

Geologica Bavarica

79

München 1979

Herausgeber und Verlag
Bayer. Geologisches Landesamt

GEOLOGICA BAVARICA

Herausgegeben vom Bayerischen Geologischen Landesamt

79

**Biostratigraphische und mikrofazielle
Untersuchungen
der Fränkischen Kohlenkalke unter besonderer
Berücksichtigung der Foraminiferen**

Von EDIK MANSOURIAN

**Tektonische Analyse des nördlichen Spessarts
Eine Studie zur Geometrie und Kinematik
eines Grundgebirgsabschnittes**

Von THEODOR DOUTSOS

Herausgeber und Verlag:

Bayerisches Geologisches Landesamt, Prinzregentenstraße 28, 8000 München 22

Redaktion: HERMANN SCHMIDT-KALER

München 1979

Geologica Bavarica	79	176 S.	26 Abb.	13 Taf.	2 Beil.	München 1979
--------------------	----	--------	---------	---------	---------	--------------

Inhaltsverzeichnis

	Seite
MANSOURIAN, E.: Biostratigraphische und mikrofazielle Untersuchungen der Fränkischen Kohlenkalke unter besonderer Berücksichtigung der Foraminiferen	5 — 125
DOUTSOS, Th.: Tektonische Analyse des nördlichen kristallinen Spessarts. – Eine Studie zur Geometrie und Kinematik eines Grundgebirgsabschnittes	127 — 176

Verzeichnis der Beilagen

MANSOURIAN

Beilage 1 (= Tab. 4): Verteilung aller im Frankenwald festgestellten Foraminiferen-Arten auf die einzelnen Aufschlüsse bzw. Aufschluß-Bereiche

DOUTSOS

Beilage 1: Tektonische Karte und Gefügepläne des nördlichen Spessarts

Biostratigraphische und mikrofazielle Untersuchungen der Fränkischen Kohlenkalk unter besonderer Berücksichtigung der Foraminiferen

Von EDIK MANSOURIAN

Mit 6 Abbildungen, 4 Tabellen (Tab. 4 = Beilage 1) und 13 Tafeln

Kurzfassung

Schwerpunkt dieser Arbeit ist die biostratigraphische Untersuchung des Kohlenkalkes im Frankенwald und der ihn begleitenden Konglomerate und Brekzien. 47 Vorkommen wurden mit Hilfe von Dünnschliffen mikrofaziell und paläontologisch bearbeitet. Grundlage der biostratigraphischen Datierung waren Foraminiferen, mit denen 36 Fundstellen eingestuft wurden, darunter auch 4 Lokalitäten der „Thüringischen Fazies“. Soweit durch Foraminiferen datierbar, reicht die Zeitspanne der Kohlenkalk-Bildung mindestens vom Tn3c bis sicher ins V2b, bzw. fraglich bis ins V3a der belgischen Gliederung. Ihre Hauptverbreitung liegt im V1a—V2a. Damit werden die Ergebnisse von J. GANDL (1968—1972) im wesentlichen bestätigt. Leider konnte das Alter des sogenannten Oberen Kohlenkalkes (Ober-Visé) mangels ausreichender Faunen nicht bestätigt werden. Die jüngeren Polygenen Kalkbrekzien von der Überkehr und von Unterleupoldsberg reichen nach Foraminiferen vom Tn3c bis mindestens zum V1b, vielleicht auch bis zum V2a und erweisen sich erneut als im wesentlichen zeitliche Äquivalente des Kohlenkalkes. Erst darüber setzt die Ablagerung des „Hauptkonglomerat-Horizonts“ ein, unter anderem mit der Kieselschieferbrekzie und dem Dolomitführenden Konglomerat. Noch jünger als dieser ist sehr wahrscheinlich die Kieselschieferbrekzie von Poppengrün und vom Eisenbachtal. Im paläontologischen Teil werden 74 Foraminiferen-Arten und -Unterarten beschrieben, von denen 8 sehr wahrscheinlich neu sind, aber mangels ausreichenden Materials nur in offener Nomenklatur dargestellt werden.

Summary

This study mainly describes the biostratigraphical investigation of the “Kohlenkalk” (= Carboniferous limestone) of the “Frankenwald” (NE. Bavaria, W. Germany) and the associated conglomerates and breccias. The palaeontology and microfacies of 47 localities have been investigated by means of thin sections. Biostratigraphical datings were indicated by means of foraminifers which allowed the correlation of 36 localities, including 4 localities of the “Thuringian facies”. As far as dated by foraminifers, Kohlenkalk sedimentation ranges in age at least from Tn3c to V2b and perhaps even to the V3a of the Belgian classification, but, its main distribution falls into V1a—V2a. This confirms to a great extent the results of J. GANDL (1968—1972). Unfortunately, the age of the so-called upper Kohlenkalk (Upper Viséan) could not be confirmed because of the lack of sufficient faunas. The age of the younger deposits of the “Polygene Kalkbrekzie” (= polygenetic limestone breccia) of the Überkehr and of Unterleupoldsberg ranges, according to foraminifers, at least from Tn3c to V1b and perhaps even to V2a. Thus, these beds can be shown to be contemporaneous with the Kohlenkalk. Only above this level begins the sedimentation of the “Hauptkonglomerat-Horizont” (= main conglomerate horizon) which includes among others the “Kieselschieferbrekzie” (= chert breccia) and the “Dolomitführendes Konglomerat” (= dolomite bearing conglomerate). However, the Kieselschieferbrekzie of Poppengrün and from the Eisenbach valley is most probably even younger than that of the Hauptkonglomerat-Horizont. Within the palaeontological part of this study, 74 foraminifer species and subspecies are described. 8 species are probably new but, because of the lack of sufficient material they are presented in open nomenclature.

Résumé

Le point essentiel de ce travail est l'examen biostratigraphique du Kohlenkalk et des conglomérats et des brèches associés dans le Frankenwald. A l'aide des lames minces, 47 affleurements sont examinés microfaciellement et paléontologiquement. La datation est basée sur des foraminifères, qui rendent possible la datation de 36 affleurements, contenant aussi 4 localités du «Facies thuringien». Dans la mesure où les foraminifères donnent un âge, la durée de la formation du Kohlenkalk s'étend du moins du Tn3c, certainement jusqu'au V2b, mais douteux jusqu'au V3a de la classification Belge. Leur distribution principale se trouve entre le V1a et le V2a. Par conséquent, les résultats de J. GANDL (1968—1972) sont confirmés en principe. Malheureusement l'âge de l'«Oberer Kohlenkalk» (Viséen supérieur) ne pouvait pas être confirmé par manque des faunes suffisantes. Les plus récents «Polygene Kalkbrekzien» de la Überkehr et d'Unterleupoldsberg peuvent être datés par des foraminifères dans le Tn3c jusqu'au V1b du moins, mais peuvent remonter aussi jusqu'au V2a et de ce fait ils sont manifestement contemporain du Kohlenkalk. La sédimentation du «Hauptkonglomerat-Horizont» ne commence qu'au dessus, entre autres avec la «Kieselschieferbrekzie» et avec le «Dolomitführendes Konglomerat». Très probablement la «Kieselschieferbrekzie» de Poppengrün et d'Eisenbachtal est encore plus récente que celle-là. Dans la partie paléontologique sont décrites 74 espèces et sous-espèces de foraminifères, dont 8 sont vraisemblablement nouvelles, mais par manque de matériel suffisant ils sont seulement indiqués dans nue nomenclature ouverte.

Inhalt

Seite

1. Vorwort	8
2. Allgemeiner Teil	9
2.1. Ziel der Arbeit und Arbeitsgebiet	9
2.2. Bisheriger Stand der Forschung	10
2.3. Methodik	12
2.4. Ergebnisse	13
3. Stratigraphisch-fazieller Teil	17
3.1. Die untersuchten Unterkarbon-Schichten der „Bayerischen Fazies“	17
3.1.1. Transgressive Kontakte des Kohlenkalkes mit devonischen Schichten	17
3.1.2. Die Abfolge Poppengrüner Konglomerat — Kohlenkalk — Kieselschieferbrekzie, bzw. Kohlenkalk-Kieselschieferbrekzie	21
3.1.3. Die Abfolge Kohlenkalk — Dolomitführendes Konglomerat	30
3.1.4. Die übrigen untersuchten Kohlenkalk-Vorkommen	34
3.1.5. Die Polygene Kalkbrekzie	40
3.2. Die untersuchten Unterkarbon-Schichten der „Thüringischen Fazies“	44
3.2.1. Bisheriger Stand der biostratigraphischen Einstufung des Unterkarbons in „Thüringischer Fazies“	44
3.2.2. Das Dachschieferlager von Dürrenwaid (Bl. Nordhalben)	44
3.2.3. Das Schmiedsgrund?-Konglomerat von Hertweggrün (Bl. Nordhalben)	45
3.2.4. Das Wurstkonglomerat von Mauthaus (Bl. Teuschnitz)	46
4. Paläontologischer Teil	47
4.1. Häufigkeit und Vergesellschaftung von Foraminiferen im Unterkarbon des Frankenwaldes	47
4.2. Beschreibung der untersuchten Foraminiferen	48
Ordnung Foraminiferida EICHWALD 1830	49
Unterordnung Textulariina DELAGE & HÉROUARD 1896	49
Superfamilie Ammodiscacea REUSS 1862	49
Familie Ammodiscidae REUS 1862	49
Unterfamilie Ammodiscinae REUSS 1862	49
<i>Ammodiscus</i> REUSS 1861, <i>Ammodiscus borealis</i> MALAKHOVA 1956, <i>Ammodiscus</i> sp. 1, <i>Ammodiscus</i> sp. 2, <i>Glomospira</i> RZEHAČ 1885, <i>Glomospira curiosa</i> MALAKHOVA 1956, <i>Glomospira ilimica</i> MALAKHOVA 1956, <i>Glomospira jactata</i> CONIL & LYS 1964, <i>Glomospira ovalis ovalis</i> MALAKHOVA 1956, <i>Brunsia</i> MIKHAILOV 1939, <i>Brunsia pulchra</i> MIKHAILOV 1939, <i>Brunsia spirillinoides</i> (GROZ. & GLEB. 1964), <i>Brunsia? valida</i> (CONIL & LYS 1964).	54
Superfamilie Lituolacea DE BLAINVILLE 1825	54
Familie Reophacidae CUSHMAN 1927	54

<i>Darjella</i> MALAKHOVA 1963, <i>Darjella monilis</i> MALAKHOVA 1963.	
Unterordnung Fusulinina WEDEKIND 1937	55
Superfamilie Parathuramminacea BYKOVA 1955	55
Familie Parathuramminidae BYKOVA 1955	55
<i>Eotuberitina</i> M. MAKLAY 1958, <i>Eotuberitina reitlingerae</i> M. MAKLAY 1958,	
<i>Pachysphaera</i> CONIL & LYS 1964, <i>Pachysphaera dervillei</i> CONIL & LYS 1964,	
<i>Radiosphaera</i> REITLINGER 1957, <i>Radiosphaera ponderosa</i> REITLINGER 1960.	
Familie Moravamminidae POKORNÝ 1951	56
Unterfamilie Earlandiinae CUMMINGS 1955	56
<i>Earlandia</i> PLUMMER 1930, <i>Earlandia minima</i> (BIRINA 1948)	
Superfamilie Endothyracea BRADY 1884	57
Familie Tournayellidae DAIN 1953	57
<i>Lituotubella</i> RAUSER-ČERNOUSOVA 1948, <i>Lituotubella glomospiroides</i> sca-	
<i>laeiformis</i> CONIL & LYS 1964, <i>Tournayella</i> DAIN 1953, <i>Tournayella gigantea</i>	
<i>minoris</i> LIPINA 1955, <i>Tournayellina</i> LIPINA 1955, <i>Tournayellina beata</i>	
(MALAKHOVA 1956), <i>Chernyshinella</i> LIPINA 1955, <i>Chernyshinella glomiformis</i>	
(„forma typica“) LIPINA 1955, <i>Chernyshinella glomiformis</i> („forma	
<i>minima</i> “) LIPINA 1955, <i>Mstinia</i> MIKHAILOV 1939, <i>Mstinia</i> sp. 2 sensu CONIL	
& LYS 1968, <i>Palaeospiroplectammina</i> LIPINA 1965, <i>Palaeospiroplectammina</i>	
<i>diveras</i> (N. TCHERNYSHEVA 1948), <i>Palaeospiroplectammina mellina</i> (MALA-	
KHOVA (1956), <i>Endospiroplectammina</i> LIPINA 1970, <i>Endospiroplectammina</i>	
<i>venusta</i> (VDOVENKO 1954), <i>Endospiroplectammina conili conili</i> LIPINA 1970.	
Familie Tetrataxidae GALLOWAY 1933	63
<i>Tetrataxis</i> EHRENBERG 1843, <i>Tetrataxis eominima</i> RAUS.-ČERN. 1948,	
<i>Tetrataxis paraminima</i> VISSARIONOVA 1948, <i>Tetrataxis pressula pressula</i>	
MALAKHOVA 1956, <i>Tetrataxis</i> cf. <i>pressula</i> MALAKHOVA 1956, <i>Tetrataxis</i>	
<i>pressula</i> cf. <i>gigantea</i> CONIL & LYS 1964, <i>Tetrataxis barkhatovae</i> cf. <i>pigra</i>	
CONIL & LYS 1964, <i>Tetrataxis</i> sp. 1, <i>Tetrataxis</i> sp. 2, <i>Tetrataxis</i> sp. 3,	
<i>Tetrataxis</i> sp. 4, <i>Tetrataxis</i> sp. 5.	
Familie Archaediscidae CUSHMAN 1928	69
<i>Archaediscus</i> BRADY 1873, <i>Archaediscus karreri karreri</i> BRADY 1873,	
<i>Archaediscus krestovnikovi krestovnikovi</i> RAUS.-ČERN. 1948, <i>Archaediscus</i>	
<i>convexus</i> GROZ. & LEB. 1953, <i>Archaediscus</i> sp. 1, <i>Permodiscus</i> DUTKEVITCH	
1948, <i>Permodiscus bucculentus</i> CONIL & LYS 1964, <i>Permodiscus rotundus</i>	
<i>elongatus</i> CONIL & LYS 1964, <i>Permodiscus rotundus</i> aff. <i>elongatus</i> CONIL	
& LYS 1964, <i>Permodiscus rotundus inflatus</i> CONIL & LYS 1964, <i>Permodiscus</i>	
sp. 1, <i>Planoarchaediscus</i> M. MAKLAY 1955, <i>Planoarchaediscus</i> sp. 1,	
<i>Paraarchaediscus</i> ORLOVA 1955, <i>Paraarchaediscus lenitortus</i> (CONIL & LYS	
1964), <i>Paraarchaediscus rigens</i> (CONIL & LYS 1964), <i>Paraarchaediscus</i> sp. 1,	
aff. <i>P. liebusi</i> (CONIL & LYS 1968), <i>Paraarchaediscus</i> sp. 2, <i>Paraarchaediscus</i>	
sp. 3.	
Familie Endothyridae BRADY 1884	77
Unterfamilie Endothyriinae BRADY 1884	77
<i>Endothyra</i> PHILLIPS 1846, <i>Endothyra acantha</i> (CONIL & LYS 1964),	
<i>Endothyra agathis</i> (CONIL & LYS 1964), <i>Endothyra apposita</i> GANELINA 1956,	
<i>Endothyra bowmani bradyi</i> MIKHAILOV 1939, <i>Endothyra freyri</i> (CONIL	
& LYS 1964), <i>Endothyra convexa</i> RAUS.-ČERN. 1948, <i>Endothyra laxa</i> (CONIL	
& LYS 1964), <i>Endothyra? michoti</i> (CONIL & LYS 1964), <i>Endothyra prisca</i>	
<i>devia</i> (CONIL & LYS 1964), <i>Endothyra prisca parva</i> (CONIL & LYS 1964),	
<i>Endothyra prisca undata</i> (CONIL & LYS 1964), <i>Endothyra rotayi rotayi</i>	
LEBEDEVA 1954, <i>Endothyra</i> sp., aff. <i>mosquensis</i> REITLINGER 1950, <i>Endothyra</i>	
<i>taedia</i> ZELLER sensu CONIL & LYS 1964, <i>Endothyra uva</i> (CONIL & LYS	
1964), <i>Endothyra</i> sp. 1, <i>Endothyra</i> sp. 2, <i>Endothyra</i> sp. 3, <i>Endothyra</i> sp. 4,	
<i>Endothyra</i> sp. 5.	
Superfamilie Fusulinacea MÖLLER 1878	87
Familie Ozawainellidae THOMPSON & FOSTER 1937	87
<i>Eostaffella</i> RAUSER-ČERNOUSOVA 1948, <i>Eostaffella mosquensis</i> VISSARIO-	

NOVA 1948, *Eostaffella* sp. 1, *Mediocris* ROZOVSKAYA 1961, *Mediocris breviscula* (GANELINA 1951).

5. Literatur	121
Tafel 1 — 13	90 — 120

1. Vorwort

Den Schwerpunkt vorliegender Arbeit bilden Dünnschliff-Untersuchungen von Kleinforaminiferen, welche zu neuen feinstratigraphischen Einstufungen bislang bekannter, aber auch neu aufgefundener Kohlenkalke, kalkiger Schichten und Polygener Kalkbrekzien des Frankenwaldes (NE-Bayern) führen. Als Bezugs-Grundlage diente dazu die Foraminiferen-Gliederung des belgischen Kohlenkalkes, welche in den Jahren 1964 bis 1976 von R. CONIL, M. LYS und anderen erarbeitet wurde.

Die Arbeit wurde auf Anregung von Univ.-Dozent Dr. J. GANDL in den Jahren 1974 bis 1977 am Institut für Paläontologie der Universität Würzburg durchgeführt und zweieinhalb Jahre lang von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziell unterstützt. Weitere wertvolle Hilfe leistete auch das Bayerische Geologische Landesamt in München, welches mir 429 Dünnschliffe zur Bearbeitung überließ, so daß schließlich über 800 Schliffe untersucht werden konnten. Beiden Institutionen sei dafür an dieser Stelle recht herzlich gedankt!

Besonderen Dank schulde ich auch Herrn Prof. Dr. K. SDZUY, der den Fortgang meiner Arbeit stets gefördert hat, sowie Herrn Dr. J. GANDL für seinen vielfältigen Rat und fördernde Kritik. Die Herren Dr. P. CARLS, Dipl.-Geol. W. MONNINGER und Dipl.-Geol. M. SCHMITT halfen bei der Korrektur der Arbeit, Herr G. BECK fertigte im Institut für Geologie freundlicherweise einige Schliffe für mich an und Herr H. SCHIRM erledigte die photographischen Arbeiten. Auch diesen Herren sei hiermit recht herzlich gedankt!

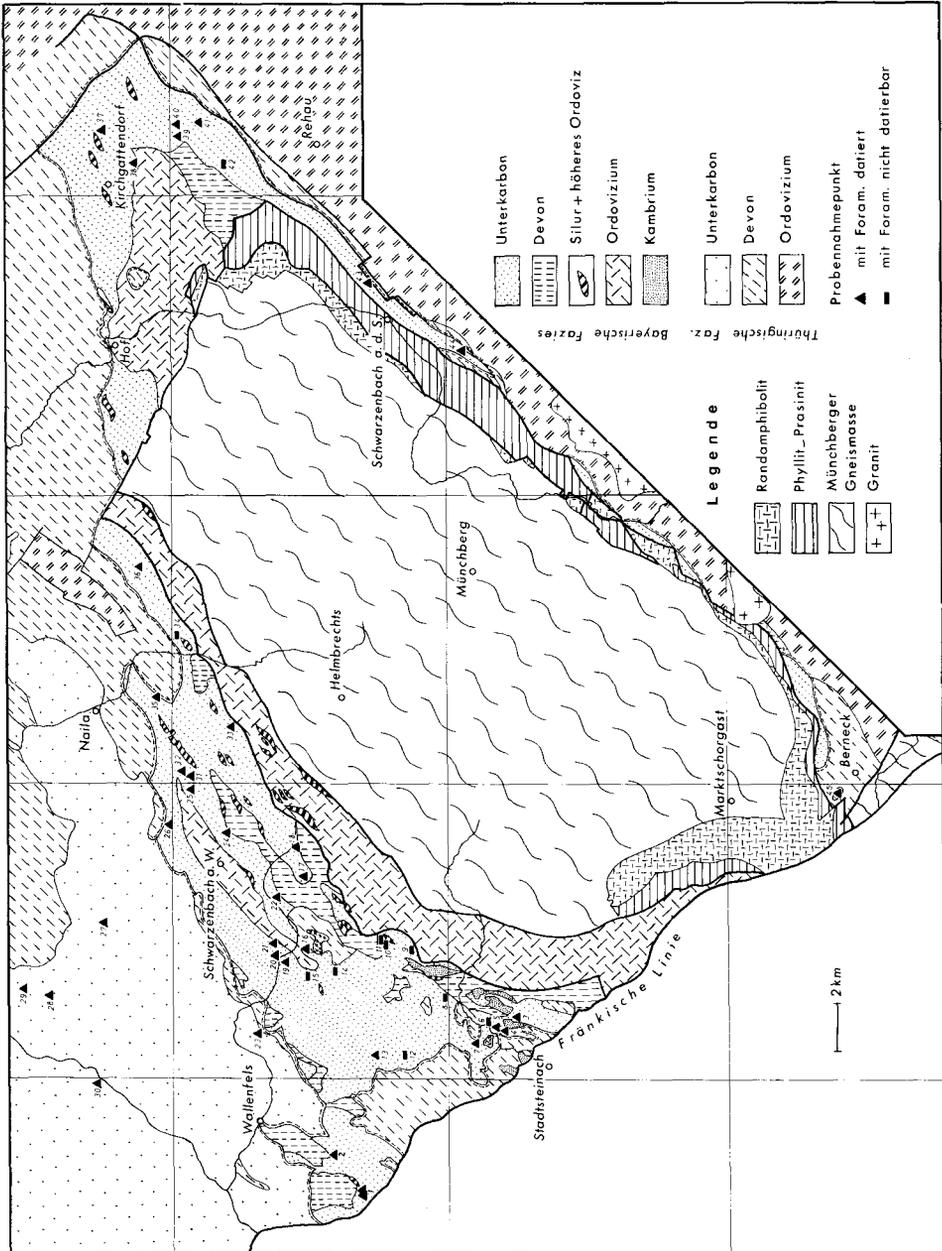
Die untersuchten Dünnschliffe dienen größtenteils als paläontologisches Belegmaterial und werden etwa je zur Hälfte im Institut für Paläontologie in Würzburg und im Bayerischen Geologischen Landesamt in München aufbewahrt.

- Abb. 1. Übersicht über das Arbeitsgebiet sowie über die Lage der untersuchten Kalk-Vorkommen.
- Bl. 5734 Wallenfels: 1. 550 und 300 m SW' Mittelberg, 2. Popp'scher Steinbruch im Zeyerngrund.
 - Bl. 5835 Stadtsteinach: 3. WSW' und SW' Bergleshof, 4. 400 m ESE' Ruine Nordeck, 5. E' Ruine Nordeck, 6. NE' Oberhammer (N-Hang des Kühberges), 7. S-Hang Schindelbachtal.
 - Bl. 5735 Schwarzenbach am Wald: 8. ESE' Schwand, 9. SSE' Premeusel, 10. S' Heinersreuth, 11. SE' Heinersreuth, 12. N' Schwand, 13. Seubetenreuth, 14. Rabenleite, 15. Fleckleinsbruch NW' Elbersreuth, 16. W' Löhmar-Mühle, 17. WNW' Oberbrumberg, 18. Bischofsmühle, 19. N-Hang des Fischerberges, 20. NW' Überkehr, 21. NNE' Überkehr (SW' Unterleupoldsberg), 22. Hirschrangen, 23. Köstenwald S' Schnappenhammer, 24. Eisenbachtal, 25. Bahneinschnitt Poppengrün.
 - Bl. 5635 Nordhalben: 26. W' Weidstauden-Mühle bei Lippertsgrün, 27. Steinbruch der Staatsforstverwaltung SW' Hertwegsgrün, 28. Lothar Heil, 29. Dürrenwaidhammer.
 - Bl. 5634 Teuschnitz: 30. NNE' Mauthaus.
 - Bl. 5736 Helmbrechts: 31. Kohlenkalkbruch Poppengrün, 32. Bahneinschnitt Bärenhäuser 550 m NE' Poppengrün, 33. Papiermühle, 34. N' Schauenstein.
 - Bl. 5636 Naila: 35. NE' Marlesreuth, 36. Tännichsbachtal.
 - Bl. 5638 Bobeneukirchen: 37. Trogenau, 38. Schloßgattendorf.
 - Bl. 5738/39 Rehau: 39. NNW' Klötzlamühle, 40. SW' Regnitzlosau, 41. E' Osseck am Wald, 42. S' Draisendorf.
 - Bl. 5737 Schwarzenbach/S.: 43. Bahneinschnitt E' Schwingen.
 - Bl. 5837 Weißenstadt: 44. NW' Hallerstein.
 - Bl. 5935 Marktschorgast: 45. Rimlasbachtal.

2. Allgemeiner Teil

2.1. Ziel der Arbeit und Arbeitsgebiet

Das Unter-Karbon der „Bayerischen Fazies“⁽¹⁾ in der Umrahmung der Münchberger Gneismasse zeichnet sich durch dunkle, küstennahe Flachwasser-Kalke,



sogenannte Kohlenkalke aus, die der vorherrschenden Kulmfazies als Linsen unterschiedlicher Ausdehnung und Mächtigkeit eingeschaltet sind. Einige dieser Kohlenkalk-Vorkommen transgredieren unmittelbar über präkarbonische Schichten.

Zur Zeit der Ablagerung des Kohlenkalkes kam es teilweise auch zur Ausbildung einzelner, isolierter oder auch mit dem Kohlenkalk verknüpfter Ablagerungen von Kohlenkalk-ähnlichen Kalken und Polygenen Kalkbrekzien.

Ziel der Arbeit ist es, durch die Untersuchung der Mikrofauna und hier insbesondere der Foraminiferen die zahlreichen Kalkvorkommen genauer datieren zu können und damit die Gliederung des „Bayerischen“ Unter-Karbons weiter zu verfeinern. Mit der Untersuchung der Mikrofazies sollten darüber hinaus weitere Aussagen über die Bildungsbedingungen der Kalke ermöglicht werden. Da es aber auch in der „Thüringischen Fazies“ einige wenige, geringmächtige Kohlenkalk-ähnliche Bildungen gibt, wurden diese mitbehandelt.

Das Arbeitsgebiet umfaßt deshalb, wie aus der Abb. 1 zu ersehen ist, in erster Linie das Gebiet der „Bayerischen Fazies“ in der Umgebung der Münchberger Gneismasse auf den geologischen Blättern Nr. 5636 Naila, Nr. 5638 Bobenneukirchen, Nr. 5734 Wallenfels, Nr. 5735 Schwarzenbach am Wald, Nr. 5736 Helmbrechts, Nr. 5737 Schwarzenbach/S., Nr. 5738/39 Rehau, Nr. 5835 Stadtsteinach, Nr. 5837 Weißenstadt, Nr. 5935 Marktschorgast. In zweiter Linie gehört aber auch das Gebiet der „Thüringischen Fazies“ auf den Blättern Nr. 5634 Teuschnitz und Nr. 5635 Nordhalben dazu.

Bei der Arbeit wurden die vorhandenen amtlichen geologischen Meßtischblätter des Gebietes sowie die verschiedenen geologischen Teilkartierungen A. WURM's und seiner Schule verwendet.

Die Geländearbeiten wurden im Sommer 1974 und 1975 durchgeführt.

2.2. Bisheriger Stand der Forschung

Schon C. W. v. GÜMBEL (1879) unterschied in seinen „Unteren Kulmschichten“ zwei faziell verschiedene Ausbildungen, nämlich eine „Thüringische Fazies“ mit Dachschiefen sowie eine „Fichtelgebirgs-Fazies“ mit Berg- oder Kulmkalk und kalkiger Grauwacke mit Konglomeraten und Lyditbildungen. Er versuchte auch die Fazies-Unterschiede mit paläontologischen Belegen zu erfassen und gab dabei zahlreiche Faunen und Floren der beiden Faziesbereiche an. Darunter auch Foraminiferen aus Trogenau, Regnitzlosau, Klötzlamühle, etc.

J. FELSCH (1911) stellte die Kieselschieferbrekzie als „Leithorizont des Untersten Kulms“ ins Liegende und das Poppengrüner Konglomerat mit „Strandgeröllen“ ins Hangende des Kohlenkalkes. Er nimmt dabei erstmals eine überkippte Lagerung des Profils von Poppengrün an, da dort das Poppengrüner Konglomerat (unter dem Kohlenkalk liegend) schon Kohlenkalk aufgearbeitet enthält.

¹⁾ Die Ausdrücke „Bayerische und Thüringische Fazies“ werden in dieser Arbeit im Sinne von A. WURM (1927) verwendet.

sogenannte Kohlenkalke aus, die der vorherrschenden Kulmfazies als Linsen unterschiedlicher Ausdehnung und Mächtigkeit eingeschaltet sind. Einige dieser Kohlenkalk-Vorkommen transgredieren unmittelbar über präkarbonische Schichten.

Zur Zeit der Ablagerung des Kohlenkalkes kam es teilweise auch zur Ausbildung einzelner, isolierter oder auch mit dem Kohlenkalk verknüpfter Ablagerungen von Kohlenkalk-ähnlichen Kalken und Polygenen Kalkbrekzien.

Ziel der Arbeit ist es, durch die Untersuchung der Mikrofauna und hier insbesondere der Foraminiferen die zahlreichen Kalkvorkommen genauer datieren zu können und damit die Gliederung des „Bayerischen“ Unter-Karbons weiter zu verfeinern. Mit der Untersuchung der Mikrofazies sollten darüber hinaus weitere Aussagen über die Bildungsbedingungen der Kalke ermöglicht werden. Da es aber auch in der „Thüringischen Fazies“ einige wenige, geringmächtige Kohlenkalk-ähnliche Bildungen gibt, wurden diese mitbehandelt.

Das Arbeitsgebiet umfaßt deshalb, wie aus der Abb. 1 zu ersehen ist, in erster Linie das Gebiet der „Bayerischen Fazies“ in der Umgebung der Münchberger Gneismasse auf den geologischen Blättern Nr. 5636 Naila, Nr. 5638 Bobenneukirchen, Nr. 5734 Wallenfels, Nr. 5735 Schwarzenbach am Wald, Nr. 5736 Helmbrechts, Nr. 5737 Schwarzenbach/S., Nr. 5738/39 Rehau, Nr. 5835 Stadtsteinach, Nr. 5837 Weißenstadt, Nr. 5935 Marktschorgast. In zweiter Linie gehört aber auch das Gebiet der „Thüringischen Fazies“ auf den Blättern Nr. 5634 Teuschnitz und Nr. 5635 Nordhalben dazu.

Bei der Arbeit wurden die vorhandenen amtlichen geologischen Meßtischblätter des Gebietes sowie die verschiedenen geologischen Teilkartierungen A. WURM's und seiner Schule verwendet.

Die Geländearbeiten wurden im Sommer 1974 und 1975 durchgeführt.

2.2. Bisheriger Stand der Forschung

Schon C. W. v. GÜMBEL (1879) unterschied in seinen „Unteren Kulmschichten“ zwei faziell verschiedene Ausbildungen, nämlich eine „Thüringische Fazies“ mit Dachschiefern sowie eine „Fichtelgebirgs-Fazies“ mit Berg- oder Kulmkalk und kalkiger Grauwacke mit Konglomeraten und Lyditbildungen. Er versuchte auch die Fazies-Unterschiede mit paläontologischen Belegen zu erfassen und gab dabei zahlreiche Faunen und Floren der beiden Faziesbereiche an. Darunter auch Foraminiferen aus Trogenau, Regnitzlosau, Klötzlamühle, etc.

J. FELSCH (1911) stellte die Kieselschieferbrekzie als „Leithorizont des Untersten Kulms“ ins Liegende und das Poppengrüner Konglomerat mit „Strandgeröllen“ ins Hangende des Kohlenkalkes. Er nimmt dabei erstmals eine überkippte Lagerung des Profils von Poppengrün an, da dort das Poppengrüner Konglomerat (unter dem Kohlenkalk liegend) schon Kohlenkalk aufgearbeitet enthält.

¹⁾ Die Ausdrücke „Bayerische und Thüringische Fazies“ werden in dieser Arbeit im Sinne von A. WURM (1927) verwendet.

O. H. SCHINDEWOLF befaßte sich hauptsächlich mit der Cephalopoden-Fauna des Arbeitsgebietes. Anhand der Cephalopoden des Kirchgattendorfer Profils konnte er 1923 die *Gattendorfia*-Stufe einführen, die er damals allerdings noch dem Oberdevon zurechnete. Sie wurde später (1935) als die Basis des Unter-Karbons bestimmt. Bei der Neubearbeitung der Cephalopoden des Ostthüringischen Unter-Karbons im Jahre 1926 beschrieb er auch einige Einzelfunde von Cephalopoden aus den Kohlenkalk-Vorkommen von Trogenau und Regnitzlosau.

A. WURM konnte bei seinen systematischen geologischen Aufnahmen in der Umgebung der Münchberger Gneismasse die bereits von GÜMBEL (1879) im Unter-Karbon erkannten Faziesgegensätze („Thüringische Dachschiefer-Fazies“ und „Fichtelgebirgsfazies“) auch in den älteren paläozoischen Formationen sehen. Er unterschied deshalb 1927 ganz allgemein zwischen einer „Thüringischen Fazies“ und einer „Bayerischen Fazies“ und verwies auch auf den unterschiedlichen Stil der Tektonik in beiden Bereichen.

F. KÜHNE (1930) beschrieb mehrere Gastropoden-Arten aus dem Kohlenkalk von Trogenau, Regnitzlosau, Schwarzenbach am Wald und Poppengrün.

W. A. SCHMIDT (1930) bearbeitete die Echinodermen des Kohlenkalkes von Regnitzlosau.

Die erste ausführliche Bearbeitung der Brachiopoden des Unter-Karbons geht auf W. PAECKELMANN (1930–31) zurück, der damit die Kohlenkalke des Frankenwaldes in das tiefere Visé stellte.

Die erste ausführliche Bearbeitung der Foraminiferen des deutschen Unter-Karbons wurde von A. LIEBUS (1932) durchgeführt, der auch Arten der Kohlenkalk-Vorkommen bei Trogenau, Regnitzlosau und Schwarzenbach am Wald beschrieb; er datierte diese Kalke ebenfalls als tieferes Visé.

Aus denselben Vorkommen wurden auch die Ostracoden durch E. KUMMEROW (1939) behandelt.

In den vergangenen 25 Jahren befaßten sich dann eine Reihe von Spezialarbeiten verstärkt mit dem Sedimentationsverlauf und der stratigraphischen Gliederung im Unter-Karbon.

G. v. HORSTIG & H. VOGLER (1956) wiesen u. a. mit Foraminiferen, die J. H. ZIEGLER bearbeitete, erstmals das Unterkarbon-Alter der früher für kambrisch gehaltenen Dolomite von Hof an der Saale nach und faßten diese schon sehr richtig als dolomitisierte Kohlenkalke auf.

H. VOGLER (1956) und K. H. SUCHAN (1964) befaßten sich speziell mit den Unterkarbon-Konglomeraten sowie auch mit den Polygenen Kalkbrekzien der „Bayerischen Fazies“. SUCHAN konnte dabei erstmals das Unterkarbon-Alter der vieldiskutierten Algenkalke beweisen.

Hauptsächlich durch G. v. HORSTIG & G. STETTNER entstanden die geologischen Meßtischblätter des Gebietes.

L. GREILING (1966—69) befaßte sich speziell mit der Sedimentation und den synsedimentären Bewegungen im Unter-Karbon.

J. GANDL trennte 1964 auf Blatt Bobenneukirchen eine Schieferfazies im Liegenden des Kohlenkalkes von der Grauwacken-Tonschiefer-Serie ab. 1965 und 1968 folgte eine umfassende biostratigraphische Untersuchung des Unter-Karbons im Frankenwald auf der Grundlage von Trilobiten, Brachiopoden und Conodonten, die 1972 ergänzt wurde. GANDL unterschied dabei im Raume der „Bayerischen Fazies“ mindestens 4 verschiedenen alte Konglomerat-Horizonte. Anhand der Lebensstellung der Korallen (*Syringopora*) und der Sediment-Strukturen im Poppengrüner Kohlenkalk konnte er zeigen, daß dieses Profil nicht überkippt liegt, wie es alle Autoren seit FELSCH (1911) annahmen. Das Poppengrüner Konglomerat wurde demnach ins Liegende, die Kieselschieferbrekzie hingegen ins Hangende des Kohlenkalkes gestellt.

2.3. Methodik

Nachdem seit etwa 30 Jahren in der UdSSR die Mikrofauna und hier insbesondere die Foraminiferen der unterkarbonischen Kohlenkalke durch unorientierte Schliff-Untersuchungen erfolgreich bearbeitet werden können, hat sich diese Methode inzwischen auch zur Untersuchung der westeuropäischen Kohlenkalke durchgesetzt. Mit ihr konnten z. B. R. CONIL & M. LYS (1964) für die franko-belgischen Kohlenkalke eine durchaus brauchbare Foraminiferen-Gliederung erstellen, die seither mehrfach verfeinert worden ist (vgl. den neuesten Stand bei CONIL, GROESSENS & PIRLET 1976).

Durch die obenerwähnte Methode werden Foraminiferen, aber auch Algen, Calcisphaeren und Makrofauna der verschiedensten Art in unterschiedlicher Schnittlage erfaßt. Zur Bestimmung von Foraminiferen sind bestimmte, von Gattung zu Gattung häufig unterschiedliche Schnittlagen erforderlich, die im Schliff aufgesucht werden müssen. In der Regel sind äquatoriale und axiale Schnittlagen durch die Anfangskammer am besten, Schrägschnitte jedoch weniger brauchbar. Deshalb ist es zweckmäßig, von jeder Probe mindestens je einen Schliff senkrecht und parallel zur Schichtung anzufertigen. Meist werden jedoch mehr als zwei Schlitze nötig sein, um eine ausreichende Anzahl geeigneter Schnittlagen zu erhalten.

Foraminiferen sind deshalb die Grundlage der stratigraphischen Gliederung dieser Arbeit. Sie wurden mit Hilfe orientierter Dünnschliffe studiert (= und \perp ss, Dicke 30 μ). Für diese Zwecke wurden von den im Arbeitsgebiet vorkommenden Kohlenkalken, Kohlenkalk-ähnlichen Kalken und Polygenen Kalkbrekzien horizontal Proben entnommen, meist im Abstand von etwa 5 m Schichtmächtigkeit. Von jeder Probe wurden mindestens zwei Dünnschliffe angefertigt, insgesamt etwa 400. Hinzu kommen noch einige entsprechende Schlitze von Dr. GANDL sowie weitere 429 Schlitze, welche mir das Bayerische Geologische Landesamt dankenswerterweise zur Bearbeitung überließ.

Ein Teil der aufgeführten Dünnschliffe wurde auch für die mikrofazielle Untersuchung der Gesteine verwendet, für die unter anderem auch 170 Dünnschliffe nach dem „Point Counter Verfahren“ (PLAAS & TOBI 1965) ausgewertet wurden (je 1000 Punkte). Diese stammen vorzugsweise aus längeren, zusammenhängenden Profilen. Für die Klassifizierung der Kalke wurde die FOLK'sche Nomenklatur (1959, 1962) herangezogen.

2.4. Ergebnisse

2.4.1. Stratigraphie

Die mit Foraminiferen gewonnenen stratigraphischen Daten stimmen im allgemeinen recht gut mit den bereits bekannten, an Trilobiten, Brachiopoden und Conodonten gewonnenen Alterswerten überein und zeigen damit, daß die belgische Foraminiferen-Gliederung (Abb. 6) gut auf den Frankenwald übertragbar ist. Die biostratigraphische Stellung aller datierten Vorkommen ist im übrigen aus Abb. 2 ersichtlich.

a) „Bayerische Fazies“:

In den beschriebenen Vorkommen der „Bayerischen Fazies“ wurde mit Foraminiferen die Zeitspanne vom Tn3c bis zum V2a sicher nachgewiesen und das V2b wahrscheinlich gemacht (Abb. 3). Offensichtlich ältere und jüngere kalkige Schichten lieferten leider keine, bzw. keine zur Datierung ausreichenden Foraminiferen-Faunen. Nach den gewonnenen Daten liegt die Hauptverbreitung der Kohlenkalke im Zeitbereich V1a–V2a. Der Zeitbereich der Hauptvorkommen des Kohlenkalkes zeigt ein gewisses Jüngerwerden nach NW, in Richtung „Thüringischer Fazies“. Es gibt jedoch im W des Verbreitungs-Gebietes einen gegenläufigen Trend, der aber auch hier auf Vorkommen „Thüringischer Fazies“ gerichtet ist. Es konnte weiterhin durch die Abfolge der Foraminiferen bestätigt werden, daß die Schichten bei Poppengrün und im Eisenbachtal normal gelagert sind. Damit befindet sich das Poppengrüner Konglomerat im Liegenden und die Kieselschieferbrekzie im Hangenden des Kohlenkalkes, der hier seine größte zeitliche Reichweite hat (V1?a, V1b–V2a, V2b?).

Der Kohlenkalk kann zum Teil zeitlich und räumlich von der Polygenen Kalkbrekzie vertreten werden. Nach den neuen Ergebnissen reicht diese nun mindestens bis ins V1b.

Innerhalb des Bildungsbereiches der Polygenen Kalkbrekzie liegt auch das Poppengrüner Konglomerat, das damit als eine lokal begrenzte Sonderbildung der Polygenen Kalkbrekzie aufzufassen ist. Es kann nun nach allen vorliegenden Daten ziemlich genau an die Grenze Tn3c/V1a eingestuft werden.

Im Hangenden des Kohlenkalkes findet man verbreitet konglomeratische Schichten, die vermutlich diachron ab V2a einsetzen und nach oben hin zeitlich nicht genau begrenzt werden können. Sie treten in lithologisch verschiedenen Ausbildungen auf (Dolomitführende und dolomitfreie Konglomerate, Geröllgrauwacken, Kieselschieferbrekzien), die sich lateral und auch vertikal verzahnen können. Dabei ist die Kieselschieferbrekzie von Poppengrün und vom Eisenbachtal (wahrscheinlich V2b oder jünger) offensichtlich etwas jünger als die des Hauptkonglomerat-Horizontes (mit 1 bis 3), dem sehr wahrscheinlich ein V2a-Alter zukommt.

Kohlenkalke verschiedenen Alters liegen transgressiv über devonischen Schichten, vor allem über Flaserkalken und Kieselschiefern. Ein paläogeographischer Trend der Transgressionen zeichnet sich anhand der Kohlenkalke allein nicht ab.

b) „Thüringische Fazies“:

Kohlenkalk-ähnliche Bildungen finden sich auch in der „Thüringischen Fazies“,

Die Kohlenkalk-Scholle im Wurstkonglomerat bei Mauthaus (Bl. Teuschnitz) hat nach Foraminiferen ein Alter von V1b oder V2a, wogegen die Brachiopoden ursprünglich ein Ober-Visé-Alter andeuteten (GANDL 1970). Nach allem erscheint heute ein V2a-Alter der Scholle am wahrscheinlichsten. Nach der großräumigen Lagerung liegt das Wurstkonglomerat aber im Hangenden des Schmiedsgrund-Konglomerates, des „Basistuffits“ v. HORSTIG's (1966) und des Dürrenwaider Dachschieferlagers, also über Schichten, denen ein V2b oder V3a-Alter zukommt (siehe Abb. 3).

2.4.2. Fazies

Auf Grund von Mikrofazies-Untersuchungen sind die Kohlenkalke der „Bayerischen Fazies“ und die Kohlenkalk-ähnlichen Entwicklungen der „Thüringischen Fazies“ als neritische Bildungen im küstennahen oder Küsten-beeinflußten Bereich zu deuten. Es handelt sich meist um biosparitische bis oosparitische Kalke mit Resten benthonischer Flachwasser-Faunen sowie mit Quarz-Sand und -Silt. Das Sediment-Gefüge ist meist recht homogen, und nur verhältnismäßig selten wird gradierte Schichtung und Schrägschichtung beobachtet.

Abweichungen davon finden sich vor allem in den Vorkommen nordöstlich der Münchberger Gneismasse (bei Trogenau), wo das Fehlen von Ooiden und Intraklasten sowie die geringe Zufuhr von terrigenem Material auf ein ruhiges Ablagerungsmilieu hinweisen. Dagegen zeigen die Kalke im Eisenbachtal und bei Poppengrün (nordwestlich der Münchberger Gneismasse) ein breites Spektrum der Ausbildung. Hier kommen sowohl oolithische und intraklastreiche Kalke mit zahlreichen Gradierungen und Schrägschichtungskörpern sowie stellenweise mit intraformationellen Geröllen (besonders im V1b) als auch homogene Stillwasserkalke (besonders im V2a und V2b? = Bereich mit Korallen in Lebensstellung) vor. Zur Bildung von ersteren dürften Suspensionsströme eine entscheidende Rolle gespielt haben. Diese haben jedoch nicht zu einer erkennbaren Faunendurchmischung geführt.

Abb. 2. Lage und Alter der datierten Kalk-Vorkommen.

1. 550 und 300 m SW' Mittelberg, 2. Popp'scher Steinbruch im Zeyerngrund, 3. WSW' und SW' Bergleshof, 4. 400 m ESE' Ruine Nordeck, 5. S-Hang Schindelbachtal, 6. Seubetenreuth, 7. Rabenleite, 8. WNW' Oberbrumberg, 9. Bischofsmühle, 10. N-Hang des Fischerberges, 11. NW' Überkehr, 12. NNE' Überkehr (SW' Unterleupoldsberg), 13. Hirschrangen, 14. Köstenwald S' Schnappenhammer, 15. Eisenbachtal, 16. Poppengrün, 17. W' Weidstauden-Mühle bei Lippertsgrün, 18. Steinbruch der Staatsforstverwaltung SW' Hertweggrün, 19. Lothar Heil, 20. SW' Dürrenwaiderhammer, 21. NNE' Mauthaus, 22. Papiermühle, 23. NE' Marlesreuth, 24. Tännichsbachtal, 25. Trogenau, 26. Schloßgattendorf, 27. NNW' Klötzlamühle, 28. SW' Regnitzlosau, 29. E' Osseck am Wald, 30. Bahneinschnitt E' Schwingen, 31. Rimlasbachtal.

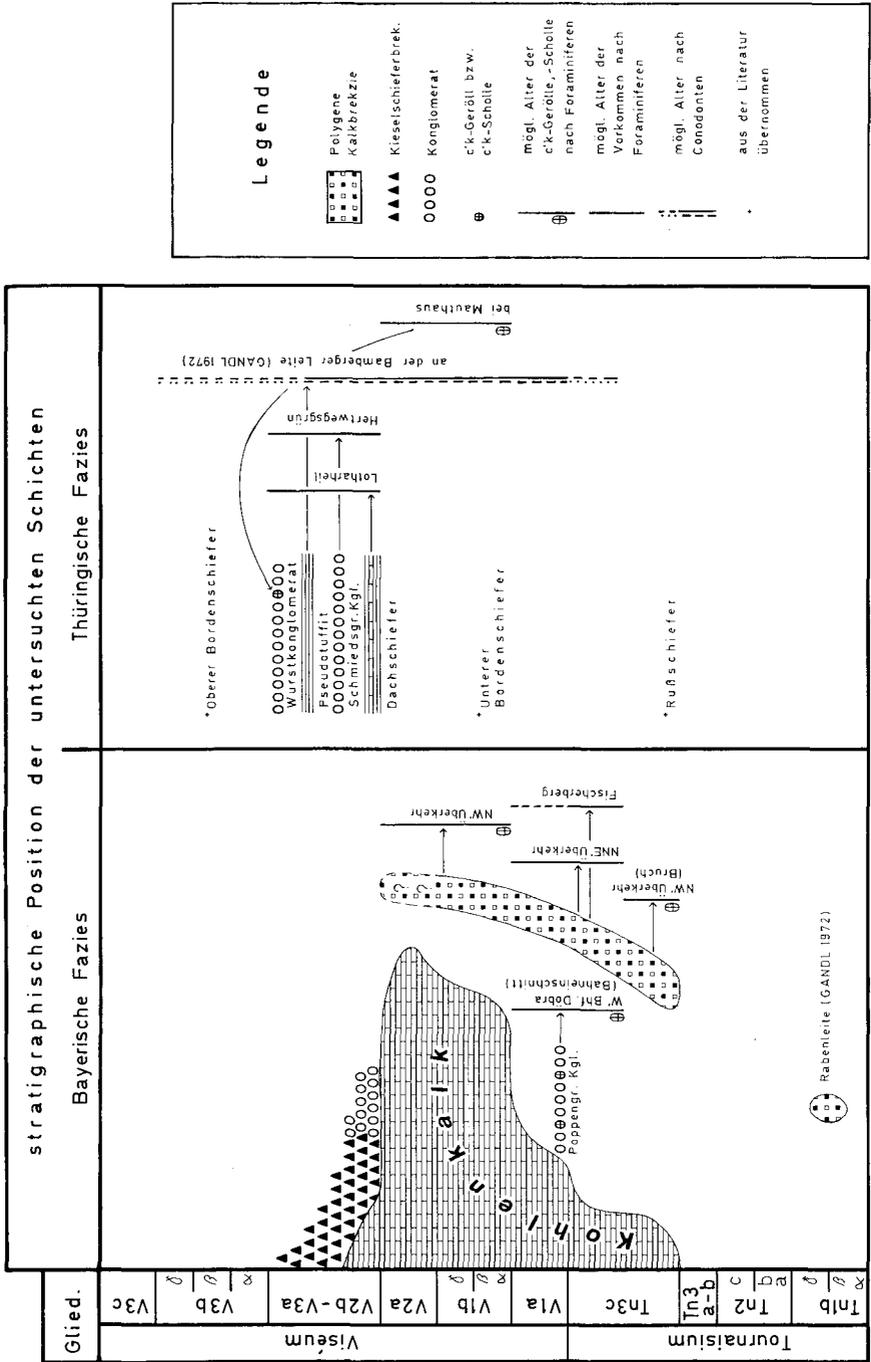


Abb. 3. Stratigraphie der untersuchten Schichten nach Foraminiferen und die mögliche Stellung einiger wichtiger Vorkommen.

3. Stratigraphisch-fazieller Teil

3.1. Die untersuchten Unterkarbon-Schichten der „Bayerischen Fazies“

3.1.1. Transgressive Kontakte des Kohlenkalkes mit devonischen Schichten

S-Hang Schindelbachtal (Bl. Stadtsteinach)

In einem alten Bruch im Wald am S-Hang des Schindelbachtals (R: 4465.47; H: 5561.63) liegt geringmächtiger Kohlenkalk transgressiv über devonischen Flaserkalken. Aus ihm sind bislang noch keine biostratigraphischen Daten bekannt. Östlich des Brucheinganges konnte durch einen Schurf die Transgressions-Fläche mit den benachbarten Schichten freigelegt werden. Es zeigte sich folgendes Profil:

- | | |
|--------------|--|
| Hangendes: | Bruch-Oberkante. |
| 4) ca. 20 cm | plattig spaltender, dunkler Kohlenkalk. |
| 3) 30 cm | Kohlenkalk: Unterster Teil mit cm-großen Flaserkalk-Geröllen und Schill von Korallen, Echinodermen, Brachiopoden; nach oben Zunahme der Kohlenkalk-Matrix. |
| 2) 12—15 cm | plattig spaltender, dunkler Kohlenkalk. |
| 1) 10—15 cm | Kohlenkalklage mit faustgroßen Flaserkalk-Geröllen. |
| Liegendes: | Devonischer Flaserkalk. |

Schliffproben aus Schicht 2 und 4 enthielten folgende Foraminiferen:

Tourmayella cf. *gigantea* LIPINA,
Tourmayella sp.,
Palaeospiroplectammina diversa (N. TCHERNYSHEVA),
Palaeospiroplectammina cf. *mellina* (MALAKHOVA),
Endothyra bowmani cf. *pulchra* BRAŽ. & POT.,
Endothyra div. spec. indet.

Durch das Vorkommen von *Palaeospiroplectammina diversa* und der Gattung *Tourmayella* ergibt sich ein hohes Tn3c- oder ein V1a-Alter.

400 m ESE' Ruine Nordeck (Bl. Stadtsteinach)

Etwa 400 m ost-südöstlich der Ruine Nordeck ist in einem etwa 5 m hohen Felsen Kohlenkalk aufgeschlossen. Offensichtlich derselbe Kohlenkalk transgrediert nur wenige 10 m davon entfernt in einer alten Pinge auf devonischem Flaserkalk der *Cheiloceras*-Stufe (W. TRAPP 1964).

Der Kalk besteht hauptsächlich aus Oo-Intrasparit (Taf. 13 Fig. 182), bzw. dort wo der Ooid-Anteil zurücktritt, aus Bio-Intrasparit. Die Ooid-Kerne bestehen hier hauptsächlich aus Quarzkörnern und gelegentlich auch aus Fossilresten. Der Fossil-Inhalt setzt sich aus Echinodermen-Resten, Brachiopoden-Bruchstücken, Foraminiferen und einzelnen Bryozoen zusammen.

J. GANDL (1968) stellte die transgredierende Kohlenkalk-Lage mit Hilfe von Conodonten in den Grenzbereich *anchoralis*-Zone/ *anchoralis-bilineatus*-Interregnum.

Drei Proben von der Basis, der Mitte und dem obersten Teil des Kohlenkalk-Felsens (jeweils mehrere Schriffe) enthielten folgende Foraminiferen-Arten:

Ammodiscus sp. 2.,
Tetrataxis paraminima VISSARIONOVA ssp.,
Tetrataxis pressula cf. *gigantea* CONIL & LYS,
Tetrataxis sp.,
Permodiscus rotundus elongatus CONIL & LYS,
Paraarchaediscus rigens (CONIL & LYS),
Archaediscus krestovnikovi krestovnikovi RAUS.-ČERN.,
Endothyra prisca devia CONIL & LYS.

Durch die Vergesellschaftung von *Permodiscus rotundus* und *Paraarchaediscus rigens* einerseits (V1b—V2a) und *Archaediscus krestovnikovi krestovnikovi* andererseits (ab höherem V1b) kommt dem gesamten Aufschluß ein höheres V1b- oder ein V2a-Alter zu.

Die von GANDL (1968) angegebene Conodonten-Fauna läßt sich danach auch sicher im *anchoralis-bilineatus*-Interregnum unterbringen.

Popp'scher Steinbruch im Zeyerngrund (Bl. Wallenfels)

Im Popp'schen Steinbruch im Zeyerngrund liegt das Unter-Karbon mit einer groben Geröllgrauwacke (Zeyerngrund-Konglomerat, L. GREILING 1966) transgressiv auf devonischem Flaserkalk (A. WURM 1927). Unmittelbar über der Transgressions-Fläche wurden unter anderem auch dcm-große Linsen von „Kohlenkalk“ gefunden. A. ZITZMANN (1968) gibt daraus einige wenige Conodonten an. Mir standen von diesen kalkigen Linsen 3 Dünnschliffe des Bayerischen Geologischen Landesamtes zur Verfügung, deren Foraminiferen-Reste auch schon von GANDL (in U. EMMERT & G. v. HORSTIG 1972) begutachtet wurden. Die in diesen Schliffen erfaßten Kalke sind als schlecht klassierte Biomikrite zu bezeichnen. Sie führen reichlich grobe Quarzkörner. Als Biogene wurden Crinoiden-Stielglieder, Brachiopoden- und Ostracoden-Reste sowie Foraminiferen identifiziert. Von letzteren war allerdings nur eine einzige Art bestimmbar. Es handelt sich um ein schräg geschnittenes Exemplar von *Palaeospiroplectammina diversa* (N. TCHERNYSHEVA), das ursprünglich von GANDL als *Diplosphaerina?* sp. bestimmt wurde. Diese Art ist bis jetzt aus dem höheren Tn3c—V2a bekannt. Im Frankenwald wurde sie allerdings nur im Intervall höheres Tn3c/V1a gefunden, einem Zeitbereich, der auch nach der paläogeographischen Situation des Vorkommens am wahrscheinlichsten erscheint. Leider lassen auch die von ZITZMANN (1968: 600) erwähnten Conodonten keine weitere Einengung des fraglichen Zeitbereiches zu.

Seubetenreuth (Bl. Schwarzenbach am Wald)

Im SE-Teil von Seubetenreuth greift hinter dem Haus Nr.11 (R: 4465.38; H: 5565.23) über dem Eingang zu einem heute teilweise zugeschütteten alten Bierkeller eine mit schiefrig-kalkigem Material gefüllte Schlotte transgressiv auf devonische helle Kieselschiefer-Serie über. Genaue Lagerungsverhältnisse siehe bei R. TRAPP (1967). Mehrfache Lösungs-Versuche des Kalkmaterials (R. TRAPP, J. GANDL) erbrachten zwar keine Conodonten, aber erste Hinweise auf Foraminiferen.

Mikroskopisch untersucht wurden drei aus der Schlotte geborgene, unverwitterte Kohlenkalk-Knollen. Alle drei bestehen aus biosparitischem bis biomikritischem Kalk mit reichlich Korallen-, Bryozoen-, Brachiopoden- und Gastropoden-Resten

sowie mit vereinzelt Foraminiferen, von denen folgende Arten bestimmt werden konnten:

Tetrataxis pressula pressula MALAKHOVA,
Tetrataxis sp. 1.,
Tetrataxis sp. 3.,
Permodiscus rotundus inflatus CONIL & LYS,
Paraarchaediscus rigens (CONIL & LYS),
Archaediscus div. spec. indet.,
Endothyra sp.

Die Vergesellschaftung dieser Arten gibt wiederum ein höheres V1b- oder ein V2a-Alter an.

Köstenwald S' Schnappenhammer (Bl. Schwarzenbach am Wald)

Etwa 1 km südlich Schnappenhammer liegt im Walde, dicht oberhalb eines Forstweges (R: 4466.3; H: 5570.13), ein Vorkommen, in dem Kohlenkalk mit einem Flaserkalk-ähnlichen Kalk eng verzahnt vorliegt. Bei letzterem handelt es sich nach GANDL (1968) um ein Äquivalent des Algenkalkes von der Überkehr.

Schliffe von je zwei Proben zeigen, daß der Flaserkalk-ähnliche Kalk einen biosparitischen Algen-Kalk mit Algenstrukturen darstellt. Im Gegensatz zu den Algenkalken der Überkehr führen sie auch Ooide. Neben den Algen wurden hier noch Echinodermen-Reste, reichlich Foraminiferen, einzelne Ostracoden-Schalen und Korallen-Reste gefunden. Der Kohlenkalk, der auch taschenförmig in den Algenkalk eingreift, enthält reichlich Ooide und fast die gleiche Fauna. Er kann als bio-oosparitischer Kalk bezeichnet werden. Bis auf die Algen unterscheiden sich beide Kalktypen in ihrem Fossil-Gehalt nicht. An Foraminiferen fanden sich folgende Arten:

Ammodiscus sp. 1.,
Tetrataxis pressula pressula MALAKHOVA,
Tetrataxis cf. *pressula* MALAKHOVA,
Permodiscus bucculentus CONIL & LYS,
Permodiscus rotundus aff. *elongatus* CONIL & LYS,
Permodiscus rotundus cf. *elongatus* CONIL & LYS,
Archaediscus sp. 1.,
Endothyra prisca cf. *devia* CONIL & LYS,
Endothyra sp. 2.

Nach der Vergesellschaftung von *Permodiscus bucculentus* und *Permodiscus rotundus* (jeweils V1b—V2a) sowie *Archaediscus* sp. 1 (ab höherem V1b) kommt nur ein höheres V1b- oder ein V2a-Alter in Frage.

Nach mündlicher Mitteilung von J. GANDL handelt es sich bei den unterhalb des Waldweges, etwa 10—15 m südlich anstehenden Kalken aber um echte, devonische Flaserkalke mit Conodonten des mittleren Ober-Devons. Obwohl der Kontakt beider Vorkommen noch nicht zweifelsfrei erfaßt werden konnte, vermutet J. GANDL hier ein transgressives Auflager des Unter-Karbons auf Ober-Devon.

E' Osseck am Wald (Bl. Rehau)

Im Steinbruch etwa 200 m östlich von Osseck sind sowohl devonischer Flaserkalk als auch Kohlenkalk aufgeschlossen. An der abgesunkenen NW-Flanke des

hier im Scheitel zerbrochenen Sattels (die genauen tektonischen Verhältnisse siehe bei U. EMMERT 1958) liegt ein etwa 5,40 m mächtiger, unreiner, stark mergelig entwickelter Kohlenkalk mit tektonischem Kontakt über devonischem Flaserkalk. Er wird zum Hangenden hin allmählich tonig und geht hier in etwa 4 m mächtige fossilreiche Schiefer, die „Osseck-Schiefer“, über. An der SE-Flanke des Sattels liegen nach GANDL (1968) jedoch kalkige Schiefer transgressiv über oberdevonischen Flaserkalken.

GANDL (1972) datierte den Kohlenkalk mit Hilfe einer kleinen Conodonten-Fauna, die er in einer kleinen spätigen Linse fand und die hangenden „Osseck-Schiefer“ mit Trilobiten und Brachiopoden in das tiefere Ober-Tournai (Tn3a—b). Nach neuesten Ergebnissen zur Conodonten-Verbreitung in Belgien (E. GROESSENS 1974) rückt die Conodonten-Fauna von Osseck am Wald jedoch ins tiefe Tn3c hinauf (freundliche mündliche Mitteilung von J. GANDL).

Untersucht wurden 17 Schliffe dreier eigener Proben, von denen zwei aus der Conodonten-führenden Linse stammen. Weiterhin standen mir 18 Schliffe des Bayerischen Geologischen Landesamtes aus insgesamt 6 Proben zur Verfügung. Danach ist der Kohlenkalk im unteren Teil ein sparitischer Kalk mit reichlich Quarzkörnern und seltenen Crinoiden und Foraminiferen. Nach oben hin tritt der Quarz-Gehalt zurück, der Biogen-Anteil nimmt dagegen zu. Er erreicht sein Maximum etwa 3,50 m über der Basis, wo er den Hauptbestandteil eines nunmehr biosparitischen Kalkes bildet und sich aus Crinoiden-Stielgliedern, Korallen-Resten, Brachiopoden- und Ostracoden-Bruchstücken sowie Foraminiferen zusammensetzt. Weiter nach oben wird der Kalk allmählich tonig und die Mikrofauna nimmt ab.

Aus den Schliffen der beiden Proben, die aus der Conodonten-führenden spätigen Linse, etwa 3,20–3,50 m über der Kohlenkalk-Basis stammen, konnten folgende Foraminiferen-Arten bestimmt werden. Alle übrigen Proben enthielten keine bestimmbareren Foraminiferen:

Glomospira curiosa MALAKHOVA,
Brunsia cf. *pulchra* MIKHAILOV,
Brunsia spirillinoides (GROZ. & GLEB.),
Tournayellina beata (MALAKHOVA),
Tetrataxis aff. *immatura* GROZ. & LEB. sensu CONIL & LYS 1964,
Chernyshinella glomiformis („forma minima“) LIPINA,
Chernyshinella glomiformis („forma typica“) LIPINA.

Die beiden Gattungen *Glomospira* und *Brunsia* treten allgemein ab dem Ober-Tournai auf, in der UdSSR jedoch vor allem innerhalb des Ober-Tournai. *Chernyshinella glomiformis* tritt in Belgien vor allem im Tn1b und Tn2b, vereinzelt aber noch im Tn3c auf. Da *Tetrataxis* dort aber erst im Tn3c einsetzt, ist also auch nach Foraminiferen auf ein Tn3c-Alter zu schließen. Das häufige Auftreten von *Chernyshinella glomiformis* (hier etwa 40% aller Foraminiferen stellend) deutet dabei auf ein tieferes Tn3c-Alter. Die stratigraphischen Aussagen der Foraminiferen stimmen also völlig mit denen der Conodonten überein!

Die bislang datierten Kalk-Vorkommen zeigen unterschiedliche Zeitpunkte der Unterkarbon-Transgression an:

1. E' Osseck am Wald: tieferes Tn3c.
2. S-Hang des Schindelbachtals: Grenzbereich Tournai/Visé (höheres Tn3c oder V1a).
3. 400 m ESE' der Ruine Nordeck: Bereich höheres V1b oder V2a.
4. Köstenwald S' Schnappenhammer: vermutete Transgression mit datierbaren Kalken im Bereich höheres V1b oder V2a.
5. SE-Teil von Seubetenreuth: Bereich höheres V1b oder V2a.
6. Popp'scher Steinbruch im Zeyerngrund: in Frage kommt gesamter Zeitbereich höheres Tn3c—V2a, wahrscheinlich ist jedoch Tn3c—V1a.

3.1.2. Die Abfolge Poppengrüner Konglomerat-Kohlenkalk-Kieselschieferbrekzie, bzw. Kohlenkalk-Kieselschieferbrekzie

Die Abfolge Poppengrüner Konglomerat-Kohlenkalk-Kieselschieferbrekzie kann am besten an zwei Stellen der Meßtischblätter Schwarzenbach am Wald und Helmbrechts studiert werden.

Poppengrün (Bl. Schwarzenbach am Wald und Bl. Helmbrechts)

Im Grenzbereich der Meßtischblätter Schwarzenbach am Wald und Helmbrechts findet man bei Poppengrün, an der Bahnstation Döbra, das wohl bekannteste Profil im Unter-Karbon des Frankenwaldes, das (vom Liegenden zum Hangenden) aus Poppengrüner Konglomerat, Kohlenkalk und Kieselschieferbrekzie besteht. Seit J. FELSCH (1911) zum ersten Mal Kohlenkalk-Gerölle im Poppengrüner Konglomerat fand, wurde die gesamte Abfolge von mehreren Autoren als überkippt gedeutet. Die ersten Beweise einer normalen Lagerung lieferte J. GANDL (1968), unter anderem mit der Lebensstellung von Korallen (Gattung *Syringopora*) im Kalk und mit den dort zu beobachtenden Sediment-Strukturen.

Das Poppengrüner Konglomerat konnte man bis vor kurzem noch im Hohlweg am NW-Eingang zum altbekannten Bruch, unmittelbar im Liegenden des Kohlenkalkes, aufgeschlossen finden. Hohlweg und Kontakt Konglomerat/Kalk sind jedoch heute zugeschüttet. Anstehend findet man das Konglomerat etwa 50 m weiter westlich im Bahneinschnitt. Hier zeichnet es sich durch die seltene Führung von Kohlenkalk-Geröllen aus. Sein Geröllbestand wurde zuletzt von H. VOGLER (1956), K. H. SUCHAN (1964) und D. AL-RAWI (im Druck) untersucht.

Bei meinen eigenen Arbeiten konnten im Poppengrüner Konglomerat des Bahneinschnittes noch 2 Kohlenkalk-Gerölle gefunden werden, deren Größe zur Anfertigung von Dünnschliffen ausreichte. Zusätzlich standen mir 9 Schliffe des Bayerischen Geologischen Landesamtes zur Verfügung, die wahrscheinlich von 3 Geröllen stammen. Insgesamt ließ sich daraus folgende Fauna bestimmen:

Palaeospiroplectamina diversa (N. TCHERNYSHEVA),
Tetrataxis sp.,
Endothyra cf. *freyri* (CONIL & LYS),
Endothyra prisca devia CONIL & LYS,
Endothyra sp.

Nach *Palaeospiroplectammina diversa* kommt der Faunula ein höheres Tn3c- oder ein V1a-Alter zu. Neben Foraminiferen kommen reichlich Algen der Gattung „*Girvanella*“, sowie Echinodermen-, Gastropoden- und Brachiopoden-Reste vor.

Im erwähnten großen Bruch sind etwa 100 m mächtige, meist massig ausgebildete Kohlenkalk e aufgeschlossen, die in den untersten 75 m stellenweise reichlich Ooide führen. Die obersten 20—25 m des Kohlenkalkes sind dagegen völlig Ooid-frei. Die Schichtung ist stellenweise schwer erkennbar. Etwa zwischen 25 und 65 m über der Basis des Kohlenkalkes zeigen sich schon makroskopisch mindestens drei Schüttungs-Zyklen, die jeweils von gröberen Schüttungen im Liegenden in feine dichte Kohlenkalk e im Hangenden übergehen. An manchen Stellen, vor allem in den unteren Teilen der Zyklen, treten Reste von Makrofauna gehäuft auf. Schrägschichtung und gradierte Schichtung sind hier nicht selten. Etwa zwischen 28 und 30 m des Profils findet man auch Lagen, die unter anderem intraformationelle Kalk-Gerölle enthalten.

Aus dem Profil im Bruch wurden entlang der W-Wand insgesamt 25 Proben im Abstand von jeweils 4 m entnommen, deren Schliffe (56) hier die Grundlage meiner Untersuchungen bilden. Daneben standen mit noch 45 Schliffe des Bayerischen Geologischen Landesamtes zur Verfügung.

Nach der mikrofaziellen Untersuchung (Point Counter und Dünnschliffbilder) bestehen die unteren 25 m des Kohlenkalk-Profiles hauptsächlich aus oo-biosparitischem Kalk (Taf. 13 Fig. 183). Der mittlere Bereich des Profils — zwischen Fundschicht P8 und P15 — ist durch starken Ooid-Anteil gekennzeichnet. Ab P15 nimmt der Ooid-Gehalt rasch ab. Im obersten Teil des Profils sind nur noch biosparitische Kalke vertreten. Die Ergebnisse der mikrofaziellen Untersuchung des Profils sind in Abb. 4 dargestellt.

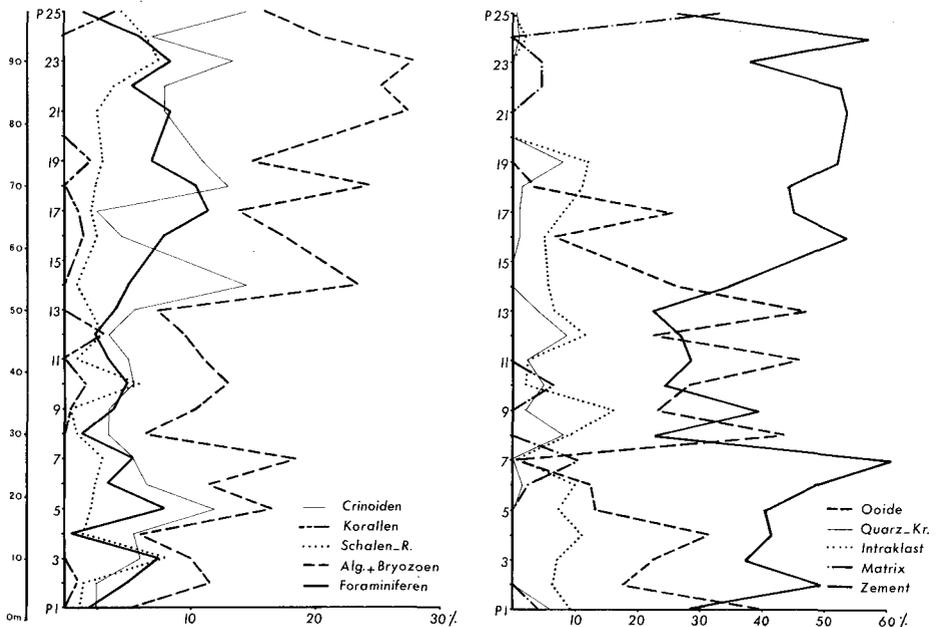


Abb. 4. Mikrofazielle Zusammensetzung des Kohlenkalk-Profiles von Poppengrün nach Dünnschliff-Untersuchungen.

	V1? a V1b										V2a										V2b?					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	
<i>Tournavella gigantea minoris</i> LIPINA																										
<i>Tournavella</i> sp.	X	X																								
<i>Ammodiscus borealis</i> MALAKHOVA		X																								
<i>Brunsia pulchra</i> MIKHAILOV		X																								
<i>Brunsia spirillinoïdes</i> (GROZ. & GLEB.)		X																								
<i>Endothyra</i> cf. <i>laxa</i> (CONIL & LYS)		X																								
<i>Endothyra laxa</i> (CONIL & LYS)		X																								
<i>Endothyra agathis</i> (CONIL & LYS)		X																								
<i>Endothyra bowmani</i> BRADY MIKHAILOV		X																								
<i>Endothyra convexa</i> RAUS.-ČERN.		X																								
<i>Endothyra prisca</i> undata CONIL & LYS		X																								
<i>Endothyra apposita</i> ZELLER (sensu CONIL & LYS 1964)		X																								
<i>Endothyra taedia</i> ZELLER		X																								
<i>Endothyra menneri</i> solidi (CONIL & LYS)		X																								
<i>Endothyra acanthra</i> (CONIL & LYS)		X																								
<i>Endothyra curvisenta</i> (CONIL & LYS)		X																								
<i>Endothyra</i> sp. 3.		X																								
<i>Endothyra</i> sp. 1. spec. indet.		X																								
<i>Endothyra</i> div. spec. RAUS.-ČERN.		X																								
<i>Tetrataxis</i> cf. <i>parvula</i> MALAKHOVA		X																								
<i>Tetrataxis</i> aff. <i>parvula</i> MALAKHOVA		X																								
<i>Tetrataxis</i> <i>parvula</i> VISSARIONOVA		X																								
<i>Tetrataxis</i> <i>parvula</i> VISSARIONOVA		X																								
<i>Tetrataxis</i> sp.		X																								
<i>Tetrataxis</i> sp. 1.		X																								
<i>Tetrataxis</i> sp. 3.		X																								
<i>Tetrataxis</i> div. spec. indet.		X																								
<i>Permodiscus</i> sp.		X																								
<i>Permodiscus rotundus</i> elongatus CONIL & LYS		X																								
<i>Paraarchaediscus lenitortus</i> (CONIL & LYS)		X																								
<i>Paraarchaediscus rifens</i> (CONIL & LYS)		X																								
<i>Paraarchaediscus oblongus</i> (CONIL & LYS)		X																								
<i>Paraarchaediscus</i> sp. 1. aff. <i>P. liebosi</i> (CONIL & LYS)		X																								
<i>Paraarchaediscus</i> div. spec. indet.		X																								
<i>Archaediscus krestovnikovi</i> RAUS.-ČERN.		X																								
<i>Archaediscus</i> div. spec. indet.		X																								
<i>Planorchaediscus</i> sp. 1.		X																								
<i>Postafella</i> sp. 1.		X																								
<i>Postafella parastruvei</i> RAUS.-ČERN. ssp.		X																								
<i>Postafella</i> div. spec. indet.		X																								
<i>Loeblichia</i> sp.		X																								
<i>Pseudolithotubella tenuissima</i> (VDOVENKO)		X																								

Tab. 1: Kohlenkalk von Poppengrün: Verteilung der Arten auf die einzelnen Proben.

Nach Aufschluß-Beobachtungen und Dünnschliff-Untersuchungen dürften bei der Ablagerung der unteren 65 m und hier insbesondere des Bereiches zwischen 25 und 65 m über Kohlenkalk-Basis Suspensionsströme eine entscheidende Rolle gespielt haben. Dagegen sprechen die obersten 35 m des Profils für eine ruhige Sedimentation im Stillwasser-Bereich.

Aus dem Poppengrüner Kohlenkalk lagen bislang noch keine direkten biostratigraphischen Daten vor. Die nunmehr bestimmten Foraminiferen sind in Tab. 1 aufgeführt. Nach ihnen kommt der Fundschicht P 1 nahe der Basis der Kohlenkalke ein V1a- oder V1b-Alter zu. Das Fehlen von *Permodiscus* deutet jedoch mehr auf ein V1a-Alter. Die Fundschichten der Proben P2 bis P16 (etwa 7—62 m über Kohlenkalk-Basis) gehören durch das Vorkommen von verschiedenen *Permodiscus*- und *Paraarchaediscus* Arten sicher ins V1b; die Fundschichten P17 bis P23 (etwa 66—90 m) durch das Erscheinen von *Paraarchaediscus oblongus* und *Endothyra menneri solida* ins V2a. Dagegen sind die obersten 5 m des Kohlenkalkes durch das erstmalige Auftreten einiger Arten (*Paraarchaediscus* sp. 1, aff. *P. liebusi*) wahrscheinlich in das V2b zu stellen. Die Faunenfolge zeigt eindeutig, daß das Profil im Bruch nicht überkippt ist und schließt auch Schichtwiederholungen größeren Ausmaßes aus. Danach muß der Kohlenkalk auch jünger als das Poppengrüner Konglomerat sein.

Das unmittelbar Liegende des Poppengrüner Konglomerates ist im Bahneinschnitt Bärenhäuser, etwa 550 m nordöstlich von Poppengrün (Bl. Helmbrechts), als Wechsellagerung von Kalkgrauwacken und Tonschiefern ausgebildet. Als Folge syndementärer Rutschungen enthalten sie Linsen von unreinem Kohlenkalk, aus dem J. GANDL (1968) eine Conodonten- und Brachiopoden-Fauna des Ober-Tournai gewinnen konnte. Aus Schliffen zweier Proben wurden nunmehr folgende Foraminiferen bestimmt:

Pachysphaera dervillei CONIL & LYS,
Earlandia elegans (RAUS.-ČERN. & REITLINGER),
Palaeospiroplectammina diversa (N. TCHERNYSHEVA),
Tetrataxis sp.,
Endothyra freyri (CONIL & LYS),
Endothyra sp.

Vor allem nach *Palaeospiroplectammina diversa* kommt dieser Fauna wiederum ein höheres Tn3c oder ein V1a-Alter zu. Dagegen deuten die von GANDL (1968: 524) angegebenen Conodonten ein geringfügig tieferes Alter (Zeitbereich Tn3a bis tieferes Tn3c) an. Dies ließe sich durch geringfügige Umlagerung der Conodonten erklären. Nach freundlicher mündlicher Mitteilung von Herrn GANDL spräche der Erhaltungszustand der Conodonten nicht dagegen. Nach allem dürfte ein Tn3c-Alter dieser Schichten sicher sein.

Das Poppengrüner Konglomerat liegt im Hangenden dieser Tn3c-Schichten sowie im Liegenden von wahrscheinlich noch ins V1a gehörendem Kohlenkalk und ist deshalb ziemlich genau an die Grenze Tournai/Visé zu stellen. Die Führung von Kohlenkalk-Geröllen, für die höheres Tn3c- oder V1a-Alter infrage kommt (siehe S. 21—22), steht damit gut in Einklang.

Eisenbachtal (Bl. Schwarzenbach am Wald)

Etwa 3 km südwestlich der eben erwähnten Vorkommen von Poppengrün schneidet ein neuer, Hang-parallel verlaufender Forstweg am SE-Hang des Eisenbachtals, etwa gegenüber der Einmündung des Türkengrundes, die Abfolge Poppengrüner Konglomerat-Kohlenkalk-Kieselschieferbrekzie an. Von SSW (R: 4473.58; H: 5570.96) nach NNE (R: 4473.80; H: 5571.37) = vom Liegenden zum Hangenden, zeigt sich dabei folgendes Profil:

- Hangendes (NNE): Kieselschieferbrekzie.
- ca. 75 m Kohlenkalk.
- 10—12 m Hangschutt.
- ca. 8 m Poppengrüner Konglomerat.
- 10—15 m graue Tonschiefer.
- Störung
- ca. 50 m Kohlenkalk.
- ca. 10 m kalkige Tonschiefer.
- 8—10 m Poppengrüner Konglomerat.
- Liegendes (SSW): Tonschiefer.

Im unteren Profil-Abschnitt ist das Poppengrüner Konglomerat in seinen obersten Teilen mit Kohlenkalk-Zement gebunden, bzw. liegt direkt in Kohlenkalk. Hier wurden zunächst 3 Proben entnommen, die folgende Arten ergaben:

Eotuberitina reitlingerae M. MAKLAY,
Radiosphaera ponderosa REITLINGER,
Glomospira cf. *curiosa* MALAKHOVA,
Tournayella gigantea minoris LIPINA,
Tetrataxis aff. *immatura* GROZ. & LEB. sensu CONIL & LYS 1964,
Endothyra prisca devia CONIL & LYS.

Nach *Tetrataxis* aff. *immatura* sowie *Tournayella gigantea* kommt ein höheres Tn3c- oder ein V1a-Alter infrage.

Im Kohlenkalk beider Profil-Abschnitte wurden 13 und 19 Proben im stratigraphischen Abstand von jeweils etwa 4 m entnommen. Die petrographische und paläontologische Untersuchung beider Vorkommen zeigte, daß es sich jeweils um denselben Kohlenkalk handelt, der hier tektonisch wiederholt ist. Aus diesem Grunde wird hier nur der etwa 75 m mächtige und zeitlich weiter nach oben reichende Kohlenkalk des nordnordöstlichen Profil-Abschnittes behandelt.

Dieses Vorkommen zeigt insgesamt eine unruhigere Sedimentation als das im Bruch von Poppengrün. Vor allem in den untersten 10—15 m wurden hier häufig Geröll-Lagen und vereinzelt auch Schrägschichtung beobachtet. Im unteren Teil kommen häufig oosparitische und biosparitische Kalke vor. Zum Hangenden hin nimmt der Ooid-Anteil ab, so daß in den obersten 20 m reine biosparitische Kalke auftreten (Taf. 13 Fig. 184). Nur im mittleren Teil des Profils sind biomikritische Kalke in etwa 10 m Mächtigkeit zu beobachten. Die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung des Profils sind in Abb. 5 dargestellt. Sie zeigen die gleichen Trends wie auch in Poppengrün.

Auch die Foraminiferen erbringen das gleiche stratigraphische Ergebnis wie im Kohlenkalkbruch von Poppengrün (Faunen-Liste und Einstufung des Kalkes siehe Tab. 2). Die Fundschichten E1 bis E3 gehören entweder dem V1a oder V1b an. Das

V1?a V1b V2a V2b?

	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈	E ₉	E ₁₀	E ₁₁	E ₁₂	E ₁₃	E ₁₄	E ₁₅	E ₁₆	E ₁₇	E ₁₈	E ₁₉	
<i>Tournayella</i> sp.	X																			
<i>Ammodiscus borealis</i> MALAKHOVA		X																		
<i>Ammodiscus</i> sp.				X																
<i>Brunsia spirillinoidea</i> (CROZ. & GLEB.)				X																
<i>Endothyra agathis</i> (CONIL & LYS)			X	X			X													
<i>Endothyra taedia</i> ZELLER (sensu CONIL & LYS)				X																
<i>Endothyra bowmani</i> BRADY MIKHAILOV					X															
<i>Endothyra prisca</i> parva CONIL & LYS																				
<i>Endothyra apposita</i> GANELINA																				
<i>Endothyra memeri</i> solida (CONIL & LYS)																				
<i>Endothyra laxa</i> (CONIL & LYS)																				
<i>Endothyra librans</i> (CONIL & LYS)																				
<i>Endothyra convexa</i> RAUS.-CERN.																				
<i>Endothyra</i> cf. <i>rotayi</i> LEBEDEV																				
<i>Endothyra rotayi</i> rotayi LEBEDEV																				
<i>Endothyra</i> sp. aff. <i>mosquensis</i> REITLINGER																				
<i>Endothyra uva</i> (CONIL & LYS)																				
<i>Endothyra</i> sp. 4.																				
<i>Endothyra</i> sp. 1.																				
<i>Endothyra</i> div. spec. indet.																				
<i>Tetrataxis eominima</i> RAUS.-CERN.		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Tetrataxis</i> aff. <i>paraminima</i> VISSARIONOVA																				
<i>Tetrataxis paraminima</i> VISSARIONOVA																				
<i>Tetrataxis</i> div. spec. indet.																				
<i>Permodiscus</i> sp.																				
<i>Permodiscus rotundus</i> inflatus CONIL & LYS																				
<i>Paraarchaediscus rigens</i> (CONIL & LYS)																				
<i>Paraarchaediscus</i> cf. <i>rigens</i> (CONIL & LYS)																				
<i>Paraarchaediscus oblongus</i> (CONIL & LYS)																				
<i>Paraarchaediscus</i> div. spec. indet.																				
<i>Paraarchaediscus</i> <i>karveri</i> BRADY																				
<i>Archaediscus</i> aff. <i>convexus</i> GROZ. & LEB.																				
<i>Archaediscus</i> div. spec. indet.																				
<i>Planorchaediscus</i> sp. 1.																				
<i>Eostaffella parastruvei</i> RAUS.-CERN. ssp.																				
<i>Eostaffella</i> div. spec. indet.																				
<i>Loeblichia</i> sp.																				
<i>Litotubella glomospiroidea</i> scabraformis CONIL & LYS																				
<i>Litotubella</i> sp.																				
<i>Millerella</i> sp.																				

Tab. 2. Kohlenkalk vom Eisenbachtal: Verteilung der Arten auf die einzelnen Proben.

Fehlen von *Archaeidiscidae* spricht jedoch mehr für ein V1 a-Alter. Sicher ist wieder die Einstufung der Proben E4 bis E11 (von 16 bis 44 Profil-Meter) ins V1 b sowie E12 bis E17 (von 48 bis 68 m) ins V2 a. Wie in Poppengrün wird auch hier für die obersten 2 Proben (E18 und E19; ab 72 m) ein V2 b-Alter wahrscheinlich gemacht, und zwar hier durch das erste Auftreten von *Archaeidiscus karreri karreri* und *Archaeidiscus* aff. *convexus*.

Vom Bayerischen Geologischen Landesamt standen mir weiterhin 12 Schiffe aus dem alten Bruch (R: 4473.54; H: 5570.90) zur Verfügung, der wenige Meter südlich des Profil-Anfanges hinter einer weiteren Störung liegt. Diese ergaben V2 a-Alter.

Die mit Foraminiferen gefundenen Alterswerte stimmten gut mit jenen stratigraphischen Aussagen überein, welche die zahlreichen, von PAECKELMANN (1930 und 1931) aus dem Kohlenkalk des Eisenbachtals bestimmten Brachiopoden (dort unter Schwarzenbach am Wald aufgeführt) erlauben. Danach ist ein Unter-Visé Alter sicher und ein Mittel-Visé Alter wahrscheinlich. Die Foraminiferen bestätigen weiterhin, daß die Schichten normal lagern. Das Alter der Kieselschieferbrekzie im Hangenden des Kohlenkalkes kann somit wie in Poppengrün nur V2 b oder jünger sein.

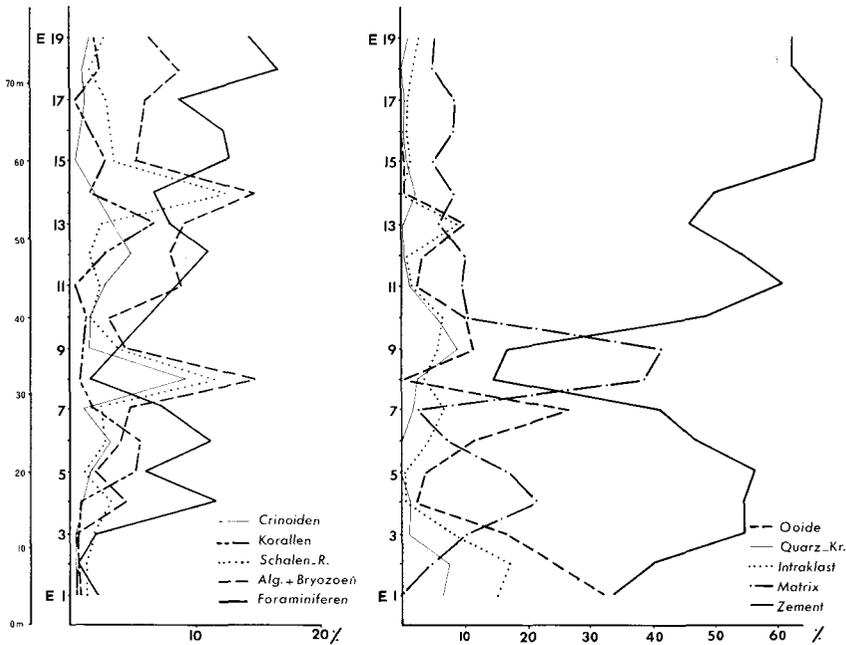


Abb. 5. Mikrofazielle Zusammensetzung des Kohlenkalk-Profiles vom Eisenbachtal nach Dünnsschliff-Untersuchungen.

NE' Marlesreuth (Bl. Naila)

Etwa 2 km nordöstlich Marlesreuth ist am Waldrand in einem aufgelassenen alten Bruch Kohlenkalk in etwa 13 m Mächtigkeit aufgeschlossen. Die Stelle ist sehr stark verwachsen und schlecht zugänglich. Auch sind die unmittelbar liegenden- und hangenden Schichten des Kohlenkalkes nicht zu erfassen. Eine Kieselschieferbrekzie,

die sich nordöstlich Marlesreuth aus einem Konglomerat-Horizont (Dolomitführendes Konglomerat) entwickelt zieht südöstlich des Bruches im Hangenden vorbei.

Für Dünnschliff-Untersuchungen wurden 4 Proben im stratigraphischen Abstand von jeweils etwa 3 m entnommen. Daneben standen mir aus der Sammlung des Bayerischen Geologischen Landesamtes 12 Schliffe von 4 Proben zur Verfügung.

Im unteren Drittel des Kohlenkalkes finden sich nach meinen Untersuchungen in einer sparitischen bis teilweise noch vorhandenen mikritischen Matrix schlecht gerundete und schlecht sortierte Intraklaste von Algenkalk sowie einige Ooide, Quarzkörner und Biogene (Foraminiferen, Brachiopoden- und Ostracoden-Bruchstücke). Nach oben hin nimmt der Anteil der Intraklaste ab und der Ooid-Anteil zu, so daß im obersten Bereich ausschließlich oomikritische Kalke mit sehr geringem Biogen-Gehalt auftreten. Bestimmbare Foraminiferen sind in allen untersuchten Lagen äußerst selten, deshalb konnten nur folgende Formen bestimmt werden.

	Pr. 1 m 0.50	Pr. 2 m 4	Pr. 3 m 7	Pr. 4 m 10.50
<i>Brunsia pulchra</i> MIKHAILOV	X	—	—	—
<i>Tetrataxis</i> sp.	X	—	—	—
<i>Endothyra prisca devia</i> CONIL & LYS	—	X	—	X
<i>Endothyra laxa</i> (CONIL & LYS)	—	—	—	X

Diese Arten genügen zu einer genaueren zeitlichen Einstufung nicht. Für den tiefsten Teil des Kohlenkalkes (Pr. 1) kommt der gesamte Zeitbereich vom höheren Tn3c bis zum V2a infrage. Allerdings kommt *Brunsia pulchra* im V2a nur noch selten vor, so daß man mit dem Zeitbereich höheres Tn3c-V1b rechnen kann. Für den höchsten Teil des Kohlenkalkes (Pr. 4) ist nach *Endothyra laxa* mit dem Zeitbereich V1a—V2b zu rechnen. Danach dürfte höchstwahrscheinlich ein Unter-Visé Alter im Kalk enthalten sein.

Papiermühle (Bl.Helmbrechts)

Etwa 100 m südöstlich der Papiermühle bei Haidengrün ist in einem alten Bruch etwa 10 m Kohlenkalk aufgeschlossen, aus dem noch keine biostratigraphischen Daten vorliegen. Im Hangenden dieses Kalkes tritt eine tektonisch stark beanspruchte Kieselschieferbrekzie auf. Aus dem Kohlenkalk wurden Schliffe von 2 eigenen Proben (jeweils entnommen etwa 1 m unterhalb Oberkante und oberhalb Aufschluß-Basis) sowie 9 Schliffe aus 3 Proben des Bayerischen Geologischen Landesamtes untersucht.

Der Kohlenkalk enthält danach mikroskopisch kleine, unsortierte Fossil-Bruchstücke und ist als biosparitischer Kalk zu bezeichnen. Stellenweise enthält er etwa 10—12 % Quarzkörner. An Biogenen wurden Echinodermen-, Brachiopoden- und reichlich Bryozoen-Reste sowie Foraminiferen festgestellt. Diese sind im unteren Bereich des Bruches sehr stark zerrieben. Die Foraminiferen-Faunen stimmen in den verschiedenen Proben weitgehend überein. Folgende Arten wurden bestimmt:

- Tetrataxis paraminima* VISSARIONOVA ssp.,
- Tetrataxis pressula* cf. *gigantea* CONIL & LYS,
- Tetrataxis* sp. 1,
- Tetrataxis* div. spec. indet.,

Permodiscus rotundus inflatus CONIL & LYS,
Archaediscus div. spec. indet.,
Endothyra sp.,
Eostaffella parastruwei parastruwei RAUS.-ČERN.

Diese Vergesellschaftung zeigt ein höheres V1b- oder ein V2a-Alter an. Somit dürfte die Kieselschieferbrekzie im Hangenden dieses Kalkes sehr wahrscheinlich etwas älter sein als die des Eisenbachtals und jene von Poppengrün.

WSW' und SW' Bergleshof (Bl. Stadtsteinach)

Etwa 250 m westsüdwestlich des Bergleshofes ist in einem kleinen Bruch etwa 7 m söhllich stehender Kohlenkalk aufgeschlossen. Im Hangenden des Kalkes wies J. GANDL (1968) Kieselschieferbrekzie nach.

Etwa 300 m südsüdwestlich dieses Bruches, steht am Bergleshof-Bach (R: 4466.64; H: 5559.55) ein ganz entsprechendes Profil an. Von beiden Vorkommen liegen bislang noch keine biostratigraphischen Daten vor. Der Kohlenkalk zeigt an beiden Stellen den gleichen Habitus wie in den beiden Aufschlüssen östlich und ost-südöstlich der Ruine Nordeck (siehe unten und S. 17). Er ist vor allem durch seinen hohen Gehalt an Ooiden gekennzeichnet. Diese enthalten als Kern Quarzkörner, die in ihrer Korngröße auffällig übereinstimmen. Als Biogene wurden hier Echinodermen-Reste, Brachiopoden-Bruchstücke, Foraminiferen, Bryozoen und einzelne Korallen-Reste identifiziert. Außerdem beobachtet man im Bruch 250 m westsüdwestlich des Bergleshofes wie auch im Vorkommen 400 m ost-südöstlich der Ruine Nordeck übereinstimmend einen Übergang von oo-intrasparitischen Kalken im Liegenden in bio-intrasparitische Kalke im Hangenden.

Aus dem söhllich stehenden Kalk 250 m westsüdwestlich des Bergleshofes wurden 2 Proben untersucht, von denen nur die obere, etwa 6 m über Aufschluß-Basis entnommene, folgende Foraminiferen zeigte:

Paraarchaediscus rigens (CONIL & LYS),
Archaediscus div. spec. indet.,
Endothyra div. spec. indet.,
Eostaffella cf. *parastruwei* RAUS.-ČERN.

Danach ergibt sich wieder ein höheres V1b- oder ein V2a-Alter.

Aus dem Kohlenkalk am Bergleshof-Bach wurden in einer Probe folgende Foraminiferen bestimmt:

Tetrataxis paraminima VISSARIONOVA ssp.,
Archaediscus krestovnikovi krestovnikovi RAUS.-ČERN.,
Endothyra div. spec. indet.

Nach dem Vorkommen von *Archaediscus krestovnikovi krestovnikovi* ist der Kalk jünger als tieferes V1b. Auf Grund seiner mikrofazialen Ähnlichkeit mit dem Kalk 250 m westsüdwestlich des Bergleshofes ist zu vermuten, daß er im gleichen Niveau wie dieser liegt.

E' Ruine Nordeck (Bl. Stadtsteinach)

Etwa 750 m östlich der Ruine Nordeck kommt am Forstweg (R: 4466.04; H: 5560.20) ein etwa 1 m mächtiger Kohlenkalk im Liegenden des Hauptkonglomerat-

Horizontes (mit der Kieselschieferbrekzie) heraus. Petrographisch gleicht er dem bereits erwähnten Kalk 400 m ost-südöstlich der Ruine Nordeck (siehe S. 17). Er ist im wesentlichen oointrasparitisch ausgebildet. Als Biogene kommen Echinodermen-Reste, Brachiopoden- und Gastropoden-Bruchstücke, sowie Foraminiferen und Bryozoen vor. Aus 9 Schlifften von zwei Proben wurden folgende Foraminiferen bestimmt:

Paraarchaediscus rigens (CONIL & LYS),
Archaediscus krestovnikovi krestovnikovi RAUS.-ČERN.,
Endothyra sp.

Die kleine Foraminiferen-Fauna zeigt dieselbe Bildungszeit an, die auch für den Kohlenkalk 400 m ost-südöstlich der Ruine Nordeck infrage kommt, nämlich höheres V1b oder V2a.

3.1.3. Die Abfolge Kohlenkalk-Dolomitführendes Konglomerat

W' Weidstauden-Mühle bei Lippertsgrün (Bl. Nordhalben)

C. W. v. GÜMBEL (1879), J. FELSCH (1911), G. v. HORSTIG (1966) und J. GANDL (1968) beschrieben ein Profil in einem Bruch etwa 250 m westlich der Weidstauden-Mühle bei Lippertsgrün. Der Bruch ist heute leider völlig mit Müll verfüllt. Zur Zeit meiner Geländearbeiten war jedoch in der SE-Ecke noch Kohlenkalk von etwa 5 m Mächtigkeit frei. Im Hohlweg südöstlich des Bruches wurde von J. GANDL (1968) im Hangenden des Kohlenkalkes der Hauptkonglomerat-Horizont, unter anderem mit dem Dolomitführenden Konglomerat, nachgewiesen.

Aus dem im Bruch noch zugänglichen Kohlenkalk wurden 3 Schliffe zweier eigener Proben und 12 Schliffe von 4 Proben des Bayerischen Geologischen Landesamtes untersucht. Danach handelt es sich um einen biosparitischen Kalk mit einem sehr geringen Anteil von feinkörnigem Quarz. Als Biogene wurden Echinodermen-Reste, Bryozoen, Brachiopoden-Bruchstücke und Foraminiferen festgestellt. Folgende Foraminiferen wurden bestimmt:

Pachysphaera dervillei CONIL & LYS,
Radiosphaera ponderosa REITLINGER,
Brunsia spirillinoidea (GROZ. & GLEB),
Tetrataxis div. spec. indet.,
Permodiscus rotundus inflatus CONIL & LYS,
Paraarchaediscus rigens (CONIL & LYS),
Archaediscus div. spec. indet.,
Endothyra antiqua RAUS.-ČERN.,
Endothyra bowmani pulchra BRAŽ. & POT.,
Endothyra div. spec. indet.

Die Fauna zeigt hier das gleiche Alter wie auch im Vorkommen vom Tännichsbachtal an, nämlich höheres V1b oder V2a und beweist damit auch biostratigraphisch, daß Hauptkonglomerat-Horizont und Dolomitführendes Konglomerat etwa gleich alt sind.

Tännichsbachtal (Bl. Naila)

In dem aufgelassenen Bruch im Tännichsbachtal östlich des Kalkofen (R: 4485.35; H: 5574.90) treten mächtige Kohlenkalke im Liegenden des Dolomitführenden

den Konglomerates auf. Das Konglomerat greift an der Grenzfläche tief in den Kohlenkalk ein (G. v. HORSTIG & G. STETTNER 1962) und ist hier mit Kohlenkalk-Zement gebunden.

Von den Kohlenkalcken sind heute nur noch die hangendsten Partien mit dem Dolomitführenden Konglomerat zugänglich. Aus diesen wurden 5 Proben entnommen; die Proben 4 und 5 dabei unmittelbar von der Basis des Konglomerates, die Proben 2 und 3 aus dem Bereich etwa 2—3 m darunter. Noch etwas tiefer wurde Probe 1 entnommen. Von diesen Proben wurden insgesamt 12 Dünnschliffe angefertigt. Weitere 12 Dünnschliffe aus 4 Proben standen mir vom Bayerischen Geologischen Landesamt zur Verfügung. Die Schliffe der Proben 2—5 sowie des Bayerischen Geologischen Landesamtes enthalten Foraminiferen, die keinerlei zeitliche Unterschiede zwischen den einzelnen Proben andeuten. Sie werden deshalb in einer Sammelliste angeführt.

Die Dünnschliff-Untersuchungen der Kalke zeigen im untersten untersuchten Teil (Pr. 1) einen Intra-oosparit bis Intrasparit. Hier wurden bis etwa 8% Quarkörner festgestellt. Nach oben hin geht dieser Kalk durch Abnahme des Ooid-Anteils in einen Biosparit über. Als Biogene wurden allgemein Echinodermen-Reste, Brachiopoden-Bruchstücke und Foraminiferen sowie im obersten Teil zusätzlich Korallen- und Bryozoen-Reste beobachtet. Folgende Foraminiferen wurden bestimmt:

Eotuberitina reitlingeræ M. MAKLAY,
Pachysphaera dervillei CONIL & LYS,
Brunsia pulchra MIKHAILOV,
Tetrataxis paraminima VISSARIONOVA ssp.,
Tetrataxis sp. 4.,
Tetrataxis sp.,
Paraarchaediscus rigens (CONIL & LYS),
Paraarchaediscus sp. 2.,
Archaediscus krestovnikovi krestovnikovi RAUS.-ČERN.,
Archaediscus div. spec. indet.,
Endothyra bowmani bradyi MIKHAILOV,
Endothyra convexa RAUS.-ČERN.,
Endothyra prisca parva CONIL & LYS,
Eostaffella parastruvei parastruvei RAUS.-ČERN.,
Eostaffella sp. 1.

Diese Fauna zeigt insbesondere durch das gemeinsame Auftreten von *Paraarchaediscus rigens* (V1b—V2a) und *Arch. krestovnikovi krestovnikovi* (ab höherem V1b) höheres V1b- oder V2a-Alter an.

Das Dolomitführende Konglomerat kann hier nicht jünger sein als V2a, da es zum Teil innerhalb des untersuchten Kohlenkalkes liegt. Nachdem es aber an der Klötzlamühle (Bl. Rehau) über Kohlenkalk des V2a liegt, kann es nun sehr sicher ins V2a selbst eingestuft werden.

NNW' Klötzlamühle (Bl. Rehau)

Etwa 250 m nordnordwestlich der Klötzlamühle ist in einem aufgelassenen Bruch ein etwa 12 m mächtiger Kohlenkalk aufgeschlossen. Er wird durch 3—4 m mächtige,

feinsandige, graugrüne Tonschiefer überlagert. Über dem Tonschiefer liegt eine etwa 1 m mächtige Lage von Dolomitführendem Konglomerat. Aus dem Vorkommen sind bislang noch keine biostratigraphische Daten bekannt. Die genauen Lagerungsverhältnisse wurden von U. EMMERT (1958, Abb. 5) in einer Skizze dargestellt.

Aus den 12 m Kohlenkalk wurden 36 Schliffe von 13 eigenen Proben sowie 26 Schliffe von 9 Proben des Bayerischen Geologischen Landesamtes untersucht. Mikrofaziell sind die unteren 10 m als biomikritischer (Taf. 13 Fig. 185), die restlichen 2 m als biosparitischer Kalk anzusprechen. Beide enthalten 0,5—4% Quarzkörner. Als Biogene sind nicht genau identifizierbare, meist zerriebene Schalen-Reste, dazu reichlich Brachiopoden- und Echinodermen-Reste, sowie bis zu 10% Foraminiferen vorhanden. Es kommen auch wenige Korallen- und Bryozoen-Reste vor.

Die Proben 1 und 2 aus den unteren 1,20 m des Kalkes enthielten keine bestimmbareren Foraminiferen. Aus den Proben 3—8 von m 2,30—7,50 konnten hingegen folgende Arten bestimmt werden, die V1b-Alter anzeigen:

Archaeosphaera bulla (CONIL & LYS),
Glomospira curiosa MALAKHOVA,
Palaeospiroplectamina mellina (MALAKHOVA),
Tetrataxis eominima RAUS.-ČERN,
Permodiscus rotundus elongatus CONIL & LYS,
Permodiscus div. spec. indet.,
Paraarchaediscus lenitortus (CONIL & LYS),
Endothyra prisca devia CONIL & LYS,
Endothyra div. spec. indet.

Die Foraminiferen der Proben 9—11 von m 8,00—10,00 lassen dagegen als Alter entweder V1b oder V2a infrage kommen. Es handelt sich um folgende Arten:

Brunsia spirillinoides (GROZ. & GLEB.),
Endothyra bowmani bradyi MIKHAILOV,
Endothyra sp.

Sicheres V2a zeigen schließlich die Foraminiferen der Proben 12 und 13 aus dem oberen Meter des Kohlenkalkes (m 11,00 und 11,80) an:

Paraarchaediscus aff. *oblongus* (CONIL & LYS),
Paraarchaediscus rigens (CONIL & LYS),
Archaediscus krestovnikovi krestovnikovi RAUS.-ČERN.,
Archaediscus div. spec. indet.,
Endothyra apposita GANELINA,
Endothyra prisca undata CONIL & LYS,
Eostaffella mosquensis VISSARIONOVA.

Die Schliffe des Bayerischen Geologischen Landesamtes dürften nach den darin gefundenen Foraminiferen aus den obersten Teilen des Kohlenkalkes stammen. Aus ihnen wurden folgende Arten zusätzlich bestimmt:

Tetrataxis div. spec. indet.,
Permodiscus rotundus inflatus CONIL & LYS,
Endothyra rotayi rotayi LEBEDEVVA.

Der Kohlenkalk der Klötzlamühle enthält damit sowohl V1b- als auch V2a-Anteile und liegt nicht überkippt. Dem darüber folgenden Dolomitführenden Konglomerat kommt damit ein V2a- (oder jüngeres) Alter zu.

SW' Regnitzlosau (Bl. Rehau)

Ähnliche Verhältnisse wie im Bruch nordnordwestlich der Klötzlamühle finden wir etwa 500 m südwestlich Regnitzlosau. Hier liegt der altbekannte Kohlenkalk-Bruch von Regnitzlosau, aus dem reiche Makro- und Mikro-Faunen bekannt sind. Nach den Brachiopoden-Untersuchungen von PAECKELMANN (1930 und 1931) ist in ihm ein Unter-Visé Alter sicher enthalten. Heute ist der Bruch fast völlig zugeschüttet. Nur an der NE-Ecke ist noch etwa 10 m Kalk aufgeschlossen. Darüber finden sich im Hangenden kalkige graugrüne Tonschiefer. Am SW-Rand des Bruches fand J. FELSCH (1911) einige Lesesteine eines Konglomerates, das auf der E-Seite des Tales, etwa 200 m östlich des Bruches aufgeschlossen ist. Es handelt sich um Dolomitführendes Konglomerat.

Aus den noch anstehenden 10 m Kohlenkalk wurden Schiffe zweier eigener Proben (von m 8,50 und 9,50) untersucht; außerdem standen mir 15 Schiffe von 5 Proben des Bayerischen Geologischen Landesamtes zur Verfügung, die allerdings auch von anderen, früher noch offen gestandenen Stellen des Bruches stammen können. Alle Schiffe zeigen übereinstimmend einen biosparitischen Kalk. Dieser ähnelt lithologisch dem Kohlenkalk im oberen Teil des Profils nordnordwestlich der Klötzlamühle. Sein Biogen-Anteil ist hier aber höher und besser erhalten. Es wurden reichlich Echinodermen-Reste, Brachiopoden- und Ostracoden-Schalen, Korallen-Reste und Algen festgestellt. Die Foraminiferen-Faunen der einzelnen Schiffs-Proben erlauben keine Altersdifferenzierung und werden deshalb in folgender Sammeliste aufgeführt:

- Brunsia pulchra* MIKHAILOV,
- Brunsia spirillimoides* (GROZ. & GLEB.),
- Tetrataxis paraminima* VISSARIONOVA, ssp.,
- Tetrataxis* sp.,
- Paraarchaediscus rigens* (CONIL & LYS),
- Paraarchaediscus* aff. *oblongus* (CONIL & LYS),
- Archaediscus* div. spec. indet.,
- Mstinia* sp. 2. sensu CONIL & LYS,
- Mstinia* sp.,
- Endothyra laxa* (CONIL & LYS),
- Endothyra rotayi rotayi* LEBEDEVA,
- Endothyra* cf. *tenuiseptata* LIPINA,
- Eostaffella mosquensis* VISSARIONOVA,
- Eostaffella* sp. 1.,
- Mediocris breviscula* (GANELINA).

Diese Fauna zeigt insbesondere durch das gemeinsame Vorkommen von *Paraarchaediscus rigens* und *Mstinia* sp. 2 sensu CONIL & LYS einerseits (V1b—V2a) und *Paraarchaediscus* aff. *oblongus* andererseits ein V2a-Alter an. Nach allen vorliegenden Daten (PAECKELMANN 1930 und 1931, LIEBUS 1932 und hierin) kommt dem gesamten Kohlenkalk von Regnitzlosau damit sicher ein V1- bis V2a-Alter zu. Die Tonschiefer und das Dolomitführende Konglomerat über dem Kohlenkalk sind damit auch altersmäßig mit entsprechenden Bildungen nordnordwestlich der Klötzlamühle vergleichbar.

NW' Hallerstein (Bl. Weißenstadt)

Etwa 1 km nordwestlich Hallerstein (R: 4493.65; H: 5561.66) ist ein Konglomerat-Vorkommen bekannt, das G. TONTSCH (1954) fand und dem Dolomitführenden

Konglomerat zuordnete. H. VOGLER (1956) fand darin auch Kohlenkalk-Gerölle mit bis zu 10 cm Durchmesser. Zur Zeit meiner Geländearbeiten zeugten noch alte Pinggen von dessen früherem Abbau. Zusätzlich kam in mehreren Schürffgräben, die zur Voruntersuchung für den sich heute dort ausdehnenden Stausee angelegt waren, reichlich gutes Material zum Vorschein. Danach handelt es sich um eine Polygene Kalkbrezie, die überwiegend mit Kohlenkalk-Zement gebunden ist. Stellenweise tritt der Geröll-Inhalt stark zurück, so daß man dann von einem Kohlenkalk mit einzelnen schlecht gerundeten Geröllen sprechen kann. Leider waren einige Schliffe ohne Foraminiferen. Conodonten-Untersuchungen von J. GANDL ergaben tieferes Tn3c.

Etwa 250 m weiter südwestlich im Streichen, enthielt in einem Schurfgraben (R: 4493.50; H: 5561.53) der Kulm-Fazies eingelagertes konglomeratisches Material eine Kohlenkalk-Scholle von 40 × 25 cm Ausdehnung. Schliffe dreier Proben zeigten folgende Foraminiferen:

Haplophragmella sp.,
Endothyra cf. *laxa* (CONIL & LYS),
Endothyra sp.

Diese wenigen Foraminiferen lassen ein V1–V2-Alter infrage kommen. Obwohl ein genetischer Zusammenhang zwischen den Konglomerat-Schichten hier und der Kalkbrezie 250 m weiter nordöstlich anzunehmen ist, scheinen beide nach den vorliegenden Daten doch altersverschieden zu sein.

3.1.4. Die übrigen untersuchten Kohlenkalk-Vorkommen

Die Vorkommen 550 und 300 m SW' Mittelberg (Bl. Wallenfels)

Etwa 550 m und 300 m südwestlich Mittelberg findet man im Kulm-Schiefer Lesesteine von Kohlenkalk. Aus beiden Vorkommen standen mir 5, bzw. 4 Dünnschliffe des Bayerischen Geologischen Landesamtes zur Verfügung, deren Foraminiferen erstmals von J. GANDL bestimmt (in U. EMMERT & G. v. HORSTIG 1972: 79) und ins Unter-Visé eingestuft wurden.

Nach meinen Untersuchungen handelt es sich bei dem Vorkommen etwa 300 m südwestlich Mittelberg um biosparitische Kalke mit sehr geringem Anteil von Quarzkörnern. Sie enthalten als Biogene reichlich Crinoiden-Stielglieder, Brachiopoden- und Ostracoden-Schalen sowie Foraminiferen und wenig Kalk-Algen. An Foraminiferen wurden folgende Arten bestimmt:

Eotuberitina reitlingerae M. MAKLAY,
Radiosphaera ponderosa REITLINGER,
Darjella monilis MALAKHOVA,
Palaeospiroplectammia mellina (MALAKHOVA),
Tetrataxis aff. *immatura* GROZ. & LEB. sensu CONIL & LYS 1964,
Tetrataxis sp. 5,
Endothyra agathis (CONIL & LYS),
Endothyra antiqua RAUS.-ČERN.,
Endothyra cf. *bowmani* PHILLIPS [= cf. *bradyi* MIKHAILOV. - GANDL in EMMERT & HORSTIG 1972],
Endothyra cf. *freyri* (CONIL & LYS),
Endothyra prisca devia CONIL & LYS,
Endothyra div. spec. indet.

Die meisten der hier gefundenen Foraminiferen treten auch im Kohlenkalkbruch etwa 1,2 km nordwestlich Trogenau auf. Obwohl hier keine *Dainella* gefunden wurde, ist die Vergesellschaftung für das V1a charakteristisch.

In der Faunen-Liste dieses Vorkommens von U. EMMERT & G. v. HORSTIG (1972) wird ein *Archaediscus?* sp. aufgeführt (Fossil-Bestimmung durch J. GANDL), den ich als einen Querschnitt von *Endothyra* sp. identifizieren konnte.

Das Vorkommen etwa 550 m südwestlich Mittelberg besteht hauptsächlich aus intrasparitischen Kalken mit grobkörnigem Quarz. Als Biogene wurden Crinoiden-Stielglieder, meist zerriebene, nicht weiter ansprechbare Schalen-Bruchstücke sowie Foraminiferen und Kalk-Algen identifiziert. An Foraminiferen ließen sich nur folgende Arten bestimmen:

Palaeospiroplectammina mellina (MALAKHOVA),
Endospiroplectammina venusta (VDOVENKO).

Endospiroplectammina venusta läßt als Alter V1a bis V2a infrage kommen. Sehr wahrscheinlich dürfte es sich auch hier wiederum um V1a handeln.

Bischofsmühle (Bl. Schwarzenbach am Wald)

Etwa 300 m südwestlich der Bischofsmühle wurde 1976 bei Kartierungsübungen am Forstweg eine etwa 1,5 × 0,5 m große Kohlenkalk-Linse im Kulm-Schiefer gefunden. Nach der Untersuchung von 3 Dünnschliffen aus 2 Proben besteht die Linse aus biosparitischem Kalk. Als Biogene sind reichlich Foraminiferen, Crinoiden-Stielglieder sowie Brachiopoden- und Ostracoden-Schalen festgestellt worden. An Foraminiferen wurden folgende Formen bestimmt:

Eotuberitina reitlingerae M. MAKLAY,
Earlandia minima (BIRINA),
Brunsia pulchra MIKHAILOV,
Darjella monilis MALAKHOVA,
Palaeospiroplectammina mellina (MALAKHOVA),
Endospiroplectammina conili conili LIPINA,
Endospiroplectammina venusta (VDOVENKO),
Endothyra agathis (CONIL & LYS),
Endothyra div. spec. indet.

Die Fauna zeigt eine ähnliche Vergesellschaftung wie die in Trogenau und Schloßgattendorf und gibt somit ein V1a-Alter an.

WNW' Oberbrumberg (Bl. Schwarzenbach am Wald)

Etwa 650 m westnordwestlich Oberbrumberg (R: 4472.06; H: 5568.56) schneidet ein neuer Forstweg einen etwa 15 m mächtigen Kohlenkalk an, der im Liegenden und Hangenden durch Kulm-Schiefer begrenzt wird. Einige hieraus von PAECKELMANN (1930 und 1931) bestimmte Brachiopoden erlaubten keine nähere zeitliche Einstufung.

Untersucht wurden 4 Dünnschliffe von 2 Proben, die einmal aus dem untersten Meter und zum anderen aus einer Lage etwa 2 m unterhalb der Oberkante des

Kohlenkalkes stammen sowie weiterhin 3 Dünnschliffe des Bayerischen Geologischen Landesamtes von einer Probe. Die untere Schliffprobe zeigt einen biomikritischen, die obere hingegen einen oosparitischen Kalk. Es wurden reichlich Echinodermen-Reste, Brachiopoden- und Gastropoden-Schalen, Bryozoen sowie Foraminiferen beobachtet. Bestimmbare Foraminiferen enthielt nur die obere Probe:

Paraarchaediscus rigens (CONIL & LYS),
Archaediscus krestovnikovi krestovnikovi RAUS.-ČERN.,
Mstinia sp.,
Forschiella cf. *prisca* MIKHAILOV.

Danach kommt für die obersten Partien des Kohlenkalkes die Zeitspanne vom höheren V1b bis zum V2a infrage.

Hirschrangen (Bl. Schwarzenbach am Wald)

In einem Steinbruch am Hirschrangen, am NW-Hang des Rodachsrangens (R: 4471.43; H: 5569.60), ist Kohlenkalk in etwa 15 m Mächtigkeit erschlossen. Seine Liegend- und Hangend-Grenze wird im Bruch jedoch nicht erfaßt.

Zur Untersuchung standen mir 9 Schliffe des Bayerischen Geologischen Landesamtes aus 3 Proben zur Verfügung. Danach handelt es sich durchwegs um einen biosparitischen Kalk mit sehr geringem Quarz-Anteil. Als Biogene wurden hauptsächlich Foraminiferen, Echinodermen-Reste, Bryozoen und Korallen gefunden. Schalen von Gastropoden und Brachiopoden konnten vereinzelt identifiziert werden. Die Schliffe der Proben 1 und 2 enthalten individuenreiche und im wesentlichen übereinstimmende Foraminiferen-Faunen, wogegen die Probe 3 keine bestimmbareren Formen zeigte. Folgende Arten konnten bestimmt werden:

Glomospira jactata CONIL & LYS,
Brunsia pulchra MIKHAILOV,
Brunsia spirillinoides (GROZ. & GLEB.)
Lituotubella glomospiroides RAUS.-ČERN.,
Tetrataxis paraminima VISSARIONOVA ssp.,
Tetrataxis sp. 4.,
Permodiscus rotundus inflatus CONIL & LYS,
Paraarchaediscus rigens (CONIL & LYS),
Archaediscus convexus GROZ. & LEB.,
Archaediscus div. spec. indet.,
Mstinia sp.,
Endothyra agathis (CONIL & LYS),
Endothyra acantha (CONIL & LYS),
Endothyra apposita GANELINA,
Endothyra prisca undata CONIL & LYS,
Eostaffella div. spec. indet.,
Millerella sp.

Permodiscus rotundus inflatus und *Paraarchaediscus rigens* lassen für sich ein höheres V1b- oder V2a-Alter infrage kommen. *Millerella* sp. und *Archaediscus convexus* treten jedoch erst ab dem V2a auf, wodurch insgesamt ein V2a-Alter sicher wird.

In der Faunen-Führung und auch faziell zeigt dieses Vorkommen große Gemeinsamkeiten mit den V2a-Kohlenkalken von Poppengrün und vom Eisenbachtal.

A. WURM (1927) gibt in einer kleinen Faunen-Liste unter anderem *Productus sublaevis* DE KON. (= *Pr. humerosus* SOW.), der V1 anzeigt, vom Hirschrangen an, und zwar nach vorläufiger Bestimmung von W. PAECKELMANN. Nachdem diese Bestimmung aber schon bei PAECKELMANN (1931) nicht mehr angeführt wird und die entsprechenden Fundschichten überdies dem V2a angehören, dürfte ein Vorkommen von *Productus humerosus* hier wohl nicht mehr aufrecht zu erhalten sein.

„Oberer Kohlenkalk“ W' Löhmar-Mühle (Bl. Schwarzenbach am Wald)

Etwa 1,2 km westlich der Löhmar-Mühle sind am Forstweg (R: 4469.48; H: 5568.90) dunkle kalkige Schiefer in etwa 5 m Mächtigkeit aufgeschlossen. Diese ähneln sehr stark einem unreinen Kohlenkalk. J. GANDL (1968) konnte daraus eine reiche Brachiopoden-Fauna gewinnen, die er ins Unter-Karbon III α stellte.

Nach Untersuchung von 7 Dünnschliffen aus 3 Proben bestehen sie im unteren Teil aus quarzreichem sparitischem Kalk mit geringem Biogen-Anteil. Hier wurden Crinoiden-Stielglieder, einzelne Foraminiferen, Bryozoen-Reste und nicht bestimm- bare Schalenbruchstücke identifiziert. Im oberen Bereich bestehen sie aus quarzreichem Biosparudit, der Crinoiden-Stielglieder, Muschel-, Brachiopoden- und Ostracoden-Schalen, Korallen- und Bryozoen-Reste sowie einzelne Foraminiferen führt. Folgende kleine Foraminiferen-Fauna wurde bestimmt:

Tetrataxis paraminima VISSARIONOVA,
Archaeodiscus krestovnikovi krestovnikovi RAUS.-ČERN.,
Archaeodiscus div. spec. indet.

Von diesen Formen erlaubt nur *Arch. krestovnikovi krestovnikovi* eine genauere stratigraphische Aussage. Dieser kommt in Belgien vom höheren V1b bis zum V3c vor. Für den „Oberen Kohlenkalk“ von der Löhmar-Mühle dürfte also nach den wenigen Foraminiferen der gesamte Zeitbereich vom höheren V1b bis zum V3c infrage kommen. Dies widerspricht nicht nur der Einstufung von GANDL ins Unter-Karbon III α (= etwa V3a—b).

Die Vorkommen von Trogenau und Schloßgattendorf (Bl. Bobenneukirchen)

Etwa 1,2 km nordwestlich Trogenau ist der Kohlenkalk in einem Steinbruch in etwa 32 m Mächtigkeit aufgeschlossen. Er bildet dort eine flache Aufwölbung, die nach allen Seiten abtaucht. Liegendes und Hangendes sind nicht erschlossen. Aus dem Kohlenkalk-Profil wurden insgesamt 10 Proben mit einem durchschnittlichen Mächtigkeits-Abstand von etwa 3,50 m entnommen und anhand von 38 Dünnschliffen untersucht. Weiterhin standen mir vom Bayerischen Geologischen Landesamt 51 Dünnschliffe aus 17 Proben zur Verfügung, die völlig gleiche Ergebnisse erbrachten. Danach ist dieser Kohlenkalk im Gegensatz zu den meisten Kohlenkalk-Ablagerungen im Frankenwald nicht oolithisch. Sein Quarz-Gehalt ist sehr gering (höchstens 2%). Er ist insgesamt als biosparitischer Kalk zu bezeichnen (Taf. 13 Fig. 186). Sein Anteil an Mikrofauna nimmt nach oben hin zu. Deren Maximum wird etwa 18 m über der Aufschluß-Basis erreicht. Die Makrofauna ist, abgesehen von einigen lagigen Brachiopoden-Anreicherungen, im ganzen Aufschlußbereich etwa gleichmäßig verteilt. In Dünnschliffen wurden folgende Fossilien beobachtet: Reichlich Foraminiferen, Crinoiden-Stielglieder, Brachiopoden- und Ostracoden-Schalen, Korallen-Re-

Arten	Probe m*	Tg ₁ 0.50	Tg ₂ 4.00	Tg ₃ 7.00	Tg ₄ 11.00	Tg ₅ 14.50	Tg ₆ 18.00	Tg ₇ 21.50	Tg ₈ 25.00	Tg ₉ 28.00	Tg ₁₀ 31.50
<i>Eotubertina reitlingerae</i> M. MAKLAY		X	-	-	X	X	X	-	X	X	X
<i>Radiosphaera ponderosa</i> REITLINGER		X	X	X	-	-	X	X	-	X	X
<i>Glomospira curiosa</i> MALAKHOVA		-	X	X	X	-	-	-	-	-	-
<i>Glomospira ilimica</i> MALAKHOVA		-	X	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Glomospira jactata</i> CONIL & LYS		X	X	-	-	X	-	X	-	-	-
<i>Glomospira ovalis ovalis</i> MALAKHOVA		-	X	X	X	X	-	X	-	-	-
<i>Brunsia pulchra</i> MIKHAILOV		-	X	X	-	-	-	X	-	-	-
<i>Brunsia spirillinoidea</i> (GROZ. 5 GLEEB.)		-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Brunsia? valida</i> (CONIL & LYS)		X	-	-	X	-	-	X	X	-	X
<i>Darjella monilis</i> MALAKHOVA		-	-	-	X	-	-	X	-	-	-
<i>Tournayella gigantea minoris</i> LIPINA		-	X	X	X	X	-	X	-	-	-
<i>Palaeospiroplectamina mellina</i> (MALAKHOVA)		-	-	X	X	X	-	-	-	-	-
<i>Endospiroplectamina conili conili</i> LIPINA		X	X	X	X	X	-	X	X	X	-
<i>Endospiroplectamina venusta</i> (VDOVENKO)		-	-	-	-	X	X	-	-	X	-
<i>Tetrataxis aff. imatura</i> GROZ. & LEB. sensu CONIL & LYS 1964		-	X	-	X	X	-	-	-	-	-
<i>Tetrataxis</i> sp.5.		-	-	-	X	X	-	-	-	X	-
<i>Tetrataxis</i> sp.		-	X	-	X	X	-	X	-	-	-
<i>Dainella</i> sp.		-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Endothyra bowmani</i> bradyi MIKHAILOV		-	X	X	-	-	-	X	-	-	X
<i>Endothyra? michoti</i> (CONIL & LYS)		-	X	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Endothyra prisca</i> CONIL & LYS		-	-	-	X	-	-	-	-	-	X

Tab. 3: Kohlenkalk bei Trogenau: Verteilung der Arten auf die einzelnen Proben. — * Abstand der Proben von der Aufschluß-Basis in Metern.

ste (in manchen Dünnschliffen bis etwa 5%) sowie einzelne Kalk-Algen. Die meisten der genannten Fossil-Elemente sind von verschiedenen Bearbeitern bereits untersucht worden, unter anderem die Foraminiferen von A. LIEBUS (1932), der den Aufschluß danach ins untere Visé stellte. Auch nach den Brachiopoden-Untersuchungen von W. PAECKELMANN (1930—1931) gehört der Trogenauer Kohlenkalk ins Unter-Visé. Eine zusammenfassende Fossil-Liste findet sich bei GANDL 1964 auf Seite 37—38.

Die Arten der individuenreichen Foraminiferen-Fauna verteilen sich auf die einzelnen Proben wie in Tab. 3 dargestellt. Die Faunen erlauben keine zeitliche Differenzierung zwischen den einzelnen Proben. Sämtliche Vergesellschaftungen sprechen für V1a. Besonders beweiskräftig ist dabei das nacheinander Auftreten von *Brunsia? valida* (V1a—V2b), *Dainella* sp. (ab V1a), *Endothyra? michoti* (V1a) und *Darjella monilis* (V1a). Die stratigraphischen Aussagen der Foraminiferen (V1a) stimmen somit mit den Aussagen der Brachiopoden (V1) überein, erlauben aber darüber hinaus eine weitere zeitliche Einengung.

Eine vergleichbare Foraminiferen-Fauna fand ich auch in 3 Schliffen einer Probe des Bayerischen Geologischen Landesamtes, die aus einem heute nicht mehr existierenden Kohlenkalk-Brüchlein am Waldrand, etwa 1,2 km ostnordöstlich Schloßgattendorf, stammt. In einem ähnlichen biosparitischen Kalk wie in Trogenau wurden folgende Foraminiferen festgestellt:

Eotuberitina reitlingerae M. MAKLAY,
Radiosphaera ponderosa REITLINGER,
Glomospira curiosa MALAKHOVA,
Glomospira cf. *ovalis* MALAKHOVA,
Brunsia pulchra MIKHAILOV,
Darjella monilis MALAKHOVA,
Palaeospiroplectammina mellina (MALAKHOVA),
Endospiroplectammina conili conili LIPINA,
Tetrataxis aff. *immatura* GROZ. & LEB. sensu CONIL & LYS 1964,
Endothyra laxa (CONIL & LYS),
Endothyra div. spec. indet.

Die Fauna gibt wiederum ein V1a-Alter an. Danach stimmen die Kohlenkalk-Vorkommen von Trogenau und Schloßgattendorf sowohl stratigraphisch als auch faziell miteinander überein.

S' Draisendorf (Bl. Rehau)

Aus einem alten Steinbruch etwa 100 m südlich Draisendorf gibt C.W. v. GÜMBEL (1879) ein Profil mit etwa 12,50 m mächtigem Kohlenkalk an, über dem anscheinend eine Kieselschieferbrekzie liegt. Der Bruch ist heute sehr stark verwachsen und schlecht zugänglich. Aus diesem Vorkommen standen mir 3 Dünnschliffe des Bayerischen Geologischen Landesamtes von einer Probe zur Verfügung. Danach handelt es sich hauptsächlich um einen Oosparit. Die Ooidkerne enthalten biogenes Material (größtenteils Echinodermen-Reste). Außerdem kommen auch Brachiopoden-Schalen und einige deformierte Foraminiferen vor.

Die einzigen Foraminiferen, die ich hier fand, konnten als *Endothyra* sp. bestimmt werden. Damit kann dieses Vorkommen nicht genauer als Unter-Karbon datiert werden. Auch andere biostratigraphische Daten liegen von hier nicht vor.

Bahneinschnitt E' Schwingen (Bl. Schwarzenbach/S.)

Etwa 600 m östlich Schwingen liegt am S-Ende des Bahneinschnittes ein heute völlig verfallener und zugewachsener Steinbruch, aus dem C. W. v. GÜMBEL (1879) ein Profil durch ein etwa 8—10 m mächtiges „Kalksteinlager“ (Kohlenkalk) angibt. Heute sind nur noch auf der Halde östlich des Bruches einige Lesesteine zu finden. Aus 2 Dünnschliffen einer Probe konnte ich folgende spärliche Foraminiferen-Fauna bestimmen:

Endospiroplectammina conili conili LIPINA,
Tetrataxis div. spec. indet.,
Paraarchaediscus sp.

Durch das Vorkommen von *Paraarchaediscus* sp. (ab V1b) und *Endospiroplectammina conili conili* (V1a—V2a) kommt als Alter das gesamte V1b und V2a infrage. Nach der Angabe von *Productus humerosus* SOW. durch PAECKELMANN (1931) dürfte aber ein V1-Alter sicher enthalten sein.

Rimlasbachtal (Bl. Marktschorgast)

Im Tal des Rimlasbaches sind etwa 200 m südöstlich von Punkt 448 in einem verfallenen Steinbruch 6—7 m eines plattig absondernden, hellen Kohlenkalkes erschlossen. Dieser wird am Eingang des Bruches von einem Diabas-Gang durchschlagen. Der Kohlenkalk ist hier sowohl mikroskopisch als auch makroskopisch sehr stark Kalzit-durchädert. Er ist hauptsächlich biosparitisch ausgebildet und enthält einen geringen Ooid-Anteil. Als Biogene wurden Echinodermen-Reste, Algen, Brachiopoden-Schalen und Foraminiferen beobachtet.

Untersucht wurden 3 Schliffe zweier eigener Proben sowie 3 weitere Dünnschliffe des Bayerischen Geologischen Landesamtes von einer Probe. Davon zeigen nur die 2 Dünnschliffe meiner Probe 2, die aus den mittleren Bereichen des Kalkes stammt, bestimmbare Foraminiferen:

Tetrataxis paraminima VISSARIONOVA ssp.,
Palaeospiroplectammina sp.,
Pseudoliteotuba gravata (CONIL & LYS),
Endothyra agathis (CONIL & LYS),
Endothyra bowmani bradyi MIKHAILOV,
Mstina sp.,
Paraarchaediscus rigens (CONIL & LYS),
Millerella sp.

Durch die Vergesellschaftung von *Paraarchaediscus rigens* (V1b—V2a) und *Millerella* sp. (ab V2a) lassen sich diese Kohlenkalke ins V2a stellen.

3.1.5. Die Polygene Kalkbrekzie

Die Kohlenkalke der „Bayerischen Fazies“ können stellenweise durch Polygene Kalkbrekzien vertreten werden oder mit solchen verknüpft sein. Sie bestehen petrographisch hauptsächlich aus nicht oder nur schlecht gerundeten, gelblichen

Dolomiten und grauen Kalken. In einigen Vorkommen sind auch hin und wieder Algenkalk- und Kohlenkalk-Gerölle oder -Schollen mit eingelagert. Nach H. VOGLER (1956) enthalten sie auch basische Tuffe. Das Bindemittel kann tuffitisch, tonig oder kalkig sein. Stellenweise besteht es ausschließlich aus Kohlenkalk-Material.

W. PAECKELMANN (1931) und O. H. SCHINDEWOLF (1939) stuften die Polygene Kalkbrekzie mit Hilfe von Brachiopoden und Korallen ins Visé ein. H. R. v. GAERTNER (1951) parallelisierte sie mit dem Poppengrüner Konglomerat. K. H. SUCHAN (1964) schlug die Polygene Kalkbrekzie als Bezugshorizont zur Gliederung des Unter-Karbons vor und stufte sie ins CuII α ein. J. GANDL (1968, 1972) kam auf Grund von Conodonten- und Brachiopoden-Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß sich in der Polygenen Kalkbrekzie mindestens 3 verschiedene Zeitabschnitte nachweisen lassen, nämlich *Gattendorfia*-Stufe (an der Rabenleite), Ober-Tournai (Fischerberg, Überkehr) und Unter-Visé (Unterleupoldsberg).

Da das Bindemittel der Polygene Kalkbrekzie häufig aus Kohlenkalk-Material besteht und Kohlenkalk- und Algenkalk-Gerölle eingelagert sind, hoffte ich, diese Brekzie durch Foraminiferen einstufen zu können. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß das Bindemittel für Foraminiferen-Untersuchungen sehr ungünstig ist, da es entweder keine oder nur einzelne, unbestimmbare Bruchstücke enthält. Die Algenkalk- und Kohlenkalk-Gerölle haben für die Datierung der Polygene Kalkbrekzie nur eine zweitrangige Bedeutung, da sie umgelagert sind.

Rabenleite (Bl. Schwarzenbach am Wald)

Etwa 1,7 km nördlich Presseck transgrediert an der Rabenleite (R: 4468.50; H: 5567.60) Polygene Kalkbrekzie über devonische Flaserkalke. In ihrem Hangenden folgen Kulm-Schiefer und Kohlenkalk. Die Polygene Kalkbrekzie besteht hauptsächlich aus eckigen devonischen Flaserkalk-Bruchstücken verschiedener Größe und aus gelblichen Dolomiten. Das Bindemittel, das etwa $\frac{1}{3}$ der Gesamtmasse ausmacht, ist stellenweise ein schwarzer Kalk. K. H. SUCHAN (1964) fand darin erstmals Conodonten, die er ins Unter-Karbon II α stellte. Nach J. GANDL (1968) enthält die individuenreiche Conodonten-Fauna aber zu über 50% *Polygnathus pura subplana* und gehört in die *Pseudopolygnathus triangula inaequalis*-Zone (= Tn1b der belgischen Gliederung).

Trotz der Untersuchung von 7 Dünnschliffen aus 4 selbst entnommenen Proben und 12 Dünnschliffen des Bayerischen Geologischen Landesamtes aus 4 weiteren Proben konnte in dem kalkigen Bindemittel dieses Vorkommens keine einzige Foraminifere gefunden werden. Auch Makrofauna wurde nicht beobachtet.

N-Hang des Fischerberges (Bl. Schwarzenbach am Wald)

Am N-Hang des Fischerberges ist am Forstweg (R: 4468.52; H: 5569.42) das unmittelbar Liegende eines kleinen Vorkommens von Polygener Kalkbrekzie aufgeschlossen. Nach J. GANDL (1968), der ein genaueres Profil angibt, findet hier in einem Bereich von etwa 2,50 m Mächtigkeit ein kontinuierlicher Übergang von

grasgrünen tuffitischen? Schiefen (= Pseudotuffit-Horizont) über grüne Schiefer mit Kalkknollen und grüne Schiefer in Wechsellagerung mit dünnen Kohlenkalk-Bänken in Polygene Kalkbrekzie statt. Aus den Kalkknollen gibt GANDL eine individuenreiche Conodonten-Fauna der *Scaliognathus anchoralis*-Zone (= hohes Tn3c) an.

Etwa 50 cm über den Conodonten-Fundschichten wurden aus den dünnen Kohlenkalk-Bänken 2 Proben entnommen und anhand von 6 Dünnschliffen untersucht. Danach erwiesen sich die Kohlenkalke als quarzreiche, mikritische bis sparitische Kalke, die reichlich Crinoiden-Stielglieder, Algen und Korallen-Reste führen. Schalen-Reste von Brachiopoden und Ostracoden sowie Foraminiferen sind selten. Folgende Foraminiferen-Fauna wurde festgestellt:

Earlandia minima (BIRINA),
Palaeospiroplectammina diversa (N. TCHERNYSHEVA),
Tetrataxis aff. *paraminima* VISSARIONOVA,
Tetrataxis div. spec. indet.,
Endothyra div. spec. indet.

Das Vorkommen von *Palaeospiroplectammina diversa* läßt die Zeitspanne vom höheren Tn3c bis zum V1a infrage kommen. Dies läßt sich gut mit den Aussagen der Conodonten (hohes Tn3c) vereinbaren, die hier offenbar das genauere Datum liefern.

Fleckleinsbruch NW' Elbersreuth (Bl. Schwarzenbach am Wald)

Etwa 1 km nordwestlich Elbersreuth ist die Polygene Kalkbrekzie im Fleckleinsbruch auch heute noch sehr gut aufgeschlossen. Sie führt hier überwiegend eckige Bruchstücke von Algenkalk. Der genaue Geröllbestand wurde durch H. VOGLER (1956) und K. H. SUCHAN (1964) bestimmt. Als bisher einziges Fossil dieses Vorkommens meldete J. FELSCH (1911) einen Fund von *Syringopora*.

Zwei Dünnschliffe einer selbst entnommenen Probe und 3 Dünnschliffe des Bayerischen Geologischen Landesamtes von einer weiteren Probe zeigten in den Bruchstücken reichlich Algen-Strukturen sowie im Kohlenkalk Bindemittel einzelne unbestimmbare Korallen und Foraminiferen-Reste. Von Letzteren konnte eine einzige Form als *Endothyra* sp. bestimmt werden. Damit ist eine genauere Datierung dieses Vorkommens als Unter-Karbon nicht möglich.

NW' Überkehr (Bl. Schwarzenbach am Wald)

Etwa 100 m nordwestlich der Überkehr liegt in einem heute noch zugänglichen kleinen Bruch eine grobe Polygene Kalkbrekzie wahrscheinlich über devonischen Tuffen. Das Bindemittel zwischen den bis etwa 80 cm großen Geröllen wird nach oben zunehmend kalkig. Ganz entsprechend nehmen nach oben die vulkanischen Komponenten ab und die kalkigen (besonders Algenkalk und Kohlenkalk) zu.

Aus einer etwa 3 x 0,5 m messenden Kohlenkalk-Linse aus dem unteren Teil der Brekzie (= oberer Teil des Aufschlusses) gibt J. GANDL (1968, 1972) eine individuenreiche Conodonten-Fauna an, die mit der Conodonten-Fauna des tiefen Tn3c von Dinant übereinstimmt. Sie ist heute in die Zone des *Spathognathodus bulyyncki* (= tiefes Tn3c) einzustufen (freundliche mündliche Mitteilung von J. GANDL).

Aus derselben Kohlenkalk-Linse wurden 8 Dünnschliffe von 3 verschiedenen Proben untersucht. Danach besteht diese aus mikritischem Kalk mit reichlich Crinoiden-Stielgliedern. Korallen, Brachiopoden-Reste und Foraminiferen sind weniger häufig. Folgende Foraminiferen konnten bestimmt werden:

Chernyshinella glomiformis (LIPINA),
Chernyshinella glomiformis („forma *uralica*“ MALAKHOVA),
Chernyshinella sp.,
Palaeospiroplectammina cf. *diversa* (N. TCHERNYSHEVA).

In der Fauna überwiegt *Chernyshinella glomiformis*, die in Belgien vor allem im Tn1b und im Tn2 vorkommt, vereinzelt aber noch bis ins Tn3c auftritt. Nachdem *Palaeospiroplectammina diversa* dort aber erst im höheren Tn3c erscheint, sollte man hier auf ein höheres Tn3c-Alter der Fauna schließen. Dies stimmt aber nicht völlig mit den Aussagen der Conodonten überein, die anscheinend sicher tiefes Tn3c angeben.

Aus dem Bayerischen Geologischen Landesamt liegen mir weiterhin 3 Dünnschliffe von einer Probe aus diesem Vorkommen vor. Allerdings ist keine genaue Fundlage der Probe angegeben. Nach meinen Untersuchungen ist die Zugehörigkeit dieser Probe zum aufgeschlossenen Teil des Vorkommens jedoch recht zweifelhaft. Sie dürfte danach wohl den höheren, im Bruch nicht aufgeschlossenen Teilen der Brekzie entstammen. Im Gegensatz zur vorher beschriebenen Kohlenkalk-Linse handelt es sich hier um einen oolithischen Kalk mit reichlich Quarzkörnern, wie er auch etwa 750 m östlich der Ruine Nordeck vorkommt. Er enthält Crinoiden-Stielglieder, Korallen und folgende Foraminiferen:

Tetrataxis paraminima VISSARIONOVA ssp.,
Paraarchaediscus rigens (CONIL & LYS),
Archaediscus krestovnikovi krestovnikovi RAUS.-ČERN.,
Endothyra apposita GANELINA.

Die Fauna gibt eindeutig die Zeitspanne vom höheren V1b bis zum V2a an.

NNE' Überkehr (SW' Unterleupoldsberg; Bl. Schwarzenbach am Wald)

Etwa 400 m nordnordöstlich der Überkehr (R: 4469.13; H: 5569.22) ist am Forstweg eine etwa 60 m mächtige Polygene Kalkbrekzie mit Einlagerungen von Kohlenkalk und Algenkalk aufgeschlossen. Dieses Vorkommen wurde durch J. GANDL (1972) beschrieben und mit Hilfe von Brachiopoden und Trilobiten aus dem mittleren Bereich des Aufschlusses ins tiefere Unter-Visé (V1a) gestellt.

Bei meiner Untersuchung der Kalke stellte sich heraus, daß diese selbst aus Wechsellagerungen von echtem Algenkalk mit unreinem fossilreichem Kohlenkalk bestehen, der Crinoiden-Stielglieder, Algen, Brachiopoden, Ostracoden und Foraminiferen enthält. Aus Schliffen zweier Proben wurden hieraus folgende Foraminiferen bestimmt:

Eotuberitina reitlingeræ M. MAKLAY,
Pachysphaera dervillei CONIL & LYS,
Glomospira sp.,
Endothyra freyri (CONIL & LYS),
Endothyra prisca devia CONIL & LYS,
Endothyra sp. 3.

Für *Glomospira* sp. und *Endothyra prisca devia* kommt die Zeitspanne Tn3c—V3b infrage. *Endothyra freyri* ist aber in Belgien nur aus dem Tn3b bekannt. Im Frankenwald kommt sie jedoch im Aufschluß Bärenhäuser neben *Palaeospiroplectammīna diversa* (Tn3c—V1a) im sicheren Tn3c (nach Conodonten) vor sowie „cf“ in dem V1a-Kohlenkalk 300 m südwestlich Mittelberg. Danach legen hier die Foraminiferen ein Tn3c—V1a Alter nahe, das auch mit den Aussagen der Brachiopoden (V1a) im Einklang steht.

Schliffe von 4 weiteren eigenen Proben aus den höheren Bereichen des Vorkommens sowie 12 Dünnschliffe des Bayerischen Geologischen Landesamtes von 4 Proben zeigten leider keine bestimmbareren Foraminiferen.

Die Polygene Kalkbrekzie ist sowohl lithologisch als auch zeitlich eng mit dem Kohlenkalk verknüpft: Häufig besteht ihr Bindemittel aus Kohlenkalk. In den untersuchten Vorkommen finden sich oft auch Übergänge von Polygener Kalkbrekzie in \pm reinen Kohlenkalk. Die Bildungszeit der jüngeren Polygenen Kalkbrekzie (Tn3c bis mindestens V1b, vielleicht auch V2a) entspricht zudem weitgehend der des Haupt-Kohlenkalkes. Daneben gibt es aber auch die ältere Polygene Kalkbrekzie von der Rabenleite (Tn1b) aus deren Bildungszeit man noch keinen reinen Kohlenkalk kennt.

3.2. Die untersuchten Unterkarbon-Schichten der „Thüringischen Fazies“

3.2.1. Bisheriger Stand der biostratigraphischen Einstufung von Unterkarbon-Schichten in „Thüringischer Fazies“

Unsere bisherigen biostratigraphischen Kenntnisse aus den Schichtenfolgen der „Thüringischen Fazies“ im Untersuchungsgebiet des Frankenwaldes beschränken sich auf die von J. GANDL (1968, 1970, 1972) vorgenommenen Datierungen der grauen Schiefer im Liegenden des Rußschiefers nordwestlich Fels (Bl. Schwarzenbach am Wald), des „Basistuffits“ an der Bamberger Leite nordwestlich des Dürrenwaiderhammer (Bl. Nordhalben) sowie der Kohlenkalk-Scholle im Wurstkonglomerat nordnordöstlich Mauthaus (Bl. Teuschnitz). J. GANDL (1968) stellte die grauen Schiefer von Fels nach Trilobiten in die *Gattendorfia*-Stufe, für den „Basistuffit“ machte er (1972) nach Conodonten *Scaliognathus anchoralis*-Zone wahrscheinlich und die Kohlenkalk-Scholle im Wurstkonglomerat stellte er (1970) nach Brachiopoden in die tiefe *Goniatites*-Stufe bzw. ins V3a—V3b der belgischen Kohlenkalk-Gliederung.

Die erwähnte Kohlenkalk-Scholle im Wurstkonglomerat wird hier auf Seite 47 ausführlicher behandelt. Mit Hilfe von Foraminiferen konnten nun noch das Dachschiefer-Lager von Dürrenwaid und das Schmiedsgrund?-Konglomerat von Hertwegsgrün (beide auf Bl. Nordhalben) erstmals und die Kohlenkalk-Scholle im Wurstkonglomerat neu datiert werden.

3.2.2. Das Dachschieferlager von Dürrenwaid (Bl. Nordhalben)

In den geologischen Erläuterungen zu Blatt Nr. 5635 Nordhalben gibt G. v. HORSTIG (1966) aus dem unteren Dürrenwaider Dachschieferlager drei Kalkstein-

Bänke mit je 3—30 cm Mächtigkeit an und erwähnt daraus *Endothyra*-ähnliche Foraminiferen. Die damals von v. HORSTIG vorgelegten Dünnschliffe wurden mir vom Bayerischen Geologischen Landesamt zur Verfügung gestellt. Es handelt sich dabei um 6 Dünnschliffe von 2 Proben aus der noch im Betrieb befindlichen Dachschiefer-Grube Lothar Heil (R: 4467,83; H: 5578,92) sowie um 3 Dünnschliffe von einer Probe aus dem aufgelassenen Dachschiefer-Bruch (R: 4468,10; H: 5579,90) westsüdwestlich Dürrenwaidhammer.

Die Untersuchung dieser Dünnschliffe zeigte, daß es sich in beiden Vorkommen um biosparitische Kalke mit reichlich Ooiden und Quarzkörnern handelt. Sie enthalten untergeordnet auch Glimmer und Feldspat. Als Biogene wurden Bryozoen, einzelne Korallen, Brachiopoden-Reste sowie zahlreiche Foraminiferen (überwiegend Archaedisciden) festgestellt. Folgende Arten wurden bestimmt:

a: Dachschiefer-Grube Lothar Heil:

Brunsia pulchra MIKHAILOV,
Tetrataxis paraminima VISSARIONOVA ssp.,
Tetrataxis barkhatovae cf. *pigra* CONIL & LYS,
Tetrataxis sp. 2.,
Tetrataxis sp. 3.,
Paraarchaediscus sp. 3.,
Archaediscus karreri karreri BRADY,
Archaediscus krestovnikovi krestovnikovi RAUS.-ČERN.,
Planoarchaediscus sp.,
Endothyra apposita GANELINA,
Endothyra div. spec. indet.,
Eostaffella parastruvei RAUS.-ČERN. ssp.

b: Alter Dachschieferbruch am Hang, etwa 250 m westsüdwestlich Dürrenwaidhammer:

Tetrataxis paraminima VISSARIONOVA ssp.,
Tetrataxis barkhatovae GROZ. & LEB.,
Paraarchaediscus sp. 3.,
Archaediscus karreri karreri BRADY,
Archaediscus krestovnikovi krestovnikovi RAUS.-ČERN.,
Archaediscus cf. *convexus* GROZ. & LEB.,
Endothyra apposita GANELINA,
Endothyra omphalota cf. *minima* RAUS.-ČERN & REITL.,
Endothyra cf. *peitoni* (CONIL & LYS).

Die Faunen enthalten in beiden Vorkommen mehr als 40% Archaedisciden. Vor allem durch das Vorkommen von *Endothyra apposita* (V1b—V3a) neben *Archaediscus karreri karreri* (V2b—V3c), aber auch durch die Vergesellschaftung der übrigen Formen ist das Dürrenwaid Dachschieferlager sicher in den Bereich V2b—V3a zu stellen. Damit erweist sich das Dürrenwaid Dachschieferlager als deutlich jünger als der Hauptdachschiefer bei Ludwigstadt (= Tn3 nach Conodonten — mündliche Mitteilung von J. GANDL).

3.2.3. Das Schmiedsgrund?-Konglomerat von Hertwegsgrün (Bl. Nordhalben)

In den geologischen Erläuterungen zu Blatt Nr. 5625 Nordhalben beschreibt G. v. HORSTIG (1966) aus einem Steinbruch der Staatsforstverwaltung südwestlich

Hertwegsgrün (R: 4470,65; H: 5576,60) ein Profil durch das „Wurstkonglomerat des Hertwegsgrüner Zuges“ (= Schmiedsgrund?-Konglomerat), in dem sowohl Kalksandsteine als auch bituminöse blaugraue, geröllführende Kalksteine („Kohlenkalk“) auftreten. Aus der Schicht Nr. 6 des Profils erwähnt er *Endothyra* sp. Ein anschauliches Profil durch die Schichten des Steinbruches gibt auch A. WURM (1961) in Abb. 33. Leider ist der Bruch heute völlig mit Müll verfüllt und deshalb nicht mehr existent.

Nach der Untersuchung der mir vom Bayerischen Geologischen Landesamt überlassenen 18 Dünnschliffe von 6 Proben des Profils, handelt es sich um Bio-oospa-rite mit Quarzkörnern, reichlich Bryozoen, Brachiopoden- und Gastropoden-Resten sowie vereinzelt Korallen- und Echinodermen-Resten. Die Schliffe einer Probe (wahrscheinlich von Schicht Nr. 6) enthielten darüber hinaus zahlreiche Foraminiferen (hauptsächlich Archaeisciden), wogegen die der übrigen Proben nur vereinzelte Foraminiferen-Reste zeigten. Insgesamt konnten folgende Arten bestimmt werden:

Brunsia pulchra MIKHAILOV,
Tetrataxis div. spec. indet.,
Paraarchaediscus cf. sp. 3.,
Archaediscus karrieri karrieri BRADY,
Archaediscus krestovnikovi krestovnikovi RAUS.-ČERN.,
Archaediscus convexus GROZ. & LEB.,
 ?*Dainella* sp. sensu CONIL et al. 1976,
Endothyra cf. *apposita* GANELINA,
Endothyra bowmani bradyi MIKHAILOV,
Endothyra cuneisepta (CONIL & LYS),
Endothyra similis inops (CONIL & LYS),
Eostaffella parastruvei RAUS.-ČERN. ssp.

Die Vergesellschaftung in dieser Fauna entspricht weitgehend jener von Dürrenwaid und zeigt daher wiederum ein V2b- oder V3a-Alter an. Damit wurde erstmals ein Konglomerat-Horizont der „Thüringischen Fazies“ auf direktem Wege biostratigraphisch eingestuft.

3.2.4. Das Wurstkonglomerat von Mauthaus (Bl. Teuschnitz)

Das Wurstkonglomerat (C.W. v. GÜMBEL 1879) der „Thüringischen Fazies“ ähnelt im Aussehen der Kieselschieferbrekzie der „Bayerischen Fazies“ und kommt sowohl in der Westthüringischen als auch in der Ostthüringischen Hauptmulde vor. Seine Hauptverbreitung wird durch mehrere SW/NE verlaufende Züge im Südosten der Westthüringischen Hauptmulde (= Teuschnitzer Mulde) gekennzeichnet. Obwohl es bis jetzt mehrfach bearbeitet wurde, ist seine stratigraphische Stellung immer noch nicht völlig geklärt.

H. KORN (1938) betrachtete es als tiefstes Konglomerat der „Thüringischen Fazies“. Auf Grund seiner Lagerung über dem Kohlenkalk am Buschteich bei Schleiz (Bl. Zeulenroda) parallelisierte er es mit dem Poppengrüner Konglomerat der „Bayerischen Fazies“ (das man damals noch im Hangenden des Kohlenkalkes annahm).

H. VOGLER (1956) vergleicht es auf Grund petrographischer Untersuchungen mit dem Papiermühle Konglomerat und stellt es dicht über das Schmiedsgrund-Konglomerat.

Der bisher einzige biostratigraphische Beitrag zur Einstufung des Wurstkonglomerates gelang J. GANDL (1970) anhand einer umgelagerten Kohlenkalk-Scholle aus dem Vorkommen im Steinbruch an der Straße, etwa 650 m nordnordöstlich Mauthaus. Diese Kohlenkalk-Scholle wurde offenbar durch submarine Rutschung in noch plastischem Zustand verfrachtet. Deshalb nimmt GANDL für das Wurstkonglomerat ein Alter an, das nicht viel jünger als das der Kohlenkalk-Scholle selbst ist. Er stellt die Scholle nach Brachiopoden ins tiefere Ober-Visé (V3a—V3b).

Nach der Untersuchung von 5 Dünnschliffen aus 2 Proben besteht die Kohlenkalk-Scholle aus biomikritischem Kalk, der als Biogene Brachiopoden, Crinoiden-Stielglieder, Gastropoden, Foraminiferen sowie reichlich nicht identifizierbare Schalenreste enthält (Taf. 13 Fig. 187). Es wurden folgende Foraminiferen bestimmt:

Tetrataxis cf. *paraminima* VISSARIONOVA,
Permodiscus bucculentus CONIL & LYS,
Permodiscus cf. *bucculentus* CONIL & LYS,
Permodiscus sp. 1.,
Endothyra bowmani bradyi MIKHAILOV,
Endothyra prisca cf. *denticulata* (CONIL & LYS),
Endothyra sp. aff. *mosquensis* REITLINGER.

Die Gattung *Permodiscus* kommt in Belgien nur vom V1b bis zum V2a vor und wurde von mir auch im Frankenwald nicht in jüngeren Schichten gefunden. In der Fauna fehlen auch alle für den Zeitbereich ab V2a typischen Vertreter von *Archaediscus*. Danach kommt für die Fauna nur V1b- oder V2a-Alter infrage.

Dieses Ergebnis stimmt nicht mit den von GANDL (1970) angegebenen Daten der Brachiopoden (V3a—b) überein. Nach freundlicher Mitteilung von Herrn GANDL lassen die Brachiopoden nach neueren biostratigraphischen Erkenntnissen auch ein Mittel-Visé Alter zu, schließen aber Unter-Visé entschieden aus. Danach erscheint ein V2a-Alter der Kohlenkalk-Scholle von Mauthaus am wahrscheinlichsten. Der lithostratigraphische Zusammenhang zeigt jedoch, daß das Wurstkonglomerat etwas jünger sein muß als das Schmiedsgrund-Konglomerat und das Dürrenwaider Dachschieferlager, so daß es ebenfalls nicht älter als V2b oder V3a sein kann.

4. Paläontologischer Teil

4.1. Häufigkeit und Vergesellschaftung von Foraminiferen im Unterkarbon des Frankenwaldes

Foraminiferen sind außerordentlich stark milieuabhängig und deshalb an ganz bestimmte Kalk-Typen gebunden. Im Frankenwald treten sie überwiegend in Kalken auf, die wenig Intraklaste führen und sehr wenig groben Detritus aufweisen. In Oospariten und Oo-Intraspariten sind sie äußerst selten oder fehlen ganz.

- a) Häufigkeit der Foraminiferen im
 - V2b—V3a: mäßig,
 - V1b—V2a: reichlich,
 - V1a: massenhaft,
 - Tn3c: gering.
- b) Vergesellschaftung der Foraminiferen im

Tn3c: Nach CONIL et al. (1976) tritt *Tetrataxis* zusammen mit *Palaeospiroplectammina diversa* erst im höheren Tn3c auf. Im Frankenwald ist dagegen *Tetrataxis* neben *Tournayella* und relativ vielen Individuen der Art *Chernyshinella glomiformis* schon im tiefen Tn3c (nach Conodonten) anzutreffen. Im höheren Tn3c finden sich erstmals reichlich Individuen der Art *Palaeospiroplectammina diversa*. *Tournayella* und *Tetrataxis* sind häufiger als im tiefen Tn3c. Im gesamten Tn3c ist *Endothyra* relativ arten- und individuenarm vertreten.

V1a: Im V1a sind Tournayellidae sehr individuenreich, jedoch artenarm vertreten; Ammodiscidae treten mit *Glomospira* und *Brunsia* individuenreich auf. Von Tetrataxidae kommen nur einige Arten von *Tetrataxis* vor. Textulariidae sind durch Arten von *Palaeospiroplectammina* und *Endospiroplectammina* individuenreich vertreten, doch kommt *Palaeospiroplectammina diversa* im sicheren V1a des Frankenwaldes nicht mehr vor. Von den Endothyridae treten insbesondere *Endothyra*-Arten auf, darunter hauptsächlich solche mit Knötchen; daneben erscheint erstmalig auch *Dainella*.

V1b—V2a: Die Gattungen *Glomospira* und *Brunsia* finden sich im V1b seltener; *Tournayella* verschwindet fast ganz. Dagegen tritt *Endothyra* artenreich, *Tetrataxis* individuenreich auf. Archaeiscidae sind erstmalig durch Arten von *Permodiscus* und *Paraarchaediscus* sowie im höheren Teil des V1b auch vereinzelt durch einfach gebaute Arten von *Archaediscus* vertreten. Im V2a sind *Permodiscus* und *Paraarchaediscus* gleichmäßig häufig; *Archaediscus* tritt individuenreich aber artenarm auf. Ansonsten sind die im V1b auftretenden Arten auch im V2a vorhanden. Deshalb ließ sich in den datierten Vorkommen eine Trennung zwischen V1b und V2a häufig nicht vornehmen.

V2b—V3a: Im V2b—V3a überwiegen komplizierter gebaute Arten von *Archaediscus*. Demgegenüber verschwinden die einfacher gebauten Permodisciden völlig und auch *Paraarchaediscus* tritt nur noch ganz vereinzelt auf. *Endothyra* erscheint, wohl aus faziellen Gründen, nur noch recht selten. Eine Trennung von V2b und V3a konnte nicht vorgenommen werden, da die speziell dafür nötigen Leitarten nicht gefunden wurden.

Der stratigraphischen Verbreitung der wichtigsten unterkarbonischen Foraminiferen im Frankenwald wurde in Abb. 6 die Foraminiferen-Gliederung des belgischen Kohlenkalkes von CONIL et al. (1976) zum Vergleich gegenübergestellt. Über die geringfügigen Abweichungen siehe vorher beim Tn3c und V1a. Die Verteilung der bestimmten Foraminiferen auf die untersuchten Aufschlüsse wurde in Tab. 4 (auf Beilage 1) dargestellt.

4.2. Beschreibung der wichtigsten untersuchten Foraminiferen

Um Platz zu sparen, wurden in den Synonymie-Listen der einzelnen Arten im allgemeinen nur die wichtigsten Zitate angegeben.

Bei der Beschreibung der Arten wurden folgende Abkürzungen verwendet:

H/B: Höhe zu Breite,

B/D: Breite zu Durchmesser.

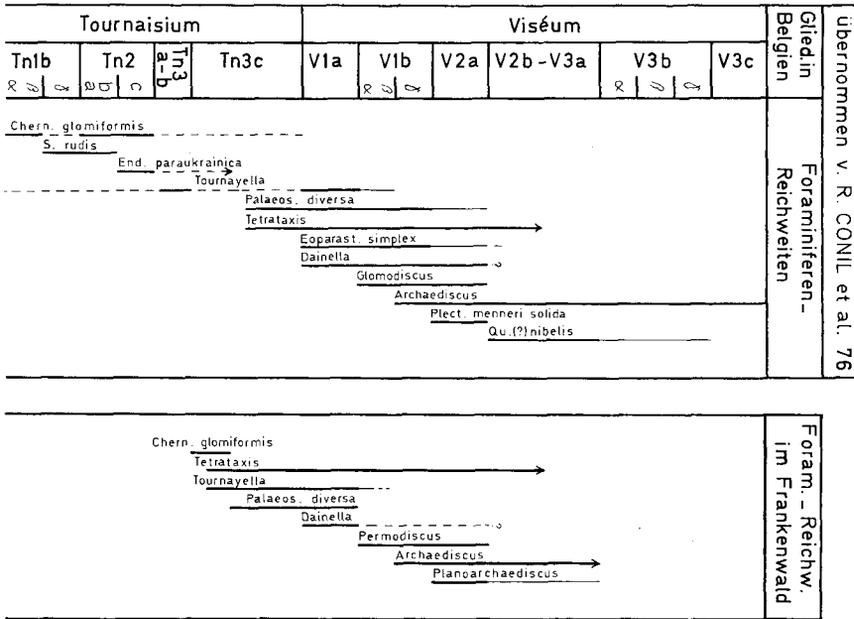


Abb. 6. Stratigraphische Verbreitung der wichtigsten Foraminiferen in Belgien und im Frankenwald.

Ordnung Foraminiferida EICHWALD 1830
Unterordnung Textulariina DELAGE & HÉROUARD 1896
Superfamilie Ammodiscacea REUSS 1862
Familie Ammodiscidae REUSS 1862
Unterfamilie Ammodiscinae REUSS 1862

***Ammodiscus* REUSS 1861.**

Typus-Art: *Spirillina arenacea* WILLIAMSON 1858.

***Ammodiscus borealis* MALAKHOVA 1956**

Taf. 1 Fig. 10

* 1956 *Ammodiscus borealis* MALAKHOVA, Ural: 95, Taf. 1 Fig. 6—7.

Material: Je ein Exemplar aus dem V1b des Kohlenkalkes von Poppengrün und vom Eisenbachtal (30 bzw. 36 m über der Kohlenkalk-Basis).

Beschreibung: Die im Frankenwald gefundenen Exemplare besitzen ein relativ größeres Proloculum als das Typus-Material. Es ist etwa 70 µ breit. Die planspiral gewundene, röhrenförmige zweite Kammer besteht aus 3 Windungen. Sie nimmt im Durchmesser rasch zu. Die Breite der ersten Windung beträgt 27 µ, die der letzten Windung 70 µ. Der äquatoriale Durchmesser des Gehäuses liegt zwischen 340 und 360 µ. Die Gehäusewand ist 16—18 µ dick, feinkristallin und erscheint im Schliff dunkel. Agglutination wurde nicht beobachtet.

Vergleich: *Ammodiscus borealis* unterscheidet sich vom ähnlichen *A. buskensis* BRAZNIKOVA durch seinen größeren Durchmesser, durch sein größeres Proloculum

und durch seine geringere Windungszahl. Gegenüber *Ammodiscus priscus* RAUS.-ČERN. unterscheidet sich *A. borealis* durch sein größeres Poloculum und durch die rasche Zunahme seines Windungs-Querschnittes, gegenüber *Ammodiscus* sp. 2 durch seinen größeren Gehäuse-Durchmesser und durch die rasche Zunahme seines Windungs-Querschnittes.

Verbreitung: Im höchsten Tournai und untersten Visé des Ural (UdSSR). — Im V1b des Frankenwaldes.

Ammodiscus sp. 1

Taf. 1 Fig. 11

Material: Ein einzelnes Exemplar aus dem kleinen Kohlenkalk-Felsen im Köstenwald südlich Schnappenhammer (höheres V1b oder V2a).

Beschreibung: Das vorliegende Exemplar zeigt ein verhältnismäßig großes Proloculum mit einem Durchmesser von 40 μ sowie eine nur geringe Zunahme des Windungs-Querschnittes der zweiten Kammer. Diese hat $2\frac{1}{2}$ Windungen. An deren Anfang beträgt der Kammer-Durchmesser 20 μ und an deren Ende 30 μ . Der Gesamtdurchmesser des Gehäuses beträgt 160 μ . Die Gehäusewand ist 8 μ dick, fein- bis mittelkörnig und erscheint im Schlift dunkel.

Vergleich: *Ammodiscus* sp. 1 unterscheidet sich von *A. bellus* MALAKHOVA sowie von *A. bellus* var. *tenuis* CONIL & LYS durch seine geringere Windungs-Anzahl und durch sein relativ großes Proloculum. Von *A. nudus* MALAKHOVA unterscheidet er sich ebenfalls durch sein größeres Poloculum sowie durch die geringere Zunahme seines Windungs-Querschnittes.

Verbreitung: Bisher nur aus dem V1b oder V2a des Frankenwaldes bekannt.

Ammodiscus sp. 2

Taf. 1 Fig. 12

Material: Zwei Exemplare aus der untersten Bank des Kohlenkalk-Felsens ost-südöstlich der Ruine Nordeck (höheres V1b oder V2a).

Beschreibung: Die vorliegenden Exemplare zeigen ein verhältnismäßig großes Proloculum mit einem Durchmesser von 43—45 μ sowie 3 Windungen in der planspiral gewundenen, röhrenförmigen zweiten Kammer. Deren Windungs-Querschnitt nimmt ziemlich durchschnittlich zu. Am Anfang der zweiten Kammer beträgt deren Durchmesser 30—35 μ und an deren Ende 50 μ . Der Gesamtdurchmesser des Gehäuses liegt zwischen 290 und 315 μ . Die Gehäusewand ist 18—20 μ dick, fein- bis mittelkörnig und erscheint im Schlift dunkel.

Vergleich: *Ammodiscus* sp. 2 unterscheidet sich bei gleicher Windungs-Anzahl und gleicher Schalendicke von *A. borealis* MALAKHOVA durch einen deutlich kleineren Gehäuse-Durchmesser.

Verbreitung: Bisher nur aus dem V1b oder V2a des Frankenwaldes bekannt.

Glomospira RZEHAČ 1885

Typus Art: *Trochammina squamata* JONES & PARKER 1860.

Glomospira curiosa MALAKHOVA 1956

Taf. 1 Fig. 13—16

- * 1956 *Glomospira curiosa* MALAKHOVA, Ural: 89—90, Taf. 2 Fig. 17.
- 1964 *Glomospira curiosa*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 61, Taf. 8 Fig. 117—119.

Material: Zahlreiche Exemplare aus den Kohlenkalken nordwestlich Trogenau und ostnordöstlich Schloßgattendorf (jeweils V1a). — Weiterhin einige wenige Exemplare aus dem Kohlenkalk östlich Osseck am Wald (Tn3c) sowie mehrere Exemplare aus dem V1b-Anteil des Kohlenkalkes nordnordwestlich der Klötzlamühle.

Beschreibung: Bei *Glomospira curiosa* ist die röhrenförmige zweite Kammer völlig unregelmäßig aufgewunden, so daß ein knäueliges bis knäuelig-spindelförmiges Gehäuse entsteht. Dieses zeigt insgesamt 6—7 Windungen, deren Querschnitt nur sehr langsam zunimmt. In der letzten Windung beträgt deren Durchmesser 40—53 μ . Die Länge des Gehäuses schwankt zwischen 250 und 290 μ , die Breite zwischen 180 und 220 μ . Die Gehäusewand ist 8—10 μ dick, feinkörnig und erscheint im Schliff dunkel. Agglutination wurde nicht beobachtet. Die Gehäuse der vorliegenden Exemplare sind damit deutlich größer als die des russischen Typus-Materials, stimmen aber in qualitativer Hinsicht völlig mit diesem überein.

Vergleich: *Glomospira curiosa* unterscheidet sich von allen anderen *Glomospira*-Arten hauptsächlich durch die völlig unregelmäßig aufgewundene zweite Kammer und ist deshalb als eine der primitivsten Arten der Gattung *Glomospira* zu bezeichnen.

Verbreitung: Im höchsten Tournai des Ural (UdSSR). — Im tieferen Visé (V1—V2) Belgiens. — Im Ober-Tournai (Tn3c) und Unter-Visé des Frankenwaldes.

Glomospira ilimica MALAKHOVA 1956

Taf. 1 Fig. 17

- * 1956 *Glomospira ilimica* MALAKHOVA, Ural: 91, Taf. 1 Fig. 16.
- 1964 *Glomospira ilimica*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 62, Taf. 8 Fig. 121—123.

Material: Mehrere gut erhaltene Exemplare aus dem Kohlenkalkbruch nordwestlich Trogenau und drei Exemplare aus dem Kohlenkalk ostnordöstlich Schloßgattendorf (jeweils V1a).

Beschreibung: Die röhrenförmige zweite Kammer dieser Art ist anfangs ziemlich unregelmäßig geknäuel. Dann nähert sich die Art der Aufrollung zunehmend einem System, bei dem am Ende die Aufrollungsachse einer Windung jeweils senkrecht zur Aufrollungsachse der vorhergehenden Windung steht. Die letzten beiden Windungen bilden deshalb nahezu senkrecht aufeinander stehende Ellipsen oder Kreise, die auch in den meisten Schnittlagen gut zu erkennen sind. Insgesamt zählt man 6—8 Windungen. Ihr Durchmesser ist gering; in der letzten Windung erreicht er 55—60 μ . Die größten Gehäuse-Durchmesser liegen zwischen 420 und 450 μ ; die kleinsten zwischen 280 und 310 μ . Die Wand ist 15—16 μ dick und feinkristallin.

Verbreitung: Im untersten Visé des Ural (UdSSR). — Im V1 und V2 Belgiens. — Im V1a des Frankenwaldes.

Glomospira jactata CONIL & LYS 1964

Taf. 1 Fig. 18—19

- * 1964 *Glomospira jactata* CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 62, Taf. 8 Fig. 124—125.

Material: Einige gut erhaltene Exemplare aus dem Kohlenkalk nordwestlich Trogenau (V1a). — Ein Exemplar aus dem alten Kalkbruch am Hirschrangen (V2a).

Beschreibung: Bei *Glomospira jactata* wechselt die röhrenförmige zweite Kammer nach jeder Windung die Windungsrichtung. Der Winkel zwischen den einzelnen Windungen nimmt dabei von den Anfangs- zu den End-Windungen hin ab und ist zuletzt nur noch sehr klein. Dadurch erscheint das Gehäuse seitlich abgeflacht. Insgesamt zählt man 6—7 Windungen, deren Durchmesser langsam zunimmt. Bei der letzten Windung beträgt dieser 46—50 μ . Die Gehäusewand ist 10—11 μ dick und fein- bis mittelkörnig. Die Länge des Gehäuses beträgt 410—420 μ , die Breite 170—220 μ . Das Oszillieren der Windungen ist bei vorliegenden Exemplaren deutlich regelmäßiger als beim belgischen Material der Art. Dadurch läßt sich auch ihre geringere Breite erklären.

Verbreitung: Im V1 und V2 Belgiens. — Im V1a und V2a des Frankenwaldes.

Glomospira ovalis ovalis MALAKHOVA 1956

Taf. 1 Fig. 20—21

- * 1956 *Glomospira ovalis* MALAKHOVA, Ural: 90, Taf. 2 Fig. 18—19.
- 1964 *Glomospira ovalis* var. *ovalis*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 62—63, Taf. 8 Fig. 126—128.

Material: Mehrere Exemplare aus dem Kohlenkalk nordwestlich Trogenau (V1a).

Beschreibung: Die inneren Windungen der röhrenförmigen zweiten Kammer bilden durch eine gleichbleibend starke Schwankung der Aufrollungs-Achse einen Knäuel. Bei den letzten 2—3 Windungen weicht die Aufrollungs-Achse nur noch in einer Richtung ab und der Achsenwinkel bleibt geringer als vorher. Dadurch wird eine ovale Form des Gehäuses erreicht. Dessen Länge beträgt etwa 330—340 μ und dessen Breite 180—220 μ . Der Durchmesser der einzelnen Windungen nimmt dabei stark zu. Die letzte Windung ist 48—53 μ breit. Die Wanddicke der letzten Windung ist verhältnismäßig dünn, man mißt 9—11 μ . Die Wand selbst ist fein- bis mittelkörnig und erscheint im Schliff dunkel.

Vergleich: Die vorliegenden Exemplare sind sehr gut mit dem russischen Typus-Material vergleichbar. — Die von CONIL & LYS beschriebenen belgischen Exemplare scheinen jedoch ein etwas kleineres Gehäuse zu besitzen.

Verbreitung: Im höchsten Tournai und untersten Visé des Ural (UdSSR). — Im V1b, V2a und V3a Belgiens. — Im V1a des Frankenwaldes.

Brunsia MIKHAILOV 1939

Typus-Art: *Brunsia pulchra* MIKHAILOV 1939.

Brunsia pulchra MIKHAILOV 1939

Taf. 1 Fig. 22—26

- * 1939 *Brunsia pulchra* MIKHAILOV, On characteristics: 64, Fig. 1—7.
- 1955 *Glomospirella pseudopulchra* LIPINA, Wolga-Ural: 31—32, Taf. 2 Fig. 25, 31.
- 1956 *Glomospira irregularis* MALAKHOVA, Ural: 93, Taf. 2 Fig. 3—5, 10.
- 1962 *Brunsia pulchra*. — BOGUŠ & JUFEREV, Foraminiferen und Stratigraphie: 106, Taf. 2 Fig. 10.
- 1964 *Glomospirella pseudopulchra*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 65, Taf. 8 Fig. 137—144.

Material: Jeweils mehrere Exemplare aus den Kohlenkalken nordwestlich Trogenau und ostnordöstlich Schloßgattendorf (V1a). — Weiterhin jeweils einige wenige Exemplare aus der Kohlenkalk-Bank südwestlich der Bischofsmühle (V1a), aus dem V1 ?a- und V1b-Anteil des Kohlenkalkes von Poppengrün, aus den Kohlenkalken vom Tännichsbachtal (höheres V1b oder V2a) und nordöstlich Marlesreuth (V1b oder V2a) sowie aus den kalkigen Lagen in der Dachschiefer-Grube Lothar Heil und im Schmiedsgrund?-Konglomerat des Steinbruches südwestlich Hertwegsgrün (beide V2b oder V3a).

Sonstiges Material: Insgesamt 2 Exemplare aus Probe Tg3a₁ (= V1a) des Kohlenkalkes nordwestlich Trogenau (= Taf. 1 Fig. 27) und aus Probe Os3b1 (= Tn3c) des Kohlenkalkes östlich Osseck am Wald (= Taf. 1 Fig. 28) stehen der Art sehr nahe und können als *Brunsia* cf. *pulchra* bezeichnet werden.

Beschreibung: Die im Querschnitt stetig zunehmende röhrenförmige Kammer ist anfangs knäuelförmig gewunden und bildet zunächst einen ballförmigen Initialteil. Danach geht die Aufrollung zunehmend zur Planspirale über. Der Gesamtdurchmesser des Initialteils ist deutlich größer als die Breite jeder nachfolgenden Windung und wölbt sich dadurch seitlich über diese heraus. Der Initialteil besteht aus 3—6 Windungen und ebenso viele Windungen zählt man danach. Die Anzahl aller Windungen schwankt zwischen 7 und 10. Der große Durchmesser des Gehäuses beträgt 280—660 μ , der kleine bzw. die Breite liegt bei 120—190 μ . Die Höhe der letzten Windung beträgt 45—66 μ . Die Wand ist fein- bis mittelkörnig, erscheint dunkel und hat in der letzten Windung eine Dicke von 10—14 μ .

Verbreitung: Im höchsten Tournai und im Visé der UdSSR. — Im gesamten Visé Belgiens. — Im Unter-, Mittel- und tiefen Ober-Visé des Frankenwaldes.

Brunsia spirillinoides (GROZDILOVA & GLEBOVSKAIA 1948)

Taf. 2 Fig. 29—32

- * 1948 *Glomospira spirillinoides* GROZDILOVA & GLEBOVSKAIA, Material *Glomospira*: 147, Taf. 1 Fig. 2—4.
- 1956 *Glomospira spirillinoides*. — MALAKHOVA, Ural: 94, Taf. 2 Fig. 21.
- 1964 *Glomospirella spirillinoides* var. *spirillinoides*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 65—66, Taf. 8 Fig. 145—149.

Material: Ein einzelnes Exemplar aus dem Kohlenkalk östlich Osseck am Wald (tiefes Tn3c). — Jeweils mehrere Exemplare aus dem Kohlenkalk nordwestlich Trogenau (V1a), aus Proben 9—11 (V1b oder V2a) des Kohlenkalkes nordnordwestlich der Klötzlamühle sowie aus dem höchsten Teil des Kohlenkalkes südwestlich Regnitzlosau (V2a). — Weiterhin jeweils einige wenige Exemplare aus Probe P22 (V2a) des Kohlenkalkes von Poppengrün, aus Probe E10 (V1b) des Kohlenkalkes vom Eisenbachtal sowie aus den Kohlenkalken des Hirschrangens (V2a) und der Weidstauden-Mühle (höheres V1b oder V2a).

Beschreibung: Bei *Brunsia spirillinoides* zeigt die röhrenförmige zweite Kammer zunächst eine nicht allzu unregelmäßige knäuelige Aufrollung, mit der sie einen ballförmigen Initialteil bildet. Die nachfolgenden Windungen sind planspiral. Die Zunahme des Röhren-Querschnittes erfolgt sehr regelmäßig, die Zunahme der Breite dabei etwas schneller als die der Höhe. Dadurch zeigt das Gehäuse im Axialschnitt eine leicht bikonkave Form. Der Initialteil, der im Durchmesser 66—80 μ mißt, kann dabei im Nabel ganz leicht nach außen ragen. Die Gehäusewand erscheint im Schliff feinkristallin und dunkel. Ihre Dicke schwankt zwischen 7 und 12 μ . Die Breite des Gehäuses beträgt 100—120 μ , der größte Durchmesser liegt zwischen 350 und 420 μ .

Vergleich: *Brunsia spirillinoides* unterscheidet sich von *B. pulchra* sehr deutlich

durch ihren schmäleren und bikonkav begrenzten Axialschnitt sowie durch ihren erheblich kleineren Initialteil. Die Exemplare aus dem Frankenwald stimmen sehr gut mit den aus Belgien und der UdSSR beschriebenen überein.

Verbreitung: Im höchsten Tournai und untersten Visé der UdSSR. — Im gesamten Visé Belgiens. — Im Frankenwald vom tiefen Tn3c bis ins V2a.

***Brunsia? valida* (CONIL & LYS 1964)**

Taf. 2 Fig. 33

- * 1964 *Glomospirella* (?) *valida* CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 66, Taf. 8 Fig. 151—152.

Material: Einige wenige Exemplare aus dem Kohlenkalk nordwestlich Trogenau (V1a).

Bemerkung: Die hierher gestellten Exemplare zeichnen sich durch eine geringe Anzahl (3—4) sowie durch eine außergewöhnliche Dicke ihrer Umgänge aus und stimmen damit sehr gut mit dem von CONIL & LYS beschriebenen Typus-Material überein. Allerdings zeigen sie keine lokale Agglutination. Sie besitzen eine mittelkörnige, dunkel erscheinende Wand.

Verbreitung: Im tieferen Visé (V1a—V2a) Belgiens. — Im V1a des Frankenwaldes.

Superfamilie **Lituolacea** DE BLAINVILLE 1825

Familie **Reophacidae** CUSHMAN 1927

***Darjella* MALAKHOVA 1963**

Typus-Art: *Darjella monilis* MALAKHOVA 1963.

***Darjella monilis* MALAKHOVA 1963**

Taf. 2 Fig. 36—38

- * 1963 *Darjella monilis* MALAKHOVA, Foraminiferes from Ural: 110—112, Taf. 1 Fig. a—g.
1968 *Darjella monilis*. — CONIL & LYS, Utilisation stratigraphique: 501, Taf. 2 Fig. 22.

Material: Einige sehr gut erhaltene Exemplare aus den Kohlenkalken nordwestlich Trogenau und ostnordöstlich Schloßgattendorf (jeweils V1a). Weiterhin einige Exemplare aus der Kohlenkalk-Bank südwestlich der Bischofsmühle sowie aus den Kohlenkalk-Lesesteinen etwa 300 m südwestlich Mittelberg (ebenfalls jeweils V1a).

Beschreibung: Einige der vorliegenden Exemplare sind größer als die von MALAKHOVA und die von CONIL & LYS beschriebenen. Sie sind 3200—4150 μ lang und haben 3—5, nach dem Perlschnur-Typus angeordnete Kammern. Der Durchmesser der fast kugeligen Anfangskammer beträgt 250—540 μ , die Breite der letzten Kammer hingegen etwa 1020—1080 μ . Die Mündung ist nur bei einem Exemplar meßbar und hat hier einen Durchmesser von 350 μ . Die Gehäusewand ist feinkörnig, dunkel und 85—125 μ dick. Sie ist deutlich agglutiniert.

Verbreitung: Im untersten Visé der UdSSR. — Im V1a Belgiens. — Im V1a des Frankenwaldes.

Unterordnung **Fusulinina** WEDEKIND 1937
 Superfamilie **Parathuramminacea** BYKOVA 1955
 Familie **Parathuramminidae** BYKOVA 1955

Eotuberitina M. MAKLAY 1958

Typus-Art: *Tuberitina maljavkini* REITLINGER 1950 = *Eotuberitina reitlingeræ* M. MAKLAY 1958.

Eotuberitina reitlingeræ M. MAKLAY 1958

Taf. 1 Fig. 1—3

- 1950 *Tuberitina maljavkini* REITLINGER, Foraminifera of middle Carboniferous: 88, Taf. 19 Fig. 2.
 e. p. 1956 *Tuberitina maljavkini*. — MALAKHOVA, Ural: 87, Taf. 1 Fig. 1—2 (non fig. 3).
 * 1958 *Eotuberitina reitlingeræ* M. MAKLAY, Neue Familie von Foraminifera-Tuberitiniidae.
 1964 *Eotuberitina reitlingeræ*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 34, Taf. 4 Fig. 27—32.

Material: Jeweils wenige Exemplare aus der Polygenen Kalkbrekzie nordnordöstlich der Überkehr (Tn3c oder V1a), aus der Kohlenkalk-Bank südwestlich der Bischofsmühle (V1a) und aus den Kohlenkalk-Lesesteinen etwa 300 m südwestlich Mittelberg (V1a). — Weiterhin zahlreiche Exemplare aus dem Kohlenkalk nordwestlich Trogenau (V1a), ostnordöstlich Schloßgattendorf (V1a) sowie vom Tännichsbachtal (höheres V1b oder V2a).

Beschreibung: Die annähernd halbkugelförmige Schale besitzt einen abgeflachten bis konkaven Basalteil, der meistens seitlich nach unten gezogen ist. Die Schale ist einlagig, etwa 8—12 µ dick, dunkel und besteht aus mikrokristallinem Kalzit. Die Größe des Gehäuses schwankt zwischen 100 und 200 µ.

Vergleich: Kolonien bildende Exemplare, wie sie aus der UdSSR und aus Belgien bekannt sind, wurden im Frankenwald nicht gefunden. Die vorliegenden Exemplare stimmen in Gehäusegröße und Schalendicke gut mit den belgischen Formen überein, deren Schale etwas dicker ist als die der von MALAKHOVA (1956) angegebenen Formen.

Verbreitung: Im Visé und Namur der UdSSR. — Im Dinant (bes. Visé) Belgiens. — Im Ober-Tournai? und Visé des Frankenwaldes.

Pachysphaera CONIL & LYS 1964

Typus-Art: *Pachysphaera dervillei* CONIL & LYS 1964.

Pachysphaera dervillei CONIL & LYS 1964

Taf. 1 Fig. 4—6

- * 1964 *Pachysphaera dervillei* CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 43, Taf. 6 Fig. 59—64.

Material: Jeweils ein Exemplar aus der Polygenen Kalkbrekzie nordnordöstlich der Überkehr (Tn3c oder V1a) sowie aus den kalkigen Zwischenlagen im Liegenden des Poppengrüner Konglomerates vom Bahneinschnitt Bärenhäuser, etwa

550 m nordöstlich Poppengrün (Tn3c). — Mehrere Exemplare aus dem heute verfüllten Kohlenkalkbruch westlich der Weidstauden-Mühle und aus dem Kohlenkalk vom Tännichsbachtal (jeweils höheres V1b oder V2a).

Beschreibung: Kugelförmiges Gehäuse mit dicker Schale aus mikrokristallinem Kalzit, der im Schliff dunkel erscheint. Innere Schalenteile können dabei feiner kristallin erscheinen als äußere Schalenteile. Die von CONIL & LYS (1964) beschriebenen Radial-Kanäle sind nur sehr schwer zu erkennen. Die Dicke der Schale beträgt etwa 20—40 μ . Die Gesamtbreite des Gehäuses liegt zwischen 120 und 210 μ .

Verbreitung: Im Tn3c und im Visé Belgiens. — Im Frankenwald im Tn3c selten, im V1b oder V2a zahlreich.

Radiosphaera REITLINGER 1957

Typus-Art: *Radiosphaera basilica* REITLINGER 1957.

Radiosphaera ponderosa REITLINGER 1960

Taf. 1 Fig. 7—8

- * 1960 *Radiosphaera ponderosa* REITLINGER, Ozersko-Khovansky Schichten: 147, Taf. 1 Fig. 9—12.
1964 *Radiosphaera ponderosa*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 46, Taf. 6 Fig. 74—75.

Material: Jeweils mehrere Exemplare aus den Kohlenkalk-Vorkommen nordwestlich Trogenau (V1a) und ostnordöstlich Schloßgattendorf (V1a) sowie aus den Kohlenkalk-Lesesteinen etwa 300 m südwestlich Mittelberg (V1a). — Weiterhin einige wenige Exemplare aus dem Kohlenkalk westlich der Weidstauden-Mühle (höheres V1b oder V2a).

Beschreibung: Das kugelige Gehäuse zeichnet sich durch eine außergewöhnlich dicke, zweilagige Schale aus. Deren innere Lage besteht aus feinkörnigem Kalzit und erscheint dunkel. Diese wird von einer dicken, sich strahlenförmig nach außen verbreiternden, glasig durchscheinenden hyalinen Lage umgeben. Deren Dicke kann von Exemplar zu Exemplar beträchtlich schwanken. Die äußere Grenze der hyalinen Lage erscheint unregelmäßig und zackenförmig. Der Gesamtdurchmesser des Gehäuses liegt zwischen 180 und 300 μ . Ohne Berücksichtigung der äußeren Lage beträgt der Durchmesser jedoch nur 100—130 μ .

Verbreitung: Im oberen Famenne und unteren Tournai der UdSSR. — Im V1 und V2a Belgiens. — Im V1 und ?V2a des Frankenwaldes.

Familie *Moravamminidae* POKORNÝ 1951 Unterfamilie *Earlandiinae* CUMMINGS 1955

Earlandia PLUMMER 1930

Typus-Art: *Earlandia perparva* PLUMMER 1930.

Earlandia minima (BIRINA 1948)

Taf. 1 Fig. 9

- * 1948 *Hyperammina minima* BIRINA, Neue Arten: 155—159, Taf. 2 Fig. 7—8.
1964 *Earlandia minima*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 54, Taf. 7 Fig. 100—101.

Material: Jeweils ein Exemplar aus der Kohlenkalk-Bank südwestlich der Bischofsmühle (V1a) sowie aus dem Kohlenkalk am N-Hang des Fischerberges (Tn3c oder V1a).

Beschreibung: Das kugelige Prolokulum hat einen Durchmesser von 50—55 μ . Die nicht gegliederte, röhrenförmige zweite Kammer ist mit der Länge von nur 350—375 μ für die Gattung *Earlandia* extrem klein. Sie setzt sich vom Prolokulum deutlich ab, hat an der engsten Stelle einen Durchmesser von 32—34 μ und im Bereich der Mündung einen Durchmesser von 35—38 μ . Die Breitenzunahme der Kammer ist also sehr gering. Die gesamte Länge des Gehäuses beträgt 400—430 μ . Die Wand ist 12—14 μ dick, feinkörnig und erscheint im Schliff dunkel.

Verbreitung: Im oberen Famenne und im oberen Tournai der UdSSR. — Im V1 und V2a Belgiens. — Im ?Tn3c und im V1a des Frankenwaldes.

Superfamilie **Endothyracea** BRADY 1884
Familie **Tournayellidae** DAIN 1953

Lituotubella RAUSER-ČERNOUSOVA 1948

Typus-Art: *Lituotubella glomospiroides* RAUSER-ČERNOUSOVA 1948.

Lituotubella glomospiroides scalaeformis CONIL & LYS 1964

Taf. 2 Fig. 34—35

* 1964 *Lituotubella glomospiroides scalaeformis* CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 73, Taf. 9 Fig. 174—175.

Material: Mehrere Exemplare aus den Proben E16 und E17 (= V2a) des Kohlenkalkes vom Eisenbachtal.

Beschreibung: Der unregelmäßig eingerollte Gehäuse-Teil besteht aus 2½—3 Windungen. In diesen schalten sich anfangs Pseudosepten ein, die in den letzten 1—1½ Windungen in echte Septen übergehen. Die letzte Windung wird dabei in 6—7 Kammern unterteilt. Der folgende entrollte Teil enthält 5—7 Kammern. Am Ende des entrollten Teils ist das Wachstum der Septen so stark, daß sich ihre gegenüberliegenden Enden berühren können. Das gesamte Gehäuse wird 1250—1750 μ lang. Der größte Durchmesser des eingerollten Teils beträgt 550—850 μ und ist damit größer als die größte Breite des entrollten Teils, die nur 200—300 μ beträgt. Die Wand ist etwa 50—70 μ dick, fein- bis mittelkörnig und erscheint dunkel.

Vergleich: *Lituotubella glomospiroides scalaeformis* unterscheidet sich von *Lituotubella glomospiroides magna* RAUS.-ČERN. durch stärker entwickelte Septen und durch einen kleineren eingerollten, aber größeren entrollten Teil. Die Frankenwälder Exemplare von *L. glomospiroides scalaeformis* sind allerdings etwas kürzer und damit im entrollten Teil relativ breiter als die des belgischen Typus-Materials und liegen damit deutlich außerhalb der von CONIL & LYS angegebenen Variationsbreite. Die Art der anfänglichen Einrollung, die Entwicklung der Septen und die Anzahl der Kämmerchen sind jedoch gleich, so daß an der Zugehörigkeit trotzdem kein Zweifel besteht.

Verbreitung: Im V1 und V2a Belgiens. — Im V2a des Frankenwaldes.

Tournayella DAIN 1953

Typus-Art: *Tournayella discoidea* DAIN 1953.

Tournayella gigantea minoris LIPINA 1955

Taf. 2 Fig. 39—41, Taf. 3 Fig. 42—43.

- * 1955 *Tournayella gigantea* var. *minoris* LIPINA, Wolga-Ural: 35—36, Taf. 3 Fig. 5—6.
- 1964 *Tournayella gigantea* var. *minoris*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 79, Taf. 10 Fig. 200—202.
- 1965 *Tournayella* (*Tournayella*)? *gigantea* var. *minoris*. — LIPINA, Tournayellidae: 30—31, Taf. 3 Fig. 1—5, Taf. 4 Fig. 1.

Material: Mehrere gut erhaltene Exemplare aus dem Kohlenkalk nordwestlich Trogenau (V1a). — Weiterhin einige wenige Exemplare aus Probe P2 (= V1b) des Kohlenkalkes von Poppengrün.

Beschreibung: Die röhrenförmige zweite Kammer des Gehäuses ist in 4—5 Windungen spiralig aufgerollt. Im Verlaufe der Aufrollung kann jedoch die planspirale Ebene etwas verlassen werden. Die Zunahme des Windungsquerschnittes erfolgt sehr schnell und regelmäßig, und zwar bis zu einer Höhe von 146—166 μ in der letzten Windung. Das spiralige Gehäuse wird durch gerade eben angedeutete Einziehungen der Gehäusewand (Pseudosepten) in relativ lange Pseudokammern gegliedert, deren Anzahl in der letzten Windung 7—9 beträgt. Der Gesamtdurchmesser des Gehäuses beträgt 830—1050 μ , die Breite 290—320 μ . Die Wand ist grobkörnig, deutlich agglutiniert und in der letzten Windung 26—33 μ dick.

Vergleich: *Tournayella gigantea minoris* wird der *T. discoidea* forma *maxima* LIPINA sehr ähnlich, unterscheidet sich aber von dieser durch ihre größere Anzahl von Windungen und Pseudokammern sowie durch ihren größeren Gehäuse-Durchmesser. Von *Tournayella molleri* MALAKHOVA unterscheidet sie sich vor allem durch ihre einlagige Gehäusewand. Die untersuchten Exemplare aus dem Frankenwald zeigen im letzten Umgang eine etwas größere Windungshöhe als die von CONIL & LYS beschriebenen belgischen Formen. Gegenüber den von LIPINA beschriebenen Exemplaren weichen sie durch eine etwas geringere Breite und durch eine etwas dünnere Gehäusewand geringfügig ab.

Verbreitung: Im Tournai der UdSSR. — Im V1 Belgiens und des Frankenwaldes.

Tournayellina LIPINA 1955

Typus-Art: *Tournayellina vulgaris* LIPINA 1955.

Tournayellina beata (MALAKHOVA 1956)

Taf. 3 Fig. 44

- * 1956 *Endothyra* (?) *beata* MALAKHOVA, Ural: 109, Taf. 9 Fig. 10—12.
- 1965 *Tournayellina* (*Tournayellina*) *beata*. — LIPINA, Tournayellidae: 78—79, Taf. 17 Fig. 21—23, Taf. 18 Fig. 1—8.

Material: Einige wenige Exemplare aus dem Kohlenkalk östlich Osseck am Wald (tieferes Tn3c).

Beschreibung: Das etwas subglobulare Gehäuse besteht aus etwa $1\frac{1}{2}$ Windungen mit $3\frac{1}{2}$ Pseudokammern in der letzten Windung. Die Pseudokammern wölben sich dabei deutlich nach außen, und zwar anfangs stärker als gegen Ende der Windungen. In der letzten Windung nimmt auch das Volumen der Pseudokammern außerordentlich stark zu. Ebenso sind hier die Pseudosepten deutlich verdickt. Der Gesamtdurchmesser des Gehäuses liegt zwischen $380-400\ \mu$. Die Gehäusewand ist relativ dick ($18-22\ \mu$), feinkörnig und schwach agglutiniert.

Vergleich: *Tournayellina beata* unterscheidet sich von *T. vulgaris* LIPINA 1955 durch ihr deutlich größeres Gehäuse, ihre geringfügig dickere Gehäusewand sowie durch ihre etwas stärker vorspringenden Pseudosepten. Sie zeigt weiterhin große Ähnlichkeit mit *T. septata* LIPINA 1965 und unterscheidet sich von dieser durch ihre deutlich dickere Gehäusewand. Die aus dem Frankenwald vorliegenden Exemplare von *T. beata* sind etwas größer als die des von MALAKHOVA beschriebenen Typus-Materials, stimmen aber sonst vollkommen mit diesem überein.

Verbreitung: Im hohen Tournai der UdSSR. — Im tieferen Tn3c des Frankenwaldes.

Chernyshinella LIPINA 1955

Typus-Art: *Endothyra glomiformis* LIPINA 1948.

Chernyshinella glomiformis („forma typica“) LIPINA 1955

Taf. 9 Fig. 125

- * 1955 *Chernyshinella glomiformis* forma *typica* LIPINA, Wolga-Ural: 48, Taf. 5 Fig. 4—7.
- 1964 *Chernyshinella glomiformis* forma *typica*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 147, Taf. 21 Fig. 417—423.

Material: Mehrere Exemplare aus dem Kohlenkalk östlich Osseck am Wald (tieferes Tn3c).

Beschreibung: Die „forma typica“ von *Ch. glomiformis* zeichnet sich durch ein relativ großes Gehäuse mit einem Durchmesser von $350-400\ \mu$, $2-2\frac{1}{2}$ Windungen und $3-4$ Kammern in der letzten Windung aus. Die Kammern sind groß und geräumig und kräftig konvex nach außen gewölbt. Dabei liegt das Maximum der Krümmung am Ende der Kammern, so daß die Septen annähernd senkrecht auf dem vorhergehenden Umgang stehen. Die Suturen sind gut erkennbar. Die Windungen nehmen in der Wachstumsrichtung sehr schnell an Höhe zu. Die Gehäusewand ist relativ dick, in der letzten Kammer zwischen 20 und $25\ \mu$, feinkörnig und erscheint dunkel.

Vergleich: Die „forma typica“ von *Chernyshinella glomiformis* unterscheidet sich von der „forma minima“ durch ihr größeres Gehäuse, ihre dickere Gehäusewand sowie durch ihre höhere Anzahl von Kammern.

Verbreitung: Im hohen Tournai der UdSSR. — Im Tn1a—Tn2b Belgiens. — Im tieferen Tn3c des Frankenwaldes.

Chernyshinella glomiformis („forma minima“) LIPINA 1955

Taf. 9 Fig. 126—127

- * 1955 *Chernyshinella glomiformis* forma *minima* LIPINA, Wolga-Ural: 49, Taf. 5 Fig. 9.
- 1964 *Chernyshinella glomiformis* forma *minima*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 146, 147, Taf. 21 Fig. 415—416.
- 1965 *Chernyshinella* (*Chernyshinella*) *glomiformis* forma *minima*. — LIPINA, Tournayellidae: 85, Taf. 18 Fig. 26—29.

Material: Einige wenige Exemplare aus dem Kohlenkalk östlich Osseck am Wald (tieferes Tn3c).

Beschreibung: Das sehr klein ausgebildete Gehäuse dieser Form besteht aus $1\frac{1}{2}$ Windungen, die sehr stark gegeneinander verdreht sind. In der letzten Windung nimmt das Volumen der Kammern außergewöhnlich stark zu. Man zählt hier $2\frac{1}{2}$ —3 tropfenförmige Kammern. Deren Septen sind kurz und relativ dick. Die äußerst kleine Anfangskammer ist nur schwer erkennbar. Der Gesamtdurchmesser des Gehäuses beträgt etwa 200—210 μ . Die Wand ist feinkörnig und relativ dick. Man mißt in der letzten Kammer 10—20 μ .

Vergleich: Die „forma *minima*“ der *Chernyshinella glomiformis* unterscheidet sich von der „forma *typica*“ durch ihr kleineres Gehäuse und durch ihre geringere Anzahl von Kammern.

Verbreitung: Im Tournai des E-Teils der Russischen Tafel und des südlichen Ural. — Im Tn2b Belgiens. — Im tieferen Tn3c des Frankenwaldes.

Mstinia MIKHAILOV 1939

Typus-Art: *Mstinia bulloides* MIKHAILOV 1939.

Mstinia sp. 2 sensu CONIL & LYS 1968

Taf. 9 Fig. 124

1968 *Mstinia* sp. 2 CONIL & LYS, Utilisation stratigraphique: 505, Taf. 5 Fig. 64—65.

Material: Einige wenige Exemplare aus dem obersten Teil des Kohlenkalkes südwestlich Regnitzlosau (V2a).

Sonstiges Material: *Mstinia* sp. = Taf. 9 Fig. 123, BGL 7652; ein sehr großes Exemplar aus dem oben erwähnten Kohlenkalk-Vorkommen.

Beschreibung: Das Gehäuse von *Mstinia* sp. 2 zeigt etwa $3-3\frac{1}{2}$ Windungen, die zunächst einen ballförmigen Initialteil bilden, in den letzten 1—2 Umgängen jedoch zur planspiralen Aufrollung übergehen. Die letzte Windung nimmt dabei an Höhe stark zu. Man zählt in ihr 8 Kammern von unterschiedlicher Größe, deren kurze Septen etwa senkrecht auf die vorhergehende Windung zulaufen, diese aber nicht erreichen. Der Gesamtdurchmesser des Gehäuses beträgt etwa 760 μ . Die Wand ist dick, grobkörnig und agglutiniert. Ihre Dicke erreicht etwa 53 μ .

Vergleich: *Mstinia* sp. 2 unterscheidet sich von *Mstinia* sp. 1 und *Mstinia* sp. 3 sensu CONIL & LYS 1968 durch ein kleineres Gehäuse und eine größere Anzahl von Kammern.

Verbreitung: Im V1a Belgiens. — Im V2a des Frankenwaldes.

Palaeospiroplectammina LIPINA 1965

Typus-Art: *Spiroplectammina tchernyshinensis* LIPINA 1948.

Palaeospiroplectammina diversa (N. TCHERNYSHEVA 1948)

Taf. 3 Fig. 45—48

* 1948 *Palaeotextularia diversa* N. TCHERNYSHEVA, Einige Foraminiferen-Arten: 248, Taf. 18 Fig. 7—8.

1956 *Palaeotextularia diversa*. — MALAKHOVA, Ural: 120, Taf. 15 Fig. 1—4, 9.

1965 *Palaeospiroplectammina diversa*. — LIPINA, Tournayellidae: 94—95, Taf. 22 Fig. 12—16, Taf. 23 Fig. 1—8.

Material: Jeweils einige wenige Exemplare aus den unreinen Kohlenkalk-Lagen im Bahneinschnitt Bärenhäuser, etwa 550 m nordöstlich Poppengrün (Tn3c), aus den Kohlenkalk-Geröllen (hohes Tn3c oder V1a) im Konglomerat des Bahneinschnittes Poppengrün sowie aus den Kohlenkalken am N-Hang des Fischerberges und am S-Hang des Schindelbachtals (jeweils hohes Tn3c oder V1a). — Weiterhin ein Exemplar aus den kalkigen Linsen im Popp'schen Steinbruch des Zeyergrundes (gesamter Bereich Tn3c—V2a möglich).

Beschreibung: Das Gehäuse der vorliegenden Exemplare von *Palaeospiroplectammina diversa* ist 350—850 μ breit und 500—900 μ lang und zeigt ein progressives Wachstum. Der Apikalwinkel liegt zwischen 52° und 72°. Das eingerollte Anfangsstadium ist sehr klein entwickelt und häufig nicht zu beobachten. Der anschließende Biserialeil enthält 5—7 Kammern mit halbkugelförmiger Gestalt. Ihre Septen sind ab und zu an der Spitze verdickt und leicht nach innen gebogen. Die Gehäusewand ist dick, grobkörnig kalzitisch und grob agglutiniert. Ihre Dicke beträgt in der letzten Kammer etwa 53—80 μ .

Bemerkung: Im Bahneinschnitt Poppengrün (Kohlenkalk-Geröll BGL 7868) wurde weiterhin ein besonders kleines Exemplar von *Palaeospiroplectammina diversa* gefunden (= Taf. 3 Fig. 48), das folgende Maße zeigt: Länge: 310 μ ; Breite: 220 μ ; Apikalwinkel: 72°; Kammeranzahl im Biserialeil: 6; Dicke der Wand in der letzten Kammer: 30 μ .

Verbreitung: Charakteristisch für den Grenzbereich Tournai/Visé in der UdSSR. — In Belgien vom höheren Tn3c bis V2a. — Im Frankenwald sicher im Tn3c, sehr fraglich im Bereich V1a—V2a.

Palaeospiroplectammina mellina (MALAKHOVA 1956)

Taf. 3 Fig. 49—52

* 1956 *Palaeotextularia mellina* MALAKHOVA, Ural: 121, Taf. 15 Fig. 6.

1965 *Palaeospiroplectammina mellina*. — LIPINA, Tournayellidae: 95—96, Taf. 24 Fig. 7—17.

Material: Jeweils mehrere Exemplare aus den Kohlenkalken nordwestlich Trogenau, ostnordöstlich Schloßgattendorf sowie etwa 550 m und 300 m südwestlich Mittelberg (jeweils V1a). — Weiterhin jeweils einige wenige Exemplare aus der Kohlenkalk-Bank südwestlich der Bischofsmühle (V1a) sowie aus dem V1b-Anteil des Kohlenkalkes nordnordwestlich der Klötzlamühle.

Beschreibung: Das Gehäuse der vorliegenden Exemplare von *Palaeospiroplectammina mellina* verbreitert sich bis zur zweiten Kammer des Biserialeil-Teils sehr rasch, danach jedoch nur noch sehr geringfügig oder überhaupt nicht mehr. Insgesamt wird die Form dadurch subzylindrisch. Der Apikalwinkel liegt bei 17°—24°. Der eingerollte Teil ist sehr klein. In etwa 1—1½ Windungen enthält er 2—3 Pseudokammern. Der Biserialeil besitzt etwa 9—11 annähernd halbkugelige Kammern. Deren Septen sind entweder sehr schwach nach innen gebogen oder gerade. Sie reichen bis zur Mitte des Gehäuses. Die Länge des Gehäuses beträgt etwa 350—410 μ , die Breite 160—220 μ . Die Gehäusewand ist dick (in der letzten Kammer 13—18 μ), fein- bis grobkörnig und deutlich agglutiniert.

Vergleich: *Palaeospiroplectammina mellina* unterscheidet sich von der nahe verwandten *Pal. guttula* (MALAKHOVA 1954) durch ihr größeres Gehäuse und eine größere Kammer-Zahl. Die vorliegenden Exemplare von *Palaeospiroplectammina mellina* stimmen sehr gut mit den aus der UdSSR beschriebenen überein. Das von CONIL & LEES 1974 in Taf. 3 Fig. 26 abgebildete Exemplar scheint jedoch größer zu sein.

Verbreitung: Im Grenzbereich Tournai/Visé und hier hauptsächlich im unteren Teil des Luniev-Horizonts der UdSSR. — Im V1a Belgiens. — Im V1a und V1b des Frankenwaldes.

Endospiroplectamina LIPINA 1970

Typus-Art: *Spiroplectamina venusta* VDOVENKO 1954.

Endospiroplectamina venusta (VDOVENKO 1954)

Taf. 3 Fig. 53—57

- * 1954 *Spiroplectamina venusta* VDOVENKO, Foraminiferen des Donetz-Beckens: 74, Taf. 3 Fig. 7.
- 1964 *Spiroplectamina tarda* CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 84, Taf. 11 Fig. 211—212.
- 1968 *Palaeospiroplectamina venusta*. — CONIL & LYS, Utilisation stratigraphique: 506, Taf. 3 Fig. 30.
- 1970 *Endospiroplectamina venusta*. — LIPINA, Evolution: 24—25, Taf. 1 Fig. 10—12.

Material: Mehrere gut erhaltene Exemplare aus dem Kohlenkalkbruch nordwestlich Torgenua (V1a) sowie jeweils einige wenige Exemplare aus der Kohlenkalk-Bank südwestlich der Bischofsmühle (V1a) und aus Lesesteinen des Kohlenkalkes etwa 500 m südwestlich Mittelberg (V1a).

Beschreibung: Die äußere Form des Gehäuses ist etwa subzylindrisch. Der eingerollte Teil wird dabei etwas breiter als der Biserialteil. Er besteht aus 2 Windungen, von denen die zweite 4—6 Kammern enthält. Die Kammern wölben sich stark nach außen, und ganz entsprechend sind auch die langen dünnen Septen nach vorne konvex. Der Durchmesser des eingerollten Teils beträgt 150—210 μ . Der Biserialteil erscheint anfangs leicht verengt. Danach bleibt seine Breite annähernd konstant. Sie liegt bei etwa 150—240 μ . Der Biserialteil enthält 8—9 geräumige Kammern mit kräftig gewölbten Wänden und langen nach vorne konvexen Septen, die bis über die Mitte der Quererstreckung des Gehäuses reichen. Die Gesamtlänge des Gehäuses liegt zwischen 370 und 570 μ . Die Gehäusewand ist sehr dünn und feinkörnig. Ihre Dicke beträgt 10—18 μ . Agglutination wird nicht beobachtet.

Vergleich: *Endospiroplectamina venusta* unterscheidet sich von *Endospiroplectamina conili conili* LIPINA 1970 durch ihren erheblich größeren eingerollten Teil, durch ihre geringere Länge und durch die geringere Anzahl von Kammern im Biserialteil. Außerdem verlaufen ihre Flanken nahezu parallel, wogegen sie bei *E. conili conili* deutlich divergieren. Vorliegende Exemplare von *E. venusta* stimmen sehr gut mit dem in Belgien gefundenen Material der Art überein. Die Verdickung der Septen, die für Exemplare aus E-Europa typisch ist (LIPINA 1970), läßt sich hier nicht beobachten. Durchsichtige Teile der Wand sind ebenfalls nicht vorhanden.

Verbreitung: Häufig im Grenzbereich Tournai/Visé in der UdSSR. — Im V1a—V2a Belgiens. — Im V1a des Frankenwaldes.

Endospiroplectamina conili conili LIPINA 1970

Taf. 4 Fig. 58—60

- 1964 *Spiroplectamina tchernyshinensis*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 84, Taf. 11 Fig. 213.

1968 *Palaeospiroplectammina* aff. *tchernyshinensis*. — CONIL & LYS, Utilisation stratigraphique: 506, Taf. 3 Fig. 34—35.

* 1970 *Endospiroplectammina conili conili* LIPINA, Evolution: 25—26, Taf. 1 Fig. 15—17.

Material: Mehrere gut erhaltene Exemplare aus dem Kohlenkalkbruch nordwestlich Trogenau (V1a). — Jeweils einige wenige Exemplare aus dem Kohlenkalk ostnordöstlich Schloßgattendorf (V1a), aus der Kohlenkalk-Bank südwestlich der Bischofsmühle (V1a) sowie aus Lesesteinen des Kohlenkalkes östlich Schwingen (V1).

Beschreibung: Das Gehäuse zeigt mit einer Gesamtlänge von 540—800 μ und einer maximalen Breite von 220—230 μ einen sehr langen Biseriateil. Dagegen ist der eingerollte Teil mit einem Durchmesser von 110—130 μ sehr klein. Die genaue Anzahl seiner Windungen ist nicht immer deutlich zu erkennen. Es wurden jedoch Exemplare mit 2 Windungen beobachtet, die in der zweiten Windung 4 stark gewölbte, fast kugelige Kammern besitzen. Der Biseriateil erscheint anfangs etwas verengt, verbreitert sich danach in Wachstumsrichtung aber deutlich. Er besitzt 10—16 annähernd halbkugelige Kammern, deren Größe gleichmäßig zunimmt. Die Septen sind lang, leicht nach innen gebogen und können sich gelegentlich verdicken. Die Gehäusewand ist dünn, sehr feinkörnig, gelegentlich leicht agglutiniert. Ihre Dicke beträgt etwa 10—13 μ .

Vergleich: *Endospiroplectammina conili conili* unterscheidet sich von *E. venusta* durch ihren erheblich kleineren eingerollten Teil und durch ihren längeren Biseriateil mit seiner größeren Anzahl von Kammern. Im Frankenwald wurden überwiegend Exemplare mit einer Gesamtlänge von etwa 600—700 μ gefunden. Solche mit einer Länge von 800 μ sind selten. Die Breite dieser Formen ist jedoch geringfügig größer als die des von LIPINA 1970 beschriebenen Typus-Materials.

Verbreitung: Im unteren Visé der UdSSR. — Im V1a und V1b Belgiens und des Frankenwaldes.

Familie Tetrataxidae GALLOWAY 1933

Tetrataxis EHRENBERG 1843

Typus-Art: *Tetrataxis conica* EHRENBERG 1843.

Tetrataxis eominima RAUSER-ČERNOUSSOVA 1948

Taf. 4 Fig. 61—63

* 1948 *Tetrataxis eominima* RAUSER-ČERNOUSSOVA, Zentral-Kasachstan: 12—13, Taf. 3 Fig. 10—11.

1956 *Tetrataxis eominima*. — MALAKHOVA, Ural: 119—120, Taf. 14 Fig. 13—14.

1956 *Tetrataxis eominima*. — MALAKHOVA, Süd-Ural: 45, Taf. 5 Fig. 6.

1962 *Tetrataxis eominima*. — BOGUŠ & JUFEREV, Foraminiferen und Stratigraphie: 192, Taf. 8 Fig. 5.

Material: Mehrere gut erhaltene Exemplare aus dem V1b-Bereich des Kohlenkalkes von Poppengrün, aus dem Bereich V1?a, V1b und V2a des Kohlenkalkes vom Eisenbachtal sowie aus dem V1b-Bereich des Kohlenkalkes nordnordwestlich der Klötzlamühle.

Beschreibung: Das Gehäuse der vorliegenden Exemplare ist stumpf konisch mit leicht konvexen Flanken. Den Apikalwinkel mißt man mit 85°—110°. Die Höhe des Gehäuses liegt zwischen 190 und 260 μ . Die Basisbreite beträgt etwa 280—420 μ . Das Verhältnis H/B (Höhe zu Breite) liegt zwischen 0,55 und

0,70. Das Gehäuse hat 4—5 Windungen, deren Höhe in Wachstumsrichtung deutlich zunimmt. Die Gehäusewand ist feinkörnig und dunkel. Ihre Dicke bleibt überall \pm konstant und beträgt 13—24 μ . Gelegentlich sind dünne fibröse Lagen zu erkennen.

Vergleich: *Tetrataxis eominima* unterscheidet sich von *T. aff. immatura* durch eine geringere Anzahl von Windungen, geradere Flanken und durch einen größeren Apikalwinkel.

Verbreitung: Vom höchsten Tournai bis zum Ober-Visé im Ural (UdSSR). — Im V1?a, V1b und V2a des Frankenwaldes.

Tetrataxis paraminima VISSARIONOVA 1948

Taf. 4 Fig. 67—69

- * 1948 *Tetrataxis paraminima* VISSARIONOVA, Einige Arten der Tetrataxinae: 192—193, Taf. 8 Fig. 5.
- 1962 *Tetrataxis paraminima*. — BOGUŠ & JUFEREV, Foraminiferen und Stratigraphie: 192—193, Taf. 8 Fig. 6.
- 1964 *Tetrataxis paraminima* var. *paraminima*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 93, Taf. 12 Fig. 239—243.
- 1965 *Tetrataxis paraminima*. — BOGUŠ, GERASIMOV & JUFEREV, Lena: 45, Taf. 2 Fig. 16.

Material: Jeweils mehrere Exemplare aus dem Kohlenkalk im Bach südwestlich des Bergleshofes (höheres V1b oder V2a), aus dem Kohlenkalk-Felsen ost-südöstlich der Ruine Nordeck (höheres V1b oder V2a), aus Probe E13 (V2a) des Kohlenkalkes vom Eisenbachtal, aus dem V1b—V2a Bereich des Kohlenkalkes von Poppengrün, aus dem Kohlenkalk südöstlich der Papiermühle (höheres V1b oder V2a) sowie aus dem Kohlenkalk vom Tännichsbachtal (höheres V1b oder V2a). Weiterhin jeweils einige wenige Exemplare aus den oberen Lagen des Kohlenkalkes südwestlich Regnitzlosau (V2a), aus dem Kohlenkalk im Rimlasbachtal (V2a) sowie aus den kalkigen Zwischenlagen in der Dachschiefergrube Lothar Heil und im alten Dachschieferbruch südwestlich des Dürrenwaiderhammer (jeweils V2b oder V3a).

Sonstiges Material: Zwei Exemplare (Taf. 6 Fig. 85—86) fallen deutlich aus der üblichen Größenverteilung von *Tetrataxis paraminima* heraus, stimmen aber sonst vollkommen mit dieser überein. Sie werden deshalb hier als *Tetr. cf. paraminima* bezeichnet. Es handelt sich um ein extrem großes Exemplar (BGL 7651, = Taf. 6 Fig. 85) aus den hohen Lagen des Kohlenkalkes von Regnitzlosau (V2a) sowie um ein extrem kleines Exemplar (Mh3b=, =Taf. 6 Fig. 86) aus der Kohlenkalk-Scholle im Steinbruch nordnordöstlich Mauthaus (V1b oder V2a). Zwei Exemplare einer weiteren sehr ähnlichen Art können als *Tetr. aff. paraminima* bezeichnet werden und stammen aus Probe E6 (V1b) und E12 (V2a) des Kohlenkalkes vom Eisenbachtal.

Beschreibung: Das Gehäuse ist konisch und zeigt gerade bis leicht konvexe Flanken. Den Apikalwinkel mißt man mit etwa 65°—80°. Die Höhe des Gehäuses liegt zwischen 400 und 650 μ , die Basisbreite zwischen 640 und 720 μ und das Verhältnis H/B zwischen 0,57 und 0,97. Man zählt 4—6 Windungen mit sehr weiten Umgängen. Die Suturen zeichnen sich nur sehr schwach ab. Die Gehäusewand ist mittelkörnig und zeigt insbesondere an der Basis der Kammern gut entwickelte fibröse Lagen. Die Gesamtdicke der Wand liegt zwischen 46 und 73 μ .

Vergleich: Die vorliegenden Exemplare aus dem Frankenwald sind häufig etwas größer als die aus der UdSSR beschriebenen Formen und zeigen auch etwas deutlicher ausgebildete fibröse Lagen. Besonders gute Übereinstimmung besteht zu den von CONIL & LYS 1964 aus dem V3a und V3by Belgiens beschriebenen Exemplaren.

Verbreitung: Im mittleren und oberen Visé der UdSSR. — Im V3a und V3by Belgiens. — Im V1b, V2a und V2b oder V3a des Frankenwaldes.

Tetrataxis pressula pressula MALAKHOVA 1956

Taf. 5 Fig. 72

- * 1956 *Tetrataxis pressulus* MALAKHOVA, Süd-Ural: 44, Taf. 5 Fig. 5.
cf. 1964 *Tetrataxis pressulus* var. *pressula*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 94, Taf. 12 Fig. 248—249.

Material: Je ein Exemplar aus den Kohlenkalk-Knollen der Unterkarbon-Transgression von Seubetenreuth sowie aus dem Kohlenkalk im Köstenwald südlich Schnappenhammer (jeweils höheres V1b oder V2a).

Beschreibung: Das Gehäuse der vorliegenden Exemplare ist außergewöhnlich stumpf konisch und zeigt gerade, annähernd symmetrische Flanken. Seine Höhe beträgt 500—530 μ und seine Basisbreite 1220—1240 μ . Das Verhältnis H/B ist 0,41—0,43. Den Apikalwinkel mißt man mit 112°—115°. Die sehr regelmäßigen 7 Windungen sind überwiegend breit und niedrig und stoßen in deutlichen Suturen aneinander. Die Gehäusewand ist feinkörnig und zeigt an der Basis der Kammern eine dünne fibröse Lage. Die Dicke der Wand beträgt 36 μ . Der Nabel ist außerordentlich breit und nur wenig tief.

Vergleich: Vorliegende Exemplare stimmen sehr gut mit dem von MALAKHOVA beschriebenen Holotypus überein. Dagegen unterscheiden sie sich von den von CONIL & LYS 1964 beschriebenen Exemplaren durch ihr flacheres und stärker symmetrisches Gehäuse sowie durch ihre schwächer ausgebildete fibröse Lage. Gegenüber den hier als *Tetr. cf. pressula* bezeichneten Formen unterscheiden sie sich durch ihr flacheres, mehr symmetrisches Gehäuse mit dem kleineren Verhältnis H/B und der höheren Windungszahl.

Verbreitung: Im untersten Namur der UdSSR. — Im V1b oder V2a des Frankenwaldes. — „cf.“ im gesamten Visé Belgiens.

Tetrataxis cf. pressula MALAKHOVA 1956

Taf. 4 Fig. 70—71

Material: Einige wenige Exemplare aus dem Kohlenkalk im Köstenwald südlich Schnappenhammer (höheres V1b oder V2a).

Beschreibung: Das Gehäuse ist stumpf konisch. Seine Höhe liegt zwischen 320 und 550 μ , seine Basisbreite bei etwa 670—1000 μ . Das Verhältnis H/B beträgt 0,47—0,55, der Apikalwinkel 110°—115°. Das Gehäuse zeigt 5—6 Windungen, die nur unwesentlich breiter als hoch sind. Die Suturen sind teilweise schwach erkennbar. Die Gehäusewand ist mittelkörnig, eine fibröse Lage ist nur sehr schwach ausgebildet. Die Gesamtdicke der Wand liegt zwischen 33 und 42 μ .

Vergleich: Vorliegende Exemplare kommen den von CONIL & LYS 1964 als *Tetr. pressulus* var. *pressula* beschriebenen Formen nahe, unterscheiden sich aber von diesen durch ihr etwas größeres Verhältnis H/B. Auffälliger sind die Unterschiede gegenüber dem von MALAKHOVA beschriebenen Holotypus von *Tetr. pressulus*. Gegenüber diesem weichen die vorliegenden, mit „cf.“ bezeichneten Formen durch ihre geringere Größe, ihre geringere Windungszahl, ihre relativ höheren und schmäleren Umgänge und dem dadurch größeren Verhältnis H/B sowie durch ihre im Axialschnitt weniger symmetrischen Flanken ab.

Verbreitung: Im V1b oder V2a des Frankenwaldes.

***Tetrataxis pressula* MALAKHOVA cf. *gigantea* CONIL & LYS 1964**

Taf. 5 Fig. 81

- * 1964 *Tetrataxis pressulus* var. *gigantea* CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 94—95, Taf. 13 Fig. 250.

Material: Je ein einzelnes Exemplar aus dem Kohlenkalkbruch südöstlich der Papiermühle sowie aus dem Kohlenkalk-Felsen ostsüdöstlich der Ruine Nordeck (jeweils höheres V1b oder V2a).

Vergleich: Vorliegende Exemplare kommen der von CONIL & LYS 1964 beschriebenen *Tetr. pressulus* var. *gigantea* besonders nahe und unterscheiden sich von dieser nur geringfügig durch ihre weniger breite letzte Windung und durch einen etwas flacheren Nabel. Sehr wahrscheinlich liegen die beobachteten geringfügigen Unterschiede innerhalb der Variationsbreite der Unterart. Dies läßt sich jedoch wegen des geringen beschriebenen und vorliegenden Materials nicht sicher beweisen.

Verbreitung: Im V1 und ?V3a Belgiens. — Im V1b oder V2a des Frankенwaldes.

***Tetrataxis barkhatovae* GROZ. & LEB. cf. *pigra* CONIL & LYS 1964**

Taf. 5 Fig. 73

- * 1964 *Tetrataxis barkhatovae* var. *pigra* CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 88, Taf. 12 Fig. 220—221.

Material: Einige zerdrückte Exemplare aus den kalkigen Zwischenlagen in der Dachschiefer-Grube Lothar Heil (V2b oder V3a).

Beschreibung: Am besten erhalten ist das in Taf. 5 Fig. 73 abgebildete Exemplar, auf das sich diese Beschreibung allein bezieht. Es ist relativ groß, etwa 700 μ hoch, 1120 μ breit, spitzkonisch und zeigt einen Apikalwinkel von 75°. Seine Flanken verlaufen \pm geradlinig. Die 8 Windungen sind bis auf die letzte sehr regelmäßig angeordnet. Ihre Lumen sind relativ niedrig und breit. Die Gehäusewand ist ziemlich dünn. Ihre Dicke nimmt bis zur letzten Windung regelmäßig zu und beträgt dort 40 μ . Die fibröse Lage ist sehr schwach entwickelt.

Vergleich: Die vorliegende Form ähnelt sehr stark *Tetrataxis barkhatovae* var. *pigra* CONIL & LYS 1964, besitzt jedoch ein größeres Gehäuse sowie eine höhere Windungszahl und wurde deshalb als *Tetr. barkhatovae* cf. *pigra* bestimmt. Von *Tetr. barkhatovae condrusiana* CONIL & LYS unterscheidet sich *Tetr. barkhatovae* cf. *pigra* durch einen größeren Apikalwinkel und durch eine dünnere Gehäusewand. Von *Tetr. sp.1.* unterscheidet sie sich durch regelmäßigeren Windungen und breitere Lumen.

Verbreitung: Im V3b Belgiens. — Im V2b oder V3a des Frankенwaldes.

***Tetrataxis* sp. 1**

Taf. 5 Fig. 74—76

Material: Jeweils ein einzelnes Exemplar aus dem Kohlenkalkbruch südöstlich der Papiermühle (höheres V1b oder V2a) sowie aus Proben P24 und P25 (jeweils V2b?) des Kohlenkalkes von Poppengrün; weiterhin einige wenige Exemplare aus den Kohlenkalk-Knollen von der Unterkarbon-Transgression in Seubetenreuth (höheres V1b oder V2a).

Beschreibung: *Tetrataxis* sp. 1 besitzt ein spitzkonisches Gehäuse mit \pm geraden Flanken. Den Apikalwinkel mißt man mit 65° — 86° . Die Höhe beträgt 480 — 740 μ , die Basisbreite 830 — 1100 μ und das Verhältnis H/B $0,56$ — $0,66$. Das Gehäuse zeigt 7 — 8 unregelmäßige Windungen, deren Höhe von der ersten bis zur letzten Windung annähernd konstant bleibt, deren Breite jedoch stark schwankt. Die Lumen der einzelnen Umgänge sind verhältnismäßig klein, die Suturen gut zu erkennen. In der Gehäusewand ist die fibröse Lage an der Basis der Kammern in fast allen Windungen gleich stark entwickelt. Im übrigen ist die Gehäusewand mittelkörnig. Ihre Gesamtdicke beträgt 40 — 42 μ .

Vergleich: *Tetrataxis* sp. 1 unterscheidet sich von der ähnlichen *Tetr. barkhatovae pigra* durch ihr größeres Gehäuse, ihre höhere Windungszahl und durch das kleinere Verhältnis H/B. Auch ist die Breite ihrer Umgänge unregelmäßiger und ihre Gehäusewand im Vergleich zur Größe dünner als bei *Tetr. barkhatovae pigra*. Bei *Tetrataxis* sp. 1 handelt es sich mit großer Sicherheit um eine neue Art, auf deren Benennung jedoch wegen des verhältnismäßig geringen Materials vorerst noch verzichtet wird.

Verbreitung: Im V1b oder V2a sowie im V2b? des Frankenwaldes.

Tetrataxis sp. 2

Taf. 5 Fig. 77

Material: Ein einzelnes Exemplar aus den kalkigen Zwischenlagen in der Dachschiefer-Grube Lothar Heil (V2b oder V3a).

Beschreibung: *Tetrataxis* sp. 2 besitzt ein konisches Gehäuse mit annähernd symmetrischen und geraden Flanken. Der Apikalwinkel beträgt 92° , die Höhe des Gehäuses 373 μ und die Basisbreite 680 μ . Das Verhältnis H/B ist $0,55$. Ihr Gehäuse besteht aus etwa 6 Windungen, deren Kammern verhältnismäßig breit und sehr regelmäßig angeordnet sind. Die Suturen sind nur schwach zu erkennen. In der Gehäusewand ist die fibröse Lage an der Basis der Kammern nur schwach entwickelt. Die Wand ist ansonsten mittelkörnig und insgesamt 26 μ dick.

Vergleich: *Tetrataxis* sp. 2 wird *Tetr. pressula* MALAKHOVA 1956 sehr ähnlich. Sie unterscheidet sich von dieser jedoch durch einen kleineren Apikalwinkel, durch eine dünnere Gehäusewand und durch ein etwas größeres Verhältnis H/B. Möglicherweise handelt es sich um eine neue Art.

Verbreitung: Im V2b oder V3a des Frankenwaldes.

Tetrataxis sp. 3

Taf. 5 Fig. 78—80

Material: Je ein einzelnes Exemplar aus Proben 24 und 25 (= V2b?) des Kohlenkalkes von Poppengrün, aus den Kohlenkalk-Knollen der Unterkarbon-Transgression von Seubetenreuth (höheres V1b oder V2a) sowie aus den kalkigen Zwischenlagen in der Dachschiefergrube Lothar Heil (V2b oder V3a).

Beschreibung: *Tetrataxis* sp. 3 besitzt ein stumpfkönisches Gehäuse mit stark abgerundeter Konus-Spitze sowie mit einem sehr breiten und relativ tiefen Nabel. Der Apikalwinkel beträgt dabei etwa 95° — 100° . Die Höhe des Gehäuses liegt zwischen 380 und 480 μ , die Basisbreite zwischen 980 und 1080 μ und das Verhältnis H/B zwischen $0,39$ und $0,44$. Etwa 5 — 6 Windungen zeigen anfangs ein breites Lumen, das sich jedoch im Verlaufe des Wachstums verkleinert. Die Suturen sind nur schlecht zu erkennen. Die fibröse Lage der Gehäusewand ist dünn, undeutlich und nur im Nabel-Bereich entwickelt. Im übrigen ist die Wand grobkörnig. Ihre Gesamtdicke beträgt 24 — 30 μ .

Vergleich: *Tetrataxis* sp. 3 unterscheidet sich von der ähnlichen *Tetr. pressula pressula* gut durch ihr kleineres Gehäuse mit der stark abgerundeten Spitze, der geringeren Windungszahl und den schwächer entwickelten fibrösen Lagen. Diese Unterscheidungsmerkmale gelten auch gegenüber der ebenfalls ähnlichen *Tetr. pressula gigantea*, die aber darüber hinaus ganz erheblich größer wird. Sehr wahrscheinlich handelt es sich bei *Tetrataxis* sp. 3 um eine neue Art, zu deren Benennung jedoch noch weiteres Material nötig wäre.

Verbreitung: Im V1b?, V2 und V3a? des Frankenwaldes.

Tetrataxis sp. 4

Taf. 6 Fig. 82—84

Material: Zwei Exemplare aus dem Kohlenkalk vom Tännichsbachtal (höheres V1b oder V2a) sowie ein Exemplar aus dem Kohlenkalk vom Hirschrangen (V2a).

Beschreibung: *Tetrataxis* sp. 4 besitzt ein angenähert birnenförmiges Gehäuse mit stark abgerundetem Apex und ohne Nabel. Der Apikalwinkel beträgt 47° — 53° . Die großen Exemplare (Fig. 82—83) erreichen beträchtliche Ausmaße und haben eine Höhe von 626 — 800 μ und eine Basisbreite von 666 — 746 μ . Bei Fig. 84 handelt es sich um ein kleines Exemplar mit einer Höhe von 386 μ und einer Basisbreite von 360 μ . Die auffallenden Größenunterschiede könnten hier bei vergleichbarem Wachstumsgrad einen Geschlechtsdimorphismus andeuten. Das Verhältnis H/B beträgt $0,97$ — $1,10$. Das Gehäuse besitzt 5—6 Windungen, wobei die Lumen der ersten 2—3 Windungen sehr klein sind und eine unregelmäßige Anordnung zeigen. Die übrigen Windungen zeigen dagegen relativ große und geräumige Lumen in regelmäßiger Anordnung. Die Suturen sind schwach zu erkennen. Die Wand ist verhältnismäßig dick und mittelkörnig. Die Dicke der Wand beträgt 53 — 66 μ , beim kleinen Exemplar nur 33 μ .

Vergleich: *Tetrataxis* sp. 4 ähnelt den Anfangsstadien von *Tetr. subcylindricus* CONIL & LYS 1964. Es fehlen hier zunächst die für *Tetr. subcylindricus* typischen letzten Windungen. Weiterhin sind bei *Tetr.* sp. 4 jedoch auch die Anfangslumen kleiner. Die Anfangswindungen von *Tetr.* sp. 4 ähneln auch *Tetr. angusta* VISSARIONOVA 1948, die sich von *Tetr.* sp. 4 jedoch durch ihr größeres Gehäuse, ihre dickere Wand sowie durch ihr kleineres Verhältnis H/B unterscheidet. Bei *Tetrataxis* sp. 4 könnte es sich somit um eine Zwischenform von *Tetr. angusta* und *Tetr. subcylindricus* handeln.

Verbreitung: Im V1b? und V2a des Frankenwaldes.

Tetrataxis sp. 5

Taf. 6 Fig. 87—88

Material: Mehrere Exemplare aus dem Kohlenkalkbruch nordwestlich Troge-nau (V1a) sowie einige wenige Exemplare aus den Kohlenkalk-Lesesteinen etwa 300 m südwestlich Mittelberg (V1a).

Beschreibung: *Tetrataxis* sp. 5 besitzt ein konisches Gehäuse mit weitgehend spitzem Apex, unregelmäßigen Flanken und gerader Basis (ohne Nabel). Der Apikalwinkel beträgt 80° — 90° . Die Höhe des Gehäuses ist 240 — 280 μ und die Basisbreite 310 — 413 μ . Das Verhältnis H/B liegt bei $0,67$ — $0,77$. Die etwa 5 Windungen zeigen regelmäßiges Wachstum, sind jedoch unregelmäßig angeordnet. Die Lumen sind anfangs fast kreisförmig und nehmen in Wachstumsrichtung deutlich zu. Die Suturen sind nicht gut zu erkennen. Die Wand ist sehr dünn und feinkörnig. Eine fibröse Lage ist nicht entwickelt. Die Dicke der Wand beträgt 16 — 20 μ .

Vergleich: Unterschiede zur ähnlichen *Tetr. eominima* RAUS.-ČERN. liegen in der unregelmäßigen Anordnung der Windungen, im etwas größeren Gehäuse und in der fehlenden fibrösen Lage. Von *Tetr. aff. immaturus* sensu CONIL & LYS 1964 unterscheidet sich *Tetr. sp. 5* vor allem durch ihren größeren Apikalwinkel und ihre dünnere Gehäusewand.

Verbreitung: Im V1a des Frankenwaldes.

Familie *Archaeodiscidae* CUSHMAN 1928

Archaeodiscus BRADY 1873

Typus-Art: *Archaeodiscus karreri* BRADY 1873.

Archaeodiscus karreri karreri BRADY 1873

Taf. 8 Fig. 113—115

- * 1873 *Archaeodiscus karreri* BRADY, *On Archaeodiscus karreri*: 286—290.
- 1876 *Archaeodiscus karreri*. — BRADY, A monograph: 142, Taf. 11 Fig. 1—6.
- 1948 *Archaeodiscus karreri*. — RAUSER-ČERNOUSSOVA, Moskauer Becken: 230, Taf. 15 Fig. 10—11.
- 1954 *Archaeodiscus karreri*. — GROZDILOVA & LEBEDEVVA, Carboniferous Foraminifera: 44, Taf. 5 Fig. 3.
- 1963 *Archaeodiscus karreri*. — CONIL & PIRLET, Foraminifères: Taf. 2 Fig. 14.
- 1964 *Archaeodiscus karreri* var. *karreri*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 118, Taf. 17 Fig. 326—333.

Material: Jeweils einige wenige Exemplare aus den kalkigen Zwischenlagen im Dachschieferbruch westsüdwestlich des Dürrenwaidhammer, in der Dachschiefer-Grube Lothar Heil sowie im Schmiedsgrund?-Konglomerat südwestlich Hertwegsgrün (jeweils V2b oder V3a). — Weiterhin ein einzelnes Exemplar aus Probe E18 (= V2b?) des Kohlenkalkes vom Eisenbachtal.

Beschreibung: Vorliegende Exemplare von *Archaeodiscus karreri karreri* besitzen ein linsenförmiges Gehäuse mit einem größten Durchmesser von 314—414 μ und einer axialen Breite von 157—221 μ . Das Verhältnis B/D (Breite zu Durchmesser) liegt bei 0,50—0,53. Die röhrenförmige zweite Kammer ist in etwa 5—6 Windungen mit unregelmäßiger Oszillation aufgerollt. Ihr Lumen erweitert dabei nur wenig. Die Axialschnitte zeigen im Zentralbereich kräftige Oszillation, die nach abaxial deutlich schwächer wird. Die Lumen sind relativ klein und mit leicht konvexer oder gerader Basis. Die fibro-radiäre Lage ist stark entwickelt und zwischen den letzten Lumen 14—17 μ dick. In der Axialregion verdickt sie sich bis auf 50—75 μ . Vorliegende Exemplare stimmen damit sehr gut mit allen oben angeführten Beschreibungen und Abbildungen überein.

Vergleich: *Archaeodiscus karreri karreri* unterscheidet sich von *A. krest. krestovnikovi* durch sein größeres Verhältnis von B/D und durch die stärkere Oszillation seiner Windungen. Von *Archaeodiscus sp. 1* unterscheidet er sich durch seinen größeren Durchmesser, durch sein kleineres Verhältnis B/D sowie durch etwas kleinere, jedoch höhere Lumen. Außerdem oszillieren seine Windungen stärker.

Verbreitung: Im höheren Visé der UdSSR. — Im V2b—V3c Belgiens. — Im V2b und/oder V3a des Frankenwaldes.

Archaediscus krestovnikovi krestovnikovi RAUSER-ČERNOUSOVA 1948

Taf. 9 Fig. 116—117

- * 1948 *Archaediscus krestovnikovi* RAUSER-ČERNOUSOVA, Moskauer Becken: 10, Taf. 2 Fig. 18—20.
- 1954 *Archaediscus krestovnikovi* var. *krestovnikovi*. — GROZDILOVA & LEBEDEVA, Carboniferous Foraminifera: 56—57, Taf. 7 Fig. 2—3.
- 1962 *Archaediscus krestovnikovi*. — BOGUŠ & JUFEREV, Foraminiferen und Stratigraphie: 202—203, Taf. 9 Fig. 7—10.
- 1964 *Archaediscus krestovnikovi* var. *krestovnikovi*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 120—121, Taf. 18 Fig. 345—351.
- 1968 *Archaediscus krestovnikovi* subsp. *krestovnikovi*. — CONIL & LYS, Utilisation stratigraphique: 510—512, Taf. 11 Fig. 153—154.

Material: Jeweils einige wenige Exemplare aus dem Kohlenkalk-Felsen ost-südöstlich der Ruine Nordeck, aus dem Kohlenkalk vom Tännichsbachtal, aus dem Kohlenkalk westnordwestlich Oberbrumberg und aus dem Kohlenkalk im Bach südwestlich des Bergleshofes (jeweils höheres V1b oder V2a), weiterhin jeweils einige wenige Exemplare aus dem V2a-Bereich des Kohlenkalkes nordnordwestlich der Klötzlamühle und aus dem „Oberen Kohlenkalk“ westlich der Löhmar-Mühle (V3a—V3b) sowie jeweils mehrere Exemplare aus den kalkigen Zwischenlagen in der Dachschiefer-Grube Lothar Heil und im Schmiedsgrund?-Konglomerat des Steinbruches südwestlich Hertwegsgrün (beide V2b oder V3a).

Vergleich: Die vorliegenden Exemplare aus dem Frankenwald stimmen sehr gut mit allem bis jetzt aus Rußland und Belgien beschriebenen Material von *Arch. krest. krestovnikovi* überein.

Verbreitung: Im gesamten Visé der UdSSR. — In Belgien vom höheren V1b bis zum V3. — Im Frankenwald innerhalb des Bereiches vom höheren V1b bis zum V3b.

Archaediscus convexus GROZDILOVA & LEBEDEVA 1953

Taf. 9 Fig. 120

- * 1953 *Archaediscus convexus* GROZDILOVA & LEBEDEVA in DAIN & GROZDILOVA, Tournayellidae und Archaediscidae: 91, Taf. 2 Fig. 11.
- 1954 *Archaediscus convexus*. — GROZDILOVA & LEBEDEVA, Carboniferous Foraminifera: 48—49, Taf. 5 Fig. 9—12.
- 1964 *Archaediscus convexus* var. *convexa*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 108—109, Taf. 15 Fig. 276—280.
- 1968 *Archaediscus convexus* var. *convexa*. — CONIL & LYS in CONIL & PAPROTH, Profile: Taf. 5 Fig. 13.
- 1974 *Archaediscus (Archaediscus) convexus*. — CONIL & LEES, Transgressions Viséennes: Taf. 4 Fig. 47.

Material: Einige wenige Exemplare aus den kalkigen Zwischenlagen im Dachschieferbruch südwestlich des Dürrenwaiderhammer (V2b oder V3a). — Weiterhin ein einzelnes Exemplar aus dem Kohlenkalk vom Hirschrangen (V2a).

Beschreibung: Das Gehäuse der vorliegenden Exemplare von *Archaediscus convexus* ist linsenförmig und erscheint dazu im Axialbereich leicht gebläht. Seine größten Durchmesser liegen bei 500—540 μ und seine axiale Breite bei 290—320 μ . Das Verhältnis B/D ist 0,58—0,59. Die röhrenförmige zweite Kammer ist in 5—6 Windungen aufgerollt. Die Aufrollung erfolgt anfangs sehr eng und ist hier knäueförmig, da die Aufrollungsachse ihre Lage zunächst nur durch Drehung in einer Richtung verändert. Erst bei den beiden letzten Windungen findet ein plötzlicher Umschwung der Achse (Deflexion) in die

Gegenrichtung statt. Die Lumen sind anfangs klein und werden erst in den beiden letzten Windungen relativ breit und hoch. Sie besitzen eine leicht konvexe Basis. In der Gehäusewand ist eine deutliche dunkle innere Lage neben der kräftigen äußeren fibro-radiären Lage entwickelt.

Vergleich: Die in CONIL & LYS 1964 abgebildeten Exemplare von *Archaediscus convexus* var. *convexa* zeigen die gleiche Windungszahl, jedoch ein etwas kleineres Gehäuse als die vorliegenden Exemplare. Diese stimmen besonders gut mit dem von CONIL & LYS in CONIL & PAPROTH 1968 abgebildeten Exemplar von *Arch. convexus* var. *convexa* überein.

Die vorliegenden Exemplare von *Archaediscus convexus* unterscheiden sich vom recht ähnlichen *Arch. convexus* var. *declinata* CONIL & LYS 1964 durch ihr größeres Gehäuse, ihre weiter angelegten Anfangswindungen und durch ihre dünnere fibro-radiäre Lage. Vom ebenfalls ähnlichen *Arch. grandiculus* SLYKOVA 1951 unterscheiden sie sich durch ihre größeren und etwas schwächer gebläht erscheinenden Gehäuse.

Verbreitung: Vom höheren Visé bis ins unterste Bashkirium in der UdSSR. — In Belgien vom V2b bis zum V3c. — Im V2a NW-Deutschlands. — Im V2a und V2b oder V3a des Frankenwaldes.

Archaediscus sp. 1

Taf. 9 Fig. 118—119

Material: Einige wenige Exemplare aus dem Kohlenkalk-Felsen im Köstenwald südlich Schnappenhammer (höheres V1b oder V2a).

Beschreibung: *Archaediscus* sp. 1 besitzt ein linsenförmiges Gehäuse mit einem größten Durchmesser von etwa 290—340 μ und einer axialen Breite von etwa 180—190 μ . Das Verhältnis B/D liegt bei 0,55—0,62. Die röhrenförmige zweite Kammer hat 4—5 Windungen und verbreitert sich anfangs nur wenig, so daß hier die Lumen schmal und niedrig bleiben; die letzten 2 Windungen nehmen dagegen rasch an Volumen zu. Ihre Lumen sind ziemlich breit, bleiben jedoch niedrig. Sie besitzen eine konvexe Basis und erscheinen halbmondförmig. Die Oszillation der Windungen liegt, was deren Stärke betrifft, zwischen der von *Arch. krest. krestovnikovi* und *Arch. karreri karreri*. Sie erfolgt anfangs unregelmäßig aber deutlich, wird dann jedoch schwächer, so daß sich die beiden letzten Windungen der planspiralen Aufrollung nähern. Die Gehäusewand zeigt eine gut erkennbare, dunkle innere Lage und eine kräftig entwickelte fibro-radiäre äußere Lage, die im Axialbereich 50—60 μ dick wird.

Vergleich: *Archaediscus* sp. 1 stellt anscheinend eine Übergangsform von *Arch. krest. krestovnikovi* zu *Arch. karreri karreri* dar, die als neue Art betrachtet werden kann. Wegen des nicht ganz ausreichenden Materials soll jedoch vorerst auf deren Benennung verzichtet werden. Die hauptsächlichsten Unterschiede von *Arch. sp. 1* gegenüber *Arch. karreri karreri* liegen im kleineren Durchmesser, im größeren Verhältnis B/D, in der schwächeren Oszillation der Windungen, die in den beiden letzten Umgängen fast planspiral werden sowie in deren breiteren und deutlich niedrigeren Lumen. Von *Arch. krest. krestovnikovi* unterscheidet sich *Arch. sp. 1* durch sein kleineres und dickeres Gehäuse mit den anfangs stärker und unregelmäßiger oszillierenden Windungen und deren niedrigeren Lumen.

Verbreitung: Im höheren V1b oder im V2a des Frankenwaldes.

Permodiscus DUTKEVITCH 1948

Typus-Art: *Permodiscus vetustus* DUTKEVITCH 1948.

***Permodiscus bucculentus* CONIL & LYS 1964**

Tafel 7 Fig. 93—94

- * 1964 *Permodiscus bucculentus* CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 131, Taf. 20 Fig. 393.
 1973 *Ammarchaedicus (Rectodiscus) bucculentus*. — CONIL & LYS in CONIL & GROESSENS & LYS, Etude Micropaléontologique: Taf. 3 Fig. 28.

Material: Je ein einzelnes Exemplar aus dem Kohlenkalk-Felsen im Köstenwald südlich Schnappenhammer (höheres V1b oder V2a) sowie aus der Kohlenkalk-Scholle im Steinbruch nordnordöstlich Mauthaus (V1b oder V2a).

Sonstiges Material: Ein einzelnes Exemplar (= Taf. 7 Fig. 102; Mh3 \perp) aus der Kohlenkalk-Scholle im Steinbruch nordnordöstlich Mauthaus (V1b oder V2a) besitzt eine etwas kleinere axiale Breite als die typischen Exemplare von *Permodiscus bucculentus* und kann deshalb nur als *P. cf. bucculentus* bezeichnet werden.

Beschreibung: *Permodiscus bucculentus* zeigt ein dick linsenförmiges Gehäuse mit einem größten Durchmesser von 550—570 μ und einer axialen Breite von 340—360 μ . Das Verhältnis B/D beträgt 0,59—0,65. Das Proloculum ist sehr klein. Die röhrenförmige zweite Kammer hat 5 Windungen und ist planspiral. Sie nimmt langsam und regelmäßig an Volumen zu. Die Lumen sind von etwa mittlerer Breite und Höhe. Sie zeigen eine konvexe Basis und erscheinen insgesamt halbmondförmig. Im Inneren der Windungen finden sich dunkle Zusatzschichten, welche die basalen Ecken der Kammer ausfüllen. Die fibro-radiäre äußere Lage der Gehäusewand verdickt sich im Axialbereich des Gehäuses stark und verursacht damit die außergewöhnlich dicke Linsenform des Gehäuses. Die Wandverdickungen im Axialbereich erreichen an einer Seite insgesamt 150—160 μ .

Vergleich: Vorliegende Exemplare sind etwas kleiner als die von CONIL & LYS aus Belgien beschriebenen Formen, stimmen aber sonst völlig mit diesen überein. Ähnlich wird auch *Permodiscus rotundus* aff. *elongatus* CONIL & LYS 1968, der sich jedoch durch ein weniger dickes Gehäuse mit schwächeren fibro-radiären Lagen und weiteren Lumen in den Umgängen unterscheidet.

Verbreitung: Im V1b—V2a Belgiens. — Im V1b und/oder V2a des Frankenwaldes.

***Permodiscus rotundus* TCHERNYSHEVA 1948 *elongatus* CONIL & LYS 1964**

Taf. 7 Fig. 97

- * 1964 *Permodiscus rotundus* var. *elongata* CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 131—132, Taf. 20 Fig. 394—395.

Material: Jeweils einige wenige Exemplare aus dem V1b-Anteil des Kohlenkalles nordnordwestlich der Klötzlamühle, aus dem Kohlenkalk-Felsen ost-südöstlich der Ruine Nordeck (höheres V1b oder V2a) sowie aus dem V1b und V2a-Anteil des Kohlenkalles von Poppengrün.

Sonstiges Material: Zwei extrem große Exemplare aus dem Kohlenkalk im Köstenwald südlich Schnappenhammer (höheres V1b oder V2a; = Schnh1 \perp und Schnh1 =; = Taf. 7 Fig. 100—101) können als *Permodiscus rotundus* cf. *elongatus* bezeichnet werden.

Beschreibung: Das linsenförmige Gehäuse der vorliegenden Exemplare von *Permodiscus rotundus elongatus* erreicht mit seinem größten Durchmesser 240—350 μ und axiale Breiten von 120—180 μ . Das Verhältnis B/D liegt bei 0,47—0,51. Das Proloculum ist sehr klein. Die röhrenförmige zweite Kammer ist in 3—5 Windungen planspiral aufgewunden und nimmt in Wachstumsrichtung sehr rasch an Volumen zu. Die Lumen erscheinen im Axialschnitt halbmondförmig und zeigen lang ausgezogene Ecken, die in schräger

Schnittlage besonders gut zu erkennen sind. Mit diesen umgreifen sie in den großen und geräumigen letzten Windungen deutlich die Lumen der vorhergehenden Windungen. In der Gehäusewand ist die innere dunkle Lage gut entwickelt. Auch die fibro-radiäre Lage ist relativ kräftig. Im Axialteil erreichen die Schalenverdickungen eine Breite von 45—80 μ .

Vergleich: *Permodiscus rotundus elongatus* unterscheidet sich von den mit „cf. *elongatus*“ bezeichneten Formen nur durch sein deutlich kleineres und relativ dicker linsenförmiges Gehäuse. Von den mit „aff. *elongatus*“ bezeichneten, ebenfalls recht ähnlichen Formen unterscheidet er sich hauptsächlich durch sein größeres Verhältnis B/D und durch seinen nicht genabelten Axialbereich (bei „aff. *elongatus*“ deutet sich dagegen eine Nabelung schwach an).

Verbreitung: Im V1b—V2a Belgiens und des Frankenwaldes.

***Permodiscus rotundus* TCHERNYSHEVA 1948 aff. *elongatus* CONIL & LYS 1964**
Taf. 7 Fig. 95—96

Material: Mehrere Exemplare aus dem Kohlenkalk im Köstenwald südlich Schnappenhammer (höheres V1b oder V2a).

Beschreibung und Vergleich: Das Gehäuse der vorliegenden, möglicherweise neuen Unterart kommt dem von *Permodiscus rotundus elongatus* außerordentlich nahe und unterscheidet sich von diesem im wesentlichen nur durch seine schlankere Linsenform, durch eine sich im Axialbereich andeutende Nabelung sowie, damit in Zusammenhang stehend, durch schwächer entwickelte fibro-radiäre Lagen in der Gehäusewand. Der größte Durchmesser des Gehäuses beträgt 490—520 μ und die axiale Breite etwa 230 μ . Das Verhältnis B/D liegt bei 0,44—0,47. Die Schalenverdickungen erreichen im Axialteil 70—80 μ .

Verbreitung: Im höheren V1b oder im V2a des Frankenwaldes.

***Permodiscus rotundus* TCHERNYSHEVA 1948 *inflatus* CONIL & LYS 1964**
Taf. 7 Fig. 98—99

* 1964 *Permodiscus rotundus* var. *inflatus* CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 132, Taf. 20 Fig. 396—397.

Material: Jeweils einige wenige Exemplare aus Probe E6 (= V1b) des Kohlenkalkes vom Eisenbachtal sowie aus den Kohlenkalk-Vorkommen nordnordwestlich der Klötzlamühle (Bereich V1b oder V2a), südöstlich der Papiermühle (höheres V1b oder V2a), westlich der Weidstauden-Mühle (höheres V1b oder V2a) und des Hirschrangs (V2a). — Weiterhin einige wenige Exemplare aus den Kohlenkalk-Knollen von der Unterkarbon-Transgression in Seubetenreuth (höheres V1b oder V2a).

Vergleich: Vorliegende Exemplare stimmen meist sehr gut mit dem belgischen Typus-Material überein. Einige wenige Exemplare zeigen jedoch auch etwas schmalere Gehäuse als dieses.

Verbreitung: Im V1b und V2a Belgiens und des Frankenwaldes.

***Permodiscus* sp. 1**

Taf. 7 Fig. 103

Material: Ein einzelnes Exemplar aus der Kohlenkalk-Scholle im Steinbruch nordnordöstlich Mauthaus (V1b oder V2a).

Beschreibung: Das vorliegende Exemplar besitzt ein flach linsenförmiges Gehäuse mit einem größten Durchmesser von etwa 590 μ und einer axialen Breite von 250 μ . Das Verhältnis B/D beträgt 0,42. Das Proloculum ist sehr klein. Die planspiral gewundene röhrenförmige zweite Kammer zeigt 5 Windungen und regelmäßiges Wachstum. Die höher als halbmondförmigen Lumen zeigen kaum verlängerte Ecken. In der Gehäusewand ist die innere dunkle Lage dünn aber deutlich entwickelt. Die fibro-radiäre Lage ist verhältnismäßig dick. Die Schalenverdickungen im Axialbereich summieren sich pro Seite auf etwa 100 μ .

Vergleich: *Permodiscus* sp. 1 wird *Permodiscus rotundus elongatus* sehr ähnlich und kommt dabei den hier mit „cf. *elongatus*“ bezeichneten Formen besonders nahe. Er unterscheidet sich von diesen aber durch die geringere und regelmäßige Volumen-Zunahme seiner Umgänge, durch seine höheren Lumen, deren Ecken nicht ausgezogen erscheinen sowie durch die deutlich dünnere Ausbildung der inneren dunklen Lage in seiner Gehäusewand.

Verbreitung: Im V1b oder V2a des Frankenwaldes.

Planoarchaediscus M. MAKLAY 1955

Typus-Art: *Archaediscus spirillinoides* RAUSER-ČERNOUSSOVA 1948.

Planoarchaediscus sp. 1

Taf. 9 Fig. 121—122

Material: Zwei Exemplare aus Proben P23 (= V2a) und P24 (= V2b?) des Kohlenkalkes von Poppengrün sowie ein Exemplar aus Probe E13 (= V2a) des Kohlenkalkes vom Eisenbachtal.

Beschreibung: Das Gehäuse von *Planoarchaediscus* sp. 1 ist annähernd flach diskusförmig und hat einen größten Durchmesser von 490—570 μ und eine axiale Breite von 172—178 μ . Sein Verhältnis B/D liegt bei 0,30—0,36. Die röhrenförmige zweite Kammer ist in 4—5 Windungen nahezu planspiral aufgerollt. Ihre Lumen sind hoch und fast $\frac{3}{4}$ — kreisförmig. In der Gehäusewand ist die dunkle interne Lage gut entwickelt. Die fibro-radiäre Lage ist in der Axialregion ebenfalls relativ gut entwickelt, fehlt jedoch bei den beiden letzten Windungen, welche die Axialregion nicht mehr umgreifen.

Vergleich: *Planoarchaediscus* sp. 1 zeigt eine sehr große Ähnlichkeit mit dem in CONIL & LYS 1968 in Taf. 11 Fig. 135 abgebildeten *Planoarchaediscus* sp. aus dem V1b Belgiens. Er unterscheidet sich von diesem nur durch ein etwas größeres Gehäuse. Von *Planoarchaediscus spirillinoides* und *Planoarchaediscus eospirillinoides* unterscheidet er sich ebenfalls durch ein größeres Gehäuse, aber auch durch besser entwickelte fibro-radiäre Lagen.

Verbreitung: Im V2a und V2b? des Frankenwaldes.

Paraarchaediscus ORLOVA 1955

Typus-Art: *Paraarchaediscus dubitabilis* ORLOVA 1955.

Paraarchaediscus lenitortus (CONIL & LYS 1964)

Taf. 8 Fig. 104—105

* 1964 *Propermodiscus lenitortus* CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 134, Taf. 20 Fig. 402.

Material: Jeweils einige wenige Exemplare aus Proben P6 und P15 (= V1b) des Kohlenkalkes von Poppengrün sowie aus dem V1b-Bereich des Kohlenkalkes nordnordwestlich der Klötzlamühle.

Beschreibung: Das sehr dick linsenförmige Gehäuse erreicht einen größten Durchmesser von 300—320 μ und eine axiale Breite von 170—200 μ . Das Verhältnis B/D liegt bei 0,53—0,65. Die röhrenförmige zweite Kammer zeigt 4—5 Windungen, die anfangs noch leicht oszillieren. Die letzten 2—3 Windungen sind jedoch planspiral. Die Volumen-Zunahme der Kammer erfolgt anfangs regelmäßig, in dem letzten 2—3 Windungen jedoch sehr schnell. Hier zeigen die halbmondförmigen Lumen stark verlängerte Ecken, mit denen sie sich teilweise umgreifen. In der Gehäusewand ist die interne dunkle Lage relativ schwach, die fibro-radiäre Lage jedoch sehr gut entwickelt. In der Axialregion erreichen die Schalenverdickungen pro Seite etwa 50—60 μ .

Vergleich: Vorliegende Exemplare von *Paraarchaediscus lenitortus* stimmen vollkommen mit denen des belgischen Typus-Materials überein. Von *Paraarchaediscus rigens* unterscheiden sie sich durch ihre schwächer entwickelte dunkle interne Lage und durch ihre stärker entwickelte fibro-radiäre Lage in der Gehäusewand. Außerdem ist ihr Verhältnis B/D größer als bei *P. rigens*. Von *Paraarchaediscus* sp. 3 unterscheiden sie sich durch kleinere Gehäuse mit weniger Windungen, die anfangs stärker oszillieren sowie durch breitere fibro-radiäre Lagen in der Gehäusewand.

Verbreitung: Im V1b Belgiens und des Frankenwaldes.

Paraarchaediscus rigens (CONIL & LYS 1964)

Taf. 8 Fig. 106—108

- * 1964 *Propermodiscus rigens* CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 135—136, Taf. 20 Fig. 408—410.
- 1968 *Paraarchaediscus rigens*. — CONIL & LYS, Utilisation stratigraphique: 513—514, Taf. 11 Fig. 136—138.

Material: Jeweils einige wenige Exemplare aus Proben P6 (= V1b) und P19 (= V2a) des Kohlenkalkes von Poppengrün, aus dem V1b- und V2a-Anteil des Kohlenkalkes vom Eisenbachtal, aus den Kohlenkalk-Knollen an der Unterkarbon-Transgression in Seubetenreuth (höheres V1b oder V2a) sowie aus den Kohlenkalk-Vorkommen ost-südöstlich und östlich der Ruine Nordeck, west-südwestlich des Bergleshofes, westlich der Weidstauden-Mühle, westnordwestlich Oberbrumbergs, im Tännichsbachtal (jeweils höheres V1b oder V2a), am Hirschrangen und im Rimlasbachtal (jeweils V2a). Weiterhin jeweils einige wenige Exemplare aus dem V2a-Anteil des Kohlenkalkes nordnordwestlich der Klötzlamühle sowie aus den hohen Anteilen des Kohlenkalkes von Regnitzlosau (V2a).

Sonstiges Material: Ein Exemplar (= Taf. 8 Fig. 110) aus Probe E15 (= V2a) des Kohlenkalkes vom Eisenbachtal ist mit einem größten Durchmesser von 578 μ und einer axialen Breite von 200 μ erheblich größer als die vorliegenden Exemplare von *P. rigens* und zeigt darüber hinaus auch eine etwas geringere Oszillation seiner Anfangswindungen. Es wird deshalb hier als *Paraarchaediscus* cf. *rigens* bezeichnet.

Beschreibung: *Paraarchaediscus rigens* besitzt ein an den Polen leicht abgeflachtes linsenförmiges Gehäuse mit einem größten Durchmesser von 300—400 μ und einer axialen Breite von 120—160 μ . Das Verhältnis B/D liegt bei 0,32—0,50. Die röhrenförmige zweite Kammer zeigt 4—5 Windungen, die anfangs leicht oszillieren. Die letzten 2—3 Windungen sind planspiral. Die Volumen-Zunahme der Kammer erfolgt rasch und regelmäßig. Die halbmondförmigen Lumen der letzten Windungen greifen mit ihren verlängerten Ecken über die vorhergehenden. In der Gehäusewand ist die interne dunkle Lage sehr

stark entwickelt. Sie füllt die verlängerten Ecken aller Lumen aus und ist sogar manchmal auch im Axialbereich beobachtbar. Verhältnismäßig schwach sind dagegen die fibroradiären Lagen entwickelt. In der letzten Windung verschwinden sie nahezu vollständig. In der Axialregion summieren sich die Schalen-Verdickungen pro Seite auf 38—42 μ .

Vergleich: Vorliegende Exemplare von *Paraarchaediscus rigens* stimmen vollkommen mit denen des belgischen Typus-Materials überein. Sie unterscheiden sich von *Paraarchaediscus lenitortus* hauptsächlich durch ihre stärker ausgebildete dunkle innere Lage und durch ihr kleineres Verhältnis B/D. Von *Paraarchaediscus* sp. 1 unterscheiden sie sich hauptsächlich durch ihre etwas dickere fibro-radiäre Lage und durch ihre weniger oszillierende Einrollung.

Verbreitung: Im V1b und V2a Belgiens und des Frankenwaldes.

Paraarchaediscus liebusi (CONIL & LYS 1968)

* 1968 *Propermodiscus liebusi* CONIL & LYS in CONIL & PAPROTH, Profile: 90—91, Taf. 6 Fig. 24.

Paraarchaediscus sp. 1, aff. *liebusi* (CONIL & LYS 1968)

Taf. 8 Fig. 109

Material: Ein einziges Exemplar aus Probe P24 (= V2b?) des Kohlenkalkes von Poppengrün.

Beschreibung: Vorliegende Art besitzt ein flach linsenförmiges Gehäuse mit sehr stark abgeflachten Flanken. Der größte Durchmesser beträgt 370 μ und die axiale Breite 130 μ . Das Verhältnis B/D liegt bei 0,35. Die röhrenförmige zweite Kammer zeigt 4 Windungen, die anfangs leicht oszillieren und rasch an Höhe und Breite zunehmen. Die Lumen sind geräumig und fast so hoch wie breit. In der Gehäusewand ist die dunkle Lage deutlich entwickelt und füllt die basalen Ecken der Kammer vollständig aus. Die fibro-radiäre Lage ist hingegen nur schwach ausgebildet und in der letzten Windung kaum noch feststellbar. Im Axialbereich summieren sich die Schalenverdickungen pro Seite auf etwa 35 μ .

Vergleich: Vorliegende Art wird *Paraarchaediscus liebusi* (CONIL & LYS 1968) recht ähnlich. Sie unterscheidet sich aber von diesem durch ihr größeres Gehäuse, an dem sich im Gegensatz zu *P. liebusi* kein Nabel andeutet sowie weiterhin durch geräumigere Lumen und durch dickere fibro-radiäre Lagen.

Verbreitung: Im V2b? des Frankenwaldes.

Paraarchaediscus sp. 2

Taf. 8 Fig. 111

Material: Einige wenige Exemplare aus dem Kohlenkalk vom Tännichsbachtal (höheres V1b oder V2a).

Beschreibung: Vorliegende Art besitzt anfangs ein dick linsenförmiges, später jedoch ein verhältnismäßig schmal diskusförmiges Gehäuse mit einem größten Durchmesser von 620—628 μ und einer axialen Breite von 205—214 μ . Das Verhältnis B/D liegt zwischen 0,33 und 0,34. Die röhrenförmige zweite Kammer zeigt 5—6 Windungen, die anfangs stark oszillieren. Die letzten 2—3 Windungen sind jedoch planspiral. Das Wachstum der Kammer erfolgt \pm regelmäßig. Die Lumen sind anfangs breit, niedrig und etwa halbmondförmig. Im Verlaufe des Wachstums nimmt besonders ihre Höhe stark zu. In der Gehäusewand ist die innere dunkle Lage relativ gut entwickelt. Auch die fibro-radiäre Lage ist bis zur vorletzten Windung sehr kräftig entwickelt, in der letzten Windung jedoch plötzlich nur noch schwach vorhanden. Im Axialbereich erreichen die Schalenverdickungen pro Seite eine Dicke von 70 μ .

Vergleich: *Paraarchaediscus* sp. 2 zeigt in Gehäuse-Größe und -Form Ähn-

lichkeiten mit *Paraarchaediscus* cf. *rigens*, unterscheidet sich aber von diesem sehr deutlich durch seine wesentlich stärker oszillierenden Anfangswindungen.

Verbreitung: Im höheren V1b oder im V2a des Frankenwaldes.

Paraarchaediscus sp. 3

Taf. 8 Fig. 112

Material: Jeweils einige wenige Exemplare aus den kalkigen Zwischenlagen in der Dachschiefer-Grube Lothar Heil, im alten Dachschieferbruch südwestlich des Dürrenwaidhammer sowie im Schmiedsgrund?-Konglomerat südwestlich Hertwegsgrün (jeweils V2b oder V3a).

Beschreibung: *Paraarchaediscus* sp. 3 besitzt ein dick linsenförmiges Gehäuse mit einem größten Durchmesser von 440—480 μ und einer axialen Breite von 180—220 μ . Das Verhältnis B/D liegt zwischen 0,40 und 0,45. Die röhrenförmige zweite Kammer zeigt 5—6 Windungen, die anfangs schwach oszillieren, später jedoch \pm planspiral werden. Sie nehmen im Verlauf des Wachstums sehr regelmäßig an Höhe und Breite zu. Im planspiral gewundenen Teil sind die Lumen breit halbmondförmig. In der Gehäusewand ist die innere dunkle Lage sehr deutlich entwickelt und füllt auch die verlängerten Ecken der Lumen aus. Dagegen ist die fibro-radiäre Lage nur im Axialbereich stärker entwickelt; zwischen den Lumen bleibt sie sehr schwach. Die Schalenverdickungen im Axialbereich summieren sich auf 50 μ .

Vergleich: Am nächsten kommt *Paraarchaediscus rigens*, von dem sich *Paraarchaediscus* sp. 3 jedoch deutlich durch sein größeres Gehäuse, der höheren Windungszahl, der schwächeren Oszillation der Windungen sowie dem regelmäßigeren Wachstum unterscheidet. Gegenüber *Paraarchaediscus lenitortus* kommen als Unterscheidungs-Merkmale noch die bei diesem erheblich stärkeren Schalenverdickungen und dessen größeres Verhältnis B/D hinzu.

Verbreitung: Im V2b oder V3a des Frankenwaldes.

Familie **Endothyridae** BRADY 1884
Unterfamilie **Endothyrinae** BRADY 1884

Endothyra PHILLIPS 1846

Typus-Art: *Endothyra bowmani* PHILLIPS 1846.

Endothyra acantha (CONIL & LYS 1964)

Taf. 10 Fig. 131

* 1964 *Plectogyra acantha* CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 163—164, Taf. 23 Fig. 450—453.

Material: Zwei Exemplare aus Probe P 17 (= V2a) des Kohlenkalkes von Poppengrün sowie ein Exemplar aus dem Kohlenkalk vom Hirschrangen (V2a).

Beschreibung: Vorliegende Exemplare stimmen sehr gut mit dem belgischen Typus-Material von *E. acantha* überein. Ihre Gehäuse erreichen Durchmesser von 380—400 μ , zeigen etwa 2½ Windungen und dabei in der letzten Windung etwa 6½ Kammern. Im Anfangsstadium scheinen die Kammern trochospiral angeordnet; sie bilden hier fast eine Kugel. Die darauf folgenden beiden letzten Windungen sind jedoch annähernd planspiral. In ihnen nimmt die Windungshöhe regelmäßig zu. Die Suturen sind deutlich. Die Kammern sind relativ groß und besitzen deutlich gewölbte Außenwände. Diese gehen nach vorne ohne

Knick in entsprechend gewölbte lange Septen über, die an Länge etwa $\frac{3}{4}$ der Kammerhöhe erreichen. In jeder Kammer der letzten Windung zeigt sich ein langer stachelförmiger Zusatzknoten, der \pm senkrecht auf der Kammer-Basis steht. Die Gehäusewand ist relativ dünn und erreicht in der letzten Windung eine Dicke von 10—15 μ .

Vergleich: Am nächsten kommt *E. apposita* GANELINA. Von dieser unterscheidet sich *E. acantha* jedoch sehr deutlich durch ihr kleineres Gehäuse mit der niedrigeren Windungszahl und der schwächeren Verdrehung der Anfangswindung(en) und weiterhin durch ihre erheblich stärkere Knotenbildung sowie durch ihre stärker gewölbten und dünneren Kammerwände. Von der ebenfalls ähnlichen *E. spira* (CONIL & LYS) unterscheidet sich *E. acantha* durch ihre deutlich geringere Windungshöhe, durch die geringere Verdrehung ihrer ersten Windung und durch ihre in allen Kammern der letzten Windung vorhandenen Zusatzknoten.

Verbreitung: In Belgien vom V1b bis zum V3b. — Im Frankenwald im V2a.

Endothyra agathis (CONIL & LYS 1964)

Taf. 10 Fig. 132—135

- * 1964: *Plectogyra agathis* CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 164, Taf. 23 Fig. 454—459.

Material: Jeweils einige wenige Exemplare aus der Kohlenkalk-Bank südwestlich der Bischofsmühle (V1a), aus Lesesteinen des Kohlenkalkes etwa 300 m südwestlich Mittelberg (V1a) und aus dem Kohlenkalkbruch nordwestlich Trogenau (V1a). — Weiterhin jeweils ein einzelnes Exemplar aus dem Kohlenkalk vom Hirschrangen und vom Rimlasbachtal (beide V2a) sowie jeweils mehrere Exemplare aus dem V1 ?a bis V2a-Bereich des Kohlenkalkes von Poppengrün und aus dem V1 ?a bis V 2b?-Bereich des Kohlenkalkes vom Eisenbachtal.

Vergleich: Die vorliegenden Frankenwälder-Exemplare von *Endothyra agathis* stimmen vollkommen mit denen des belgischen Typus-Materials überein.

Verbreitung: In Belgien vom V1a bis zum V3b. — Im Frankenwald vom V1a bis zum V 2b?

Endothyra apposita GANELINA 1956

Taf. 10 Fig. 136—137

- * 1956 *Endothyra apposita* GANELINA, NW-Teil des Moskauer Beckens: 89, Taf. 6 Fig. 7—8.
 1964 *Plectogyra apposita*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 165, Taf. 24 Fig. 464—468.
 1964 *Plectogyra* aff. *apposita*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 165—166, Taf. 24 Fig. 469.
 1965 *Endothyra apposita*. — BOGUŠ & GERASIMOV & JUFEREV, Lena: 40—41, Taf. 2 Fig. 7.
 1968 *Endothyra apposita*. — CONIL & LYS, Utilisation stratigraphique: 516, Taf. 6 Fig. 67—68.
 1972 *Endothyra apposita*. — CHERKESOVA & CHERNYAK, Taimyr: 25—26, Taf. 2 Fig. 5—6.

Material: Jeweils einige wenige Exemplare aus dem Kohlenkalk vom Hirschrangen (V2a), aus dem Bereich höheres V1b oder V2a der Polygenen Kalkbrekzie nordwestlich der Überkehr, aus dem V2a und V2b?-Anteil des Kohlenkalkes vom Eisenbachtal, aus Probe P17 (= V2a) des Kohlenkalkes von Poppengrün, aus dem V2a-Anteil des Kohlenkalkes nordnordwestlich der Klötzlamühle sowie aus den kalkigen Zwischenlagen in der Dachschiefer-Grube Lothar Heil und im alten Dachschieferbruch südwestlich des Dürrenwaidhammer (jeweils V2b oder V3a).

Beschreibung: Die Gehäuse der vorliegenden Exemplare erreichen einen Durchmesser von 530—600 μ und zeigen $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ Windungen mit 6— $7\frac{1}{2}$ Kammern in der letzten Windung. Im Verlaufe der Aufrollung ändert die Aufrollungs-Achse häufig ihre Lage, so daß keine einzige vollständige planspirale Windung erreicht wird. Die Windungen, und unter diesen vor allem die letzte, nehmen im Verlaufe des Wachstums sehr stark an Höhe zu. Die Kammerwände sind relativ stark gewölbt und bilden nur sehr schwache Suturen. Die Septen sind lang und zur Öffnung geneigt. Die letzte Kammer wölbt sich bei fast allen gefundenen Exemplaren etwas stärker nach außen als die vorhergehenden Kammern. Die 3—4 letzten Kammern besitzen je ein hakenförmiges Zusatzknötchen, von denen das in der allerletzten Kammer lang und zur Öffnung geneigt ist. Die Gehäusewand ist dunkel und relativ dick (16—24 μ). An manchen Stellen ist sie verdickt.

Vergleich: Die vorliegenden Frankenwälder Exemplare von *E. apposita* stimmen ganz besonders gut mit jenen Exemplaren überein, die CONIL & LYS (1964) aus dem V2b und V3a des Beckens von Namur und des Vesdre-Massivs in Belgien abgebildet haben. Von der noch am nächsten kommenden *E. acantha* (CONIL & LYS) unterscheidet sich *E. apposita* sehr deutlich durch ihr größeres Gehäuse mit der höheren Windungszahl, der stärkeren Verdrehung aller Windungen, der rascheren Zunahme der Windungshöhe sowie durch die schwächere Knotenbildung und die dickere Gehäusewand.

Verbreitung: Im höheren Visé des Moskauer Beckens und des E-Taimyr. — Im V2a—V3a Belgiens. — Im V2a bis V3a[?] des Frankenwaldes.

Endothyra bowmani PHILLIPS 1846 *bradyi* MIKHAILOV 1939

Taf. 10 Fig. 138—141, Taf. 11 Fig. 157

- * 1846 *Endothyra bowmani* PHILLIPS, Microscopic Animals: 277, Taf. 7 Fig. 1.
- 1939 *Endothyra bowmani*. — MIKHAILOV, On characteristics: 51, Taf. 2 Fig. 11.
- 1939 *Endothyra bradyi* MIKHAILOV, On characteristics: 51, Taf. 4 Fig. 2.
- 1954 *Endothyra bowmani*. — GROZDILOVA & LEBEDEVA, Carboniferous Foraminifera: 110, Taf. 12 Fig. 8.
- 1964 *Endothyra bowmani*. — LOEBLICH & TRAPPAN in „Treatise“ Part C: 343—346, Fig. 262, 1—2.
- 1964 *Plectogyra bradyi* var. *bradyi*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 168—169, Taf. 24 Fig. 478—483, Taf. 25 Fig. 484.

Material: Jeweils einige wenige Exemplare aus den Kohlenkalken nordwestlich Trogenau (V1a), nordnordwestlich der Klötzlamühle (Übergangsbereich V1b/V2a), vom Tännichsbachtal (höheres V1b oder V2a), von Poppengrün (V1b- und V2a-Anteil), vom Eisenbachtal (V1b- und V2a-Anteil) und vom Rimlasbachtal (V2a) sowie aus der Kohlenkalk-Scholle im Wurstkonglomerat nordnordöstlich Mauthaus (V1b oder V2a) und aus den kalkigen Zwischenlagen im Schmiedsgrund?-Konglomerat südwestlich Hertwegsgrün (V2b oder V3a).

Bemerkung: *E. bowmani* PHILLIPS und *E. bradyi* MIKH. werden, was die Arten betrifft, im Sinne der „Treatise“-Autoren als Synonyme angesehen. Nicht synonym dürften jedoch beide Nominat-Unterarten sein, weshalb die Unterart „*bradyi*“ MIKH. der Art „*bowmani*“ PHILLIPS zugerechnet wird.

Beschreibung: Die Gehäuse vorliegender Exemplare erreichen im Durchmesser 300—450 μ und zeigen $2\frac{1}{2}$ —3 Windungen mit $7\frac{1}{2}$ —8 Kammern in der letzten Windung. Die Windungen zeigen anfangs eine relativ starke Distorsion. Die letzten 1— $1\frac{1}{2}$ Windungen neigen jedoch dazu, zur Planspirale überzugehen. Das Höhenwachstum nimmt vor allem in der letzten Windung rasch zu. Die Kammerwände sind nur schwach gewölbt und ganz entsprechend sind auch die Suturen meist nur schwach ausgebildet und nur in der letzten halben Windung deutlich. Die Septen sind relativ lang, behalten entweder den Wölbungscharakter der Kammer bei oder sind nahezu gerade. In einigen Exemplaren sind sie deutlich dicker als die Kammerwand. Zusatzknötchen sind nur schwach entwickelt und bilden leichte Erhöhungen

oder Verdickungen der Kammer-Böden. Die Gehäusewand ist fein- bis mittelkörnig. Ihre Dicke schwankt in der letzten Kammer zwischen 12 und 23 μ .

Vergleich: Die aus dem Frankenwald vorliegenden Exemplare stimmen vollkommen mit den von CONIL & LYS (1964) aus Belgien als *E. bradyi* var. *bradyi* beschriebenen Formen überein. Sie unterscheiden sich von der sehr nahestehenden *E. bowmani bowmani* durch ihre bei gleicher Windungs- und Kammer-Anzahl etwas kleineren Gehäuse sowie durch die stärkere Verdrehung ihrer Anfangswindungen. Von der ebenfalls nahestehenden *E. bowmani pulchra* BRAŽ. & POT. 1956 unterscheiden sie sich durch wesentlich kleinere Gehäuse und einer etwas geringeren Kammer-Anzahl in der letzten Windung. *E. bowmani bradyi* unterscheidet sich weiterhin von der ähnlichen *E. prokirgisana* RAUSER-ČERNOUSOVA im wesentlichen durch ihre schwächer ausgebildeten Zusatzknötchen.

Verbreitung: Im höheren Visé der UdSSR. — Im Tn3b—V3b Belgiens. — Im höheren Visé Englands. — Im unteren Visé von Ägypten. — Im V1, V2 und V3a? des Frankenwaldes.

Endothyra freyri (CONIL & LYS 1964)

Taf. 10 Fig. 145

- * 1964 *Plectogyra freyri* CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 187—188, Taf. 29 Fig. 580—583.

Material: Jeweils einige wenige Exemplare aus den unreinen Kohlenkalk-Zwischenlagen im Kulm des Bahneinschnittes Bärenhäuser nordöstlich von Poppengrün (Tn3c) sowie aus der Kalkeinlagerung in der Polygenen Kalkbrekzie nordnordöstlich der Überkehr bzw. südwestlich Unterleupoldsberg (Tn3c oder V1a).

Beschreibung: Vorliegende Exemplare stimmen vollkommen mit dem von CONIL & LYS beschriebenen Typus-Material überein. Die Gehäuse erreichen Durchmesser von 520—550 μ und zeigen 3—3½ Windungen mit 7—8 Kammern in der vorletzten Windung. Die Anfangswindungen zeigen eine schwache Distorsion, die allerdings etwas stärker ist als beim Holotypus. Die vorletzte Windung ist annähernd planspiral. Durch eine plötzliche Verdrehung der Windungsachse um etwa 90° liegt dann jedoch die letzte Windung annähernd senkrecht auf der vorletzten! Das Höhenwachstum der Windungen erfolgt regelmäßig. Die Kammerwände sind sehr schwach gewölbt, so daß die Suturen kaum erkennbar sind. Die Septen sind gerade und zeigen zur Öffnung hin. Zusatzlagen sind hauptsächlich als Eckenfüllungen entwickelt. Die Gehäusewand erscheint dunkel und ist fein- bis mittelkörnig. Ihre Dicke beträgt in der letzten Windung 16—24 μ .

Vergleich: *E. freyri* ähnelt in der Gehäuse-Gestalt sehr stark *Dainella* sp. (sensu CONIL & LYS 1964), ihr fehlen jedoch die für *Dainella* typischen Zusatzlagen. Außerdem unterscheidet sie sich von dieser noch durch die schwächere Distorsion in den inneren und mittleren Windungs-Bereichen, durch die regelmäßige Zunahme ihrer Windungshöhe sowie durch ihre dickere Gehäusewand.

Verbreitung: Im Tn3b Belgiens. — Im Tn3c und V1a? des Frankenwaldes.

Endothyra convexa RAUSER-ČERNOUSOVA 1948 ssp.

Taf. 10 Fig. 143—144

- * 1948 *Endothyra convexa* RAUSER-ČERNOUSOVA, Endothyridae des Unterkarbons: 169, Taf. 4 Fig. 8—10.
 1964 *Plectogyra convexa*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 177—180, Taf. 17 Fig. 525—537.
 1973 *Endothyra convexa*. — CONIL & LYS in CONIL & GROESSENS & LYS, Etude Micropaléontologique: Taf. 4 Fig. 43—44.

Material: Jeweils ein einzelnes Exemplar aus dem Kohlenkalk vom Tännichsbachtal (höheres V1b oder V2a) sowie aus Probe P6 (=V1b) des Kohlenkalkes von Poppengrün und aus Probe E14 (=V2a) des Kohlenkalkes vom Eisenbachtal.

Vergleich: Die vorliegenden, sicher zu *E. convexa* gehörenden Exemplare kommen insbesondere den von CONIL & LYS beschriebenen Formen von *E. convexa* var. *brevisepta* nahe, unterscheiden sich aber von diesen durch ihre etwas größeren Gehäuse und längeren Septen.

Verbreitung: Im hohen Visé der UdSSR. — Im V1 — V2a und V3a Belgiens. — Im V1b und V2a des Frankenwaldes.

Endothyra laxa (CONIL & LYS 1964)

Taf. 10 Fig. 146—148

- * 1964 *Plectogyra laxa* CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 193, Taf. 31 Fig. 610—612.
- 1968 *Endothyra laxa*. — CONIL & LYS, Utilisation stratigraphique: 518—519, Taf. 9 Fig. 113—114.
- 1968 *Endothyra laxa*. — CONIL & LYS in CONIL & PAPROTH, Profile: Taf. 6 Fig. 26.

Material: Jeweils ein einzelnes Exemplar aus dem Kohlenkalk ostnordöstlich Schloßgattendorf (V1a), aus den oberen Lagen des Kohlenkalkes südwestlich Regnitzlosau (V2a) sowie aus dem Kohlenkalk nordöstlich Marlesreuth (V1b oder V2a). — Weiterhin einige wenige Exemplare aus den Proben P3 (=V1b) und P17 (=V2a) des Kohlenkalkes von Poppengrün sowie aus den Proben E12 und E15 (=V2a) des Kohlenkalkes vom Eisenbachtal.

Vergleich: Die vorliegenden Exemplare von *E. laxa* stimmen sehr gut mit allen oben angeführten Beschreibungen und Abbildungen der Art aus Belgien und NW-Deutschland überein.

Verbreitung: Im V1 und V2a Belgiens. — Im V1 NW-Deutschlands. — Im V1 und V2a des Frankenwaldes.

Endothyra? michoti (CONIL & LYS 1964)

Taf. 11 Fig. 149

- * 1964 *Plectogyra michoti* CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 194—195, Taf. 31 Fig. 621.
- 1973 *Spinotournayella? michoti*. — MALPICA, Etude Micropaléontologique: 225—226, Taf. 1 Fig. 1—4.

Material: Ein einzelnes Exemplar aus dem Kohlenkalkbruch nordwestlich Trogenau (V1a).

Bemerkung: Da nur ein einziges Exemplar in Äquatorialschnittlage vorliegt, bezieht sich die Beschreibung nur auf dieses. Die Gattungsmerkmale von *Spinotournayella* MAMET (1970) sind bei diesem Exemplar kaum feststellbar, weshalb es mit Fragezeichen bei der Gattung *Endothyra* belassen wurde.

Beschreibung: Das Gehäuse des vorliegenden Exemplares erreicht im Durchmesser 690 μ und zeigt 4½ Windungen mit 8½ Kammern in der letzten Windung. Die ersten 2½ Windungen oszillieren sehr schwach aber immerhin deutlich. Die letzten 2 Windungen sind planspiral. Die Kammern sind sehr regelmäßig gebaut, ihre Wände stark gewölbt. Entsprechend sind die Suturen gut erkennbar. Die Septen

sind kurz, gerade und leicht zur Öffnung geneigt. Die Gehäusewand ist relativ dünn, dunkel, fein- bis mittelkörnig und stellenweise schwach agglutiniert. In der letzten halben Windung findet man am Boden der Kammern deutlich entwickelte Zusatzlagen: In der drittletzten Kammer bilden diese zunächst nur eine schwache Erhöhung des Kammer-Bodens. In der vorletzten Kammer liegen sie als Knötchen vor und in der letzten Kammer ist ein länglicher Haken entwickelt, der sich zur Öffnung hin neigt.

Vergleich: Das vorliegende Exemplar von *E. ? michoti* stimmt sehr gut mit den bisher aus Belgien und Irland beschriebenen Exemplaren überein, zeigt jedoch eine etwas stärkere Oszillation der inneren Windungen und etwas kräftiger entwickelte Zusatzlagen. Unterschiede gegenüber *E. rotayi rotayi* siehe bei dieser auf S. 83.

Verbreitung: Im V1a Belgiens, Irlands, Dänemarks und des Frankenwaldes.

***Endothyra prisca* RAUSER-ČERNOUSOVA & REITLINGER 1936, *devia* (CONIL & LYS 1964).**

Taf. 11 Fig. 150—151

- * 1964 *Plectogyra prisca* var. *devia* CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 206—207, Taf. 34 Fig. 674—681.

Material: Ein einzelnes Exemplar aus den Kohlenkalk-Geröllen (höheres Tn3c oder V1a) im Konglomerat des Bahneinschnittes von Poppengrün. — Weiterhin jeweils einige wenige Exemplare aus der Polygenen Kalkbrekzie nordnordöstlich der Überkehr (= südwestlich Unterleupoldsberg = Tn3c oder V1a), aus Kohlenkalk-Lessesteinen etwa 300 m südwestlich Mittelberg (V1a), aus dem Kohlenkalk-Felsen ost-südöstlich der Ruine Nordeck (höheres V1b oder V2a), aus dem Kohlenkalk nordöstlich Marlesreuth (V1b oder V2a) und aus dem V1b-Bereich des Kohlenkalkes nordnordwestlich der Klötzlamühle sowie mehrere Exemplare aus dem Kohlenkalk nordwestlich Trogenau (V1a).

Vergleich: Die vorliegenden Exemplare stimmen gut mit dem von CONIL & LYS beschriebenen Typus-Material überein. Allerdings wurden im Frankenwald besonders kleine Gehäuse mit einem Durchmesser unter 210 μ nur selten beobachtet.

Verbreitung: Im V1—V3b Belgiens. — Im Tn3c?, V1 und V2a? des Frankenwaldes.

***Endothyra prisca* RAUSER-ČERNOUSOVA & REITLINGER 1936 *parva* (CONIL & LYS 1964)**

Taf. 11 Fig. 153—155

- * 1964 *Plectogyra prisca* var. *parva* CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 207—208, Taf. 34 Fig. 684—692.

Material: Insgesamt mehrere Exemplare aus dem V1b—V2a und V2b?-Bereich des Kohlenkalkes vom Eisenbachtal. — Weiterhin einige wenige Exemplare aus dem Kohlenkalk vom Tännichsbachtal (höheres V1b oder V2a).

Vergleich: Die vorliegenden Exemplare von *E. prisca parva* stimmen sehr gut mit dem belgischen Typus-Material überein. Unterschiede gegenüber diesem wurden nicht beobachtet.

Verbreitung: Im Bereich Tn3b—V3b Belgiens. — Im V1b, V2a und V2b? des Frankenwaldes.

Endothyra prisca RAUSER-ČERNOUSSOVA & REITLINGER 1936 *undata* (CONIL & LYS 1964)

Taf. 11 Fig. 156 und 158

- * 1964 *Plectogyra prisca* var. *undata* CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 209, Taf. 35 Fig. 700—703.

Material: Jeweils einige wenige Exemplare aus Proben P7 (=V1b) und P22 (=V2a) des Kohlenkalkes von Poppengrün sowie aus dem Kohlenkalk des Hirschrangens (=V2a).

Vergleich: Die vorliegenden Exemplare von *E. prisca undata* stimmen sehr gut mit dem von CONIL & LYS beschriebenen Typus-Material überein. Die jeweils letzte Kammer ist jedoch geräumiger als speziell die des Holotypus.

Verbreitung: Im V2a—V3a Belgiens. — Im V1b und V2a des Frankenwaldes.

Endothyra rotayi rotayi LEBEDEVA 1954

Taf. 11 Fig. 159—161

- * 1954 *Endothyra rotayi* LEBEDEVA, Lower Carboniferous Foraminifera: 267—268, Taf. 8 Fig. 5—6, Taf. 9 Fig. 1—2.
1964 *Plectogyra rotayi* var. *rotayi*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 212—213, Taf. 35 Fig. 715—718.

Material: Jeweils einige wenige Exemplare aus Proben E16 (=V2a) und E19 (=V2b?) des Kohlenkalkes vom Eisenbachtal, aus den oberen Lagen des Kohlenkalkes südwestlich Regnitzlosau (V2a) sowie aus dem Kohlenkalk nordnordwestlich der Klötzlamühle (Schliffe des BGL: V1b oder V2a).

Beschreibung: Die für *Endothyra*-Arten sehr großen Gehäuse erreichen Durchmesser von 680—860 μ und zeigen 3—3½ Windungen mit 9—10 Kammern in der letzten Windung. Die Windungen zeigen eine nur außerordentlich schwache Distorsion, die allerdings anfangs etwas deutlicher ausgeprägt ist. Insgesamt ergibt sich fast der Eindruck einer planspiralen Aufrollung. Im Verlaufe des Wachstums nehmen die Windungen zwar regelmäßig aber nur wenig an Höhe zu. Die Wände der großräumigen Kammern wölben sich nur mäßig. Die Suturen sind deutlich ausgebildet. Die Septen sind ziemlich lang, gerade oder leicht gebogen und zeigen zur Öffnung hin. Im Bereich der letzten 3—4 Kammern ist die Zusatzlage am Kammer-Boden als Knötchen entwickelt. In der letzten Kammer ist sie stachel- bis hakenförmig. Gelegentlich füllt sie auch die Kammerecken aus. Die Gehäusewand erscheint dunkel, mittel- bis grobkörnig und ist relativ dick (25—40 μ in der letzten Kammer).

Vergleich: Vorliegende Exemplare aus dem Frankenwald stimmen vollkommen mit dem russischen Typus-Material überein. Dagegen scheinen die in Belgien gefundenen Exemplare anfangs eine etwas stärkere Distorsion als die Frankenwälder Exemplare zu zeigen. Von der sehr nahestehenden *E. rotayi stricta* (CONIL & LYS) unterscheiden sich die Frankenwälder Exemplare von *E. rotayi rotayi* durch ihre wesentlich schwächere Anfangsdistorsion sowie durch eine geringere Kammer-Zahl in der letzten Windung. Nahe kommt auch *E. ? michoti*, die sich jedoch von *E. rotayi rotayi* durch eine höhere Windungszahl (4½ gegenüber 3—3½), durch weniger Kammern in der letzten Windung (8½ gegenüber 9—10), durch etwas kürzere Septen sowie durch eine etwas dünnere Gehäusewand deutlich unterscheidet.

Verbreitung: Im Visé der UdSSR. — Im V2a—V2b Belgiens und im ?V1b, V2a, V2b? des Frankenwaldes.

Endothyra mosquensis REITLINGER 1950

- * 1950 *Endothyra mosquensis* REITLINGER, Foraminifera of middle Carboniferous: 33, Taf. 6 Fig. 3—4, 12.
 1964 *Plectogyra mosquensis*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 195—196, Taf. 31 Fig. 623—625.

Verbreitung: Im Westfal (Moskovian) des Urals. — Im V2b und V3b Belgiens. — „aff.“ im V1b? und V2a des Frankenwaldes.

Endothyra sp., aff. *mosquensis* REITLINGER 1950

Taf. 12 Fig. 162—163

Material: Jeweils ein einzelnes Exemplar aus Probe E15 (=V2a) des Kohlenkalles vom Eisenbachtal sowie aus der Kohlenkalk-Scholle im Wurstkonglomerat nordnordöstlich Mauthaus (V1b oder V2a).

Beschreibung: Das Gehäuse der möglicherweise neuen Art erreicht im Durchmesser 295—310 μ und zeigt $2\frac{1}{2}$ —3 Windungen mit 8 Kammern in der letzten Windung. Die Windungen sind fast planspiral und nehmen mäßig aber sehr regelmäßig an Höhe zu. Auch die Kammern nehmen sehr regelmäßig an Länge zu. Ihre Außenwände sind kaum merklich gewölbt und ganz entsprechend sind auch die Suturen nur äußerst schwach entwickelt. Die Septen sind lang, gerade und mitunter scharf zugespitzt. Ihre Spitzen biegen sich häufig zur Öffnung hin ab. Die Gehäusewand erscheint dunkel, feinkörnig und dünn. Sie wird in der letzten Kammer 13—14 μ dick.

Vergleich: Vorliegende Form unterscheidet sich von der sehr nahe kommenden *E. mosquensis* im wesentlichen nur durch ihre bei gleicher Windungs- und Kammer-Anzahl erheblich kleinere Gehäuse-Größe. Die von CONIL & LYS als *E. mosquensis* bestimmten Formen scheinen zudem etwas mehr von der Planspirale abzuweichen.

Endothyra taedia ZELLER 1957

- * 1957 *Endothyra taedia* ZELLER, Mississippian Endothyroid Foraminifera: 700—701, Taf. 79 Fig. 11, Taf. 80 Fig. 12.
 non 1964 *Plectogyra taedia*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 222, Taf. 37 Fig. 763—764.

Endothyra taedia ZELLER 1957 sensu CONIL & LYS 1964 [= non *taedia*]

Taf. 12 Fig. 164—165

- 1964 *Plectogyra taedia*. — CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 222, Taf. 37 Fig. 763—764.

Material: Jeweils einige wenige Exemplare aus Proben E4 und E10 (=V1b) des Kohlenkalles vom Eisenbachtal sowie aus Probe P10 (=V1b) des Kohlenkalles von Poppengrün.

Beschreibung: Die Gehäuse der vorliegenden Exemplare erreichen Durchmesser von 220—270 μ und zeigen $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ Windungen mit 11—12 Kammern in der letzten Windung. Die Windungen zeigen anfangs eine schwache Distorsion, werden aber später fast planspiral. Im Verlaufe des Wachstums nimmt die Höhe der Windungen nur schwach aber regelmäßig zu. Die Kammern sind klein, nicht länger als hoch und meist von regelmäßiger Größe. Ihre Außenwände sind kaum gewölbt und entsprechend sind auch die Suturen kaum erkennbar. Die Gehäusewand erscheint dunkel, feinkörnig und dünn. Sie ist in der letzten Windung 9—11 μ dick.

Vergleich: Vorliegende Exemplare stimmen mit den von CONIL & LYS (1964) als *Plectogyra taedia* beschriebenen Formen vollkommen überein. Sie unterscheiden sich von der echten *E. taedia* aus N-Amerika sehr deutlich durch die trotz größerem Durchmesser geringere Anzahl ihrer Windungen sowie deren etwas stärkerer Abweichung von der Planspirale.

Verbreitung: Im V1b—V2a Belgiens. — Im V1b des Frankenwaldes.

Endothyra uva (CONIL & LYS 1964)

Taf. 12 Fig. 167—168

- * 1964 *Plectogyra uva* CONIL & LYS, Matériaux Micropaléontologique: 222—223, Taf. 38 Fig. 769—773.
1968 *Endothyra uva*. — CONIL & LYS in CONIL & PAPROTH, Profile: Taf. 6 Fig. 29.

Material: Einige wenige Exemplare aus Proben E16 (=V2a) und E18 (=V2b?) des Kohlenkalkes vom Eisenbachtal.

Vergleich: Die vorliegenden Exemplare von *E. uva* stimmen sehr gut mit den oben angeführten Beschreibungen und Abbildungen des Materials aus Belgien und NW-Deutschland überein.

Verbreitung: Im V2b—V3b Belgiens. — Im V3 NW-Deutschlands und im V2a—V2b? des Frankenwaldes.

Endothyra sp. 1

Taf. 12 Fig. 169—170

Material: Je ein einzelnes Exemplar aus Probe E16 (=V2a) des Kohlenkalkes vom Eisenbachtal sowie aus Probe P6 (=V1b) des Kohlenkalkes von Poppengrün.

Beschreibung: Die Gehäuse der vorliegenden Exemplare erreichen Durchmesser von 550—600 μ und zeigen 3—3½ Windungen mit 6—6½ Kammern in der letzten Windung. Die Windungen zeigen anfangs eine starke Distorsion und bilden hier ein ballförmiges Anfangsstadium. Dagegen weichen die letzten 1—1½ Windungen nur noch geringfügig von der Planspirale ab. Das Höhenwachstum der Windungen ist anfangs sehr gering, nimmt jedoch in den letzten 1—1½ Umgängen plötzlich stark zu. Die Kammern sind länglich und wölben sich deutlich nach außen. Die Suturen sind anfangs schwach, besonders in der letzten Halbwindung jedoch gut entwickelt. Die Septen sind relativ kurz und behalten den Wölbungscharakter der Kammerwände bei. Sie sind zur Öffnung hin geneigt. Schalenverdickungen sind sowohl am Boden der Kammern als auch an deren Wänden entwickelt, wo sie stellenweise die Ecken zwischen Kammerwand und den Septen ausfüllen. Die Gehäusewand erscheint fein- bis mittelkörnig und dunkel. Sie ist in der letzten Windung 20—24 μ dick.

Vergleich: *Endothyra* sp. 1 am nächsten kommt *Endothyra parakosvensis* LIPINA aus dem hohen Tournai der UdSSR. *E. sp. 1* unterscheidet sich von dieser nur durch die geringere Wölbung ihrer Kammerwände, durch ihre etwas niedrigere Kammerhöhe in der letzten Windung und durch ihre Schalenverdickungen. Nahe kommt auch *E. apposita* GANELINA, von der sie sich durch ihre schwächere Anfangsdistorsion, durch geräumigere Kammern und kürzere Septen sowie durch das Fehlen von Knötchen deutlich unterscheidet.

Verbreitung: Im V1b und V2a des Frankenwaldes.

***Endothyra* sp. 2**

Taf. 12 Fig. 171

Material: Ein einzelnes Exemplar aus dem Kohlenkalk im Köstenwald südlich Schnappenhammer (höheres V1b oder V2a).

Beschreibung: Das vorliegende Gehäuse erreicht im Durchmesser etwa 510 μ und zeigt $2\frac{1}{2}$ Windungen mit 7 Kammern in der letzten Windung. Die Distorsion der Windungen ist insgesamt schwach, am Anfang der Aufrollung jedoch stärker als am Ende. Das Höhenwachstum der Windungen erfolgt unregelmäßig. Es ist anfangs gering, später jedoch stärker progressiv. Auch die Kammern sind von unregelmäßiger Größe. Sie zeigen nur schwach gewölbte Außenwände, weshalb auch die Suturen stellenweise kaum erkennbar sind. Die Septen sind relativ lang, gerade und stehen fast senkrecht zur Außenwand. Die Zusatzlage bildet anfangs nur leichte Erhöhungen der Kammer-Böden, entwickelt sich in den letzten drei Kammern jedoch zu richtigen Knötchen. In der letzten Kammer neigt sich das Knötchen zur Öffnung hin. Die Wand erscheint feinkörnig, dunkel und relativ dick (28 μ in der letzten Kammer).

Vergleich: *Endothyra* sp.2 sehr nahe kommt *E. bowmani*, von der sie sich jedoch durch ihre unregelmäßig großen Kammern, durch ihre zu Knötchen entwickelte Zusatzlage sowie durch ihre schwächer gewölbten Kammerwände und die weniger deutlichen Suturen unterscheidet. Von der *E. charisa* (CONIL & LYS) unterscheidet sich *E. sp.2* durch ihre etwas stärkere Anfangsdistorsion, durch die raschere Zunahme ihrer Windungshöhe und durch ihre feinkörnigere Gehäusewand.

Verbreitung: Im höheren V1b oder V2a des Frankenwaldes.

***Endothyra* sp. 3**

Taf. 12 Fig. 172

Material: Ein einzelnes Exemplar aus der Kalkeinlagerung in der Polygenen Kalkbrekzie nordnordöstlich der Überkehr bzw. südwestlich Unterleupoldsberg (Tn3c oder V1a).

Beschreibung: Das vorliegende Gehäuse erreicht im Durchmesser etwa 450 μ und zeigt 3 Windungen mit $7\frac{1}{2}$ Kammern in der letzten Windung. Die Windungen sind anfangs niedrig und zeigen hier eine starke Distorsion. In Wachstumsrichtung nimmt ihre Höhe rasch zu und ihre Distorsion ab. Die letzten 1 — $1\frac{1}{2}$ Windungen sind dann annähernd planspiral. Die Kammerwände sind nur schwach gewölbt. Deshalb sind die Suturen nur auf der letzten Halbwindung deutlich erkennbar. Die Septen sind relativ lang, gerade und stehen entweder senkrecht zu den Kammerwänden oder leicht zur Öffnung hin geneigt. Eine Zusatzlage ist nicht vorhanden. Die Wand erscheint fein- bis mittelkörnig, dunkel und ist relativ dick, in der letzten Kammer 26 μ .

Vergleich: Nahe kommt *Endothyra latispiralis* LIPINA, von der sich *E. sp.3* durch ihre anfangs stärkere Distorsion und durch etwas schwächer gewölbte Kammerwände unterscheidet. Von *E. bowmani bradyi* unterscheidet sich *E. sp.3* noch deutlicher durch ihre etwas länglicheren Kammern und durch das Fehlen einer Zusatzlage.

Verbreitung: Im Tn3c oder V1a des Frankenwaldes.

***Endothyra* sp. 4**

Taf. 12 Fig. 173

Material: Ein einzelnes Exemplar aus Probe E15 (=V2a) des Kohlenkalkes vom Eisenbachtal.

Beschreibung: Das vorliegende Gehäuse erreicht im Durchmesser 410 μ und zeigt 4 Windungen mit 8 Kammern in der letzten Windung. Die ersten beiden Windungen sind dabei fast planspiral. Die dritte Windung steht dann etwa senkrecht auf den ersten beiden Windungen, so daß dieses Stadium sehr an *E. freyri* erinnert. Die vierte Windung steht senkrecht auf der dritten und ist damit wiederum in etwa parallel zu den ersten beiden Windungen angeordnet. Die ersten beiden Windungen nehmen nur sehr langsam an Höhe zu und bleiben verhältnismäßig niedrig. Von diesen setzen sich die letzten beiden Windungen auch durch ihre erheblich größere Höhe ab. Die Kammerwände sind leicht gewölbt. Die Suturen sind vor allem in der letzten Halbwindung deutlich sichtbar. Die Septen sind ziemlich lang, gerade oder leicht nach vorne konvex gewölbt. Eine Zusatzlage ist nicht vorhanden. Die Gehäusewand erscheint feinkörnig, dunkel und ist relativ dünn, in der letzten Windung 12 μ .

Vergleich: *Endothyra* sp. 4 erinnert mit ihren ersten 3 Windungen stark an *E. freyri* (CONIL & LYS 1964), der jedoch die vierte Windung fehlt. Außerdem ist diese wesentlich größer als es die ersten 3 Windungen von *E. sp. 4* sind. Ähnlich wird auch *Dainella fleronensis* (CONIL & LYS), von der sich *E. sp. 4* jedoch durch eine geringere Anzahl von Kammern, durch längere Septen, durch die Art der Distorsion (bei *D. fleronensis* sind die Anfangswindungen kaum planspiral) und durch das Fehlen der Zusatzlage unterscheidet.

Verbreitung: Im V2a des Frankenwaldes.

Endothyra sp. 5

Taf. 12 Fig. 174

Material: Ein einzelnes Exemplar aus Probe P5 (=V1b) des Kohlenkalkes von Poppengrün.

Beschreibung: Das vorliegende Gehäuse erreicht im Durchmesser 560 μ und zeigt 3 Windungen mit 6½ Kammern in der letzten Windung. Die erste Windung ist niedrig und bildet einen kleinen Ball. Die letzten beiden Windungen sind fast planspiral. Sie nehmen rasch an Höhe zu. Die Kammern sind geräumig, länglich und besitzen schwach gewölbte Außenwände. Suturen sind nicht erkennbar. Die Septen sind lang, gerade und stehen senkrecht zur Windung. Die Zusatzlage erscheint in äquatorialer Schnittlage am Boden aller Kammern der letzten Windung als dreieckige, nahezu regelmäßige Aufwölbung und ist auch außerhalb der letzten Kammer noch angedeutet. Die Wand erscheint feinkörnig, dunkel und ist relativ dick. Sie erreicht in der letzten Windung 40 μ .

Vergleich: *Endothyra* sp. 5 unterscheidet sich sehr deutlich von allen bekannten *Endothyra*-Arten und stellt deshalb sehr wahrscheinlich eine neue Art dar. Wegen des viel zu geringen Materials (nur 1 Exemplar) muß jedoch auf die Benennung derselben verzichtet werden. Eine gewisse Ähnlichkeit besteht zu *E. sp. 1*, von der sich *E. sp. 5* jedoch sehr deutlich durch ihr kleineres, ballförmiges Anfangsstadium, durch kaum gewölbte Kammerwände, durch senkrecht zur Windung angeordnete Septen, durch das Fehlen von Suturen und durch ihre unterschiedlich ausgebildete Zusatzlage unterscheidet. Eine entfernte Ähnlichkeit zeigt auch *Plectogyranopsis dendrei* (CONIL & LYS). Von dieser unterscheidet sich *E. sp. 5* durch schwächer gewölbte Kammerwände, längere Septen, die feinkörnigere Wand und durch die unterschiedlich ausgebildete Zusatzlage.

Verbreitung: Im V1b des Frankenwaldes.

Eostaffella RAUSER-ČERNOUSOVA 1948

Typus-Art: *Eostaffella parastruvei* RAUSER-ČERNOUSOVA 1948.

Eostaffella mosquensis VISSARIONOVA 1948

Taf. 12 Fig. 179—180

- * 1948 *Eostaffella mosquensis* VISSARIONOVA, Primitive Fusulinidae: 222, Taf. 14 Fig. 4—6.
 1962 *Eostaffella mosquensis*. — BOGUŠ & JUFEREV, Foraminiferen und Stratigraphie: 172—173, Taf. 6 Fig. 27.
 1972 *Eostaffella mosquensis*. — CHERKESOVA & CHERNYAK, Taimyr: 32—33, Taf. 3 Fig. 6.

Material: Jeweils einige wenige Exemplare aus den oberen Lagen des Kohlenkalkes südwestlich Regnitzlosau (V2a) und aus dem V2a-Anteil des Kohlenkalkes nordnordwestlich der Klötzlamühle.

Beschreibung: Vorliegende Exemplare zeigen ein aufgebläht planspirales Gehäuse ohne Nabel und mit rundlicher oder schwach keilförmiger Peripherie (= Externseite). Sie erreichen Durchmesser von 350—360 μ und Breiten von 200—215 μ . Das Verhältnis B/D liegt bei 0,55—0,60. Die 3—4 Windungen sind anfangs sehr niedrig, nehmen jedoch im Verlaufe des Wachstums sehr schnell an Höhe zu. Die Höhe der letzten Windung liegt zwischen 73 und 80 μ . Vor allem im Dach der vorletzten Windung finden sich kräftig entwickelte Pseudochomata. Die Gehäusewand erscheint feinkörnig, dunkel und einlagig. Sie wird in der letzten Windung 10—13 μ dick.

Vergleich: Vorliegende Exemplare gehören sicher zu *Eostaffella mosquensis*, weichen aber von allen bekannten Formen jeweils geringfügig ab. Sie sind bei gleichem Durchmesser etwas breiter als die von VISSARIONOVA beschriebenen Exemplare, als das von BOGUŠ & JUFEREV abgebildete Exemplar und ebenso breiter als die Exemplare der von CONIL & LYS beschriebenen *Eostaffella mosquensis* var. *tumida*. Von Letzterer unterscheiden sie sich auch durch stärker entwickelte Pseudochomata.

Verbreitung: Im Visé und Namur der Russischen Plattform und des E-Taimyr (UDSSR). — Im V2b—V3a Belgiens. — Im V2a des Frankenwaldes.

Eostaffella sp. 1

Taf. 12 Fig. 175—177

Material: Jeweils einige wenige Exemplare aus dem V1b-Bereich des Kohlenkalkes von Poppengrün, aus dem Kohlenkalk vom Tännichsbachtal (höheres V1b oder V2a) sowie aus den oberen Lagen des Kohlenkalkes südwestlich Regnitzlosau (V2a).

Beschreibung: Das Gehäuse von *Eostaffella* sp. 1 zeigt eine keilförmige Peripherie (Externseite) und ist seitlich etwas abgeflacht. Ein Nabel deutet sich gerade eben an. Die Gehäuse-Durchmesser erreichen 450—560 μ , die Breiten 265—320 μ . Das Verhältnis B/D liegt bei 0,57—0,58. Die insgesamt 3—4 Windungen des Gehäuses sind anfangs nicht völlig planspiral und sehr niedrig. Ihre Höhe und Breite nimmt in den letzten beiden Windungen jedoch stark zu. In der letzten Windung beträgt deren Höhe 115—130 μ . An der Peripherie der Windungen sind Pseudochomata kräftig entwickelt. Die Gehäusewand ist feinkörnig, dunkel und in der letzten Windung 11—13 μ dick. Bei manchen Exemplaren scheint ein schwaches Tectum entwickelt zu sein.

Vergleich: *Eostaffella* sp. 1 wird *E. parastruvei parastruvei* RAUSER-ČERNOUSOVA sehr ähnlich. *E.* sp. 1 unterscheidet sich von dieser nur durch den etwas

seichteren Nabel und durch eine bei gleichem Durchmesser etwas größere Breite.

Verbreitung: Im V1b—V2a des Frankenwaldes.

***Mediocris* ROZOVSKAYA 1961**

Typus-Art: *Eostaffella mediocris* VISSARIONOVA 1948.

***Mediocris breviscula* (GANELINA 1951)**

Taf. 12 Fig. 181

- * 1951 *Eostaffella mediocris* var. *breviscula* GANELINA, *Eostaffellidae* und *Millerellidae*: 197—198, Taf. 3 Fig. 1—3.
- 1954 *Eostaffella breviscula*. — GROZDILOVA & LEBEDEVA, *Carboniferous Foraminifera*: 121—122, Taf. 8 Fig. 12—13.
- 1962 *Mediocris breviscula*. — BOGUŠ & JUFEREV, *Foraminiferen und Stratigraphie*: 159, Taf. 6 Fig. 7—8.
- 1964 *Mediocris breviscula*. — CONIL & LYS, *Matériaux Micropaléontologique*: 238, Taf. 40 Fig. 840—841.

Material: Einige wenige Exemplare aus den oberen Lagen des Kohlenkalkes südwestlich Regnitzlosau (V2a).

Beschreibung: Die Gehäuse der vorliegenden Exemplare erreichen im Durchmesser 290—350 μ und in der Breite 140—150 μ . Das Verhältnis B/D liegt zwischen 0,43 und 0,47. Die planspiral gewundenen Gehäuse zeigen eine rundliche Peripherie (Externseite) sowie abgeflachte, annähernd parallel zueinander verlaufende Flanken ohne Nabel. Die etwa 3 Windungen nehmen sehr regelmäßig an Breite und Höhe zu und umgreifen sich völlig. Sie lassen den Axialbereich durch kräftige Zusatzlagen sehr dunkel erscheinen. Im übrigen erscheint die Gehäusewand ebenfalls sehr dunkel und feinkörnig. Sie wird in der letzten Windung 7—10 μ dick.

Vergleich: Die Exemplare aus dem Frankenwald stimmen völlig mit dem aus der UdSSR und aus Belgien beschriebenen Material überein. Jedoch fanden sich die aus der UdSSR beschriebenen besonders kleinen Formen im Frankenwald nicht.

Verbreitung: Im hohen Visé (Mikhailov) der UdSSR. — Im V2a—V2b Belgiens. — Im V2a des Frankenwaldes.

Tafel 1—13 zur Arbeit MANSOURIAN

Die bei den einzelnen Abbildungen angegebenen Schliffbezeichnungen setzen sich zusammen aus den Anfangsbuchstaben des Vorkommens (z. B. Tg = Trogenau), aus der Nummer der Probe (z. B. Tg1 = erste bzw. unterste Probe im Aufschluß), aus der Nummer des Schliffes, falls mehrere Schliffe von einer Probe angefertigt wurden (z. B. Tg1a = Schliff „a“ von Probe Tg1) sowie aus der jeweiligen Schnittlage des Schliffes (z. B. Tg1a \perp = senkrecht, Tg1a \parallel = parallel zur Schichtung). Die Schliffe des Bayerischen Geologischen Landesamtes sind mit BGL und der dazugehörigen Schliff-Nummer bezeichnet.

Tafel 1

Vergrößerungen: Fig. 1—9 = $\times 140$, Fig. 10—28 = $\times 75$.

Fig. 1—3. *Eotuberitina reitlingerae* M. MAKLAY 1958 S. 55

1. Tn4a \perp ; aufgelassener Kohlenkalkbruch im Tännichsbachtal östlich Kalkofen (Bl. Naila), unmittelbar von der Basis des Konglomerates. — Höheres V1b oder V2a. — Längsschnitt.
- 2—3. Bib; Kohlenkalk-Linse im Kulm-Schiefer am Forstweg etwa 300 m südwestlich der Bischofsmühle (Bl. Schwarzenbach am Wald). — V1a. — Längsschnitte.

Fig. 4—6. *Pachysphaera dervillei* CONIL & LYS 1964 S. 55

- Aufgelassener Kohlenkalkbruch im Tännichsbachtal östlich Kalkofen (Bl. Naila), unmittelbar von der Basis des Konglomerates. — Höheres V1b oder V2a.
4. Tn4a \perp ; Schnitt durch die kugelförmige Schale.
 - 5—6. Tn4=; Schnitte durch die kugelförmigen Schalen.

Fig. 7—8. *Radiosphaera ponderosa* REITLINGER 1960 S. 56

- Kohlenkalkbruch etwa 1,2 km nordwestlich Trogenau (Bl. Bobenneukirchen). — V1a.
7. Tg1a \perp ; etwa 50 cm über der Aufschluß-Basis. — Schnitt durch die kugelförmige Schale.
 8. Tg10 \perp ; oberste aufgeschlossene Bank. — Schnitt durch die kugelförmige Schale.

Fig. 9. *Earlandia minima* (BIRINA 1948) S. 56

- Bib; Kohlenkalk-Linse im Kulm-Schiefer am Forstweg etwa 300 m südwestlich der Bischofsmühle (Bl. Schwarzenbach am Wald). — V1a. — Längsschnitt.

Fig. 10. *Ammodiscus borealis* MALAKHOVA 1956 S. 49

- P8=; Kohlenkalkbruch Poppengrün (Bl. Schwarzenbach am Wald und Bl. Helmbrechts); 30 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V1b. — Äquatorialschnitt.

Fig. 11. *Ammodiscus* sp. 1 S. 50

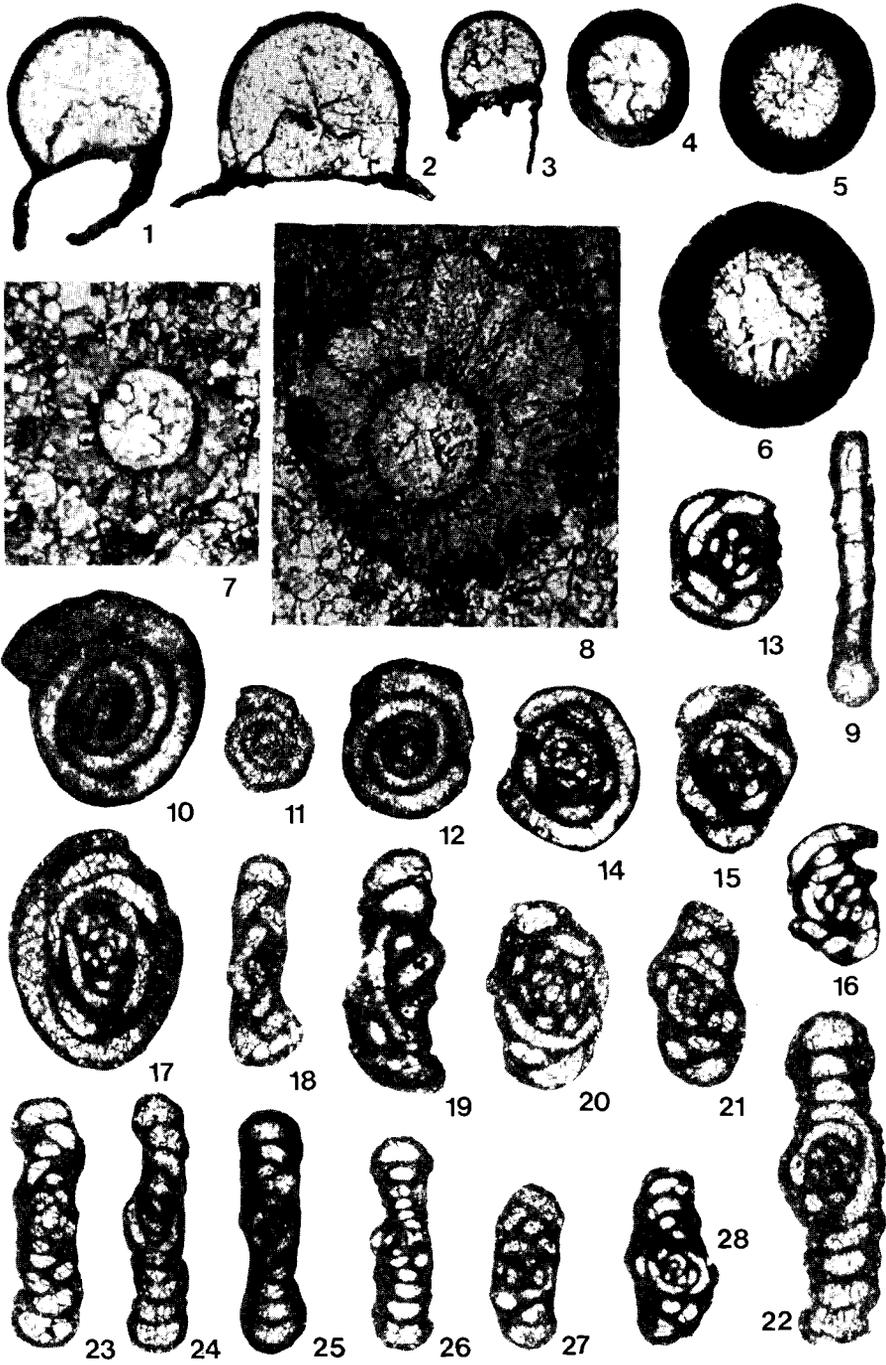
- Schnh2 \perp ; kleiner Kalk-Felsen im Köstenwald, oberhalb des Forstweges, etwa 1 km südlich Schnappenhammer (Bl. Schwarzenbach am Wald). — Höheres V1b oder V2a. — Äquatorialschnitt.

Fig. 12. *Ammodiscus* sp. 2 S. 50

- R-N1b \perp ; Kohlenkalkfelsen etwa 400 m ost-südöstlich der Ruine Nordeck (Bl. Stadtsteinach); unterste aufgeschlossene Bank. — Höheres V1b oder V2a. — Äquatorialschnitt.

- Fig. 13—16. *Glomospira curiosa* MALAKHOVA 1956 S. 51
Kohlenkalkbruch etwa 1,2 km nordwestlich Trogenau (Bl. Bobenneukirchen). — V1a.
13. Tg2a=; 4 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Schräger Transversalschnitt.
14. Tg4a=; 11 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Transversalschnitt.
15. Tg7a1⊥; 21,5 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Schräger Transversalschnitt.
Steinbruch etwa 200 m östlich Osseck am Wald (Bl. Rehau). — Tieferes Tn3c.
16. Os3b⊥; spätige Linse nahe der Basis des Kohlenkalkes. — Schräger Transversalschnitt.
- Fig. 17—23. Foraminiferen aus dem Kohlenkalkbruch etwa 1,2 km nordwestlich Trogenau (Bl. Bobenneukirchen). — V1a.
- Fig. 17. *Glomospira ilimica* MALAKHOVA 1956 S. 51
Tg2c=; 4 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Transversalschnitt.
- Fig. 18—19. *Glomospira jactata* CONIL & LYS 1964 S. 51
Tg2b⊥; 4 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Schrägschnitte.
- Fig. 20—21. *Glomospira ovalis ovalis* MALAKHOVA 1956 S. 52
20. Tg2b⊥; 4 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Schräger Axialschnitt.
21. Tg5a⊥; 14,5 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Schräger Axialschnitt.
- Fig. 22—26. *Brunsia pulchra* MIKHAILOV 1939 S. 52
22. Tg2b⊥; 4 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Axialschnitt.
23. Tg3=; 7 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Axialschnitt.
Aufgelassener Kohlenkalkbruch etwa 500 m südwestlich Regnitzlosau (Bl. Rehau). — V2a.
24. BGL 7651. — Axialschnitt.
Kohlenkalkbruch etwa 1,2 km nordwestlich Trogenau (Bl. Bobenneukirchen). — V1a.
25. Tg4⊥; 11 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Axialschnitt.
26. Tg7b⊥; 21,5 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Axialschnitt.
- Fig. 27—28. *Brunsia cf. pulchra* MIKHAILOV 1939. S. 53
27. Tg3a⊥; Kohlenkalkbruch etwa 1,2 km nordwestlich Trogenau (Bl. Bobenneukirchen); 7 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V1a. — Schräger Axialschnitt.
28. Os3b1=; spätige Linse nahe der Basis der Kohlenkalke im Steinbruch etwa 200 m östlich Osseck am Wald (Bl. Rehau). — Tieferes Tn3c. — Schräger Axialschnitt.

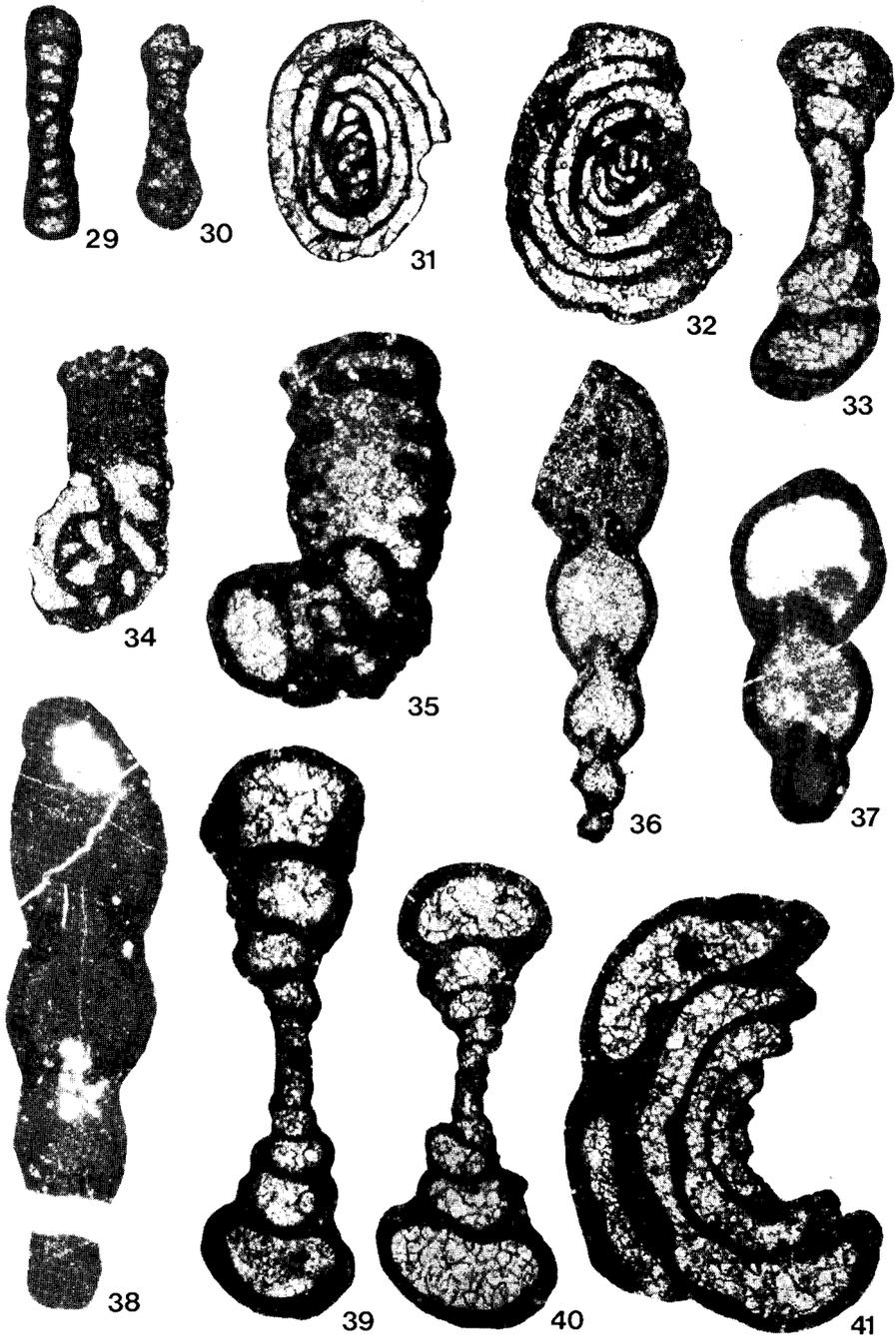
Tafel 1



Tafel 2

- Fig. 29—32. *Brunsia spirillinoides* (GROZDILOVA & GLEBOVSKAIA 1948) . . . S. 53
Vergrößerungen: $\times 75$.
29. P22=; Kohlenkalkbruch Poppengrün (Bl. Schwarzenbach am Wald und Bl. Helmbrechts); 87 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V2a. — Axialschnitt.
30. K-M9a \perp ; aufgelassener Kohlenkalkbruch etwa 250 m nordnordwestlich der Klötzlamühle (Bl. Rehau); 8 m im Hangenden der Kohlenkalk-Basis. — V1b oder V2a. — Axialschnitt.
31. Os3b=; spätige Linse nahe der Basis der Kohlenkalke im Steinbruch etwa 200 m östlich Osseck am Wald (Bl. Rehau). — Tieferes Tn3c. — Transversalschnitt.
32. Tg7b1 \perp ; Kohlenkalkbruch etwa 1,2 km nordwestlich Trogenau (Bl. Boben-neukirchen); 21,5 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V1a. — Schräger Transversalschnitt.
- Fig. 33. *Brunsia? valida* (CONIL & LYS 1964) S. 54
Tg1a \perp ; $\times 75$. Kohlenkalkbruch etwa 1,2 km nordwestlich Trogenau (Bl. Boben-neukirchen); etwa 50 cm über der Aufschluß-Basis. — V1a. — Schräger Axialschnitt.
- Fig. 34—35. *Lituotubella glomospiroides* RAUSER-ČERNOUSSOVA 1948
scalaeformis CONIL & LYS 1964 S. 57
Wegaufschluß am SE-Hang des Eisenbachtals (Bl. Schwarzenbach am Wald). — V1a. — Vergrößerungen: $\times 30$.
34. E17 \perp ; 68 m im Hangenden der Kohlenkalk-Basis. — Längsschnitt.
35. E16=; 64 m im Hangenden der Kohlenkalk-Basis. — Längsschnitt.
- Fig. 36—38. *Darjella monilis* MALAKHOVA 1963 (Vergr.: $\times 20$) S. 54
36. Tg8c=; Kohlenkalkbruch etwa 1,2 km nordwestlich Trogenau (Bl. Boben-neukirchen); 25 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V1a. — Längs-schnitt.
- 37—38. Kohlenkalk am Waldrand, etwa 1,2 km ostnordöstlich Schloßgattendorf (Bl. Boben-neukirchen). — V1a.
37. BGL 7646; schräger Längsschnitt.
38. BGL 7647; Längsschnitt.
- Fig. 39—41. *Tournayella gigantea minoris* LIPINA 1955 S. 58
Kohlenkalkbruch etwa 1,2 km nordwestlich Trogenau (Bl. Boben-neukir-chen). — V1a. — Vergrößerungen: $\times 75$.
39. Tg4 \perp ; 11 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Axialschnitt.
40. Tg2a \perp ; 4 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Axialschnitt.
41. Tg2c=; 4 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Schräger Äquatorial-schnitt.

Tafel 2

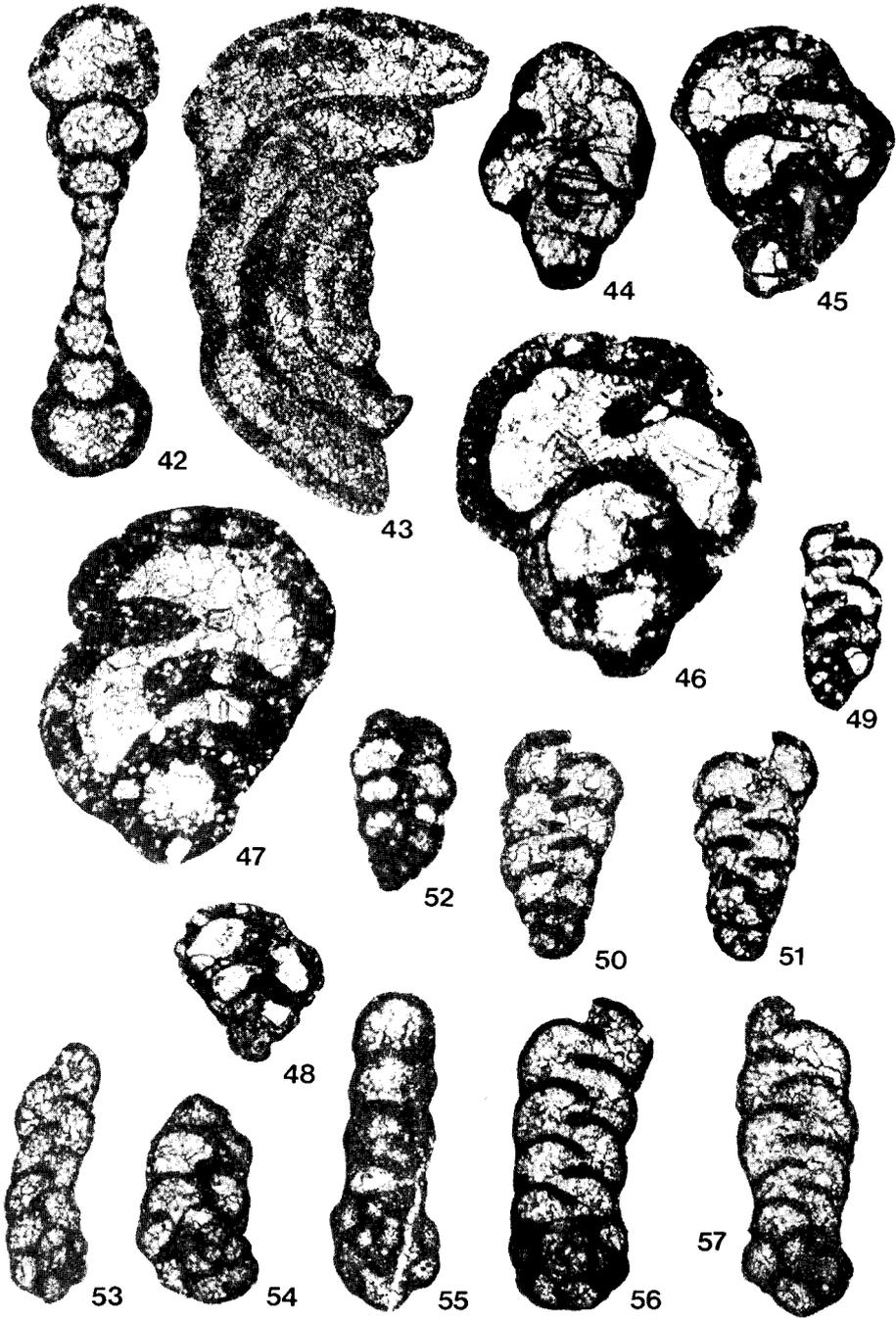


Tafel 3

Vergrößerungen: Mit Ausnahme von Fig. 47 (= $\times 55$) alle $\times 75$.

- Fig. 42—43. *Tournayella gigantea minoris* LIPINA 1955 S. 58
Kohlenkalkbruch etwa 1,2 km nordwestlich Trogenau (Bl. Bobenneukirchen). — V1a.
42. Tg4 \perp ; 11 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Axialschnitt.
43. Tg7b1 \perp ; 21,5 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Schräger Äquatorialschnitt.
- Fig. 44. *Tournayellina beata* (MALAKHOVA 1956) S. 58
Os3a=; späte Linse nahe der Basis der Kohlenkalke im Steinbruch etwa 200 m östlich Osseck am Wald (Bl. Rehau). — Tieferes Tn3c. — Äquatorialschnitt.
- Fig. 45—48. *Palaeospiroplectammia diversa* (N. TCHERNYSHEVA 1948) . . . S. 60
45. BGL 7868; Bahneinschnitt Poppengrün westlich Bhf. Döbra (Bl. Schwarzenbach am Wald). — Höheres Tn3c oder V1a. — Biserieller Längsschnitt.
- 46—47. Unreine Kalkzwischenlagen im Kulm des Bahneinschnittes Bärenhäuser, etwa 550 m nordöstlich Poppengrün (Bl. Helmbrechts). — Höheres Tn3c oder V1a. 46. — BBb \perp ; Biserieller Längsschnitt. — 47. Besonders gut agglutiniert; BBb=; Biserieller Längsschnitt.
48. Extrem kleines Exemplar; BGL 7868; Bahneinschnitt Poppengrün (Bl. Schwarzenbach am Wald). — Höheres Tn3c oder V1a. — Biserieller Längsschnitt.
- Fig. 49—57. Foraminiferen aus dem Kohlenkalkbruch etwa 1,2 km nordwestlich Trogenau (Bl. Bobenneukirchen). — V1a.
- Fig. 49—52. *Palaeospiroplectammia mellina* (MALAKHOVA 1956) S. 61
- 49—50. Tg4 \perp ; 11 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Biserieller Längsschnitt.
51. Tg5a \perp ; 14,5 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Biserieller Längsschnitt.
52. Tg3=; 7 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Biserieller Längsschnitt.
- Fig. 53—57. *Endospiroplectammia venusta* (VDOVENKO 1954) S. 62
53. Tg9b \perp ; 28 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Biserieller Längsschnitt.
54. Tg7a1 \perp ; 21,5 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Schräg biserialer Längsschnitt.
55. Tg6a=; 18 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Schräg biserialer Längsschnitt.
56. Tg8 \perp ; 25 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Biserieller Längsschnitt.
57. Tg5b \perp ; 14,5 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Biserieller Längsschnitt.

Tafel 3

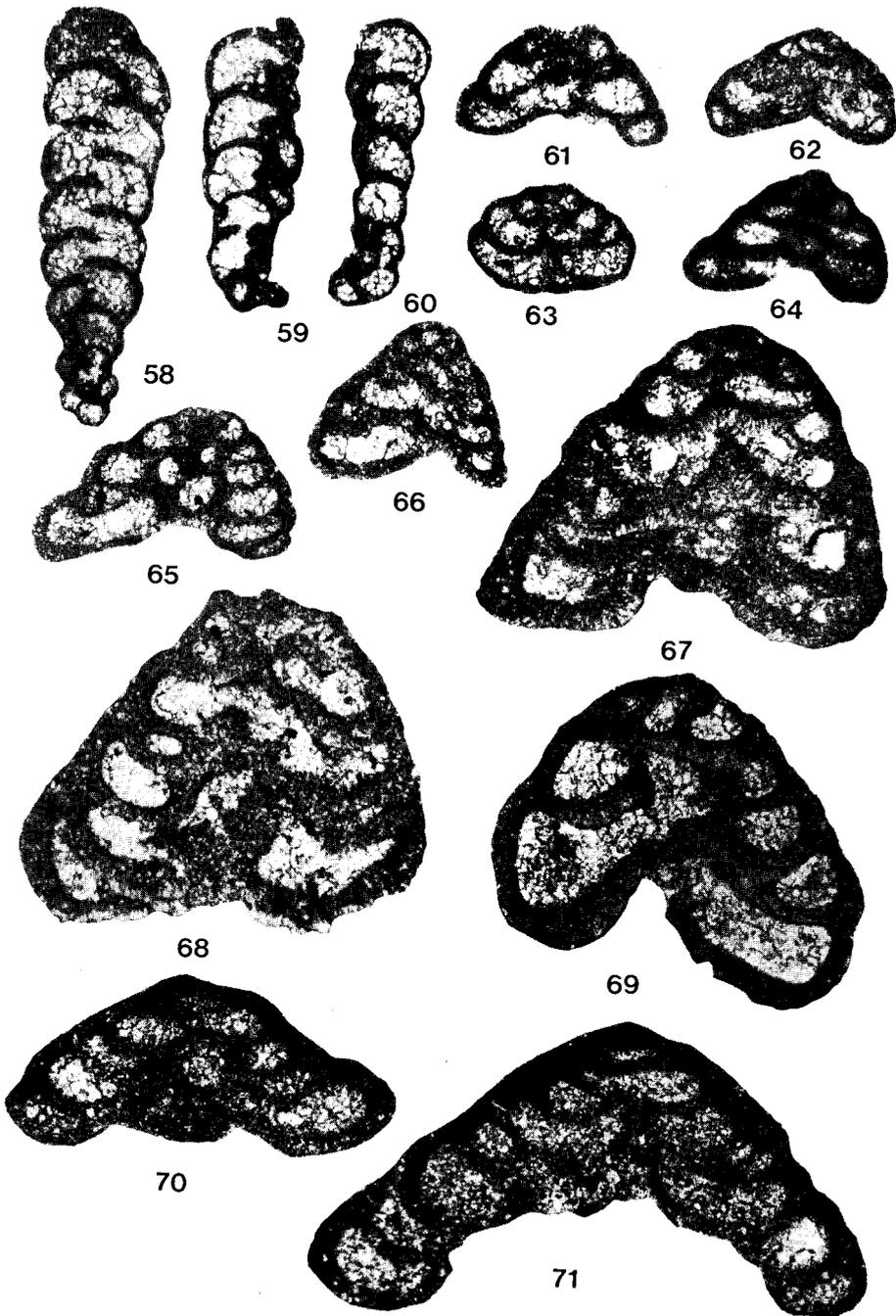


Tafel 4

Alle Vergrößerungen $\times 75$.

- Fig. 58—60. *Endospiroplectammina conili conili* LIPINA 1970 S. 62
Kohlenkalkbruch etwa 1,2 km nordwestlich Trogenau (Bl. Bobenneukirchen). — V1a.
58. Tg1a \perp ; etwa 50 cm über der Aufschluß-Basis. — Biserieller Längsschnitt.
59. Tg2b \perp ; 4 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Schräg biserialer Längsschnitt.
60. Tg4 \perp ; 11 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Fast uniserialer Längsschnitt.
- Fig. 61—63. *Tetrataxis eominima* RAUSER-ČERNOUSOVA 1948. S. 63
Kohlenkalkbruch Poppengrün (Bl. Schwarzenbach am Wald und Bl. Helmbrechts). — Axialschnitt.
61. P12 \perp ; 46 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V1b.
Wegaufschluß am SE-Hang des Eisenbachtals (Bl. Schwarzenbach am Wald). — Axialschnitte.
62. E15=; 60 m im Hangenden der Kohlenkalk-Basis. — V2a.
63. E15 \perp ; 60 m im Hangenden der Kohlenkalk-Basis. — V2a.
- Fig. 64—66. *Tetrataxis* aff. *immatura* GROZDILOVA & LEBEDEVA 1954 sensu
CONIL & LYS 1964 (S. 64)
Kohlenkalk am Waldrand, etwa 1,2 km ostnordöstlich Schloßgattendorf (Bl. Bobenneukirchen). — V1a. — Axialschnitt.
64. BGL 7646.
Kohlenkalkbruch etwa 1,2 km nordwestlich Trogenau (Bl. Bobenneukirchen). — V1a. — Axialschnitte.
65. Tg5a \perp ; 14,5 m im Hangenden der Aufschluß-Basis.
66. Tg9a \perp ; 28 m im Hangenden der Aufschluß-Basis.
- Fig. 67—69. *Tetrataxis paraminima* VISSARIONOVA 1948 ssp. S. 64
67. BGL 7653; aufgelassener Kohlenkalkbruch etwa 500 m südwestlich Regnitzlosau (Bl. Rehau). — V2a. — Axialschnitt.
68. Tn5b \perp ; aufgelassener Kohlenkalkbruch im Tännichsbachtal östlich Kalkofen (Bl. Naila); unmittelbar von der Basis des Konglomerates. — Höheres V1b oder V2a. — Axialschnitt.
69. Pam2 \perp ; aufgelassener kleiner Kohlenkalkbruch etwa 100 m südöstlich der Papiermühle (Bl. Helmbrechts). — Höheres V1b oder V2a. — Axialschnitt.
- Fig. 70—71. *Tetrataxis* cf. *pressula* MALAKHOVA 1956 S. 65
Kleiner Kalk-Felsen im Köstenwald, oberhalb des Forstweges, etwa 1 km südlich Schnappenhammer (Bl. Schwarzenbach am Wald). — Höheres V1b oder V2a. — Axialschnitte.
70. Schnh1 \perp .
71. Schnh1=.

Tafel 4

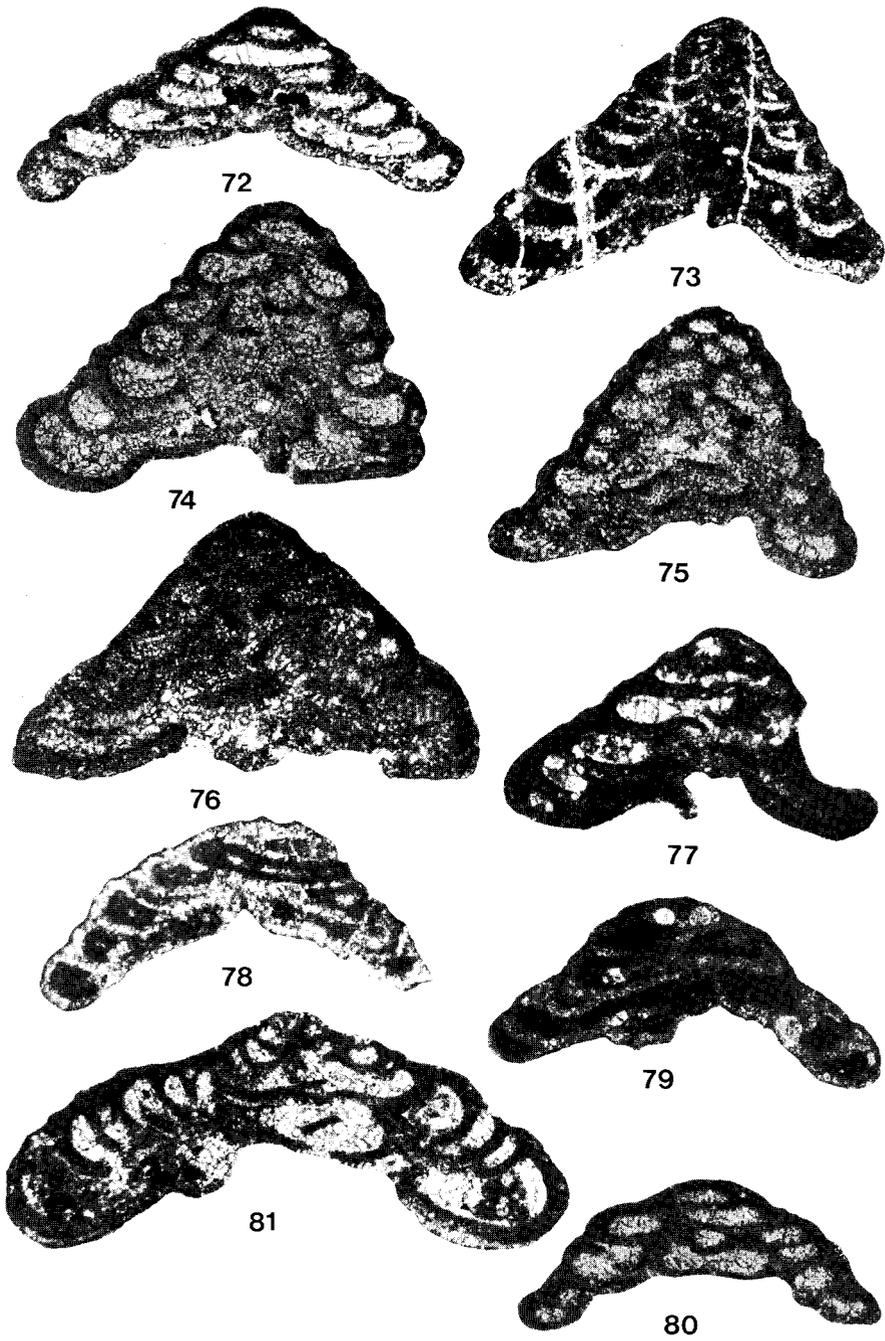


Tafel 5

Axialschnitte verschiedener *Tetrataxis*-Arten.

- Fig. 72. *Tetrataxis pressula pressula* MALAKHOVA 1956. S. 65
 S1=; $\times 50$. Kohlenkalkknollen im transgredierenden Unterkarbon des Aufschlusses hinter dem Haus Nr. 11, SE-Teil von Seubethenreuth (Bl. Schwarzenbach am Wald). — Höheres V1b oder V2a.
- Fig. 73. *Tetrataxis barkhatovae* GROZDILOVA & LEBEDEVA 1954 cf. *pigra*
 CONIL & LYS 1964 S. 66
 BGL 7856; $\times 50$.
 Alte Dachschiefer-Grube Lothar Heil (Bl. Nordhalben). — V2b oder V3a.
- Fig. 74—76. *Tetrataxis* sp. 1 S. 66
 74. BGL 7720; $\times 50$. Aufgelassener kleiner Kohlenkalkbruch etwa 100 m südöstlich der Papiermühle (Bl. Helmbrechts). — Höheres V1b oder V2a.
 75. Typische Form; S1 \perp ; $\times 60$. Kohlenkalkknollen im transgredierenden Unterkarbon des Aufschlusses hinter dem Haus Nr. 11, SE-Teil von Seubetenreuth (Bl. Schwarzenbach am Wald). — Höheres V1b oder V2a.
 76. P24 \perp ; $\times 75$. Kohlenkalkbruch Poppengrün (Bl. Schwarzenbach am Wald und Bl. Helmbrechts); 94 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V2b?.
- Fig. 77. *Tetrataxis* sp. 2 S. 67
 BGL 7855; $\times 75$. Alte Dachschiefer-Grube Lothar Heil (Bl. Nordhalben). — V2b oder V3a.
- Fig. 78—80. *Tetrataxis* sp. 3 S. 67
 78. Typische Form; BGL 7855; $\times 50$.
 Alte Dachschiefer-Grube Lothar Heil (Bl. Nordhalben). — V2b oder V3a.
 79. P24=; $\times 50$. Kohlenkalkbruch Poppengrün (Bl. Schwarzenbach am Wald und Bl. Helmbrechts); 94 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V2b?.
 80. S1 \perp ; $\times 50$. Kohlenkalkknollen im transgredierenden Unterkarbon des Aufschlusses hinter dem Haus Nr. 11, SE-Teil von Seubetenreuth (Bl. Schwarzenbach am Wald). — Höheres V1b oder V2a.
- Fig. 81. *Tetrataxis pressula* MALAKHOVA 1956 cf. *gigantea* CONIL & LYS 1964 S. 66
 Leicht verdrücktes Exemplar; BGL 7722; $\times 50$. Aufgelassener kleiner Kohlenkalkbruch etwa 100 m südöstlich der Papiermühle (Bl. Helmbrechts). — Höheres V1b oder V2a.

Tafel 5



Tafel 6

Alle Vergrößerungen $\times 75$. — Fig. 82—88 = Axialschnitte und Fig. 89—92 = schräge Axialschnitte verschiedener *Tetrataxis*-Arten.

Fig. 82—84. *Tetrataxis* sp. 4 S. 68

82. Typische Form; Tn5a \perp ; aufgelassener Kohlenkalkbruch im Tännichsbachtal östlich Kalkofen (Bl. Naila); unmittelbar von der Basis des Konglomerates. — Höheres V1b oder V2a.

83. BGL 7807; aufgelassener Kohlenkalkbruch am Hirschrangen, am NW-Hang des Rodachsrangens (Bl. Schwarzenbach am Wald). — V2a.

84. Tn5=; aufgelassener Kohlenkalkbruch im Tännichsbachtal östlich Kalkofen (Bl. Naila); unmittelbar von der Basis des Konglomerates. — Höheres V1b oder V2a.

Fig. 85—86. *Tetrataxis* cf. *paraminima* VISSARIONOVA 1948 S. 64

85. Besonders großes Exemplar: BGL 7651; aufgelassener Kohlenkalkbruch etwa 500 m südwestlich Regnitzlosau (Bl. Rehu). — V2a.

86. Mh3b=; Kohlenkalkscholle im Wurstkonglomerat des Steinbruches an der Straße, etwa 650 m nordnordöstlich Mauthaus (Bl. Teuschnitz). — V1b oder V2a.

Fig. 87—88. *Tetrataxis* sp. 5 S. 68

Tg4a=; Kohlenkalkbruch etwa 1,2 km nordwestlich Trogenau (Bl. Boben-neukirchen); 11 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V1a.

Fig. 89—92. *Tetrataxis* div. spec. indet

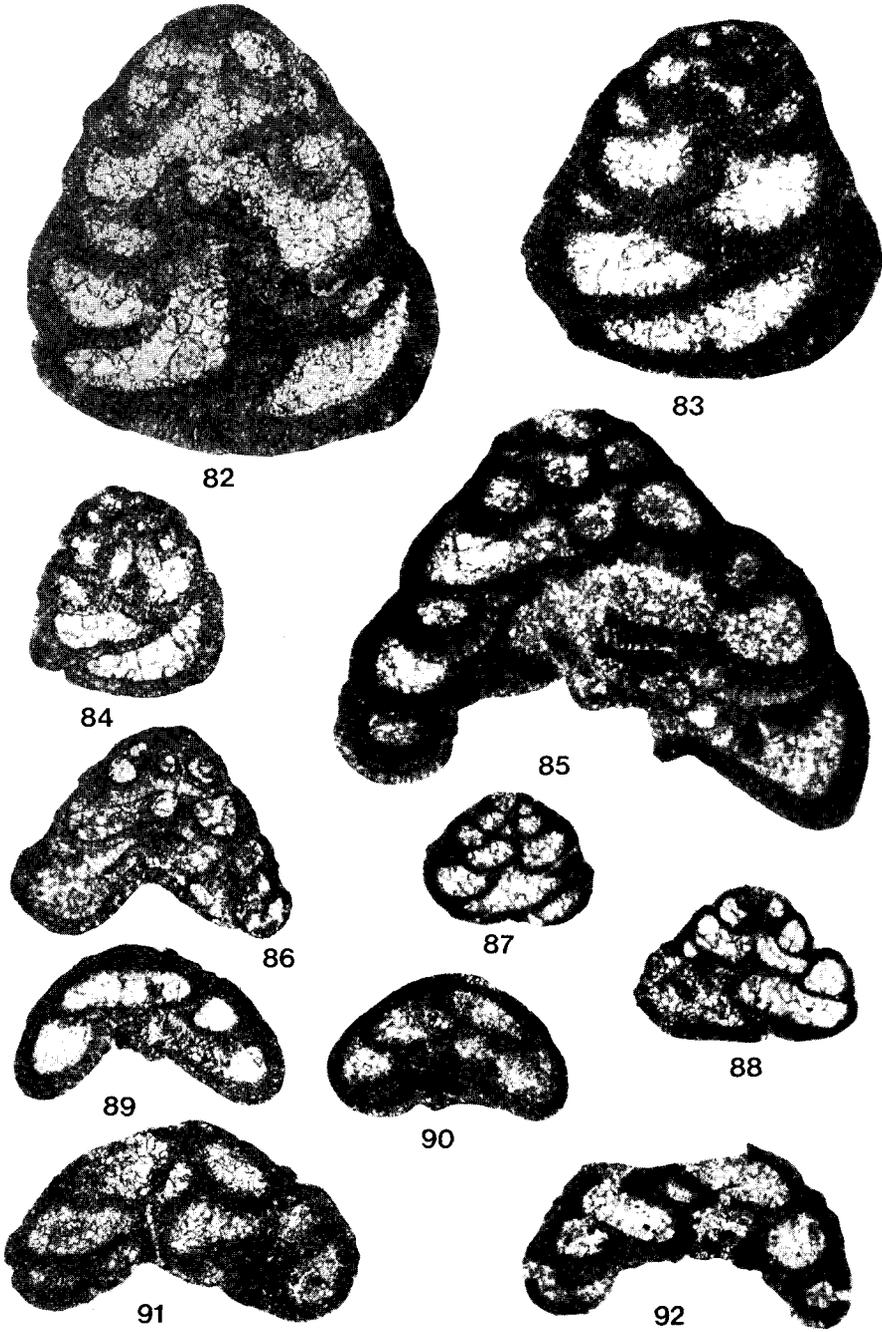
89. Tn3 \perp ; aufgelassener Kohlenkalkbruch im Tännichsbachtal östlich Kalkofen (Bl. Naila); etwa 2 m unter Kalk-Oberkante. — Höheres V1b oder V2a.

90. P8 \perp ; Kohlenkalkbruch Poppengrün (Bl. Schwarzenbach am Wald und Bl. Helmbrechts); 30 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V1b.

91. Tg9b \perp ; Kohlenkalkbruch etwa 1,2 km nordwestlich Trogenau (Bl. Boben-neukirchen); 28 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V1a.

92. BDa1; Bahneinschnitt Poppengrün westl. Bhf. Döbra (Bl. Schwarzenbach am Wald). — Höheres Tn3c oder V1a.

Tafel 6

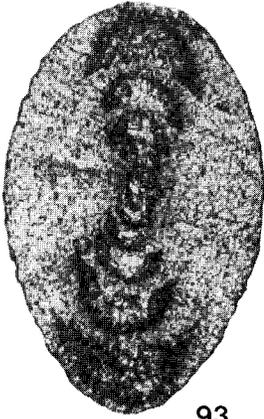


Tafel 7

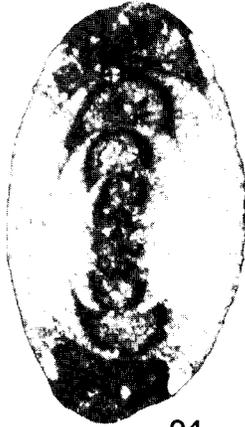
Alle Vergrößerungen $\times 100$. — Axialschnitte verschiedener *Permodiscus*-Arten.

- Fig. 93—94. *Permodiscus bucculentus* CONIL & LYS 1964 S. 72
93. Schnh2=; kleiner Kalk-Felsen im Köstenwald, oberhalb des Forstweges, etwa 1 km südlich Schnappenhammer (Bl. Schwarzenbach am Wald). — Höheres V1b oder V2a.
94. Mh3a=; Kohlenkalkscholle im Wurstkonglomerat des Steinbruches an der Straße, etwa 650 m nordnordöstlich Mauthaus (Bl. Teuschnitz). — V1b oder V2a.
- Fig. 95—96. *Permodiscus rotundus* TCHERNYSHEVA 1948 aff. *elongatus* CONIL & LYS 1964 S. 73
- Schnh1 \perp ; kleiner Kalk-Felsen im Köstenwald, oberhalb des Forstweges, etwa 1 km südlich Schnappenhammer (Bl. Schwarzenbach am Wald). — Höheres V1b oder V2a.
- Fig. 97. *Permodiscus rotundus* TCHERNYSHEVA 1948 *elongatus* CONIL & LYS 1964 S. 72
- P22=; Kohlenkalkbruch Poppengrün (Bl. Schwarzenbach am Wald und Bl. Helmbrechts); 87 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V2a.
- Fig. 98—99. *Permodiscus rotundus* TCHERNYSHEVA 1948 *inflatus* CONIL & LYS 1964 S. 73
98. BGL 7809; aufgelassener Kohlenkalkbruch am Hirschrangen, am NW-Hang des Rodachsrangens (Bl. Schwarzenbach am Wald). — V2a.
99. BGL 7677; aufgelassener Kohlenkalkbruch etwa 250 m nordnordwestlich der Klötzlamühle (Bl. Rehau). — V1b oder V2a.
- Fig. 100—101. *Permodiscus rotundus* TCHERNYSHEVA 1948 cf. *elongatus* CONIL & LYS 1964 S. 72
- Kleiner Kalk-Felsen im Köstenwald, oberhalb des Forstweges, etwa 1 km südlich Schnappenhammer (Bl. Schwarzenbach am Wald). — Höheres V1b oder V2a.
100. Schnh1 \perp .
101. Besonders großes Exemplar; Schnh1=.
- Fig. 102. *Permodiscus* cf. *bucculentus* CONIL & LYS 1964 S. 72
- Mh3 \perp ; Kohlenkalkscholle im Wurstkonglomerat des Steinbruches an der Straße, etwa 650 m nordnordöstlich Mauthaus (Bl. Teuschnitz). — V1b oder V2a.
- Fig. 103. *Permodiscus* sp. 1 S. 73
- Mh3 \perp ; Kohlenkalkscholle im Wurstkonglomerat des Steinbruches an der Straße, etwa 650 m nordnordöstlich Mauthaus (Bl. Teuschnitz). — V1b oder V2a.

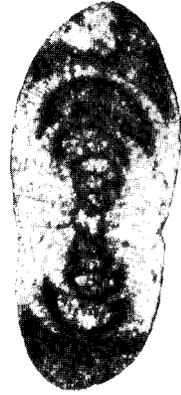
Tafel 7



93



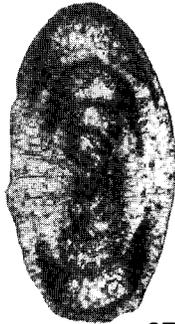
94



95



96



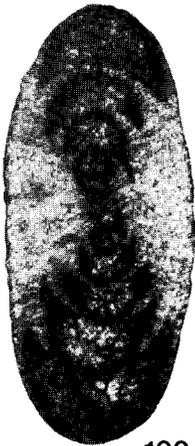
97



98



99



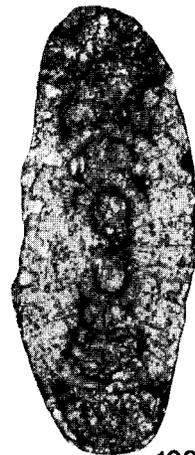
100



101



102



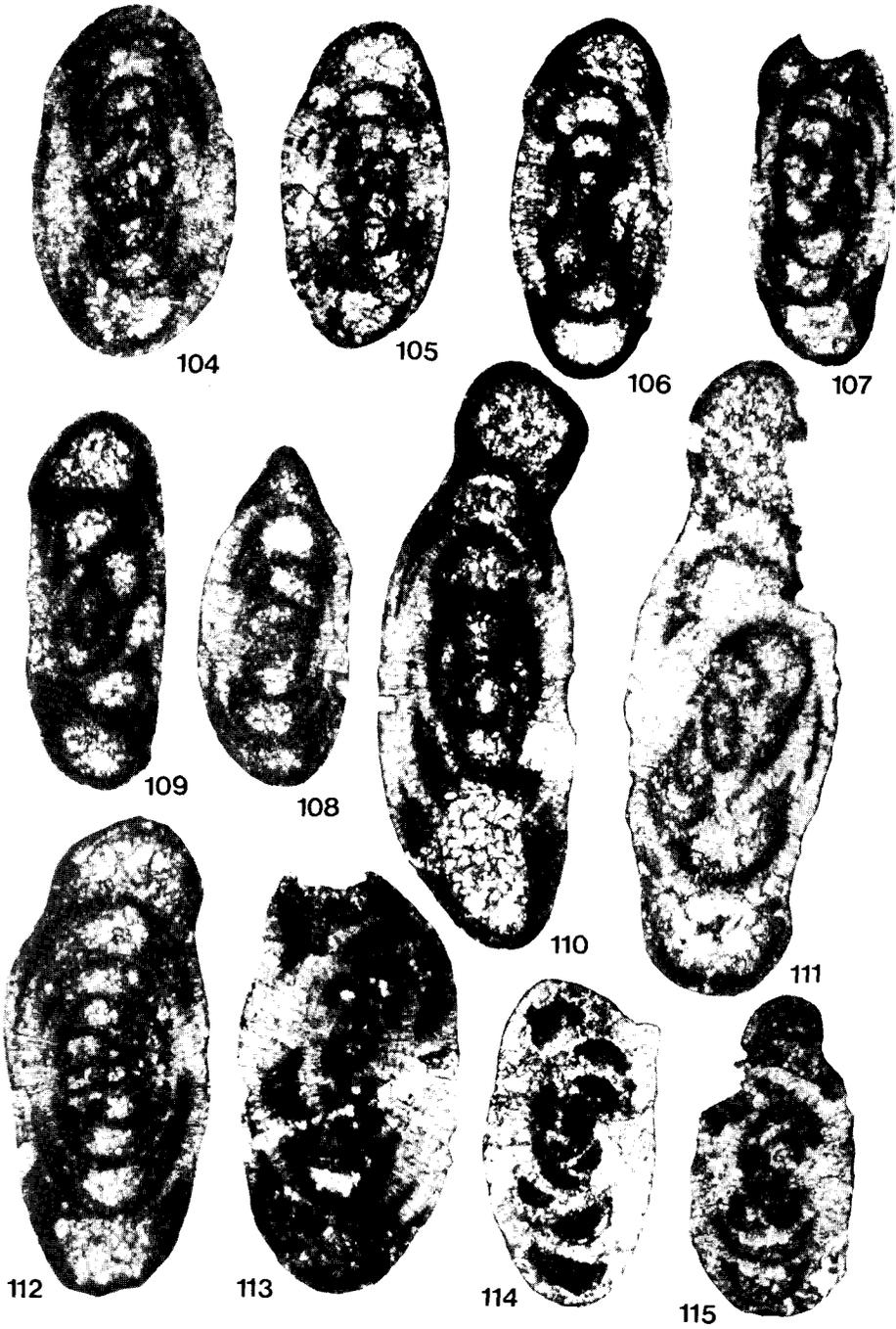
103

Tafel 8

Alle Vergrößerungen $\times 140$. — Axialschnitte verschiedener *Paraarchaediscus*- und *Archaediscus*-Arten.

- Fig. 104—105. *Paraarchaediscus lenitortus* (CONIL & LYS 1964) S. 74
104. P6=; Kohlenkalkbruch Poppengrün (Bl. Schwarzenbach am Wald und Bl. Helmbrechts); 22 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V1b.
105. K-M3 \perp ; aufgelassener Kohlenkalkbruch etwa 250 m nordnordwestlich der Klötzlamühle (Bl. Rehau); 2,3 m im Hangenden der Kohlenkalk-Basis. — V1b.
- Fig. 106—108. *Paraarchaediscus rigens* (CONIL & LYS 1964) S. 75
106. BGL 7680; aufgelassener Kohlenkalkbruch etwa 250 m nordnordwestlich der Klötzlamühle (Bl. Rehau). — V1b oder V2a.
107. E14a \perp ; Wegaufschluß am SE-Hang des Eisenbachtals (Bl. Schwarzenbach am Wald); 56 m im Hangenden der Kohlenkalk-Basis. — V2a.
108. Tn5a \perp ; aufgelassener Kohlenkalkbruch im Tännichsbachtal östlich Kalkofen (Bl. Naila); unmittelbar von der Basis des Konglomerates. — Höheres V1b oder V2a.
- Fig. 109. *Paraarchaediscus* sp. 1, aff. *P. liebusi* (CONIL & LYS 1968) S. 76
- P24 \perp ; Kohlenkalkbruch Poppengrün (Bl. Schwarzenbach am Wald und Bl. Helmbrechts); 94 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V2b?
- Fig. 110. *Paraarchaediscus* cf. *rigens* (CONIL & LYS 1964) S. 75
- Besonders großes Exemplar; E15=; Wegaufschluß am SE-Hang des Eisenbachtals (Bl. Schwarzenbach am Wald); 60 m im Hangenden der Kohlenkalk-Basis. — V2a.
- Fig. 111. *Paraarchaediscus* sp. 2 S. 76
- Tn4=; aufgelassener Kohlenkalkbruch im Tännichsbachtal östlich Kalkofen (Bl. Naila); unmittelbar von der Basis des Konglomerates. — Höheres V1b oder V2a.
- Fig. 112. *Paraarchaediscus* sp. 3 S. 77
- BGL 7855; alte Dachschiefer-Grube Lothar Heil (Bl. Nordhalben). — V2b oder V3a.
- Fig. 113—115. *Archaediscus karrereri karrereri* BRADY 1873 S. 69
113. BGL 7504; ehemaliger Steinbruch der Staatsforstverwaltung südwestlich Hertwegsgrün (Bl. Nordhalben). — V2b oder V3a.
114. BGL 7860; alte Dachschiefer-Grube Lothar Heil (Bl. Nordhalben). — V2b oder V3a.
115. BGL 7505; ehemaliger Steinbruch der Staatsforstverwaltung südwestlich Hertwegsgrün (Bl. Nordhalben). — V2b oder V3a.

Tafel 8



Tafel 9

- Fig. 116—117. *Archaediscus krestovnikovi krestovnikovi* RAUSER-
ČERNOUSOVA 1948 S. 70
Vergrößerungen: $\times 140$. — Axialschnitte.
116. R-N1=; Kohlenkalkfelsen etwa 400 m ost-südöstlich der Ruine Nordeck (Bl. Stadtsteinach); unterste aufgeschlossene Kohlenkalk-Bank. — Höheres V1b oder V2a.
117. Tn5a \perp ; aufgelassener Kohlenkalkbruch im Tännichsbachtal östlich Kalkofen (Bl. Naila); unmittelbar von der Basis des Konglomerates. — Höheres V1b oder V2a.
- Fig. 118—119. *Archaediscus* sp. 1 S. 70
Axialschnitte.
Schnh1 \perp ; $\times 100$. Kleiner Kalk-Felsen im Köstenwald, oberhalb des Forstweges, etwa 1 km südöstlich Schnappenhammer (Bl. Schwarzenbach am Wald). — Höheres V1b oder V2a.
- Fig. 120. *Archaediscus convexus* GROZDILOVA & LEBEDEVVA 1953 S. 70
BGL 7504; $\times 100$. Ehemaliger Steinbruch der Staatsforstverwaltung südwestlich Hertwegsgrün (Bl. Nordhalben). — V2b oder V3a. — Axialschnitt.
- Fig. 121—122. *Planoarchaediscus* sp. 1 S. 74
Vergrößerungen: $\times 140$. — Axialschnitte.
121. P23=; Kohlenkalkbruch Poppengrün (Bl. Schwarzenbach am Wald und Bl. Helmbrechts); 90 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V2a.
122. E13 \perp ; Wegaufschluß am SE-Hang des Eisenbachtals (Bl. Schwarzenbach am Wald); 52 m im Hangenden der Kohlenkalk-Basis. — V2a.
- Fig. 123. *Mstinia* sp. S. 60
BGL 7652; $\times 50$. Aufgelassener Kohlenkalkbruch etwa 500 m südwestlich Regnitzlosau (Bl. Rehau). — V2a. — Äquatorialschnitt.
- Fig. 124. *Mstinia* sp. 2 sensu CONIL & LYS 1968 S. 60
BGL 7651; $\times 75$. Aufgelassener Kohlenkalkbruch etwa 500 m südwestlich Regnitzlosau (Bl. Rehau). — V2a. — Äquatorialschnitt.
- Fig. 125. *Chernyshinella glomiformis* („forma typica“) LIPINA 1955 S. 59
Os2a=; $\times 75$. Spätige Linse nahe der Basis der Kohlenkalke im Steinbruch etwa 200 m östlich Osseck am Wald (Bl. Rehau). — Tieferes Tn3c. — Äquatorialschnitt.
- Fig. 126—127. *Chernyshinella glomiformis* („forma minima“) LIPINA 1955 . S. 59
Vergrößerungen: $\times 75$.
Spätige Linse nahe der Basis der Kohlenkalke im Steinbruch etwa 200 m östlich Osseck am Wald (Bl. Rehau). — Tieferes Tn3c.
126. Os3 \perp ; Äquatorialschnitt.

(Fortsetzung Text ►)

Tafel 9



127. Os3b \perp ; schräger Äquatorialschnitt.

Fig. 128. *Dainella* sp.

Tg2b \perp ; $\times 75$. Kohlenkalkbruch etwa 1,2 km nordwestlich Trogenau (Bl. Bobenneukirchen); 4 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V1a. — Axialschnitt.

Fig. 129—130. *Loeblichia* sp.

Vergrößerungen: $\times 75$.

Kohlenkalkbruch Poppengrün (Bl. Schwarzenbach am Wald und Bl. Helmbrechts).

129. P17 \perp ; 66 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V2a. — Äquatorialschnitt.

130. P18a \perp ; 70 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V2a. — Schräger Äquatorialschnitt.

Tafel 10

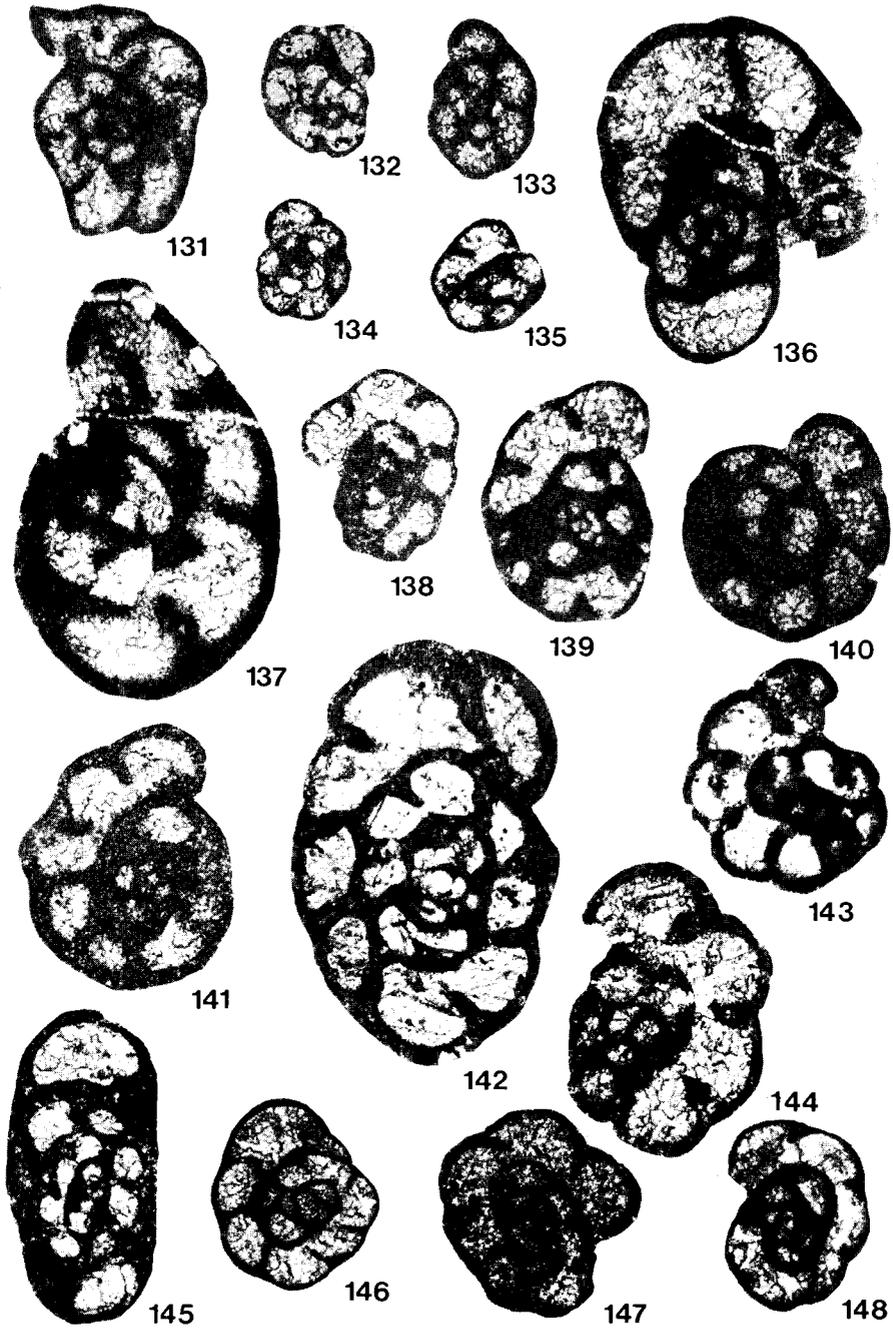
Alle Vergrößerungen $\times 75$.

- Fig. 131. *Endothyra acantha* (CONIL & LYS 1964) S. 77
 P17 \perp ; Kohlenkalkbruch Poppengrün (Bl. Schwarzenbach am Wald und Bl. Helmbrechts); 66 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V2a. — Äquatorialschnitt.
- Fig. 132—135. *Endothyra agathis* (CONIL & LYS 1964) S. 78
132. Bib \perp ; Kohlenkalk-Linse im Kulm-Schiefer am Forstweg, etwa 300 m südwestlich der Bischofsmühle (Bl. Schwarzenbach am Wald). — V1a. — Äquatorialschnitt.
133. P7 $=$; Kohlenkalkbruch Poppengrün (Bl. Schwarzenbach am Wald und Bl. Helmbrechts); 26 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V1b. — Äquatorialschnitt.
 Wegaufschluß am SE-Hang des Eisenbachtals (Bl. Schwarzenbach am Wald).
134. E3 $=$; 12 m im Hangenden der Kohlenkalk-Basis. — V1b. — Äquatorialschnitt.
135. E18a \perp ; 72 m im Hangenden der Kohlenkalk-Basis. — V2b?. — Schräger Äquatorialschnitt.
- Fig. 136—137. *Endothyra apposita* GANELINA 1956 S. 78
136. E14 $=$; Wegaufschluß am SE-Hang des Eisenbachtals (Bl. Schwarzenbach am Wald); 56 m im Hangenden der Kohlenkalk-Basis. — V2a. — Schräger Äquatorialschnitt.
137. K-M12b \perp ; aufgelassener Kohlenkalkbruch etwa 250 m nordnordwestlich der Klötzlamühle (Bl. Rehau); 11 m im Hangenden der Kohlenkalk-Basis. — V2a. — Äquatorialschnitt.
- Fig. 138—141. *Endothyra bowmani* PHILLIPS 1846 *bradyi* MIKHAILOV 1939 S. 79
 Kohlenkalkbruch etwa 1,2 km nordwestlich Trogenau (Bl. Bobenneukirchen). — V1a.
138. Tg3a \perp ; 7 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Schräger Äquatorialschnitt.
139. Tg2b \perp ; 4 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — Schräger Äquatorialschnitt.
 Wegaufschluß am SE-Hang des Eisenbachtals (Bl. Schwarzenbach am Wald).
140. E16a \perp ; 64 m im Hangenden der Kohlenkalk-Basis. — V2a. — Äquatorialschnitt.
 Kohlenkalkbruch Poppengrün (Bl. Schwarzenbach am Wald und Bl. Helmbrechts).
141. P5 \perp ; 18 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V1b. — Äquatorialschnitt.

(Fortsetzung Text ►)

- Fig. 142. *Endothyra bowmani* PHILLIPS 1846 cf. *pulchra* BRAŽNIKOVA
& POTIEVSKAIA 1956 (S. 80)
Schib2a=; alter Bruch im Wald am S-Hang des Schindelbachtals (Bl.
Stadtsteinach). — Höheres Tn3c oder V1a. — Äquatorialschnitt.
- Fig. 143—144. *Endothyra convexa* RAUSER-ČERNOUSOVA 1948 ssp. S. 80
Äquatorialschnitte.
143. BGL 7555; aufgelassener Kohlenkalkbruch im Tännichsbachtal östlich
Kalkofen (Bl. Naila). — Höheres V1b oder V2a.
144. E14=; Wegaufschluß am SE-Hang des Eisenbachtals (Bl. Schwarzenbach
am Wald); 56 m im Hangenden der Kohlenkalk-Basis. — V2a.
- Fig. 145. *Endothyra freyri* (CONIL & LYS 1964) S. 80
BBb=; unreine Kalkzwischenlagen im Kulm des Bahneinschnittes Bären-
häuser, etwa 550 m nordöstlich Poppengrün (Bl. Helmbrechts). — Höheres
Tn3c oder V1a. — Axialschnitt.
- Fig. 146—148. *Endothyra laxa* (CONIL & LYS 1964) S. 81
Äquatorialschnitte.
- Wegaufschluß am SE-Hang des Eisenbachtals (Bl. Schwarzenbach am
Wald).
146. E15=; 60 m im Hangenden der Kohlenkalk-Basis. — V2a.
Aufgelassener Kohlenkalkbruch etwa 500 m südwestlich Regnitzlosau (Bl.
Rehau). — V2a.
147. BGL 7647.
148. BGL 7651.

Tafel 10

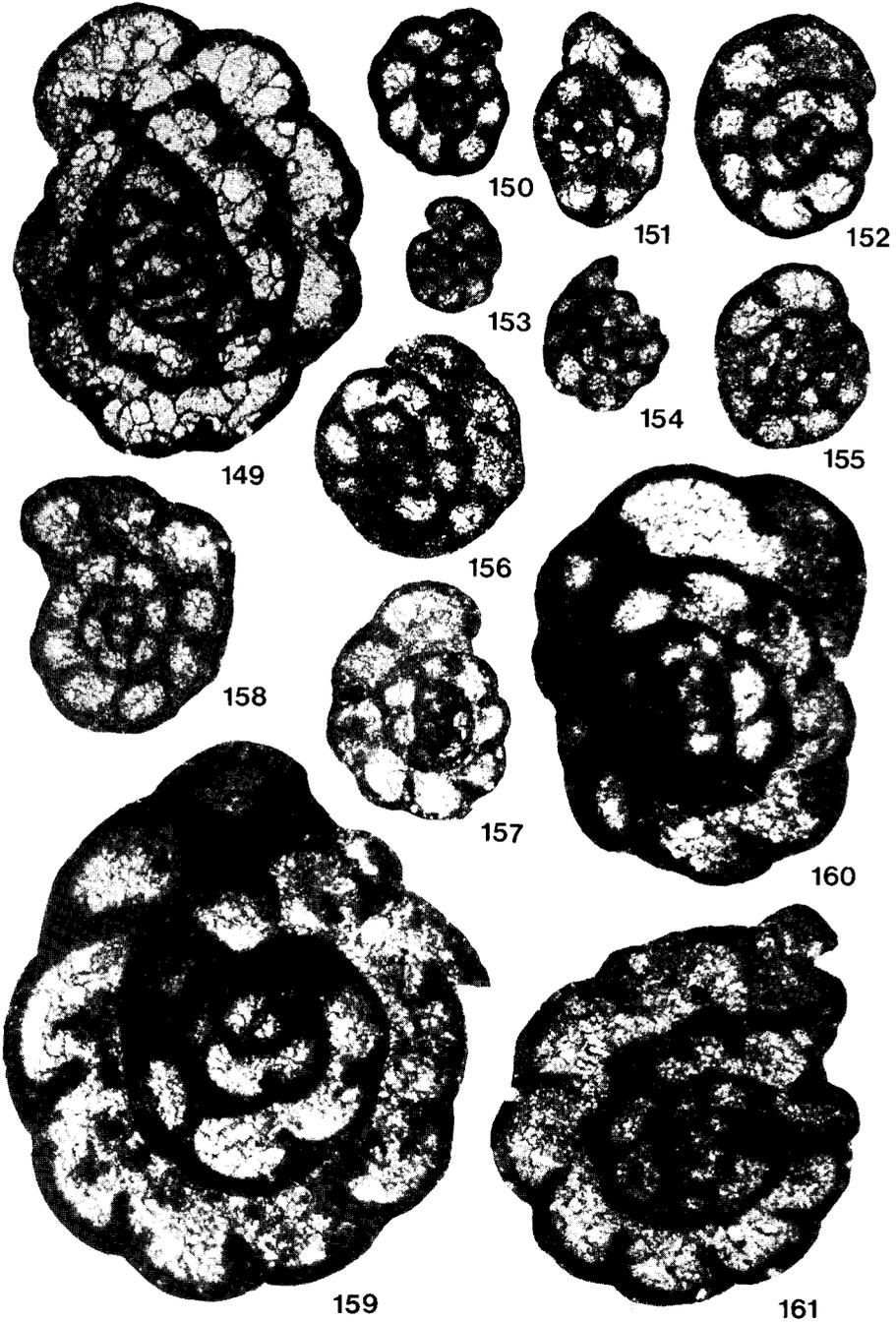


Tafel 11

Alle Vergrößerungen $\times 75$. — Äquatorialschnitte verschiedener *Endothyra*-Arten.

- Fig. 149. *Endothyra? michoti* (CONIL & LYS 1964) S. 81
Tg3=; Kohlenkalkbruch etwa 1,2 km nordwestlich Trogenau (Bl. Boben-
neukirchen); 7 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V1a.
- Fig. 150—151. *Endothyra prisca* RAUS.-ČERN. & REITL. 1936 *devia*
(CONIL & LYS 1964) S. 82
150. BDa1; Bahneinschnitt Poppengrün westlich Bhf. Döbra (Bl. Schwarzenbach
am Wald). — Höheres Tn3c oder V1a.
151. Tg10a=; Kohlenkalkbruch etwa 1,2 km nordwestlich Trogenau (Bl. Boben-
neukirchen); 31,5 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V1a.
- Fig. 152. *Endothyra prisca* RAUS.-ČERN. & REITL. 1936 cf. *devia*
(CONIL & LYS 1964)
Schnha \perp ; kleiner Kalk-Felsen im Köstenwald, oberhalb des Forstweges,
etwa 1 km südlich Schnappenhammer (Bl. Schwarzenbach am Wald). —
Höheres V1b oder V2a.
- Fig. 153—155. *Endothyra prisca* RAUS.-ČERN. & REITL. 1936 *parva*
(CONIL & LYS 1964) S. 82
Aufgelassener Kohlenkalkbruch im Tännichsbachtal östlich Kalkofen (Bl.
Naila). — Höheres V1b oder V2a.
153. Tn4=; unmittelbar von der Basis des Konglomerates.
154. Leicht verdrückt; Tn4b \perp ; unmittelbar von der Basis des Konglomerates.
155. Tn4b \perp ; unmittelbar von der Basis des Konglomerates.
- Fig. 156, 158. *Endothyra prisca* RAUS.-ČERN. & REITL. 1936 *undata*
(CONIL & LYS 1964) S. 83
Kohlenkalkbruch Poppengrün (Bl. Schwarzenbach am Wald und Bl.
Helmbrechts).
156. P7 \perp ; 26 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V1b.
158. P22=; 87 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V2a.
- Fig. 157. *Endothyra bowmani* PHILLIPS 1846 *bradyi* MIKHAILOV 1939 . . . S. 79
Tn2=; aufgelassener Kohlenkalkbruch im Tännichsbachtal östlich Kalkofen
(Bl. Naila); etwa 3 m unter Kalk-Oberkante. — Höheres V1b oder V2a.
- Fig. 159—161. *Endothyra rotayi rotayi* LEBEDEVA 1954 S. 83
Aufgelassener Kohlenkalkbruch etwa 500 m südwestlich Regnitzlosau (Bl.
Rehau). — V2a.
159. Besonders großes Exemplar; BGL 7649.
160. BGL 7651.
Aufgelassener Kohlenkalkbruch etwa 250 m nordnordwestlich der Klötzla-
mühle (Bl. Rehau).
161. BGL 7670; V1b oder V2a.

Tafel 11



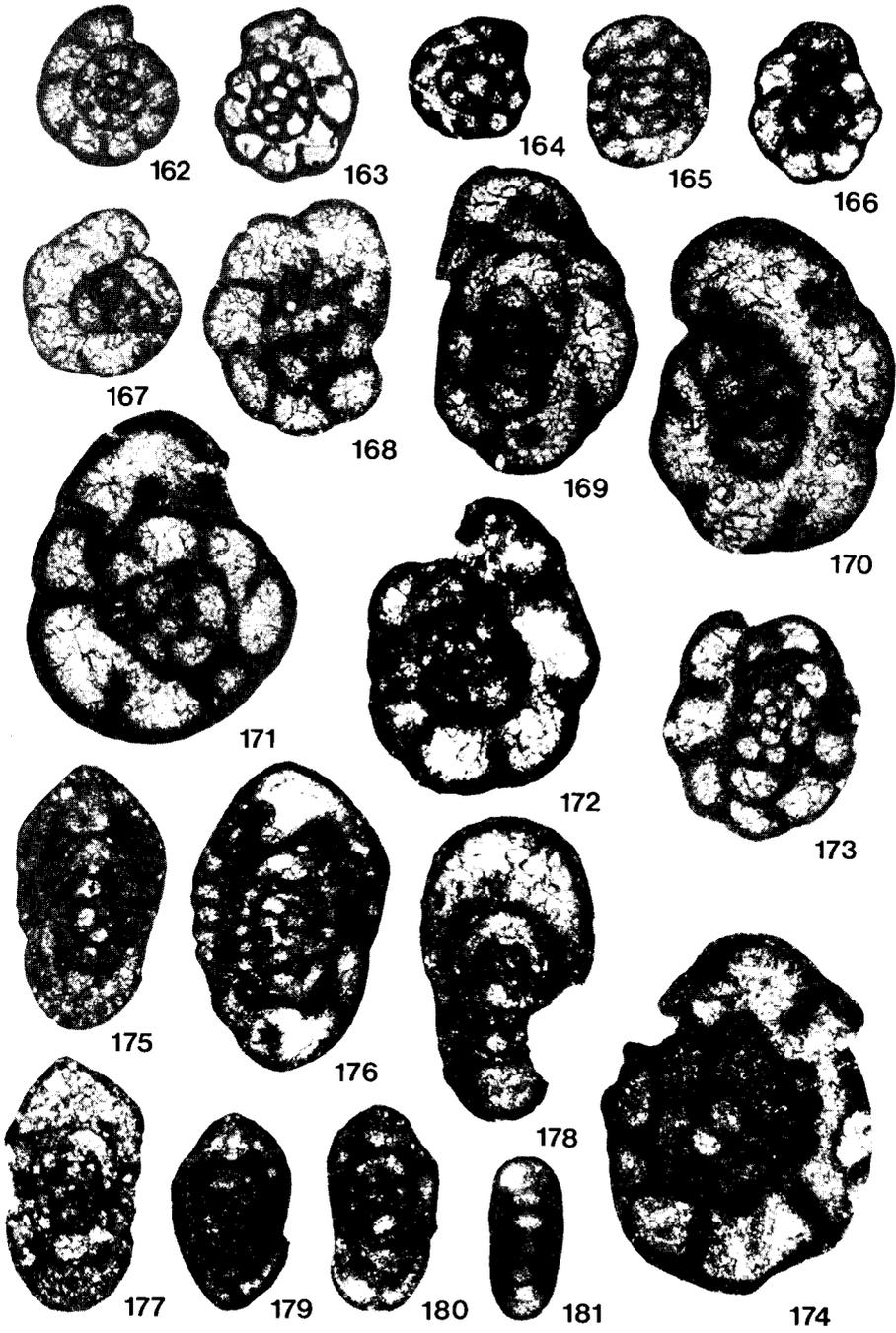
Tafel 12

Alle Vergrößerungen $\times 75$.

- Fig. 162—163. *Endothyra* sp., aff. *mosquensis* REITLINGER 1950 S. 84
Äquatorialschnitte.
162. E15=; Wegaufschluß am SE-Hang des Eisenbachtals (Bl. Schwarzenbach am Wald); 60 m im Hangenden der Kohlenkalk-Basis. — V2a.
163. Mh3a=; Kohlenkalkscholle im Wurstkonglomerat des Steinbruches an der Straße, etwa 650 m nordnordöstlich Mauthaus (Bl. Teuschnitz). — V1b oder V2a.
- Fig. 164—165. *Endothyra taedia* ZELLER 1957 sensu CONIL & LYS 1964
[= non *taedia*] S. 84
Äquatorialschnitte.
Kohlenkalkbruch Poppengrün (Bl. Schwarzenbach am Wald und Bl. Helmbrechts).
164. P10=; 38 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V1b.
165. P10 \perp ; 38 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V1b.
- Fig. 166. *Endothyra tenuiseptata* LIPINA 1955
BGL 7651; aufgelassener Kohlenkalkbruch etwa 500 m südwestlich Regnitzlosau (Bl. Rehau). — V2a. — Äquatorialschnitt.
- Fig. 167—168. *Endothyra wva* (CONIL & LYS 1964) S. 85
Äquatorialschnitte.
Wegaufschluß am SE-Hang des Eisenbachtals (Bl. Schwarzenbach am Wald).
167. E16a \perp ; 64 m im Hangenden der Kohlenkalk-Basis. — V2a.
168. E16=; 64 m im Hangenden der Kohlenkalk-Basis. — V2a.
- Fig. 169—170. *Endothyra* sp. 1 S. 85
Äquatorialschnitte.
169. E16a \perp ; Wegaufschluß am SE-Hang des Eisenbachtals (Bl. Schwarzenbach am Wald); 64 m im Hangenden der Kohlenkalk-Basis. — V2a.
170. P6=; Kohlenkalkbruch Poppengrün (Bl. Schwarzenbach am Wald und Bl. Helmbrechts); 22 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V1b.
- Fig. 171. *Endothyra* sp. 2 S. 86
Schn1 \perp ; kleiner Kalk-Felsen im Köstenwald, oberhalb des Forstweges, etwa 1 km südlich Schnappenhammer (Bl. Schwarzenbach am Wald). — Höheres V1b oder V2a. — Äquatorialschnitt.
- Fig. 172. *Endothyra* sp. 3 S. 86
BGL 7883; Felsen etwa 400 m nordöstlich der Überkehr, südwestlich Unterleupoldsberg (Bl. Schwarzenbach am Wald). — Tn3c oder V1a. — Äquatorialschnitt.

(Fortsetzung Text ►)

Tafel 12



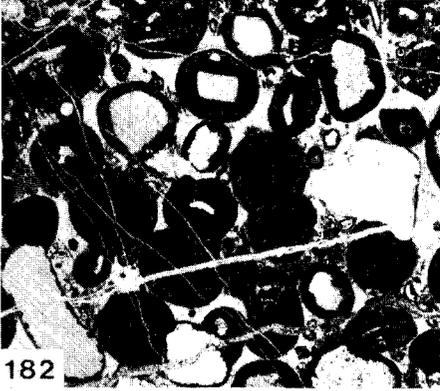
- Fig. 173. *Endothyra* sp. 4 S. 86
E15=; Wegaufschluß am SE-Hang des Eisenbachtals (Bl. Schwarzenbach am Wald); 60 m im Hangenden der Kohlenkalk-Basis. — V2a. — Äquatorialschnitt.
- Fig. 174. *Endothyra* sp. 5 S. 87
Leicht, verdrückt; P5 ⊥; Kohlenkalkbruch Poppengrün (Bl. Schwarzenbach am Wald und Bl. Helmbrechts); 18 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V1b. — Äquatorialschnitt.
- Fig. 175—177. *Eostaffella* sp. 1 S. 88
175. Typische Form; Tn4a ⊥; aufgelassener Kohlenkalkbruch im Tännichsbachtal östlich Kalkofen (Bl. Naila); unmittelbar von der Basis des Konglomerates. — Höheres V1b oder V2a. — Axialschnitt.
176. BGL 7653; aufgelassener Kohlenkalkbruch etwa 500 m südwestlich Regnitzlosau (Bl. Rehau). — V2a. — Schräger Axialschnitt.
177. P5 ⊥; Kohlenkalkbruch Poppengrün (Bl. Schwarzenbach am Wald und Bl. Helmbrechts); 18 m im Hangenden der Aufschluß-Basis. — V1b. — Axialschnitt.
- Fig. 178. *Millerella* sp.
E15 ⊥; Wegaufschluß am SE-Hang des Eisenbachtals (Bl. Schwarzenbach am Wald); 60 m im Hangenden der Kohlenkalk-Basis. — V2a. — Axialschnitt.
- Fig. 179—180. *Eostaffella mosquensis* VISSARIONOVA 1948 S. 88
BGL 7651; aufgelassener Kohlenkalkbruch etwa 500 m südwestlich Regnitzlosau (Bl. Rehau). — V2a. — Axialschnitte.
- Fig. 181. *Mediocris breviscula* (GANELINA 1951) S. 89
BGL 7652; aufgelassener Kohlenkalkbruch etwa 500 m südwestlich Regnitzlosau (Bl. Rehau). — V2a. — Axialschnitt.

Tafel 13

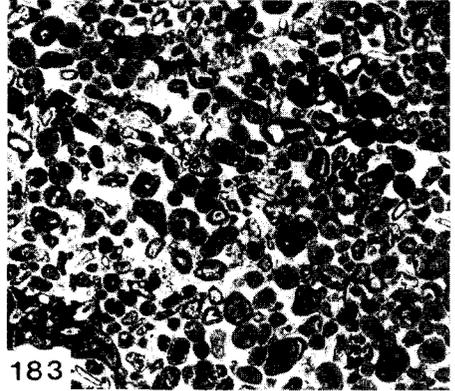
Wichtigste Mikrofazies-Typen der Fränkischen Kohlenkalke. — Alle Vergrößerungen $\times 8$.

- Fig. 182. Oo-Intrasparit; Ooid-Kerne hauptsächlich aus Quarzkörnern und Crinoiden-Resten.
R-N \perp ; Kohlenkalk-Felsen etwa 400 m ost-südöstlich der Ruine Nordeck (Bl. Stadtsteinach); etwa 2 m über der Aufschluß-Basis. — Höheres V1b oder V2a.
- Fig. 183. Oo-Biosparit mit Foraminiferen, Crinoiden und Schalen-Resten als Biogen-Anteil.
P4 \perp ; Kohlenkalkbruch Poppengrün (Bl. Schwarzenbach am Wald und Bl. Helmbrechts); 14 m über der Aufschluß-Basis. — V1b.
- Fig. 184. Biosparit mit Foraminiferen und Bryozoen-Resten.
E19 \perp ; Wegaufschluß am SE-Hang des Eisenbachtals (Bl. Schwarzenbach am Wald); oberste aufgeschlossene Kohlenkalk-Bank. — V2b?
- Fig. 185. Biomikrit mit hohem Biogen-Anteil, der hauptsächlich aus nicht genau identifizierbaren, meist zerriebenen Schalen-Resten besteht.
K-M4b \perp ; aufgelassener Kohlenkalkbruch etwa 250 m nordnordwestlich der Klötzlammühle (Bl. Rehau); etwa 3,5 m über der Kohlenkalk-Basis. — V1b.
- Fig. 186. Biosparit mit reichlich Foraminiferen.
Tg4 \perp ; Kohlenkalkbruch etwa 1,2 km nordwestlich Trogenau (Bl. Bobennewkirchen); 11 m über der Aufschluß-Basis. — V1a.
- Fig. 187. Biomikrit mit Crinoiden-Stielgliedern, einer Brachiopoden-Schale sowie mit nicht genau identifizierbaren, zerriebenen Biogen-Resten.
Mh3b=; Kohlenkalkscholle im Wurstkonglomerat des Steinbruches an der Straße, etwa 650 m nordnordöstlich Mauthaus (Bl. Teuschnitz). — V1b oder V2a. (Abbildung ►)

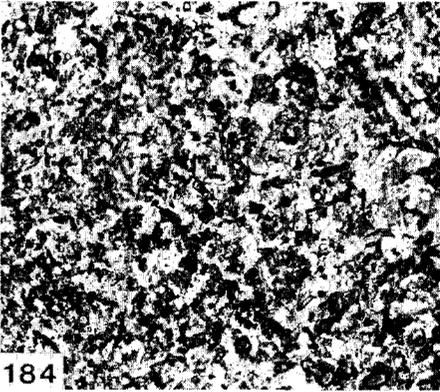
Tafel 13



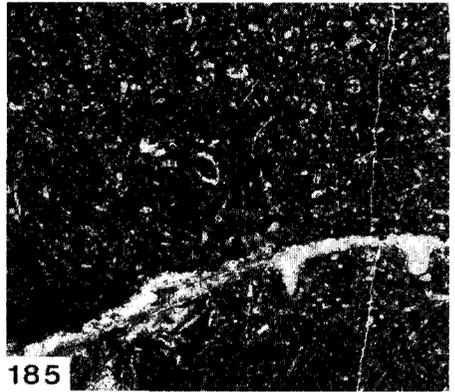
182



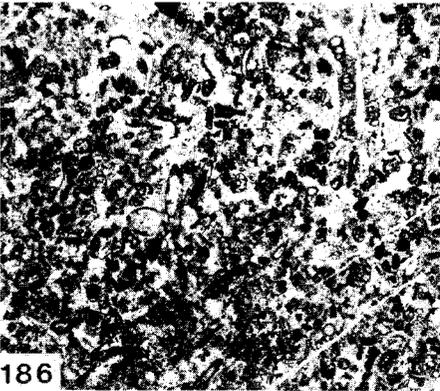
183



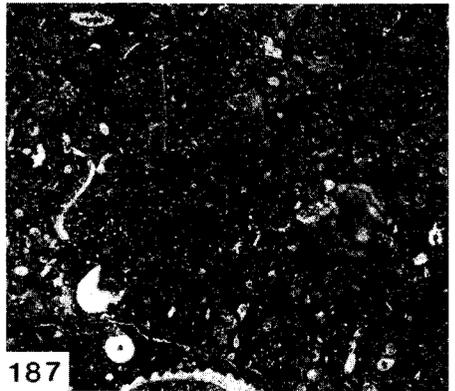
184



185



186



187

5. Literatur

- AIZENVERG, D. E. (1966): The fauna of the lowest part of Tournaisian (Zone C₁'a) in the Donetz Basin. — Acad. Sc. Ukrainian SSR, Inst. Geol. Sc., „Naukova Dumka“, 128 S., 46 Taf., Kiew 1966. — [In Russisch].
- (1971): Atlas of the Tournaisian fauna in the Donets Basin (with the description of the new species). — Acad. Sc. Ukrainian SSR, Inst. Geol. Sc., „Naukova Dumka“, 327 S., 84 Taf., Kiew 1971. — [In Russisch].
- AUSTIN, R. L., CONIL, R. & RHODES, F. H. T. (1973): Recognition of the Tournaisian-Visean boundary in North America and Britain. — Ann. Soc. géol. Belg., 96, 165—188, 3 Abb., 2 Taf., Liège 1973.
- BLESS, M. J. et al. (1976): Dinantian rocks in the subsurface North of the Brabant and Ardenno-Rhenish massifs in Belgium, the Netherlands and the Federal Republic of Germany. — Meded. Rijks Geol. Dienst, N.S., 27 (3), 81—195, 41 Abb., 20 Taf., Heerlen 1976.
- BOGUŠ, O. I., GERASIMOV, E. K. & JUFEREV, O. V. (1965): The Lower Carboniferous of the lower cours of the Lena. — Acad. Nauk SSSR, dept. Siberian, 64 S., 10 Taf., Moskau 1965. — [In Russisch].
- BOGUŠ, O. I. & JUFEREV, O. V. (1962): Foraminiferen und Stratigraphie der karbonischen Ablagerungen des Karatau und Talass-Alatau. — Verl. Akad. Wiss. UdSSR, Inst. Geol., Abt. Sibirien, 232 S., 9 Abb., 7 Tab., 9 Taf., Moskau 1962. — [In Russisch].
- BRADY, H. B. (1873): On *Archæodiscus karreri*, a new type of Carboniferous foraminifera. — Ann. Mag. natur. Hist., 4 (12), 286—290, Taf. 11, London 1873.
- (1876): A Monograph of Carboniferous and Permian foraminifera (the genus *Fusulina* excepted). — Palaeontograph. Soc., 30, 166 S., 12 Taf., London 1876.
- CHERKESOVA, S. V. & CHERNYAK, G. E. (1972): Key section of Lower Carboniferous deposits of eastern Taimyr. — Nauka-Isseledowatel' skij Ins. Geol. Arktiki Minist. Geol. SSSR, 82 S., 5 Tab., 18 Taf., Leningrad 1972. — [In Russisch].
- CHERNYSHEVA, N. (1948): Einige neue Foraminiferen-Arten aus dem Visé der Gegend von Makarov (mittlerer Ural). — Verl. Akad. Wiss. UdSSR, Inst. Geol., 62 (Geol. Ser. 19), 246—250, Taf. 18, Moskau 1948. — [In Russisch].
- CONIL, R., GROESSENS, E. & LYS, M. (1973): Etude micropaléontologique de la tranchee d'YVES-GOMEZEE (Tn3c—V1—V2, Belgique). — Bull. Soc. belge Géol., 82 (1), 201—239, 1 Abb., 6 Taf., Bruxelles 1973.
- CONIL, R., GROESSENS, E. & PIRLET, H. (1976): Nouvelle charte stratigraphique du Dinantien type de la Belgique. In: Données nouvelles en biostratigraphie et paleogeographie sur les terrains paléozoïques de l'Europe occidentale. — Ann. Soc. géol. Nord., 96, 363—371, 2 Tab., Lille 1976.
- CONIL, R. & LEES, A. (1974): Les Transgressions Viséennes dans l'ouest de l'Irlande. — Ann. Soc. géol. Belg., 97, 463—484, 2 Tab., 4 Taf., Liège 1974.
- CONIL, R. & LYS, M. (1964): Matériaux pour l'étude micropaléontologique du Dinantien de la Belgique et de la France (Avesnois). — Mém. Inst. géol. Louvain, 23, 374 S., 33 Abb., 42 Taf., Louvain 1964.
- (1966): Foraminifères et Algues du Tournaisien supérieur et du Viséen de la Belgique. — Ann. Soc. géol. Belg., 89, 207—222, 3 Taf., Liège 1966.
- (1968): Utilisation Stratigraphique des Foraminifères du Dinantien (Réalisé avec le concours du FNRS). — Ann. Soc. géol. Belg., 91, 491—558, 6 Abb., 11 Taf., Liège 1968.
- CONIL, R. & PAPROTH, E. (1968): Mit Foraminiferen gegliederte Profile aus dem nordwest-deutschen Kohlenkalk und Kulm. (Mit einem paläontologischen Anhang von CONIL, R. & LYS, M.) — Decheniana, 119, (1/2), 51—94, 3 Abb., 4 Taf., Bonn 1968.
- CONIL, R. & PIRLET, H. (1963): Sur quelques Foraminifères caractéristiques du Viséen supérieur de la Belgique (Bassins de Namur et de Dinant). Note Préliminaire. — Bull. Soc. belge Géol., 72 (2), 183—204, 1 Abb., 1 Tab., 3 Taf., Bruxelles 1963.
- DAIN, L. G. (1953): Fossile Foraminiferen in der UdSSR. Tournayellidae. — Mikrofauna der UdSSR, VNIGRI, N.S., 74, 7—74, 7 Taf., Leningrad 1953. — [In Russisch].

- EIGENFELD, R. (1938): Die granitführenden Konglomerate des Oberdevons und Kulms im Gebiet altkristalliner Sattelanlagen in Ostthüringen, Frankenwald und Vogtland. — Abh. sächs. Akad. Wiss., 42 (7), 162 S., 84 Abb., 12 Taf., 1 Kt., Leipzig 1938.
- (1953): Zur petrotektonischen Analyse der Münchberger Gneismasse. — Fortschr. Mineral., 31, 27—34, 1 Tab., 2 Taf., 1 Kt., Berlin 1953.
- EMMERT, U. (1958): Blatt Rehau. — Erl. geol. Kt. Bayern 1:25 000, Bl. Nr. 5738/39, 111 S., 19 Abb., 2 Beil., München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1958.
- EMMERT, U. & HORSTIG, G. v. (1972): Blatt Wallenfels. — Erl. geol. Kt. Bayern 1:25 000, Bl. Nr. 5734, 240 S., 28 Abb., 5 Tab., 2 Taf., 4 Beil., München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1972.
- EMMERT, U., HORSTIG, G. v. & WEINELT, W. (1960): Blatt Stadtsteinach. — Erl. geol. Kt. Bayern 1:25 000, Bl. Nr. 5835, 279 S., 46 Abb., 3 Tab., 2 Beil., München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1960.
- EMMERT, U. & STETTNER, G. (1968): Blatt Schwarzenbach a. d. sächs. Saale. — Erl. geol. Kt. Bayern 1:25 000, Bl. Nr. 5737, 236 S., 39 Abb., 5 Tab., 2 Beil., München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1968.
- EMMERT, U. & WEINELT, W. (1962): Blatt Marktschorgast. — Erl. geol. Kt. Bayern 1:25 000, Bl. Nr. 5935, 286 S., 37 Abb., 2 Tab., 3 Beil., München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1962.
- FELSCH, J. (1911): Die Schichtenfolge des unteren Culms in der Umgebung des Münchberger Gneissmassivs. — 75 S., 7 Abb., 1 Tab., Bonn 1911.
- FLÜGEL, E. (1976): Mikrofazielle Untersuchungsmethoden von Karbonatgesteinen. — Unveröff. Skript. Inst. Paläontol., Univ. Erlangen, 235 S., Erlangen 1976.
- FOLK, R. L. (1959): Practical Petrographic Classification of Limestones. — Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 43 (1), 1—38, 41 Abb., Tulsa/Okla., 1959.
- (1962): Spectral Subdivision of Limestone Types. In: Classification of Carbonate Rocks (Edit. HAM, W. E.). — Symposium Amer. Assoc. Petrol. Geol., 1, 62—84, 7 Abb., 3 Tab., 1 Taf., Tulsa/Okla., 1962.
- GANDL, J. (1964): Blatt Bobenaukirchen. — Erl. geol. Kt. Bayern 1:25 000, Bl. Nr. 5638, 60 S., 13 Abb., München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1964.
- (1968): Stratigraphische Untersuchungen im Unterkarbon des Frankenwaldes unter besonderer Berücksichtigung der Trilobiten. — Senckenbergiana lethaea, 49 (1), 39—117, 13 Abb., 9 Taf., Frankfurt am Main 1968.
- (1970): Ein biostratigraphischer Beitrag zur Stellung des Wurstkonglomerates (Unterkarbon) im Frankenwald. — Senckenbergiana lethaea, 51 (1), 67—91, 3 Taf., Frankfurt am Main 1970.
- (1972): Zur gegenwärtigen Kenntnis der Unterkarbon-Stratigraphie im Frankenwald (NE-Bayern). — Z. Deutsch. Geol. Ges., 123, 259—271, 1 Abb., Hannover 1972.
- GANELINA, R. A. (1951): Eostaffellidae und Millerellidae des Visé und Namur (Stufen des Unterkarbons) vom West-Teil des Moskauer Beckens. — Mikrofauna der UdSSR, VNIGRI, N. S., 56, 179—210, 3 Taf., Leningrad 1951. — [In Russisch].
- (1956): Foraminiferen des Visé aus dem NW-Teil des Moskauer Beckens. — Mikrofauna der UdSSR, VNIGRI, N. S., 98, 61—159, 12 Taf., Leningrad 1956. — [In Russisch].
- GREILING, L. (1966a): Die Unterkarbon-Konglomerate der „thüringischen“ Fazies des Frankenwaldes. — Geologie, 15 (6), 681—702, 7 Taf., Berlin 1966. — [1966a].
- (1966b): Syndementäre und syndiagenetische Massenbewegungen im Paläozoikum des Frankenwaldes. — Geol. Bl. NO-Bayern, 16 (2/3), 108—114, 1 Abb., Erlangen 1966. — [1966b].
- (1966c): Sedimentation und Tektonik im Paläozoikum des Frankenwaldes. — Erlanger geol. Abh., 63, 62 S., 8 Abb., 8 Tab., 2 Taf., Erlangen 1966. — [1966c].
- GROZDILOVA, L. P. & GLEBOVSKAIA, E. M. (1948): Material zum Studium der *Glomospira* und anderer Vertreter der Ammodisciden im Visé von Makharov, Krasnokama, Gjel und der Moskauer Umgebung. — Verl. Akad. Wiss. UdSSR, Inst. Geol., 62 (Geol. Ser. 19), 145—149, 1 Taf., Moskau 1948. — [In Russisch].
- GROZDILOVA, L. P. & LEBEDEVA, N. S. (1954): Carboniferous Foraminifera of the Kolva-Visherka district and of the Kuznetsk basin. — Microfauna of the USSR, VNIGRI, N. S., 81 (7), 3—236, 6 Taf., Leningrad 1954. — [In Russisch].

- (1960): Foraminiferen aus Karbon-Ablagerungen von der West-Flanke des Ural und vom Timan. — Mikrofauna der UdSSR, VNIGRI, N.S., 150, 264 S., 33 Taf., Leningrad 1960. — [In Russisch].
- GÜMBEL, C. W. v. (1879): Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges mit dem Frankenwalde und dem westlichen Vorlande. — Geognost. Beschr. Königreich Bayern, 3. Abt.: I–VIII, 1–698, 90 Abb., 3 Kt., 14 Taf., 2 geognost. Kt.; Gotha (PERTHES) 1879.
- HORSTIG, G. v. (1966): Blatt Nordhalben. — Erl. geol. Kt. Bayern 1:25 000, Bl. Nr. 5635, 168 S., 24 Abb., 7 Tab., 3 Beil., München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1966.
- HORSTIG, G. v. & STETTNER, G. (1962): Blatt Naila. — Erl. geol. Kt. Bayern 1:25 000, Bl. Nr. 5636, 192 S., 23 Abb., 1 Tab., 6 Beil., München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1962.
- (1970): Blatt Helmbrechts. — Erl. geol. Kt. Bayern 1:25 000, Bl. Nr. 5736, 176 S., 33 Abb., 1 Tab., 3 Beil., München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1970.
- (1976): Blatt Schwarzenbach am Wald. — Erl. geol. Kt. Bayern 1:25 000, Bl. Nr. 5735, 178 S., 24 Abb., 7 Tab., 3 Beil., München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1976.
- HORSTIG, G. v. & VOGLER, H. (1956): Die Altersstellung der Dolomite von Hof an der Saale. (Mit einem mikropaläontologischen Beitrag von ZIEGLER, J. H., München). — N. Jb. Geol. Paläontol., Mh., 1956, 471–488, 4 Abb., Stuttgart 1956.
- KORN, H. (1938): Schichtung und absolute Zeit. Bewegungen, Schichtenaufbau und Sedimentationsgeschwindigkeiten in einer varistischen Mulde nach Studien im thüringisch-fränkischen Unterkarbon und Oberdevon. — N. Jb. Mineral. etc., Beil.-Bd., 74 A, 50–188, 16 Abb., 17 Taf., Stuttgart 1938.
- KÜHNE, F. (1930): Die Gastropoden des deutschen Unterkarbons. — Abh. preuß. geol. Landesanstalt, N.F., 122, 93–142, Taf. 4–8, Berlin 1930.
- KUMMEROW, E. H. E. (1939): Die Ostrakoden und Phyllopoden des deutschen Unterkarbons. — Abh. preuß. geol. Landesanstalt, N.F., 194, 107 S., 20 Abb., 7 Taf., Berlin 1939.
- LEBEDEVA, N. S. (1954): Lower Carboniferous Foraminifera of the Kuznetsk basin. — Microfauna of the USSR, VNIGRI, N.S., 81 (7), 237–323, 12 Taf., Leningrad 1954. — [In Russisch].
- LIEBUS, A. (1932): Die Foraminiferen. In: Die Fauna des deutschen Unterkarbons, 3. — Abh. preuß. geol. Landesanst., N.F., 141, 133–175, Taf. 9–10, Berlin 1932.
- LIPINA, O. A. (1955): Foraminiferen des Tournai und des obersten Devon des Gebietes Wolga-Ural und der W-Flanke des Zentral-Urals. — Verl. Akad. Wiss. UdSSR, Inst. Geol., 163 (Geol. Ser. 70), 96 S., 13 Taf., Moskau 1955. — [In Russisch].
- (1965): Systematics of the Tournayellidae. — Acad. Sci. USSR, Geol. Inst., 130, 3–116, 24 Taf., Moskau 1965. — [In Russisch].
- (1970): Evolution der biserial geradlinigen Foraminiferen. — Verl. Akad. Wiss. UdSSR, Inst. Geol., 13, 3–28, 7 Abb., 2 Taf., Moskau 1970. — [In Russisch].
- MALAKHOVA, N. P. (1956a): Die Foraminiferen aus Kalken vom Sartymka-Fluß im mittleren Ural. — Verl. Akad. Wiss. UdSSR, Inst. Geol. Bergbau, Abt. Ural, 24, Samml. Probl. Stratigr., 3, 26–54, 8 Taf., Moskau 1956. — [1956a; in Russisch].
- (1956b): Die Foraminiferen des Ober-Tournai von der W-Flanke des nördlichen und mittleren Ural. — Verl. Akad. Wiss. UdSSR, Inst. Geol. Bergbau, Abt. Ural, 24, Samml. Probl. Stratigr., 3, 72–124, 14 Taf., Moskau 1956. — [1956b; in Russisch].
- (1963): New genus of foraminifers from Ural Lower Visean. — Internat. Geol. Rev., 7 (6), 110–112, 1 Taf., Fallschurach/Virginia 1963.
- MALPICA, R. (1973): Etude Micropaléontologique du Viséen de Chokier. — Ann. Soc. géol. Belg., 96, 219–232, 4 Abb., 2 Taf., Liège 1973.
- MIKHAILOV, A. V. (1939): On characteristics of the genera of Lower Carboniferous foraminifera in the territory of the USSR. — Geol. Admin., Symposium (Sbornik), 3, 47–62, 4 Taf., Leningrad 1939. — [In Russisch].
- MIKLUKHO-MAKLAY, A. D. (1958): A new family of foraminifera — Tuberitinidae M. MAKLAY. — Probl. Micropal., 2, Inst. Geol. Ac. Sci. USSR., 130–135, 1 Abb., Moskau 1958. — [In Russisch].

- (1960): Foraminiferen aus Karbon-Ablagerungen von der West-Flanke des Ural und vom Timan. — Mikrofauna der UdSSR, VNIGRI, N.S., 150, 264 S., 33 Taf., Leningrad 1960. — [In Russisch].
- GÜMBEL, C. W. v. (1879): Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges mit dem Frankenwalde und dem westlichen Vorlande. — Geognost. Beschr. Königreich Bayern, 3. Abt.: I–VIII, 1–698, 90 Abb., 3 Kt., 14 Taf., 2 geognost. Kt.; Gotha (PERTHES) 1879.
- HORSTIG, G. v. (1966): Blatt Nordhalben. — Erl. geol. Kt. Bayern 1:25 000, Bl. Nr. 5635, 168 S., 24 Abb., 7 Tab., 3 Beil., München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1966.
- HORSTIG, G. v. & STETTNER, G. (1962): Blatt Naila. — Erl. geol. Kt. Bayern 1:25 000, Bl. Nr. 5636, 192 S., 23 Abb., 1 Tab., 6 Beil., München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1962.
- (1970): Blatt Helmbrechts. — Erl. geol. Kt. Bayern 1:25 000, Bl. Nr. 5736, 176 S., 33 Abb., 1 Tab., 3 Beil., München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1970.
- (1976): Blatt Schwarzenbach am Wald. — Erl. geol. Kt. Bayern 1:25 000, Bl. Nr. 5735, 178 S., 24 Abb., 7 Tab., 3 Beil., München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1976.
- HORSTIG, G. v. & VOGLER, H. (1956): Die Altersstellung der Dolomite von Hof an der Saale. (Mit einem mikropaläontologischen Beitrag von ZIEGLER, J. H., München). — N. Jb. Geol. Paläontol., Mh., 1956, 471–488, 4 Abb., Stuttgart 1956.
- KORN, H. (1938): Schichtung und absolute Zeit. Bewegungen, Schichtenaufbau und Sedimentationsgeschwindigkeiten in einer varistischen Mulde nach Studien im thüringisch-fränkischen Unterkarbon und Oberdevon. — N. Jb. Mineral. etc., Beil.-Bd., 74 A, 50–188, 16 Abb., 17 Taf., Stuttgart 1938.
- KÜHNE, F. (1930): Die Gastropoden des deutschen Unterkarbons. — Abh. preuß. geol. Landesanstalt, N.F., 122, 93–142, Taf. 4–8, Berlin 1930.
- KUMMEROW, E. H. E. (1939): Die Ostrakoden und Phyllopoden des deutschen Unterkarbons. — Abh. preuß. geol. Landesanstalt, N.F., 194, 107 S., 20 Abb., 7 Taf., Berlin 1939.
- LEBEDEVA, N. S. (1954): Lower Carboniferous Foraminifera of the Kuznetsk basin. — Microfauna of the USSR, VNIGRI, N.S., 81 (7), 237–323, 12 Taf., Leningrad 1954. — [In Russisch].
- LIEBUS, A. (1932): Die Foraminiferen. In: Die Fauna des deutschen Unterkarbons, 3. — Abh. preuß. geol. Landesanst., N.F., 141, 133–175, Taf. 9–10, Berlin 1932.
- LIPINA, O. A. (1955): Foraminiferen des Tournai und des obersten Devon des Gebietes Wolga-Ural und der W-Flanke des Zentral-Urals. — Verl. Akad. Wiss. UdSSR, Inst. Geol., 163 (Geol. Ser. 70), 96 S., 13 Taf., Moskau 1955. — [In Russisch].
- (1965): Systematics of the Tournayellidae. — Acad. Sci. USSR, Geol. Inst., 130, 3–116, 24 Taf., Moskau 1965. — [In Russisch].
- (1970): Evolution der biserial geradlinigen Foraminiferen. — Verl. Akad. Wiss. UdSSR, Inst. Geol., 13, 3–28, 7 Abb., 2 Taf., Moskau 1970. — [In Russisch].
- MALAKHOVA, N. P. (1956a): Die Foraminiferen aus Kalken vom Sartymka-Fluß im mittleren Ural. — Verl. Akad. Wiss. UdSSR, Inst. Geol. Bergbau, Abt. Ural, 24, Samml. Probl. Stratigr., 3, 26–54, 8 Taf., Moskau 1956. — [1956a; in Russisch].
- (1956b): Die Foraminiferen des Ober-Tournai von der W-Flanke des nördlichen und mittleren Ural. — Verl. Akad. Wiss. UdSSR, Inst. Geol. Bergbau, Abt. Ural, 24, Samml. Probl. Stratigr., 3, 72–124, 14 Taf., Moskau 1956. — [1956b; in Russisch].
- (1963): New genus of foraminifers from Ural Lower Visean. — Internat. Geol. Rev., 7 (6), 110–112, 1 Taf., Fallschurach/Virginia 1963.
- MALPICA, R. (1973): Etude Micropaléontologique du Viséen de Chokier. — Ann. Soc. géol. Belg., 96, 219–232, 4 Abb., 2 Taf., Liège 1973.
- MIKHAILOV, A. V. (1939): On characteristics of the genera of Lower Carboniferous foraminifera in the territory of the USSR. — Geol. Admin., Symposium (Sbornik), 3, 47–62, 4 Taf., Leningrad 1939. — [In Russisch].
- MIKLUKHO-MAKLAY, A. D. (1958): A new family of foraminifera — Tuberitinidae M. MAKLAY. — Probl. Micropal., 2, Inst. Geol. Ac. Sci. USSR., 130–135, 1 Abb., Moskau 1958. — [In Russisch].

- PAECKELMANN, W. (1930): Die Brachiopoden des deutschen Unterkarbons (Teil I). — Abh. preuß. geol. Landesanst., N.F., 122, 143—326, 1 Abb., Taf. 9—24, Berlin 1930.
- (1931): Die Brachiopoden des deutschen Unterkarbons (Teil II). — Abh. preuß. geol. Landesanst., N.F., 136, 440 S., 14 Abb., 41 Taf., Berlin 1931.
- PLAAS, V. L. & TOBI, A. C. (1965): A Chart for Judging the Reliability of Point Counting Results. — Amer. J. Sci., 263, 87—90, 1 Abb., New Haven 1965.
- RAUSER-ČERNOUSOVA, D. M. (1948a): Stratigraphie des Visé im Gebiet des südlichen Moskauer Beckens nach der Foraminiferen-Fauna. — Verl. Akad. Wiss. UdSSR, Inst. Geol., 62 (Geol. Ser. 19), 3—40, 9 Abb., 1 Tab., Moskau 1948. — [1948a; in Russisch].
- (1948b): Endothyridae des Unterkarbons; Gruppe *Endothyra crassa* BRADY und verwandte Formen. — Verl. Akad. Wiss. UdSSR, Inst. Geol., 62 (Geol. Ser. 19), 166—175, Taf. 4, Moskau 1948. — [1948b; in Russisch].
- (1948c): Einige Endothyridae der Gruppe *Endothyra bradyi* MIKHAILOV. — Verl. Akad. Wiss. UdSSR, Inst. Geol., 62 (Geol. Ser. 19), 176—181, Taf. 5, Moskau 1948. — [1948c; in Russisch].
- (1948d): Eine Foraminiferen-Fauna der kohlenführenden Schichten von Zentral-Kasachstan. — Verl. Akad. Wiss. UdSSR, Inst. Geol., 66 (Geol. Ser. 21), 1—25, Taf. 1—3, Moskau 1948. — [1948d; in Russisch].
- REITLINGER, E. A. (1950): Foraminifera of middle Carboniferous deposits of the central part of the Russian Platform. — Acad. Sci. USSR, Geol. Inst., 126 (Geol. Ser. 47), 126 S., 15 Abb., 22 Taf., Moskau 1950. — [In Russisch].
- (1960): Charakteristik der Ozersko-Khovansky Schichten an Hand von Mikroorganismen (Zentralteil der russischen Plattform). — Verl. Akad. Wiss. UdSSR, Inst. Geol., 14, 136—177, 3 Taf., Moskau 1960. — [In Russisch].
- SANNEMANN, W. (1954): Stratigraphische und tektonische Untersuchungen im SW-Teil der Münchberger Gneismasse und deren Umräumung. — Diss. Univ. Würzburg, 80 S., 22 Abb., Würzburg 1954.
- SCHINDEWOLF, O. H. (1923): Beiträge zur Kenntnis des Paläozoikums in Oberfranken, Ostthüringen und dem sächsischen Vogtlande. — N. Jb. Miner., Geol. u. Paläontol., Beil.-Bd., 49, 250—357, 393—509, Taf. 14—18, Stuttgart 1923.
- (1926): Beiträge zur Kenntnis der Cephalopodenfauna des oberfränkisch-ostthüringischen Unterkarbons. — Senckenbergiana lethaea, 8, 63—96, 11 Abb., Frankfurt am Main 1926.
- (1939): Bemerkungen zur Stratigraphie des oberfränkisch-ostthüringischen Unterkarbons. — Jb. preuß. geol. Landesanstalt, 59, 456—475, 8 Abb., Taf. 16—17, Berlin 1939.
- SCHMIDT, W. E. (1930): Die Echinodermen des deutschen Unterkarbons. — Abh. preuß. geol. Landesanstalt N.F., 122, 1—92, 20 Abb., Taf. 1—3, Berlin 1930.
- STETTNER, G. (1964): Blatt Weißenstadt. — Erl. geol. Kt. Bayern 1:25 000, Bl. Nr. 5837, 194 S., 36 Abb., 1 Beil., München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1964.
- SUCHAN, K. H. (1961): Die polygene Kalkbrekzie des Frankenwaldes. — Dipl.-Arb. Univ. Heidelberg, 65 S., 13 Abb., Heidelberg 1961.
- (1964): Konglomerate und Transgressionen im Unterkarbon der bayerischen Fazies des Frankenwaldes. — Diss. Univ. Heidelberg, 90 S., 13 Abb., 1 Taf., Heidelberg 1964.
- TONTSCH, G. (1956): Gefügetektonische Untersuchungen im Ostteil der Münchberger Gneismasse und deren Umräumung. — Geologica Bavarica, 27, 25—66, 6 Abb., 1 Tab., 3 Taf., 1 Beil., München 1956.
- TRAPP, R. (1967): Erläut. zur Geologischen Kartierung im Maßstab 1:5 000 im Paläozoikum des Frankenwaldes auf Blatt Schwarzenbach am Wald. — Dipl.-Arb. Univ. Würzburg, 69 S., 20 Abb., 1 Kt., Würzburg 1967.
- TRAPP, W. (1964): Erläut. zur Geologischen Spezialkartierung im Maßstab 1:5 000 im Paläozoikum des Frankenwaldes auf Blatt Stadtsteinach. — Dipl.-Arb. Univ. Würzburg, 98 S., 13 Abb., 1 Kt., Würzburg 1964.
- VISSARIONOVA, A. (1948a): Einige Arten der Unterfamilie Tetrataxinae GALLOWAY des Visé des

- europäischen Teils der UdSSR. — Verl. Akad. Wiss. UdSSR, Inst. Geol., 62 (Geol. Ser. 19), 190—195, Taf. 8, Moskau 1948. — [In Russisch].
- (1948b): Primitive Fusulinidae aus dem Unterkarbon des europäischen Teils der UdSSR. — Verl. Akad. Wiss. UdSSR, Inst. Geol., 62 (Geol. Ser. 19), 216—226, Taf. 13—14, Moskau 1948. — [In Russisch].
- VOGLER, H. (1956): Die Unterkarbonkonglomerate des Frankenwaldes und ihre paläogeographische Deutung. — *Geologica Bavarica*, 27, 232—272, 3 Abb., 4 Tab., Taf. 22—25, München 1956.
- WURM, A. (1927): Blatt Presseck. — Erl. geol. Kt. Bayern 1:25 000, Bl. Nr. 52, 67 S., 5 Abb., München 1927.
- (1929): Blatt Naila. — Erl. geol. Kt. Bayern 1:25 000, Bl. Nr. 32, 36 S., 7 Abb., München 1929.
- (1931): Blatt Wallenfels. — Erl. geol. Kt. Bayern 1:25 000, Bl. Nr. 51, 53 S., 4 Abb., München 1931.
- (1961): Geologie von Bayern. I. Frankenwald, Münchberger Gneismasse, Fichtelgebirge, Nördlicher Oberpfälzer Wald. — 555 S., 13 Text.-Taf., 157 Abb., 6 Beil.-Taf., Berlin Nikolassee (Gebr. BORNTRAEGER) 1961.
- ZELLER, E. J. (1957): Mississippian endothyroid Foraminifera from the Cordilleran Geosyncline. — *J. Paleont.*, 31 (4), 679—704, Taf. 76—82, Tulsa/Okla., 1957.
- ZITZMANN, A. (1964): Das Devon im Grenzbereich der bayerischen und thüringischen Fazies des Frankenwaldes. — Diss. Univ. Heidelberg, 131 S., 25 Abb., 4 Kt., Heidelberg 1964.

Manuskript bei der Redaktion eingegangen am 2.7.1979.

Tektonische Analyse des nördlichen kristallinen Spessarts

Eine Studie zur Geometrie und Kinematik eines Grundgebirgsabschnittes

Von THEODOR DOUSOS

Mit 20 Abbildungen, 8 Tabellen und 1 Beilage

Kurzfassung

Das beherrschende Strukturelement im tektonischen Bau des kristallinen Vorspessarts ist das SW — NE-streichende Gewölbe einer zentralen Orthogneiskuppel, deren Flanken von stofflich, stratigraphisch und baulich unterschiedlichen Paragesteinsserien umhüllt werden. Dieser Bau ist während der varistischen Einengungstektonik durch Externrotation angelegt. In der vorliegenden Arbeit wird eine tektonische Analyse der nördlichen Gewölbeflanke vorgelegt.

Die Externrotation wird von einer Internrotation begleitet. Spezialfalten entwickeln sich überwiegend in der Staurolith-Glimmerschiefer-Serie infolge von Stauungsvorgängen vor dem Zentralgneiskörper. Weiterhin entstehen monokline Flexurbiegefalten. Sie sind als plastische Schleppefalten zu bezeichnen. Biegung und tektonoplastisches Materialfließen kennzeichnen die ersten Stadien der Faltung. Die langen Schenkel rotieren wenig und gelangen sofort in die Lage senkrecht zur maximalen Druckspannung, sie werden dabei gelängt. Die kurzen Schenkel werden bei der Rotation anfangs verdickt und im weiteren Verlauf der Verformung gelängt. In den ersten Faltenstadien ist daher eine Vergrößerung, in den letzten Faltenstadien eine Verkleinerung der asymmetrischen-anisopachen Ausbildung der Faltschenkel festzustellen. Im weiteren Verlauf des Faltungsprozesses bildet sich durch Zerscherungen parallel zur Transversalschieferung (s_1) ein linsenförmiges Gefüge. Bei extremen Zerscherungen und Isokinalfaltung entwickelt sich eine Parallelschieferung.

Die Kleinfaltenvergenzen in beiden Schenkeln der Großfalte richten sich gegen den zentralen Orthogneis-Körper. Dieses Deformationsbild wiederholt sich im Kleinbereich. Dieser Antiklinorientyp kann als „anomales Antiklinorium“ bezeichnet werden; seine Entstehung ist wahrscheinlich nur in tieferen tektonischen Stockwerken mit plastischem Materialfließen möglich.

In den letzten Stadien der Kleinfaltenbildung kommt eine „nicht ebene Deformation“ hinzu. Hier ist eine Umorientierung von B_1 -Achsenflächen festzustellen, die sich in drei verschiedene Gefügepläne einordnen lassen. In den letzten Stadien entstehen neue Achsenflächen (s_2), die die Funktion haben, hauptsächlich durch differentielle Bewegungen den Materialüberschuß parallel B_1 auszugleichen. Die Falten dieser B_2 -Überprägungen wurden in drei Kategorien gegliedert. B_2 -Formen sind jünger als B_1 und formähnlich zu B_1 .

Der im wesentlichen postkristalline Charakter der Metamorphose wird bestätigt. Sie bildet eine Streckungslination parallel B_1 ab, die auf die Faltenstrukturen projiziert wurde; selten entwickelt sich außerdem noch eine Streckungslination parallel B_2 . Die Richtungen der beiden Streckungslinationen zeigen untereinander fließende Übergänge, so daß eine fächerartige Anordnung der Streckungslinien beobachtet werden kann.

Das Kluftnetz ordnet sich dem Kleinfaltenbau zu. Es bilden sich ac-, hk0-, 0kl- und untergeordnet ab-Kluftscharen. Es läßt sich nachweisen, daß der B_1 -Spannungsplan im Gestein während der Kluftbildung allmählich durch B_2 -Spannungen ersetzt wird und daß B_1 - und B_2 -Kluftplan einander ähnlich sind.

Die hohen Einengungsbeträge des kristallinen Spessarts drücken sich durch steile Großstrukturen, isoklinale Kleinfalten, extreme Schuppung, relativ flache Achsenflächen der Kleinfalten, Parallelschieferung, starke B_1 -Achsenstreuung und B_2 -Falten aus.

Abstract

Within the geological framework of the Hercynian belt the metamorphic rocks of the Vorspessart belong to the SW — NE trending Central German Ridge (Mitteldeutsche Kristallinzone), a constituent part of the Saxo-Thuringian zone. Series of late Precambrian to lower Ordovician sediments together with volcanic rocks and a central granodioritic plutonic body of lower Devonian age which probably intruded on an older staurolite unconformity all have been deformed and in addition metamorphosed during Hercynian orogeny.

The pluton's body had manifest modifying effects in the Hercynian orogeny, for it formed a central SW — NE trending large orthogneiss (Rotgneis) anticline surrounded on its flanks by an uparched enveloping series with different stratigraphies, lithologies and tectonic style. The northwestern flank of the anticline is composed of staurolite paragneiss series and overlying quartzite micaschist series of Cambro-Ordovician age. The SE — flank consists of differentiated gneiss series and micaschists with intercalated quartzitic and marble layers of Precambrian to lower Cambrian age. The southernmost unit of (quartz-) dioritic to granodioritic composition with unclarified genesis — either magmatogene rocks or a recrystallised plagioclase metablastic product of paragenic and metamorphic original rocks — is of late Hercynian age and therefore with no influence on the structural development of the northward bordering rock series.

This paper deals with the structural analysis of the northwestern flank of the central orthogneiss anticline. External rotation which led to the steepness of the anticlinal flank was accompanied by internal rotation. Special folds developed mainly in the southern staurolite paragneiss series, caused by blocking effects extending from the immediately neighbouring central orthogneiss body.

With progressive deformation the internal structure resulted in tectonoplastic flow folding and monoclinic flexure-slip folds (drag folds) on the limbs of the special folds. The long limbs of these drag folds rotated only for a small amount reaching almost immediately positions perpendicular to the axis of maximum compressive stress; by this way they became lengthened. In contrary, the short limbs became first thickened during the beginning of rotation and later on lengthened during progressive deformation. Consequently the first stages of deformation caused increasing differences in length and thickness of adjacent limbs of the monoclinic folds; both features decreased in later stages of folding processes.

In further continuation of the folding process bedding planes became inoperable because of increasing friction, and rock material was dissected by s_1 -shear planes causing transverse cleavage; isoclinal foldings and extreme cases of shearing stress resulted in parallel cleavage and imbricate structures. The axial planes of the drag folds are inclined towards the crest line on both flanks of the central orthogneiss anticline, a fact which has repeated itself in small-scale anticlinal structures, too. Such "anomalous anticlinorium" probably owes its origin to a deeper tectonic level where tectonoplastic flow is possible.

A "non-plane deformation" characterized the late stages of minorfold development resulting in new orientations of the axial surfaces of B_1 -folds, and three different groups of this new folding system can be distinguished. In a later stage of deformation new axial planes (s_2 -shear planes) originated which had the function to compensate for the surplus material parallel to B_1 . These newly formed B_2 -folds which are younger than B_1 -folds and similar in shape to them can be classified into three different groups. At places, however, folds of B_1 type were observed to pass gradually into B_2 type without sharp boundary between them.

The joint network is closely related to folding; ac-, hk0-, 0kl-, and to a minor degree ab-joint groups have developed. It is here demonstrated, that the stress pattern of B_1 was replaced during the jointing process by the stress pattern of B_2 so that the resulting B_1 and B_2 joint patterns are similar.

Metamorphism started when rock material had been considerably tectonically deformed. The degree of metamorphism is mainly in the almandine amphibolite facies, in a lower extend in the high graded greenschist facies, too. Signs of metamorphism are mainly represented by linear stretching of minerals parallel to B_1 , and in regions with predominant B_2 -folds parallel to B_2 . Both stretching lineations show gradual transitions to give in some cases a fan-shaped arrangement. Small areas of progressive metamorphism within the staurolite paragneiss series which are characterized by metablastesis of plagioclase and the occurrence of disthene, sillimanite and brown biotite are in close relation to leucocratic mobilizations of not clarified origin.

Of greater interest from a tectonical point of view are regions of retrograde metamorphism (phyllonites and mylonites) along the northern rim of the staurolite micaschist series, for they indicate a renewal of deformation resulting in a new pattern of structural planes. This retrograde metamorphism and postcrystalline deformation may very probably be traced back to the overthrusting movement of the Northern Gneiss Series upon the Ordovician quartzite micaschist series. •

Inhalt

	Seite
1. Einleitung	130
1.1. Erforschung und Problemstellung	130
1.2. Arbeitsgebiet und Methodik	131
2. B ₁ -Formung	133
2.1. Großfalten	133
2.2. Spezialfalten	134
2.3. Kleinfalten	135
2.3.1. Morphologie und Kinematik der Falten	135
2.3.2. Transversalschieferung, Biegung, plastisches Materialfließen, Gleitbewegungen //s ₁	139
2.3.3. Schuppenbau	139
2.3.4. Die Frage der Parallelschieferung	140
2.3.5. Ermittlung der Gefügekoordinaten im Aufschlußbereich	141
3. B' // B ₁ -Formung	143
4. B ₂ -Formung	144
4.1. Historisches	144
4.2. Morphologie der B ₂ -Falten	144
4.3. Beteiligung der Biegung und Scherung in den B ₂ -Falten	146
4.4. Gefügebild	148
4.5. Alters- und Symmetriebeziehungen zwischen B ₁ und B ₂	150
4.6. Regionales Auftreten von B ₂ -Formung	150
4.7. Übergänge zwischen B ₁ - und B ₂ -Formung	151
5. Unstetige Verformung	151
5.1. Symmetriebeziehungen zwischen stetiger und unstetiger Verformung	151
5.2. Rotation der Gefügekoordinaten und die Klufteinstehung	153
5.3. B ₂ -Falten und Klufteinstehung	153
5.4. Verwerfungen	154
6. Gliederung des Arbeitsgebietes in homogene Bereiche	156
7. Tektonische Synthese	159
7.1. Kleinfaltenbau	159
7.1.1. Materialzustand während der Verformung	159
7.1.2. Die Gefügepläne I, II, III der B ₁ -Formung	160
7.1.3. Gemeinsames Erklärungsmodell der B ₂ -Falten und der Gefügepläne I, II, III der B ₁ -Formung	161
7.1.4. Das Verhältnis zwischen Deformation und Metamorphose	163
7.2. Großbau	164
7.2.1. Geosynklinalentwicklung	164
7.2.2. Rotgneismagma-Intrusion	164
7.2.3. Die Orientierung des Deformationsellipsoides	165
7.2.4. Anomales Antiklinorium	166
7.2.5. Symmetrie der Verformung	169
8. Literatur	169
Anhang: Tabelle 5—8	173

1. Einleitung

1.1. Erforschung und Problemstellung

Das Grundgebirge des Vorspessarts ist Teil einer ehemaligen SW — NE-streichenden Schwellenzone, die im heutigen Kartenbild als eine annähernd lineare Anordnung mehrerer Grundgebirgsaufbrüche vom östlichen Pfälzer Wald bis zum Kyffhäuser reicht (Abb. 1, Fig. 1). Diese von BRINKMANN (1948) als Mitteldeutsche Schwelle bezeichnete Kristallinzone ist integrierender Bestandteil der saxothuringischen Zone des varistischen Gebirges.

Aufgrund einer über 170jährigen Erforschungsgeschichte sind die Gesteine des kristallinen Vorspessarts, ihr Mineralbestand und ihr Gefügeinventar in zahlreichen wissenschaftlichen Publikationen sehr detailliert und mit stets neuen Methoden bearbeitet und beschrieben worden. Der Gang dieser Erforschung ist zuletzt in OKRUSCH & WEINELT (1965) eingehend dargestellt worden. Es wird daher hier auf die älteren sehr verdienstvollen Bearbeitungen nicht mehr näher eingegangen.

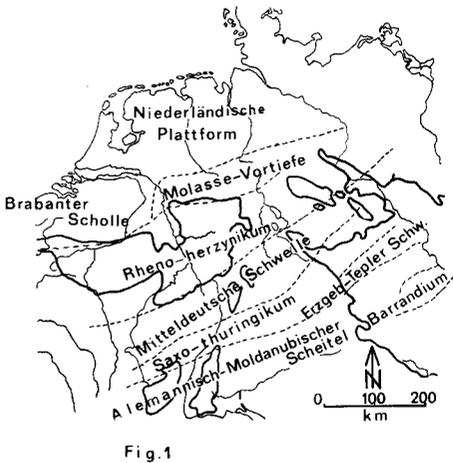


Fig. 1

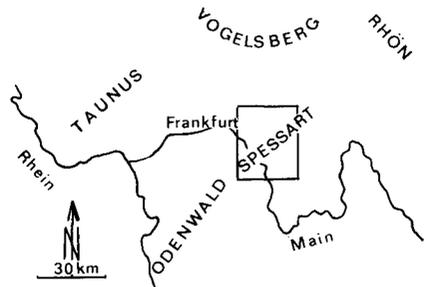


Fig. 2

Abb. 1. Übersichtskarten. Fig. 1: Zonengliederung des europäischen varistischen Gebirges nach DVORAK & PAPROTH 1969. — Fig. 2: Lage des Untersuchungsgebietes.

Unter den modernen petrographischen Darstellungen sind besonders die Arbeiten von MATTHES (1954), MATTHES & KRÄMER (1955), MATTHES & OKRUSCH (1965) und OKRUSCH (1963) zu nennen, in deren Untersuchungen fundierte Vorstellungen über das Ausgangsmaterial und die metamorphe Einförmigkeit der Para- und Orthogesteine mitgeteilt wurden.

Unter den modernen gefügekundlichen Bearbeitungen sind die Ergebnisse von BRAITSCH (1957), GABERT (1957), MURAWSKI (1957, 1958), PLESSMANN (1954), SCHNEIDER (1962) zu erwähnen, die vorzugsweise den tektonischen Bau des Spessartkristallins herausarbeiteten.

Eine erste zusammenfassende altersmäßige Gliederung des gesamten Spessartkristallins legte BEDERKE (1957) vor. Danach wird im Algonkium unter geosynklinalen Bedingungen eine mächtige und vielfältige Sedimentserie mit eingeschalteten basischen und sauren Vulkaniten abgelagert und anschließend offenbar assyntisch gefaltet. Diese Gesteinsserie bildet heute die südliche, steilere Flanke des Gewölbebaus. Diskordant über den assyntisch gefalteten Gesteinen ist eine kambrische Grauwacken-Quarzit-Tonstein-

rie (= die heutigen Staurolithglimmerschiefer bis -paragneise) und eine ordovizische Serie mächtiger Sandsteine und sandiger Tonsteine (= die heutigen Metaquarzite und Quarzitglimmerschiefer) abgelagert. Diese kambroordovizische Serie bildet heute die nördliche, flachere Flanke des Gewölbes. An der Wende Silur/Devon dringt granitisches Magma auf, das sich vorzugsweise auf der assyntischen Diskordanz ausbreitet. Gegen Ende des Devons setzen starke Krustenbewegungen ein, die zum heute vorliegenden Gebirgsbau führen; das Grundelement im tektonischen Bau ist das kuppelartige Gewölbe der zentralen Orthogneise mit den beiden stratigraphisch, stofflich und baulich unterschiedlichen Hüllserien. Im Zusammenhang mit der varistischen Faltung ist die Entstehung des Diorit-Komplexes zu sehen, dessen Genese noch umstritten ist. Auch BEDERKES Schlussfolgerungen hinsichtlich Art und Alter der Metamorphose im Spessart („Spessartkristallisation“) löste eine wissenschaftliche Diskussion über das Verhältnis von Mineralkristallisation und Gesteinsdeformation aus. Jünger als diese Kristallisation ist schließlich eine spätvaristische Einengungstektonik mit der nördlichen Überschiebungszone als ihrem sichtbarsten Ausdruck. Hierauf führte BEDERKE (1957) im Widerspruch zu MATTHES (1954) auch die Erscheinungen der phyllonitisch-diaphthoritischen Verformungen im mittleren Vorspessart zurück.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist eine tektonische Analyse des nördlichen Spessartkristallins. Ausgehend von einer Beschreibung der Morphologie und Kinematik der Falten und anderer Deformationsbilder in Gesteinen von unterschiedlicher tektonischer Kompetenz soll die chronologische Skala der gefügeprägenden Ereignisse erarbeitet werden, die den kristallinen Spessart betroffen haben. Hierbei gilt es zu klären, ob die einzelnen Formungen ($B_1 // B'$ und $B_1 \wedge B_2$) ein- und demselben Beanspruchungsplan zugeordnet werden können oder ob sich daraus eine Mehrphasigkeit der tektonischen Ereignisse ableiten läßt. Zur Klärung dieser Frage sind die Symmetriebeziehungen zu untersuchen, die bei der Überlagerung mehrerer zeitlich hintereinander folgender Formungsgenerationen und -richtungen resultieren müßten. Außerdem ist im einzelnen der jeweilige Mechanismus (Biegung oder Scherung) zu erfassen, der zu den verschiedenen Formungsgenerationen geführt hat. Schließlich gilt es, eventuelle Zusammenhänge zwischen dem Kluffgefüge und den einzelnen Formungen aufzudecken.

Die vorliegende Arbeit ist eine umgearbeitete Fassung der Dissertation des Verfassers (Frankfurt 1975). Herrn Professor MURAWSKI danke ich für die Überlassung des Themas und die Förderung der Arbeit, Herrn Professor DENNIS und Herrn Dr. PRÜFERT für Anregungen, Diskussionen und gemeinsame Geländebegehungen. Meiner Frau danke ich für die Reinzeichnung der Zeichenvorlagen.

1.2. Arbeitsgebiet und Untersuchungsmethodik

Das Untersuchungsgebiet liegt auf der nordwestlichen Gewölbeflanke des kristallinen Vorspessarts (Abb. 2). Es umfaßt einen Bereich von ca. 100 km² und erstreckt sich über Ausschnitte der geologischen Karten 5820 Langenselbold, 5821 Bieber, 5920 Alzenau, 5921 Schöllkrippen.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich in erster Linie mit tektonischen Fragen. Der kleintektonischen Untersuchung in 67 Aufschlüssen liegen etwa 8000 Meßwerte zugrunde, davon ca. 3300 s-Flächen, ca. 3900 Kluffflächen und ca. 800 Lineationen. Sie stellen eine Auswahl aus mehr als 150 hinreichend aufgeschlossenen Stellen dar, in denen bei der vom Verf. durchgeführten kleintektonischen Geländeaufnahme im Rahmen der Dissertation mehr als 12300 flächige und lineare Gefügeelemente eingemessen worden sind. Alle Meßdaten wurden mit dem Gefügekompaß ermittelt, im SCHMIDT'schen Netz (untere Halbkugel) ausgewertet und in 67 Diagrammen (Beil. 1, Fig. 2—5) dargestellt. Für die Darstellung der Gefügeelemente in den Diagrammen wurden die Symbole der Beilage 1 benutzt.

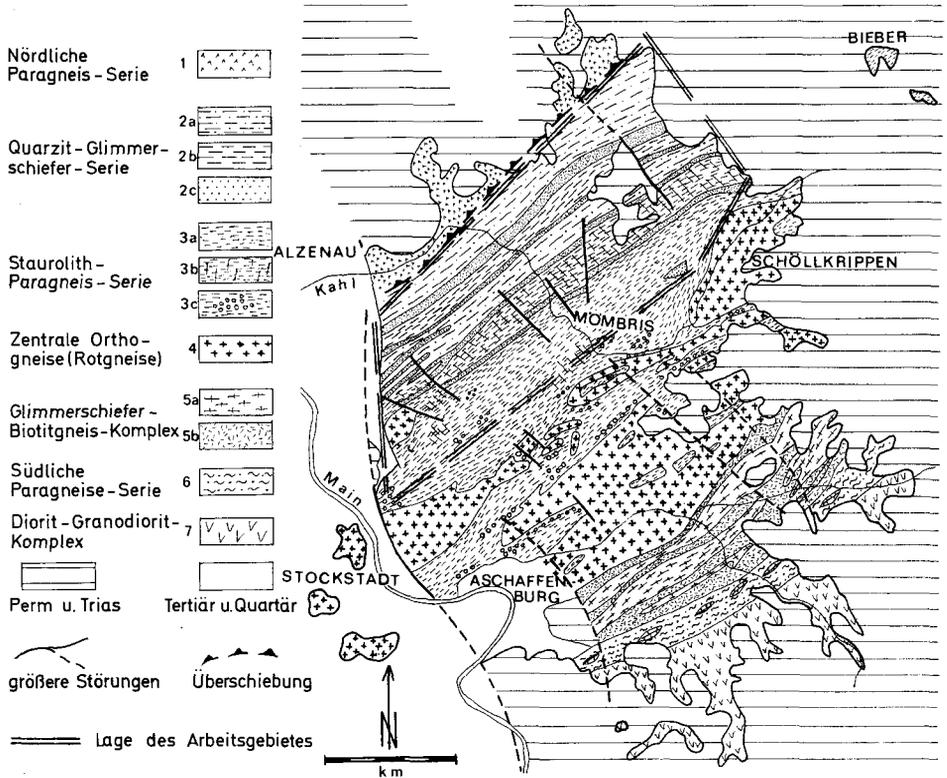


Abb. 2. Geologische Übersichtskarte des Kristallinen Spessarts zusammengestellt nach Unterlagen von MATTHES (1954), BRAITSCH (1956), PLESSMANN (1957), MURAWSKI (1958, 1966), OKRUSCH & WEINELT (1965, 1967): 1: amphibolitisch gebänderte Gneise. 2a: quarzitischer Glimmerschiefer, 2b: Zweiglimmerschiefer bis Paragneis, 2c: Metaquarzit. 3a: Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis. 3b: Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis diaphthoritisch, phyllonitisch. 3c: Staurolith-Granat-Plagioglas-Gneis progressiv metamorph. 4: Schöllkrippener und Goldbacher Gneis. 5a: Haibacher Biotitgneis und Schweinheimer Zweiglimmerschiefer. 6a: Körnig-streifiger Paragneis. 7: Diorit und Grandiorit mit Einschüben von Aplodiorit, Aplitgranit und basischen Einlagerungen.

Zur Beschreibung des Kleinfaltengefüges sind die Gefügekoordinaten a_1 , b_1 , c_1 verwendet worden; b_1 gibt die Lage der Faltenachse an, während a_1 auf dem Falten Spiegel liegt und zwar mit einem Winkel von 90° zu b_1 ; c_1 liegt in der Achsenfläche der Falte und bildet zu a_1 und b_1 jeweils einen Winkel von 90° ; a_1 steht also normal auf der Achsenfläche. Dies entspricht der Koordinatensetzung in rhombischen Falten (Abb. 3, Fig. 1 und Diagramm 1). In monoklinen Falten bilden aber die Koordination a_1 und c_1 einen spitzen Winkel (Abb. 3, Fig. 2 und 3 und Diagramm 1 und 3). Hier steht der Achsenpol der Koordinate a_1 nicht mehr normal auf der Achsenfläche. Daher wird in Anlehnung an KARL (1963:44) die Hilfskoordinate a' eingeführt, die senkrecht auf der Achsenfläche steht und damit auch für vergente Falten die Faltenbeschreibung nach einem rhombischen Koordinatensystem ermöglicht. Die Einführung dieser Hilfskoordinate a' erweist sich nach KARL (1963) als notwendig, wenn die genetische Richtung a_1 im Gelände nicht erkennbar ist, was im Arbeitsgebiet die Regel darstellt (vgl. Kap. 2.3.5.).

Neben einer möglichst exakten Beschreibung der symmetrologisch-geometrischen Erscheinungen von Gefügebildern erwiesen sich für die Gefügestatistik die faltenstereometrischen Methoden (WUNDERLICH, 1961, 1962) der Gesteinsformung als sehr wertvoll.

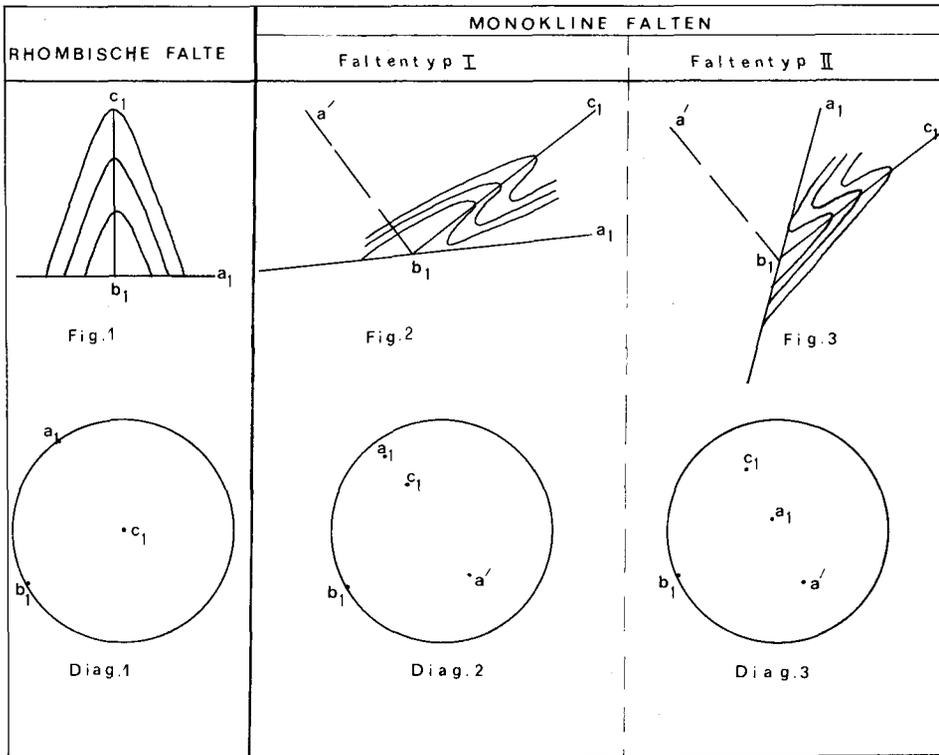


Abb. 3. Gefügekoordinaten in rhombischen und monoklinen Falten und ihre Darstellungen im SCHMIDT'schen Netz.

2. B₁-Formung

Die charakteristischen Einengungsformen des nördlichen Spessart-Kristallins sind Falten. Sie werden entsprechend der im Rheinischen Schiefergebirge (BREDDIN 1968 : 412) und der im Thüringischen Schiefergebirge (SCHROEDER 1966 : 441 ; ENGELS 1959 : 9) durchgeführten Unterteilung in Groß-, Spezial-, Klein- und Mikrofaltengliederung gegliedert. Zwischen diesen Faltengrößen bestehen fließende Übergänge.

2.1. Großfaltengliederung

Das kuppelförmige Gewölbe der zentralen Orthogneise mit den stofflich, stratigraphisch und baulich unterschiedlichen Hüllserien an der NW-Flanke (kambr-ordovizischen Einheiten) und an der SE-Flanke (? jungproterozoische Einheiten) besitzt rein phänomenologisch die Form eines Sattels; die Größenordnung dieser Gewölbestruktur weist die Dimensionen einer Großfalte auf, wie sie BREDDIN (1968 : 406) aus dem Rheinischen Schiefergebirge beschreibt. Das Untersuchungsgebiet liegt auf dem nordwestlichen Schenkel und zu einem kleinen Teil nahe am Scheitelpunkt dieser Großantikline.

Die generelle Streichrichtung des Gebirgsbaues im Untersuchungsgebiet beträgt etwa 60° ; sie schwenkt aber östlich der Linie Horbach — Geiselbach — Schneppenbach in weitem Bogen auf ca. 80° ein (Beilage 1, Fig. 1).

Das Einfallen der kambro-ordovizischen Gesteinseinheiten ändert sich im NW — SE-Profil quasi kontinuierlich (Abb. 4): steiles Einfallen der s-Flächen nach NW kennzeichnet die nordwestlich gelegene Quarzit-Glimmerschiefer-Serie; deutlich flacheres nordwestliches Einfallen der s-Flächen, das sich mit weiterer Annäherung an die zentrale Orthogneiskuppel (etwa die Linie Rückersbach — Schneppenbach) bis zu nahezu horizontaler Lagerung verflacht, kennzeichnet das Verbreitungsgebiet der Staurolith-Paragneis-Serie.

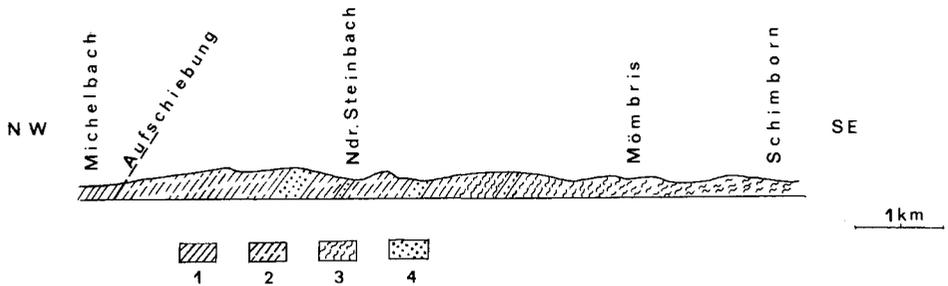


Abb. 4. Geologisches Profil durch den nördlichen kristallinen Spessart (nach SCHNEIDER 1962 und eigenen Kartierungen): 1: migmatisierte nördliche Gneise. 2: Quarzit-Glimmerschiefer-Serie. 3: Staurolith-Glimmerschiefer-Serie. 4: Quarzithorizonte in 2 und 3.

Die Auffassungen von v. BUBNOFF (1930: Abb. 106), GABERT (1957: Abb. 11) und NEUMANN (1966: Abb. 5), die Quarzit-Glimmerschiefer-Serie als isoklinal verschuppte Komplexe zu betrachten, sind sowohl aus petrographischen als auch aus tektonischen Gründen nicht haltbar.

Es gibt keine zwei Quarzitzüge innerhalb der Quarzitserie, die nach ihrer lithographischen Ausbildung und mineralogischen Zusammensetzung (WEINELT et al. 1967: 63—72) gleich sind, so daß sie als zwei Flügel einer großräumigen Isoklinalfalte angesehen werden können. Außerdem hat die tektonische Analyse des Kleinfaltenbaus gezeigt, daß die Vergenzen der Kleinfalten ein bestimmtes Verhältnis zur Sattellinie von Großfalten und Spezialfalten aufweisen; sie konvergieren gegen die Sattellinie (s. Kap. 7.2.4.). Dies findet unter der Annahme eines großräumigen Isoklinalfaltenbaus keine Bestätigung. In diesem Falle hätten die Vergenzen des Kleinfaltenbaus keine Rücksicht auf die hypothetische Sattellinie genommen, da sie in den Quarzitabfolgen konstant nach SE vergieren.

2.2. Spezialfalten

Die Spezialfalten haben eine Generalstreichung von 60° . Ihre Spannweite erreicht oft Hunderte von Metern, während ihre Länge bis 4 km beträgt (Beil. 1, Fig. 1). Solche Gebilde beschränken sich auf das Verbreitungsgebiet der Staurolith-Glimmerschiefer-

fer- bzw. -Gneis-Serie südöstlich des ersten Quarzituges. Dieses Gebiet zeichnet sich durch das flache Einfallen der Gesteinseinheiten aus. Die Vergenzen des Kleinfaltenbaus konvergieren gegen ihre Sattellinien und divergieren gegen ihre Muldenlinien. Im Bereich, in dem die Orthogneise des Plattenberges zwischen dem ersten Quarzitug und der Rückersbacher Schlucht auftauchen, treten mehrere Spezialstrukturen auf (Beil. 1, Fig. 1, bei Rückersbach). Aus der Tatsache, daß das Orthogneisvorkommen vom Plattenberg und eine Anzahl von Spezialstrukturen in der Hüllserie im gleichen Raum auftreten, könnte man ableiten, daß das durch die Orthogneis-Intrusion entstandene unregelmäßige Relief weitgehend die Spezialstrukturen der oberen Hüllserie bestimmt hat. Der Gesteinsbereich der Staurolith-Glimmerschiefer-Serie südöstlich der Linie Schnepfenbach — SE Rückersbach ist das Hauptverbreitungsgebiet dieser Spezialstrukturen; oft heben die Spezialsättel in ihrem Achsenverlauf aus und werden durch Spezialmulden fortgesetzt. Kleinere Strukturen setzen sich auf größere (Beil. 1, Fig. 4, Bereich d. Diagr. 8—15).

2.3. Kleinfalten

Als Kleinfalten werden hier Faltengrößen im dm- bis m-Bereich verstanden. Sie treten besonders häufig in Gesteinsarten auf, die durch eine Wechsellagerung von kompetentem und inkompetentem Material gekennzeichnet sind. Hinsichtlich ihrer Geometrie können zwei Faltenotypen unterschieden werden.

Faltenotyp I (Abb. 3, Fig. 2): Stark überkippte Falten, deren steilere, überkippte Schenkel kürzer sind als die flacher liegenden Schenkel. Damit wird die Asymmetrie des Faltenbaues ausgedrückt. Wird die Mächtigkeit einer Schicht in beiden Faltenflügeln verglichen, so zeigt sich eine Anisopachie der Faltenformen; der flachere Schenkel ist stets dünner als der steilere. Ein wichtiges Charakteristikum dieses Deformationstyps ist die flache Lage des Falten spiegels.

Faltenotyp II (Abb. 3, Fig. 3): Diese Falten sind aus einem langgestreckten überkippten Falten schenkel und einem kurzen, flacheren und dickeren Falten schenkel aufgebaut. Der Falten spiegel ist steil geneigt.

2.3.1. Morphologie und Kinematik der Falten (Falten typ I und II)

Die Sättel: Hinsichtlich der Ausbildung der Sattelregion tritt vor allem der kongruente Falten typus, im Sinne von CLOOS (1936:190—191) auf. Eine Wechsella gerung der ehemaligen Schichten, die sich in ihrer Deformierbarkeit stark unterscheiden, hat im wesentlichen die Entwicklung eines konzentrischen Falten typus verhindert. Infolgedessen werden Schenkelreduktion und Scharnierverdickungen schon bei großen Öffnungswinkeln von 100° — 120° beobachtet (Abb. 6, Reihe B, Fig. a). Mit der Verkleinerung des Öffnungswinkels werden die Falten scheidel bereiche immer dicker, bis die Schenkel parallel zueinander verlaufen und der Öffnungswinkel kleiner als 20° wird (Isoklinalstellung nach BANKWITZ 1965:1088). In der Sattelregion von Isoklinalfalten ist eine Zunahme der normalen Mächtigkeit bis zum 4fachen feststellbar. Die Beziehungen zwischen dem Öffnungswinkel und dem Quotienten der Dicke der Sattelumbiegung und der Dicke der Schenkel werden in der Abb. 5 wiedergegeben. Als Beobachtungsmaterial sind 30 Faltenhandstücke verwen-

det worden. Es ergibt sich ein lineares Wachstum der Scheitelverdickung bei fortschreitender Verkleinerung der Öffnungswinkel. Dieser Vorgang entsteht entweder durch plastisches Materialfließen oder durch Scherungsvorgänge längs der Transversalschieferung (s. Kap. 2.3.2.). Aus dem Anteil der Krümmung im Faltscheitel und Faltschenkel unterscheiden BREDDIN (1968:374) und SCHROEDER (1966:443) Rundfalten, Scharnierfalten und Knickfalten. Welche von den genannten Falentypen im Arbeitsgebiet zur Ausbildung kommt, entscheidet die Intensität der Deformation, die durch den Öffnungswinkel zum Ausdruck kommt und die Verformbarkeit des in die Faltung einbezogenen Materials. Falten mit runden Scharnieren sind nur unter größeren Öffnungswinkeln möglich. Dagegen können Scharnierfalten (Abb. 6, Reihe C, Fig. a, b, c) und Knickfalten (Abb. 6, Reihe C, Fig. d) bis zur Isoklinalstellung der Schenkel gefaltet werden.

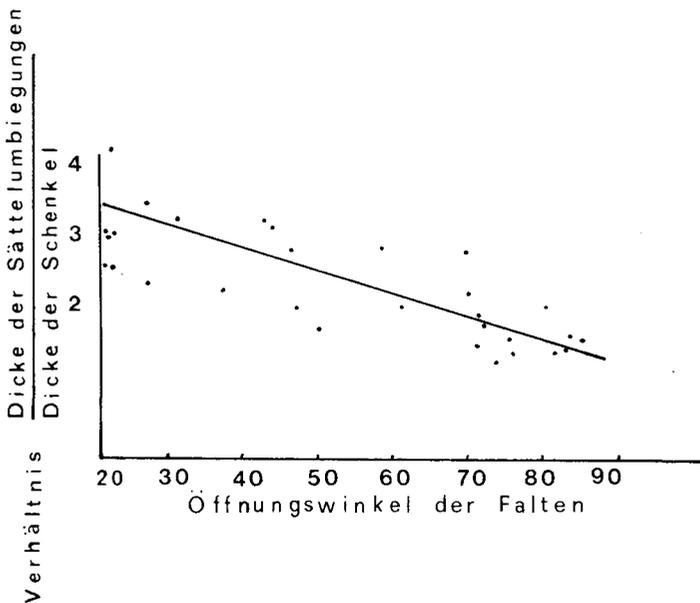


Abb. 5. Lineares Wachstum der Scheitelverdickung von Falten bei fortgeschrittener Einengung.

Die Verformung durch Biegung oder Knickung wird durch die jeweilige Lithologie und Deformationsintensität bestimmt. Aus dünnen, reinen Quarzitlagen entwickeln sich Knick- oder Spitzfalten; aus einer Wechsellagerung von kompetenten und inkompetenten Schichten entwickeln sich Scharnierfalten.

Die Schenkel: Aus einer großen Anzahl von Handstücken geht hervor, daß Asymmetrie und Anisopachie der Falten bis zu Öffnungswinkeln von 80° bis 90° sich stetig vergrößern. Wenn die Öffnungswinkel noch kleiner werden, vermindert sich gleichzeitig auch die Asymmetrie und Anisopachie. An den meisten Handstücken mit Isoklinalfaltung sind gleichdicke und gleichlange Schenkel zu beobachten. Die Verminderung der Asymmetrie und Anisopachie mit fortschreitender Verkleinerung des Öffnungswinkels läßt sich in Aufschlüssen des Arbeitsgebietes gut verfolgen. Am besten sind sie im Aufschluß R 35 09 52, H 55 50 76 (Blatt Alzenau) des vierten

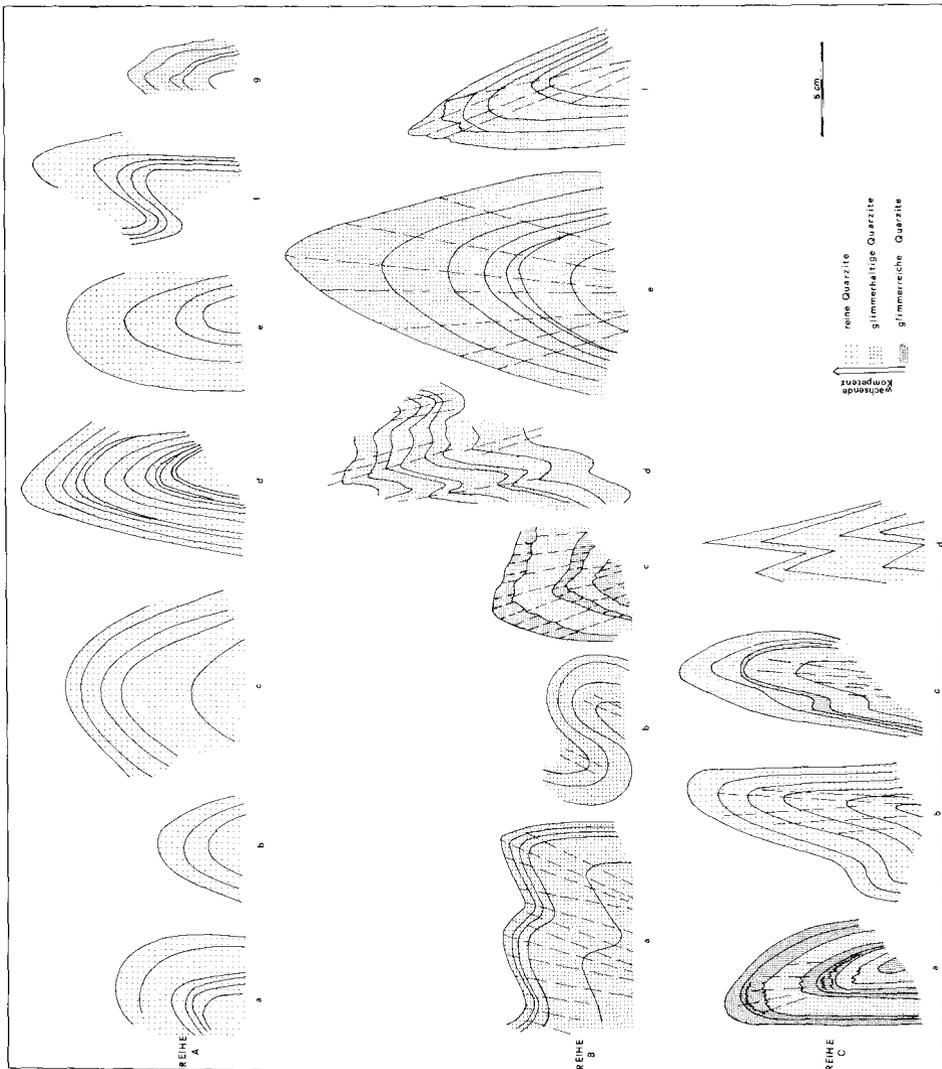


Abb. 6. Morphologie von Falten der B_1 -Formung, gezeichnet nach Handstücken.

Quarzituges zu beobachten. Im m-Bereich treten 6 Falten nebeneinander auf (Abb.7, oben, Fig. a—f). In den Faltenbildern der Fig. a und b ist der flachere Schenkel verkürzt und verdickt; dagegen wird der flachere Schenkel bei den Faltenbildern der Fig. c—e allmählich verlängert und verdünnt, während die Isoklinalfalte der Fig. f gleiche Dicke und Länge ihrer Schenkel aufweist. Diese tektonischen Verhältnisse, die heute nebeneinander zu beobachten sind, könnten sehr wahrscheinlich auch eine chronologische Abfolge darstellen. Man kann durchaus annehmen, daß die Isoklinalfalten aus den daneben beobachteten Falten mit größeren Öffnungswinkeln hervorgegangen sind.

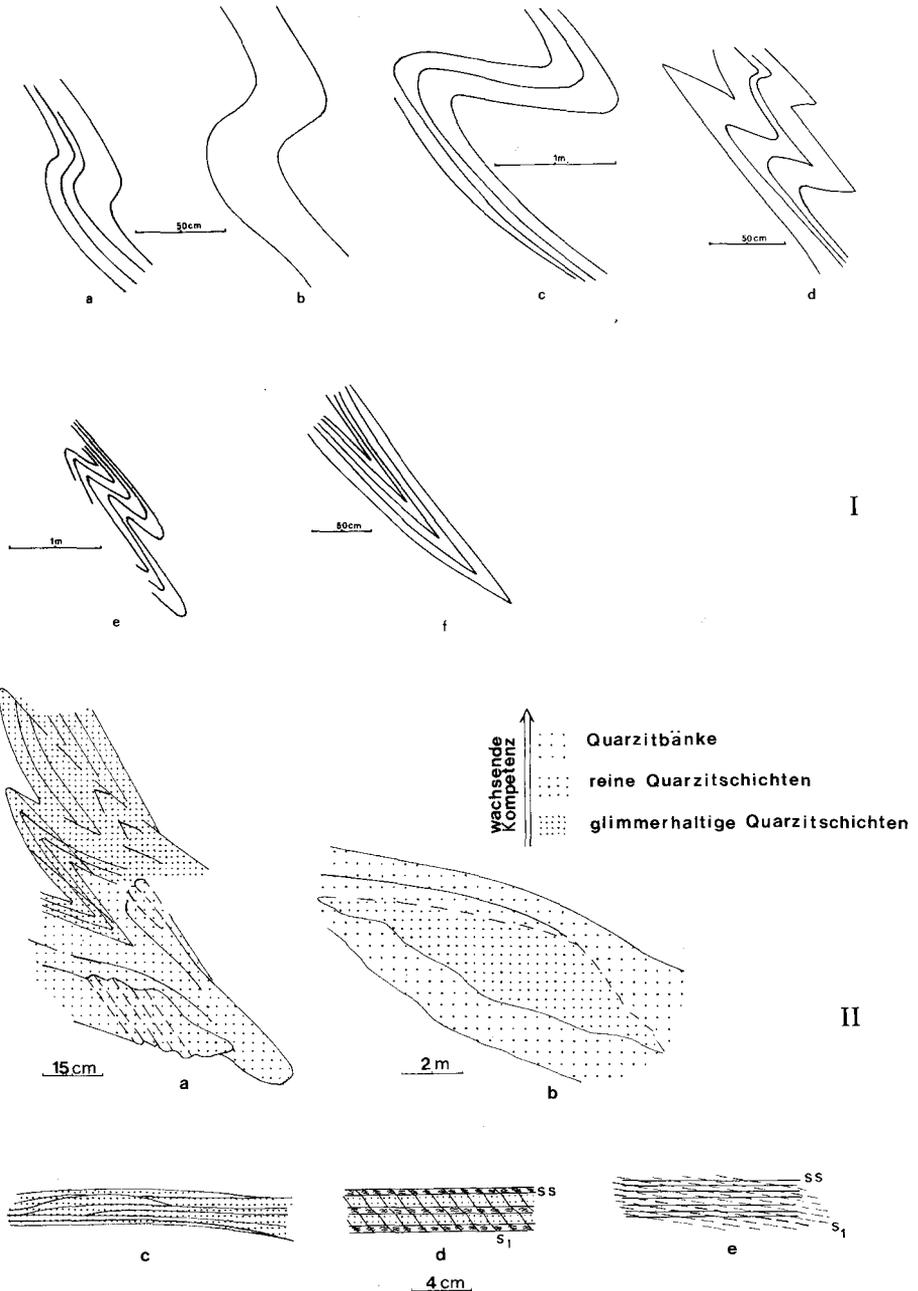


Abb. 7. Oben (I): Deformationsbilder der B_1 -Formung, gezeichnet nach Aufschlußbildern im Steinbruch am Fuße des Giftiger Berges. (35 09 52—55 50 76 Bl. Alzenau).

Unten (II): Linsenförmige Deformationsgefüge (Erläuterung im Text). — Fig. a: Übergang von Isoklinalfalten zu Schuppenbau, Quarzit-Steinbruch bei Hofstädten (35 15 60—55 51 94 Bl. Bieber). — Fig. b: Durch Scherung entstandener linsenförmiger Körper, Quarzit-Steinbruch nordöstlich Schneppenbach (35 17 23 55 52 74 Bl. Bieber). — Fig. c: Schuppenbau im Handstückbereich. — Fig. d: Brechung der Schieferung. — Fig. e: $ss \wedge s_1$ als linsenförmiges Gefüge im Handstückbereich.

2.3.2. Transversalschieferung, Biegung, plastisches Materialfließen, Gleitbewegungen // s_1

Die Transversalschieferung erzeugt tektonische Flächen, die mit Glimmer besetzt sind. Ihre Ausbildung und ihr Verlauf hängen von der Kompetenz der an dem Faltenbau beteiligten Schichten ab. Glimmerreiche Gesteinspartien werden von engständigen, quarzitreiche Lagen von relativ weitständiger Schieferung betroffen. Sie zeigt eine leichte Divergenz im Sattelpbereich und somit eine Abweichung von der Achsenfläche. Statistisch gesehen stellt sie eine Faltenachsenflächen-Schieferung dar. Verlassen die Schieferungsscharen inkompetente Schichtlagen und dringen in kompetentere ein (Abb. 7, unten, Fig. d), so ändert sich ihr Einfallswert („Brechung der Schiefriigkeit“ nach FURTAK 1961). Bei einer großen Anzahl von Falten-Handstücken, die aus reinen Quarzitlagen aufgebaut sind, wurde die Schieferung (s_1) nicht beobachtet. Dies ist bei Falten mit Öffnungswinkeln größer als 90° der Fall. Im Aufschlußbereich zeigen dickbankige Quarzite ebenfalls keine Schieferung.

Weiterhin sind Fälle zu erwähnen, in denen Falten mit Öffnungswinkeln kleiner als 90° von Schieferungsvorgängen nicht betroffen sind (Abb. 6, Reihe A, Fig. a—g). Häufig sind ganze Schichtglieder aus den Faltenflanken in den Sattelpbereich gepreßt (Abb. 6, Reihe A, Fig. d). Das spricht nach SANDER (1950:282) für Biegegleitung. In allen diesen Fällen werden die Sättel stark verdickt. Diese Verdickung kann nur auf „Materialfließen“ zurückgeführt werden. Die Schichtmächtigkeiten sind parallel der Schieferungsfläche ungleichmäßig. Dies dürfte ein Hinweis darauf sein, daß es sich in diesen Fällen nicht um Scherungsfalten handeln kann (TURNER & WEISS 1963:480). Die Transversalschieferung (s_1) tritt hauptsächlich in Falten mit kleinen Öffnungswinkeln auf (Abb. 6; Reihe B, Fig c—f; Reihe C, Fig. a—c). Bei raschem Materialwechsel ist sie auch in stärker geöffneten Falten zu beobachten (Abb. 6, Reihe B, Fig. a). Verschiedentlich sind an Handstücken Gleitbewegungen parallel zu den Schieferungsflächen zu beobachten (Abb. 6, Reihe B, Fig. c, f; Reihe C, Fig. a).

Die Altersabfolge der mechanischen Faltenentwicklung läßt sich grob skizzieren: Die Faltung beginnt mit Gleitvorgängen, die dem Sattelpbereich durch Biegung eine konzentrische Form verleihen. Die Verformung setzt sich weiter fort, wobei Scharnierfalten und kongruente Falten gleichzeitig mit einem erhöhten Einfluß des tektonoplastischen Fließens gebildet werden. Infolge hoher Reibung sind im weiteren Verlauf die Schichtflächen nicht mehr gleitfähig und die Falten werden längs der neu entstandenen Gleitbahnen zerschert. Dieser Scherungsprozeß hat durch differentielle Bewegungen zu Mächtigkeitsänderungen der Falteile geführt.

2.3.3. Schuppenbau

Während für die glimmerreichen und dünn-schichtigen Quarzite ein kongruenter Falten-typ die verbreitetste Verformungsart zu sein scheint, ist für die relativ glimmerarmen dünn- bis dickbankigen Quarzite in den vier Quarzitzügen ein Schuppenbau repräsentativ. Mit wachsendem Quarzgehalt sind die Gesteinsglieder nicht mehr so leicht faltbar. Schon bei großem Öffnungswinkel reißen Mulden und Sättel in ihrem Scheitelbereich längs Störungen auseinander, die nach BREDDIN (1971:70) als Schuppenflächen (= Höl-Flächen) bezeichnet werden können.

Bei den intensiven Faltungs- und Schuppungsvorgängen in den 4 Quarzitzügen nimmt die Faltenachsenfläche eine nahezu parallele Stellung zu den Faltenchenkeln ein. In diesen Fällen fungiert das ehemalige Anlagerungsgefüge (ss) als Gleitfläche, wobei die Faltenformen völlig zerreißen und die Faltenchenkel ihren Zusammenhang verlieren. Durch diese Scherungsmechanismen entstehen linsenförmige Körper (Abb. 7, unten, Fig. a). Ihre Größe wird von der Gesteinskompetenz bestimmt. Die Dimension der Bewegungskörper zwischen den entstandenen Trennflächen erstreckt sich vom Handstück- bis Aufschlußbereich (Abb. 7, unten, Fig. c und b) und ist abhängig davon, ob es sich um Glimmerschiefer oder dickbankige Quarzite handelt.

(Abb. 7 unten, Fig. a) gibt einige Einzelheiten der Übergangsstadien von Isoklinalfalten zu Schuppen wieder. Das Verformungsbild stammt aus dem ersten Quarzitzug bei Hofstädten. Eine dünnsschichtige Gesteinswechsellagerung von Quarziten und glimmerreichen Quarziten begünstigt die Bildung von Isoklinalfalten. Größere Schuppenflächen sind in der Abbildung rechts oben zu erkennen. Sie bilden einen spitzen Winkel mit den Faltenchenkeln und verlaufen parallel zur Faltenachsenfläche. Weiterhin ist das Gestein durch eine Achsenflächenschieferung transversalgeschiefert. Im Zentrum der Abbildung verläuft die Grenzlinie zwischen dem Quarzithorizont und dem inkompetenten Nebengestein bogenförmig und unregelmäßig, wobei die konvexen Bögen zum inkompetenten Material hin ausgerichtet sind. Derartige walzenförmige Gebilde können als B-Tektonite (SANDER 1950 : 264, METZ 1967 : 103) bezeichnet werden.

2.3.4. Die Frage der Parallelschieferung

Das markanteste Gefüge im Aufschlußbereich ist das S-Flächengefüge (Parallelgefüge nach BEDERKE, 1957:13, S-Flächengefüge nach MURAWSKI, 1957:141 und PLESSMANN, 1957:152).

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit interessiert, ob diese Flächen sedimentär oder tektonisch angelegt wurden. Dabei können drei Fälle unterschieden werden:

1. Das Gefüge hat einen sedimentären Ursprung (MATTHES 1954:57), wenn mächtige kompetente Quarzit- oder Gneisbänke vorliegen. Die tektonischen Vorgänge der Isoklinalfaltung und Schuppung folgten hier der primären Materialwechsellagerung. Eine Transversalschieferung fehlt. Im Gelände scheint ein mehr oder weniger gleichsinnig einfallendes Gesteinspaket vorzuliegen. Die nachfolgende Abbildungskristallisation hat auf diesem Anlagerungsgefüge (ss) phyllomorphe Minerale eingeregelt.

2. Bei weniger kompetentem Material (z. B. quarzreiche Glimmerschiefer, glimmerreiche Quarzite oder Gneise mit Glimmerschiefer einschaltung) entwickelt sich eine Transversalschieferung. Da diese Gesteine sehr oft bis zur Isoklinalstellung gefaltet sind, schneidet die Schieferung die Sattelumbiegungen transversal, während sie an den Faltenchenkeln nahezu parallel zur Schichtung verläuft (Abb. 6, Reihe C, Fig. b, c). In diesen Gesteinsbereichen treten sowohl $ss_1 \wedge s_1$ als auch $ss // s_1$ auf. Es wird ein linsenförmiges Scherungsgefüge erzeugt (Abb. 7, unten, Fig. e).

3. Bei den inkompetenten Glimmerschiefern tritt nur ein Flächengefüge in Erscheinung. Selten ist eine Isoklinalfaltung zu erkennen, die transversal geschiefert wurde; gerade diese Fälle ermöglichen das Erkennen der Parallelschieferung ($s_2 // s_1$) als typisches Flächengefüge dieses Gesteinstypes.

Die Beanspruchung hat in verschiedenen zusammengesetzten Gesteinsserien verschiedene Deformationsstile hervorgerufen (Tab. 1). Somit zeigt sich die Abhängigkeit des Deformationsstils von der Gesteinsfazies.

Tabelle 1: Abhängigkeit des Deformationsstils vom Verformungswiderstand

Deformationsstil	Verformungswiderstand		
	kompetent	weniger kompetent	inkompetent
Biegung bzw. Knickung			
Materialfließen	+	+	?
s_1	-	+	vereinzelt
Kongruente Falten	+	vereinzelt	-
Isoklinalfalten	-	+	vereinzelt
Schuppung	-	+	-
Parallelschieferung	-	+	+

2.3.5. Die Ermittlung der Gefügekoordinaten im Aufschlußbereich

Die Koordinate b_1 : Die Ermittlung der Koordinate b_1 im Aufschlußbereich erfolgte stets aus den s -Flächenpolen; sie ordnen sich auf dem π -Kreis an, dessen Achse (π -Pol) die Lage der Faltenachse (b_1) für den Aufschlußbereich angibt. Tatsächlich fallen meist die unmittelbar im Gelände gemessenen Faltenachsen mit den auf dem SCHMIDTSchen Netz konstruierten zusammen (z. B. Abb. 8, Fig. 1 und 2). Parallel zu den Faltenachsen und auf den s -Flächen ist eine feine, stets engständige Lineation zu beobachten. In den meisten Gefügediagrammen des Untersuchungsgebietes gruppieren sich die Lineationen um den π -Pol (z. B. Abb. 8, Fig. 1 und 2). Das Flächen- und Achsengefüge ist also syntektonisch im selben symmetriekonstanten Formungsakt entstanden (SANDER 1968:139). Die Untersuchungen SCHNEIDERS (1962:260) haben gezeigt, daß Turmalin-Nadeln parallel zu diesem Lineargefüge verlaufen. Aufgrund dieser Kristalleinregelung kann es als Streckungslinear bezeichnet werden.

Daß Faltenachsen und Streckungslineationen nicht immer zusammenfallen, zeigt eine Reihe von Falten-Handstücken, auf denen sich Streckungslineationen und Faltenachsen spitzwinklig kreuzen. In diesen Fällen hat die Streckung in beiden Schenkeln der Falten ihr Streichen beibehalten und nur ihr Einfallen stark verändert. Dies spricht für ein jüngerer Alter der Streckung, wobei diese auf bereits fertige Faltenstrukturen projiziert wurde. In Aufschlußdiagrammen (z. B. Abb. 8, Fig. 3) gruppieren sich die Streckungslineationen um ein Maximum, das in 20° Abstand vom Maximum der aus den s -Flächen konstruierten b_1 -Faltenachse liegt.

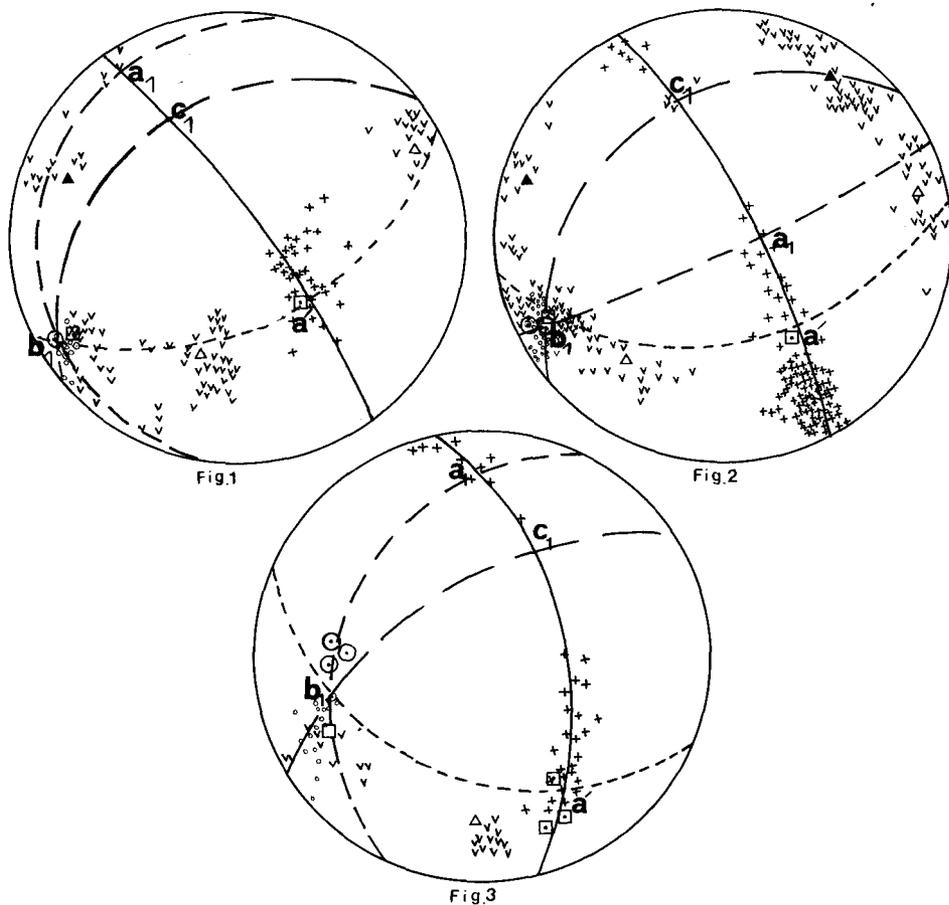


Abb. 8. Exemplarische Gefügediagramme zur Ermittlung der Gefügekoordinaten a_1 — a' — b_1 — c_1 . — Fig. 1: Faltenantyp I (Steinbruch an der Rückersbacher Schlucht 35 06 16—55 43 67 Bl. Alzenau). Gitterwerte: 35 S-Flächen, 42 Klüfte, 8 Lineationen, 1 Faltenachse, 1 Faltenachsenfläche. — Fig. 2: Faltenantyp II (Quarzit-Steinbruch bei Hofstädten 35 14 86—52 87 Bl. Bieber). Gitterwerte: 105 s-Flächen, 159 Klüfte, 45 Lineationen, 1 Faltenachse, 1 Faltenachsenfläche. — Fig. 3: Faltenantyp I (Staurolith-Glimmerschiefer im Pfahlloch 35 07 008—55 44 55 Bl. Alzenau). Gitterwerte: 35 S-Flächen, 21 Klüfte, 16 Lineationen, 3 Faltenachsen, 3 Faltenachsenflächen.

Die Koordinate a_1 : Die Lage der Gefügekoordinate a_1 kann man nur im Gelände messen, indem man die Lage des Falten spiegels ermittelt. Dies ist aber bei den stark verschuppten Gesteinen in den Aufschlüssen des Arbeitsgebietes selten der Fall. Für den Faltenantyp I läßt sich eine flache bis horizontale Koordinate a_1 (Abb. 3, Fig. 2; Abb. 8, Fig. 1), für den Faltenantyp II eine steile bis saigere Koordinate a_1 (Abb. 3, Fig. 3; Abb. 8, Fig. 2) konstruieren.

Die Koordinate a' : Allgemein ist ein Einfallen der Schichtflächen, Transversalschieferung (s_1) und Schuppenflächen nach NW zu beobachten. Infolgedessen sammeln sich die wichtigsten Gefügeelemente im SE-Quadranten der Gefügediagramme. Wenn die Öffnungswinkel der Falten sehr klein werden, dann bilden alle

genannten Gefügeelemente scharfe Maxima aus. Die meisten Diagramme zeigen solche scharfen Maxima von Schichtflächenpolen, die in monoklinen Falten die Gefügekoordinate a' wiedergibt. In den wenigen Fällen, bei denen größere Öffnungswinkel vorherrschen, streuen die S-Flächen auf dem ac -Großkreis. Der Max-Punkt der s-Flächenstreuung entspricht nicht der Achsenfläche (Koordinate a'), da asymmetrische Falten vorliegen (SCHROEDER 1966: Abb. 8, 447 und ADLER, FENCHEL & PILGER 1969:37,38). Die a' -Koordinate wird dann an Hand des b_1c_1 -Großkreises konstruiert.

Die Gefügekoordinate c_1 : Wenn die Gefügekoordinate a' bekannt ist, läßt sich die Gefügekoordinate c_1 als Flächennormale des $a'b_1$ -Großkreises konstruieren. Der Großkreis b_1c_1 wird stets von Klüften belegt, so daß ein Gürtelgefüge entsteht (Beil. 1, Fig. 5, A, Diagr. 1 und 2), dessen Achse // a' verläuft. In Fällen mit nicht bekanntem a' gibt der Schnitt dieses Gürtelgefüges und des π -Großkreises die Lage der Koordinate c_1 an.

Aus einer großen Anzahl von Messungen in zahlreichen Aufschlüssen wurden Gefügediagramme mit den wichtigsten Kleinstrukturelementen angefertigt. Anhand von Faltungs-, Schieferungs- und Kluffgefüge wurden die Gefügekoordinaten (a' , b_1 , c_1) jeweils repräsentativ für jeden Aufschluß ermittelt und in den Tafeln 2—5 dargestellt. Für die Beschreibung und genetische Deutung der Teilgefüge wurden zudem nicht nur das Achsengefüge, sondern auch zusätzlich noch die Raumdaten der Achsenflächen angegeben, an denen parallele Bewegungen vor sich gingen. Infolgedessen wurde keine Achsenkarte hergestellt, sondern eine Strukturkarte (Beil. 1, Fig. 1), auf der die Koordinaten a' und b_1 für jeden Aufschluß wiedergegeben sind.

3. $B' // B_1$ -Formung

Hier handelt es sich um ein homoaxial zu B_1 gerichtetes Faltenystem. In den beiden untersuchten Fällen sind stehende kleine B' -Falten auf einem größeren liegenden B_1 -Faltensystem zu beobachten. Messungen in einem Steinbruch neben der Straße Mensengesäß ergaben die Figur 1 der Abb. 9. Für beide Formungsvorgänge B' und B_1

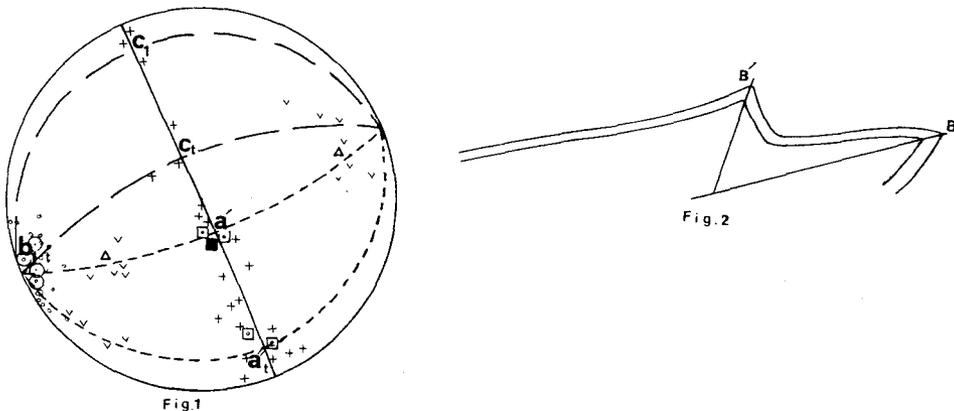


Abb. 9. Postkristalline B' -Deformation homoaxial zu B_1 . — Fig. 1: Das Gefügebild stammt aus dem Steinbruch neben der Straße Mensengesäß (35 12 25 — 55 48 78, Bl. Schöllkrippen). Gitterwerte: 23 s-Flächen, 20 Klüfte, 17 Lineationen, 2 B_1 -Faltenachsen, 2 B_1 -Faltenachsenflächen. a_1 , a'_1 , b_1 , c_1 sind die Gefügekoordinaten der B' -Formung. — Fig. 2: Schematische Darstellung der B' -Faltung auf einer B_1 -Falte.

läßt sich ein gemeinsamer ac -Großkreis ermitteln, auf dem ss , s_1 und die Achsenflächen der ersten und B' -Formung liegen. Der Polpunkt dieses Großkreises fällt mit den im Gelände gemessenen B_1 - und B' -Faltenachsen zusammen. Die Achsenflächen beider Faltenysteme bzw. ihrer Hilfskoordinaten a' und a'' stehen im Winkel von 50° aufeinander. Die Achsenflächen der B' -Formung stellt eine Scherfläche h_01 der ersten Formung dar. Ihre Faltenpiegel verlaufen zum flachen Schenkel der ersten Formung parallel. Die Schenkelausbildung der B' -Falten ist derjenigen der ersten Formung ähnlich (Abb. 9, Fig. 2). In Sattelumbiegungen des B' -Faltensystems hat oft Kataklase stattgefunden, so daß hier mit einer postkristallinen Deformation gerechnet werden muß. Da die erste Formung ein präkristallines Alter aufweist (nach GABERT 1957, Tab. 3; BRAITSCH 1957a: 66; MURAWSKI 1957: 145; s. Kap. 7.1.4.), kann ein jüngerer Alter der B' -Falten als sehr wahrscheinlich angenommen werden.

4. B_2 -Formung

4.1. Historisches

Seit BUBNOFF (1926), der sich über eine Doppeltektonik aufgrund zweier sich spitzwinklig kreuzender und auf einer s -Fläche liegender B -Achsen geäußert hat, ist für das Spessart-Kristallin die Diskussion eröffnet worden, ob eine einheitliche oder eine mehrphasige tektonische Beanspruchung mit verschiedenen Prägungsrichtungen vorliegt.

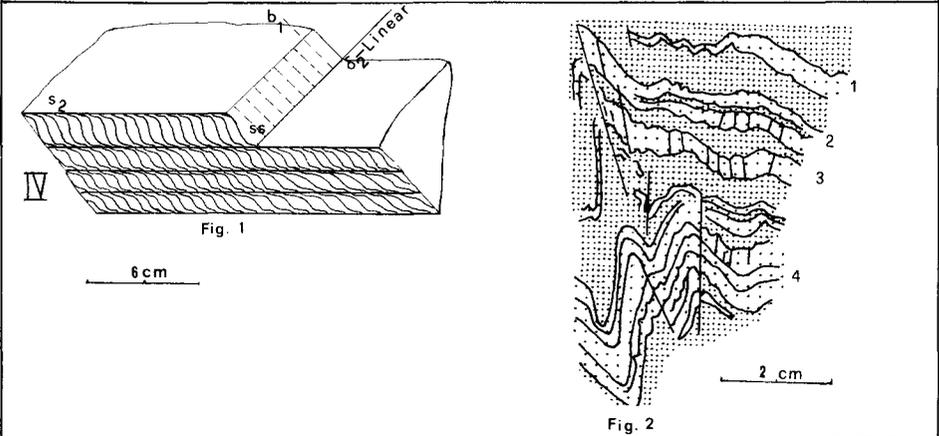
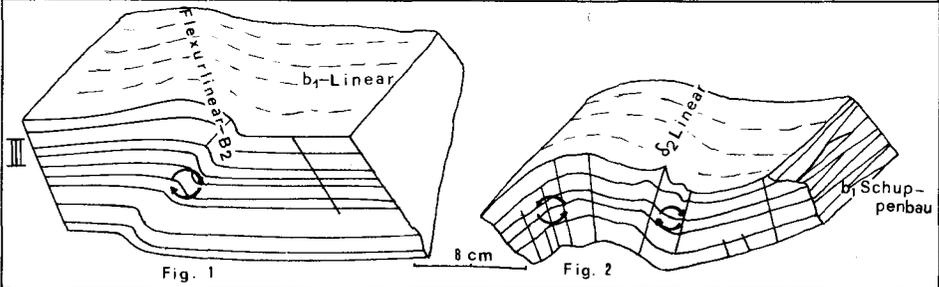
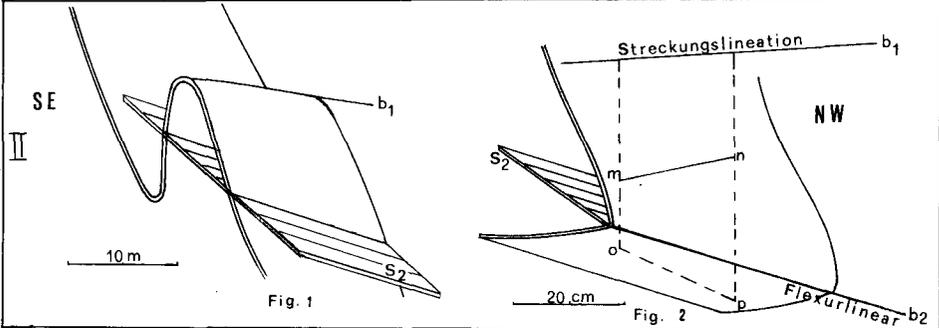
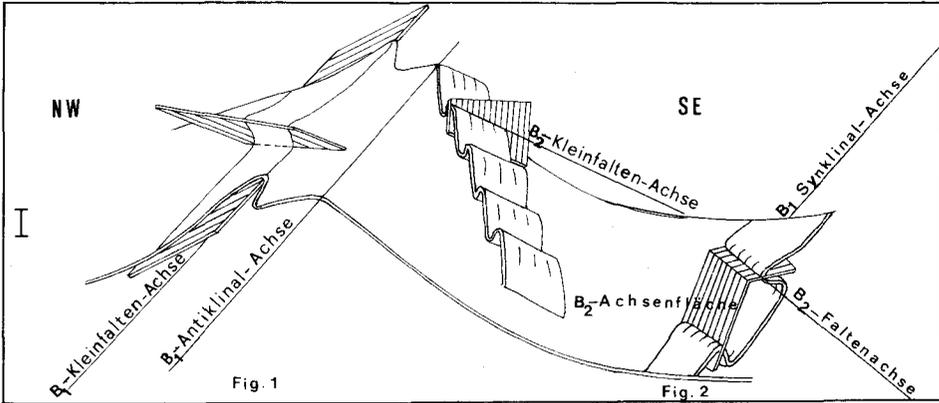
KORN (1932) schließt aus gefügeanalytischen Untersuchungen im nördlichen und zentralen Spessart auf einen einheitlichen Bewegungsplan. Dagegen haben eine Reihe von tektonischen Aufnahmen in den fünfziger Jahren gezeigt (MURAWSKI 1958: 384, BRAITSCH 1957a: 83, 1957b: 177, 178 und Abb. 6 und GABERT 1957: 117), daß zwei verschiedene Deformationspläne existieren. PLESSMANN (1957: 152, 164) schließt eine Querfaltung aus und hält eine Rotation des Beanspruchungsplanes von NW-SE zu einer N-S-Richtung für möglich.

Es ergab sich so die Aufgabe, regionales Auftreten, Gestalt und Form wie auch Orientierung der B_2 -Formung im Arbeitsbereich zu studieren, sowie eventuelle symmetrologische Beziehungen zwischen beiden Formungsgenerationen festzustellen.

4.2. Morphologie der B_2 -Falten

Bezüglich der Schenkelausbildung der Falten läßt sich wie bei der ersten Deformation zwischen einem langgezogenen und einem kurzen Schenkel unterscheiden. Die längeren Schenkel wurden nur gering aus ihrer Ausgangslage bewegt, während die kürzeren rotiert wurden und sich gleichzeitig verdickt haben. Somit entstanden asymmetrisch und anisopache Faltenformen. Bei der Überlagerung von

Abb. 10. Deformationsbilder der B_2 -Formung. — I: Schematische Darstellung von B_2 -Falten der ersten Kategorie auf B_1 -Spezialstrukturen. — II: Faltenbilder der zweiten Kategorie. — III: Kink-bands. — IV: s_2 -Schieferung in Phylliten und in quarzreichen Glimmerschiefern.



B_1 - und B_2 -Strukturen sind B_2 -Falten den B_1 -Falten formähnlich. Je nach Kompetenz oder Inkompetenz des Materials kommen konzentrische oder kongruente Falten vor. Die Regel der Stauchfaltengröße diktiert die Dimension dieser Strukturen. Parallel zur neuen Formungsrichtung bildet sich ein Flexurlinear und seltener ein Streckungslinear (Abb. 10, Reihe II, Fig. 2, Reihe III, Fig. 1). Diese neue Streckungsphase kann auch ohne B_2 -Faltungsvorgänge entstanden sein und scheint mehr oder weniger unabhängig von diesen zu verlaufen. Dies dürfte mit der von MURAWSKI (1958:377) beschriebenen Linearrichtung 160° — 170° identisch sein. B_2 -Faltenstrukturen besitzen stets parallel zu ihren Achsenflächen eine s_2 -Schieferung (Abb. 10, Reihe II, Fig. 2). Sie ist immer eine Achsenflächenschieferung. Es lassen sich zwei Erscheinungsformen voneinander unterscheiden und zwar abhängig davon, ob sie von phyllomorphen Mineralen bedeckt sind oder nicht. Im zweiten Fall kann die s_2 -Schieferung als Bruchschieferung bezeichnet werden.

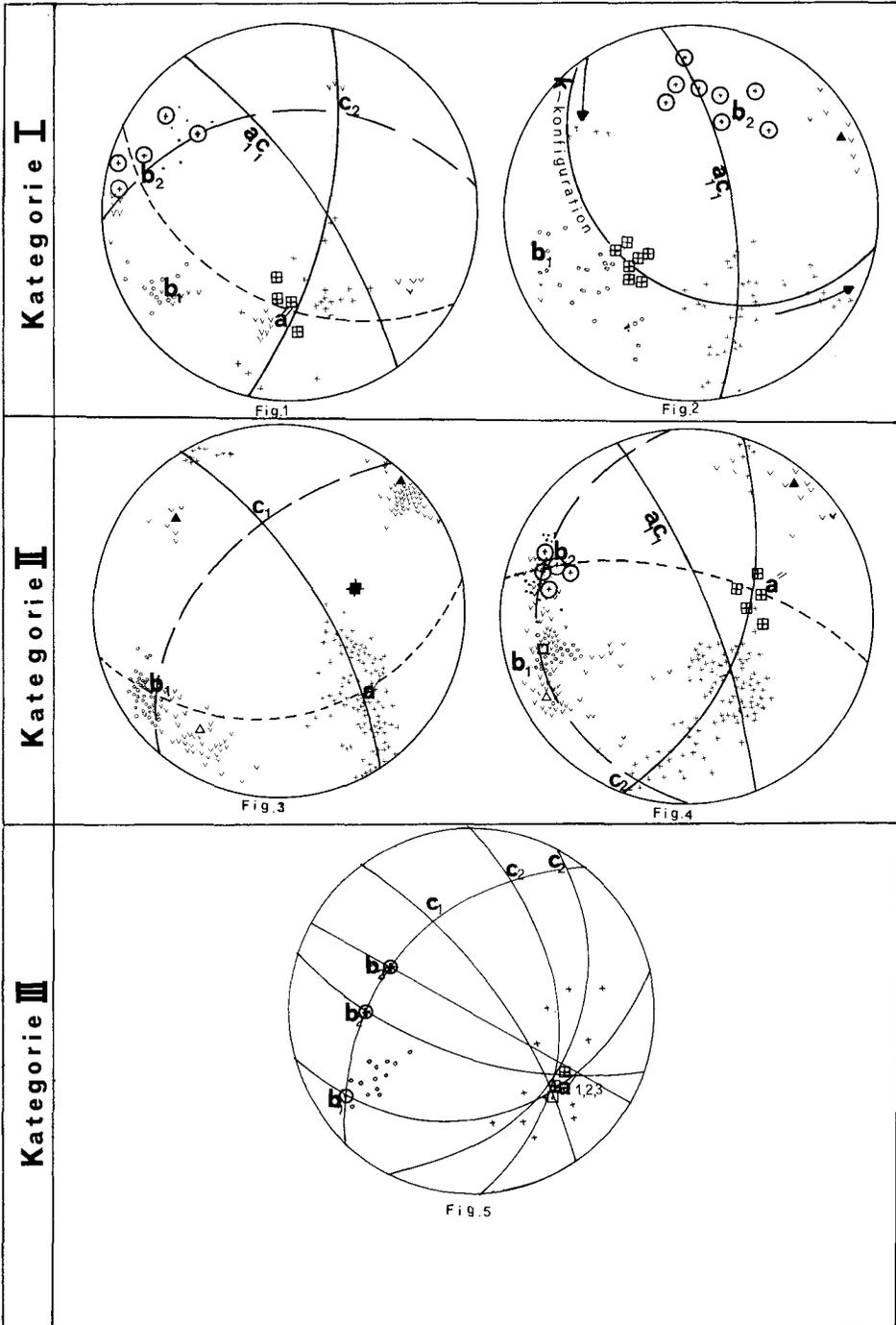
4.3. Beteiligung von Biegung und Scherung in den B_2 -Falten

Während die Faltenbilder der ersten Deformation (B_1 -Formung) in erster Linie auf Biegungsvorgänge zurückzuführen sind und erst im weiteren Verlauf der Einengung Scherbewegungen mit resultierendem Schuppenbau auftreten, müssen offenbar die Faltenstrukturen der zweiten Deformation (B_2 -Formung) in erster Linie auf Scherungsvorgänge zurückgeführt werden. Darauf weisen zum einen in Quarziten ohne erkennbare Faltenstrukturen die s_2 -Teilbarkeitsflächen hin; zum anderen treten selbst in inhomogenen Gesteinsbereichen, in denen eigentlich die Entstehung von Faltenbildern erwartet werden müßte, s_2 -Flächengefüge sehr viel häufiger auf als B_2 -Faltenformen.

Es ergibt sich die Frage, inwieweit überhaupt Biegungsvorgänge bei der Genese der zweiten Faltenformation mitbeteiligt waren. In Abb. 10, Reihe IV, Fig. 2 werden B_2 -Falten transversal von s_2 -Flächen geschnitten. Im ganzen entwickelt sich eine Scherfaltung, deren Dimension von der Mächtigkeit der Quarzitleithorizonte diktiert wird. Aus einer Gegenüberstellung der Faltenstrukturen, die die beiden oberen Quarzitleithorizonte besitzen (1 und 2), geht hervor, daß sich nicht nur differentielle Gleitbewegungen längs der Schieferungsflächen vollzogen haben dürften. Die höhere Größenordnung der Fädelung in der oberen Quarzitschicht (1) läßt sich nicht anders erklären, als daß sie infolge deutlich höherer Kompetenz durch Biegungsvorgänge

Abb. 11. Gefügebilder der B_2 -Formung. — Fig. 1: Das Gefügebild stammt aus Staurolith-Glimmerschiefern am nordöstlichen Ende der Rückersbacher Schlucht (35 06 74—55 43 46 Bl. Alzenau). Gitterwert: 21 s-Flächen, 25 Klüfte, 14 b_1 -Lineationen, 7 b_2 -Lineationen, 5 B_2 -Faltenachsen, 4 Faltenachsenflächen. — Fig. 2: Gefügediagramm in quarzreichen Glimmerschiefern bei Horbach (35 12 05—55 56 76 Bl. Bieber). Gitterwerte: 46 s-Flächen, 11 Klüfte, 23 b_1 -Lineationen, 8 B_2 -Faltenachsen, 7 B_2 -Faltenachsenflächen. — Fig. 3: Gefügebild aus Quarziten des Kreuzberges bei Geiselbach (35 14 77—55 55 20 Bl. Bieber). Gitterwerte: 122 s-Flächen, 106 Klüfte, 46 b_1 -Lineationen, 1 s_1 -Fläche. — Fig. 4: Gefügediagramm in quarzreichen Glimmerschiefern nordöstlich Horbach (35 14 75—55 55 50 Bl. Bieber). Gitterwerte: 92 s-Flächen, 90 Klüfte, 30 b_1 -Lineationen, 16 b_2 -Lineationen, 5 B_2 -Faltenachsen, 5 B_2 -Faltenachsenflächen. — Fig. 5: Das Gefügebild stammt aus Staurolith-Glimmerschiefern nordöstlich der Plattenberg-Orthogneiskuppel (35 06 63—55 44 75 Bl. Alzenau). Gitterwerte: 11 s-Flächen, 13 b_1 -Lineationen, 1 B_1 -Faltenachse, 1 B_1 -Faltenachsenfläche, 2 B_2 -Faltenachsen, 2 B_2 -Faltenachsenflächen.

steiler aufgerichtet worden ist als die untere Quarzitschicht. Eine unterschiedliche Ausgangsstellung auch der Leithorizonte 3 und 4 ist von der Betrachtung dieses Gesteinsbereichs abzuleiten.



s_2 -Schieferungsflächen erzeugen durch Biegung oder Knickung eine Fältelung der s_1 -Schieferungsflächen (Abb. 10, Reihe IV, Fig. I). Da im B_2 -Faltungsvorgang s_2 -Scherungsmechanismen vorherrschen, fallen B_2 -Achsen nicht mit den entsprechenden b_2 -kinematischen Achsen zusammen (Pseudo-B-Achsen nach SANDER 1948 : 139 und TURNER & WEISS 1963 : 395, 485).

4.4. Gefügebild

Nach ihrer Gefügesymmetrie lassen sich die Erscheinungsformen der zweiten Verformung in drei Kategorien gliedern.

Die erste Kategorie umfaßt ein W- bis NW-vergierendes Faltensystem (Abb. 11, Fig. 1 und 2).

Die zweite Kategorie ist durch ein E- bis NE-vergierendes Faltensystem gekennzeichnet (Abb. 11, Fig. 3 und 4).

Die dritte Kategorie (Abb. 11, Fig. 5) weist zwar die gleiche Vergenz wie die B_1 -Formung auf, besitzt aber andere Achsenrichtungen (Rotation um die Koordinate a').

Die Großkreise $a'c_1$ bzw. $a''c_2$ lassen sich leicht konstruieren, wenn die entsprechenden B_1 - bzw. D_2 -Falten zahlreich auftreten; ihre Lage läßt sich hingegen schwierig bestimmen, wenn nur vereinzelte B_1 - bzw. B_2 -Faltenstrukturen zur Verfügung stehen. In seltenen Fällen gruppieren sich die s -Flächenpole von B_2 -Falten um Kleinkreise (Abb. 11, Fig. 2). Nach TISCHER (1962 : 445) handelt es sich hierbei um primär konische anstelle von zylindrischen Falten.

In allen Gefügediagrammen mit B_2 -Falten ist eine starke Streuung der b_1 -Streckungslineationen zu beobachten. Daraus lassen sich Rückschlüsse über die zeitliche Entstehung der Streckungslineare ableiten. Wenn nämlich die b_1 -Streckungslineare nicht um B_2 -Falten abwickelbar sind, dürfte das auf ein jüngeres Alter dieser Lineationen hinweisen. Durch die zweite Formung muß also eine beträchtliche Unruhe der Raumdaten der s -Flächen verursacht worden sein, so daß die darauf projizierten b_1 -Lineationen (vgl. Abb. 10, Reihe II, Fig. 2) eine starke Streuung in vertikaler Richtung auf dem Gefügediagramm (vgl. Abb. 11, Fig. 4) aufweisen.

Die Streckungslineare streuen aber auch in horizontaler Richtung (z. B. Beil. 1, Fig. 2, Diagr. 8; Abb. 11, Fig. 4), wodurch fließende Richtungsübergänge zwischen b_1 - und den selteneren b_2 -Streckungslinearen auftreten können, so daß eine fächerartige Anordnung der Streckungslineare beobachtet werden kann.

Wenn dagegen die b_1 -Streckungslineare bei konstruktiver Verebnung der B_2 -Faltenschenkel untereinander parallel verlaufen, muß die Anlage der Lineare älter als B_2 sein. Diese Verhältnisse sind in Abb. 11, Fig. 2 ersichtlich. Die rotierenden Schenkel der B_2 -Falten ergeben Flächenpole, die sich vom SE-Quadranten bis zum NW-Quadranten erstrecken (Rotationssinn ist in der Abbildung durch Pfeile angegeben). Gleichzeitig rotieren auch die Lineare von einer Lage 250/15 zu der Position 200/20.

Die oben erwähnte Entstehungsweise der b_1 -Streckungslineation ist von besonderer Bedeutung, da die Bildung der Streckungslineation gleichzeitig mit der

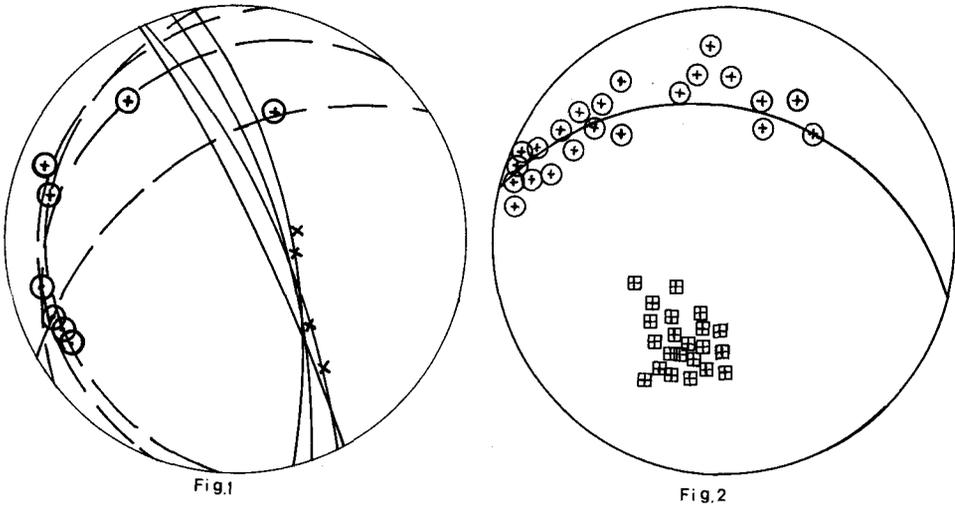


Abb. 12. Symmetrie- und Altersbeziehungen zwischen B_1 - und B_2 -Formung. — Fig. 1: Symmetriebeziehungen zwischen B_1 - und B_2 -Formung. B_1 - und B_2 -Achsenpole liegen auf Flächen E, deren Flächenpole x auf dem a_1c_1 -Großkreis liegen. Eine E-Fläche erweist sich somit als höl-Fläche der B_1 -Formung. --- = Großkreise der Ebene E. — = a_1c_1 -Großkreise. Die dargestellten Gefügeelemente sind aus den Figuren 1 und 2 der Abb. 11, Diagr. 8 der Fig. 2 und Diagr. 9 der Fig. 4 auf Beil. 1 entnommen. — Fig. 2: Jüngere Anlage der B_2 -Formung. 22-Achsen- und Achsenflächenpole der B_2 -Formung. B_2 -Achsenpole streuen um den Großkreis des Polmaximums der Achsenflächen. Die Gefügeelemente stammen aus den Fig. 1 und 2 der Abb. 11 und Diagr. 8 aus Fig. 2 in Beil. 1.

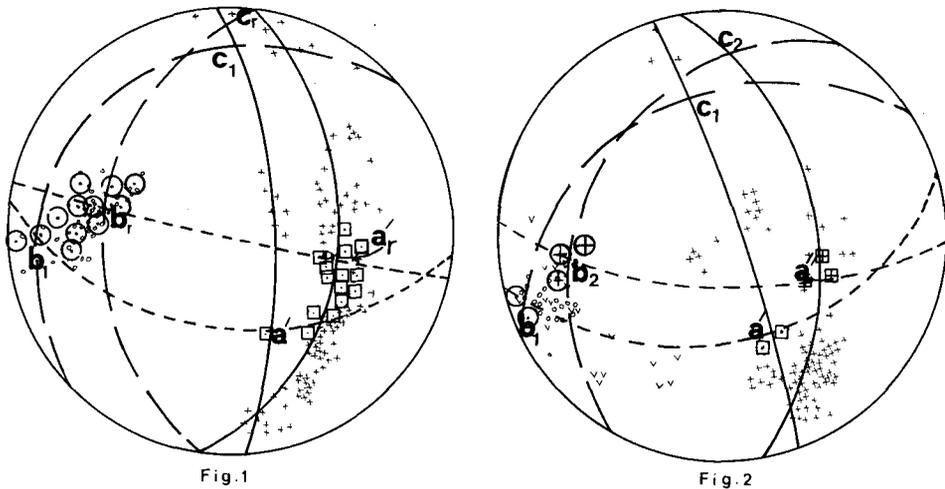


Abb. 13. Übergänge zwischen B_1 - und B_2 -Formungen. — Fig. 1: Gefügediagramm stammt aus dem Quarzit-Steinbruch des Schanzenkopfes (35 06 70—55 48 24 Bl. Alzenau). Gitterwerte: 102 s-Flächen, 48 b_1 -Lineationen, 12 B_1 - B_2 -Faltenachsen, 15 B_1 - und B_2 -Faltenachsenflächen. — Fig. 2: Gefügediagramm stammt aus Quarziten am Fuße des Giftiger Berges (35 09 52—55 50 76 Bl. Alzenau). Gitterwerte: 88 s-Flächen, 27 Klüfte, 23 b_1 -Lineationen, 2 B_1 -Faltenachsen, 2 B_1 -Faltenachsenflächen, 3 B_2 -Faltenachsen, 3 B_2 -Faltenachsenflächen.

Regionalmetamorphose erfolgt. Im ersten Fall wurden die B_2 -Falten früher als bis gleichzeitig mit der Regionalmetamorphose gebildet. Im zweiten Fall überdauert die B_2 -Faltenbildung die Metamorphose. Der postkristalline Charakter der Deformation äußert sich hier in der Bruchschieferung wie auch in der Ausbildung ihrer Sättel (kink bands in Abb. 10: III, 1 und 2).

4.5. Alters- und Symmetriebeziehungen zwischen B_1 - und B_2 -Falten

In den meisten Gefügediagrammen streuen die Durchstoßpunkte der B_2 -Faltenachsen um den Großkreis b_2c_2 , dessen Polpunkt mit den B_2 -Achsenflächenpolen zusammenfällt (vgl. Abb. 11). Dieses Verhältnis wird von TURNER & WEISS (1963:191) und METZ (1967:118) als Beweis dafür angeführt, daß die B_2 -Falten die B_1 -Falten überprägt haben. Zur Bekräftigung dieser Schlußfolgerung soll hier exemplarisch die B_2 -Achsenstreuung derjenigen B_2 -Faltenkategorie betrachtet werden, die sich durch W- bis NW-Vergenz auszeichnet (vgl. Kap. 4.4.). Hierzu sind in einem Gefügediagramm (Abb. 12, Fig. 2) 22 B_2 -Faltenachsen und die entsprechenden B_2 -Achsenflächenpole dargestellt. Es zeigt sich, daß die B_2 -Achsendurchstoßpunkte auf demjenigen Großkreis orientiert sind, der sich zum Polpunkt-Maximum der B_2 -Achsenflächen konstruieren läßt.

Wenn auch aus den Schlußfolgerungen über Linearbildung und Formähnlichkeiten ein Zusammenhang zwischen den beiden Formungen (B_1 - und B_2 -Formung) abzuleiten ist (vgl. Kap. 4.4.), so bleibt doch noch zu untersuchen, ob diese beiden Formungen auch genetisch miteinander verbunden sind. Zu diesem Zweck sind in einem weiteren Gefügediagramm (Abb. 12, Fig. 1) exemplarisch aus verschiedenen Aufschlüssen (Fig. 1 und 2 in Abb. 13; Diagr. 8 in Taf. 2; Diagr. 9 in Beil. 1, Fig. 4) die ermittelten a_1c_1 -Großkreise und die Gefügekoordinaten b_1 und b_2 dargestellt. Es zeigt sich auch hier, daß B_1 und B_2 auf einer gemeinsamen Fläche E liegen. Die Fläche E liegt auf dem a_1c_1 -Großkreis und steht somit symmetrisch zur Falte B_1 und B_2 (als hohl Fläche).

Diese symmetrologische Beziehung zwischen den beiden Formungen weist nach SANDER (1948:180) auf eine syntektonisch divergente Faltung in einem Formungsakt hin.

4.6. Regionales Auftreten der B_2 -Formung

Die regionale Verbreitung der B_2 -Falten im Untersuchungsgebiet wird gleichermaßen von der Verformbarkeit des Gesteinsmaterials und von der relativen Nähe zur zentralen Orthogneiskuppel beeinflusst. Daher herrschen B_2 -Falten hinsichtlich der Verformbarkeit des Gesteins in den quarzreichen Glimmerschiefern vor, die aus einer engen Wechsellagerung von kompetenten und inkompetenten Schichten aufgebaut sind. Innerhalb der Staurolith-Glimmerschiefer-Serie treten B_2 -Falten vorzugsweise im südlichen Bereich des Untersuchungsgebietes auf, wo die Orthogneise heute in nicht geringer Tiefe darunter liegen; dagegen treten sie weiter nördlich bei größerer Entfernung von der Orthogneiskuppel nur noch vereinzelt und in ausgesprochen glimmerreichen Partien auf.

4.7. Übergänge zwischen B_1 - und B_2 -Formung

In einem aufgelassenen Steinbruch des vierten Quarzitzuges am NE-Hang des Schanzenkopfes östlich von Wasserlos ist eine größere Anzahl von Falten im m-Bereich aufgeschlossen. Die Gefügeelemente der Falten sind in Abb. 13, Fig. 1 dargestellt. Es lassen sich hier zwei π -Kreise (a_1c_1 und a_2c_2) konstruieren. Die Polpunkte dieser π -Kreise fallen mit den im Gelände gemessenen Faltenachsen zusammen. Ein geringerer Teil der Falten streicht E-W und vergiert gegen S, ein größerer Teil mit nahezu saigeren Faltenachsenflächen taucht steiler nach WNW ab. Beide Verformungsrichtungen gehen kontinuierlich ineinander über. Eine Streckungslineation entwickelt sich stets parallel zu den Faltenachsen.

Das oben beschriebene Gefügediagramm wird mit einem Gefügediagramm (Abb. 11, Fig. 4) verglichen, das von einem Aufschluß desselben Quarzitzuges am S-Hang des Kreuzberges nördlich von Geiselbach stammt. In diesem Diagramm entsprechen die Raumdaten der B_2 -Achsenflächen nahezu den fast saiger stehenden B_1 -Achsenflächen im Steinbruch am Schanzenkopf (vgl. Abb. 11, Fig. 4 mit Abb. 13, Fig. 1). Der Unterschied bezüglich der Faltenprägung in beiden Aufschlüssen besteht darin, daß im Steinbruch des Schanzenkopfes ein Nebeneinander von verschiedenen Faltenrichtungen der ersten Formung existiert, während im Steinbruch am Kreuzberg eine Überprägung der größeren durch kleinere Falten erfolgt ist. Eine Überprägung der B_1 -Formung durch B_2 -Falten ist ebenfalls in Abb. 13, Fig. 2 dargestellt. Die Lage der Gefügeelemente in beiden Diagrammen der Abb. 13 ist nahezu identisch.

5. Unstetige Verformung

5.1. Symmetriebeziehungen zwischen stetiger und unstetiger Verformung

Es ist zunächst von Bedeutung, eventuelle geometrische Zusammenhänge zwischen den Klüften und den Gefügekoordinaten a' , b_1 , c_1 festzustellen, d. h. also, die Frage nach eventuellem genetischen Zusammenhang von Faltungsvorgang und Klüftenstehung zu beantworten. Es ergaben sich folgende Zusammenhänge:

1. Auf dem Großkreis $a'b_1$ und in 90° Abstand von der Koordinate c_1 erscheinen zwei Klüftmaxima, deren Winkel nahezu 90° beträgt. Dieses Trennflächensystem kann als $hk0$ -Scherflächensystem bezeichnet werden.

2. Auf dem Großkreis b_1c_1 liegen zwei Trennflächenscharen, deren Öffnungswinkel von der Koordinate c_1 halbiert wird. Diese Flächenscharen laufen zwar der Koordinate a' parallel, schneiden aber die Koordinate a_1 mit einem Winkel. Infolgedessen können sie als $Ok1$ angesprochen werden, wenn man voraussetzt, daß sich die Bezeichnung $Ok1$ auf die Hilfskoordinate a' bezieht.

3. Auf dem gleichen Flächenkreis b_1c_1 liegt um die c_1 -Koordinate ein schwächeres Maximum, das als Maximum der ab-Dehnungsbrüche zu charakterisieren ist.

4. Ein in der Nähe der b_1 -Koordinate liegendes Klüftflächenpol-Maximum läßt sich leicht als ac identifizieren.

Das Klüftnetz ordnet sich ohne weiteres den Koordinaten a' , b_1 , c_1 (nicht a_1) zu. Falten und Klüfte verdanken also ihre Entstehung derselben Spannungsverteilung.

ac-Trennbrüche: Diese Trennflächenschar stellt das markanteste Bruchelement des Arbeitsgebietes im Kleinbereich dar. Häufig werden ganze Gesteinspakete von der ac-Klüftung scheibenartig bis zum cm-Bereich zerteilt. Es handelt sich um Klüfte, deren Oberflächen glatt und eben ausgebildet sind. Sehr oft werden sie von Quarzlösungen als Aufstiegsbahnen benutzt. Die Ausbildung der ac-Trennflächen wird von den Gesteinsmaterialeigenschaften stark beeinflusst. So kommt es in Gesteinspartien der Quarzitabfolgen infolge ihrer Kompetenz leichter zu ac-Trennflächen als in den inkompetenteren Glimmerschiefern. In den Gesteinsbereichen, in denen Scherflächen vorherrschen, wird die ac-Fläche unterdrückt.

ab-Trennbrüche: Die Trennflächen dieses unpaarigen Kluftsystems weisen ein unebenes und rauhes Relief auf, das als Charakteristikum von Dehnungsbrüchen gilt. Der Dehnungscharakter senkrecht zu dieser Bruchfläche wird weiterhin durch die beträchtlichen Öffnungsweiten der Klüfte ausgedrückt. Sie sind infolge Ausdehnung in Richtung c_1 entstanden. Sie treten nur in wenigen Aufschlüssen auf, vor allem wenn der B_1 -Kleinfaltenbau stark vergiert.

Okk-Kluftsystem: NW-SE-streichende Kluftscharen treten häufig auf. Dagegen spielt die SW-NE-Kluftchar des Okk-Systems eine untergeordnete Rolle und scheint in mehreren Aufschlüssen überhaupt zu fehlen. Eine untergeordnete Rolle spielt das gesamte Okk-Scherflächensystem in der Staurolith-Glimmerschiefer-Serie. Die Bruchflächen dieses Systems weisen im dm- bis m-Bereich eine glatte und häufig ebene Ausbildung auf. Häufig sind die Flächen im größeren Aufschlußbereich um die Koordinate a' schwach bis sehr stark gewellt (typische Sigmoidalklüftung nach ENGELS 1959:81). Dies hat in mehreren Diagrammen eine Streuung der Okk-Flächen auf dem b_1c_1 -Großkreis hervorgerufen. An den Bruchflächen der stärker auftretenden NW-SE-streichenden Schar des Okk-Systems sind in verschiedenen Bereichen Brekzien entwickelt (z. B. Wildenstein bei Geiselbach). Sie scheinen längs kleiner Abschiebungen entstanden zu sein, an denen die jeweils SW liegende Scholle mit kleinem Versatz abgesunken ist.

hk0-Kluftsystem: Es handelt sich um ein Scherflächensystem, das besonders häufig in der Staurolith-Glimmerschiefer-Serie ausgebildet ist. Manchmal ist nur eine der generell paarigen Scherflächen ausgebildet; sie streicht NW-SE und fällt gegen NE ein. Das Oberflächenrelief beider Kluftscharen besitzt eine glatte und ebene Ausbildung. Dieses Scherflächensystem ist nur selten sigmoidal ausgebildet (Beil. 1, Fig. 3, Diagr. 10). Als Achse der Sigmoidalverbiegung erweist sich hier die Gefügekoordinate c_1 . Aus einer vergleichenden Gegenüberstellung von Diagrammen der Fig. 5, Bild C in Beil. 1 wird abgeleitet, daß die Winkelgröße dieses Scherflächenpaares bei leichter Vergenz Werte zwischen 120° — 140° erreichen kann (Beil. 1, Fig. 5, Bild C, Diagr. 1—3), während bei größerer Vergenz Werte bis 50° auftreten können (Beil. 1, Fig. 5, Bild C, Diagr. 4—6).

Übergänge zwischen ac- und hk0-/Okk-Kluftsystemen: In den meisten Gefügediagrammen treten getrennte Polmaxima von ac-, hk0- und Okk-Kluftflächen auf. In einigen Fällen aber streuen die ac-Flächenpole auf den b_1c_1 - und $a'b_1$ -Großkreisen, so daß Verbindungen mit den Polmaxima der Scherflächen existieren. Diese Verhältnisse sind am besten zwischen der SE-NW-streichenden Kluftchar des hk0-Systems und den ac-Kluftscharen zu beobachten.

Man kann drei Fälle unterscheiden (Abb. 14):

1. Die Trennungsklüfte ac bilden mit den Scherklüften $hk0$ in den meisten Diagrammen einen Winkel von ungefähr 40° (Abb. 14; oben).

2. Die ac -Flächenpole streuen auf dem $a'b_1$ -Großkreis; eine Scherfläche ist nicht ausgebildet (Abb. 14 Mitte; Beil. 1, Fig. 5, Bild C, Diagr. 3).

3. In der normalen Lage von ac - und $hk0$ -Scherflächen bilden sich keine Klüftmaxima. Zwischen beiden Stellen entwickelt sich ein Maximum, dessen Bezeichnung als Trennbruch oder Scherungsbruch problematisch scheint (Abb. 14 unten; Beil. 1, Fig. 5, Bild A, Diagr. 2). Dieselben Verhältnisse treten auch zwischen ac -Bruchscharen und NW-SE-streichenden Klüftscharen des $Ok1$ -Systems auf (Beil. 1, Fig. 2, Diagr. 2 und 7; Beil. 1, Fig. 3, Diagr. 4; Fig. 5, Bild A, Diagr. 1; Bild B, Diagr. 1, 6, 11).

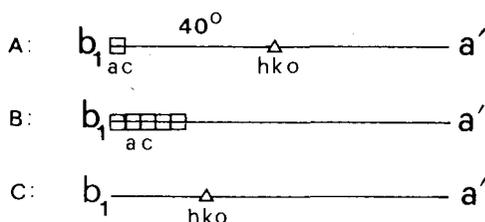


Abb. 14. Relationen zwischen ac - und $hk0$ -Klüften (Erläuterung im Text).

5.2. Die Rotation der Gefügekoordinaten und die Klüftenstehung

Es läßt sich zeigen, daß der synorogene Rotationsprozeß der Faltenstrukturen im Aufschlußbereich, der durch die Rotation verschiedener tektonischer Elemente erwiesen ist, auch durch die Rotationen der kleintektonischen Trennflächen angedeutet wird. Das Gefügediagramm Abb. 15 stammt aus einer Quarzlitze innerhalb der quarzreichen Glimmerschiefer an der Kapelle östlich von Horbach. Das Gefügebild zeigt ein nach SE vergentes Faltenystem. Aufgrund der Lage der s -Flächenpole wurden zwei Großkreise $a'c_1$ und $a'c_{r1}$ ermittelt. Ein dritter Großkreis $a'c_{r2}$ wurde durch Einmessung der Raumdaten an einer dort aufgeschlossenen Falte konstruiert. Die Durchstoßpunkte der Lineare gruppieren sich in einem Sektor, der sich aus einer flachen WSW-Lage (b_1) über eine steilere NE-Lage (b_{r1}) zu einer noch steileren NNE-Lage (b_{r2}) entwickelt. Die Rotation der s -Flächen und Streckungslinien hat einen positiven Drehsinn und zeigt eine Tendenz zur Versteilung der B-Achse. Konform zu dieser Bewegung zeigt das Klüftgefüge eine Beziehung sowohl zu den Gefügekoordinaten a' , b_1 , c_1 als auch zu a' , b_{r1} , c_{r1} als auch zu a' , b_{r2} , c_{r2} . Die Klüftscharen $a'b_1$ und $a'c_1$ weisen eine enge Zusammengehörigkeit zu den durch Rotation entstandenen Gefügekoordinaten auf, während das $Ok1$ -Flächensystem weniger von der Rotation beeinflusst wurde. Sowohl die Rotation des Faltenprozesses als auch der Klüfte kann der Koordinate a' (SANDER 1948:71) zugeordnet werden.

5.3. B_2 -Falten und Klüftenstehung

Sehr aufschlußreich ist der Versuch einer genetischen Zuordnung des Klüftgefüges zu den einzelnen Formungen. In allen Fällen mit eindeutig vorherrschender

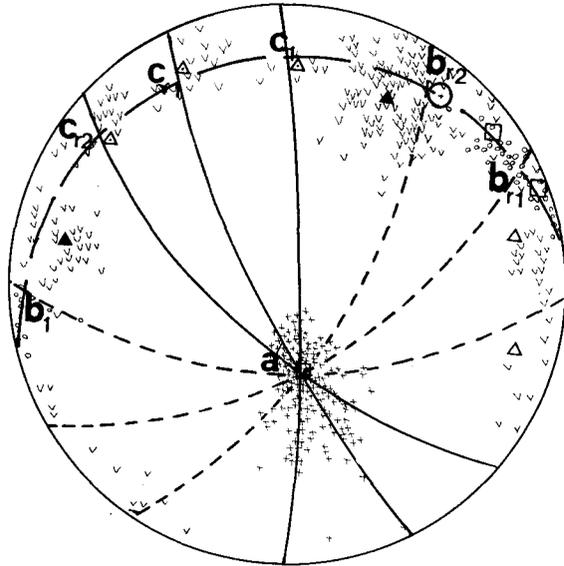


Abb. 15. Rotation des Kluftnetzes in Abhängigkeit von der Rotation der Faltelemente. Die Meßwerte stammen aus Aufschlüssen an der Kapelle östlich von Horbach (35 13 64—55 55 96 Bl. Bieber). Gitterwerte: 179 s-Flächen, 251 Klüfte, 63 Lineationen, 1 B_{2-} -Faltenachse, 1 B_{2-} -Faltenachsenfläche (Erläuterung im Text).

B_1 -Formung zeigt das Kluftbild eine enge Zugehörigkeit zur B_1 -Deformation. In denjenigen Fällen, bei denen die B_1 -Formung zurücktritt und B_1 - und B_2 -Formung gleichermaßen stark vertreten sind, ist das Kluftgefüge meist sehr schlecht geregelt (vgl. Abb. 11, Fig. 4). Die Großkreise der entsprechenden Querklüfte (a_1c_1 und a_2c_2) zeigen eine große Streubreite. Schließlich ist das Kluftgefüge in denjenigen Fällen, in denen die B_2 -Formung ältere Prägungen ausgewischt hat, eindeutig dieser B_2 -Deformation zugeordnet (vgl. Beil. 1, Fig. 4, Diagr. 13). Hierbei häufen sich im SCHMIDT-schen Netz die Kluftmaxima an Stellen, die sie als hk_0 - und ac -Flächen ausweisen. Im Bereich der Durchstoßpunkte von b_1 -Streckungslineationen erscheinen noch relik-tisch ac -Flächen der älteren B_1 -Deformation.

Es läßt sich also nachweisen, daß die B_1 -Spannungsverteilung im Gestein während der Kluftbildung durch B_2 -Spannungen allmählich ersetzt wurde und daß B_1 - und B_2 -Kluftnetz einander ähneln. Beide Beobachtungen weisen darauf hin, daß B_1 - und B_2 -Formung zum selben Beanspruchungsplan gehören.

5.4. Verwerfungen

Die Querstörungen verlaufen nahezu senkrecht zum varistischen Streichen des Grundgebirges. Sie erreichen Längen bis zu 4 km (Beil. 1). Diese Bruchstörungen haben zwei Bereiche besonders betroffen, nämlich das Geiselbacher Becken und den Raum südwestlich einer Linie Hahnenkamm-Hemsbach-Gunzenbach.

1. Geiselbacher Becken

Die bruchtektonische Entstehung des Geiselbacher Beckens an einer NW-SE verlaufenden Verwerfung ist in mehreren Arbeiten (MURAWSKI 1961 : 127; PRÜFERT 1965, DOUSOS 1973) nachgewiesen worden. Die Feststellung, daß auf der SW-Scholle in einer senkrecht zur Verwerfung stehenden Linie gegen NE immer jüngere permotriassische Sedimente austreichen, spricht entweder für ein gegen NE gerichtetes flexurartiges Eintauchen des Grundgebirges der SW-Scholle oder für einen Staffelbruch längs mehrerer Störungen. Die Geiselbacher Hauptverwerfung wäre dann als eine Abschiebung zu behandeln.

In diesem Raum entwickelt sich ein dem Kleinfaltenbau zugeordnetes intensiv ausgebildetes Okl-Kluftsyst. Längs der Trennflächen erfolgen Kleinverschiebungen, an denen das Gestein brekziiert wird (Wildenstein bei Geiselbach). Alle anderen Kluftrichtungen treten hier auffällig zurück. Es besteht hier die Möglichkeit, daß Kluftsyst. und Verwerfung genetisch zusammenhängen.

2. Die NW-SE-streichende Verwerfung östlich von Hörstein (Beil 1, Fig. 5, Bild D)

Im Gebiet zwischen Alzenau-Hörstein-Gunzenbach und Hemsbach treten zahlreiche Quarzitzüge auf, die als Leithorizonte für die bruchtektonischen Verstellungen verwendet werden können. Dieses Gebiet umfaßt Teile der Quarzit-Serie und der südlich davon liegenden Staurolith-Glimmerschiefer-Serie. In der geol. Karte (WEINELT et al. 1967) zeigen die Gesteinsserien beiderseits der Verwerfung eine nahezu saigere Lage. Die Ausstrichsbreite der Serien entspricht infolgedessen etwa der ursprünglichen sedimentären Mächtigkeit. Am Aufbau der NE-Gesteinsscholle beteiligen sich zwei Serien, nämlich ein kleiner Quarzitzug und Gneise, die sich in der südwestlich angrenzenden Gesteinsscholle nicht fortsetzen. Die Mächtigkeitsänderung beiderseits der Störung dürfte primären Charakter besitzen, wobei synsedimentäre Bewegungen an der Störung unterschiedliche Sedimentationsraten beiderseits der Störung bedingt haben. Diese Ansicht wird noch durch die rasche Mächtigkeitsänderung und die Änderung der Fazies im Streichen des zweiten Quarzitzuges NE der Verwerfung unterstützt. Der sigmoidale Verlauf der genannten Verwerfung könnte auf die Falten der Großstrukturen zurückzuführen sein, in die die Verwerfung einbezogen worden ist.

Der Entwicklungsmechanismus der Verwerfung läßt sich in 3 Stadien gliedern:

a) Nach der Ablagerung der Staurolith-Glimmerschiefer-Edukte setzen vertikale Bewegungen ein, die zu einer relativen Absenkung der NE-Scholle geführt haben. Ein Quarzitzug hört gerade an der Verwerfung auf. Er tritt nirgendwo in der Verlängerung seines Streichens jenseits der Verwerfung mehr auf. Sowohl seine Existenz als auch das Aufhören an der Störung deuten auf wechselreiche Sedimentationsbedingungen für die Staurolith-Glimmerschiefer-Edukte hin.

b) Anschließend werden die Edukte der Quarziterie sedimentiert. In der NE-Gesteinsscholle werden infolge der tektonisch bedingten stärkeren Absenkung mächtigere Sedimentmassen abgesetzt. Die Mächtigkeitsunterschiede beiderseits der Störung dauern bis zur Ablagerungszeit der Sedimente des zweiten Quarzitzuges an. Erst danach wird das Relief ausgeglichen und die Sedimente werden beiderseits der ehemaligen Verwerfung in gleicher Mächtigkeit abgelagert.

c) Durch nachfolgende orogenetische Bewegungen werden die Gesteinsserien längs einer 55° streichenden Faltungsachse um 90° rotiert und bilden somit den steilstehenden NW-Flügel der zentralen Orthogneiskuppel.

Es ist weiterhin in diesem Zusammenhang interessant, die Orientierung des Kleinfaltenbaus beiderseits der Störung zu studieren. In der nordöstlichen Gesteinsscholle (Beil. 1, Fig. 5, Bild D, Diagr. 3—7) rotieren die Achsen von der 250°- zur 330°-Lage, während die Koordinate a' ihre Raumlage \pm beibehält. In der SW-Gesteinsscholle ist eine sehr viel ruhigere Tektonik zu beobachten (Diagr. 1 und 2). Die Koordinate a' wandert zu einer N-S-Position. Die Achsenverbiegungen haben also in diesem Bereich viel niedrigere Werte. Da dieser Unterschied der Achsenverbiegung gerade beiderseits der Verwerfung auftritt, sollte er in Verbindung mit der Verwerfung gesehen werden. Da Kippungsvorgänge aus geometrischen Überlegungen auszuschließen sind, scheint diese vorvaristische Inhomogenität einen Achsenstau hervorgerufen zu haben.

Die Geiselbacher Verwerfung weist ebenfalls Anzeichen einer prävaristischen Anlage auf. Im quarzreichen Glimmerschiefer an ihrer NE-Scholle sind zwei Quarzithorizonte zu finden, die in der SW-Gesteinsscholle nicht auftreten. Da sie steil aufgerichtet sind, dürfte die Abwesenheit der Quarzite im SW-Gesteinsbereich nicht erosionsbedingt sein.

6. Gliederung in homogene Bereiche

Die Raumdaten von Gefügeelementen ändern sich mit Petrographie, Fazies und allgemeiner tektonischer Position der betreffenden Gesteinsserien. Somit lassen sich im Arbeitsgebiet bei der statistischen gefügetektonischen Datenaufarbeitung verschiedene homogene Bereiche (SANDER 1930, KARL 1964:12) voneinander abtrennen, die jeweils durch bestimmte Raumorientierung von Strukturelementen und eine bestimmte Eigenschaft des verformbaren Materials gekennzeichnet sind. Infolge der Rotation kamen die primär übereinanderliegenden Gesteinsfolgen nebeneinander zu liegen. Es ergaben sich im Kartenbild in NE-SW-Richtung verlaufende Gesteinszonen, die jeweils von einer bestimmten Gesteinsfazies und einer bestimmten Orientierung ihrer Teilgefüge gekennzeichnet sind:

Quarzreiche Glimmerschiefer (Beil. 1, Fig. 2). Die quarzreichen Glimmerschiefer stellen die nordwestliche Gesteinsserie des Arbeitsgebietes dar. Diese Gesteinsserie ist sehr inhomogen aufgebaut. Reine Quarzite, glimmerreiche Quarzite und quarzreiche Glimmerschiefer wechsellagern im Mikro-, aber auch Aufschluß- bis Kartenbereich. In dieser Gesteinszone ergeben sich funktionale Beziehungen zwischen Gesteinsfazies, Verformungsstil und Verformungsrichtungen, die in der Tabelle 2 wiedergegeben sind.

Tabelle 2: Beziehungen zwischen Gesteinsfazies, Baustil und Verformungsrichtungen im quarzreichen Glimmerschiefer

Gesteinsfazies	Baustil	Verformungsrichtung
Quarzit	Schuppung, selten Isoklinalfalten	$b_1 = 250^\circ$
Glimmerreiche Quarzite	$B_1, B_1 \wedge B_2$	$b_1 = 250^\circ$ $b_2 = 30^\circ - 340$
Quarzreiche Glimmerschiefer	ss // s_1, s_2	$b_1 = E-W$

Quarzitzüge: Jeder Quarzitzug ruft infolge seines charakteristischen lithologischen Aufbaus bestimmte Verformungsrichtungen und -stile hervor, was exemplarisch am vierten (Beil. 1, Fig. 3 und Tab. 3) und am dritten Quarzitzug (Beil. 1, Fig. 5, Bild A und Tab. 4) wiedergegeben wird. Alle vier Quarzitzüge weisen eine generelle Mächtigungsabnahme ihrer Gesteinsglieder von NE nach SW auf. Infolgedessen gliedert sich jeder Quarzitzug quer zu seinem Streichen in drei homogene Bereiche (Beil. 1, Fig. 3). Hier ist eine für alle vier Quarzitzüge gemeinsame Beschreibung der Veränderung ihrer Verformungsrichtungen von NE nach SW wiedergegeben.

1. Der Homogenbereich im NE, zwischen der Linie Neuses — Schnepfenbach und der Steilstufe der Deckgebirgsschichten (Beil. 1, Fig. 1) trägt ein flaches, vorwiegend nach SW abtauchendes Gefüge. Im Raum nordöstlich Huckelheim-Geiselbach-Horbach treten sehr oft nach NE eintauchende Achsenrichtungen auf. Wichtiges Kennzeichen dieses Homogenbereiches ist ein konformer Verlauf von Faltelementen und Quarzitügen.

Tabelle 3: Beziehungen zwischen Bankstärke, Baustil und Verformungsrichtungen im vierten Quarzitzug

Bankstärke	Baustil	Verformungsrichtungen
dicke Bankung	Falten-Schuppen	$b_1 = 240/20^\circ$ $a' = 325/50$
dünne Bankung	Schuppen	$b_1 = 270/20^\circ$ $a' = 360/50$
dünne Bankung mit Schieferlagen	„Berittene Falten“	$b_1 = 240/20 - 320/30$ $a' = 350/50 - 270/40$

2. Der mittlere Homogenbereich wird im Südwesten von einer Linie begrenzt, die vom südwestlichen Hahnenkamm über Hemsbach bis Gunzenhausen reicht. Im NE sind kleinere Abweichungen der Teilgefüge von den Großstrukturen festzustellen, dagegen ist für das im Südwesten anschließende Gebiet eine E-W-Achsenlage mit Abtauchwerten von $15^\circ - 35^\circ$ W kennzeichnend. Die Achsenflächen erreichen manchmal E-W-Richtung. Oftmals behalten sie jedoch ihren parallelen Verlauf zu den Quarziten bei.

3. Die Existenz eines dritten Homogenbereiches im südwestlichen Teil des Untersuchungsgebietes geht offenbar auf den Einfluß eines SE-NW-streichenden prävaristischen Störungssystems zurück. Steile B_1 -Achsengefälle sind für dieses Gebiet charakteristisch (Kapitel 5.4.).

Tabelle 4: Beziehungen zwischen Bankstärke, Baustil und Verformungsrichtungen im dritten Quarzitzug

Bankstärke	Baustil	Verformungsrichtungen
dicke Bankung	Schuppung	$b_1 = 250/20$ $b_r = 215/30$ $a' = 320/50$
dünne Bankung	Schuppung „Berittene Falten“	$b_1 = 240/20$ $b_r = 270/0$ $a' = 330/60, a_r = 290/40$
dünne Bankung	Isoklinalfalten, Schuppung	$b_1 = 330/50, a' = 330/70$

Die Glimmerschieferzonen zwischen den Quarziten: Den vier Quarzitzügen sind drei Glimmerschieferzonen zwischengeschaltet. B_1 -Achsen und s -Flächen verlaufen stets dem Steichen der Glimmerschieferzone parallel. Die s -Flächen sind als $ss // s_1$ nachgewiesen, da in zwei Fällen ein Isoklinalfaltenbau erkannt werden konnte. Ein $ss \wedge s_1$ ist selten zu erkennen. Parallel s_1 entwickeln sich dann Scherfalten.

Die Staurolith-Glimmerschiefer zwischen dem ersten Quarzitzug und der Linie Schnepfenbach — südöstlich Rückersbach (Beil. 1, Fig. 5, Bild C): In diesen Homogenbereich sind oft Granat-Plagioklas-Gneise eingeschaltet. Der Gesteinskomplex streicht 60° und fällt flach nach NW ein; die Faltenachsen streichen mit erstaunlicher Konstanz im gesamten Gesteinsbereich mit 250° ; ein Achsengefälle von 10° — 20° ist ebenfalls sehr häufig. Die Achsenflächen zeigen eine erstaunliche Persistenz ihres Streichens, während ihr Einfallen wenig, manchmal leicht wechselt. B_1 -Falten sind selten zu finden. Sehr häufig tritt $ss // s_1$ und $ss \wedge s_1$ auf. Infolgedessen kann Linsenbau und Parallelschieferung als häufiger Deformationstypus angesehen werden. B_2 -Falten sind nur südwestlich Rückersbach vor der Plattenberg-Orthogneis-Kuppel aufgeprägt.

Staurolith-Glimmerschiefer auf dem zentralen Orthogneis (Beil. 1, Fig. 4): Die Staurolith-Glimmerschiefer südöstlich der Linie Schnepfenbach-Reichenbach liegen unmittelbar auf dem zentralen Orthogneis. Die B_1 -Achsenrichtung im Großraum kann man am Verlauf der Granat-Plagioklas-Gneiszüge (s. WEINELT et al. 1965, 1967) erkennen. In den homogen gebauten Bereichen dieses Gebietes tritt im Aufschlußbereich $b_1 = 270^\circ$, seltener $b_1 = 250^\circ$ auf. Ein $B' // B_1$ kann man am Nordwesthang des Daxberges an Weganschnitten hinter dem Gasthof „Zur Mühle“ (Beil. 1, Fig. 4, Diagr. 6) beobachten.

In sehr inhomogenen Gesteinsserien sind B_2 -Falten ausgeprägt (Beil. 1, Fig. 4, Diagr. 10, 12—14, 18).

Ein sehr wichtiges Charakteristikum dieser Gesteinszone ist die Tatsache, daß sowohl die Achsenflächen der ersten Formung (a') als auch der zweiten Formung (a'') sehr flach bis horizontal liegen (s. Fig. 4 der Beil. 1, alle Diagramme). Vergleicht man diese Gesteinszone mit der nordwestlich liegenden (Beil. 1, Fig. 5, Bild C), so stellt man fest, daß B_1 -Achsenstreuung, B_2 -Falten und flache Achsenflächen nur auf der ersten erscheinen, wenn auch zwischen ihnen eine gesteinsfaziale Ähnlichkeit besteht. Somit liegt die Annahme nahe, daß der näher zur südöstlichen Gesteinszone liegende Orthogneis diese tektonischen Verhältnisse hervorgerufen hat (s. Kap. 7.2.3.).

Ein anderes wichtiges Kennzeichen dieser Zone sind die B_1 -Spezialstrukturen. Sie können anhand des B_2 -Eintauchens rekonstruiert werden. Die B_2 -Abtauchrichtung gibt die Einfallsrichtung der Schenkel von B_1 -Spezialstrukturen an (Abb. 10, I.). Mit dieser Methode und mittels der Aufschlußmessungen wurde im Bereich K (Beil. 1, Fig. 4) eine B_1 -Spezialmulde rekonstruiert. Sie endet in ihrer streichenden Verlängerung an einer südöstlich einfallenden Spezialstruktur. Auf dieser Struktur P (Beil. 1, Fig. 4) konnte ein Spezialsattel mittels zweier Aufschlüsse rekonstruiert werden.

7. Tektonische Synthese

7.1. Kleinfaltenbau

7.1.1. Materialzustand während der Verformung

Die Verminderung der Asymmetrie und Anisopachie im Faltungsprozeß durch plastisches Fließen wie auch die Regel der Stauchfaltengröße verlangen eine erhöhte Materialplastizität. Es ist vorstellbar, daß die Deformation in einer Tiefe erfolgte, wo Druck und Temperatur eine Erhöhung der Plastizität des Materials hervorgerufen haben.

Bei der Beschreibung der Falten wurden zwei Faltentypen unterschieden. Die Entstehung des ersten Faltentyps ist mit einer gegen den Zentral-Orthogneiskörper gerichteten Bewegung am besten vereinbar. Die dazu notwendigen Scherspannungen könnten auf Gleitbewegungen längs inhomogen gebauten Gesteinsserien zurückgeführt werden. Diese Gleitbewegungen sind durch die Externrotation des kambro-ordovizischen Gesteinskomplexes ausgelöst (Abb. 16, Fig. b; größere Falte). Infolge Geländebefunden (Abb. 16, Fig. a) läßt sich feststellen, daß der Faltentyp II als Schleppe innerhalb des inversen Schenkels des Faltentyps I gebildet worden ist.

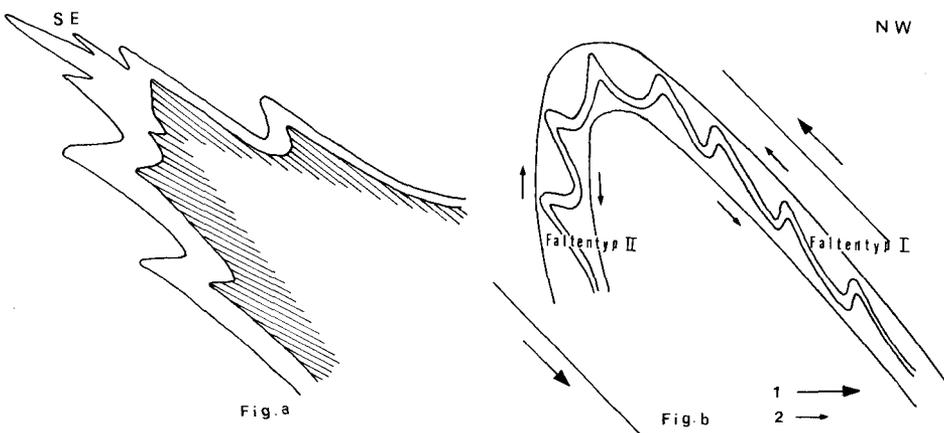


Abb. 16. Relativsinn der Bewegung \perp B. Fig. a: Morphologie der Falten im Steinbruch bei Hörstein (35 06 60—55 46 00 Bl. Alzenau). — Fig. b: Genetische Deutung der Faltentypen I und II. 1 = Gleitbewegungen sind durch die Externrotation des kambro-ordovizischen Komplexes ausgelöst. 2 = Gleitbewegungen längs der Faltschenkel im Aufschluß-Bereich.

Weiterhin ist es wichtig zu betonen, daß sowohl bei der ersten als auch bei der zweiten Formung der eine Faltschenkel seine Raumlage nahezu beibehält, während der andere rotiert. Ähnliche tektonische Verhältnisse sind von FLÜGEL (1954:200) im Rheinischen Schiefergebirge beschrieben worden.

7.1.2. Die Gefügepläne I, II und III der B_1 -Formung

Besonders innerhalb der Quarzit-Glimmerschiefer-Serie zeigen die Achsen und Achsenflächen der Kleinfalten der B_1 -Formung eine große Streuung. Eine Auszählung der Durchstoßpunkte der Faltenachsen (b_1) und der Achsenflächen-Polpunkte (a') aus 63 Diagrammen dieser Serie ergibt die in Abb. 17, Fig. 1 dargestellte Isolinienverteilung. Es lassen sich sowohl für die b_1 -Achsen als auch für die a' -Polpunkte der Achsenflächen jeweils zwei Streubereiche unterscheiden, die als Gefügepläne I und II bezeichnet werden.

Im Gefügeplan I streuen die Koordinaten a' aus einer flachen SE-Lage zu einer steileren SSW-Lage, während sich die b_1 -Achsen entsprechend aus einer flachen SW-Lage in eine ebenfalls flache WNW-Position verlagern.

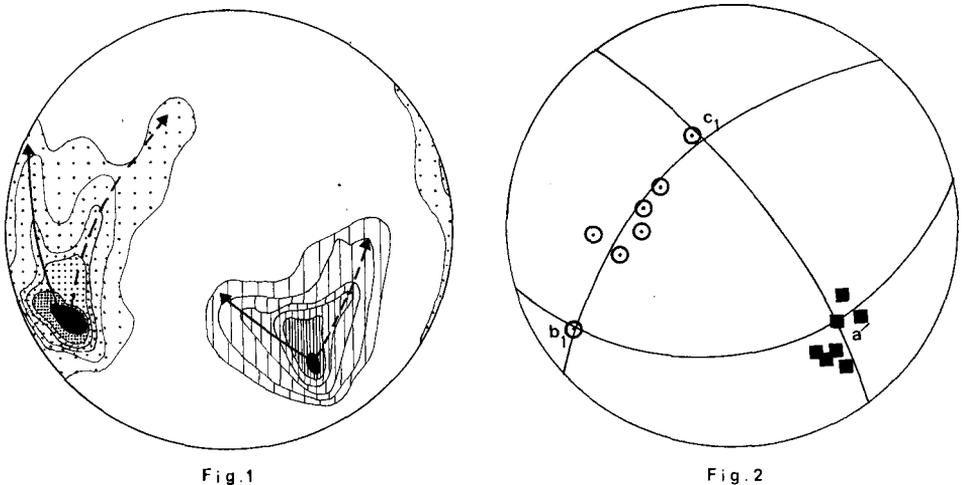


Abb. 17. Die Gefügepläne I, II und III. Fig. 1: b_1 - und a' -Gefügekoordinaten aus 63 Aufschlüssen der Quarzit-Glimmerschiefer-Serie. — Streuung der Faltenelemente im Gefügeplan I. - - - - Streuung der Faltenelemente im Gefügeplan II. ∴ Achsenpole der Koordinate b_1 . //// Achsenpole der Koordinate a' 3-6-9-12-15-18%. — Fig. 2: Gefügeplan III (Rotation um die Koordinate a'). Die Gefügeelemente sind aus den Diagrammen der Fig. 5, Bild D in Beil. 1 entnommen.

Im Gefügeplan II streut a' aus der flachen SE-Lage in eine geringfügig steilere E-Lage, während b_1 von der SW-Lage in eine steilere NNW-Position gedreht wird.

Ein Gefügeplan III ist aufgrund der Anordnung der Koordinaten a' und b_1 in Abb. 17, Fig. 2 zu fordern. Hier sind aus den Diagrammen der Beil. 1, Fig. 5, Bild D die Achsendurchstoßpunkte und die Achsenflächenpole dargestellt. Während die

Achsenflächenpole (a') ihre Position nahezu lagekonstant beibehalten, rotieren die b_1 -Achsen um die Koordinate a' und streuen auf dem dazugehörigen b_1c_1 -Großkreis.

Diese unterschiedlichen Gefügepläne sind nicht auf Überprägungs- oder Kippungsvorgänge zurückzuführen, vielmehr scheinen die Achsenverbindungen während des Faltungsprozesses entstanden zu sein.

7.1.3. Gemeinsames Erklärungsmodell der B_2 -Falten und der Gefügepläne I, II, III der B_1 -Formung

Die symmetrologischen Beziehungen zwischen beiden Formungen sind im Kap. 4.5. behandelt worden. Es erweist sich, daß B_1 und B_2 stets auf einer Ebene liegen, deren Flächenpole E auf dem ac -Großkreis liegen (vgl. Abb. 12, Fig. 1). Diese Art der Überlagerung rechnet SANDER (1948:180) einer syntektonischen divergenten Faltung in einem Formungsakt zu. SANDER führt die Entstehung dieser Art von B_2 -Falten auf Abgleichungsvorgänge auf den B_1 -Falten während des Faltungsprozesses zurück. NABHOLZ & VOLL (1963:780) führen ebenfalls die Entstehung solcher B_2 -Falten im Mesozoikum des Gotthardmassivs auf Abgleichungsvorgänge zurück. Bei diesen Autoren wird die Tendenz deutlich, gravitative Vorgänge für die Erklärung heranzuziehen. Ein derartiger Erklärungsversuch kommt aber für die $B_2 \wedge B_1$ -Falten des Arbeitsgebietes nicht in Frage, da in sehr vielen Fällen B_1 und B_2 mit gleichen Werten eintauchen und das Einfallen ihrer Achsenflächen ebenfalls gleiche Werte aufweist (z. B. Beil. 1, Fig. 4, Diagr. 9). Die Einwirkung derartiger gravitativer Vorgänge müßte eigentlich bei liegenden B_1 -Falten (z. B. Beil. 1, Fig. 4) aufhören. Sie tritt aber gerade dort stärker auf (s. B_2 -Falten und B_1 -Achsenstreuung in Beil. 1, Fig. 4).

Zu einem besseren Verständnis der Zusammenhänge zwischen den Faltenbildern der ersten und der zweiten Formung führt eine stereometrische Behandlung der Faltungsvorgänge, wie sie von WUNDERLICH (bes. 1961, 1962) in zahlreichen Publikationen durchgeführt worden ist. Bei einem nicht ebenen Verformungsplan, der nach einem kritischen Einengungsbetrag (WUNDERLICH 1962) die fortschreitende Verformung übernimmt, versucht das Gesteinsmaterial sich sowohl parallel c als auch parallel b Raum zu schaffen. Angesichts der vorherrschenden Isoklinalfaltung im Untersuchungsgebiet ist dieser kritische Einengungsbetrag, nach dem eine Volumenverminderung innerhalb der Faltenkerne einsetzt, längst überschritten. Nach WUNDERLICH (1961) wird entweder das deformierte Material versuchen, sich durch Achsenverbiegungen in der Vertikalen oder Horizontalen Raum zu schaffen, oder es entsteht ein $B_2 \perp B_1$. Diese Verhältnisse lassen sich mindestens in drei Arealen des Untersuchungsgebietes feststellen.

Auf der Strukturkarte des Arbeitsgebietes (Beil. 1, Fig. 1) ist ein Gesteinsbereich südwestlich von Hemsbach durch mittelsteile nach W bis steil nach NW eintauchende Achsenlagen gekennzeichnet. Er wird nach SW von einer prävaristischen Störung abgegrenzt, während von NE eine allmähliche Rotation der Achsenrichtungen von 250° auf 320° vollzogen wird. Das abrupte Enden der extremen Achsenrotationen an der Störung (Beil. 1, Fig. 5, Bild D) — das nicht durch Kippung hervorgerufen wurde (s. Kap. 5.4.) — deutet darauf hin, daß diese Verwerfung auf bestimmte Weise die Achsenverbiegungen beeinflußt haben muß.

Im SW des Untersuchungsgebietes taucht die Orthogneis-Kuppel im Plattenberg aus ihrer Glimmerschieferhülle auf. Im NE dieses Gewölbes und innerhalb der Glimmerschiefer treten B_2 -Falten der III. Kategorie auf. Da die Intrusion des Rotgneismagmas älter als die heute sichtbare Tektonik des Spessarts ist (s. Kap. 7.2.3.), läßt sich gut begründen, daß die Orthogneise die Auslängung parallel b_1 innerhalb der Staurolith-Glimmerschiefer stark behindert haben können, so daß sich der entstandene Materialüberschuß durch B_2 -Faltenformen ausgeglichen hat. Dies wird unterstützt durch die Tatsache, daß im ganzen Staurolith-Glimmerschieferbereich nordwestlich des zentralen Antiklinalraumes (Beil. 1, Fig. 5, Bild C) nur dort derartige Achsenabweichungen entstehen, wo die erwähnte Gneiskuppel auftaucht. Damit scheint erwiesen zu sein, daß die neuen Achsenrichtungen B_2 als Stauchungen längs B_1 aufzufassen sind.

Im NE des Arbeitsgebietes hat — ähnlich wie im vorigen Beispiel — der Schöllkrippener Orthogneis sehr wahrscheinlich die Funktion eines Störkörpers übernommen. Einige hundert Meter südwestlich davon und innerhalb der Glimmerschiefer schalten sich kleine, mit 40° streichende Quarzitzüge ein (Kalmus-Quarzit). Diese Quarzite zeigen eine innere Deformation durch ein N-S gerichtetes liegendes B_1 -Faltensystem (Beil. 1, Fig. 4, Diagr. 2). Dieser Unterschied im Streichen der Quarzitzüge und ihrer Kleinfaltenrichtung erklärt sich ebenfalls am besten, wenn man sich den Orthogneis als Hindernis einer b_1 -axialen Ausdehnung vorstellt.

In der mir bekannten Literatur trifft man nur Fälle, in denen einer achsenparallelen Seitenlängung nur ein $B' \perp B$ zugerechnet wurde (SANDER 1930:193, 224, 1948:180; PLESSMANN 1961:327; WUNDERLICH 1961:103; KARL 1964:55), doch dürften mittels der oben angeführten Gründe für die Entstehung eines $B' \wedge B$ die gleichen Bewegungsmechanismen verantwortlich gemacht werden:

Bei fortschreitender Einengung der Faltenschenkel nach dem kritischen Stadium versucht das Material sich in Richtung // b_1 Raum zu schaffen. Wenn ein seitlicher Platzmangel existiert, dann wird erst eine Umorientierung von b_1 -Achsen und b_1 -Achsenflächen verursacht, so daß sie am Ende einen Winkel von 20° — 40° mit der Ausgangslage bilden. Somit entstehen die Gefügepläne I und II.

Bei zunehmender Druckspannung // b_1 entwickeln sich b_r -Falten der gleichen Größenordnung mit der B_1 -Formung; beide Verformungsrichtungen (b_1 und b_r) gehen kontinuierlich ineinander über und zwar ohne Überprägungen (Kap. 4.7.).

Während der letzten Stadien der B_1 -Isoklinalfalten-Bildung ist der Raum in den Sätteln und Mulden extrem verringert, so daß die Druckspannung // b_1 ihre höchsten Werte erreicht. Es entstehen neue Scherflächen (s_2), die dem Koordinatensystem $a'b_1c_1$ nicht zugeordnet werden können. Ihre Flächenpole gruppieren sich in Stellen des SCHMIDT'schen Netzes, die als Fortsetzung der b_1 -Achsenflächenstreuung gelten können (Abb. 17, Fig. 1; Abb. 18, Fig. 2). Gefügeplan I wird durch die erste Kategorie, Gefügeplan II durch die II. Kategorie der B_2 -Formung fortgesetzt. Diese neuen s_2 -Scherflächen erzeugen Faltenbilder, die eine Formähnlichkeit zur B_1 -Formung besitzen. Die differentiellen Bewegungen längs der s_2 -Scherflächen zeigen also denselben Bewegungssinn wie die s_1 -Scherflächen der ersten Formung. Aus diesem Grunde wäre es denkbar, daß die s_2 -Flächen zu den s_1 -Flächen homoaxial und synthetisch angelegt worden wären, wenn die Druckspannung // b_1 nicht existiert hätte (Abb. 18, Fig. 1 und 2). Bei achsenparallelen Druckspannungen werden aber die

s_2 -Scherflächen umorientiert. Hier ist zwischen zwei Möglichkeiten zu unterscheiden (Abb. 18, Fig. 3). Rotation im Uhrzeigersinn ergibt die Kategorie I der B_2 -Formung; Rotation gegen den Uhrzeigersinn ergibt die Kategorie II der B_2 -Formung.

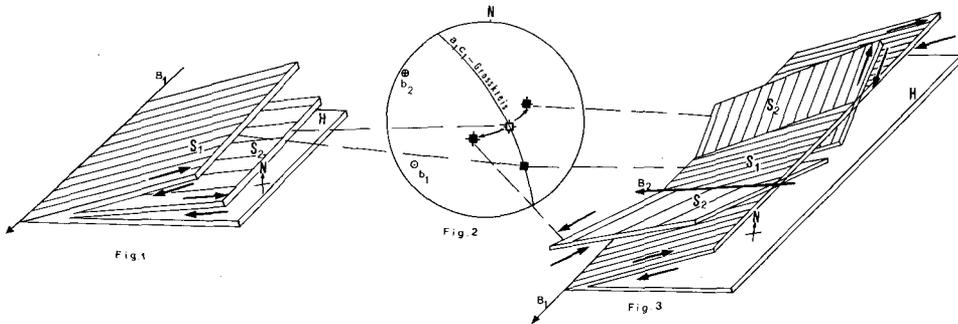


Abb. 18. Erklärungsmodell von $B_2 \wedge B_1$. — Fig. 1: Lage der s_2 -Schieferung bei ebener Deformation. — Fig. 2: Lage der s_2 -Schieferung bei ebener Deformation (= Fig. 1) und nicht ebener Deformation (= Fig. 3) im Gefügebild. — Fig. 3: Umorientierung der s_2 Schieferungsfläche im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn bei nicht ebener Deformation. Die Pfeile zeigen den relativen Bewegungssinn längs der Schwerkungsflächen. H = horizontale Ebene.

Gefügeplan III und B_2 -Falten der III. Kategorie verdanken ihre Entstehung ebenfalls der nicht ebenen Deformation. Die Raumdaten der Achsenflächenpole bleiben erhalten, während die Achsen mit zunehmender Winkelabweichung vom regionalen Streichen stark abtauchen.

Eine antithetische s_2 -Scherfläche tritt nur in den Fällen auf, wo Parallelschieferung ($ss // s_1$) horizontal liegt. Beide s_2 -Flächen (synthetische und antithetische) haben eine horizontale Parallelschieferung südlich Rückersbach (R 35 09 10 H 55 45 46) gefaltet (Beil. 1, Fig. 4, Diagr. 14 und Abb. 10, I, Fig. 2). Nach PATERSON & WEISS (1966:371) erscheint nur eine Scherfläche (synthetische oder antithetische), wenn die Druckspannungen schräg zu Flächen gerichtet sind, während bei Druckspannungen parallel zu den s -Flächen beide Scherflächen auftreten.

7.1.4. Das Verhältnis zwischen Deformation und Metamorphose

Von mehreren Autoren ist eine postkinematische Abbildungskristallisation im Spessart nachgewiesen (GABERT 1957, MURAWSKI 1957, BRAITSCH 1957a, 1957b, SCHNEIDER 1962), für die BEDERKE (1957) die Bezeichnung „Spessartkristallisation“ einführte.

Diese postkinematische Kristallisation konnte in dieser Arbeit aufgrund der Orientierung der b_1 -Streckungslineationen bestätigt werden. Die Streckungslineation besitzt synkristallines Alter und ist eindeutig jünger als die B_1 -Kleinfalten. Da die b_1 -Streckungslineation auch auf B_2 -Faltenstrukturen projiziert ist, muß für die meisten B_2 -Falten ein präkristallines Alter vorausgesetzt werden. Ein kleiner Teil von B_2 -Falten, deren Genese von kataklastischen Vorgängen begleitet war, verstellt die b_1 -Streckungslineation und erweist sich somit jünger als diese (vgl. Kap. 4.4.). Die Regionalmetamorphose hat also nach diesen Beobachtungen in den letzten Stadien der B_2 -Faltenbildung eingesetzt.

7.2. Großbau

7.2.1. Varistische Geosynklinalentwicklung

Im Kambrium setzt eine kontinuierliche Sedimentation ein, die mit einer Grauwacken-Tonstein-Serie mit eingeschalteten Quarzsandsteinen beginnt, und im Ordovizium mit einer Wechsellagerung von tonigem und — in größerem Umfang — sandigem Material fortgeführt wird. Danach folgt eine bis im Kleinbereich rhythmische Wiederholung von Tonstein- und Sandsteinlagen. Unter Berücksichtigung der steilen Aufrichtung der Gesteinseinheiten und ihrer intensiven inneren Deformation ist eine Mächtigkeit von höchstens 3 000 m abzuschätzen. Mächtigkeiten ähnlicher Größenordnungen wurden für den Schwarzburger Sattel (GAERTNER 1950:412, FALK 1966:408) und für das Vogtland und Erzgebirge (BRAUSE 1970b: Abb. 2) angegeben.

Während der Sedimentation werden basische Schmelzen und deren Tuffe gefördert. Sie können als initialer Vulkanismus angesprochen werden. Aufgrund der großen Verbreitung der heutigen Amphibolite im nördlichen kristallinen Spessart kann ein ziemlich intensiver Initialmagmatismus im ehemaligen Geosynklinaltrogl angenommen werden. DVORAK & PRAPROTH (1969:81) schlagen für das Varistikum eine Unterteilung in „äußere“ und „innere“ Geosynklinale vor. Merkmale der ersteren sind unter anderem eine ausgesprochene Asymmetrie und größere Sedimentfüllung, während für die zweiten ein symmetrischer Bau und geringere Mächtigkeiten maßgebend sind. In diesem Sinne ist der Spessart als Teil der „inneren“ Geosynklinale zu betrachten. Weiterhin ist zu betonen, daß der Geosynklinaltrogl im Spessart weitgehend durch NW-SE-streichende synsedimentäre Verwerfungen gequert wurde.

Solche syn- bis postsedimentären Querbrüche spielen eine wichtige Rolle sowohl im Rheinischen Schiefergebirge (SCHÖNENBERG 1956) als auch im Saxothuringikum (STETTNER 1971) und im Sudetikum. Somit stellen sie keine lokale tektonische Besonderheit des Arbeitsgebietes dar, sondern sind Teil der NW-SE-Segmentierung der varistischen Geosynklinaltröge. Auf eine Materialänderung von NE nach SW ist bereits hingewiesen worden. Ob die Schüttung von NE oder SW erfolgte, ist wegen fehlender geeigneter sedimentologischer Indizien nicht anzugeben.

7.2.2. Rotgneismagna-Intrusion

Für die tektonische Analyse des Spessart ist die Frage nach dem Zeitpunkt der Rotgneismagma-Intrusion von Bedeutung. Aus zwei Gründen muß eine scharfe Trennung des Intrusionsvorganges vom nachfolgenden großtektonischen Prozeß postuliert werden:

MURAWSKI (1957:58) und GABERT (1957:115) haben nachgewiesen, daß die Tektonik nicht eine Schmelze betroffen hat, da die Falzentypen vom Gesetz der Stauchfaltengröße diktiert werden. Außerdem wurde von KREUZER et al. (1973) für das Alter der Rotgneise des Spessarts ein Wert von 380 ± 20 Mio. Jahren radiogeochronologisch ermittelt, was ein unterdevonisches Intrusionsalter andeutet.

Dagegen hat PLESSMANN (1957:162) für eine syntektonische Intrusion des Rotgneismagmas plädiert. Dies leitet er von der leichten Verbiegung der Quarzitzüge in der Quarzit-Glimmerschiefer-Serie, im Gesteinsbereich zwischen Hohl und

Hörstein, ab. Es ist viel wahrscheinlicher, daß die leichte Bogenform der Quarzite auf ihrer verschiedenartigen Bewegbarkeit während der Aufrichtung der Gesteinskomplexe beruht.

Weiterhin interessiert die Frage nach der Platznahme des Rotgneismagmas. BEDERKE (1957:16, 18) vermutet eine assynthetische Diskordanz als Aufstiegsbahn der Magmen. Da es heute überhaupt schwierig ist, einen assynthetischen tektogenetischen Zyklus sowohl für Spessart (BRAITSCHE 1957:66) als auch insgesamt für die Mitteldeutsche Kristallinzone (vgl. BANKWITZ 1970:41, MÖBUS 1968:641 und BRAUSE 1970b:341) zu rekonstruieren, ist nur die neutrale Feststellung möglich, daß das Magma längs der Grenzfläche Kambro-Ordovizium/Jungproterozoikum aufgestiegen ist.

7.2.3. Die Orientierung des Deformationsellipsoides

Innerhalb der vier Quarzitfolgen (Abb. 19, Bereich A—B) ist steile Vergenz von 50° — 60° zu erkennen (vgl. Beil. 1, Fig. 3). Dagegen vergieren die Kleinfalten südlich vom ersten Quarzitzug (Abb. 19, Bereich B—C) mit Werten von 20° — 40° . Dieser Unterschied beider Gesteinseinheiten bezüglich des Vergenzgrades der Kleinfalten ist aus der Strukturkarte des Arbeitsgebietes leicht zu entnehmen (Beil. 1, Fig. 1). Die Deformationsachse c_1 bildet in beiden Bereichen (Abb. 19, Bereiche A—B und B—C) denselben Winkel mit den Falten spiegeln. Die innere Deformation im Bereich A—B—C (vgl. Abb. 19) zeigt also keine konstante Klinenz. Die stärkere Vergenz der Kleinfalten im Gesteinsbereich B—C erklärt sich aus der Tatsache, daß hier flachlagernde Gesteinseinheiten innendefiniert sind.

In der Staurolith-Glimmerschieferhülle der Zentral-Orthogneiskuppel (Bereich C—D) entwickelte sich vorwiegend ein liegender b_1 -Faltenbau (vgl. Abb. 19). Der Klinenzgrad der Kleinfalten dieses Gesteinsbereiches ist viel geringer als im Bereich

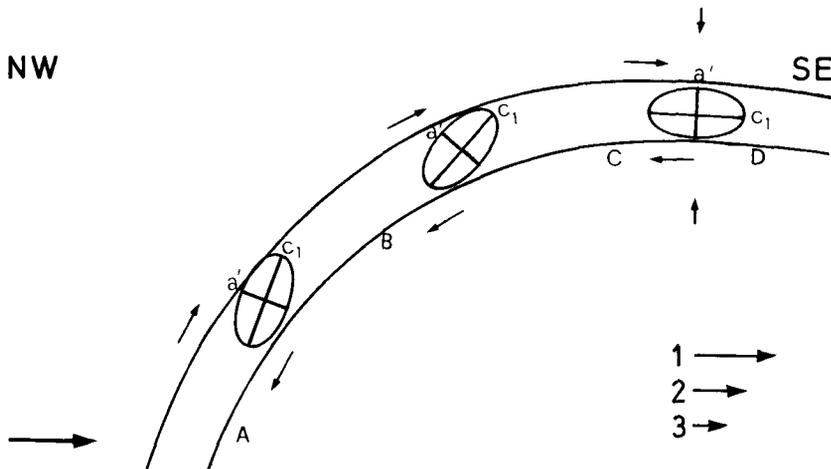


Abb. 19. Die Orientierung des Deformationsellipsoides im nördlichen kristallinen Spessart (schematisch). 1 = horizontale Druckspannung, 2 = Gleitbewegungen längs großen Gesteinseinheiten. 3 = Druckspannung aus dem Rotgneis.

B—C; infolgedessen muß eine stärkere Deformationsintensität für die Erklärung der extremen Neigung der Deformationsachse c_1 dieses Gesteinsbereiches angenommen werden. Die größere Deformationsintensität in diesem Bereich drückt sich aber viel mehr — außer auf der Deformationsebene a_1c_1 — auf der Ebene b_1c_1 aus. Die B_2 -Formung verwischt hier sehr oft ältere B_1 -Strukturen; dagegen tritt sie nur in Ausnahmefällen (s. Kap. 4.4. und 6.) im Bereich B—C auf.

Als Gründe für die Zunahme der Deformation können stärkere Gleitbewegungen nicht herangezogen werden, da in den Sattelumbiegungen der Falten Gleitbewegungen eher schwächer werden. Vielmehr muß gefolgert werden, daß die Orthogneise während der großräumigen Faltung versuchten, sich in vertikaler Richtung Raum zu schaffen (Hochdehnung), und somit Pressung auf die darüber liegende Gesteinshülle ausgeübt haben. Diese Pressung verursachte Deformationsintensität.

7.2.4. Anomales Antiklinorium

Zur kinematischen Deutung des Strukturplanes im Spessart ist es erforderlich, außer den hier untersuchten nördlichen auch die zentralen und südlichen Gneisareale in die Betrachtung einzubeziehen. Für den zentralen kristallinen Spessart wurde eine derartige Analyse von MURAWSKI (1957, 1958, 1963) durchgeführt; aus dem südlichen Spessart liegen die Untersuchungsergebnisse von BRAITSCH (1957a, 1957b) vor.

Im südlichen Spessart ist die erste Formung B_1 durch 60° streichende und steilstehende Gesteinseinheiten vertreten, deren Kleinfaltenvergenzen nach BRAITSCH (1957:93) nicht ermittelt werden konnten. Diese Frage hängt mit der Deutung der s-Flächen zusammen. Für den nördlichen und zentralen Spessart erweist sich die s-Fläche als ein zusammengesetztes Gefüge — Parallelschieferung — die infolge Isoklinalfaltung entsteht (s. Kap. 2.3.4.). Im südlichen Spessart sind die s-Flächen gut mit denjenigen des nördlichen Spessarts zu parallelisieren. Sehr oft treten linsenförmige Gefüge, wie sie in der Abb. 7 dargestellt sind, auf. Ein Isoklinalfaltenbau ist gelegentlich auch zu beobachten (Steinbruch Wendelberg). Ebenfalls fordert die starke Vertretung der B_2 -Formung (BRAITSCH 1957, a, b) eine noch intensivere B_1 -Isoklinalfaltung als im Norden. Die Lage der s-Flächen im südlichen gibt also wie im nördlichen Spessart die Vergenz des B_1 -Kleinfaltenbaus wieder. Infolgedessen kann für den südlichen Spessart eine NW-Vergenz konstruiert werden (Abb. 20, Fig. 3).

Abb. 20. Anomales Antiklinorium. — Fig. 1: Geologisches Spessart-Profil nach MURAWSKI 1965. 1 = Kambro-Ordovizium, 2 = Jungproterozoikum, 3 = Rotgneis, 4 = Diorit, 5 = innere Deformation. — Fig. 2: Normales und anomales Antiklinorium. Gestrichelte Linien = Vergenz der inneren Deformation im normalen Antiklinorium. Dünne Linien = Vergenz der inneren Deformation im anomalen Antiklinorium. — Fig. 3: Tonversuch nach WUNDERLICH 1959. Die Linien zeigen die Anordnung der Scherflächen. — Fig. 4: Die Orientierung des Deformationsellipsoides im kristallinen Spessart. 1 = horizontale Druckspannung, 2 = Gleitbewegungen längs großen Gesteinseinheiten, 3 = Druckspannung aus dem Rotgneis.

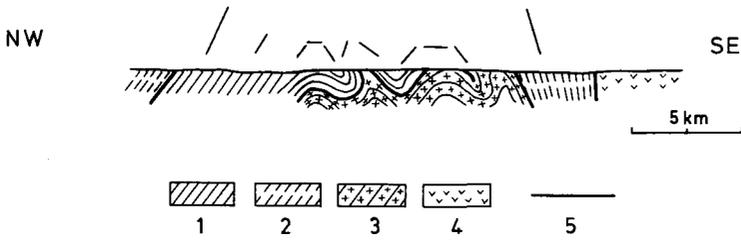


Fig. 1

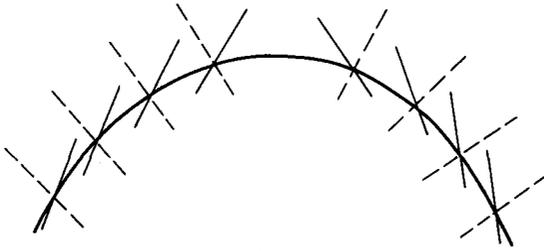


Fig. 2

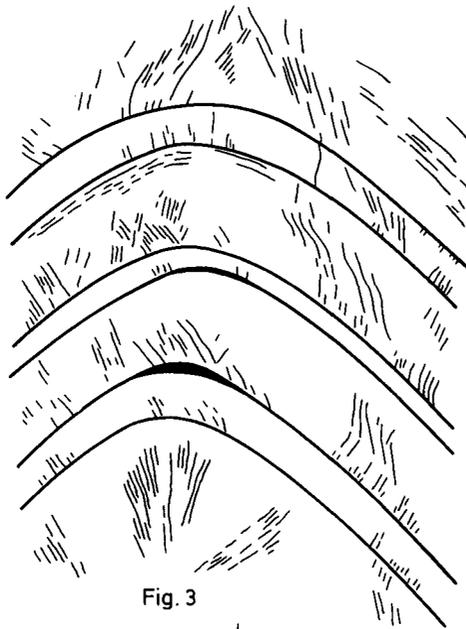


Fig. 3

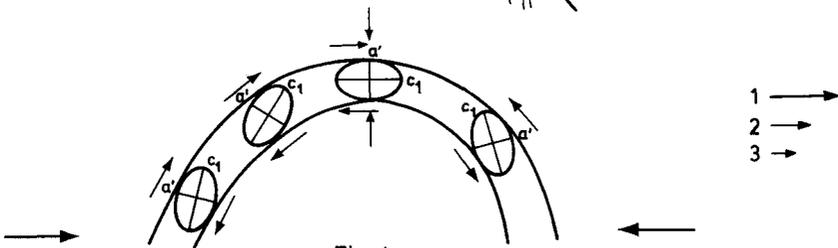


Fig. 4

Im großen und ganzen entwickelt sich ein Antiklinorium, dessen Schenkel von Kleinfalten entgegengesetzter Vergenzrichtung innendefiniert sind, dem nordwestlichen Schenkel (Kambro-Ordovizium) sind SE-vergierende Falten aufgeprägt, während der südöstliche (Jungproterozoikum) von nach NW vergierenden Falten betroffen wurde (Abb. 20, Fig. 3). Im Scheitel des Antiklinoriums treten extrem große Vergenzen der inneren Deformation auf. Dies drückt sich deutlich in den Gefügediagrammen bei MURAWSKI (1958: Abb. 5) wie auch in denjenigen bei WEINELT et al. (1965, Beil. 1) aus. Beil. 1, Fig. 4 der vorliegenden Arbeit zeigt ebenfalls diese tektonischen Verhältnisse.

Diese im großen Bereich von normalen Antiklinorien abweichende Ausbildung ist ebenfalls in den Spezialstrukturen des zentralen Spessarts anzutreffen. Hier zeigt sich deutlich eine Konvergenz der Kleinfaltenvergenzen in Richtung auf das Sattelscharnier (MURAWSKI 1958, Abb. 4, GABERT 1957: 118 und Abb. 16; s. a. Beil. 1 dieser Arbeit). Die Vergenzen der inneren Deformation im Spessart sind schematisch in Abb. 20, Fig. 1 wiedergegeben.

Solche Gebilde sind aus den Alpen bekannt und wurden von HEIM (1878) „anomale Antiklinorien“ genannt. Als normale Antiklinorien sind Antiklinorien mit einer fächerartigen Anordnung ihrer Kleinfaltenvergenzen anzusehen.

Anomale Antiklinorien sind auch aus den tieferen Stockwerken des Saxothuringikums bekanntgeworden, und zwar in Gebieten, in denen größere Rotgneiskomplexe auftreten. So ist gegen die Rotgneise des osterzgebirgischen Kristallins bei Sayda (BEHR 1968: Abb. 16) eine einseitige Tektonik entwickelt, die sich in Kleinfaltenvergenzen, Schieferungsvergenzen und Überschiebungen äußert. Auch beschreibt SCHROEDER (1958: Abb. 56) ähnliche Strukturen im Hirschberger Sattel, wobei er annimmt (S. 479), daß diese Strukturen ein Element der Grundgebirgstektonik sein könnten. In beiden Fällen flankieren altpaläozoische bis oberordovizische Paraserien die frühvaristischen magmatischen Kerne, so daß stehende rhombische Großfalten gebildet wurden. Im Kleinbereich treten monokline Strukturen auf.

Über die Kinematik der anomalen Antiklinorien lassen sich nur Vermutungen äußern. Tonversuche von WUNDERLICH (1959 a: Abb. 1; hier Abb. 20, Fig. 3) zeigen zwei Scherflächenscharen, die als *h₀₁*-Flächen der Falte zuzuordnen sind. Diese Scherflächenanordnung ist in der Abbildung 20 mit der Anordnung der Vergenzen im normalen und anomalen Antiklinorium gut vergleichbar. Wann der eine oder der andere Antiklinorien-Typ auftritt, ist davon abhängig, welche Scherflächenschar zur Ausbildung kommt. ASHGIREI (1963: 147—149) betont die Rolle der „plastischen Schleppung“ an solchen Antiklinorien, in denen die Kleinfaltenvergenzen gegen den Antiklinalscheitel gerichtet sind. Da die Schleppfalten im kristallinen Spessart in Material mit relativ hoher „Plastizität“ gebildet wurden (s. Kap. 7.1.1.), ist es wahrscheinlich, daß diese Materialplastizität die Voraussetzung für die Bildung solcher anomalen Antiklinorien ist. Diese Annahme hat eine Stütze in der Tatsache, daß solche Gebilde in tieferen tektonischen Stockwerken häufig aufzufinden sind (vgl. oben), wo eine erhöhte Materialplastizität tatsächlich existiert haben dürfte.

Konvergente Anordnung von Schieferung in inkompetenten Sattelbereichen wird von RAMSAY (1974: 1746, Abb. 14) und MEANS (1975: Abb. 7B) auf Fließvorgänge zurückgeführt.

7.2.5. Die Symmetrie der Verformung

Bei der Überlagerung zweier zeitlich hintereinander folgender Gefügeprägungen des Groß- und Kleinfaltenbaus im kristallinen Spessart resultiert eine orthorhombische Gesamtsymmetrie. Die Kuppel-Struktur besitzt eine rhombische Symmetrie, wenn man vom stärkeren Einfallen des Jungproterozoikums absieht. Sie besitzt zwei Symmetrieebenen (KIRCHMAYER 1965: Tab. 1, D_{2h}) und wird in der Weise von einem monoklinen Symmetrie-Kleinfaltensystem überprägt, daß beide Gefügepläne gemeinsam die Verformungsebene als Symmetrieebene besitzen. Die Gesamtsymmetrie erhielt also nach der Überlagerung beider Teilgefüge einen rhombischen Charakter.

Dies ist ein grundlegender Unterschied zwischen Spessart-Kristallin und Rheinischem Schiefergebirge. Während die Großstrukturen im Rheinischen Schiefergebirge eine bevorzugte NW-Vergenz zeigen (vgl. Querprofile von MEYER, 1975: Abb. 1, SCHOENENBERG 1970: Abb. 15, WUNDERLICH 1964: Abb. 1), steht die Achsenfläche der Großfalte im Spessart aufrecht (Abb. 20, Fig. 4). Einer rotationalen Deformation im Rheinischen Schiefergebirge (HOEPPENER 1957:215, 1961:451) ist eine translatorische Deformation — ohne Gesamtrotation — im Spessart gegenüberzustellen.

Die Überlagerung des Groß- und Kleingefüges erfolgt aber sehr oft in der Weise, daß sie keine gemeinsame Symmetrieachse aufweisen. Dies ist der Fall, wenn die Gefügepläne I, II, III und die B_2 -Formung auftreten. Dann resultiert daraus eine triklinen summierbare Gesamtsymmetrie.

8. Literatur

- ADLER, R. E., FENCHEL, W. & PILGER, A. (1969): Statistische Methoden in der Tektonik, II. — Clausthaler Tekton. H. 4, III, Clausthal-Zellerfeld 1969.
- ASHGIREI, G. D. (1963): Strukturgeologie. — VEB Deutscher Verlag der Wiss., Berlin, 1963.
- BANKWITZ, P. (1965): Probleme des Faltenbaus, besonders in den Katzhütter Schichten (Präkambrium) im Schwarzburger Sattel (Thüringen). — *Geologie* 14, 1083—1103, Berlin 1965.
- (1970): Über die Basisfolge des Kambriums (Goldisthaler Schichten) und ihre Grenze zum liegenden Protozoikum (Katzhütter Schichten) an der SW-Flanke des Schwarzburger Sattels. — *Geologie* 19, 1023—1048, Berlin 1970.
- BEDERKE, E. (1957): Alter und Metamorphose des Kristallinen Grundgebirges im Spessart. — *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, 18, 7—19, Wiesbaden 1957.
- BEHR, H. J. (1968): Altersbeziehungen zwischen Magmatismus, Metamorphose und ringförmigen Strukturen im sächsischen Erzgebirge. — *Freiberger Forsch.*, C 241, 27—45, Freiberg 1968.
- BUBNOFF, S. von (1926): Studium im südwestlichen Grundgebirge. II. Die tektonische Stellung des Böllsteiner Odenwaldes und des Vorspessarts. — *N. Jb. Miner. Geol. Pal.*, 55, 468—496, Stuttgart 1926.
- (1930): *Geologie von Europa*. — Berlin 1930.

- BRAITSCH, O. (1956): Gesteinsserien, Tektonik und Metamorphose im südlichen Kristallinen Spessart. — Z. deutsch. geol. Ges., **108**, 66—72, Hannover 1956.
- (1957a): Beitrag zur Kenntnis der Kristallinen Gesteine des südlichen Spessarts und ihrer geologisch-tektonischen Geschichte. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch. **18**, 21—72, Wiesbaden 1957.
- (1957b): Zur Petrographie und Tektonik des Biotitgneises im südlichen Vorspessart. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **18**, 73—99, Wiesbaden 1957.
- BRAUSE, H. (1970a): Variszischer Bau und Mitteldeutsche Kristallinezone. — *Geologie* **19**, 281—293, Berlin 1970.
- (1970b): Ur-Europa und das gefaltete sächsische Paläozoikum. — *Ber. deutsch. Ges. Geol. Pal., A*, **15**, 327—396, Berlin 1970.
- BREDDIN, H. (1968): Quantitative Tektonik 2, Teil III Faltung. — *Geol. Mitt.*, **7**, 333—436, Aachen 1968.
- (1971): Der Elburs im Iran, ein Schuppengebirge. — *Geol. Mitt.*, **10**, 61—100, Aachen 1971.
- BRINKMANN, R. (1948): Die Mitteldeutsche Schwelle. — *Geol. Rdsch.*, **36**, 56—66, Stuttgart 1948.
- CLOOS, H. (1936): Einführung in die Geologie. — 503 S., Berlin, Bornträger 1936.
- DOUSOS, Th. (1973): Geologische Kartierung des Geiselbacher Beckens. — Meldearbeit, Frankfurt 1973. Frankfurt 1973.
- DVORAK, J. & PAPROTH, E. (1969): Über die Position und die Tektogenese des Rhenoherynikums und des Sudetikums in den mitteleuropäischen Varisziden. — *N. Jb. Geol. Pal., Mh.*, **1969**, 65—88, Stuttgart 1969.
- ENGELS, B. (1959): Die kleintektonische Arbeitsweise unter besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung im deutschen Paläozoikum. — *Geol. Forsch.*, **13**, I—II, Stuttgart 1959.
- FALK, F. (1966): Die größerklastischen Bildungen in der algonkisch-tiefordovizischen Schichtenfolge des Schwarzburger Sattels in Thüringen und ihr paläographischer Aussagewert. — *Geologie*, **15**, 396—419, Berlin 1966.
- FLÜGEL, H. (1954): Kinematik einer Falte des Rheinischen Schiefergebirges. — *N. Jb. Geol. Pal., Mh.*, **1954**, 193—202, Stuttgart 1954.
- FURTAK, H. (1961): Die Brechung der Schieferigkeit. — *Geol. Mitt.*, **2**, 37—50, Aachen 1962.
- GABERT, G. (1957): Zur Geologie und Tektonik des nördlichen Kristallinen Vorspessarts. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **18**, 101—133, Wiesbaden 1957.
- GAERTNER, H. R. von (1950): Probleme des Saxothuringikums. — *Geol. Jb.*, **65**, 409—450, Hannover 1950.
- (1964): Stratigraphie und Tektonik am Südostabfall des Schwarzburger Sattels (Thüringen). — *Geologie*, **13**, 632—700, Berlin 1964.
- HEIM, A. (1878): Untersuchungen über Mechanismus der Gebirgsbildung im Anschluß an die geologische Monographie der Tödi-Windgällen-Gruppe. Basel 1878.
- HOEPPENER, R. (1957a): Beziehungen zwischen Struktur und Bewegung des Untergrundes und der Tektonik des Deckgebirges im Gebiet der Eifel und der Moselmulde (Rheinisches Schiefergebirge). — *Geol. Rdsch.*, **46**, 213—220, Stuttgart 1957.
- (1957b): Zur Tektonik des SW-Abschnittes der Moselmulde. — *Geol. Rdsch.*, **46**, 318—348, Stuttgart 1957.
- (1960): Grundlagen einer Systematik tektonischer Gefüge. — *Geol. Rdsch.*, **50**, 77—83, Stuttgart 1960.
- (1961): Ein Vergleich der Großgefügetypen von Faltengebirgen verschiedenen Baustils. — *Geol. Rdsch.*, **51**, 449—457, Stuttgart 1961.
- KARL, F. (1964): Anwendung der Gefügekunde in der Petrotektonik, Teil I. — *Clausthaler tekt. H.*, **5**, Clausthal-Zellerfeld 1964.
- KIENOW, S. (1953): Über Gleitfaltung und Gleitfaltenschieferung. — *Geol. Rdsch.*, **41**, 110—128, Stuttgart 1953.

- KIRCHMAYER, M. (1965): Das Symmetrie-Konzept von Curie 1884 in der Makrogefüge-Kunde. — N. Jb. Geol. Pal., Abh., **122**, 343—350, Stuttgart 1965.
- KORN, L. (1932): Tektonische und gefügeanalytische Untersuchungen im Kristallinen Vorspessart. — Tschermaks Miner. Petrog. Mitt., **43**, Leipzig 1932.
- KOSSMAT, Fr. (1927): Gliederung des variszischen Gebirgsbaues. — Abh. Sächs. Geol. L.-Amt, **I**, Leipzig 1927.
- KREUZER, H., LENZ, H., HARRE, W., MATTHES, S. & OKRUSCH, M. (1973): Zur Altersstellung der Rotgneise im Spessart, Rb./Sr Gesamtgesteins-Datierungen. — Geol. Jb., **1973**, 66—98, Hannover 1973.
- MATTHES, S. (1954): Die Paragneise im mittleren Kristallinen Vorspessart und ihre Metamorphose. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **8**, Wiesbaden 1954.
- (1958): Zur Metamorphose des kristallinen Grundgebirges im mittleren Vorspessart. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **86**, 320—326, Wiesbaden 1958.
- (1963): Exkursion in das Kristallin des Spessarts am 17. September 1962; mit Beiträgen von O. BRAITSCH, Göttingen, M. OKRUSCH, Würzburg & W. WEINELT, München. — Fortschr. Mineral., **41**, 13—45, Stuttgart 1963.
- & KRAMER, H. (1955): Die Amphibolite und Hornblendegneise im mittleren kristallinen Vorspessart und ihre petrogenetische Stellung. — N. Jb. Miner., Abh., **88**, 225—272, Stuttgart 1955.
- & OKRUSCH, M. (1965): Petrographische Untersuchungen zur Frage der Rotgneise im Spessart. — Geologie, **14**, 1148—1202, Berlin 1965.
- MEANS, W. (1975): Natural and experimental mikrostructures in deformed micaceous sandstones. — Geol. Soc. Amer. Bull., **86**, 1221—1229, 1975.
- METZ, K. (1967): Lehrbuch der tektonischen Geologie. — 2. Aufl., Stuttgart 1967.
- MEYER, W. & STETS, J. (1975): Das Rheinprofil zwischen Bonn und Bingen. — Z. geol. Ges., **126**, 15—29, Hannover 1975.
- MÖBUS, G. (1968): Tektogenese und Magmatismus im Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik. — Geologie, **17**, 631—646, Berlin 1968.
- MURAWSKI, H. (1957): Zur Altersfrage von Tektonik und Metamorphose im mittleren Vorspessart. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **18**, 135—198, Wiesbaden 1957.
- (1958): Der geologische Bau des zentralen Vorspessarts. — Z. deutsch. Geol. Ges., **110**, 360—388, Hannover 1958.
- (1959): Zur Frage durchgepauster Tektonik. — Geol. Rdsch., **48**, 260—271, Stuttgart 1959.
- (1961): Zur Geologie des Nordabfalls der Mitteldeutschen Schwelle im Raum von Gelnhausen/Kinzig. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **89**, 114—133, Wiesbaden 1961.
- (1963): Stofflicher Aufbau und petrogenetische Problematik der kristallinen Gesteine des zentralen Vorspessarts. — Z. deutsch. Geol. Ges., **115**, 374—424, Hannover 1963.
- (1965): Der Spessart als Teilgebiet der mitteleuropäischen Schwelle. — Geol. Rdsch., **54**, 835—852, Stuttgart 1965.
- (1973): (Hrsg.) Deutsches Handwörterbuch der Tektonik. — Stuttgart (NÄGELE & OBERMILLER) 1973.
- NABHOLZ, K. & VOLL, E. (1963): Bau und Bewegung im Gotthardmassivischen Mesozoikum. — Eclogae Geol. Helv., **56**, 755—808, Basel 1963.
- NEUMANN, W. (1966): Versuch eines lithostratigraphischen Vergleichs von Grundgebirgsanschnitten im Bereich der Mitteldeutschen Schwelle. — Geologie, **15**, 942—962, Berlin 1966.
- PATERSON, M. & WEISS, L. (1966): Experimental deformation and folding in phyllite. — Geol. Soc. Amer. Bull., **77**, 343—374, 1966.
- PLESSMANN, W. (1957): Zur Baugeschichte des nordwestlichen Kristallinen Spessarts. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **18**, 149—166, Wiesbaden 1957.

- (1961): Die Entwicklung von Doppelachsen $B \perp B'$ in einem Bauakt. — N. Jb. Geol. Pal. Mh., 1961, 298—328, Stuttgart 1961.
- PRAT, S. (1972): Die variszische Formung und ihre Strukturen im Süden des Canigou-Massives in Relation zu den Nachbargebieten. — N. Jb. Geol. Pal., Abh., 144, 252—269, Stuttgart 1972.
- PRÜFERT, J. (1966): Die Deckgebirgsschichten des Vorspessarts nördlich von Aschaffenburg und Laufach. — Dipl.-Arbeit, Köln 1966.
- RAMSAY, J. (1967): Folding and fracturing of rocks. — 568 S., New York (McGraw-Hill Book Co.) 1967.
- (1974): Development of Chevron Folds. — Geol. Soc. Amer. Bull., 85, 1741—1754, 1974.
- SANDER, B. (1930): Gefügekunde der Gesteine mit besonderer Berücksichtigung der Tektonik. — 352 S., Wien (Springer) 1930.
- (1948): Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper, I. Teil. — 215 S., Wien/Innsbruck (Springer) 1948.
- (1950): Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper, II. Teil. — 409 S. Wien (Springer) 1950.
- SCHNEIDER, A. (1962): Zur Tektonik und Metamorphose des nördlichen Spessart-Kristallins. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 90, 246—672, Wiesbaden 1962.
- SCHOLZ, H. (1930): Das varistische Bewegungsbild. — Forsch. Geol. Pal., 8 (25), 235—316, Berlin 1930.
- SCHÖNENBERG, R. (1956): Oberdevonische Tektonik und kulmischer Magmatismus im nordöstlichen Dilltrog. — Jb. Geol., 71, 595—616, Hannover 1956.
- SCHRÖDER, E. (1958): Schiefergebirgstektonik und Grundgebirgstektonik in der Hirschberg-Greizer-Zone (Ostthüringen). — Geologie, 7, 465—483, Berlin 1958.
- (1966): Über Falten und Vergenz. — Wiss. Z. Humbolt-Univ. Berlin, 1966, 441—448, Berlin 1966.
- (1973): Probleme tektonischer Untersuchungen im Orogen, speziell in den Varisziden. — Akad. Wiss. DDR, Zentralinst. Physik d. Erde, 1973, Berlin 1973.
- STETTNER, G. (1971): Orogene Schollentektonik und granitoide Mobilisation im Westteil der Böhmisches Masse. — Geol. Rdsch., 60, 1465—1487, Stuttgart 1971.
- TISCHER, G. (1962): Über K-Achsen. — Geol. Rdsch., 52, 426—447, Stuttgart 1962.
- TURNER, F. & WEISS, L. (1963): Structural analysis of metamorphic tectonites. — Int. ser. in Earth sci., McGraw-Hill 1963.
- WEINELT, W. (1962): Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern, 1 : 25 000, Bl. 6021 Haibach. — München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1962.
- OKRUSCH, M. & STREIT, R. (1967): Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern, 1 : 25 000, Bl. 5920, Alzenau. — München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1967.
- & OKRUSCH, M. (1965): Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern, 1 : 25 000, Bl. 5921, Schöllkrippen. — München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1965.
- & STREIT, W. (1971): Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern 1 : 25 000, Bl. 6020, Aschaffenburg. — München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1971.
- WUNDERLICH, H. G. (1959): Erzeugung engständiger Scherflächen in plastischem Material. — N. Jb. Geol. Pal., 1959, 34—44, Stuttgart 1959.
- (1961): Das Raumproblem der Faltung bei nichtebenem Verformungsplan. — Z. deutsch. geol. Ges., 113, 96—115, Hannover 1961.
- (1962): Faltenstereometrie und Gesteinsverformung. — Geol. Rdsch., 52, 417—426, Stuttgart 1962.
- (1964): Maß, Ablauf und Ursachen orogener Einengung am Beispiel des Rheinischen Schiefergebirges, Ruhrkarbons und Harzes. — Geol. Rdsch., 54, 861—882, Stuttgart 1964.

Anhang: Tabelle 5—8

Tabelle 5

Lage der Gefügediagramme in Beilage 1, Fig.2 sowie Anzahl und prozentuale Besetzungsdichten der eingemessenen tektonischen Gefügeelemente

Diagr.	Rechts-u.Hochwerte	S-Flächen	Klüftung	Lineationen
1	35 14 86/55 55 68	92 5-10-15-19	90 5-10-15-17	46 9-18-27-36
2	35 14 35/55 55 68	82 7-14-21-26	71 6-12-18-21	36 14-28-37
3	35 13 64/55 55 96	179 8-16-24-29	251 4-8-12-15	63 11-22-33
4	35 12 97/55 55 94	58 10-20-30-38	50 6-12-18-22	3 33-66
5	35 11 78/55 54 72	85 7-14-21-28-32	74 5-10-15-17	23 13-26-30
6	35 11 18/55 53 06	42 9-18-27-32	40 5-10-15	27 15-30-45-50
7	35 10 77/55 10 77	58 7-14-21-26	71 7-14-21-23	11 18-36-54-63
8	35 09 86/55 53 30	99 5-10-15-18	87 3-6-9	23 12-24
9	35 09 27/55 31 32	29 10-20-30-36	80 6-12-18-22	12 17-34-51
10	35 08 55/55 51 76	104 7-14-21-25	112 7-14-21-28	17 29-58-76
11	35 08 73/55 51 70	45 9-18-27-32	35 6-12-18-24	13 23-46-69-84
12	35 09 00/55 51 48	55 9-18-27-35	33 6-12-18-24	18 16-32-48
13	35 10 08/55 52 42	65 9-18-27-34	62 3-6-9-12	18 11-22-33
14	35 08 23/55 51 14	44 4-8-12-16	29 7-14-21	7 28-42
15	35 07 51/55 48 80	17 12-24		17 12-24
16	35 08 67/55 51 52	14 14-28-35		6 33-66
17	35 06 76/55 48 66	23 9-18-27	5 40	
18	35 06 68/55 48 86	112 7-14-21-28	139 2-4-6-8	38 13-26-33
19	35 06 60/55 49 08	22 9-18-27	11 9-18-27	10 20-40-50

Tabelle 6

Lage der Gefügediagramme in Beilage I, Fig. 3 sowie Anzahl und prozentuale Besetzungsdichten der eingemessenen tektonischen Gefügeelemente

Diagr.	Rechts-u.Hochwerte	S-Flächen	Klüftung	Lineationen
1	35 15 40/55 55 81	35 9-13-27	44 9-18-27-36	9 22-44
2	35 14 77/55 55 20	122 5-10-15-19	106 6-12-18-24-30	46 22-44-66-74
3	35 13 60/55 54 10	32 12-24-36-42	44 4-8-12-14	9 22-44
4	35 10 15/55 51 10	85 12-24-36-48-60	176 6-12-18-24	53 19-38-57-70
5	35 09 86/55 51 12	37 13-26-39-44	60 7-14-21-28	14 21-42-63-77
6	35 09 35/55 50 88	88 7-14-21-25	27 7-14	23 17-34-51-55
7	35 08 88/55 50 06	48 8-16-24-26	93 5-10-15-17	18 22-44-66-81
8	35 08 14/55 49 24	47 8-16-24-32	54 4-8-12-14	16 25-50-75-87
9	35 07 80/55 49 06	26 11-22-33	58 7-14-21-28	17 23-46-69-92
10	35 07 48/55 48 50	19 16-32-48	50 6-12-18-24	9 22-44-66
11	35 06 36/55 48 22	102 12-24-30		48 14-28-42-56
12	35 06 36/55 48 12	17 12-24-30		15 13-26-39

Tabelle 7

Lage der Gefügediagramme in Beilage 1, Fig. 4 sowie Anzahl und prozentuale Besetzungsdichten der eingemessenen tektonischen Gefügeelemente

Diagr.	Rechts-u.Hochwerte	S-Flächen	Klüftung	Lineationen
1	35 17 20/55 51 09	28 11-22-33-44	22 14-28-42-47	5 40-80
2	35 16 25/55 51 09	39 9-16-24-27	92 5-10-15-19	16 12-24-36-48
3	35 15 35/55 51 09	18 11-22-33-39	28 4-8-12-16	2 50
4	35 12 86/55 51 09	5 40-60	43 5-10-15-17	3 33-66
5	35 11 92/55 51 09	15 13-26-39-45	40 12-24-30	15 20-40
6	35 11 38/55 51 09	16 12-24	5 40	9 22-44
7	35 10 68/55 51 09	26 11-22-44-66	76 4-8-12-16-17	8 37-61
8	35 09 25/55 51 09	14 14-21		9 22-44
9	35 10 79/55 51 09	52 4-8-16-18	29 14-28-42-45	23 9-18
10	35 10 11/55 51 09	10 20-40	32 6-12-18-24	6 33-50
11	35 09 85/55 51 09	38 8-16-24	33 9-18-27	9 11-22-33
12	35 10 00/55 51 09	8 25	15 13-26-32	3 66
13	35 10 00/55 51 00	23 17-34-40	26 8-16-24-28	4 50-75
14	35 10 00/55 51 09	19 11-22-33	24 12-24	25 4-6
15	35 09 12/55 51 09	20 5-10-15-20	6 17-34-51-68	9 22-44
16	35 06 00/55 51 09	26 8-16-24-28	14 14-28-42-56	7 28-42

Tabelle 8

Lage der Gefügediagramme in Beilage 1, Fig. 5 sowie Anzahl und prozentuale Besetzungsdichten der eingemessenen tektonischen Gefügeelemente

Bereich	Diagr.	Rechts-u.Hochwerte	S-Flächen	Klüftung
A	1	35 14 94/55 54 43	63 5-10-15	44 9-18-27-33
	2	35 10 73/55 51 42	90 9-18-27-36	89 9-18-27-33
	3	35 06 37/55 47 66	117 5-10-15-18	76 5-10-15-18
B	1	35 17 07/55 54 45	98 10-20-30-34	238 2-4-6-7
	2	35 12 88/55 50 58	106 10-20-30-34	228 3-6-9-10
	3	35 07 73/55 46 96	22 14-28-38	19 5-10-15
C	1	35 11 34/55 49 12	17 11-22	58 8-16-24-30
	2	35 11 66/55 49 84	5 20	31 9-18-21
	3	35 10 76/55 48 83	24 12-24-28	40 7-14-19
	4	35 06 16/55 43 67	35 11-22-33	42 5-10-13
	5	35 06 10/55 43 23	25 12-24-28	85 4-8-12
	6	35 12 47/55 48 78	22 4-8-12	24 4-8-12
	7	35 17 25/55 52 74	41 14-28-42	96 5-10-13
D	1	35 06 60/55 46 00	101 8-16-24-32-33	78 5-10-15-16
	2	35 06 00/55 46 20	167 15-30-45-60-70	152 3-6-9-10
	3	35 05 87/55 47 04	117 5-10-15-18	76 5-10-15-18
	4	35 06 88/55 47 04	5 40-60	16 12-24-30
	5	35 07 87/55 48 06	12 17-34-51	12 25-50-66
	6	35 08 25/55 47 48	24 8-16-24-28	22 9-18
	7	35 09 78/55 46 38	12 17-34	16 12-24-30

