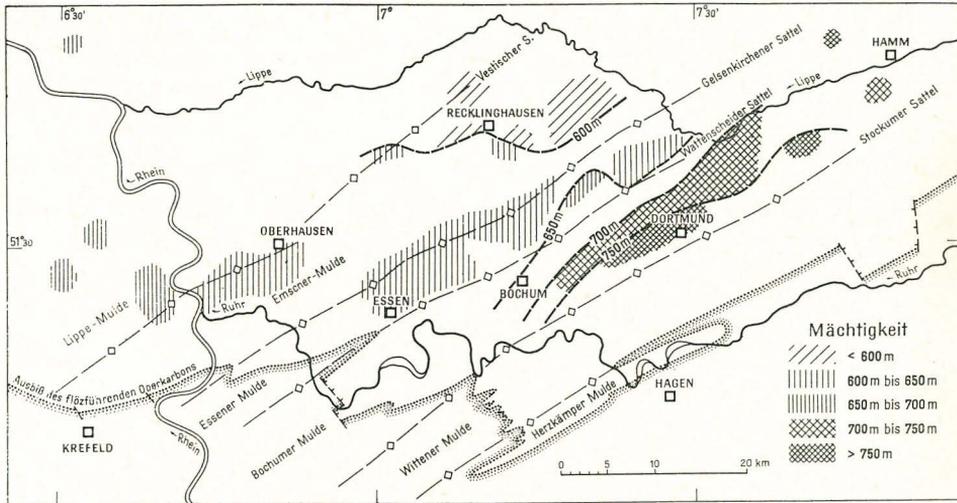


Abb. 4. Mächtigkeitsbereich der Bochumer Schichten (Oberes Westfal A, Abschnitt Pläßhofsbank — Katharina)

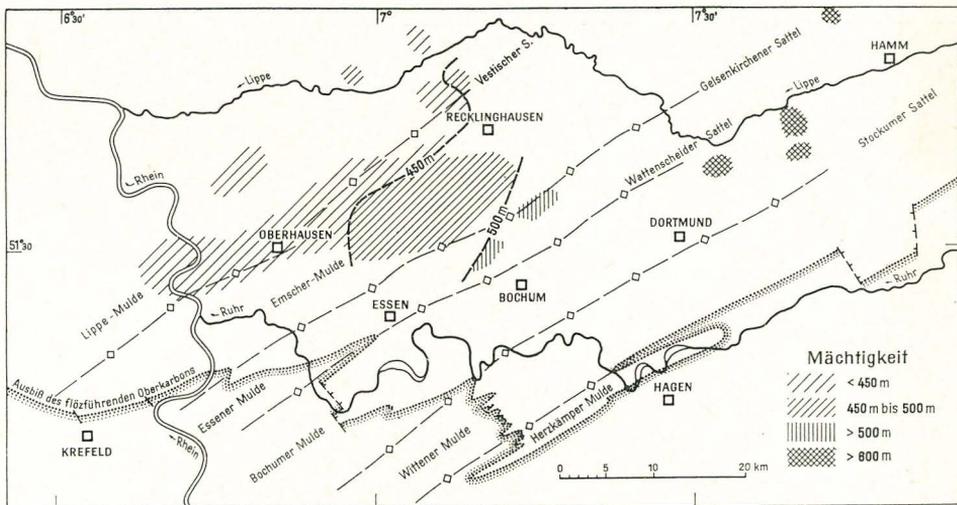


Abb. 5. Mächtigkeitsbereich der Essener Schichten (Unteres Westfal B, Abschnitt Katharina — L)

ermittelt. Nach Nordwesten zur Lippe-Mulde geht der Abstand Ägir — Hagen 1 zurück und erreicht in der Bohrung Lippermulde 2 mit 205 m den niedrigsten Wert. Allerdings steigt er in der 2,5 km nordwestlich gelegenen Bohrung Lippermulde 3 wieder auf 225 m an. Wegen der Schichtlücke im Bereich des Vestischen Hauptsattels und der geringen Zahl an Aufschlüssen kann über die Streichrichtung der Mächtigkeitsbereiche keine Aussage gemacht werden.

Faßt man die vorliegenden Ergebnisse zusammen, so ergeben sich für die Oberen Sprockhöveler und Wittener Schichten auffallende Mächtigkeitszunahmen im westlichen Ruhrgebiet. In den Bochumer, Essener, Horster und Dorstener Schichten nehmen die Mächtigkeiten dagegen in nordwestlicher Richtung ab. Dieses Bild paßt recht gut in die durch geophysikalische Untersuchungen ermittelte Ausdeh-

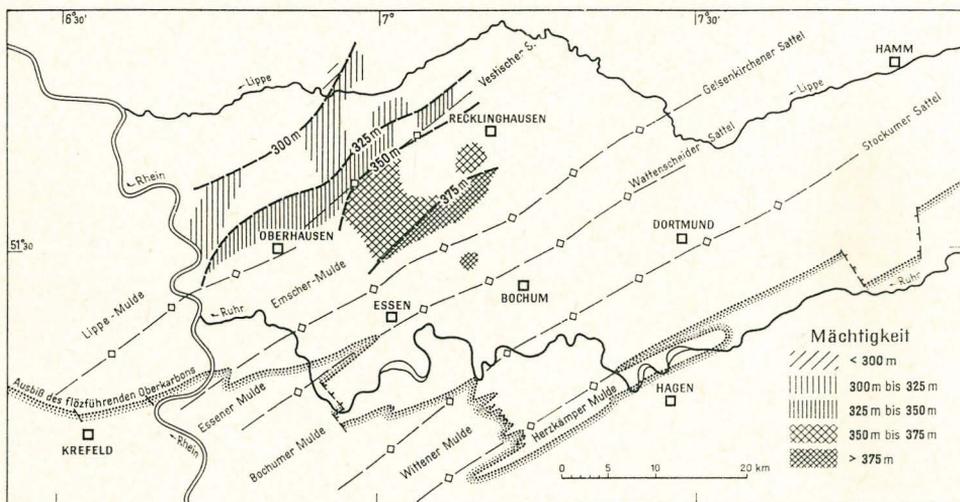


Abb. 6. Mächtigkeitsbereich der Horster Schichten  
(Oberes Westfal B, Abschnitt L — Ägir)

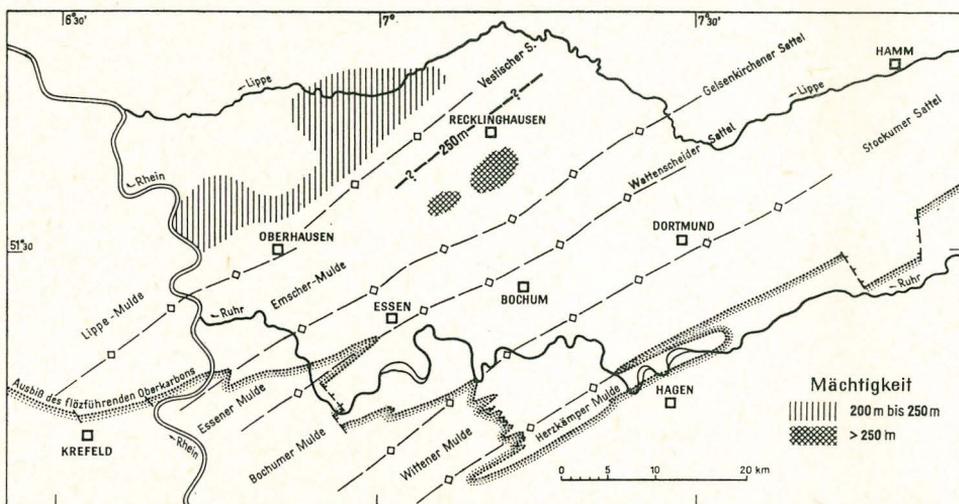


Abb. 7. Mächtigkeitsbereich der Unterer Dorstener Schichten  
(Unteres Westfal C, Abschnitt Ägir — Hagen 1)

nung des Karbon-Troges parallel zum Nordrand des variscischen Gebirges (s. HEDEMANN & TEICHMÜLLER 1971). Dieser Trog zeigt ein asymmetrisches Bild mit steiler Südost- und flacher Nordwestflanke. Daraus erklärt sich die Tendenz der abnehmenden Schichtenmächtigkeit vom Oberen Westfal A bis ins Westfal C. Für die Oberen Sprockhöveler und Wittener Schichten gilt zwar im Prinzip das gleiche, jedoch scheint sich im Westen der Einfluß eines weiteren Senkungsgebietes bemerkbar zu machen, das NNE — SSW streicht und im Stefan-Becken des Emslandes zu erkennen ist.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.

## c) Tektonik

Von PETER HOYER und ANDREAS PILGER\*

Mit Tafel 2 in der Anlage und 1 Abbildung

### Übersicht

Das Steinkohlengebirge streicht im Süden, an der Ruhr, zutage aus. Hier wird der tektonische Bau deutlich durch die Morphologie nachgezeichnet und kann auch in einer Reihe von Tagesaufschlüssen näher studiert werden. Nach Norden versinkt die eingeebnete Karbonoberfläche mit  $2^\circ$  bis  $7^\circ$  unter das sog. Deckgebirge, das im Ruhrgebiet vorwiegend aus Oberkreide besteht und nach Norden immer mächtiger wird, bis es an der Lippe einige 100 m und im Münsterland über 2000 m Mächtigkeit erreicht. In der Schachtzone werden ausgezeichnete Aufschlüsse durch die Steinkohlenzechen vermittelt. Weiter im Norden erstreckt sich nördlich der Lippe im Münsterland die Bohrlochzone, in der mehr als 1200 Tiefbohrungen und umfangreiche geophysikalische Untersuchungen Aufschluß über das oberkarbonische Gebirge geben. Somit ist das Steinkohlengebirge mit seinem tektonischen Bau über 130 km Länge und 60 km Breite sowie in der Schachtzone bis zu einer Teufe von 1000 m und in der Bohrlochzone bis zu 6000 m tektonischen Untersuchungen zugänglich.

Aufgrund einer jahrzehntelangen gründlichen geologischen Bearbeitung darf man die wesentlichen Fragen der Großtektonik im Ruhrgebiet heute als geklärt ansehen (ROSENFELD 1968). Auch in der Kleintektonik ist ein moderner Stand der Forschung erreicht, vor allem, nachdem Anfang der 50er Jahre die tektonische Gefügekunde Eingang in das Ruhrgebiet fand (ADLER, KIRCHMAYER & PILGER 1964). Die Klärung groß- und kleintektonischer Fragen ist für die Praxis des Steinkohlenbergbaues von maßgeblicher Bedeutung, besonders auch, wenn aus kleintektonischen Verhältnissen auf großtektonische Zusammenhänge geschlossen wird. Andererseits kann das Ruhrgebiet wegen seiner guten Aufschlüsse und der klaren Übersichtlichkeit des tektonischen Baues für eine theoretisch-wissenschaftliche tektonische Forschung als Musterbeispiel gelten.

### Der großtektonische Bau des Steinkohlengebirges

Das Steinkohlengebirge im Rhein-Ruhr-Revier zeigt ein Generalstreichen der Falteinheiten in SW-NE-Richtung (Taf. 2). Die Vergenz ist deutlich gegen Nordwesten gerichtet, wobei es nur selten zu einer Überkippung der Falten-schenkel kommt. Die Achsenneigung beträgt nicht mehr als  $12^\circ$  bis  $15^\circ$ . Die Fal-tungsintensität nimmt deutlich von Südosten gegen Nordwesten und Norden ab (Taf. 2).

\* Anschrift der Autoren: Dr. P. HOYER, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 415 Krefeld, De-Greif-Str. 195; Prof. Dr. A. PILGER, Technische Universität Clausthal, 3392 Clausthal-Zellerfeld, Adolf-Römer-Str. 2A

Die Zone engster Faltung am Südrand des Ruhrkarbons weist etwa gleich breite, stark spezialgefaltete Sattel- und Muldenbereiche im Namur und Westfal A und B auf: die Herzkämper Hauptmulde, den Esborner Hauptsattel, die Wittener Hauptmulde und den Stockumer Hauptsattel. Das Abklingen der Faltungsintensität nach Nordwesten ist vornehmlich an der Verbreiterung und abnehmenden Spezialfaltung der Hauptmulden zu erkennen, während die Hauptsättel verhältnismäßig schmal und spezialgefaltet bleiben. So folgen auf den Stockumer Hauptsattel nach Nordwesten die Bochumer Hauptmulde, der Wattenscheider Hauptsattel, die Essener Hauptmulde, der Gelsenkirchener Hauptsattel, die Emscher-Hauptmulde und der Vestische Hauptsattel, der sich nach Nordosten in die Warendorfer Mulde, den Lüdinghausener Sattel, die Lüdinghausener Mulde und den Sendener Sattel aufgliedert. Nordwestlich davon schließen Lippe-Mulde, Dorstener Sattel und Raesfelder Mulde an.

Diese Hauptfaltenzüge erstrecken sich durch das gesamte Ruhrgebiet, wobei sich an verschiedenen Stellen die stärkste Herauswölbung bzw. Einmuldung von einer Spezialfalte auf die andere verlagert (sog. „Faltenverspringen“, OBERSTE-BRINK 1964). Nordwestlich der Raesfelder Mulde ist die Faltung dagegen so weit abgeklungen, daß zusammenhängende Faltenzüge über weite Erstreckung nicht mehr zu erkennen sind.

Wie nach Nordwesten und Norden, so ist auch in südwestlicher Richtung ein Verklingen der Faltung zu beobachten. Westlich des Rheins wird sie zumindest nordwestlich des Wattenscheider Hauptsattels immer flacher, während sich die Faltenachsen zum Krefelder Gewölbe herausheben (HOYER 1962).

Die Hauptsättel des Ruhrkarbons werden von mitgefalteten, nach Nordwesten gerichteten Überschiebungen begleitet, z. B. der Esborner Überschiebung am Esborner Hauptsattel, der Satanella-Überschiebung am Stockumer Hauptsattel, der Sutan-Überschiebung am Wattenscheider Hauptsattel sowie der Gelsenkirchener und Hermann-Überschiebung am Gelsenkirchener Hauptsattel. An den Sattelflanken treten außerdem zahlreiche, meist weniger bedeutende, nicht mitgefaltete, nach Nordwesten und Südosten gerichtete Überschiebungen auf, wie z. B. die Hannibal-Überschiebung.

Senkrecht bis diagonal zum Streichen der Faltenachsen verlaufende Querstörungen zerlegen das gefaltete und verschuppte Steinkohlengebirge in Horste und Gräben. Diese Störungen weisen eine seigere bis schräge Abschiebungstendenz auf. Die bedeutendsten von ihnen werden als Primus, Secundus, Tertius, Quartus und Quintus bezeichnet, von denen der Quintus (Bickefelder Sprung) mit örtlich fast 1000 m den größten Verwerfungsbetrag erreicht.

Diagonal zur Faltenachsenrichtung, d. h. entweder WNW—ESE oder um die N-S-Richtung verlaufend, streichen die Blattverschiebungen mit mehr oder weniger starker horizontaler Bewegungskomponente. Die in diese Richtung einschwenkenden Querstörungen sind häufig als Schrägabschiebungen ausgebildet.

Zusätzlich wird das Steinkohlengebirge durch größere Quer- und Diagonallstrukturen gegliedert, die erstmalig von OBERSTE-BRINK (1938) beschrieben wurden. Nach Südwesten heben sich die Schichten zum Krefelder Gewölbe, nach Nordosten zur Beckumer Querstruktur heraus. In der Mitte des Ruhrkohlenbeckens steigen die Achsen zur Dortmund — Winterswijker Aufwölbung an. Westlich davon verläuft die Gelsenkirchen — Bocholter, östlich davon die Hamm — Senden — Coesfelder Senke (HOYER 1967). Ferner wird das Ruhrgebiet in diagonalen, d. h. nord-südlicher und west-nordwestlicher Richtung von Lineamenten durchzogen (PILGER 1956 a), die der Faltung fremd gegenüberstehen. Zu ihnen gehören das Tertius-Quintus- und das Essen — Dorstener Lineament.

## Die Beziehungen der kleintektonischen zu den großtektonischen Formen und die mechanische Abfolge der tektonischen Beanspruchung

Neben den großtektonischen Formen ist das Steinkohlengebirge von einer Unzahl kleintektonischer Formen durchsetzt. Besonders zahlreich sind die Schlechten (Klüfte) in den Steinkohlenflözen, unter denen die Hauptschlechten früher beim nicht-mechaniserten Abbau der Flöze Bedeutung hatten. Durch tektonisch-gefügekundliche Untersuchungen (ADLER, BOLSENKÖTTER, BRENRUP, KRAUSSE, PILGER und andere) konnte nachgewiesen werden, daß die groß- und kleintektonischen Formen des Ruhrgebietes in enger symmetrischer und genetischer Beziehung zueinander stehen. Aus den kleintektonischen Formen läßt sich auf großtektonische schließen, ebenso wie aus beiden die Genese des Gebirgsbaues gedeutet werden muß. Dabei hat die einzelne kleintektonische Form wie eine Kleinstörung, Schlechte oder Kluft zumeist keine oder wenig Aussagekraft. Vielmehr müssen sie nach statistischen Gesichtspunkten in größerer Zahl aufgenommen und über das Schmidt'sche Netz gefügekundlich ausgewertet werden. Hierfür werden im Ruhrgebiet neuerdings auch Programme auf der elektronischen Rechenmaschine benutzt.

Insgesamt sind alle tektonischen Formen des Ruhrgebietes (außer relativ unbedeutenden aus mesozoisch-tertiärer Zeit) auf einen einheitlichen Bau- und Formungsplan während der jungvariscischen Faltung im höheren Oberkarbon zurückzuführen. Im Sinne von SANDER (1930) läßt sich somit von einem einheitlichen Gebirgsbau sprechen. Daher bildet auch das sog. Generalstreichen bzw. die durch Einengung des Gebirges entstandene generelle B-Achse die tektonische Grundform des Steinkohlengebirges an der Ruhr, auf die sich alle anderen groß- und kleintektonischen Formen beziehen lassen (Abb. 1). Das gilt auch für die vor

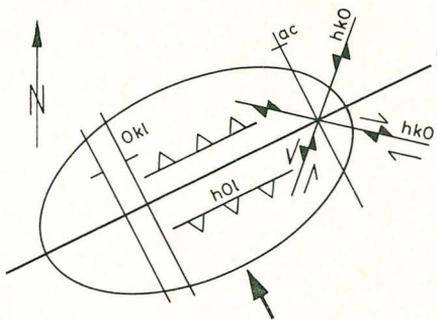


Abb. 1. Deformations-Ellipsoid für den tektonischen Bau des Ruhrgebietes, nach PILGER (1956b, 1965). Dargestellt sind schematisch die vorherrschenden tektonischen Formen und Richtungen. Aus ac- und Okl-Flächen haben sich die Querstörungen entwickelt, aus h0l die Überschiebungen, aus hk0 die Blattverschiebungen. Die Pfeile an den hk0-Flächen zeigen die relative Bewegungsrichtung ihrer seitlichen Schollen an. In B (längste Achse des Ellipsoids = Faltenachse) liegen (hier nicht dargestellt) bc-Flächen. Der dicker gezeichnete Pfeil zeigt die Richtung des tektonischen Transportes bzw. der Vergenz an.

der eigentlichen Faltung entstandenen Schlechten und Klüfte sowie die meisten großtektonischen Bruchformen im wenig gefalteten Bereich.

Doch gibt es von der schematisch darstellbaren Symmetrologie aus dem dreistrahligen rhombischen Achsenkreuz (Abb. 1) zahlreiche Abweichungen, bei denen die Achsen ihre Raumlage mehr oder weniger, aber immer nur geringfügig, verändern. Die Klüfte und Schlechten zeichnen auch dann überall die speziellen tektonischen Verhältnisse und die Schwankungen der Achsen nach. Die großen bruchhaften Störungen wieder sind zwar in Beziehung zur Achsenlage angelegt, können aber bei ihrer Ausgestaltung vor allem in Bereichen geringerer Faltungsintensität stärker abweichende Richtungen aufnehmen.

Die tektonischen Formen treten im Ruhrgebiet nicht überall gleichartig auf. Scherflächenpaare in Okl- und hk0-Lage sind vielfach einscharig oder un-

gleichscharig ausgebildet. Schwächer gefaltete Bereiche zeigen einfachere kleintektonische Bilder mit weniger tektonischen Formenarten. Stark gefaltete Gebiete weisen einen sehr komplizierten tektonischen Formenschatz auf. Auch entstehen die groß- und kleintektonischen Formen nicht überall gleichzeitig. Zwar geht der Gesamtbau des Ruhrgebietes auf einen einheitlichen Bauplan zurück. Die verschiedenen tektonischen Formen folgen einander jedoch in einzelnen meist ineinander übergreifenden Prägungsakten, woraus sich ein mechanisch bedingter zeitlicher Ablauf der tektonischen Beanspruchung ergibt. So entstehen zuerst und teilweise noch vor der Faltung sog. bankrechte Schichten sowie Überschiebungen und erste kleintektonische HOL-Flächen. Auch zu Beginn der Faltung reißen wieder Klüfte, Schichten und Kleinstörungen auf, ebenso wie nunmehr Lineare verschiedener Art entstehen und viele Großstörungen angelegt werden. Starke Scherungsvorgänge und damit erneutes Einreißen von Scherflächen finden bei mittelsteiler und steiler Auffaltung der Schichten statt. In diesem Abschnitt entstehen auch die meisten Lineare. Im Ausklang der Faltung erfolgt die Ausgestaltung der querschlägigen und diagonalen Großstörungen als Abschiebungen, Schrägabschiebungen und Blattverschiebungen. Zugleich entstehen mit oder ohne direkte Beziehung zu ihnen wieder verschiedenartige Klüfte und Schichten.

#### Der zeitliche und räumliche Ablauf der jungvariscischen Faltung

Die Faltung des Steinkohlengebirges hat am Südrand des Ruhrkarbons wohl schon im Westfal C begonnen. Dafür spricht die rasche Abnahme der Inkohlung von Nordwesten nach Südosten, bezogen auf ein bestimmtes Flöz, etwa zwischen der Bochumer Mulde und der Ennepe-Störung. Eine solche Zone geringer Inkohlung kann am heutigen Südrand des flözführenden Oberkarbons vom Ruhrgebiet bis nach Nordfrankreich verfolgt werden (M. & R. TEICHMÜLLER 1951). Sie läßt auf eine geringere Versenkungstiefe der Schichten am Südrand der Kohlenbecken im Westfal C schließen, die mit dem Beginn der Faltung und der Heraushebung des Gebirges im Süden zusammenhängen dürfte. Auf diese weisen die mächtigen Kohlenkalk-Brekzien hin, die im Westfal C bei Roucourt in Belgien auftreten (BARROIS, BERTRAND & PRUVOST 1903). — Im Münsterland und im Bereich der Ibbenbürener Karbonscholle ist die Faltung jünger. Hier ist das Westfal D noch konkordant mit dem Westfal C in die verklingende Faltung einbezogen worden. Die Bewegungen begannen somit frühestens im höheren Westfal D. Hieraus ergibt sich ein Wandern der Faltung von Süden nach Norden. Auffällig ist jedoch das Einsetzen grober Geröllagen im Westfal C von Ibbenbüren. Es deutet auf eine Belebung der Reliefenergie im Liefergebiet hin, die mit dem ersten Einsetzen der Faltung am Südrand des Ruhrkarbons in weiträumigem Zusammenhang stehen könnte. — Faltung und Heraushebung des Steinkohlengebirges dürften spätestens im tieferen Rotliegenden beendet gewesen sein. Das rote Konglomerat von Menden, das diskordant auf dem tieferen Oberkarbon liegt, gehört nach HEITFELD (1956) dem Rotliegenden an. Aber auch die Zechsteinkonglomerate verschiedener Schichtenlagen im nordwestlichen Ruhrrevier, wie Rossenray, Pattberg, Walsum, Wehofen, Arenberg Fortsetzung und Graf Moltke (R. TEICHMÜLLER & ZIEGLER 1957) sind vermutlich schon zur Rotliegend-Zeit als fluviatile Schotter gebildet und durch das transgredierende Zechsteinmeer überarbeitet worden (LÜTTIG 1962).

Im Schnitt A—B (Taf. 2) fällt die relative Flachgründigkeit der Faltung des Oberkarbons auf. Wie seismische Untersuchungen und die Tiefbohrung Münsterland 1 gezeigt haben, verklingt hier die Faltung zur Tiefe hin anscheinend bereits im flözleeren Namur. Unterkarbon und Devon wurden in flacher Lagerung an-

getroffen. Die Flachgründigkeit der Vorlandfaltung — der tiefere Untergrund bewegte sich dabei relativ nach Südosten — erklärt manche für die Tektonik des Ruhrkarbons charakteristischen Besonderheiten. So begann die Einengung mit flachen nordwestvergenten Überschiebungen, die die Schichten bis ins tiefere Westfal B hinein betrafen. Beim Fortgang der Einengung entstanden über der Stirn der Schubbahnen die erwähnten Hauptsättel. Sie wurden ebenso wie die Muldenbereiche mit fortschreitender Faltung in zahlreiche Spezialfalten gelegt, wobei die Überschiebungen mitgefaltet wurden. Gegen Ende der Faltung wurden mit beginnender Konsolidierung der Sattelkerne die Muldenflanken von Nordwesten und Südosten gegen die Sättel überschoben. Diese Überschiebungen wurden nicht mehr mitgefaltet. Die Abscherungszone zwischen dem Faltenbau im Hangenden und dem ungefalteten tieferen Untergrund wird in den mächtigen Schiefertönen des flözleeren Namurs angenommen. In Richtung auf das rheinische Orogen im Südosten wurden jedoch in immer stärkerem Maße Devon und ältere Schichten von der Faltung miterfaßt. In einem Zerblockungs-Stadium zu Ende der Faltungsphase wurde das Gebirge durch Quer- und Diagonalstörungen in Horste und Gräben zerlegt. In einem etwas späteren Prägungsakt entstanden die Blattverschiebungen.

Auch nach der jungvariscischen Faltung haben im Rhein-Ruhr-Revier noch tektonische Bewegungen geringeren Ausmaßes stattgefunden. Sie sind etwa östlich der Linie Duisburg — Gelsenkirchen — Marl — Wulfen von ziemlich untergeordneter Bedeutung. Dieses Gebiet gehörte während des Mesozoikums der Rheinischen Masse an und umfaßt denjenigen Bereich, in welchem das Steinkohlengebirge lediglich von Schichten der Kreide überlagert wird. Es kam hier hauptsächlich zu Rückaufschiebungen der schon vorhandenen Abschiebungen im Betrag von einigen Dekametern, die sich besonders an der Karbonoberfläche bemerkbar machen. Auch eine junge Wellung der Karbonoberfläche und der Kreide tritt an manchen Stellen im Nordwesten des Ruhrgebietes mit geringer Intensität in Erscheinung.

Westlich und nordwestlich der beschriebenen Grenzlinie wird das Karbon jedoch durch Zechstein, Trias und Jura in lückenhafter Entwicklung überlagert. Dieses Gebiet gehört der Niederrheinischen Senke an, in der alt- und jungkimmerische, subherzyne und vermutlich auch laramische Schollenbewegungen der saxonischen Tektonik verbreitet sind. Im Übergang von der Rheinischen Masse zur Niederrheinischen Senke nehmen die jungen Abschiebungsbeträge an den variscisch angelegten Störungen zu und erreichen schließlich bei Bislich an der Karbonoberfläche ein Ausmaß von fast 500 m. Weiter nördlich treten größere saxonische Deformationen mit eigenen, überwiegend westöstlichen Richtungen auf.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.



## d) Inkohlung

Von MARLIES und ROLF TEICHMÜLLER\*

Mit 7 Abbildungen

Das Ruhrkohlenbecken ist der wichtigste Kokslieferant für Deutschland und die Europäische Wirtschaftsgemeinschaft (EWG). Über 60% der Förderung im Ruhrkohlenbecken bestehen aus kokkbaren Kohlen. Der Grund dafür ist vor allem darin zu suchen, daß der flözreichste Teil des Ruhrkarbons, nämlich die Bochumer Schichten (= oberes Westfal A) vorzugsweise Fettkohlen führen. Deswegen wurden diese Schichten früher sogar als Fettkohlen-Schichten bezeichnet. Die Schichten des Westfals B und C, die in den großen Mulden im Norden des Reviers erhalten sind, führen im allgemeinen geringer inkohlte Kohlen, die Flöze des tieferen Westfals A und des höheren Namurs, die im Süden des Reviers und in den Satteln im Norden gebaut werden, in der Regel stärker inkohlte Kohlen. Da also eine gewisse Beziehung zwischen dem stratigraphischen Alter und dem Inkohlungsgrad besteht, unterschied man früher: Flammkohlen-Schichten, Gasflammkohlen-Schichten, Gaskohlen-Schichten, Fettkohlen-Schichten, Esskohlen-Schichten und Magerkohlen-Schichten und sah in diesen Schichtengruppen auch stratigraphische Einheiten, zumal in jeder tieferen Bohrung und jedem tieferen Schacht die Inkohlung mit der Tiefe und damit auch mit dem stratigraphischen Alter der Schichten deutlich zunimmt.

Erst später stellte man fest, daß ein und dasselbe Flöz regional auch verschieden stark inkohlt sein kann. So schwankt z. B. der Gehalt an Flüchtigen Bestandteilen im Flöz Katharina im Ruhrkohlen-Becken zwischen 20,4 und 39,6% (KRÜPE 1932, M. & R. TEICHMÜLLER 1949). Auch führen am Südrand des Ruhrgebietes bei Haßlinghausen die ältesten Flöze des Ruhrkarbons im Namur C kokkbare Kohlen (KUKUK 1938).

Bei der Bestimmung des Inkohlungsgrades von Ruhrkohlen benutzt man seit jeher vorzugsweise den Gehalt an Flüchtigen Bestandteilen, bezogen auf wasser- und aschefreie Substanz der Flözkohle. Da der Gehalt an Flüchtigen Bestandteilen eines Flözes nicht nur vom Inkohlungsgrad, sondern auch von der petrographischen Zusammensetzung der Kohle abhängt, erhält man besser vergleichbare Werte, wenn man von Vitrit-Analysen ausgeht. Seit 1960 wird auch das optische Reflexionsvermögen des Vitrits mehr und mehr als Inkohlungsmaßstab benutzt. Die Beziehungen zwischen Flüchtigen Bestandteilen des Vitrits und Reflexionsvermögen auf Grund von 800 Analysen zeigt Abb. 1.

Die ersten umfangreichen, regionalen und vertikalen Inkohlungsuntersuchungen, die sich auf eine große Zahl von Analysen stützen, wurden in der Bochumer Hauptmulde und südlich davon durchgeführt. Sie zeigten, daß die Inkohlung in einem Flöz vom Hauptsattel zur Hauptmulde zunimmt, während die Spezialfaltung keinen nennenswerten Einfluß auf den Inkohlungsgrad hat (BÖTTCHER, M. & R. TEICHMÜLLER 1949). Die Linien gleichen Gehaltes an Flüchtigen Bestandteilen

\* Anschrift der Autoren: Dr. M. TEICHMÜLLER und Dr. R. TEICHMÜLLER, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 415 Krefeld, De-Greif-Str. 195

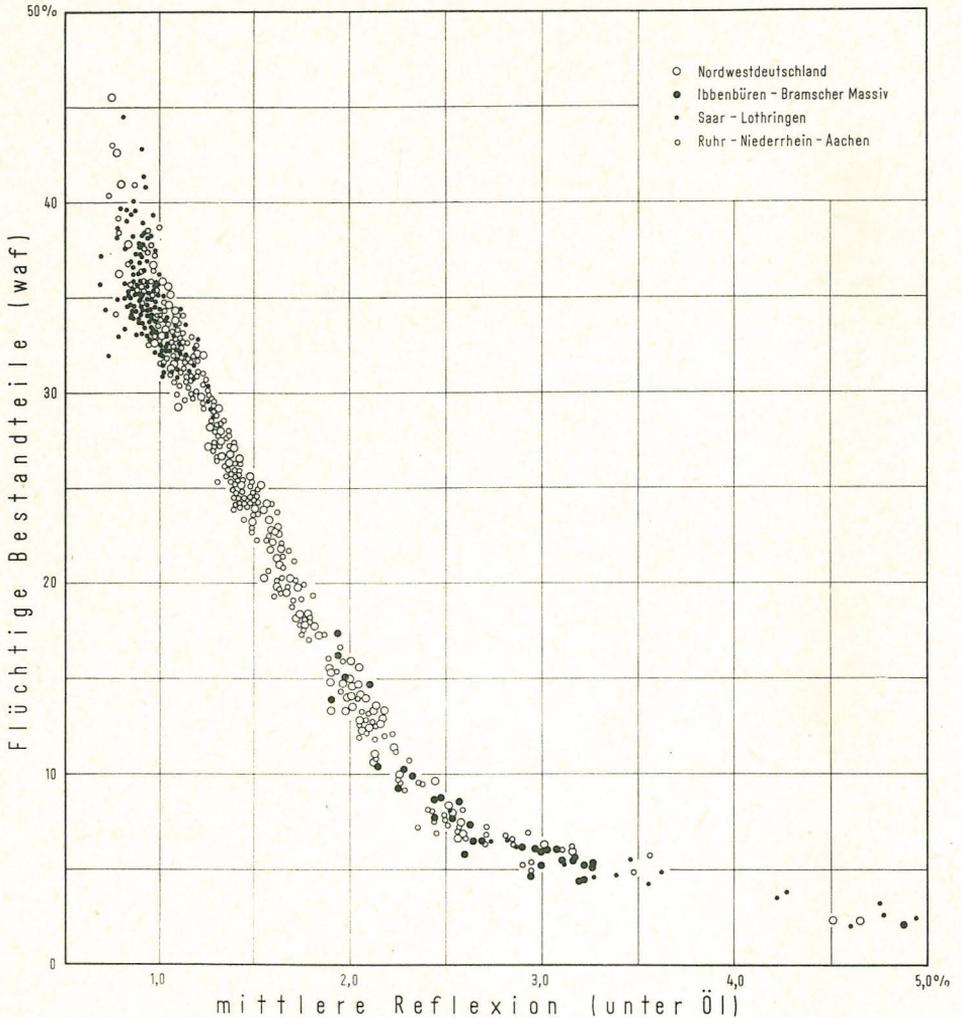


Abb. 1. Die Beziehung zwischen Flüchtigen Bestandteilen von Vitrit-Konzentraten und Reflexionsvermögen des Vitrits für Steinkohlen und Anthrazite

(„Isovolen“) laufen in einem Schnitt mit den Flözen fast parallel (Abb. 2). Nachdem in vielen Tiefbohrungen und Schachtabteufen die Zunahme der Inkohlung mit der Tiefe durch Vitrit-Analysen untersucht werden war und man den Inkohlungsgradienten (d. h. die Abnahme an Flüchtigen Bestandteilen oder Wasser bzw. die Zunahme der Verbrennungswärme pro 100 m Tiefe) für die verschiedenen Inkohlungsbereiche ermittelt hatte (vgl. Abb. 3), konnten nun auch die Inkohlungsdaten auf ein bestimmtes Flöz umgerechnet werden. Auf diese Weise gelang es, die regionalen Inkohlungsänderungen über das gesamte Ruhrkohlenbecken zu verfolgen und in einer Karte zu veranschaulichen (PATTEISKY, M. u. R. TEICHMÜLLER & LEISTIKOW 1962). Die Karte ist in Abb. 4 in vereinfachter Form wiedergegeben. Die Karte basiert auf 800 Vitrit-Analysen. Ebenfalls auf Vitrit-Basis wurden im zentralen Teil des Ruhrgebietes Karten hergestellt, die die Inkohlungsverhältnisse in einem bestimmten bergmännischen Niveau (— 500 m NN)

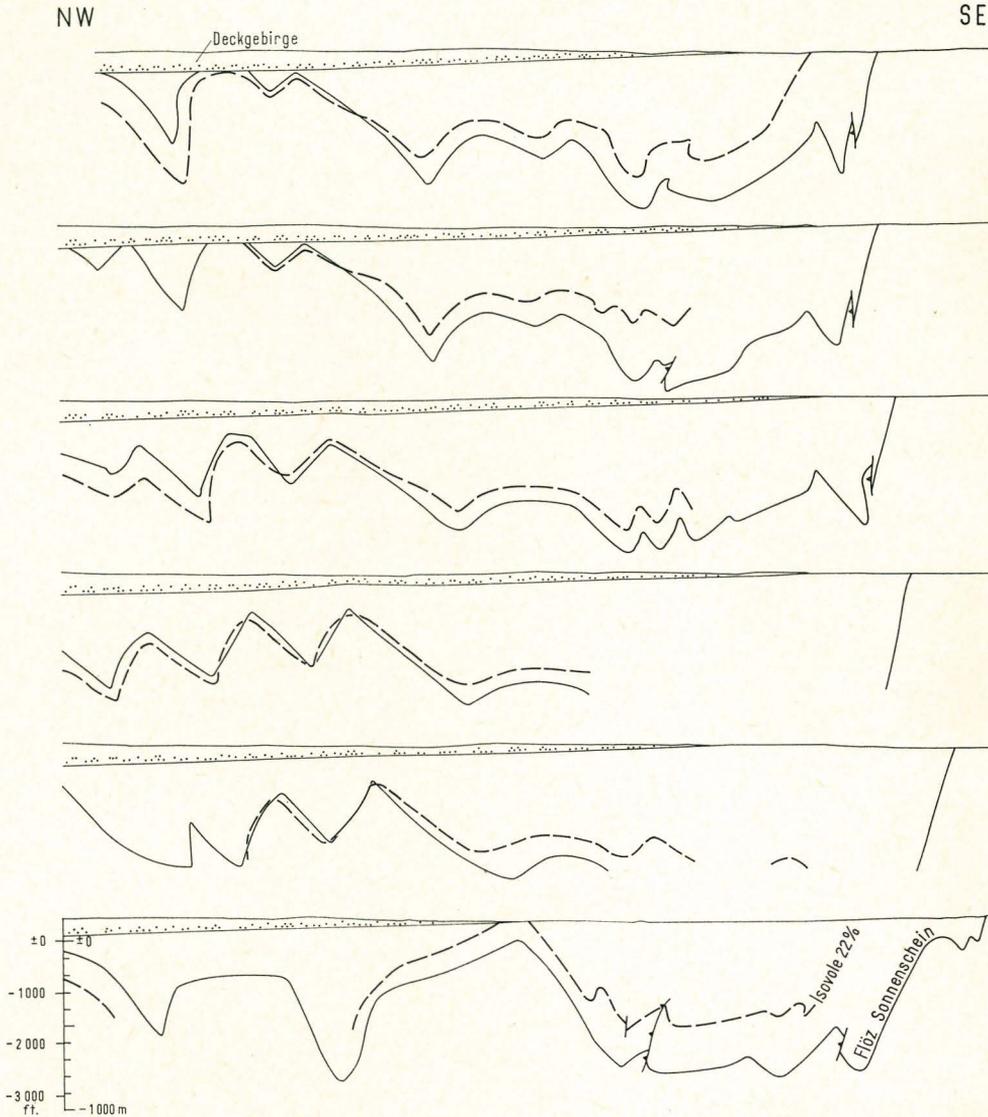


Abb. 2. Verlauf von Flöz Sonnenschein (oberes Westfal A) und Verlauf der Isovole 22% Flüchtige Bestandteile in Profilen durch die Bochumer Hauptmulde bei Bochum (aus M. & R. TEICHMÜLLER 1968a, b)

darstellen (PATTEISKY 1951—1959). Seit 1969 werden vom Geologischen Landesamt Nordrhein-Westfalen Inkohlungskarten im Maßstab 1 : 20 000 von den wichtigsten bauwürdigen Flözen im Gebiet des Linken Niederrheins hergestellt, die auf Analysen der Wichtestufe 1,5 von Flözschlitzproben basieren.

Die Ergebnisse aller dieser Untersuchungen im Ruhrkohlenbecken sind kurz zusammengefaßt folgende:

1. Im gleichen Flöz ist die Inkohlung in den epirogen angelegten Großmulden stärker als in den Großsätteln.

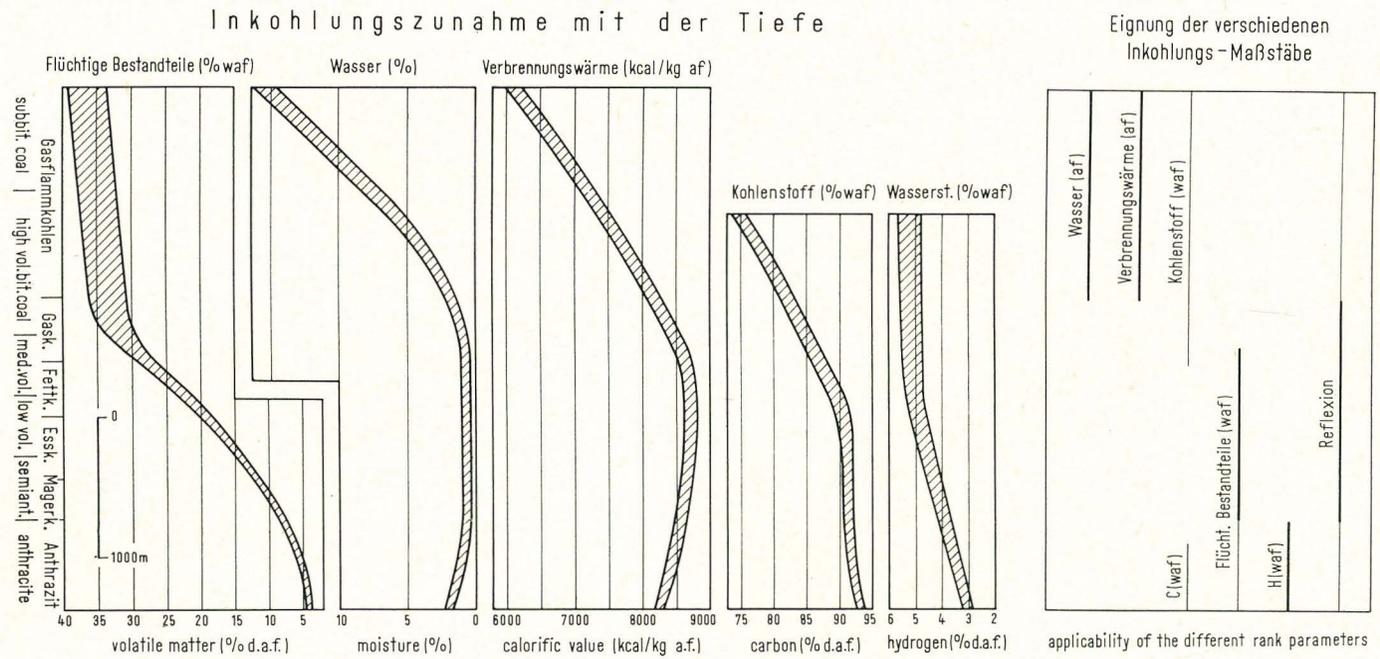


Abb. 3. Die Zunahme der Inkohlung mit der Tiefe auf Grund verschiedener Inkohlungs-Parameter und die Eignung der verschiedenen Inkohlungs-Maßstäbe in den einzelnen Inkohlungsbereichen

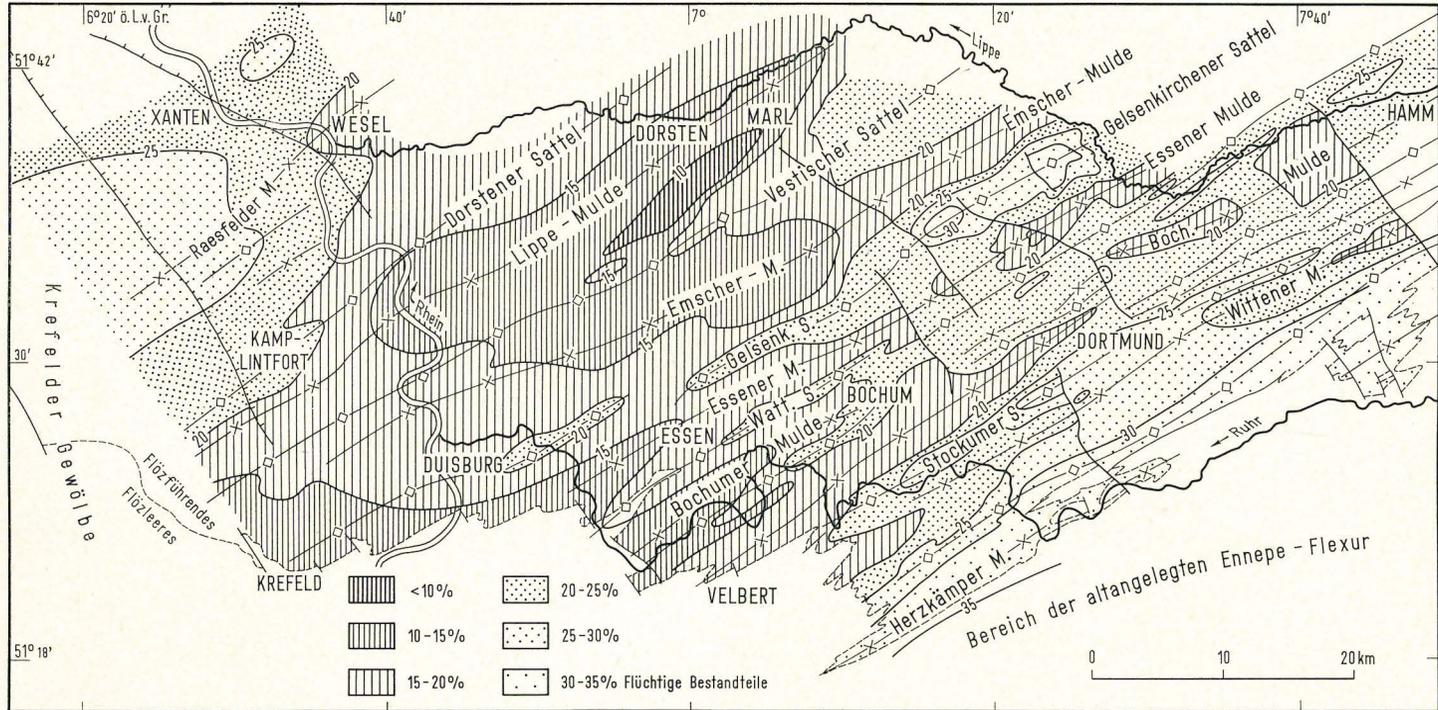


Abb. 4. Inkohlungskarte des Ruhrkohlenbeckens. Die Inkohlungsdaten (Flüchtige Bestandteile, wasser-, aschefrei) von Vitrit-Konzentraten sind bezogen auf das Flöz Sonnenschein (oberes Westfal A). Nach PATTEISKY, M. u. R. TEICHMÜLLER & LEISTIKOW 1962, ergänzt im linksrheinischen Gebiet durch Untersuchungen von BACHMANN und R. TEICHMÜLLER

2. Am Südrand des Ruhrreviers ist die Inkohlung auffallend gering, obgleich die Faltung hier am intensivsten ist.
3. Im östlichen und westlichen Teil des Ruhrkohlenbeckens ist die Inkohlung durchweg etwas geringer als im zentralen Teil (Raum Duisburg — Wesel — Marl — Bochum).
4. Durch besonders hohe Inkohlung und stärkere Diagenese des Nebengesteins zeichnen sich im regionalen Bild zwei relativ kleine Räume aus, nämlich der sogenannte Westerholter Block (ADLER 1961, WEGEHAUPT 1962) und der Raum nordwestlich Krefeld.

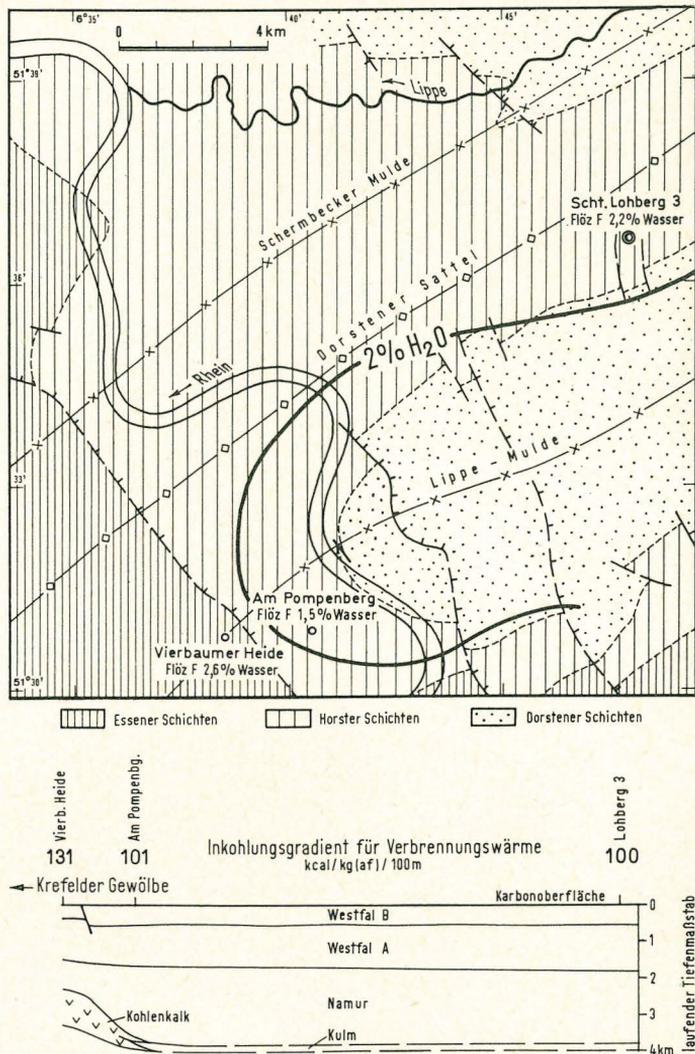


Abb. 5. Die regionale Änderung des Inkohlungsgradienten auf Grund der Verbrennungswärme von Vitriten (aschefrei) in Bohrungen und Schachtabteufen beiderseits des Niederrheins im Profil. Die Karte zeigt die regionale Änderung des Wassergehaltes von Vitriten im Flöz F (unteres Westfal B)

5. Die Untersuchung von Tiefbohrungen und Schächten hat gezeigt, daß der Inkohlungsgradient sich regional ändert. So nimmt er z. B. am Linken Niederrhein deutlich von Westsüdwest nach Ostnordost ab, wie Abb. 5 auf Grund der Verbrennungswärme der gering inkohlten Kohlen zeigt.
6. In einem Schnitt laufen die Linien gleicher Inkohlung etwa parallel mit den Flözen (Abb. 3). Die Isovolen sind also sozusagen mitgefaltet.
7. Auch an den großen Querstörungen ändert sich die Inkohlung in ein und demselben Flöz nicht.
8. An den Überschiebungsbahnen ist es nur lokal zu Inkohlungs-Steigerungen gekommen.

Diese Befunde können wie folgt gedeutet werden:

1. Infolge der relativ raschen epigenen Absenkung des Ruhrkohlenbeckens gelangten die Flöze in größere Teufen und damit in Bereiche höherer Erdwärme. Je tiefer ein Flöz versenkt war, um so stärker wurde es erwärmt und damit um so stärker inkohlt. Diese „präorogene“ Inkohlung ist im Rhein-Ruhr-Revier die Hauptinkohlung. Sie wird überlagert von einer schwachen synorogenen und postorogenen Nachinkohlung, die zur Zeit der Faltung und nach ihr stattfand. Diese Nachinkohlung ist darauf zurückzuführen, daß die Kohlen in den Kernen der Großmulden tiefer versenkt und damit stärker erwärmt blieben als im Bereich der Großsättel, wo die Flöze frühzeitig herausgehoben wurden.
2. Die relativ geringe Inkohlung am Südrand des Ruhrkarbons weist darauf hin, daß die Schichten hier relativ früh herausgehoben wurden und daß der tangentielle Druck, d. h. die Faltung, die chemische Inkohlung nicht gefördert hat. Die frühe Heraushebung steht, wie Abb. 6 zeigt, in Zusammenhang mit der Verlagerung des Sedimentationstrogos nach Norden.

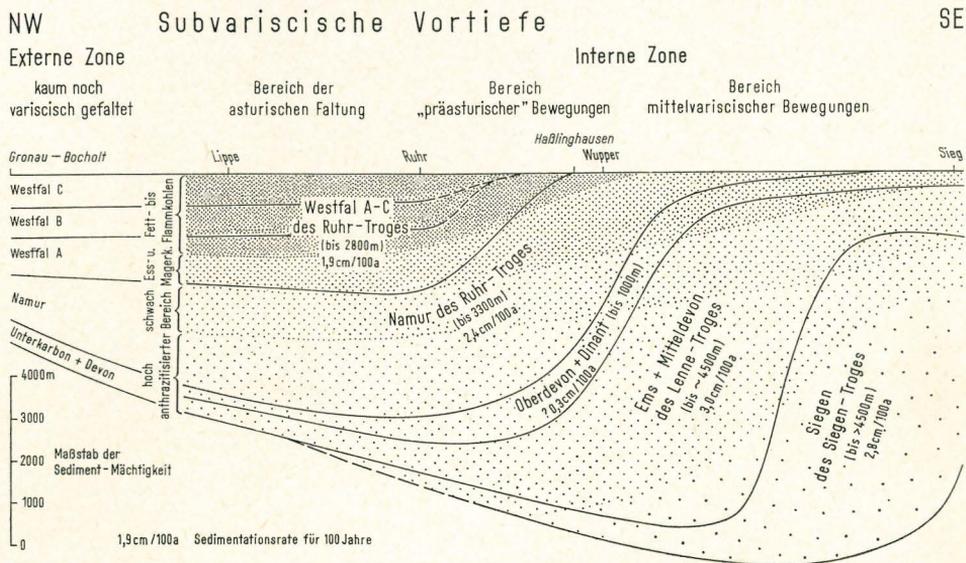


Abb. 6. Die Inkohlungs-Änderungen im Devon und Karbon als Folge der Verlagerung des Sedimentationstrogos von Süden nach Norden, in einem Profil vom Siegerland zum Münsterland (ohne Berücksichtigung der orogenen Verformung)

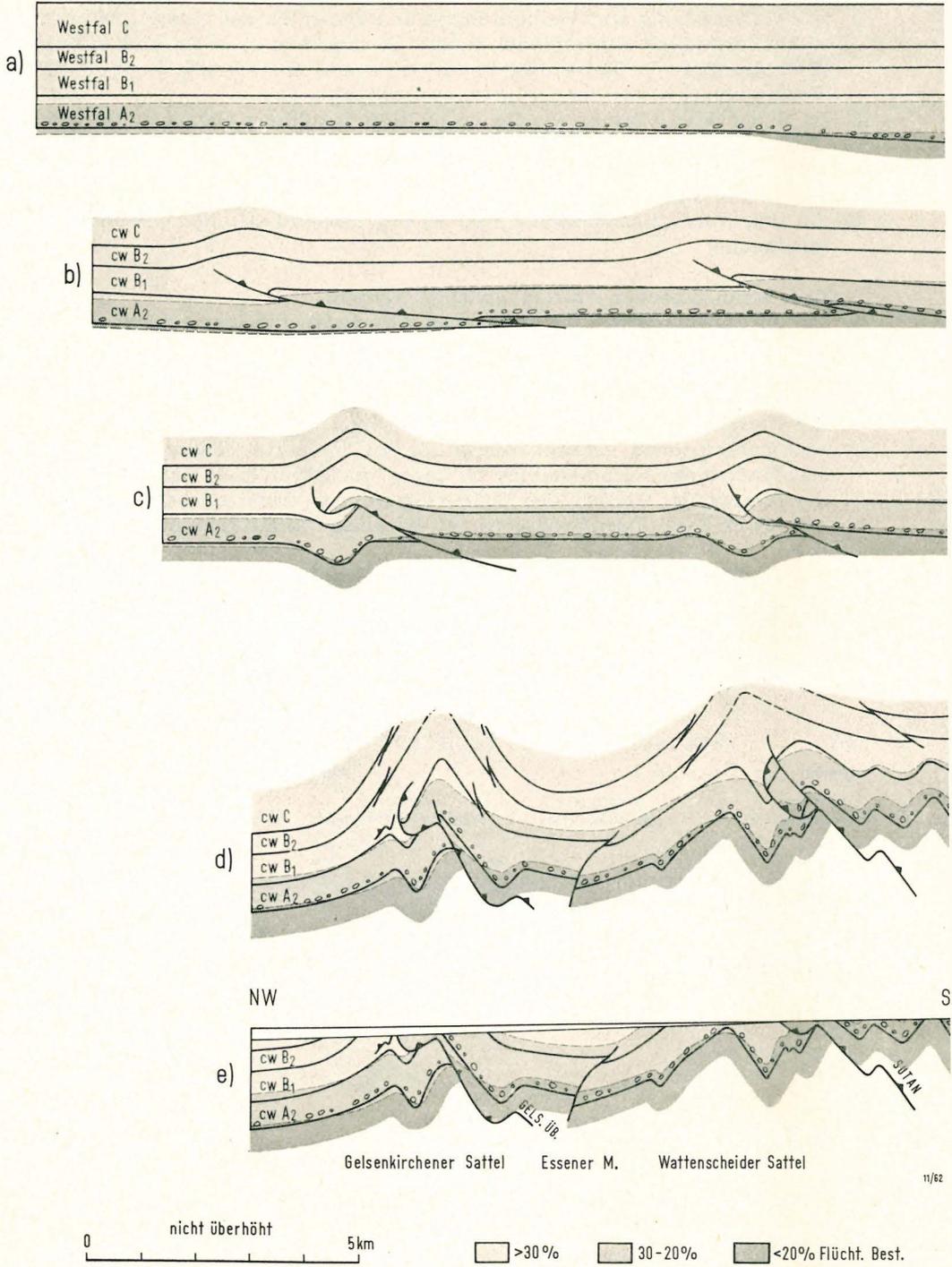


Abb. 7. Ablauf der Inkohlung im Ruhrkarbon (Schema)

äorogene Haupt-Inkohlung  
 bei der Absenkung der Schichten.  
 Dauer ca. 12 Millionen Jahre

ynorogene, großräumige Verstärkung  
 der Inkohlung in den Großmulden,  
 lokale Verstärkung der Inkohlung  
 in Bewegungsbahnen,  
 eine wesentlichen Inkohlungs-Ände-  
 rungen durch die Spezial-Faltung  
 (isovolen werden „mitgefaltet“).  
 Dauer ca. 3 Millionen Jahre

3. Ähnlich läßt sich — wenigstens zum Teil — die relativ geringe Inkohlung im östlichen und westlichen Teil des Ruhrkohlenbeckens deuten: die Faltenachsen heben sich nach Osten und Westen zu stärker heraus; die Flöze waren also im Osten und Westen präpermisch weniger tief versenkt als im zentralen Teil des Beckens. Die stärkere Inkohlung im mittleren Teil des Ruhrkohlenbeckens könnte — neben der tieferen Versenkung z. Z. des jüngeren Westfals — auch noch andere Ursachen haben: bemerkenswerterweise deckt sich nämlich dieses höher inkohlte Gebiet mit dem Bereich der Hauptmineralisation der Blei-Zink-Vererzung (PILGER & STADLER 1971).
4. Für die Erklärung der besonders starken Inkohlung im Westerholter Block und im Raum nordwestlich Krefeld bleibt nur die Annahme zusätzlicher Aufheizung durch lokale Plutone übrig. Für diese sprechen die Spezialtektonik sowie die Vererzung im Westerholter Block und eine magnetische Anomalie bei Krefeld<sup>1</sup>.
5. Die regionale Änderung des Inkohlungsgradienten am Linken Niederrhein kann erklärt werden durch das rasche Abtauchen der Karbonbasis nach Osten und das Auftreten mächtiger unterkarbonischer Kalke im Schwellenbereich im Westen. Die gute Wärmeleitfähigkeit der Kalke und die im Westen relativ geringe Mächtigkeit des tonig-sandigen Namurs führten dazu, daß sich der Wärmestrom im Flözführenden staute.
6. Die Inkohlung war im Ruhrkarbon vor der Faltung im wesentlichen abgeschlossen.

neutiger Zustand, nach Heraushebung  
 und Denudation,  
 keine Veränderung des Inkohlungs-  
 bildes seit 280 Millionen Jahren

<sup>1</sup> Wegen der Beziehungen zwischen Inkohlung und magnetischer Anomalie vgl. S. 69 u. S. 86.

7. Die Zerblockung des Ruhrkohlen-Faltengebirges geschah offenbar zu einer Zeit, als das Steinkohlengebirge schon stark herausgehoben und die Inkohlung infolgedessen bereits mehr oder weniger zum Stillstand gekommen war.
8. Die lokalen Inkohlungs-Steigerungen an Überschiebungsbahnen dürften auf besonders schnelle tektonische Bewegungen zurückzuführen sein, bei denen sich die Reibungswärme auswirken konnte.

Einen zusammenfassenden Überblick über den zeitlichen Ablauf der Inkohlung im Ruhrkohlen-Becken gibt das Schema der Abb. 7.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.

## e) Blei-Zink-Vererzung

VON ANDREAS PILGER UND GERHARD STADLER\*

Mit 1 Abbildung

Im Ruhrgebiet wurden bereits seit langer Zeit mit dem fortschreitenden Steinkohlenbergbau Anzeichen einer Blei-Zink-Vererzung aufgefunden, wobei es sich jedoch um unbedeutende Mineralisationen handelte. Erst seit ca. 30 Jahren wurde das Ruhrkarbon in zunehmendem Maße auch als wirtschaftlich wichtige Erzprovinz erkannt. Diese späte Erkenntnis hat ihre Ursache darin, daß die großen Verwerfungen, an welche die Erzgänge gebunden sind, vom Steinkohlenbergbau wegen zu befürchtender Wassereinbrüche möglichst gemieden werden.

Neben den alten Erzbergbau-Gebieten von Lintorf-Selbeck und Velbert im Süden des Ruhrgebietes ist das am längsten bekannte bauwürdige Vorkommen dasjenige der Zeche Auguste Victoria bei Marl-Hüls, das 1930 erschlossen wurde. Im Jahre 1937 kam der Bleierzgang der Zeche Christian Levin in Essen-Dellwig hinzu. Nicht durch Zufall, sondern auf Grund einer auf lagerstättenkundlicher Basis planmäßigen Suche wurde im Jahre 1952 auf der Zeche Graf Moltke in Gladbeck eine neue mächtige Blei-Zink-Vererzung, der sogenannte Klara-Gang, angefahren. Neben diesen größeren Vorkommen gibt es zahlreiche (weit über 100) Gangmineralfunde, die jedoch nur wissenschaftliches Interesse besitzen oder nur bedingt bauwürdig sind, wie diejenigen auf den Zechen Julia, Pluto, Hannover, Shamrock oder in der Bohrung Wulfen 5 (Abb. 1).

Die Hauptmineralisation des Ruhrgebietes befindet sich mit ihren Vererzungsschwerpunkten in einer NNE (rheinisch) streichenden Zone, die sich von Lintorf — Velbert (nördlich Düsseldorf) über Essen, Recklinghausen bis über die Lippe erstreckt. In diese Zone hinein reichen 2—5 km breite alte Schwächezonen im Steinkohlengebirge, sog. Lineamente, die eine Häufung von Querstörungen und Blattverschiebungen aufweisen. An diese Lineamente sind die größten Erzvorkommen gebunden, so Christian Levin, der Klara-Gang und Wulfen an das Essen — Dorstener Lineament und Auguste Victoria an die Dortmunder Linie.

In der Mineralisation lassen sich deutlich zwei Stadien oder Generationen unterscheiden, die ihrerseits eng mit verschiedenen tektonischen Störungsphasen in Verbindung stehen. Die erste Generation kam auf den Querverwerfungen (Sprüngen) zum Absatz, die das gefaltete Steinkohlengebirge in einzelne Schollen zerlegen. Die zweite Generation schied sich auf den Blattverschiebungen aus, welche die Sprünge diagonal schneiden und versetzen. Tektonik und Vererzung erfolgten gleichzeitig; die aufreißenden Störungen dienten als Aufstiegswege und Absatzräume. Die Erze sind daher oft eng mit dem zerbrochenen Nebengestein zu Brekzien verbacken. Die erste Generation lieferte der Ausscheidungsfolge nach an

\* Anschrift der Autoren: Prof. Dr. A. PILGER, Technische Universität Clausthal, 3392 Clausthal-Zellerfeld, Adolf-Römer-Str. 2A; Dr. G. STADLER, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 415 Krefeld, De-Greiff-Str. 195

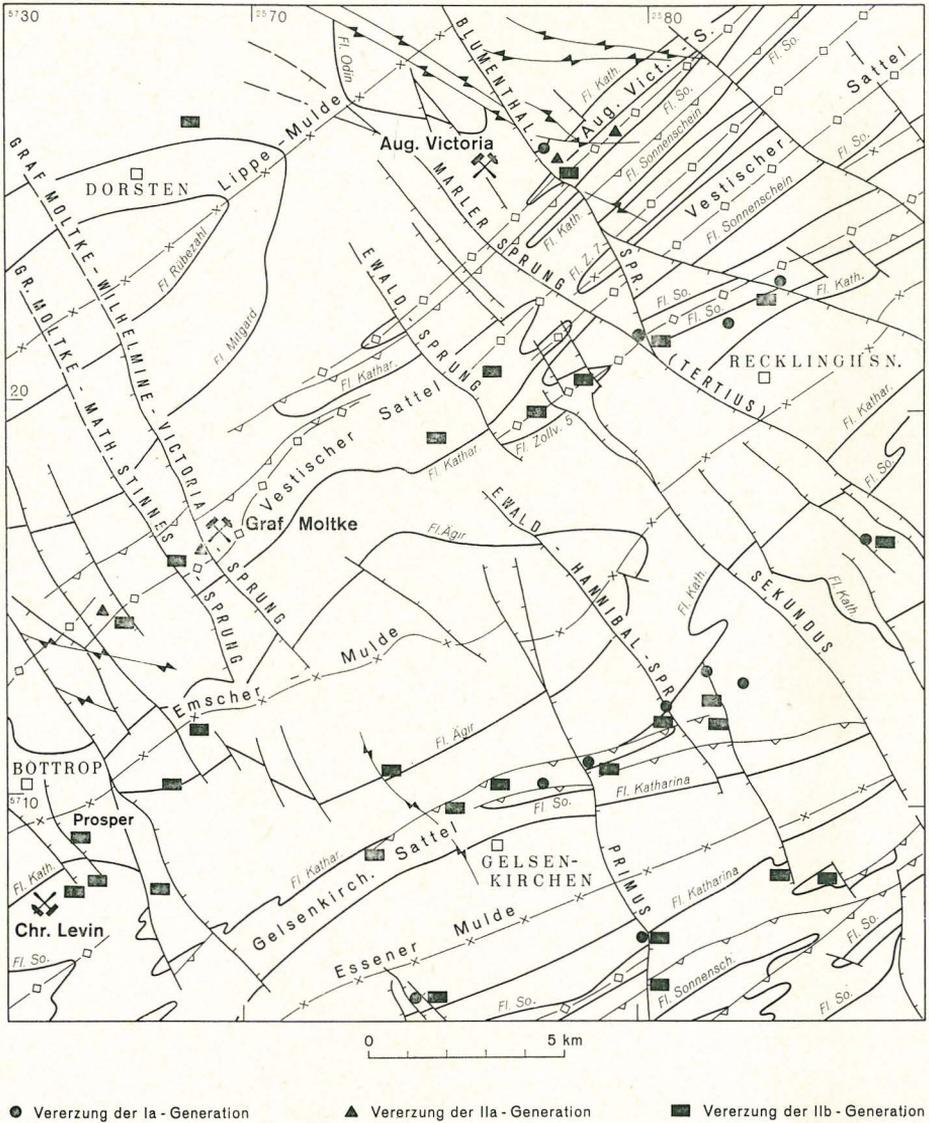


Abb. 1. Ausschnitt der Gangkarte des Ruhrgebietes; aus: Monographien der Deutschen Blei-Zink-Erzlagerstätten, Lfg. 3, D-J, Taf. 16. — Beih. Geol. Jb., 40, Hannover 1961

Mineralien: Quarz, Siderit-Ankerit, Zinkblende, wenig Kupferkies mit Schwefelkies und lokal etwas Magnetkies, Bleiglanz und nochmals Quarz. Die zweite Generation schied Quarz, Dickit, Ankerit, Zinkblende, Kupferkies, Bleiglanz, örtlich Fahlerz und Linneit, Schwefelkies, Schwerspat, Kalkspat und Kaolinit aus. Die Bearbeiter teilten die beiden Hauptgenerationen nach ihren Ausscheidungsstadien in je drei Untergenerationen, die mit 1a, 1b, 1c und 2a, 2b und 2c bezeichnet werden, wobei jede der beiden Hauptphasen durch eine starke Verkiezelung eingeleitet wird. Die Ausscheidungsfolge Quarz über Zinkblende, Kupferkies zum Blei-

glanz entspricht der normalen Mineralisationsfolge der primär-hydrothermalen Gänge, wobei die Abfolge der 1a-2c-Generation eine von heißerer zur kühleren Ausscheidung abfallende Folge ist.

Die größten Metallmengen sind dort anzutreffen, wo sich die Querstörungen und die Blattverschiebungen kreuzen, also an den Stellen, wo sich die erste und die zweite Erzgeneration überlagern. Das beste Beispiel dafür ist das Erzvorkommen der Zeche Auguste Victoria. Innerhalb des großen Blumenthaler Sprunges haben sich unmittelbar nördlich und südlich der Auguste-Victoria-Sattelachse zwei ca. 500 m lange, bis 16 m mächtige Erzmittel ausgebildet, die eine Teufe von 400 m erreichen. Das Erz gehört in seiner Hauptmenge zur 1. Generation und ist als Brekzienerz ausgebildet. Die beiden Erzkörper werden von zahlreichen Blattverschiebungen durchzogen, die mit den Mineralien der 2. Generation gefüllt sind und 20% der Gesamterzmenge liefern. Im Gegensatz zum Erzvorkommen der Zeche Auguste Victoria stellt im Vorkommen Christian Levin die 2. Generation die Haupterzmenge, während die 1. Mineralisationsphase nur untergeordnet beteiligt ist. Auch in dem Erzvorkommen des Klara-Ganges auf der Zeche Graf Moltke ist die 1. Generation nur schwach vertreten und Hauptträger die 2. Generation, die an zahlreiche Blattverschiebungen gebunden ist, welche den Graf Moltke-Wilhelmine Victoria-Sprung durchsetzen.

In den Erzlagern sind stets mehr oder weniger deutliche Teufenunterschiede entwickelt. Von oben nach unten wird Schwerspat durch Bleiglanz abgelöst, der schließlich mit der Teufe allmählich durch Zinkblende vertreten wird. Da jedoch nicht nur die Hauptvererzungsphasen, sondern auch deren Untergenerationen verschiedene Höhen erreicht haben, ist in den Erzvorkommen ein starkes Teleskopieren vorhanden, d. h. die einzelnen Generationen sind meist eng miteinander verschachtelt.

Betrachtet man die gesamte Erzprovinz Ruhrgebiet, so liegt ein Zinkblende-Bleiglanz-Schwerspat-Stockwerk vor. Anzeichen für ein tieferes Stockwerk sind nur in der Vererzung des Primus-Sprunges im Bereich des Gelsenkirchener Sattels bisher gefunden worden. Die Mineralisation auf den Zechen Pluto und Hannover unterscheidet sich stark von der sonst ziemlich einheitlichen Erzführung. Die Mineralisation des Primus-Sprunges besteht aus Quarz, Siderit-Ankerit, Kupfer- und Schwefelkies, sporadisch Magnetkies und Cubanit, wenig Bleiglanz und Zinkblende; Kalkspat und Schwerspat fehlen. Innerhalb dieser Paragneise konnte eine zonale Verteilung nachgewiesen werden, die als Kern Kupferkies führt. Diese Vererzung weist auf ein angeschnittenes tieferes Stockwerk hin, das unter höher thermalen Bildungsbedingungen entstanden ist.

Altersmäßig ist die Vererzung in die jungvariscische (asturische) Faltungsphase am Ende des Oberkarbons zu stellen, wobei Tektonik und Vererzung einander parallel gehen. Der Entstehung nach handelt es sich um primäraszendente hydrothermale Gänge. Die dazugehörigen Erzbringer (Plutone) sind in der Tiefe verborgen. Man nimmt an, daß sie wenigstens in 4000—5000 m Teufe im Grundgebirge zu suchen sind. Infolge der Armut an Elementen und Mineralien, die nicht der klassischen postmagmatischen Lagerstättengenese entspricht, liegt die Möglichkeit nahe, daß es sich bei den Erzbringern um wieder aufgeschmolzene alte Gesteine, sog. palingene Magmen, handelt.

Die Vorräte der Erzgruben sind nicht unbedeutend. So förderte die Grube Auguste Victoria bis Ende 1959 allein schon 4,6 Millionen Tonnen Erz mit einem Gehalt von 4% Pb, 7% Zn und 65 g Ag/t. Die Zeche Christian Levin erbrachte bis Ende 1956 334 132 t Roherz mit 10,7% Pb, 1,03% Zn und 26 g Ag/t. Die starke

Baisse auf dem Buntmetallmarkt wirkte sich auch stark auf die Erzprovinz Ruhrgebiet aus. Die Zeche Christian Levin ist gestundet und der Klara-Gang der Zeche Graf Moltke wurde 1958 in der Vorrichtung eingestellt. Die Stilllegung der Erzzeche Auguste Victoria erfolgte erst 1962. Durch diese negative Entwicklung wurden natürlich auch weitere Aufschlußarbeiten an den bekannten Vorkommen und die Erschließung neuer, noch unbekannter Lagerstätten in Frage gestellt, obwohl die Höflichkeit auf weitere Blei-Zink-Erzlagerstätten im Ruhrgebiet günstig ist.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.

## 2. Das Revier von Aachen—Erkelenz

### a) Stratigraphie und Tektonik

VON GEORG HERBST\*

Mit Tafel 1 in der Anlage und 1 Abbildung

#### Übersicht

Innerhalb des westeuropäischen Gürtels der paralischen Karbon-Vorkommen bildet das Revier von Aachen — Erkelenz (Taf. 1) in Folge seiner Beziehungen zu den Gebieten der Niederlande und Belgiens ein wichtiges Bindeglied zum Rhein-Ruhr-Revier. Es handelt sich hierbei nicht um einen geschlossenen Bereich, vielmehr haben die tektonischen Vorgänge, die zu Ausgang des Oberkarbons einsetzen und sich zum Teil noch bis in die jüngste geologische Vergangenheit im Zusammenhang mit dem Einbruch der Niederrheinischen Bucht verfolgen lassen, eine Trennung in verschiedene Gebiete bewirkt. So ergibt sich folgende Einteilung, die auch den sich anschließenden Darlegungen zugrunde gelegt wird (Abb. 1):

1. im Süden, an die nördlich abfallende Eifel anschließend, der Bereich der Inde-Mulde und ihrer Randgebiete. Hier ist im Hangenden des Kohlenkalkes (Tournai — Visé) das Namur entwickelt. Im mittleren Teil, in der eigentlichen Inde-Mulde, stellen sich die Folgen des höheren Oberkarbons ein, die möglicherweise bis ins Westfal B hineinreichen.
2. Nördlich der Inde-Mulde, von dieser durch die Aachener Überschiebung getrennt, liegt das Hauptrevier des Aachener Steinkohlenbergbaus, die Wurm-Mulde (Wurm-Revier). Hier ist das gesamte Westfal A und ein großer Teil des Westfal B erschlossen. In den höchsten, an das Deckgebirge grenzenden Partien ist das Domina-Niveau nachgewiesen worden.
3. Im Nordosten dieser Karbongebiete der Aachener Umgebung tritt durch die bedeutende Senkungszone des Rurtal-Grabens eine größere Unterbrechung des oberflächennahen Paläozoikums ein. Erst in etwa 12 km Entfernung kommt das Oberkarbon in der Erkelenzer Hochscholle (Erkelenzer Revier) wieder in bergmännisch erreichbare Höhenlage. Die Entwicklung des Oberkarbons ist hier nicht so vollständig bekannt wie in den südlichen Gebieten. Die Aufschlüsse reichen vom Unteren Westfal A (Finefrau-Horizont) bis in das Untere Westfal B (etwa Zollverein-Gruppe).

Durch den Nachweis der bekannten marinen oder brackischen Horizonte des Oberkarbons lassen sich die verschiedenen Vorkommen auch hier stratigraphisch einstufen und zueinander in Beziehung setzen. Eine weitere wichtige Grundlage dafür bilden die Kaolin-Kohlentonsteine (im folgenden „Tonsteine“ genannt;

\* Anschrift des Autors: Dr. G. HERBST, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 415 Krefeld, De-Greif-Str. 195

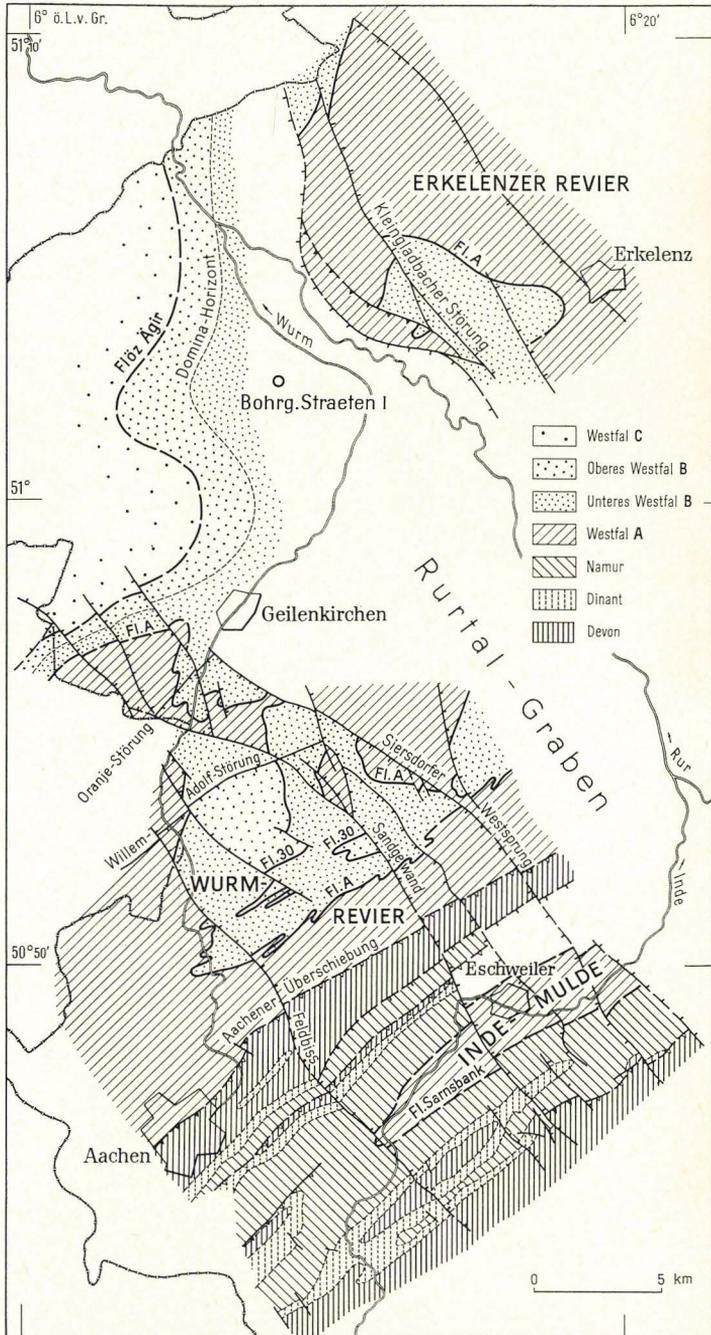


Abb. 1. Übersicht über das Steinkohlenrevier von Aachen—Erkelenz

BACHMANN, HERBST & KIMPE 1970). Auch die Entwicklung der Flora gibt wertvolle Anhaltspunkte (HARTUNG 1966, dort weitere Literaturhinweise).

Die Inkohlungsverhältnisse sind dagegen sehr unterschiedlich und erschweren so den Vergleich.

## Die Inde-Mulde und ihre Umgebung

### Stratigraphie

Die tiefste Schichtenfolge des Oberkarbons, die ohne erkennbare Diskordanz dem Kohlenkalk auflagert, wird als „Walhorner Schichten“ bezeichnet. Sie besteht vorwiegend aus Schiefertonen und erreicht etwa 150 m Mächtigkeit. In geringem Abstand über dem Kohlenkalk sind Vertreter der Gulpen-Flora (*Sphenophyllum tenerrimum*, *Mariopteris laciniata* u. a.) gefunden worden. In höheren Lagen treten an verschiedenen Fundpunkten Goniatiten (*Eumorphoceras bisulcatum*, *Nuculoceras nuculum* u. a.) auf. Dagegen konnte *Eumorphoceras pseudobilingue* bisher nicht nachgewiesen werden, so daß in diesem stratigraphischen Bereich eine Schichtlücke angenommen werden muß.

Nach dem Fossilinhalt lassen sich die Walhorner Schichten in das Namur A (E2- und ? H1-Stufe) einordnen. Ihren oberen Abschluß bildet der Burgholzer Sandstein, der in seiner Mächtigkeit stark wechselt und Konglomeratlagen mit vorwiegend Quarz-, aber auch Kieselschiefer-Geröllen enthält.

Sehr bemerkenswert ist ein Flöz, das sich südlich von Eschweiler unmittelbar über dem Burgholzer Sandstein einstellt und so einen Hinweis auf die im Aacheener Revier bereits sehr früh einsetzende Kohlenbildung gibt. Nach den Pflanzenresten im Hangenden läßt sich dies Flöz ebenfalls noch in das Namur A einstufen (VAN LECKWIJCK & STOCKMANS 1956).

Über den Walhorner Schichten folgen die Stolberger Schichten, die das Namur und den tieferen Teil des Westfal A enthalten. Da es in dieser Schichtenfolge an durchgehenden Profilen fehlt, muß versucht werden, aus den verstreuten Aufschlüssen ein möglichst vollständiges Bild über die Entwicklung zu gewinnen (BOUCKAERT & HERBST 1960, dort weitere Literaturhinweise).

Die Stolberger Schichten bestehen vorwiegend aus Schiefertonen mit eingeschalteten Sandsteinbänken, die quarzitisches oder konglomeratisches ausgebildet sein können. Auch geringmächtige, wenig beständige Flöze treten auf, die früher Anlaß zu bergmännischen Versuchen gegeben haben.

Durch eine Konglomeratlage von größerer Verbreitung und Mächtigkeit, dem Gedauer Konglomerat — in seiner Ausbildung dem des Burgholzer Sandsteins ähnlich — läßt sich die Folge in einen unteren Abschnitt, den Wilhelmine-Horizont, und einen oberen, den Krebs-Traufe-Horizont, gliedern, wobei die Nomenklatur von den Flözen abgeleitet ist. An bezeichnenden Goniatiten sind im tieferen Teil des Wilhelmine-Horizontes *Homoceras smithi* und *Hudsonoceras proteum* nachgewiesen worden, in den höheren Lagen *Homoceras henkei*, *Homocera-toides varicatum*, *Reticuloceras circumplicatile*, *R. todmordenense*, *R. paucicrenulatum*. Das Vorkommen von kalkhaltigen Schiefertonen mit Productiden ist ebenfalls kennzeichnend für den Wilhelmine-Horizont.

Im Krebs-Traufe-Horizont wird die Einstufung ebenfalls durch Goniatiten ermöglicht, von denen folgende Formen zu nennen sind: *Hudsonoceras ornatum*, *Reticuloceras bilingue*, *R. wrighti*, in höheren Lagen *R. metabilingue*, *R. super-bilingue* und *Gastrioceras cancellatum*.

Die Abgrenzung der Schichten zum Hangenden hin ist infolge der schlechten Aufschlußverhältnisse nicht sicher. Der Sarnsbank-Horizont mit *Gastrioceras subcrenatum* konnte hier nicht einwandfrei nachgewiesen werden. Doch ist anzunehmen, daß eine oberhalb des Krebs-Traufe-Horizontes sich zum Muldeninnern hin einstellende dichte Folge von z. T. bauwürdigen Flözen („Außenwerke“) bereits dem unteren Westfal A angehört. Bei dieser Grenzziehung ergibt sich für das gesamte Namur eine Mächtigkeit von 700—800 m.

Die 70—100 m mächtige Folge der „Außenwerke“ (vermutlich unteres Westfal A) enthält fünf Flöze, auf denen früher in der Gegend von Stolberg 10 km ostwärts von Aachen ein lebhafter Bergbau umging, da es sich um z. T. hochwertige Kohle handelte. In dem durch die alten bergmännischen Arbeiten durchwühlten Gelände sind keine zuverlässigen Aufschlüsse mehr zu erkennen.

In den darüberliegenden Schichten läßt die Flözführung nach; es schalten sich dagegen mächtigere, z. T. konglomeratische Sandsteinbänke ein. Dieser etwa 300 m mächtige Packen läßt sich nicht genauer einstufen, da er neben Pflanzenresten, Foraminiferen und Brachiopoden (*Lingula mytilloides* u. a.) nur nichtmarine Muscheln enthält. Erst die höhere, am Südrand der Inde-Mulde aufgeschlossene kohlenreichere Schichtenfolge lieferte einen sicheren Anhaltspunkt. Hier konnte HAHNE (1932) in der Ziegelei Weisweiler *Lingula mytilloides* nachweisen und damit den Vergleich mit dem Wasserfall-Horizont begründen.

Dieser Horizont oberhalb des weithin gut verfolgbaren Flözes Padtkohl der Inde-Mulde (= Flöz Steinknipp der Wurm-Mulde, etwa mit Flöz Sonnenschein zu vergleichen) ist für das ganze Revier als Grenze zwischen Kohlscheider (~ Bochumer Schichten) und den Stolberger (~ Wittener und Sprockhöveler Schichten) gewählt worden, da der im Ruhrgebiet als Grenze verwendete Plaßhofsbank-Horizont sich hier nicht sicher nachweisen läßt.

Der über dem Wasserfall-Horizont in der Inde-Mulde einsetzende Schichtenpacken mit einer dichten Folge von vielfach bauwürdigen Flözen vertritt hier in einer ähnlichen Ausbildung wie in anderen Gebieten das gesamte Westfal A und reicht vielleicht in das untere Westfal B hinein. In den tonigen und sandigen Zwischenmitteln überwiegen die Pflanzenreste. Eine genauere Einstufung oder ein sicherer Vergleich mit den Nachbargebieten läßt sich damit nicht durchführen. Bemerkenswert ist das Auftreten von *Lonchopteris rugosa*, auch hier in verschiedenen Horizonten. Tonsteine waren in der Zeit, als der Bergbau dort umging (bis zum Ende des 2. Weltkrieges), nicht bekannt.

### Tektonik

Die Inde-Mulde stellt eine großzügig geschwungene Falte mit steil überkipptem Südflügel dar, die bei erzgebirgischem Streichen nach Nordosten abtaucht. Sie wird von weithin verfolgbaren Querstörungen durchsetzt, die in großen Zügen ein staffelförmiges Absinken der dadurch entstandenen Schollen nach Nordosten zur Niederrheinischen Bucht hin bewirken. Die Randgebiete der Inde-Mulde weisen eine lebhaft gefaltete, verbunden mit streichenden Störungen — meist Überschiebungen — auf.

Im Norden bildet die Aachener Überschiebung an der Nordflanke des Aachener Sattels, in dem auch Oberdevon zutage tritt, die Grenze. Da im Liegenden der Überschiebung tiefes Westfal A nachgewiesen werden kann, ist hier ein Schichtenpacken von etwa 1400 m Mächtigkeit unterdrückt. Die Schubweite dieser Überschiebung, die im Westen ihre Fortsetzung in den großen Bewegungsbahnen der belgischen Karbonbecken findet, ist unbekannt. Im Südwesten verschwindet das Paläozoikum des Eifelvorlandes unter der Aachener Oberkreide.

In den übrigen Teilen wird es vielfach vom Tertiär verhüllt, dessen Mächtigkeit entsprechend dem Absinken der Schollen zunimmt. Das Pleistozän ist als dünner Schleier darüberebreitet.

## Die Wurm-Mulde

### Stratigraphie

Im südwestlichen Randgebiet des eine großräumige Mulde bildenden Wurm-Reviers sind als tiefste Schichten flözarme Folgen des oberen Namurs mit *Reticuloceras superbilingue* sowie der Sarnsbank-Horizont mit *Gastrioceras subcrenatum* nachgewiesen worden, allerdings in stark gestörten Schollen, in denen die stratigraphischen Zusammenhänge nicht klar zu verfolgen sind.

Besser bekannt sind die Schichten der Finefrau-Gruppe, deren Flöze in der Grube „Carl-Friedrich“ (im Südwestteil der Wurm-Mulde) früher abgebaut wurden. Hier ist der Horizont von Finefrau-Nebenbank mit *Gastrioceras kahrsi* (= *circumnodosum*) nachgewiesen worden. Auch das Finefrau-Konglomerat liegt in charakteristischer Ausbildung vor. Der gleiche Schichtenpacken wurde in neuerer Zeit in tieferreichenden Grubenaufschlüssen und Bohrungen im östlichen Teil der Wurm-Mulde aufgeschlossen, wo der marine Horizont ebenfalls belegt ist.

Die rund 300 m mächtige Schichtenfolge zwischen den Flözen Finefrau und Sonnenschein (Steinknipp) ist flözarm entwickelt und enthält kaum charakteristische Merkmale, von einigen Anzeichen mariner oder brackischer Horizonte innerhalb der Girondelle-Gruppe abgesehen. Auch der Plafhofsbank-Horizont ist nicht in der aus dem Ruhrgebiet bekannten Ausbildung nachzuweisen.

Über Flöz Steinknipp setzt die flözreiche Folge der Kohlscheider (~ Bochumer) Schichten ein, welche zusammen mit dem Kohleninhalt des Unteren Westfal B die wichtigste Grundlage des Bergbaus darstellt und daher gut aufgeschlossen wurde.

Entwicklung und Mächtigkeit (450—500 m) der Kohlscheider Schichten entsprechen im allgemeinen denen des Ruhrgebietes. Geschlossene, zum Teil feinkonglomeratische Sandsteinpacken finden sich hauptsächlich im unteren Drittel der Schichtenfolge; sie verlieren in den oberen Abschnitten an Bedeutung. Für die Flözbezeichnungen wurden die alten Namen der bergmännischen Praxis beibehalten und durch die Beifügung der Buchstaben A—W von oben nach unten ergänzt.

Stratigraphisch besonders wichtig ist der Nachweis des Wasserfall-Horizontes durch *Lingula*-Führung. In den höheren Partien geben die Tonsteinfunde im Bereich der Flöze Klein-Athwerk (= Wilhelm) und Senteweck-Grauweck (= Karl) zuverlässige Anhaltspunkte.

In den Pflanzengemeinschaften ist das Ausklingen der Namur-C-Flora, gekennzeichnet durch *Mariopteris acuta*, *Neuropteris schlehani*, *Sigillaria elegans* und *Lyginopteris hoeninghausi*, charakteristisch.

Das Untere Westfal B, hier als Alsdorfer Schichten (= Essener Schichten) bezeichnet, entspricht in der Ausbildung ebenfalls weitgehend der des Ruhrgebietes und ist hauptsächlich im mittleren und östlichen Teil des Wurm-Reviers verbreitet. Seine Trennung von Westfal A ist durch den Katharina-Horizont, gekennzeichnet durch *Lingula*, aber auch durch Goniatiten und marine Muscheln, an den meisten Stellen klar gegeben; die Obergrenze ist durch den *Lingula* führenden Domina-Horizont bestimmt.

Die Flöze sind durch die Nummern 1—30 (von unten nach oben) bezeichnet.

Eine gute Grundlage für stratigraphische Vergleiche stellen die Tonsteinlagen dar, die sich in der Laura-Viktoria-Gruppe (Flöze 3, 4 und 5) und der Zollverein-Gruppe (Flöze 6—13) nachweisen ließen.

In der Verbreitung der nichtmarinen Muscheln zeigt sich auch hier der Katharina-Horizont als deutliche Grenze, an welcher die im Westfal A auftretende Gattung *Carbonicola* durch die Gattung *Anthracosia* abgelöst wird.

Oberhalb der Zollverein-Gruppe machen sich brackische Einflüsse durch Foraminiferen-Horizonte bemerkbar, die Beziehungen zum Wijshagen-Niveau andeuten.

Bei der Flora ist das wiederholte Auftreten von *Lonchopteris rugosa* hervorzuheben, die in größerer Häufigkeit etwa 100 m unterhalb vom Katharina-Horizont einsetzt. Bemerkenswert ist ferner der Nachweis von *Neuropteris scheuchzeri* im oberen Abschnitt der Alsdorfer Schichten.

Die Mächtigkeit des Unteren Westfal B schwankt um 500 m.

Im Kern der Wurm-Mulde ist über dem Domina-Horizont ein rund 200 m mächtiger Schichtenpacken erhaltengeblieben, der nach dem Vorschlag von HAHNE (1935) als „Merksteiner Schichten“ bezeichnet wird. Er enthält etwa 10 Flöze, die früher ebenfalls teilweise gebaut wurden. An besonderen Merkmalen ist hier das Auftreten von Vorläufern der Westfal-C-Flora hervorzuheben, wie *Neuropteris attenuata*, *Sphenophyllum emarginatum* und *Sphenophyllum cf. majus*.

### Tektonik

Das tektonische Hauptelement des Wurm-Gebietes ist die weitgespannte Wurm-Mulde. Sie weist an ihrem Südrand in der Nähe der Aachener Überschiebung eine intensive Faltung mit überkippten Faltenschenkeln auf, die nach Norden in weit-spännige Verbiegungen, z. T. in Verbindung mit Überschiebungen, ausklingt.

Hervorzuheben sind ferner bedeutende Störungszonen, die das Wurm-Gebiet von Südwesten nach Nordosten durchziehen, im mittleren Teil die Willem-Adolf-Störung, im nördlichen Teil die Oranje-Störung. An diesen Störungen haben sich verschiedenartige Bewegungen abgezeichnet, z. T. als Aufschiebungen, z. T. als Abschiebungen. Diese offenbar alt angelegten Bewegungsbahnen werden von jüngeren Querstörungen gekreuzt, die das Gebiet weiter in Schollen aufgegliedert haben. Auch an diesen Störungen haben Bewegungen in verschiedenen, bisweilen entgegengesetzten Richtungen stattgefunden. Im allgemeinen sinken die Schollen nach Nordosten ab, wo sie unter der mächtigen Tertiärfüllung des Rurtal-Grabens verschwinden.

Verbreitung und Mächtigkeit des Deckgebirges entsprechen weitgehend den Verhältnissen im Bereich der Inde-Mulde mit dem Unterschied, daß das Oberkarbon der Wurm-Mulde nur in dem Einschnitt des Wurm-Tales zutage tritt. Hier, nahe an der niederländischen Grenze, nahm der älteste urkundlich nachgewiesene Steinkohlenbergbau seinen Anfang.

### Das Erkelenzer Gebiet

#### Stratigraphie

In diesem Bereich der Niederrheinischen Bucht ist das Oberkarbon erst verhältnismäßig spät durch Bohrungen erschlossen worden. Die stratigraphische Einstufung der in der Grube Sophia Jacoba gebauten flözführenden Schichten bereitete zunächst erhebliche Schwierigkeiten. GOTHAN und WUNSTORF erkannten zuerst auf Grund der Pflanzenführung, daß hier hauptsächlich das Westfal A vertreten ist.

In Aufschlußbohrungen wurde als Tiefstes die Finefrau-Partie angetroffen, nachgewiesen durch das in bezeichnender Weise ausgebildete Konglomerat und den marinen Horizont von Finefrau-Nebenbank (mit Goniatiten und marinen Muscheln). Der darüber folgende auch hier etwa 300 m mächtige Schichtenpacken

enthält mehrere, größtenteils unbauwürdige Flöze und brackische bis marine Horizonte, vor allem in der Girondelle-Gruppe, die sich durch *Lingula*, marine Muscheln und z. T. auch Goniatiten nachweisen ließen. Das Plaßhofsbank-Niveau zeichnet sich nicht deutlich ab. Mächtiger, z. T. feinkonglomeratische Sandsteine treten in den höheren Partien unterhalb von Flöz Steinknipp auf. Oberhalb dieses Flözes setzt die kohlenreiche Folge der Kohlscheider Schichten ein. Die Ausbildung der Flöze und der Zwischenmittel weicht vielfach etwas ab von der des Wurm-Reviere, dessen Flözbezeichnung sich jedoch im allgemeinen übertragen ließ. Der Wasserfall-Horizont ist hier nicht sicher nachgewiesen; seine Lage ergab sich jedoch aus Vergleichen der Profilentwicklung. Sichere Anhaltspunkte liefern wieder die Tonstein-Vorkommen der Flöze Klein-Athwerk (= Flöz Wilhelm) und Sente-weck-Grauweck (= Flöz Karl). Die obere Begrenzung durch Flöz Sandberg (= Flöz Katharina) ist ebenfalls festgelegt.

Die Mächtigkeit der Kohlscheider Schichten beträgt hier um 500 m.

Das Untere Westfal B läßt sich durch den Katharina-Horizont, in welchem an einigen Stellen *Lingula* nachgewiesen wurde, nach unten hin begrenzen. Die obere Grenze des bis zum Deckgebirge etwa 250 m Mächtigkeit erreichenden Schichtenpackens ist unsicher; vermutlich ist im oberen Teil noch die Zollverein-Gruppe vertreten. Die in diesem Abschnitt auftretenden Flöze sind vielfach verhältnismäßig unrein entwickelt und bisher nicht gebaut worden. Einige Tonsteinfunde in der Laura-Viktoria-Gruppe (Flöze 4 und 5) und der Zollverein-Gruppe (Flöz 6/7) erlauben eine genauere Einstufung. Das oft gehäufte Vorkommen der Gattung *Anthracosia* ist auch hier bezeichnend.

### Tektonik

Der tektonische Bau des Erkelenzer Gebietes ist verhältnismäßig einfach. Im Südtteil des Grubenfeldes von Sophia Jacoba herrscht eine etwas lebhaftere Faltung vor, die nach Norden bald verklingt. Flache Überschiebungen geringeren Ausmaßes treten wiederholt auf. Durch den südwestlichen Teil des Grubenfeldes zieht von Südosten nach Nordwesten eine Störung, die nach den Grubenaufschlüssen als Überschiebung anzusprechen ist, vermutlich aber die nordöstliche Begrenzung einer Kippscholle in der Nachbarschaft des Rurtal-Randes darstellt.

Das Grubenfeld von Sophia Jacoba wird im Südwesten von der Rurrand-Verwerfung begrenzt, die eine der bedeutendsten Störungen der Niederrheinischen Bucht ist und etwa in deren Längsachse verläuft. Bezogen auf die Karbonoberfläche beträgt der Verwurf an dieser Störung 800—900 m. Die Erdölbohrung Straeten I wurde im Rurtal-Graben angesetzt und hat das Untere Westfal B an der Karbonoberfläche in etwa 1300 m Tiefe erreicht (FABIAN 1958).

Im Nordostteil des Grubenfeldes ist die Kleingladbacher Störung aufgeschlossen worden, die etwa parallel zum Rurtal-Rand verläuft. Sie hat jedoch einen Verwurf der Karbonoberfläche um 100—150 m in entgegengesetzter Richtung bewirkt, so daß der Hauptteil des Grubenfeldes in einem Horst liegt. Die Karbonoberfläche sinkt im allgemeinen in nördlicher und nordöstlicher Richtung ab.

Das Deckgebirge wird aufgebaut aus Oberkreide und Tertiär, unter lückenhafter Quartärhülle. Die geringste Deckgebirgsmächtigkeit beträgt etwa 150 m. Bemerkenswert ist die vergleichsweise mächtige Entwicklung der Oberkreide auf der Hochscholle; sie wird hier von Paläozän und Oligozän in mariner Entwicklung überlagert.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.



## b) Inkohlung

Von MARLIES und ROLF TEICHMÜLLER\*

Mit 2 Abbildungen

Zwischen dem Aachener Revier im engeren Sinne und dem Niederrheinischen Revier liegt das Anthrazit-Vorkommen von Hückelhoven bei Erkelenz. Dort baut die Grube Sophia Jacoba im oberen Westfal A Anthrazite (z. Z. 1,8 Millionen Tonnen pro Jahr) ab. Wie Abb. 1 zeigt, liegt hier ein ausge-

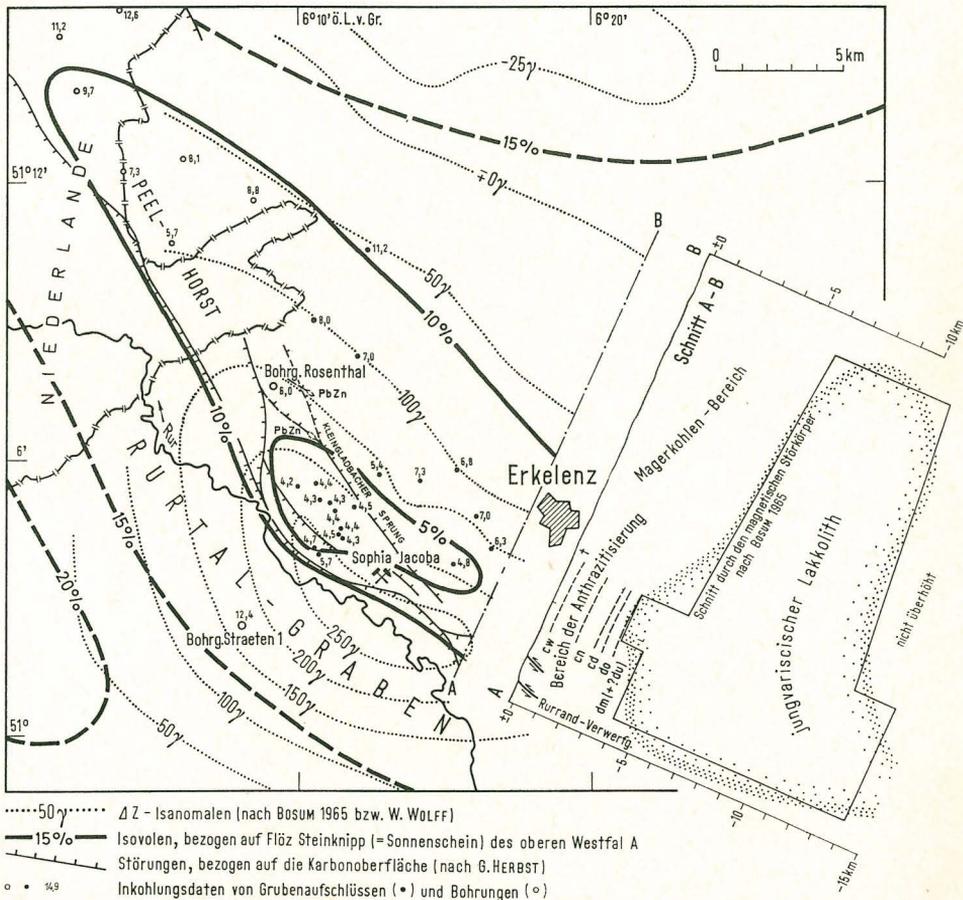
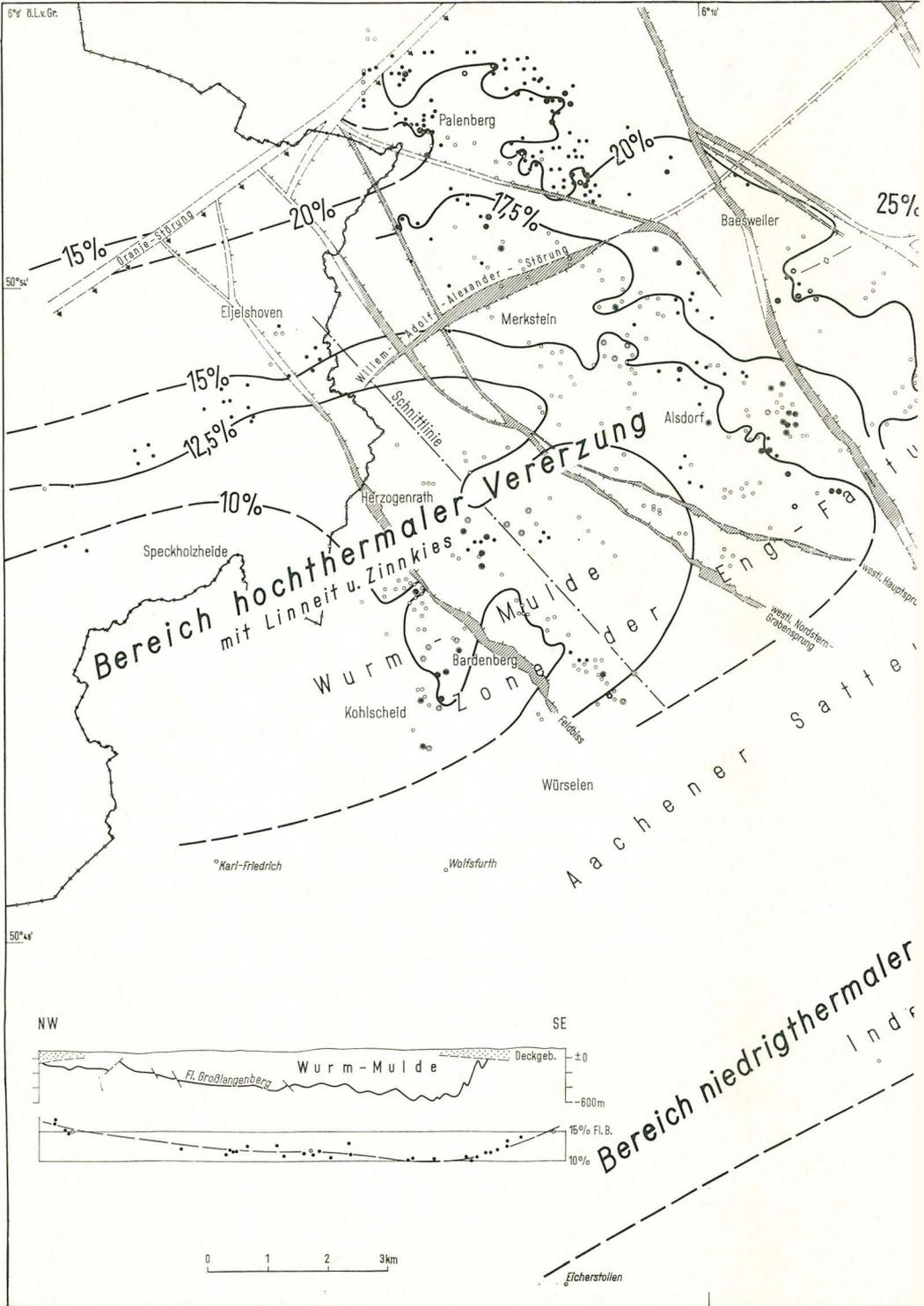
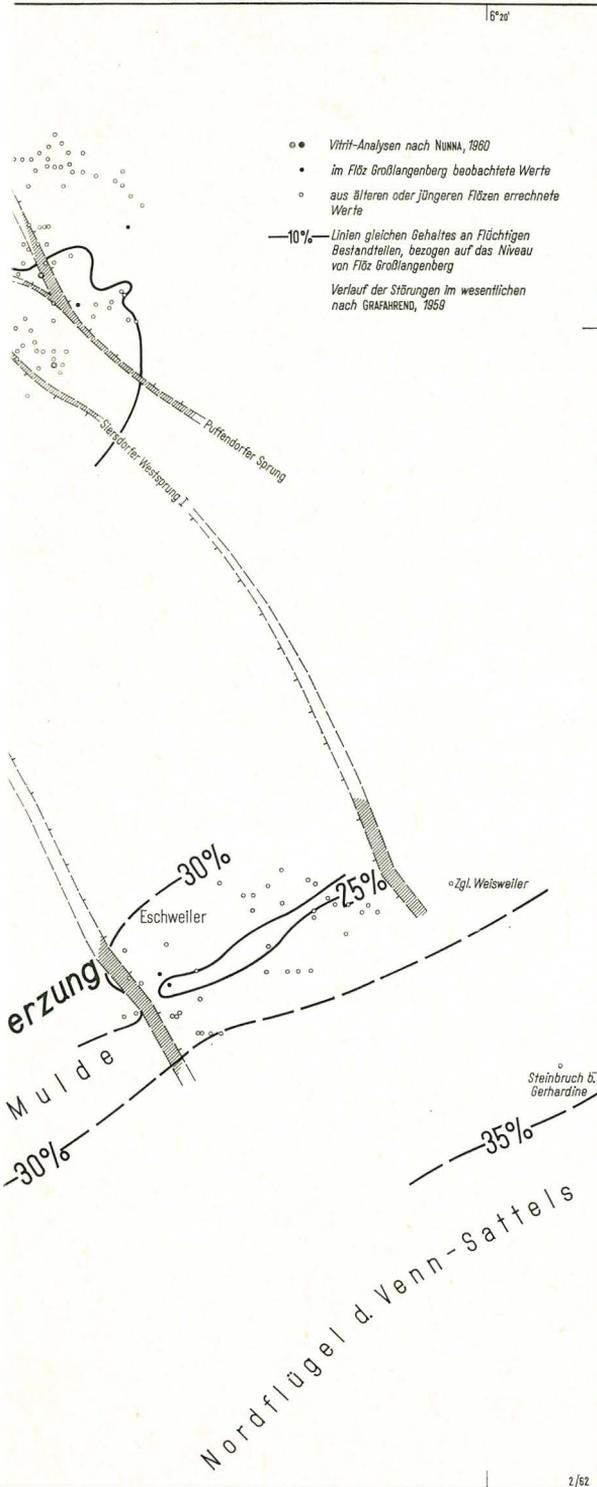


Abb. 1. Die Inkohlung im Raum der magnetischen Anomalie von Erkelenz. Ausgezogene und gestrichelte Linien: Isovolen (Linien gleichen Gehaltes an Flüchtigen Bestandteilen), bezogen auf Flöz Steinknipp (= Sonnenschein) des oberen Westfal A. Punktierte Linien: Δ Z — Isanormalen (nach Bosum 1965), Verlauf der tektonischen Störungen (nach HERBST 1971). Angaben im niederländischen Anteil nach dem Rapport van de Peelkommissie (1963). Rechts: Profil mit dem Störkörper

\* Anschrift der Autoren: DR. M. TEICHMÜLLER und DR. R. TEICHMÜLLER, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 415 Krefeld, De-Greiff-Str. 195





prägtes Inkohlungs-Maximum vor. Der Bereich hoher Inkohlung läßt sich in SE-NW-Richtung über eine Entfernung von fast 25 km entlang der Peelrand-Störung bzw. dem Rur-Sprung verfolgen. Auch das Nebengestein der Kohle zeichnet sich hier durch relativ hohe Diagenese (hohes Raumgewicht, geringe Porosität) aus (KARRENBERG & MEINICKE 1962). — Weithin herrscht flache Lagerung vor. Nur im Süden stellt sich eine Faltenzone ein. Die hohe Inkohlung in diesem Gebiet dürfte, ebenso wie die starke Diagenese des Nebengesteins, auf eine lokale Erhitzung zurückzuführen sein. Bemerkenswerterweise fällt der Bereich hoher Inkohlung nahezu zusammen mit einer ausgeprägten magnetischen Anomalie (BOSUM 1965). Die Wurzel des magnetischen Störkörpers liegt am Rurtal-Rand; die höchste Erhebung des Störkörpers deckt sich genau mit dem Bereich stärkster Inkohlung (M. & R. TEICHMÜLLER 1966). Offenbar entspricht der magnetische Störkörper einem großen Lakolithen, der sich von der Peel- bzw. Rurrand-Störung nach Nordosten in die Schichtpakete eingeschoben hat.

Abb. 2. Inkohlungskarte des Aachener Reviers. Die Inkohlungsdaten (Flüchtige Bestandteile — wasser- und aschefrei — von Flözproben < 1,5 g/cm<sup>3</sup> aus Vitriten) sind bezogen auf das Flöz Großlangenberg des oberen Westfal A. Nach BABINECZ (1962), ergänzt durch Ergebnisse von DE WIJKERSLOOTH (1937)

Das Aachener Revier im engeren Sinne gliedert sich in die Wurm-Mulde und in die Inde-Mulde, die beide durch das Devon des Aachener Sattels getrennt werden.

Die Wurm-Mulde liefert stärker inkohlte Steinkohlen und Anthrazite. Ca. 45% der Förderung besteht aus kokbaren Kohlen, die vorwiegend für die Verhüttung der lothringischen Minette-Erze benutzt werden. Die Inkohlung ändert sich in der Wurm-Mulde regional schneller, als es im Ruhrgebiet die Regel ist. So wächst z. B. im Flöz Langenberg des oberen Westfal A der Gehalt an Flüchtigen Bestandteilen um 10% auf eine Erstreckung von nur 5 km. Da mit dem Inkohlungsgrad sich auch die Verwendung der Kohle und ihr Preis ändert, war man im Aachener Gebiet an Inkohlungs-Untersuchungen von jeher besonders interessiert. Der Aachener Bergingenieur HILT hat hier schon 1873 seine bekannte Regel von der Abnahme der Flüchtigen Bestandteile mit zunehmender Tiefe aufgestellt. Kartenskizzen, die die regionalen Inkohlungsänderungen zeigen, wurden von HAHNE (1938) und M. & R. TEICHMÜLLER (1949) publiziert. Auf Grund von 650 Analysen hat später BABINECZ (1962) eine detailliertere Inkohlungskarte des Aachener Reviers hergestellt, die auf das Flöz Großlangenberg des oberen Westfal A bezogen ist (vgl. Abb. 2). Die Inkohlung nimmt hiernach von Norden nach Süden, aber vor allem von Nordosten nach Südwesten zu. Die Linien gleicher Gehalte an Flüchtigen Bestandteilen<sup>1</sup> schneiden die Zone der Engfaltung am Südrand der Wurm-Mulde. Die Inkohlung kann also auch hier nicht durch den Faltungsdruck bedingt sein. Vielmehr ist sie auch im Aachener Revier im wesentlichen präorogen und abhängig von der Höhe der Erdtemperatur, der die Kohlen im Verlauf ihrer geologischen Geschichte ausgesetzt waren. Die starke Anthrazitisierung der Flöze im südwestlichen Teil der Wurm-Mulde kann schwerlich mit einer besonders großen Versenkungstiefe erklärt werden. Bemerkenswerterweise deckt sich dieser Bereich hoher Inkohlung in etwa mit einer Zone, die sich durch relativ hochthermale Vererzung auszeichnet (DE WIJKERSLOOTH 1937) (Abb. 2).

Während man früher glaubte, daß die einzelnen, durch Störungen voneinander getrennten Schollen verschieden stark inkohlt sind, wurde später eindeutig festgestellt, daß der Bruchschollenbau, ebenso wie im Ruhrgebiet, in der Regel jünger ist als die Inkohlung, d. h. die Inkohlung wurde durch die Zerblockung nicht mehr beeinflusst. Eine Ausnahme könnte lediglich die Oranje-Störung im Nordwesten machen, an der das gleiche Flöz im Nordwesten stärker inkohlt ist als im Südosten.

In der Inde-Mulde sind die Flöze geringer inkohlt als in der Wurm-Mulde. Am schwächsten inkohlt sind die Flöze am Südostrand der Inde-Mulde, das heißt am Nordflügel des Venn-Sattels, wo das Karbon steil aufgerichtet und überschoben ist. Wir befinden uns hier — ähnlich wie am Südrand des Ruhrreviers — am südlichen Saum des großen subvariscischen Kohlenbeckens. Hier wurden die Kohlen des flözführenden Karbons weniger tief versenkt und relativ frühzeitig herausgehoben.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.

<sup>1</sup> Wegen der Inkohlungsmaßstäbe s. S. 50.

### c) Blei-Zink-Vererzung

VON GEORG HERBST UND GERHARD STADLER\*

Die kalkigen unterkarbonischen und devonischen Schichten im Aachener Raum sind bekannt durch ihre Blei-Zink-Erzlagerstätten; diese waren lange Zeit Gegenstand eines intensiven Bergbaues. Genetisch handelt es sich um metasomatische Vererzungen, die an ausgedehnte NW-SE streichende Querverwerfungen gebunden sind. Ganz im Gegensatz zum Ruhrgebiet galten die oberkarbonischen Schichten des Aachener bzw. linksrheinischen Kohlenreviers bis vor wenigen Jahren als frei von nennenswerten epigenetischen Erzvorkommen. Erst vor kurzem wurden aber in diesem Raum bei Vorrichtungsarbeiten des Steinkohlenbergbaues Blei-Zink-Vererzungen angetroffen, die vereinzelt so intensiv sind, daß ihre Untersuchung im Hinblick auf eine mögliche Wirtschaftlichkeit gerechtfertigt erscheint; die Aufschlußtätigkeit steht jedoch erst in den Anfängen.

Derbe Bleiglanzmineralisationen fanden sich im Oberkarbon in einer Störung der Zeche Carolus Magnus bei Geilenkirchen. Wesentlich ergiebiger waren aber die Erzfunde im Bereich der Zeche Sophia Jacoba bei Erkelenz. Hier wurden in NW-SE streichenden Störungen an verschiedenen Stellen erhebliche Blei- und Zink-Anreicherungen angetroffen. Ähnlich wie bei den Vorkommen im Ruhrgebiet liegt die Vererzung in Form gangförmiger Trümer und nesterförmig verteilt in der nur gering verfestigten Störungsbrekzie vor. An Erzminerale sind nachweisbar: grobspätiger Bleiglanz, helle Zinkblende, Schwefelkies (Pyrit und Markasit) sowie spurenhaf auch Kupferkies. Sowohl die Ausscheidungsfolge wie auch die Spurenelementgehalte der Erzminerale stimmen in etwa mit der Gangerzmineralisation der sog. II-Generation der Ruhrgebietsvererzung überein (s. S. 00). Während für diese aber eine ganze Reihe von Gangarten wie Quarz, Ankerit, Kalkspat und insbesondere Schwespat typisch ist, tritt in den Vorkommen der Zeche Sophia Jacoba lediglich Quarz als Gangart auf. Die lagerstättenkundlichen Untersuchungen der Erzvorkommen stehen noch in den Anfängen, so daß die Beobachtungen für eine gesicherte Beurteilung z. Z. noch nicht ausreichen.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.

\* Anschrift der Autoren: Dr. G. HERBST und Dr. G. STADLER, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 415 Krefeld, De-Greif-Str. 195



### 3. Das Karbon von Ibbenbüren, am Hüggel und Piesberg

#### a) Stratigraphie

VON ROLF BÄSSLER, PETER HOYER UND KARL-HEINZ JOSTEN\*

Mit Tafel 1 in der Anlage und 2 Abbildungen

#### Übersicht

Im Raum von Ibbenbüren (westlich Osnabrück) tritt das flözführende Oberkarbon in drei Hochschollen, die sich auch morphologisch herausheben, nochmals inselartig zutage (BÄSSLER & HOYER 1971). Die größte davon ist die Ibbenbürener Karbonscholle mit einer Länge von 14 km und einer Breite von 5 km. Sehr viel kleiner sind daneben die etwa 10—15 km östlich gelegenen Karbonaufbrüche vom Hüggel mit 3,5 km Länge und 0,8 km Breite und vom Piesberg, der nur 1,5 km lang und 1 km breit ist (Abb. 1 und 2).

Das Ibbenbürener Karbon (s. BÄSSLER & HOYER 1971, Abb. 1 u. 2) ist durch den umfangreichen Steinkohlenbergbau bis zu einer Tiefe von rd. 750 m und durch mehrere Untersuchungsbohrungen erschlossen. Der tiefste Aufschluß, die Bohrung Ibbenbüren IV, die in den Jahren 1921/22 geteuft wurde, reicht bis 1280,9 m. Im Jahre 1967 wurde im Nordschacht des Ibbenbürener Ostfeldes ein weiterer Tiefenaufschluß, die Untertagebohrung UB 150, niedergebracht. Zusammen mit dem Nordschacht hat sie ein durchgehendes und ungestörtes Karbonprofil von 1420 m erschlossen, das vom Westfal D, durch das gesamte Westfal C bis in das Westfal B reicht (Taf. 1). Die stratigraphischen Ergebnisse der UB 150 und die Resultate der verschiedensten speziellen Untersuchungen an diesem Aufschluß sind in Band 18 der „Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen“ ausführlich behandelt.

Die Gesamtmächtigkeit des nach den heutigen Aufschlüssen bekannten Oberkarbons von Ibbenbüren beträgt etwa 2000 m. Es ist bergwirtschaftlich wegen seiner hochwertigen anthrazitischen Kohlenflöze von großem Interesse. Zur Zeit werden im Ostfeld das Flöz 2, im Westfeld die Flöze Buchholz-Hauptflöz, Glücksburg und Reden abgebaut (Taf. 1). Der Abbau des Flözes 2 im Westfeld wird vorgerichtet. Die Mächtigkeit der vier Flöze beträgt jeweils ungefähr 1 m.

#### Schichtenfolge

Die ältesten bekannten Schichten der Ibbenbürener Karbonscholle gehören in das Westfal B. In anderen Veröffentlichungen werden sie als Alstedder Schichten bezeichnet, die den Horster und dem größten Teil der Essener Schichten im Ruhrkohlenbecken entsprechen (Taf. 1). Sie sind bisher nur aus Bohrungen in

\* Anschrift der Autoren: Dr. R. BÄSSLER, Steinkohlenbergwerke Ibbenbüren, 4530 Ibbenbüren, Osnabrücker Str. 112; Dr. P. HOYER und Dr. K.-H. JOSTEN, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 415 Krefeld, De-Greif-Str. 195

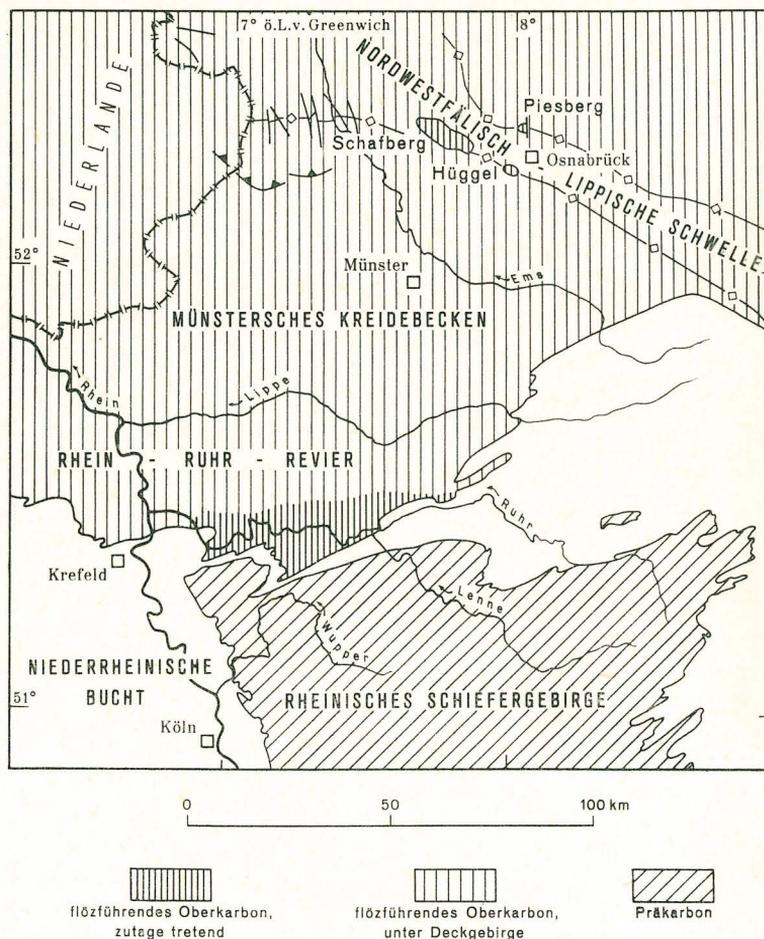


Abb. 1. Übersichtskarte zur Lage der Karbonablagerungen bei Ibbenbüren und im Rhein-Ruhr-Revier

einer Mächtigkeit von rd. 550 m bekanntgeworden und werden seit 1969 in zunehmendem Maße auch bergmännisch erschlossen. Die Schichtenfolge des Westfals B besteht aus einer Wechsellagerung von vorwiegend grauen, tonigen und sandigen Sedimenten mit 30 Kohlenflözen. Der tiefste Aufschluß, die Bohrung Ibbenbüren IV, erreichte mit ihrer Endteufe von rd. 1280 m ein Niveau, das etwa dem Bereich der Flözgruppe Laura-Viktoria in den unteren Essener Schichten des Ruhrgebietes entspricht (GOTHAN 1925). Die obere Grenze des Westfals B, der marine Horizont über Flöz Ägir, der früher in Ibbenbüren als Neptun-Horizont bezeichnet wurde, ist in den Bohrungen Ibbenbüren IV, UB 150 und neuerdings durch einen abfallenden Querschlag im Ostfeld aufgeschlossen worden. Für die Parallelisierung mit dem Ruhrkarbon sind ferner die von STADLER (im Druck) beschriebenen Kaolin-Kohlentonsteine von großer Bedeutung. Danach dürften diese Flöze dem Flöz Z und möglicherweise dem Flöz P des Ruhrkarbons entsprechen.

Das Westfal C ist vom Ägir-Horizont als tiefstes Schichtenglied bis zu seinem höchsten Schichtenglied, dem Flöz Dickenberg, in einer Mächtigkeit von rd. 850 m

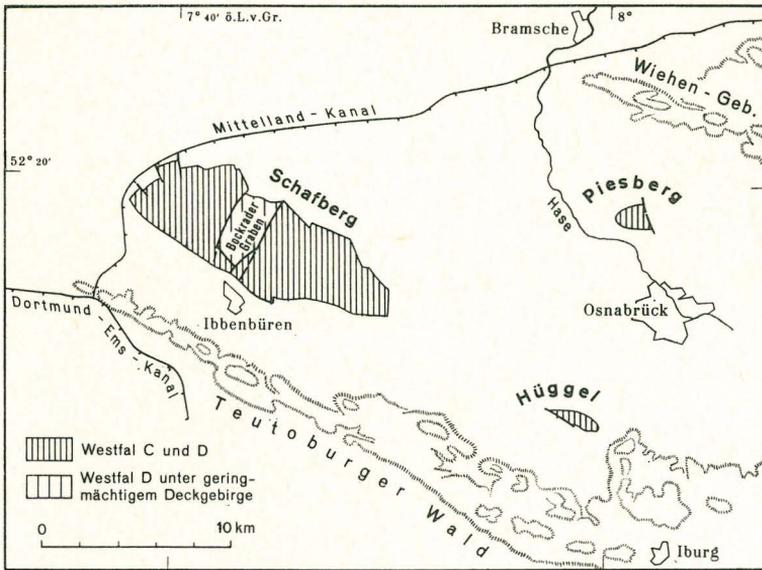


Abb. 2. Das Karbon bei Ibbenbüren

ausgebildet. Diese Folge von grauen Schiefertonen und Sandsteinen wird auch als „Untere Ibbenbürener Schichten“ bezeichnet. Sie enthält 46 Kohlenflöze.

Stratigraphisch wichtig, insbesondere für die Parallelisierung mit dem Ruhrkarbon, sind die Kohlenflöze, in denen von STADLER Kaolin-Kohlentonsteine gefunden wurden, die die Gleichstellung mit den Flözen Hagen 1 und Erda des Ruhrkohlenbeckens sehr wahrscheinlich machen (Taf. 1).

Die obere Grenze des Westfals C bildet das Flöz Dickenberg, wo BODE (1953) mehrere Exemplare des Leitfossils *Neuropteris ovata* HOFFMANN gefunden hat (JOSTEN 1971).

Über dem Flöz Dickenberg sind vom Westfal D noch 600–700 m vorhanden. Davon besteht der untere Teil (ca. 250 m) aus grauen Sedimenten: Schiefertonen, Sandsteinen, Konglomeraten und mehreren Kohlenflözen, die früher z. T. abgebaut wurden. Diese Folge des tiefen Westfals D (in der Literatur meist als „Obere Ibbenbürener Schichten“ bezeichnet) wird überlagert von bis zu 400 m mächtigen roten Schiefertonen und Sandsteinen, die keine Kohlenflöze mehr enthalten.

Insgesamt gesehen nimmt in den grauen Schichten des Westfals C und D („Ibbenbürener Schichten“) der Sand- und Konglomeratanteil von den ältesten zu den jüngeren Schichten hin deutlich zu. Das Karbonprofil von Ibbenbüren wird im Hangenden begrenzt durch das Zechstein-Konglomerat, das von Kupferschiefer und Zechsteinkalk überlagert wird.

Die Schichten vom Hüg gel bestehen im höheren Teil aus Konglomeraten und Sandsteinen mit Einlagerungen von roten Schiefertonen. Die tieferen grauen Schichten enthalten mehrere Einlagerungen dunkler Schiefertone und sechs Kohlenflöze. Sie werden auf Grund der Pflanzenführung (HAACK 1909) in das Westfal D gestellt und dürften den oberen Schichten von Ibbenbüren entsprechen (Taf. 1). Im höchsten Teil der Schichten vom Hüg gel wurden einige Pflanzenreste gefunden (HAACK 1909, BODE 1953, JOSTEN 1966), die zur Flora des Piesberges überleiten.

Vom Karbon des Piesberges (Taf. 1) sind heute noch etwa 85 m mächtige, quarzitishe Sandsteine, untergeordnet Schiefertone, mit dem Kohlenflöz Johan-

nisstein und einem zweiten geringmächtigen Flöz zugänglich. Die Hangendschiefer der Kohlenflöze enthalten eine reiche Flora, die kennzeichnend ist für das tiefere bis mittlere Westfal D.

Früher wurde am Piesberg Anthrazit gefördert. Aufgeschlossen war eine rd. 500 m mächtige Schichtenfolge mit 16 Flözen, die dem Westfal C und D angehören und damit dem oberen Teil der flözführenden Schichten von Ibbenbüren entsprechen. Der Abbau ist seit dem Jahre 1898 eingestellt. Heute wird im Tagebau ein wertvoller „Karbonquarzit“ abgebaut, der vorwiegend als Straßen- und Wasserbaumaterial sowie als Betonzuschlag Verwendung findet.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.

## b) Tektonik

Von ROLF BÄSSLER und PETER HOYER\*

Mit 2 Abbildungen

### Lagerungsverhältnisse

Die Osnabrücker Karbonvorkommen (BÄSSLER, HOYER & JOSTEN 1971, Abb. 2) stellen horstartige Aufragungen dar, die gegen ihre jüngere Umgebung größtenteils von Störungen begrenzt und von stark gestörten Randstaffeln des Zechsteins und der Trias umgeben sind. Diese Karbonaufbrüche sind an NW-SE streichende Achsen gebunden und können als Bestandteil einer größeren tektonischen Einheit, der Nordwestfälisch-Lippischen Schwelle, angesehen werden (s. BÄSSLER, HOYER & JOSTEN 1971, Abb. 1).

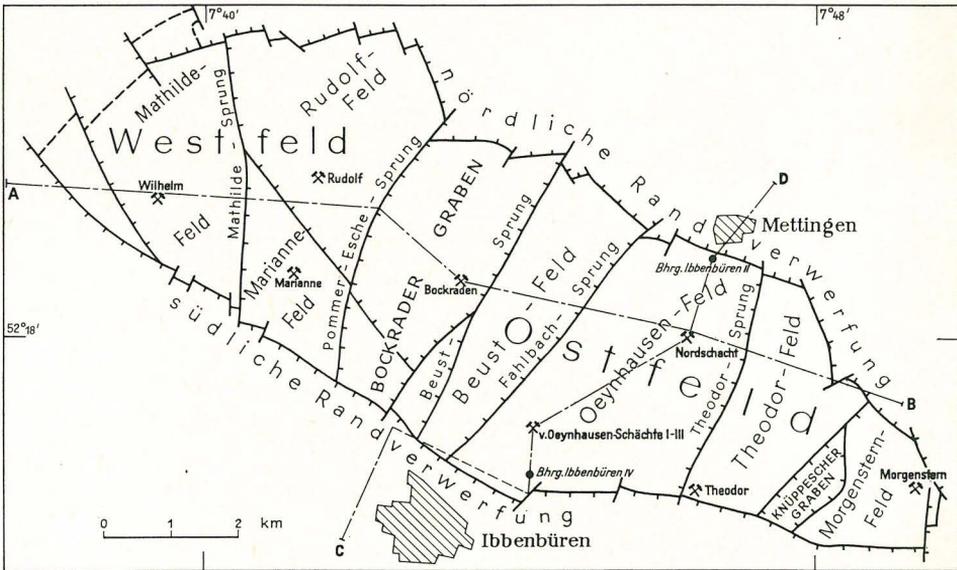


Abb. 1. Tektonische Skizze der Ibbenbürener Karbonscholle

Die Ibbenbürener Karbonscholle (Abb. 1 u. 2), in der Literatur auch als Ibbenbürener Bergplatte oder Schafberg bezeichnet, ist mit etwa  $5^\circ$  leicht nach Nordosten geneigt. Die größeren Verwerfungsbeträge der NW-SE bis W-E streichenden Randstörungen treten dementsprechend mit bis zu 2000 m am Südwestrand der Scholle auf (KELLER 1953, EBERT 1954), während im Nordosten das

\* Anschrift der Autoren: Dr. R. BÄSSLER, Steinkohlenbergwerke Ibbenbüren, 4530 Ibbenbüren, Osnabrücker Str. 112; Dr. P. HOYER, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 415 Krefeld, De-Greif-Str. 195

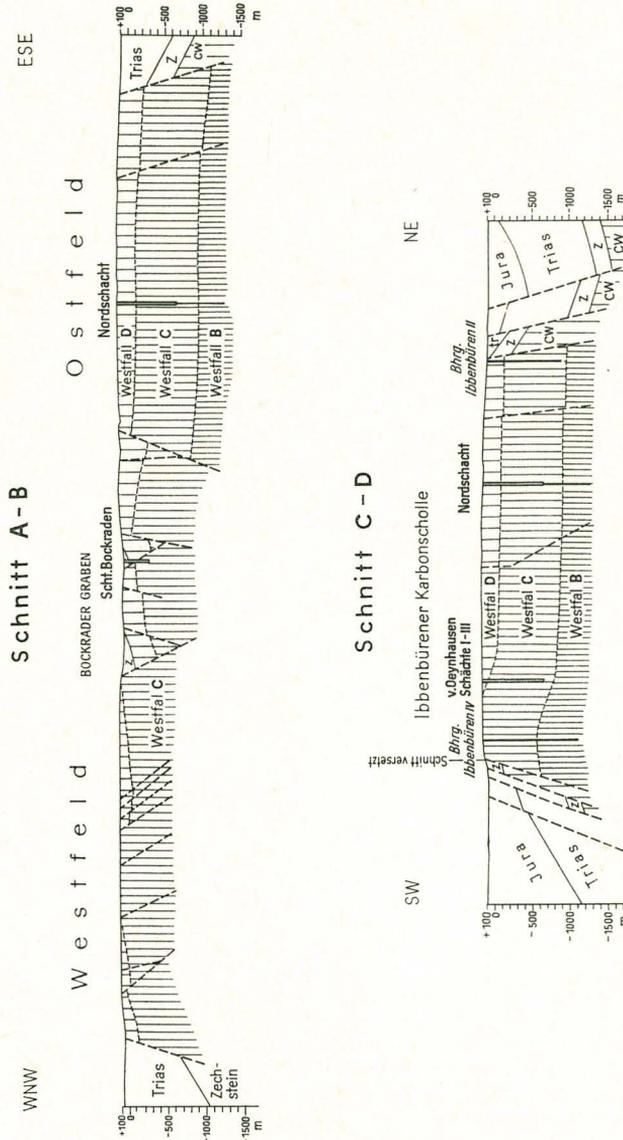


Abb. 2. Schnitte durch die Ibbenbürener Karbonscholle (n. BÄSSLER 1970)

Karbon um etwa 1000 m verworfen wird. Die Randstörungen verlaufen oft aufgespalten in mehrere Staffelsprünge, zum Teil im Karbon, verwerfen aber meist je nach Ausmaß gegen Zechstein, Trias oder Jura der Umgebung. Im Nordwesten und Südosten wird das Karbon ebenfalls durch Abschiebungen gegen Zechstein oder Mesozoikum begrenzt.

Das Karbon liegt im ganzen ziemlich flach (Abb. 2). Nur eine leichte Wellung in erzgebirgischer (SW-NE), herzynischer (WNW-ESE) oder ostwestlicher Richtung ist zu erkennen. An den Randverwerfungen sind die Schichten in unterschiedlichem Ausmaß abwärts geschleppt.

Die Ibbenbürener Karbonscholle wird durch zahlreiche Abschiebungen in einzelne Schollen zerteilt. Die wichtigsten Querverwerfungen streichen SW-NE bis N-S und begrenzen eine Reihe von Teilschollen, die durch den Bergbau getrennt vorgerichtet und mit Feldernamen versehen wurden (Abb. 1).

Der Bockrader Graben trennt das Ibbenbürener Karbon in ein etwas kleineres Westfeld und das größere Ostfeld. Im Gegensatz zu dem Hauptteil der Ibbenbürener Karbonscholle, in dem die Karbonschichten zutage anstehen, sind im Bockrader Graben noch Ablagerungen des Deckgebirges erhalten geblieben (Abb. 2). Der Graben wird begrenzt vom Pommer-Esche-Sprung im Nordwesten und dem gestaffelten Beust-Sprung im Südosten. Der Abschiebungsbetrag am Pommer-Esche-Sprung liegt zwischen 400 m und 500 m, am Beust-Sprung bei 220 m. Alle übrigen Sprünge innerhalb der Karbonscholle haben ein geringeres Ausmaß.

Das Westfeld wird durch den Mathilde-Sprung in das Mathilde-Feld im Westen und das tiefer liegende Rudolf-Feld sowie das Marianne-Feld im Osten geteilt. Der Verwurf am Mathilde-Sprung beträgt im Süden 220 m und geht nach Norden unter Aufspaltung in mehrere Teilsprünge bis auf 100 m zurück. Kennzeichnend für das Westfeld ist eine relativ starke tektonische Beanspruchung, die in den zahlreichen Verwerfungen und Klüften zum Ausdruck kommt.

Das Ostfeld ist der tektonisch am geringsten beanspruchte Bereich der Ibbenbürener Karbonscholle mit verhältnismäßig großen und wenig gestörten Baufeldern. Es beginnt südöstlich des Beust-Sprunges mit dem Beust-Feld, das auch als Randscholle des Bockrader Grabens aufgefaßt werden kann. Begrenzt wird dieser Bereich im Südosten durch den Fahlbach-Sprung, an dem die Schichten des nachfolgenden Oeynhausens-Feldes um 180 m angehoben sind. Das Oeynhausens-Feld und das nach SE daran anschließende Theodor-Feld bilden eine fast zusammenhängende Scholle, da der zwischen ihnen liegende Theodor-Sprung an der südlichen Randverwerfung zwar mit 20 m Verwurf ansetzt, aber nach Norden auf unter 1 m Verwurf ausläuft. In gleicher Weise verhält sich der im SE folgende Knüppesche Graben. Er zeigt das gleiche Streichen wie der Bockrader Graben, ist jedoch sehr viel kleiner. Die Verwerfungsbeträge seiner Randstörungen liegen zwischen 17 und 40 m. Mit dem folgenden, als Randscholle wieder stärker tektonisch beanspruchten Morgenstern-Feld schließt die Struktur der Karbonscholle nach Südosten ab.

Parallel zu den Schollenrändern, NW-SE und W-E, streichen im Bereich der Scholle nur Störungen von geringerer Bedeutung. Das Gebirge ist stark zerklüftet, wobei die Kluftrichtungen mit den Streichrichtungen der Verwerfungen übereinstimmen.

Das Karbonvorkommen vom H ü g g e l (s. BÄSSLER, HOYER & JOSTEN 1971, Abb. 2) stellt den Kern der Zechstein-Trias-Struktur von Hüggel-Silberberg dar, die ringsum von Störungen gegen Jura umgeben und auch in sich stark gestört ist. Die Struktur zeigt eine südost-nordwestliche Längserstreckung und ist als nordwestliche Fortsetzung der Osning-Achse aufzufassen, die sich weiter über die Trias-Struktur von Lotte zur Ibbenbürener Karbonscholle verlängern läßt.

Das Vorkommen vom P i e s b e r g (s. BÄSSLER, HOYER & JOSTEN 1971, Abb. 2) ist ein besonders hoch herausgehobener Teil des hier westöstlich streichenden Trias-Bruchsattels der Piesberg-Achse. Im Gegensatz zu der früheren Auffassung von der Sattelstruktur des Piesberges vertritt LORZE (1953) die Ansicht, daß es sich hier um eine tektonische Beule (Horstbeule) handelt. Die Verlängerung der Piesberg-Achse im SE wird als Pyrmonter Achse bezeichnet.

### Alter und Ablauf der Bewegungen

Das Gebiet des Osnabrücker Karbons gehört dem nördlichen Vorland des variscischen Faltengebirges an. Daher haben *jungvariscische Bewegungen*, die die Faltung des Steinkohlengebirges an der Ruhr bewirkten, im Raum von Osnabrück nur eine schwache Wellung der Schichten in erzgebirgischer (SW-NE) Richtung hinterlassen. Sie führte zu Winkeldiskordanzen zwischen der Transgressionsfläche des Zechsteins und verschiedenen Horizonten des Karbons von durchschnittlich 3—5°, im Südosten um 20° (HOERNECKE 1901, EBERT 1954). Ob auch an den zuvor erwähnten SW-NE-Störungen schon in dieser Zeit Bewegungen erfolgten, ist nicht sicher nachweisbar. Die Hauptbewegungen gehören jedenfalls der saxonischen Tektonik an. Im einzelnen kann allerdings das Alter dieser Bewegungen bislang nur durch indirekte Hinweise erschlossen werden, da eine Überlagerung der Scholle durch das Mesozoikum nach bisheriger Auffassung fehlt. BÄSSLER (1968) glaubt allerdings, im Bockrader Graben Reste einer primären Überlagerung des Zechsteins durch fossilführenden Lias und Malm gefunden zu haben, die sehr erhebliche *kimmerische* Hebungen der Scholle beweisen würde. Diese Untersuchungen sind jedoch noch nicht abgeschlossen. Das größte Ausmaß der Hebungen und Brüche dürfte nach dem derzeitigen Stand unseres Wissens nach dem Campan und vor dem Oligozän, wahrscheinlich in *subherzyn-laramischer* Zeit entstanden sein, in der sich auch die Überschiebungstektonik am Nordrand der Rheinischen Masse ereignete (WOLBURG 1953 und 1954, LOTZE 1953, THIERMANN & ARNOLD 1964, THIERMANN 1970 und STADLER & R. TEICHMÜLLER im Druck), jedoch sind auch nach dem Miozän noch Bewegungen erkennbar (ANDERSON & INDANS 1969, THIERMANN 1970).

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.

## c) Inkohlung

VON PETER HOYER, JOSEF LEISSER, MARLIES UND ROLF TEICHMÜLLER\*

Mit 2 Abbildungen

Im Osnabrücker Raum tritt flözführendes Karbon in drei Schollen zutage, nämlich am Schafberg bei Ibbenbüren, am Hüggel und am Piesberg. Da die Karbonscholle von Ibbenbüren weit größer ist als die Karbon-Aufbrüche am Piesberg und am Hüggel, geht nur bei Ibbenbüren jetzt noch ein lebhafter Bergbau um. In allen drei Lokalitäten liegen Flöze des jüngeren Westfals vor. Trotzdem ist ihre Inkohlung auffallend stark. Die Anthrazite am Piesberg gehören zum Westfal D und führen nur 2,2—3,8% Flüchtige Bestandteile. Geringer inkohlt sind die Flöze am Hüggel, wie eine Bohrung gezeigt hat, und am Schafberg bei Ibbenbüren, wo die Kohle des Westfal D nur bis zum Fett- und Esskohlen-Stadium inkohlt ist. Schon diese Tatsache weist auf eine Abnahme der Inkohlung von Norden nach Süden.

In den ausgedehnten Grubenfeldern der Steinkohlenbergwerke Ibbenbüren läßt sich diese regionale Inkohlungsänderung schrittweise verfolgen, zumal von der Grube im Laufe der Jahre ein ungewöhnlich reiches Analysenmaterial gesammelt worden ist. Abb. 1 zeigt die regionalen Inkohlungsänderungen im Flöz Glücksburg, das noch etwas jünger als Flöz Tristan im Westfal C des Ruhrreviers und Münsterlandes sein dürfte. Die Linien gleichen Gehaltes an Flüchtigen Bestandteilen<sup>1</sup> (= Isovolen) streichen oft WNW-ESE. Sie liegen relativ dicht: auf 3 km Entfernung nimmt der Gehalt an Flüchtigen Bestandteilen im Flöz Glücksburg um 10% nach Norden ab. Die schwache Aufwölbung im Osten des Bockrader Grabens, der das Ibbenbürener „Westfeld“ vom „Ostfeld“ trennt, wird von den Isovolen geschnitten, das heißt: die Inkohlung ist hier — im Gegensatz zum Ruhrrevier und Aachener Revier — deutlich jünger als die Schollenverbiegungen. Andererseits ist aber die Inkohlung auch hier älter als die Bruchtektonik. Nach der Tiefe zu nimmt die Inkohlung relativ rasch zu, wie Bohrungen und Schachtaufschlüsse bewiesen haben. Abb. 2 zeigt, daß sich im mittleren Westfal C infolge der regionalen Inkohlunpszunahme nach Norden wertvolle Anthrazite schon in bauwürdiger Tiefe finden.

Anthrazitkohlen waren in der Förderung des Jahres 1969 (2,64 Mio. Tonnen) schon mit rd. 69% vertreten. Der Anteil an Magerkohle betrug 8%, der an Esskohle 23%. Es wurden rd. 840 000 t Nußkohlen und 605 000 t Briketts erzeugt, die vorzugsweise im Hausbrand Verwendung fanden. Die ballastreichen Mittelgute, Stäube und Schlämme wurden im eigenen Kraftwerk (242 MW) verstromt.

Während am Niederrhein die Inkohlung der Ruhrkohlen präpermisch abgeschlossen war, ist im Osnabrücker Raum die Umwandlung der Kohle und auch die

\* Anschrift der Autoren: Dr. P. HOYER, Dr. M. TEICHMÜLLER und Dr. R. TEICHMÜLLER, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 415 Krefeld, De-Greif-Str. 195; Dir. J. LEISSER, Steinkohlenbergwerke Ibbenbüren, 4530 Ibbenbüren, Osnabrücker Str. 112

<sup>1</sup> Wegen der Inkohlungsmaßstäbe s. S. 50.

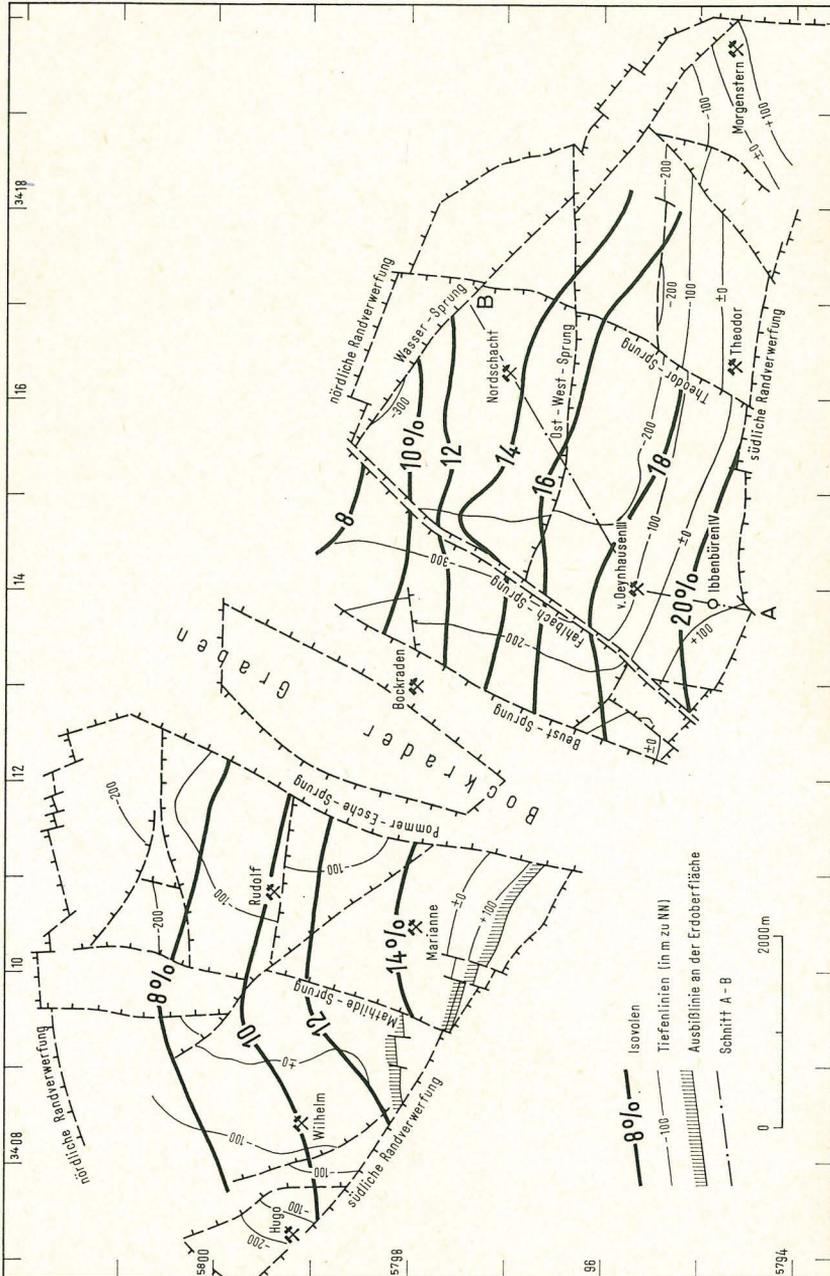


Abb. 1. Inkohlungskarte von Flöz Glücksburg (höchstes Westfal C) der Ibbenbürener Karbonscholle. Dargestellt ist der Verlauf der Isovalen (Linien gleichen Gehaltes an Flüchtigen Bestandteilen, wasser- und aschefrei, von Flözproben <math>< 1,5 \text{ g/cm}^3</math>)

anderer organischer Substanzen nicht nur im Karbon, sondern auch noch in den Sedimenten des Zechsteins und Mesozoikums sehr hoch. Das heißt: die Inkohlung ist hier postpermisch. Genauere Untersuchungen ergaben, daß die Inkohlung im Osnabrücker Raum in der Zeit zwischen dem Wealden und dem Santon erfolgte (M. & R. TEICHMÜLLER 1968 a und b).

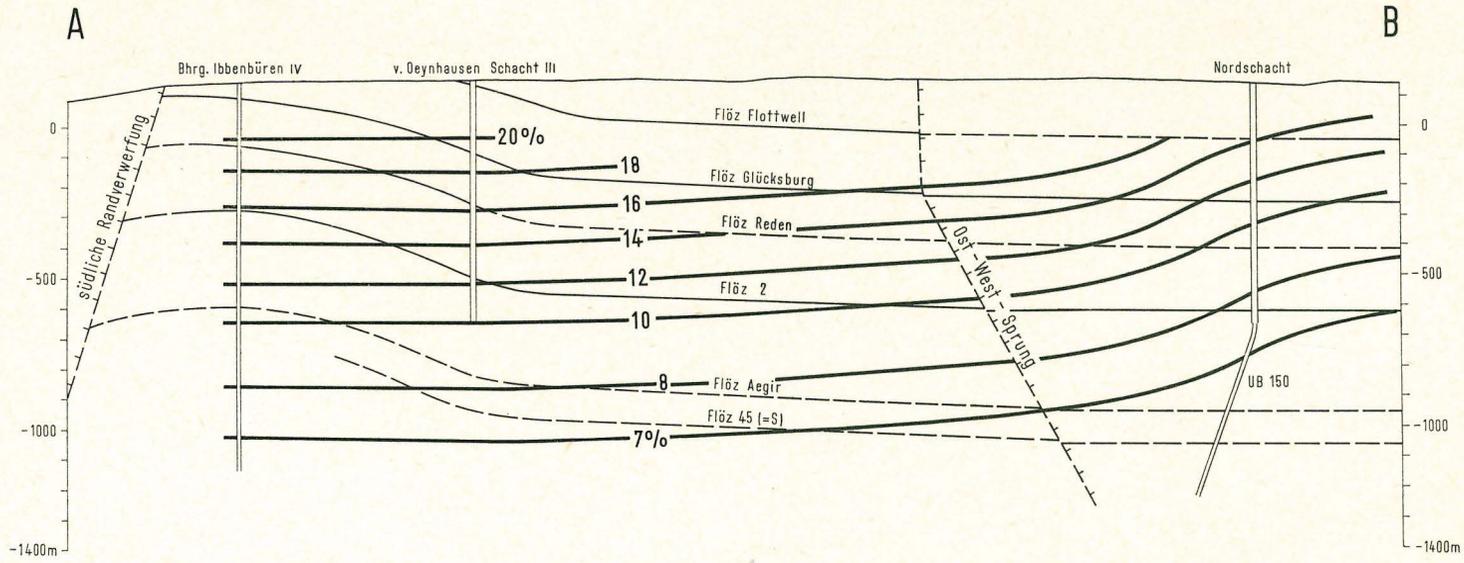


Abb. 2. Der Verlauf der Isovolen (Linien gleichen Gehaltes an Flüchtigen Bestandteilen, wasser- und aschefrei) in einem Profil durch das Ostfeld von Ibbenbüren

Die extrem starke Umwandlung der Kohlen des Karbons und jüngerer Schichten im Osnabrücker Raum kann nicht auf Faltungsdruck zurückgeführt werden, da die Schichten hier kaum gefaltet sind<sup>2</sup>. Auch eine besonders große Versenkungstiefe kann nicht die Ursache für die hohe Inkohlung sein. Denn der Osnabrücker Raum ist ein Teil der sogenannten Hunte-Schwelle, die sich durch eine besonders lückenhafte und geringmächtige Sedimentation im Perm und in der Trias auszeichnet. Wie sich aus anderen Anzeichen ergibt (Vererzung und Hochdiagenese des Nebengesteins), steht die starke Inkohlung im Osnabrücker Raum in engem Zusammenhang mit der Aufheizung der Schichten durch einen großen Lakkolithen in der Tiefe (STADLER & R. TEICHMÜLLER im Druck). Auf diesen Intrusivkörper sind auch die magnetische und gravimetrische Anomalie, die das Bramscher Massiv auszeichnen, zurückzuführen.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.

---

<sup>2</sup> Ganz im Gegenteil ist in der benachbarten gefalteten und gepreßten Zone an der Osning-Überschiebung des Teutoburger Waldes die Inkohlung der Wealden-Flöze sogar auffallend gering geblieben (M. & R. TEICHMÜLLER 1968 b, S. 371).

## 4. Das Oberkarbon im Untergrund von Nordwestdeutschland und dem angrenzenden Nordseebereich

### a) Stratigraphie und Tektonik

VON HANS-JOACHIM FABIAN\*

Mit Tafel 3 in der Anlage, 6 Abbildungen und 1 Tabelle

#### Übersicht

Nördlich des Rheinisch-westfälischen Steinkohlenreviers tritt das Oberkarbon nur noch im Gebiet von Osnabrück und Ibbenbüren in drei Vorkommen zutage. Infolge vertikaltektonischer Vorgänge sind hier die Schollen des Schafbergs bei Ibbenbüren, des Hügels und des Piesbergs bei Osnabrück kräftig herausgehoben (Taf. 3). Im Zwischengebiet, also im Bereich des Münsterschen Kreidebeckens, war das Oberkarbon zur Zeit des Erscheinens von KUKUK's grundlegender „Geologie des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes“ (1938) nur von einer verhältnismäßig geringen Anzahl von Bohrungen erreicht worden. Daran änderte auch die seit etwa 1938 vermehrt beginnende Erdöl-Bohrtätigkeit nicht viel. Da es das Ziel der zahlreichen unmittelbar vor, während und in den ersten 10 Jahren nach dem 2. Weltkrieg abgeteuften Bohrungen war, Erdöl zu erschließen, endeten diese entsprechend der damaligen Aufschlußkonzeption im höheren Mesozoikum. Der Bereich des Münsterschen Kreidebeckens erschien aus diesem Grunde uninteressant, obwohl hier seit langer Zeit Erdgas-Anzeichen bekannt und kleine Erdgas-Vorkommen stellenweise in lokaler Nutzung waren. Auch die 1954 von FABIAN vorgenommene Zusammenstellung von Bohrungen, die (Rotliegendes bzw.) Oberkarbon erreicht hatten, führte erst zwölf neuere Bohrungen auf, von denen allerdings vier bereits im Raume des südlichen Niedersächsischen Beckens lagen. Was der Verfasser übrigens damals mutmaßte, daß der nördliche Außenrand des Karbonbeckens vielleicht im Raume der südlichen Nordsee liegen dürfte, kann heute als sicher gelten. Ob sich im Norden noch Schichten des Stefans einfinden würden, mußte er noch offen lassen. In den folgenden Jahren bis 1961 erfolgten ebenfalls nur einzelne Aufschlüsse durch Bohrungen der Erdölindustrie, vor allem der Wintershall AG, die jedoch infolge ihrer weit gestreuten Lage in Nordwestdeutschland die Kenntnisse über die Verbreitung des Karbons im Untergrund beträchtlich vermehrten. FABIAN (1954), HECHT et al. (1962) und TRUSHEIM (1959) haben darüber berichtet. Nachdem WEGNER schon 1924 auf einen möglichen Zusammenhang zwischen der Inkohlung und dem Vorkommen von Erdgas im Deckgebirge des westfälischen Karbons hingewiesen hatte, machten TRUSHEIM (1959) und HECHT et al. (1962) wiederum auf die Bedeutung der Inkohlungs-gase für die

\* Anschrift des Autors: Prof. Dr. H.-J. FABIAN, Wintershall AG, 35 Kassel, August-Rosterg-Haus

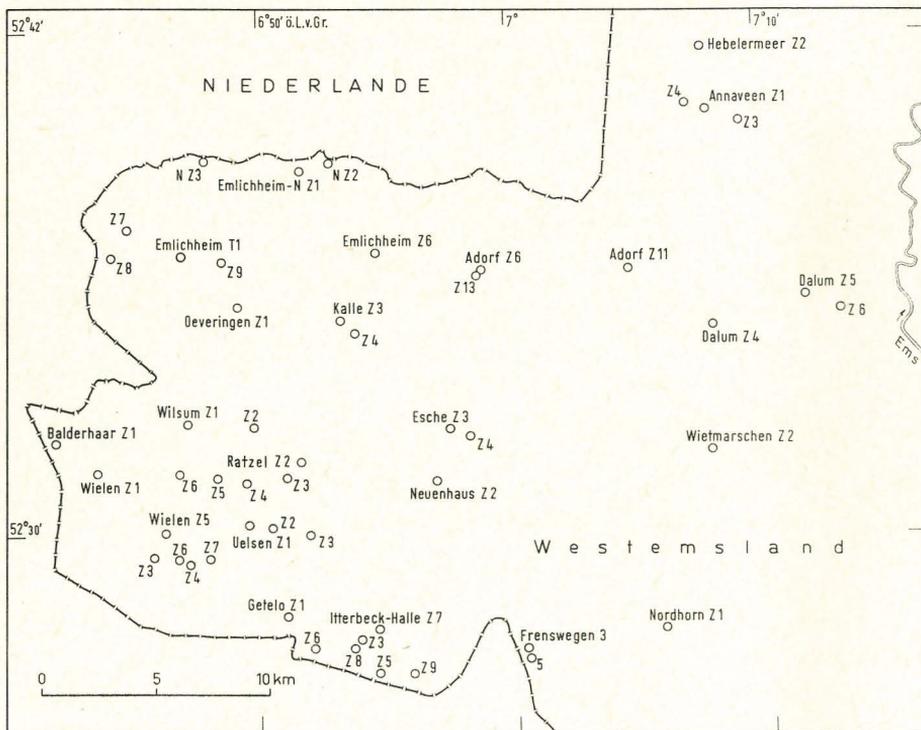


Abb. 1. Lage der Bohrungen im Westemsland, die das Karbon erreicht haben

Erdgas-Exploration aufmerksam. Mit der Bohrung Oberlanger Tenge Z 1 gelang dann auch der erste sichere Nachweis von Stefan im Bereich des paralischen nordwestdeutschen Karbons. Eine intensive Bohrtätigkeit zur Untersuchung des Präzechsteins setzte erst mit der Entdeckung und Erschließung des holländischen Erdgasfeldes Groningen ein. Angeregt durch eine Untersuchung von FÜCHTBAUER (gemeinsam mit K. MÜLLER) im Jahre 1961 (FÜCHTBAUER 1963/64), begann sich nämlich auch die Erkenntnis durchzusetzen, daß die Hauptmenge des in Nordwestdeutschland gefundenen Erdgases dem flözführenden Oberkarbon entstammen müßte. Die Bohrungen Rehden 19 und 20 der Wintershall AG im Jahre 1961 brachten zudem den ersten wirtschaftlichen Gasfund in Sandsteinen des höheren Westfals und waren damit der Anlaß zu einer regen Exploration der Schichten des Unterperms und Oberkarbons auf dem Festland wie auch im Schelfbereich der Nordsee. Hierbei verdienen drei Bohrungen besondere Erwägung, die in dem Zeitraum von 1961—1965 geteuft wurden und das Liegende des Karbons erreicht haben: „Münsterland 1“, „Versmold 1“ und „Isselburg 3“. Von der zuerst genannten liegt eine umfangreiche Dokumentation vor (1963). Bis Frühjahr 1970 haben in Nordwestdeutschland 231 Bohrungen das Karbon erreicht und mehr oder weniger durchteuft (Abb. 1 und 2, Taf. 3, Tab. 1). Freilich sind die dabei gewonnenen Kenntnisse von sehr unterschiedlichem Wert. Nur in besonders glücklichen Fällen gelang eine durch Fauna oder Flora genügend gesicherte stratigraphische Einordnung der angetroffenen Profilstücke; in zahlreichen Fällen mußte sie offenbleiben. Untersuchungen von SCHUSTER (1968) aber ist es zu verdanken, daß mit Hilfe von Bohrlochmessungen (Widerstands-, Radioaktivitäts- und Schall-Laufzeitmessun-

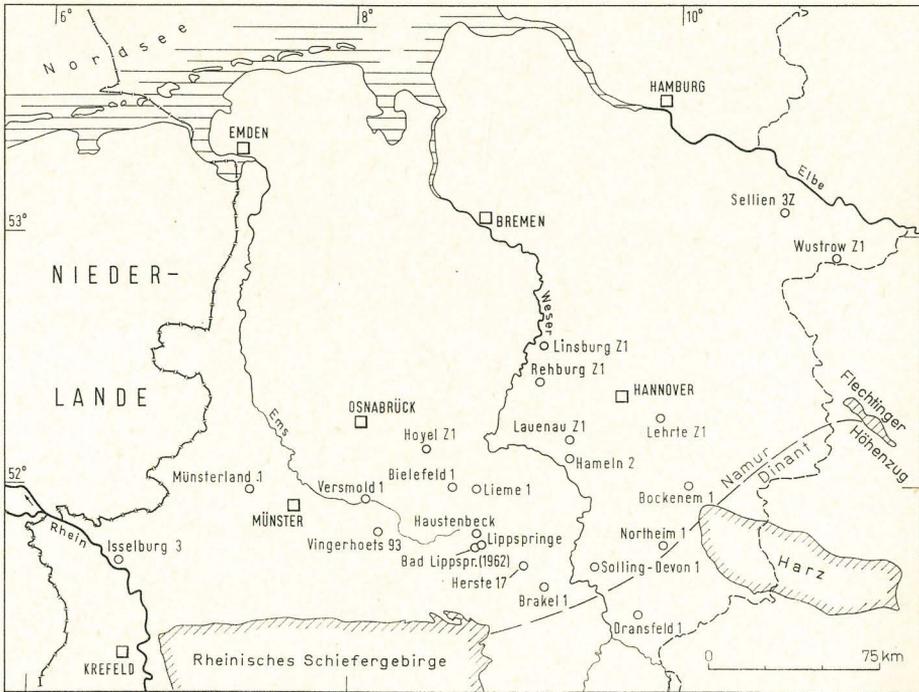


Abb. 2. Lage der Bohrungen in Nordwestdeutschland, die das Namur erreicht haben

gen) (LL 7, GR, SL) und deren Korrelation ein zusätzliches in zahlreichen Fällen zuverlässiges Mittel zur stratigraphischen Identifizierung an die Hand gegeben wurde. So ist es heute bereits möglich, sich von der Verbreitung des Karbons im Untergrunde Nordwestdeutschlands und der deutschen Nordsee ein recht gutes Bild zu machen. Es kann dabei freilich nicht übersehen werden, daß unsere Kenntnisse im nordöstlichen und östlichen Niedersachsen noch sehr lückenhaft sind, da die Schichten des Präzechsteins hier in sehr große Tiefen abgesenkt wurden und ihrer Erschließung durch Bohrungen deshalb wenig Anreiz bieten.

### Das Namur

Schichten des Namurs haben — von einzelnen älteren Bohrungen im westfälischen Raum (Vingerhoets 93, Haustenbeck) abgesehen — in Nordwestdeutschland bisher mit Sicherheit nur elf Bohrungen erreicht oder mehr oder weniger tief durchteuft (Abb. 2). Es sind dies:

- |             |               |                 |
|-------------|---------------|-----------------|
| Bielefeld 1 | Lieme 1       | Wustrow Z 1     |
| Brakel 1    | Münsterland 1 | Lehrte Z 1      |
| Isselburg 3 | Rehburg Z 1   | Solling-Devon 1 |
| Lauenau Z 1 | Versmold 1    |                 |

Für weitere sechs Bohrungen ist dies wahrscheinlich, für zwei möglich, und zwar:

- |            |                      |                |
|------------|----------------------|----------------|
| Bockenem 1 | Bad Lippspringe 1962 | „Hoyel Z 1“    |
| Hameln 2   | Northeim 1           | „Linsburg Z 1“ |
| Herste 17  | Sellien 3 Z          |                |

Tabelle 1

## Wichtige Karbonbohrungen in Nordwestdeutschland (seit 1950)

Name	Auftrag- geber	Jahr	Endteufe (m)	Besonderheiten
Lieme 1	Wint.	1952	1450	mar. Horiz. im Kern (Namur C)
Rehden 6	Wint.	1952/53	2390	} erstes Westfal im mittl. Niedersachsen erbohrt
Rehden 10	Wint.	1954	2482	
Bielefeld 1	Wint.	1955	2270	Namur C durchteuft
Northeim 1	Wint.	1955	1528	} erste Aufschlüsse im Osten Niedersachsens
Bockenem 1	DEA/Wint.	1957	2395	
Groothusen Z 1	Brig.	1958	4236,2	erste Bohrung im Nordsee-Küstengebiet (Emden)
Hoyel Z 1	Elw/Preuss./ Wint.	1959	1164,1	
Oberlanger Tenge Z 1	Wint.	1959/60	3817,5	erster sicherer Stefan-Nachweis in Nordwestdeutschland
Hoya Z 1	DEA	1960	4779,1	Aufschl. a. d. mittl. Weser
Buchhorst Z 4	Elw/Mob.	1960/61	3953,45	
Rehden 19	Wint.	1961	2179,5	} erste wirtsch. Gasfündigkeit im Siles
Rehden 20	Wint.	1961	2616,8	
Rehden 21	Wint.	1962	2898,9	740 m Westfal, i. wes. C
Münsterland 1	M-Kons.	1961/62	5956,0	Siles + Dinant
Norddeutshl. 8	CD/Elw.	1962/63	3426,0	1560 m Westfal durchteuft
Schale Z 1	Wint.	1963/64	3411,7	660 m Westfal D durchteuft
Versmold 1	DEA/Elw/ Wint.	1963/64	5500,7	Siles + Dinant
Victorbur Z 1	Preuss.	1963/64	5389,6	Westfal C in Ostfriesland
Lauenau Z 1	Elw/Preuss/ Wint.	1965	2738,8	mar. Hor. im Kern (Namur B)
Balderhaar Z 1	CD/Elw/ Preuss/Wint.	1965	3906,6	1280 m Westfal durchteuft
Isselburg 3	Elw/GM	1965	4398,0	Siles + Dinant
Nordsee B 2	D.N.Kons.	1965	4660,0	nördlichster Stefan-Nachw.
Stolzenau Z 1	Elw/Mob/ Preuss/Wint.	1965/66	4272	Katharina-Hor. im Kern
Wustrow Z 1	Brig/Elw/ Preuss.	1965/66	4946,1	nordöstlichster Nachweis von tieferem Siles
Arsten Z 1	Elw.	1966	6276,2	tiefste Bohrung in Nordwestdeutschland, im Siles beendet

## Erklärung der Abkürzungen

Brig.	= Gew. Brigitta
CD	= C. Deilmann AG
DEA	= Deutsche Erdöl AG (jetzt Deutsche Texaco AG)
Elw.	= Gew. Elwerath
GM	= Gew. Münsterland
Mob.	= Mobil Oil AG
Preuss.	= Preussag AG
Wint.	= Wintershall AG
D.N.Kons.	= Deutsches Nordsee-Konsortium
M-Kons.	= Münsterland-Konsortium

Da durch FIGGE (1964 und 1968) einerseits im Hoppeke-Tal zwischen Brilon und Marsberg an der Nordostflanke der Rheinischen Masse die Grenze Visé/Namur faunistisch genau fixiert werden konnte, andererseits an der Nordwestecke des Harzes, ca. 5 km nordöstlich von Seesen, von FIGGE tiefes Namur A nachgewiesen wurde, läßt sich die südliche Begrenzung der Namur-Verbreitung zwischen Rheinischer Masse und Harz recht genau bestimmen, da die dazwischen liegenden Bohrungen Brakel 1 und Northeim 1 Namur A, die Bohrung Dransfeld 1 10 km west-südwestlich Göttingen unter Zechstein dagegen bereits Kulm antrafen. Nordöstlich des Harzes ist die Grenze Dinant/Siles bei Magdeburg auf der Flechtingen-Roßblauer Scholle nachgewiesen worden (PFEIFFER 1967). Den bisher nördlichsten Punkt wiederum, an dem sicheres Namur gefunden wurde, stellt die Bohrung Wustrow Z 1 dar, etwa 25 km südlich von Dannenberg in der Nähe von Salzwedel. Möglicherweise liegt dieser Punkt aber bereits auf dem nordöstlichen Flügel des paralinischen Beckens Nordwestdeutschlands, das im Bereich der Unterelbe seine Begrenzung am ostelbischen Massiv finden könnte. Ob nur ein Zipfel dieses Beckens noch in den Magdeburger Bereich reicht oder aber dort eine schlauchartige Verbindung nach Osten besteht, ist z. Z. noch ungewiß.

Über die Ausbildung des Namurs in dem oben umrissenen Gebiet und über seine Mächtigkeit ist bisher kaum etwas veröffentlicht worden. Ganz oder fast ganz durchteuft haben es die Bohrungen Isselburg 3 am Niederrhein sowie Münsterland 1 und Versmold 1, die 80 bzw. 115 km weiter ostnordöstlich angesetzt wurden. Alle übrigen eingangs genannten Bohrungen haben jeweils nur Teilstücke des Namurprofils durchteuft, Bielefeld 1 allerdings fast das gesamte Namur C.

Hinsichtlich der Mächtigkeit des Namurs muß man sich also auf Aussagen für das Gebiet zwischen Niederrhein und etwa Bielefeld beschränken. Während hier das Dinant seine Mächtigkeit ungefähr beibehält (95 — 70 — 80 m), steigt die des Namurs von 1930 m im Westen über rd. 2650 m bei Münster auf rd. 3300 m in Richtung Bielefeld. Die genannten Zahlen geben freilich scheinbare Mächtigkeiten an, die wahren werden tatsächlich um einiges niedriger liegen, z. B. Münsterland 1: ca. 2500 m (nach HEDEMANN & TEICHMÜLLER 1966). Die geringe Anzahl und der Abstand der gezogenen Kerne, an denen man das Einfallen feststellen konnte, läßt aber eine genaue Abschätzung nicht zu. Eventuelle größere Schichtausfälle durch Störungen scheinen nicht vorhanden zu sein, soweit man beim Vergleich der Diagramme der Bohrlochmessungen feststellen kann, doch sind kleinere Ausfälle möglich.

Die Mächtigkeitszunahmen gegen Osten zeigt mit den zuvor gemachten Einschränkungen die folgende Übersicht:

	Isselburg 3	Münsterland 1	Versmold 1	Bielefeld 1
Namur C	740 m	882 m	>993 m	>843 m
Namur B	415 m	435 m	403 m	(ca. 950 m)
Namur A	775 m	1325 m	1902 m	—

Ob diese Zunahme der Mächtigkeit nach Osten über Bielefeld hinaus anhält, läßt sich nach dem derzeitigen Stand des Aufschlusses nicht sagen; die dort liegenden Bohrungen haben nur Teilstücke des Namurprofils geliefert. Völlig ungewiß ist die Entwicklung gegen Norden, doch läßt sich vermuten, daß die Mächtigkeiten in dieser Richtung allmählich abnehmen werden. Im nördlichen Schleswig-Holstein und im Nordteil der deutschen Nordsee ist jedenfalls kein Namur mehr vorhanden. Da sich im Verlaufe des Siles der Sedimentationsschwerpunkt von der subvariscischen Vortiefe anscheinend nach Norden verlagerte, ist es sogar denkbar,

daß die Verbreitungsgrenze des Stefans bzw. des Westfals weiter nach Norden reicht als die des Namurs.

Die Gliederung des Namurs beruht gerade in den drei genannten vollständigen Namurprofilen letztlich im wesentlichen auf petrographischen Merkmalen und auf einer danach vorgenommenen Korrelation von Diagrammen ausgeführter Bohrlochmessungen. In keiner dieser Bohrungen ist durch Kerne eine genaue stratigraphische Fixierung auf Grund paläontologischer Befunde möglich gewesen. Nur in fünf der anderen Bohrungen wurden durch Kerne marine Horizonte mit einer Fauna erfaßt, die eine genauere stratigraphische Zuordnung erlaubten. Die jeweiligen Profilstücke ließen sich im einen oder anderen Falle dann mit entsprechenden Abschnitten der Diagramme der Bohrlochmessungen korrelieren.

So wurde in der Bohrung Brakel 1 das Namur A (E2-Zone) mit *Cravenoceras* cf. *cowlingense* BISAT u. a., in Lauenau Z 1 das Namur B (R2a-Zone) durch *Reticuloceras bilingue* (SALTER) und *Anthracoceras* cf. *discus* FRECH belegt, in Wustrow Z 1 ebenfalls das Namur B (R1c-Zone) mit *Reticuloceras reticulatum* (PHILLIPS), *R. cf. gracile* BISAT, *R. cf. nodosum* BISAT + HUDSON, *Homoceras striolatum* (PHILL.), *Anthracoceras arcuatilobum* (LUDWIG) u. a. Formen, in Lieme 1 das Namur C (R2c-Zone) mit *Reticuloceras superbilingue superbilingue* BISAT und *Anthracoceras* sp., in Bielefeld 1 das Namur C (G1-Zone) mit *Gastrioceras cancellatum rurae* H. SCHMIDT und *Agastrioceras carinatum* (FRECH) (marines Niveau „Hauptflöz“).

Bei den beiden am weitesten nach Norden liegenden Bohrungen kann man für Rehburg Z 1 auf Grund von Diagrammvergleichen annehmen, daß sie das tiefere Namur C, die Kaisberg-Schichten, erreicht hat und etwa an deren Basis eingestellt wurde (Grenzsandstein). Das Vorkommen von fünf bis sechs marinen Horizonten ist nach Diagramminterpretation in dem durchteuften Bereich möglich. Für Sellien 3 Z können keine konkreten Angaben gemacht werden, zumal dort aus technischen Gründen keine Bohrlochmessungen mehr durchgeführt werden konnten. Das Fehlen fast jeglicher Floren- oder Faunenreste legt die Annahme eines recht tiefen Oberkarbons nahe.

Unsicher ist die Einstufung der Karbonprofile in den Bohrungen Bockenem 1, Herste 17, Hameln 2, Northeim 1, wo im wesentlichen regionale und lithologische Gründe für Namur sprechen. Aus den gleichen Gründen besteht auch für die Karbonprofile der Bohrungen Hoyel Z 1 und Linsburg Z 1 der Verdacht eines namurischen Alters.

Wie aus der Literatur hervorgeht, bestehen bezüglich der Gliederung des Namurs unterschiedliche Auffassungen. Während die einen die Grenze Namur B/C an die Basis des Grenzsandsteins legen, wird sie von den anderen zwischen dem Kaisberg-Sandstein und dem Cremer-Horizont auf Grund der paläozoologischen Zonengliederung gezogen. Hier wird jeweils der älteren Auffassung gefolgt, obwohl die paläontologisch begründete im stratigraphischen Sinne zweifellos die richtigere ist.

Auf Grund der wenigen gezogenen Kerne und der Beschreibung der Spülproben einerseits, der Diagramme der Gammastrahlungsmessungen andererseits, bestehen die Schichten des Namurs A aus dunkelgrauen bis grauschwarzen milden bis siltig-rauhon Tonsteinen, Siltsteinen und fein- bis mittelkörnigen glimmerreichen Sandsteinen mit allen Übergängen. Teilweise sind auch Quarzitbänke eingeschaltet. Im Osten des Gebietes treten im tieferen Teil des Namurs A auch noch feldspatreiche Grauwacken auf (FABIAN 1957, FIGGE 1964). Ebenfalls tritt dort, wie in Herste 17, Bockenem 1 und Northeim 1 eine primäre Rotfärbung auf. Unter diesem Gesichtspunkt könnte man versucht sein, auch das rotgefärbte Oberkarbon von Sellien 3 Z, das außer einem schlechten Sigillarienrest nur einige Exemplare

von *Ammodiscus* und *Hyperammina* geliefert hat, für Namur A zu halten. Offenbar fand im Osten unseres Gebietes während des tiefen Namurs eine Schüttung von Rotsedimenten aus östlicher oder nordöstlicher Richtung statt.

Das Namur B besteht dort, wo es durch Bohrungen erfaßt wurde, ebenfalls aus schwarzgrauen milden bis siltigen Tonsteinen und grauen bis dunkelgrauen feinkörnigen, glimmerigen Sandsteinen mit schlecht erhaltenen Pflanzenresten. Vereinzelt sind Kohleflözchen oder -schmitze vorhanden, marine Horizonte in größerer Zahl. In Lauenau Z 1 wurde einer davon im Kern gefaßt, wie oben erwähnt. Rotfärbung ist bisher nur im Osten in der R2-Zone aus der Bohrung Wustrow Z 1 bekannt.

Das Namur C, die Sprockhöveler Schichten im älteren Sinne, beginnt mit einer kräftigen Sandschüttung, dem Grenzsandstein, der in den Bohrungen Münsterland 1, Vermold 1, Bielefeld 1 und wohl auch Rehburg Z 1 durchteuft wurde. Ein noch mächtigeres Sandsteinpaket folgt darüber nach einem mehr als 50 m dicken tonigeren Zwischenmittel, der Kaisberg-Sandstein, von dem in Münsterland 1 mehr als 125 m (bankrecht ca. 50 m) durchteuft wurden, dessen Mächtigkeit aber nach Osten zu abnimmt. In diesem Bereich können hier und da dünne Kohleschmitzen auftreten, auch sind 2—3 marine Niveaus vorhanden; in Lieme 1 dürfte das Niveau mit *Reticuloceras superbilingue superbilingue* BISAT hier einzuordnen sein.

PATTEISKY (1959) trennte diese Folge als Kaisberg-Schichten von den Sprockhöveler Schichten ab. Wenig oberhalb der Kaisberg-Schichten liegt das erste örtlich bauwürdige Flöz Sengsbank (bzw. Sengsbänksgen) an der Basis der unteren Sprockhöveler Schichten. Diese Flözgruppe konnte auch in den Bohrungen Münsterland, Vermold und Bielefeld angetroffen werden. Darüber ist der marine Cremer-Horizont nachweisbar, der bereits zur G1-Zone gehört.

Die Sprockhöveler Schichten bestehen aus einer zyklischen Abfolge von Tonsteinen, Silt- und feinkörnigen glimmerreichen Sandsteinen, im Westen von dunkelgrauer Farbe. In den Bohrungen Lieme 1, Bielefeld 1, Rehburg Z 1, vielleicht auch Hoyel Z 1 und Linsburg Z 1, sind die Schichten dagegen rotgefärbt. Eine größere Anzahl von dünnen Flözen als auch von marinen Horizonten sind in diesen Schichten vorhanden und bis in den Raum östlich von Bielefeld nachgewiesen.

### Westfal

Schichten des Westfals haben mehr als 130 Bohrungen erreicht, aber keine von ihnen hat es auch nur annähernd vollständig durchteuft, so daß kein fortlaufendes Profil zur Verfügung steht, wenn auch die Bohrungen Norddeutschland 8 rd. 1500 m und die Balderhaar Z 1 rd. 1280 m Karbon durchteuft haben. Bis vor wenigen Jahren konnte auch noch kein sicherer Zusammenhang zwischen dem Westfalprofil des nördlichen westfälischen Steinkohlenreviers, das bis zu den Dorstener Schichten des Westfals C hinaufreichte, und dem höheren Westfal im Raume Ibbenbüren — Osnabrück bzw. allgemein in Niedersachsen hergestellt werden. In zahlreichen Bohrungen reicht die durchteufte Karbonstrecke nicht aus, um eine genauere stratigraphische Einstufung zu ermöglichen. In anderen Fällen lassen die gefundenen Pflanzenfossilien einen zu großen Spielraum für die Altersdatierung oder die gebohrten Kerne enthielten überhaupt keine Reste. Dieser Umstand spielt eine besondere Rolle im höchsten Westfal, wo schon das Fehlen von Flözen die Orientierung erschwert. Vielfach sind deshalb die scheinbar genauen Angaben über die stratigraphische Stellung kürzerer Karbonstrecken mit großer Vorsicht zu betrachten, sofern sie nicht ausreichend belegt sind. Nun ist es SCHUSTER (1968)

zwar gelungen, mit Hilfe der Korrelation von Diagrammen verschiedener Bohrlochmessungen nach deren paläontologischer Eichtung eine ganze Reihe von Profilen zu klären, ja auch „Normalprofile“ des Westfals B, C und D und des Stefans zusammenzubauen, in vielen Fällen aber mißlingt leider auch diese nützliche Methode, vor allem, wenn keine marinen Niveaus in der erbohrten Strecke vorhanden sind.

Aus den geschilderten Gründen ist es schwer, gesicherte Angaben über die Mächtigkeit des Westfals im Untergrunde Nordwestdeutschlands und der deutschen Nordsee zu machen. Am ehesten ist dies noch für das höhere Westfal möglich; infolge des allmählichen Abtauchens der Karbonoberfläche nach Norden rückt dagegen das tiefere Westfal in Teufen, die von Bohrungen bislang nicht erreicht wurden. Im Bereich des nordniederländischen Hochs und seiner im holländischen Schelfgebiet liegenden Nachbarschaft liegt zwar die Karbonoberfläche wieder wesentlich höher, und es steht bereits das tiefere Westfal (B bzw. A) unter dem transgredierenden Rotliegenden an, aber auch dort wurde es nirgends weit genug durchteuft.

Immerhin kann man wohl sagen, daß die vom Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebiet her bekannte Mächtigkeit des Westfals A bis C nach Norden sicher bis in das Gebiet des Westenslandes etwa in der Höhe von Meppen anhält. Die von der NAM gebohrte Dwingelo 2, die in den Niederlanden ungefähr auf der geographischen Breite von Meppen liegt, hat nach THIADENS (1963) über 900 m Westfal A (und rd. 350 m B) durchteuft und praktisch die gleiche Fazies wie in Mittel- und Südlimburg angetroffen. Das obere Westfal A ist dabei etwas mächtiger als in Südlimburg entwickelt.

FIEBIG hat 1966 auf Grund des Gesamtschnitts des flözführenden Oberkarbons des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes Mächtigkeitsangaben für die einzelnen Westfal-Abschnitte gemacht. Vergleicht man damit die Angaben, die SCHUSTER (1968) auf Grund seiner Untersuchungen mit Hilfe von Bohrlochmessungen gibt:

	FIEBIG	SCHUSTER
Westfal D	—	ca. 700 m
Westfal C (Dorstener Schichten einschl. Ibbenbüren)	850 m	ca. 800 m
Westfal B 2 (Horster Schichten)	350 m	ca. 800 m
Westfal B 1 (Essener Schichten)	430 m	
Westfal A 2 (Bochumer Schichten)	625 m	—
Westfal A 1 (Wittener Schichten)	415 m	

so erkennt man deutlich, was zuvor gesagt wurde. Wie sich die Mächtigkeiten jedoch von hier nach Norden und auch nach Osten hin weiter entwickeln, ist völlig offen. Es könnte jedoch vermutet werden, daß sie wegen der allmählichen Verlagerung des Sedimentationsschwerpunktes im höheren Westfal und Stefan in diesen Richtungen abnehmen. Ziemlich rasch muß dies jedoch am Nordrand der Saumtiefe am Ringköbing-Fünen-Hoch in der südlichen Nordsee vor sich gehen.

So weit wie das untere Westfal, also A und B, in Niedersachsen bekannt ist, zeigt es dieselbe Entwicklung wie in der eigentlichen Saumsenke. Sowohl die Kohlenführung wie die Einschaltung mariner Horizonte (SCHUSTER 1968) ist bis an die Nordseeküste zu verfolgen. In den tiefsten 140 m der Bohrung Nordsee A 1 z. B., die dem oberen Westfal B angehören, wurden noch mehr als 13 Flöze und zahlreiche Wurzelböden angetroffen. In Kernstrecken sind klassische

marine Niveaus freilich nur in wenigen Glücksfällen gefaßt worden, so z. B. das Katharina-Niveau (Grenze Westfal A/B) in der Bohrung Stolzenau Z 1 (südlich Nienburg a. d. Weser) mit *Anthracoceras vanderbeckei* (LUDWIG), oder das Domina-Niveau (Grenze Westfal B 1/B 2) in den Bohrungen Bevergern 1 (westlich Osnabrück) und Uelsen Z 1 (im Westemsland, nordwestlich von Nordhorn). Mit Hilfe der Diagramme von Bohrlochmessungen (Radioaktivitäts-, Widerstands- und Schallaufzeit-Messungen) ist es SCHUSTER (1968), Abb. 3, aber gelungen, im West-

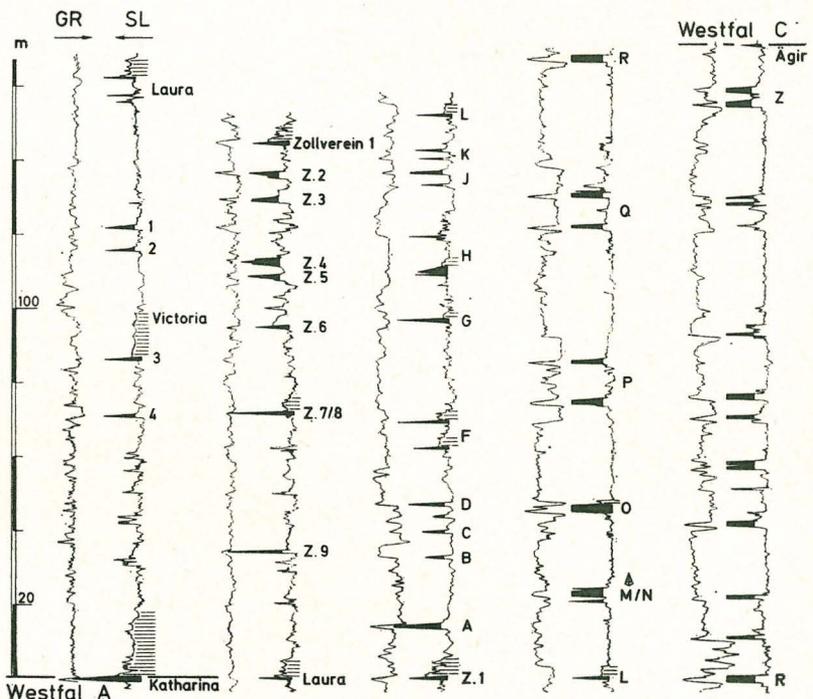


Abb. 3. Normalprofil Gammaray + Soniclog des Westfal B (nach SCHUSTER 1968)

fal B nicht nur diese, sondern auch das Wijshagen-Niveau und H2-Niveau und weitere bis dahin nicht bekannte und von ihm (1968) neu benannte Niveaus aufzufinden, und zwar das Victoria-, das Laura- und das Zollverein-7-Niveau in den Essener Schichten und mehrere Niveaus in den Horster Schichten im Bereich der Flöze M, O und P. Im Westfal A, in den Bochumer Schichten, wurden in der Bohrung Balderhaar Z 1, welche — abgesehen von einem störungsbedingten Schichtenausfall — das gesamte Westfal B und 385 m Westfal A durchteuft hat, Diabasgänge angetroffen. THIADENS (1963) erwähnte quarzführenden Gabbro bei Endteufe 3720 m der holländischen Bohrung Dwingelo 2 ebenfalls im tiefsten Westfal A.

Die Schichten des Westfal C (Dorstener Schichten), die von der Lippe-Mulde des Steinkohlenreviers an nach Norden zunächst vereinzelt, etwa von der Linie Gronau — Burgsteinfurt — Osnabrück an aber in zusammenhängender Verbreitung im nordwestdeutschen Untergrund angetroffen werden, sind durch Bohrungen wesentlich häufiger erschlossen worden. Nach bisheriger Kenntnis scheint die Ostgrenze ihrer Verbreitung von wenig südlich Osnabrück etwa 30 km nord-

westlich an Minden, ca. 10—20 km an Nienburg westlich vorbei zunächst bis ca. 40—50 km nordöstlich von Nienburg weiterzulaufen und dann nach Norden bzw. Nordwesten abzubiegen. Im Westen liegt die Grenze im Anstieg gegen das nordniederländische Karbon-Hoch. Das Verbreitungsgebiet ist damit deutlich kleiner als das des Namurs und unteren Westfals. Dies könnte — wenn nicht etwa östlich der Weser stärkere Abtragungsvorgänge vor dem Rotliegenden dafür verantwortlich sind — deutlich machen, daß sich die Sedimentation von der eigentlichen Saumsenke nach Nordwesten in das Gebiet des heutigen westlichen Niedersachsen verlagert hat. Schichten des Westfals C sind in Ibbenbüren durch den Bergbau aufgeschlossen und seit langem von dort gut bekannt gewesen. 1967 wurde mit der Untertagebohrung Ibbenbüren UB 150 der Anschluß an die tieferen Schichten des Westfals, wie sie aus dem westfälischen Steinkohlenrevier bekannt waren, hergestellt. An der Basis der Dorstener Schichten liegt das marine Ägir-Niveau mit *Anthracoceras aegiranum*, das normalerweise aus drei Bändern besteht und dem Mansfield Marine Band, dem Beginn der oberen Similis-Pulchra-Zone, entspricht. Mit Sicherheit ist es nur im Westemsland in der Bohrung Itterbeck-Halle Z 5 erfaßt worden. Bis vor wenigen Jahren galt das Ägir-Niveau als das einzige des Westfals C und das höchste des Westfals überhaupt, bis SCHUSTER (1968), Abb. 4,

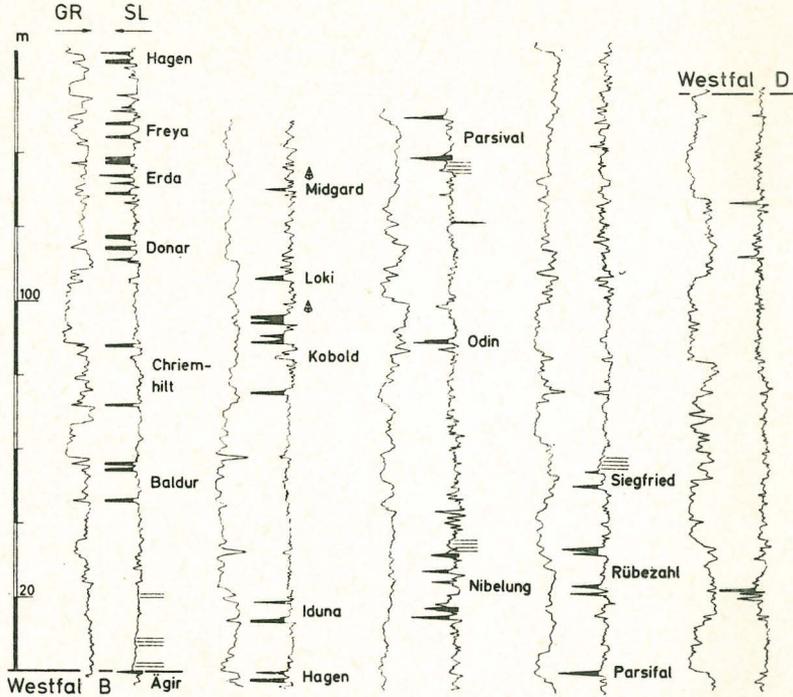


Abb. 4. Normalprofil Gammaray + Soniclog des Westfal C (nach SCHUSTER 1968)

drei weitere Niveaus im mittleren Teil der Dorstener Schichten bekanntmachte und als Nibelung-, Parsival- und Siegfried-Niveau bezeichnete. Damit war nicht nur — wie vermutlich schon in Hoya Z 1 — das Äquivalent des englischen Top Marine Band in Nordwestdeutschland, sondern auch sein Vorkommen bis nach Ostfriesland hinauf nachgewiesen. Mit Hilfe von Bestimmungen von Dr. H. FIEBIG

ist auch der Nachweis des Main *Estheria* Band geglückt (Bohrung Victorbur Z 1, SCHUSTER 1968), dem ein Estherien-Horizont in der Bohrung „Hoya Z 1“ (HECHT et al. 1962) entsprechen dürfte.

Während marine Niveaus und Flöze in den Bohrungen aus Bohrlochsmessungen gut erkannt werden, bleibt die Auffindung von Kaolin-Kohleentonsteinen, wie sie aus den unteren Dorstener Schichten bekannt sind, leider dem Glücksfall überlassen. Immerhin ist der sogen. Hagen-Tonstein im Norden des Gebietes noch in einem Kern der Bohrung Nordsee A 1 durch Dr. STADLER gefunden worden.

Wenn auch der Cyclothem-Aufbau des tieferen Westfals im Westfal C bestehen bleibt, so stellt sich doch eine gewisse Veränderung ein, indem die Sandsteine etwas zunehmen und die Flözbildung im höchsten Westfal C zurückgeht.

Das Westfal D, die *tenuis*-Zone, lange nur aus Übertage-Aufschlüssen bei Osnabrück (Piesberg u. a.) bekannt, ist auf ein gegenüber dem Westfal C noch kleineres Gebiet im westlichen Niedersachsen und auf ein kleines Areal des westlichen deutschen Nordseebereichs beschränkt. Es ist in zahlreichen Bohrungen angetroffen worden. Paläontologisch ist es durch das Vorkommen von *Neuropteris ovata* HOFM. definiert und dadurch, daß nach JOSTEN (1966) *Linopteris neuropteroides* (GUTB.) H. POT. an der Grenze Westfal C/D verschwindet. An Stelle eines marinen Niveaus ist der Beginn des Westfals D durch das Flöz Dickenberg gekennzeichnet, über dem im Osnabrücker Raum noch die Flöze Flottwell und Franz folgen. Marine Horizonte waren hier bis vor kurzem überhaupt nicht mehr bekannt, bis es SCHUSTER (1968), Abb. 5, gelang, oberhalb von Flöz Franz im Han-

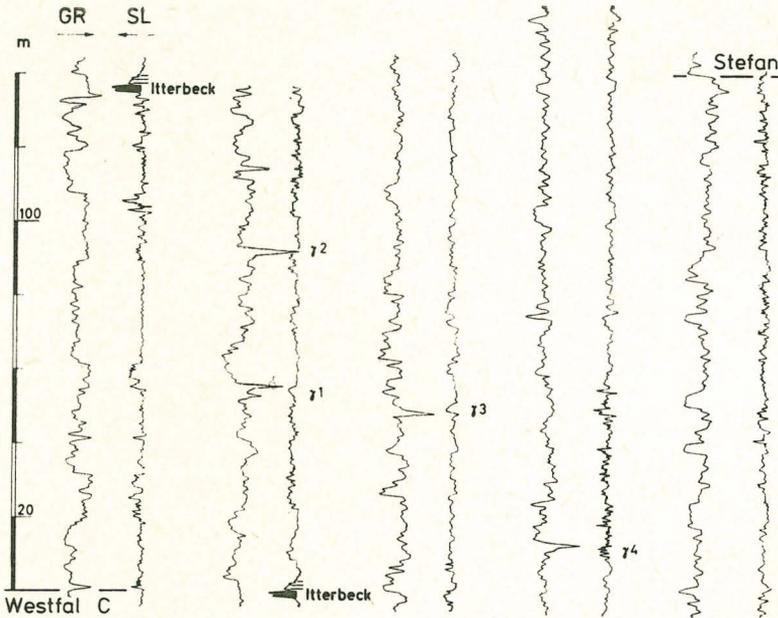


Abb. 5. Normalprofil Gammaray + Soniclog des Westfal D (nach SCHUSTER 1968)

genden eines weiteren noch unbekanntes Flözes im unteren Westfal D das von ihm so benannte Itterbeck-Niveau zu finden. Es wurde erstmals in den Bohrungen Itterbeck-Halle Z 5 und 6 gefunden und in weiteren Bohrungen im Westemsland ebenfalls identifiziert. Oberhalb des Niveaus, in dessen Bereich übrigens

eine Farbgränze liegt, da das höhere Westfal hier Rotfärbung aufweist, ist es nicht mehr zur Flözbildung gekommen. In den Diagrammen der Gammastrahlungsmessungen findet man oberhalb des Itterbeck-Niveaus vier Bereiche deutlich stärkerer Strahlung, auf die SCHUSTER ebenfalls aufmerksam gemacht hat. Auch ihnen weist er einen gewissen stratigraphischen Wert zu.

### Das Stefan

Es ist aus dem Untergrund Nordwestdeutschlands erst seit dem Jahre 1962 bekannt, als durch eine Bestimmung von *Euestheria* cf. *limbata* (GOLDENBERG) durch Dr. PAPROTH Schichten des Stefan A in der Bohrung Oberlanger Tenge Z 1 westlich von Haren a. d. Ems nachgewiesen werden konnten (FABIAN et al. 1962). Vorher bestand schon der Verdacht, daß rote Schichten, die in den Bohrungen Wielen Z 1 und Adorf Z 6 angetroffen worden waren, dem Stefan angehören könnten (SCHUSTER 1962 und HÜTTNER 1962). Nach derzeitiger Kenntnis ist das Stefan auf einen NNE-SSW streichenden Streifen beschränkt, der bei Bentheim im Süden beginnend bis etwa Emden reicht und als Ems-Senke auch später noch paläogeographische Bedeutung hat. Im Küstengebiet scheint das Verbreitungsgebiet abgebrochen zu sein; im Nordseebereich wurde aber Stefan in dem begrenzten Bereich der Bohrungen B 2, D 1 und E 1 ebenfalls angetroffen. Nach SCHUSTER (1968) beträgt die festgestellte maximale Mächtigkeit des Stefans etwa 260 m (Abb. 6). Dabei dürfte es sich aber in der Ems-Senke um tieferes Stefan, vielleicht

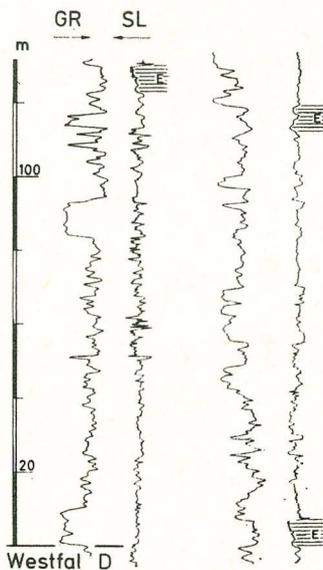


Abb. 6. Normalprofil Gammaray + Soniclog des Stefans (nach SCHUSTER 1968)

A und fragliches B, handeln. Es besteht dann eine Schichtlücke, möglicherweise bis zum Oberrotliegenden, da Unterrotliegendes nirgends in unserem Bereich mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte. In der Bohrung Nordsee E 1 allerdings fand sich neben *Anthraconaia?* cf. *carbonaria* (GOLDFUSS) sensu GUTHÖRL auch *Anthraconaia?* *goldiussiana* (DE KON.), die nach Dr. PAPROTH erst im oberen Stefan und im älteren Unterrotliegenden vorkommt. In dem kleinen Stefanbecken des westlichen deutschen Nordseebereichs könnte demnach auch das obere Stefan

vorhanden sein. In Nordsee E 1 ist mit 463 m die Stefan-Mächtigkeit fast doppelt so groß wie auf dem Festland; gegenüber der Ausbildung in Nordsee B 2 ist die Folge toniger als dort, der Basissandstein von nur geringer Mächtigkeit, Anzeichen einer Differenzierung in diesem Teilbecken. SCHUSTER zog aus seinen Diagramm-Korrelationen den Schluß, daß das Stefan mit einem mächtigen Basissandstein entweder konkordant über Westfal D oder diskordant über verschiedenen alten Schichtenfolgen des Westfals D oder C liegt. Offenbar ist auch das eine Folge unterschiedlicher lokaler bzw. regionaler Absenkungstendenzen.

Das Stefan enthält zwar noch Wurzelböden, aber keine Flöze mehr. Die Fossilführung ist spärlich, die Erhaltung der Reste infolge der Rotfärbung schlecht. Außer spärlichen Pflanzenresten sind zwei Estherien-Horizonte mit *Palaeoestheria* sp. nachgewiesen worden (Oberlanger Tenge Z 1, Apeldorn Z 2, Nordsee B 2, E 1), Muscheln der Gruppe *Palaeonodonta* s. l., aber auch Fischschuppen von *Rhabdoderma* sp. und *Amblypterus* sp. (det. Wo. SCHMIDT) sowie *Spirorbis* sp. Im Rotliegend-Basiskonglomerat von Nordsee E 1 fand Dr. PLUMHOFF aufgearbeitetes hohes Stefan mit Ostracoden der *Carbonita*-Gruppe.

### Tektonik

Vom Rheinisch-Westfälischen Steinkohlenrevier aus nach Norden, also mit zunehmender Entfernung von der eigentlichen Vortiefe, nimmt die Faltung allmählich ab. Die allzu verstreuten Aufschlüsse in Bohrungen gestatten es aber noch nicht, ein detailliertes Bild vom Ausmaß tektonischer Vorgänge in dem hier behandelten Gebiet außerhalb des Bergbau-Reviers zu geben. Es hat aber den Anschein, daß ein Faltenwurf, wenn überhaupt, nur in sehr flachen Faltenzügen vorhanden ist. Von den Ausnahmen abgesehen, wo ein beobachtetes steileres Einfallen sicher mit Verwerfungen zusammenhängt, herrscht im Karbon des gesamten Gebietes Niedersachsens und der deutschen Nordsee ein flaches Schichtfallen. Sicher ist aber, daß Absenkungsvorgänge stattfanden, die eine Verlagerung der Sedimentations-Schwerpunkte verursachten. Als deutliche Folge dieses Vorgangs erscheint die Ems-Senke mit dem darin erhaltenen Stefan. Es ist auch gesichert, daß eine Bruchtektonik der späten variscischen Orogenese zu einem gewissen Schollenmosaik geführt hat, wie es vor allem im Westemsland, wo die Bohrungen genügend dicht stehen, nachzuweisen ist. Diese Bruchtektonik und vielleicht auch eine unterschiedlich starke regionale Heraushebung sind die Ursache dafür, daß während der Abtragungsperiode vor dem Oberrotliegenden das Silesium bis auf ganz verschiedene Stufen hinunter erodiert wurde. Bei weiterer Absenkung im Norden wurde das Silesium von Schichten des Oberrotliegenden, an dessen Basis häufig auch zunächst von Eruptivdecken überlagert. Weiter im Süden unseres Gebietes dagegen haben sich Rotliegendesedimente nur sporadisch in mehr oder weniger tiefen, wahrscheinlich abflußlosen Rinnen und Senken der weitgehend eingeebneten Karbonoberfläche erhalten. Über diese Oberfläche griff dann später das Zechsteinmeer hinweg.

Die meisten hier gebrachten Daten sind bereits in irgendeiner Form veröffentlicht worden, bei den übrigen verdankt der Verf. die Möglichkeit zur Bekanntgabe dem freundlichen Entgegenkommen der in der Bundesrepublik tätigen Erdölgesellschaften und den Gesellschaften, die im Deutschen Nordsee-Konsortium zusammengeschlossen sind.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.



## b) Inkohlung und Erdgas

VON HEINZ BOIGK, WOLFGANG STAHL, MARLIES UND ROLF TEICHMÜLLER\*

Mit 5 Abbildungen

### Die Inkohlung der Flöze

Im Steinkohlengebirge an der Ruhr war die Inkohlung der Flöze präpermisch beendet, denn am Niederrhein hat die organische Substanz des Kupferschiefers über dem anthrazitführenden Westfal A erst das Glanzbraunkohlen-Stadium erreicht. Anders ist es dort, wo das Steinkohlengebirge nach seiner Ablagerung tiefer versenkt wurde. Schon im Münsterland, wo das flözführende Oberkarbon unter einer mehr als 1800 m mächtigen Decke von Oberkreide begraben wurde, ist nach den Berechnungen von Dr. KARWEIL die Inkohlung in den Flözen des Karbons erheblich weiter fortgeschritten: aus Gaskohlen wurden Fettkohlen — genauer gesagt: der Gehalt an Flüchtigen Bestandteilen in der Kohle sank bei einer Kreide-Decke von 1800 m seit dem Ende der Oberkreide-Zeit von 30% auf 20%.

Noch stärker wurden in jüngerer Zeit die Flöze des Karbons dort inkohlt, wo das Steinkohlengebirge allmählich bis in Teufen von 3000—5000 m und mehr versenkt wurde (Abb. 1). Das ist in vielen Teilen Nordwestdeutschlands der Fall. Die organische Substanz im Kupferschiefer des Zechsteins ist infolgedessen dort ähnlich hoch inkohlt wie im jüngsten Oberkarbon. Wenn wir von dem magmatisch aufgeheizten Bereich des Bramscher Massivs absehen, hängt die Inkohlung also im wesentlichen von der Versenkungstiefe und der damit erreichten Gebirgstemperatur ab. Daneben spielt auch die unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit des Deckgebirges eine Rolle, wie HEDEMANN (1967, S. 342; 1968, S. 74) gezeigt hat. Da die bis zu 2000 m mächtigen Salze des Rotliegenden und des Zechsteins ausgezeichnete Wärmeleiter sind, wirken ihre Akkumulationen in Salzstöcken wie ein Schornstein, der die Wärme abführt. Das hat eine relativ niedrige Gebirgstemperatur unter einem Salzstock zur Folge und damit nachweisbar auch eine geringere Inkohlung.

Bei der fortschreitenden Inkohlung der Flöze des Steinkohlengebirges werden riesige Methan-Mengen frei (Abb. 2). Je größer die Gesamtmächtigkeit der Flöze ist und je stärker die Kohle umgewandelt wurde, desto mehr Methan entstand. Da die Gesamtmächtigkeit der Flöze im Karbon Nordwestdeutschlands auf 40 bis maximal 60 m veranschlagt werden kann, ergeben sich Gasmengen von mehreren Milliarden Kubikmeter je Quadratkilometer, die im Laufe der Zeit allein aus den Kohleflözen entstanden. Hinzu kommen die Gasmengen, die sich bei der Metamorphose der fein verteilten organischen Substanz in den tonigen Gesteinen ent-

\* Anschrift der Autoren: Prof. Dr. H. BOIGK, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, 3 Hannover-Buchholz, Alfred-Bentz-Haus; Dr. W. STAHL, Bundesanstalt für Bodenforschung, 3 Hannover-Buchholz, Alfred-Bentz-Haus; Dr. M. TEICHMÜLLER und Dr. R. TEICHMÜLLER, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 415 Krefeld, De-Greif-Str. 195

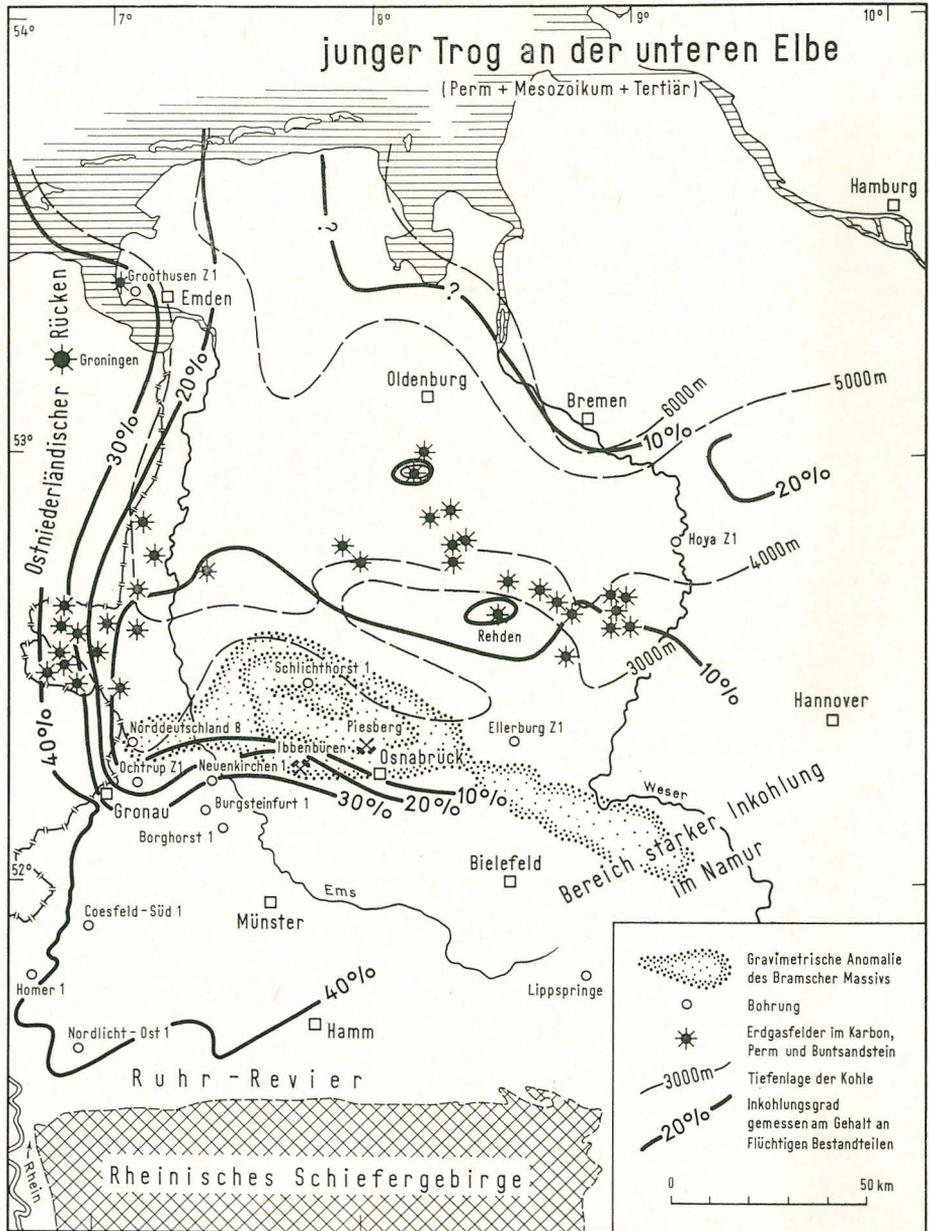


Abb. 1. Skizze der Inkohlung von den Flözen an der Westfal C/D-Grenze in Nordwestdeutschland (nach M. & R. TEICHMÜLLER 1966, ergänzt)

wickelten. Nur ein kleiner Teil des insgesamt entstandenen Methans wurde adsorptiv in der Kohle und im Nebengestein gebunden. Der weitaus größere Teil stieg zum Hangenden auf.

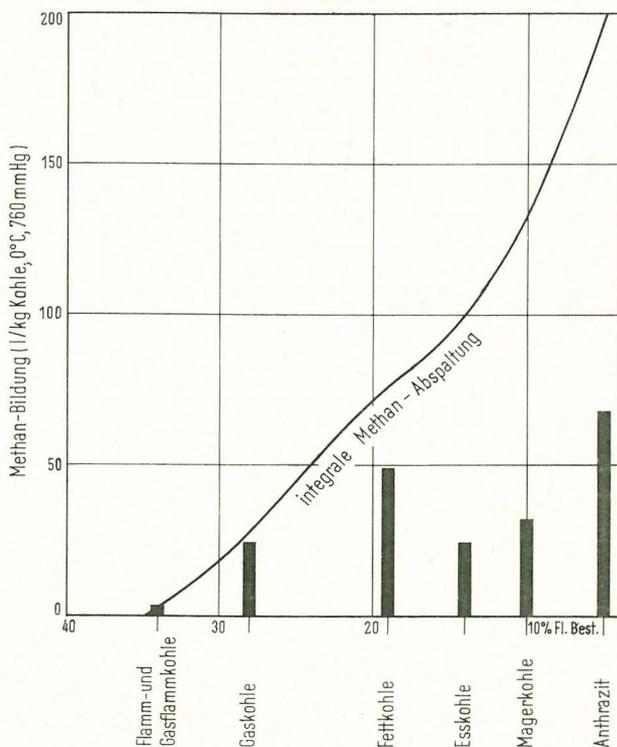


Abb. 2. Die Methan-Abgabe in den einzelnen Stadien der Inkohlung nach JÜNTGEN & KARWEIL (1966)

### Zur Entstehung der Erdgas-Lagerstätten in Nordwestdeutschland

Wie Kohlenstoffisotopen-Untersuchungen gezeigt haben, liegen die  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Verhältnisse im Methan der Erdgase Nordwestdeutschlands — im Gegensatz zu den Erdölgasen — im gleichen Isotopen-Bereich wie im adsorbierten Methan tief versenkter Anthrazite und Steinkohlen (STAHL 1968, COLOMBO et al. 1968, TEICHMÜLLER et al. 1970). Das spricht dafür, daß die Erdgase, die sich in Speichern des Oberkarbons, Rotliegenden, Zechsteins und Buntsandsteins angesammelt haben, auf die Inkohlung der organischen Substanz im Karbon zurückzuführen sind. Darüber hinaus wurde ein direkter Zusammenhang zwischen Inkohlung und Kohlenstoff-Isotopenverhältnissen bei oberkarbonischen Erdgasen festgestellt: Nimmt man an, daß der Gehalt an Flüchtigen Bestandteilen in den Kohlen an der Grenze Westfal C/D näherungsweise charakteristisch für das Ausmaß der thermischen Beeinflussung des gesamten oberkarbonischen organischen Materials in dem betreffenden Gebiet ist, so sollte mit abnehmendem Gehalt an Flüchtigen Bestandteilen das Methan eines Inkohlungsgases isotopisch schwerer werden (BOICK & STAHL 1970). Die Abb. 3 zeigt diesen Zusammenhang deutlich. Außerdem ergaben die Untersuchungen, daß bei den Erdgasen mit abnehmendem Gehalt an Höheren Kohlenwasserstoffen der  $^{13}\text{C}$ -Anteil im Methan ansteigt (STAHL 1968). Diese Tendenz ist für Inkohlungsgase charakteristisch (TEICHMÜLLER et al. 1970). Mit der Annahme, die Erdgase seien Inkohlungsprodukte aus dem Steinkohlengebirge, harmonisiert

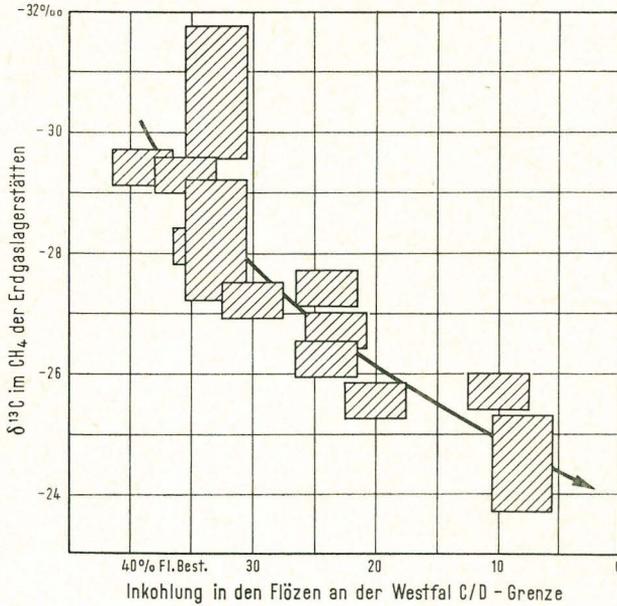


Abb. 3. Die Verschiebung des <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C-Verhältnisses im Methan von Erdgasen mit zunehmender Inkohlung in den Flözen an der Westfal C/D - Grenze

schließlich noch ein weiterer Befund: Das Methan wird isotopisch in der Regel um so „leichter“, je weiter es von der Muttergesteinsformation in die hangenden Speicherhorizonte aufgestiegen ist. <sup>13</sup>C, der isotopisch schwerere Kohlenstoff, pflegt bei der Wanderung zurückzubleiben (STAHL 1968).

N

Stickstoff - Provinz

N o r d w e s t d e u t s c h e s

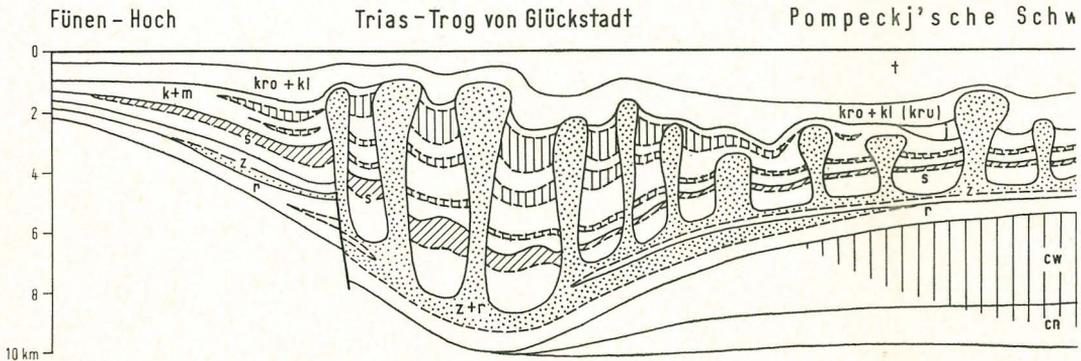


Abb. 4. Inkohlung und Erdgaslagerstätten in einem schematischen Nord-Süd-Profil durch Nordwestdeutschland. Top des Bramscher Massivs nach HAHN & KIND (im Druck). t Tertiär, kro Oberkreide, kl Alb, kru Unterkreide, j Jura, k Keuper, m Muschelkalk, s Buntsandstein,

Demnach dürfte ein sehr großer Teil des Methans der Erdgase in Nordwestdeutschland auf eine postoberkarbonische Inkohlung pflanzlichen Materials im Steinkohlengebirge zurückzuführen sein. Zusätzlich dürften auch der Stinkdolomit bzw. Stinkkalk und der sie beckenwärts vertretende Stinkschiefer des Zechsteins zur Kohlenwasserstoff-Bildung beigetragen haben, wie die Erdöl- und Erdgasvorkommen im Zechstein Thüringens, die über metamorphosierte Grundgebirge liegen, wahrscheinlich machen.

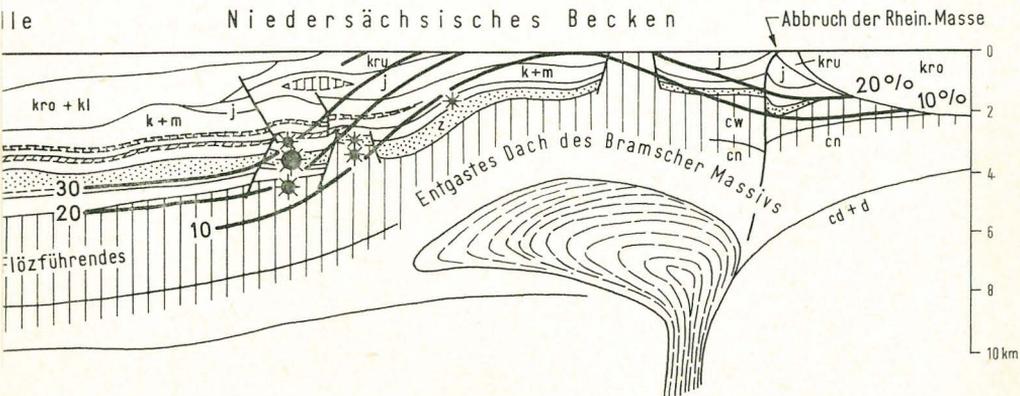
Da im Anthrazit-Stadium besonders große Gasmengen anfallen, ist allerdings zunächst nicht einzusehen, warum Erdgaslagerstätten von großer wirtschaftlicher Bedeutung in Nordwestdeutschland, in den Niederlanden und im englischen Teil der Nordsee bisher nur dort gefunden wurden, wo die jüngsten Flöze des Karbons maximal das Fettkohlenstadium (genauer gesagt ca. 20% flüchtige Bestandteile in der Kohle) erreicht haben (Abb. 4 und BARTENSTEIN 1968, S. 6). Vielleicht ist dieser Befund darauf zurückzuführen, daß auch die Diagenese der tonigen und sandigen Schichten im Hangenden des Oberkarbons im Bereich höherer Inkohlung, d. h. großer Versenkungstiefe, in der Regel weit fortgeschritten ist (ROLL 1969, S. 226). Die Speicher-Eigenschaften gingen dabei — unter anderem durch Carbonatisierung und die sekundäre Ausfällung von Anhydrit aus Lösungen — verloren. Die Hoffnung, in tektonischen Kluftsräumen, z. B. in den Eruptivgesteinen des Rotliegenden oder in stark verfestigten Carbonatgesteinen, größere Gasmengen zu erschließen, ist bislang in Nordwestdeutschland leider enttäuscht worden. Ebenso wenig konnten Kohlenwasserstoff-Lagerstätten im magmatisch aufgeheizten Bereich des Bramscher Massivs, in dem auch die Kohlen des Mesozoikums anthrazitisiert sind, aufgefunden werden.

Die bisher bekannten Fakten zeigen, daß für die Entstehung der nordwestdeutschen Erdgaslagerstätten — abgesehen von geeigneten Fangstrukturen — folgende Voraussetzungen erfüllt sein müssen:

S

Methan-Provinz | CO<sub>2</sub>-Provinz

B e c k e n



z Zechstein, r Rotliegendes. Punktiert und engschraffiert Salz. cw Westfal, cn Namur, cd Dinant, d Devon. 10 = 10% flüchtige Bestandteile (wasser- und aschefrei) in der Kohle

1. eine größere Absenkung des Steinkohlengebirges nach dem Karbon, damit die Inkohlung weiter fortschreiten konnte und größere Gasmengen frei wurden („Nachinkohlung“ PATIJN's 1964),
2. das Vorhandensein von Speichergesteinen in relativen Hochlagen und
3. eine gute Abdichtung der Speicher im Hangenden.

Als Speicher dienten sowohl die Sandsteine des Oberkarbons selbst, soweit sie nicht impermeabel waren, als auch die z. T. algenführende Fazies der Carbo-natwälder des Zechsteins, der an den Beckenrändern auf dem Oberkarbon trans-grediert. Darüber hinaus bildeten auch die unmittelbar über dem Oberkarbon auftretenden Basalsande des Rotliegenden, das sich generell beckenwärts einstellt, ausgezeichnete Speicherhorizonte. Sie beherbergen im grenznahen niederlän-dischen Feld Groningen sogar eines der größten Erdgasvorkommen der Erde. Schließlich waren auch grobklastische Einschaltungen des Buntsandsteins für die Ansammlung von Erdgas hervorragend geeignet. Die Abdichtung war im Oberkarbon gewährleistet durch undurchlässige mächtige Salze und Anhydrite des Zechsteins, im Rotliegenden durch die hangenden Ton- und Salinar-Gesteine, in den porösen Zechstein-Dolomiten durch Anhydrit und Steinsalz und im Buntsandstein durch tonige Schichten und Salzgesteine. Dennoch muß zeitweise eine Migra-tion der im Oberkarbon gebildeten Erdgase durch eine mehr als 1500 m mächtig werdende Folge möglich gewesen sein. Denn innerhalb einer Struktur können sämtliche Speicher vom Oberkarbon bis zum Buntsandstein Erdgas führen.

Die Frage, ob zu diesen Inkohlungs gasen auch die Beimengungen von Kohlen-dioxid und Stickstoff in den Erdgasen Nordwestdeutschlands gehören, ist noch nicht restlos geklärt. Jedoch sind großregionale Gesetzmäßigkeiten der Verteilung erkannt (HARK 1961, BOIGK & STAHL 1970, u. a.). Im Emsland ist das Kohlendioxid pflanzlicher Herkunft, wie das  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Verhältnis ( $\delta^{13}\text{C} = -24$  bis  $31\text{‰}$ ) beweist. Andererseits ist ein Teil des Kohlendioxids im engeren Bereich des Bramscher Massivs zweifellos vulkanischer Entstehung (BOIGK & STAHL 1970). Für den Stickstoff ist nach ersten Isotopen-Untersuchungen von Oberkarbon- und Zechstein-Erdgasen (EICHMANN 1969) eine atmosphärische Herkunft möglich. Andere Auto-ren, wie HARK (1961), halten auch eine Entstehung auf biochemischer Grundlage für denkbar. Auffallend ist, daß die Stickstoff-Konzentrationen im Oberkarbon und Rotliegenden von denen im Zechstein abweichen und die Anreicherungen im Buntsandstein regional, aber auch in übereinander liegenden Lagerstättenteilen, am stärksten sind. Bei allen gasführenden Horizonten besteht jedoch die generelle Tendenz einer Zunahme des Stickstoff-Anteils zum Innern des Nordwestdeutschen Beckens. Da mit der Zunahme des Stickstoff-Anteils in den Erdgasen auch eine Anreicherung des schwereren Kohlenstoffisotops  $^{13}\text{C}$  im Methan verknüpft ist, sind Zusammenhänge mit der Inkohlung, d. h. mit der Versenkungstiefe der Schichten, und der frühzeitigen Abdichtung durch das Rotliegend-Salinar nicht von der Hand zu weisen (Abb. 5). Daß der Stickstoff allein auf die Umwandlung der Kohle zurückgeht, erscheint bei dem geringen primären Stickstoffgehalt der Kohle zu nur etwa 1% sehr fraglich. Eher kämen schon Amino-Verbindungen, z. B. Aminosäuren in den viel mächtigeren, aber noch wesentlich stickstoffärme-ren tonigen Gesteinen des Karbons in Frage. In Anbetracht der großen Verbrei-tung stickstoffführender Erdgase liegt jedoch die Annahme näher, daß die Kom-paktion der tonigen Ablagerungen des Karbons mit wachsender Überlagerung zu einer Abgabe des mit Luftstickstoff beladenen Porenwassers geführt hat (vgl. u. a. BARABANOW & DISLER 1968). Beim Aufstieg der Porenwässer trennte sich der Stickstoff infolge Druckentlastung vom Wasser und speicherte sich in den Rot-liegendsanden, die frühzeitig von salinaren Ablagerungen abgedichtet waren.

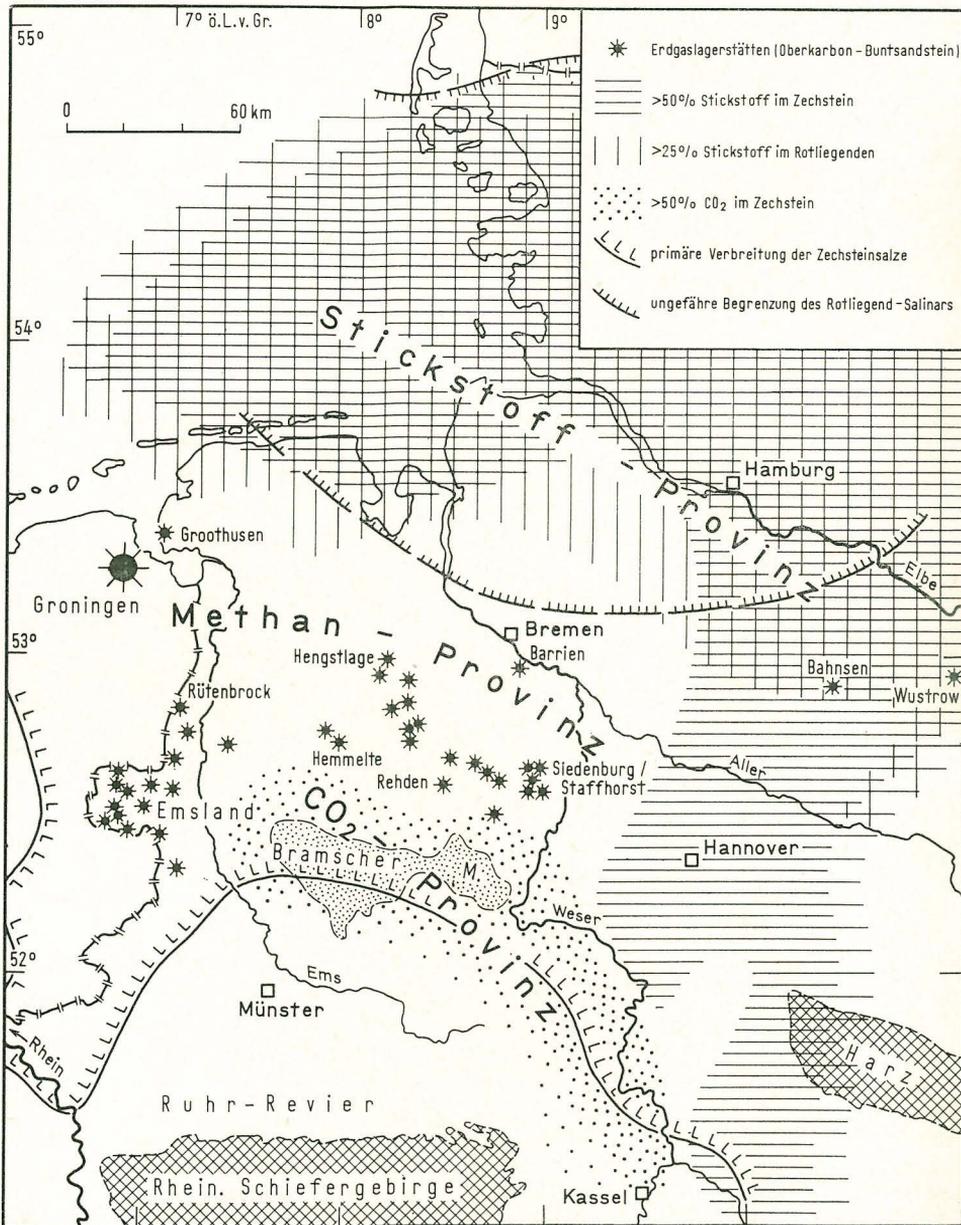


Abb. 5. Die Erdgas-Lagerstätten und -Provinzen in Nordwestdeutschland

**Bemerkungen zur Genese von Kondensaten**

Noch ein Wort zur Entstehung der Kondensate in den Lagerstätten des Emslandes. Die Kohle — vor allem der Exinit — enthält auch aliphatische Strukturanteile, wie u. a. die Ultrarotspektroskopie bewiesen hat (OELERT & HEMMER 1970,

S. 87, daselbst weitere Literatur). Und diese Aliphate geben bei der Erhitzung gering inkohlter Steinkohlen (bis zum Fettkohlen-Stadium) neben Methan auch Höhere Kohlenwasserstoffe ab. Die abgegebenen Mengen an Höheren Kohlenwasserstoffen werden mit zunehmendem Inkohlungsgrad immer kleiner. Damit im Zusammenhang steht die Erfahrung, daß wirtschaftlich wichtige Erdöl-Lagerstätten in der Regel nur bis zu einem Inkohlungsstadium von etwa 32% Flüchtigen Bestandteilen zu erwarten sind. Jedoch enthalten auch die Gase, die erst im Fettkohlen-Stadium der Kohle frei werden, oft noch einen geringen Anteil an Höheren Kohlenwasserstoffen. Deshalb ist die Entstehung von Kondensat-Vorkommen auch noch bei diesem Inkohlungsstadium möglich. Derartige Vorkommen sind in der Nordsee und im Emsland nachgewiesen worden. Dabei muß allerdings die Frage offengelassen werden, wie weit das Öl bzw. das Kondensat aus der Kohle selbst und wie weit es aus feinverteilten organischen (kohligen und vor allem bituminösen) Substanzen toniger Nebengesteine der Flöze stammt. Schließlich ist auch eine autochthone Bildung von Kondensaten und Erdölen in den Carbonaten des Zechsteins, speziell im Hauptdolomit (Stinkkalk), in Betracht zu ziehen.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.

## 5. Die Fossilien und Kaolin-Kohlen-tonsteine

### a) Megafauna

Von EVA PAPROTH\*

Mit 2 Abbildungen

Die silesische Schichtenfolge des Aachener und des Niederrheinisch-Westfälischen Kohlenbeckens ist in den südlichen Randgebieten des weiträumigen nordwesteuropäischen, paralischen Kohlenbeckens entstanden. Ihre marine und nicht-marine Fauna hält sich ganz im Rahmen der gleichaltrigen, aus den Niederlanden, Belgien, Nordfrankreich und Großbritannien beschriebenen. Die zahlreichsten und stratigraphisch wichtigsten Formen der Megafauna sind stenohaline marine Tiere und genuine bis euryhalin-limnische Brackwassertiere gewesen.

In den Cyclothem des Steinkohlegebirges wechselt die Fazies im Extrem zwischen marinem und limnischem Milieu; die Fossilien kommen in der ihrer (Salinitäts-)Fazies entsprechenden Lage innerhalb der Cyclotheme vor. Bestimmte Fossilien sind also in bestimmten Teilen der Cyclotheme angereichert. Solche fossilreichen Lagen werden als Fossil-„Horizonte“ oder -„Niveaus“ bezeichnet.

Die meistens kurzen, mit Fossilien belegten Entwicklungsabschnitte innerhalb eines Cyclothem werden Biophasen genannt; man kann unterscheiden (vgl. RABITZ 1966 b, S. 260 ff.):

- A stenohaline marine Fauna mit Goniatiten
  - A 1 marine Fauna mit Gastrioceraten
  - A 2 marine Fauna mit *Anthracoceras* und *Dimorphoceras*
- B stenohaline Fauna ohne Goniatiten
- C marine Fauna von *Lingula*, mit seltenen Nuculiden
- D brackische Fauna mit *Planolites ophthalmoides*
- E brackische Fauna mit nicht-marinen Muscheln
  - E 1 genuine Brackwasser-Muscheln (*Curvirimula*, *Naiadites*, *Anthraconaia*, *Anthraconauta*?)
  - E 2 euryhalin-limnische Brackwasser-Muscheln (*Carbonicola*, *Anthracosia*, *Anthracosphaerium*)

Sicher rein limnische Faunenelemente sind aus dem Steinkohlegebirge (oberes Namur, Westfal A bis C) nicht bekannt. Sie sind, anscheinend selten, im Westfal D und jüngeren Schichten im tieferen Untergrund Nordwestdeutschlands vorhanden (vgl. SCHUSTER 1968, S. 450 f.).

Das Gedeihen der Megafauna hing anscheinend in erster Linie vom Meerwasser-Zutritt und von der Wasser- und Bodenbelüftung ab. Nur während begrenzter Zeiten — in denen sich die marinen Horizonte bilden konnten — war die Ver-

\* Anschrift der Autorin: Dr. E. PAPROTH, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 415 Krefeld, De-Greif-Str. 195

bindung zum offenen Meer verhältnismäßig frei. Offenbar infolge der geringen Sauerstoffversorgung des Wassers zeichnen sich auch zu diesen Zeiten die Megafaunen im niederrheinisch-westfälischen Raum durch geringere Entwicklung gegenüber den näher am Meer gelegenen Vorkommen Großbritanniens und den besser belüfteten Gewässern in den heutigen Niederlanden, Belgien und Nordfrankreich aus. In Westfalen ist die Megafauna ärmer an Arten; anspruchsvollere marine Benthonten (Crinoiden, Productoiden, Spiriferiden, Gastropoden) fehlen oder sind kleinwüchsig und selten; die nicht-marinen Muscheln sind formärmer und kleiner gewachsen. Im Aachener Revier kommen im Namur Productoiden und Crinoiden-Reste nicht selten vor, in gleichaltrigen Schichten Westfalens scheinen sie zu fehlen; die Namur-Fauna Westfalens besteht fast ausschließlich aus Nektonten und Pseudoplanktonen, wie Cephalopoden, kleinen Myaliniden und Pterinopectiniden. Auch im Westfal A und älteren Westfal B ist die Megafauna des Aachener Gebietes (jüngere Faunen sind dort unbekannt) — zeitweise auch des links-niederrheinischen Raumes — reicher: Arthropoden und Fischreste sind bei Aachen häufiger als in gleichaltrigen Schichten Westfalens. Das Reicherwerden der Megafauna im Namur und Westfal A — im Namur verbunden mit einer Zunahme des Kalkgehaltes — von Westfalen in westlicher Richtung bis in die belgischen Kohlenfelder ist lange bekannt.

Der stratigraphisch wichtigste Bestandteil der Megafauna im paratisch entwickelten deutschen Silesium sind die marinen Cephalopoden und die nicht-marinen Muscheln. Beide sind auch die häufigsten Megafossilien.

Die Fossilien sind im marin entwickelten Namur, ebenso wie in der marinen Kulm-Fazies des Dinantiums, nicht gleichmäßig im Gestein verteilt, sondern in Lagen angereichert. In den mächtigen Sedimenten des rechtsrheinischen flözleeren Namurs liegen solche Fossilagen oder -horizonte gewöhnlich mehr als 10 m im Profil auseinander. Ihre Seltenheit und die schlechten Aufschlüsse erklären die Tatsache, daß noch nicht alle der aus England bekannten Goniatiten-Zonen auch in Deutschland nachgewiesen sind (Abb. 1).

Die Silesium-Folge beginnt im ältesten Namur mit den E-Stufen, dem Pendleium und dem Arnsbergium, die in mehreren Profilen am Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges vollständig bekannt sind (HORN 1960). Im Aachener Revier liegt eine Schichtlücke an der Dinantium/Namurium-Grenze: Schichten des Namurs E 2 überlagern Viséum-Kalk (V 2—V 3a?).

Die H-Stufen (Chokierium und Alportium) sind im unteren Teil vollständiger als im oberen bekannt. Infolge der seit dem oberen Silesium anhaltenden Festlandzeit des Steinkohlengebietes sind Aufschlüsse selten.

In den R-Stufen (Kinderscoutium und Marsdenium) liegen die Goniatiten-Horizonte vereinzelt in der mehr als 1000 m mächtigen Serie.

Die Grenze zwischen der R-Stufe und der G-Stufe liegt im Ruhrgebiet über dem marinen Hinnebecke-Horizont und unter dem marinen Hauptflöz-Horizont; denn *Donetoceras sigma*, der jüngste Goniatit der R2-Stufe, kommt im marinen Horizont über Flöz Hinnebecke vor, *Gastrioceras cancellatum* im marinen Hauptflöz-Horizont. Nach der Tradition, die Untergrenze einer stratigraphischen Einheit an das erste Auftreten der bezeichnenden Fossilgruppe zu legen, liegt die Untergrenze des Yeodoniums (der G1-Stufe) in den Sprockhöveler Schichten des Namurs C, an der Basis des Hauptflöz-Horizontes.

*Gastrioceras cumbriense* und *G. crenulatum* kommen im marinen Schieferbank-Horizont vor, der etwa dem *G. cumbriense*-Horizont Englands entspricht.

Die häufigsten Begleiter der Goniatiten sind Muscheln, Pectinide, *Caneyella* und *Posidoniella*; die nach den Goniatiten häufigsten marinen Fossilien sind Linguli-

Aachen			Westfalen
<i>Agastrioceras subcrenatum</i>	Westfal A	G 1	<i>Agastrioceras subcrenatum</i>
<i>Gastrioceras cancellatum</i>	Namur C		<i>Gastrioceras cancellatum</i> , <i>Agastrioceras carinatum</i>
<i>Reticuloceras superbilingue</i> <i>Homoceratoides fortelirifer</i>	Namur B	c	<i>Reticuloceras superbilingue</i> , <i>Donetzoceras sigma</i> , <i>Gastrioceras lineatum</i>
<i>Reticuloceras metabilingue</i>		R 2 b	<i>Reticuloceras metabilingue</i>
<i>Reticuloceras bilingue</i> , <i>R. wrighti</i> <i>Hudsonoceras ornatum</i>		a	<i>Reticuloceras bilingue</i>
Gedauer Konglomerat		c	<i>Reticuloceras gracile</i>
<i>Reticuloceras reticulatum</i> <i>Reticuloceras paucicrenulatum</i> <i>Reticuloceras todmordenense</i> <i>Reticuloceras circumplicatile</i> , <i>Homoceratoides varicatus</i>		R 1	<i>Reticuloceras reticulatum</i>
<i>Homoceras henkei</i> , <i>H. moorei</i> , <i>Reticuloceras pulchellum</i> , <i>R. umbilicatum</i>	Namur A	a	<i>Homoceras henkei</i> , <i>Reticuloceras compressum</i>
<i>Homoceras aff. magistrorum</i>		H 2	<i>Homoceras magistrorum</i>
<i>Hudsonoceras proteum</i> , <i>Homoceras smithii</i>	Namur A	b	<i>Hudsonoceras proteum</i> , <i>Homoceras smithii</i>
Burgholzer Konglomerat		H 1 a	<i>Homoceras beyrichianum</i> , <i>H. diadema</i>
<i>Homoceras subglobosum</i>		a	<i>Homoceras subglobosum</i>
<i>Nuculoceras nuculum</i>	Namur A	c	<i>Nuculoceras nuculum</i>
<i>Eumorphoceras bisulcatum</i>		E 2 b	<i>Cravenoceratoides nititoides</i> , <i>Ct. stellarum</i> , <i>Cravenoceras holmesi</i>
		a	<i>Eumorphoceras bisulcatum</i> , <i>Cravenoceras cowlingense</i>
Schichtlücke	Visé	c	<i>Cravenoceras malhamense</i>
		E 1 b	<i>Eumorphoceras pseudobilingue</i>
		a	<i>Cravenoceras leion</i> , <i>Eumorphoceras (Edmooceras) tornquisti</i>
	Visé	Go γ	<i>Goniatites granosus</i>

Abb. 1. Die vorkommenden Leit-Goniatiten und ihre stratigraphische Position im Namurium

den. Nicht sehr selten sind Chonetoiden, während Productoiden auf ganz wenige marine Horizonte beschränkt sind. Spiriferiden sind aus dem deutschen Silesium bisher unbekannt.



## b) Mikrofauna

VON WOLFGANG KNAUFF\*

Im produktiven Oberkarbon finden sich in den Ablagerungen über bzw. unter den Flözen Mikrofossilien aus folgenden Gruppen:

- |                  |                     |
|------------------|---------------------|
| 1. Foraminiferen | 5. Lamellibranchier |
| 2. Ostracoden    | 6. Goniatiten       |
| 3. Conodonten    | 7. Polychaeten      |
| 4. Brachiopoden  | 8. Fischzähne       |

Ihre Häufigkeit wechselt. Treten Reste gelegentlich häufiger auf (Foraminiferen), so gehören sie nur wenigen Arten an oder die betreffende Mikrofauna ist monotypisch. Der Erhaltungszustand ist immer dürftig. Meist handelt es sich um Steinkerne, die aus Sandkörnern verkittet sind oder als Pyrit oder Eisenspat vorliegen. Die Exemplare der oben unter Nr. 4—6 genannten Gruppen werden als „Kleinformen“ bezeichnet, wobei es wegen des schlechten Erhaltungszustandes meist offen bleiben muß, ob es sich um echte Kleinformen oder um juvenile Stadien großwüchsiger Arten handelt.

### Foraminiferen

Weitaus am häufigsten sind Ammodiscidae, vertreten durch die Genera *Ammodiscus*, *Glomospira*, *Glomospirella* und *Agathamminoides*. Species-Zuordnungen sind versucht worden (VANGEROW 1964). Sie lassen sich aber bei dem Zustand des Materials oft kaum verifizieren. Weiter kommen Hyperamminidae vor, durch das Genus *Hyperammina* vertreten. Hier sind Species-Zuordnungen noch problematischer. Neben diesen Funden einkammeriger, agglutinierender Foraminiferen sind vereinzelt Reste mehrkammeriger Agglutinantia beschrieben worden: *Lituola?* sp. (FIEBIG 1954), *Reophax* cf. *tumidulus* PLUMMER (KNAUFF 1963), *Textularia* sp., *Haplophragmoides* cf. *ciscoensis* HARLTON (VANGEROW 1964). Alle Foraminiferen weisen auf mehr oder weniger marine Ablagerungsbedingungen hin, *Hyperammina* noch am ausgeprägtesten.

### Ostracoden

Die Ostracoden (Abdrücke, Steinkerne, äußerst selten Schalenreste) werden als glattschalige Formen zum Genus *Carbonita* s. l., mit feinen Grübchen auf den Klappen zu *Whipplella*, mit einem Sulcus vertical zur Schloßlinie zu *Jonesina* und schließlich mit zahlreichen Strukturen auf den Klappen (meist starken Herauswölbungen) zu *Hollinella* gestellt. Arten von *Carbonita* [*C. agnes* (JONES), *C. humilis* (JONES & KIRKBY)] und von *Whipplella* — deren Selbständigkeit nach neueren Untersuchungen fraglich sein soll — [*W. cenisa* KREMP & GREBE, *W. rhenana* (KUMMEROW)] haben in überwiegend limnischem Milieu gelebt (KREMP & GREBE 1955). Die Jonesinen *J. robusta* (KUMMEROW), *J. arcuata arcuata* (BEAN) ULRICH & BASSLER, *J. arcuata cingulata* KREMP & GREBE kennzeichnen überwiegend brakisches Milieu. Die Nachweise von verschiedenen *Hollinella*-Arten durch BLESS et al. (1969) aus dem südlichen Limburg (Holland) stehen für Westdeutschland noch aus. Dieses Genus charakterisiert rein marine Verhältnisse.

\* Anschrift des Autors: Dr. W. KNAUFF, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 415 Krefeld, De-Greiff-Str. 195

### Conodonten

MEISCHNER (1970) hat die meist als abgerollte Bruchstücke vorliegenden Conodontenreste aus dem Silesium als *Gnathodus*- und *Idiognathodus*-Arten beschrieben, wobei das Einsetzen von *I. fiebigi* MEISCHNER die Grenze von Namur C und Westfal A bezeichnet. Auch die Conodonten repräsentieren marine Verhältnisse.

### Brachiopoden, Lamellibranchier, Goniatiten

Für diese drei Tiergruppen fehlen Detailuntersuchungen. Sie treten aber immer dort auf, wo auch reichere marine Makrofaunen günstigere Lebensbedingungen anzeigen.

### Polychaeten

Winzige *Spirorbis*-Gehäuse stellte STRAUCH (1966) zu *S. pusillus* (MARTIN). Sie werden selten in marin beeinflussten Schichten gefunden. Da STRAUCH *S. pusillus* auch im Saarkarbon nachgewiesen hat, diskutiert er eine marine Beeinflussung von Schichten auch dort.

### Fischzähne

Die millimetergroßen Zähne sind kegelförmig oder flach dreieckig gebaut und treten fast immer mit anderen marinen Resten vergesellschaftet auf. Ihre Zugehörigkeit ist im einzelnen noch nicht geklärt.

Die stratigraphische Bedeutung der tierischen Mikrofossilien tritt hinter ihrer faziellen Bedeutung zurück. Eine feinstratigraphische Zuordnung bestimmter Schichtglieder ist bisher erst in eng begrenzten Bereichen, etwa über den Flözen bzw. Flözgruppen Agir oder Katharina oder Schieferbank (Hyperamminen!) möglich. Wenn allerdings die gesamte Schichtenfolge in einer Bohrung durchsunken ist und als Kernprofil vorliegt, dann ist wegen der faziell bedingten typischen Aufeinanderfolge von mikrofaunistischen Vergesellschaftungen eine weitergehende Gliederung im allgemeinen möglich (JESSEN et al. 1967).

Ein Vergleich der Mikrofaunen aus dem flözführenden Oberkarbon in Deutschland mit denen aus England und den USA einerseits und der UdSSR andererseits, ergibt: Die Lebensbedingungen in den flach überspülten Sümpfen und Mooren der Oberkarbonzeit müssen regional recht unterschiedlich gewesen sein. Schon im Ruhrkarbon selbst — und nach Nordwesten (England) und Südwesten (Holland) weiter verfolgbar — werden die Mikrofaunen von Osten nach Westen reicher und sind besser erhalten. Auch aus dem nordamerikanischen Oberkarbon sind reichere Mikrofaunen belegt (HARLTON 1928, IRELAND 1956 u. a. m.). Dasselbe gilt auch für das flözführende Oberkarbon der UdSSR (MOROZOVA 1949 u. a. m.). Sicher können im nordwestdeutschen Oberkarbon durch stärkere tektonische Beanspruchung und, primär, durch rasche Auflösung der dünnen Kalkschälchen Zeugnisse einer ursprünglich stärker gemischten Foraminiferenbesiedlung verlorengegangen sein. Es sei an das gleichzeitige Vorkommen sehr kompliziert gebauter Riesenforaminiferen im marinen Oberkarbon des Tethys-Bereichs erinnert (KAHLER 1942). Da wir außerdem immer wieder Steinkerne oder Abdrücke von kalkigen Ostracodenklappen finden, müssen wir uns fragen, warum hier nicht auch kalkige Foraminiferengehäuse in dieser Art überliefert sind. Es bleibt nur der Schluß einer bestimmten Lebensfeindlichkeit des Milieus.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.

## c) Megafloora

VON KARL-HEINZ JOSTEN\*

Mit 3 Abbildungen

Im Karbon, besonders in der flözführenden Fazies, waren die Bedingungen für die Erhaltung der Pflanzenwelt sehr günstig. Dieser Tatsache verdanken wir heute eine reiche Auswahl der Flora. Damit bekommen die Pflanzen im Karbon als geologische Zeitmarken eine besondere Bedeutung. Das gilt vor allem in den Ablagerungsräumen und Schichtenfolgen, die keine marinen Einschaltungen in entsprechender Fauna enthalten.

Die Pflanzen finden sich hauptsächlich unmittelbar über den Kohlenflözen. Dabei schließen sich in der Regel die Fauna und Flora gegenseitig aus, insbesondere dann, wenn es sich um einen reicheren Fossilhorizont (Fauna oder Flora) handelt.

Wie weit kann man mit Hilfe der Flora das Oberkarbon gliedern? Die Abb. 1 zeigt die vertikale Verbreitung und Häufigkeit der wichtigsten Pflanzenfossilien im Ruhrkarbon (JOSTEN 1962 a). Die Funde aus dem Aachener Revier wurden bei der Zusammenstellung der Tabelle nicht berücksichtigt. Das Florenbild in beiden Gebieten ist jedoch im wesentlichen das gleiche. Nur wenige Arten zeigen hinsichtlich ihrer vertikalen Verbreitung und Häufigkeit ein etwas abweichendes Bild.

Die Abb. 1 zeigt, daß viele Arten eine recht große stratigraphische Verbreitung haben. Zum Teil reichen sie, im Namur beginnend, bis in das Westfal B und C. Das bedeutet, daß man bei paläobotanisch-stratigraphischen Untersuchungen mit den gesamten Pflanzengemeinschaften arbeiten muß. Im allgemeinen lassen sich Abschnitte, wie beispielsweise Obere Bochumer Schichten, Untere Essener Schichten oder Obere Essener Schichten unterscheiden. Dabei werden vor allem das erste Auftreten der Arten, aber auch das letzte Vorkommen und die Häufigkeit berücksichtigt. Natürlich ist in einer Pflanzengemeinschaft der Aussagewert der einzelnen Arten unterschiedlich. In der Abb. 2 ist deshalb eine Auswahl der stratigraphisch wichtigsten Spezies zusammengestellt.

Einzelne Arten sind charakteristisch für bestimmte Flözgruppen, obgleich sie vereinzelt auch noch darüber und darunter angetroffen werden. So kommt beispielsweise *Lonchopteris rugosa* BRONGNIART im Ruhrkarbon besonders in den Mittleren Essener Schichten vor. *Neuropteris semireticulata* JOSTEN (1962 b) ist in den Dorstener Schichten (Unteres Westfal C) verbreitet, besonders oberhalb von Flöz Erda, und *Linopteris neuropteroides* (GUTB.) H. POT. kennzeichnet sehr gut die Schichten oberhalb von Flöz Odin in den Oberen Dorstener Schichten (JOSTEN 1966).

Das Florenbild des Westfals C von Ibbenbüren entspricht weitgehend dem der gleichaltrigen Schichten des Ruhrgebietes. Einige Pflanzenarten zeigen zwar in

\* Anschrift des Autors: Dr. K.-H. JOSTEN, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 415 Krefeld, De-Greiff-Str. 195

Namur C	Westfal A					Westfal B					Westfal C			
	Wittener Sch.		Bochumer Schichten			Essener Schichten			Horster Sch.		Dorstener Sch.			
	Unt.	Ob.	Unt.	Mittl.	Ob.	Unt.	Mittl.	Ob.	Unt.	Ob.	Unt.	Ob.		
Flöz Sarnsbank													Flöz Parsival	Stylocalamites cistif
														Stylocalamites suckowi
														Stylocalamites undulatus
														Diplocalamites carinatus
														Annularia microphylla
														Annularia radialis
														Annularia sphenophylloides
														Asterophyllites charaeformis
														Asterophyllites equisetiformis
														Asterophyllites grandis
														Asterophyllites longifolius
														Sphenophyllum cuneifolium
														Sphenophyllum emarginatum
														Sphenophyllum majus
														Sphenophyllum myriophyllum
														Lepidodendron aculeatum
														Lepidodendron lycopodioides
														Lepidodendron obovatum
														Lepidodendron wortheni
														Lepidophloios laricinus
														Bothrodendron minutifolium
														Ulodendron majus
														Ulodendron minus
														Sigillaria boblayi
														Sigillaria cristata
														Sigillaria elegans
														Sigillaria elongata
														Sigillaria laevigata
														Sigillaria mammillaris
														Sigillaria rugosa
														Sigillaria schlotheimiana

..... vereinzelt

----- selten

----- nicht selten

Abb. 1. Die stratigraphische Verbreitung und Häufigkeit der wichtigsten Pflanzenfossilier

.....	<i>Sigillaria scutellata</i>
.....	<i>Sigillaria tessellata</i>
.....	<i>Palmatopteris furcata</i>
.....	<i>Rhodea subpetiolata</i>
.....	<i>Sphenopteris amoena</i>
.....	<i>Sphenopteris bäumleri</i>
.....	<i>Sphenopteris gracilis</i>
.....	<i>Sphenopteris herbacea</i>
.....	<i>Sphenopteris hoeninghausi</i>
.....	<i>Sphenopteris laurenti</i>
.....	<i>Sphenopteris obtusiloba</i>
.....	<i>Sphenopteris striata</i>
.....	<i>Alloiopteris coralloides</i>
.....	<i>Alloiopteris essinghi</i>
.....	<i>Alloiopteris sternbergi</i>
.....	<i>Mariopteris acuta</i>
.....	<i>Mariopteris daviesi</i>
.....	<i>Mariopteris dertoncourtii</i>
.....	<i>Mariopteris latifolia</i>
.....	<i>Mariopteris muricata</i>
.....	<i>Mariopteris nervosa</i>
.....	<i>Mariopteris sauveuri</i>
.....	<i>Pecopteris miltoni</i>
.....	<i>Pecopteris plumosa</i>
.....	<i>Pecopteris volkmanni</i>
.....	<i>Alethopteris davreuxi</i>
.....	<i>Alethopteris decurrens</i>
.....	<i>Alethopteris grandini</i>
.....	<i>Alethopteris intermedia</i>
.....	<i>Alethopteris lonchitica-serli</i>
.....	<i>Alethopteris valida</i>
.....	<i>Lonchopteris rugosa</i>
.....	<i>Neuropteris attenuata</i>
.....	<i>Neuropteris flabellinervis</i>
.....	<i>Neuropteris grangeri</i>
.....	<i>Neuropteris heterophylla</i>
.....	<i>Neuropteris hollandica</i>
.....	<i>Neuropteris obliqua</i>
.....	<i>Neuropteris parvifolia</i>
.....	<i>Neuropteris schlehani</i>
.....	<i>Neuropteris tenuifolia</i>
.....	<i>Reticulopteris münsteri</i>
.....	<i>Paripteris gigantea</i>
.....	<i>Paripteris pseudogigantea</i>
.....	<i>Paripteris scheuchzeri</i>
.....	<i>Linopteris neuropteroides</i>
.....	<i>Cordaites palmaeformis</i>
.....	<i>Cordaites principalis</i>

244/60

———— ziemlich häufig

===== häufig

===== massenhaft

m Westfal A — C des Ruhr-Kohlenbeckens (nach JOSTEN 1962 a)



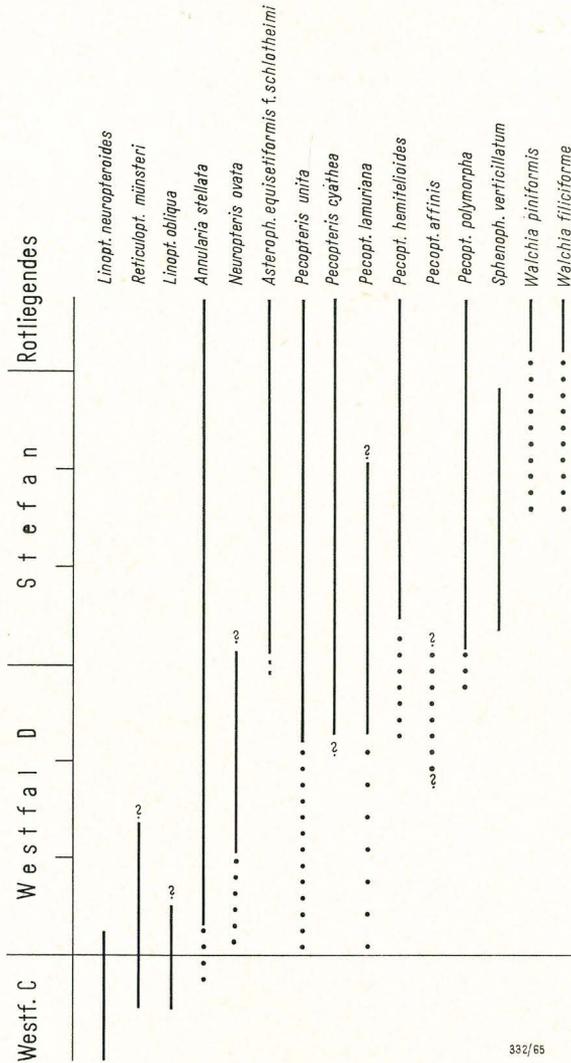


Abb. 3. Stratigraphisch wichtige Pflanzenfossilien im Westfal D und Stefan aus den Tiefbohrungen in Nordwestdeutschland (nach JOSTEN 1966)

332/65

ihrer vertikalen Verbreitung oder Häufigkeit Unterschiede (JOSTEN 1966), doch lassen sich bei Berücksichtigung der gesamten Pflanzengemeinschaften die Schichtengruppen beider Gebiete parallelisieren.

Die jüngsten Schichten des Karbons von Ibbenbüren gehören in das Westfal D. Die Grenze Westfal C/D liegt bei dem Flöz Dickenberg (BÄSSLER, HOYER & JOSTEN 1971, Taf. 1), wo BODE (1953) mehrere Exemplare des Leitfossils *Neuropteris ovata* HOFFMANN gefunden hat.

Am Piesberg bei Osnabrück treten nochmals Schichten des Westfals D zutage. Sie enthalten z. T. eine reiche Flora mit *Annularia stellata* SCHLOTHEIM, *Sphenophyllum emarginatum* BRONGNIART, *Pecopteris crenulata* ZEILLER, *Pecopteris*

*unita* BRONGNIART, *Pecopteris* cf. *candolleana* BRONGNIART, *Neuropteris attenuata* LINDL. & HUTTON, *Neuropteris ovata* HOFFMANN, *Neuropteris scheuchzeri* HOFFMANN und *Reticulopteris münsteri* (EICHW.) GOTHAN. Ausführliche Pflanzenlisten werden von GOTHAN & HAACK (1924) und JOSTEN (1966) angegeben.

Die Flora des Piesberges leitet über zum Stefan, das im tieferen Untergrund von Nordwestdeutschland durch Tiefbohrungen erschlossen wurde (JOSTEN 1966, FABIAN 1971, S. 87ff.). Die Flora dieses jüngsten Karbons ist in erster Linie gekennzeichnet durch den Arten- und Individuenreichtum der Pecopteriden. Im mittleren und besonders im höheren Teil kommt mit den Walchien ein neues und charakteristisches Florenelement hinzu (Abb. 3).

Die Pflanzen, mit denen wir das Oberkarbon gliedern, sind gleichzeitig wichtige Zeitmarken beim großräumigen Vergleich der verschiedenen Kohlenreviere im nordwesteuropäischen Kohlegürtel und außerhalb von Europa.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.

## d) Mikroflora

Von HILDE GREBE\*

Mit 2 Abbildungen

Palynologische Untersuchungen von Bohrungen und Schachtprofilen im Ruhrkohlenbecken<sup>1</sup>, in denen die Dorstener Schichten (Westfal C), Horster Schichten (Oberes Westfal B), Essener Schichten (Unteres Westfal B) und Oberen bis Mittleren Bochumer Schichten (Oberes Westfal A) gut aufgeschlossen waren, haben gezeigt, daß in diesem stratigraphischen Bereich sieben Mikrosporen-Abschnitte unterschieden werden können (Abb. 1).

Die Profile durch die Dorstener Schichten stammen alle aus der Lippe-Mulde; für die Horster und Essener Schichten wurden daneben auch Probenreihen aus dem westlichen und mittleren bis östlichen Revier mitverwertet. Die Proben aus den Bochumer Schichten kommen alle aus Aufschlüssen aus dem östlichen bis mittleren Revier. Bei den untersuchten Proben handelt es sich in den meisten Fällen um Kohle oder unreine Kohle und gelegentlich auch um nicht-marine dunkle Schiefertone. Im ganzen dürften also die ökologischen Bedingungen für die Sporenvergesellschaftungen vergleichbar sein.

Die sieben Mikrosporen-Abschnitte (Abb. 1) sind auf Grund der Häufigkeit bestimmter Sporenspezies oder -genera und des ersten bzw. letzten Auftretens gewisser Sporenspezies definiert worden. In den meisten Fällen lassen sich diese Sporenabschnitte aus dem Ruhrkarbon gut mit den von SMITH & BUTTERWORTH (1967) aus dem Oberkarbon Großbritanniens beschriebenen Spore-Assemblages und gelegentlich auch mit den von LOBOZIAK (1969) aus dem westlichen Teil des nordfranzösischen Kohlenbeckens aufgestellten Sporenzonen vergleichen (Abb. 2).

Der Sporenabschnitt I umfaßt mindestens den Teil der Mittleren Bochumer Schichten von Flöz Hugo bis Flöz Röttgersbank. Die untere Grenze des Sporenabschnittes kann hier nicht festgelegt werden, weil infolge zu hoher Inkohlung des organischen Anteils bisher keine der Proben aus Kohlen und Schiefer-tonen unter Flöz Röttgersbank eine verwertbare Sporenausbeute erbracht hat.

Die Sporengesellschaften dieses Abschnittes sind vor allem durch die Anwesenheit der Mikrosporenspezies *Radiizonates aligerens* (KNOX) STAPL. & JANS. und *Schulzospora rara* KOSANKE charakterisiert. Daneben werden gelegentlich einzelne Exemplare von *Bellisporites nitidus* (HORST) SULLIV. gefunden, die in keinem der jüngeren Abschnitte beobachtet werden konnten. Im ganzen läßt sich die Sporenführung dieses Sporenabschnittes recht gut mit der der *Radiizonates-aligerens*-Assemblages (VI) von SMITH & BUTTERWORTH (1967) aus den Lower Coal Measures in Großbritannien vergleichen.

\* Anschrift der Autorin: Dr. H. GREBE, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 415 Krefeld, De-Greiff-Str. 195

<sup>1</sup> Die tiefen Schichten des Ruhrkohlenbeckens, ebenso die von Ibbenbüren und vom Piesberg, wurden bei den vorliegenden Untersuchungen wegen der zu hohen Inkohlung nicht berücksichtigt.

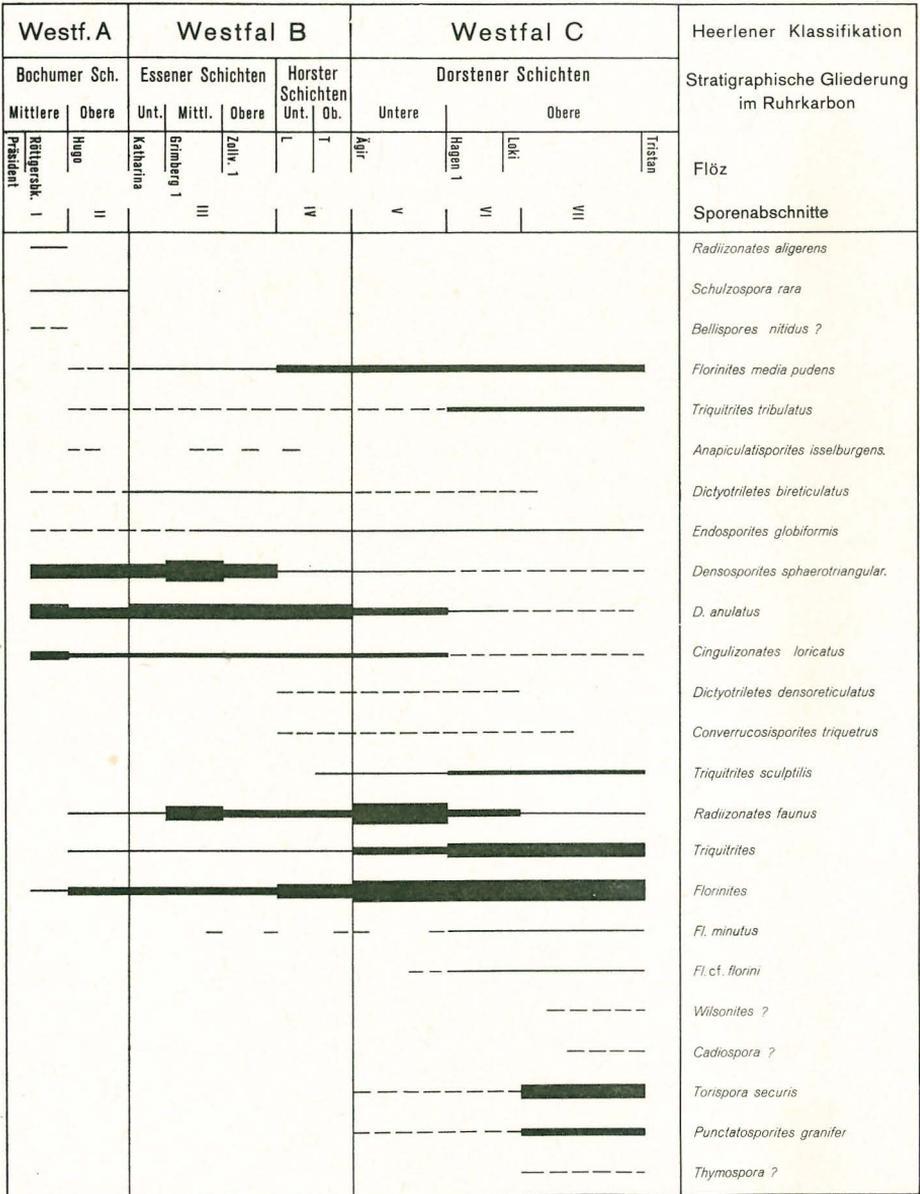


Abb. 1. Die Verbreitung stratigraphisch wichtiger Sporenformen im Ruhrkarbon

Zwischen den Flözen Hugo und Mathilde 1 beginnt der Sporenabschnitt II. Seine Sporengesellschaften zeichnen sich durch das Fehlen von *Radizonates aligerens*, die Anwesenheit von *Sch. rara* und den Beginn der Sporenspezies *Florinites mediapudens* (LOOSE) POT. & KREMP, *Triquitrites tribullatus* (IBR.) POT. & KREMP und *Anapiculatisporites isselburgensis* POT. & KREMP aus. Es sind Parallelen zu den Sporenassoziationen der *Sch. rara*-Assemblages (VII) von

Westfal A		Westfal B		Westfal C		Heerleiner Klassifikation
Wittener Schichten	Bochumer Sch.	Essener Sch.	Horster Schichten	Dorstener Schichten		Stratigraphische Gliederung im Ruhrkarbon
I	II	III	IV	V	VI	Sporenabschnitte im Ruhrkarbon
			?	?	VII	
Lower Coal Measures		Middle Coal Measures		Upper Coal Measures		Lithologische Gliederung in Großbritannien
V	<i>D. anulatus</i>	VIII	<i>Dictyotriletes bireticulatus</i>	IX	<i>Vestispora magna</i>	Spore-Assemblages nach SMITH & BUTTERWORTH 1967
VI	<i>Radiizonates aligerens</i>					
VII	<i>Schulzosp. rara</i>					
A. de Flines		Assise D' Anzin		Assise de Bruay		Stratigraphische Gliederung im Nordfranzösischen Kohlenbecken
Faisceau d' Olympe	Faisceau de Madeste	Faisceau de Meunier de Poilleuse	Faisceau de Six - Sillon	F	F d' Ernest	Sporenzonen nach LOBOZIAK 1969
N	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>		

Abb. 2. Vergleich der Sporenabschnitte im Ruhrkarbon mit denen aus Großbritannien und Nordfrankreich

SMITH & BUTTERWORTH aus den Lower Coal Measures von Großbritannien zu beobachten.

Zwischen den Flözen Anna und Katharina, also nahe der Westfal-A/B-Grenze, fängt eine neue Sporenvergesellschaftung an, die hier als Sporenabschnitt III bezeichnet wird. Kennzeichnend für die Sporengesellschaften dieses Abschnittes ist vor allem das relativ häufige und regelmäßige Auftreten der Sporenspezies *Dictyotriletes bireticulatus* (IBR.) POT. & KREMP. *Endosporites globiformis* (IBR.) S. W. & B. erscheint hier, wie in den folgenden jüngeren Schichten, regelmäßig. *Densosporites sphaerotriangularis* ist noch sehr häufig. Der Sporenabschnitt umfaßt die gesamten Essener Schichten (Unteres Westfal B) und stimmt recht gut mit der *Dictyotriletes-bireticulatus*-Assemblage (VIII) von SMITH & BUTTERWORTH aus den unteren Middle Coal Measures Großbritanniens überein.

Die Sporengesellschaften der Horster Schichten (Oberes Westfal B) des Sporenabschnittes IV nehmen eine Zwischenstellung zwischen denen des vorangehenden Sporenabschnittes III und denen des folgenden Sporenabschnittes V ein. *Dictyotriletes bireticulatus* ist nicht mehr so regelmäßig wie in Abschnitt III, aber regelmäßiger als in Abschnitt V. *Densosporites sphaerotriangularis* ist seltener als in Abschnitt III, aber wesentlich häufiger als in Abschnitt V. *Densosporites anulatus* (LOOSE) SMITH & BUTTERWORTH ist noch ziemlich zahlreich vertreten. Bei den Flözen M und N treten die Sporenspezies *Dictyotriletes densoreticulatus* POT. & KREMP und *Converrucosisporites triquetrus* POT. & KREMP erstmalig auf. Ab Flöz T (Beginn der Oberen Horster Schichten) erscheint *Triquitrites sculptilis* BALME regelmäßig. Bis Flöz T lassen sich die Sporengesellschaften noch mit denen der *Dictyotriletes-bireticulatus*-Assemblage von SMITH & BUTTERWORTH vergleichen. Die über Flöz T gefundenen Sporengesellschaften zeigen in mancher Hinsicht Ähnlichkeit mit denen der *Vestispora-magna*-Assemblage (IX) der genannten Autoren aus den oberen Middle Coal Measures in Großbritannien. Die Verbreitung der Charakterspezies dieser Assemblage, *Vestispora magna* (BUTT. & WILL.) SPODE im Ruhrkarbon ist noch zu wenig bekannt, um hier zum Vergleich mit herangezogen zu werden.

Der Sporenabschnitt V beginnt über Flöz Agir und endet nahe der oberen Grenze der Unteren Dorstener Schichten etwa bei Flöz Hagen 1. Er ist gekennzeichnet durch das Maximum der Verbreitung der *Radiizonates faunus* (IBR.) SMITH & BUTTERWORTH für die untersuchte Folge, den Beginn eines deutlichen Anstieges in der Häufigkeit für die Sporengattung *Triquitrites* und den Beginn des *Florinites*-Maximums.

Sporenabschnitt VI, der von Flöz Hagen 1 bis Flöz Loki oder Midgard reicht, ist charakterisiert durch den Anfang des *T. sculptilis*-Maximums, das relativ regelmäßige Auftreten der *Florinites*-Spezies *minutus* BHARDW. und cf. *florini* IMGR. und das sehr sporadische Vorkommen von Formen der Sporengenera *Wilsonites* und *Cadiospora*, die in den älteren Abschnitten nie beobachtet wurden. In Proben aus diesem sowie dem vorher beschriebenen Sporenabschnitt (V) werden immer wieder Exemplare der *Vestispora magna* beobachtet. In diesem Merkmal zeigen die beiden Sporenabschnitte große Ähnlichkeit mit der *Vestispora-magna*-Assemblage von SMITH & BUTTERWORTH.

Der obere Teil der Dorstener Schichten über Flöz Loki kann als neuer und letzter Sporenabschnitt herausgestellt werden. Kennzeichnend für diesen Sporenabschnitt VII sind: die Anwesenheit der Sporenspezies *Torispora securis* BALME und *Punctatosporites granifer* POT. & KREMP mit im Durchschnitt über 50%, das seltene Auftreten von Formen der Genera *Densosporites* und *Cingulizonates* und der Rückgang der sonst in den Dorstener Schichten sehr verbreiteten *Radiizonates faunus*. Über Flöz Midgard finden sich gelegentlich einzelne, oft fragliche Exemplare der Gattung *Thymospora*, die ihre maximale Verbreitung dann im Westfal D erreicht. Das regelmäßige und relativ häufige Vorkommen von *T. securis* erlaubt es, diesen Sporenabschnitt VII mit der *Torispora-securis*-Assemblage von SMITH & BUTTERWORTH in dem unteren Teil der Upper Coal Measures von Großbritannien und der Zone W 4 (untere Grenze zwischen Tonsteinen Maurice und Maxence) von LOBOZIAK (1969) im westlichen Teil des nordfranzösischen Kohlenbeckens gleichzusetzen.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.

## e) Kaolin-Kohlentonsteine

Von KURT BURGER, GERHARD STADLER und MONIKA WOLF\*

Mit 1 Abbildung

Die ersten Kaolin-Kohlentonstein-Funde (= Tonsteine) im Ruhrkarbon erfolgten bereits im Jahre 1920. Seitdem wurden zahlreiche weitere Tonsteine erkannt, die sich zum Großteil als verlässliche und wichtige stratigraphische Marken erwiesen haben (BURGER 1962, 1963 a und b, 1967, BURGER & RABITZ 1967, HARTLIEB 1962, SCHÖNE-WARNEFELD 1967). Diese Leitschichten sind insbesondere den Bochumer, Essener, Horster und Dorstener Schichten eingelagert. Im nordrhein-westfälischen Karbon treten Tonstein-Horizonte besonders in den Abschnitten häufig auf, in denen marine Horizonte seltener werden. Einzelne Tonsteinlagen haben eine weite Verbreitung; genannt seien hier besonders der Karl-Tonstein, der Tonstein im Flöz Zollverein 8 sowie der Erda-Tonstein und die Hagen-Tonsteine. Diese zwei Eigenschaften — Auftreten in Schichtenabschnitten ohne gute marine Leithorizonte und weite Verbreitung — haben die Tonsteine zu Leithorizonten erster Ordnung gemacht.

Die Tatsache, daß die gleichen Tonsteine auch im Aachener Kohlenrevier (HERBST, KOERNER & STADLER 1962) oder im Karbon von Ibbenbüren auftreten, zeigt, wie horizontbeständig diese eigentümlichen Lagen sind. Einzelne Tonsteinlagen lassen sich über den gesamten paralischen Kohlengürtel hinweg verfolgen und mit in Nordrhein-Westfalen auftretenden Tonsteinen parallelisieren (KIMPE 1967, WOLF im Druck).

Zahlreiche Bearbeiter haben sich bisher mit Fragen der Verbreitung, Petrographie und Genese der Tonsteine im Karbon von Nordrhein-Westfalen beschäftigt. Eine zusammenfassende Charakteristik der im Ruhrkarbon auftretenden Tonsteine haben zuletzt BURGER, ECKARDT & STADLER (1962) gegeben. Verschiedene Meinungen bestehen über die Herkunft des Ausgangsmaterials dieser Kaolinschichten. Es stehen sich die Auffassung einer Ableitung von vulkanischen Gesteinen und die rein sedimentärer Entstehung gegenüber. Die unterschiedliche Ausbildung der Tonsteine läßt darauf schließen, daß die eine wie die andere genetische Deutung ihre Berechtigung haben kann.

Eine Übersicht über die bisher bekannten Tonsteine des Ruhr-, Aachener und Ibbenbürener Karbons gibt Abb. 1, in die auch die wichtigsten Kennzeichen der einzelnen Tonsteinlagen aufgenommen wurden.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.

\* Anschrift der Autoren: Vermessungsobersteiger K. BURGER, 43 Essen, Bergbau-AG Essen, Schließfach 6641; Dr. G. STADLER und Dr. M. WOLF, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 415 Krefeld, De-Greif-Str. 195



		Kaolin - Kohleentonsteine im Ruhrgebiet (und Ibbenbüren)										
Stratigraphische Gliederung		Stratigraphisch wichtigste Flöze und Faunenhorizonte	Tonsteinhorizont	Vorherrschende Ausbildung (Typ)	Typische Accessorien (in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit)	Mächtigkeit (in mm)	Kaolin - Kohleentonsteine Aachen					
3000m	<b>Westfal C</b>	Dorstener Schichten	Rübezahl									
			Parsival									
			Obere	Loki								
				Iduna								
				Hagen	→ Hagen 1 (Ibb.) → Hagen 2	Di.T. Di.T.	Qu, S, P, A Qu, Mo, S, P	100 - 150 50 - 80				
				Erda	→ Erda (Ibb.)	Di.T. mit Ka.-Krist.	Qu, P	100 - 200				
				Baldur	→ Baldur	Kr.+Gr.T.	Qu, P	1 - 10				
			2000	<b>Westfal B</b>	Horster Schichten	Ägir	→ Z1 (Ibb.)	Di.T.	Qu, S, P	60 - 80		
						Obere	W	→ W1	Gr.T.mit Gl.-Ps.	Qu, P		
							T (Bismarck)					
Untere	P	→ P2 → P4 (? Ibb.)				Gr.T.mit Ka.-Krist. Kr.T.mit Gl.-Ps.	Qu, A, P Qu, A	1 - 10 2 - 10				
	O	→ O1				Gr.T.mit Ka.-Krist. und Gl.-Ps.	A, Qu, Z	2 - 5				
	Domina - Niveau											
Essener Schichten	Essener Schichten	Horster Schichten				Obere	H	→ H1	Gr.T. mit Gl.-Ps. u Ka.-Krist.	Cr, A, D	5 - 10	
							A	Zollv. 2 oberster	Gr.T.mit Gl.-Ps. u Ka.-Krist.	A, Qu, P, D	3 - 5	
						oberer		Kr.+Gr.T.mit Gl.-Ps.	Qu, A, P, Si, D	10 - 20		
						unterer		Gr.T.mit Ka.-Krist.	Qu, A, P, Si, D	10 - 40		
			Mittl.	Zollv. 3 oberster	Gr.T.mit Ka.-Krist.u.Gl.-Ps.	Qu, P	5 - 15					
				oberer	Gr.T.mit Ka.-Krist.u.Gl.-Ps.	Qu, A	5 - 10					
				unterer	Gr.T.mit Ka.-Krist.u.Gl.-Ps.	Qu, A, P	5 - 12					
			Untere	Zollverein	→ Zollv. 6 → Zollv. 8	Gr.T. Gr.+ Kr.+Ps.T.	A, Cr, D A, Qu, Cr, Mu, P, Si, D	5 - 10 10 - 30	→ Flöz 12 × → Flöz 9 → Flöz 7			
				Grimberg 1								
				Laura 1 Viktoria 2 3	→ Laura 3 oberer → Laura 3 unterer	Kr.+ Gr.T.mit Gl.-Ps. Gr.+ Kr.T.mit Gl.-Ps.	A, Cr A, Cr, Qu, D	5 - 10 5 - 15	→ Flöz 3			



## 6. Die paläogeographische Entwicklung des Oberkarbons

VON HANS-ADOLF HEDEMANN UND ROLF TEICHMÜLLER\*

Mit 6 Abbildungen und 2 Tabellen

### Übersicht

Mächtiges Oberkarbon ist in West- und Nordwestdeutschland in zwei großen Becken beiderseits des nordvergenten Rhenoherynikums abgelagert worden (Abb. 1). In diesem Beitrag wird die Entwicklung des Oberkarbons im Norden des Rhenoherynikums zu umreißen versucht. Die paläogeographischen Verhältnisse dieses Zeitabschnittes sind in den letzten Jahren im nördlichen und nordwestlichen Teil Mitteleuropas durch Aufschlüsse bei der Erdgas- und Erdölsuche einigermaßen geklärt worden, nicht zuletzt im Bereich der Nordsee. Diese Exploration ist aber noch nicht abgeschlossen. Die folgende kurze Darstellung gibt den Stand der Kenntnisse von Anfang 1970 wieder<sup>1</sup>.

Es zeichnet sich jetzt ein weites fast ungefaltetes „Vorlandbecken“ des Variscikums mit einer angefalteten Saumsenke nahe dem Südrand ab. Dieses riesige Becken läßt sich von Pommern über Nordwestdeutschland, die Niederlande und die Nordsee bis nach Nordengland und Schottland verfolgen. Unser Beitrag versucht, das paläogeographische Bild der einzelnen Stufen des Oberkarbons im nordwestdeutschen Teil des Beckens zu skizzieren:

### Namur

Nördlich des tiefen Dinant-Troges, der als „Kulm-Senke“ im Oberharz und im östlichen Teil des Rheinischen Schiefergebirges nachgewiesen ist, liegt ein Raum großer Namur-Mächtigkeit (Abb. 2). Die Bohrungen Isselburg 3 und Münsterland 1 durchteuften ca. 2000 m, Vermold 1 sogar über 3000 m Namur. Auch in der Bohrung Bielefeld 1 dürfte das gesamte Namur ähnlich mächtig sein, denn hier sind nach FABIAN (1971) allein das mittlere und das untere Namur C (mariner Horizont über Hauptflöz bis Basis Grenzsandstein) 843 m mächtig. Die Aufschlüsse an der Ersatzbundesstraße 51 (EB 51) südlich Bochum lassen nach FIEBIG (1970) ebenfalls auf eine Mächtigkeit des gesamten Namurs von fast 3000 m schließen. Auch die ausgeprägte Schieferung im tieferen Namur im Raum Belecke dürfte auf eine große Mächtigkeit des Namurs zur Zeit der Faltung deuten.

\* Anschrift der Autoren: Dr. H.-A. HEDEMANN, Deutsche Texaco AG, 2 Hamburg 13, Mittelweg 180; Dr. phil. habil. R. TEICHMÜLLER, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 415 Krefeld, De-Greiff-Str. 195

<sup>1</sup> Der überwiegende Teil der hier von den Bohrungen mitgeteilten Daten wurde bereits publiziert. Für die Erlaubnis, darüber hinausgehende Angaben verwenden zu dürfen, danken die Verfasser den in der Bundesrepublik Deutschland tätigen Erdölgesellschaften und den Gesellschaften des Deutschen Nordsee-Konsortiums.

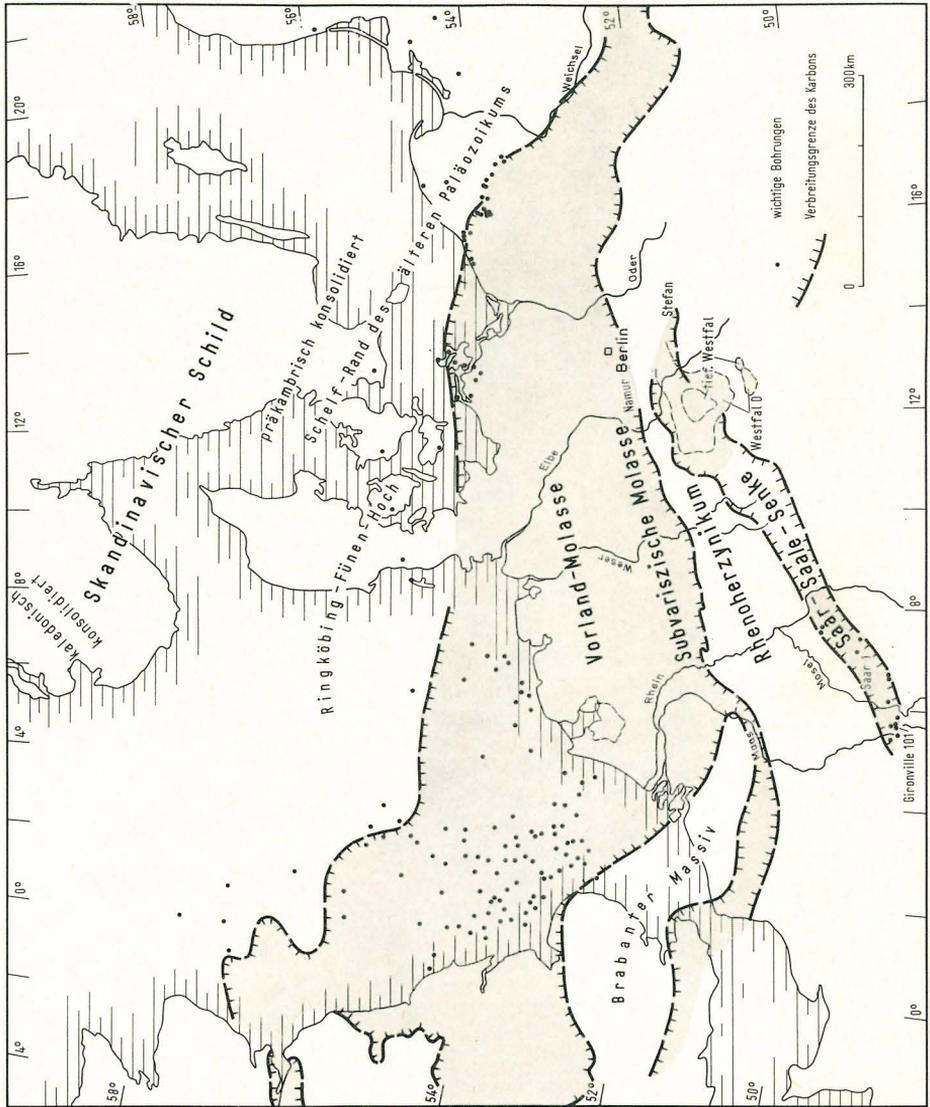


Abb. 1. Das Oberkarbon in Mitteleuropa. Die Bohrungen und Oberkarbonengrenzen in der Nordsee sind aus HARK & SCHÖNEICH (1969) übernommen; nicht alle dieser Bohrungen dürften aber das Liegende des Perms erreicht haben. Weiterhin wurden dieser Abbildung zugrunde gelegt die Arbeiten von DABER, KATZUNG & PFEIFFER (1968), HERVOUET (1966), KOREJWO (1969)

Nördlich des Harzes wird der Südrand der Namur-Senke durch fossilbelegtes höheres Kulm (III gamma) unmittelbar unter Perm in der Bohrung Hahndorf Z 1 (MALZAHN 1970) 5 km nördlich Goslar markiert.

Östlich der Weser ist das Namur von Bohrungen bisher nur angeritzt worden. Isopachen können hier deshalb noch nicht gezogen werden. Da nach einer freundlichen Mitteilung von Dr. FIEBIG die Goniatiten-Horizonte an der Grenze Namur

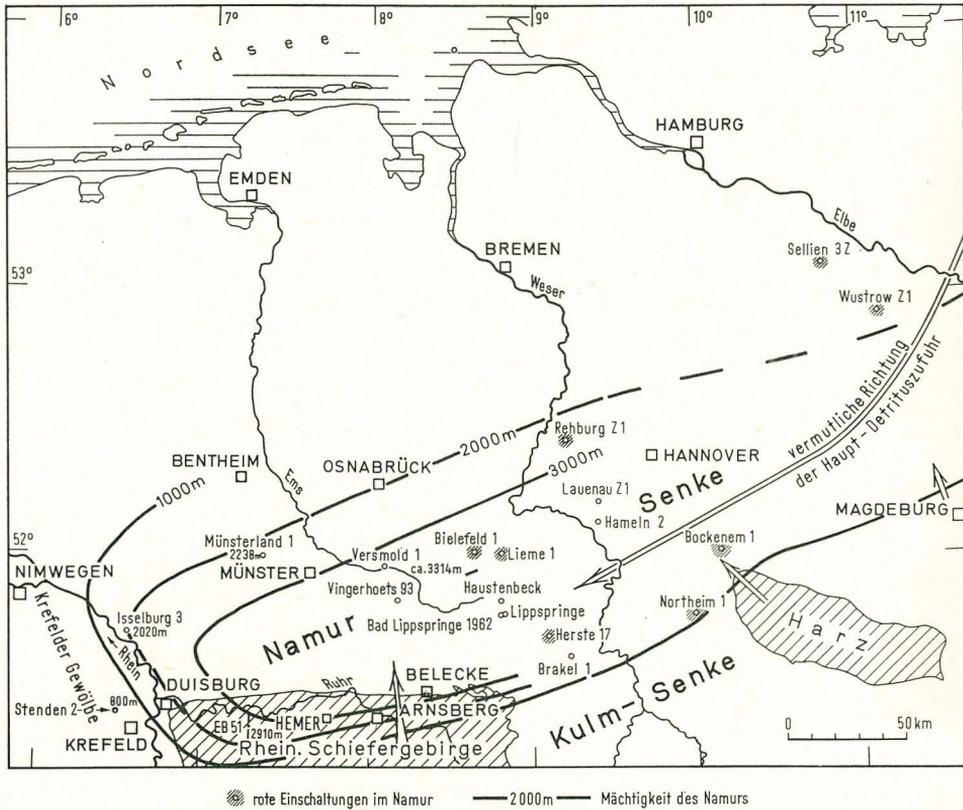


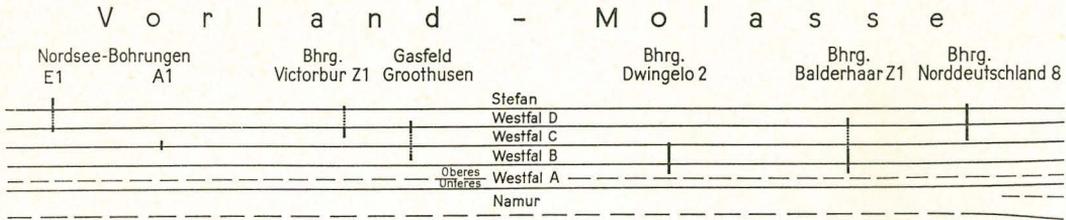
Abb. 2. Paläogeographie des nordwestdeutschen Namur-Beckens. Die Pfeile veranschaulichen die Schüttungsrichtungen im Namur-Becken

A/B in der Bohrung Wustrow Z 1 auffällig kondensiert sind, dürfte diese Bohrung schon nördlich des südlichen, trogähnlich ausgebildeten Teiles des Namur-Beckens stehen. Dafür spricht auch, daß in Mecklenburg und Nord-Brandenburg das gesamte Oberkarbon nur 2000 m mächtig wird (DABER, KATZUNG & PFEIFFER 1968).

Am Oberharz und am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges ist nur 200 m mächtiges, tiefes Namur über sehr mächtigem Kulm aufgeschlossen (FIGE 1964). Vermutlich gehören diese Vorkommen schon zum Bereich südlich der Hauptsenke des Namurs. Auch am Westrand des Rheinischen Schiefergebirges gibt in der Paffrather Mulde östlich Köln die relativ geringe Inkohlung (Fettkohlenstadium) der organischen Substanz im Oberdevon (M. & R. TEICHMÜLLER 1952, S. 223) einen Hinweis auf eine ehemals nicht sehr mächtige Namur-Überlagerung.

Am Linken Niederrhein zeigten ELBERSKIRCH & WOLBURG (1962), daß die Mächtigkeit des Namurs nur etwa 800 m beträgt (Westfal-Basis nach Bohrung Stenden 2, Top Kohlenkalk des Dinant an gleicher Stelle nach Refraktionsseismik). Auch im Aachener Revier und in Holländisch-Limburg wird das Namur nur 800 m mächtig (BOUCKAERT & HERBST 1960). — Nach Süden und Westen hebt sich also der trogähnliche Teil des Namur-Beckens rasch heraus. Deshalb keilen auch die älteren Flöze des Namurs C (im Liegenden der Wasserbank-Gruppe) samt den mächtigen geröllführenden Sandsteinen, wie z. B. dem Kaisberg-„Konglomerat“, südöstlich Duisburg nach Westen aus (HOLLMANN 1967, S. 121 ff.). Im Osten ist die Grenze des

N



Trog innerhalb des Namur-Beckens zwischen Weser und Elbe zu vermuten, im Norden etwa auf der Linie Osnabrück — Hannover.

Die Flözführung beginnt in der Ruhr-Senke erst mit dem unteren Namur C (FIEBIG 1969)<sup>2</sup>. Das gilt auch für den Bereich des Namur-Beckens, in dem diese Schichten bisher von Bohrungen durchteuft worden sind (z. B. Münsterland 1, Versmold 1, Bielefeld 1). Die Flöze im Namur A und B am Südrand der Inde-Mulde des Aachener Reviers sind eine küstennahe Bildung. Hier stellen sich auch kalkhaltige Schiefertone mit Chonetiden und Crinoiden ein, die im Ruhr-Trog in diesen Schichten fast fehlen (BOUCKAERT & HERBST 1960). Ebenso fehlen am Südrand der Inde-Mulde typische Alaunschiefer, wie sie im südlichen Ruhrgebiet und in den Bohrungen Isselburg 3, Münsterland 1 und Versmold 1 auftreten.

Früher vermutete man, daß die Kohlenführung nach Norden abnimmt. Die älteren Flöze des Namur C sollten jeweils nach Norden eher auskeilen als die jüngeren. Die bisherigen Aufschlüsse stützen diese Annahme nicht. Auch bleibt der Kohlenanteil im Namur C ziemlich konstant. An der Ruhr beträgt er nach HOLLMANN (1967, S. 89) 0,95%, in der Bohrung Münsterland 1 ca. 1,5% (HEDEMANN & R. TEICHMÜLLER 1966, Tab. 1, S. 811) und in der Bohrung Versmold 1 0,9%. In etwa der gleichen geographischen Breite liegen die Bohrungen Zeddarn 1 (THIADENS 1963, S. 12 und Encl. 9 a) und Bielefeld 1 (FABIAN 1956, 1971), die ebenfalls Kohlenflöze im Namur C führen. Weiter nördlich fehlen zur Zeit noch Aufschlüsse, die etwas über die Kohlenführung im Namur C aussagen könnten (die Bohrung Wustrow Z 1 traf, wie erwähnt, wesentlich älteres Namur an). In Mittelengland setzt aber auch die Kohlenführung im höheren Namur ein (L. R. MOORE 1967).

Nach den bisherigen Aufschlüssen im höheren Namur ist auch eine ziemlich gleichbleibende Ausbildung der wichtigsten Sandsteinpakete im Namur-Becken anzunehmen. Das gilt vor allem für den sogenannten Grenzsandstein (FABIAN 1971), den Kaisberg- bzw. Bernhardt-Sandstein (FIEBIG 1969 und 1970) und auch für die Sandsteine über Neufloz bzw. Wasserbank und Hauptflöz (HEDEMANN & TEICHMÜLLER 1966). Damit zeigen sich in einem begrenzten südlichen Teil des Oberkarbon-Beckens bereits im Namur einige auffallend weitflächige Sandschüttungen — ein Bild, das sich im Westfal in einem größeren Raum bestätigt.

<sup>2</sup> Die Bohrung Versmold 1 traf allerdings 550—800 m unterhalb der Namur-C-Basis im mittleren Namur B schon einige meist 0,1—0,2 m, vereinzelt bis 0,4 m mächtige Kohlelagen (Anthrazit) an. Ähnliches berichtet FABIAN (1971) von Lauenau Z 1. Dagegen gehört die von KATZUNG (Anl.-Tab. 9 zu DABER, KATZUNG & PFEIFFER 1968) angegebene, schon im Namur B beginnende Flözführung der „Grauen Folge“ des Silesiums in Mecklenburg und Pommern nach DABER (1969) in das untere Westfal A.

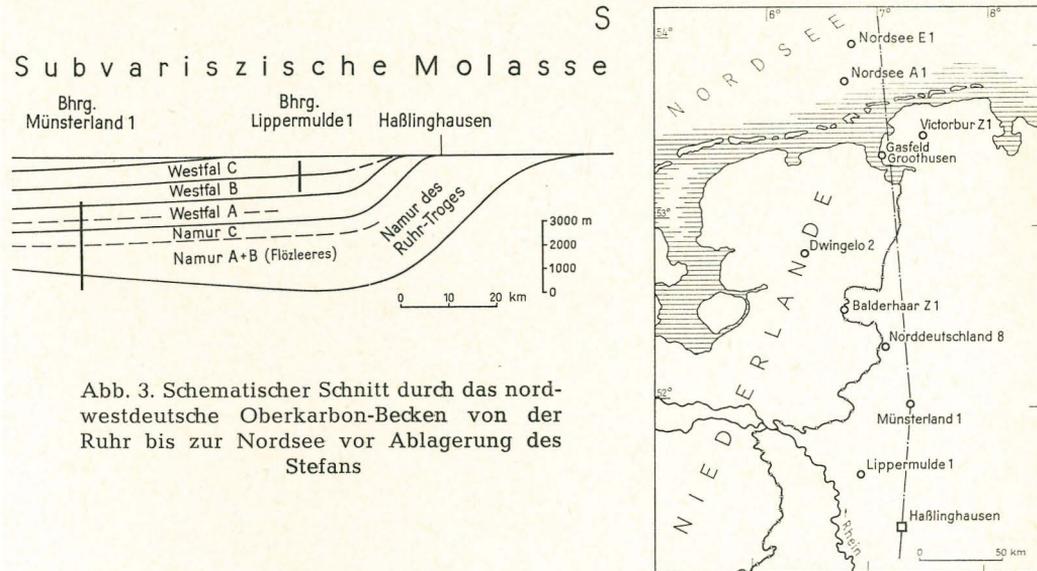


Abb. 3. Schematischer Schnitt durch das nordwestdeutsche Oberkarbon-Becken von der Ruhr bis zur Nordsee vor Ablagerung des Stefans

Über den Nordrand des Namur-Beckens läßt sich noch nichts aussagen, denn das Namur liegt im nördlichen Niedersachsen und im deutschen Nordseegebiet sehr tief und ist noch nicht erbohrt worden<sup>3</sup>. Vor dem Südrand des Ringköbing-Fünen-Hochs könnte das Namur sich unter dem übergreifenden Perm relativ rasch herausheben.

Im östlichen Teil des Namur-Beckens sind rotgefärbte Sedimente in verschiedenen Stufen des Namurs beobachtet worden, so z. B. in den Bohrungen Bielefeld 1, Lieme 1, Rehburg Z 1 und andernorts (FABIAN 1956, 1971) sowie am Harz (FIGGE 1964). Sie haben dort — im Gegensatz zu der Rotfärbung von Teilen der Grenzschichten Namur/Dinant bei Magdeburg nach PFEIFFER (1967) — nichts zu tun mit der sekundären Rotfärbung am Top oberkarbonischer Sedimente unter übergreifenden jüngeren Formationen. Da primäre rote Einschaltungen im Namur westlich Bielefeld fehlen, sprechen sie für eine stärkere Detritus-Zufuhr aus Nordosten, d. h. vom Skandinavisch-Baltischen Schild, wie es in Abb. 2 angedeutet ist. Aber auch vom Rhenoherynikum ist zweifellos einiges Material geschüttet worden (HOLLMANN 1967, S. 115 ff., ROSENFELD 1967, S. 516).

### Westfal

Die Mächtigkeit der einzelnen Westfal-Stufen schwankt in Nordwestdeutschland und den östlichen Niederlanden bis in den Raum der Nordsee hinein nur in engen Grenzen (THIADENS 1963, HEDEMANN & TEICHMÜLLER 1966). Das kann jetzt auf Grund von weiteren Bohrungen als gesichert betrachtet werden (Abb. 3). Im Ruhrkohlenbecken, d. h. in der subvariszischen Molasse, ändert sie sich dagegen

<sup>3</sup> Die Größenordnung der zu erwartenden Teufe illustrieren die Bohrung Arsten Z 1 bei Bremen, die bei ihrer Endteufe von 6276 m (FABIAN 1971) noch kein tieferes Westfal erreicht hatte, und die Bohrung Kallmoor Z 1 ca. 40 km südlich Hamburg, die erst bei 4806 m die Basis des Zechsteins durchteufte und bei 5354,3 m noch im Rotliegenden eingestellt wurde (PORTH 1963).

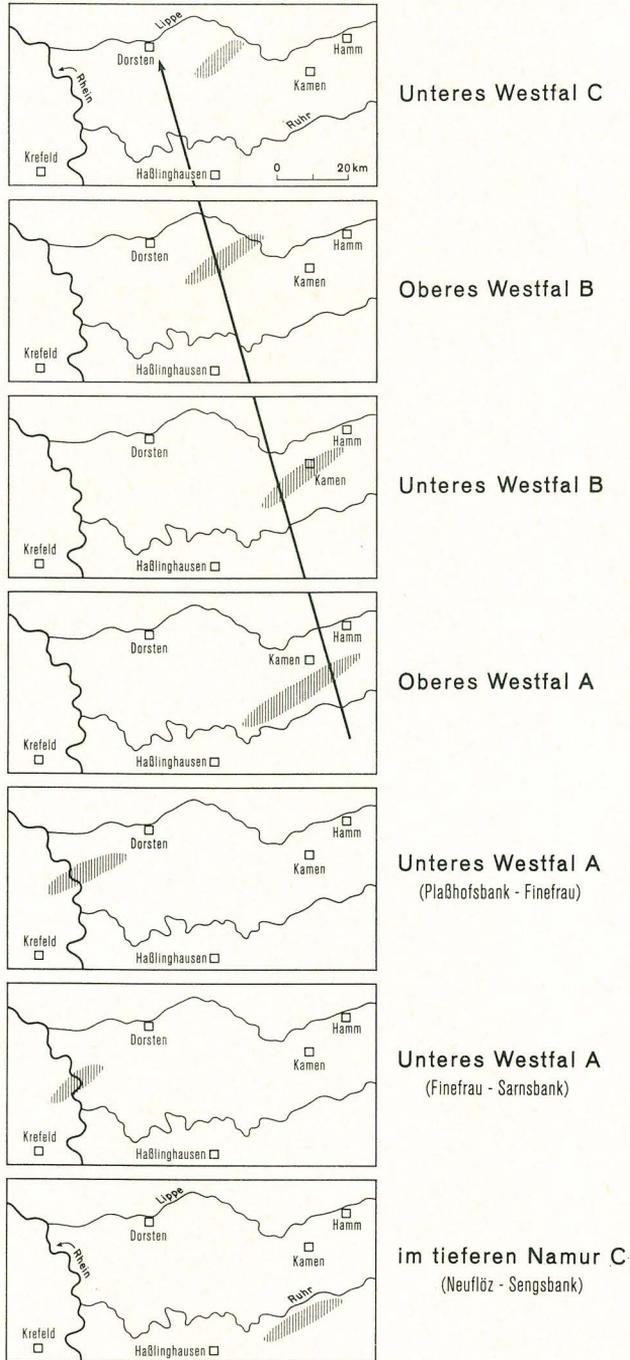


Abb. 4. Die Verlagerung der Zone stärkster Absenkung (schraffiert) im Ruhrkohlenbecken aufgrund der Mächtigkeitskarten von FIEBIG (1971) und der Inkohlungsverhältnisse

nach FIEBIG (1971) stärker. Dort wird die Mächtigkeit vieler Schichtengruppen etwas größer als in der Vorland-Molasse. Da außerdem hier das Westfal subvariscisch angefaltet wurde, stellt diese Zone die eigentliche Vortiefe des Variscikums dar. Sie ist sozusagen der letzte Rest des nordwärts wandernden variscischen Troges. Auch im Westfal ist nämlich ein vorlandwärtiges Wandern des Sedimentationstrogos erkennbar. So sind die Flöze im tieferen Westfal B in der Zeche Grimberg bei Kamen nicht stärker inkohlt als die Flöze des unteren Westfals C bei Dorsten in der Lippe-Mulde (Abb. 4). Das ist nur möglich, wenn das tiefere Westfal B bei Kamen nicht mehr vom mächtigem Westfal C überlagert wurde.

Tabelle 1  
Die Sedimentationsgeschwindigkeiten im nordwestdeutschen Oberkarbon

Formationsstufe	Mächtigkeit (m)	Dauer der Formation* (Mill. Jahre)	Sedimentationsrate (nach der Setzung) (cm pro 100 Jahre)
Stefan	600	280—291 = 11	0,55
Westfal D	700	291—297 = 6	1,1
Westfal C	800	297—302 = 5	1,6
Westfal B	800	302—307 = 5	1,6
Westfal A	900	307—312 = 5	1,8
Namur A—C	3000**	312—325 = 13	2,3

\* nach FRANCIS & WOODLAND (1964)

\*\* im trogförmlichen Teil des Beckens

Der Bereich stärkster epirogener Absenkung verlagerte sich also auch noch während des Westfals, wenn auch schwächer als im älteren Karbon und Devon (s. S. 53). Aus den Mächtigkeiten der einzelnen Oberkarbon-Stufen in Nordwestdeutschland ergeben sich größenordnungsgemäß die in Tabelle 1 aufgeführten Sedimentationsraten. Die Zahlen zeigen, daß die Sedimentationsgeschwindigkeit im Laufe des Westfals deutlich abnahm. Zudem ist gerade in den jüngeren Westfal-Stufen (C und D) der Anteil an Sandsteinpaketen, die viel weniger kompressibel sind als Tone und Kohle, größer als in den älteren Stufen; daher ist zur Zeit der Bildung, also vor der Setzung, der Unterschied der Sedimentationsraten noch stärker gewesen. Die Sedimente wurden in ein weites, sehr gleichmäßig absinkendes Becken geschüttet. Interessant ist dabei, daß in den jüngeren Westfal-Stufen der Anteil grobkörnigen Materials größer wurde. Im Westfal D sind vom Piesberg bei Osnabrück wie aus vielen Tiefbohrungen in Nordwestdeutschland ausgesprochene Konglomeratlagen in den Sandsteinen in großer Zahl bekannt.

Die gegenwärtige Verbreitung der Westfal-Stufen und des Stefans in Nordwestdeutschland und den Niederlanden läßt darauf schließen, daß sich der Sedimentationsraum im Laufe des Oberkarbons immer mehr einengte (Abb. 5). In dieses Bild fügt sich auch die Feststellung von DABER (1969) ein, daß in Mecklenburg/Pommern nur Westfal A und B nachgewiesen sind und daß — entgegen früheren Annahmen — mit jüngeren Westfal-Stufen (vertreten durch die „Rote Folge“) oder Stefan dort nicht zu rechnen ist.

Freilich reichen die Oberkarbon-Aufschlüsse zwischen Weser und Elbe zur Zeit noch nicht aus, um die Verbreitung der einzelnen Formations-Stufen genauer darzustellen. Ein Festpunkt ist hier nur die Bohrung Wustrow Z 1, in der Rotliegendes bereits auf Namur übergreift. Andere Bohrungen lassen darauf schließen, daß

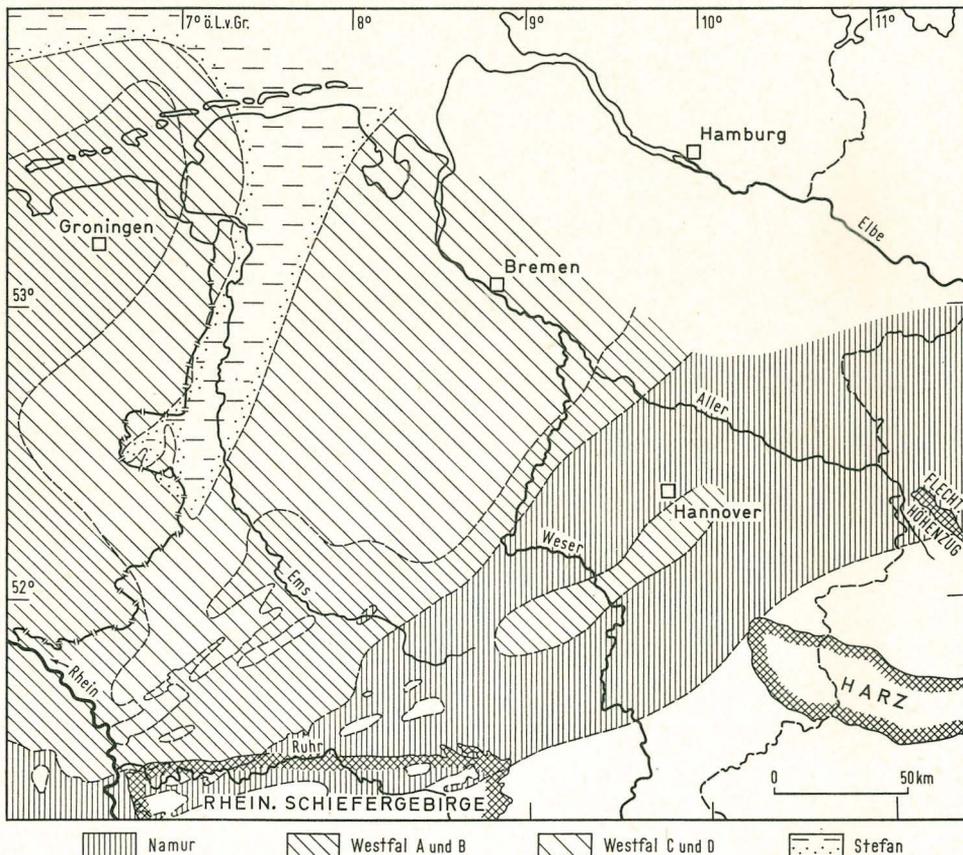


Abb. 5. Das nordwestdeutsche Westfal- und Stefan-Becken. Lage der Bohraufschlüsse vgl. FABIAN 1971, Abb. 2

das Westfal D die Weser-Aller-Linie nur noch geringfügig nach Osten überschreitet. Das Westfal C ist dagegen östlich der Weser noch vorhanden.

Wie die Mächtigkeit, so ist auch die Fazies des Westfals im großen gesehen überraschend gleichförmig. Gewisse Schichtpakete und Flözgruppen, vielleicht sogar einzelne Flöze, lassen sich von der Ruhr bis in die Nordsee verfolgen. Dies konnte bei einigen Bohrungen auf Grund von Fossilfinden in Kernen paläontologisch gesichert werden. Ein Vergleich der Bohrloch-Diagramme erlaubte es, die örtlichen paläontologischen Befunde auf andere Bohrprofile zu übertragen und auf diese Weise regional auszuwerten. Dabei erwiesen sich „marine“ Niveaus als sehr nützlich (SCHUSTER 1968).

Von besonderem Interesse ist natürlich das Hauptcharakteristikum der Oberkarbonsedimente: der Kohlenreichtum, sowohl vom Gesichtspunkt der Paläogeographie und Stratigraphie wie dem der Wirtschaft (Kohlenvorrat, Gas-Genese). Beim Abteufen der Bohrungen und bei Bohrlochmessungen sind die Flöze eindeutig festzustellen, so daß ihr Anteil am Sedimentpaket der einzelnen Stufen abgeschätzt werden kann. Der Kohlenanteil ähnelt, wie in Tabelle 2 auf Grund einiger repräsentativer Bohrungen gezeigt wird, dem im Ruhrkarbon. Und zwar

Tabelle 2  
Der Kohlenanteil an den Schichtpaketen des Westfals in einigen Bohrungen  
Nordwestdeutschlands und der Nordsee

Bohrung	Westfal- Stufe	erbohrte Mächtigkeit (m)	Anzahl der Flöze	geschätzte Gesamt- mächtigkeit der Flöze (m)	Anteil der Flöze an der erbohrten Mächtigkeit (%)
Nordsee A 1	C+B	282	27	ca. 7,5	2,7
Nordsee E 1	C	122,5	7	ca. 4,1	3,2
Victorbur Z 1	C	265,6	17	ca. 7,0	2,6
Groothusen Z 1	D—C	684	50	ca. 21,7	3,2
Hoya Z 1	C	246	23	ca. 10,2	4,1
Norddeutschland 8	C	626	36	ca. 13,4	2,2
Lippermulde 1 a	C	639	53	23,3	3,6
	B	516	43	22,0	4,2
Balderhaar Z 1	B	575	41	17,5	3,0
	A	387	16	9,8	2,5
Münsterland 1	A	878	75	34,3	3,9

Lage der Bohrungen vgl. Abb. 3 und FABIAN 1971, Abb. 1

gilt das nicht nur für das Westfal A der Bohrung Münsterland 1, wie wir 1966 feststellten. Vielmehr bleibt der Kohlenanteil, soweit wir jetzt wissen, auch im Westfal B und C bis in die südliche Nordsee etwa derselbe.

Die weiträumigen Flözbildungen setzen ein sehr ausgeglichenes Relief voraus. Das harmoniert mit dem Bild des weiten Vorlandbeckens. Gewiß sind die Flöze streng genommen keine Zeitmarken. Denn mitunter werden sie unter einem mehr oder weniger großen Winkel von einer Lage kaolinischen Kohlentonsteins geschnitten (BURGER 1967 und WOLF 1970).

Aber im Rahmen dieser großräumigen Betrachtung ist dies ohne Belang. Selbstverständlich kann der Bildungsraum eines Flözes sich ebenso verlagern wie der eines Küstenmoores. In der Gegenwart schiebt der seit dem letzten Glazial ansteigende Meeresspiegel die Küstenmoore festlandwärts vor sich her. Im subvariscischen Molasse-Becken dürfte sich der Bildungsraum eines Flözes oft in gleicher Weise verlagert haben wie die Faltung vorlandwärts wanderte, d. h. größenordnungsgemäß um 1 m in 80 Jahren (HOYER, R. TEICHMÜLLER & WOLBURG 1969). Wo, wie im Ruhrrevier, das flözführende Oberkarbon weitgehend aufgeschlossen ist, sind auch kleinere fazielle Unterschiede nachweisbar. Insbesondere wurde hier das regionale Verhalten der einzelnen Flöze (HAHNE & SCHLOMS 1967) und der marinen Einschaltungen (RABITZ 1966 a, b) in subtiler Arbeit verfolgt.

Der größte Teil des Detritus kam im Westfal — wie vorher im Namur — aus Nordosten. Das haben u. a. die sedimentologischen Untersuchungen von MALMSHEIMER (1968) und WENDT (1965) gezeigt. SCHERF (1956) stellte in den Geröllen des Finefrau-Konglomerates (Westfal A) des Ruhrreviers u. a. fest: Lydit<sup>4</sup>, Radiolarit,

<sup>4</sup> Aus ähnlichen Lyditgeröllen im Finefrau-Konglomerat von Wattenscheid beschrieb WEHRLI (1938) *Monograptus priodon*.

Quarzit, metamorphe Sandsteine, kataklastische Granite, Phyllite, wobei die metamorphen Gesteine Spuren einer leichten Dislokations-Metamorphose zeigen.

In den großartigen Aufschlüssen am Piesberg bei Osnabrück ist in den geröllführenden Sandsteinen des Westfals D eine nach Südwesten einfallende Schrägschichtung häufig. Auch sie weist auf einen Transport aus Nordosten. Auffällig sind hier ebenfalls die vielen bis 5 cm großen Gerölle schwarzer Kieselschiefer, die Reste von Graptolithen enthalten und, nach ihren vielen Quarztrümmern zu urteilen, vor ihrer Umlagerung tektonisch stärker beansprucht worden sind. Es liegt daher die Annahme nahe, daß die Kieselschiefer aus einem Raum des Skandinavischen Schildes i. w. S. stammen (R. TEICHMÜLLER 1953)<sup>5</sup>.

Die Konglomeratlagen, die im Osnabrücker Karbon (vor allem in den Bohrungen Limbergen 1 und 2) im Westfal C und D so zahlreich sind, verringern sich nach Westen. Das zeigt u. a. der Vergleich mit der Bohrung Norddeutschland 8 bei Bentheim (BISEWSKI im Druck). Auch in der Nordsee ist das Westfal D im Nordwesten der Ostniederländischen Schwelle auffallend reich an tonigen Sedimenten und enthält nur noch feinkörnige sandige Lagen.

Außer der Detritus-Zufuhr aus dem Nordosten sind auch geringfügige Zufuhren von Süden nachweisbar. Der Fund faustgroßer Gerölle von fossilführenden Kalcken aus dem Devon im Finefrau-Konglomerat (unteres Westfal A) am Linken Niederrhein (SCHAUB 1956) beweist dies, denn derartige Gerölle vertragen keinen weiten Transport. SCHERP (1956) betont die petrographische Ähnlichkeit eines faustgroßen Sandsteingerölls im Flöz Albert (oberes Westfal A) bei Recklinghausen mit den Werksandsteinen des Namurs. Diese müßten demnach weiter südlich schon damals freigelegen haben. Da MACKOWSKY & KÖRTER (1962) in einem Sandstein im oberen Westfal C der Zeche Fürst Leopold bei Dorsten Magerkohlengerölle fanden, die nur aus den Sprockhöveler Schichten (Namur C) am Südrand des Ruhrgebietes stammen können, hat diese Annahme, der Abb. 3 Rechnung trägt, viel für sich.

Die vielen Bohrungen in Nordwestdeutschland bestätigen die Beobachtungen in den Karbon-Aufschlüssen bei Osnabrück und in den Gruben des nördlichen Ruhrgebietes hinsichtlich des wesentlich größeren Reichtums von Sandsteinpaketen im Westfal C und D gegenüber dem älteren Westfal. Im Zusammenhang damit werden die Flöze im jüngeren Westfal, besonders im oberen Westfal C und im unteren Westfal D, seltener (im höheren Westfal D ist es nur noch zur Bildung von Wurzelböden gekommen). Das zeigen z. B. der „Gesamt-Schnittschnitt (overall section) des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebirges“ von FIEBIG (1969) und die „Normalprofile“ des Westfals B, C und D, die SCHUSTER (1968) aus einer größeren Anzahl von Bohrungen in Nordwestdeutschland zusammengestellt hat. Die wichtigsten Sandsteine — z. B. der Finefrau-Sandstein im Westfal A, der Sandstein zwischen den Flözen O und P im Westfal B sowie der Iduna-Sandstein im Westfal C (SCHUSTER 1968, Abb. 14 bzw. 16) — sind weithin verfolgbar und fallen nur selten lokal aus. Gleiches gilt nach SCHUSTER auch für manche Sandsteinpakete im Westfal D.

Ein Blick auf SCHUSTER's Normalprofile lehrt, daß die marinen Einschaltungen zum Hangenden des Westfals deutlich seltener werden. Immerhin sind aber im Westfal C, wie HECHT et al. (1962) zeigten, Lagen wie das Top Marine Band und

<sup>5</sup> Absolute Altersbestimmungen von den kristallinen Geröllen aus dem Oberkarbon könnten vielleicht das Herkunftsgebiet dieser Gerölle innerhalb des Skandinavischen Schildes genauer lokalisieren.

das Main *Estheria* Band Englands (letzteres durch Dr. FIEBIG auch in Ostfriesland festgestellt und durch SCHUSTER [1968] mit dem der Bohrung Hoya Z 1 verbunden) noch bis tief nach Norddeutschland hinein nachgewiesen. Im Westfal D sind schließlich nur noch zwei Niveaus festzustellen. Mit der Verengung des Sedimentationsbeckens (Abb. 5) geht die Abnahme mariner Ingressionen, die in den älteren Westfal-Stufen eine mehr oder minder regelmäßige Erscheinung sind, offenbar Hand in Hand. Da die Korngröße der Sedimente im Restbecken der Westfal-Zeit nicht kleiner, sondern größer wird, dürfte die Relief-Energie im Hauptliefergebiet während des Westfals C und D größer geworden sein. Vielleicht haben begrenzte epirogene Hebungen zu dieser Zeit die Sediment liefernden Teile des Skandinavischen Schildes i. w. S. betroffen.

Das Klima war im Westfal A und B warm-feucht. Das ergibt sich aus der Flora, der Fauna (z. B. den Linguliden) und den kaolinischen Kohlentonsteinen, die örtlich — wie im Flöz Zollverein 8 der Zeche Hugo bei Gelsenkirchen — sogar Diaspor (Aluminium-Hydroxid) enthalten (BURGER & STADLER 1966). Das Mineral weist auf eine intensive chemische Verwitterung und damit auf ausgesprochen warm-feuchte Entstehungsbedingungen. Dementsprechend ist auch der Gehalt an Bor in den Sedimenten (von marinen Einlagerungen abgesehen) im tieferen Westfal gering (ERNST 1962, 1966). Anders ist es im jüngeren Westfal und Stefan. Hier sind vor allem die tonigen Sedimente rötlich gefärbt. Auch verschiebt sich mit der Verlagerung der ariden Zone nach Süden (Abb. 6) das Si/Al-Verhältnis in den

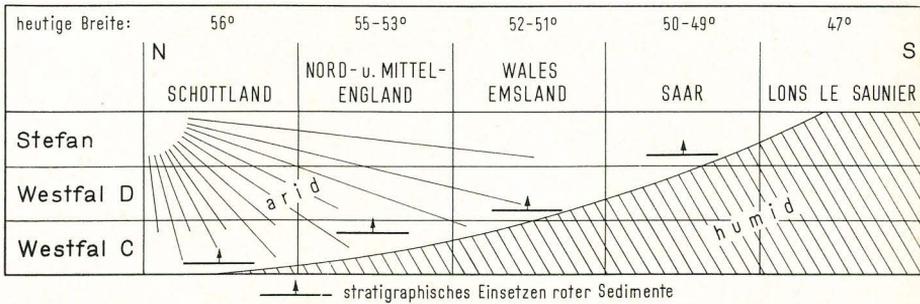
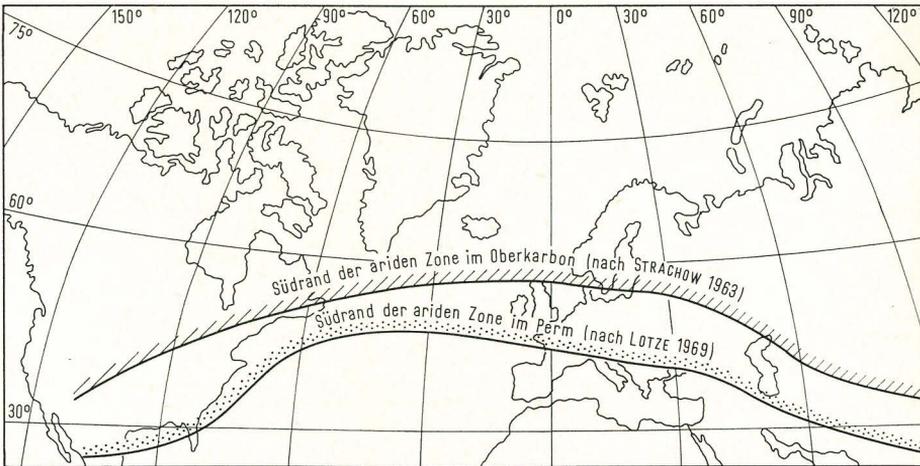


Abb. 6. Die Verlagerung der ariden Zone vom höheren Oberkarbon zum Perm

kaolinischen Kohlentonsteinen zum Silizium (BURGER & STADLER 1966). Ferner reichert sich das Bor in den Sedimenten immer mehr an und führt in der Regel zu einem so hohen Bor-Pegel, daß marine Einschaltungen sich nicht mehr durch einen größeren Bor-Gehalt abheben. Die zunehmende Trockenheit prägt sich schließlich auch in der Flora aus, worauf u. a. JOSTEN (1962 a, b) hinwies.

### Stefan

In weiten Teilen des nordwestdeutschen Oberkarbon-Beckens wurde vor der Ablagerung des Stefans die Sedimentation längere Zeit unterbrochen. In einer Reihe von Bohrungen liegt Stefan über verschiedenen alten Stufen des Westfals C und D. Nur im Kern der Ems-Nordsee-Senke scheint Stefan konkordant über Westfal D zu folgen.

Nach SCHUSTER (1968, Abb. 29) beginnt das Stefan im allgemeinen mit einem Sandstein. Er greift in vielen Gebieten über das Schollenmosaik einer spätvariszischen Bruchtektonik, auf die FABIAN (1971) mit Recht hinweist, hinweg (vgl. auch HOYER & R. TEICHMÜLLER im Druck). Die bisher in Nordwestdeutschland nachgewiesene Verbreitung des Stefans folgt offenbar anderen Leitlinien als die Sedimentation des Westfals. Das zeigten schon die früheren Kartendarstellungen (vgl. u. a. R. TEICHMÜLLER 1962). Im Stefan bildet sich erstmalig die Ems-Senke mit ihrem SSW-NNE-Streichen deutlich ab (Abb. 5). Dieses Becken streicht nach Nordosten weiter über den mittleren Teil Ostfrieslands in die südliche Nordsee hinein. Damit folgt es etwa der in der gleichen Richtung streichenden Ostniederländischen Schwelle und umgreift nach dem Ergebnis der Nordseebohrungen B 2 und E 1 deren abtauchende Achse. Die Begrenzung des Stefan-Beckens in der Nordsee ist noch nicht genügend bekannt. Die Frage, ob seine Nordgrenze am Ringkøbing-Fünen-Hoch verläuft und ob sich das Stefan-Becken zur Unterelbe hin erweitert (BARTENSTEIN 1968, Abb. 7), bleibt noch offen. Das bisher in der Nordsee erschlossene Stefan mit fast 500 m ist jedenfalls mächtiger als das der Ems-Senke, das SCHUSTER (1968) auf maximal 260 m schätzt. Ob die Bohrung Nordsee B 2 den SCHUSTER'schen Basis-Sandstein des Stefans erreicht hat (FABIAN 1971), ist nicht sicher. Unseres Erachtens hatte die Bohrung Nordsee B 2 nur den höchsten Teil eines Stefan-Profiles erbohrt, und die vollständige Mächtigkeit des Stefans im Nordseebecken dürfte mindestens 600 m betragen. Gewiß ist die heutige Verbreitung des Stefans nicht die ursprüngliche. Auf dem Festland und in der Nordsee sind größere Teile der Stefan-Ablagerungen präpermisch wieder abgetragen worden. FABIAN (1971) erwähnt die Beweise von Dr. PLUMHOFF dafür. Das Stefan ist daher vor allem in den Teilen des Beckens mit größter Mächtigkeit erhalten geblieben. In geringer Mächtigkeit könnte es auch noch außerhalb der in Abb. 5 dargestellten Verbreitung angetroffen werden. Das Zentrum des Stefan-Beckens lag jedenfalls in der südlichen Nordsee. Es zeichnet damit einen Teil des Zentrums des ersten Perm-Salinarbeckens, des Rotliegenden, annähernd vor.

Die zunehmende Aridität vom tieferen zum höheren Westfal hielt im Stefan an. Aus dem Stefan von Nordwestdeutschland und der Nordsee sind nur noch gelegentlich durchwurzelte Tonpartien bekannt. Zur eigentlichen Flözbildung kam es hier nicht mehr. Diese Abnahme der humiden Einschaltungen geht parallel mit einer Zunahme der Intensität der Rotfärbung. Das Stefan enthält mächtigere rotbunt-violette Tonpakete als das Westfal D. Auch führt es — mindestens in seinem höheren Teil — keine konglomeratischen Sandsteine mehr.

Wohl im Zusammenhang mit der zunehmenden Aridität stellen sich im Stefan erstmals Kalkbänke und -lagen ein. Diese werden im Stefan der Nordsee wie des

nordwestdeutschen Festlandes beobachtet und sind vor allem in den oberen Partien anzutreffen. In der Nordsee enthalten solche Kalkbänke Echinodermen und andere marine Faunenelemente, wie z. B. *Rhabdoderma*. Bezeichnenderweise stellen sich diese marinen Einschaltungen gerade in diesem tiefen Beckenteil ein. Tonige Lagen mit Palaeoestherien (SCHUSTER 1968) können dagegen nicht als Be-  
weise für marine Ingressionen gewertet werden, denn sie treten ja auch im limnischen Saar-Karbon auf (das gleiche gilt für das „Main *Estheria* Band“ im Westfal C). Offenbar handelt es sich dabei um Sedimente leicht versalzter Binnenseen.

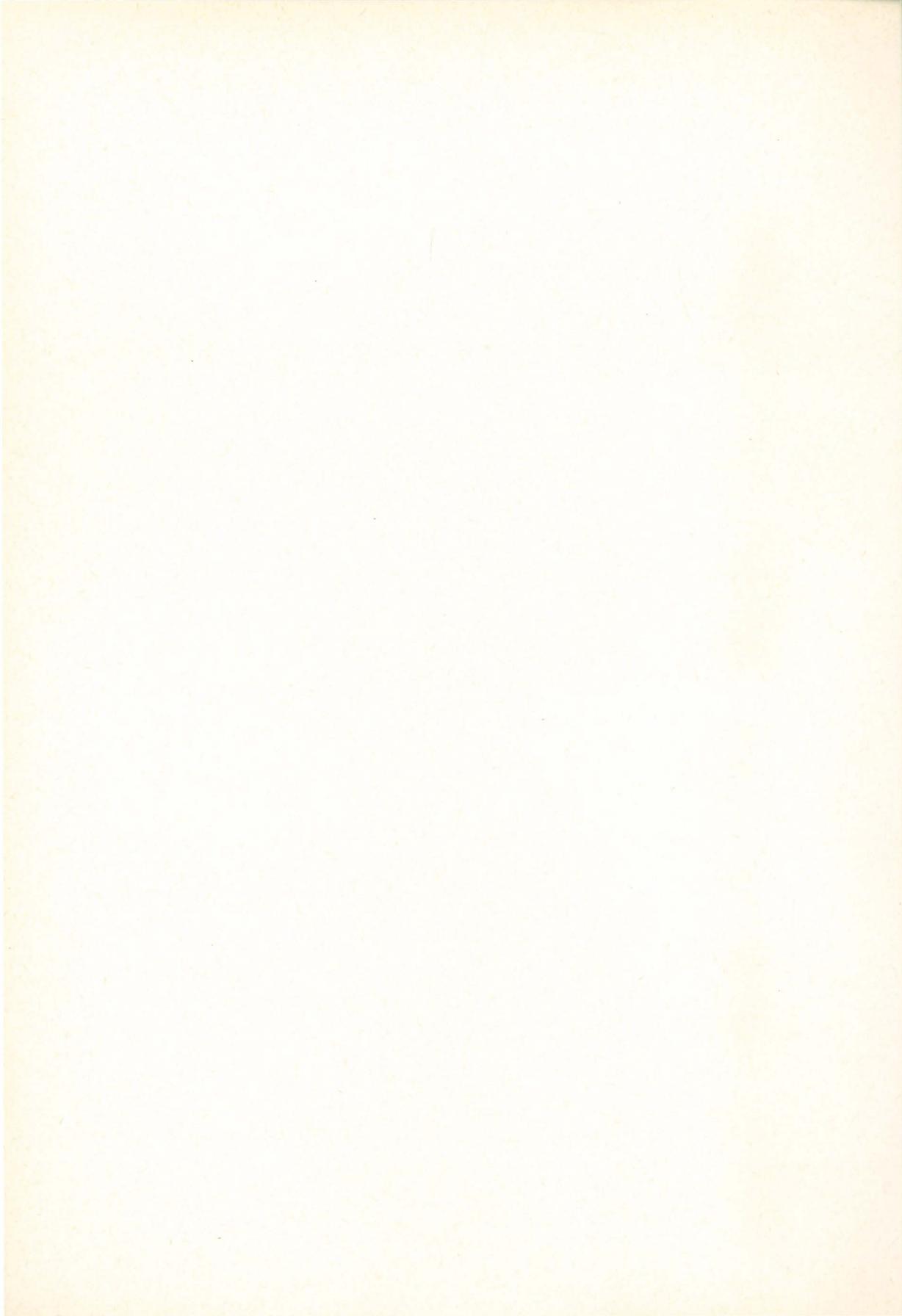
### Ergebnis

Das Oberkarbon ist die Zeit der ausklingenden variscischen Geosynklinal-Entwicklung und der Bildung von großräumigen Molasse-Becken vor dem Rhenohertzynikum. Im trogähnlichen Teil des Namur-Beckens kommt die stete Nordwärts-Verlagerung der variscischen Tröge noch einmal deutlich zum Ausdruck. Im Namur C verlandet das Becken mehr und mehr. Eine typische Molasse bildet sich. Diese Molasse, die auch noch das Westfal umfaßt, ist lediglich am Südrand des Beckens an das Rhenohertzynikum angefaltet worden. Ein großer Teil der Schüttung kam von Nordosten, d. h. vom Skandinavischen Schild i. w. S., ein kleinerer Teil vom Rhenohertzynikum.

Im Westfal ist die Vortiefe am Fuß des Rhenohertzynikums nur noch angedeutet. Es entstand ein ausgedehntes Vorlandbecken mit einer gleichbleibenden Fazies von Pommern bis nach Mittelengland. Die einförmige Fazies des Westfal-Beckens von den Niederlanden bis nach Pommern betonen auch ROST & SCHIMANSKI (1967). Nach KOREJWO (1969) läßt sich diese Fazies — wenigstens im unteren Westfal — sogar bis in die Bug-Senke verfolgen. Eine Verbindung zum offenen Meer bestand — wie schon im Namur — nur zur Zeit der marinen Horizonte. Der nordwestdeutsche Beckenteil lag, wie die Fauna zeigt (PAPROTH 1971), dem offenen Meer ferner als das Oberkarbon Belgiens, Hollands und Englands. Auch im Westfal erfolgte die Hauptschüttung aus Nordosten. Daneben liegen wieder Anzeichen für eine Schüttung aus dem Rhenohertzynikum vor. Mit der Verengung des Sedimentationsraumes sind im Westfal D größere fazielle Unterschiede nachweisbar. Nach dem Westfal D begann eine Bruchtektonik einzusetzen.

Das Stefan greift nach einer Sedimentations-Unterbrechung bereits über ein unterschiedlich abgetragenes Gebiet vor. Es erreicht in der paralischen Senke die alten Beckenränder des jüngeren Westfals nicht mehr. Mit dem Stefan war auch die Zeit der Kohlenbildung im paralischen Raum zu Ende, die im nordwestdeutschen Becken vom höheren Namur bis in das untere Westfal D reichte. Neue regionale Leitlinien kennzeichnen den Sedimentationsraum des Stefans. Er sinkt in der Nordsee am tiefsten ab, also dort, wo in der Perm-Zeit das erste große Salinar-Becken entstand.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.



## B. Der limnische Raum

### 1. Das Saar-Nahe-Gebiet

#### a) Abgrenzung und Genese

VON GOTTFRIED KNEUPER\*

Mit Tafeln 1 und 4 in der Anlage und 3 Abbildungen

Das Saarbecken gehört zu einer großen intramontanen Senkungszone des mitteleuropäischen Variscikums, die im Oberkarbon als ein Molassebecken zwischen der rhenoherynischen und der saxothuringischen Zone im Raum der früheren Mitteldeutschen Schwelle entstand. Die im Verhältnis zur Breite sehr langgestreckte Senke reichte von der Maas in Lothringen bis zur Saale bei Halle in Sachsen. Sie wird im deutschen Schrifttum meist als Saar-Saale-Senke bezeichnet.

Das Saar-Lothringer Steinkohlenrevier liegt im Südwestabschnitt der Senke. Als Saarbecken bezeichnen wir nur den Teil, aus dem bei der Faltung der Saarbrücker Hauptsattel zwischen Saarbrücken und Neunkirchen hervorging (Abb. 1). Es ist für die Saar-Saale-Senke charakteristisch, daß kleinere Abschnitte, wie das Saarbecken, sich in vielen stratigraphischen und tektonischen Eigenschaften deutlich von den Fortsetzungen nach Südwesten und Nordosten unterscheiden. So können wir das Saarbecken als eine bis zu einem gewissen Grade für sich bestehende Einheit betrachten, die durch nur wenige Kilometer breite Übergangszonen von den anschließenden Teilen des Steinkohlenreviers getrennt ist.

In dem Saarbecken kam eine mächtige Folge limnisch-fluviatiler Sedimente des Oberkarbons und Rotliegenden zur Ablagerung (Taf. 1 u. 4). Ein großer Teil davon streicht im Saarbrücker Hauptsattel zutage aus (Abb. 2). Der Nordwestflügel dieses Sattels, der durch Übertage- und Gruben-Aufschlüsse gut bekannt ist, fällt anfangs mit  $40\text{--}30^\circ$  ein und taucht weiter im Nordwesten bei einem Einfallen von  $20\text{--}10^\circ$  schließlich unter das Rotliegende der Prims-Mulde ab. Der Südostflügel wurde durch eine Überschiebung abgerissen. Die Schubweite dieses „südlichen Randwechsels“ beträgt 2—4 km. Unter und über der Überschiebung sind die Schichten eingeschleppt und überkippt. Das Oberkarbon des Südostflügels liegt unter Sedimenten des Oberrotliegenden und Buntsandsteins und ist nur durch wenige Aufschlüsse bekannt.

Der Saarbrücker Hauptsattel endet im Südwesten am Saarsprung, einer großen Störung mit bedeutender horizontaler Bewegungskomponente. Es folgten im Generalstreichen bis zum Geislauterner Hauptsprung der Alsbach-Sattel und die Klarenthaler Kuppe. Dieser Sattelzug findet im Warndt südwestlich des Geislauterner

\* Anschrift des Autors: Dr. G. KNEUPER, Leiter der Arbeitsgruppe Rohstoffe der Saarbergwerke AG, 66 Saarbrücken, Trierer Straße

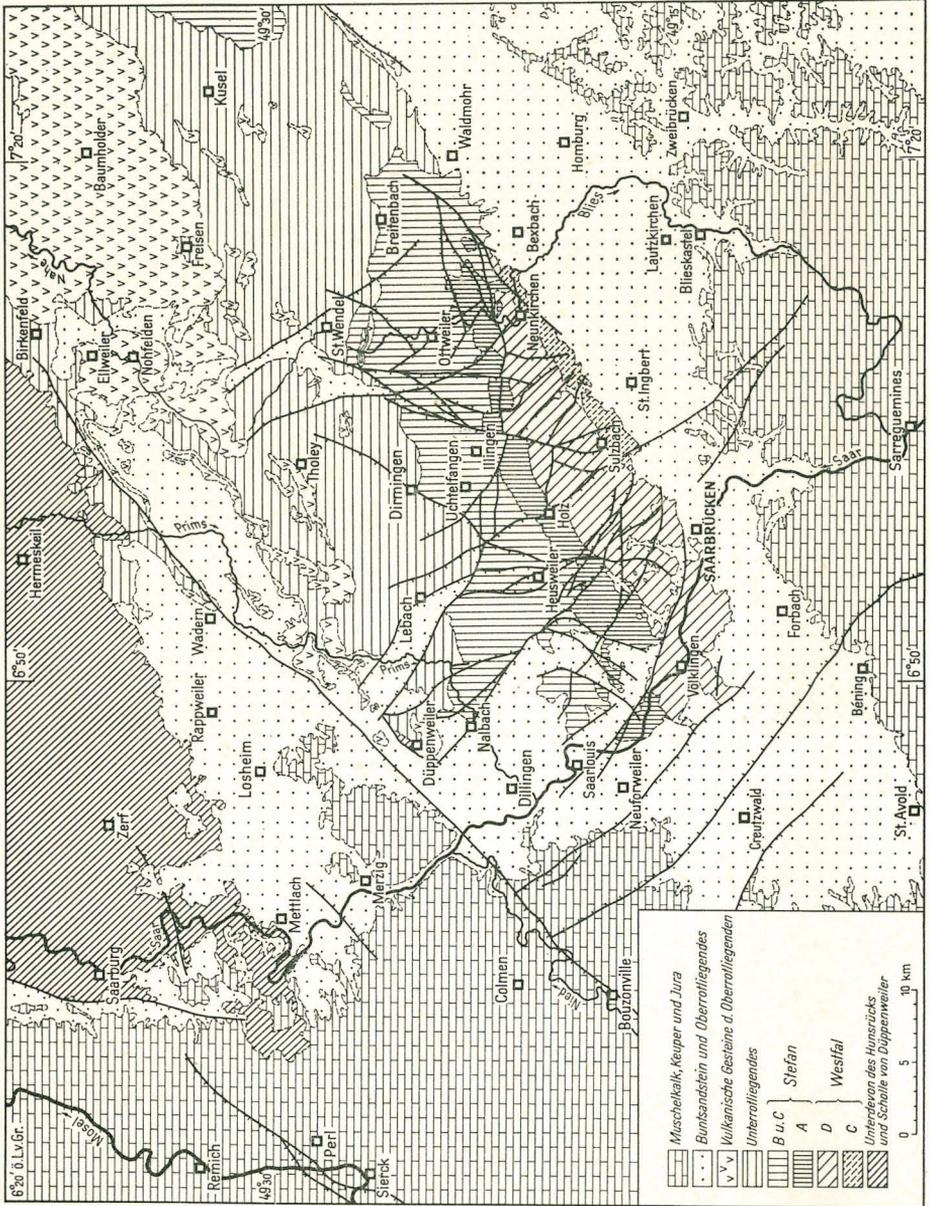


Abb. 1. Geologische Übersichtskarte des Saarlandes

Hauptsprunges seine Fortsetzung im Merlenbacher Sattel, der von zwei weiteren Karbon-Sätteln, dem Simon-Sattel und dem Sattel von Buschborn, begleitet wird (Abb. 2). In dem Gebiet zwischen dem Saarsprung und dem Geislauterner Hauptsprung erfolgt aber nicht nur tektonisch der Übergang zum Lothringer Becken, sondern auch ein bemerkenswerter stratigraphischer Fazieswechsel.

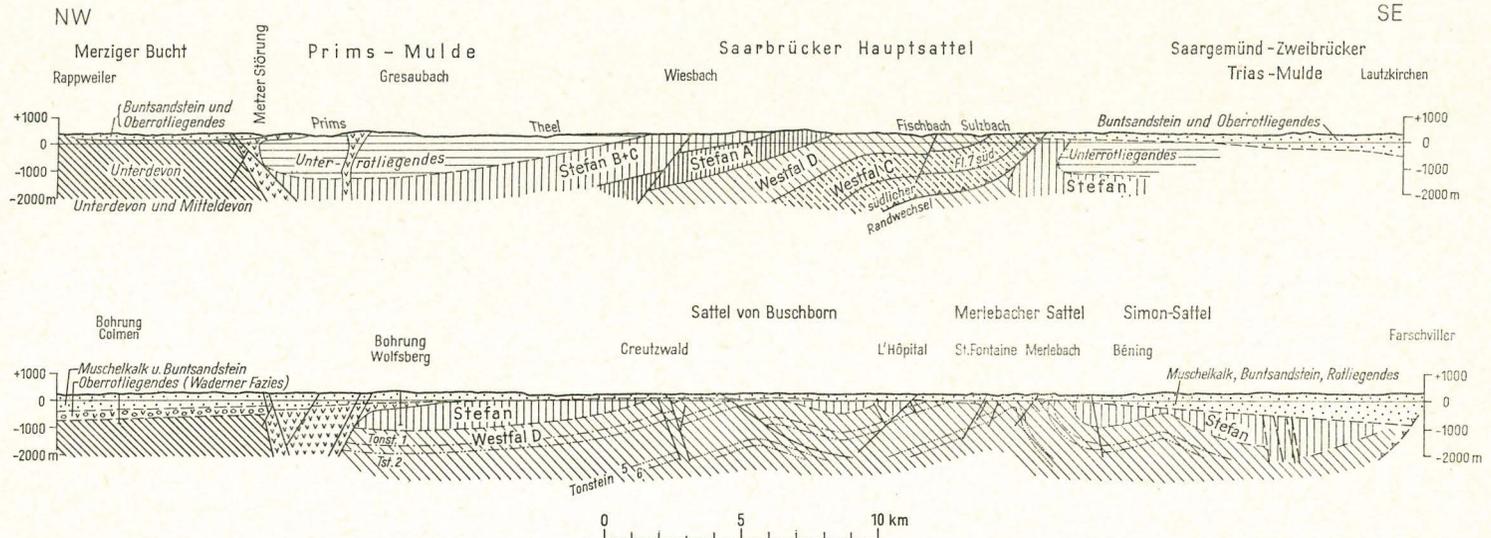


Abb. 2. Querschnitte durch das saar-lothringische Steinkohlengebirge

Die Nordwest-Randstörung ist eine Strukturlinie, die schon vor der Entstehung des Saarbeckens eine größere Schollengrenze markierte. Bei allen bedeutenden geologischen Vorgängen des Raumes spielte diese Störungszone bis in die jüngste Zeit die Rolle eines maßgeblichen Strukturelements. Entsprechend vielgestaltig waren die Bewegungen an ihr zu den verschiedenen Zeiten. Im Zusammenhang mit der Bildung des Saarbeckens erfolgten unterschiedliche Bewegungen des Blocks der Mitteldeutschen Schwelle gegen den in Faltung und im sukzessiven Aufstieg befindlichen Hunsrück (Abb. 3).

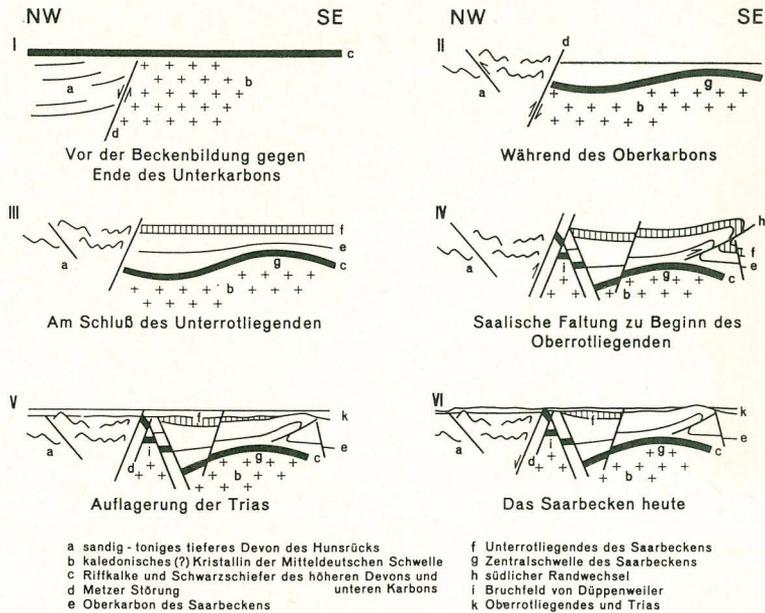


Abb. 3. Entwicklungsschema des Saarbeckens

Die Absenkung und die Auffüllung des Saarbeckens müssen stets unter Berücksichtigung dieses übergeordneten Bewegungsbildes gesehen werden. So erzeugte dieser Schub hier gegen und unter den Hunsrück nicht nur das Becken, das sogleich die Abtragungsprodukte des mit seiner Vertiefung korrespondierend aufsteigenden Hunsrücks aufnahm, sondern es wurde auch gleichzeitig der Saarbrücker Hauptsattel, teils durch eine lokal verzögerte Absenkung, teils durch den seitlichen Schub auf die jungen Sedimente des Beckens, syndimentär angelegt und ebenfalls im gleichen Maße fortschreitend entwickelt (Abb. 3). Deshalb erscheint der Saarbrücker Hauptsattel im Bild der Fazies- und Mächtigkeitsverteilung immer wieder als Schwelle, obschon er seine eigentliche Gestalt erst an der Wende vom Unter- zum Oberrotliegenden erhielt.

Neben den Bewegungen der Absenkung und gleichzeitigen Einengung des Saarbeckens erfolgte außerdem noch eine Verlagerung des Troges im Streichen von Südwesten nach Nordosten. Auch dieser Vorgang zeichnete sich in dem Bild der Fazies- und Mächtigkeitsverteilung ab (KNEUPER 1971 b). Den größten Flözreichtum und die höchsten Mächtigkeiten finden wir im Westfal und im Stefan A im Südwesten. Im Stefan B und C sind dagegen die Mächtigkeiten im Südwesten und Nordosten etwa gleich groß; aber die Zone der besten Flözausbildung wanderte von Südwesten nach Nordosten. Im Unterrotliegenden war der paläogeo-

graphische Wechsel vollzogen, denn nun wachsen umgekehrt die Mächtigkeiten nach Nordosten stark an.

Detailuntersuchungen der letzten Jahre, Bohrungen und geophysikalische Messungen, erlauben eine erhebliche Verfeinerung und Modifizierung unserer Kenntnisse über die Baugeschichte des Saarbeckens.

Im Liegenden der St. Ingberter Schichten folgt flözführendes Oberkarbon, das nach den begrenzten biostratigraphischen Aussagen der Bohrung Saar 1 tieferes Westfal und Namur umfaßt. Von Fettkohle bis Anthrazit sind alle Inkohlungsgrade vertreten. Die Basis bildet ein Konglomerat mit wenig aufgearbeiteten Geröllen verschiedenster magmatischer und metamorpher Gesteine, von denen wir kein einziges aus der näheren oder weiteren Umgebung kennen.

Darunter liegen Schwarzschiefer, die nach Lage und Fazies mit denen des östlichen Rheinischen Schiefergebirges vergleichbar sind. Dann folgen Massenkalke, die bis zum mittleren Givet hinabreichen und die unmittelbar auf einem Granit von wahrscheinlich kaledonischem Alter liegen.

Da Schwarzschiefer und Massenkalk eng mit den entsprechenden Gesteins- und Fazies-Typen des Rheinischen Schiefergebirges verwandt sind, dürften bis weit in das Dinant hinein etwa gleiche paläogeographische Verhältnisse geherrscht haben (Abb. 3, I). Erst dann setzte im Zug der Faltung des Hunsrücks eine verschiedene Entwicklung ein.

Die scharfe Faltung des Hunsrücks steht im Gegensatz zu der damals offensichtlich wenig deformierten Sedimenthülle auf der Mitteldeutschen Schwelle. Doch steht die Absenkung des Saarbeckens in unmittelbarer Beziehung zum Aufstieg des Hunsrücks als Endphase der Faltung. Die (vielleicht kaledonisch) konsolidierte Mitteldeutsche Schwelle, bedeckt vom Massenkalk und Schwarzschiefer, schob sich gegen und unter den sich hebenden Hunsrück. Vor der Bewegungszone entstand im Hunsrück ein Fächer der Vergenz; hinter ihr entwickelte sich im Sog der Unterschiebung das Saarbecken (Abb. 3, II).

Der erste Schritt zur Bildung des Saarbeckens zeichnet sich im Namur-Konglomerat ab, dessen Gerölle nicht aus dem Hunsrück stammen. Dann herrschen aber die Abtragungsprodukte des Hunsrücks vor, und im Westfal C scheinen nur noch vereinzelte Schüttungen nicht von dorthier gekommen zu sein.

Unmittelbar südöstlich der Randstörung gegen den Hunsrück treten im Saarbecken die größten Mächtigkeiten auf. Das entspricht ganz diesem Bewegungsbild, ebenso wie die dem Sog der Unterschiebung entgegengerichtete Einengung der jungen Beckensedimente und die frühzeitige Anlage des Saarbrücker Hauptsattels als Schwelle.

Zwischen dem Westfal und dem Stefan liegt eine ausgedehnte Schichtenlücke, die teils durch eine Sedimentationspause und teils durch Erosionen verursacht worden war. Die Sedimente des Stefans zeigen dann, daß damals die bisherigen Bewegungen ausgeklungen waren und nun ein neuer Abschnitt der Geschichte des Saarbeckens begonnen hatte.

Die Absenkung des Saarbeckens hatte sich verlangsamt, und es nahm vor allem den Schutt des sich jetzt hebenden südöstlichen Randgebirges auf. Gleichzeitig damit hatte sich auch die Einengung des Saarbeckens verringert, und die Schwelle zeichnete sich nicht mehr so deutlich im Sedimentationsraum ab. Auch der Aufstieg des Hunsrücks war vorläufig beendet. Die Reliefenergie zwischen ihm und dem Saarbecken war deshalb verringert, und er lieferte nur noch geringe Mengen an Sedimentmaterial. Im Stefan verlagerte sich schließlich noch das Trogtiefste im Streichen des Beckens von Südwesten nach Nordosten.

Dieses Bewegungsbild variierte natürlich im Laufe der Zeit, dauerte aber in den Grundzügen bis zur Wende vom Unter- zum Oberrotliegenden an. Dann änderte es sich allerdings grundlegend. Bei der nun einsetzenden saalischen Faltung stieg der Hunsrück zwar gleichfalls auf und die Nordwest-Randstörung diente als Bahn; die Einengung des Saarbeckens war jedoch unvergleichlich viel stärker (Abb. 3, IV). Der Hunsrück war ein mehr oder weniger konsolidierter Block, der gegen den mobilen intramontanen Molassetrog bewegt wurde. Die Nordwest-Randstörungszone war diesmal Überschiebung und auch ein Hauptaufstiegsweg des Rotliegend-Vulkanismus. Diese kräftige Einengung muß auch den Untergrund des Saarbeckens erfaßt haben. Im Gegensatz zu den mobilen Sedimenten des Beckens reagierte der Untergrund wahrscheinlich durch Zerblockung. Damit waren weitere Aufstiegswegen für den Rotliegend-Vulkanismus gegeben.

Auf dem Nordwestflügel des ja schon vorgezeichneten Saarbrücker Hauptsattels dienten die Flöze als ausgezeichnete Gleitbahnen für den Faltungsvorschub. Da die Mächtigkeiten gegen den Sattelkern beträchtlich abnahmen, schlossen sich hier die Bewegungen zu einer großen Überschiebung von mehreren Kilometern zusammen. Sie wurde seitlich gerahmt von diagonalen Horizontalverschiebungen (wie dem Saarsprung). Noch vor dem Abschluß der Einengung zerbrach das Gewölbe des Saarbrücker Hauptsattels in ein Mosaik von kleinen Schollen. Mit diesen Bewegungen geriet der Saarbrücker Hauptsattel über das Erosionsniveau, was zu einer gleichzeitigen Abtragung führte (Abb. 3, V).

Das Deckgebirge des Saarbeckens beginnt mit Sandsteinen der Kreuznacher Gruppe (höheres Oberrotliegendes). Auf den tektonischen Bahnen der saalischen Faltung fanden zwar noch kleinere Bewegungen bis in den oberen Buntsandstein statt; im ganzen ist die Geschichte des Saarbeckens mit dem Oberrotliegenden jedoch abgeschlossen (Abb. 3, VI).

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.

## b) Stratigraphie

Von GOTTFRIED KNEUPER\*

Mit 3 Abbildungen und 1 Tabelle

Die Schichtenfolge des Saarbeckens ist durch Ubertage- und Bergaufschlüsse vom Westfal C an gut bekannt.

### Die Saarbrücker Gruppe (Westfal C und D)

Das Westfal C und D wird zur Saarbrücker Gruppe zusammengefaßt. In ihr beobachten wir:

1. Die Gesteine besitzen graue, grauschwarze und schwarze Farben.
2. Die Schichtenfolge besteht aus Konglomeraten, Sandsteinen, Siltsteinen (= Sandschiefern), Tonsteinen (= Schiefertonen) und eingeschalteten Kohlenflözen. Starke Änderungen der Mächtigkeiten, der Gesteinsausbildung und der Wechselfolge sowie örtliche Sedimentationslücken und Winkeldiskordanzen kennzeichnen die unruhige Sedimentation. Andererseits zeigt die gelegentliche Lamination der feinklastischen Sedimente eine zeitweise und örtliche Stetigkeit der Sedimentation an. Insgesamt war sie aber so unregelmäßig, daß kein Normalschichtenschnitt aufgestellt werden kann.
3. Im Streichen nimmt die Mächtigkeit von Südwesten nach Nordosten ab (Abb 1). Hinzu tritt im Raum Neunkirchen unter dem Stefan eine Erosionsdiskordanz auf, an der zuerst die Heiligenwalder, dann die Luisenthaler und schließlich auch noch die obersten Geisheck-Schichten auskeilen.
4. Im Einfallen zur Primärs-Mulde nimmt die Mächtigkeit der Sedimente ebenfalls erheblich zu. Dabei können aus der Flözfazies drei Zonen verschiedener Absenkungs-Geschwindigkeiten abgeleitet werden:
  - a) Auf der Schwelle deuten etwas geringere Flözmächtigkeiten bei gleichzeitiger Wechselfolge mit ebenfalls geringmächtigen und feinklastischeren Zwischenschichten auf eine Zone langsamer Absenkung mit einem für die Torfbildung nicht allzu günstigen Moorwasserspiegel hin. Anzeichen lassen auf eine Tendenz zu „Liptobiolithen“ schließen.
  - b) Etwas hangabwärts folgte eine Zone mit großen Kohlemächtigkeiten und geringen Bergemitteln. Hier bildeten sich charakteristische „humolithische Streifenkohlen“.
  - c) Noch ferner der Schwelle deuten die steigenden Mächtigkeiten der Nebengesteine zwischen den Flözen, das überwiegende Vorkommen von Siltsteinen, das häufigere Auftreten von grobklastischen Schüttungen und die zahlreich in die Flöze eingelagerten Bergemittel bei gleichzeitiger Verringerung der Kohlemächtigkeit auf eine schnellere Absenkung hin. Vereinzelt bituminöse Schiefertone sind Anzeichen der sapropelitischen Fazies.

\* Anschrift des Autors: Dr. G. KNEUPER, Leiter der Arbeitsgruppe Rohstoffe der Saarbergwerke AG, 66 Saarbrücken, Trierer Straße

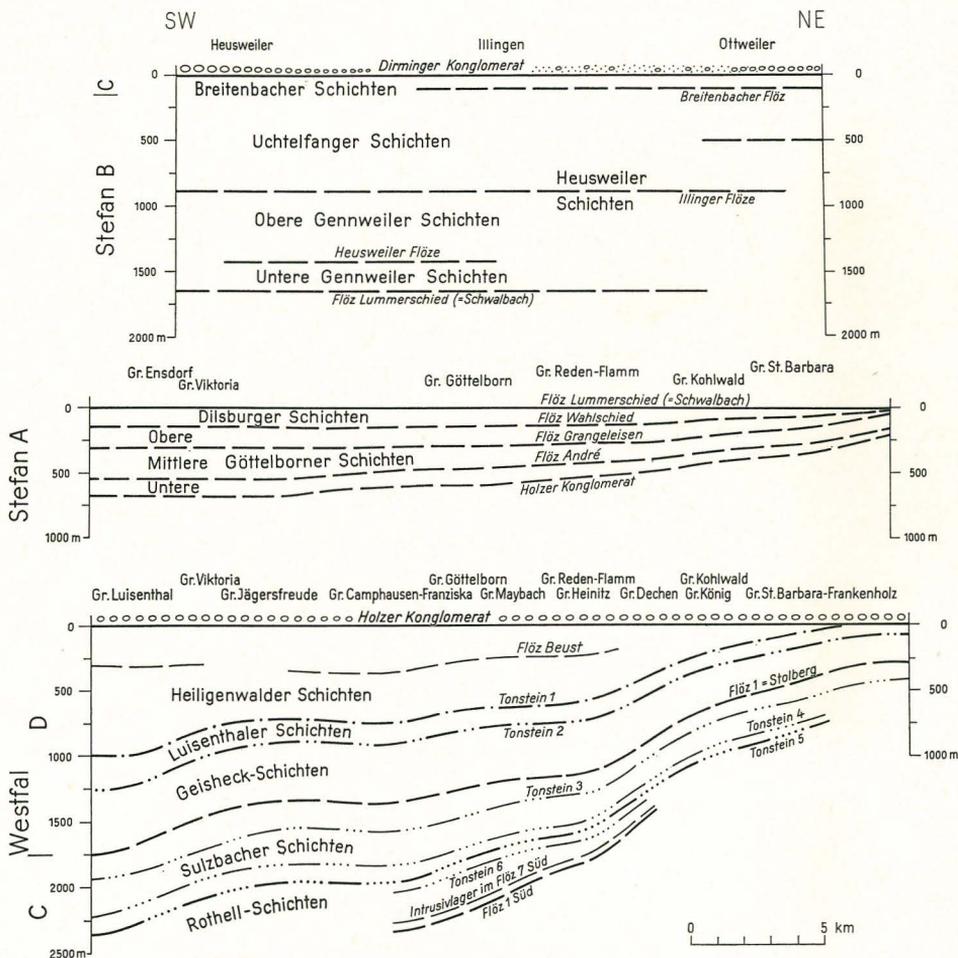


Abb. 1. Stratigraphische Schnitte durch das Saarkarbon (im Streichen)

- d) Zwar greifen diese Fazieszonen immer wieder übereinander und verzahnen sich, doch wandert die Zone günstigster Flözbildung im Verlauf des Westfals vom Sattelkern langsam nach außen und zeigt so die zunehmende Aufrichtung zu einem Sattel in statu nascendi an.

Die St. Ingberter Schichten sind das tiefste durch den Bergbau erschlossene Schichtenpaket des Saarkarbons. Die Folge umfaßt rund 200 m und besteht vorwiegend aus grob- bis mittelklastischen Gesteinen. Als stratigraphische Obergrenze gilt die Basis von Flöz 1 Süd, dem untersten Flöz der Rothell-Schichten. In den wenigen Aufschlüssen konnte keine nennenswerte Kohleföhrung beobachtet werden (Tab. 1); sie beschränkte sich auf Wechselfolgen geringmächtiger Bänke mit Schiefertönen. Diese Kohlensterilität tritt in den St. Ingberter Schichten bemerkenswerterweise auch in den feinklastischen Partien auf, die in der Saarbrücker Gruppe sonst reich an Kohle sind.

Mit den Rothell-Schichten setzt die Flözführung ein. Stratigraphische Grenzen sind im Liegenden das Flöz 1 Süd (Bezeichnung auf der Grube St. Ingbert)

und im Hangenden der Kaolin-Kohlentonstein 5 (= Tonstein 5)<sup>1</sup>. Die Aufschlüsse erstrecken sich vom Grubenfeld Hirschbach bis zur Grube König. In dem rund 350 m mächtigen Verband, der aus einer faziell stark wechselhaften Folge von vorwiegend mittel- bis grobklastischen Gesteinen besteht, sind auf der Grube St. Ingbert 24 Flöze aufgeschlossen und benannt worden, von denen nach heutigem Maßstab nur zwei bis drei bauwürdig sind. Der Kohleanteil der Rothell-Schichten ist in Tabelle 1 angegeben. Besonders bemerkenswert ist das Flöz 7 Süd mit dem Kuselitlager, an dessen Kontakt die Kohle in Naturkoks umgewandelt wurde.

Die Sulzbacher Schichten sind im Saarbecken gut aufgeschlossen. Bisher fehlte jedoch eine zusammenfassende Auswertung aller vorhandenen Aufschlüsse nach einheitlichen stratigraphisch-faziellen Gesichtspunkten. So bestanden bis heute für gleiche Flöze in den verschiedenen Gruben unterschiedliche Bezeichnungen. Eine neue Flözgleichstellung für die Sulzbacher Schichten wurde jetzt abgeschlossen.

Einen Überblick über die Ausbildung eines Teils der Sulzbacher Schichten gibt ein vereinfachtes stratigraphisch-fazielles Diagramm (Abb. 2), aus dem die Gleichstellung, die Mächtigkeiten und das fazielle Verhalten im Generalstreichen zu entnehmen sind. Als Gesamtmächtigkeit der Sulzbacher Schichten zwischen dem Kaolin-Kohlentonstein 5 im Liegenden und Flöz 1 (nach der Sulzbacher Einteilung) im Hangenden kann im Nordosten (Grube St. Barbara) 350 m angegeben werden, im Südwesten (Grube Velsen) dagegen rd. 700 m. In allen Aufschlüssen zeigt sich eine stark kohleführende Wechselfolge grauer Gesteine unterschiedlicher Zusammensetzung. Den Hauptanteil bilden sandiger Tonstein, schwach sandiger Tonstein, Siltstein und Sandstein. Sandfreier Tonstein und Konglomerate kommen seltener vor. Aus Tabelle 1 und Abb. 1 geht der außerordentliche Kohlereichtum der Sulzbacher Schichten hervor. Er beträgt im Mittel fast 10%. Im einzelnen sind Kohleanteile von 20—30% in 50 m mächtigen Schichtpaketen keine Seltenheit. 20 bis 25 Flöze (im Osten 15) sind bauwürdig.

Auf die Sulzbacher Schichten, die noch dem Westfal C zugeordnet werden, folgen oberhalb Flöz 1 die im Saarbrücker Hauptsattel auch als „Flözarmes Mittel“ bezeichneten Geisheck-Schichten des Westfals D (Flöz 1 bis Kaolin-Kohlentonstein 2). Ihre Mächtigkeit beträgt im Nordosten (Grubenfeld König) rd. 320 m und nimmt nach Westen (Grube Luisenthal) auf 640 m zu (Abb. 3). Im Saarbrücker Hauptsattel wurde in den Geisheck-Schichten infolge ihrer Flözarmut kein nennenswerter Bergbau betrieben. Nur aus einigen Flözen, die örtlich Bauwürdigkeit erreichen, haben verschiedene Gruben zeitweilig Kohle gefördert. Grobklastische Schichten wechseln mit mittel- und feinklastischen ab. Das stratigraphische Diagramm in Abb. 3 läßt folgendes erkennen:

1. Die Mächtigkeit nimmt von der Grube Warndt im Südwesten bis zur Grube Luisenthal zunächst von 400 m auf 640 m zu und fällt dann bis zur Grube König im Nordosten auf 320 m ab.
2. Die Kohle verteilt sich auf viele dünne Bänkchen mit Dezimeter- oder Zentimeter-Mächtigkeiten; Flöze im Meterbereich sind selten. Der Kohleanteil ist im östlichen (Gruben St. Barbara-Frankenholz und Reden) sowie im westlichen Revier (Grube Warndt) am größten. Sowohl hier wie dort enthalten die Geisheck-Schichten eine etwas größere Anzahl bauwürdiger Flöze, so daß die Bezeichnung „Flözarmes Mittel“ nicht mehr zutreffend ist.

<sup>1</sup> Die Kaolin-Kohlentonsteine, die meistens kurz als Tonsteine bezeichnet werden, sind jeweils durch eine Zahl genau gekennzeichnet. Im Unterschied dazu werden die Schiefer-tone heute vielfach allgemein als Tonstein bezeichnet.

Tabelle 1  
Gesamtmächtigkeiten, Kohlemächtigkeiten und Kohleanteile verschiedener Schichtglieder  
und Aufschlüsse des Saarkarbons

		Warndt (Qu 39 auf — 295-m-S.)		Göttelborn (Bohrung Waldbach)		Kohlwald (Normalschichtenprofil)	
Heiligenwalder Schichten	Holzer Kongl. bis Flöz Josepha (= Sophie)	} 539 m	} 56 m	420 m	} 905 m	216 m	} 446 m
				31 m			
				7,2 ‰		12 ‰	
	Flöz Josepha bis to <sup>2</sup> 1			48 m		50 m	
		10,5 ‰		485 m	5,2 ‰	230 m	11,2 ‰
				17 m		24 m	
				3,5 ‰		10,6 ‰	
Luisenthal							
		Davy-Schacht	Bohrung Stangenmühle	Calmelet-Schacht	Bohrung Alsbachtal	Alsbach-Schacht	Mittelwert
Luisenthaler Schichten		280 m 13 m 4,7 ‰			280 m 4 m? 1,6 ‰?		4,7 ‰
Geisheck-Schichten		600 m 24 m 4 ‰	570 m 32 m 5 ‰	520 m 26 m 5 ‰	460 m 28 m 6,1 ‰	460 m 27 m 5,8 ‰	5,2 ‰
Sulzbacher			513 m 51 m 9,9 ‰				9,9 ‰
	Flöz 1 bis to 4						

Schichten		Bohrung Saarbrücken West 2	Bohrung Saarbrücken Nord	St. Ingbert (H.—Qu, 6. S.)	Heinitz (Bohrung 1/61)	Heinitz (Bohrung 3/57)	Heinitz (Bohrung 4/57)	Dechen	König	Saar I
	to 4 bis to 5	78 m 6,5 m 8,2 ‰		125 m 7,4 m 5,9 ‰						52 m 0,9 m 1,7 ‰
Rothell-	to 5 bis to 6	(136 m) <sup>1</sup> (4,1 m) <sup>1</sup> 3,1 ‰		155 m 7,9 m 5,1 ‰					68 m 6,2 m 9,1 ‰	75 m 6,9 m 9,2 ‰
Schichten	to 6 bis Flöz 1 S			342 m 22 m 6,5 ‰			(148 m) <sup>1</sup> (11,3 m) <sup>1</sup> (7,6 ‰)	(144 m) <sup>1</sup> (10,3 m) <sup>1</sup> 7,2 ‰		260 m 12,4 m 4,8 ‰
St. Ingberter im Hgd.	} des südlichen Schichten im Lgd. } Randwechsels		(156 m) <sup>1</sup> (0,4 m) <sup>1</sup> 0,3 ‰		(283 m) <sup>1</sup> (0,3 m) <sup>1</sup> 0,1 ‰	(77 m) <sup>1</sup> (0,5 m) <sup>1</sup> 0,7 ‰				(188 m) <sup>1</sup> (3,9 m) <sup>1</sup> 2,1 ‰
										262 m 17,3 m 6,6 ‰
Westfal A + B										462 m 30,8 m 6,7 ‰
Namur + Unterkarbon										55 m 0,4 m 0,8 ‰

<sup>1</sup> Gesamtmächtigkeit nicht aufgeschlossen<sup>2</sup> to = Leittonstein

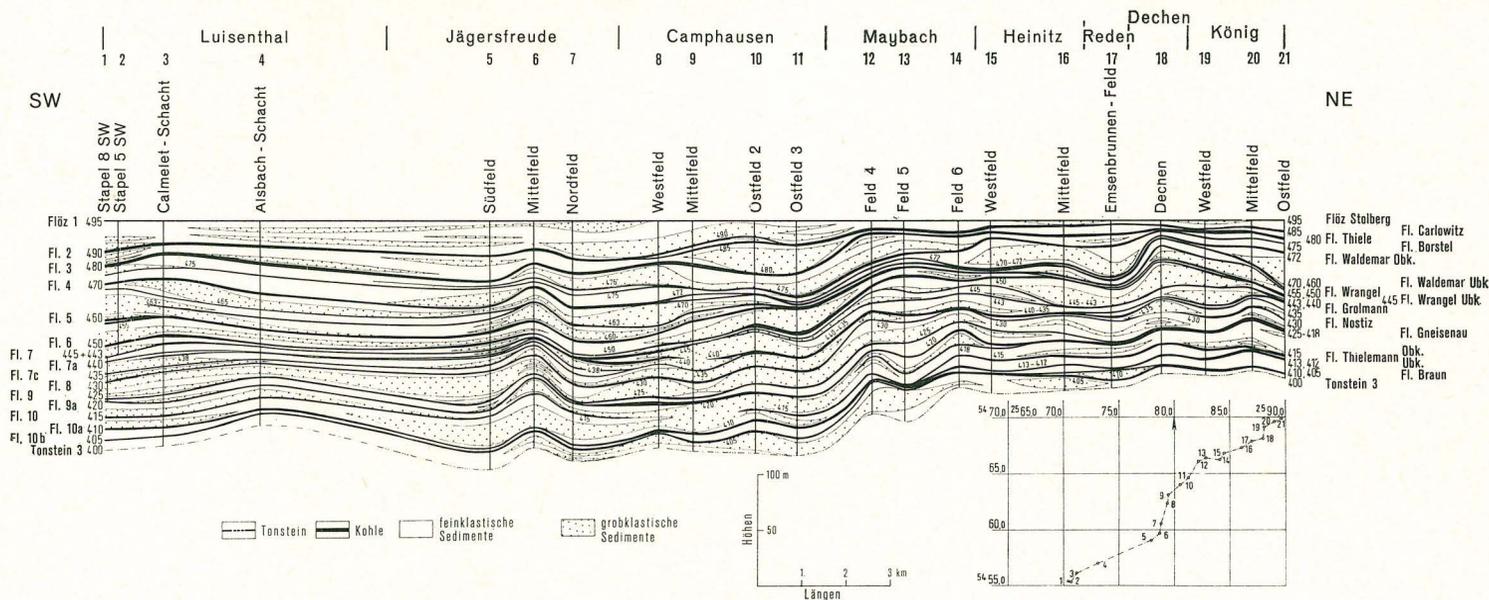


Abb. 2. Stratigraphisches Diagramm der Sulzbacher Schichten zwischen Leittonstein 3 und Flöz 1. Streichender Schnitt

3. Der Anteil an grobklastischen Gesteinen (Sandsteine und Konglomerate) ist verhältnismäßig hoch. Er kann stellenweise in 100-m-Abschnitten 50% betragen. Derart hohe Anteile an grobklastischen Gesteinen weisen die Sulzbacher Schichten im Liegenden an keiner Stelle im Bereich des Saarbrücker Hauptsattels auf. Innerhalb der Sulzbacher Schichten wird lediglich südwestlich Saarbrücken die mächtige Grobschüttung des St. Fontainer Sandsteins angetroffen.

Die Geisheck-Schichten werden von den Luisenthaler Schichten überlagert, die an der Saar früher auch als „Untere Flammkohle“ bezeichnet wurden. Die Luisenthaler Schichten zwischen Kaolin-Kohlentonstein 2 (Basishorizont) und Kaolin-Kohlentonstein 1 (Abb. 3) sind im Ziehwald-Feld der Grube König 150 m, nach Lothringen (Kleinrosseln) 300 m mächtig. Alle Aufschlüsse zeigen Wechselfolgen, die im oberen Teil überwiegend fein- bis mittelklastisch, im unteren Teil meist mittelklastisch sind (Siltstein). Die Kohleführung ist im hangenden Teil stärker ausgebildet: 6—7 Flöze sind aufgeschlossen worden, 3—4 davon erreichen in der Regel Bauwürdigkeit. Im liegenden Teil treten bei allgemein geringer Kohleführung bis zu drei Flöze auf, von denen höchstens eines bauwürdig ist. In der Grube Luisenthal beträgt der Kohleanteil nicht ganz 5% (Tab. 1). Im Südwesten (Grube Warndt) nimmt die Kohlemächtigkeit der Luisenthaler Schichten jedoch ganz erheblich zu und erreicht in Lothringen ihr Maximum (Mächtigkeit des Flözes Henry 15—18 m).

Die Heiligenwalder Schichten wurden früher auch als „Obere Flammkohle“ bezeichnet. Das entspricht auch meist dem Inkohlungsgrad der Flöze, allerdings nicht immer: in größeren Teufen haben sie die Eigenschaften der „Unteren Saar-Flammkohle“ und schließlich sogar die der „Saar-Fettkohle“. Die Begriffe „Saar-Fettkohle“, „Untere“ und „Obere Saar-Flammkohle“ wurden als stratigraphische Begriffe gebraucht in der irrtümlichen Annahme, daß die Inkohlungseigenschaften schichtparallel erhalten bleiben.

Die Flöze der Heiligenwalder und Luisenthaler Schichten werden meist von den gleichen Gruben gebaut, den Flammkohlen gruben, die sich etwa parallel zu den Fettkohlen gruben einige Kilometer weiter nordwestlich von Nordosten nach Südwesten aufgereiht finden: Kohlwald (1966 stillgelegt), Reden-Flamm (in einer Einheit mit Reden-Fett), Götzelborn, Von der Heydt (1932 stillgelegt), Viktoria (1963 stillgelegt), Geislautern (1932 stillgelegt) und Warndt (seit 1966 in Förderung).

Der Verband der Heiligenwalder Schichten mit dem Kaolin-Kohlentonstein 1 als Basis stellt im Saarbecken die oberste Stufe des Westfals D dar. Seine Hangendgrenze ist das Holzer Konglomerat als Basis des Stefans. Da jedoch zwischen Westfal und Stefan eine große Schichtenlücke besteht und das Holzer Konglomerat mit zunehmender Diskordanz nach Südwesten und Nordosten auf immer tiefere Schichten übergreift, sind Mächtigkeitsangaben für diese Schichten in jedem Falle nur von örtlicher Bedeutung. In der stillgelegten Grube St. Barbara treten die Heiligenwalder Schichten von der Linie Wiebelskirchen — Hangard — Münchwies unter dem Holzer Konglomerat auf und nehmen nach Nordwesten und Südwesten zu. Im Feld der stillgelegten Grube Kohlwald stehen bereits 350—500 m Heiligenwalder Schichten, im Grubenfeld Reden-Flamm schon 500—600 m, im Grubenfeld Götzelborn zwischen 600 und 700 m und im Feld der stillgelegten Grube Viktoria im Mittel etwa 800 m an. Diese Mächtigkeitszunahme nach Nordwesten und Südosten ist nicht allein auf die abnehmende Diskordanz in diesen Richtungen zurückzuführen, die im Bereich der Grube St. Barbara-Frankenholz zwischen dem Holzer Konglomerat und den einsetzenden Heiligenwalder Schichten etwa 10° beträgt und über das Kohlwald-Feld mit 5°—1° zur Grube Reden-Flamm auf 0° abnimmt, sondern in starkem Maße auch auf die Zunahme der Mächtigkeiten. Von der Grube

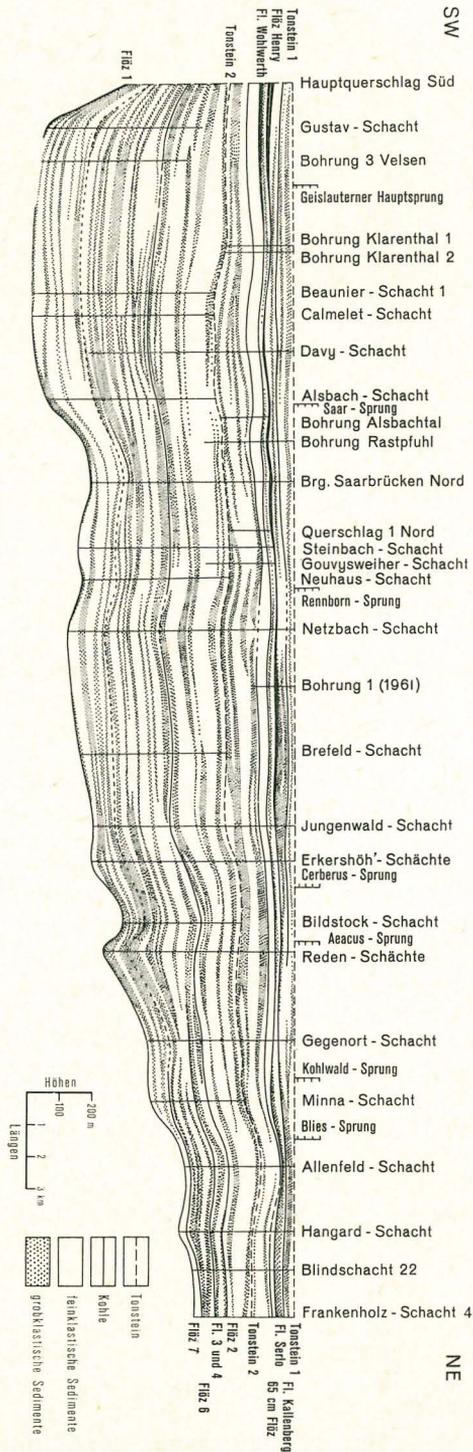


Abb. 3. Stratigraphisches Diagramm der Geisheck- und Lusenhaler Schichten. Streichender Schnitt

Reden-Flamm nach Westen ist eine Winkeldiskordanz nicht mehr zu erkennen. Gleichwohl besteht auch hier zwischen Heiligenwalder Schichten und Holzer Konglomerat eine Schichtenlücke.

Im oberen Teil der Heiligenwalder Schichten sind im Kohlwald-Feld von 15 benannten Flözen 12 bauwürdig, im Feld Reden-Flamm von 25 benannten 15—20. Nach Westen nimmt die reichliche Kohleführung mehr und mehr ab: im Göttelborner Feld sind von 20 benannten Flözen 10—12 bauwürdig und im Viktoria-Feld von 15 noch 6—7. Die Flözführung nordöstlich des Saarsprungs ist vorwiegend auf den Teil der Heiligenwalder Schichten beschränkt. Hier wird eine unregelmäßige Wechselfolge von grauen fein- bis mittelklastischen Gesteinen beobachtet, in die stellenweise stark ausgeprägte Grobschüttungsfolgen eingeschaltet sind. In dem unteren flözärmeren Teil überwiegen mittel- bis grobklastische einheitlich graue Gesteine. Darin eingeschaltete feinklastische Zwischenschichten enthalten die schwache Flözführung.

In der Grube Warndt im Westen ist die Flözführung an der Südostflanke des Merlebacher Sattels besonders stark (Kohleanteil über 10%, Tab. 1). In dem vorwiegend fein- bis mittelklastisch ausgebildeten unteren Teil der Heiligenwalder Schichten sind 25—30 Flöze benannt, von denen 15—20 bauwürdig sind. Ein oberer Teil wurde hier entweder nicht abgelagert oder vor der Ablagerung des Holzer Konglomerates wieder abgetragen. Nach Nordwesten nimmt die Flözführung, wie übrigens auch nordöstlich des Saarsprungs, rasch ab.

Mit den nach Nordwesten zunehmenden Mächtigkeiten treten stärkere Grobschüttungen in Erscheinung. So bestehen die Heiligenwalder Schichten etwa 10 km nordwestlich des Merlenbacher Sattels in der Tiefbohrung Differten aus einer rd. 1000 m mächtigen, fast kohlefreien Wechselfolge mittel- bis grobklastischer Sedimente.

Die Ausbildung der Heiligenwalder Schichten ist äußerst wechselhaft. Ihre Unregelmäßigkeit ist die einzige Regelmäßigkeit. Die faziellen Veränderungen in Kohle und Nebengestein sind stärker als bei allen übrigen Schichtpaketen. Auch der Kohleanteil ist starken Veränderungen unterworfen. Er ist jedoch mit etwa 5—11% (Tab. 1) verhältnismäßig hoch (abgesehen von der erwähnten Bohrung Differten), so daß die Heiligenwalder Schichten zusammen mit den Sulzbacher Schichten den Hauptanteil der Kohlevorräte des Saarreviers stellen.

### Die Ottweiler Gruppe (Stefan A, B und C)

Die Ottweiler Gruppe zeigt gegenüber der Saarbrücker Gruppe recht deutlich andere Merkmale:

1. Die Gesteine besitzen rote und grüne Farben unter Einschaltung geringmächtiger Graufolgen.
2. Flöze treten nur vereinzelt in feinklastischen Graufolgen auf. In der rd. 2000 m mächtigen Schichtenfolge werden heute nur vier Flöze abgebaut.
3. Der Anteil von Konglomeraten an der Schichtenfolge ist erheblich geringer als im Westfal.
4. Die Psammite sind generell vom Süden her geschüttet, während die des Westfals überwiegend von Norden und Nordwesten kamen.
5. Die ältesten Psammite des Stefans A sind nach ihrem Mineralbestand relativ „reife“ Sedimente (Quarz, unter 10% Feldspat, Muskovit, Zirkon). Dies ändert sich kontinuierlich zum Hangenden, so daß es sich im Stefan B schließlich zum großen Teil um Arkosen handelt (Quarz, über 30% Feldspat, Biotit, Mus-

kovit, Turmalin, Zirkon, Eisenerz). Die steigende Zufuhr von frischeren Sedimenten von Süden her spricht einmal für eine fortgesetzte tektonische Aktivierung der Reliefenergie zwischen diesem Liefergebiet und dem Saarbecken, zumal im Stefan A fein- bis mittelkörnige, im Stefan B dagegen mittel- bis grobkörnige Psammite vorherrschen; weiterhin kann sich die Schwelle des späteren Saarbrücker Hauptsattels damals morphologisch nicht wesentlich ausgewirkt haben.

6. Bemerkenswert sind dolomitische Mergel und Kalke, die teils biogen und durch chemische Ausfällung, teils auch durch Effloreszenz entstanden sind.
7. Fazieswechsel ist zwar zu beobachten, jedoch bei weitem nicht so rege wie in der Saarbrücker Gruppe; auffällig ruhig sind die Verhältnisse im Stefan A über dem Holzer Konglomerat.

Es ist verständlich, daß dieser tiefgreifende Wechsel zwischen dem Westfal und dem Stefan größere Zeiträume einnahm. So erklärt sich die biostratigraphisch nachgewiesene große Schichtenlücke im Liegenden vom Stefan. Dagegen folgt das Rotliegende ohne einen Wandel der paläogeographischen oder lithostratigraphischen Verhältnisse, so daß sich das Stefan gegen das Westfal deutlicher abhebt als die Karbon/Perm-Grenze.

Das Stefan A ist im Südwesten 630 m mächtig, im Nordosten dagegen nur 200 m. Die eintönige Schichtenfolge kann mit Hilfe mehrerer Leithorizonte gegliedert werden: Zunächst sind das die Kohlenflöze André, Grangeleisen, Wahlschied und Lummerschied (= Schwalbach), sechs mit Phyllopoden und Ostrakoden erfüllte feinkörnige Tonsteine. Die „*Leia*-Horizonte“ sind ebenfalls Zeitmarken. Ein überraschend guter Leithorizont ist der „Hilschbacher Sandstein“ mit dem ihn wenige Meter im Liegenden begleitenden dunklen, bituminösen und papierfeinen „Koprolithenschiefer“. Da diese Leithorizonte in fast gleicher Ausbildung über nahezu das ganze Gebiet verbreitet sind, dürften sie tektonische Ruhezeiten repräsentieren. Die Mächtigkeitsänderungen und damit die Bewegungen des Beckenbodens betreffen also in der Hauptsache die Sedimente zwischen den Leithorizonten (Abb. 1).

Das Stefan B besteht aus etwa 1400 m überwiegend rötlichen Arkosesandsteinen und Tonsteinen, die durch die Illinger Flözzone gegliedert werden. Im Nordosten nimmt der Sandgehalt allgemein zu, und es mehren sich konglomeratische Lagen. Im Südwesten tritt andererseits im oberen Stefan B eine feinkörnige, feldspatarme und tiefrot gefärbte Sandsteinfazies auf, die offensichtlich „reifer“ ist. Vielleicht lag damals dort das Becken „tiefste“. Dafür spricht auch die paläogeographische Verteilung der Flözzone im Stefan B.

Das Stefan C ist eine geringmächtige Graufolge aus Sandsteinen und Tonsteinen, die im Nordosten etwa 150 m Mächtigkeit erreicht. Diese Graufolge führt das Breitenbacher Flöz (= Grenzkohlenflöz), das im Nordosten zeitweise abgebaut wurde, im Südwesten dagegen nur aus dünnen Schmitzen von höchstens 10 cm Dicke besteht (Abb. 1).

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.

## c) Inkohlung

VON GOTTFRIED KNEUPER\*

Die im Saarbecken im Abbau stehenden Flöze sind nach der DIN-Norm 21900/308 nur verhältnismäßig gering inkohlte Flammkohlen, Gasflammkohlen und Gaskohlen. Daher sind gute Maßstäbe zur Bemessung der Inkohlung das Wasserhaltevermögen und die Verbrennungswärme des aschefreien Vitrits, während der Gehalt an Flüchtigen Bestandteilen und an Kohlenstoff sowie das Reflexionsvermögen des Vitrinites in diesem Inkohlungsbereich stark streuen (DAMBERGER, KNEUPER, M. & R. TEICHMÜLLER 1964).

Die Isoflächen gleicher Inkohlung liegen im oberflächennahen und vom Bergbau aufgeschlossenen Saarkarbon nicht parallel zu den Schichten, sondern zeigen deutliche Beziehungen zu einigen tektonischen Strukturelementen, so daß sich die Verkokungseigenschaften eines Flözes in den verschiedenen Baufeldern bemerkenswert unterscheiden. Die Ursache dafür ist in der mit der Beckenbildung zusammenhängenden, frühzeitig einsetzenden Anlage der Faltung zu suchen. Die Absenkung ließ die Flöze nach und nach in den Temperaturbereich der Inkohlung gelangen; die schon gleichzeitige Verbiegung führte zu einem Inkohlungsbild, das den frühen Bau der Falten nachzeichnet. Wir haben aber eine nur teilweise synorogene Inkohlung vorliegen, denn während des Paroxysmus der Faltung an der Wende vom Unter- zum Oberrotliegenden brach sie ab. Deshalb sind die Überschiebungen, Blattverschiebungen und Abschiebungen jünger als die Inkohlung.

Nach den Ergebnissen der Bohrung Saar 1 ist dagegen in den tieferen Teilen des Saarbeckens die Inkohlung weitergegangen, und sie muß nach den reaktionskinetischen Berechnungen von KARWEIL (1956) auch heute noch andauern. So besitzen dieselben Flöze oberflächennah nur den Inkohlungsgrad von höchstens Gaskohlen, in der Tiefe aber den Charakter von Semianthraziten. Wir dürfen also durchaus von einer „stockwerksgebundenen“ Inkohlung im Saarbecken sprechen.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.

---

\* Anschrift des Autors: Dr. G. KNEUPER, Leiter der Arbeitsgruppe Rohstoffe der Saarbergwerke AG, 66 Saarbrücken, Trierer Straße



## d) Karbon/Perm-Grenze

VON HORST FALKE\*

Mit 1 Abbildung

### Übersicht

Im Saar-Nahe-Gebiet schließt das jüngste Karbon (= Stefan C) mit einer kohlenführenden Grauserie (= Breitenbacher Schichten) ab. Sie liegt zwischen zwei buntgefärbten Abfolgen, den Heusweiler oder Potzberg-Schichten (= Stefan B) im Liegenden, und den Remigiusberger Schichten (= Basis der Unteren Kuseler Gruppe) des Unterrotliegenden im Hangenden.

In der zurückliegenden Zeit ist wiederholt zu der Frage der Grenzziehung zwischen diesem Stefan und Unterrotliegenden Stellung genommen worden. So hat WEISS (1876) die Grenze an die oberste Carbonatbank im Stefan C gelegt. GREBE (1894) und REIS (1921) benutzten hierzu das Einsetzen einer Rotfärbung, die sowohl grob- wie feinklastische Sedimente an der Basis der Remigiusberger Schichten betrifft. Dieses Vorgehen wurde von BIRK (1960) und LENZ (1965) ebenfalls angewendet. Zuvor hatten HEINTZ & DRUMM (1942) das Dirminger Konglomerat an der Basis der Remigiusberger Schichten bei Dirmingen im Saarland als Grenzhorizont vorgeschlagen. Mit der Aufnahme einer Neukartierung des Rotliegenden nach dem zweiten Weltkrieg wurden Zweifel an seinem Leitwert geäußert (FALKE 1954). Ihnen schloß sich SCHNEIDER (1958) an und empfahl, im Sinne von JONGMANS & PRUVOST (1950) das Unterrotliegende (= Autunien) als Übergangsschichten noch dem Karbon zuzuschlagen. Auch BRITZ (1962) verweist darauf, daß sich das Dirminger Konglomerat nur lokal als Grenzhorizont verwenden läßt.

Aus dieser kurzen Übersicht geht hervor, daß die Grenzziehung mangels geeigneter Fossilien nach petrographischen, damit aber keineswegs allseits befriedigenden Gesichtspunkten erfolgte. In den folgenden Ausführungen sollen die bisher bekannten organischen wie anorganischen Befunde für eine Festlegung der Grenze kritisch zusammengestellt und hieraus die Folgerungen gezogen werden.

### Die für eine Grenzziehung biostratigraphisch verwendbaren Unterlagen

Die Breitenbacher (= Stefan C) wie die Remigiusberger Schichten (= Basis des Unterrotliegenden) sind fossilführend. Durch die in den letzten zwei Jahrzehnten durchgeführte geologische Neuaufnahme sind zu den bisher bekannten einige neue Fossilfundpunkte hinzugekommen. Dies betrifft nicht nur diese Grenzsichten, sondern das gesamte Rotliegende. Jedoch hat die Neubearbeitung dieser Fossilien erst begonnen.

So hat PAPROTH (1966) gewisse Hinweise auf die Bedeutung der Süßwassermuscheln gegeben. Sie müssen noch erweitert werden. Nach ihren Untersuchungen ist die Gattung *Palaeanodonta* im Saar-Becken auf permische Schichten beschränkt, während *Anthraconaia?* bekanntlich auch im Karbon vorkommt. Wie von AMMON

\* Anschrift des Autors: Prof. Dr. H. FALKE, Direktor des Geologischen Instituts der Universität, 65 Mainz, Saarstraße

(1910) berichtet und später durch weitere Funde belegt worden ist, tritt *Palaeodontia* schon in den Remigiusberger Schichten auf. Damit würde das Rotliegend-Alter dieser Schichten durch diesen Befund bestätigt werden. Demgegenüber haben die in dieser Abfolge bisher seltenen Reste von Ostracoden und Phyllopoden, die von WARTH (1963) für das saarländische Stefan bearbeitet worden sind, noch keine Unterlagen für eine Grenzziehung zwischen Perm und Karbon geliefert. Abgesehen von einigen Hinweisen durch PLUMHOFF (1966) ist noch keine eingehende Untersuchung über die im saarpfälzischen Rotliegenden häufigen Ostracoden erfolgt. Die Möglichkeit einer stratigraphischen Aussage durch sie ist nicht auszuschließen. Sie ist schon allein aus Mangel an Material durch die Insektenfunde nicht gegeben und vermutlich auch durch die Fisch- und Amphibienreste fraglich. Von ihnen haben die letzteren für einige Fundpunkte in den Lebacher Schichten durch BOY (1970) eine Revision mit bemerkenswerten Ergebnissen erfahren.

Gegenüber diesen bisher geringfügigen Aussagen durch eine Fauna sind auch im Saar-Nahe-Gebiet die Pflanzenreste für die Festlegung der Grenze Karbon/Perm von großer Bedeutung. So hat man an einigen Stellen in den Remigiusberger Schichten die für das Rotliegende maßgebliche Leitpflanze *Callipteris conferta* STERNBERG gefunden. Damit ist entsprechend den internationalen Abmachungen das Alter dieser Schichten eindeutig festgelegt. Jedoch treten diese Fossilreste in Abhängigkeit von den paläökologischen Verhältnissen und den einstmals gegebenen Möglichkeiten einer Konservierung in sehr verschiedenen Niveaus auf. Infolgedessen können sie nicht unmittelbar für die Grenzziehung benutzt werden, sondern nur als Richtschnur für die Festlegung dieser Grenze mit Hilfe eines anderen Horizontes dienen. Darüber hinaus ist in den permokarbonischen Grenzschiechten eine Übergangsflora vorhanden, die vornehmlich aus Pecopteriden, Odontopteriden, Sphenophyllen und Lebachien besteht. Sie veranlaßte DOUBINGER (1956), die entsprechenden Schichten als Autuno-Stefanien zu bezeichnen. Sie hat sich ebenfalls mit der Mikroflora beschäftigt (1962). In dieser Beziehung hat vor allem HELBY (1966) versucht, mit Hilfe sporologischer Untersuchungen die Karbon/Perm-Grenze im Pfälzer Bergland zu erfassen. Hierbei konnte er feststellen, daß zwischen den Unteren und Oberen Breitenbacher Schichten ein deutlicher Unterschied vorhanden ist. Er setzt oberhalb des Breitenbacher (Grenz-) Kohlenflözes ein. Er besteht in dem Fehlen von zuvor nachweisbaren Sporengattungen, wie z. B. *Lycospora*, ihrer zunehmenden Seltenheit, wie z. B. *Punctatosporites*, und einem häufigeren Auftreten von saccaten Formen. Nach diesem Verfasser ist besonders die Beobachtung wichtig, daß nunmehr *Illinites unicus* KOSANKE häufig ist, denn für sie wird eine enge Verwandtschaft zu *Callipteris conferta* angenommen. Sollte diese verwandtschaftliche Beziehung zutreffen, so würde hiermit der Schluß zu ziehen sein, daß die bisher nach *Callipteris conferta* ausgerichtete Grenze im Saar-Nahe-Gebiet tiefer, und zwar inmitten des derzeitigen Stefans C, gelegt werden müßte. Damit würde sie eine maximal um 60—70 m tiefere Lage als die heutige einnehmen, eine Ansicht, die auch neuerdings von Dr. LÜTTKEHAUS vertreten wird. Jedoch stand HELBY nur eine geringe Anzahl von Proben zur Verfügung. Deshalb werden von REIMANN (Geol. Institut, Mainz) auf Grund eines umfangreichen Materials weitere Untersuchungen durchgeführt, um die bisher gewonnenen Ergebnisse zu erhärten und weiter auszubauen. Sie werden dem Internationalen Karbonkongreß in Krefeld 1971 vorgelegt werden.

Aus den vorausgegangenen Ausführungen ergibt sich, daß im Saar-Nahe-Gebiet der Übergang zwischen Karbon und Perm innerhalb der betreffenden Schichtenserien eindeutig mit *Callipteris conferta*, vermutlich auch über die Muschelgattung

*Palaeonodonta*, festgelegt werden kann, jedoch mit Hilfe der Sporen wahrscheinlich eine tiefere Lage einnehmen dürfte. Infolge der vertikal wie horizontal unregelmäßigen Vertretung dieser Fossilien muß in beiden Fällen zwecks Festlegung der Grenze für eine kartennmäßige Darstellung ein nach den Fossilfundpunkten ausgerichteter lithologischer Horizont dienen.

**Die petrographisch gegebenen Möglichkeiten einer Grenzmarkierung**

Nach der zuvor gegebenen Darstellung muß, bezogen auf die Fundpunkte von *Callipteris conferta*, der nach ihnen ausgerichtete petrographische Horizont an der Basis der Remigiusberger Schichten, bezogen auf die Mikroflora, im Bereich des Breitenbacher Flözes bzw. am Top der Heusweiler Schichten (= Stefan B) gesucht werden.

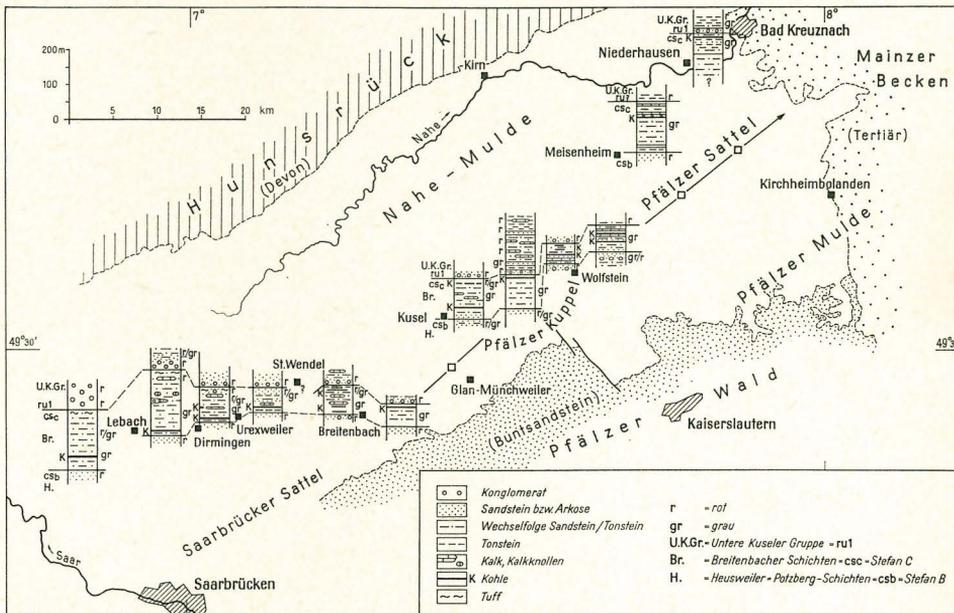


Abb. 1. Das regionale Verhalten des Schichtenaufbaues an der Karbon/Perm-Grenze im Saar-Nahe-Gebiet

Die zuletzt genannte Abfolge, die im Bereich der Pfälzer Kuppeln (Abb. 1) auch Pötzberg-Schichten genannt werden, setzt sich in ihrem jüngsten Abschnitt im Westen des Saar-Nahe-Gebietes aus rotbunten, mittel- bis grobkörnigen Sandsteinen mit Silt- und Tonsteinen (Schiefertonen) zusammen. Nach Osten, im Bereich des abtauchenden Saarbrücker Sattels, stellt sich in ihnen, abgesehen von lokalen roten Tonsteinen mit Mergelknollen, eine Geröllführung bei Zunahme der Feldspatkomponente ein. Im Gebiet der hiervon ostwärts gelegenen Pfälzer Kuppeln entwickelt sie sich in den Arkosen bzw. feldspatführenden Sandsteinen stellenweise zu einer Konglomeratbildung. Sie wird noch von geringmächtigen (ca. 30 m) grauen bis roten Silt- und Tonsteinen überlagert. Bemerkenswert ist, daß hier, an der Nordflanke der Königsberg-Kuppel, im Liegenden des hangenden roten Konglomerates bzw. konglomeratischen Sandsteines eine graue, sandig-

tonige Abfolge mit Kalklagen und einem Kalkkohleflöz auftritt (DREYER 1970). Auf Grund ihrer Zusammensetzung könnte sie mit den Breitenbacher Schichten (= Stefan C) verwechselt werden.

Sie sind zum Liegenden dort schwieriger abzugrenzen, wo es ebenfalls grau-gefärbt ist. Im Westen bestehen sie aus einer 100 m mächtigen Abfolge. Ihr unterer Teil ist vorwiegend sandig mit einem 10—20 cm mächtigen Kohleflöz ca. 10—15 m über der Basis. Der obere Teil ist sandig-tonig. Weiter östlich nimmt die Mächtigkeit der Graufolge auf 40—50 m ab. Sie enthält eine Kalkbank an Top der Abfolge, die in buntgefärbte Schichten überwechselt und toniger wird. Nach Osten nimmt der Sandgehalt zu, und bei Dirmingen, zwischen Urexweiler und Remmesweiler (Abb. 1), stellt sich wiederum im unteren sandsteinreichen Abschnitt der Schichtenserie stellenweise 15 m über der Basis ein Kohleflöz ein. Seine Mächtigkeit kann maximal 46 cm erreichen. In seinem Hangenden findet sich gelegentlich eine Kalkbank. Darüber folgen Sand-, Silt-, besonders aber Tonsteine. In dem anschließenden Gebiet des nach Nordosten abtauchenden Saarbrücker Sattels nimmt die Mächtigkeit der hier nicht nur grau, sondern auch buntgefärbten Breitenbacher Schichten von 80 m auf ca. 65 m ab. Sie werden vornehmlich aus glimmerführenden Silt- und sandigen Tonsteinen aufgebaut. Sie enthalten in der oberen Hälfte bis dicht unter den Remigiusberger Schichten wiederholt Carbonateinschaltungen (vorwiegend Dolomit). Sie sind nicht horizontbeständig. Es lassen sich drei bevorzugte Zonen einer Kohleführung nachweisen (DROZDZEWSKI 1969): 1) ein 20—30 cm mächtiges Flöz nahe der Basis; 2) 25—30 m über ihr ein gleichstarkes Flöz, das zwischen Breitenbach und Dörrenbach als Breitenbacher (= Grenzkohlen-) Hausbrand-Flöz gebaut wurde; 3) 5—12 m unterhalb der Hangendgrenze des Stefan C Kohle- und Brandschiefer. Ähnliche Verhältnisse trifft man in den weiter östlich gelegenen Pfälzer Kuppeln an. Hier schwankt die Mächtigkeit der meist grau, gelegentlich auch buntgefärbten Abfolge zwischen 50—75 m (FALKE 1966, DREYER 1970). Sie besteht vorwiegend aus z. T. feldspatführenden Schluff- bis Sandsteinen mit eingelagerten Tonsteinen, in denen im obersten und mittleren Abschnitt der Schichten Kalke, häufig als Stromatolithenkalke, vorhanden sein können. Wichtig ist wiederum ein Kohleflöz etwa 20—35 m über den Potzberg-Schichten (= Stefan B). Es ist vermutlich altersgleich mit dem Breitenbacher Flöz. Außerdem ist eine Kohle bzw. Brandschiefer führende Zone ca. 5—20 m unterhalb der Grenze zum Rotliegenden und gelegentlich ein Kalkkohleflöz unmittelbar an der Basis der Schichtabfolge vorhanden (DREYER 1970). Schließlich sind noch im Nordosten der Nahe-Mulde (Abb. 1) über rotem tonig-sandigem, z. T. auch konglomeratischem Stefan B Breitenbacher Schichten in einer Mächtigkeit von 130—150 m? erbohrt worden (FALKE 1966). Sie setzen sich aus einer grauen Wechselfolge von Sand- und Tonsteinen zusammen, in der am Top der Schichten Carbonateinschaltungen auftreten. In dieser Zone, wie ca. 50 m tiefer, sind, vor allem in den Aufschlüssen übertage, die sich in der westlichen Umrandung des Lemberges (Abb. 1) befinden, Kohleflöze vorhanden.

Zusammenfassend kann man feststellen, daß die Graufolge der Breitenbacher Schichten durch Carbonat-, besonders aber durch Kohleflöze charakterisiert ist.

Es wurde schon darauf hingewiesen, daß sie auch stellenweise bunt gefärbt sein kann. In ihrem Hangenden kann sich nach einem rotgrauen Übergang eine Rotserie einstellen. Sie wird unterhalb eines folgenden Konglomerates teils schon zum Rotliegenden, teils noch dem Stefan C zugeordnet und ist im westlichen Abschnitt des Saar-Nahe-Gebietes ca. 100 m mächtig. Sie besteht hier im Liegenden des Hoxberg-Konglomerates des Unterrotliegenden aus einer tonig-sandigen Schichtenfolge, deren Sandgehalt zum Hangenden zunimmt. Am Top der Abfolge

tritt ein Tuffhorizont auf (KONRAD, mündliche Mitteilung). Östlich hiervon stellt diese Schichtenserie in gleicher Mächtigkeit eine Wechselfolge aus z. T. geröllführenden Sand- und Tonsteinen dar, in denen in den obersten 20 m Kalkknollen und wiederum ein Tuffhorizont eingeschaltet sind. Weiter ostwärts sind sie nur noch ca. 50 m mächtig und entwickeln sich in der liegenden Grauserie (= Breitenbacher Schichten) über eine buntgefärbte Tonsteinfole zu einer Wechsellagerung aus roten, feinkörnigen Sand- und Tonsteinen. Diese schließt mit roten fein- bis grobkörnigen Sandsteinen bzw. Arkosen ab. Diese Abfolge enthält grauviolette Kalke und in den obersten Partien Tufflagen, die mit den im Westen vorhandenen übereinstimmen (KRÜGER 1969). Diese roten Schichten werden in östlicher Richtung bei fast gleicher Ausbildung geringmächtiger (20—25 m) und hier wie dort durch ein Konglomerat im Hangenden, das sogenannte Dirminger Konglomerat, begrenzt. Im anschließenden Nordostabschnitt des Saarbrücker Sattels folgt über der Graufolge der Breitenbacher Schichten und nach einem Grobhorizont eine 60 m mächtige Rotfolge aus konglomeratischen Arkosen, Sand- und Tonsteinen; über ihr liegt eine 30 m mächtige Graufolge, die in Feinsandsteinen und Tonsteinen z. T. 1—2 m mächtige Kalkbänke führt. Dann erst setzt nach DROZDZEWSKI (1969) das Dirminger Konglomerat ein. Er stellt jedoch schon die in seinem Liegenden auftretende und zuvor beschriebene Rotserie in die Remigiuser Schichten und damit in das Unterrotliegende. In den ostwärts von hier gelegenen Pfälzer Kuppeln (Abb. 1), wie im Nordosten der Nahe-Mulde, erfahren die roten konglomeratischen Sandsteine bzw. Arkosen im unmittelbaren Hangenden der Breitenbacher Schichten wie die roten Schluff- und Tonsteine, die sie stellenweise vertreten können, eine gleiche Einstufung.

Damit wird, wie im Nordostabschnitt des Saarbrücker Sattels, die Grenze zum Rotliegenden dort gezogen, wo die ersten Rotsedimente meist unmittelbar im Liegenden eines Grobhorizontes als seine Vorschüttung einsetzen. In dem zuletzt genannten Gebiet ist diese Grenzziehung im Süden insofern etwas schwierig, als hier, wie oben ausgeführt, die Breitenbacher Schichten in Buntfazies vorliegen können. Im Westen des Saargebietes, wo im Bereich des Hox-Berges das Unterrotliegende beginnt (Abb. 1), liegt über der zuvor geschilderten ca. 80—100 m mächtigen Rotfolge das ca. 50—60 m mächtige Hoxberg-Konglomerat. Es vertritt wahrscheinlich die untere bis mittlere Kuseler Gruppe. Östlich des anschließenden Lebacher Grabens kann das erste Konglomerat über der liegenden Rotserie deshalb als ein Ausläufer des Hoxberg-Konglomerates angesehen werden, weil hier wie dort unmittelbar unter diesem Grobhorizont eine Tufflage vorhanden ist. Sie kann in der gleichen Position bis westlich Dirmingen verfolgt werden, so daß das wenige Meter darüber folgende Konglomerat, wenn auch mit einem gewissen Vorbehalt, als gleichhalt betrachtet werden darf. Es findet in Dirmingen selbst Anschluß an den Locus typicus des hier 10—20 m mächtigen Dirminger Konglomerates. Letzteres läßt sich von hier unter Abnahme seiner Mächtigkeit ostwärts bis nach Urexweiler verfolgen (Abb. 1). Sein weiterer Verlauf ist infolge von Störungen und z. T. schlechten Aufschlußverhältnissen noch nicht geklärt. DROZDZEWSKI (1969) glaubt, weiter östlich in einem Konglomerat inmitten der Remigiuser Schichten (= Unterrotliegendes) das Dirminger Konglomerat wiedererkennen zu können (s. oben). Diese Zuordnung würde folgende Deutung zulassen: Vorausgesetzt, daß im Westen des Saargebietes das Dirminger Konglomerat die Grenze zum Rotliegenden bildet, würde im Nordostabschnitt des Saarbrücker Sattels und damit auch im Bereich der Pfälzer Kuppeln die Ablagerung des Unterrotliegenden früher als im Westen eingesetzt haben. Hierfür ist vorläufig kein eindeutiger Beweis vorhanden. Andererseits könnte diese Grau-Rot-Folge eine Vertretung der Rot-

serie im Liegenden des Hoxberg- wie Dirminger Konglomerates sein. Damit würde diese Rotfolge im Westen schon zu den Remigiusberger Schichten, d. h. zum Unterrotliegenden, gehören. Dies ist bisher weder paläontologisch noch lithologisch bewiesen. Hiervon abgesehen, würde auch die Festlegung der Grenze Karbon/Perm an die Basis dieser roten Schichten auf gewisse Schwierigkeiten stoßen. Sie bestehen darin, daß diese Abfolge häufig durch schwer abgrenzbare, rot-graue Übergangsschichten eingeleitet wird und in streichender Erstreckung nach Osten in ihrer Mächtigkeit erheblich schwankt.

Unter Berücksichtigung der Makroflora, welche die Remigiusberger Schichten allgemein als Unterrotliegendes ausweist, erscheint es in diesem Abschnitt des Saargebietes (Hoxberg — Urexweiler) am zweckmäßigsten, die Grenze an das erste durchgehende Konglomerat im Hangenden der Breitenbacher Schichten zu legen. Dies ist um so berechtigter, als seine lithostratigraphische Position durch den unmittelbar unter ihm liegenden Tuffhorizont von Hoxberg bis Dirmingen abgestützt wird. Nach einer noch nicht zufriedenstellend geklärten Lücke legt DROZDZEWSKI (1969) im anschließenden Nordostabschnitt des Saarbrücker Sattels die Grenze ebenfalls an das erste Konglomerat über den Breitenbacher Schichten. Hierbei ist vorerst die Annahme durchaus berechtigt, daß es sich bei diesem Grobhorizont nicht um das Dirminger Konglomerat oder eine Vertretung von ihm handeln muß. In diesem Fall müßten die angesetzten sporologischen Untersuchungen den Beweis erbringen, daß im Liegenden dieser Schichten wie auch an anderen Stellen eine noch dem Unterrotliegenden zuzuordnende Sporenvergesellschaftung vorhanden ist. Dieselbe Forderung ist für den Bereich der östlich hiervon gelegenen Pfälzer Kuppeln zu erheben. Es muß geklärt werden, ob innerhalb der hier vorhandenen Schichtenserie aus einer kohleführenden Graufolge (bisher Top der Potzberg-Schichten = Stefan B) — rotes Konglomerat (noch Stefan B) — kohleführende Graufolge (bisher Breitenbacher Schichten [Stefan C]) — rote Silt- bis konglomeratische Sandsteine bzw. Arkose (Basis der Remigiusberger Schichten = ru) die erstgenannte Graufolge auf Grund der Mikroflora schon Unterrotliegend- oder noch Stefan-Alter besitzt. Vorerst sprechen alle Befunde für die bisher aufgestellte zeitliche Einteilung. Mithin würde überall das erste Konglomerat über den Breitenbacher Schichten sich für eine Grenzziehung zwischen dem Karbon und Perm eignen mit der Einschränkung, daß es nicht überall gleichalt ist, sondern innerhalb des permokarbonischen Grenzbereiches eine um maximal 60 m unterschiedliche Position einnehmen kann.

Dieses Konglomerat muß auch für den Fall als Grenze gewählt werden, daß sie auf Grund der Mikroflora tiefer, und zwar nach den bisher vorliegenden Unterlagen (HELBY 1966) über das Breitenbacher Flöz gelegt werden müßte, denn in diesem Profilabschnitt bietet sich kein für eine Grenzziehung geeigneter lithologischer Horizont an. So kann das Breitenbacher Flöz fehlen, oder es können zwei Flöze in den Basisschichten vorhanden sein. In diesem Fall ist häufig nicht eindeutig zu entscheiden, welches von den beiden Flözen dem Breitenbacher Flöz entspricht. Ebenfalls ist die Festlegung dieser wie der nach der Makroflora ausgerichteten Grenze nicht mit Hilfe von Kalkbänken möglich, da sie Lokalerscheinungen darstellen.

Mithin verbleibt für eine Grenzziehung aus kartiertechnischen Gründen nur das Basiskonglomerat der Remigiusberger Schichten mit den oben ausgeführten Einschränkungen. Gleichzeitig ist zu berücksichtigen, daß sie nicht mit der jeweiligen (Mega- wie Mikroflora) biostratigraphischen Grenze zusammenfällt.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.

## 2. Die paläogeographische Entwicklung des Oberkarbons in Süddeutschland

VON HORST FALKE\*

Mit 2 Abbildungen

Zur Zeit des Unterkarbons waren in Süd- bis Mitteldeutschland zwei Schwellen als Liefergebiete vorhanden. Im Norden dieses Raumes war es die Mitteldeutsche Schwelle (BRINKMANN 1948). Sie verlief vom Saargebiet im Südwesten über den nördlichen Odenwald—Spessart, die Rhön, den Kyffhäuser bis nach Dessau im Nordosten. Südöstlich von ihr, getrennt durch den mit marinen Sedimenten sich auffüllenden Thüringischen Trog, lag die Alemannisch-Böhmische Insel (Abb. 1). Sie erstreckte sich vom Ostrand Böhmens über den mittleren und südlichen Abschnitt Süddeutschlands bis hinein in den Alpenraum und die Schweiz. Sie entsandte einen kleinen Ausläufer in den mittleren Schwarzwald und umfaßte damit einen von Südwesten kommenden und nach Nordosten sich aushebenden marinen Unterkarbon-Trog im südlichen Schwarzwald. Dieses bisher geschilderte Gebiet lag zu Beginn des Oberkarbons in Auswirkung der bretonischen und der sudetischen Bewegungen der variscischen Faltung als Festland vor.

Auf ihm vollzog sich mit Einsetzen dieses Zeitabschnittes die erste Anlage von intramontanen Becken, die später zur Zeit des Rotliegenden (= Unterperm) die Paläogeographie dieses Raumes beherrschten. Hierbei wurden ehemalige Hochgebiete zu Senkungsgebieten. Dies betraf vornehmlich einen größeren Abschnitt der oben erwähnten Mitteldeutschen Schwelle. Ihre Absenkung begann, als durch die sudetische Orogenese der Rheinische Trog in ihrem Nordwesten, der Thüringische Trog in ihrem Südosten weiterhin ausgefaltet wurden.

Im Bereich der Nahtstelle zwischen dieser Schwelle und der im Norden bretonisch-sudetisch gefalteten Rheinischen Masse, d. h. in einer Schwächezone, die durch die später wiederholt aufgelebte Metzger und Hunsrück-Taunus-Südrandstörung gekennzeichnet ist, entstand im saar-lothringischen Raum eine Senke. Ihr östlicher Abschnitt wird als Saar-Becken bezeichnet. Während des Westfals wurde das Material für seine kohleführenden limnisch-fluviatilen Sedimente vornehmlich vom Nordwesten, d. h. vom Hunsrück, geliefert. Auf seine Verteilung wirkte sich eine im Becken synsedimentär angelegte Schwelle aus (KNEUPER 1966). In dieser Beziehung machte sie sich auch noch an der Wende Westfal/Stefan bemerkbar, indem es zugleich in ihrem Bereich teilweise zur Abtragung vorher abgelagerter Sedimente kam. In der Folgezeit veränderte sich das paläogeographische Bild. Nunmehr trat ein südöstliches Liefergebiet stärker in Erscheinung. In gleicher Richtung scheinen die Sedimente des Stefans den ehemaligen Beckenrand überschritten zu haben, wenn man als Beweis hierfür die Verhältnisse in Lothringen heranziehen darf, wo diese Ablagerungen stellenweise unmittelbar auf Granit

\* Anschrift des Autors: Prof. Dr. H. FALKE, Direktor des Geologischen Instituts der Universität, 65 Mainz, Saarstraße

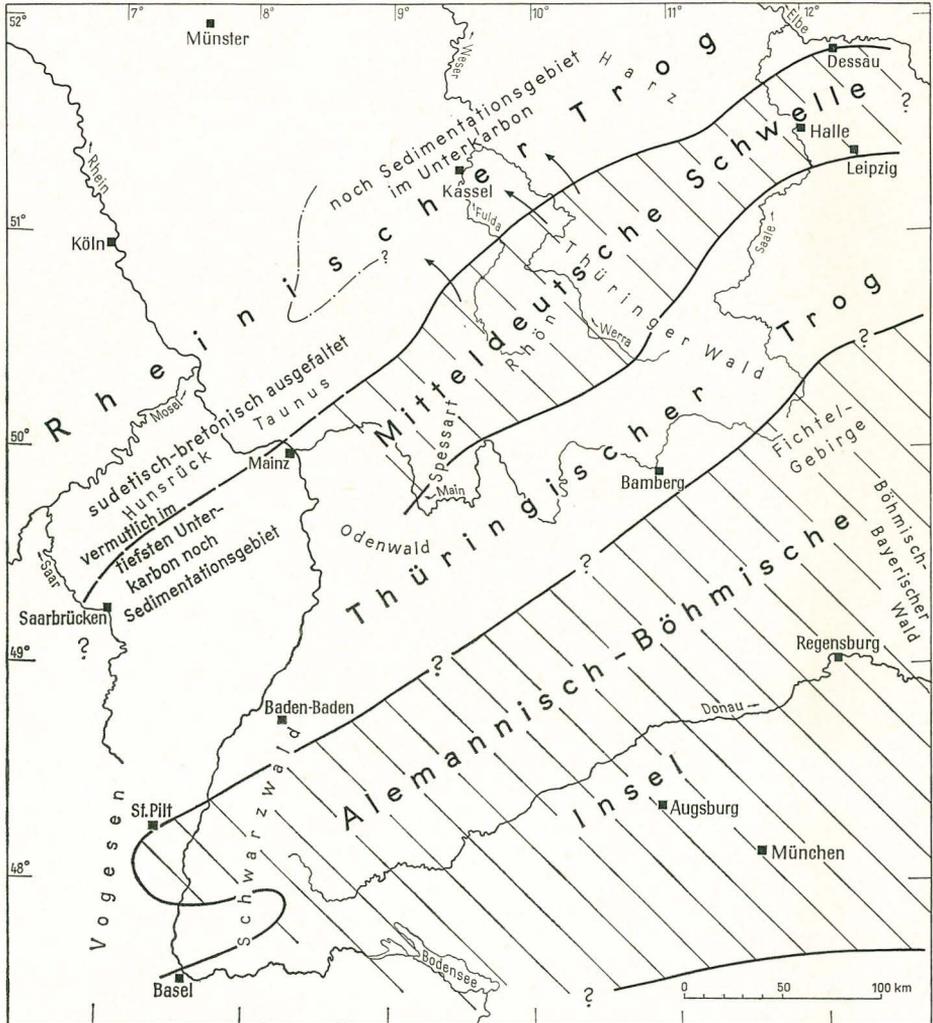


Abb. 1. Die Paläogeographie zur Zeit des Unterkarbon in Süddeutschland

liegen. Jedoch nicht nur in dieser Richtung, sondern auch weiter nach Nordosten baute sich zu dieser Zeit das Becken aus, wie man aus dem erhöhten Stefan westlich Bad Kreuznach entnehmen kann. Dieser Ausbau hat sich scheinbar vor allem entlang der schon zuvor erwähnten Störungszone am Südrand des Hunsrücks vollzogen. In ihrer Nachbarschaft waren die Mächtigkeiten des Westfals am größten. Ab Stefan B haben sie sich mit dem Schwerpunkt der Sedimentation allgemein nach Nordosten verlagert, eine Tendenz, die im folgenden Rotliegenden anhält.

Leider liegen bisher keine ausreichenden Hinweise für eine Abgrenzung des Karbon-Beckens im Nordosten vor (FALKE 1966). Weder für die z. Z. bekannten jungpaläozoischen kontinentalen Sedimente im südlichen Hessen noch im Richelsdorfer Gebirge läßt sich an irgendeiner Stelle ein oberkarbonisches Alter nach-

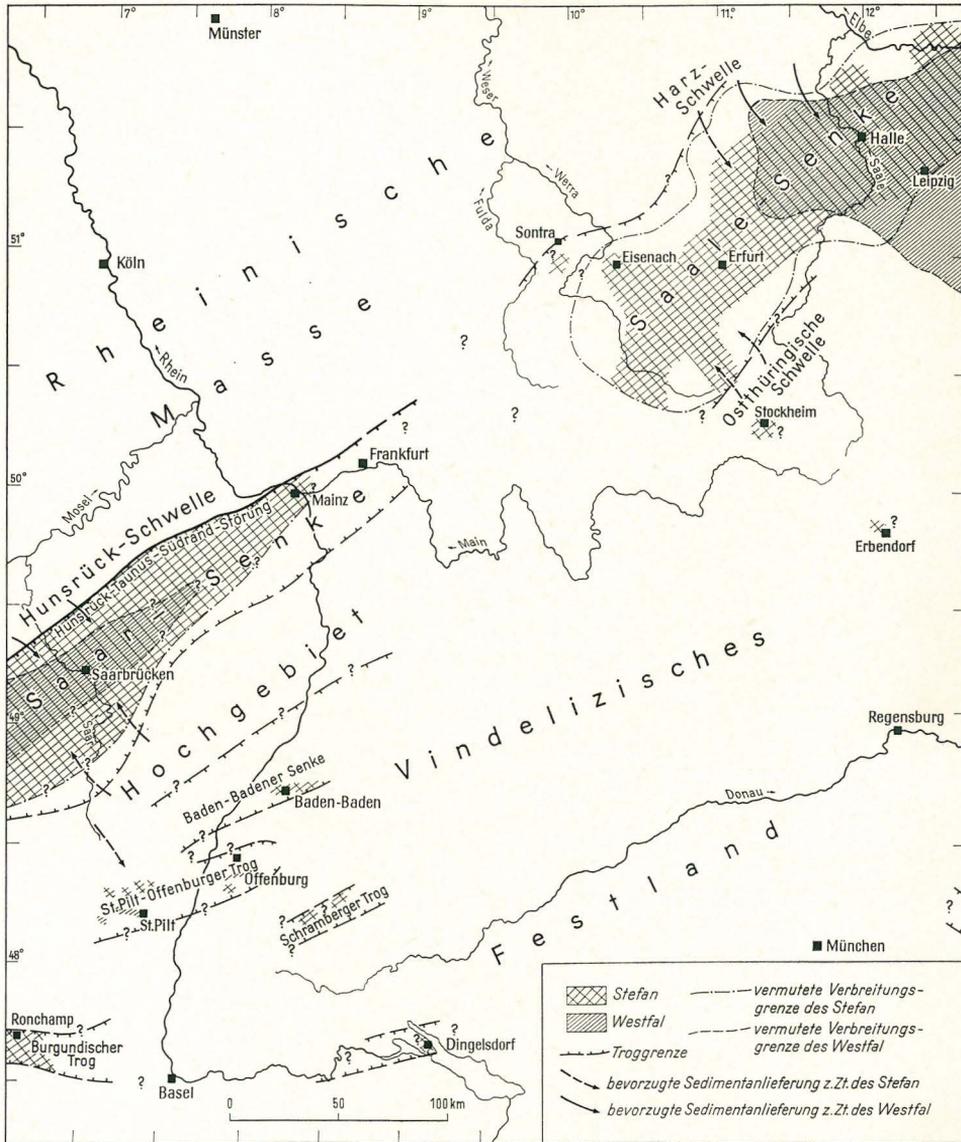


Abb. 2. Die Paläogeographie Süddeutschlands zur Zeit des Oberkarbons

weisen (Abb. 2). Somit kann man auch für diesen Abschnitt keine Aussage über seine eventuelle Verbindung mit dem Saar-Becken treffen.

In Fortsetzung von diesem Zwischenabschnitt nach Nordosten ist ein weiteres Becken, das Saale-Becken, erst wieder im Gebiet zwischen dem Harz und dem Thüringer Wald erkennbar (Abb. 2). Am Südostsaum des Harzes treten in ihm die Grillenberger Schichten (= Westfal D) zutage. Das Material der buntgefärbten Konglomerate und Sandsteine wurde von der im Nordwesten anschließenden Harz

schwelle geliefert (v. HOYNINGEN-HUENE 1960). Ein gleiches Herkunftsgebiet, aber auch scheinbar eine Materiallieferung aus dem Süden, d. h. aus dem Kristallin der Mitteldeutschen Schwelle wie dem Paläozoikum des Thüringer Schiefergebirges, muß für die folgenden z. T. diskordant auflagernden Mansfelder Schichten des Stefans angenommen werden. Diese setzen sich ebenfalls aus buntgefärbten Konglomeraten, Sand- und Tonsteinen in zyklischer Anordnung zusammen. Sie haben im Raum zwischen Harz, Kyffhäuser und Leipzig eine weite Verbreitung und greifen damit weitgehend auf die ehemalige Mitteldeutsche Schwelle über. Diese Tendenz ergibt sich in noch größerem Umfang für das jüngste Stefan, wenn man nicht nur die Wettiner Schichten im Raum von Halle und den Siebigeröder Sandstein am Rand des Ostharzes, sondern auch die Unteren Gehrner Schichten des Thüringer Waldes berücksichtigt. Letztere treten nicht nur im mittleren Thüringer Wald, sondern auch an seinem Nordwestende, jenseits des Ruhlaer Sattels, auf. Diese Verbreitung beweist, daß zu dieser Zeit zwischen beiden Gebieten noch nicht die Ruhlaer Schwelle als trennende Barriere vorhanden war. Jedoch hatte sich zu dieser Zeit gegenüber den ältesten Karbonschichten die Achse des Saale-Beckens schon weiter nach Südosten verlagert.

Wenn man die Entwicklung des Saale- mit jener des Saar-Beckens vergleicht, so kann man gewisse Übereinstimmungen im Ablauf der Ereignisse feststellen. So geschah die erste Anlage des jeweiligen Beckens am Nordwestsaum der Mitteldeutschen Schwelle. Sie erfolgte in Auswirkung der Faltung des Devons des anliegenden Rheinischen Troges, die Teile der Mitteldeutschen Schwelle herabdrückte. Das im Nordwesten gefaltete Hochgebiet wurde für die Zeit des Westfals zum Hauptlieferanten der das Becken füllenden Sedimente. Zu Beginn des Stefans erfolgte aber durch Einkippen des betreffenden Abschnittes der Mitteldeutschen Schwelle nach Nordwesten eine verstärkte Sedimentation aus Südosten. In der zuletzt genannten Richtung griffen bei einer allmählichen Absenkung der Mitteldeutschen Schwelle diese Sedimente weiter auf das ältere Paläozoikum bzw. Grundgebirge über. Trotz Übereinstimmung zwischen den beiden Becken bleibt noch die Frage offen, ob man schon zur Zeit des Oberkarbons von einem Saar-Saale-Trog sprechen kann, da für das zwischen ihnen liegende Gebiet bisher eindeutige Beweise für das Vorhandensein von oberkarbonischen Ablagerungen fehlen.

Diese Altersstellung ist auch für die ältesten Sedimente im Stockheimer Becken umstritten (Abb. 2). Das Becken liegt südwestlich des Frankenwaldes, der südöstlichen Fortsetzung des Thüringer Waldes. Es hebt sich durch seine Sedimentfüllung deutlich zur Rotliegendzeit ab. Gleiche Aussagen kann man für das weiter im Süden, am Westrand des Böhmisches-Bayerischen Waldes gelegene Erbdorfer Becken machen. Es befand sich damals auf der Nordostseite des Vindelizischen Landes, das sich von der Böhmisches Masse nach Westen bis Südwesten erstreckte.

An dem ehemaligen Nordwest- bis Westrand dieses Vindelizischen Landes, d. h. im Schwarzwald wie den jenseits des Rheintales gelegenen Vogesen, tritt wiederum Oberkarbon zutage.

Im Schwarzwald sind diese Vorkommen jedoch alle in ihrer Ausdehnung sehr beschränkt. Hierbei handelt es sich meist um tektonisch begrenzte Schollen, z. B. Berghaupten bei Offenburg, die infolge einer Absenkung noch nicht einer Abtragung anheimgefallen sind. Sie könnten somit verbliebene Reste einer größeren Karbonverbreitung darstellen. Die Sedimente in den Schollen besitzen fast überall eine ähnliche Zusammensetzung. Sie bestehen aus einem Basiskonglomerat, gefolgt von Konglomeraten, Arkosen wie Tonsteinen mit Kohleflözen, eine Abfolge, die in einem mehrmaligen Zyklus angeordnet sein kann. Das Material ist meist

aus nicht allzu weiter Entfernung angeliefert worden. Von Süden nach Norden sind folgende Vorkommen vorhanden, wobei nur die wichtigsten genannt werden sollen.

Im Schramberg-Oberndorfer Rotliegend-Trog auf der Ostseite des Schwarzwaldes (Abb. 2) ist es fraglich, ob die kohleführenden Basisschichten noch in das oberste Karbon oder schon in das Rotliegende zu stellen sind. Von hier aus im Nordwesten, d. h. auf der Westseite des Schwarzwaldes in der Umgebung von Offenburg, sind einige isolierte Vorkommen vorhanden, die man, wenn auch mit Vorbehalt, zu einem geschlossenen Ablagerungsraum — Offenburger Trog — zusammenfassen kann. Hierzu gehören die fast in seinem Zentrum liegenden kohleführenden Schichten von Berghaupten, die dem tieferen Westfal bis Namur zugeordnet werden. Sie sind stärker tektonisch gestört als die im Süden wie Norden hiervon vorhandenen Vorkommen von stefanischen Schichten. Dies spricht dafür, daß in der Zeit zwischen Westfal und Stefan stärkere Bewegungen stattgefunden haben müssen. Schließlich sind noch die nördlich hiervon gelegenen Vorkommen von Baden-Baden zu erwähnen. Sie gehören überwiegend dem Stefan an. Sie liegen auf der Südostflanke des späteren Oos-Troges, von dessen Rotliegendesedimenten sie überlagert werden. Es ist die Möglichkeit nicht auszuschließen, daß sie sich unter seinen Ablagerungen noch weiter nordwärts erstrecken. Im einzelnen zeigen sie eine stärkere Abhängigkeit von einem Lokalrelief.

Vergleicht man diese Vorkommen mit jenen an der Ostseite der Vogesen, so stellt man hinsichtlich ihrer Lage, Zusammensetzung wie Tektonik gewisse Übereinstimmung fest. Im Süden, nordwestlich von Colmar, liegen im Gebiet von St. Pilt — Rodern zwei Karbonschuppen im Granit vor, die stark gestört sind. Sie vertreten wahrscheinlich das Westfal A und B. Sie werden deshalb den Vorkommen bei Offenburg gleichgestellt und mit ihnen in eine größere Senke, den somit SW-NE verlaufenden St. Pilt — Offenburger Trog, eingeordnet. Zu ihm gehören auch die Vorkommen der weiteren Umgebung von St. Pilt, die meist ebenfalls westfälischen Alters sind. Weiter im Norden, im Gebiet von Laach — Weiler, treten einzelne Schollen von kohleführenden Sedimenten des Stefans auf. Hierbei kann das Stefan B und C fehlen, so daß gegenüber dem überlagernden Rotliegenden eine Schichtlücke vorhanden ist.

Da die einzelnen Vorkommen im Schwarzwald und in den Vogesen offensichtlich Abtragungsreste darstellen, können sie als Zeugen einer einstmals größeren Verbreitung dieser Sedimente angesehen werden. Sie füllten eine breite, wohl in sich noch gegliederte Senke — Laach — Baden-Badener Senke — aus, zu der auch die im Süden gelegene St. Pilt — Offenburger Trogzone gehörte. Aus der Tatsache, daß die ältesten Karbonschichten in dieser Trogzone vorhanden sind und die jeweils jüngeren Ablagerungen in nördlicher Richtung folgen, ist zu schließen, daß diese Senke ihre erste Anlage im Süden erfuhr und sich mit ausgehenden Westfal und im Verlauf des Stefans nach Norden ausdehnte. Dieser Vorgang wie die stärkere tektonische Beanspruchung des älteren Westfals sind offensichtlich auf die asturischen Bewegungen der variscischen Faltung zurückzuführen. Die teils vorhandene Schichtlücke am ausgehenden Stefan spricht, sofern sie nicht reliefbedingt ist, ebenfalls für tektonische Bewegungen, die sich auch anderenorts an der Wende Stefan/Rotliegendes bemerkbar machten.

Auch am Südrand der Vogesen sind noch Sedimente des Stefans im Becken von Ronchamp zum Absatz gekommen. Mit ihnen könnten jene in Verbindung stehen, die als vermutetes Oberkarbon in der Schopfheimer Bucht wie in der Bohrung Dingelsdorf 1 (LEMCKE & WAGNER 1961) östlich des Bodensees angetroffen worden sind. Damit würde sich diese Trogzone bis in das Bodenseegebiet erstrecken.

In diesem Beispiel wie in allen anderen genannten Fällen sind die oberkarbonischen Ablagerungsräume als die Vorläufer der späteren Rotliegend-Tröge anzusehen. Soweit bisher feststellbar, schneiden sie sich von Westen her, den in der vorausgegangenen Faltungsperiode erzgebirgisch (NE-SW) angelegten Strukturen folgend, in das damals in Süddeutschland bestehende Festland ein. Sie treten ebenfalls auch auf seiner Ostseite auf, wobei sie unter Berücksichtigung der Vorkommen in der Tschechoslowakei teils ein Einschwenken auf die Nordrichtung erkennen lassen. Inwieweit in dem zwischenliegenden Gebiet Süddeutschlands ihre Fortsetzung oder weitere Vorkommen vorhanden sind, ist bisher unbekannt. Es besteht die Möglichkeit, daß in diesem Abschnitt eine im Rotliegenden vermutete und im frühen Mesozoikum sichtbare Querschwelle schon bestand, die das Hochgebiet des Vindelizischen Landes mit den Restbeständen der Mitteldeutschen Schwelle im Norden verband. Insgesamt ergibt sich aus der mit dem notwendigen Vorbehalt wiedergegebenen paläogeographischen Übersicht, daß zur Zeit des Oberkarbons die ersten Konturen der späteren Rotliegend-Landschaft angelegt wurden.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.

## IV. Rohstoff Kohle

### 1. Die petrographische Zusammensetzung der Kohle und ihre Bedeutung für die Praxis

VON MARIE-THERESE MACKOWSKY\*

Mit Tafeln 6—9 im Text, 4 Abbildungen und 4 Tabellen

Unabhängig vom geologischen Alter und dem Lagerstättentyp lassen sich in allen Steinkohlen der Welt und demzufolge auch in Steinkohlen der Bundesrepublik Deutschland zwei große Gruppen von Kohlen unterscheiden, die sog. Humus- oder Streifenkohlen und die Sapropel- oder Faulschlammkohlen. Die Humuskohlen sind autochthon bzw. hypautochthon entstanden und lassen aufgrund der Wechsellagen von glänzenden und matten Schichten eine deutliche Sedimentationsschichtung erkennen. Im Gegensatz dazu sind die Sapropelkohlen allochthon entstanden und zeigen bei makroskopischer Betrachtung ein einheitlich mattes Aussehen und keine klar erkennbare Sedimentationsschichtung.

Die makroskopisch an ihrem unterschiedlichen Glanz erkennbaren Lagen der Humuskohlen werden Lithotypen genannt (Internat. Lexikon für Kohlenpetrologie 1963). Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Lithotypen der Steinkohle. Der Glanz des Vitrain erhöht sich mit steigendem Inkohlungsgrad. Da auch die Mattkohlen mit fortschreitender Inkohlung an Glanz zunehmen, sind die Unterschiede zwischen den Lithotypen in Flamm- bis Gasflammkohle am größten und in Anthraziten am geringsten. Die unterschiedliche Erscheinungsweise der Lithotypen hängt in erster Linie von ihrer Oberflächenbeschaffenheit ab. Glatte Oberflächen reflektieren das auf sie auffallende Licht gerichtet, rauhe dagegen diffus. Rauhe Oberflächen lassen auf eine Zusammensetzung des Materials aus verschiedenen harten Bestandteilen schließen. Mattes Aussehen bedeutet demnach immer stoffliche Inhomogenität, glänzendes dagegen weitgehend stoffliche Homogenität. Dabei muß darauf geachtet werden, daß die in den Mattkohlen enthaltenen nur mikroskopisch erkennbaren Bestandteile in ihren chemischen und technologischen Eigenschaften sehr unterschiedlich sein können, so daß durch die makroskopische Beschreibung eines Kohlenflözes durch den sog. makropetrographischen Flözschnitt kein ausreichender Einblick in die technologischen, vor allem in die verkokungstechnischen Eigenschaften eines Flözes gewährt wird. Seine praktische Bedeutung liegt in erster Linie in dem schnellen Erkennen von Veränderungen im Flözaufbau, sowie in einem ersten Hinweis auf stoffliche Unterschiede im Sortenfall der Rohförderkohle (MACKOWSKY & HOFFMANN 1960). Bei grobbankig aufgebauten Flözen mit mächtigen Durainlagen wird sich die Mattkohle in den groben Kohlen-

\* Anschrift der Autorin: Prof. Dr. M.-Th. MACKOWSKY, Abt. Mineralogie und Petrographie der Bergbau-Forschung GmbH, 43 Essen-Kray

**Tabelle 1**  
Übersicht über die Lithotypen der Steinkohlen nach BB 22012

Art der Ansprache		Erkennungsmerkmale				
Ansprache der Grobstruktur	Makropetrographische Ansprache (Lithotypen)	Schichtung	Spaltbarkeit	Bruch	Glanz	Weitere Merkmale
Kohle	Glanzkohle (Vitrain*)	wenig	gut	splitterig, quaderförmig, kleinstückig (z. T. muschelig)	hochglänzend bis glänzend	Schlechten gut erkennbar
	Mattkohle (Durain)	wenig	gering	unregelmäßig grobstückig	schwach mattglänzend bis fettglänzend	schwarz bis schwach grau
	Halbglanzkohle (Clarain)	gut	mittel	wechselnd zwischen dem von Glanz- und Mattkohle		feinstreifige Wechsellagerung von Glanzkohle und Matt- und/oder Faserkohle; Einzelstreifen < 1 cm Mächtigkeit
	Faserkohle (Fusain)	ungeschichtet	keine	unregelmäßig	matt bis seidenglänzend	heterogener Aufbau, schwarz bis grauschwarz, rußig, leicht zerreißbar, geringe Festigkeit
	Sapropelkohle	ungeschichtet	keine	muschelig	matt bis schwach fettglänzend	homogen, grau bis sammet-schwarz, z. T. mit bräunlichem Schimmer, sehr fest; horizontbeständig; niedrige Dichte

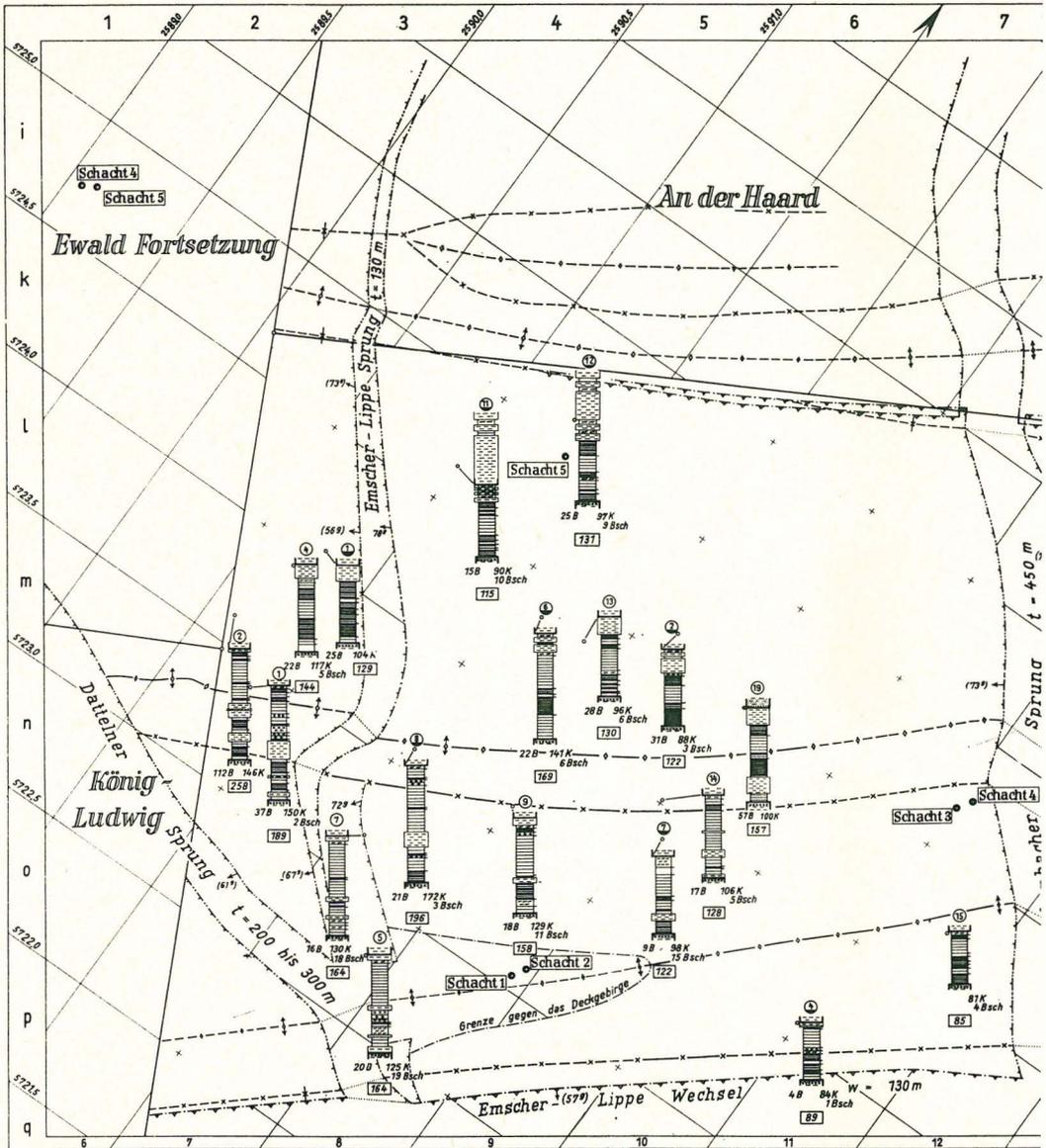
Kohle-Berge-Mischtypen	Brand-schiefer	Bruch		Strich	innige Verwachsung von Kohlen und Bergen (in Analysen: 20 ... 60 Vol.-% Berge)
		schlecht	schlecht		
Kohle-Berge-Mischtypen	Brand-schiefer	schlecht	uneben	braun	innige Verwachsung von Kohlen und Bergen (in Analysen: 20 ... 60 Vol.-% Berge)
	Kohle mit Berge-streifen	ausgeprägt	vorhanden	schwarz bis graustreifig	Wechsellagerung von Kohlen mit Bergestreifen; Bergestreifen < 1 cm mächtig
	Berge mit Kohle-streifen	ausgeprägt	vorhanden	grau bis schwarz-streifig	Wechsellagerung von Bergen mit Kohlestreifen; Kohlestreifen < 1 cm mächtig

\* Die Begriffe in Klammern sind die international verwendeten Lithotypen-Bezeichnungen

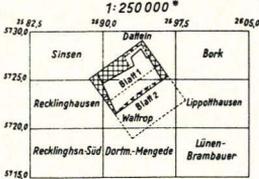
sorten anreichern, während bei feinstreifigen Flözen keine großen Unterschiede in der stofflichen Zusammensetzung der Kohlsorten zu erwarten sind. Die Flöze des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlenbeckens sind zum überwiegenden Teil feinstreifig aufgebaut. Flöze mit mächtigen Mattkohlenbänken oder auch breiten Glanzkohlenlagen sind selten. Dadurch unterscheiden sich die Ruhrgebietskohlen z. B. deutlich von den Karbonkohlen Großbritanniens, in denen mächtige Mattkohlenbänke — die sog. Splintkohlen — relativ häufig sind.

Die Aufnahme makropetrographischer Flöz-schnitte vermittelt mit der Grobstrukturkarte, in der nur der Anteil an Kohlen und Bergen angegeben wird, einen, wie aus der Abb. 1 zu ersehen ist, brauchbaren Überblick über die Flözentwicklung, ausgehend von den aufgeschlossenen Feldesteilen in den unverritzten Raum (Richtlinien u. Vorschläge z. Anlegung d. Flözarchivs f. d. Steinkohlenbergbau 1953). Tiefergreifende Einblicke, vor allem in die Verwendbarkeit der Kohle, sind, wie schon erwähnt, nicht möglich, da matt aussehende Kohlen in ihren rohstofflichen Eigenschaften sehr unterschiedlich sein können.

Um die erforderlichen Informationen über die stoffliche Zusammensetzung, den Inkohlungsgrad und damit die technologischen Eigenschaften der Kohle zu erlangen, ist es notwendig, die Kohle mikroskopisch zu untersuchen. Bei diesen Untersuchungen, die in der Bundesrepublik Deutschland im allgemeinen am Anschliff (Olimmersion, ca. 250fache Vergrößerung) erfolgen, sind die kleinsten mikroskopisch erfaßbaren Bestandteile der Kohle, die Macerale, ihre Vergesellschaftungen — die Mikrolithotypen und die mineralischen Verunreinigungen der Kohle — gut zu erkennen. Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die Macerale in der von der Internationalen Kommission für Kohlenpetrologie erarbeiteten Form. Die Abgrenzung der Macerale gegeneinander erfolgt auf rein morphographischer Grundlage, aufgrund von Unterschieden im Reflexionsvermögen, der Form und dem Relief. Macerale mit annähernd gleichem Reflexionsvermögen werden zu Maceralgruppen zusammengefaßt, da



Übersicht und Blatteinteilung



Zeichenerklärung:

- Makropetrographischer Flözschnitt**
- Aufnahmestelle
- gebauete Flözmächtigkeit
- 21 Berge 105 Kohte  
126 Gesamt-Flözmächtigkeit
- ⊙ Petrographischer Flözschnitt
  - ⊕ Flözschnitt und Schlitzprobe
  - ⊞ Förderwagenprobe
  - ⊗ Nummer des Betriebspunktrisses
  - (23) Anzahl der zur Mittelbildung zusammengefaßten Flözchnitte
- Glk Glanzkohle
  - ▨ Gsk Glanzstreifen
  - ▩ Strk Streifenkohle
  - ▧ Msk Maßstreifen
  - Mk Mattkohle

Gezeichnet:

Nachgetragen bis:

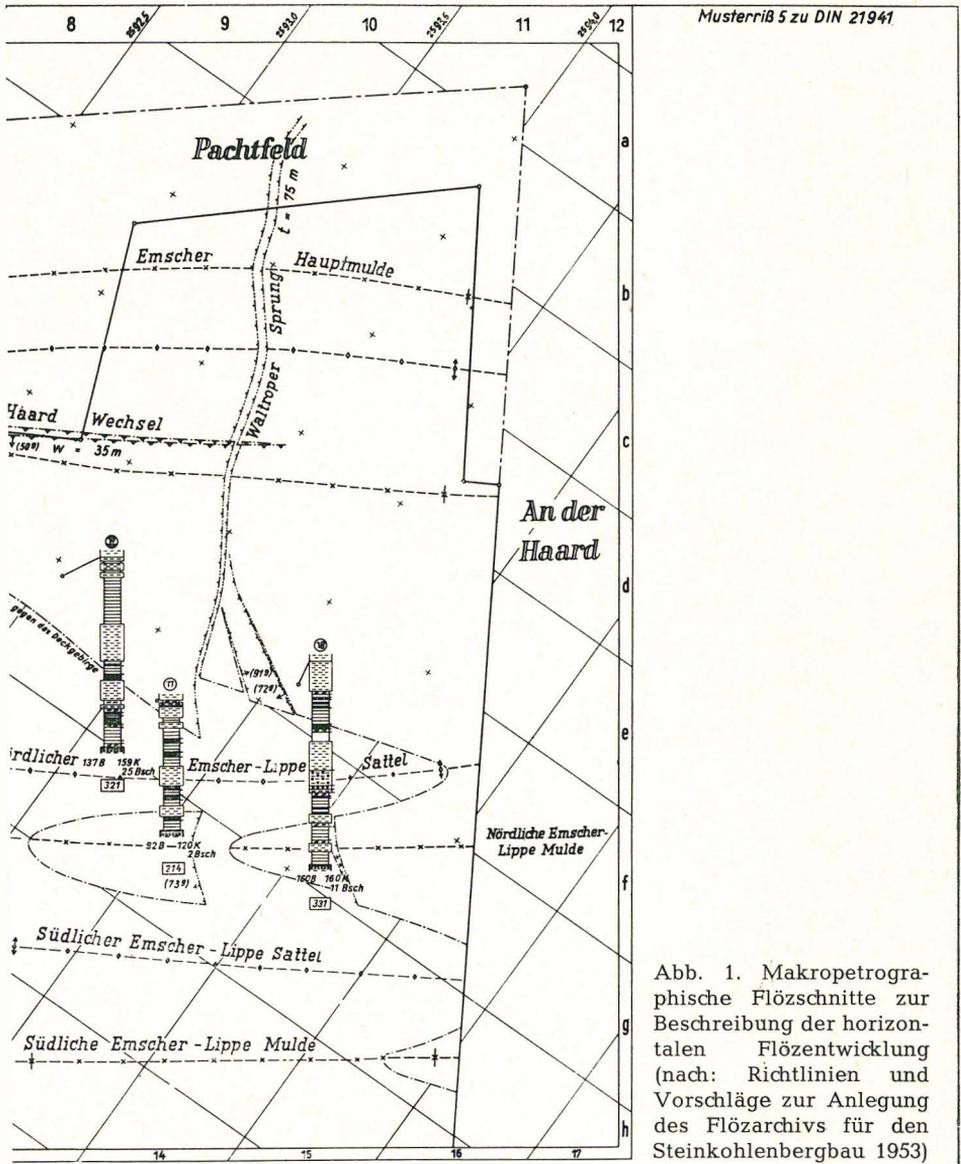
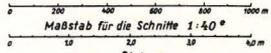


Abb. 1. Makropetrographische Flözchnitte zur Beschreibung der horizontalen Flözentwicklung (nach: Richtlinien und Vorschläge zur Anlegung des Flözarchivs für den Steinkohlenbergbau 1953)

Steinkohlenbergwerk Emscher-Lippe

**Flöz Sonnenschein**  
Feinstrukturkarte

Deckblatt 1:10000°



Angefertigt im Mai 1953 Bl. 1 Markscheider

- |  |                   |
|--|-------------------|
| Kk Kennel- und Bogheadkohle                      | Ssch Sandschiefer |
| Fk Faserkohle                                    | Sst Sandstein     |
| Bsch Brandschiefer u. unrc. K unrcine Kohle      | Kgl Konglomerat   |
| Schm Schiefertone mit Kstr einzeln Kohlestreifen | Sch Schiefertone  |
- Verkleinert etwa im Verhältnis 1:2

Flözarchiv

Tabelle 2  
Übersicht über die Macerale der Steinkohle

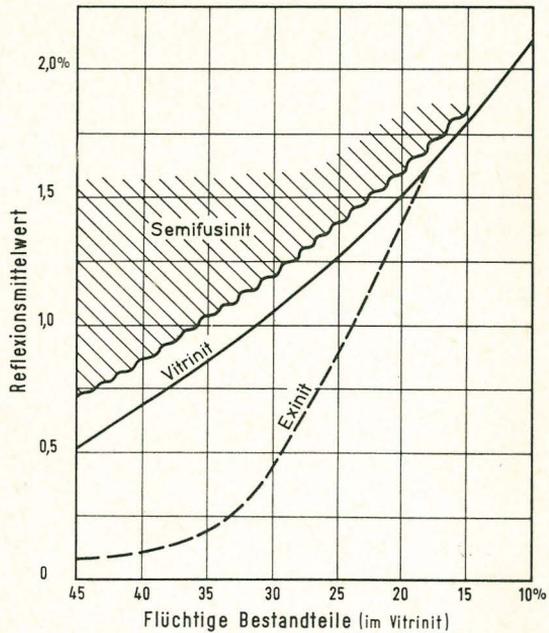
Maceralgruppe	Maceral	Submaceral*	Maceralvarietät*	Kryptomaceral*
Vitrinit	Telinit		Cordaitelinit Fungitelinit Xylotelinit	
	Collinit	Telicolinit Gelicollinit Desmicollinit Corpocollinit		Kryptotelinit Kryptocorpo- collinit
	Vitrodetrinit			
Exinit	Sporinit		Tenuisporinit Crassisporinit Mikrosporinit Makrosporinit	
	Kutinit Resinit Alginit Liptodetrinit			
Inertinit	Mikrinit Makrinit Semifusinit Fusinit	Waldbrandfusinit Zersetzungsfusinit		
	Sklerotinit		Plectenchyminit Sklerotien Pseudosklerotien	
	Inertodetrinit			

\* unvollständig, kann beliebig erweitert werden

bei Flözkohlen — frische, vor allem nicht oxydierte bzw. verwitterte Kohlen vorausgesetzt — gleiches Reflexionsvermögen praktisch auch gleiche Elementarzusammensetzung und damit gleiche technologische Eigenschaften bedeutet.

Die wichtigste Maceralgruppe aller Steinkohlen der nördlichen Halbkugel ist der Vitrinit, der aus dem zellgefügezeigenden Telinit und dem gefügelosen Collinit (Taf. 6) besteht. In den Karbonkohlen Nordwesteuropas ist er im allgemeinen zu 60—80% beteiligt. Wiederum 60—80%, manchmal auch 100% des Vitrinites bestehen aus gefügelosem Collinit. Dieser Collinit ändert, wie Abb. 2 zeigt, mit steigendem Inkohlungsgrad, also mit abnehmendem Gehalt an Flüchtigen Bestandteilen bzw. steigendem C-Gehalt kontinuierlich sein Reflexionsvermögen. Somit besteht die Möglichkeit, durch Reflexionsmessung an Colliniten den Inkohlungsgrad einer Kohle exakt zu bestimmen (KÖTTER 1960, PICKHARDT & ROBOCK 1965). Die Macerale der Exinitgruppe (Abb. 2) liegen bis in den Bereich der unteren Fettkohle (ca. 20% Flüchtige Bestandteile im Vitrinit) in ihrem Reflexionsvermögen stets niedriger als der Vitrinit und haben einen deutlich höheren Gehalt an Flüchtigen Bestandteilen. Mit Ausnahme des Alginits sind sie in den westeuropäischen Humuskohlen selten zu mehr als 10—20% beteiligt. Der Alginit ist typisch für Bogheadkohlen. Sein Vorkommen erlaubt eine Unterteilung der Sapropelkohlen in Kennelkohlen (Exinitanteil wie in den Humuskohlen) und Bogheadkohlen. Viel-

Abb. 2. Reflexionsmittelwertkurven von Vitriniten und Exiniten sowie Reflexionsbereich der Semifusinite der Steinkohle



fach werden auch Mischtypen, die sog. Kennel/Boghead- bzw. Boghead/Kennelkohlen angetroffen. Sporinit, Kutinit und Alginat lassen sich wegen ihrer verschiedenen Formen gegeneinander abgrenzen (Taf. 7). Der Alginat weist zudem eine grüne Lumineszenz im UV-Licht auf. Der Resinit hat im Gegensatz zu den anderen Maceralen der Exinitgruppe kein deutliches Relief gegenüber dem Vitrinit. Seine exakte Erfassung bereitet vor allem in den Kohlen des Saar-Lothringischen Steinkohlenbeckens oftmals Schwierigkeiten, weil er dort vielfach als mehr oder weniger diffuse Imprägnation des Vitrinit vorkommt. Die Macerale der Inertinitgruppe haben im Vergleich zum Vitrinit stets ein höheres Reflexionsvermögen. Sie unterscheiden sich, wie die Taf. 8 zeigt, in erster Linie durch die Form. Ein praktisch konstantes Reflexionsvermögen unabhängig vom Inkohlungsgrad hat lediglich der Fusinit; alle anderen können zwischen Vitrinit und Fusinit variieren. Die stärksten Reflexionsunterschiede sind beim Semifusinit bekannt. Daß sie trotzdem zu einer Maceralgruppe zusammengefaßt werden, beruht auf der Tatsache, daß sie sich bei der thermischen Kohlenveredlung, also bei Verkohlungs, Schwelung und Graphitierung, inert verhalten.

Für die Belange der angewandten Kohlenpetrologie, mit Ausnahme der Flözidentifizierung und der Flözgleichstellung, genügt im allgemeinen eine quantitative Analyse — meist am Körnerschliff — nach Maceralgruppen, da die Macerale einer Gruppe gleiche oder zumindest sehr ähnliche technologische Eigenschaften bei gegebenem Inkohlungsgrad haben (MACKOWSKY 1969 a). Die Maceralgruppenanalyse wird mit Hilfe eines Point-Counters unter Auswertung von 500—1000 Meßpunkten in Kohle an einer repräsentativen Durchschnittsprobe oder, wenn erforderlich, auch an Stichproben durchgeführt (Internat. Lexikon für Kohlenpetrologie, 1963). Diese Analyse ist neben der Inkohlungsgrad-Bestimmung durch Reflexionsmessung an Vitriniten die wichtigste Analyse der angewandten Steinkohlenpetrographie.

Für Fragen der Flözidentifizierung und Flözgleichstellung reicht in den meisten Fällen die Maceralgruppen-Analyse nicht aus. Hier ist auf jeden Fall das Erfassen der einzelnen Macerale empfehlenswert (Tab. 2). Gelegentlich ist es zudem wünschenswert, noch Maceralvarietäten zu unterscheiden und somit eindeutige Angaben über das pflanzliche Ausgangsmaterial zu machen (z. B. Telinit var. Lepidophytentelinit). Sind zudem noch Hinweise auf kleine Unterschiede in den Entstehungsbedingungen zur Charakterisierung eines Flözes wichtig oder interessant, kann man sich des Begriffes „Submaceral“ bedienen (z. B. Collinit Submaceral Telicollinit). Der Telicollinit unterscheidet sich vom Collinit dadurch, daß noch andeutungsweise Reste von Zellstrukturen erkennbar sind. Die getrennte Erfassung von Submaceralen und Maceralvarietäten ist besonders bedeutsam, wenn Fragen der Kohlenentstehung zur Diskussion stehen. Zur Lösung derartiger Probleme ist es vielfach ratsam, neben den mikroskopischen Untersuchungen unter den erwähnten normalen Bedingungen noch zusätzliche Untersuchungsmethoden anzuwenden, wie z. B. das Ätzen, die Lumineszenzmikroskopie (STACH 1969) oder die Elektronenmikroskopie (TAYLOR 1966). Durch diese Methoden können normalerweise verborgene Strukturen sichtbar gemacht werden — die sog. Kryptomacerale. Durch Ätzen mit schwefelsaurem  $\text{KMnO}_4$  gelingt es vielfach zu zeigen, daß der Collinit kein einheitliches Maceral ist. Sein homogenes Aussehen ist darauf zurückzuführen, daß die Zellhohlräume des Kryptotelinitits mit ausgeflocktem Humusgel ausgefüllt sind, dessen Reflexionsvermögen gleich dem des Kryptotelinitits ist.

Neben den Maceralen, Submaceralen, Maceralvarietäten und Kryptomaceralen sind für die Erklärung der Flözentstehung, vereinzelt auch für die Flözgleichstellung und die mechanische Kohlenveredlung, die Maceralvergesellschaftungen, die sog. Mikrolithotypen und die mit der Kohle verwachsenen Mineralsubstanzen, die Carbominerite, wichtig. Wie aus der Abb. 3 zu ersehen ist, sind in der Kohle mono-, bi- und trimaceralische Mikrolithotypen vorhanden. Für ihre Abgrenzung gegeneinander hat die Internationale Kommission für Kohlenpetrologie zwei Klauseln erarbeitet. Erstens muß die Streifenbreite der Mikrolithotypen  $\geq 50 \mu$  sein, und zweitens dürfen die mono- bzw. bimaceralischen Mikrolithotypen bis zu 5% Macerale der nicht für sie typischen Maceralgruppe enthalten, während beim Trimacerit alle drei Maceralgruppen zu mehr als 5% beteiligt sein müssen. Die quantitative Erfassung der Mikrolithotypen erfolgt mit dem sog. 20-Punkte-Okular mit Hilfe eines automatischen Point-Counters, wiederum unter Auswertung von 500—1000 Meßbereichen in Kohle. Wie weit es berechtigt ist, die verschiedenen Mikrolithotypen der Kohle einer bestimmten Fazies zuzuordnen, wie dies von M. TEICHMÜLLER (1962) versucht worden ist, ist noch nicht restlos geklärt (Abb. 4). Sicher ist jedoch, daß mächtige Duritlagen häufig über sehr weite horizontale Erstreckung aushalten, so daß sie, genau wie mächtige Bergemittel, ein Hilfsmittel für die Flözgleichstellung sein können. Diese gelegentlich mehrere Dezimeter mächtigen Duritlagen reichern sich wegen ihrer größeren mechanischen Widerstandsfähigkeit bei der Zerkleinerung der Kohle in den groben Sorten an, während sich umgekehrt der spröde Vitrit und erst recht der zerreibliche weiche Fusit im Fein- bzw. Feinstkorn stärker beteiligt (MACKOWSKY & HOFFMANN 1960). Ganz allgemein gilt die Feststellung, daß die Festigkeit der bi- bzw. trimaceralischen Mikrolithotypen größer ist als die der monomaceralischen, daß aber diese Festigkeitsunterschiede erst klar zum Tragen kommen, wenn die Mikrolithotypenlage in einem Flöz zumindest mehrere Zentimeter mächtig ist, was in den Ruhrgebietsflözen, wie schon erwähnt, relativ selten ist (HEINZE 1958). Für das Verhalten der Kohle bei der thermischen Kohlenveredlung und der Kohlenverwendung im

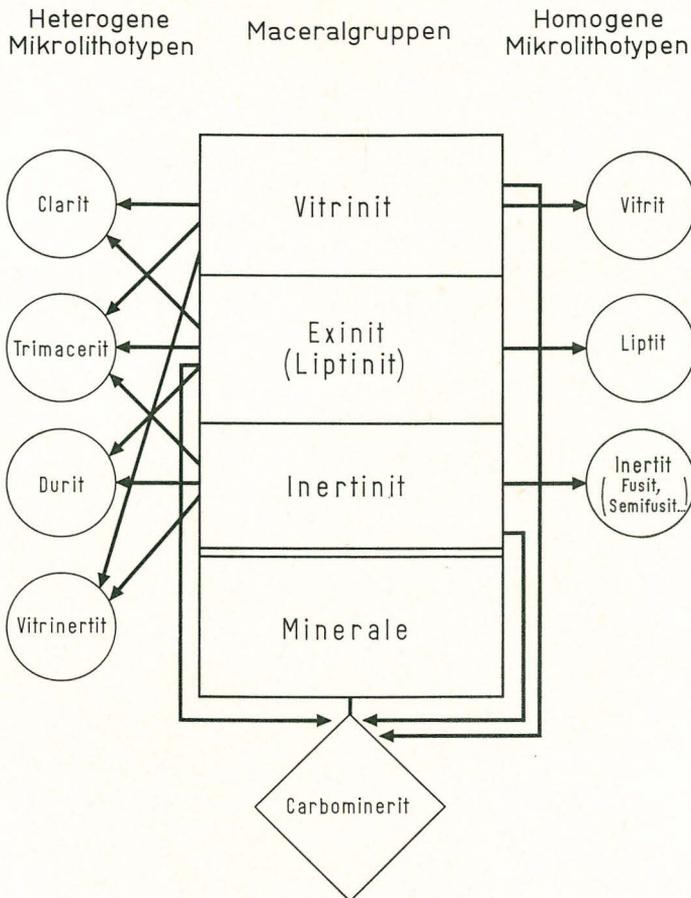


Abb. 3. Übersicht über die Mikrolithotypen und Carbominerite

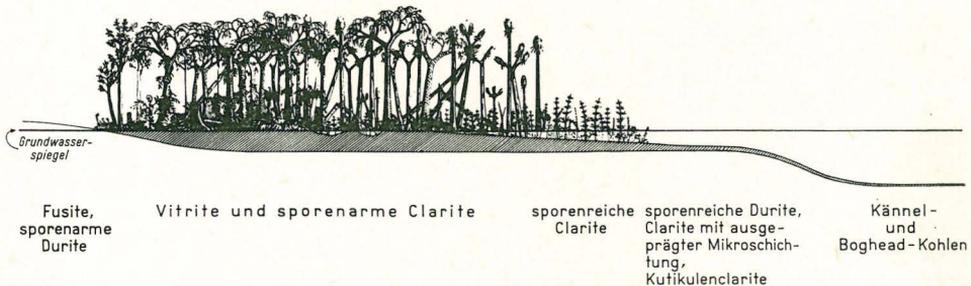


Abb. 4. Die wichtigsten Fazies oberkarbonischer Steinkohlen der Nordhemisphäre nach M. TEICHMÜLLER 1962

Kraftwerk ist ein gesondertes Erfassen der Mikrolithotypen neben den Maceralgruppen nicht erforderlich, so daß in zunehmendem Maße auf diese Analyse nach Mikrolithotypen verzichtet wird (MACKOWSKY 1969 b). Ein zu hoher Anteil an Fusit erschwert die Pechbrikettierung. In kohlenstaubgefeuerten Kraftwerken führt

ein zu hoher Prozentsatz an Fusinit zu Nachverbrennungen und damit zu einer Erschwerung des Temperaturabbaues im Feuerraum, wodurch es zu einer erhöhten Verschmutzung der nachgeschalteten Heizflächen kommen kann. Die Flöze des Rheinisch-Westfälischen und des Aachener Reviers und erst recht des Saargebietes enthalten jedoch in der Regel nicht mehr als 10% Fusit. Eine Ausnahme bilden einige Flöze von Ibbenbüren.

Die mikroskopische Untersuchung der Kohle ist mit dem Erfassen der Macerale und Mikrolithotypen noch keineswegs vollständig, da die Kohle stets, wenn auch in wechselnden Mengen, mineralische Verunreinigungen enthält (MACKOWSKY 1968). Wie aus der Tabelle 3 hervorgeht, können in der Kohle, je nach dem Zeitraum der Entstehung, zwei Gruppen von Mineralen unterschieden werden: die syngenetischen, innig mit der Kohle verwachsenen, und die epigenetischen, die auf Spalten und Rissen, gelegentlich auch in Hohlräumen, abgesetzt sind. Da die syngenetischen Minerale sich im allgemeinen über eine große horizontale Erstreckung verfolgen lassen, sind sie als Leithorizonte gelegentlich von großer praktischer Bedeutung. Abgesehen von den Kaolin-Kohlentensteinen, die von BURGER, STADLER & WOLF (1971) behandelt werden, lassen sich die Flöze Kreftenscheer und Ida/Ernestine durch eine typische Quarzlage identifizieren und alle Flöze mit einem marinen Dach durch einen z. T. stark erhöhten Anteil an feinkongkretionären Schwefelkies. So angenehm es ist, wenn ein Flöz aufgrund einer Leitschicht leicht zu identifizieren und damit gleichzustellen ist, so unangenehm können sich die mineralischen Einlagerungen der Kohle bei der mechanischen und thermischen Kohlenveredlung bemerkbar machen. Dies trifft dann zu, wenn die Mineralsubstanz in feinkörniger Form und zugleich in feinsten Verteilung vorliegt. In derartigen Fällen gelingt es nicht immer, durch aufbereitungstechnische Maßnahmen eine Kohle der geforderten Qualität zu erwaschen. Um Kohlenflöze rechtzeitig auch unter diesem Gesichtspunkt beurteilen zu können, wurde eine Mineralverteilungsanalyse entwickelt, mit deren Hilfe, wie Taf. 9 zeigt, die Verwachsungsverhältnisse der gesamten Mineralsubstanz oder auch eines einzigen Minerals, wie z. B. des Schwefelkieses, so gut erfaßt werden können, daß der Aufbereitungserfolg mit zufriedenstellender Sicherheit vorausgesagt werden kann. In ähnlicher Weise kann die Kohlenauswahl für eine Reinstkohlenherstellung nicht nach dem Aschegehalt, sondern nur aufgrund der Mineralverwachsungs-Verhältnisse getroffen werden (NÖRZOLD 1960).

So wichtig die Zusammensetzung einer Kohle nach Maceralen, Mikrolithotypen und Mineralverwachsung für Fragen der Kohlenentstehung, Beschreibung der Lagerstätte und mancher technologischer Prozesse ist, so ist das wichtigste Merkmal der Kohle für die angewandte Steinkohlenpetrographie ihr Inkohlungsgrad, da von ihm die Verwendbarkeit der Kohle abhängt. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß der exakten Bestimmung des Inkohlungsgrades schon seit Jahrzehnten größte Aufmerksamkeit geschenkt wird. Der Gehalt an Flüchtigen Bestandteilen der Gesamtkohle oder auch am Gut leichter als 1,5 reicht in diesem Fall nicht aus, weil hier der Gehalt an Flüchtigen Bestandteilen, wie die Tabelle 4 zeigt, besonders bei gering inkohlten Kohlen nicht nur von ihrem Inkohlungsgrad abhängt, sondern auch von der Maceralzusammensetzung, die in weiten Grenzen schwanken kann. Um das zeitraubende Klauben von Vitriten zu vermeiden, wird schon seit fast 40 Jahren das Reflexionsvermögen der Vitritite bestimmt (Bergbaubetriebsblatt 22020, Bl. 5), das, wie Abb. 1 zeigt, hinreichend genaue Angaben über den Gehalt an Flüchtigen Bestandteilen bzw. den C-Gehalt ermöglicht. Man befaßt sich z. Z. damit, Inkohlungskarten des Ruhrgebietes zu entwickeln, deren Grundlage das Reflexionsvermögen der Steinkohlen-Vitritite ist. Mit dem gleichen

Tabelle 3  
Die Minerale der Steinkohle

Mineralart	syngenetische Bildung (innig verwachsen)		epigenetische Bildung	
	eingeschwemmt oder eingeweht	neu gebildet	auf Spalten, Rissen u. Hohlräumen ab- gesetzt (derb verwachsen)	durch Umwandlung syngenetischer Minerale (innig verwachsen)
Tonminerale	Kaolinit, Illit, Serizit, Tonminerale mit Wechsellagerungsstruktur, Tonsteine			Illit, Chlorit
Carbonat-späte		Siderit-Ankerit-Konkretionen, Dolomit, Calcit, Ankerit Siderit, Calcit, Ankerit im Fusit	Ankerit, Calcit, Dolomit	
Sulfidische Erzminerale		Pyrit-Konkretionen Melnikovit-Pyrit derber Pyrit (Markasit) FeS <sub>2</sub> -CuFeS <sub>2</sub> -ZnS-Konkretionen Pyrit im Fusit	Pyrit Markasit (Sphalerit) Zinkblende Kupferkies (Chalkopyrit) Bleiglanz (Galenit)	Pyrit aus der Umwandlung von syngenetischen FeCO <sub>3</sub> -Konkretionen
Oxydische Erzminerale		Hämatit	Goethit, Lepidokrokit (Nadeleisenerz)	
Quarz	körniger Quarz	Chalcedon und Quarz aus der Verwitterung der Feldspäte und Glimmer	Quarz	
Phosphorminerale	Apatit	Phosphorit		
Schwerminerale und Akzessorien	Zirkon, Turmalin, Rutil, Orthoklas, Biotit		Chloride, Sulfate, Nitrate	

Untersuchungsverfahren lassen sich auch Kohlenmischungen auf ihre Zusammensetzung nach Kohlenarten analysieren, wodurch erstmalig eine richtige rohstoffliche Charakterisierung der zur Verkokung eingesetzten Kohlenmischungen möglich wurde (Bergbaubetriebsblatt 22020, Bl. 6). Bei Kenntnis der Zusammensetzung einer Koks-kohle nach Kohlenarten und Maceralgruppen lassen sich der mittlere Gehalt an Flüchtigsten Bestandteilen und das so wichtige Koks-bildungsvermögen

Tabelle 4  
Einfluß der wechselnden Maceralzusammensetzung auf den mittleren Gehalt an  
Flüchtigen Bestandteilen bei gegebenem Inkohlungsgrad

	Gew.-%		Gew.-%		Gew.-%	
Vitrinit 30 % Fl. Best.	80	24,0	60	18,0	70	21,0
Exinit 60 % Fl. Best.	10	6,0	30	18,0	5	3,0
Inertinit 15 % Fl. Best.	10	1,5	10	1,5	25	3,8
mittlerer Gehalt an Flücht. Best.		31,5		37,5		27,8

und bei Kenntnis der Verkokungsbedingungen außerdem noch die Koksfestigkeit  $M_{40}$ , der Abrieb  $M_{10}$ , sowie das Ausbringen an Gas, Rohteer und Rohbenzol vorausberechnen und optimieren. Diese Möglichkeit gewinnt in zunehmendem Maße an Bedeutung (MACKOWSKY & SIMONIS 1969).

Neben den mikroskopischen Untersuchungen an der Kohle werden noch eine große Zahl von allerdings in der Regel nur qualitativen Untersuchungen an Zwischen- und Fertigprodukten der mechanischen und thermischen Kohlenveredlung durchgeführt, wie z. B. an Brikettiergut und Briketts (FRIEHMELT 1957, MACKOWSKY & OTTE 1958, ALPERN & CHAUVIN 1958, MACKOWSKY & KÖTTER 1960, ALPERN 1961), an Proben aus der konventionellen bzw. der kontinuierlichen Verkokung und den fertigen Kammerkoks oder Formkoksen (ABRAMSKI & MACKOWSKY 1952). Durch diese Arbeiten ist es möglich geworden, Einblicke in die verschiedenen Verfahrensgänge zu gewinnen, die Brücke zwischen Rohstoff und Fertigprodukt zu schlagen und zusammen mit den Verfahrenstechnikern altbekannte Verfahren zu verbessern oder neue zu entwickeln (MACKOWSKY 1967, 1969 b, TAYLOR, MACKOWSKY & ALPERN 1967).

Ähnliches gilt für die immer wichtiger werdenden Nebengesteinsuntersuchungen. Das Auffahren von Gesteinsstrecken mit großen Streckenvortriebsmaschinen, die Entwicklung eines vollmechanisierten Strebs oder auch die hydraulische Kohlengewinnung setzen die genaue Kenntnis des Nebengesteins voraus, so daß in Zukunft der im Kohlenbergbau arbeitende Petrograph sich nicht nur um die Kohle und ihre Zusammensetzung, sondern auch um die sie umgebenden Gesteine und ihre Eigenschaften kümmern muß (MACKOWSKY & KNATZ 1969, SCHIMAZEK 1967, SCHIMAZEK & KNATZ [im Druck]).

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.

Tafel 6

Maceralgruppe Vitrinit

Fig. 1 Collinit

Fig. 2 Telinit

Vergr. 250 ×, Ölimmersion

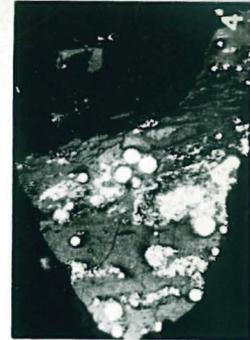
Kategorien für die Durchführung der Schwefelkiesverteilungsanalyse in einfachster Form (nach MACKOWSKY 1967)

Fig. 3 Freier Pyrit (> 80 Vol.-%)

Fig. 4 Verwachsungen mit 50 — 80 Vol.-% Pyrit

Fig. 5 Verwachsungen mit < 50 Vol.-% Pyrit

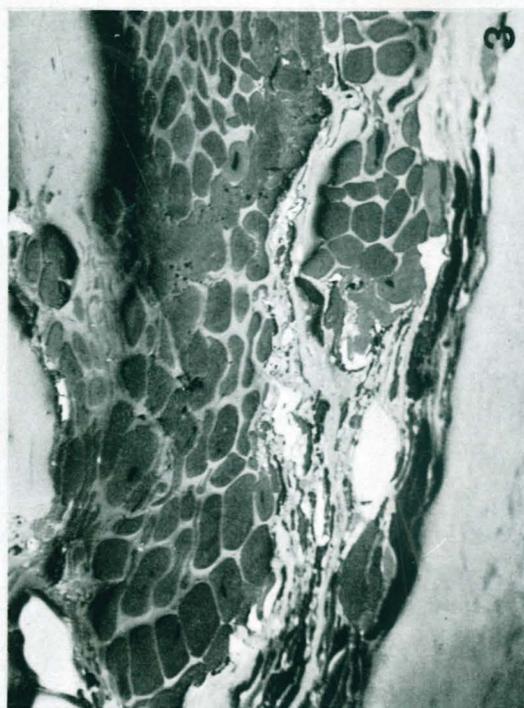
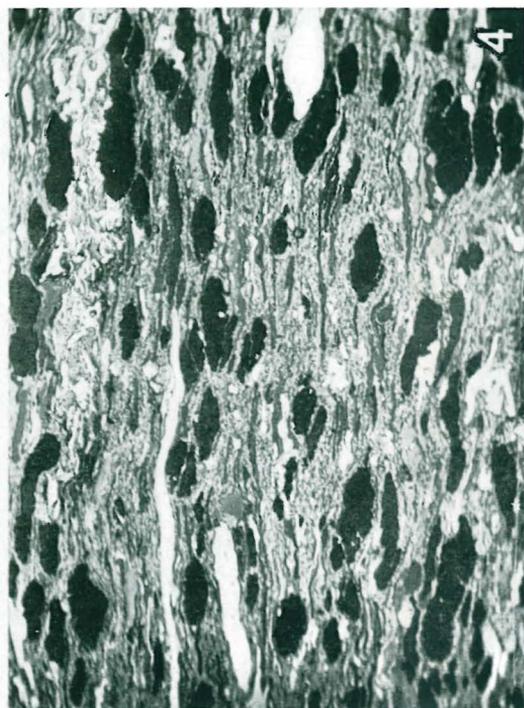
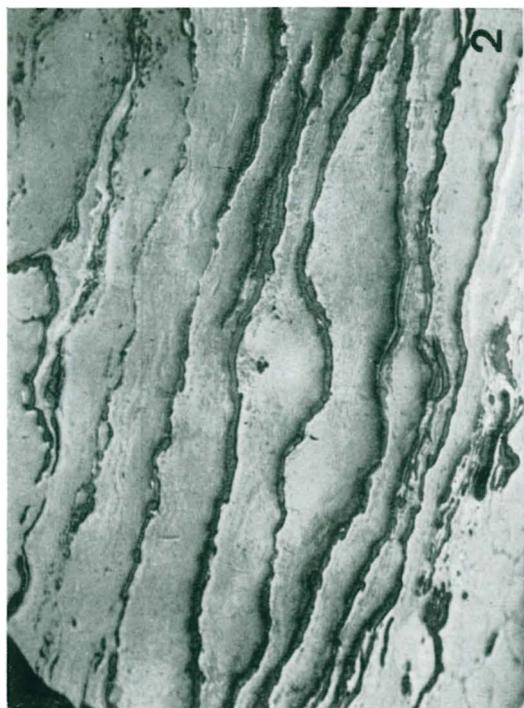
Fig. 6 Pyritfreie Kohle und Mineralverwachsungen



Tafel 6

Tafel 7

- Maceralgruppe Exinit  
Fig. 1 Sporinit  
Fig. 2 Kutinit  
Fig. 3 Resinit  
Fig. 4 Alginit  
Vergr. 250 ×, Ölimmersion



Tafel 7

Tafel 8

Maceralgruppe Intertinit

Fig. 1 Semifusinit

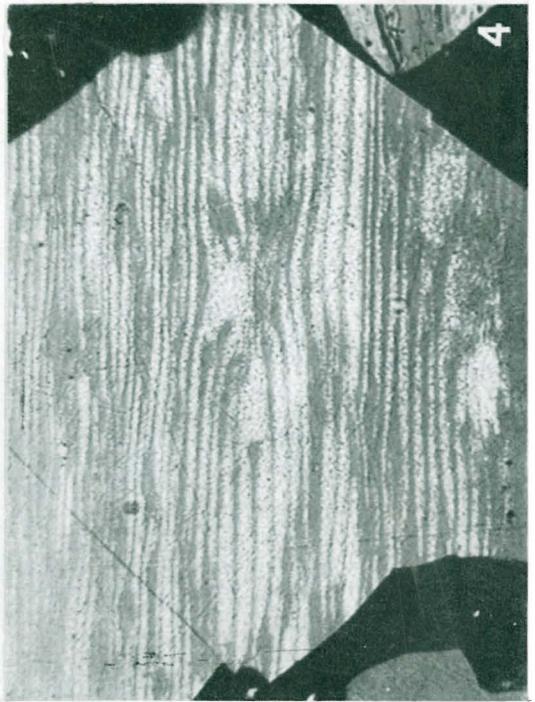
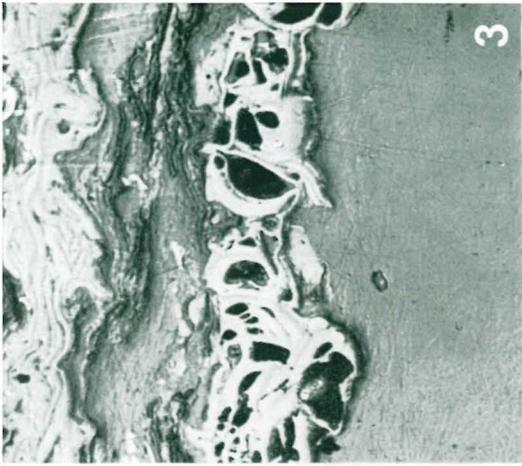
Fig. 2 Fusinit

Fig. 3 Sklerotinit

Fig. 4 Mikrinit

Fig. 5 Makrinit

Vergr. 250 ×, Ölimmersion



Tafel 8

Tafel 9

Übersicht über die Mikrolithotypen und Carbominerite

	Vitrit	Clarit	Vitrinertit	Trimacerit	Durit	
Gasflammkohle						Semifusit 
Gaskohle						
Fettkohle						Fusit 
Ess-Magerkohle						
Anthrazit						Sklerotit 
Carbominerit						
	Carbargilit	Carbankerit	Carbosilicite	Carbopyrit	Carbopolyminerit	



## 2. Die Kohle als Rohstoff für die langfristige Energieversorgung

Von KONRAD EBERT\*

Mit 3 Tabellen

### Strukturwandel in der Energiewirtschaft

Der Kohlenbergbau der Bundesrepublik Deutschland steht mit dem Steinkohlenrevier an der Ruhr und dem Braunkohlenrevier im Rheinland (Kölner Becken) in der Spitzengruppe der Kohlenlagerstätten und Fördergebiete der Welt. Die kleineren Steinkohlenreviere bei Ibbenbüren, an der Saar und an der Wurm (Aachener Revier) haben ebenso wie das Ruhrrevier überregionale Bedeutung und sind in die westeuropäische Kohlenversorgung integriert. Die kleinen Braunkohlenreviere von Helmstedt in Hessen und in Bayern bleiben mit ihrem Absatz in engeren Räumen.

In dem Beitrag von HELLWEG & TREPTOW (1971) werden die Vorräte der einzelnen Reviere nachgewiesen.

Die Nutzung der reichen Kohlenvorräte schuf einst eine der wichtigsten Grundlagen für die Entwicklung Deutschlands zum Industriestaat. Nach dem zweiten Weltkrieg war sie die Basis für einen Wiederaufbau in der Bundesrepublik Deutschland. Seit fast 15 Jahren verdrängen andere, überwiegend eingeführte Energiearten die inländische Kohle von ihrem angestammten Platz. Schwund und Konzentration in Absatz und Förderung beschreiben eine Strukturkrise, in der die Auseinandersetzung über die Zukunft der Kohle und des eigenen Kohlenbergbaus nicht zur Ruhe kommen konnte.

Bis in das erste Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts ist das Fehlen von bedeutenden Vorkommen an anderen Energierohstoffen neben den Kohlenlagerstätten kaum als Nachteil empfunden worden. Auf der Kohle wurde eine vielfältige Energiewirtschaft aufgebaut, die den wachsenden und sich spezialisierenden Anforderungen des Verbrauchs nachkommen konnte. So ist, begünstigt durch die Qualität der Kohlenvorkommen, die Kokserzeugung stark ausgebaut worden. Von den Kokereien ausgehend, versorgte ein Rohrleitungsnetz die wichtigen Industriestandorte mit Kokereigas. Als weiterer Zweig der Kohlenumwandlung gewann die Stromerzeugung zunehmende Bedeutung. Die Braunkohle spielte aus Gründen ihrer Beschaffenheit, die keine weiten Transportwege erlaubt, hier neben der Steinkohle von Anfang an eine bedeutende Rolle. Auch zur Treibstoffherzeugung ist deutsche Kohle im letzten Krieg in verschiedenen Verfahren verwendet worden, an die in jüngster Zeit die Forschung in anderen Ländern wieder angeknüpft hat.

Eine Energiewirtschaft, die sich fast ausschließlich auf die direkte Verwendung und die Veredlung von Kohle aus inländischer Gewinnung gründete, konnte den

\* Anschrift des Autors: Dr. rer. pol. K. EBERT, 43 Essen, Friedrichstraße 1

Anforderungen der Verbraucher nicht mehr genügen, als die Nachfrage größer und vielfältiger und das Angebot reichlicher und billiger wurden. Begünstigt durch den Strukturwandel im Weltverkehr und durch eine Wirtschaftspolitik, die liberaler war und zurückhaltender gegen Verzerrungen im Wettbewerb als die in anderen Industriestaaten, strömte Mineralöl ungehemmt auf den Energiemarkt der Bundesrepublik.

Konzentration im Kohlenabsatz und Konzentration der Förderung waren die Folge für die Kohlenwirtschaft im letzten Jahrzehnt. Schwierige Probleme wurden dadurch für den Kohlenbergbau gestellt. Sie werden auch für seine zukünftige Entwicklung ausschlaggebende Bedeutung haben.

### Konzentration des Absatzes

Konzentration des Absatzes bedeutet:

- Eisenbahnen und Schifffahrt mit ihrem speziellen Bedarf an großstückiger Kohle, die im Preisfächer der Reviere besondere Bedeutung besaß, wurden als Kohlenverbraucher verloren, seit Elektrizität und Dieselöl zunehmend bis zur völligen Umstellung die Zugkraft für Züge und Schiffe liefern.
- Die Gaswerke stellten die Vergasung von Kohle ein, als die Ölsplattung billiger wurde und die Versorgung mit Erdgas aus den neuentdeckten großen Erdgaslagerstätten durch Verlegung weitmaschiger Netze von Rohrleitungen in Gang gesetzt wurde.
- Die allgemeine Industrie, in der den Energiekosten vielfach eine große Bedeutung beigemessen wird, stellte sich auf Heizöl als den billigeren Brennstoff um; im Hausbrand schließlich und in der Heizung der Verwaltungsgebäude folgten die Verbraucher der Bequemlichkeit, wenn sie zu anderen Brennstoffen übergingen.

So sind die Kraftwerke und die Eisen schaffende Industrie im Inlandsabsatz die wichtigsten Stützen des Steinkohlenabsatzes geworden. Ihre Rolle ist dabei nicht gleich zu bewerten. Die Kohle, die in den Kraftwerken zur Erzeugung von Dampf, der die Turbinen treibt, eingesetzt wird, liegt immerhin im Substitutionsbereich, in den auch andere Energieträger drängen, vor allem Heizöl, aber auch Erdgas, und auf lange Sicht die Kernenergie. Der Koksbedarf der Eisen schaffenden Industrie und damit die Kokskohle für die Kokereien bleiben im Inland wie im Ausland trotz rückläufigem spezifischem Koksverbrauch im Hochofen und trotz wiederholter Ankündigung der direkten Reduktion gerade für den Steinkohlenbergbau der Bundesrepublik mit seinen echten Kokskohlen noch auf längere Sicht ein starker Rückhalt der Förderung. Die Umschichtung im Absatz wird aus den Zahlen der Tabellen 1 und 2 deutlich.

Die bedeutende Rolle des Kohlenaußenhandels für die Bundesrepublik geht aus Tabelle 3 hervor. Nach wie vor wird etwa ein Viertel der Kohlenförderung der Bundesrepublik unmittelbar oder in Gestalt von Steinkohlenkoks überwiegend zu Verhüttungszwecken ausgeführt.

### Konzentration der Förderung

Die Konzentration der Förderung ist eine Reaktion auf Umschichtung und Konzentration im Absatz, die von den konkurrierenden Energieträgern erzwungen wurde. Sie stellt Probleme auf vielen Ebenen. Die Sicherung der Energiegrundlage für das wirtschaftliche Wachstum, die unvermeidbare Umgestaltung der Wirtschaftsstruktur in den Kohlenrevieren, die Wahrung des Sozialstandes der

Tabelle 1

Absatz von Steinkohlen, Steinkohlenbriketts und Steinkohlenkoks im Inland nach Verbrauchergruppen und im Export 1957, 1968 und 1969

Verbrauchergruppen	Absatz in 1 000 t		
	1957	1968	1969
Kohlenarten			
Eisenbahnen, Binnen- und Seeschifffahrt			
Steinkohle	10 944	2 180	1 726
Briketts	327	2	2
Koks	194	109	127
Gaswerke			
Steinkohle	9 061	3 196	3 098
Briketts	1	0	0
Koks	69	17	7
Industrie (ohne Eisen)			
Steinkohle	18 358	10 612	10 520
Briketts	311	14	14
Koks	5 281	2 661	2 980
Hausbrand und Kleinverbrauch*			
Steinkohle	6 795	4 373	4 521
Briketts	6 449	3 556	3 920
Koks	9 337	6 564	5 980
Öffentl. Elektrizitätswerke			
Steinkohle	13 889	18 007	20 214
Briketts	3	1	2
Koks	35	4	5
Eisen schaffende Industrie			
Steinkohle	2 355	2 181	2 293
Briketts	60	—	0
Koks	21 898	19 570	21 170
Inland-Absatz insgesamt			
Steinkohle	61 402	40 549	42 372
Briketts	7 151	3 573	3 938
Koks	36 814	28 925	30 269

\* einschl. militärische Dienststellen

vom Strukturwandel betroffenen Bergarbeiter und die Selektion der fördernden Betriebe unter Gesichtspunkten der Vorräte, ihrer Abbaubedingungen, der Marktnachfrage und des Engagements einer hochqualifizierten und einsatzfreudigen Belegschaft sind ineinander verflochten. Die Vielfalt der Aspekte schließt eine Anpassung allein nach den Regeln des Marktes aus, verlangt vielmehr nach gestaltender Lenkung durch Wirtschafts- und Energiepolitik.

Der Konzentrationsprozeß in der Steinkohlenförderung der Bundesrepublik wird durch außergewöhnliche Erfolge der Selbsthilfe des Bergbaus belegt. Nach langen Erprobungszeiten und vielfachen Versuchen unter wechselnden Betriebsverhältnissen sind in Kombination mit neuen Maschinen und modernstem Ausbaumaterial Modelle der Konzentration und Rationalisierung aller Untertagearbeiten entstanden, die wesentliche Leistungssteigerungen vollbracht haben.

Tabelle 2  
Absatzgliederung (Inlandsabsatz) von Steinkohle, Briketts und Koks in %

Verbrauchergruppen	Anteile am Gesamtabsatz Inland		
	1957	1968	1969
Steinkohle			
Verkehr	18	5	4
Gaswerke	15	8	7
Industrie	30	26	25
Kraftwerke (öffentl.)	23	45	48
Hausbrand einschl.			
Kleinverbrauch	11	11	11
Eisen schaffende Industrie	3	5	5
Steinkohlenbriketts			
Verkehr	5	0	0
Industrie	4	0	0
Hausbrand einschl.			
Kleinverbrauch	90	100	100
Steinkohlenkoks			
Industrie	14	9	10
Hausbrand einschl.	25	23	20
Kleinverbrauch			
Eisen schaffende Industrie	60	68	70

Tabelle 3  
Einfuhr und Ausfuhr von Steinkohle und Koks der Bundesrepublik Deutschland in 1 000 t

Jahr	Einfuhr		Ausfuhr	
	Steinkohle	Steinkohlenkoks	Steinkohle	Steinkohlenkoks
1929*	6 478	548	26 769	10 653
1939*	4 399	489	22 337	5 501
1949**	4 109	319	13 189	7 786
1959	8 381	349	14 658	8 956
1968	5 588	296	20 249	9 266
1969	6 340	677	17 552	9 579

\* Einfuhr des Deutschen Reiches, jeweiliger Gebietsstand

\*\* Ohne Saarland

Die wichtigsten Daten zur technischen Entwicklung werden von HELLWEG & TREPTOW (1971) gegeben.

Es muß zwar festgestellt werden, daß mit den beachtlichen Ergebnissen auf technischem Gebiet, die der Belegschaft in längerem Urlaub, mehr Freizeit sowie in Lohnsteigerungen, die im arbeitsintensiven Steinkohlenbergbau dem Trend der Gesamtwirtschaft folgten, zugute kamen, nicht das primär erhoffte Ziel einer durchschlagenden Kostensenkung erreicht wurde.

Als letzter Schritt der Konzentration sind im vergangenen Jahr durch Vertrag zwischen den bisherigen Bergwerksgesellschaften und der Bundesregierung fast alle Zechen an der Ruhr (genau 93,6% der bisherigen Förderung) in eine Gesellschaft, die Ruhrkohle AG, eingebracht worden. Sie hat mit gewissen staatlichen

Garantien, Bürgschaften und Beihilfen alle Möglichkeiten der Rationalisierung, die dieser Zusammenschluß bieten kann, zu nutzen, um mit moderner Unternehmenspolitik und aktiven Verkaufsmethoden der deutschen Steinkohle ihren Platz in der Energieversorgung der Bundesrepublik und in den traditionellen europäischen Abnehmerländern zu erhalten.

### **Blick auf die Zukunft des deutschen Steinkohlenbergbaus**

Noch während sie mit ihrem organisatorischen Aufbau befaßt war, stellten der deutsche und der europäische Kohlenmarkt der Ruhrkohle AG die Aufgabe, Versorgungsschwierigkeiten zu meistern, die der weltweite Stahlboom ausgelöst hat. Nicht nur die volle Förderung der Jahre 1968 und 1969 von je 112 Mio. t wurde vom Markt aufgenommen, sondern es gelangten in diesen beiden Jahren außerdem noch rd. 17 Mio. t Steinkohle und Koks aus Beständen in den Absatz.

Ohne die Bedeutung dieser von der Weltkonjunktur und namentlich von der Lage der Eisen- und Stahlindustrie verursachten Knappheit an Koks und Steinkohle zu überschätzen und ohne sich über den Konkurrenzdruck zu täuschen, den das reichliche Angebot von Erdöl und Erdgas im Energiemarkt der Welt weiterhin ausüben wird, auch wenn die Preise dafür anziehen werden, und ohne auch die in den nächsten fünf Jahren bevorstehende Beschleunigung in der Nutzung der Kernenergie zu unterschätzen, kann sich der Steinkohlenbergbau der Bundesrepublik die Chancen ausrechnen, seine Förderung in den nächsten Jahren behaupten zu können. Eine gewisse Rolle spielt dabei, daß die Förderung in anderen westeuropäischen Ländern nun schneller eingeschränkt wird. Freilich gilt auch hier, was für die Einordnung der vielen europäischen Nationalstaaten in eine europäische Gemeinschaft allgemein gilt, daß die Integration mit ihrem Zwang zur Selektion und supranationalen Konzentration heute viel größere Schwierigkeiten bereitet und den Einsatz größerer Mittel verlangt, als wenn sie schon vor ein oder zwei Generationen als notwendig empfunden und ins Werk gesetzt worden wäre.

Allzuweite Vorausschau sind zur Zeit mit besonderen Risiken behaftet. Verschiedene Prognosen wurden auch in der Bundesrepublik im vergangenen Jahr versucht und erörtert. Ein ihnen gemeinsamer Zug ist der, daß sie im Gegensatz zu den großen Kohlenbergbauländern Osteuropas nicht das Vertrauen aufbringen, mit einer neuen Expansion der Förderung im Bundesgebiet zu rechnen. So sicher auch die Rolle des Steinkohlenbergbaus der Bundesrepublik Deutschland als Kokskohlen- und Kokslieferant weiter Teile der europäischen Eisen- und Stahlindustrie angesehen werden kann — was allein eine Förderung von mindestens 60 Mio. t, die auch den Export berücksichtigt, bedeutet —, so zweifelhaft erscheint andererseits, daß der Absatz an Kraftwerke in seinem heutigen Umfang bestehen bleiben wird. Bei den anderen Verbrauchergruppen werden weitere Absatzverluste für unvermeidlich gehalten.

Alles in allem lautet die Antwort auf die Frage nach den Zukunftsaussichten: Die Voraussetzungen sind geschaffen, daß in einem auf die leistungsfähigsten Anlagen konzentrierten Steinkohlenbergbau bei steigender Arbeitsproduktivität eine Förderung nach den Anforderungen des Marktes erbracht werden kann. Bis zur Mitte dieses Jahrzehnts braucht kaum schon mit einer Verminderung der Fördermenge gerechnet zu werden. Das Förderziel für den Anfang der achtziger Jahre liegt zwischen 80 und 100 Mio. t bei einer durchschnittlichen Schichtleistung unter Tage von 8 t.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.



### 3. Entwicklung und heutiger Stand des Steinkohlenbergbaues

VON HEINRICH WILHELM HELLWEG UND OTTO TREPTOW\*

Mit 5 Abbildungen und 3 Tabellen

#### Die Steinkohlenvorkommen

In der Bundesrepublik wird in vier großen Revieren Steinkohle abgebaut: an der Ruhr, an der Saar, bei Aachen und bei Ibbenbüren (Abb. 1). Ihrer Entstehung nach gehören diese Vorkommen zwei verschiedenen Bereichen an, nämlich

- a) der paralischen Saamtiefe am Nordrand des variscischen Gebirges (Aachen, Ruhr, Ibbenbüren) und
- b) einem limnischen Becken innerhalb des Gebirges (Saar).

Weitere kleinere Vorkommen sind gegenüber diesen großen Revieren ohne Bedeutung.

#### Paralische Vorkommen

Der Bereich der variscischen Saamtiefe ist einer der bedeutendsten Karbontröge: über 6000 m Sedimente wurden hier abgelagert. Allein die flözführenden Partien haben eine Mächtigkeit von mehr als 3000 m. Der Anteil der Kohle beträgt dabei nur rd. 3%; Sandsteine und Schiefertone sind je mit etwa 47% und Konglomerate mit rd. 3% beteiligt. Allerdings liegt dieses Schichtpaket nicht an einer Stelle übereinander. Die Hauptsenkungszone und damit die Zone der stärksten Ablagerung wanderte von Süden nach Norden. Damit verlagerte sich das Auftreten der ersten Flöze nach Norden zu in immer jüngere Schichten: an der Ruhr liegt das älteste Flöz im Namur C, zum Hangenden werden die marinen Ingressionen immer seltener. An der Grenze Westfal/Stefan wurden die Sedimente der Vortiefe aufgefaltet und dem variscischen Gebirge angegliedert. Die Faltungsintensität nimmt dabei nach Norden ab.

Das Aachener Revier ist das westlichste Vorkommen der paralischen Steinkohlenablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. Das Karbon tritt im südlichen Teil zutage und wird nach Norden von tertiärem Deckgebirge wachsender Mächtigkeit überlagert. Die flözführenden Schichten sind etwa 1600 m mächtig und gehören zum Namur B bis Westfal B. Die Falten tektonik wird durch zwei ausgeprägte Mulden beherrscht. NNW-SSE streichende Sprünge zerlegen das Gebirge in sechs Großschollen.

Das Ruhr-Revier ist das größte Steinkohlenvorkommen in der Bundesrepublik Deutschland. Auch hier kommt das Karbon im Süden, an der Ruhr, zutage; nach Norden taucht die Karbonoberfläche mit etwa 5<sup>g</sup> ab. Das Deckgebirge besteht meistens aus Kreide; es kommen auch Tertiär, Jura, Buntsandstein und

\* Anschrift der Autoren: Markscheider Dipl.-Ing. H. W. HELLWEG, Steinkohlenbergbauverein, 43 Essen; Vermessungsdirektor Markscheider Dr.-Ing. E. h. O. TREPTOW, Mannesmann AG, Außenstelle Essen, 43 Essen, Rütterscheider Straße 1

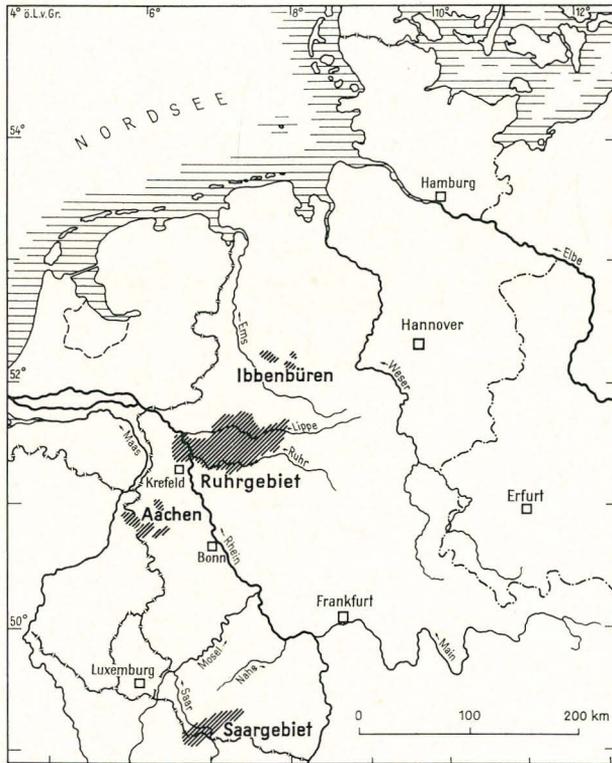


Abb. 1. Die Steinkohlenreviere in der Bundesrepublik Deutschland

Zechstein vor. Die Flözführung beginnt im Namur C und reicht — bei einer Schichtenmächtigkeit von rd. 3000 m — bis ins Westfal C. In rohstofflicher Hinsicht sind alle Kohlenarten vom Anthrazit bis zur Flammkohle vertreten. In der asturischen Phase entstand ein WSW-ENE streichendes Faltengebirge mit Spitzfalten im südlichen Teil und großräumigen, flachen Mulden im Norden. Die Sättel werden von mitgefalteten Wechsellagen begleitet, die örtlich bis zu 2000 m Überschiebungsweite aufweisen können. Rechtwinklig zum Faltenbau verlaufen zahlreiche kleinere und große Sprünge, die das Karbon in Horste und Gräben zerteilen. Die Verwurfsbeträge schwanken beträchtlich und können 900 m erreichen.

Bei Ibbenbüren befindet sich das kleinste Revier. Das im Ruhrgebiet nach Norden abtauchende Karbon tritt an drei Stellen wieder zutage. Die Heraushebung dieser Karbonschollen erfolgte an der Wende Kreide/Tertiär. Der starken Faltung des Ruhrkarbons entspricht hier eine nur schwache Verbiegung der Schichten. Überschiebungen sind sehr selten und weisen nur kleinste Beträge auf. Insgesamt sind rd. 220 m flözführendes Westfal B bis D nachgewiesen.

#### Limnische Vorkommen

Im Binnenbecken an der Saar tritt das Karbon im Zentralbereich zutage, während es nach Norden und Süden von jüngeren Schichten, beginnend mit dem Rotliegenden, überdeckt wird. Die Kohleführung beginnt im Westfal C und reicht

bis ins Stefan C. Die Mächtigkeit der Ablagerungen schwankt etwa zwischen 3200 und 5200 m. Im Süden ist das Karbon überkippt und überschoben. Ihren Höhepunkt erreichte die Falten tektonik im Unterrotliegenden (saalische Phase), wobei die Hauptüberschiebung aufriß. Die querverlaufenden Sprünge erreichen Verwurfsbeträge bis zu mehreren Hundert Metern.

### Kohlenvorräte

Die Bundesrepublik Deutschland hat den größten Kohlenvorrat der Länder der EWG und steht hinter Großbritannien an zweiter Stelle im westlichen Europa.

Die nachfolgenden Angaben über die Höhe der Kohlenvorräte unterscheiden der Teufe nach drei Kategorien:

a) sichere und wahrscheinliche Vorräte bis 2000 m Teufe:

Bundesrepublik:	230	Mrd. t
davon Ruhr	214,0	Mrd. t
Saar	5,5	Mrd. t
Aachen	10,5	Mrd. t
Ibbenbüren	0,3	Mrd. t

Aus diesen Zahlen wird das Übergewicht der „Ruhr“ deutlich. Ihr Anteil beträgt rd. 95%;

b) sichere und wahrscheinliche Vorräte bis — 1500 m NN, d. h. bis zu einer Teufe, in der bei der weiteren technischen Entwicklung eine Gewinnung der Kohle in Zukunft wahrscheinlich möglich sein wird:

Bundesrepublik:	44,0	Mrd. t
davon Ruhr	39,0	Mrd. t
Saar	3,0	Mrd. t
Aachen	1,7	Mrd. t
Ibbenbüren	0,3	Mrd. t

c) sicher bauwürdige Vorräte in den z. Z. betriebenen Grubenfeldern und deren Schachtreservefeldern bis — 1200 m NN:

Bundesrepublik:	13,8	Mrd. t
davon Ruhr	10,56	Mrd. t
Saar	1,79	Mrd. t
Aachen	1,25	Mrd. t
Ibbenbüren	0,2	Mrd. t

Bei dem überwiegenden Teil dieser Kohlenvorräte handelt es sich um Kohlenarten, die für die Kokserzeugung und für chemische Zwecke besonders geeignet sind.

### Die Entwicklung des Bergbaus

#### Primitive Anfänge

Die Anfänge des Steinkohlenbergbaus in der Bundesrepublik Deutschland reichen bis in das 12. Jahrhundert zurück. Im Jahre 1113 wurde erstmalig im Aachener Revier Bergbau urkundlich erwähnt. Der erste Bergmann im Ruhrgebiet, dessen Namen bekannt ist, war Konrad von Schüren 1296. Aus dem Jahre 1429 wird der erste Kohlenabbau im Saargebiet nachgewiesen. Mit primitiven Werkzeugen

wurde anfangs Kohle minderer Qualität aus den zutage tretenden Flözen durch Graben gewonnen. Erst allmählich ging man zu einfachem Tagebau mit kleinen Schächten über. Besondere Schwierigkeiten machte über Jahrhunderte hinweg das zufließende Wasser. Erst als es gelang, durch verbesserte Wasserhaltung die Grubenwasser sicher abzuführen, war der Weg frei, den Abbau in größerer Teufe zu führen. Der Anstieg der Förderung ging jedoch nur langsam vonstatten, da wegen des Fehlens ausreichender Transportmittel der Absatz der Kohle örtlich begrenzt war.

### Die Industrialisierung

Mit dem Beginn der Industrialisierung gewann die Kohle sehr schnell an Bedeutung. Im Jahre 1837 wurde zum ersten Male die das Steinkohlengebirge überlagernde Mergelschicht mit einem Schacht durchstoßen und damit zum Tiefbau übergegangen. Die Erfindung des Gefrierverfahrens ermöglichte es, Schächte in stark wasserführenden und sandigen Schichten des Deckgebirges abzuteufen.

Mit der Errichtung des ersten Kokshochofens im Jahre 1847 im Ruhrgebiet wurde der Kohle ein neues weites Absatzgebiet erschlossen. Die Erfindung der Dampfmaschine und der Ausbau der Eisenbahn machte den Transport des Massengutes Kohle auch in weit entfernte Absatzgebiete möglich.

Die steigende Nachfrage erforderte neue Schachtanlagen mit hoher Förderung und besseren technischen Einrichtungen. Immer mehr Arbeitskräfte wurden benötigt, um den Bedarf an Kohle zu decken. Dies machte neue Ansiedlungen und, damit verbunden, die verkehrstechnische Aufschließung des bis dahin vorwiegend landwirtschaftlich genutzten Geländes notwendig. Die rapide Entwicklung des Steinkohlenbergbaus hat, wie kein anderer Industriezweig, in kürzester Zeit das Gesicht der Landschaft gestaltet und gleichermaßen die technische Entwicklung beeinflußt und die wirtschaftliche Entwicklung vorangetrieben.

### Die Mechanisierung

Jahrhundertlang waren Kohlenhacke und Schlägel und Eisen die Werkzeuge des Bergmannes zur Hereingewinnung der Kohle. Sogar noch in neuerer Zeit bis ca. 1920 erfolgte die Gewinnung vorwiegend mit der Kohlenhacke und in geringem Maße durch Schieß- und Schrämarbeit. Dann erst trat der mit Druckluft betriebene Abbauhammer an die Stelle der Kohlenhacke und konnte seine Stellung etwa bis zum Jahre 1960 halten. Daneben begann bereits die Zeit der vollmechanischen Gewinnung mit schälenden und schneidenden Gewinnungsmaschinen.

Die höhere Betriebspunktförderung erforderte bessere Fördermöglichkeiten der hereingewonnenen Kohle. Schüttelrutschen und feste Rutschen wurden durch leistungsfähigere Fördermittel, wie Panzerförderer, Gummibänder und andere Fördermittel ersetzt.

Stahl- und Leichtmetallstempel lösten beim Ausbau die jahrhundertlang verwendeten Holzstempel ab. Verbesserungen führten über Hydraulikstempel zum vollautomatischen schreitenden Ausbau.

Anstelle von Hand betriebener Ladearbeit traten Lademaschinen. Auf dem Gebiete des Streckenvortriebs werden heute in zunehmendem Maße vollmechanische Vortriebsmaschinen bei der Auffahrung der Kohle- und Gesteinsstrecken eingesetzt.

Auf allen Gebieten des Bergbaus machte die technische Entwicklung nicht zuletzt durch eigene Forschung bedeutende Fortschritte.

## Kenndaten der Entwicklung

Die Umstellung im Laufe der Jahrhunderte von einem Agrarland zu einem hochentwickelten Industriestaat, die Nutzung des technischen Fortschrittes, Kriege und wirtschaftliche Krisen- und Blütezeiten kennzeichnen die Entwicklung des deutschen Bergbaus in weitestem Maße. An einigen Kenndaten soll die Abhängigkeit von diesen Faktoren mit Hilfe von Tabellen und Schaubildern erläutert werden.

In ca. 600 Jahren Bergbau erreichte die Kohlenförderung von primitiven Anfängen an bis 1875 eine Höhe von nur knapp 20 Mio. Tonnen pro Jahr (Abb. 2).

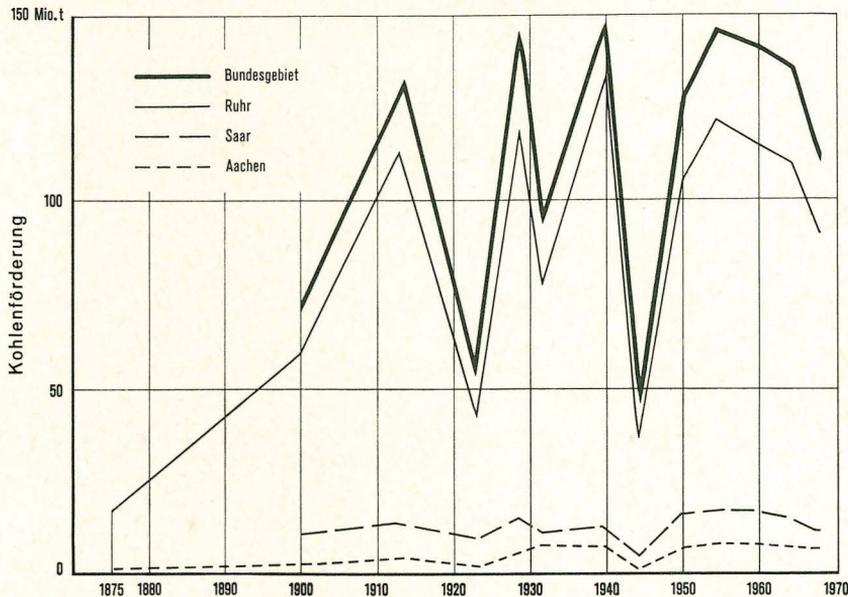


Abb. 2. Kohlenförderung von 1875 bis 1968

Seit 1875 nahm die Förderung im Zuge der Industrialisierung schnell zu und erreichte 1913 bereits einen Höchststand von 131,087 Mio. Tonnen pro Jahr. Danach folgten bis 1955 abwechselnd Abstiege als Folgen des 1. und 2. Weltkrieges und der Weltwirtschaftskrise und Anstiege in Zeiten wirtschaftlicher Hochkonjunktur, in denen die Förderung bis nahe an die Grenze von 150 Mio. Tonnen pro Jahr heranreichte.

Bis 1955 blieb die Kohle der erste Energieträger. Der Rückgang der Förderung nach 1955 ist auf den Strukturwandel auf dem Energiemarkt zurückzuführen. Die Kohle wird seitdem von anderen Energieträgern verdrängt.

Zur Deckung der Nachfrage nach gutem Koks wurde wegen des hohen Anteiles hervorragender Koks-kohle ein großer Teil der Kohlenförderung der Verkokung zugeführt. Abb. 3 gibt einen Überblick über die Kokserzeugung der Bundesrepublik von 1875 bis 1969.

Die Verdrängung der Kohle vom Energiemarkt durch konkurrierende Energieträger, vor allem durch das Heizöl, zwang den Bergbau, sich durch Rationalisierung und Betriebskonzentration dem Wettbewerb anzupassen. So wurden in den Jahren 1956 bis 1969 in den Steinkohlenrevieren der Bundesrepublik 78 Schacht-

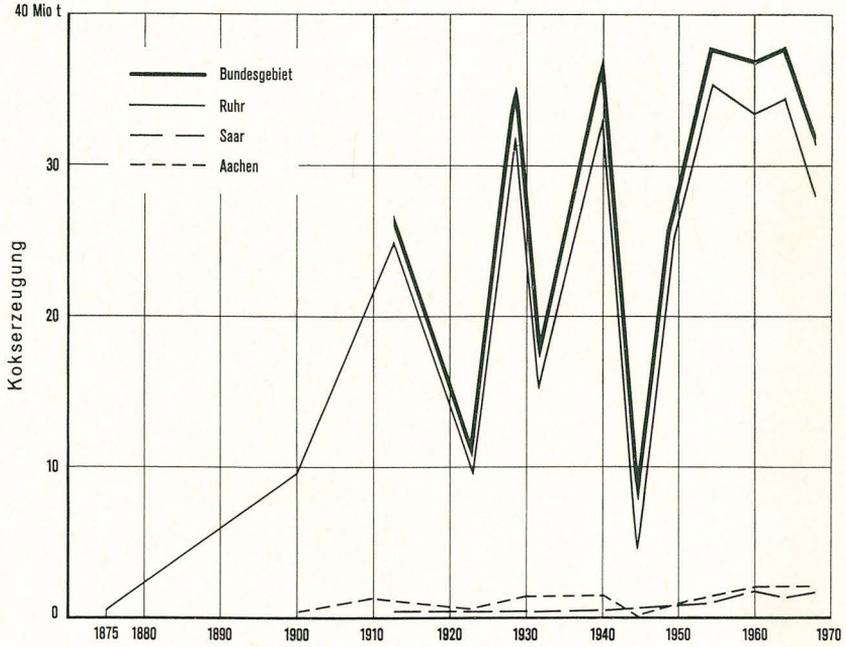


Abb. 3. Kokserzeugung 1875 bis 1968

anlagen mit einer Jahresförderung zum Zeitpunkt der Stilllegung von rd. 46 Mio. t stillgelegt. Gleichzeitig wurden, um größere wirtschaftliche Einheiten zu schaffen, 55 Schachtanlagen zu 27 Großschachtanlagen zusammengelegt. Diese Maßnahmen

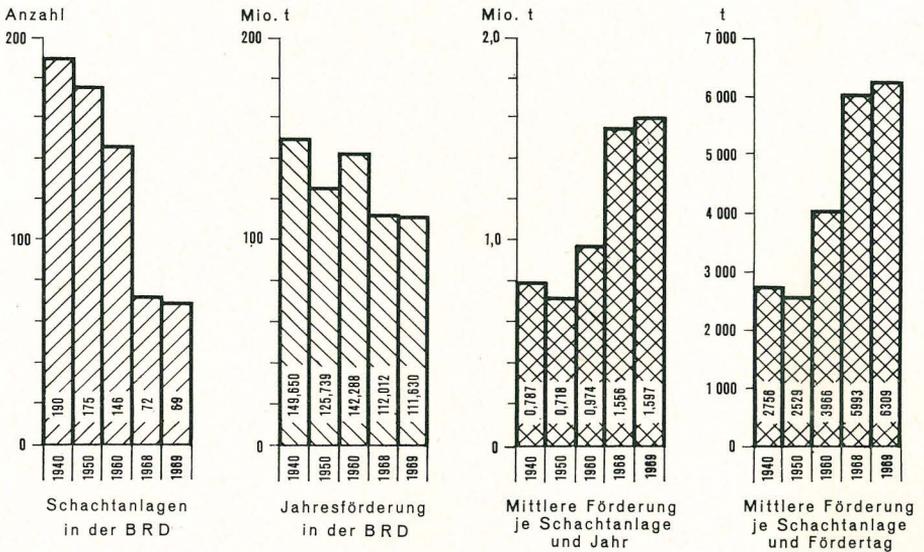


Abb. 4. Die Entwicklung des Steinkohlenbergbaues in der Bundesrepublik Deutschland von 1940 bis 1969

setzten ganz neue Maßstäbe für die Größenordnung der Schachtanlagen im deutschen Steinkohlenbergbau. Die mittlere Jahresförderung je Schachtanlage stieg dadurch von 0,787 Mio. t 1940 auf 1,597 Mio. t 1969. Die Entwicklung nach 1940 zeigt Abb. 4.

Die Konzentration der Förderung auf Großschachtanlagen ist auch aus Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1

Anzahl der Schachtanlagen	1945	1950	1960	1968	1969
		166	165	134	72
Förderung Tonnen pro Tag					
bis 500	41	4	1	—	—
500 bis 2 500	122	91	33	7	4
2 500 bis 5 000	3	65	62	18	18
5 000 bis 7 500	—	5	31	27	30
7 500 bis 10 000	—	—	7	15	10
10 000 bis 12 500	—	—	—	4	6
12 500 bis 15 000	—	—	—	1	1

Die Entwicklung im Bereich der Abbaubetriebspunkte zeigt am deutlichsten die großen Fortschritte, die durch die geschilderten Maßnahmen erreicht worden sind. In Tabelle 2 sind die wichtigsten Kennzahlen hierfür zusammengestellt. Diese erfassen für die Jahre 1941 und 1950 nur das Ruhrgebiet und für 1960 und September 1969 alle Steinkohlenvorkommen in der Bundesrepublik.

Tabelle 2

Jahr	Fördernde Abbau- betriebs- punkte	Fördertägl. verwertbare Förderung je Abbau- betriebs- punkt	Abbau- geschwin- digkeit	Gewinnungsverfahren		
				Hereinge- winnungs- u. Schaufel- arbeit v. Hand	Mechanisierung der Kohlengewinnung	
					teil- mechanisch	voll- mechanisch
	Zahl	t/ABP	cm/Förder- tag	%	%	%
R u h r						
1941	2 945	131	74	97,05	2,95	0
1950	2 471	145	86 (1955)	85,24	12,27	2,49
B u n d e s - g e b i e t						
1960	1 631	310	120	47,6	12,9	39,5
1969 Sept.	503	780	216	9,3	1,0	89,7

Hatte allein das Ruhrgebiet 1941 noch 2945 Abbaubetriebspunkte, so waren es September 1969 in der Bundesrepublik nur noch 503. Entsprechend stieg die frdertglich verwertbare Förderung von 131 t auf 780 t bei einer Abbaugeschwindigkeit von 216 cm. Die Auswirkung der Mechanisierung zeigt sich besonders bei den Gewinnungsverfahren. Wurden 1941 noch ca. 97% der Kohle im Ruhrgebiet von Hand hereingewonnen, so waren es September 1969 im Bundesgebiet nur noch 9,3%, während 89,7% vollmechanisiert, und zwar vorwiegend mit Kohlenhobeln, abgebaut wurden. Mehrschichtenbetrieb zur Vollaussnutzung der in die Ausrüstung der Streben investierten, ständig steigenden Kapitalaufwendungen gewinnt an Bedeutung, wo es die Gegebenheiten der Lagerstätte zulassen. Von den mechanisierten Betrieben förderten fast die Hälfte in zwei und 15% in drei Schichten/Tag. Schreitender Ausbau wir bei der Gewinnung eines Viertels der Ruhrfrderung angewendet.

Die großen Anstrengungen des Bergbaus, der Erfolg der Mechanisierung, die Rationalisierung und die Betriebskonzentration, die weitgehende Nutzung des technischen Fortschrittes und nicht zuletzt der eigenen Forschung und Entwicklung finden ihren unmittelbaren Niederschlag in der Entwicklung der Leistung unter Tage. Die Tabelle 3 gibt hierüber und über die Belegschaftsentwicklung im Steinkohlenbergbau der Bundesrepublik in den letzten zwei Jahrzehnten einen Überblick.

Tabelle 3

Jahr	Leistung M/S u. T. in t		Zahl der Beschäftigten	
	Ruhr	BRD	Ruhr	BRD
1950	1,425	1,401	435 069	536 830
1955	1,572	1,544	479 182	586 862
1960	2,102	2,057	408 049	505 032
1965	2,766	2,705	316 114	387 746
1968	3,644	3,526	216 113	272 191
1969 Sept.	3,665	3,570	204 273	255 231

Während die Förderung von 1950 bis 1969 um 11,2% sich verringerte, nahm die Zahl der Beschäftigten um 52% ab. Im gleichen Zeitraum ist die Leistung von 1,401 t auf 3,570 t, d. h. um 154,5% gestiegen. Die Leistungsentwicklung seit 1910 zeigt Abb. 5.

Abschließend kann gesagt werden: Die Steinkohlenvorrte in der Bundesrepublik stellen wegen ihrer Höhe und Güte einen bedeutenden Teil des Volksvermögens dar. In vier großen Revieren, an der Ruhr, an der Saar, bei Aachen und bei Ibbenbüren wird Steinkohle abgebaut. Ihre Förderung und Nutzung haben in der Vergangenheit wesentlich den technischen, wirtschaftlichen und sozialen Aufbau in der Bundesrepublik bestimmt. Aus ersten Anfängen im 12. Jahrhundert gelang es dem Bergbau in der Bundesrepublik, durch Mechanisierung und Automation, durch Rationalisierung und Konzentration seine Betriebe auf einen hohen Leistungsstand zu bringen.

So wurden 1969 aus nur insgesamt 503 Abbaubetriebspunkten auf 69 Schachtanlagen 111,630 Mio. t verwertbare Kohle gefördert. Das sind im Mittel je Schachtanlage 1,597 Mio. Tonnen im Jahr oder 6309 Tonnen je Tag bei einer Untertage-

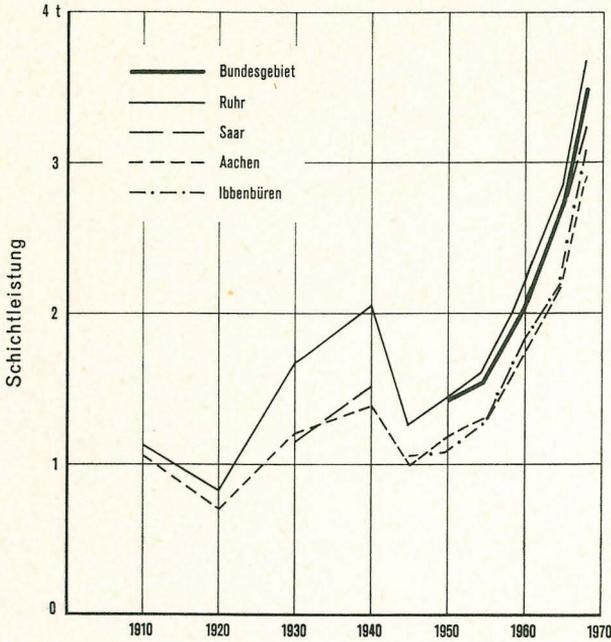


Abb. 5. Leistung je Mann und Schicht unter Tage

leistung von 3,665 Tonnen je Mann und Schicht. Im September 1969 wurden 89,7% der Kohlen vollmechanisiert, und zwar vorwiegend mit Kohlenhobel abgebaut.

Der hohe Stand von Technik und Leistung bei modernsten Schachtanlagen sowie der bedeutende Anteil hervorragender Kokskohle in den Lagerstätten gewährleisten, daß zur Sicherstellung der Energieversorgung der Bundesrepublik und anderer europäischer Länder auch in Zukunft weitgehend beigetragen werden kann.

**Literatur.** Das ausführliche Gesamtverzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen befindet sich am Schluß des deutschsprachigen Teiles dieses Bandes.



## V. Literatur

- ABRAMSKI, C. & MACKOWSKY, M.-Th.: Methoden und Ergebnisse der angewandten Koks-  
mikroskopie. — Handbuch der Mikroskopie in der Technik, **II**, T. 1, S. 311—410, Frank-  
furt/Main (Umschau-Verl.) 1952
- ADLER, R.: Der „Westerholter Block“, eine tektonische Einheit des Ruhrkarbons. — Berg-  
bauwiss., **8**, S. 428—430, Goslar 1961
- ADLER, R. E., KIRCHMAYER, M. & PILGER, A.: Klüfte und Schichten im flözführenden Ge-  
birge des Ruhrgebietes (Die geschichtliche Entwicklung der kleintektonischen Unter-  
suchungen im Ruhrgebiet). — Bergbauwiss., **11**, S. 121—140, Goslar 1964
- ALPERN, B.: Mikroskopische Untersuchung der Art der Verbrennung von reinen und  
aschehaltigen Bestandteilen von Kohlen. — Brennst.-Chemie, **42**, S. 254—261, 30 Abb.,  
Essen 1961
- ALPERN, B. & CHAUVIN, B.: Application des méthodes de la microscopie par réflexion à  
l'étude de la combustion des boulets. — Rev. Ind. Min., **15**, S.-Nr., S. 210—218, St.  
Etienne 1958
- AMMON, L. von: Erläuterungen zu dem Blatt Kusel (Nr. XX) der Geognostischen Karte  
des Königreiches Bayern. — München 1910
- ANDERSON, H.-J. & INDANS, J.: Fossilien aus dem Miozän vom „Tiefen Schafberger Stollen“  
bei Ibbenbüren/Westfalen. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **17**, S. 55—68, 1 Taf.,  
7 Abb., Krefeld 1969
- Arbeitsgemeinschaft für Dinantium-Stratigraphie Unterkarbon (Dinantium). In: Die Kar-  
bonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. — Fortschr. Geol. Rheinld. u.  
Westf., **19**, S. 5—18, 3 Abb., Krefeld 1971
- BABINECZ, W.: Das Inkohlungsbild des Aachener Steinkohlengebirges, dargestellt im  
Niveau des Flözes Großlangenberg. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3,2**,  
S. 679—686, Krefeld 1962
- BACHMANN, M.: Zur Flözgleichstellung in den Bochumer Schichten im Raum Oberhausen —  
Duisburg — Moers — Kamp-Lintfort. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **13,2**,  
S. 1197—1216, 2 Taf., 4 Abb., 1 Tab., Krefeld 1967
- BACHMANN, M. & ENGELS, K.-E.: Zur Stratigraphie der tieferen Essener Schichten (Flöz Zoll-  
verein 7 bis Flöz Katharina/Hermann 1. — Westfal B) am Niederrhein. — Fortschr.  
Geol. Rheinld. u. Westf., **3,3**, S. 987—1014, 6 Abb., 1 Tab., Krefeld 1962
- BACHMANN, M., HERBST, G. & KIMPE, W. F. M.: Derzeitiger Stand der Flözparallelisierung  
zwischen den Steinkohlenrevieren der Niederlande von Aachen-Erkelenz und vom  
Niederrheingebiet. — C. R. 6. Congr. Strat. Géol. Carbonif. Sheffield 1967, **2**, S. 445—  
452, 3 Taf., 1 Abb., 1 Tab., Maastricht 1970
- BACHMANN, M., MICHELAU, P. & RABITZ, A.: Stratigraphie. In: Die Karbonablagerungen in  
der Bundesrepublik Deutschland. III. A. 1. Das Rhein-Ruhr-Revier. — Fortschr. Geol.  
Rheinld. u. Westf., **19**, S. 19—34, 1 Taf., 6 Abb., 1 Tab., Krefeld 1971
- BAHLO, E.: Zur Geologie des Raumes Lebach-Eppelborn-Thalexweiler (Saarland). — Dipl.-  
Arb., Mainz 1968. — [Unveröff.]
- BARABANOW, L. N. & DISLER, V. N.: Principal regularities of the formation of nitrogenous  
thermal waters in the USSR and some other countries. — Rep. 23. Internat. Geol.  
Congr. Prague 1968, **17**, S. 179—184, 1 Tab., Prague 1968
- BARROIS, CH., BERTRAND, P. & PRUVOST, P.: Le conglomérat houiller de Roucourt. — Internat.  
Congr. Min. Metallurgy, Engn. and Econ. Geol., 6. sess., S. 147—158, 4 Abb., 4 Taf.,  
Liège 1930
- BARTENSTEIN, H.: Paläogeographische Probleme beim Aufsuchen von Kohlenwasserstoff-  
Lagerstätten im Paläozoikum und in der Untertrias von Mittel- und Nordwest-Europa  
einschließlich des Nordsee-Raumes. — Erdöl u. Kohle, **21**, S. 2—7, 11 Abb., S. 61—66,  
Hamburg 1968

- BÄSSLER, R.: Hydrogeologie und Grundwassernutzung im zentralen Bereich des Schafberges bei Ibbenbüren/Westfalen. — Beih. Ber. Naturhist. Ges., 5, Keller-Festschr., S. 93—108, 7 Abb., Hannover 1968
- Hydrogeologische, chemische und Isotopen-Untersuchungen der Grubenwässer des Ibbenbürener Steinkohlenreviers. — Z. deutsch. Geol. Ges., S.-H. Hydrogeol. et Hydrogeochem., Hannover 1970
- BÄSSLER, R. & HOYER, P.: Tektonik. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. III. A. 3. Das Karbon von Ibbenbüren, am Hüggel und Piesberg. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 19, S. 79—82, 2 Abb., Krefeld 1971
- BÄSSLER, R., HOYER, P. & JOSTEN, K.-H.: Stratigraphie. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. III. A. 3. Das Karbon von Ibbenbüren, am Hüggel und Piesberg. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 19, S. 75—78, 1 Taf., 2 Abb., Krefeld 1971
- Bergbaubetriebsblätter 22 020, Bl. 5 u. 6. — Steinkohlenbergbauverein, Dez. Normung u. Vereinheitlichung, Essen 1970
- BERTRAND, P.: Stratigraphie du Westphalien et du Stéphanien dans les différents Bassins Houillers français. — C. R. 1. Congr. Strat. Géol. Carbonif. Heerlen 1927, S. 93—101, 2 Abb., Liège 1928
- Études des Gîtes minéraux de la France. Bassin Houiller de la Sarre et de la Lorraine. — I, Flore Fossile, fasc. 1: Neuroptéridées, 52 S., 30 Taf., Lille 1930
- Études de Gîtes minéraux de la France. Bassin Houiller de la Sarre et de la Lorraine. — I, Flore Fossile, fasc. 2: Aléthroptéridées, 107 S., 29 Taf., Lille 1932
- BRK, F.: Neukartierung der Mittleren und Oberen Ottweiler Schichten und deren kartenmäßige Darstellung zwischen Kutzhof und Dirmingen. — Dipl.-Arb., Clausthal 1960. — [Unveröff.]
- BISEWSKI, L.: Das Karbonprofil der Bohrung Norddeutschland 8. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westfalen, 18, Krefeld. — [im Druck]
- BLESS, M. J. M., JORDAN, H. & MICHEL, M. PH.: Ostracodes from the Aegir Marine Band (basis Westphalian C) of South Limburg (Netherlands). — Med. Rijks Geol. Dienst, N. S., No. 20, 17 S., 7 Taf., 9 Abb., Maastricht 1969
- BODE, H.: Paläobotanisch-stratigraphische Studien im Ibbenbürener Carbon. — Abh. preuß. geol. L.-Anst., N. F., 106, 72 S., 2 Taf., 3 Abb., Berlin 1927
- Zur Stratigraphie des Osnabrücker Karbons. — Z. deutsch. geol. Ges., 104, S. 431—440, Hannover 1953
- Die floristische Gliederung des Westfals und seine Abgrenzung gegen das Stefan. — Z. deutsch. geol. Ges., 107, S. 1—14, 3 Abb., Hannover 1956
- Die floristischen Verhältnisse an der Westfal/Stefan-Grenze im europäischen und US-amerikanischen Karbon. — C. R. 4. Congr. Strat. Géol. Carbonif. Heerlen 1958, I, S. 49—59, 5 Abb., Maastricht 1960
- BÖGER, H.: Die marinen Niveaus über den Flözen Schieferbank und Sarnsbank (Grenze Namur C — Westfal A) im Ruhrgebiet. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 13,1, S. 1—38, 3 Taf., 17 Abb., Krefeld 1966/67
- BOSUM, W.: Interpretation magnetischer Anomalien durch dreidimensionale Modellkörper zur Klärung geologischer Probleme. — Geol. Jb., 83, S. 667—680, Hannover 1965
- BÖTTCHER, H., TEICHMÜLLER, M. & TEICHMÜLLER, R.: Zur HILT'schen Regel in der Bochumer Mulde des Ruhrkarbons. — Glückauf, 85, S. 81—92, Essen 1949
- BOIGK, H. & STAHL, W.: Zum Problem der Entstehung nordwestdeutscher Erdgaslagerstätten. — Erdöl u. Kohle, 23, S. 325—333, 11 Abb., Hamburg 1970
- BOIGK, H., STAHL, W. & TEICHMÜLLER, M.: Inkohlung und Erdgas. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. III. A. 4. Das Oberkarbon im Untergrund von Nordwestdeutschland und dem angrenzenden Nordseebereich. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 19, S. 101—108, 5 Abb., Krefeld 1971
- BOUCKAERT, J. & HERBST, G.: Zur Gliederung des Namurs im Aachener Gebiet. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 3,1, S. 369—384, 3 Taf., 3 Abb., Krefeld 1960
- BOY, J.: Revision der unterpermischen Amphibien von Odernheim/Glan (Rheinland-Pfalz). — Diss. Mainz 1970
- BRINKMANN, R.: Die Mitteldeutsche Schwelle. — Geol. Rdsch., 36, S. 56—66, 2 Abb., Stuttgart 1948

- BRITZ, K.: Die Grenze Karbon/Perm im mittleren Saarland. — Ann. Univ. Sarav., Scientia, **10**, S. 1—11, 1 Abb., Saarbrücken 1962
- BURGER, K.: Die Kaolin-Kohlentensteine der Unteren und Mittleren Essener Schichten des Westfal B im mittleren Ruhrrevier. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3,2**, S. 563—580, 10 Taf., 9 Abb., 3 Tab., Krefeld 1962
- Die neuen Kaolin-Kohlentensteine in den Unteren Horster Schichten (Westfal B) und ihre stratigraphische Stellung im früheren Richtschichtenschnitt der Zeche Graf Moltke 1/2. — Bergbau-Arch., **24**, S. 49—74, Herne 1963. — [1963 a]
- Das erste Kaolin-Kohlentensteinvorkommen in den Sprockhöveler Schichten (Namur C) des Ruhrkarbons. — Geol. Mitt., **3**, S. 153—178, Aachen 1963. — [1963 b]
- Zur strukturellen und faziellen Ausbildung der Kaolin-Kohlentenstein führenden Flöze der Unteren und Mittleren Essener Schichten (Westfal B) im mittleren Ruhrrevier. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **13,2**, S. 1245—1280, 10 Taf., 7 Abb., 1 Tab., Krefeld 1967
- BURGER, K., ECKHARDT, F.-J. & STADLER, G.: Zur Nomenklatur und Verbreitung der Kaolin-Kohlentensteine im Ruhrkarbon. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3,2**, S. 525—540, 8 Taf., 5 Abb., Krefeld 1962
- BURGER, K. & RABITZ, A.: Neue Beobachtungen über Kaolin-Kohlentensteine in den Unteren und Mittleren Essener Schichten (Westfal B) im östlichen Ruhrrevier. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **13,2**, S. 1281—1312, 10 Taf., 6 Abb., 2 Tab., Krefeld 1967
- BURGER, K. & STADLER, G.: Über das Vorkommen von Diaspor (Aluminiumhydroxid) in den Kaolin-Kohlentensteinen des Ruhrkarbons. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **13,2**, S. 997—1006, 2 Taf., 2 Abb., 1 Tab., Krefeld 1966
- BURGER, K., STADLER, G. & WOLF, M.: Kaolin-Kohlentensteine. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland, III. A. 5. Die Fossilien und Kaolin-Kohlentensteine. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **19**, S. 125—128, 1 Abb., Krefeld 1971
- BUSCHENDORF, F., RICHTER, M. & WALTHER, H. W.: Der Erzgang Christian Levin in den Blei-Erzfeldern König Wilhelm III/IV und Rheinstahl. — Beih. Geol. Jb., **28**, 163 S., 20 Taf., 85 Abb., Hannover 1957
- COLOMBO, U., GAZZARRINI, F., GONFIANTINI, R., KNEUPER, G., TEICHMÜLLER, M. & TEICHMÜLLER, R.: Das Verhältnis der stabilen Kohlenstoff-Isotope von Steinkohlen und kohlenbürtigem Methan in Nordwestdeutschland. — Z. angew. Geologie, **14**, S. 257—265, 17 Abb., Berlin 1968
- CONIL, R. & PAPROTH, E.: Mit Foraminiferen gegliederte Profile aus dem nordwestdeutschen Kohlenkalk und Kulm. Mit einem paläontologischen Anhang von R. CONIL & M. LYS. — Decheniana, **119**, H. 1—2, S. 51—94, 6 Taf., 3 Abb., Bonn 1968
- CORSIN, P.: Études des Gîtes Minéraux de la France. Bassin Houiller de la Sarre et de la Lorraine. — I, Flore Fossile, 3<sup>me</sup> Fasc., Marioptéridées, S. 110—173, Tafeln 61—107, Lille 1932
- Études de Gîtes Minéraux de la France. Bassin Houiller de la Sarre et de la Lorraine. — I, Flore Fossile, 4<sup>me</sup> Fasc., Pécopteridées, S. 175—370, Taf. 108—199, Lille 1951
- Sur la limite entre de Westphalien et le Stéphanien et sur la flore du Westphalien et du Stéphanien A. — C. R., 3. Congr. Strat. Géol. Carbonif. Heerlen 1951, I, S. 93—98, Maestricht 1952
- C. R. Congr. Strat. Géol. Carbonif. dans les différents centres houillers de l'Europe, Heerlen 1927, 852 S., Liège 1928
- C. R. 2. Congr. Strat. Géol. Carbonif., **3**, Heerlen 1935, 1743 S., Maestricht 1938
- C. R. 3. Congr. Strat. Géol. Carbonif., **2**, Heerlen 1951, S. 375—676, Maestricht 1952
- C. R. 4. Congr. Strat. Géol. Carbonif., **1**, Heerlen 1958, S. VII—LXXVIII, S. 1—292, Maestricht 1960
- C. R. 4. Congr. Strat. Géol. Carbonif., **2**, Heerlen 1958, S. 293—562, Maestricht 1961
- C. R. 4. Congr. Strat. Géol. Carbonif., **3**, Heerlen 1958, S. 563—802, Maestricht 1962
- C. R. 5. Congr. Strat. Géol. Carbonif., **1**, Paris 1963, S. V—XLVI, S. 3—430, Paris 1964
- C. R. 5. Congr. Strat. Géol. Carbonif., **2**, Paris 1963, S. 431—884, Paris 1964
- C. R. 5. Congr. Strat. Géol. Carbonif., **3**, Paris 1963, S. 887—1264, Paris 1964

- C. R. 6. Congr. Strat. Géol. Carbonif., **1**, Sheffield 1967, S. I—LVIII, S. 1—370, Maestricht 1969
- C. R. 6. Congr. Strat. Géol. Carbonif., **2**, Sheffield 1967, S. 371—844, Maestricht 1970
- DABER, R.: Paläobotanische Hinweise auf eine paralisch beeinflusste Oberkarbon-Senke im tieferen Untergrund Nordostdeutschlands, II (T. 1). — *Geologie*, **18**, S. 253—270, Berlin 1969
- DABER, R., KATZUNG, G. & PFEIFFER, H.: Siles — In: Grundzüge der Geologie der DDR, **1**, S. 189—198, Berlin 1968
- DAHM, H.: Das marine Niveau über Flöz Finefrau Nebenbank (Obere Wittener Schichten, Westfal A) im niederrheinisch-westfälischen Steinkohlengebirge. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **13**, 1, S. 38—124, 8 Taf., 28 Abb., 2 Tab., Krefeld 1966/67
- DAMBERGER, H.: Inkohlungsmerkmale, ihre statistische Bewertung und ihre Anwendbarkeit bei der tektonischen Analyse im saarländischen Steinkohlengebirge. — *Diss. Clausthal-Zellerfeld* 1966
- DAMBERGER, H., KNEUPER, G., TEICHMÜLLER, M. & TEICHMÜLLER, R.: Das Inkohlungsbild des Saarkarbons. — *Glückauf*, **100**, S. 209—217, 9 Abb., Essen 1964
- DELEPINE, G.: Les Goniatites du Dinantien. — *Mém. Mus. roy. Hist. natur. Belgique*, **91**, 91 S., 5 Taf., 19 Abb., Bruxelles 1940
- DOUBINGER, J.: Contribution à l'étude des flores autuno-stéphaniennes. — *Mém. Soc. géol. France, N.S.*, **35**, N° 75, 178 S., 17 Taf., Paris 1956
- Caractères palynologiques du Stéphanien et de l'Autunien. — *C. R. Acad. Sci.*, **255**, S. 158—172, Paris 1962
- DREYER, G.: Geologische Kartierung im Bereich der Königsberg-Kuppel bei Wolfstein/Pfalz (Pfälzer Sattel). — *Dipl.-Arb. Univ. Mainz* 1970. — [Unveröff.]
- DROZDZEWSKI, G.: Sedimentation und Struktur des nordöstlichen Saarbeckens. — *Oberrh. geol. Abh.*, **18**, S. 77—117, 2 Taf., 8 Abb., 6 Tab., Karlsruhe 1969
- DRUMM, R.: Die Geologie des Saar-Nahe-Beckens, **1**: Das Steinkohlengebirge. 148 S., 48 Abb., Neunkirchen 1929
- DVORAK, J. & PAPROTH, E.: Über die Position und die Tektogenese des Rhenoherynykums und des Sudetikums in den mitteleuropäischen Varisciden. — *N. Jb. Geol. Paläontol., Mh.*, **1969**, S. 65—88, 3 Abb., Stuttgart 1969
- EBERT, A.: Geologie der Ibbenbürener Karbonscholle. — *Beih. Geol. Jb.*, **14**, 113 S., 6 Taf., 2 Tab., Hannover 1954
- EBERT, K.: Die Kohle als Rohstoff für die langfristige Energieversorgung. In: Die Kohlenablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. IV. Rohstoff Kohle. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **19**, S. 185—190, 3 Tab., Krefeld 1971
- EICHMANN, R.: Das Stickstoffisotopenverhältnis und die Zusammensetzung einiger nordwestdeutscher Erdgase und Erdölgase. — *Diss. Techn. Univ. Braunschweig* 1969
- ELBERSKIRCH, W. & WOLBURG, J.: Zur Tektonik des Karbons am linken Niederrhein im Profil der Bohrungen Wachtendonk 1 — Emmerich 1. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **6**, S. 407—432, 6 Abb., Krefeld 1962
- ERNST, W.: Die fazielle und stratigraphische Bedeutung der Bor-Gehalte im jüngsten Oberkarbon und Rotliegenden Nordwestdeutschlands. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **3**, 2, S. 423—428, Krefeld 1962
- Stratigraphisch fazielle Identifizierung von Sedimenten auf chemisch-geologischem Wege. — *Geol. Rdsch.*, **55**, S. 21—29, Stuttgart 1966
- ERNST, W., MICHELAU, P. & TASCH, K.-H.: Vergleich des Niveaus von Zollverein I mit dem von Wyshagen mit Hilfe der Bor-Methode. — *C. R. 4. Congr. Strat. Géol. Carbonif. Heerlen* 1958, **I**, S. 163—168, 6 Abb., Maestricht 1960
- FABIAN, H.-J.: Oberkarbon und Rotliegendes in neueren Bohrungen im Münsterland sowie in der östlichen und nördlichen Umrandung der Rheinischen Masse. — *Erdöl u. Kohle*, **7**, S. 66—70, 1 Abb., Hamburg 1954
- Das Namur der Bohrung Bielefeld 1. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **107**, S. 66—72, 2 Abb., Hannover 1956
- Die Bohrung „Nörtheim 1“. Ergebnisse eines regional-geologisch interessanten Aufschlusses am Leinetalgraben. — *N. Jb. Geol. u. Paläont., Abh.*, **105**, S. 113—122, 3 Abb., Stuttgart 1957

- Neue Beobachtungen zur regionalen Verbreitung des Oberkarbons aus Bohrungen in Lippe und Südhannover. — *Z. deutsch. geol. Ges.* **109**, S. 475—482, 2 Abb., Hannover 1958
- Das Jungpaläozoikum zwischen Diepholz und Twistringen (Konzession Ridderade) und seine Erdgasführung. — *Erdöl-Z., Kongreßausgabe*, S. 33—49, 13 Abb., 2 Tab., Wien-Hamburg 1963
- Stratigraphie und Tektonik. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. III. A. 4. Das Oberkarbon im Untergrund von Nordwestdeutschland und dem angrenzenden Nordseebereich. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **19**, S. 87—100, 1 Taf., 6 Abb., 1 Tab., Krefeld 1971
- FABIAN, H.-J., GAERTNER, H. & MÜLLER, G.: Oberkarbon und Perm der Bohrung Oberlanger Tenge Z 1 im Emsland. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **3,3**, S. 1075—1096, 6 Taf., 2 Abb., Krefeld 1962
- FABIAN, H.-J. & MÜLLER, GERM.: Zur Petrographie und Altersstellung präsalinärer Schichten zwischen der mittleren Weser und der Ems. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **3,3**, S. 1115—1140, 4 Taf., 3 Abb., Krefeld 1962
- FABIAN, H.-J. & SCHMIDT, H.: Paralisches Oberkarbon in der Bohrung Lieme 1, östlich Bielefeld. — *Geol. Jb.*, **68**, S. 169—178, 1 Taf., Hannover 1953
- FALKE, H.: Stratigraphische Probleme des pfälzischen Rotliegenden. — *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **1950**, S. 134—144, 3 Abb., Stuttgart 1950
- Leithorizonte, Leitfolgen und Leitgruppen im Pfälzischen Rotliegenden. — *N. Jb., Geol. Paläont., Abh.*, **99**, S. 298—360, 2 Taf., 2 Abb., Stuttgart 1954
- Zur Frage der Ausdehnung und faziellen Entwicklung des Saarkarbons nach Nordosten. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **117**, S. 72—100, 11 Abb., Hannover 1966
- Karbon/Perm-Grenze. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. III. B. 1. Das Saar-Nahe-Gebiet. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **19**, S. 161—166, 1 Abb., Krefeld 1971
- 2. Die paläogeographische Entwicklung des Oberkarbons in Süddeutschland. In: Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. III. B. Der limnische Raum. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **19**, S. 167—172, 2 Abb., Krefeld 1971
- FIEBIG, H.: Der neue Richtschichtenschnitt für die Wittener (Eßkohlen-) Schichten im nieder-rheinisch-westfälischen Steinkohlengebiet. — *Glückauf*, **90**, S. 260—270, 9 Abb., Essen 1954
- Der neue Richtschichtenschnitt für die Bochumer (Fettkohlen-) Schichten im nieder-rheinisch-westfälischen Steinkohlengebiet. — *Glückauf*, **93**, S. 446—453, 6 Abb., Essen 1957
- Der neue Richtschichtenschnitt für die Essener (Gaskohlen-) Schichten im niederrheinisch-westfälischen Steinkohlengebiet. — *Glückauf*, **96**, S. 30—42, 11 Abb., Essen 1960
- Der neue Richtschichtenschnitt für die Horster (Gasflammkohlen-) Schichten im nieder-rheinisch-westfälischen Steinkohlengebiet. — *Glückauf*, **97**, S. 429—441, 15 Abb., Essen 1961
- Ausbildung und Faunenführung des marinen Agir-Niveaus (Basis Westfal C1) in der Lippe-Mulde des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **13,1**, S. 203—242, 4 Taf., 24 Abb., 1966
- Das Namur C und Westfal im Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebiet. — *C. R. 6. Congr. Strat. Géol. Carbonif. Sheffield 1967*, **I**, S. 79—89, 1 Taf., 9 Abb., Maastricht 1969
- Das tiefe Oberkarbon (Namur) im Raume Haßlinghausen (Neuaufschlüsse der Bundesautobahn A 77). In: Zur 50. Wiederkehr des Gründungstages der Geologischen Gesellschaft zu Bochum. — *Bochumer Geograph. Arb.*, **H. 7**, S. 23—31, 4 Abb., Herne 1970
- Entwicklung der Schichtenmächtigkeiten. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. III. A. 1. Das Rhein-Ruhr-Revier. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **19**, S. 35—40, 7 Abb., Krefeld 1971
- FIEGE, K.: Typologie und Entstehung der Sedimentationszyklen des Karbons, besonders der nw-europäischen Saumtiefe. — *C. R. 4. Congr. Strat. Géol. Carbonif. Heerlen 1958*, **I**, S. 175—186, 5 Abb., Maastricht 1960

- FIGGE, K.: Das Karbon am Nordwestende des Harzes. — *Geol. Jb.*, **81**, S. 771—808, 3 Taf., 4 Abb., Hannover 1964
- A Goniatite Fauna from the Viséan/Namurian Boundary. — *Palaeontology*, **11**, S. 264 bis 274, 2 Taf., 1 Abb., London 1968
- Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen, 1/2, Die Niederrheinische Braunkohlenformation, S. I—XIV, 1—763, 61 Taf., 224 Abb., 36 Tab., Krefeld 1958
- 3, Das Karbon der subvariscischen Saumsenke  
 Teil 1: Der Kulm und die flözleere Fazies des Namurs, S. I—VIII, 1—422, 38 Taf., 117 Abb., 22 Tab., Krefeld 1960  
 Teil 2: Das Steinkohlengebirge. Petrographie und Paläontologie, S. IX—XX, 423—865, 74 Taf., 103 Abb., 52 Tab., Krefeld 1962  
 Teil 3: Das Steinkohlengebirge. Stratigraphie und Tektonik, S. XXI—XXVII, 867—1282, 56 Taf., 83 Abb., 32 Tab., 1 Anlagenband, Krefeld 1962
- 6, Der tiefere Untergrund der Niederrheinischen Bucht. — S. I—VIII, 1—462, 59 Taf., 53 Abb., 14 Tab., Krefeld 1962
- 10, Unterscheidungsmöglichkeiten mariner und nichtmariner Sedimente, S. I—XII, 1—482, 93 Abb., 93 Tab., Krefeld 1963
- 11, Aufschlußbohrung Münsterland 1, S. I—VIII, 1—568, 48 Taf., 131 Abb., 64 Tab., Krefeld 1963
- 12, Paläobotanische, kohlenpetrographische und geochemische Beiträge zur Stratigraphie und Kohlengenesese, S. I—XII, 1—644, 123 Taf., 91 Abb., 48 Tab., Krefeld 1964
- 13, Teil 1 u. 2, Zur Geologie des nordwestdeutschen Steinkohlengebirges, S. I—XXVI, 1—1444, 154 Taf., 254 Abb., 88 Tab., 1 Anlagenband, Krefeld 1966/67
- 18, Das höhere Oberkarbon von Westfalen und das Bramscher Massiv, Krefeld [im Druck]
- FRANCIS, E. H. & WOODLAND, A. W.: The Carboniferous period. In: The Phanerozoic Time-scale. — *Quart. J. Geol. Soc. London*, **120**, Suppl., S. 221—232, 1 Abb., London 1964
- FRIEHMELT, E.: Beobachtungen des Pechs in Steinkohlenbriketts unter dem Mikroskop. — *Brennst.-Chem.*, **38**, S. 97—102, 24 Abb., Essen 1957
- FÜCHTBAUER, H.: Fazies, Porosität und Gasinhalt der Karbonatgesteine des norddeutschen Zechsteins. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **114**, S. 484—531, 3 Taf., 10 Abb., 3 Tab., Hannover 1963/64
- GANDL, J.: Die Schichtenfolge im Unterkarbon des Frankenwaldes; Fundorte und Fundschichten der Trilobiten. — *Senckenbergiana leth.*, **49**, S. 489—546, 15 Abb., Frankfurt a. M. 1968
- Geological Excursions in the Sheffield Region and the Peak District National Park. — 163 S., 24 Abb., Sheffield (Northend) 1967
- Geological Nomenclature, edited by A. A. G. SCHIEFERDECKER. 523 S., Gorinchem (Noorduin) 1959
- Geologische Übersichtskarte des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes 1 : 100 000. Dargestellt an der Karbonoberfläche. Hrsg. vom Geologischen Landesamt Nordrhein-Westfalen. Gesamtdarstellung P. MICHELAU. Krefeld 1958
- GERMER, R., KNEUPER, G. & WAGNER, R. H.: Zur Westfal/Stefan-Grenze und zur Frage der asturischen Faltungsphase im Saarbrücker Hauptsattel. — *Geologica et Palaeontologica*, **2**, S. 59—71, 2 Taf., 7 Abb., Marburg 1968
- GOTHAN, W.: Ruhrkarbon und Osnabrücker Karbon. — *Glückauf*, **61**, S. 777—778, Essen 1925
- Die Steinkohlenflora der westlichen paraliischen Carbonreviere Deutschlands. — Lfg. 1: Arb. Inst. Paläobot. u. Petrogr. Brennst., **1,1**, S. 1—48, Berlin 1929. Lfg. 2: ebenda, **1,2**, S. 49—96, Berlin 1931. Lfg. 3: Abh. preuß. geol. L.-Anst., N.F., **167**, 58 S., Berlin 1935. Lfg. 4: Abh. Reichsst. Bodenforsch., N.F., **196**, 54 S., Berlin 1941. Lfg. 5: *Geol. Jb., Beih.*, **10**, 83 S., Hannover 1953
- GOTHAN, W. & HAACK, W.: Ruhrkarbon und Osnabrücker Karbon. — *Glückauf*, **60**, S. 535 bis 541, Essen 1924
- GOTHAN, W., LEGGEWIE, W. & SCHONEFELD, W.: Die Steinkohlenflora der westlichen paraliischen Steinkohlenreviere Deutschlands. — Lfg. 6: *Beih. Geol. Jb.*, **36**, 90 S., 50 Taf., 6 Abb., 1 Tab., Hannover 1959

- GREBE, H.: Erläuterung zur Geologischen Spezialkarte von Preußen und den Thüringischen Staaten, Bl. Ottweiler. — Berlin 1894
- GREBE, HILDE: Zur Verbreitung der Sporen im oberen Westfal B und dem Westfal C des Ruhrkarbons. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3,2**, S. 773—786, 3 Taf., 1 Abb., Krefeld 1962
- Mikroflora. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. III. A. 5. Die Fossilien und Kaolin-Kohlentonsteine. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **19**, S. 121—124, 2 Abb., Krefeld 1971
- GUTHÖRL, P.: Pflanzenreste aus den Rothellaufschlüssen der Grube St. Ingbert-Saar und ihre Bedeutung für die Stratigraphie und Tektonik des Saarkarbons. — Palaeontographica, B, **87**, S. 137—153, 4 Taf., 2 Abb., Stuttgart 1943
- HAACK, W.: Der Teutoburger Wald südlich von Osnabrück. — Jb. preuß. geol. L.-Anst., **29**, S. 458—531, 2 Taf., Berlin 1909
- HAHN, A. & KIND, E. G.: Eine Interpretation der magnetischen Anomalie von Bramsche. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **18**, Krefeld [im Druck]
- HAHN, G. & PAPROTH, E.: Zur stratigraphischen Gliederung des Dinantiums, mit einer Notiz über die stratigraphische Bedeutung der Trilobiten in der Kulm-Fazies des Rheinischen Schiefergebirges. — C. R. 6. Congr. Strat. Géol. Carbonif. Sheffield 1967, **1**, S. 51—55, 2 Abb., Maestricht 1969
- HAHNE, C.: Die Feststellung des Wasserfallniveaus im Indegebiet. — Glückauf, **68**, S. 146 bis 148, Essen 1932
- Die Faunenhorizonte der Gas- und Gasflamm-Kohlenschichten des Alsdorfer Horstes bei Aachen und eine neue Einteilung der Alsdorfer Schichten. — Z. deutsch. geol. Ges., **87**, S. 152—157, Berlin 1935
- Das räumliche Verhalten des Gasgehaltes der Flöze im Aachener Steinkohlenbezirk. — Glückauf, **74**, S. 257—262, Essen 1938
- Gleichstellung und einheitliche Benennung der Flöze der Bochumer Schichten im Gebiet Essen-Bottrop-Oberhausen-Hamborn. — Glückauf, **91**, S. 814—818, 1 Taf., 1 Abb., 1 Tab., Essen 1955
- Zur Genese des Ruhrkarbons. — Mitt. Westf. Berggew. Kasse, H. 29, S. 1—28, 8 Abb., Herne 1970
- HAHNE, C. & SCHLOMS, H.: Das großräumige fazielle Verhalten der bauwürdigen Flöze im Niederrheinischen-Westfälischen Steinkohlengebiet (Ruhrrevier). — Mitt. Westf. Berggewerkschaftskasse, **26**, S. 1—28, 31 Abb., Bochum 1967
- HARK, H. U.: Über Zusammensetzung und Herkunft der Zechsteingase in Nordwestdeutschland. — Erdöl u. Kohle, **14**, S. 174—179, 7 Abb., Hamburg 1961
- HARK, H. U. & SCHÖNEICH, H.: Die Offshore-Exploration in Europa bis Anfang 1969. — „ANEP“ — Annuaire de l'Europe pétrolière, Jb. europ. Erdölindustrie, S. 45—65, Hamburg 1969
- HARLTON, B. H.: Pennsylvanian Foraminifera of Oklahoma and Texas. — J. Paleont., **1**, S. 305—310, Taf. 52—53, Tulsa 1928
- HARTLIEB, J.: Die Kaolin-Kohlentonsteine der Bochumer Schichten im Ruhrgebiet. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3,2**, S. 541—562, 8 Taf., 4 Abb., 1 Tab., Krefeld 1962
- HARTUNG, W.: Fossilführung und Stratigraphie im Aachener Steinkohlengebirge. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **13,1**, S. 339—564, 1 Taf., 2 Abb., 10 Tab., Krefeld 1966
- HECHT, F., HERING, O., KNOBLOCH, J., KUBELLA, K. & RÜHL, W.: Stratigraphie, Speichergesteinsausbildung und Kohlenwasserstoff-Führung im Rotliegenden und Karbon der Tiefbohrung Hoya Z 1. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3,3**, S. 1061—1074, 3 Taf., 1 Tab., Krefeld 1962
- HEDEMANN, H. A.: Geologische Auswertung von Temperaturdaten aus Tiefbohrungen. — Erdöl u. Kohle, **20**, S. 337—343, 7 Abb., Hamburg 1967
- Beiträge zur Geothermik aus Tiefbohrungen. — Freiburger Forsch.-H., C **238**, S. 63 bis 77, 6 Abb., 1 Tab., Leipzig 1968
- HEDEMANN, H. A. & TEICHMÜLLER, R.: Stratigraphie und Diagenese des Oberkarbons in der Bohrung Münsterland 1. — Z. deutsch. geol. Ges., **115**, S. 787—825, 2 Taf., 2 Abb., 1 Tab., Hannover 1966.

- 6. Die paläogeographische Entwicklung des Oberkarbons. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. III. A. Der paralische Raum. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **19**, S. 129—142, 6 Abb., 2 Tab., Krefeld 1971
- HEINE, F.: Die Untersuchungsbohrungen der Gelsenkirchener Bergwerks-AG in den Feldern Donar und Nordlicht/Lippermulde. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3,3**, S. 925—946, 11 Taf., 7 Abb., 4 Tab., Krefeld 1962
- HEINTZ, V. & DRUMM, R.: Das Saar-Lothringer Gebiet (Westmärkisches Kohlenbecken). — In: Der deutsche Steinkohlenbergbau, **1**, S. 135—191, 14 Taf., 29 Abb., Essen 1942
- HEINZE, G.: Härte und Festigkeitsuntersuchungen an Kohlen, insbesondere an Ruhrkohlen. — Bergbau-Arch., **19**, S. 71, Essen 1958
- HEITFELD, K.-H.: Die roten Schichten von Menden (Mendener Konglomerat). — Z. deutsch. geol. Ges., **106**, S. 387—401, 3 Abb., Hannover 1956
- HELBY, R.: Sporologische Untersuchungen an der Karbon/Perm-Grenze im Pfälzer Bergland. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **13,1**, S. 645—704, 10 Taf., 6 Abb., 3 Tab., Krefeld 1966
- HELLWEG, H.-W. & TREPTOW, O.: Entwicklung und heutiger Stand des Steinkohlenbergbaues. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. IV. Rohstoff Kohle. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **19**, S. 191—200, 5 Abb., 3 Tab., Krefeld 1971
- HELMUTH, H. J.: Zur Unterkarbon-Stratigraphie der Tanner Grauwacke des Harzes. — Geologie, **12**, S. 1138—1151, 4 Abb., 2 Taf., Berlin 1963
- HERBST, G.: Stratigraphie und Tektonik. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. III. A. 2. Das Steinkohlenrevier von Aachen-Erkelenz. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **19**, S. 61—68, 1 Taf., 1 Abb., Krefeld 1971
- HERBST, G., KOERNER, K., & STADLER, G.: Kaolin-Kohlentonsteine im Oberkarbon des Aachener Reviers. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3,2**, S. 591—604, 2 Taf., 2 Abb., 1 Tab., Krefeld 1962
- HERBST, G. & STADLER, G.: Blei-Zink-Vererzung. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. III. A. 2. Das Steinkohlenrevier von Aachen-Erkelenz. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **19**, S. 73—74, Krefeld 1971
- HERVOUET, M.: Beitrag zur Kenntnis der Geologie und der Erdölführung Lothringens. — Z. deutsch. geol. Ges., **117**, S. 225—242, Hannover 1966
- HESEMANN, J. & PILGER, A.: Das Steinkohlengebirge des Ruhrgebietes als Erzträger und seine Erzhöflichkeit. — Bergfreiheit, **23**, S. 288—296, 2 Abb., Herne 1958
- HOERNECKE, F.: Die Lagerungsverhältnisse des Karbons und Zechsteins an der Ibbenbürener Bergplatte. — Diss. Halle 1901
- HOLLMANN, F.: Die Sprockhöveler Schichten des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes. Die Identifizierung und Ausbildung ihrer Flöze, Fazies und Paläogeographie, sowie ihr Lagerstättenvorrat. — Diss. Techn. Hochschule Aachen 1967
- HORN, M.: Die Zone des *Eumorphoceras pseudobilingue* im Sauerland. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3,1**, S. 303—342, 5 Taf., 6 Abb., Krefeld 1960
- HOYER, P.: Das Verklingen der variscischen Faltung am unteren Niederrhein. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **6**, S. 433—446, 2 Taf., Krefeld 1962
- Die Tektonik des Steinkohlengebirges nördlich des Ruhrgebietes. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **13,2**, S. 1359—1388, 1 Taf., Krefeld 1967
- HOYER, P., LEISSER, J., TEICHMÜLLER, M., & R.: Inkohlung. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. III. A. 3. Das Karbon von Ibbenbüren, am Hügell und Piesberg. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **19**, S. 83—86, 2 Abb., Krefeld 1971
- HOYER, P. & PILGER, A.: Tektonik. In: Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. III. A. 1. Das Rhein-Ruhr-Revier. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **19**, S. 41—46, 1 Taf., 1 Abb., Krefeld 1971
- HOYER, P. & TEICHMÜLLER, R.: Vorlage einer abgedeckten Karte des Ruhrkohlenbeckens mit Bemerkungen zur tektonischen Entwicklung des Steinkohlengebirges. — C. R. 6. Congr. Strat. Géol. Carbonif. Sheffield 1967, **3**, S. 961—970, 7 Abb., Maastricht 1970
- HOYER, P., TEICHMÜLLER, R. & WOLBURG, J.: Die tektonische Entwicklung des Steinkohlengebirges im Münsterland und Ruhrgebiet. — Z. deutsch. geol. Ges., **119**, 1 Taf., Hannover 1969

- HOYNINGEN-HUENE, E. VON: Das Permokarbon im östlichen Harzvorland. — Freiburger Forsch.-H., C. 93, S. 1—116, 25 Abb., 28 Tab., Berlin 1960
- HÜCKEL, B. & KAPPELMEYER, O.: Geothermische Untersuchungen im Saarkarbon. — Z. deutsch. geol. Ges., 117, S. 280—311, Hannover 1966
- HÜTTNER, H.: Das Stefan-Profil der Bohrung Adorf Z 6. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 3,3, S. 1109—1114, 1 Abb., Krefeld 1962
- Internationales Lexikon für Kohlenpetrologie, 2. Ausg. Hrsg. v. d. Internat. Komm. f. Kohlenpetrologie, Paris 1963. — [Loseblatt-Samml.]
- IRELAND, H. A.: Upper Pennsylvanian arenaceous Foraminifera from Kansas. — J. Paleont., 30, S. 831—864, 7 Abb., Tulsa 1956
- JESSEN, W.: Das Ruhrkarbon (Namur C ob. Westfal C) als Beispiel für extratellurisch verursachte Zyklizitäts-Erscheinungen. — Geol. Jb., 71, S. 1—20, Hannover 1956. — [1956 a]
- Die marinen Sonderhorizonte unter Flöz Mausegatt (Unteres Westfal A) im Ruhrgebiet. — Z. deutsch. geol. Ges., 107, S. 73—82, Hannover 1956. — [1956 b]
- JESSEN, W., JOSTEN, K.-H., KNAUFF, W., PAPROTH, E., STADLER, G. & WOLF, M.: Die Bochumer Schichten (oberes Westfal A) im Ruhrgebiet. Ein Referat. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 16, S. 1—40, 3 Taf., 8 Abb., 1 Tab., Krefeld 1967
- JESSEN, W., KREMP, G. & MICHELAU, P.: Gesteinsrhythmen und Faunenzyklen des Ruhrkarbons und ihre Ursachen. — C. R. 3. Congr. Strat. Géol. Carbonif. Heerlen 1951, 1, S. 289—294, 5 Abb., Maastricht 1952
- JESSEN, W., MICHELAU, P. & RABITZ, A.: Zur Flözgleichstellung in den Bochumer und Essener Schichten im Raum Essen — Gladbeck — Bottrop — Oberhausen. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 3,3, S. 873—906, 4 Taf., 2 Abb., 9 Tab., Krefeld 1962
- JONGMANS, W. J. & GOTHAN, W.: Betrachtungen über die Ergebnisse des zweiten Kongresses für Karbonstratigraphie. — C. R. 2. Congr. Strat. Géol. Carbonif. Heerlen 1935, 1, S. 1—40, Maastricht 1937
- JONGMANS, W. J. & PRUVOST, P.: Les subdivisions du carbonifère continental. — Bull. Soc. géol. France, (5) 20, S. 335, Paris 1950
- JOSTEN, K.-H.: Die Kohlen im Pfälzer Bergland. — Notizbl. hess. L.-Amt. Bodenforsch., 84, S. 300—327, Taf. 20—22, 10 Abb., 6 Tab., Wiesbaden 1956
- Die wichtigsten Pflanzen-Fossilien des Ruhrkarbons und ihre Bedeutung für die Gliederung des Westfals. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 3,2, S. 753—772, 4 Taf., 2 Tab., Krefeld 1962. — [1962 a]
- *Neuropteris semireticulata*, eine neue Art als Bindeglied zwischen den Gattungen *Neuropteris* und *Reticulopteris*. — Paläont. Z., 36,1—2, S. 33—45, 3 Taf., 5 Abb., Stuttgart 1962. — [1962 b]
- Zur Flora des jüngeren Karbons (Westfal C bis Stefan) in Nordwestdeutschland und ihr Vergleich mit anderen Gebieten. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 13,1, S. 565—644, 18 Taf., 24 Abb., 1 Tab., Krefeld 1966
- Megaflora. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. III. A. 5. Die Fossilien und Kaolin-Kohlentonsteine. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 19, S. 115—120, 3 Abb., Krefeld 1971
- JÜNTGEN, H. & KARWEIL, J.: Gasbildung und Gasspeicherung in Steinkohlenflözen. — Erdöl u. Kohle, 19, S. 251—258, 7 Abb., 5 Tab.; S. 339—344, 10 Abb., 1 Tab., Hamburg 1966
- KAHLER, F.: Beiträge zur Kenntnis der Fusuliniden der Ostalpen: Lebensraum und Lebensweise der Fusuliniden. — Palaeontographica, 94A, 30 S., 2 Taf., 8 Abb., Stuttgart 1942
- KARRENBERG, H.: Einleitung. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 19, S. 1—4, 2 Abb., Krefeld 1971
- KARRENBERG, H. & MEINICKE, K.: Porosität und Raumbgewicht von Sandsteinen des Ruhrkarbons. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 3,2, S. 667—678, 2 Taf., 3 Abb., 3 Tab., Krefeld 1962
- KARWEIL, J.: Die Metamorphose der Kohlen vom Standpunkt der physikalischen Chemie. — Z. deutsch. geol. Ges., 107, S. 132—139, Hannover 1956
- Aktuelle Probleme der Geochemie der Kohle. — In: SCHENCK, P. A. & HAVENAAR, I.: Advances in organic geochemistry, S. 59—84, Oxford (Pergamon Press) 1968

- KELLER, G.: Faziesgesetzmäßigkeiten und Faltung des Ruhroberkarbons und ihre kartenmäßige Auswertung. — Z. deutsch. Geol. Ges., **94**, S. 85—110, Hannover 1942
- Der Schafberg bei Ibbenbüren und sein Verhältnis zur Osningtektonik. — Geotekton. Forsch., **9/10**, S. 100—115, 7 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1953
- Mächtigkeitenfragen der Roten Schichten (Westfal D) im Gesamtbild der Horsttektonik des Ibbenbürener Schafberges. — N. Jb. Geol. Paläontol., Mh., **1966**, S. 36—43, 2 Abb., Stuttgart 1966
- KIMPE, W. F. M.: Occurrence, development and distribution of Upper Carboniferous tonsteins in the paralic West German and Dutch coalfields and their use as stratigraphic marker horizons. — Meded. Geol. Sticht., N. S., **18**, S. 31—38, 3 Abb., Maastricht 1967
- KNAUFF, W.: Die ersten *Reophax* (Foram.) im Namur C des Ruhrkarbons. — N. Jb., Geol. Paläont., Abh., **118**, S. 27—29, 1 Taf., Stuttgart 1963
- Mikrofauna. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. III. A. 5. Die Fossilien und Kaolin-Kohlestränge. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **19**, S. 113—114, Krefeld 1971
- KNEUPER, G.: Grundzüge der Sedimentation und Tektonik im Oberkarbon des Saarbrücker Hauptsattels. — Oberrhein. geol. Abh., **13**, S. 1—49, 8 Taf., 33 Abb., Karlsruhe 1964
- Zur Entstehung und Entwicklung der Saar-Nahe-Senke. — Z. deutsch. geol. Ges., **117**, S. 312—322, 5 Abb., Hannover 1966
- Abgrenzung und Genese. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. III. B. 1. Das Saar-Nahe-Gebiet. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **19**, S. 143—148, 2 Taf., 3 Abb., Krefeld 1971. — [1971 a]
- Stratigraphie. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. III. B. 1. Das Saar-Nahe-Gebiet. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **19**, S. 149—158, 3 Abb., 1 Tab., Krefeld 1971. — [1971 b]
- Inkohlung. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. III. B. 1. Das Saar-Nahe-Gebiet. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **19**, S. 159—160, Krefeld 1971. — [1971 c]
- KNEUPER, G. & PILGER, A.: Über Erzstockwerke im Ruhrkarbon. — Geol. Jb., **74**, S. 643—652, Hannover 1957
- KNEUPER, G. & SCHÖNENBERG, R.: Das Stefan A (Untere Ottweiler Gruppe) auf der Nordwestflanke des Saarbrücker Hauptsattels. — Bergfreiheit, **27**, S. 467—478, 6 Abb., Essen 1962
- KÖTTER, K.: Die mikroskopische Reflexionsmessung mit dem Photomultiplier und ihre Anwendung auf die Kohlenuntersuchung. — Brennst.-Chem., **41**, S. 263—272, Essen 1960
- KOREJWO, K.: Stratigraphy and Palaeogeography of the Namurian in the Polish Lowland. — Acta Geol. Polon., **19**, S. 609—709, Warszawa 1969
- KORFMANN, W.: Ein neuer Aufschluß der Bochumer Schichten auf der Schachanlage Grillo und seine Bedeutung für die Flözgleichstellung im östlichen Ruhrgebiet. — Bergfreiheit, **24**, S. 151—159, Herne 1959
- Die Essener Schichten (Westfal B) im Grubenfeld Monopol I (Ruhrgebiet). — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3,3**, S. 965—986, 1 Taf., 4 Abb., 2 Tab., Krefeld 1962
- KREBS, W.: Der Bau des oberdevonischen Langenaubach-Breitscheider Riffes und seine weitere Entwicklung im Unterkarbon (Rheinisches Schiefergebirge). — Abh. senckenberg. naturforsch. Ges., **511**, 105 S., 13 Taf., 18 Abb., Frankfurt a. M. 1966
- KREMP, G. & GREBE, H.: Beschreibung und stratigraphischer Wert einiger Ostracodenformen aus dem Ruhrkarbon. — Geol. Jb., **71**, S. 145—170, 1 Taf., 5 Abb., 1 Tab., Hannover 1955
- KRÜGER, J.: Zur Geologie im Raume Eppelborn-Dirminge, Thalexweiler-Sotzweiler (Saarland). — Dipl.-Arbeit Mainz 1969. — [Unveröff.]
- KRÜPE, E.: Die Ursachen für die Unterschiede im Gehalt an flüchtigen Bestandteilen im Flöz Katharina. — Kohle u. Erz, **29**, S. 223—227, Berlin 1932
- KRUSCH, P.: Der Südrand des Beckens von Münster zwischen Menden und Witten auf Grund der Ergebnisse der geologischen Spezialaufnahme. — Jb. preuß. geol. L.-Anst., **29**, S. 1—110, Berlin 1912
- KUKUK, P.: Geologie des Niederrheinisch-westfälischen Steinkohlengebietes. — 706 S., 14 Taf., 743 Abb., 48 Tab., Berlin (Springer) 1938

- KULICK, J.: Zur Stratigraphie und Palaeogeographie der Kulm-Sedimente im Eder-Gebiet des nordöstlichen Rheinischen Schiefergebirges. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 3,1, S. 243—288, 1 Taf., 11 Abb., 3 Tab., Krefeld 1960
- LECKWIJCK, W. VAN & STOCKMANS, F.: Sur la limite entre les Assises namuriennes d'Andenne et de Chokier (Belgique orientale et district d'Aix-la-Chapelle). — Bull. Soc. belge Géol., 65, S. 292—306, 1 Abb., Bruxelles 1956
- LEGRAND, R., MAMET, B. & MORTELMANS, G.: Sur la stratigraphie du Tournaisien dans sa localité-type. — Bull. Soc. belge Géol., Paléontol., Hydrol., 74, T. 2—3, S. 140—188, 2 Taf., Bruxelles 1966
- LEMCKE, K. & WAGNER, R.: Zur Kenntnis des vortertiären Untergrundes im Bodenseengebiet. — Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol.-Ing., 27, Nr. 70, S. 9—14, 1 Abb., Basel 1961
- LENZ, R.: Die Remigiusberger Schichten östlich Dirmingen (Saarland) und im Bereich der Pfälzer Kuppeln. — Diss. Mainz 1965
- Lexique stratigraphique international, I, fasc. 5c1, 307 S., Paris (Centre nat. rech. sci.) 1963
- LIBROVICH, L. S.: Goniatiowye fauny karbona SSSR i ich snatschenie dlja stratigrafii etich otloshenii. — Bjull. Mosk. Obshch. Ispyt. Prir., Otdel geol., 22,5, S. 51—68, Moskwa 1947
- LOBOZIAK, S.: Les micro- et mégaspores de la partie occidentale du Bassin Houiller du Nord de la France. Applications stratigraphiques dans l'étude de plusieurs sondages. — Thèse Fac. Sci. Univ. Lille, 182, II: Resultats stratigraphiques-plates, S. 331—430, 25 Taf., Lille 1969
- LOTZE, F.: Das Alter der Erzvorkommen des Osnabrücker Gebietes im Verhältnis zur Tektonik. — N. Jb. Geol. Paläontol., 1953, Mh., S. 336—342, Stuttgart 1953
- Die Salz-Lagerstätten in Zeit und Raum. Ein Beitrag zum Klima der Vorzeit. — Arb.-Gemeinsch. Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, R. Naturwiss. u. Technik, 195, 25 S., Köln und Opladen 1969
- LÜTTIG, G.: Geröllmorphometrie des Zechsteinkonglomerats im Schacht Rossenray 1. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 6, S. 385—390, 1 Abb., Krefeld 1962
- MAASS, R.: Der Schwarzwald und das Mitteleuropäische Variszikum. — Ber. naturf. Ges. Freiburg i. Br., 55, S. 243—249, Freiburg 1965
- MACKOWSKY, M.-Th.: Fortschritte auf dem Gebiet der Kohlenpetrographie. — Fortschr. Miner., 45, S. 52—94, Stuttgart 1967
- Mineral Matter in Coal. — In: MURCHISON & WESTOLL: Coal and coal-bearing strata, S. 309—321, Edingburgh (Oliver & Boyd) 1968
- Die Veränderungen in der Maceralkonzeption in den letzten 15 Jahren. — Brennst.-Chem., 50, S. 143—147, 9 Abb., Essen 1969. — [1969 a]
- Entwicklung der Steinkohlenpetrologie und ihre Bedeutung für die Praxis unter besonderer Berücksichtigung der thermischen Kohlenveredlung. — Freiburger Forsch.-H. C 235, S. 17—26, Leipzig 1969. — [1969 b]
- Die petrographische Zusammensetzung der Kohle und ihre Bedeutung für die Praxis. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. IV. Rohstoff Kohle. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 19, S. 173—184, 4 Taf., 4 Abb., 4 Tab., Krefeld 1971
- MACKOWSKY, M.-Th. & HOFFMANN, E.: Die rohstofflichen Eigenschaften der deutschen Steinkohlen in ihrer Bedeutung für die Aufbereitung. — Deutsch. Steinkohlenbergbau, 4. Aufbereitung der Steinkohle, 1. Teil, S. 32—54, Essen (Glückauf-Verl.) 1960
- MACKOWSKY, M.-Th. & KNATZ, H.: Die mineralogisch-petrographische Untersuchung, ein Hilfsmittel zur Beurteilung der Gesteinseigenschaften. — Mitt. d. Lehrstuhls f. Straßenwesen, Erd- und Tunnelbau Rhein.-Westf. T. H. Aachen, 6: Natürliche und künstliche Zuschlagstoffe im Straßenbau, S. 22—41, Aachen 1969
- MACKOWSKY, M.-Th. & KÖTTER, K.: Etude sur l'agglomération au moyen du microscope. — Rev. Ind. Minér., 42, 3, S. 3—16, St. Etienne 1960
- Kohlengerölle als Spuren vorasturischer Bewegungen am Südrand des Ruhrkarbons. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 3,3, S. 1055—1060, 2 Taf., 2 Tab., Krefeld 1962
- MACKOWSKY, M.-Th. & OTTE, M.-U.: Procédés et possibilités pour l'examen au microscope des agglomérés. — Rev. Ind. Minér., S.-Nr., S. 199—209, St. Etienne 1958

- MACKOWSKY, M.-Th. & SIMONIS, W.: Die Kennzeichnung von Kokskohlen für die mathematische Beschreibung der Hochtemperaturverkokung im Horizontalkammerofen bei Schüttbetrieb durch Ergebnisse mikroskopischer Analysen. — Glückauf-Forschungshefte, **30**, H. 1, S. 25—37, Essen 1969
- MALMSHEIMER, W. K.: Zur Sedimentation und Epirogenese im Ruhrkarbon. Sandsteine im Liegenden von Flöz Mausegatt (Oberkarbon, Westfal A, untere Wittener Schichten). — Forsch.-Ber. Land. Nordrh.-Westf., Nr. **2000**, S. 1—74, 24 Abb., 16 Anl., 3 Tab., Köln und Opladen 1968
- MALZAHN, E.: Unterirdische Lagerstätten, Erdöl-, Erdgasprospektion. — Niedersächs. Kreisbeschreibungen, **24**, Landkreis Goslar, Hannover 1970
- MEISCHNER, K.-D.: Rhenauer Kalk und Posidonienkalk im Kulm des nordöstlichen Rheinischen Schiefergebirges und der Kohlenkalk von Schreufa (Eder). — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **39**, 47 S., 15 Abb., 7 Taf., Wiesbaden 1962
- Conodonten-Chronologie des deutschen Karbons. — C. R. 6. Congr. Strat. Géol. Carbonif. Sheffield 1967, **3**, S. 1169—1180, 3 Abb., Maastricht 1970
- MICHELAU, P.: Ein feinstratigraphisches Profilband durch die Sprockhöveler Schichten (Namur C1) von Blankenstein bis Sprockhövel. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **13,2**, S. 1109—1196, 11 Taf., 3 Tab., Krefeld 1967
- MOORE, L. R.: Introduction. In: Geological excursions in the Sheffield region and the Peak District National Park. — S. I—XLV, Sheffield (Northend) 1967
- MOROZOVA, V. G.: Predstaviteli semejstv Lituolidae i Textulariidae iz verchnekamenougol'nyh i artinskich otlozenij Baskirskogo Priuralja. — Tr. Inst. geol. Nauk A.N. SSSR, **105**, geol. ser., 35, Moskau 1949. — [russ.]
- NEHM, W.: Über die Kartierung von Faziesschwankungen. — Mitt. Markscheidewes. **51**, S. 154—158, Stuttgart 1940
- NICOLAUS, H.-J.: Zur Stratigraphie und Fauna der *crenistria*-Zone im Kulm des Rheinischen Schiefergebirges. — Beih. geol. Jb., **53**, 246 S., 22 Taf., 32 Abb., Hannover 1963
- NIESLUCHOWSKI, P.: Das obere Westfal D (Heiligenwalder Schichten) im östl. Saarkarbon (Feinstratigraphisch-fazielle Untersuchungen). — Z. deutsch. geol. Ges., **117**, S. 147 bis 155, 3 Abb., 1 Tab., Hannover 1966
- NÖTZOLD, E.: Das Herstellen von Edel- und Reinstkohle. In: Der Deutsche Steinkohlenbergbau, **4**, S. 371—386, Essen (Glückauf-Verl.) 1960
- OBERSTE-BRINK, K.: Der Mechanismus der tektonischen Bewegungsvorgänge im Ruhrbezirk. In: KUKUK, P.: Geologie des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes, S. 315—347, Berlin (Springer) 1938
- Die neue tektonische Karte des Ruhrgebietes 1 : 10 000 des Steinkohlenbergbauvereins in Essen. — Bergbauarch., **25**, S. 59—67, 20 Abb., Essen 1964
- OBERSTE-BRINK, K. & BÄRTLING, R.: Die Durchführung einer einheitlichen Gliederung und Flözbenennung für das Produktive Karbon des rheinisch-westfälischen Industriebezirks. — Z. deutsch. geol. Ges., **80**, Mber., S. 165—185, Berlin 1929
- Die Gliederung des Karbonprofils und die einheitliche Flözbenennung im Ruhrkohlenbecken. — Glückauf, **66**, S. 689—893 u. 921—933, Essen 1930. — [1930 a]
- Gliederung des Produktiven Karbons und einheitliche Flözbenennung im rheinisch-westfälischen Steinkohlenbecken. — Z. deutsch. geol. Ges., **82**, S. 321—347, 1 Taf., 3 Abb., Berlin 1930. — [1930 b]
- OBERSTE-BRINK, K. & HEINE, F.: Das Niederrheinisch-westfälische Gebiet. In: Der deutsche Steinkohlenbergbau, **1**, S. 9—98, 23 Abb., 23 Tab., Essen (Glückauf) 1942
- OELERT, H. H. & HEMMER, E. A.: Neue Ergebnisse der Ermittlung der Struktur von Steinkohlen durch spektroskopische Methoden. — Erdöl u. Kohle, **23**, S. 87—91, 5 Abb., und S. 163—168, 7 Abb., Hamburg 1970
- PAECKELMANN, W. & SCHINDEWOLF, O. H.: Die Devon-Karbon-Grenze. — C. R. 2. Congr. Strat. Géol. Carbonif. Heerlen 1935, **2**, S. 703—714, Maestricht 1937
- PAPROTH, E.: Der Kulm und die flözleere Fazies des Namurs. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3,1**, S. 385—422, 1 Taf., 7 Abb., Krefeld 1960
- Die stratigraphische Verbreitung der nicht-marinen Muscheln im Westfal Nordwestdeutschlands. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3,2**, S. 787—794, 1 Abb., Krefeld 1962

- Gliederungsmöglichkeiten im oberen Karbon und unteren Rotliegenden mit Hilfe limnischer Muscheln. — Z. deutsch. geol. Ges., **117**, S. 178—182, 1 Abb., Hannover 1966
- Die Parallelisierung von Kohlenkalk und Kulm. — C. R. 6. Congr. Strat. Géol. Carbonif. Sheffield 1967, **1**, S. 279—292, 2 Taf., 2 Abb., Maastricht 1969
- Megafauna. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. III. A. 5. Die Fossilien und Kaolin-Kohlentonsteine. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **19**, S. 109—112, 2 Abb., Krefeld 1971
- PATIJN, R. J. H.: Die Entstehung von Erdgas infolge der Nachinkohlungen im Nordosten der Niederlande. — Erdöl u. Kohle, **17**, S. 2—9, 5 Abb., 1 Tab., Hamburg 1964
- PATTEISKY, K.: Grubengas- und Inkohlungskarten 1 : 25 000. Geol. Bergmänn. Übersichtskartenwerk des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlenbezirks. Herne (Kartenberg) 1951 bis 1959
- Die Goniatiten im Namur des Niederrheinisch-Westfälischen Karbongebietes. — Mitt. Westf., Bergwerkschaftskasse, **14**, 65 S., 14 Taf., 18 Abb., Bochum 1959
- Die Goniatiten im Westfal des Niederrheinisch-Westfälischen Karbons. — Palaeontographica, Abt. A, **125**, S. 1—45, 9 Taf., 10 Abb., Stuttgart 1965
- PATTEISKY, K., TEICHMÜLLER, M., TEICHMÜLLER, R. & LEISTIKOW, O.: Das Inkohlungsbild des Steinkohlengebirges an Rhein und Ruhr, dargestellt im Niveau von Flöz Sonnenschein. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3,2**, S. 687—700, 2 Taf., 8 Abb., Krefeld 1962
- PFEIFFER, H.: Der Bohlen bei Saalfeld/Thür. Eine Neubearbeitung der Fossilien, Schichtenfolge, Tektonik der klassischen Oberdevon-Unterkarbon-Aufschlüsse südlich Saalfeld. — Beih. Geologie, **11**, 105 S., 9 Taf., 9 Abb., Berlin 1954
- Der Magdeburg-Flechtinger Kulm und seine stratigraphische und regionale Stellung. — Geologie, **16**, S. 781—790, 6 Abb., Berlin 1967
- PICKHARDT, W. & ROBOCK, K.: Weiterentwicklung einer Apparatur zur photoelektrischen Messung der Reflexion und der Absorption. — Brennstoff-Chemie, **46**, S. 44—48, Essen 1965
- PILGER, A.: Lineamente im Ruhrkarbon. — Geol. Jb., **71**, S. 395—404, 1 Taf., 7 Abb., Hannover 1956. — [1956 a]
- Die tektonischen Richtungen des Ruhrkarbons und ihre Beziehungen zur Faltung. — Z. deutsch. geol. Ges., **107**, S. 206—230, 1 Taf., 22 Abb., 1 Tab., Hannover 1956. — [1956 b]
- Die Blei-Zink-Erzvorkommen des Ruhrgebietes und seiner Umrandung. — Beih. Geol. Jb., **40**, 385 S., 20 Taf., 162 Abb., 4 Tab., Hannover 1961
- Beziehungen der kleintektonischen zu den großtektonischen Formen im Ruhrkarbon. — Clausthaler Geol. Abh., **1**, S. 129—167, 30 Abb., Clausthal-Zellerfeld 1965
- PILGER, A. & STADLER, G.: Blei-Zink-Vererzung. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. III. A. 1. Das Rhein-Ruhr-Revier. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **19**, S. 57—60, 1 Abb., Krefeld 1971
- PLUMHOFF, Fr.: Marines Ober-Rotliegendes (Perm) im Zentrum des nordwestdeutschen Rotliegend-Beckens. Neue Beweise und Folgerungen. — Erdöl u. Kohle, **19**, S. 713 bis 720, 2 Taf., 2 Abb., Hamburg 1966
- PORTH, H.: Die norddeutsche Erdöl- und Erdgasexploration im Jahre 1962. — Erdöl u. Kohle, **16**, S. 265—276, Hamburg 1963
- POTONIE, R. & KREMP, G.: Die Sporae dispersae des Ruhrkarbons, ihre Morphographie und Stratigraphie mit Ausblicken auf Arten anderer Gebiete und Zeitabschnitte. — Teil I: Palaeontographica, B **98**, S. 1—136, Taf. 1—16, 37 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1955  
Teil II: Palaeontographica, B **99**, S. 85—191, Taf. 17—22, 51 Abb., Stuttgart 1956  
Teil III: Palaeontographica, B **100**, S. 65—121, 3 Tab., Stuttgart 1956
- PRUVOST, P.: Bassin Houiller de la Sarre et de la Lorraine. 3. Description Géologique. — Études des Gîtes Minéraux de la France, **174** S., 33 Abb., 3 Kten., Lille 1934
- RABIEN, A.: Zur Stratigraphie und Fazies des Ober-Devons in der Waldecker Hauptmulde. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **16**, 83 S., 3 Taf., 2 Abb., Wiesbaden 1956

- RABITZ, A.: Flözgleichstellung in den Essener Schichten nördlich Bochum und Dortmund. — Geol. Jb., **73**, S. 389—456, 3 Taf., 13 Abb., 7 Tab., Hannover 1958
- Fauna und Fazies des Katharina-Horizontes (Basis Westfal B) im Ruhr-Revier und Vergleich mit Vorkommen in westlichen Nachbarländern. — C. R. 5. Congr. Strat. Géol. Carbonif. Paris 1963, **2**, S. 705—716, 2 Taf., 4 Abb., Paris 1964
- Der marine Katharina-Horizont (Basis des Westfal B) im Ruhrrevier und seine Fauna. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **13,1**, S. 125—194, 9 Taf., 40 Abb., 5 Tab., Krefeld 1966. — [1966 a]
- Die marinen Horizonte des flözführenden Ruhrkarbons. Rückschau und Ausblick. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **13,1**, S. 243—296, 6 Abb., 2 Tab., Krefeld 1966. — [1966 b]
- Rapport van de Peelcommissie. — Verh. kon. nederl. geol.-mijnb. genootsch., mijnbouwkd. Ser., **5**, 133 S., mit zahlr. Abb. u. Tab. im Text und Anlagetaf., 's-Gravenhage 1963
- REICHEL, H.: Das Ergebnis neuerer stratigraphischer Untersuchungen unter besonderer Berücksichtigung der Mikrofauna im oberen Westfal A der Zeche Friedrich Heinrich am linken Niederrhein. — Z. deutsch. geol. Ges., **107**, S. 92—102, 1 Taf., 9 Abb., Stuttgart 1956
- REIS, O. M.: Erläuterungen zu dem Blatte Donnersberg (Nr. XXI) der Geognostischen Karte von Bayern. — München 1921
- Richtlinien und Vorschläge zur Anlegung des Flözarchivs für den Steinkohlenbergbau. Essen (Glückauf) 1953. — [Loseblatt-Samml.]
- ROLL, A.: Recent development in German exploration for oil and gas. — In: The Exploration for Petroleum in Europe and North Africa. — S. 221—229, 6 Abb., London (Inst. of Petroleum) 1969
- ROSENFELD, U.: Zur Stratigraphie der Kaisberg-Schichten (oberes Namur) im Ruhr-Karbon. — Geol. Rdsch., **56**, S. 494—520, 11 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1967
- Tektonische Forschungen im Ruhr-Karbon. — Zbl. Geol. Paläontol., I, **1968**, S. 537—562, Stuttgart 1968
- RÖSLER, H. J.: Zur Petrographie, Geochemie und Genese der Magmatite und Lagerstätten des Oberdevons und Unterkarbons in Ostturingen. — Freiburger Forsch.-H., **C 92**, 275 S., 49 Taf., 49 Tab., Berlin 1960
- ROST, W. & SCHIMANSKI, W.: Übersicht über das Oberkarbon und das Rotliegende im Nordteil der DDR. — Ber. deutsch. Ges. geol. Wiss., A, **12**, S. 201—221, Berlin 1967
- RUPRECHT, L.: Die Biostratigraphie des obersten Kulm im Sauerlande. — Jb. preuß. geol. L.-Anst., **57**, S. 238—283, 2 Taf., 18 Abb., Berlin 1937
- SANDER, B.: Gefügekunde der Gesteine mit besonderer Berücksichtigung der Tektonik. **VI**, 352 S., 155 Abb., 245 Diagr., Wien (Springer) 1930
- SCHAUB, H.: Devonkalk-Gerölle im Finefrau-Konglomerat südwestlich Duisburg. — Z. deutsch. Geol. Ges. **107**, S. 83—86, Hannover 1956
- SCHERP, A.: Zur Petrographie des Finefrau-Konglomerates bei Essen und einiger anderer geröllführender Sandsteine des Ruhrkarbons. — Jb. Geol. Paläontol., Mh., **1956**, S. 240—244, Stuttgart 1956
- SCHIMAZEK, J.: Über den Einfluß des Gesteinsaufbaus auf Festigkeitseigenschaften und Zerspanbarkeit von Ruhrkarbongesteinen. — Glückauf, **103**, S. 136—140, Essen 1967
- SCHIMAZEK, J. & KNATZ, H.: Der Einfluß des Gesteinsaufbaus auf den Meißelverschleiß und die Schnittgeschwindigkeit von Streckenvortriebsmaschinen. — Glückauf — [im Druck]
- SCHINDEWOLF, O. H.: Beiträge zur Kenntnis des Paläozoikums in Oberfranken, Ostthüringen und dem sächsischen Vogtlande. — N. Jb. Mineral., Geol., Paläontol., Beil.-Bd., **49**, S. 250—357, S. 393—509, 5 Taf., Stuttgart 1923
- Beiträge zur Kenntnis der Cephalopodenfauna des oberfränkisch-ostthüringischen Unterkarbons. — Senckenbergiana, **8**, S. 63—96, 11 Abb., Frankfurt a. M. 1926
- Bemerkungen zur Stratigraphie des oberfränkisch-ostthüringischen Unterkarbons. — Jb. preuß. geol. L.-Anst., **59**, S. 456—475, 2 Taf., 8 Abb., Berlin 1939
- Über das Oberdevon und Unterkarbon von Saalfeld in Ostthüringen. — Senckenbergiana, **32**, S. 281—306, 3 Taf., 24 Abb., Frankfurt a. M. 1952

- SCHLEPPER, H.: Stratigraphisch-faunistische Untersuchungen in den Dorstener Schichten (Westfal C) des Ruhr-Karbons. — Diss. Univ. Münster, 1967
- SCHMIDT, H.: Zur Stratigraphie des Untercarbon. — Cbl. Mineral., Geol., Paläontol., **1923**, S. 741—746, Berlin 1923
- Die carbonischen Goniatiten Deutschlands. — Jb. preuß. geol. L.-Anst., **45**, S. 489—609, 8 Taf., 2 Abb., Berlin 1925
- Die marinen Fossilien im Oberkarbon Nordwestdeutschlands. — In KUKUK, P.: Geologie des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlengebietes, S. 117—124, 11 Abb., 1 Tab., Berlin (Springer) 1938
- Eine neue Fauna mit *Pericyclus* von Riefensbeek im Harz. — Jb. Reichsst. Bodenforsch., **60**, S. 148—156, 2 Taf., Berlin 1941
- SCHNEIDER, H. E.: Geologisch-sedimentologische Untersuchungen im Bereich der Karbon/Perm-Grenze des Saargebietes. — Ann. Univ. Sarav. **7**, S. 352—398, 27 Abb., 3 Kten., 3 Tab., Saarbrücken 1958
- SCHÖNENBERG, R.: Beispiele zur Strukturgeschichte des Saarbrücker Hauptsattels. — Z. deutsch. geol. Ges., **117**, S. 61—71, 5 Abb., 1 Tab., Hannover 1966
- SCHÖNE-WARNEFELD, G.: Kaolinisierung klastischer Sedimente am Beispiel von Kaolin-Kohlentonsteinen des Ruhrkarbons. — Niederschrift über die 32. Sitzung der Kohlenpetrograph. Arb.-Gemeinsch., Essen 1967. — [Unveröff.]
- SCHOLTZ, H.: Die Tektonik des Steinkohlenbeckens im Saar-Nahe-Gebiet und die Entstehungsweise der Saar-Saale-Senke. — Z. deutsch. geol. Ges., **85**, S. 316—382, 8 Taf., 25 Abb., Berlin 1933
- SCHUSTER, A.: Das Stefan in der Bohrung Wielen Z 1. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3,3**, S. 1097—1108, 3 Abb., 1 Tab., Krefeld 1962
- Konnektierung von Bohrlochmessungen im Westfal der Bohrung Münsterland 1 mit Messungen anderer Bohrungen. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **11**, S. 487—516, 12 Abb., 1 Tab., Krefeld 1963
- Karbonstratigraphie nach Bohrlochmessungen. — Erdöl-Erdgas-Z., **84**, S. 439—457, 35 Abb., Wien-Hamburg 1968
- Zur geologischen Charakterisierung des Moldanubikums am Oberrhein (Schwarzwald). — Oberrhein. geol. Abh., **18**, S. 119—161, 1 Taf., 2 Abb., Karlsruhe 1969
- SITTIG, E.: Zur Fazies und Verbreitung des marinen Viseum (Oberes Unterkarbon) im Südschwarzwald. — Oberrhein. geol. Abh., **16**, S. 37—43, 1 Abb., Karlsruhe 1967
- Zur geologischen Charakterisierung des Moldanubikums am Oberrhein (Schwarzwald). — Oberrhein. geol. Abh., **18**, S. 119—161, 2 Abb., Karlsruhe 1969
- SMITH, A. H. V. & BUTTERWORTH, M. A.: Miospores in the coal seams of the Carboniferous of Great Britain. — Spec. Pap. in Palaeontology, **1**, 324 S., 27 Taf., 72 Abb., 5 Tab., London 1967
- SPIEGELHALTER, F.: Ein Goniatit aus dem südlichen Schwarzwald. — Cbl. Mineral., Geol., Paläontol., **1910**, S. 506—510, 2 Abb., Stuttgart 1910
- STACH, E.: Fortschritte der Auflichtfluoreszenzmikroskopie in der Kohlenpetrographie. — Freiburger Forsch.-H., **C 235**, S. 35—56, Leipzig 1969
- STADLER, G.: Die Kaolin-Kohlentonsteine aus dem Westfal C und B der Untertagebohrung 150 der Steinkohlenbergwerke Ibbenbüren und ihre Bedeutung für die Karbonstratigraphie Nordwestdeutschlands. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **18**, Krefeld. — [im Druck]
- STADLER, G. & TEICHMÜLLER, R.: Zusammenfassender Überblick über Die Entwicklung des Bramscher Massivs. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **18** [im Druck]
- STAHL, W.: Zur Herkunft nordwestdeutscher Erdgase. — Erdöl u. Kohle, **21**, S. 514—518, 7 Abb., 4 Tab., Hamburg 1968
- STRACHOW, N. M.: Paläoklimatologische Weltkarten. — Aus: Sowjetische Arbeiten zur Paläoklimatologie, **2**, Geol. Inst. Univ. Köln 1963
- STRAUCH, F.: Zur Autökologie und über bemerkenswerte Funde von *Spirorbis* DAUDIN:1800 (*Polychaeta sedentaria*) im Oberkarbon des Saargebietes. — Paläont. Z., **40**, S. 269—273, 1 Abb., Stuttgart 1966
- TAYLOR, G. H.: The Electron Microscopy of Vitrinites. — Advances in Chemistry, **55**, S. 274—283, Washington D. C. 1966

- TAYLOR, G. H., MACKOWSKY, M.-Th. & ALPERN, B.: The behaviour of inertite during carbonization. — *Fuel*, **46**, S. 431—440, London 1967
- TEICHMÜLLER, M.: Die Genese der Kohle. — C. R. 4. Congr. Strat. Géol. Carbonif. Heerlen 1958, **3**, S. 699—722, Maestricht 1962
- TEICHMÜLLER, M. & R.: Inkohlungsfragen im Ruhrkarbon. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **99**, S. 40—77, Hannover 1949
- Spuren vorasturischer Bewegungen am Südrand des Ruhrkarbons. — *Geol. Jb.*, **65**, S. 497—506, 1 Taf., 5 Abb., Hannover 1951
- Zur Fazies und Metamorphose der Kohlen im Devon des Rheinischen Schiefergebirges. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **103**, S. 219—232, Hannover 1952
- Die Inkohlung im saar-lothringer Karbon, verglichen mit der im Ruhrkarbon. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **117**, S. 243—279, 29 Abb., Hannover 1966
- Geological aspects of coal metamorphism. — In: MURCHISON & WESTOLL: Coal and coal bearing strata. — S. 233—267, Edinburgh (Oliver & Boyd) 1968. — [1968 a]
- Cainozoic and Mesozoic coal deposits of Germany. — In: MURCHISON & WESTOLL: Coal and coal bearing strata. — S. 347—379, Edinburgh (Oliver & Boyd) 1968. — [1968 b]
- Inkohlung. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. III. A. 1. Das Rhein-Ruhr-Revier. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **19**, S. 47—56, 7 Abb., Krefeld 1971. — [1971 a]
- Inkohlung. In: Die Karbonablagerungen in der Bundesrepublik Deutschland. III. A. 2. Das Steinkohlenrevier von Aachen—Erkelenz. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **19**, S. 69—72, 2 Abb., Krefeld 1971. — [1971 b]
- TEICHMÜLLER, R.: Die Lyditgerölle des Osnabrücker Karbon und des vorvariscischen Außenrahmens des Karbontroges. — *N. Jb. Geol. Paläontol., Mh.*, **1953**, S. 174—184, Stuttgart 1953
- Die Entwicklung der subvariscischen Saumsenke nach dem derzeitigen Stand unserer Kenntnis. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **3,3**, S. 1237—1254, 2 Taf., 2 Abb., 1 Tab., Krefeld 1962
- TEICHMÜLLER, R. & TEICHMÜLLER, M.: Geological causes of coalification. — *Advances in Chemistry*, **55**, S. 133—155, 18 Abb., Washington D.C. 1955
- TEICHMÜLLER, R., TEICHMÜLLER, M., COLOMBO, U., GAZZARINI, F., GONFIANTINI, R. & KNEUPER, G.: Das Kohlenstoff-Isotopenverhältnis im Methan von Grubengas und Flözgas und seine Abhängigkeit von den geologischen Verhältnissen. — *Geol. Mitt.*, **9**, S. 181—206, 21 Abb., 2 Tab., Aachen 1970
- TEICHMÜLLER, R. & ZIEGLER, W.: Devonkalk-Gerölle im Zechstein-Konglomerat von Rossenray. — *N. Jb. Geol. Paläontol., Mh.*, **1957**, S. 267—274, Stuttgart 1957
- THIADENS, A. A.: The Palaeozoic of the Netherlands. — *Verh. Kon. Nederl. geol. mijnb. Genootsch., geol. Ser.*, **21,1**, 1963, S. 9—28, 12 Taf., 6 Tab., 's-Gravenhage 1963
- THIERMANN, A.: Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1: 25 000, Erläuterungen zu Blatt 3712 Tecklenburg. — Krefeld 1970
- THIERMANN, A. & ARNOLD, H.: Die Kreide im Münsterland und Nordwestfalen. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **7**, S. 691—724, 1 Abb., 1 Tab., Krefeld 1964
- TREPTOW, O.: Bergmännische Planung auf der Grundlage geologisch-lagerstättenkundlicher rohstofflicher Untersuchungen. — *Glückauf*, **23**, S. 1337—1340, Essen 1965
- TRUSHEIM, F.: Ergebnisse der Tiefbohrung Groothusen Z 1 bei Emden (Ostfriesland). — *Erdöl-Z.*, **1959**, S. 273—278, 3 Abb., Hamburg — Wien 1959
- VANGEROW, E. F.: Die Fauna des westdeutschen Oberkarbons. III. Die Foraminiferen des westdeutschen Oberkarbons. — *Palaeontographica*, Abt. A, **124**, S. 1—32, 5 Taf., 7 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1964
- VÖHRINGER, E.: Die Goniatiten der unterkarbonischen *Gattendorfia*-Stufe im Hönnetal (Sauerland). — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **3,1**, S. 107—196, 7 Taf., 53 Abb., Krefeld 1960
- VOGES, A.: Die Bedeutung der Conodonten für die Stratigraphie des Unterkarbons I und II (*Gattendorfia*- und *Pericyclus*-Stufe) im Sauerland. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **3,1**, S. 197—228, 5 Abb., Krefeld 1960

- WARTH, M.: Conchostraken (Crustacea, Phyllopoda) und Ostrakoden des saarländischen Stefans. — Diss. Tübingen 1963
- WEGEHAUPT, H.: Zur Petrographie und Geochemie des höheren Westfal A von Westerholt. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3,2**, S. 445—496, 6 Taf., 11 Abb., 28 Tab., Krefeld 1962
- WEGNER, TH.: Das Auftreten von Kohlenwasserstoffen im Bereich des westfälischen Karbon. — Glückauf, **30/31**, S. 3—19, Essen 1924
- WEHRLI, H.: Graptolithen führendes Kieselschiefergeröll aus dem Finefraukonglomerat des Ruhrgebietes. — Glückauf, **74**, S. 249—250, Essen 1938
- WEINGARDT, H. W.: Neue Erkenntnisse zur Stratigraphie der unteren Ottweiler Schichten nach Tiefbohrungen im östlichen Saarrevier. — Bergbau-Arch., **22**, S. 91—96, 5 Abb., Essen 1961
- WEISS, E.: Erläuterungen zum Blatt Heusweiler. — Berlin 1876
- WENDT, A.: Der Finefrau-Sandstein. Sedimentation und Epirogenese im Ruhrkarbon. — Forschungsber. des Landes Nordrh.-Westf. Nr. **1396**, Köln u. Opladen 1965
- WIJKERSLOOTH, P. DE: Sur la région métallifère de Moresnet — Bleyberg — Stolberg — Limburg néerlandais. — Proc. Kon. Akad. Wetensch., **40**, 3 S., Amsterdam 1937
- WOLBURG, J.: Der Nordrand der Rheinischen Masse. — Geol. Jb., **67**, S. 83—114, 15 Abb., Hannover 1953
- Schwellen und Becken im Emsland-Tektogen mit einem palaeogeographischen Abriß von Wealden und Unterkreide. — Beih. Geol. Jb., **13**, 115 S., 36 Abb., Hannover 1954
- WOLF, M.: Kaolin-Kohlentonsteine als Zeitmarken. — Vortrag vor der Deutsch. Geol. Ges. in Essen am 7. 4. 1970
- Vorkommen und Ausbildung des Kaolin-Kohlentonsteins in den Karl-Flözen (Westfal A). — C. R. 6. Congr. Strat. Géol. Carbonif. Sheffield 1967. — [im Druck]
- WUNSTORF, W. & GOTHAN, W.: Ein Beitrag zur Kenntnis des Aachener Oberkarbons. — Glückauf, **61**, S. 1073—1084, Essen 1925



## Autorenregister

- Abramski, C. 184  
 Adler, R. E. 41, 43, 52  
 Alpern, B. 184  
 Ammon, L. von 161  
 Anderson, Ch. 82  
 Arnold, H. 82  
  
 Babinecz, W. 71, 72  
 Bachmann, M. 19, 22, 25, 51, 63  
 Barabanow, L. N. 106  
 Barrois, Ch. 44  
 Bartenstein, H. 105, 140  
 Bärtling, R. 22, 23, 35  
 Bässler, R. 75, 79, 81, 82, 119  
 Bertrand, P. 44  
 Birk, F. 161  
 Bisewski, L. 138  
 Bless, M. J. M. 113  
 Bode, H. 77, 119  
 Boigk, H. 101, 103, 106  
 Bolsenkötter, H. 43  
 Bosum, W. 69, 71  
 Böttcher, H. 47  
 Bouckaert, J. 63, 131, 132  
 Boy, J. 162  
 Brentrup, F. 43  
 Brinkmann, R. 167  
 Britz, K. 161  
 Burger, K. 22, 23, 30, 125, 126, 137, 139, 140,  
 182  
 Butterworth, M. A. 121, 123, 124  
  
 Chauvin, B. 184  
 Colombo, U. 103  
 Conil, R. 8, 12  
  
 Daber, R. 130—132, 135  
 Damberger, H. 159  
 Delépine, G. 8  
 Disler, V. N. 106  
 Doubinger, J. 162  
 Dreyer, G. 164  
 Drozdowski, G. 164—166  
 Drumm, R. 161  
 Dvořák, J. 11  
  
 Ebert, A. 79, 82  
 Ebert, K. 185  
 Eckhardt, F.-J. 22, 23  
 Eichmann, R. 106  
 Elberskirch, W. 131  
 Ernst, W. 139  
  
 Fabian, H.-J. 67, 87, 92, 98, 120, 129, 132, 133,  
 136, 137, 140  
 Falke, H. 161, 164, 167, 168  
 Fiebig, H. 22, 23, 33, 35, 94, 96, 113, 129, 130,  
 132, 134, 135, 138, 139  
 Figge, K. 91, 92, 131, 133  
 Francis, E. H. 135  
 Friehmelt, E. 184  
 Füchtbauer, H. 88  
  
 Gandl, J. 16  
 Gothan, W. 8, 66, 76, 120  
 Grebe, H. 161  
 Grebe, Hilde 23, 113, 121  
  
 Haack, W. 77, 120  
 Hahn, A. 104  
 Hahn, G. 7  
 Hahn, R. 7  
 Hahne, C. 22, 35, 64, 66, 72, 137  
 Hark, H. U. 106, 130  
 Harlton, B. H. 114  
 Hartlieb, J. 125  
 Hartung, W. 63  
 Hecht, F. 87, 97, 138  
 Hedemann, H. A. 21, 37, 40, 91, 101, 129, 132,  
 133  
 Heintz, V. 161  
 Heinze, G. 180  
 Heitfeld, K.-H. 44  
 Helby, R. 162, 166  
 Hellweg, H.-W. 185, 188, 191  
 Helmuth, H. J. 13  
 Hemmer, E. A. 107  
 Herbst, G. 61, 63, 69, 73, 125, 131, 132  
 Hervouet, M. 130  
 Hoerneck, F. 82  
 Hoffmann, E. 173, 180  
 Hollmann, F. 24, 37, 131—133  
 Horn, M. 110  
 Hoyer, P. 41, 42, 75, 79, 81, 83, 119, 137, 140  
 Hoyningen-Huene, E. von 170  
 Hüttner, H. 98  
  
 Indans, J. 82  
 Ireland, H. A. 114  
  
 Jessen, W. 22, 23, 114  
 Jongmans, W. J. 8, 161  
 Josten, K.-H. 23, 75, 77, 79, 81, 97, 115, 117—  
 120, 140  
 Jüntgen, H. 103

- Kahler, F. 114  
 Karrenberg, H. 1, 71  
 Karweil, J. 101, 103, 159  
 Katzung, G. 130—132  
 Keller, G. 35, 79  
 Kimpe, W. F. M. 63, 125  
 Kind, E. G. 104  
 Kirchmayer, M. 41  
 Knatz, H. 184  
 Knauff, W. 113  
 Kneuper, G. 143, 146, 149, 159, 167  
 Koerner, K. 125  
 Konrad, H.-J. 165  
 Korejwo, K. 130, 141  
 Korfmann, W. 37  
 Kötter, K. 138, 178, 184  
 Krausse, F. 43  
 Krebs, W. 9  
 Kremp, G. 113  
 Krüger, J. 165  
 Krüpe, E. 47  
 Krusch, P. 20  
 Kukuk, P. 22, 47, 87  
 Kulick, J. 9
- Leckwijck, W. van 63  
 Legrand, R. 8  
 Leisser, J. 83  
 Lemcke, K. 171  
 Lenz, R. 161  
 Librovič, L. S. 8  
 Loboziak, S. 121, 124  
 Lotze, F. 81, 82, 139  
 Lüttig, G. 44  
 Lüttkehaus, M. 162
- Maass, R. 17  
 Mackowsky, M.-Th. 138, 173, 179—182, 184  
 Malmsheimer, W. K. 137  
 Malzahn, E. 130  
 Mamet, B. 8  
 Meinicke, K. 71  
 Meischnor, K.-D. 6, 114  
 Michelau, P. 19, 22, 23, 30, 32  
 Moore, L. R. 132  
 Morozova, V. G. 114  
 Mortelmans, G. 8  
 Müller, K. 88
- Nehm, W. 36  
 Nicolaus, H.-J. 9  
 Nötzold, E. 182
- Oberste-Brink, K. 22, 23, 35, 42  
 Oelert, H. H. 107  
 Otte, M. U. 184
- Paeckelmann, W. 8  
 Paproth, E. 5, 8, 11—13, 20, 23, 98, 109, 141, 161  
 Patijn, R. J. H. 106  
 Patteisky, K. 20, 23, 24, 48, 49, 51, 93  
 Pfeiffer, H. 16, 91, 130—133  
 Pickhardt, W. 178  
 Pilger, A. 41—43, 55—57  
 Plumhoff, Fr. 99, 140, 162  
 Porth, H. 133  
 Pruvost, P. 44, 161
- Rabien, A. 13  
 Rabitz, A. 19, 21—23, 27, 37, 109, 125, 137  
 Reimann, K. U. 162  
 Reis, O. M. 161  
 Robock, K. 178  
 Roll, A. 105  
 Rosenfeld, U. 41, 133  
 Rösler, H. J. 15  
 Rost, W. 141  
 Ruprecht, L. 9
- Sander, B. 43  
 Schaub, H. 138  
 Scherp, A. 137, 138  
 Schimanski, W. 141  
 Schimazek, J. 184  
 Schindewolf, O. H. 8, 16  
 Schlepper, H. 38  
 Schloms, H. 22, 35, 137  
 Schmidt, H. 8, 16, 23, 28  
 Schneider, H. E. 161  
 Schöneich, H. 130  
 Schöne-Warnefeld, G. 125  
 Schuster, A. 88, 93—99, 109, 112, 136, 138—141  
 Simonis, W. 184  
 Sittig, E. 16  
 Smith, A. H. V. 121, 123, 124  
 Spiegelhalter, F. 16  
 Stach, E. 180  
 Stadler, G. 22, 23, 55—57, 73, 76, 77, 82, 86, 97, 125, 126, 139, 140, 182  
 Stahl, W. 101, 103, 104, 106  
 Stockmans, F. 63  
 Strachow, N. M. 139  
 Strauch, F. 114
- Taylor, G. H. 180, 184  
 Teichmüller, M. 44, 47—49, 51, 69, 71, 72, 83, 84, 86, 101—103, 131, 159, 180, 181  
 Teichmüller, R. 21, 37, 40, 44, 47—49, 51, 69, 71, 72, 82—84, 86, 91, 101—103, 129, 131—133, 137, 138, 140, 159  
 Thiadens, A. A. 94, 95, 132, 133

Thiermann, A. 82  
Treptow, O. 185, 188, 191  
Trusheim, F. 87

Vangerow, E. F. 113  
Voges, A. 8  
Vöhringer, E. 8, 16

Wagner, R. 171  
Warth, M. 162  
Wegehaupt, H. 52

Wegner, Th. 87  
Wehrli, H. 137  
Weiss, E. 161  
Wendt, A. 137  
Wijkerslooth, P. de 71, 72  
Wolburg, J. 82, 131, 137  
Wolf, M. 125, 126, 137, 182  
Woodland, A. W. 135  
Wunstorf, W. 66

Ziegler, W. 44

## Orts-, Sach- und Fossilregister

- Aachen 1, 2, 5, 7, 10, 48, 61, 62, 64, 110—112,  
 127, 191—193, 195, 196, 198, 199  
 Aachener Karbon 112, 125  
 — Kohlenkalk 10, 11  
 — Revier 3, 63, 69, 71—73, 83, 110, 115, 125,  
 126, 131, 132, 182, 185, 191, 193  
 Abbaubetriebspunkte 197, 198  
 — -geschwindigkeit 197, 198  
 Absatzgliederung 188  
 Acker-Bruchberg 7  
*Agastrioceras carinatum* 23, 92, 111  
 — *subcrenatum* 111, 112  
*Agathamminoides* 113  
 Alaunschiefer 5, 12, 14, 15, 132  
 Alburger Paläozoikum 10  
 Alemannisch-Böhmische Insel 167, 168  
 — -Moldanubischer Scheitel 11, 16  
*Alethopteris davreuxi* 117  
 — *decurrens* 117, 118  
 — *grandini* 117, 118  
 — *intermedia* 117, 118  
 — *lonchitica-serli* 117  
 — *valida* 117  
 Alginit 178, 179  
 Aliphate 108  
 Aller 136  
*Alloiopteris coralloides* 117  
 — *essinghi* 117  
 — *sternbergi* 117  
 Alportium 110  
*Amblypterus* sp. 99  
 Aminosäuren 106  
*Ammodiscus* 93, 113  
*Ammonellipsites (Kaypericyclus) kochi* 6, 9  
*Anapiculatisporites isselburgensis* 122  
*anchoralis-bilineatus*-Interregnum 9  
 Anhydrit 105, 106  
 Ankerit 58, 59, 73, 183  
*Annularia microphylla* 116, 118  
 — *radiata* 116  
 — *sphenophylloides* 116  
 — *stellata* 119  
 Anomalie, magnetische 55, 69, 71, 86  
*Anomalonema remauxi* 33  
*Anthracoceras* 26, 92, 109  
 — *aegiranum* 32, 96, 112  
 — *arcuatilobum* 92  
 — cf. *discus* 92  
 — *vanderbeckei* 29, 95  
*Anthraconaia* 109, 112, 161  
 — ? cf. *carbonaria* 98  
 — ? *goldfussiana* 98  
*Anthraconauta* 23, 109, 112  
 — *phillipsii* 112  
 — *tenuis* 33  
*Anthracosia* 66, 67, 109, 112  
 — ovum-Gesellschaft 112  
 — *regularis*-Fauna 112  
*Anthracosphaerium* 109  
 Anthrazit 24, 26, 48, 50, 69, 72, 78, 83, 103,  
 132, 147, 173, 192  
 — -Stadium 105  
 Apatit 126, 127, 183  
 Aprathium 6, 9  
*Archegonus (Archegonus) aequalis* 7  
 — — *antecedens* 7  
*Archegonus (Phyllibole) aff. moravicus* 7  
 — — *aprathensis* 7  
 — — *drewerensis* 7  
 — — *nehdenensis* 7  
 — — *nitidus nitidus* 7  
*Archegonus (Waribole) warsteinensis* 7  
 Arnsberg 131  
 Arnsbergium 110  
 Aschegehalt 182  
 Assise d'Anzin 123  
 — de Bruay 123  
 — de Flines 123  
 — de Vicoigne 123  
*Asterophyllites charaeformis* 116  
 — *equisetiformis* 116  
 — *equisetiformis* f. *schlottheimi* 119  
 — *grandis* 116  
 — *longifolius* 116  
 Asturische Faltung (Phase) 53, 192  
 Augenschiefertone 28  
 Automation 198  
 Autunien 161  
 Autuno-Stefanien 162  
 Baden-Baden 168—170  
 Badenweiler 10  
 Bad Kreuznach 163, 168  
*Balvia acuta* 6  
 — *prorsum* 6  
 Balvium 6, 8  
 Bardenberg 70  
 Barrandium 11  
 Bayern 185  
 Becken, Erbsendorfer 170  
 —, Kölner 185  
 —, Lothringer 144  
 —, Mainzer 163  
 —, Molasse- 141, 143

- , Münstersches Kreide- 76, 87
- , Namur- 132, 133, 141
- , Niedersächsisches 87, 105
- , Nordfranzösisches Kohlen- 123, 124
- , Nordwestdeutsches 104, 106
- , Oberkarbon- 132
- , Paralisches Kohlen- 109
- , Rheinisch-Westfälisches Steinkohlen- 175
- , rhenohertzynisches 12
- , Saale- 169, 170
- , Saar- 143, 146—149, 151, 155, 158, 159, 161, 167, 169, 170
- , Saar-lothringisches Steinkohlen- 179
- , Saar-Nahe- 1
- , saxothuringisches 12
- , Stefan- 37, 40, 136, 140
- , Stockheimer 170
- , subvariscisches Kohlen- 72
- , — Molasse- 137
- von Ronchamp 171
- , Westfal- 136, 141
- Beckum-Versmolder Querstruktur 19, 42
- Belecke 129, 131
- Belgien 1, 10, 30, 31, 44, 61, 109, 110, 141
- Bellisporos nitidus* 121, 122
- Bentheim 98, 131, 138
- Bergaer Antiklinorium 16
- Berghaupten 170, 171
- Betriebskonzentration 198
- -punktförderung 194
- Bielefeld 91, 93, 102, 133
- Biophasen 109
- Bislich 45
- Blattverschiebungen 42—45, 57, 59
- Bleiglanz 58, 59, 73, 183
- Blei-Zink-Vererzung 55, 57, 73
- Bochum 21, 26, 27, 29, 36, 38—40, 49, 51, 52, 129
- Bockrader Graben 77, 79—84
- Bodensee 168, 171
- Bogheadkohle 177—179, 181
- Böhmen 167
- Böhmisch-Bayerischer Wald 168, 170
- Böhmische Masse 15, 170
- Bohlen bei Saalfeld 16
- Bohrlochmessungen 88, 91, 92, 94, 95, 97, 136
- Bohrlochzone 41
- Bohrung Adorf Z 6 88
- — Z 11 88
- — Z 13 88
- Alsbachtal 152, 154
- Am Pompenberg 52
- Annaveen Z 1 88
- — Z 3 88
- — Z 4 88
- Apeldorn Z 2 99
- Arsten Z 1 90, 133
- Bad Lippspringe (1962) 89, 131
- Balderhaar Z 1 88, 90, 93, 95, 132, 133, 137
- Bevergern 1 95
- Bielefeld 1 89—93, 129, 131—133
- Bockenem 1 89, 90, 92, 131
- Borghorst 1 102
- Brakel 1 89, 91, 92, 131
- Buchhorst Z 4 90
- Burgsteinfurt 1 102
- Coesfeld-Süd 1 102
- Colmen 145
- Dalum Z 4 88
- — Z 5 88
- — Z 6 88
- Differten 157
- Dingelsdorf 1 171
- Dransfeld 1 89, 91
- Dwingelo 2 94, 95, 132, 133
- Ellerburg Z 1 102
- Emlichheim N Z 1 88
- — N Z 2 88
- — N Z 3 88
- — T 1 88
- — Z 6 88
- — Z 7 88
- — Z 8 88
- Esche Z 3 88
- Esche Z 4 88
- Frenswegen 3 88
- Frenswegen 5 88
- Getelo Z 1 88
- Groothusen Z 1 90, 102, 137
- Hahndorf Z 1 130
- Hameln 2 89, 92, 131
- Haustenbeck 89, 131
- Hebelemeer Z 2 88
- Heinitz 3/57 153
- — 4/57 153
- — 1/61 153
- Herste 17 89, 92, 131
- Homer 1 102
- Hoya Z 1 90, 96, 97, 102, 137, 139
- Hoyel Z 1 89, 90, 92, 93
- Ibbenbüren II 79, 80
- — IV 75, 76, 79, 80, 85
- Isselburg 3 21, 88—91, 129, 131, 132
- — Z 3 36
- Itterbeck-Halle Z 3 88
- — Z 5 88, 96, 97
- — Z 6 88, 97
- — Z 7 88
- — Z 8 88
- — Z 9 88
- Kalle Z 3 88
- — Z 4 88
- Kallmoor Z 1 133

- Klarenthal 1 154
- — 2 154
- Lauenau Z 1 89, 90, 92, 93, 131, 132
- Lehrte Z 1 89
- Lieme 1 89, 90, 92, 93, 131, 133
- Limbergen 1 138
- Linsburg Z 1 89, 92, 93
- Lippermulde 1 33, 133
- — 1a 137
- — 2 39
- — 3 39
- Lippspringe 89, 102, 131
- Münsterland 1 21, 25, 44, 88—91, 93, 129, 131, 133, 137
- Neuenhaus Z 2 88
- Neuenkirchen 1 102
- Norddeutschland 8 90, 93, 102, 132, 133, 137, 138
- Nordhorn Z 1 88
- Nordlicht-Ost 1 102
- Nordsee A 1 94, 97, 132, 133, 137
- — B 2 90, 98, 99, 140
- — D 1 98
- — E 1 98, 99, 132, 133, 137, 140
- Northeim 1 89—92, 131
- Oberlanger Tenge Z 1 90, 98, 99
- Ochtrup Z 1 102
- Oeveringen Z 1 88
- Rastpfuhl 154
- Ratzel Z 2 88
- — Z 3 88
- — Z 4 88
- — Z 5 88
- — Z 6 88
- Rehbürg Z 1 89, 92, 93, 131, 133
- Rehden 6 90
- — 10 90
- — 19 88, 90
- — 20 88, 90
- — 21 90
- Rosenthal 69
- Saar 1 130, 147, 153, 159
- Saarbrücken Nord 153, 154
- — West 2 153
- Schale Z 1 90
- Schlichthorst 1 102
- Sellien 3 Z 89, 92, 131
- Solling-Devon 1 89
- Stangenmühle 152
- Stenden 2 131
- Stolzenau Z 1 90, 95
- Straeten 1 62, 67, 69
- Uelzen Z 1 88, 95
- — Z 2 88
- — Z 3 88
- , Untertage- (UB) 150 Ibbenbüren 75, 76, 85, 96
- 3 Velsen 154
- Vermold 1 88—91, 93, 129, 131, 132
- Victorbur Z 1 90, 97, 132, 133, 137
- Vierbaumer Heide 52
- Vingerhoets 93 89, 131
- Waldbach 152
- Wielen Z 1 88
- — Z 3 88
- — Z 4 88
- — Z 5 88
- — Z 6 88
- — Z 7 88
- Wietmarschen Z 2 88
- Wilsum Z 1 88
- — Z 2 88
- Wolfsberg 145
- Wulfen 5 57
- Wustrow Z 1 89—93, 131, 132, 135
- Zeddarn 1 132
- 1 (1961) 154
- Bor 139, 140
- Bothrodendron minutifolium* 116
- Brabanter Massiv 130
- Scholle 11
- Brachiopoden, articulate 23
- Bramsche 77
- Bramscher Massiv 48, 86, 101, 102, 104—107
- Brandschiefer 175, 177
- Braunkohle 185
- Breitenbach 163, 164
- Briketts 187, 188
- Brlon 91
- Bruchfeld von Düppenweiler 146
- Bruchschollenbau 72
- Buntsandstein 102—104, 106, 107, 143—145, 148, 163, 191
- Burgsteinfurt 95
- Cadiospora?* 122, 124
- Calcaire de Calonne 8
- Callipteris conferta* 162, 163
- Campan 82
- Caneyella* 110
- Carbominerit 180, 181
- Carbonatisierung 105
- Carbonatwälle 106
- Carbonicola* 66, 109
- *bipennis*-Fauna 112
- *crisagalli*-Fauna 112
- *protea*-Gesellschaft 112
- *pseudorobusta*-Fauna 112
- *agnes* 113
- *humilis* 113
- humilis* 113
- Castrop 25
- C-Gehalt 178, 182
- <sup>13</sup>C 103, 104, 106

- $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Verhältnis 103, 104, 106  
 Cephalopoden 5, 6, 8, 20  
 — -Knollenkalk 15  
 Chalkopyrit 183  
 Chlorit 126, 183  
 Chokierium 110  
*Cingulizonates* 124  
 — *loricatus* 122  
 Clarain 174  
 Clarit 181  
 Collinit 178, 180, 184  
 Colmar 171  
 Conchostraken 31—33  
 Conodonten 5, 17, 113, 114  
*Convruccosporites triquetrus* 30, 122, 124  
 CO<sub>2</sub>-Provinz 105, 107  
 Cordaitelinit 178  
*Cordaites palmaeformis* 117  
 — *principalis* 117  
 Corpocollinit 178  
 Couches de passage 12  
 Crandallit 126, 127  
 Crassisporinit 178  
*Cravenoceras cowlingsense* 111  
 — cf. *cowlingsense* 92  
 — *holmesi* 111  
 — *leion* 6, 9, 19, 111  
 — *malhamense* 111  
*Cravenoceratoides nititoides* 111  
 — *stellarum* 111  
 Cubanit 59  
*Curvirimula* 109  
 Cyclotheme 22, 24, 26, 33, 109  
*Cymaclymenia euryomphala* 6
- Dannenberg 91  
 Deckdiabas 7, 13  
 Deformations-Ellipsoid 43  
*Densosporites* 124  
 — *anulatus* 122, 123  
 — — -Assemblage 123  
 — *sphaerotriangularis* 122—124  
 Desmicollinit 178  
 Dessau 167, 168  
 detritische Kalke 5, 7, 9  
 Devon 44, 53, 62, 72, 105, 135, 138, 163, 170  
 Devon/Karbon-Grenze 5  
 Diabas 7, 15  
 — -gänge 95  
*Diacoryphe* 7  
 Diaspor 126, 127, 139  
 Dickit 58  
*Dictyoclostus aegiranus* 32  
*Dictyotriletes bireticulatus* 29, 30, 122—124  
 — — -Assemblage 123, 124  
 — *densoreticulatus* 30, 122, 124  
 Dieselöl 186
- Dimorphoceras* 109  
 Dinantium (Dinant) 1, 3, 5, 6, 8—10, 12, 13,  
 15—17, 20, 53, 62, 89—91, 105, 110, 131  
 Dinantium/Namurium-Grenze 110  
 Dinant/Siles-Grenze 91  
 Dingelsdorf 169  
*Diplocalamites carinatus* 116  
 Dirmingen 161, 163—166  
 Dolomit 183  
 —, oberer 7, 11  
 —, unterer 7, 11  
*Donetzoceras sigma* 23, 110, 111  
 Dörrenbach 164  
 Dorsten 51, 58, 134, 135, 138  
 Dortmund 21, 24—26, 28, 30, 36—40, 51  
 Dortmunder Linie 57  
 Dortmund-Winterswijker Aufwölbung 42  
 Düppenweiler 144  
 Duisburg 21, 30, 45, 51, 52, 131  
 Durain 173, 174  
 Durit 180, 181
- Edmooroceras tornquisti* 6, 9  
 Eifel 61  
 Eisenerz 158  
 Eisenach 169  
 Eisenspat 113  
 Elektronenmikroskopie 180  
 Emden 90, 98, 102, 131  
 Ems 102, 107, 136, 192  
 Emsland 37, 40, 107, 108, 139  
*Endosporites globiformis* 122, 123  
 England (s. auch Großbritannien) 33, 110,  
 114, 139, 141  
 Ennepe-Flexur 51  
 Entgasung 1  
*Entogonites grimmeri* 6  
 — *nasutus* 6, 9  
 — Mineralien 182  
 Erbdorf 169  
 Erdbacher Kalk 9  
 Erdbachium 6, 8  
 Erdgas 87, 101, 103—106, 129, 186, 189  
 Erdgasfeld Bahnsen 107  
 — Barrien 107  
 — Groningen 88, 102, 106, 107  
 — Groothusen 102, 107, 132, 133  
 — Hemmelte 107  
 — Hengstlage 107  
 — Rehden 102, 107  
 — Rütenbrock 107  
 — Siedenburg/Staffhorst 107  
 — Wustrow 107  
 — -lagerstätte 104, 105, 107, 186  
 Erdöl 87, 105, 108, 129, 189  
 — -gas 103

- Erkelenz 1, 61, 62, 66, 69, 73  
 Erkelenzer Hochscholle 61  
 — Revier 61, 62  
 Eruptivbreccien 16  
 Erzminerale, oxydische 183  
 —, sulfidische 183  
 Eschweiler 62, 63, 71  
 Essen 21, 27, 28, 36—40, 51, 57  
 Essen-Dellwig 57  
 Essen-Dorstener Lineament 42, 57  
 Esskohle 24, 26, 50, 53, 83, 103  
 Esskohlen-Stadium 83  
*Euestheria cf. limbata* 98  
*Eumorphoceras bisulcatum* 63, 111  
 — *pseudobilingue* 6, 63  
 — (*Edmooroceras*) *tornquisti* 111  
 Exinit 107, 178, 179, 181, 184
- Fahlerz 58  
 Faisceau de Chandeleur 123  
 — d'Ernest 123  
 — de Meunière 123  
 — de Modeste 123  
 — d'Olympe 123  
 — de Poilleuse 123  
 — de Six-Sillon 123  
 Falten Spiegel 21, 27, 31  
 — -verspringen 42  
 Faserkohle 174, 177  
 Faulschlammkohle 173  
 FeCO<sub>3</sub>-Konkretionen 183  
 FeS<sub>2</sub>-CuFeS<sub>2</sub>-ZnS-Konkretionen 183  
 Fettkohle 26, 29, 50, 53, 101, 103, 147  
 Fettkohlenstadium 27, 83, 105, 108, 131  
 Fichtelgebirge 168  
 Fischschuppen 31, 99  
 Flammkohle 32, 53, 103, 155, 159, 173, 192  
 Flechtingen-Roßlauer Scholle 91  
 Flechtinger Höhenzug 9, 10, 12, 89, 136  
*Florinites* 122, 124  
 — *cf. florini* 122, 124  
 — -Maximum 124  
 — *media pudens* 122  
 — *minutus* 32, 122, 124  
 Flöz 1 (= Stolberg) 150—152, 154, 156  
 — 1 Süd 150, 153  
 — 2 75, 85, 154, 156  
 — 3 154, 156  
 — 4 154, 156  
 — 5 156  
 — 6 154, 156  
 — 7 154, 156  
 — 7a 156  
 — 7c 156  
 — 7 Süd 145, 150, 151
- 8 156  
 — 9 156  
 — 9a 156  
 — 10 156  
 — 10a 156  
 — 10b 156  
 — 30 62  
 — 45 (= S) 85  
 — A 29, 62, 95, 127  
 — Ägir (Aegir) 21, 30—33, 35, 37—39, 58,  
 62, 76, 85, 95, 96, 114, 116, 118, 122, 124,  
 127  
 — Albert 138  
 — — 1 27  
 — — 2 27  
 — — 3 27  
 — — 4 28  
 — Alte Haase 23, 24  
 — André 150, 158  
 — Angelika 1 27  
 — Angelika 2 27  
 — Anna 123  
 — — 1 27  
 — — 2 27  
 — B 29, 95  
 — Baldur 32, 33, 96, 127  
 — Besserdich 23, 126  
 — Beust 150  
 — Blücher 37, 126  
 — — 1 27  
 — — 2 27, 28  
 — Borstel 156  
 — Braun 156  
 —, Breitenbacher (= Grenzkohlen-,  
 Hausbrand-) 150, 158, 163, 164, 166  
 — Buchholz-Hauptflöz 75  
 — C 29, 95  
 — Carlowitz 156  
 — Cremer 23  
 — D 29, 95  
 — Dickebank 27, 126  
 — Dickenberg 76, 77, 97, 119  
 — Dünnebank 27  
 —, Heusweiler (Flöze) 150  
 — Erda 32, 33, 77, 96, 115, 127  
 — Ernestine 27, 126, 182  
 —, Illinger (Flöze) 150, 158  
 — F 29, 52, 95  
 — Finefrau 25, 26, 65, 126, 134  
 — Finefrau-Nebenbank 25, 26, 37, 65, 67,  
 116, 118, 126  
 — Fink 25  
 — Flottwell 85, 97  
 — Franz 97  
 — G 95  
 — G 1 29  
 — G 2 29

- Geitling 1 25, 26, 126
- — 2 25, 26, 126
- Girondelle 1 25, 26, 126
- — 2 25, 26, 126
- — 3 25, 26, 126
- — 4 25, 26, 126
- — 5 25, 26, 126
- — 6 25, 26, 126
- — 7 (Niveau) 25, 126
- — 8 (Niveau) 25, 126
- — 9 25, 26, 126
- Glücksburg 75, 83—85
- Gneisenau 156
- Gottessegen 23
- Grangeleisen 150, 158
- , Grenzkohlen- (= Breitenbacher Flöz)  
158
- Gretchen 1 27
- — 2 27
- Grimberg 1 29, 122, 127
- — 2 (Niveau) 29
- — 3 29
- Grolmann 156
- Großlangenberg 70—72
- Gudrun 32, 33
- Gustav 27, 36
- H 29, 95, 127
- H 1 30, 37
- Hagen 1 38, 39, 77, 116, 118, 122, 124
- Hauptflöz 23, 126, 129, 132
- Helene 27
- Henry 154, 155
- Hermann 1 27
- — 2 27
- Hinnebecke 23, 24, 36, 110, 126
- Ida 1 27
- — 2 27
- Hugo 27, 28, 116, 118, 121, 122, 126
- -identifizierung 28, 29, 179, 180
- Itterbeck 97
- J 29, 95
- Jakob 1 27
- — 2 27, 28
- Johann 1 27, 28
- — 2 27
- Johannisstein 77
- Josepha 152
- K 29, 95
- Kallenberg 154
- Kalkkohle- 164
- Karl 65, 67, 126
- — 1 27, 36, 37
- — 2 27, 28, 37
- Karoline 27
- Katharina 21, 27—29, 35—37, 47, 58, 67,  
95, 114, 116, 118, 122, 123, 126, 127
- Klein-Athwerk 65, 67
- Kreftenscheer 182
- — 1 25, 26
- — 2 25, 26
- L 21, 29, 30, 37, 95, 116, 118, 122, 127
- Laura 95
- — 1 29, 127
- — 2 29, 127
- — 3 29, 127
- -leeres 20, 21
- Loki 32, 33, 96, 122, 124, 127
- Luise 27, 28
- Lummerschied (= Schwalbach) 150, 158
- M 30, 31, 95, 124
- Mathilde 1 27, 122
- — 2 27
- — 3 27
- Matthias 1 27
- — 2 27
- — 3 27
- Mausegatt 25, 26, 35, 126
- Mentor 25, 26
- — 1 26
- Midgard (= Mitgard) 32, 33, 58, 96, 124
- N 30, 31, 95, 124
- Nebenflöz 23
- Neuf্লöz 23, 24, 36, 37, 126, 132, 134
- Nostiz 156
- Padtkohl 64
- Parsifal (Parsival) 32, 96
- Plaßhofsbank 21, 25—28, 35, 37, 116, 118,  
126, 134
- Präsident 27, 28, 116, 118, 122, 126
- Q 30, 31, 95
- Reden 75, 85
- Robert 27, 36
- Röttgersbank 27, 121, 122
- Rübezahl 32, 33, 58, 96, 127
- Sandberg 67
- Sarnsbank 24—26, 62, 116, 118, 126, 134
- Sarnsbank 1 23
- — 2 21, 23, 25, 36, 37
- Sarnsbänksgen 23, 126
- -scharung 31
- Schieferbank 1 23
- — 2 23
- Schieferbänksgen 23
- Sengsbank 23, 24, 93, 118, 126, 134
- Sengsbänksgen 23, 24, 93
- Senteweck-Grauweck 65, 67
- Serlo 154
- Sonnenschein 22, 27, 28, 35, 49, 51, 58,  
64, 65, 69, 126, 177
- Sophie 152
- Steinknipp 64, 65, 67, 69
- Stolberg 156
- T (Bismarck) 30, 31, 116, 118, 122, 124, 127
- Thiele 156

- Thielemann Obk. 156
- — Ubk. 156
- U 30
- Victoria 127
- — 1 29, 95
- — 2 29, 95
- — 3 29, 95
- — 4 29, 95
- Wahlschied 150, 158
- Waldemar Obk. 156
- — Ubk. 156
- Wasserbank 1 (Dreckbank) 23
- — 2 23
- — 3 23, 24
- Wasserfall 27, 28, 126
- Wellington 1 27
- — 2 27
- — 4 27
- Wilhelm 65, 67, 126
- — 1 27, 28
- — 2 27, 28
- Wohlwerth 154
- Wrangel 156
- — Ubk. 156
- X 30
- Z 30, 32, 37, 76, 95, 127
- Zollverein 1 29, 30, 35, 95, 116, 118, 122, 127
- — 2 29, 30, 95, 127
- — 3 29, 30, 95, 127
- — 4 29, 30, 95, 127
- — 5 29, 30, 58, 95, 127
- — 6 29, 30, 95, 127
- — 7 29, 30, 95, 127
- — 8 29, 30, 95, 125, 127, 139
- — 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub> 29
- — 8<sup>3</sup>/<sub>4</sub> 29
- — 9 29, 95, 116, 118
- Flözarmes Mittel 151
- Flözaufspaltung 28, 31, 35
- -gleichstellung 38, 179, 180
- -gruppe Chriemhilt 32, 33, 96
- Donar 32, 33, 96
- Freya 32, 33, 96
- Girondelle 65, 67, 126
- Hagen 32, 33, 96, 127
- Ida 126, 182
- Iduna 32, 33, 96, 127
- Kobold 32, 33, 96
- Laura-Viktoria 65, 67, 76
- Matthias 126
- Nibelung 32, 33, 96
- O 30, 31, 95, 127, 138
- Odin 32, 33, 58, 96, 115
- P 30, 31, 76, 95, 127, 138
- Parsifal (Parsival) 32, 33, 96, 116, 118, 127
- R 30, 31, 95
- S 30, 31
- Schieferbank 114
- Schöttelchen 27, 28
- Siegfried 32, 33, 96
- Tristan 32, 33, 83, 122
- V 30
- W 30, 31, 127
- Wasserbank 20, 37, 126, 131, 132
- Y 30, 31
- Zollverein 37, 61, 65—67
- -schlitzproben 49
- -schnitt, makropetrographischer 173, 175, 176
- Flüchtige Bestandteile 47, 48, 50, 51, 54, 69, 71, 72, 83—85, 101—103, 105, 108, 159, 178, 182—184
- Foraminiferen 6, 12, 28—33, 37, 64, 66, 113
- Formkoks 184
- Fossil-„Horizonte“ 109
- — „Niveaus“ 109
- Frankenwald 9, 10, 15, 170
- Frasnium 9
- Frischwasser-Fazies 7, 12
- Fünen-Hoch 104
- Fungitelin 178
- Fusain 174
- Fusinit 178, 179, 182
- Fusit 180—182, 189
  
- Gabbro 95
- Galenit 183
- Gammaray 95—98
- Gasflammkohle 29, 31, 32, 50, 103, 159, 173
- -kohle 29, 31, 50, 101, 103, 159
- -kohlenstadium 27
- Gastrioceras 24
- *amaliae* 27, 28, 112
- *cancellatum* 23, 63, 110, 111
- — *ruræ* 92
- *catharinae* 29
- *circumnodosum* 25, 26, 65, 112
- *crenulatum* 23, 110
- *cumbriense* 110
- *kahrsi* 65
- *lineatum* 111
- *listeri* 25
- *subcrenatum* 25, 26, 64, 65
- Gastrioceraten 109
- Gattendorfia 8
- *crassa* 6
- *subinvoluta* 6
- Gattendorfia-Kalk 8
- Gefrierverfahren 194
- Geigen-Bruch 16

- Geilenkirchen 62, 73  
 Gelicollinit 178  
 Gelsenkirchen 25, 27, 45, 58, 139  
 Geschwender Entwicklung 16, 17  
 Gewinnungsmaschinen 194  
 Givet (Givetium) 9, 147  
 Gladbeck 57  
 Glanzbraunkohlen-Stadium 101  
 — -kohle 174—176  
 Glanzstreifenkohle 176  
*Glomospira* 113  
*Glomospirella* 113  
*Gnathodus* 114  
 — *bilineatus bilineatus* 6  
 — — -Interregnum 6  
 Goniatiten 8, 22—24, 29, 63, 65, 67, 109, 110,  
 113, 114, 126  
*Goniatites crenistria* 6  
 — — *crenistria* 6  
 — — *intermedius* 6  
 — — *schmidtianus* 6  
 — *granosus* 6, 111  
 — — *poststriatus* 6  
 — *schaelkensis* 6, 9  
 — *striatus* 6  
 — — *elegans* 6  
 — — *falcatus* 6  
 — — *mucronatus* 6  
 — — *sphaericostratus* 6  
 — — *striatus* 6  
 Goslar 130  
 Göttingen 91  
 Graphitierung 179  
 Graue Folge 132  
 Graufolge 164, 166  
 Graupentonstein 126, 127  
 Grau-Rot-Folge 165  
 Grauserie 161, 165  
 Grauwacken 5, 7, 13, 14  
 — -Schiefer-Serie 16  
 gravimetrische Anomalie 86, 102  
 Gronau 95  
 Groningen 88, 106, 136  
 Großbritannien (s. auch England) 109, 110,  
 121, 123, 124, 175, 193  
 Grube Camphausen 156  
 — Camphausen-Franziska 150  
 — Dechen 150, 153, 156  
 — Ensdorf 150  
 — Geislautern 155  
 — Götzelborn 150, 152, 155  
 — Heinitz 150, 156  
 — Hirschbach 151  
 — Jägersfreude 150, 156  
 — König 150, 151, 153, 156  
 — Kohlwald 150, 152, 155  
 — Luisenthal 150—152, 156  
 — Maybach 150, 156  
 — Reden 151, 156  
 — Reden-Fett 155  
 — Reden-Flamm 150, 155, 157  
 — St. Barbara 150, 151, 155  
 — St.-Barbara-Frankenholz 150, 151, 155  
 — St. Ingbert 150, 151, 153  
 — Velsen 151  
 — Viktoria 150, 155  
 — Von der Heydt 155  
 — Warndt 151, 152, 155, 157  
 Gulpen-Flora 63  
  
 Haard Wechsel (Z.B.) 177  
 Hagen 20, 36, 38—40  
 Halbglanzkohle 174  
 Halle 143, 168—170  
 Hämatit 183  
 Hangenberg-Kalk 8, 15  
 — -Schiefer 8, 15  
 Hangende Alaunschiefer 3, 19, 20  
 Hannover 102, 107, 131, 132, 136, 192  
*Haplophragmoides* cf. *ciscoensis* 113  
 Haren a. d. Ems 98  
 Harz 7—14, 16, 89, 91, 107, 130, 131, 133,  
 136, 169, 170  
 Haßlinghausen 47, 53, 133, 134  
 Hattingen 26  
 Hauptdolomit 108  
 Hauptergußgesteinskomplex 16, 17  
 Heerlener Klassifikation 122, 123  
 — Kongreß, 1. (1927) 25  
 — Konvention (1935) 6  
 Heizöl 186, 195  
 Hellefelder Kalk 7, 14  
 Helmstedt 185  
 Hemer 131  
 Herzogenrath 70  
 herzynische Fazies 5, 12  
 Hessen 168, 185  
 Hohes Venn 10  
 Holland 114, 141  
 Holländisch-Limburg 131  
*Hollinella* 113  
 Holz 144  
*Homoceras beyrichianum* 111  
 — *diadema* 111  
 — *henkei* 63, 111  
 — *magistrorum* 111  
 — aff. *magistrorum* 111  
 — *moorei* 111  
 — *smithi* 63, 111  
 — *striolatum* 92  
 — *subglobosum* 111  
*Homoceratoides* 26  
 — *forteliriter* 111  
 — *varicatum* 63, 111

- Hoppecke-Tal 91  
 Horizont (s. auch Niveau)  
 —, Ägir- (Aegir-) 21, 30, 33, 76, 112  
 —, Alte Haase- 23  
 —, Bernhardt- 23, 24  
 —, Besserdich- 23, 24  
 —, Bickfelder 23, 24  
 —, Cremer- 23, 24, 92, 93  
 —, Domina- 21, 29, 30, 62, 65, 66  
 —, Estherien- 97, 99  
 —, Finefrau- 61  
 —, Finefrau-Nebenbank- 25  
 —, *Gastrioceras cumbriense*- 110  
 —, Geitling 2- 25  
 —, Girondelle 1- 25  
 —, — 2- 25  
 —, — 6- 25  
 —, — 8- 25  
 —, — 9- 25  
 —, Gottessegen- 24  
 —, Hauptflöz 23, 24, 110  
 —, Hinnebecke- 23, 110  
 —, Katharina- 21, 27, 29, 37, 65—67, 90  
 —, Kobold- 32  
 —, Krebs-Traufe- 63, 64  
 —, Kreftenscheer- 25  
 —, L- 31  
 —, *Leia*- 158  
 —, Luise- 27  
 —, Midgard- 32  
 —, Neptun- 76  
 —, Plaßhofsbank- 21, 25, 27, 64, 65  
 —, Sarnsbank- 21, 23, 25, 64, 65  
 —, Schieferbank- 23, 110  
 —, Schöttelchen- 27  
 —, Tristan- 32  
 —, Wasserbank- 23, 27  
 —, Wasserfall- 64, 65, 67  
 —, Wilhelmine- 63  
 Hox-Berg 165, 166  
 Hückelhoven 69  
*Hudsonoceras catharinae* 112  
 — *ornatum* 63, 111  
 — *proteum* 63, 111  
 Hüggel 3, 75—77, 81, 83, 87  
 Humusgel 180  
 — -kohle 173, 178  
 Hunsrück 144, 146, 148, 163, 167, 168  
*Hyperammina* 93, 113  
  
 Ibbenbüren 1—3, 44, 48, 75—79, 83, 85, 87,  
 93, 96, 102, 115, 121, 127, 182, 185, 191—  
 193, 198, 199  
 Ibbenbürener Bergplatte 79  
 — Karbon 125  
 — — -scholle 44, 75, 79—81, 84  
  
*Idiognathus* 114  
 — *fiébigi* 114  
*Illinites unicus* 162  
*Imitoceras patens* 6  
 Inde 62  
 Inertinit 178, 181  
 — -gruppe 179  
 Inertit 181, 184  
 Inertodetrinit 178  
 Inkohlung 1, 44, 47, 48, 50, 52—56, 69, 71,  
 72, 83, 84, 86, 87, 101—106, 121, 131, 159,  
 173  
 —, postkarbonische 105  
 — -sgase 87, 103  
 — -sgrad 47, 72, 102, 108, 147, 155, 159, 173,  
 175, 178, 179, 182, 184  
 — -sgradient 48, 52, 53, 55  
 — -skarte 182  
 — -stadium 108  
 —, synorogene 159  
 Isanomalen 69  
 Isovolen 48, 49, 53, 69, 83—85  
 Issum 25  
  
*Jonesina* 113  
 — *arcuata arcuata* 113  
 — *arcuata cingulata* 113  
 — *robusta* 113  
 jungvariscische Bewegungen 82  
 Jura 45, 80, 81, 104, 144, 191  
  
 Kaiserslautern 163  
 Kamen 36, 37, 134, 135  
 Kammerkoks 184  
 Kamp-Lintfort 25, 26, 51  
 Kännel-Kohle (s. auch Kennelkohle) 181  
 kaolinischer Kohlentonstein 137, 139, 140  
 Kaolinit 58, 183  
 Kaolin-Kohlentonstein 2, 22—24, 28—33, 37,  
 61, 76, 77, 97, 109, 125—127, 151, 182  
 Kaolin-Kohlentonstein 1 (= Tonstein 1) 155  
 — — 2 (= Tonstein 2) 151, 155  
 — — 5 (= Tonstein 5) 151  
 Kapellen 26  
 Karbon, flözleeres 20, 21  
 — -oberfläche 21, 27, 31, 41, 45, 52, 67, 94,  
 99, 191  
 — /Perm-Grenze 158, 161, 162, 166  
 —, produktives 20, 21  
 — -scholle von Ibbenbüren 83  
 — von Ibbenbüren 119, 125  
 Kasachstan 8  
 Kassel 168

- Kellerwald 13  
 — -Horst 10, 13  
 — -Quarzit 7  
 Kennelkohle (s. auch Kännel-Kohle) 177, 178  
 — /Bogheadkohlen 179  
 Kernenergie 186, 189  
 Kettwig 37  
 Keuper 104, 144  
 Kieselige Übergangsschichten 3, 7, 9, 14  
 Kieselschiefer 5, 7, 14  
 Kinderscoutium 110  
 Kirchgattendorf 16  
 Klara-Gang 57, 59, 60  
 Klarenthaler Kuppe 143  
 Knollenkalk 5, 8, 15  
 Knüppescher Graben 79, 81  
 Kohle-Berge-Mischtypen 175  
 Kohlegewinnung, hydraulische 184  
 — -kalk 7, 8, 10, 12, 15, 21, 52, 61, 63, 131  
 — — -Fazies 6, 12  
 — — -Linsen 15  
 — —, Mittlerer 3, 7, 11  
 — —, Oberer 3, 7, 11, 12  
 — —, Unterer 7, 11  
 Kohlenstoffisotopen-Untersuchungen 103  
 — — -Isotopenverhältnis 103  
 — -veredlung 179, 180, 182, 184, 185  
 Kohlscheid 70  
 Kokereigas 185  
 Koks 187—189, 195  
 — -bildungsvermögen 183  
 — -erzeugung 185, 193, 195, 196  
 — -kohle 183, 186, 189, 195, 199  
 — -verbrauch 186  
 Köln 131, 168, 169  
 Kondensate 107, 108  
 Konglomerat, Burgholzer 111  
 —, Dirminger 150, 161, 165, 166  
 —, Finefrau- 65, 66, 137, 138  
 —, Gedauer 63, 111  
 —, Holzer 3, 150, 152, 155, 157, 158  
 —, Hoxberg- 164—166  
 — von Menden 44  
 —, Kaisberg- 23, 24, 131  
 —, Kulm- 16  
 —, Namur- 147  
 —, Rotliegend-Basis- 99  
 —, Wasserbank- 24  
 Königsberg-Kuppel 163  
 Kopenhagen 19  
 Kopolithenschiefer 158  
 Korallen-Brachiopoden-Fauna 15  
 Krefeld 2, 36, 38—40, 51, 52, 55, 76, 89, 131, 134, 192  
 Krefelder Gewölbe 19, 21, 25, 37, 42, 51, 52, 131  
 Kreide 191  
 — /Tertiär-Wende 192  
 Kreuznacher Gruppe 148  
 Kristalltonstein 126, 127  
 Kryptocorpcollinit 178  
 Kryptomaceral 178, 180  
 Kryptotelinit 178, 180  
 Kulm 8, 12—14, 52, 91, 130, 131  
 Kulm-Fazies 6—8, 12, 13, 15, 110  
 — -Grauwacke 3, 7, 9, 13, 14  
 — -Kieselkalk 3, 7, 9, 14  
 — -Kieselschiefer 8, 14  
 — -Lydite 3, 7, 8, 14  
 — -Plattenkalk 7, 9, 14  
 — -Tonschiefer 3, 7, 9, 14  
*Kulmiella westphalica* 7  
 Kupferkies 58, 59, 73, 183  
 — -schiefer 77, 101  
 Kuseler Gruppe 161, 163, 165  
 Küstenmoore 137  
 Kutikulenclarite 181  
 Kutinit 178, 179  
 Kyffhäuser 167, 170  
 Laach 171  
 Langenaubach—Breitscheider Riff 9  
 Lebacher Graben 165  
 Leine 136  
 Leipzig 168—170  
 Lemberg 164  
 Lenzkirch 10  
*Lepidodendron aculeatum* 16  
 — *lycopodioides* 116  
 — *obovatum* 116  
 — *wortheni* 116  
 Lepidokrokit 183  
*Lepidophloios larinus* 116  
 Lepidophytenelinit 180  
 Lias 82  
 Liegende Alaunschiefer 3, 7, 8, 14, 15  
 Limburg (Holland) 113  
 Lineamente 57  
*Lingula* 31, 65, 67, 109, 112  
 — *mytilloides* 30, 64  
 Linguliden 23, 24, 26, 28, 126, 139  
 Linker Niederrhein 49, 53, 55, 112, 131, 138  
 linksrheinisches Schiefergebirge 9  
 Linneit 58, 70  
*Linopteris neuropteroides* 32, 97, 115, 117, 119  
 — *obliqua* 119  
 Lintorf 57  
*Liobole glabra bottkei* 7  
 — *glabra glabra* 7  
 — *glabra hiemalis* 7  
 — *glabroides* 7

- Liobole* sp. 7  
*Liobolina nebulosa* 7  
— *submonstrans submonstrans* 7  
Lippe 41, 53, 76, 134  
Liptinit 181  
Liptit 181  
Liptobiolithe 149  
Liptodetrinit 178  
Lithotypen 173—175  
*Lituola?* sp. 113  
*Lonchopteris rugosa* 27, 29, 64, 66, 115, 117, 118  
Lothringen 48, 143, 155, 167  
Lothringische Minette-Erze 72  
Lower Carboniferous Limestone 8  
— Coal Measures 121, 123  
Lugisch-Silesische Scholle 11  
Lumineszenzmikroskopie 180  
Lünen 23  
Lüttich 2  
*Lycospora* 162  
Lydit 14  
*Lyginopteris hoeninghausi* 65
- Maas** 143  
Macerale, Maceralvarietäten, Maceralgruppen 175, 178—184  
Maceralgruppen-Analyse 179, 180  
— -zusammensetzung 182, 184  
— -vergesellschaftungen 180  
Magdeburg 91, 131, 133  
Magerkohle 24, 26, 50, 53, 69, 83, 103  
Magnetkies 58, 59  
Main Estheria Band 97, 139, 141  
Mainz 162, 168, 169  
Makrinit 178  
Makrosporinit 178  
Malm 82  
Mansfield Marine Band 96  
*Mariopteris acuta* 23, 25, 27, 65, 117, 118  
— *daviesi* 117  
— *dernoncourtii* 117  
— *laciniata* 63  
— *latifolia* 32, 117, 118  
— *muricata* 27, 29, 30, 117, 118  
— *nervosa* 117, 118  
— *sauveuri* 30, 32, 117, 118  
Markasit 73, 183  
Marl 37, 45, 51, 52  
Marsberg 91  
Marsdenium 110  
Massenkalk 147  
Massif de la Vesdre 10  
Massif de Stavelot 10  
Mattkohle 173, 174, 176  
— -nbänke 175  
Mattstreifenkohle 176  
Mechanisierung 194, 197, 198  
Mecklenburg 131, 132, 135  
Melnikovit-Pyrit 183  
Meppen 94  
Merziger Bucht 145  
Mesocalamiten 118  
Methan 101—106, 108  
— -Provinz 105, 107  
Middle Coal Measures 123, 124  
Mikrinit 178  
Mikrolithotypen 175, 180—182  
—, heterogene 181  
—, homogene 181  
Mikrosporinit 178  
Minden 96  
Mineralöl 186  
Mineralverteilungsanalyse 182  
Mittelengland 132, 139, 141  
Mittel-Tournaisium 8, 13, 15  
Moers 25, 26  
Molasse-Vortiefe 11  
Moldanubikum 11  
*Monograptus priodon* 137  
Montmorillonit 33, 126, 127  
Moorbildung 35  
Moravikum 11  
*Muensteroceras* 8  
— *complanatum* 6, 8  
— *corpulentum* 6, 8  
Mulde, Bochumer 24, 30, 36, 38—40, 44, 51  
—, Bochumer Haupt- 42, 47, 49  
—, Dill- 9, 13  
—, Emscher- 24, 28, 30, 32, 36—40, 51, 58  
—, Emscher Haupt- 42, 177  
—, — -Lippe-, nördliche (Z.B.) 177  
—, — —, südliche (Z.B.) 177  
—, Essener 24, 28, 30, 36—40, 51, 54, 58  
—, Essener Haupt- 42  
—, Herzkämper 12, 24, 36, 38—40, 51  
— Haupt- 42  
—, Inde- 61, 64, 66, 70, 72, 132  
—, Lahn-, 13  
—, Lippe- 28, 30—32, 36—40, 42, 51, 52, 58, 95, 121, 135  
—, Lüdinghausener 42  
—, Nahe- 163—165  
—, Paffrather 131  
—, Pfälzer 163  
—, Prims- 143, 145, 149  
—, Raesfelder 42, 51  
—, Saargemünd-Zweibrücker Trias- 145  
—, Schermbecker 52  
—, Warendorfer 42  
—, Wittener 24, 36, 38—40, 51

- , Wittener Haupt- 42  
 —, Wurm- 61, 64—66, 70, 72  
 Mülheim 21, 23, 25, 35  
 Münchberger Gneismasse 15, 16  
 Münster 91, 102, 107, 131, 168, 169  
 Münsterland 19, 41, 44, 53, 83, 101  
 Muschelkalk 104, 144, 145  
 Muscheln, taxodonte 23, 26  
 Myaliniden 110
- Nachinkohlung 106  
 Nadeleisenerz 183  
 Nahe 163, 192  
*Naiadites* 109  
 — *daviesi*-Gesellschaft 112  
 Namur (Namurium) 1, 3, 6, 9, 13, 20, 21, 37,  
 47, 52, 53, 55, 61—65, 89—93, 96, 102, 105,  
 109—112, 115, 126, 129—133, 135—138,  
 141, 147, 153, 171  
 — A 19—21, 63, 91—93, 111, 132, 133, 135  
 — A/B-Grenze 131  
 — B 9—21, 90—93, 111, 118, 132, 133, 191  
 — B/C-Grenze 92  
 — C 19—23, 36, 47, 65, 90—93, 110—112,  
 114, 116, 118, 129, 131—135, 138, 141,  
 191, 192  
 —, flözleeres 44, 45, 110  
 — /Westfal-Grenze 24  
*Neoglyphioceras spirale* 6  
 Neunkirchen 143, 144, 149  
*Neuropteris attenuata* 32, 66, 117, 118, 120  
 — *flabellinervis* 117  
 — *grangeri* 117  
 — *heterophylla* 117  
 — *hollandica* 117  
 — *obliqua* 117, 118  
 — *ovata* 77, 97, 119, 120  
 — *parvifolia* 117  
 — *scheuchzeri* 66, 120  
 — *schlehani* 23, 25, 27, 65, 117, 118  
 — *semireticulata* 32, 115  
 — *tenuifolia* 29, 30, 32, 117, 118  
 Niederlande 61, 69, 76, 88, 89, 105, 109, 110,  
 129, 133, 135, 141  
 Niederländische Plattform 11, 13  
 Niederrhein 19, 24, 48, 52, 83, 91, 101  
 — -ische Bucht 19, 20, 61, 64, 66, 67, 76  
 — -isches Revier 69  
 — -isch-Westfälischer Raum 112  
 Niedersachsen 89, 90, 93, 94, 96, 99, 133  
 Nienburg a. d. Weser 95, 96  
 Nitrate 183  
 Niveau (s. auch Horizont)  
 —, Ägir- (Aegir-) 96  
 —, Domina- 31, 37, 61, 95, 127  
 —, H 2- 95
- , Itterbeck- 97, 98  
 —, Katharina- 95  
 —, Lanklaar- 31  
 —, Laura- 95  
 —, Nibelung- 96  
 —, Parsival- 96  
 —, Plafhofsbank- 67  
 —, Siegfried- 96  
 —, Victoria- 95  
 —, Wijshagen- (Wyshagen-) 30, 66, 96  
 —, Zollverein- 7- 95  
 Nord-Brandenburg 131  
 Nordengland 129, 139  
 Nordfrankreich 44, 109, 110, 123  
 Nordhorn 95  
 nordniederländisches Karbon-Hoch 96  
 Nordsee 1, 2, 87—91, 94, 99, 108, 129—131,  
 133, 136—138, 140, 141, 192  
 Nordseebereich 87, 97, 98  
 Normalprofil 22, 23, 138  
 Nuculaniden 24  
 Nuculiden 109  
*Nuculoceras nuculum* 63, 111
- Oberdevon 12, 13, 15, 17, 53, 64, 131  
 Obere Hangenberg-Schiefer 8  
 Oberhausen 25, 28, 35, 36, 38—40  
 Oberharz 7, 129  
 Oberkarbon, flözführendes 21, 72, 83, 88,  
 101, 137  
 Oberkreide 41, 64, 67, 101, 104  
 Oberrödinghausen 8  
 Oberrotliegendes 98, 99, 143—146, 148, 159  
 Ober-Visé 15  
 Odenwald 167, 168  
 Offenburg 169—171  
 Oldenburg 102  
 Oligozän 67  
 Ölspaltung 186  
 Osnabrück 75—77, 82, 87, 89, 93, 95, 97, 102,  
 119, 131, 132, 135, 138  
 Osnabrücker Karbon 3, 138  
 — Raum, 83, 84, 86, 97  
 Osning-Achse 81  
 Ostelbisches Massiv 91  
 Osteuropäische Plattform 11  
 Ostfriesland 90, 96, 139, 140  
 Ostharz 170  
 Ostniederländischer Rücken 102  
 Ostracoden 31, 99, 113, 158, 162  
 Ottweiler 144, 150  
 Ottweiler Gruppe 3, 157  
 overall section 22, 138
- Paladin (Paladin) pitzi* 7  
*Palaeanodonta* 99, 161—163  
*Palaeestheria* sp. 99

- Palaeotherien 23, 141  
 Paläozän 67  
 Palenberg 70  
 palingene Magmen 59  
*Palmatopteris furcata* 117, 118  
*Paragnathodus nodosus* 6  
 paralischer Raum 1, 19  
*Paripteris gigantea* 117  
 — *pseudogigantea* 117  
 — *scheuchzeri* 117, 118  
 Pb-Zn-Vererzung 2  
 Pechbrikettierung 181  
*Pecopteris affinis* 119  
 — cf. *candolleana* 120  
 — *crenulata* 119  
 — *cyathea* 119  
 — *hemitelioides* 119  
 — *lamuriana* 119  
 — *miltoni* 117  
 — *plumosa* 117  
 — *polymorpha* 119  
 — *unita* 118, 120  
 — *volkmanni* 117  
 Peel-Horst 69  
 Pendleium 110  
*Pericyclus* 8  
 — *plicatilis* 6, 8  
 — *princeps* 6, 8, 16  
 Perm 86, 102, 130, 133, 139—141, 162, 166  
 Pfälzer Bergland 162  
 — Kuppeln 163—166  
 — Wald 163  
 Phosphorit 183  
 — -Konkretionen 15  
 Piesberg 3, 75—78, 81, 83, 87, 97, 102, 119—  
 121, 135, 138  
 — -Achse 81  
*Planolites ophthalmoides* 26, 28, 109, 126  
 Plectenchyminit 178  
 Pleistozän 65  
 Pommern 129, 132, 135, 141  
 Porenwasser 106  
 Porphyritische Serie 16  
*Posidoniella* 110  
 Posidonien-Kalk 7, 14  
 — -schiefer 9  
 präasturische Bewegungen 53  
 — -karpatische Plattform 11  
 — -kretazische Abtragung 29  
 Prims 144, 145  
*Prolecanites* cf. *lyoni* 16  
*Protocanites supradevonicus* 16  
 — *abnobensis* 16  
*Protognathodus kockeli* 6  
 — sp. 6  
*Pseudarietites dorsoplanus* 6  
 — *westfalicus* 6  
 Pseudomorphosen-Tonstein 126, 127  
*Pseudopolygnathus triangulus inaequalis* 6  
 — *triangulus triangulus* 6  
 Pseudosklerotien 178  
 Pterinopectiniden 22, 26, 110  
*Punctatosporites granifer* 32, 122, 124  
 Pyrit 73, 113, 126, 127, 183, 184  
 Pyrmonter Achse 81  
 Quarzkeratophyr-Tuff 14  
*Radiizonates aligerens* 27, 121, 122  
 — — -Assemblage 121, 123  
 — *faunus* 32, 122, 124  
 Randverwerfung, südliche 79, 84, 85  
 — -wechsel, südlicher 143, 145, 146, 153  
 Ratingen 5, 10, 12  
 Recklinghausen 26, 29, 36—40, 57, 58, 138  
 Reflexionsvermögen 47, 48, 159, 175, 178—  
 180, 182  
 refraktionsseismische Untersuchungen 20  
 Remmesweiler 164  
*Reophax* cf. *tumidulus* 113  
 Resinit 178, 179  
*Reticuloceras bilingue* 63, 92, 111  
 — *circumplicatile* 63, 111  
 — *compressum* 111  
 — *gracile* 92, 111  
 — *metabilingue* 63, 111  
 — cf. *nodosum* 92  
 — *paucicrenulatum* 63, 111  
 — *pulchellum* 111  
 — *reticulatum* 92, 111  
 — *superbilingue* 23, 63, 65, 111  
 — — *superbilingue* 92, 93  
 — *todmordenense* 63, 111  
 — *umbilicatum* 111  
 — *wrighti* 111  
*Reticulopteris münsteri* 117—120  
*Rhabdoderma* sp. 99, 141  
 Rhein 42, 51, 89, 102, 107, 130, 134, 136, 168,  
 169, 192  
 Rheinhausen 23  
 rheinische Fazies 12  
 Rheinische Masse 45, 91, 167, 169  
 Rheinisches Schiefergebirge 8, 9, 13—16, 20,  
 21, 76, 89, 102, 107, 110, 129, 131, 136, 147  
 Rhein-Ruhr-Revier 1, 3, 19—21, 41, 45, 53,  
 61, 76  
 Rhenaer Kalk 7, 14  
 Rhenohertzynikum 10, 12, 15, 129, 130, 133,  
 141  
*Rhodea subpetiolata* 117  
 Rhön 167, 168  
 Richelsdorfer Gebirge 168, 169

- Richrather Kalk 12  
 Richtschichtenschnitte 22  
 Riffkalke 5, 8  
 — -schutt 8, 12  
 Ringköbing-Fünen-Hoch 94, 130, 133, 140  
 Rodern 171  
 Ronchamp 2, 169, 171  
 Rote Folge 135  
 Rotfolge 165, 166  
 Rotliegendes 1, 44, 87, 96, 101, 103, 105—107,  
 119, 133, 135, 140, 143, 145, 158, 161, 162,  
 164, 165, 167, 168, 171, 172, 192  
 Rotliegend-Salinar 106, 107  
 — -Vulkanismus 148  
 Roucourt 44  
 Ruhr 41, 48, 51, 53, 76, 82, 101, 134, 136, 185,  
 188, 191—193, 195—199  
 — -gebiet 19, 22, 30, 36, 37, 39, 41, 43, 44,  
 47, 57, 59, 60, 64, 65, 72, 73, 76, 112, 115,  
 126, 127, 138, 192—194, 197, 198  
 — — -skohlen 175  
 — -karbon 21, 22, 24, 27, 28, 32, 42, 45, 47,  
 53—55, 57, 76, 114, 115, 121—125, 136, 192  
 Ruhrkohle AG 188, 189  
 Ruhr-Revier 1, 28—30, 33, 44, 52, 72, 83, 102,  
 107, 118, 137, 185, 191  
 Rur 62, 67, 69, 71  
 Rurtal-Graben 61, 62, 66, 67, 69  
 Rußschiefer 15  
 Rutil 183
- Saale 143, 168, 169  
 saalische Faltung (Phase) 148, 193  
 Saar 48, 144, 155, 163, 168, 169, 185, 191—  
 193, 195, 196, 198, 199  
 Saarbrücken 2, 143, 144, 155, 163, 168, 169  
 Saarbrücker Gruppe 3, 149, 157, 158  
 Saar-Fettkohle 155  
 — -Flammkohle 155  
 — -gebiet 165—167, 182, 192, 193  
 — -karbon 114, 141, 152, 159  
 — -land 161  
 — -Lothringer Steinkohlenrevier 143  
 — -lothringisches Steinkohlengebirge 145  
 — -Nahe-Gebiet 143, 161—164  
 — -revier 1, 3, 157  
 Sachsen 143  
 Salzwedel 91  
 Sandgewand 62  
 Sandstein, Bernhardt- 23, 132  
 —, Burgholzer 63  
 —, Finefrau- 25, 26, 138  
 —, Grenz- 21, 23, 24, 92, 93, 129, 132  
 —, Hilschbacher 158  
 —, Iduna- 138  
 —, Kaisberg- 92, 93, 132
- , Mausegatt- 26  
 —, Plaßhofsbank- 27, 28  
 —, „Präsidenten“ 27  
 —, Schöttelchen- 27, 28  
 —, Sengsbänksgen- 23  
 —, Siebigeröder 170  
 —, Wasserbank (Neuflöz)- 23  
 —, Werk- 24, 138  
 Sanidin 126, 127  
 Santon 84  
 Sapropelkohlen 173, 174, 178  
 Sarnsbank-Gruppe 24  
 Sattel, Aachener 64, 70, 72  
 —, Alsbach- 143  
 —, Auguste Victoria 58, 59  
 —, Bergaer 15  
 —, Dorstener 42, 51, 52  
 —, Emscher-Lippe-, südlicher (Z.B.) 177  
 —, Esborner Haupt- 42  
 —, Gelsenkirchener 36, 38—40, 51, 54, 58, 59  
 —, — Haupt- 42  
 —, Lüdinghausener 42  
 —, Merlebacher 144, 145, 157  
 —, Nördlicher Emscher-Lippe- 177  
 —, Pfälzer 163  
 —, Ruhlaer 170  
 —, Saarbrücker 163—166  
 —, — Haupt- 143, 145—148, 151, 155, 158  
 —, Sendener 42  
 —, Simon- 144, 145  
 —, Soester 19  
 —, Stockumer 36, 38—40, 51  
 —, — Haupt- 42  
 —, Velberter 12, 20  
 —, Venn- 71, 72  
 —, Vestischer 36, 38—40, 51, 58  
 —, — Haupt- 39, 42  
 — von Buschborn 144, 145  
 —, Wattenscheider 36, 38—40, 51, 54  
 —, — Haupt- 42  
 Saxonische Tektonik 45, 82  
 Saxothuringikum 10, 15  
 saxo-thuringische Geosynklinale 15  
*Scaliognathus anchoralis* 6  
 Schacht Allenfeld 154  
 — Alsbach 152, 154, 156  
 — Beaunier 1 154  
 — Bildstock 154  
 — Blind- 22 154  
 — Bockraden 79, 80, 84  
 — Brefeld 154  
 — Calmelet 152, 154, 156  
 — Davy 152, 154  
 Schächte, Erkershöh'- 154  
 —, v. Oeynhausens- I—III 79, 80  
 —, Reden- 154

- Schacht Frankenholz 4 154  
 — Gegenort 154  
 — Gouvysweiher 154  
 — Gustav 154  
 — Hangard 154  
 — Hugo 84  
 — Jungenwald 154  
 — Marianne 79, 84  
 — Minna 154  
 — Morgenstern 79, 84  
 — Netzbach 154  
 — Neuhaus 154  
 —, Nord- 79, 80, 84, 85  
 — v. Oeynhaus III 84, 85  
 —, Pattberg- 44  
 — Rudolf 79, 84  
 — Steinbach 154  
 — Theodor 79, 84  
 — Wilhelm 79, 84  
 — -zone 41  
 Schafberg 76, 77, 79, 83, 87  
 Schichten, Alsdorfer 3, 65, 66  
 —, Alstedder 75  
 —, Bochumer 3, 21, 22, 25, 26, 28, 37, 39, 47,  
 64, 65, 94, 95, 112, 115, 116, 118, 121—123,  
 125, 126  
 —, Breitenbacher 3, 150, 161—166  
 —, Dilsburger 3, 150  
 —, Dorstener 3, 21, 32, 33, 38, 39, 52, 93—97,  
 112, 115, 116, 118, 121—125, 127  
 —, Essener 3, 21, 28—30, 35—37, 39, 52, 65,  
 75, 76, 94, 95, 112, 115, 116, 118, 121—123,  
 125, 127  
 —, Esskohlen- 47  
 —, Fettkohlen- 47  
 —, Flammkohlen- 47  
 —, flözführende 13  
 —, Gehrener 170  
 —, Geisheck- 3, 149—152, 154, 155  
 —, Gennweiler 150  
 —, Göttelborner 3, 150  
 —, Grillenberger 169  
 —, Heiligenwalder 3, 149, 150, 152, 155, 157  
 —, Heusweiler 3, 150, 161, 163  
 —, Horster 3, 21, 30, 31, 36—39, 52, 75, 94,  
 95, 112, 116, 118, 121—125, 127  
 —, Ibbenbürener 77  
 —, Kaisberg- 24, 92, 93  
 —, Kohlscheider 3, 64, 65, 67  
 —, Lebacher 162  
 —, Luisenthaler 3, 149, 150, 152, 154, 155  
 —, Mansfelder 170  
 —, Merksteiner 3, 66  
 —, Namur/Dinant-Grenz- 133  
 —, Obere Hangenberg- 3, 7, 8, 15  
 —, Obere Ibbenbürener 77  
 —, Potzberg- 161, 163, 164, 166  
 —, Remigiuser 161—166  
 —, Rothell- 3, 150, 151, 153  
 — von Evieux 11  
 —, Sprockhöveler 3, 20—25, 36, 37, 39, 40,  
 64, 93, 110, 126, 138  
 —, St. Ingberter 3, 147, 150, 153  
 —, Stolberger 3, 63, 64  
 —, Strunium- 12  
 —, Sulzbacher 3, 150—152, 155—157  
 —, Uchtelfanger 150  
 —, Untere Hangenberg- 7  
 —, Untere Ibbenbürener 77  
 —, Walhorner 3, 63  
 —, Wettiner 170  
 —, Wittener 3, 21, 22, 24—26, 35—37, 39,  
 40, 64, 94, 112, 116, 118, 123, 126  
 Schiefergebirge, rechtsrheinisches 9, 10, 12  
 Schizophrenia juresanensis 32  
 Schlechten 43, 44, 174  
 Schleswig-Holstein 91  
 Scholle von Düppenweiler 144  
 Schönau 16  
 Schönauer Entwicklung 16  
 Schopfheimer Bucht 171  
 Schottland 129, 139  
 Schulzospora rara 27, 121, 122  
 — — -Assemblage 122, 123  
 Schwarzschiefer 7, 14, 15, 147  
 Schwarzwald 9, 10, 16, 17, 167, 168, 170, 171  
 Schwefelkies 58, 59, 73, 182  
 — -verteilungsanalyse 184  
 Schwelle, Erzgebirgs-Teplaer 11, 15  
 —, Harz- 169  
 —, Hunsrück- 169  
 —, Hunte- 86  
 —, Mitteldeutsche 11—13, 15, 143, 146, 147,  
 167, 168, 170, 172  
 —, Nordwestfälisch-Lippische 76, 79  
 —, Ostholländische (Ostniederländische)  
 138, 140  
 —, Ostthüringische 169  
 —, Pompeckj'sche 104  
 —, Ruhlaer 170  
 —, St.-Georgs- und Brabanter 12  
 Schwerminerale 183  
 Schwerspat 58, 59, 73  
 Seesen 91  
 Selbeck 57  
 Semianthrazit 159  
 — -fusinit 178, 179  
 — -fusit 181  
 Senke, Baden-Badener 169  
 —, Bug- 141  
 —, Ems (Nordsee-) 98, 99, 140  
 —, Gelsenkirchen-Bocholter 42  
 —, Kulm- 129, 131  
 —, Laach-Baden-Badener 171

- , Namur- 130, 131
- , Niederrheinische 45
- , Ruhr- 132
- , Saale- 169
- , Saar-Saale- 130, 143, 169
- Senkungszone, intramontane 143
- Sheffield 6
- Siderit 58, 59, 126, 127, 183
- Siderit-Ankerit-Konkretionen 183
- Sieber-Grauwacke 7
- Siegerland 53
- Sigillaria boblayi* 116
  - *cristata* 116
  - *elegans* 23, 25, 27, 65, 116, 118
  - *elongata* 116
  - *laevigata* 116
  - *mammillaris* 116
  - *rugosa* 116
  - *schlotheimiana* 116, 118
  - *scutellata* 117
  - *tesselata* 117
- Silesium (Siles) 3, 6, 19, 90, 91, 99, 110, 111, 114, 132
- Siphonodella sulcata* 6
- Skandinavischer Schild 130, 133, 138, 139, 141
- Sklerotien 178
- Sklerotinit 178
- Soniclog 95—98
- Sontra 169
- Spessart 167, 168
- Sphalerit 183
- Sphenophyllum cuneifolium* 116
  - *emarginatum* 32, 66, 116, 118, 119
  - *majus* 116
  - cf. *majus* 66
  - *myriophyllum* 116
  - *tenerimum* 63
  - *verticillatum* 119
- Sphenopteris amoena* 117
  - *bäumleri* 117, 118
  - *gracilis* 117
  - *herbacea* 117
  - *hoeninghausi* 25, 27, 117, 118
  - *hollandica* 118
  - *laurenti* 117
  - *obtusiloba* 117
  - *striata* 117, 118
- Spilit 7
- Spirorbis* 99, 114
  - *pusillus* 114
- Splinkkohlen 175
- Sporinit 178, 179
- Sprung, Achenbacher 176
  - , Aeacus- 154
  - , Beust- 79, 81, 84
  - , Bickefelder 42
  - , Blies- 154
  - , Blumenthaler 58, 59
  - , Cerberus- 154
  - , Dattelner 176
  - , Emscher-Lipper- 176
  - , Ewald- 58
  - , Ewald-Hannibal- 58
  - , Fahlbach- 79, 81, 84
  - , Geislauterner Haupt- 143, 144, 154
  - , Graf Moltke-/Matthias Stinnes- 58
  - , Graf Moltke-/Wilhelmine-Victoria- 58, 59
  - , Kleinglabbacher 69
  - , Kohlwald- 154
  - , Marler 58
  - , Mathilde- 79, 81, 84
  - , Ost-West- 84, 85
  - , Pommer-Esche- 79, 81, 84
  - , Primus- 42, 58, 59
  - , Puffendorfer 71
  - , Quartus- 42
  - , Quintus- 42
  - , Rennborn- 154
  - Rur- 71
  - , Saar- 143, 144, 148, 154, 157
  - , Secundus- (Sekundus-) 42, 58
  - , Siersdorfer West- 62, 71
  - , Tertius 42, 58
  - , Theodor- 79, 81, 84
  - , Waltroper 177
  - , Wasser- 84
  - , Westlicher Haupt- 70
  - , Westlicher Nordstern-Graben- 70
- Stahlboom 189
- Stefan 1, 87, 88, 90, 92, 94, 98, 99, 119, 120, 130, 132, 135, 136, 139—141, 145, 147, 149, 155, 158, 161, 162, 166—171
  - A 98, 144—146, 157, 158
  - B 98, 144—146, 157, 158, 161, 163, 164, 166, 168, 171
  - C 144—146, 157, 158, 161—164, 166, 171, 193
- Steinkohlen 185, 187—189, 191, 198
  - -briketts 187, 188
  - -gebirge 13, 20
  - -koks 186—188
  - -Vitrinit 182
- Stickstoff-Konzentration 106
  - -Provinz 104, 107
- Stillwasser-Fazies 12
- St. Ingbert 144
- Stinkdolomit 105
  - -kalk 105, 108
  - -schiefer 105
- Stockheim 169
- Stolberg 64

- Störung, Ennepe- 44  
 —, Feldbiss- 62, 70  
 —, Hunsrück-Taunus-Südrand- 167, 169  
 —, Kleingladbecker 62, 67  
 —, Metzger 145, 146  
 —, Oranje- 62, 66, 70, 72  
 —, Peelrand- 71  
 —, Rurrand- 67, 71  
 —, Willem-Adolf- 62, 66  
 St. Pilt 168, 169, 171  
 Streckenvortrieb 194  
 Streifenkohle 173, 176  
 —, humolitische 149  
 Stromatolithenkalke 164  
 Strunium 11  
 Stufe, *Eumorphoceras*- 20  
 —, *Gastrioceras*- 20  
 —, *Gattendorfia*(Ga)- 5, 6, 8, 13  
 —, *Goniatites*(Go)- 5, 6, 9, 13, 16, 20  
 —, *Homoceras*- 20  
 —, *Pericyclus*(Pe)- 5, 6, 8, 13  
 —, *Reticuloceras*- 20  
*Stylocalamites cisti* 116  
 — *suckowi* 116  
 — *undulatus* 116  
 Submaceral 178, 180  
 subvariscische Molasse 130, 133  
 — Saumsenke 31  
 — Vortiefe 1, 7, 12, 13, 53, 91  
 Sudetikum 11  
 sudetische Orogenese 167  
 Südlimburg 94  
 Südwest-Harz 7  
 Sulzbach 144  
 syngenetische Mineralien 182  
 Synklinorium von Dinant 10  
 — — Namur 10
- Tanner Grauwacke 7, 13  
 Taunus 168  
 Teleskopung 59  
 Telicollinit 178, 180  
 Telinit 178, 180, 184  
 — var. *Lepidophytentelinit* 180  
 Tenuisporinit 178  
 Tertiär 65, 67, 102, 104, 163, 191  
 Tertius-Quintus-Lineament 42  
 Teutoburger Wald 77, 86  
*Textularia* sp. 113  
 Thüringen 15, 16, 105  
 Thüringer Schiefergebirge 170  
 — Wald 168—170  
*Thymospora?* 122, 124  
 Tief-Schwelle 13  
*Tolmatchoffia demaneti* 32  
 Tönisberg 23
- Tonstein (= Kaolin-Kohlentonstein) 61, 65,  
 67, 125—127, 151, 183  
 — 1 145, 150, 152, 154  
 — 2 145, 150, 154  
 — 3 150, 156  
 — 4 150, 152, 153  
 — 5 145, 150, 151, 153  
 — 6 145, 150, 153  
 —, Baldur- 32, 127  
 —, Blücher 2- 27, 126  
 —, Erda- 32, 125, 127  
 —, Flöz 3- 127  
 —, Flöz 7- 127  
 —, Flöz 9- 127  
 —, Flöz 12- 127  
 —, Girondelle 1- 126  
 —, Grauweck/Senteweck- 126  
 —, Hagen- 97, 125  
 —, Hagen 1- 32, 33, 127  
 —, Hagen 2- 32, 33, 127  
 —, H 1- 29, 127  
 —, Ida- 126  
 —, Karl- 125, 126  
 —, Karl 2- 27, 126  
 —, Klein-Athwerk- 126  
 —, Laura 3- 29, 127  
 —, O 1- 30, 127  
 —, P 2- 30, 127  
 —, P 4- 30, 127  
 —, Sarnsbänksgen- 23, 126  
 — Maurice 124  
 — Maxence 124  
 —, W 1- 127  
 —, Wilhelm- 27, 126  
 —, Z- 30  
 —, Z 1- 127  
 —, Zollverein 2- 29, 126, 127  
 —, Zollverein 3- 29, 126, 127  
 —, Zollverein 6- 29, 127  
 —, Zollverein 8- 29, 127  
 Top Marine Band 96, 138  
*Torispora securis* 32, 122, 124  
 — — -Assemblage 123, 124  
 Tournai (Ort) 8  
 Tournaisium (Tournai) 3, 6, 8, 11, 12, 17, 61  
 — -Kalk 12  
 —, Mittel- (Mittleres Tournai) 13, 15  
 —, Ober- 8, 13  
 Trias 45, 79, 80, 86, 146  
 — -Struktur von Lotte  
 Trilobiten 5, 7  
 Trimacerit 180, 181  
*Triquitrites* 122, 124  
 — *sculptilis* 32, 122, 124  
 — — -Maximum 124  
 — *tribulatus* 122

- Trog, Burgundischer 169  
 —, Dinant- 129  
 —, junger, an der unteren Elbe 102  
 —, Karbon- 191  
 —, Lenne- 53  
 —, Namur- 37  
 —, Offenburger 171  
 —, Oos- 171  
 —, Rheinischer 167, 168, 170  
 —, Rotliegend- 172  
 —, Ruhr- 132, 133  
 —, Saar-Nahe- 170  
 —, Schramberg-Oberndorfer Rotliegend-  
 171  
 —, Siegen- 53  
 —, St.-Pilt-Offenburger 169, 171  
 —, Thüringischer 167, 168  
 —, Trias- von Glückstadt 104  
 —, Unterkarbon- 167  
 Tschechoslowakei 172  
 Tuffe 5, 7, 15, 16, 163  
 Tuffhorizont (-lagen) 165, 166  
 Tuffite 7  
 Tuffitbänder 14  
 Turmalin 158, 183
- Überschiebung, Aachener 61, 62, 64, 66  
 —, Esborner 42  
 —, Gelsenkirchener 42, 54  
 —, Hannibal- 42  
 —, Hermann- 42  
 —, Osning- 86  
 —, Satanella- 42  
 —, Sutan- 42, 54  
 UdSSR 114  
*Ulodendron majus* 116  
 — *minus* 116  
 Ultrarotspektroskopie 107  
 Unna 23  
 Unterkreide 104  
 Unterperm 167  
 Unterrotliegendes 98, 144—146, 148, 159,  
 164—166, 193  
 Unter-Visé 15  
 Upper Coal Measures 123, 124  
 Urexweiler 163—166  
 USA 114
- variscische Faltung 167, 171  
 — Geosynklinale 7, 13  
 variscisches Gebirge 40, 191  
 Velbert 5, 10, 12, 57  
 Verkohlung 183, 195  
*Vestispora magna* 124  
 — — -Assemblage 123, 124
- Vindelizisches Land 169, 170, 172  
 Visé/Namur-Grenze 91  
 Viséum (Visé) 3, 6, 8, 12, 16, 61, 111  
 — -Kalk 12, 110  
 Vitrain 173, 174  
 Vitrinertit 181  
 Vitrinit 47, 48, 159, 178, 179, 181, 182, 184  
 Vitrit 52, 71, 159, 180, 181  
 — -Analysen 47, 48, 71  
 — -Konzentrate 48, 51  
 Vitrodetrinit 178  
 Vogesen 9, 10, 17, 168, 170, 171  
 Vogtland 9, 10, 15  
 Völklingen 144  
 Vorland-Molasse 130, 132, 135
- Waderner Fazies 145  
*Walchia filiciforme* 119  
 — *piniformis* 119  
 Waldbrandfusinit 178  
 Wales 139  
 Wattenscheid 137  
 Wealden 84  
 — -Flöze 86  
 Wechsel, Emscher-Lippe- 176  
 Weiler 171  
 Werl 23  
 Werra bei Albugen 13  
 Wesel 36, 51, 52  
 Weser 90, 102, 130—132, 135, 136, 168  
 Westemsland 88, 94—97, 99  
 Westerholter Block 52, 55  
 Westfal 3, 21, 55, 83, 88, 90, 92, 94, 96, 97,  
 105, 130, 132, 135—141, 146, 147, 158,  
 168—171  
 — A 21, 22, 24, 25, 27, 29, 35, 37, 40, 47, 49,  
 51—54, 61—66, 69, 71, 72, 94, 95, 101,  
 109—112, 114, 116—118, 121—123, 126,  
 132—139, 153, 171  
 — A/B-Grenze 95, 123  
 — B 1, 21, 29, 30, 37, 45, 47, 52—54, 61, 62,  
 64—67, 75, 76, 80, 94—96, 110, 112, 115,  
 116, 118, 121—124, 127, 132—139, 153,  
 171, 191, 192  
 — Basis 131  
 — C 1, 19, 21, 22, 30, 32, 38, 40, 44, 47, 53,  
 54, 62, 66, 75—78, 80, 83, 84, 90, 93—97,  
 99, 109, 112, 115—119, 121—123, 127,  
 132—141, 144, 145, 147, 149—151, 192  
 — C/D-Grenze 97, 102—104, 119  
 — D 1, 21, 44, 75, 77, 78, 80, 83, 94, 96—99,  
 109, 112, 119, 124, 130, 132, 135—141, 144,  
 145, 149—151, 155, 169, 192  
 Westfal/Stefan-Grenze 191  
 Westfal/Stefan-Wende 167

- Whipllella* 113  
 — *cenisa* 113  
 — *rhenana* 113  
 Wiehen-Gebirge 77  
*Wilsonites?* 122, 124  
 Witten 26  
 Wulfen 45  
 Wuppertal 20, 23  
 Wurm 62, 185  
 — -Revier 61, 62, 65, 67  
 — -Tal 66  
 Wurzelboden 22, 33, 94, 99, 138
- Xylotelinit 178
- Yeodonium 110
- Zadelsdorf bei Zeulenroda 16  
 Zeche Arenberg Fortsetzung 44  
 — Auguste Victoria 57—60  
 — Carolus Magnus 73  
 — Christian Levin 57—60  
 — Diergardt-Mevissen 37  
 — Ewald (Schacht 5) 39  
 — Friedrich Thyssen 2/5 33  
 — Fürst Leopold 138  
 — Gottesseggen 36  
 — Graf Moltke 44, 57—60  
 — Grimberg 135  
 — Hannover 57, 59  
 — Hugo 139  
 — Julia 57  
 — Königsgrube 37  
 — Pluto 57, 59  
 — Prosper 58  
 — Rossenray 44  
 — Rudolf 36  
 — Scholven 31
- Sophia Jacoba 66, 67, 69, 73  
 — Walsum 44  
 — Waltrop 36  
 — Wehofen 44  
 Zechstein 45, 79, 80, 82, 84, 91, 101, 103,  
 105—108, 133, 192  
 — -Dolomit 106  
 — -kalk 77  
 — -salz 107  
 — -Trias-Struktur von Hüggel-Silberg 81  
 Zersetzungsfusinit 178  
 Ziegelei Weisweiler 64, 71  
 Zinkblende 58, 59, 73, 183  
 — -Bleiglanz-Schwerspat-Stockwerk 59  
 Zinnkies 70  
 Zirkon 126, 127, 157, 158, 183  
*Zone, Anchoralis-* 9  
 —, *bilineatus-* 9  
 —, Bio- 23, 25, 27, 29, 30, 32  
 —, Communis- 27, 112  
 —, Ga beta- 17  
 —, Go alpha- 9  
 —, Go beta- 9  
 —, Go gamma- 9  
 —, Grauwacken- 3, 20  
 —, Kulm- von Badenweiler-Lenzkirch 16  
 —, Lenisulcata- 25, 112  
 —, Modiolaris- 27, 29, 112  
 —, Pe alpha- 8  
 —, Pe beta- 8  
 —, Pe delta- 9  
 —, Pe gamma- 9  
 —, Phillipsii- 32, 112  
 —, Quarzit- 3, 20  
 —, rhenohertzynische 14, 15  
 —, saxo-thuringische 15, 16  
 —, Similis-Pulchra- 29, 30, 32, 96, 112  
 —, *Siphonodella crenulata-* 13  
 —, *tenuis-* 97  
 —, Ziegelschiefer- 3, 20, 21  
 Zwischenschiefer 7, 11, 12

## Verzeichnis der Tafeln in der Anlage

- Tafel 1. Vereinfachte Schichtenschnitte aus dem Oberkarbon der Bundesrepublik Deutschland.  
Zusammenstellung der Schichtenschnitte: Saar (KNEUPER); Pfalz (FALKE); Aachen (HERBST); Ruhr (BACHMANN, MICHELAU & RABITZ); Bohrung Norddeutschland 8, Ibbenbüren, Piesberg und Hüggel (JOSTEN & TEICHMÜLLER 1971, nach Unterlagen und Arbeiten von BÄSSLER, BISEWSKI, HAACK, HOYER, KNAUFF, PAPROTH, SCHUSTER, STADLER und Klöckner-Werke AG)
- Tafel 2. Geologische Karte des Ruhrkohlenbeckens, dargestellt an der Karbonoberfläche (nach HOYER & R. TEICHMÜLLER 1970, ergänzt)
- Tafel 3. Lage der Bohrungen in Nordwestdeutschland, die das Karbon erreicht haben
- Tafel 4. Stratigraphische Gliederung des Saarkarbons und Verbreitung der wichtigsten Pflanzen

### Nachtrag

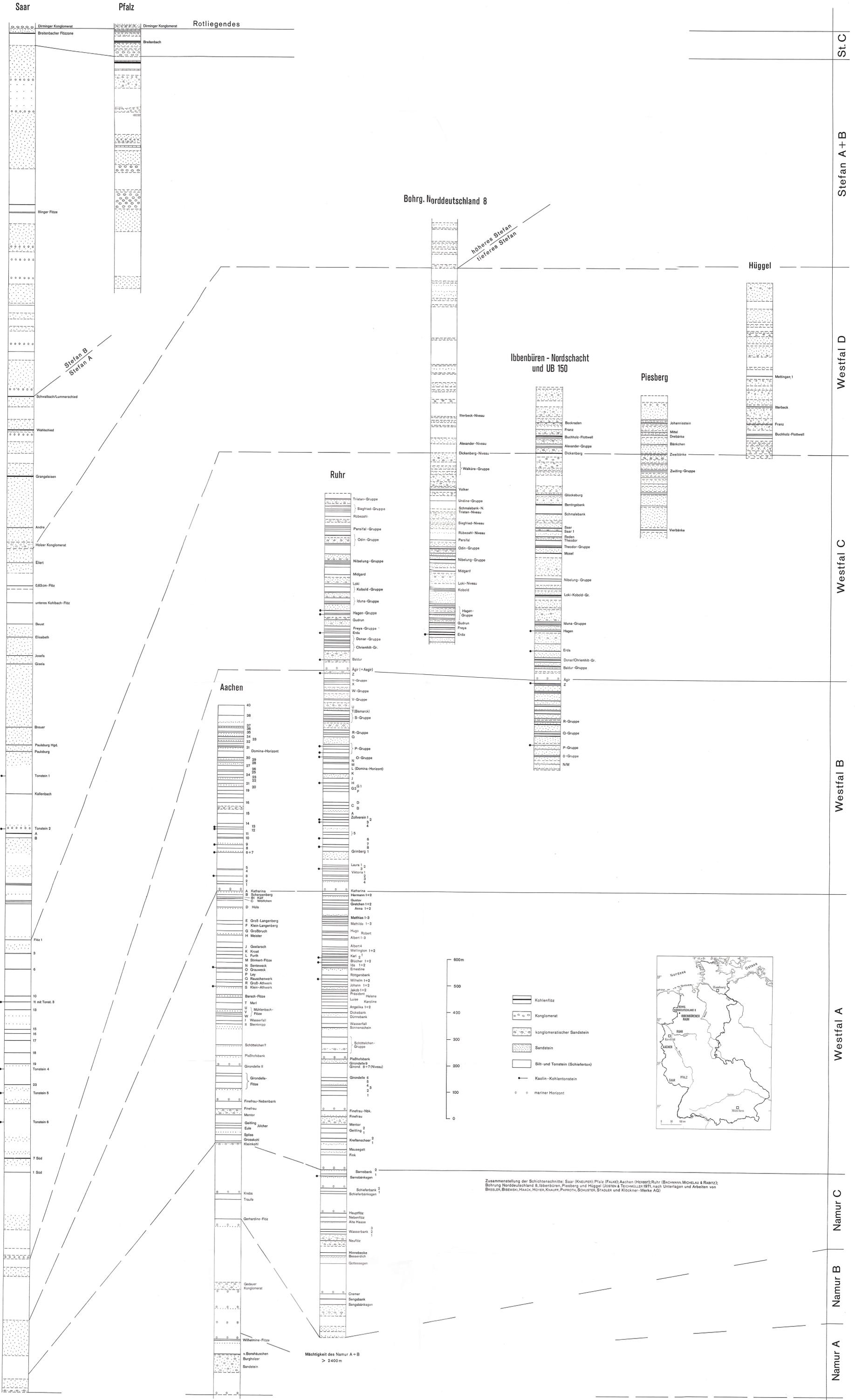
Die in der Abbildung auf S. 131 eingetragene Namur-Mächtigkeit in der Bohrung Münsterland 1 wurde von Dr. WOLBURG auf Grund neuer Schlumberger-Korrelationen im Jahre 1969 ermittelt. Nach Abschluß der Korrekturen dieses Bandes erschien seine diesbezügliche Arbeit „Zur Paläogeographie des Unterkarbons und Namurs im Münsterland“ im N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1970, S. 735—740, Stuttgart 1970

### Berichtigung

- S. 73: Seitenhinweis (s. S. 58)
- S. 144, Zeile 1: Merlebacher Sattel statt Merlenbacher Sattel
- S. 185, Zeile 7: . . . von Helmstedt, in Hessen und . . .



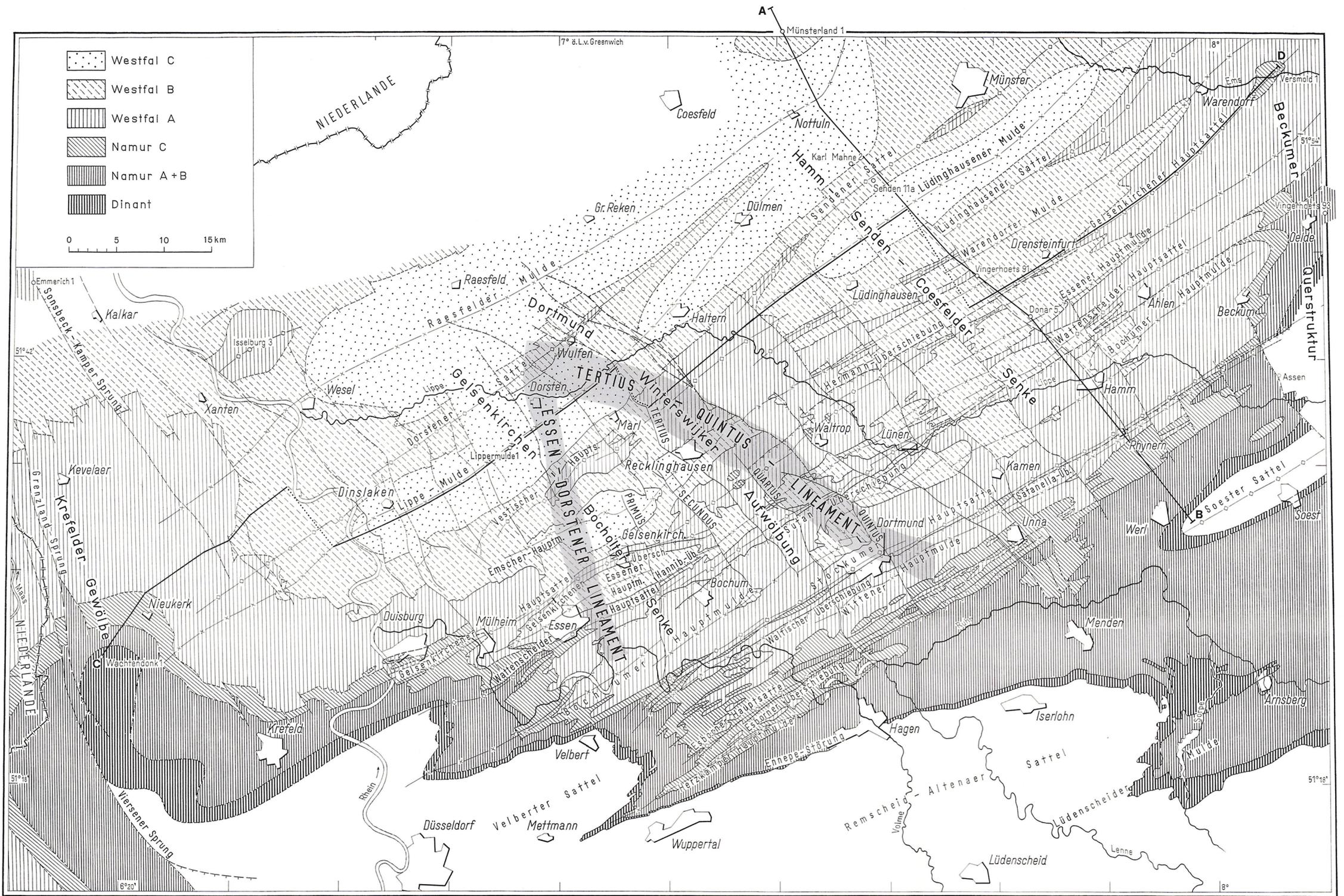
# Vereinfachte Schichtenschnitte aus dem Oberkarbon der Bundesrepublik Deutschland



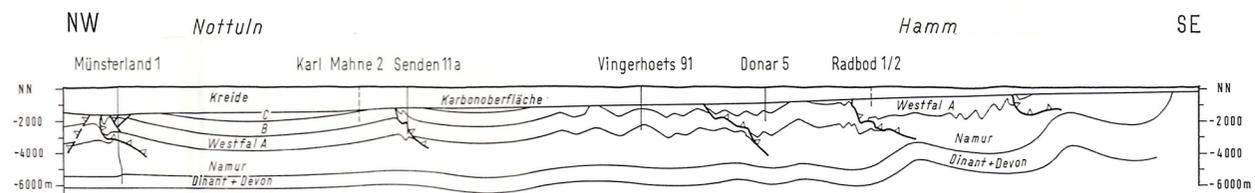
# Geologische Karte des Ruhrkohlenbeckens

dargestellt an der Karbonoberfläche

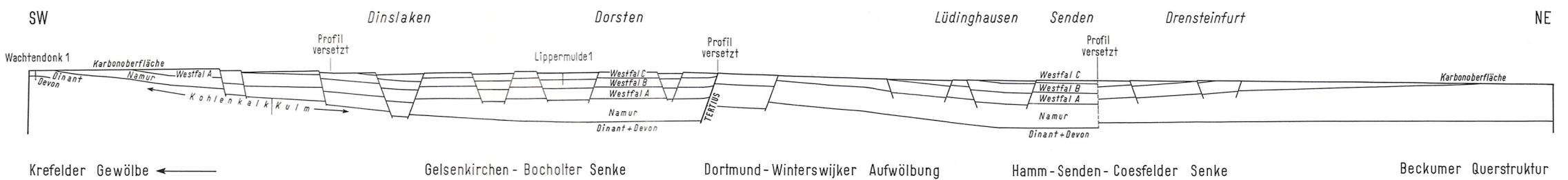
(nach P.HOYER & R.TEICHMÜLLER 1970, ergänzt)



Schnitt A-B



Schnitt C-D



# Lage der Bohrungen in Nordwestdeutschland, die das Karbon erreicht haben

