

## Mitteilung des Redaktionskollegiums

Der verantwortliche Redakteur des Halleschen Jahrbuches für Geowissenschaften, Herr Prof. (em.) Dr. RUDOLF HOHL hat den Vorsitzenden des Redaktionskollegiums gebeten, ihn mit der Manuskriptabgabe des Bandes 8 am 31. März 1982 von den Pflichten eines Redakteurs aus Altersgründen zu entbinden. Mit aufrichtigem Bedauern wurde dieser Bitte Rechnung getragen.

Im Auftrag des Rektors der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg besorgte Doz. Dr. sc. KLAUS D. AURADA, der mit Wirkung vom 1. September 1983 auf den Lehrstuhl für Physische Geographie der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald berufen worden ist, die Redaktion des Bandes 9. Als verantwortlicher Redakteur des Halleschen Jahrbuches für Geowissenschaften wurde Herr Dr. KARL-HEINZ KRAUSE berufen.

Das Redaktionskollegium dankt Kollegen Prof. Dr. HOHL, dessen Initiativen die Neugestaltung des Halleschen Jahrbuches für Geowissenschaften im Jahr 1977 ermöglicht haben, sehr herzlich für die vielen Jahre der Zusammenarbeit und die Mühen der redaktionellen Bearbeitung der acht Jahrbücher, die der Emeritus ehrenamtlich übernahm. Prof. Dr. HOHL konnte seinen Aufgaben die jahrzehntelangen Erfahrungen zugrundelegen, die er auf vielfältige Weise auf dem Gebiet der Wissenschaftspublizistik erworben hatte. Alle Mitglieder des Redaktionskollegiums konnten ebenso wie die Autoren viele Anregungen aufnehmen und – dieses Eingeständnis sei gestattet – auch manches von ihm lernen.

In der Hoffnung, Kollegen Prof. Dr. HOHL noch viele Jahre beratend zur Seite zu haben, wünschen wir ihm Gesundheit und Kraft für die Bewältigung der zahlreichen Aufgaben, die er sich zum Wohle der Geowissenschaften noch gestellt hat.



Prof. Dr. sc. E. MÜCKE

Prof. Dr. sc.  
HELLMUT HARKE  
– 60 Jahre

Der Jubilar wurde am 17.3.1924 in einer klas-senbewußten Familie in Calbe/Saale geboren. 1941 legte er die Facharbeiterprüfung als Dreher ab. Die soziale Herkunft und das Erleben des Zweiten Weltkrieges haben seine Entwicklung maßgeblich geprägt. Politisches Engagement für den gesellschaftlichen Fortschritt kennzeichnet seither sein Leben.

Von 1948 bis 1949 besuchte H. HARKE die Arbeiter- und Bauernfakultät in Halle. Nach Ablegung der Reifeprüfung studierte er von 1949 bis 1953 Geographie und Biologie an der Martin-Luther-Universität in Halle, um anschließend als wissenschaftlicher Aspirant in das Geographische Institut einzutreten. 1956 wurde er durch die Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät auf Grund einer agrargeographischen Dissertation zum Dr. rer. nat. promoviert. 1963 habilitierte er sich an der Pädagogischen Hochschule in Potsdam mit einer agrargeographischen Arbeit über die Altmark.

Bereits 1956 wurde H. HARKE mit der Wahrnehmung einer Dozentur für Ökonomische Geographie beauftragt. Seine Lehrtätigkeit umfaßte Vorlesungen über die Sowjetunion u. a. sozialistische Staaten, über die USA und zeitweise auch zu Themen der allgemeinen ökonomischen Geographie. Hinzu traten zahlreiche Seminare, Übungen und Exkursionen mit Studenten im In- und Ausland.

Nach seiner Habilitation wurde er 1964 als Dozent berufen und zum Leiter der neugegründeten, faktisch bereits seit 1956 bestehenden Abteilung für Ökonomische Geographie am Geographischen Institut ernannt. 1969 erfolgte die Berufung zum o. Professor für Politische und Ökonomische Geographie.

Diese Berufung fiel zeitlich mit der Gründung der Sektion Geographie an der Martin-Luther-Universität in Halle zusammen. H. HARKE wurde zum stellvertretenden Direktor für Erziehung und Ausbildung ernannt. Diese verantwortliche und arbeitsaufwendige

Funktion hat er bis 1974 innegehabt. Seit Einrichtung des Wissenschaftsbereiches Regionale Geographie ist er dessen Leiter. Dazu kommen mehrere Aufgaben in zentralen Gremien, wobei insbesondere die Zentrale Fachkommission Geographie beim Ministerium für Volksbildung und Ministerium für Hoch- und Fachschulwesen hervorzuheben ist, der er seit 1962 angehört und die er seit 1967 ohne Unterbrechung leitet. In dieser Funktion hat er an der Erarbeitung der Ausbildungsdokumente für die Geographielehrer in der DDR entscheidend mitgewirkt. Ferner sollen an dieser Stelle noch die Funktionen des stellvertretenden Vorsitzenden des Wissenschaftlichen Beirates für Geographie beim Ministerium für Hoch- und Fachschulwesen (seit 1977), die Mitgliedschaft im Wissenschaftlichen Rat der Forschungsrichtung Geographie bei der Akademie der Wissenschaften der DDR und dem Ministerium für Hoch- und Fachschulwesen (seit 1978) sowie die Mitgliedschaft im Herausbergremium der „Geographischen Berichte“ der Geographischen Gesellschaft der DDR (seit 1972) genannt werden.

Die wissenschaftlichen Arbeiten von HELLMUTH HARKE galten bzw. gelten der Agrargeographie, der ökonomischen Geographie der sozialistischen Länder, der Auseinandersetzung mit den Leistungen der bürgerlichen Geographie sowie den geographischen Problemen der sozialistischen ökonomischen Integration. Bei der zuletzt genannten Thematik hat er seit Beginn der 70er Jahre wissenschaftliche Pionierarbeit geleistet, die im In- und Ausland Anerkennung gefunden hat.

Eine besondere wissenschaftsorganisatorische Leistung stellt die Tätigkeit als Leiter des Herausbergremiums der im VEB Hermann Haack Gotha erscheinenden „Studienbücherei, Geographie für Lehrer“ dar. H. HARKE hat am Zustandekommen dieser Lehrbuchreihe, die hinsichtlich ihrer inhaltlichen Gestaltung und Ausgewogenheit ihresgleichen sucht, entscheidenden Anteil. Von 1975 bis 1982 erschienen 18 Bände, viele bereits in Nachauflagen. An den Bänden 9 (Geographische Aspekte der sozialistischen ökonomischen Integration, gemeinsam mit M. DISCHEREIT, 1983 in 3. Auflage) und 10 (Geographie der RGW-Länder –



Vom erfolgreichen wissenschaftlichen Wirken des Jubilars zeugt nicht nur die Betreuung von etwa 20 Dissertationen, sondern auch die Würdigung seiner Verdienste um die Geographie durch Auszeichnungen mit der Silber-Medaille der Komensky-Universität Bratislava (1973), mit der Humboldt-Medaille in Silber durch das Ministerium für Hoch- und Fachschulwesen (1980) und mit der Ehrennadel der Geographischen Gesellschaft der DDR (1980).

Doz. Dr. sc. E. OELKE

ohne Sowjetunion und DDR, gemeinsam mit E. MÜCKE UND E. ROSENKRANZ) war er maßgeblich beteiligt. Hervorgehoben seien des weiteren die Herausgabe von zwei Bänden der Kongreß- und Tagungsberichte der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (1977: Sozialistische ökonomische Integration als Gegenstand geographischer Lehre und Forschung; 1980: Territoriale Probleme der sozialistischen ökonomischen Integration) sowie einer im Druck befindlichen Sammelchrift über A. RÜHL.

Die Hinwendung zur auslandsgeographischen Forschung machte die Vertiefung der Kontakte zu Fachkollegen im sozialistischen Ausland erforderlich. H. HARKE hat sich mit Erfolg um eine wissenschaftliche Zusammenarbeit mit vielen Fachkollegen in sozialistischen Staaten bemüht, wobei sich die Kontakte zur Komensky-Universität Bratislava und zur Staatlichen Lomonossow-Universität Moskau besonders eng gestaltet haben.

## Zusammenfassung

Faunen und Einzelfunde von Korallen (Tabulata, Heliolitida, Rugosa, Heterocorallia) im Oberordoviz-Unterkarbon des variszischen Thüringischen Schiefergebirges und im Oberperm des thüringischen Zechstein-Beckens sind in einem stratigraphisch-faziellen Überblick zum gegenwärtigen morphologisch-taxonomischen Kenntnisstand dargestellt. Die meisten Vorkommen mit vorwiegend kleinen solitären, relativ seltenen Formen gehören der böhmisch-herzynischen Fazies an, Flachwasser-Assoziationen treten untergeordnet auf – keine der hauptsächlich im Devon und Unterkarbon anzutreffenden Anthozoa-Gemeinschaften ist umfassend untersucht. Überregionale Bedeutung besitzen die weltweit noch fast unbekanntes Tiefwasser-Korallen aus der Cephalopoden-Fazies des Famenne und Unter-tournai.

## Summary

### *Palaeozoic corals of Thuringia*

Faunas and single records of corals (Tabulata, Heliolitida, Rugosa, Heterocorallia) known from Upper Ordovician to Lower Carboniferous of the Variscan Thuringian Mountains and in Upper Permian of the Thuringian Zechstein basin are reviewed concerning their stratigraphy, facies, and taxonomy. Occurrences of rather poor, but sometimes diverse communities of Bohemian facies dominate against richer shallow water assemblages. At present, not one of the mainly Devonian and Carboniferous faunas has been studied completely. Most important and nearly unique in the world are numerous deep water corals of Famennian and Lower Tournaisian cephalopod facies.

## Резюме

### *Кораллы в палеозое Тюрингии*

Фауны и одиночные находки кораллов (Tabulata, Heliolitida, Rugosa, Heterocorallia) из эр верхнего ордовика – нижнего карбона вариссийского Тюрингенского зланцевого горного массива и из эры верхней перми Тюрингенского цехштейнового бассейна изображены в стратиграфическо-фациальном обзоре, который представляет собой современное состояние морфологическо-таксономических знаний. Большинство находок с преимущественно маленькими солитерными, относительно редкими формами отно-

# Korallen im Paläozoikum von Thüringen

*Mit 8 Abbildungen, 6 Photos und  
1 Tabelle im Text*

## *Autor:*

Dr. DIETER WEYER  
1034 Berlin  
Löwestraße 15

---

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd. 9  
Seite 5...33  
VEB H. Naack Gotha 1984

сится к богемско-герцинской фации. Мелководные ассоциации выступают в подчинённом виде. Ни одной из существовавших главным образом в девоне и в нижнем карбоне коралловых фаун не обширно исследовано. Сверхрегиональное значение имеют всемирно ещё почти неизвестные глубоководные кораллы цефалоподовой фации фаменского яруса и нижнего турнейского яруса.

Die paläozoischen Schichtenfolgen Thüringens halten zwar keinem Vergleich mit klassischen europäischen Korallen-Vorkommen (etwa Silur von Gotland, Mitteldevon der Eifel oder englischer Kohlenkalk) stand, haben aber seit Beginn des 19. Jahrhunderts bis in die Gegenwart immer wieder interessante, noch längst nicht erschöpfte Funde der Anthozoa-Ordnungen Tabulata, Heliolitida, Rugosa und Heterocorallia geliefert. Korallen-Faunen waren hierzulande in den marinen Sedimenten der variszischen Geosynklinale in bestimmten Horizonten durchaus verbreitet (vor allem Devon und Unterkarbon), allerdings in der Regel als relativ seltene Einzelindividuen und nur ausnahmsweise massenhaft angereichert bis zu riffähnlichen Assoziationen; nach der variszischen Orogenese besiedelten sie Thüringen ein letztes Mal (vor der weltweit tödlichen Anthozoa-Krise am Ende des Oberperm) im epikontinentalen Zechstein-Meer.

Der älteste thüringische Korallen-Fund ist ein Irrgast, ein aus südpolaren Regionen während der oberordovizischen Ashgill-Eiszeit per Eisberg marin verdriftetes Geröll. Aus dem Norden dagegen stammen die jüngsten allochthonen Korallen ordovizischen und silurischen Alters (einschließlich des von WEISSER-MEL 1935 gemeldeten problematischen Unterkarbon-Geschiebes?) in der Moränenfracht der pleistozänen Inlandvereisung – solche baltoscandischen Erratica bleiben in dieser Übersicht unberücksichtigt, obwohl erste wissenschaftliche Darstellungen für unmittelbar nordöstlich an Thüringen angrenzendes anhaltisches Gebiet schon seit prä-linnéischer Zeit in BÜTTNERS berühmter „Coralliographia subterranea“ (1714) vorliegen.

Die meisten paläozoischen Korallen Thüringens gehören der böhmisch-herzynischen beziehungsweise der Cephalopoden-Fazies an und entsprechen ökologisch den ahermatypischen Tiefwasser-Scleractinia rezenter Meere. In ihrem tiefneritischen bis bathyalen, fast oder total aphotischen und vorwiegend psychrosphärischen Milieu existierten keine Kalkalgen. Riff-Korallen sowie sonstige Flachwasser-Gemeinschaften (*Caninia-Clisiophyllum*-Fazies sensu HILL 1938) kamen weitaus seltener vor, denn trotz günstiger paläoklimatischer

<i>Alveolites suborbicularis</i> forma <i>thuringiaca</i> WEISSERMEL 1943	Ebersdorf	Frasnes
<i>Favosites forbesi</i> var. <i>micropora</i> WEISSERMEL 1941	Lositz	Pragium
<i>Favosites forbesi</i> var. <i>thuringiaca</i> WEISSERMEL 1941	Reschwitz	Pragium
<i>Favosites? latiramus</i> WEISSERMEL 1941	Schaderthal	mittleres Daleje
● <i>Heliolites zagorae</i> GALLE et WEYER 1972	Reschwitz	Pragium
<i>Ozopora thamnoporoides</i> WEISSERMEL 1941	Saalfeld?	Pragium
<i>Pleurodictyum lonsdalii</i> RICHTER 1855	Saalfeld/Steinach	unteres Daleje
<i>Pleurodictyum parvulum</i> WEISSERMEL 1941	Schaderthal	mittleres Daleje
<i>Pleurodictyum problematicum</i> var. <i>richteri</i> WEISSERMEL 1941	Schaderthal	unteres Daleje
Δ <i>Ptychoblastocyathus profundus</i> LUDWIG 1866 nom. suppr. ICZN 1971	Schaderthal	unteres Daleje
Δ <i>Taeniothrombocyathus tenuiramosus</i> LUDWIG 1866 nom. suppr. ICZN 1971	Schaderthal	unteres Daleje
<i>Thamnopora cristata</i> var. <i>minor</i> WEISSERMEL 1939	Saalfeld/Steinach	Frasnes
<i>Thamnopora cristata</i> mut. <i>thuringiaca</i> WEISSERMEL 1941	Quingenberg	Pragium
<i>Thecia wolfgangschmidti</i> WEISSERMEL 1941	Reschwitz	Pragium
<i>Trachypora costata</i> WEISSERMEL 1941	Schaderthal	unteres Daleje
Δ <i>Amplexus inflexus</i> LUDWIG 1865 nom. suppr. ICZN 1971	Saalfeld	Famenne
<i>Amplexus liliiformis</i> WEISSERMEL 1939	Steinach	Frasnes
Δ <i>Amplexus pauciradiatus</i> LUDWIG 1865 nom. suppr. ICZN 1971	Saalfeld	Famenne
Δ <i>Amplexus pulcher</i> LUDWIG 1865 nom. suppr. ICZN 1971	Schaderthal	mittleres Daleje
Δ <i>Anorygmaphyllum numismale</i> LUDWIG 1865 nom. suppr. ICZN 1971	Saalfeld	Famenne
□ <i>Astrocyathus compressus</i> LUDWIG 1869	Pössneck	Abadehian
□ <i>Astrocyathus incisus</i> LUDWIG 1869	Pössneck	Abadehian
● <i>Bathybalva crassa</i> WEYER 1981	Saalfeld	<i>Gattendorfia</i>
<i>Combophyllum (Microcyclus?) asteriscus</i> WEISSERMEL 1939	Steinach	<i>Cheiloceras</i>
● <i>Coralliolites columnaris</i> SCHLOTHEIM 1813	Schmerbach	Abadehian
□ <i>Cyathaxonia herbsti</i> LUDWIG 1869	Ilmenau	Abadehian
Δ <i>Cyathaxonia richteri</i> LUDWIG 1865 nom. suppr. ICZN 1971	Saalfeld	<i>Cheiloceras</i>
Δ <i>Cyathophyllum plarrei</i> EISEL 1900 nom. nudum	Gera	Abadehian
□ <i>Cyathophyllum profundum</i> GEINITZ 1842	Ilmenau	Abadehian
● <i>Famaxonia reuteri</i> WEYER 1981	Saalfeld	<i>Wocklumeria</i>
<i>Lindstroemia? cornuhirci</i> WEISSERMEL 1939	Steinach	<i>Cheiloceras</i>
<i>Metriophyllum cruciferum</i> WEISSERMEL 1941	Hasenthal	mittleres Daleje
<i>Metriophyllum volki</i> WEISSERMEL 1939	Steinach	Frasnes
● <i>Neaxon bartzschii</i> WEYER 1978	Saalfeld	<i>Wocklumeria</i>
● <i>Neaxon cheilos</i> WEYER 1984	Rödersdorf	<i>Cheiloceras</i>
<i>Petraia elegans</i> WEISSERMEL 1941	Schaderthal	mittleres Daleje
□ <i>Petraia minima</i> WEISSERMEL 1941	Schaderthal	mittleres Daleje
● <i>Petraia regulus</i> RH. RICHTER 1848	Saalfeld	<i>Wocklumeria</i>
● <i>Plerophyllum (Rhopalolasma) hudsoni</i> WEYER 1973	Göschitz	oberes Moliniacien
● <i>Pseudopetraia issa</i> WEYER 1985	Quingenberg	Pragium
Δ <i>Ptychocyathus granulifer</i> LUDWIG 1866 nom. suppr. ICZN 1971	Schaderthal	unteres Daleje
● <i>Sutherlandinia jaegeri</i> WEYER 1978	Quingenberg	Pragium
<i>Syringaxon (Alleynia) magnus</i> WEISSERMEL 1941	Saalfeld?	Pragium
<i>Syringaxon (Alleynia) thuringiacus</i> WEISSERMEL 1939	Steinach	<i>Cheiloceras</i>
● <i>Syringaxon (Alleynia) zimmermanni</i> WEISSERMEL 1941	Schaderthal	mittleres Daleje
<i>Syringaxon (Alleynia) zimmermanni</i> mut. <i>bifurcata</i> WEISSERMEL 1941	Schaderthal	unteres Daleje
Δ <i>Tetraphyllum profundum</i> LUDWIG 1865 nom. suppr. ICZN 1971	Ilmenau	Abadehian
● <i>Thecaxon rozkowskiae</i> WEYER 1978	Saalfeld	<i>Cheiloceras</i>
● <i>Thuriantha muelleri</i> WEYER 1981	Saalfeld	<i>Gattendorfia</i>
□ <i>Zaphrentis callosa</i> LUDWIG 1869	Ilmenau	Abadehian
<i>Zaphrentis curvatissima</i> WEISSERMEL 1939	Steinach	Frasnes
Δ <i>Zaphrentis ludwigi</i> RH. RICHTER MSCR nom. nudum	Schaderthal	mittleres Daleje
<i>Zaphrentoides (Rhipidophyllum) ampliseptatus</i> WEISSERMEL 1941	Gräfenthal	Pragium
<i>Zaphrentoides (Rhipidophyllum) conicus</i> WEISSERMEL 1941	Steinach	mittleres Daleje
<i>Zaphrentoides (Rhipidophyllum) krausei</i> WEISSERMEL 1943	Kirschkau	Frasnes

Tabelle 1

Anhand thüringischer Funde aufgestellte paläozoische Anthozoa-Arten (ICZN – International Commission of Zoological Nomenclature, MSCR – Manuscript)

● Morphologie ausreichend untersucht

Δ eindeutiges Synonym

□ nomen nudum

Bedingungen (paläogeographische Position Mitteleuropas im Oberdevon in den südlichen, im Oberperm in den nördlichen Tropen, im Unterkarbon am Äquator) bestanden nur kurzfristig und lokal auch einmal die erforderlichen orographischen Voraussetzungen (z. B. an Untiefen und Inseln vulkanischen Ursprungs während des Oberdevons).

Die Erforschungsgeschichte thüringischer Korallen beginnt mit E. F. v. SCHLOTHEIM (1765...1832), dem Vater der deutschen Paläontologie; er erwähnte 1813 eine Rugosa-Art des Zechsteins, die seitdem bis heute leider verkannt und als Bryozoa-Vertreter mißdeutet wurde. Später beschäftigten sich mit Thüringer Funden G. B. GEINITZ (1814...1900), R. H. RICHTER, (1813...1884), R. LUDWIG (1812...1880), F. FRECH (1861...1917), K. WALTHER (1878...1948), W. WEISSERMEL (1870...1943), O. H. SCHINDEWOLF (1896...1971) und neuerdings der Autor (z. T. zusammen mit A. GALLE). Der gegenwärtige paläozoologische Kenntnisstand ist morphologisch-taxonomisch ziemlich unbefriedigend und faunistisch vielfach lückenhaft, wie in zahlreichen anderen Regionen der Welt und speziell bei Tiefwasser-Assoziationen der *Cyathoxonia*-Fazies. Von insgesamt 55 auf thüringisches Material begründeten Art-Taxa (Tabelle 1) können nur 13 als ausreichend untersucht und anderwärts wiedererkennbar gelten, 11 entfallen als nomina nuda, und 6 sind eindeutige Synonyma; die übrigen 25 lassen sich erst nach Revisionen von Typen und Topotypen modern definieren. Unbearbeitete Kollektionen enthalten nicht nur viele bisher für Thüringen unbekannte Formen, sondern auch eine Reihe völlig neuer Arten und Gattungen.

Das abgebildete Korallen-Material befindet sich größtenteils in folgenden Institutionen: Museum für Naturkunde der HUMBOLDT-Universität Berlin (Paläontologisches Museum-PM Berlin), Zentrales Geologisches Institut Berlin (ZGI Berlin), Geiseltalmuseum der MARTIN-LUTHER-Universität Halle-Wittenberg (Sektion Geographie, GTM Halle), Sektion Geowissenschaften der Bergakademie Freiberg (BA Freiberg), Sektion Physik (Wissenschaftsbereich Geophysik) der KARL-MARX-Universität Leipzig (U. Leipzig). Weitere noch nicht in öffentlichen Sammlungen hinterlegte Stücke (meist Coll. BARTZSCH und WEYER) sollen später dem PM Berlin übergeben werden. Von den Originalen zu Illustrationen und Faunenlisten der Literatur muß ein kleinerer Teil als verschollen gelten; der in den Museen der DDR erhalten gebliebene Bestand ist weitgehend eingesehen worden.

Viele paläozoische Korallen Thüringens wurden gemeinsam mit Geol.-Ing. K. BARTZSCH, Saalfeld, aufgesammelt. Dr. H. PFEIFFER, Berlin, Prof. Dr. R. WIENHOLZ, Freiberg, und Dr. K. ZAGORA, Grimmen, stellten schon vor Jahren ihre eigenen Funde zur Verfügung. Sammlungsstücke entliehen Dr. H. JAEGER, Berlin, Dr. G. Krumbiegel, Halle, und Prof. Dr. A. H. MÜLLER, Freiberg. Allen Genannten gilt mein herzlicher Dank für ihre freundliche Hilfe.

## 1. Oberordoviz

Ein einziges Mal wurden ordovizische Korallen allochthon in einem Geröll im 200...250 m mächtigen Lederschiefer-Horizont des Ashgill am Schwarzburger Sattel entdeckt (Hoheneiche, SW Arnsgereuth, Coll. TEETZMANN 1927). Es handelt sich um sieben dicht nebeneinander liegende kleine Tabulata-Kolonien in einem Handstück quarzitisches Kieselgesteins, die sich infolge schlechter, stark rekristallisierter Erhaltung nur noch generisch als *Tetradium* sp. bestimmen ließen (WEYER 1967).

Der Lederschiefer mit seinen Geröllen (vom Sandkorn bis zu 30 cm Größe) wird heute trotz einiger Gegenstimmen (GREILING 1967, HEMPEL und WEISE 1967) generell als glazialmarines Sediment interpretiert (KATZUNG 1961). Gleichaltrige ähnliche Schichtenfolgen kennt man aus Libyen, Marokko, Spanien, Portugal, Frankreich (Normandie, Bretagne), und Spuren der Ashgill-Eiszeit sind vorzüglich in der Sahara dokumentiert, die in der Nähe oder sogar am damaligen Südpol lag. Es bestehen keine Zweifel, daß der thüringische Korallenfund durch einen Eisberg verdriftet wurde.

Fossilien aus Lederschiefer-Geröllen haben anscheinend höheres Caradoc-Alter (nach Brachiopoda, Ostracoda, Trilobita – STRUVE 1962, BLUMENSTENGEL 1965, KNÜPFER 1967); das Genus *Tetradium* DANA 1846 kommt im gesamten Caradoc und Ashgill vor. Für die südliche Herkunft stehen keine Vergleichsdaten zur Verfügung – die einzige Koralle aus dem nordafrikanischen Ordoviz („Llandeilo-Caradoc“), *Te-*

*tradium maroccanum* TERMIER et TERMIER 1950, ist unzureichend beschrieben. Schwierigkeiten bereitet die ökologische Deutung, weil *Tetradium* sonst in seinem Hauptverbreitungsareal eine Riff-Koralle war (und so in Nordamerika und Australien zusammen mit Stromatoporen auftritt), was für kalte, antarktische Meeresbereiche des Caradoc sicher entfällt.

Angebliche weitere rare Korallen-Vorkommen („*Favosites/Chaetetes*“) in Geröllen des Lederschiefers und im Oberen Erzhorizont (höheres Caradoc) sind wiederholt vom Schwarzburger und vom Bergaer Sattel in Faunenlisten gemeldet worden (LORETZ 1884, S. 149, ZIMMERMANN 1911, S. 22, FREYBERG 1923, S. 241, 262, SCHULZ und JORDAN 1966, S. 704). Eine Überprüfung von Belegstücken ergab, daß unbestimmte Bryozoa (in fragmentarischer Steinkern-Erhaltung) und *Problematica*, keinesfalls echte Anthozoa vorliegen (WEYER 1967, S. 922).

## 2.

### Obersilur

Thüringische Silur-Korallen sind allein von JAEGER (1955, S. 426, 1959, S. 40, 1976, S. 268) vermerkt worden. Die einzigen Funde, zwei winzige solitäre Rugosa aus dem tieferen Okkerkalk (oberes Ludlow, Top eß1) von Gräfenwarth, lagen mir vor, blieben aber ohne Präparation noch unbestimmt. Äußerlich und faziell können sie mit den Korallen im Ludlow-Anteil des stratigraphisch äquivalenten oberfränkischen Elbersreuther Orthoceren-Kalk verglichen werden, wo mindestens vier Genera auftreten (*Palaeocyathus*, „*Petraia*“, *Sutherlandinia*, *Laccophyllum* – WEYER 1980), die MÜNSTER (1839) in seiner Gattung *Petraia* vereint hatte. Momentan ist auf der ganzen Welt nur eine derartige silurische Korallen-Gemeinschaft der *Cyathaxonia*-Fazies gut bekannt und morphologisch näher untersucht: Henryhouse formation des Ludlow in Oklahoma (SUTHERLAND 1965).

## 3.

### Unterdevon

Die Unterdevon-Schichtenfolge Thüringens, im Standardprofil um 210 m mächtig, führt

Korallen in drei lithostratigraphisch präzise fixierten Horizonten des Siegen/Prag und des Oberems/Daleje (WEYER 1981, S. 25, Abb. 1). Früher rechnete man die Fundschichten teilweise meist zum Mitteldevon; erst seit der Klärung weltweiter biostratigraphischer Diskrepanzen an der Wende Unter-/Mitteldevon und nach inzwischen vorgeschlagener Redefinition dieser Grenze ist unterdevonisches Alter erwiesen, wobei thüringische Faunen hauptsächlich mit Hilfe von Tentaculiten datierbar wurden. Das gesamte, etwa mit der *Nowakia sulcata*-Zone beginnende und extrem kondensiert im 50 m mächtigen Schwärzschiefer-Horizont vertretene Mitteldevon Thüringens enthält keine Anthozoa!

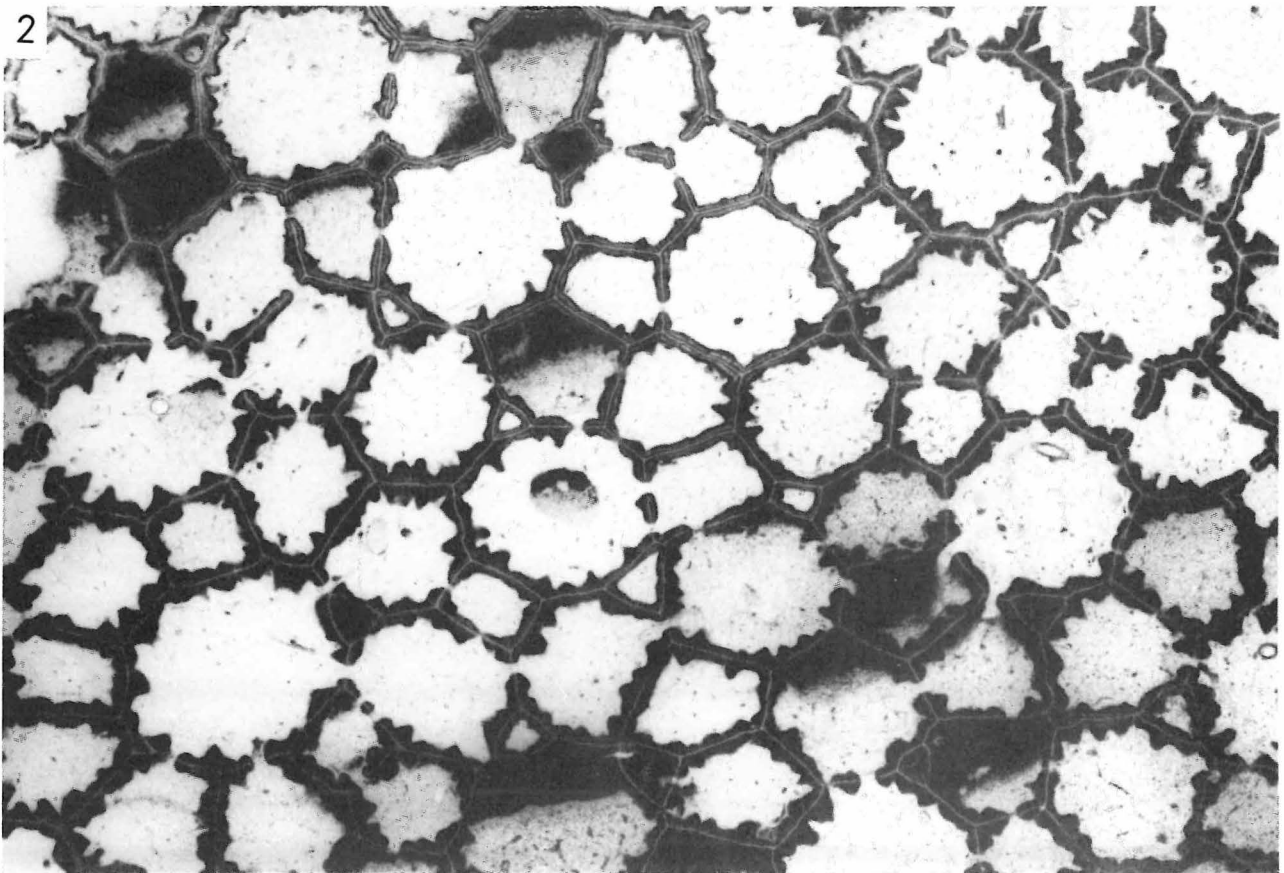
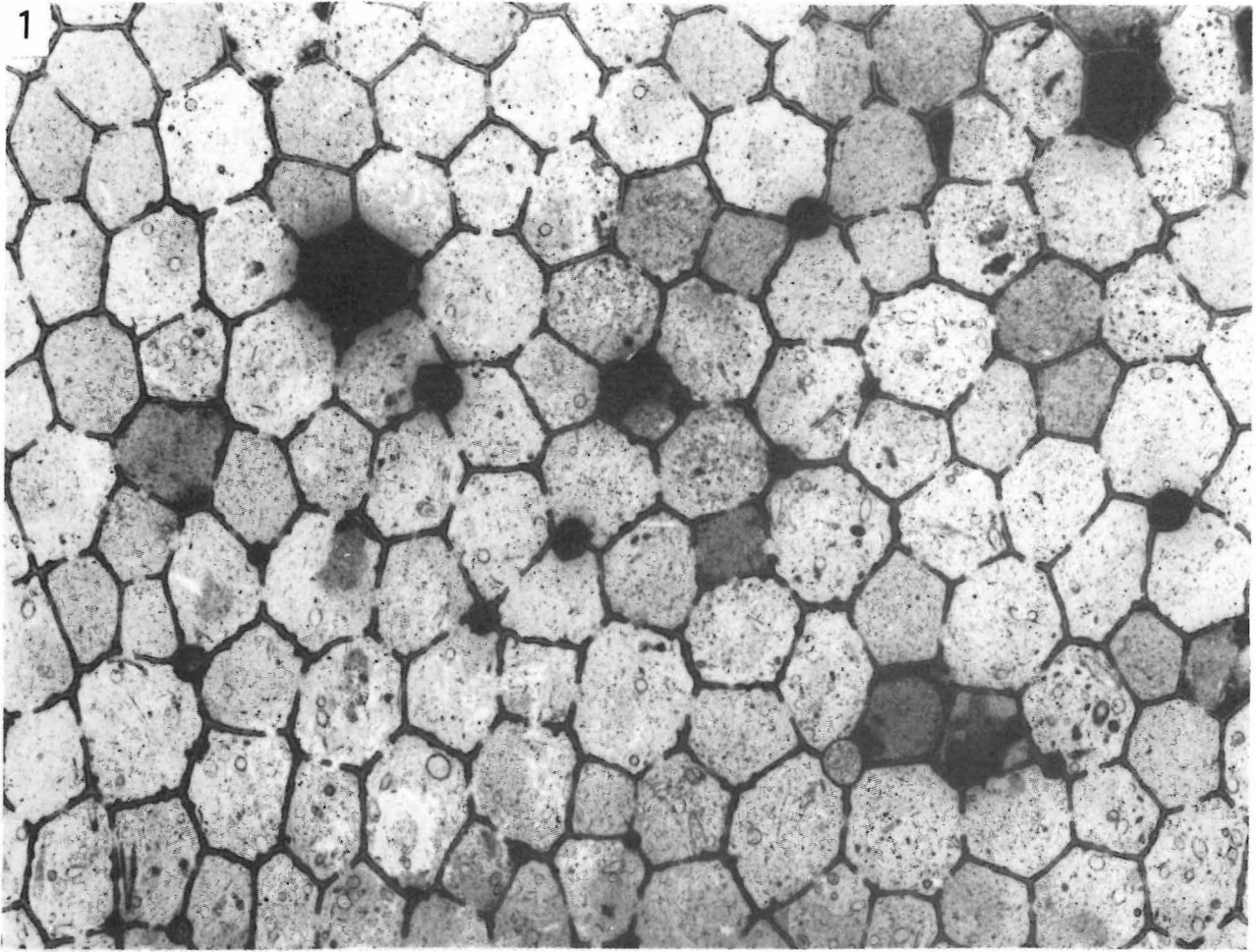
Sehr fraglich erscheint zur Zeit noch ein eventuelles viertes Korallen-Niveau an der Basis des thüringischen Unterdevon im Oberen Graptolithen-Schiefer des Gedinne/Lochkov. TRÖGER und FREYER (1958, S. 172) erwähnten „Anthozoa“ von Schmirchau bei Ronneburg, und mir lagen „koloniale Korallen“ von Lippelsdorf W Gräfenthal vor. Der schlechte Erhaltungszustand dieser äußerst seltenen Funde erlaubt kein sicheres Urteil, doch dürfte es sich nicht um Tabulata, sondern weit eher um Trepostomata handeln, die JAEGER (1959, S. 20, 32, „massige Bryozoa?“) bereits vom gleichen Fundort am Schwarzburger Sattel meldete.

## 3.1.

### Mittlere Prag-Stufe

Die älteste unterdevonische Korallen-Fauna kommt in den oberen 15...20 m des Tentaculiten-Knollenkalks vor (*Nowakia acuarina*-Zone, mittleres Pragium – ZAGORA und ZAGORA 1978). Wichtigste Fundorte sind an der SE-Flanke des Schwarzburger Sattels das Gißbratal bei Reschwitz (weiterhin Lositz, Schaderthal, Oberloquitz, Gebersdorf, Gräfenthal, Döschnitz, Steinach, Hämmern) und an der NW-Flanke des Bergaer Sattels Quingenberg bei Zeulenroda (außerdem Ebersdorf, Weikersdorf, Hohenleuben, Ronneburg). Faziell entspricht die Fundschicht mit ihrer rein böhmisch-herzynischen Fossilassoziaton (darunter Ostracoda des Thüringer Ökotyp) den oberdevonischen Cephalopoden-Knotenkalen, für deren Entstehung in der Regel tiefneriti-





sches Milieu angenommen wird. Anthozoa findet man überall nur sehr selten als autochthone Einzelstücke, niemals lagenweise ange-reichert oder gar in Biostromen; Riffe, von denen WALTHER (1907, S. 250) sprach, existieren nicht (WO. SCHMIDT 1939, S. 25, 28, ZAGORA und ZAGORA 1978, S. 1010)! Trotz vorherrschend ungünstiger Aufschlußverhältnisse dominiert kalkig überliefertes Material (neben verbreiteter Steinkern-Erhaltung), das Schliffuntersuchungen gestattet.

Die meisten Korallen sind koloniale Typen; am häufigsten tritt das Genus *Favosites* LAMARCK 1816 in Form von faust- bis kopfgroßen Stöcken mit mindestens zwei Arten (Photo 1) auf, die teilweise bereits zur Gattung *Squameofavosites* TCHERNYCHEV 1941 überleiten und die nach WEISSERMEL (1941, S. 187) nie modern bearbeitet wurden, so daß ein Vergleich mit den zahlreichen Unterdevon-Favositidae in der UdSSR noch nicht möglich ist. Andere Tabulata sowie wenige Heliolitida liegen als Unikate oder höchstens in zwei bis drei Exemplaren vor: *Thecia wolfgangschmidti* WEISSERMEL 1941 (Photo 2/3), *Thamnopora* sp., das problematische Genus *Ozopora* WEISSERMEL 1941, *Granulidictyum* sp. aff. *spiculatum* (GREENE 1899), *Heliolites zagorae* GALLE et WEYER 1972, *Heliolites* cf. *praeporosus* KETTNEROVÁ 1933 (WEISSERMEL 1941, WEYER 1970, GALLE und WEYER 1972).

Alle Rugosa sind kleinwüchsige solitäre diaphragmatophore Formen. *Palaeocyathus* FOERSTE 1888 kann als charakteristische Gattung gelten und wurde mehrfach beobachtet – *Palaeocyathus ampliseptatus* (WEISSERMEL 1941)-(Abbildung 1/2, Photo 2/2), *Palaeocyathus* n. sp. (Abbildung 1/1, diese Art kommt im Pragium Böhmens ebenfalls vor nach Polyparen aus dem Dvorce-Prokop-Kalk von Lochkov). Von weiteren Taxa ist jeweils nur der Ho-

lotypus vorhanden: *Pseudopetraia issa* WEYER 1985 (Abbildung 1/3, Photo 2/4), *Neaxon? magnus* (WEISSERMEL 1941), „*Petraia*“ n. sp. (Photo 2/1), *Sutherlandinia jaegeri* WEYER 1978 (Abbildung 1/4). Generische Bestimmungen der älteren Literatur (Übersicht in WEYER 1981, Tab. 1) als *Petraia*, *Amplexus*, *Zaphrentis*, *Taeniocyathus* und *Lindstroemia*, heute nichtsagend und unbrauchbar, waren – wie allgemein bekannt – schon primär recht oberflächlich, laienhaft, kaum morphologisch begründet, und lassen sich angesichts meist verschollener Belegstücke auch nicht mehr revidieren; eine Ausnahme bildet lediglich „*Petraia* cf. *undulata* (ROEMER 1855)“ bei KAYSER (1878, S. 265; 1894, S. 825), die nach Schliffserien des Originalmaterials (Abbildung 1/2) zu *Palaeocyathus ampliseptatus* gehört. Einige erst zu untersuchende Polypare eigener Kollektion weisen auf die Präsenz weiterer Arten und Gattungen hin.

Faunistische Beziehungen der Korallen des Tentaculiten-Knollenkalks zu gleichaltrigen Anthozoa-Gemeinschaften anderer Regionen bleiben unklar, unter anderem deshalb, weil derartige „Tiefwasser“-Faunen der böhmischen Fazies nirgends besser und komplett bekannt sind.

Eine Tabulata/Heliolitida-Assoziation wie die des Thüringer Tentaculiten-Knollenkalks wird üblicherweise als Riff-Fauna interpretiert und gilt in Analogie zu den rezenten hermatypischen Scleractinia als Indikator für entsprechendes Flachwasser-Milieu. Das halte ich für einen Trugschluß – derartige paläozoische Faunen kolonialer Korallen können, wie aus anderen Fazieskriterien hervorgeht, durchaus auch in tiefneritischen und bathyalen, hemipelagischen und pelagischen Sedimenten als autochthones Benthos vorkommen. Zum Vergleich mit heutigen Verhältnissen bieten sich eine Reihe ahermatypischer Hexacorallia-Gattungen an, die weltweit verbreitet in Wassertiefen von 200...1 000 m bedeutende riffähnliche Körper (thickets sensu SQUIRES) bilden wie die *Lophelia/Madrepora*-Gemeinschaft des östlichen Nordatlantik (von Marokko bis fast zum Nordkap) und die als Einzelkolonien noch in weitaus größere Meerestiefen bis zu gelegentlich 3 000 m hinabreichen. Bezeichnenderweise fehlen im thüringischen Tentaculiten-Knollenkalk Stromatoporoidea, erfahrungsgemäß eindeutige Faunenelemente der photischen Zone des Flachscheffs, was mit ihrer jüngsten Klassifikation als Kalkalgen (und nicht

#### Photo 1

Tabulata des Siegen/Prag  
(oberer Tentaculiten-Knollenkalk, Zone der *Nowakia acuarria*).

- 1 *Favosites* sp. I, Gißra-Tal bei Reschwitz  
S Saalfeld, Coll. K. ZAGORA 1960, 10 : 1;
- 2 *Favosites* sp. II, Oberloquitz NE Gräfenthal.  
Coll. K. ZAGORA 1960, 10 : 1

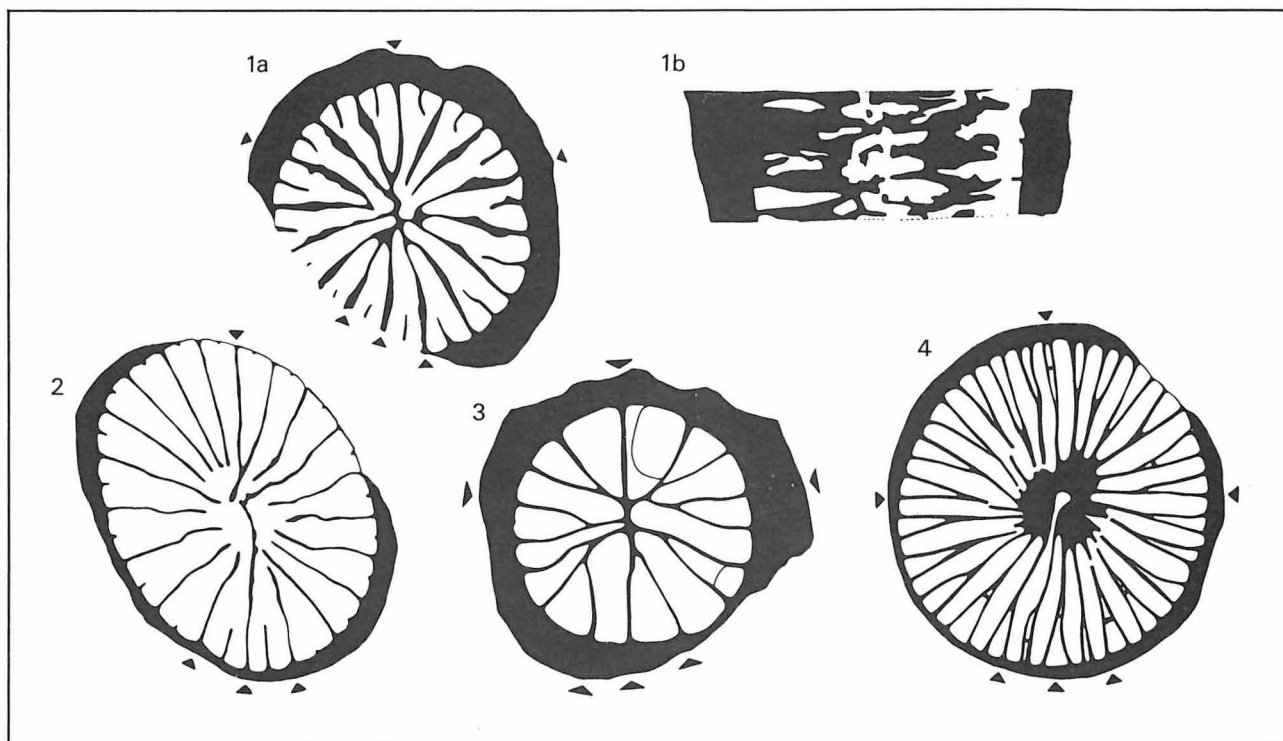


Abbildung 1  
 Rugosa (Streptelasmatina, Cyathaxoniina) des Siegen/Prag (oberer Tentaculiten-Knollenkalk, Zone der *Nowakia acuaría*); Gebersdorf W Gräfenenthal (1) und Quingenberg NNW Zeulenroda (2...4).  
 1 *Palaeocyathus* n. sp., Coll. K. ZAGORA 1960, 5,3 : 1 und 6,3 : 1;  
 2 *Palaeocyathus ampliseptatus* (WEISSERMEL 1941), Coll. LIEBE ca. 1870 (ZGI Berlin), 4 : 1;  
 3 *Pseudopetraia issa* WEYER 1985, Coll. WEYER 1968 (PM Berlin, Nr. K.149., Holotypus), 10 : 1;  
 4 *Sutherlandinia jaegeri* WEYER 1978, Coll. WEYER 1968 (PM Berlin, Nr. K.44., Holotypus), 4 : 1

mehr als Hydrozoa oder Sclerospongia) in Einklang steht; eine diesbezügliche Fundnotiz von HUNDT (1931, S. 20...21) darf abgelehnt werden.

Ähnliche devonische „Tiefwasser“-Anthozoa kennt man offenbar aus Wissensbacher Schiefen (Oberems/Eifel) des Rheinischen Schiefergebirges (WEISSERMEL 1941). Dort haben solche Vorkommen angeblicher Riff-Biotope SOLLE (1976, S. 184) zur Annahme von maximal 40 m Wassertiefe für den Ablagerungsraum der Fundschichten geführt, ein aus sedimentologischen und paläogeographischen Gründen für diese pelagische Becken-Fazies nicht akzeptables Postulat (KREBS 1979).

### 3.2. Untere Daleje-Stufe

Eine zweite unterdevonische Korallen-Fauna findet sich im unteren und mittleren, etwa 10 m mächtigen Teil des Abschnitts B der thüringischen Tentaculiten-Schiefer (*Nowakia cancellata*-Zone, Oberems, unteres Daleje – ZAGORA

1977, 1978). Sie tritt dort in den linsenförmig eingeschalteten „RICHTERSchen Konglomeraten“ allochthon auf und wurde aus Flachwasserbereichen in bathyales Milieu verfrachtet (ZAGORA UND ZAGORA 1981). Die überwiegend rheinische Begleitfauna (VOLK 1961) enthält unter anderem Ostracoda des Eifeler Ökotyps (*Zygebeyrichia*, *Poloniella*), das Genus *Tentaculites* sowie größere Brachiopoda (*Arduspirifer*, *Eodevonaria*, Atrypidae, Stropheodontidae); hinzu kommen einige böhmische Fazies-elemente (vor allem *Nowakia*). Alle Fossilien werden stets nur als Steinkerne und Abdrücke gesammelt, viele (darunter auch die Anthozoa) sind nach ihrem Transport fragmentarisch überliefert und oft unbestimmbar. Das allein an der SE-Flanke des Schwarzbunger Sattels verbreitete Fundniveau ist höchst selten zugänglich; wichtigste Aufschlüsse waren Schaderthal und Creunitz (daneben Hämmern, Lesesteinvorkommen bei Lositz und Laasen). In den staatlichen Sammlungen (PM Berlin, ZGI

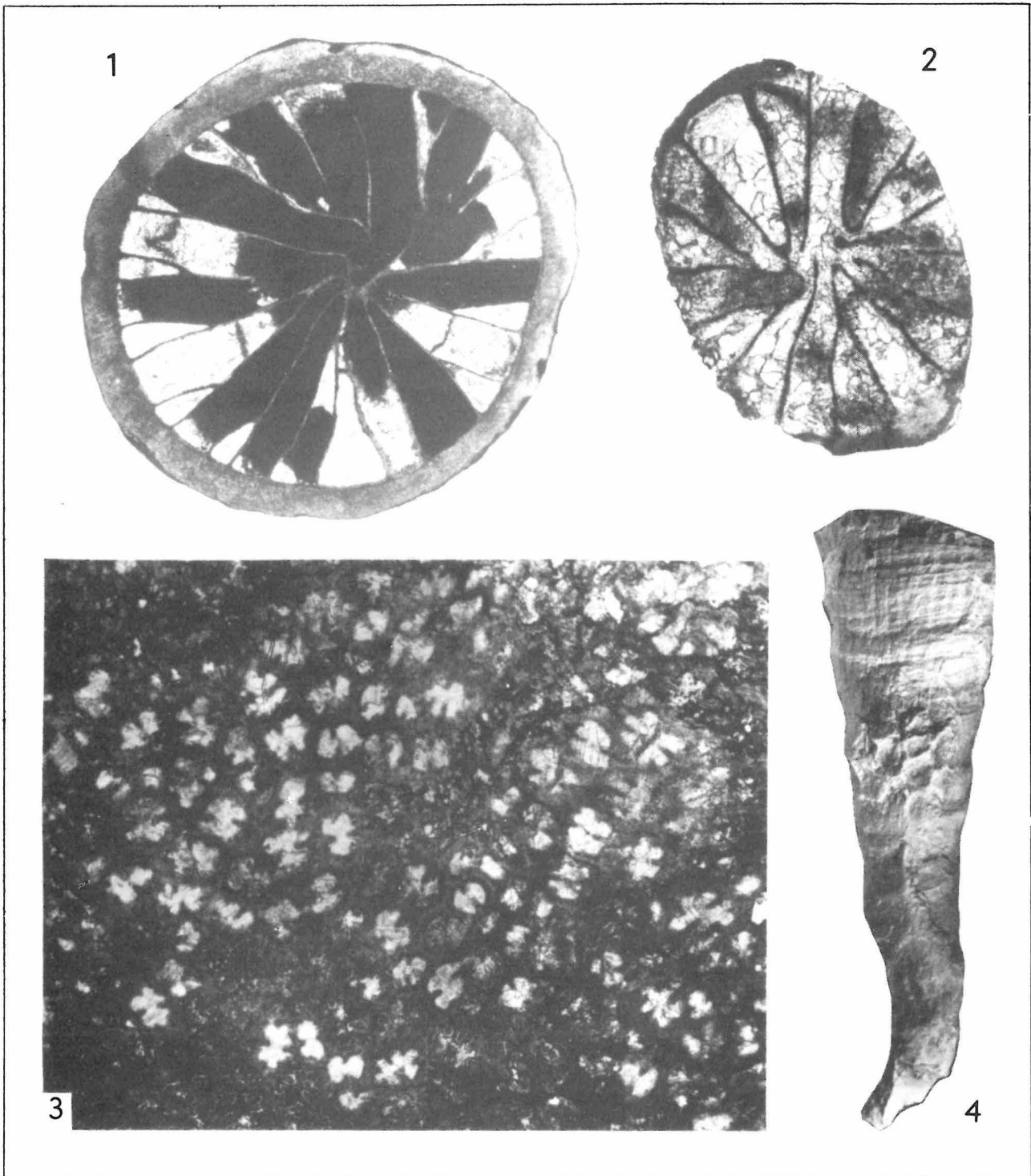


Photo 2

Korallen des Siegen/Prag (oberer Tentaculiten-Knollenkalk, Zone der *Nowakia acuaria*).

- 1 „*Petraia*“ n. sp., Schaderthal S Saalfeld, Coll. H. JAEGER 1953 (PM Berlin, Nr. K. 192.), 12 : 1;
- 2 *Palaeocyathus ampliseptatus* (WEISSERMEL 1941), Quingenberg NNW Zeulenroda, Coll. LIEBE ca. 1870 (ZGI Berlin), 10 : 1,
- 3 *Thecia wolfgangschmidti* WEISSERMEL 1941, Gißra-Tal bei Reschwitz S Saalfeld, Coll. TEETZMANN ca. 1910 (ZGI Berlin, Holotypus), 15 : 1;
- 4 *Pseudopetraia issa* WEYER 1985, Quingenberg NNW Zeulenroda, Coll. WEYER 1968 (PM Berlin, Nr. K. 149., Holotypus), 3 : 1

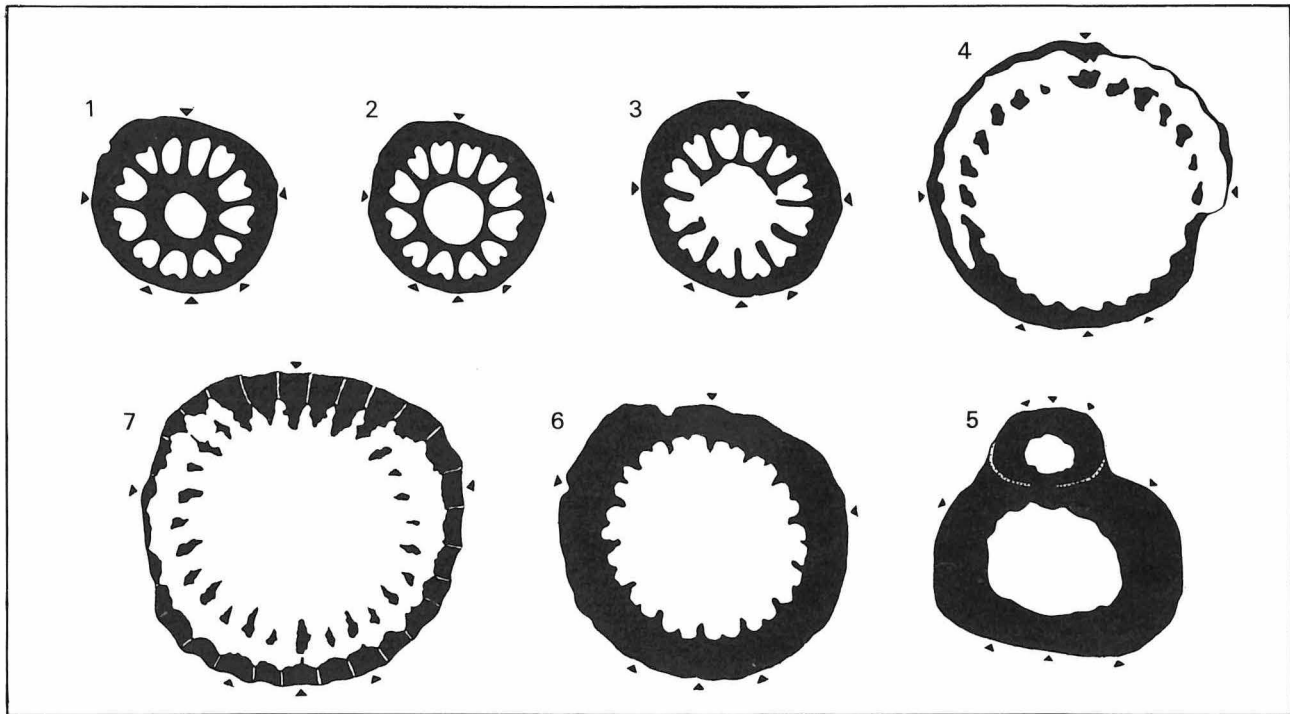


Abbildung 2

Rugosa (Cyathaxoniina, Pholidophyllina) des Oberems/Daleje (Tentaculiten-Schiefer, Abschnitt C, Zone der *Nowakia richteri*); Schaderthal S Saalfeld, Coll. RH. RICHTER 1850...1875 (ZGI Berlin).

1...4 *Paliaxon zimmermanni* (WEISSERMEL 1941), Nr. X3588 (1...3) und X3589 (4), Originale WEYER (1981, Taf. 2...3), 7,3 : 1 (1), 6,6 : 1 (2, 3) und 8,6 : 1 (4);

5...7 *Bojocyclus bohemicus* PRANTL 1939, Nr. X3591 (5) und X3592 (6, 7), Originale WEYER (1981, Taf. 6, 8), 23 : 1 (5) und 4,6 : 1 (6, 7)

Berlin, GTM Halle) werden lediglich relativ kleine Korallenkollektionen aufbewahrt.

Von den immer solitären kleinwüchsigen Rugosa wurden bisher *Laccophyllum bifurcatum* (WEISSERMEL 1941) und die Combophyllidae *Ludwigacia* n. sp. ind. und *Combophyllum* cf. *ovatum* (LUDWIG 1869) bestimmt. Zu letzteren und nicht zum Hadrophyllidae-Genus *Microcylus* gehört auch das (nachträglich zu WEYER 1975) eingesehene Belegmaterial von „*Combophyllum (Microcylus) eifeliensis* KAYSER 1872“ bei VOLK (1961, S. 208, Lokalitäten Steinach und Haselbach). Ältere Zitate der Literatur des 19. Jh. (Genera *Cyathophyllum*, *Petraia*, *Turbinolopsis*, *Amplexus*, *Ptychocyathus*, *Taeniocyathus*) lassen sich nicht mehr deuten.

Die Tabulata umfassen *Pleurodictyum richteri* WEISSERMEL 1941, *Petridictyum lonsdalii* (RH. RICHTER 1855), *Trachypora? costata* WEISSERMEL 1941. Weitere Formen sind sicher vorhanden. Fossilisten älterer Literatur (Übersicht in WEYER 1981, S.29, Tab.2) von der Entdeckung des Horizonts (ENGELHARDT 1852,

RH. RICHTER 1852, 1855 – „Rollsteingrauwacke“) über LUDWIG (1869, S. 138) und GÜMBEL (1879, S. 470) bis WEISSERMEL (1941) nennen die Gattungen *Calamopora*, *Favosites*, *Pleurodictyum*, *Denrozoum*, *Thecia*, *Cladochonus*, *Heliolites*, *Chaetetes* sowie heute illegitime Taxa von LUDWIG (1865...1866). Was sich im Sinne moderner morphologisch-taxonomischer Ansprüche hinter diesen Determinationen verbirgt, dürfte kaum noch zu klären sein, weil die Belegstücke meistens verloren gingen; oftmals handelte es sich wahrscheinlich um unzureichend erhaltene, spezifisch und auch generisch unbestimmbare Reste.

Korallen-Faunen dieses Typs (mit *Combophyllum* und vorherrschenden Tabulata der *Pleurodictyum*-Gruppe), die im Oberems/Eifel von Nordwestafrika, Spanien, Frankreich und des Rheinischen Schiefergebirges verbreitet sind und seit einem Jahrzehnt in Westeuropa besser bekannt wurden, nehmen innerhalb der rheinischen Fazies anscheinend eine periphere Position ein (bathymetrisch tiefste Zone, relative Stillwasserverhältnisse).

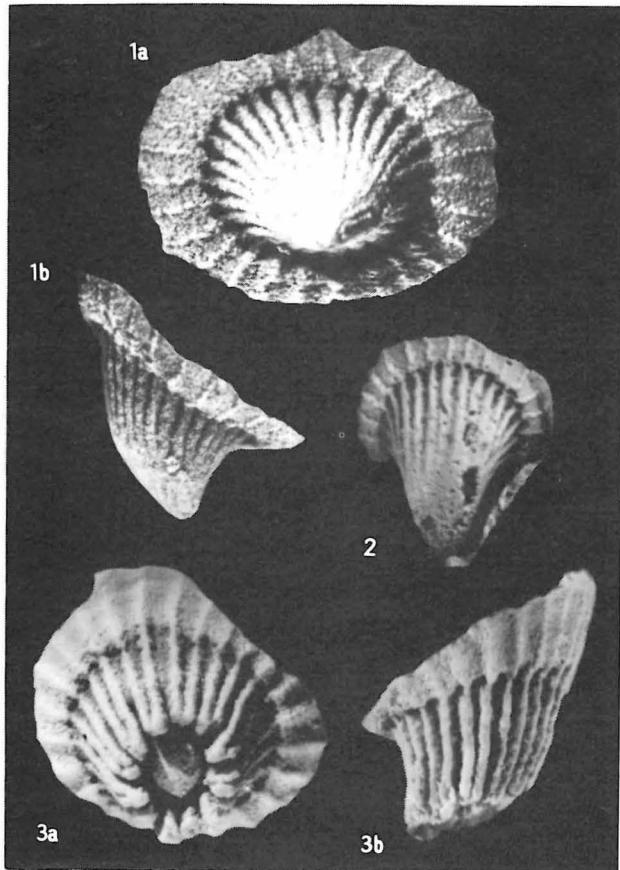


Photo 3

Rugosa des Oberems/Daleje (Tentaculiten-Schiefer, Abschnitt C, Zone der *Nowakia richteri*).

- 1...2 *Bojocyclus bohemicus* PRANTL 1939 (1 = Bocksberg in Steinach, Coll. VOLK 1930...1960, GTM Halle, Original WEYER 1981, Abb. 5, 4 : 1; 2 = Schaderthal S Saalfeld, Coll. RH. RICHTER 1850...1875, ZGI Berlin, Nr. X3596, Original WEYER 1981, Taf. 1, Fig. 8...9, 6,6 : 1);
- 3 *Paliaxon zimmermanni* (WEISSERMEL 1941), Schaderthal S Saalfeld, Coll. RH. RICHTER 1850...1875 (ZGI Berlin, Nr. X3586, Original WEYER 1981, Taf. 4, Fig. 10...11), 6,6 : 1

### 3.3.

#### Mittlere Daleje-Stufe

Die dritte und jüngste unterdevonische Korallen-Fauna stammt aus dem 10 m mächtigen Abschnitt C der thüringischen Tentaculiten-Schiefer, dem Schaderthaler Horizont (*Nowakia richteri*-Zone, Oberems, mittleres Daleje – ZAGORA 1977). Die Hauptfundorte liegen an der gesamten SE-Flanke des Schwarzburger Sattels (in erster Linie Schaderthal, Haselbach, Steinach, ansonsten Saalfeld, Laasen, Döhlen, Oberloquitz, Markt gölitz, Gebersdorf, Hasenthal), einige wenige auch an der NW-Flanke des Bergaer Sattels (Schmirchau, Gessen,

Schleiz); manche dieser Lokalitäten hatten nur zeitweilig während vorübergehend günstiger Aufschlußverhältnisse Fossilien geliefert. Für das pelagische Sediment und seine Fauna – massenhaft Plankton (Tentaculiten der böhmischen Fazies), rares Epiplankton und Epibenthos – wird bathyales Ablagerungsmilieu angenommen (ZAGORA und ZAGORA 1981, S. 128, WEYER 1981, S. 32). Daß sich trotz der großen Seltenheit der stets nur als Einzelfunde geborgenen Korallen in den öffentlichen Sammlungen der DDR immerhin knapp 300 Exemplare befinden, ist wie so oft in Thüringen allein der Aktivität privater Heimatforscher (vor allem REINHARD RICHTER 1813...1884 in Saalfeld, MAX VOLK 1900...1969 in Steinach) und Amateursammler zu verdanken, die zwischen 1850 und 1950 etwa 80 % dieser Kollektionen mühsam zusammentrugen.

Da Steinkern-Erhaltung die Regel ist, läßt sich ein Teil der Anthozoa kaum oder gar nicht zoologisch determinieren. Angaben der älteren Literatur (einschließlich WEISSERMEL 1941) sind revisionsbedürftig und ohne ergänzende morphologische Daten nicht verwendbar. Manche der errichteten Taxa bleiben nomina dubia, bis vielleicht einmal besseres Untersuchungsmaterial zur Verfügung stehen sollte. Das gilt sowohl für Tabulata (*Favosites? latiramus* WEISSERMEL 1941, „*Thamnopora*“, „*Cladopora*“, *Pleurodictyum? parvulum* WEISSERMEL 1941) als auch für Rugosa (*Metriophyllum cruciferum* WEISSERMEL 1941, *Petraia elegans* WEISSERMEL 1941, *Zaphrentoides conicus* WEISSERMEL 1941 und andere zu diesen Genera sowie zu *Lindstroemia* und *Amplexus* gestellte Formen); beim heutigen Kenntnisstand der Systematik wage ich vorerst keine generische Bestimmung dieser Korallen.

Die Rugosa sind solitäre inexplete und diaphragmatophore Typen von geringer Größe (Länge 3...10 mm, selten bis 25 mm) und ceratoider, trochoider, turbinater, eventuell auch patellater Polypargestalt. Neuere Untersuchungen existieren lediglich für einige Formen aus der insgesamt armen, vielleicht ein Dutzend Arten umfassenden Tetracorallia-Gemeinschaft. Es sind dies die zwei bei weitem häufigsten, mehr als die Hälfte aller Funde stellenden Korallen des Schaderthaler Horizonts, die bereits bei LUDWIG (1865), WALTHER (1907) und WEISSERMEL (1941) dargestellt wurden: *Paliaxon zimmermanni* (WEISSERMEL 1941)

(Abbildung 2/1...4, Photo 3/3) und *Bojocyclus bohemicus* PRANTL 1939 (Abbildung 2/5...7, Photo 3/1...2). Weiterhin kommen vor *Oligophyllum* sp. ind., *Neaxon* sp., *Laccophyllum* sp. cf. *bohemicum* (POČTA 1902) UND *Laccophyllum* sp. (WEYER 1973, S. 50, Abb. 6, 1981, S. 31).

Aussagen über faunistische Beziehungen wären verfrüht, da das Studium ähnlicher bathyalen Korallen-Faunen überall in der Welt erst in den Anfängen steht. *Bojocyclus bohemicus* ist lediglich noch im oberen Třebotov-Kalk (*Nowakia holynensis*-Zone) von Prag nachgewiesen. Ein *Laccophyllum*-Vertreter ähnelt offenbar *Laccophyllum bohemicum* (POČTA 1902) aus dem Daleje-Schiefer (*Nowakia cancellata*-Zone) des Barrandiums, aber das besagt nicht viel angesichts der schwierigen Artfassung innerhalb dieser Gattung, deren böhmische Repräsentanten seit PRANTL (1938) nicht neubeschrieben wurden. Vorkommen von *Paliaxon zimmermanni* in Mähren und in den Karnischen Alpen erwiesen sich als Fehlbestimmungen.

4.

#### Unteres Oberdevon (Franses)

Thüringische Franses-Korallen verteilen sich auf drei verschiedene Faziesgemeinschaften, die sämtlich nicht faunistisch umfassend und morphologisch-taxonomisch intensiv bearbeitet sind, obwohl hin und wieder reicheres Fossilmaterial vorkam oder gelegentlich auch heutzutage noch gesammelt werden kann. In der höheren *Manticoceras*-Stufe (im westentlichen etwa vom Niveau der Kellwasser-Kalke bzw. ihrer Alaunschiefer-Äquivalente an, also ab oberer *Palmatolepis gigas*-Zone) lebten wenig diverse Faunen der Cephalopoden-Fazies (*Cyathaxonia*-Fazies); vorher waren Flachwasser-Assoziationen verbreitet, darunter als Ausnahme die einzigen paläozoischen Riff-Korallen Thüringens. Während des unteren Franses ging dem ein Wandel des Meeresbodenreliefs voraus; im zuvor relativ einförmigen bathyalen Schwärzschiefer-Becken des Mitteldevons setzte nun lokal eine tektonische Differenzierung in Schwellen und Tröge und damit verbunden ein initialer Diabasvulkanismus ein, der am Bergaer Sattel mit unterschiedlich mächtigen Eruptivserien ausgedehnte Untie-

fen und vereinzelt wohl auch Inseln entstehen ließ.

Zur Bildung von Riff-Kalken mit Korallen kam es an einer Stelle, dem Kapfenberg bei Ebersdorf N Lobenstein (LIEBE und ZIMMERMANN 1912, S. 70). Das in einem Steinbruch abgebaute Vorkommen hat schon vor knapp hundert Jahren nur noch einige Lesesteine geliefert; gegenwärtig findet man keine Reste mehr. WEISSERMEL (1943, S. 2) beschrieb *Alveolites suborbicularis* LAMARCK 1801 (forma *thuringiaca* WEISSERMEL 1943), *Alveolites multiperforatus* LECOMPTE 1933 sowie „*Phillipsastrea* cf. *bowerbanki* (MILLNE-EDWARDS et HAIME 1851)“ und erwähnte außerdem *Thamnopora* sp. neben kleineren konischen solitären Rugosa. Solche Faunen treten – sogar etwas häufiger – erst wieder in benachbarten vogtländischen und oberfränkischen Gebieten bei Plauen und Hof auf (FRECH 1897, S. 194, SCHINDEWOLF 1923, S. 266, FREYER 1957), wo es für sie leider auch keine zoologischen Studien neueren Datums gibt.

Die häufigsten Franses-Korallen Thüringens kommen in den vulkanogen-sedimentären Planschwitzer Schichten („Eruptivserie“) am Bergaer Sattel und in ihrem feinklastischen, schwach tuffitischen Äquivalent, dem 10...20 m mächtigen Grauwacken-Bänderschiefer-Horizont an der SE-Flanke des Schwarzburger Sattels vor. Das stratigraphische Niveau ist überwiegend älter als die Conodonten-Zone des *Palmatolepis gigas* MILLER et YOUNGQUIST 1947 oder die Entomozoiden-Zone der *Bertillonella (Rabienelle) cicatricosa* (MATERN 1929). Zu den bekanntesten Fundorten des westlichen Thüringischen Schiefergebirges zählen Steinach sowie Laasen S Saalfeld; hier sind faunistische Reste Bestandteil der Grauwacke-Bänkchen. Die groben pyroklastischen Sedimente (Grauwacken, Tuffite, granitgeröllführende Konglomerate, Diabasbreccien, Tuffbreccien, mit eingeschalteten effusiven Diabasen, völlig untergeordnet Pelite) im östlichen Schiefergebirgsanteil waren hauptsächlich bei Kirschkau NE Schleiz und bei Posterstein E Ronneburg fossilführend aufgeschlossen.

Die Fauna dieser Schichten der unteren *Manticoceras*-Stufe ist – im Unterschied zur

sonst für das Thüringer Oberdevon üblichen Cephalopoden-Fazies – eine rheinische Flachwasser-Assoziation. Ihr fehlen weitgehend die erst im Hangenden einsetzenden böhmischen Tentaculiten (*Homoctenus*, *Striatostyliolina*) und gewisse Ostracoden (Thüringer Ökotyp, Entomozoidae-Ökotyp). Bezeichnend sind unter Brachiopoda besonders Atrypidae und Cyrtospiriferidae (statt der bathymetrisch tiefer situierten „*Liorhynchus*“-Gemeinschaften, die jüngere Horizonte des Frasnés und des Faménne von Thüringen charakterisieren), unter Trilobita *Asteropyge supradevonica* (FRECH 1888) (VOLK 1938, Tab. 15). Der Übergangsbereich Planschwitzer Schichten zu Knotenkalcken führt nach BLUMENSTENGEL und SCHMIDT (1979) noch eine intermediäre Ostracoden-Fauna mit einzelnen Elementen des Eifeler Ökotyp.

Korallen des tieferen Frasnés blieben bis auf zahlreiche Zitate in Faunenlisten zoologisch unbearbeitet; selbst die einzigen näheren Studien (WEISSERMEL 1939, 1943) sind heute unbrauchbar. Das liegt an der schlechten Erhaltung (fast immer Steinkerne und Abdrücke), die manchmal kaum noch generische Deutungsversuche zuläßt und eigentlich schon immer jegliche detailliertere Bestimmung untersagte, und außerdem an den selten günstigen, schnell vergänglichen Aufschlußsituationen, so daß gegenwärtig keine Neuaufsammlungen möglich werden. Institute und Museen besitzen nach erheblichen Kriegsverlusten nur geringe Restbestände alter Kollektionen. Von Kirschkau, der bedeutendsten Lokalität des 19. Jh., wurden wahrscheinlich auch niemals umfangreichere Anthozoa-Spezialsammlungen, sondern lediglich Einzelstücke geborgen.

Die nachstehend angeführten Taxa früherer Literatur (GÜMBEL 1863, S. 102, 1879, S. 478, LIEBE 1878, S. 13, 1881, S. 23, LIEBE und ZIMMERMANN 1888, S. 26, 1893, S. 34, GEINITZ 1892, S. 170, WALTHER 1907, VOLK 1938, WEISSERMEL 1939, 1943, BRÄUNLICH 1960, BLUMENSTENGEL 1974, Photo 34k) haben im Grunde bloß noch historisches Interesse, vermitteln aber an Hand erkennbarer Gattungsgruppen trotzdem ein typisches Faziesbild riffnaher Flachscheif-Korallen, wie sie im unteren Oberdevon vieler europäischer Gebiete verbreitet waren.

Rugosa werden zunächst durch relativ seltene massive Phillipsastraeidae vertreten: „*Acervularia*

sp., *Streptastraea longiradiata* SANDBERGER et SANDBERGER 1856, *Phillipsastrea* sp., *Phillipsastrea* cf. *henahi* (LONSDALE 1840), *Phillipsastrea* cf. *bowerbanki* (MILNE-EDWARDS et HAIME 1851)“. Alle diese Bestimmungen lassen sich in Anbetracht des inzwischen erreichten Kenntnisstands der umfangreichen, taxonomisch schwierigen Gruppe um *Hexagonaria*/*Marisastrum*/*Phillipsastrea*/*Frechastraea* nicht mehr interpretieren, wobei Fundmaterial in Steinkern-Erhaltung heutzutage bereits als generisch unbestimmbar zu gelten hat.

Schon etwas zahlreicher kommen Fragmente fasciculater Kolonien der *Disphyllum*/*Thamnophyllum*-Gruppe vor: „*Cyathophyllum caespitosum* GOLDFUSS 1826, *Cladocora goldfussi* GEINITZ 1846, *Thamnophyllum* cf. *murchisoni* PENECKE 1894“. Hierzu bewahrt das Museum für Naturkunde Gera ein kalkig überliefertes, von WEISSERMEL angeschliffenes, aber 1943 nicht erwähntes Korallenfragment auf mit markanten einreihigen *horseshoe*-Dissepimenten (= Genus *Thamnophyllum* PENECKE 1894), leider ohne Fundortsangabe (?? Kirschkau).

Am häufigsten sind solitäre Formen, deren Gattungszugehörigkeit ausnahmslos ungeklärt erscheint: „*Turbinolopsis celtica* LAMOUROUX 1821, *Cyathophyllum helianthoides* GOLDFUSS 1826, *Amplexus liliiformis* WEISSERMEL 1939, *Lindstroemia? cornuhirci* WEISSERMEL 1939, *Zaphrentoides krausei* WEISSERMEL 1943, *Zaphrentoides curvatissimus* (WEISSERMEL 1939), *Metriophyllum volki* WEISSERMEL 1939, *Syringaxon thuringiacus* WEISSERMEL 1939“. Die zwei letzteren Arten dürften hier für die Flachwasser-Fauna des tieferen Frasnés fehlbestimmt sein, denn die meisten Syntypen stammen aus der Cypridinen-schiefer-Fazies des oberen Frasnés (*Metriophyllum? volki*) und des Unterfaménne (*Neaxon thuringiacus*). Selbst *Zaphrentoides curvatissimus*, an sich eine charakteristische Einzelkoralle des Grauwacken-Bänderschiefer-Horizonts, bleibt ohne Schlißserien kalkiger Exemplare dubiös und ist zudem ein heterogenes Taxon.

Tabulata wurden wie folgt identifiziert: „*Calamopora polymorpha* GOLDFUSS 1829, *Calamopora spongites* GOLDFUSS 1829, *Calamopora cervicornis* (BLAINVILLE 1830), Favositide, *Favosites fibrosus* GOLDFUSS 1829), *Favosites alcicornis* GOLDFUSS, *Favosites celleporatus* (SCHLOTHEIM 1820), *Cladopora* sp., *Thamnopora cristata minor* WEISSERMEL 1939.“ Zumeist verbergen sich unter diesen Bezeichnungen, die alle auf Steinkernmaterial basieren, wohl ein oder mehrere Vertreter des Genus *Thamnopora* STEININGER 1831, im Falle von *Cladopora* sp. (WEISSERMEL 1943, Taf. 1, Fig. 5) eventuell die Gattung *Alveolitella* SOKOLOV 1952.



Eine kleine Suite ausnahmsweise kalkig erhaltener und daher mit Hilfe von Schliffen untersuchbarer Anthozoa der Planschwitzer Schichten liegt mir vom Bergaer Sattel vor. Die Fauna enthält nach kursorischer Bestimmung an eindeutig nachweisbaren Genera zumindest *Thamnopora*, *Alveolites*, *Alveolitella*, *Disphyllum* (sensu lato) und *Thamnophyllum* (sensu lato); mit Abstand am häufigsten ist eine der zwei *Alveolitella*-Arten. Begleitend treten kleinstwüchsige ästige, seltener auch laminare Stromatoporen auf, darunter allerdings nicht *Amphipora* SCHULTZ 1883, die VOLK (1938, S. 208) von Steinach meldete – diese Faunen- oder neuerdings Florenelemente sind sicheres Indiz für Flachwasser-Milieu der photischen Zone (vergleichbar mit dem ökologischen Anspruch rezenter hermatypischer Korallen) und wurden nie in der Cephalopoden-Fazies beobachtet (zum Vorkommen angeblicher Famenne-Stromatoporen in europäischen Cephalopoden-Kalken siehe unten).

Die dritte und jüngste, noch kaum erforschte Fauna thüringischer Frasn-Korallen kennzeichnet die höhere *Manticoceras*-Stufe (*cicatricosa*- und *variostrata*-Zone oder *Palmatolepis gigas*-Zone bis zum oberen Kellwasserkalk-Horizont). Solitäre kleine Rugosa der *Cyathaxonia*-Fazies finden sich ziemlich selten in den Cypridinen-Schiefen der SE-Flanke des Schwarzbürger Sattels und generell ebenfalls rar, nur lokal häufiger in den Cephalopoden-Kalken der NW-Flanke des Bergaer Sattels.

Von den westlichen Fundstellen (Steinach und Saalfeld, 12...28 m mächtiger Wetzschiefer-Horizont) geben VOLK (1938) UND WEISSERMEL (1939) *Metriophyllum volki* WEISSERMEL 1939, *Amplexus liliiformis* WEISSERMEL 1939, *Zaphrentoides curvatissimus* (WEISSERMEL 1939), *Zaphrentis* sp. und *Campophyllum?* sp. an, alles revisionsbedürftige Taxa in Steinkern-Erhaltung, deren aktuelle generische Position ohne neue schleifbare Funde nicht zu ermitteln ist. Etwa ein Dutzend mir zur Verfügung stehender, ausreichend erhaltener Polypare von Saalfeld sind bereits beschrieben (WEYER 1978, S. 299) oder werden zur Zeit bearbeitet: sie gehören zu *Thecaxon rozkowskiae* WEYER 1978 und zur Gattung *Metriophyllum* MILNE-EDWARDS et HAIME 1850 (sensu lato). Für die östli-

chen Lokalitäten in Schleiz (GEIPEL-Steinbruch) und Umgebung (vor allem Braunsberg bei Tegau, Vogelsberg bei Göschitz) existierte lediglich eine Notiz über das Vorkommen von Einzelkorallen (ZIMMERMANN 1915, S. 41); eigenes unbearbeitetes, überraschend reiches Material (Coll. BARTZSCH und WEYER) aus den bis zu 10 m mächtigen Oberfrasn-Kalken (mit *Manticoceras* und *Beloceras*) umfaßt u. a. Formen aus der Verwandtschaft von *Metriophyllum*/*Metrionaxon*/*Metrioplexus* sowie *Neaxon*-ähnliche Typen. Stellenweise sind diese Rugosa in einzelnen Bänken solcher Cephalopoden-Kalke merkwürdigerweise sogar die häufigsten Makrofossilien.

5.

## Oberes Oberdevon (Famenne)

Für die Entwicklungsgeschichte paläozoischer Anthozoa ist das Famenne eine Krisenperiode, eine Zeit weltweiter Faunenminima nach dem globalen Riffsterben während des oberen Frasn, was das Milieu der Riff-Fazies und der *Caninia-Clisiophyllum*-Fazies anbetrifft. Bei den bathymetrisch tiefer angesiedelten Gemeinschaften der *Cyathaxonia*-Fazies fehlt eine entsprechend scharfe Zäsur, kann eigentlich nicht von einem Niedergang gesprochen werden – hier spiegelt der äußerst geringe internationale Wissensstand mehr die relative Seltenheit solcher Korallen-Funde und deren meist noch ausstehende Untersuchung wider. Momentanes Richtmaß ist die einzige besser bekannte, durch RÓŻKOWSKA (1969) monographisch erfaßte polnische Rugosa-Fauna aus dem Famenne der Góry Świętokrzyskie. Ähnliche Korallen kommen nach eigener Kenntnis unbeschriebener Kollektionen im Thüringischen und im Rheinischen Schiefergebirge vor, waren aber wahrscheinlich viel weiter verbreitet und dürften etwa im Ural oder in Marokko/Algerien ebenfalls entdeckt werden.

Thüringens Famenne-Korallen gehören sämtlich der Cephalopoden-Fazies an. Wie üblich sind es kleine solitäre, stets nur vereinzelt anzutreffende Formen. Sie treten in wohl bathyalen Kalkknollenschiefern der westlichen

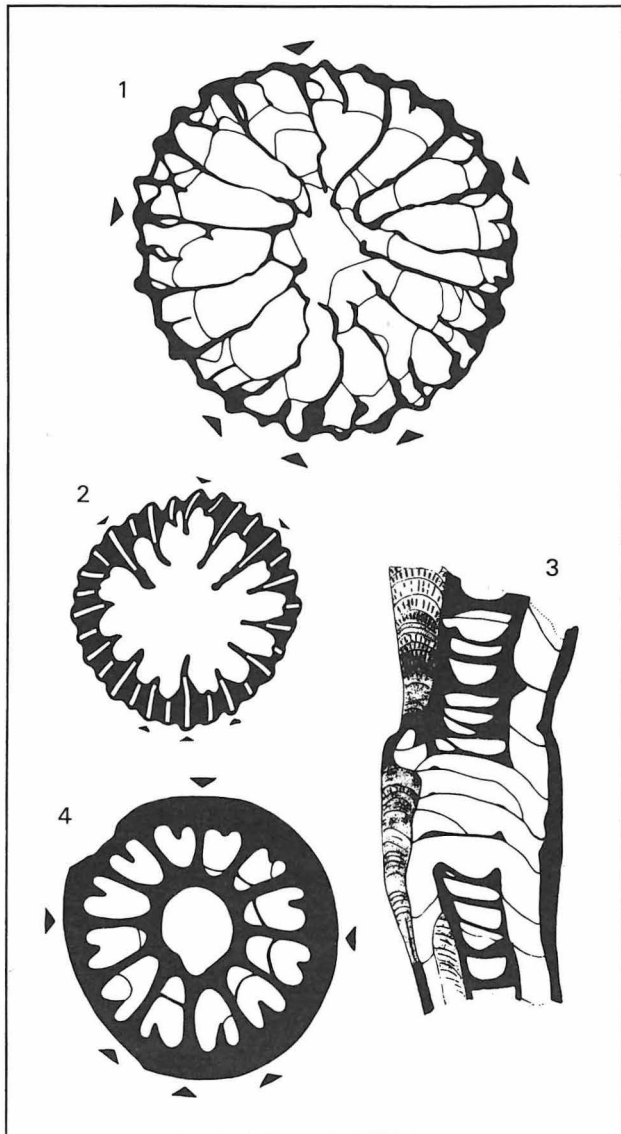


Abbildung 3

Rugosa (Cyathaxoniina) des unteren Famenne (Cheiloceras-Stufe, Flaserkalk und Kalkknollenschiefer der Cephalopoden-Fazies).

- 1 *Kozlowskinia* sp., Vogelsberg bei Göschitz NNE Schleiz, Coll. BARTZSCH und WEYER 1981 (Nr. VoLS 7/1), 8 : 1;
- 2...3 *Thecaxon rozkowskæ* WEYER 1978, Bohlen bei Saalfeld, Coll. BARTZSCH 1950...1960 (ZGI Berlin, Nr. X1537, Original WEYER 1978, Taf. 15, Fig. 1...12) und Coll. PFEIFFER 1947 ... 1955 (BA Freiberg, Nr. I 4/11, Original WEYER 1978, Taf. 13, Fig. 11...17), 4,6 : 1 und 5,5 : 1;
- 4 *Neaxon cheilos* WEYER 1984, Kahlleite bei Rödersdorf NNE Schleiz, Coll. BARTZSCH und WEYER 1979 (PM Berlin, Nr. K.194.1, Holotypus), 8 : 1

Becken-Fazies an der SE-Flanke des Schwarzbürger Sattels und in tiefneritischen Flaserkalcken/Knotenkalcken der östlichen Schwellen-Fazies an der NW-Flanke des Bergaer Sattels auf (STEINBACH 1974). Im wesentlichen handelt es sich – wie in den Góry Świętokrzyskie – um

zwei charakteristische, deutlich verschiedene Faunen im unteren und oberen Famenne; aus dem mittleren Famenne (*Platyclymenia*-Stufe) liegen lediglich wenige Einzelstücke vor.

Die ersten Funde gab RH. RICHTER (1848, 1856) bekannt. Weitere Beschreibungen (LUDWIG 1865, FRECH 1885, WEISSERMEL 1939) und Zitate (MEYER 1920, S. 28...29, H. SCHMIDT 1923, S. 58...59, SCHINDEWOLF 1924, S. 108, VOLK 1938, PFEIFFER 1954, S. 70, Taf. 9, Fig. 5) erfordern Revisionen, für die umfangreicheres neues, erst teilweise publiziertes Material (Coll. BARTZSCH und WEYER) zur Verfügung steht. Früher verwendete Taxa wie *Cyathophyllum*, *Petraia*, *Amplexus*, *Syringaxon*, *Lindstroemia*, *Pseudopetraia*, *Metriophyllum*, *Zaphrentis* haben heute in der Regel einen abweichenden taxonomischen Inhalt, einige (*Combophyllum*, *Anorygmaphyllum*) beruhen auf unbestimmten Fragmenten, und anscheinend nur *Cladochonus* war generisch korrekt identifiziert.

Die Korallen der *Cheiloceras*-Stufe stammen aus dem 30 m mächtigen *Trimeroccephalus*-Schiefer der Umgebung von Saalfeld und Steinach und aus ungefähr 10...15 m mächtigen Cephalopoden-Kalcken (mit *Cheiloceras*, *Polonoceras*, *Paratornoceras*) zweier Fundstellen NNE Schleiz (Vogelsberg bei Göschitz, Kahlleite bei Rödersdorf). Es dominieren zwei Rugosa-Gruppen (Genus *Neaxon* KULLMANN 1965, Familien Thecaxonidae/Kielcephyllidae) und eine Tabulata-Form: *Neaxon richteri* (LUDWIG 1865), *Neaxon thuringiacus* (WEISSERMEL 1939) (mit Synonym *Amplexus pauciradiatus* LUDWIG 1865), *Neaxon cheilos* WEYER 1984 (Abbildung 3/4), *Thecaxon rozkowskæ* WEYER 1978 (Abbildung 3/2...3, Photo 4/1...2), *Kozlowskinia* sp. (Abbildung 3/1), *Cladochonus* sp. (WEYER 1971, 1978, 1982, 1984); einige weitere Arten anderer Gattungen sind noch nicht bestimmt. Merkwürdigerweise fehlen die typischen und häufigsten Genera der polnischen Unterfamenne-Fauna (*Petraiella*, *Nalivkinella*, „*Amplexocarinia*“, *Gorizdronia*, *Kielcephyllum*).

Die Korallen der *Clymenia*-/ *Wocklumeria*-Stufe wurden hauptsächlich in den 12 m mächtigen Oberen Clymenien-Schichten des Schwarzbürger Sattels vor allem bei Saalfeld und als Unikate auch an einigen anderen Lokalitäten gefunden. Hinzu kommen weitaus seltenere Polypare aus etwa 4 m mächtigen Flaserkalcken von Schleiz (GEIPEL-Steinbruch) und Umgebung (Buschteich-Steinbruch

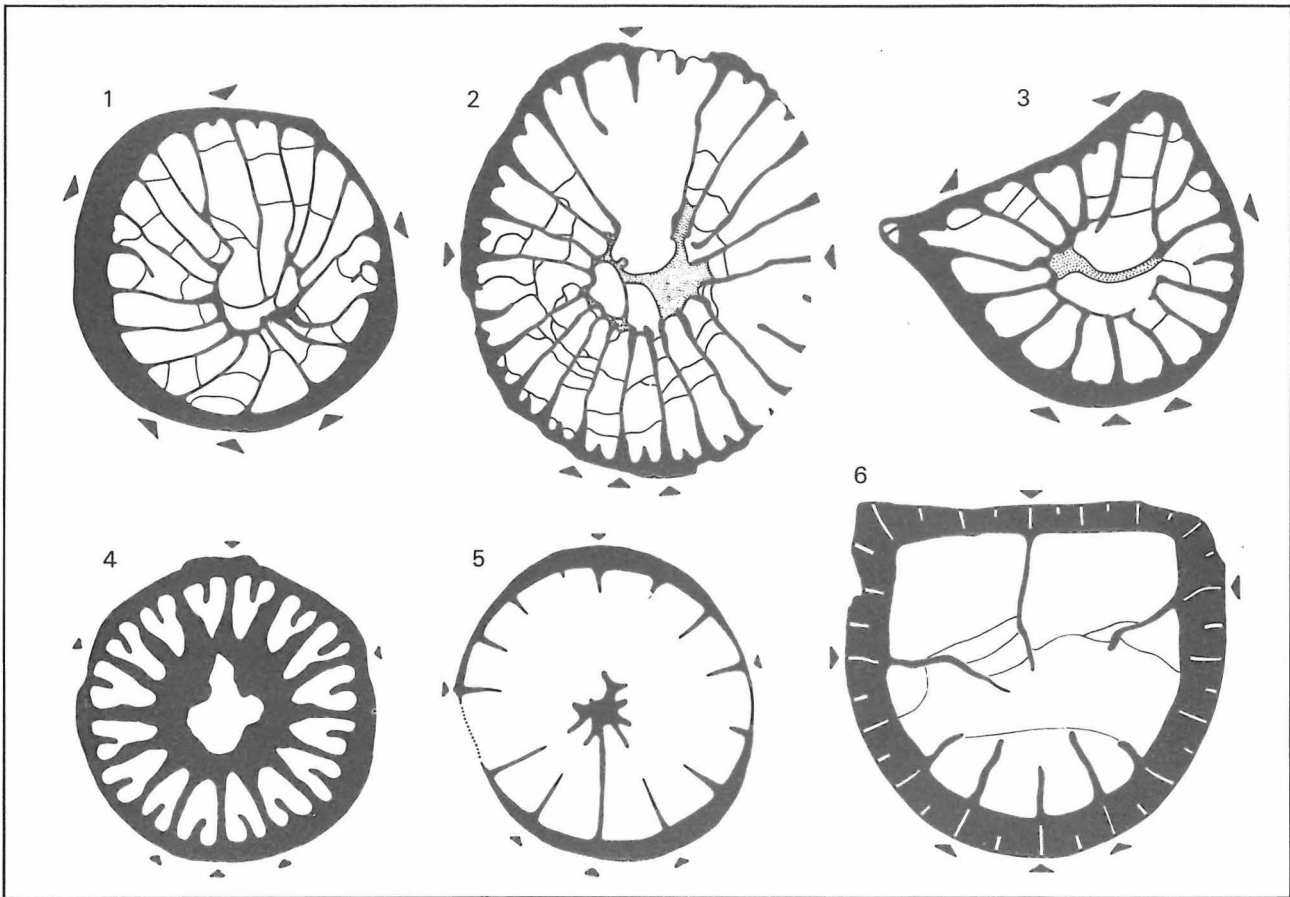


Abbildung 4

Rugosa (Cyathaxoniina, Plerophyllina) des oberen Famenne (*Wocklumeria*-Stufe, Kalkknollenschiefer der Cephalopoden-Fazies); Bohlen bei Saalfeld (1, 3...5) und Fischersdorf SSE Saalfeld (2, 6), Coll. PFEIFFER 1947...1955 (BA Freiberg – 1...3) und Coll. BARTZSCH 1950...1960 (ZGI Berlin – 4, 5).

1 *Famennelasma* sp. I (Nr. I10/13), 7 : 1; 2 *Famennelasma* sp. II (Nr. I10/2), 3 : 1;  
 3 *Petraia* cf. *decussata* MÜNSTER 1839 (Nr. I10/36), 6 : 1; 4 *Neaxon bartzschi* WEYER 1978, (Nr. X4165, Holotypus), 5,5 : 1;  
 5 *Famaxonia reuteri* WEYER 1971 (Nr. X3885, Holotypus), 9 : 1;  
 6 *Pentaphyllum?* n. sp., Coll. BARTZSCH und WEYER 1967...1974 (PM Berlin, Nr. K.188.1.), 6 : 1

bei Löhma). Leitfossil ist *Neaxon regulus* (RH. RICHTER 1848) (Photo 4/7...11), von dem fast 100 Exemplare vorliegen und der eine größere regionale Verbreitung vom Rheinischen Schiefergebirge über Thüringen/Oberfranken und Dolny Śląsk bis in die Góry Świętokrzyskie besaß (WEYER 1971). Die sonstige, nicht so häufige, doch ziemlich diverse Rugosa-Fauna (ungefähr 20 Arten) besteht aus *Neaxon bartzschi* WEYER 1978 (Abbildung 4/4), *Neaxon* sp., *Neaxonelle* n. sp., *Famennelasma* sp. (Abbildung 4/1...2), *Petraia* cf. *decussata* MÜNSTER 1839 (Abbildung 4/3), *Metriophyllum?* n. sp., *Cyathaxonia* (*Cyathaxonia*) sp., *Cyathaxonia* (*Cyathocarinia*) n. sp. (Photo 4/4...5), *Famaxonia reuteri* WEYER 1971 (Abbildung 4/5), *Pentaphyllum?* n. sp. (Abbildung 4/6) sowie minde-

stens fünf weiteren Genera (WEYER 1971, 1978, 1981, BLUMENSTENGEL 1974, Photo 34j; BARTZSCH und WEYER 1982, S. 32). Vorläufig ließ sich erst ein Tabulata-Vertreter nachweisen, *Actinotheca tenuicostata* (MÜNSTER 1839), in dessen Synonymie der als Rugose Koralle fehlgedeutete *Pseudamplexus granulatus* RÓŹKOWSKA 1969 fällt.

Aus dem thüringischen Famenne wurden neben Anthozoa auch Stromatoporoidea gemeldet (MEYER 1920, S. 28, PFEIFFER 1954, S. 70 – *Prolobites*-Horizont = mittlere *Platyclymenia*-Stufe von Saalfeld). Solche für die Cephalopoden-Fazies ganz ungewöhnliche Funde kennt man als Raritäten bereits vom Rheinischen Schiefergebirge (*Cheiloceras*-, *Platyclymenia*- und *Clymenia*-/*Wocklumeria*-Stufe: FRECH 1885, S. 118, H. SCHMIDT 1921, S. 277, 279,

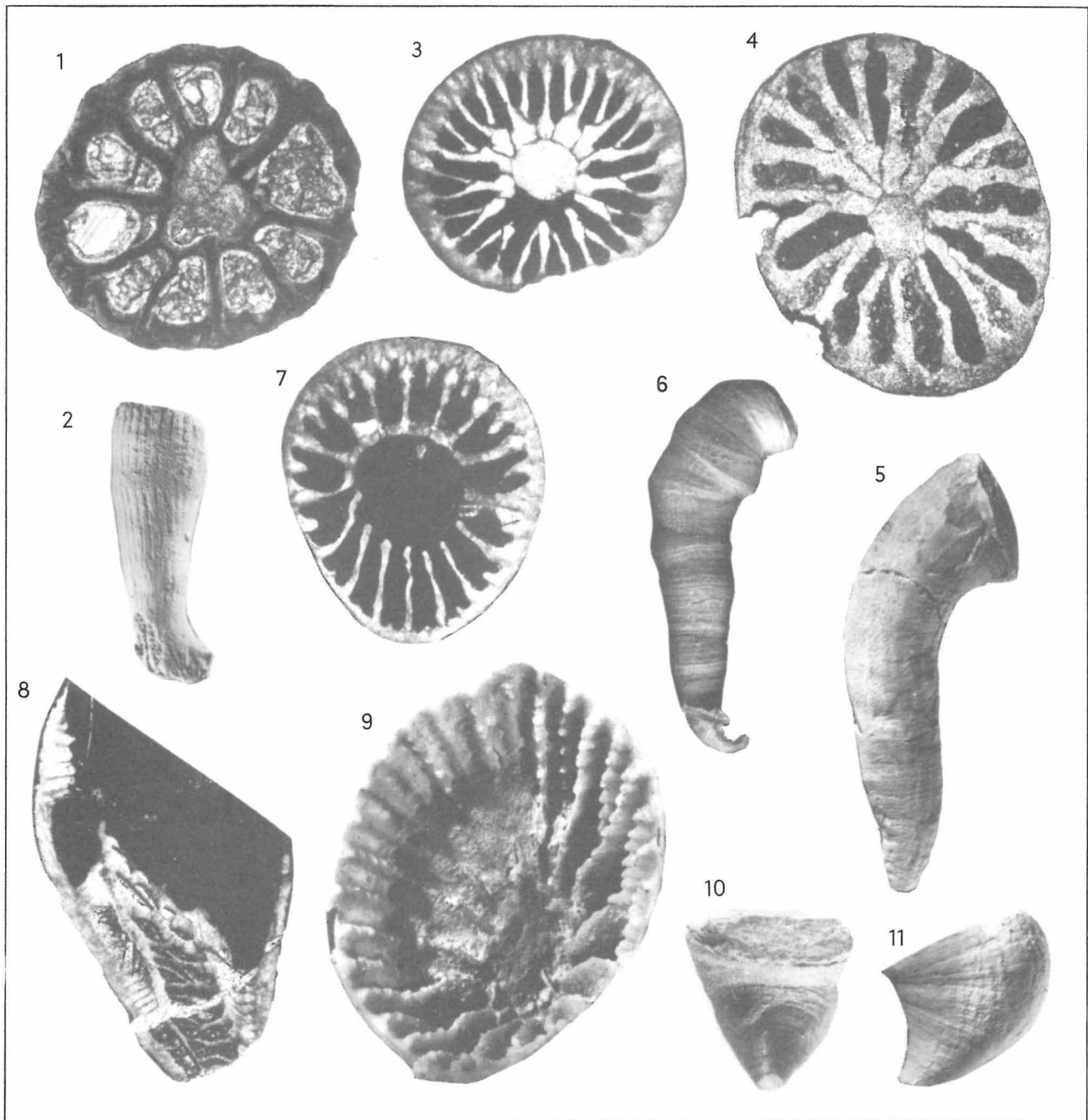


Photo 4

Rugosa (Cyathaxoniina) des Famenne und Untertournai (Kalkknollenschiefer der Cephalopoden-Fazies); Bohlen bei Saalfeld (1, 2, 11), Pfaffenberg bei Obernitz S Saalfeld (3, 4, 6, 9) und Fischersdorf SSE Saalfeld (5, 7, 8, 10); Coll. BARTZSCH 1950...1960 (ZGI Berlin – 8, 10), Coll. REUTER 1955...1965 (ZGI Berlin – 1, 2, 7, 9, 11) und Coll. BARTZSCH und WEYER 1967...1978 (3...6).

- 1...2 *Thecaxon rozkowskiae* WEYER 1978, *Cheiloceras*-Stufe Nr. X4536, Original WEYER 1978, Taf. 14, Fig. 10...13, und Nr. X4537, Holotypus), 13,3 : 1 und 2,6 : 1;
- 3 *Cyathaxonia* (*Cyathaxonia*) sp., *Gattendorfia*-Stufe (Nr. S80), 10 : 1;
- 4...5 *Cyathaxonia* (*Cyathocarinia*) n. sp., mittlere *Wocklumeria*-Stufe des oberen Mühlhals und obere *Clymenia*-Stufe des Gositzfelsens bei Saalfeld (PM Berlin, Nr. K.191.2., K.190.), 16,6 : 1 und 4 : 1;
- 6 *Guerichiphyllum priscum* (MÜNSTER 1840), *Gattendorfia*-Stufe (Nr. S225), 1 : 1;
- 7...11 *Neaxon regulus* (RH. RICHTER 1848), *Wocklumeria*-Stufe (Nr. X3640, X3647, X3639, X3646, X3632, Originale WEYER 1971), 5,3 : 1 (7, 9), 4 : 1 (8) und 2 : 1 (10, 11)

1924, S. 147, PAECKELMANN 1924, S. 83) und aus den Karnischen Alpen (*Clymenia*-/*Wocklumeria*-Stufe vom Großen Pal: FRECH 1892, S. 269). Es existiert eine einzige Beschreibung als *Stromatopora philoclymenia* FRECH 1885; später ist die Art zu *Clathrodictyon* oder *Anostylostroma* verwiesen worden.

Holotypus sowie altes und neues Material aus Thüringen (obere *Manticoceras*-Stufe, Braunsberg bei Tegau und Vogelsberg bei Göschitz; *Clymenia*-Stufe, Buschteich-Steinbruch bei Löhma) zeigen eine von Stromatoporoidea-Bauplänen abweichende Skelettstruktur und überdies keine kalkige, sondern eine phosphatige Substanz, so daß WEYER und BARTZSCH (1978, S.23) von Problematica (vermutlich Algen) sprachen. Dazu gehören das von MÜLLER (1956, S. 23) als „Kalkalge aus der Verwandtschaft von *Ortonella* und *Mitcheldeania*“ angesprochene Stück aus der *Cheiloceras*-Stufe Thüringens und (nach dem Urteil von GROSS in MÜLLER 1956, S. 23) der bei RZEHAJ (1910, S. 157) als „Panzerfisch-Knochenplatte“ gedeutete Rest aus der *Platyclymenia*-Stufe von Brno.

6.

## Basales Unterkarbon (Gattendorfia-Stufe)

Das wie nahezu überall in den mitteleuropäischen Varisziden noch in der sonst typisch oberdevonischen Cephalopoden-Fazies ausgebildete Untertournai Thüringens führt eine interessante, erst in kleinen Teilen bearbeitete Korallen-Fauna der *Cyathaxonia*-Fazies. Reiches Fossilmaterial wurde aus den 8 m mächtigen, die gesamte *Gattendorfia*-Stufe vertretenden Obersten Kalkknollenschiefern der Umgebung Saalfelds geborgen (*Protognathodus kuehni*-Zone bis *Siphonodella sandbergi*-Zone – BARTZSCH und WEYER 1982). Ergänzende spärliche Funde stammen aus 0,3 m Flaserkalk der *Gattendorfia subinvoluta*-Zone vom Buschteich-Steinbruch bei Löhma NNE Schleiz (WEYER 1977). Für Tiefwasser-Anthozoa dieses stratigraphischen Niveaus gibt es nach jetziger Kenntnis nur zwei weitere, gleichfalls unvollständig untersuchte Fundorte auf der Welt, *Dalnia* in den Góry Świątokrzyskie (RÓZKOWSKA in SZULCZEWSKI 1973, FEDOROWSKI 1973, STASINSKA 1973) und *Drewer* im Rheinischen Schiefergebirge (H. SCHMIDT 1924,

S. 158...159, WEYER 1973), beide mit frappierend ähnlichem, oft artlich identischem Taxa-Bestand.

Rugosa wurden nach PFEIFFER (1954, S. 70) von GRÜNDEL (1961, S. 67...70, Abb. 7...11) als „Einzelkorallen“ erwähnt. SCHWAN (1957, Abb. 1) zitierte provisorische Bestimmungen SCHINDEWOLFS (*Syringaxon*, *Amplexus*); erste morphologische Darstellungen lieferten WEYER (1972, 1979, 1981) und BARTZSCH und WEYER (1982, Taf. 6). Kleinwüchsige diaphragmatopore Formen von 10...15 mm Länge herrschen vor. Ausnahmsweise treten auch mittelwüchsige langkonisch/subzylindrische Typen von 5...8 cm Länge und bis zu 15 mm Kelchdurchmesser auf.

Wichtigste Faunenelemente sind *Cyathaxoniinae* und *Laccophyllinae*: *Cyathaxonia* (*Cyathaxonia*) sp. (Photo 4/3), *Laccophyllum* n.sp. (Abbildung 5/4...5), *Thuriantha muelleri* WEYER 1981. Neben *Bathybalva crassa* WEYER 1981 (Abbildung 5/3), *Guerichiphyllum priscum* (MÜNSTER 1840) (Abbildung 5/6, Photo 4/6), *Drewerelasma* sp. und *Pentaphyllum* (*Communia*) sp. (Abbildung 5/1) kommen andere, taxonomisch noch zu untersuchende Formenkreise vor, darunter mehrere neue Gattungen (beispielsweise Abbildung 5/2, ein in der Coll. RÓZKOWSKA vom polnischen *Dalnia* ebenfalls vertretener Bauplan). Eindeutig fehlen jedoch *Neaxon* und verwandte Taxa (*Petraia*, *Neaxonella*, *Famennelasma*), die in der *Wocklumeria*-Stufe noch das Faunenbild bestimmten und dann an der Devon/Karbon-Grenze ausstarben.

Die Tabulata-Assoziation umfaßt *Cladochonus*, *Sutherlandia*, *Rossopora*, n. gen. aff. *Palaeacis* (solitär) und *Michelinia*. Am häufigsten sind die zwei zuerst genannten, epibenthonisch auf Crinoida-Stielen lebenden Genera (WEYER 1976, S. 1515), die auch in Cephalopoden-Kalken der *Gattendorfia*-Stufe des Rheinischen Schiefergebirges auftreten. Von *Michelinia*, einer eigentlich nur in Flachwasser-Biotopen heimischen Gattung, wurde eine kleine Kolonie gefunden. Verwandte des *Palaeacidae*-Vertreters kommen im Louisiana-Limestone (Devon/Karbon-Grenzbereich) von Missouri (WILLIAMS 1943) und im Erdbacher Kalk (Untervisé, Chadian) des Harzes vor. Insgesamt

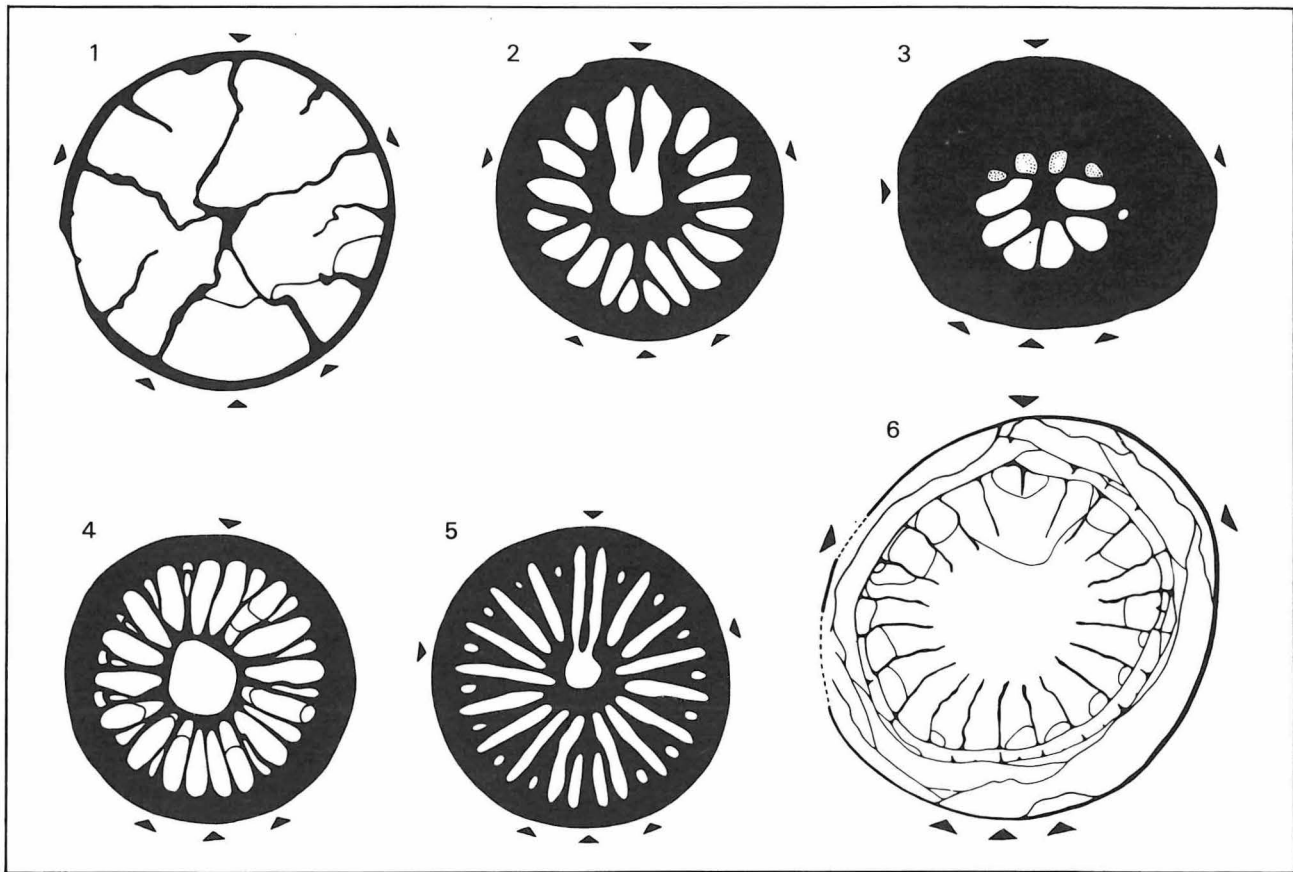


Abbildung 5

Rugosa (Cyathaxoniina, Plerophyllina) des Untertournai (*Gattendorfia*-Stufe, Kalkknollenschiefer der Cephalopoden-Fazies); Bohlen (unteres Mühlital) bei Saalfeld (5) und Pfaffenberg bei Oberritz S Saalfeld (1...4, 6), Coll. BARTZSCH und WEYER 1967...1976.

1 *Pentaphyllum (Commutia)* sp. (Nr. S163), 12 : 1;

2 n. gen. n. sp. (Nr. S103), 6 : 1;

3 *Bathybalva crassa* WEYER 1981 (BA Freiberg, Nr. S44, Original WEYER 1981, Taf. 5, Fig. 1...9), 16 : 1;

4 *Laccophyllum* n. sp. I (Nr. S76), 6 : 1;

5 *Laccophyllum* n. sp. II (Nr. S78), 6 : 1;

6 *Guerichiphyllum priscum* (MÜNSTER 1840) (PM Berlin, Nr. K.146.2., Original BARTZSCH und WEYER 1982, Taf. 6, Fig. 1...3), 3,5 : 1

gleich die Fauna weitgehend der von STASINSKA (1973) für Dalnia in den Góry Świętokrzyskie mitgeteilten Tabulata-Gemeinschaft, in der allerdings eine oberdevonische Form enthalten ist (*Michelinopora* = *Wocklumeria*-Stufe nach Aussage eines zweiten Fundes im Richtprofil des Hönnetal-Bahneinschnitts bei Oberrödinghausen im Rheinischen Schiefergebirge).

## 7. Höheres Unterkarbon (Visé)

Nach dem einschneidenden Fazieswechsel von Cephalopoden-Kalk/Cypridinen-Schiefer zum Kulm an der Wende Unter-/Mitteltournai

(Basis *Siphonodella crenulata*-Zone) beginnt die neue Sedimentationsphase in Thüringen mit einem extrem kondensierten schwarzen Schiefer. Dieser bis zu 20 m mächtige fossilarme Rußschiefer-Horizont (Äquivalent der Liegenden Alaunschiefer des Rheinischen Schiefergebirges), in dem das gesamte belgische Mittel- und Obertournai (Tn2a...Tn3c, oberes Hastarien und Ivorien) und auch noch Untervisé (unteres Moliniacien) vertreten sind, hat nur einmal eine Koralle geliefert. Die unbestimmbare, als Steinkern in einer Phosphoritkonkretion erhaltene kleine zaphrentoidide Rugose gehört zur Zedelsdorfer Ammonoideen-Fauna des oberen Hastarien und wurde von LEHDER (1906) und SCHINDEWOLF (1922,

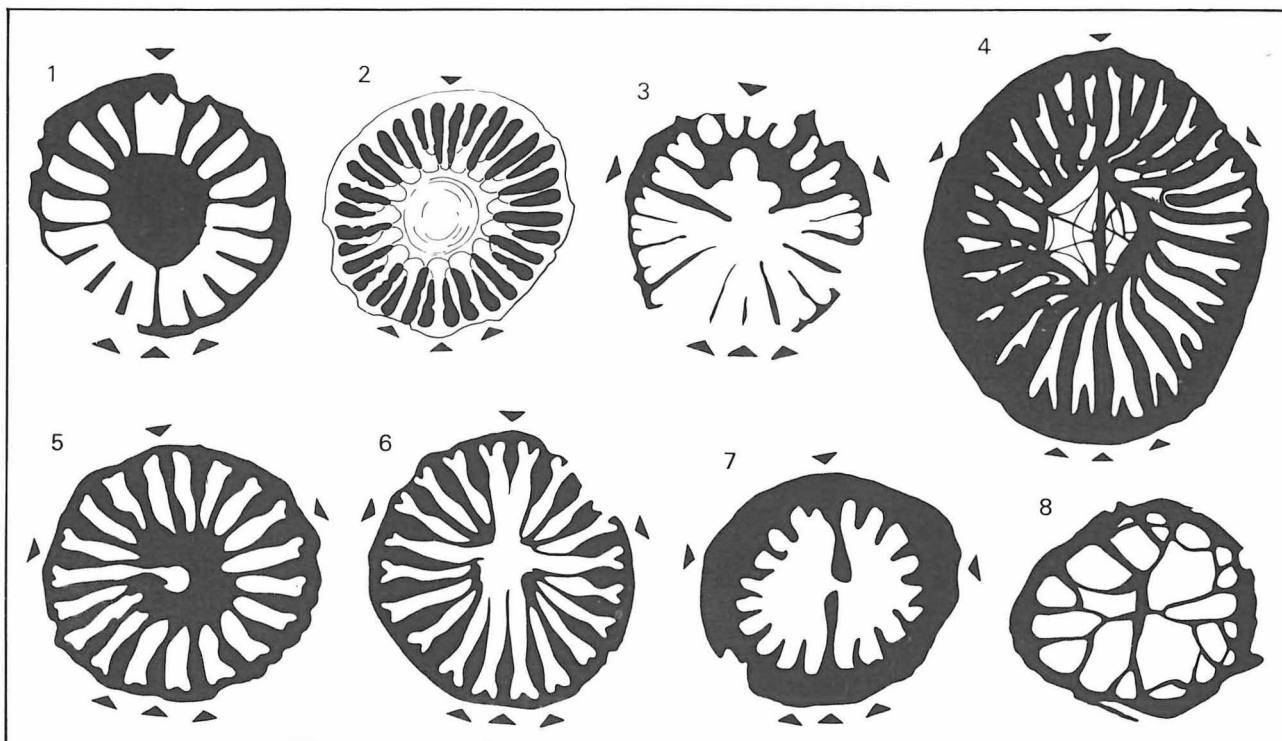


Abbildung 6

Korallen des Unteren Mittelvisé (oberes Moliniacien, Kohlenkalk); Kapfenberg bei Göschitz NNE Schleiz, Coll. WEYER 1965 (1...7) und Coll. WIENHOLZ 1954 (8).

- 1 *Rylstonia* sp. (Nr. M15/105), 5 : 1;
- 2 *Cyathaxonia* (*Cyathocarinia*) sp. (PM Berlin, Nr. K.47., Original WEYER 1973, Abb. 1B), 6 : 1;
- 3 *Ufimia hudsoni* (WEYER 1973) (PM Berlin, Nr. K.40.1., Holotypus), 3,5 : 1;
- 4 *Auloclisia* sp. (Nr. M15/302), 7 : 1;
- 5...6 *Rotiphyllum* cf. *nodosum* (SMYTH 1915) (Nr. M15/90 und Nr. K.51., PM Berlin, Original WEYER 1970, Abb. 2), 4 : 1;
- 7 *Clinophyllum?* sp. (Nr. M15/94), 6 : 1;
- 8 *Heterophyllia* sp. (Nr. W15/30), 16 : 1

S. 10) als *Zaphrentis* sp. erwähnt. Die nächsten Unterkarbon-Anthozoa erscheinen im Hangenden des Dachschiefer-Horizonts im Unter-visé/Mittelvisé mit dem Einsetzen der ersten Turbidite; dabei ist zwischen der Normalfazies des klastischen Kulm-Flyschs und den lokalen episodischen Kohlenkalk-Einlagerungen auf ehemaligen Schwellenregionen zu unterscheiden.

### 7.1.

#### Kohlenkalk

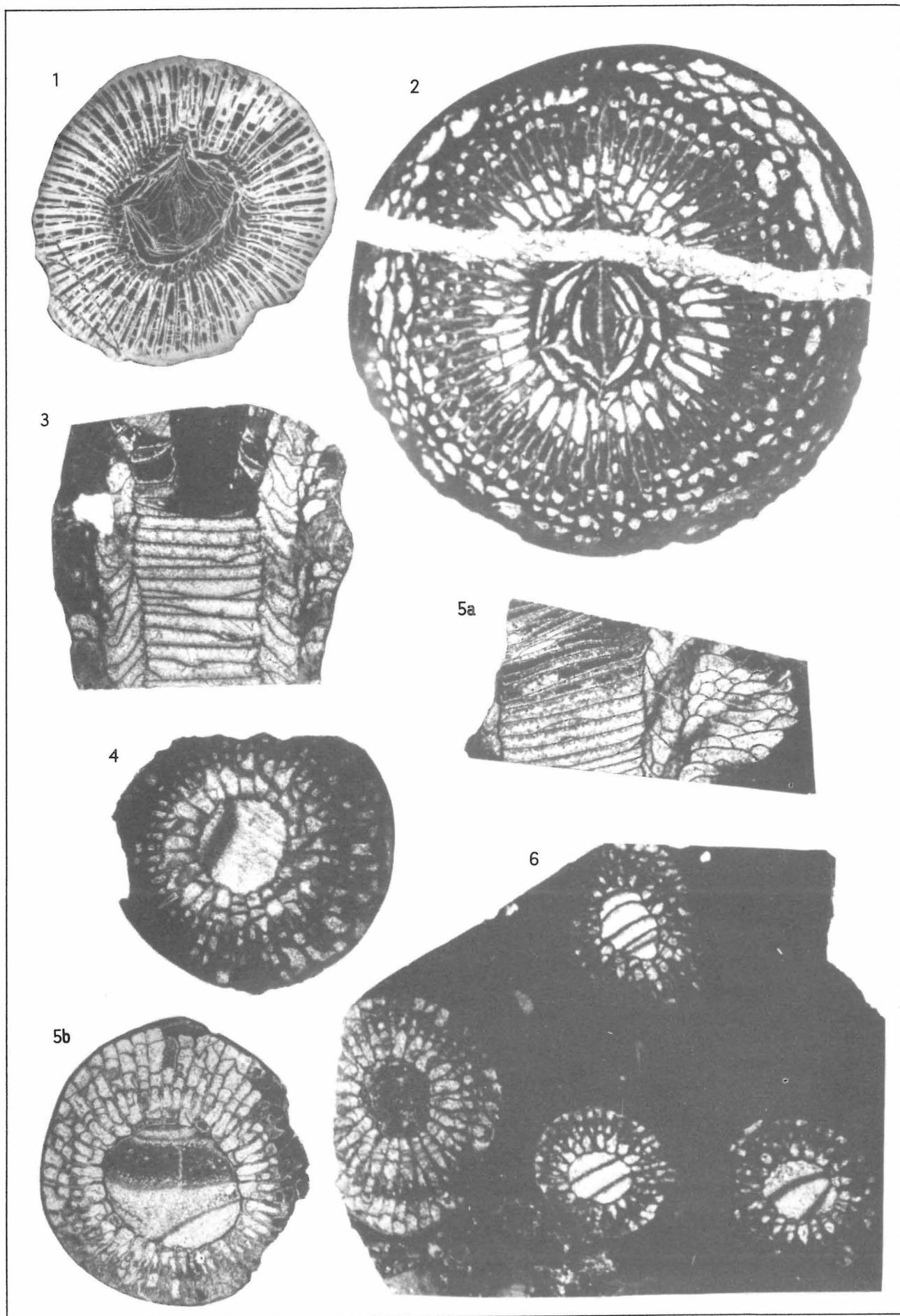
Die wenigen und geringmächtigen, bisher nur grob datierten thüringischen Kohlenkalk-Linsen an der NW-Flanke des Bergaer Sattels sind an diese einstige vulkanische Schwelle gebunden und repräsentieren – anders als die häufigeren und altersmäßig breiter gestreuten Vor-

kommen in der bayrischen Fazies – wohl nur ein stratigraphisches Niveau im Unteren Mittelvisé (oberes Arundian = oberstes Moliniacien = V2a). Dieses Alter wird durch eigene mikropaläontologische Untersuchungen für zwei Lokalitäten NNE Schleiz (Buschteich-Steinbruch bei Löhma, Kapfenberg bei Göschitz) belegt, wo *Archæodiscidae* des Arundian (*Uralodiscus*-Gruppe) zusammen mit *Eotextularia diversa* (TCHERNYCHEVA 1948) und *Koninckopora* beobachtet wurden.

#### Photo 5

Rugosa des unteren Mittelvisé (oberes Moliniacien, Kohlenkalk); Kapfenberg bei Göschitz NNE Schleiz, Coll. WIENHOLZ 1954 (1, 2) und Coll. WEYER 1965 (3...6).

- 1 *Auloclisia* sp. (Nr. W15/7), 2,6 : 1;
- 2 *Carruthersella* sp. (Nr. W15/4), 5 : 1;
- 3...6 *Solenodendron horsfieldi* (SMITH et YÜ 1943) (Nr. M15/200, M15/77, M15/81, M15/2), 5,3 : 1





Dem widerspricht scheinbar eine Datierung des Kohlenkalks vom Rodach-Tal SW Lobenstein als *Scaliognathus anchoralis*-Zone des obersten Ober-tournai (BLUMENSTENGEL und WUCHER 1963), doch sind alle dortigen Conodonten sicher umgelagert, weil begleitend wiederum V1b/V2a-Archaedisidae auftreten. In der thüringischen Fazies findet sich auch kein Äquivalent des bekanntesten oberfränkischen Kohlenkalks von Trogenau [V1a, Chadian, mit *Levitusia humerosa* (SOWERBY 1822), *Cyathoclisia tabernaculum* DINGWALL 1926 und einigen Rugosa angeblich asiatischer Faunenprovenienz wie *Keyserlingophyllum* und *Uralinia*, die jedoch im mittel- und westeuropäischen Unteren Untervisé gleichfalls verbreitet waren].

Korallen-Fragmente sind hin und wieder als feiner Detritus in Thüringer Kohlenkalken enthalten (LIEBUS 1932), doch existiert lediglich ein Fundort (Kapfenberg bei Göschitz – GRÄBE 1962) mit bestimmbarer, zudem reicher Rugosa- und Tabulata-Fauna (*Caninia-Clisiophyllum*-Fazies), die WIENHOLZ (1955) entdeckt hat. Bisher wurden aus dem bedeutenden Material von mehr als 600 ausreichend erhaltenen Exemplaren nur eine neue Art und einige Vergleichsstücke publiziert (WEYER 1970, Abb. 2; 1972, Taf. 1, Fig. 2; 1973, Abb. 1B; 1973; 1975, Abb. 1). Abbildung 6 und Photo 5 bieten eine kleine Auswahl des einmalig artenreichen Faunenspektrums, dem selbst im klassischen westeuropäischen Kohlenkalk zur Zeit nichts Gleichwertiges gegenübersteht, weil englische V2a-Korallen auch nicht intensiv erforscht sind.

Alle Anthozoa liegen als Schutt stark abgerollt und in Bruchstücken parautochthon im organodetritischen, stellenweise konglomeratischen Sediment zusammen mit Geröllen von Frasn-Eruptiva und Famenne-Kalken; fasciculate Kolonien (*Solenodendron*, *Syringopora*) wurden in ihre einzelnen Koralliten zerlegt, und höchstens in etwas feinklastischeren Calcarenit-Bänken haben Bioklasten mitunter weniger gelitten. Die Rugosa-Gemeinschaft setzt sich aus kleinwüchsigen Formen der *Cyathaxonia*-Fazies und aus klein- bis mittelwüchsigen, ganz selten großwüchsigen Formen der *Caninia-Clisiophyllum*-Fazies (Rasen- und Rübent-, „Riff“ in der für das Mitteldevon der Eifel geläufigen Nomenklatur) zusammen. Es sind alles langkonische Polypare bis auf einen fasci-

culaten Koloniebildner und die zylindrischen Heterocorallia-Stengel. Die Tabulata-Kolonien besitzen syringoporoide und cerioide Wuchsformen und erreichten sicherlich Faustgröße.

Korallen-Fauna, begleitende Fossilien (Kalkalgen, kalkige Foraminifera, *Megachonetes* sp. ind., andere Brachiopoda-Reste, *Cummingella*) und Oolithbildung belegen das Flachschild-Milieu eines typischen Kohlenkalks, so daß keinerlei Grund zur einschränkenden Bezeichnungswiese „sogenannter Kohlenkalk“ besteht, die leider in thüringischer Literatur der letzten Jahrzehnte verbreitet anzutreffen war.

*Michelinia*, *Syringopora*, *Multithecopora*, *Cyathaxonia* (*Cyathaxonia*), *Cyathaxonia* (*Cyathocarinia*), *Rotiphyllum* cf. *nodosum* (SMYTH 1915), *Hapsiphyllum*, *Pentaphyllum*, *Ufimia hudsoni* (WEYER 1973), *Clinophyllum*, *Rylstonia*, *Caninia*, *Palaeosmilium* (*murchisoni*-Gruppe), *Auloclisia*, *Clisiophyllum*, *Carcinophyllum? simplex* GARWOOD 1913, *Carruthersella*, *Solenodendron horsfieldi* (SMITH et YÜ 1943), *Hexaphyllia* und *Heterophyllia* wurden vorerst vom Kapfenberg bei Göschitz bestimmt. Weitere, vor allem clisiophylloide und amygdalophylloide Formen sind vertreten.

Ein anderes, nach Foraminiferen gleichaltriges Kohlenkalk-Vorkommen des Saxothuringikums bei Wildenfels SE Zwickau in Westsachsen führt zumindest zwei wichtige, relativ häufige Arten dieser Korallen-Fauna: *Solenodendron horsfieldi* [von SCHINDEWOLF in SCHÜLLER 1950, S. 134, als *Lithostrotion* (*Diphyphyllum*) ex gr. *lateseptatum* bestimmt] und *Auloclisia* sp. (= *Dibunophyllum* bei SCHINDEWOLF in SCHÜLLER 1950, S. 134, = *Aulophyllum fungites* bei DALMER 1884, S. 383). Von oberfränkischen Lokalitäten ist die offenbar charakteristische V2a-Gemeinschaft vorläufig noch nicht nachgewiesen.

## 7.2.

### *Kulm*

Die bis auf Pflanzenhäcksel und *Ichnia* fast fossilfreie und biostratigraphisch deshalb kaum zu gliedernde psammitische, mehr als 2000 m mächtige bathyale Kulm-Schichtenfolge des Thüringischen Schiefergebirges enthält in wenigen (anscheinend drei) lithostrati-

graphischen Niveaus spärliche, schlecht als Steinkerne und Abdrücke erhaltene, selten bestimmbare faunistische Reste, die per Turbiditstrom verfrachtet allochthon an der grobklastischen Basis einzelner Großrhythmen (im Sinne der neuen Kulm-Gliederung von PFEIFFER 1968) auftreten. Der primäre Lebensraum dieser Organismen, unter denen sich Kalkalgen, kalkige Foraminiferen, Korallen der *Cyathaxonia*-Fazies und der *Caninia-Clisiophyllum*-Fazies sowie Kohlenkalk-Brachiopoden befinden, war ein flachneritischer Biotop, im Prinzip Kohlenkalk-Milieu.

PFEIFFER (1968, S. 744, 745) negierte einen weiten Transport, den „die teilweise zartschaligen Fossilien keineswegs überstanden hätten“, und plädierte stattdessen für relativ flaches Wasser in einzelnen Entwicklungsmomenten des Flyschbeckens zu Zeiten der konglomeratischen Schüttungen. Das erscheint fraglich, da erwiesenermaßen über große Entfernungen turbiditisch umgelagerte Fossilien durchaus sehr gut erhalten sein können wie beispielsweise im Kulm-Plattenkalk (Obervisé, Warnantien) des Rheinischen Schiefergebirges oder in den RICHTERSchen Konglomeraten (Oberems, unteres Daleje) der thüringischen Tentaculiten-Schiefer (WEYER 1975, Taf. 1...2, Combophyllidae mit vorzüglich überlieferter, nirgends korrodierter trabekulärer Feinsulptur der distalen Septenränder).

Aus dem Hasenthaler Konglomerat (Basis Hasenthaler Schichten) vom Roten Kreuz bei Hasenthal u. a. Fundorten an der NW-Flanke der Teuschnitzer Mulde meldete VOLK (1951, S. 158) eine kleine Fauna mit Tabulata und Rugosa: „*Cladopora* sp., *Thamnopora* sp., *Pleurodictyum dechenianum* KAYSER 1882, *Cladochonus* sp., *Cyathaxonia*? sp.“ Ohne Kenntnis der Belegstücke darf eine Revision nicht erfolgen, doch gehört das „*Pleurodictyum*“ zweifelsfrei zu *Sutherlandia* COCKE et BOWSER 1968, die „*Thamnopora*“ vielleicht zu *Acaciapora* MOORE et JEFFORDS 1945. Die stratigraphische Stellung des Horizonts ist unklar; nach der Position an der Basis der Flyschfolge möchte ich Arundian-Alter (V1b...V2a) vermuten.

Eine ähnliche Korallen-Faunula kennt man schon länger aus oolithischen Kalkgrauwacken im Niveau des Grenzkonglomerats (Basis Ziegenrücker Schichten — PFEIFFER 1968, S. 731) der Ziegenrücker Mulde (Gebiet um Wilhelmsdorf/Schmorda/Moxa NW Ziegen-

rück). Von Dr. H. PFEIFFER, Berlin, freundlicherweise überlassene Funde gehören zu *Sutherlandia*, *Cladochonus* und *Cyathaxonia*. Aus der Begleitfauna wurden u. a. bereits beschrieben (PAECKELMANN 1930, 1931, KÜHNE 1930, W.E.SCHMIDT 1930, HAHN 1964): *Schizophoria*, Chonetiden (offenbar *Rugosochonetes*, *Plicochonetes*), *Echinoconchus* (*elegans*-Gruppe), *Palaechinus*, Gastropoda, *Brachymetopus moelleri thuringensis* HAHN 1964. Mir lagen außerdem *Megachonetes* sp. ind., *Overtonia fimbriata* (SOWERBY 1824) und *Pentremites* vor. Danach lautet die Datierung lediglich Visé und ist genauer nicht möglich. Ein anderes Vorkommen der gleichen oolithischen Kalkgrauwacke bei Grünau (am Weg nach Rauschengeesee) E Probstzella führt nach LIEBUS (1932) Kohlenkalk-Foraminiferen (einschließlich Archæodiscidae). Als Alter könnte meines Erachtens Holkerian = Livien (V2b...V3a) in Betracht kommen.

Beide Korallen-Faunen sind faziell etwas indifferent. Solche Assoziataionen der *Cyathaxonia*-Fazies charakterisieren einmal bathyale Regionen (Kulmtonschiefer der *Goniatites crenistria*-Zone = oberes Asbian von Aprath und Herborn im Rheinischen Schiefergebirge, *Gattendorfia*-Stufe von Saalfeld in Thüringen) und Cephalopoden-Kalke tiefneritischer Schwellen (Hangenberg-Kalk der *Gattendorfia*-Stufe von Drewer und Oberrödinghausen, Erdbacher Kalk des Chadian von Erdbach, Richrather Kalk der Tournai/Visé Grenze von Sondern, sämtlich Rheinisches Schiefergebirge; *Gattendorfia*-Stufe von Dania in den Góry Świętokrzyskie) (WEYER 1972, 1976). Sie wurden zum anderen in vorwiegend tonig-merglichen Abschnitten von Kohlenkalk-Profilen vielfach beobachtet (HUDSON, CLARKE und SEVASTOPULO 1966); aus diesem Flachmeer-Milieu dürften die allochthonen Funde im Hasenthaler Konglomerat und in den oolithischen Kalkgrauwacken des Grenzkonglomerats nach Aussage der begleitenden Fossilien (Foraminifera und Brachiopoda des Kohlenkalks) auch stammen.

Im Harz und im Rheinischen Schiefergebirge gibt es vergleichbare, manchmal in Gesteinsausbildung und Fossilführung ziemlich übereinstimmende Grauwacke/Konglomerat-Vorkommen mit etwa derselben Tabulata/Rugosa-Gemeinschaft: Tanner Grauwacke (Visé) von Tanne (HELMUTH 1963), konglomeratische Grauwacken (Warnantien) von Clauthal und Eckelshausen (HÜFFNER 1914), Kellerwald-Quarzit (Visé) von Zwesten (H. SCHMIDT 1933), sowie

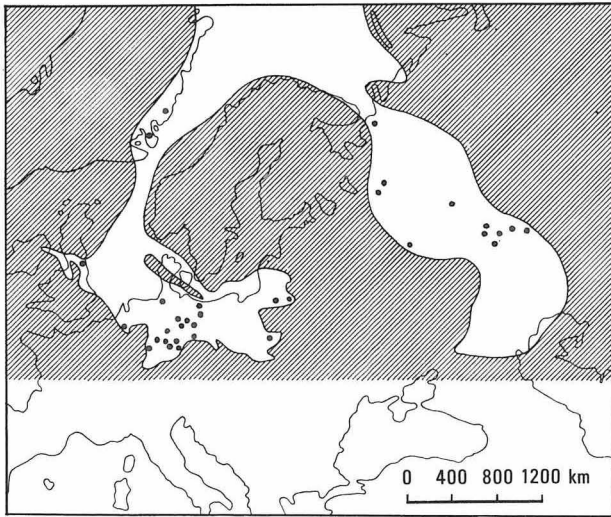


Abbildung 7  
Korallen-Vorkommen im mitteleuropäischen Zechstein-Meer (unteres Oberperm, Abadehian) und im osteuropäischen Kazan-Meer (oberes Mittelperm, Capitanian).  
Topographie mit kontinentalverschobenem Grönland nach BULLARD, EVERETT und SMITH (1965), paläogeographische Rekonstruktion nach DUTRO und SALDUKAS (1973).

Kalkgeröllbank (Brigantian) von Elsoff (CLAUSS 1927).

Im Wurstkonglomerat (Basis Kaulsdorfer Schichten) von Röppisch in der südöstlichen Ziegenrücker Mulde fand GRÄBE eine einzelne größere Tabulata-Kolonie, *Syringopora* sp. aff. *reticulata* (GOLDFUSS 1829) (PFEIFFER 1968, S. 745, GRÄBE und BLUMENSTENGEL 1974, S. 278), die wegen ihres guten Erhaltungszustands für autochthon galt, eventuell aber doch eher als Geröll im Suspensionsstrom verfrachtet wurde. Das trifft fraglos für ein anderes Korallen-Vorkommen in einer vorerst lithostratigraphisch nicht einzuordnenden Kalkgrauwacke bei Landsendorf ESE Leutenberg zu, wo PFEIFFER großwüchsige, total ausgelaugte und als Steinkerne überlieferte, leider unbestimmbare Rugosa-Fragmente der *Caninia-Cliosiphillum*-Fazies entdeckte. Diese allochthonen Flachwasser-Anthozoa aus dem Kohlenkalk-Milieu entsprechen in der Art des Auftretens altbekannten gleichartigen, allerdings wesentlich jüngeren Funden im Rheinischen Schiefergebirge, beispielsweise aus dem Waldeck-Konglomerat (Brigantian) des Eder-Gebiets bei Waldeck und Frankenberg (PAPROTH 1953, WEYER 1976).

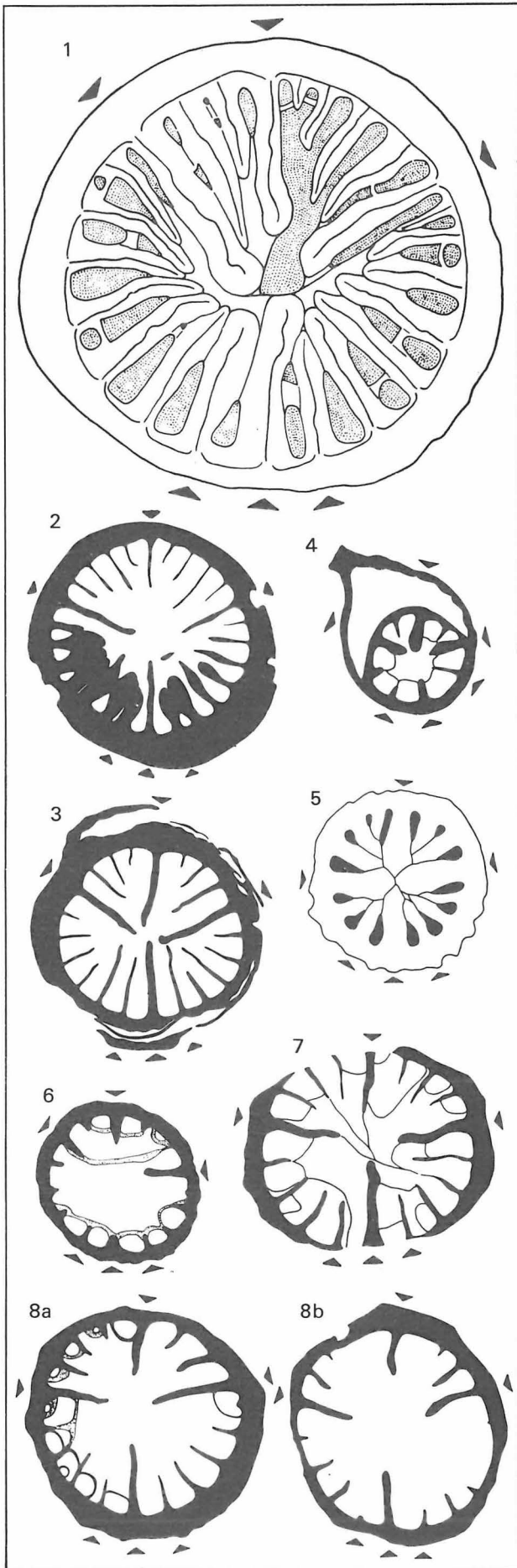
8.

## Oberperm (Zechstein)

Das Zechstein-Meer, die erste marine Ingression nach der sudetisch-asturischen Orogenese und nach der vom höchsten Obervisé bis zum Saxon erfolgten Abtragung des variszischen Gebirges, schuf noch einmal kurzfristig Lebensräume für die nunmehr letzten paläozoischen Korallen Thüringens (Abbildung 7). Sie treten im Zechsteinkalk (Werra-Zyklus) auf, dem einzigen fossilreicheren Horizont, der heute in die Abadeh-Stufe gestellt wird, obwohl die leitende Conodonten-Art *Merillina divergens* (BENDER et STOPPEL 1965) im iranischen Richtprofil (sensu TARAZ 1981) nur das obere Abadehian, aber auch noch das untere Dzhulfian charakterisiert.

Den ältesten Fund meldete HOFF (1811, S. 375, „Korallenzinken“ von Schmerbach); vom gleichen Fundort errichtete SCHLOTHEIM (1813) das erste Taxon. Nach WEYER (1979) verteilen sich die Zechstein-Korallen auf lediglich zwei Rugosa-Arten, den von Ostengland bis zur Westgrenze der UdSSR verbreiteten Ubiquisten *Calophyllum quadrifidum* (HOWSE 1848) (Abbildung 8/4...8, Photo 6/1...7) und das momentan nur aus dem Thüringer Becken bekannte *Calophyllum columnare* (SCHLOTHEIM 1813) (Abbildung 8/1...3, Photo 6/8...10). GEINITZ (1842, 1848, 1861), LUDWIG (1865...1866, 1869) und SCHINDEWOLF (1942) publizierten zoologische Studien über thüringisches Material.

Ilmenau und Schmerbach (Mergel des unteren Zechsteinkalks) waren die wichtigsten Lokalitäten für *Calophyllum columnare*, das sonst erst wieder bei Eisleben häufiger gefunden wurde; Einzelstücke stammen noch von Gera und aus der Bohrung Wiesenthal S Bad Salzungen (KÄSTNER 1969, S. 14). Die *quadrifidum*-Vorkommen gehören teils ebenfalls dem Zechsteinkalk an (SW-Kyffhäuser), teils den ungefähr gleichaltrigen Kalken der Algen-Bryozoen-Riffe im Bereich ehemaliger Küsten und Untiefen (Thal, Pössneck), wo sie örtlich sogar einmal massenhaft zu finden waren (ZIMMERMANN 1913, S. 42 – Photo 6/1). Einige Korallen-Fundstellen (etwa Bohrung Bibra S Meiningen – ZIMMERMANN in KEILHACK 1909,



S. 937) gestatten an Hand der allein verfügbaren Faunenlistendaten keine Artbestimmung. Gegenwärtig existieren kaum Aufschlüsse, wo *Calophyllum*-Material gesammelt werden konnte.

Die Historie von Taxonomie und Nomenklatur der zwei Zechstein-Korallen offenbart erhebliche Verwirrung. Eine breite intraspezifische Variation gibt Anlaß zu folgender Synonymisierung der insgesamt 13 aufgestellten Art-Begriffe: *Caryophyllia quadrifida* HOWSE 1848 = *Turbinolia donatiana* KING 1848, *Petraia dentalis* KING 1848, *Astrocyathus incisus* LUDWIG 1869, *Astrocyathus compressus* LUDWIG 1869, *Polycoelia gracilis* SCHINDEWOLF 1942; *Coralliolites columnaris* SCHLOTHEIM 1813 = *Cyathophyllum profundum* GEINITZ 1842, *Tetraphyllum profundum* LUDWIG 1865, *Astrocyathus geinitzi* LUDWIG 1866, *Zaphrentis callosa* LUDWIG 1869, *Cyathaxonia herbsti* LUDWIG 1869, *Cyathophyllum plarrei* EISEL 1900.

Die übliche Bezeichnung lautet *Calophyllum profundum* (GEINITZ 1842), wobei als Autor des Taxons oft GERMAR genannt wurde, obwohl dieser (1840, S. 37) lediglich eine „Coralline“ aus dem Zechsteinkalk von Helbra erwähnte, ohne ihr einen Namen zu geben. Älter und damit im Sinne heutiger zoologischer Nomenklaturregeln gültig ist jedoch das Taxon *Coralliolites columnaris* SCHLOTHEIM 1813, von dessen Lectotypus hier (Abbildung 8/1) zum ersten Mal ein Schliffbild publiziert wird. Seit KING (1850) und GEINITZ (1861) zählt man diese Art auf Grund einer Verwechslung irrtümlich zu den Bryozoa (*Stenopora*, *Geinitzella*, *Batostomella*)! Auch dort war die fehlende Revision der glücklicherweise erhaltenen SCHLOTHEIMSchen Originale ein Mißstand, so daß MOROZOVA (1970) den alten, inzwischen mehrdeutigen Namen nicht mehr verwendete und lieber für baltische Zechstein-Trepstomata (*Stenopora*, *Dyscritella*) drei neue Arten aufstellte.

Abbildung 8

Rugosa (Plerophyllina) des Abadehian (unterer Zechstein, Werra-Zyklus).

- 1...3 *Calophyllum columnare* (SCHLOTHEIM 1813), unterer Zechsteinkalk (1 = Schmerbach SE Eisenach, Coll. SCHLOTHEIM 1810, PM Berlin, Lectotypus, 7 : 1; 2 = Wartberg bei Seebach SE Eisenach, Coll. FRIEDRICH 1875, GTM Halle, Original WEYER 1979, Abb. 4, 2,4 : 1; 3 = Schmerbach SE Eisenach, Coll. 19. Jhdt., ZGI Berlin, Nr. X6196, 4 : 1);
- 4...8 *Calophyllum quadrifidum* (HOWSE 1848), Zechstein-Riffkalk (4...6 = Spitziger Stein bei Thal SE Eisenach, Coll. E. ZIMMERMANN 1895, ZGI Berlin, Nr. X6193, Original WEYER 1979, Abb. 6, 8 : 1; 7...8 = Pössneck, Coll. LANGENHAN 1875...1905, U. Leipzig, Originale LANGENHAN 1908, Taf. 1, Fig. 1d und Fig. 1a...c, 6 : 1

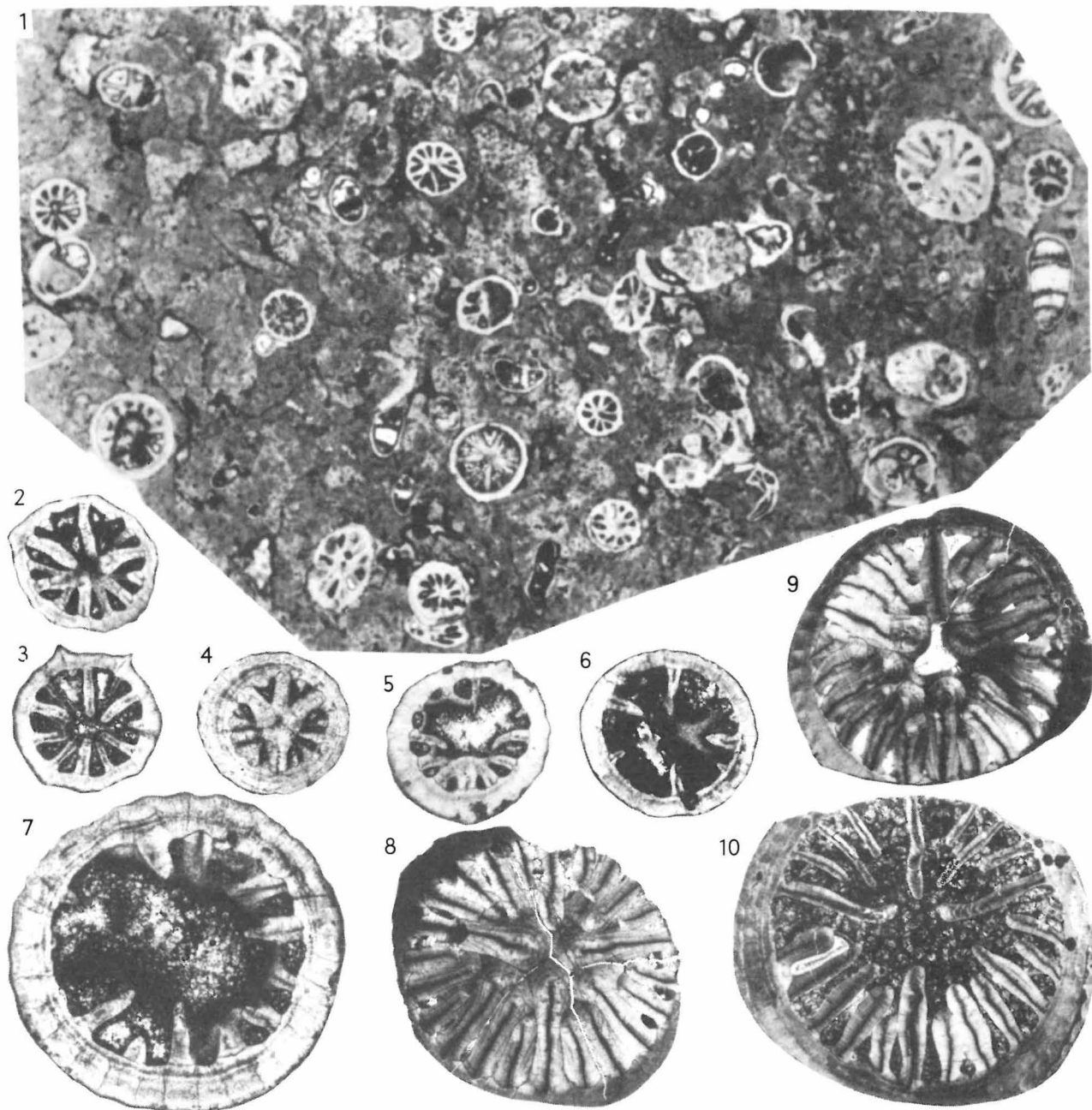


Photo 6

Rugosa (Plerophyllina) des Abadehian (unterer Zechstein, Werra-Zyklus).

- 1...7 *Calophyllum quadrifidum* (HOWSE 1848), Zechstein-Riffkalk, Spitziger Stein bei Thal SE Eisenach, Coll. E. ZIMMERMANN 1895 (ZGI Berlin, Nr. X6193, Original WEYER 1979, Abb. 6, Taf. 1, Fig. 1), 2,6 : 1 (1), 6,6 : 1 (2, 3), 5,3 : 1 (4...6), 10 : 1 (7);
- 8...10 *Calophyllum columnare* (SCHLOTHEIM 1813), unterer Zechsteinkalk (8 = Ilmenau, Coll. 19. Jhdt., GTM Halle, Original WEYER 1979, Abb. 3, 3,3 : 1; 9...10 = Bohrung Wiesenthal S Bad Salzungen, Coll. KÄSTNER 1964, ZGI Berlin, Nr. X4167, Original WEYER 1972, Abb. 4a, 3,3 : 1)

Außer dem Genus *Calophyllum* DANA 1846 lebten im Zechstein-Meer keine anderen, fossil erhaltungsfähigen Korallen. Angebliche Funde von weiteren Rugosa-Gattungen sowie von Tabulata erwiesen sich als inkorrekt. *Calamopora mackrothi* GEINITZ 1846, *Alveolites producti* GEINITZ 1848, *Alveolites buchianus* KING 1850, *Alveolites grunewaldti* SCHAUROTH 1854, *Aulopora voigtiana* KING 1850 sind alles Bryozoa, die

ja erst 1830 als eigenständige Tiergruppe von den Anthozoa separiert wurden; *Syringopora fischeri* GEINITZ 1863 ist ein Problematicum.

Die Zechstein-Korallen zeigen klare faunistische Beziehungen zu zwei anderen „borealen“ Perm-Faunen (Abbildung 7), der ähnlich artenarmen, etwas älteren Rugosa-Gemein-

schaft des osteuropäischen Unterkazan-Meres (Capitanian) und der stärker diversen, offenbar etwas jüngeren Rugosa-Assoziation des ostgrönländischen Oberperm (Abadehian...Dzhulfian). Nur in diesen Regionen, nicht in der Paläotethys, war die besondere Artgruppe des *Calophyllum columnare* verbreitet. Russische Funde wurden oft mit der deutschen Zechstein-Rugose identifiziert (zuletzt bei IVANOVSKY 1972), aber auch als selbständige Art aufgefaßt (SOSHKINA 1941, SCHINDEWOLF 1942, WEYER 1979): *Calophyllum permianum* (NECHAJEV 1894). In der Korallen-Fauna von Cap Stosch und Cap Brown an der mittleren Ostküste Grönlands kann *Calophyllum permicum* FLÜGEL 1973 kaum von Zechstein-Polyparen unterschieden werden (FLÜGEL 1973, WEYER 1979, S. 1004). Offensichtlich wanderte aus jenem heute arktischen Raum (Skandikusensu FREBOLD) mit reicheren permischen Faunen des offenen Ozeans wiederholt eine kleine Auswahl europyöker Invertebrata und Vertebrata in die nahezu abgeschnürten, später hypersalinaren Nebenmeere des Kazanian und Zechsteins ein.

## Literatur

*Das Verzeichnis bietet lediglich eine Auswahl der Quellen; nicht angeführte Literaturstellen sind in anderen Arbeiten des Verfassers zitiert.*

- BARTZSCH, K., und D. WEYER:  
Zur Stratigraphie des Untertournai (*Gattendorfia*-Stufe) von Saalfeld im Thüringischen Schiefergebirge. — In: Abh. u. Ber. f. Naturkd. u. Vorgesch. — Magdeburg 12 (1982), 4, S. 3...53.
- BLUMENSTENGEL, H., und H. SCHMIDT:  
Eine Muschelkrebsfauna (Ostracoda) aus dem tiefen Oberdevon nordöstlich von Gera (NE-Fortsetzung des Bergaer Sattels). — In: Veröff. d. Museen d. Stadt Gera, naturwiss. Reihe. — Gera 6 (1979), S. 65...72.
- BLUMENSTENGEL, H., und K. WUCHER:  
Nachweis einer Schichtlücke zwischen Oberdevon und Unterkarbon im Rodachtal (Mtbl. Lobenstein, Thüringisches Schiefergebirge). — In: Geologie. — Berlin 12 (1963), 4, S. 439...448.
- BRÄUNLICH, E.:  
Einige geologische Probleme im Oberdevon von Posterstein (Kreis Schmölln). — In: Abh. u. Ber. d. naturkd. Mus. „Mauritianum“. — Altenburg 2 (1960), S. 35...39.
- BÜTTNER, D.S.:  
Coralliographia subterranea. Dissertatio de Coralliis fossilibus. — F. Groschuff: Leipzig, 1714, S. 1...68.
- BULLARD, E., J.E. EVERETT, und A. G. SMITH:  
The fit of the continents around the Atlantic. — In: Philosophical Transactions, ser. A/Royal Society. — London 258 (1965), S. 41 bis 51.
- CLAUS, R.:  
Die Elsoffer Kulmmulde. — In: Zeitschr. d. dt. geol. Ges. — Berlin 79 (1927), S. 235...279.
- DALMER, K.:  
Ueber das Vorkommen von Culm und Kohlenkalk bei Wildenfels unweit Zwickau in Sachsen. — In: Zeitschr. d. dt. geol. Ges. — Berlin 36 (1884), S. 379...385.
- FRECH, F.:  
Die Karnischen Alpen. — Niemeyer: Halle, 1892, S. 1...514.
- FREYER, G.:  
Neue Untersuchungen im Oberdevon des Vogtlandes auf Grund des Fossilinhaltes der Kalke im Bereich der Vogtländischen Mulde. — In: Freiburger Forschungs-H. — Berlin C27 (1957), S. 1...98.
- GRÄBE, R.:  
Beziehungen zwischen der tektonischen und faziellen Entwicklung des Oberdevons und Unterkarbons sowie zur Genese der Eisenerze vom Lahn-Dill-Typus am NW-Rand des Bergaer Sattels (Thüringisches Schiefergebirge). — In: Freiburger Forschungs-H. — Berlin C140 (1962), S. 1...83.
- GREILING, L.:  
Der Thüringische Lederschiefer. — In: Geologica et Palaeontologica. — Marburg 1 (1967), S. 3...11.
- HAHN, G.:  
Die Gattung *Brachymetopus* McCoy (Trilobita) im Etroengt und Unter-Karbon Deutschlands. — In: Senckenbergiana lethaea. — Frankfurt/M. 45 (1964), S. 167...199.
- HELMUTH, H.J.:  
Zur Unterkarbon-Stratigraphie der Tanner Grauwacke des Harzes. — In: Geologie. — Berlin 12 (1963), 10, S. 1138...1151.
- HEMPEL, G., und G. WEISE:  
Klima und Sedimentation im jüngsten Ordovizium Thüringens. — In: Monatsber. dt. Ak. Wiss. — Berlin 9 (1967), 2, S. 139...149.

- HOFF, K. A. v.:  
 Brief an LEONHARD. Zusätze zum Aufsatz 1810.  
 – In: Taschenb. gesamte Mineral.  
 – Frankfurt/M. 5 (1811), S.375...377.
- HÜFFNER, E.:  
 Beiträge zur Kenntnis des deutschen Culms.  
 – In: Jb. d. preuß. geol. Landesanst. – Berlin  
 35 (1914), 1, S.448...548.
- JAEGER, H.:  
 Über die Silur/Devon-Grenze in Thüringen.  
 – In: Geologie. – Berlin 4 (1955), 4,  
 S.416...432.  
 –: Das Silur und Unterdevon vom thüringischen  
 Typ in Sardinien und seine regional-  
 geologische Bedeutung. – In: Nova Acta  
 Leopoldina, N.F. – Halle 45 (1976), 224,  
 S.263...299.
- KNÜPFER, J.:  
 Zur Fauna und Biostratigraphie des Ordovi-  
 ziums (Gräfenenthaler Schichten) in Thüringen.  
 – In: Freiburger Forschungs-H.- Leipzig C220  
 (1967), S.1...119.
- KÜHNE, F.:  
 Die Gastropoden des deutschen Unterkarbons.  
 – In: Abh. d. preuß. geol. Landesanst., N.F.  
 – Berlin 122 (1930), S.93...141.
- LANGENHAN, A.:  
 Zechstein-Versteinerungen Schlesiens und  
 Thüringens. II. – In: Zeitschr. f. Mineral.  
 Geol. u. Paläont. – Berlin (1908), 1/2, S.1...6.
- LEHDER, J.:  
 Die Phosphoritkonkretionen des Untersten Culms  
 in Ostthüringen und dem Vogtlande. – In:  
 Neues Jb. f. Mineral., Geol. u. Paläont.  
 Beil.-Bd. – Stuttgart 22 (1906), 48...113.
- LIEBE, K. T.:  
 Erläuterungen zur geologischen Specialkarte  
 von Preussen und den Thüringischen Staaten.  
 Section Ronneburg. – Preuß. geol. Landes-  
 anst.: Berlin, 1878, S.1...29.
- LIEBE, K. T., und E. ZIMMERMANN:  
 Erläuterungen zur geologischen Specialkarte  
 von Preussen und benachbarten Bundes-  
 staaten. Lieferung 114. Blatt Hirschberg a.  
 Saale. – Preuß. geol. Landesanst.: Berlin, 1912,  
 S.1...214.
- LIEBUS, A.:  
 Die Fauna des deutschen Unterkarbons.  
 3. Teil. Die Foraminiferen. – In: Abh. d. preuß.  
 geol. Landesanst., N.F. – Berlin 141 (1932),  
 S.133...175.
- PAECKELMANN, W.:  
 Das Devon und Carbon der Umgebung von Balve  
 i. Westf. – In: Jb. d. preuß. geol. Landes-  
 anst. – Berlin 44 (1924), S.51...97.
- PAECKELMANN, W.:  
 Die Brachiopoden des deutschen Unter-  
 karbons. 2. Die Productinae und *Productus*-  
 ähnlichen Chonetinae. – In: Abh. d. preuß.  
 geol. Landesanst., N.F. – Berlin 136 (1931),  
 S.1...440.
- PAPROTH, E.:  
 Eine Kohlenkalkfauna aus dem Kulm-  
 konglomerat von Frankenberg an der Eder.  
 – In: Paläont. Zeitschr. – Stuttgart 27 (1953),  
 S.169...207.
- PFEIFFER, H.:  
 Vorschlag zur Neugliederung des thüringischen  
 Culms auf der Grundlage von Groß-  
 rhythmien. – In: Jb. f. Geol. – Berlin 2  
 (1968), S.719...754.
- RZEHAK, A.:  
 Der Brünner Clymenienkalk. – In: Zeitschr. d.  
 mährischen Landesmus. – Brünn 10 (1910),  
 S.149...216.
- SCHINDEWOLF, O. H.:  
 Über eine Unterkarbonfauna aus  
 Ostthüringen. – In: Senckenbergiana.  
 – Frankfurt/M. 4 (1922), S.8...20.
- SCHLOTHEIM, E. F. v.:  
 Beiträge zur Naturgeschichte der Verstei-  
 nerungen in geognostischer Hinsicht. – In:  
 Taschenb. gesamte Mineral. – Frankfurt/M.  
 7 (1813), 1, S.3...134.
- SCHMIDT, H.:  
 Das Oberdevon-Culm-Gebiet von Warstein  
 i. W. und Belecke. – In: Jb. d. preuß. geol.  
 Landesanst. – Berlin 41 (1921), 1, S.254...339.  
 –: Der Kellerwaldquarzit mit einer Beschrei-  
 bung seiner Fauna und der aus der Tanner  
 Grauwacke. Geol. u. Paläont. Abh., N.F.  
 – Jena 19, 5 (1933), S.1...55.
- SCHMIDT, W. E.:  
 Die Echinodermen des deutschen Unterkar-  
 bons. – In: Abh. d. preuß. geol. Landesanst.,  
 N.F. – Berlin 122 (1930), S.31...92.
- SCHÜLLER, A.:  
 Zur Kenntnis des initialen keratophyrischen  
 Vulkanismus im thüringisch-vogtländischen  
 Culm und der zeitlichen Einstufung der  
 Gneisüberschiebungen der Zwischengebirgs-  
 schollen.  
 – In: Neues Jb. Mineral., Geolog. u. Paläont.,  
 Abh., Abt. A: Mineral.,  
 Gesteinskd. – Stuttgart 80 (1950), S.12...144.
- STASINSKA, A.:  
 Tabulata corals from Dalnia in the Holy  
 Cross Mts.  
 – In: Acta geol. polonica.  
 – Warszawa 23 (1973), 1, S.83...88.

- SZULCZEWSKI, M.:  
Famennian-Tournaisian neptunian dykes and their conodont fauna from Dalnia in the Holy Cross Mts. — In: Acta geol. polonica. — Warszawa 23 (1973), 1, S. 15...59.
- TARAZ, H., und Iranian-Japanese Research Group:  
The Permian and the Lower Triassic Systems in Abadeh Region, Central Iran. — In: Memoirs of the Faculty of Science, ser. geol. mineral. / Kyoto Univ. — Kyoto 47 (1981), 2, S. 61...133.
- VOLK, M.:  
Fossilführende Grauwacken im Unteren Kulm am Schwarzburger Sattel. — In: Geol. Blätter f. Nordost-Bayern und angrenzende Gebiete. — Erlangen 1 (1951), S. 157...158.
- WEISSERMEL, W.:  
Über ein Kieselgestein mit *Lithostrotion junceum* aus Thüringen. — In: Zeitschr. d. dt. geol. Ges. — Berlin 87 (1935), 2, S. 115...119.  
—: Favositen aus schiefrigem Mittel- und Unter-Devon im Rheinischen Schiefergebirge. — In: Senckenbergiana. — Frankfurt/M. 23 (1941), S. 177...182.  
—: Korallen aus meist kalkigem Oberdevon Ost-Thüringens. — In: Zeitschr. d. dt. geol. Ges. — Berlin 95 (1943), S. 1...12.
- WEYER, D.:  
Ein Korallenfund aus dem Ordoviz von Thüringen. — In: Geologie. — Berlin 16 (1967), 8, S. 922...927.  
—: *Pleurodictyum* GOLDFUSS 1829 (Anthozoa, Tabulata) im europäischen Unterkarbon? — In: Freiburger Forschungs-H. — Leipzig C276 (1972), S. 31...38.  
—: Über *Rhopalolasma* HUDSON 1936 (Anthozoa, Rugosa, Karbon). — In: Paläont. Abh. — Berlin A4 (1973), 4, S. 675...681.  
—: *Drewerelasma*, ein neues Rugosa-Genus aus der *Gattendorfia*-Stufe (Unterkarbon) des Rheinischen Schiefergebirges. — In: Zeitschr. f. geol. Wiss. — Berlin 1 (1973), 8, S. 975...980.  
—: Korallen-Funde im europäischen Zechstein-Meer. — In: Zeitschr. f. geol. Wiss. — Berlin 7 (1979), 8, S. 981...1021.  
—: Bathyale Rugosa (Anthozoa) au pelagischem Oberem (Unterdevon) im Thüringischen Schiefergebirge. — In: Abh. u. Ber. f. Naturkd. u. Vorgesch. — Magdeburg 12 (1981), 3, S. 23...73.  
—: *Glatziella* RENZ 1914 (Ammonoidea, Clymeniida) im Oberdevon von Thüringen. — In: Hall. Jb. f. Geowiss. — Gotha/Leipzig 6 (1981), S. 1...12.
- WEYER, D.:  
*Thexacon* (Anthozoa, Rugosa) im Oberdevon von Steinach (Thüringer Schiefergebirge). — In: Hall. Jb. f. Geowiss. — Gotha 7 (1982), S. 111...116.  
—: *Neaxon cheilos* n. sp. aus dem Unterfammenne von Schleiz im Thüringer Schiefergebirge (Anthozoa Rugosa, Oberdevon). — In: Abh. u. Ber. f. Naturkd. u. Vorgesch. — Magdeburg 12 (1984), 5, S. 3—16, 77—83.  
—: *Pseudopetraia* SOSHKINA 1951 (Anthozoa, Rugosa) aus dem Unterdevon des Thüringischen Schiefergebirges. — In: Zeitschr. f. geol. Wiss. — Berlin 13 (1985), 5, im Druck.
- WIENHOLZ, R.:  
Zur Ausbildung und Entstehung des Kohlenkalkes und über den Unterkarbon-Vulkanismus in Ostthüringen. — Jena: unveröff. Dipl.-Arb. Univ., 1955, S. 1...76.
- WILLIAMS, J. S.:  
Stratigraphy and fauna of the Louisiana Limestone of Missouri. — In: Professional paper / U. S. Geol. Survey. — Washington 203 (1943), S. 1...133.
- ZAGORA, K., und I. ZAGORA:  
Zur biofaziellen Charakteristik der Tentaculitenschiefer und Schwärzschiefer (Devon, Thüringisches Schiefergebirge). — In: Freiburger Forschungs-H. — Leipzig C363 (1981), S. 127...133.
- ZIMMERMANN, E.:  
Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten. Lieferung 181. Blatt Schleiz. — Preuß. geol. Landesanst.: Berlin, 1915, S. 1...97.



## Besprechungen

SEIBOLD, E. und W. H. BERGER  
The Sea Floor – An Introduction to  
Marine Geology.

288 Seiten, 206 Abbildungen.  
Springer-Verlag: Berlin [West], Heidelberg,  
New York, 1982.

Im Jahre 1974 hat E. SEIBOLD im gleichen Verlag sein Buch „Der Meeresboden – Ergebnisse und Probleme der Meeresgeologie“ herausgebracht, das in seiner Art und Komplexität als Standardwerk gelten darf. SEIBOLD hat Teile seines Buches neu geschrieben und inzwischen gewonnene Erkenntnisse eingefügt. W. H. BERGER hat die SEIBOLDSchen Texte übersetzt und neue Ergebnisse über die Sedimentation in der Tiefsee, die Ozeanographie des Pleistozäns und Resultate des Tiefseebohrprogramms (Deep Sea Drilling Project) beigegeben. So ist ein neues Buch zustande gekommen, das sich durch umfassende und kritische Darstellung sowie viele Hinweise auf noch ungelöste Fragen auszeichnet. Das neue Buch beginnt mit einer Bildseite, auf der neun Begründer der Meeresgeologie abgebildet sind. Dabei sind auch JOH. WALTHER (1860...1937), zuletzt Ordinarius der Geologie in Halle (Saale), und ALFRED WEGENER (1880...1930) neben J. MURRAY, J. BOURCART, PH. H. KUENEN, H. H. HESS, M. EWING, B. C. HEEZEN und F. P. SHEPARD vertreten. Für diese Zusammenstellung, die durch 3,5 Seiten Text über die Forscher ergänzt wird und sicher viel Mühe gekostet hat, darf man den Autoren dankbar sein.

Das Werk beinhaltet Kapitel über Ursprung und Morphologie der Ozeanbecken und -ränder, Herkunft und Zusammensetzung der marinen Sedimente, die Wirkung von Wellen und Meeresströmungen, Meeresspiegelschwankungen, Meeresboden und Organismen, marine Sedimente und Klimaprozesse. Beispiele für die Sedimentation in der Tiefsee, Paläoozeanographie, Rohstoffe am Meeresboden. Auch die Versenkung von radioaktiven Abfällen und die dadurch entstehenden Gefahren werden diskutiert. Literaturhinweise, zahlreiche Tabellen (z. B. Minerale, Gesteine und ihre chemische Zusammensetzung, radiometrische Altersbestimmungen, wichtige Organismen und Skizzen dazu), Namen- und Sachregister ergänzen den Text, der durch Tabellen, Skizzen und instruktive Photos wesentlich ergänzt wird. Ein Vergleich mit dem SEIBOLDSchen Buch von 1974 lehrt, wie viele neue Abbildungen verwendet wurden und wie der Autor den Text nicht nur ergänzt, sondern neu verfaßt hat. So ist ein Werk

entstanden, das einen ausgezeichneten Überblick über die Erkenntnisse und Probleme der Meeresgeologie bietet. Fragen der Ozeanentstehung (Meeresbodenspreizung, Plattentektonik, Paläomagnetik) werden im ersten Kapitel kurz dargestellt und die noch offenen Fragen und Aufgaben behandelt. Druck und Ausstattung des Buches sind sehr gut. Es kann allen Vertretern der geologischen und geographischen Wissenschaften, aber auch der Nachbardisziplinen in jeder Hinsicht empfohlen werden, da es kurz und klar über Fragen der Meeresgeologie unterrichtet.

R. HOHL

HENNINGSSEN, D.  
Einführung in die Geologie für  
Bauingenieure.

87 Seiten, 37 Abbildungen, 5 Tabellen.  
Springer-Verlag: Berlin [West],  
Heidelberg, New York, 1982.

Der in der Reihe „Hochschultexte“ herausgegebene Band versteht sich als „kurzgefasste Einführung in geologische Prozesse und Erscheinungsformen, die für die Tätigkeit eines Bauingenieurs wichtig werden können.“ Es handelt sich um eine zur Ergänzung der geologischen Grundvorlesungen für Studierende des Bauingenieurwesens gedachte, kurzgefaßte Darstellung von ausgewählten geologischen und ingenieur-geologischen Sachverhalten. Gegliedert wird der Text in die Abschnitte „Erkundung und Aufschließung des Untergrundes“, „Lockergesteine als Baugrund“, „Festgesteine als Baugrund“, „Eigenschaften und Verhalten der Gesteine aus den verschiedenen geologischen Zeitabschnitten (Systemen)“, „Geologische Probleme beim Talsperren-, Tunnel- und Kavernenbau“, „Fest- und Lockergesteine als Baumaterial“, „Rohstoffe für die Bau- und Keramikindustrie“, „Hydrogeologie“. Da als Ergänzung gedacht, muß das Buch Lücken aufweisen, die „nur in Form von Übungen an Gesteins- und Kartenmaterial“ geschlossen werden können. Dennoch sollten im Text die Hinweise auf die geologischen Feldarbeiten, die Probennahme, Dokumentation und Darstellung geologischer Untersuchungen z. B. in den Schichtenverzeichnissen, Profilen oder Schnitten vertieft werden.

Das Buch ist ein interessanter, wenn auch nicht befriedigender Beitrag zur Diskussion der Probleme, die mit dem Themenkreis „Geologie für Bauingenieure“ verbunden sind.

M. SCHWAB

## Zusammenfassung

Mit paläontologisch-lithologischen Untersuchungen in der Übergangsfazies der grauen flözführenden zu den roten flözfreien Wettiner Schichten des Oberkarbon (Stefan C) im NE-Saaletrog wird nachgewiesen, daß die Vermoorung unter einem durch Paläogeographie, Sedimentationsregime, Hydrologie und Vegetation gesteuerten tropisch-humiden Mesoklima während eines semiariden Regionalklimas erfolgte. Die Genese limnischer Schill- und Algenkalke sowie ihre laterale und vertikale Verzahnung mit der Kohle wird diskutiert.

## Summary

*Palaeontology and development of limnic shell and algal carbonates in marginal facies of coal-bearing Wettin beds (Upper Carboniferous, Stephanian C) in the north-eastern Saale trough*

By palaeontological-lithological investigations in transition facies from the grey coal-bearing beds to the red slates of the Wettin beds of Upper Carboniferous (Stephanian C) in the north-eastern Saale trough it has been evidenced that the development of swamps took place under tropical-humid microclimate during a semiarid regional climate, depending on palaeogeography, sedimentary regime, hydrology and vegetation. The development of limnic shell and algal carbonates as well as their lateral and perpendicular intercalation with coal seams is explained.

## Резюме

*Палеонтология и генезис озёрных ракушечных и водорослевых карбонатов в образованиях краевой фации угленосных веттинских слоёв верхнего карбона (стефана С) северо-восточной части Заальского трога*

На основе палеонтолого-литологических исследований в образованиях переходной фации от серых угленосных к красноцветным беспластовым веттинским слоям верхнего карбона (сте-

# Paläontologie und Genese limnischer Schill- und Algenkarbonate in der Randfazies der kohleführenden Wettiner Schichten (Oberkarbon, Stefan C) des NE-Saaletroges<sup>1</sup>

*Mit 3 Abbildungen, 6 Photos und  
1 Tabelle im Text*

## Autoren:

Doz. Dr. sc. JÖRG SCHNEIDER  
Bergakademie Freiberg  
Sektion Geowissenschaften  
9200 Freiberg  
Gustav-Zeuner-Straße 12

Dipl.-Geol. SIEGFRIED SIEGISMUND  
Akademie der Wissenschaften der DDR  
Zentralinstitut für Physik der Erde  
1199 Berlin  
Rudower Chaussee 5

cand.-geol. UTE GEBHARDT  
Bergakademie Freiberg  
Sektion Geowissenschaften

<sup>1</sup> Mitteilung aus dem Zentralinstitut für Physik der Erde der AdW der DDR Nr. 1149

---

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd. 9  
Seite 35...51  
VEB H. Haack Gotha 1984

фана С) северо-восточной части Заальского трога доказывается, что заболачивание произошло в условиях семиаридного регионального климата и тропико-гумидного мезоклимата, определившихся особенностями палеогеографии, седиментационного режима, гидрологии и растительности. Обсуждается генезис озёрных ракушечных и водорослевых известняков, а также латеральный и вертикальный переход углей в известняки.

## 1. Einleitung

Das Oberkarbon der nordöstlichen Saalesenke ist, vor allem durch das Vorkommen von Steinkohlen in den Wettiner Schichten bei Halle, seit langem Gegenstand geologischer Forschung (VELTHEIM 1821...1828, LASPEYRES 1875, BEYSLAG und FRITSCH 1899). Im Gegensatz zu paläobotanischen Untersuchungen (REMY, W. u. R. und KAMPE 1961, KAMPE und REMY 1962, DÖRING und KAMPE 1973, WENDEL 1980) steht eine Bearbeitung der Fauna – abgesehen von den Insekten (SCHLECHTENDAL 1912, SCHNEIDER 1978 ff.) – bisher aus. Das gilt vor allem für die, auch übertage im Saaletal nördlich Halle aufgeschlossene, rote Randfazies der Wettiner Schichten. Mit Ausnahme der von BEYSLAG und FRITSCH (1899) erwähnten Anthracosienbänke und Arthropoden (*Pringlia*) hielt man sie bislang für fossilieer. BEYSLAG und FRITSCHS anregende Feldbeobachtungen, besonders das Phänomen der Muschelbänke, und die für palökologische und biostratigraphische Untersuchungen interessante und günstige Lage von Aufschlüssen im Verzahnungsbereich der Flöze mit Rotsedimenten waren Anlaß, paläobiogeographische Differenzierungen der Fauna (SCHNEIDER 1978) aus den Hangendschiefern der Flöze in die Randfazies hinein zu verfolgen. Im Gegensatz zu bisher gültigen Vorstellungen werden vorliegend aus den noch laufenden Untersuchungen unerwartet reiche Fossilfunde sowie einige interessante litho- und biofazielle Ergebnisse zur Diskussion gestellt.

Mit dieser Arbeit wird die Reihe zur Faziesanalyse limnisch-terrestrischer Sedimente (MARTENS, SCHNEIDER und WALTHER 1981, SCHNEIDER, WALTER und WUNDERLICH 1982), bei A. H. MÜLLER (1954) anknüpfend, fortgesetzt. Für Hilfe bei sedimentpetrographischen Untersuchungen und zahlreiche fördernde Hinweise danken wir Herrn Dr. M. KURZE, Freiberg, für die Diskussion geologischer Probleme Herrn Prof. R. WIENHOLZ, Freiberg. Dank den Herren Dr. H. HAUBOLD, Halle, für wesentliche Literatur, Dr. TH. MARTENS, Gotha, für Hinweise auf das Vorkommen und Funde von *Palaeoxyris*, Dr. H. WALTER, Frei-

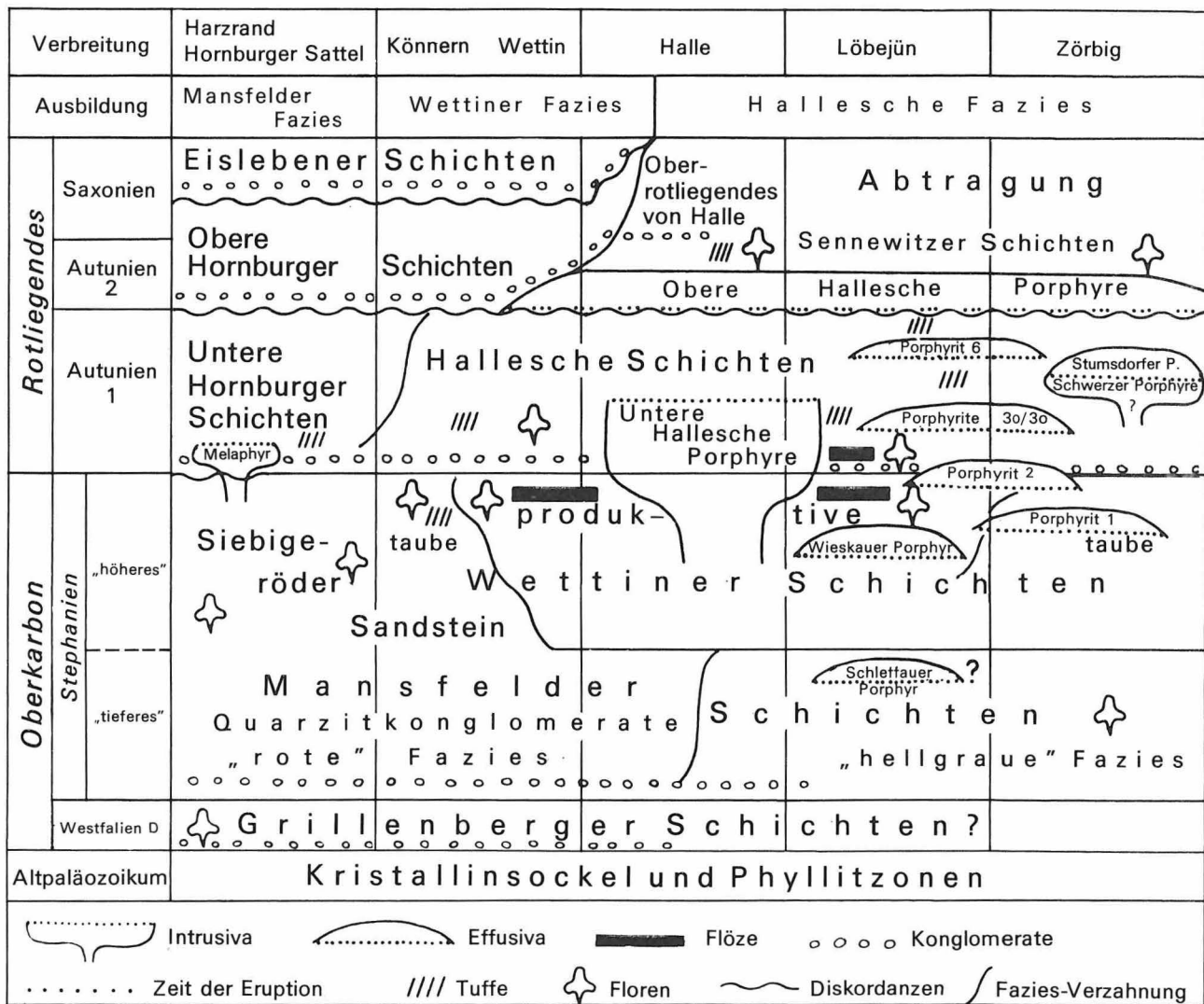


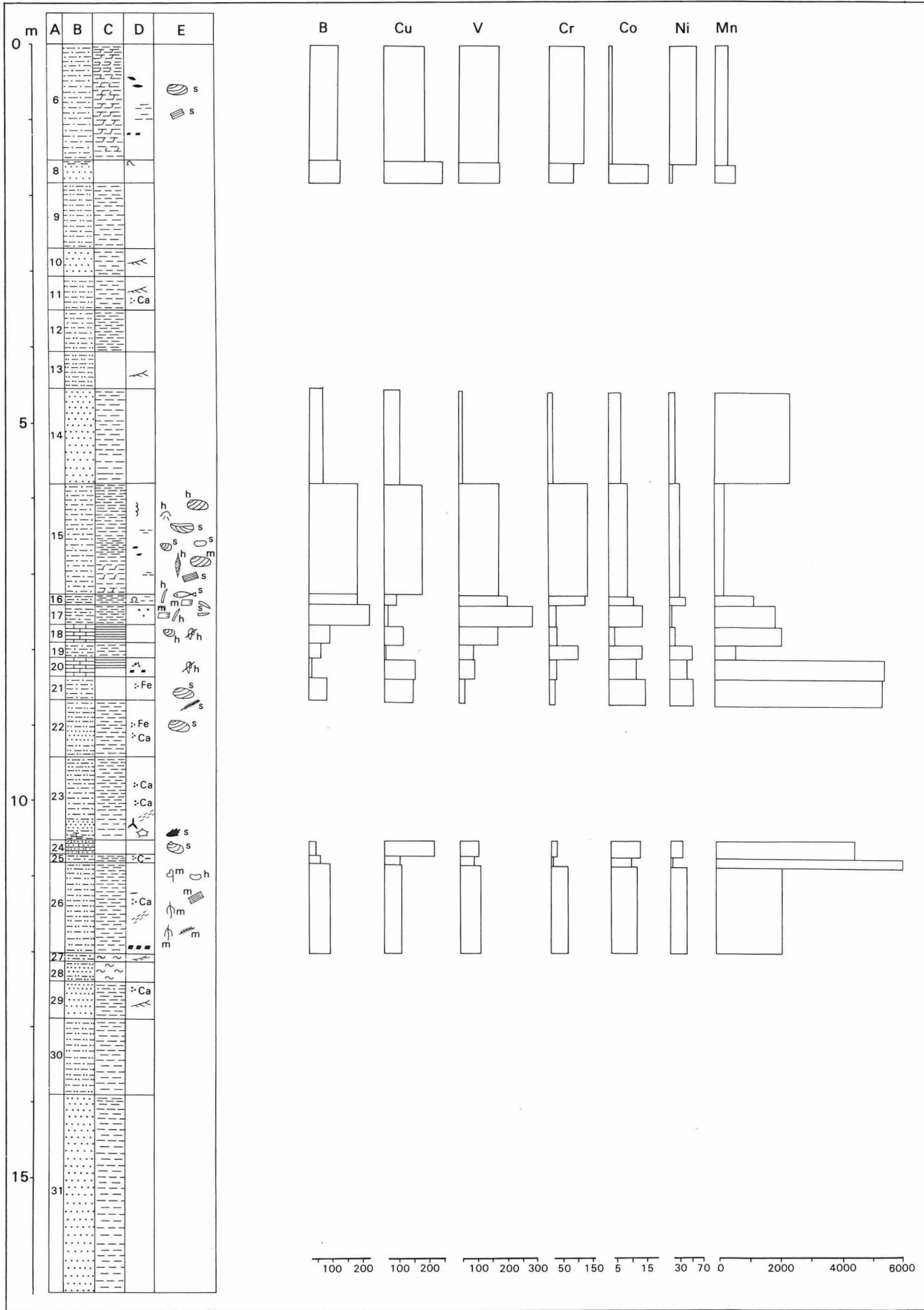
Abbildung 1  
Schematische Darstellung der Schichtenfolgen des Dinants, Siles und Rotliegendes der Halle-Wittenberger Scholle  
(aus KNOTH und SCHWAB 1972)

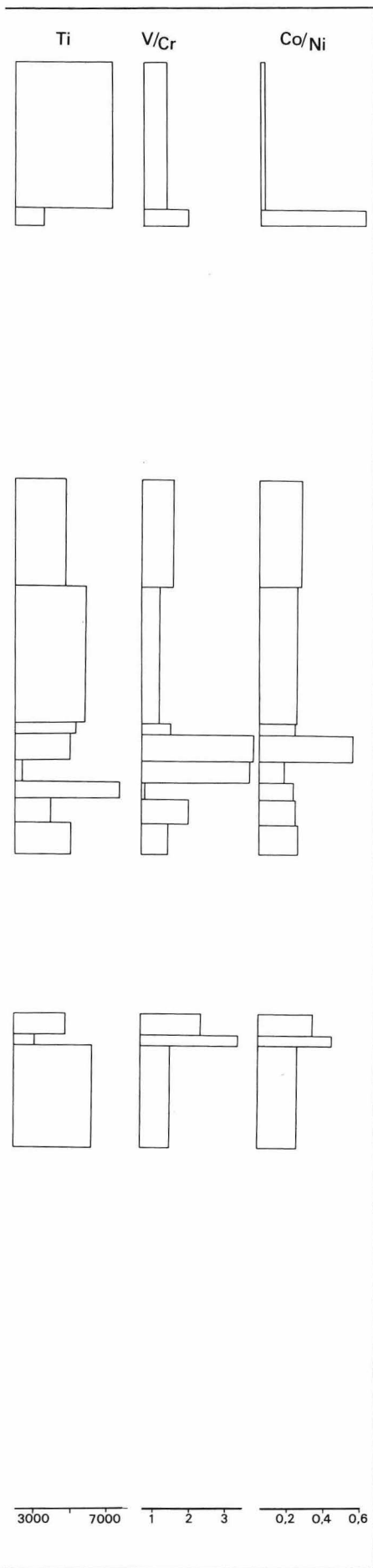
berg, für die Bestimmung der Fährten, Herrn Geol.-Ing. G. KÜNZEL, Freiberg, für technische Arbeiten und Frau K. PAECH, Berlin, für die Reinzeichnung der Profile.

## 2. Lithofazies im Übergangprofil graue/rote Wettiner Schichten

Die Wettiner Schichten in grauer, kohleführender Fazies sind auf etwa 300km<sup>2</sup> im Raum zwischen Halle, Wettin und Zörbig mit maximal 250 m Mächtigkeit verbreitet (Abbildung 1). Sie werden unterlagert und eingerahmt von

über 1000 m mächtigen Rotfolgen der Mansfelder Schichten, die den gesamten NE-Abchnitt der Saale-Senke zwischen Thüringer Wald und Wittenberg einnehmen (STEINER und BROSIN 1974). Zwischen Mansfelder und flözführenden Wettiner Schichten vermitteln die flözfreien, überwiegend roten Wettiner Schichten. Der laterale Übergang zwischen beiden Faziestypen ist an den Hängen des Dobisgrundes im Saaletal nördlich Halle aufgeschlossen. Es handelt sich um eine rhythmische Wechselfolge überwiegend roter bis violetter Sand- und Schluffsteine mit eingeschalteten Karbonaten in unmittelbarer Nachbarschaft der Kohlenflöze, die im 400 m von unseren Schürfen entfernten BREDOW-Schacht angetroffen wur-





**Legende:**

A – Schichtnummer

B – Lithotyp

Feinsandstein

Schluffstein

Kalkstein

C – Schichtung

ebene Schichtung

ebene Schichtung, scherbilig

flaserig-linsige Schichtung

D – Interngefüge, Marken, Besonderheiten

Lamination

eben

mikroschräg

Marken

Schleifmarken

Trockenrisse

Rippelmarken

Besonderheiten

Tonflatschen

Resedimentation

Gipsseudomorphosen

Ca Karbonatkonkretionen

Fe Eisenkonkretionen

millimetergroße, grüne Konkretionen

Styrolithen

Deformationen

Schichtgrenzen

eben, scharf

eben, unscharf

E – Organische Reste

Conchostraken

Muscheln

Ostracoden

Fische ± komplett

Acanthodes ± komplett

Palaeonisciden isoliert

Acanthodes isoliert

Pflanzenhäcksel

Coniferenreste

Stammfragmente

Wurzeln

Tetrapodenfährten

Insektenflügel

Palaeoxyris

Pringlia

**Abbildung 2**

Wettiner Schichten (Stefan C)

Schurf I: Westlicher Dobisgrund bei Dobis nördlich Halle

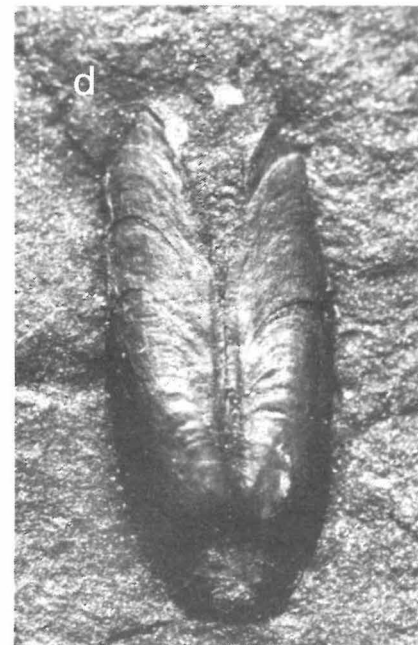
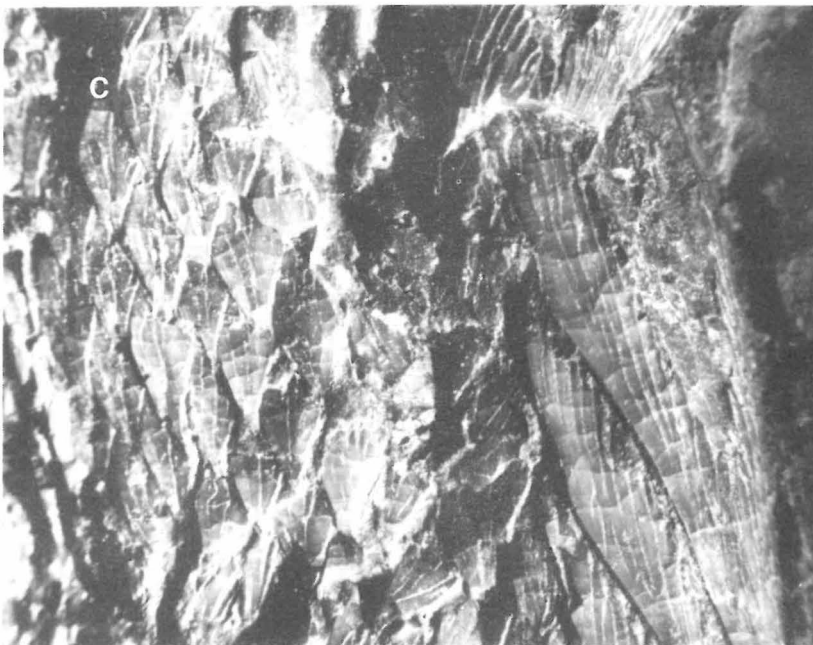
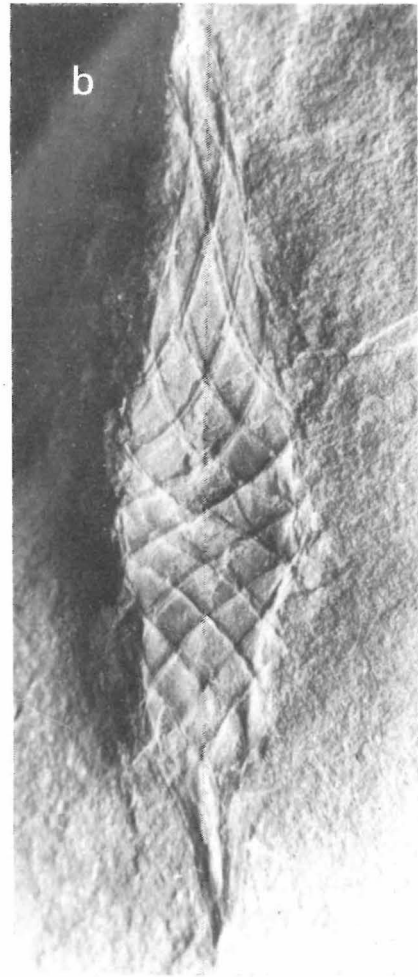
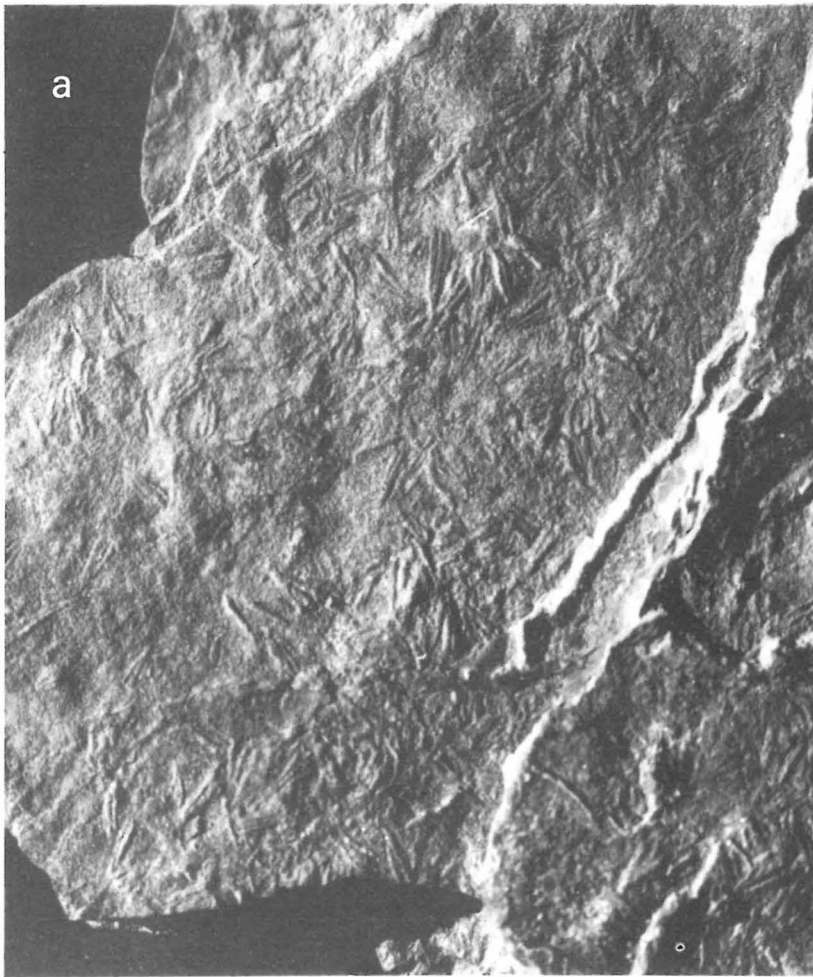


Photo 1

Charakteristische Fossilien aus der Übergangsfazies der Wettiner Schichten vom Dobisgrund

a) Gipsseudomorphosen, Trockenrisse und Fährte von ?*Limnopus* (oben rechts) in karbonatverkrustetem Sandstein von H 23; Größe des Ausschnittes 10 × 8 cm; FG Nr. 296/D/257

b) Chondrichtyer-Eikapsel *Palaeoxyris carbonaria* SCHIMPER 1850 in tonigen Schluffsteinen von H 15; natürliche Größe 4,2 cm, FG Nr. 296/D/256

c) Palaeonisciden-Schuppen aus H 17; Größe des Ausschnittes 1 × 1 cm; FG Nr. 296/D/175

d) in Lebendstellung eingebettete Muschel aus H 16; natürliche Größe 0,8 cm; FG Nr. 296/D/145

den (LASPEYRES 1875, BEYSLAG und FRITSCH 1899, PRIMKE 1956). Dieser Profilabschnitt wurde mit einem Schurf von 16 m Mächtigkeit (Schurf I) und mehreren, den Bereich der limnischen Kalkbank (Horizont 18) aufschließenden Schürfen näher untersucht (Abbildung 2). Die Abfolge beginnt im Liegenden von Profil I (Abbildung 2) mit einer Wechsellagerung von Feinsandsteinen und feinsandigen Schluffsteinen geringer struktureller Reife und mittlerer Sortierung. Fließbrinnsedimente als Linsen von mehreren Metern Ausdehnung und bis zu 1 m Mächtigkeit mit bogiger Schrägschichtung (besonders ausgeprägt in H 27), Flaserschichtung und untergeordnet Mikroschrägschichtung weisen auf fluviatile Sedimentation, z. T. aus Suspensionen, hin. Detritische Quarze in karbonatischem Bindemittel und gelegentlich erhaltene Kartenhaustexturen der Tonminerale zeigen syngenetische Zementation an. Mit H 26 treten betont schluffige, geringmächtige, in sich reicher gegliederte Horizonte an die Stelle der mächtigen, eintönigen Sandstein-Wechsellagerungen des Liegenden. Strömungsgradierung, resedimentierte Tonflatschen, Stamm- und Wedelfragmente von Walchieren in großer Häufigkeit auf Schichtflächen einerseits, massenhaft Wurzelröhren im Liegenden und relativ häufig Ostracoden im Hangenden von Schicht 26 andererseits kennzeichnen einen Wechsel zwischen Antransport in Suspensionen, zeitweisem Trockenfallen (im Liegenden) und flachen stehenden Gewässern vermutlich nur geringer Ausdehnung und Dauer (im Hangenden). Trockenfallen und Verdunstung führte über Konzentrationserhöhung der Porenwässer zu Karbonatzementation ganzer Horizonte (H 20) bzw. Karbonatkongkretionen, die in den sandigen Schluffsteinen von H 25 brotlaibförmig bis 15 cm Durchmesser erreichen. Mit Gipsseudomorphosen übersäte, von Trockenrissen zerfurchte Kalksandsteinkrusten (H 23) mit Tetrapodenfährten (*Ichnotherium*, ?*Limnopus*) entstanden subaerisch durch oberflächlich ausblühende hypersalinare Porenlösungen (Photo 1a). Anthracosien, zunächst noch vereinzelt als Schill in den rotgrauen karbonatischen Sandsteinen von H 24, dann häufiger und z. T. komplett in Lebendstellung (H 22), erste Fischreste (H 21)

sowie Wechsel von braunroten zu häufiger violetten, grauen und grünen Farben der Sedimente charakterisieren jedoch einen generellen Trend zu längerer Wasserführung. Häufig angedeutete gradierte Schichtung, die schlecht sortierten Feinsande mit Grobkorneinstreuungen von H 19 sowie eckige, detritische Quarze und Feldspäte im starke Aufarbeitungsspuren zeigenden Liegendabschnitt der Kalkbank H 18 kennzeichnen den Übergang von fluviatiler zu limnischer Fazies. Eindeutig flach limnisch sind die mit Algenwuchs verbundenen Schillkalke von H 18 (s.3). Sie gehen in eine geringmächtige Wechsellagerung von graugrünen mit grauroten, laminierten, tonigen Schluffsteinen über (H19). Feinoolithische Partien (Durchmesser der Ooide 0,1...0,5 mm) in den graugrünen Straten enthalten massenhaft Fischreste, vor allem Palaeonisciden (Photo 1c) und *Acanthodes*. Die folgenden 1,50 m, durch Farbwechsel laminierte, rotbraune, partieweise sehr hämatitreiche Tonsteine und Schluffsteine (H 15) führen mit Muscheln, Conchostraken, Ostracoden, *Pringlia* und Condrichtyer-Eikapseln (*Palaeoxyris*) (Photo 1b) eine lakustrische Fauna. Zunehmender Feinsandanteil und flache Strömungsrippeln im Hangenden leiten die Schüttung rotbrauner und grauer, im cm-Bereich ebensorientiert bis flaserig und intern oft mikroschräg geschichteter, wechselnd schluffiger Feinsandsteine ein (H 15 bis 8). Das Profil wird an der Talkante durch mächtige graugüne, z. T. durch Farbwechsel laminierte, tonige Schluffsteine (H 6) mit zahlreichen, überwiegend in Lebendstellung eingebetteten Anthracosien (Photo 1d) abgeschlossen.

Auf den flach ansteigenden Feldern oberhalb der Talkante konnte die Fortsetzung des Profils erschürft werden. Es handelt sich um etwa 2 m graugüne Tonsteine, im Hangenden mit 1 cm starken, hämatitreichen, roten, schluffigen Lagen, ca. 70 cm graue, glimmerreiche, flaserige Feinsandsteine und 80 cm hellgraue, z. T. feinsandige, kalkhaltige Schluffsteine mit mm bis 0,5 cm starken Kohleschmitzen und 0,5...2,0 cm starken kohligen Feinsandsteinlagen. Als Äquivalente des Dreibankflözes vom BREDOW-Schacht folgen zwei je 5,0 bis 10,0 cm mächtige, wulstige, kohlig-schwarze



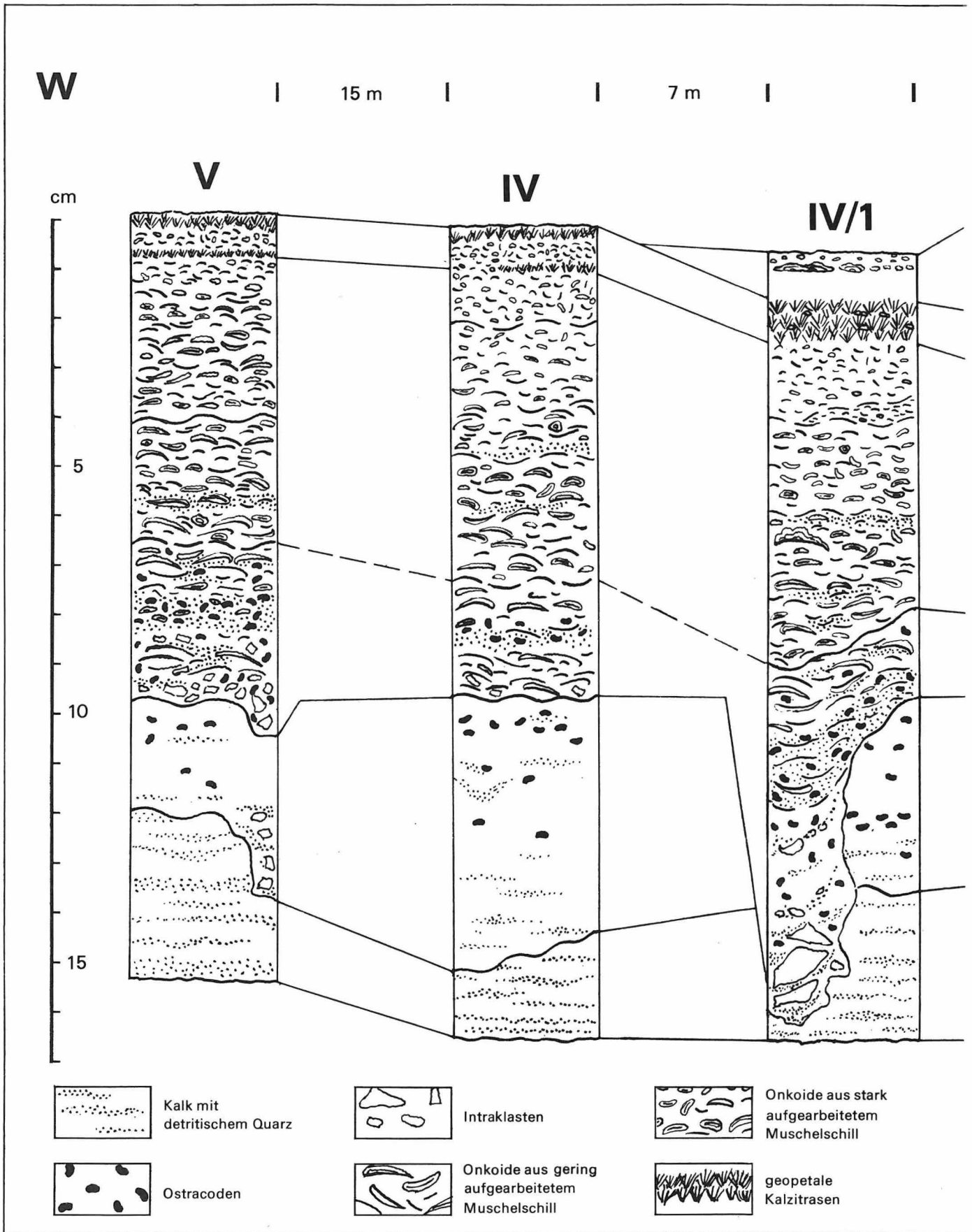
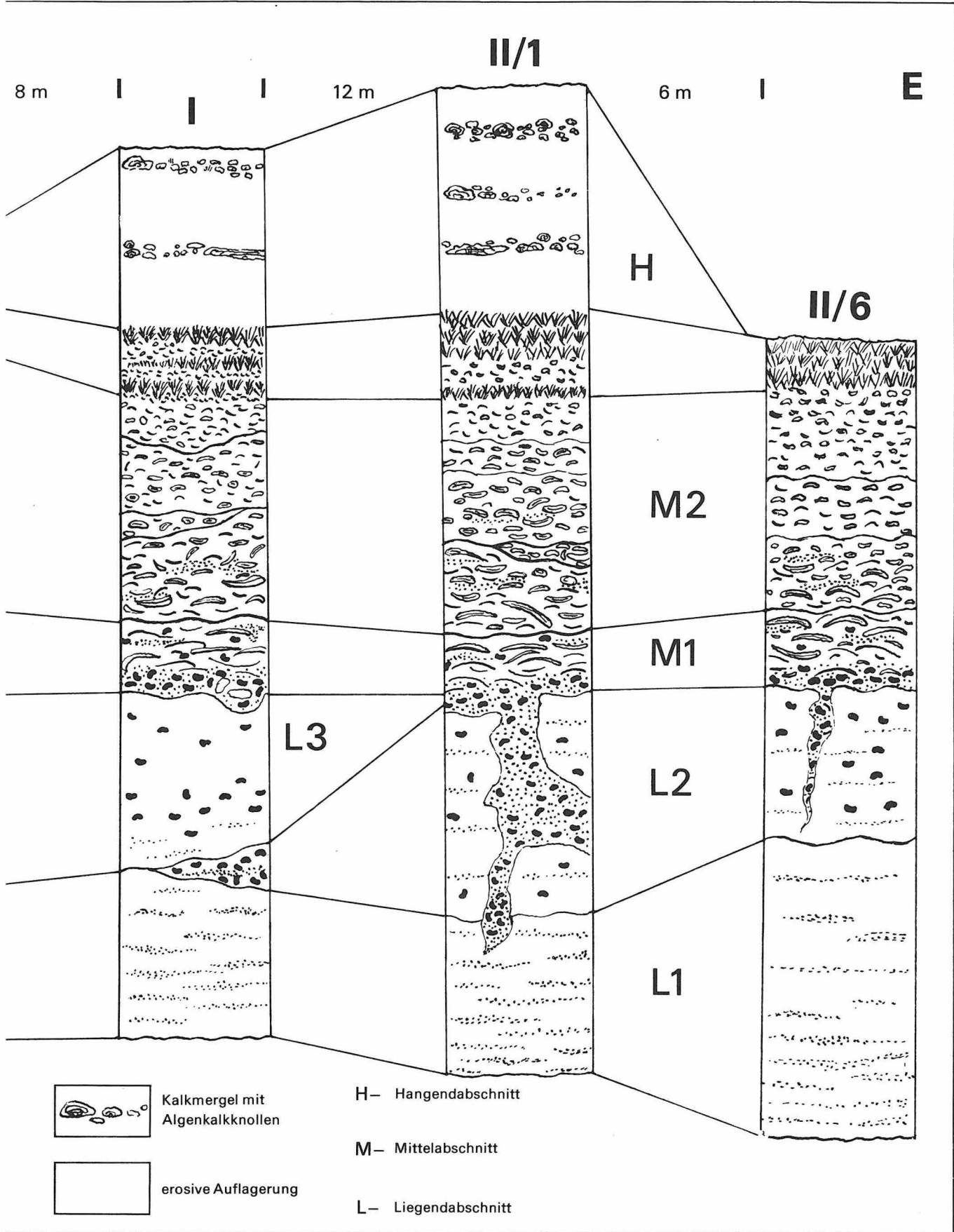
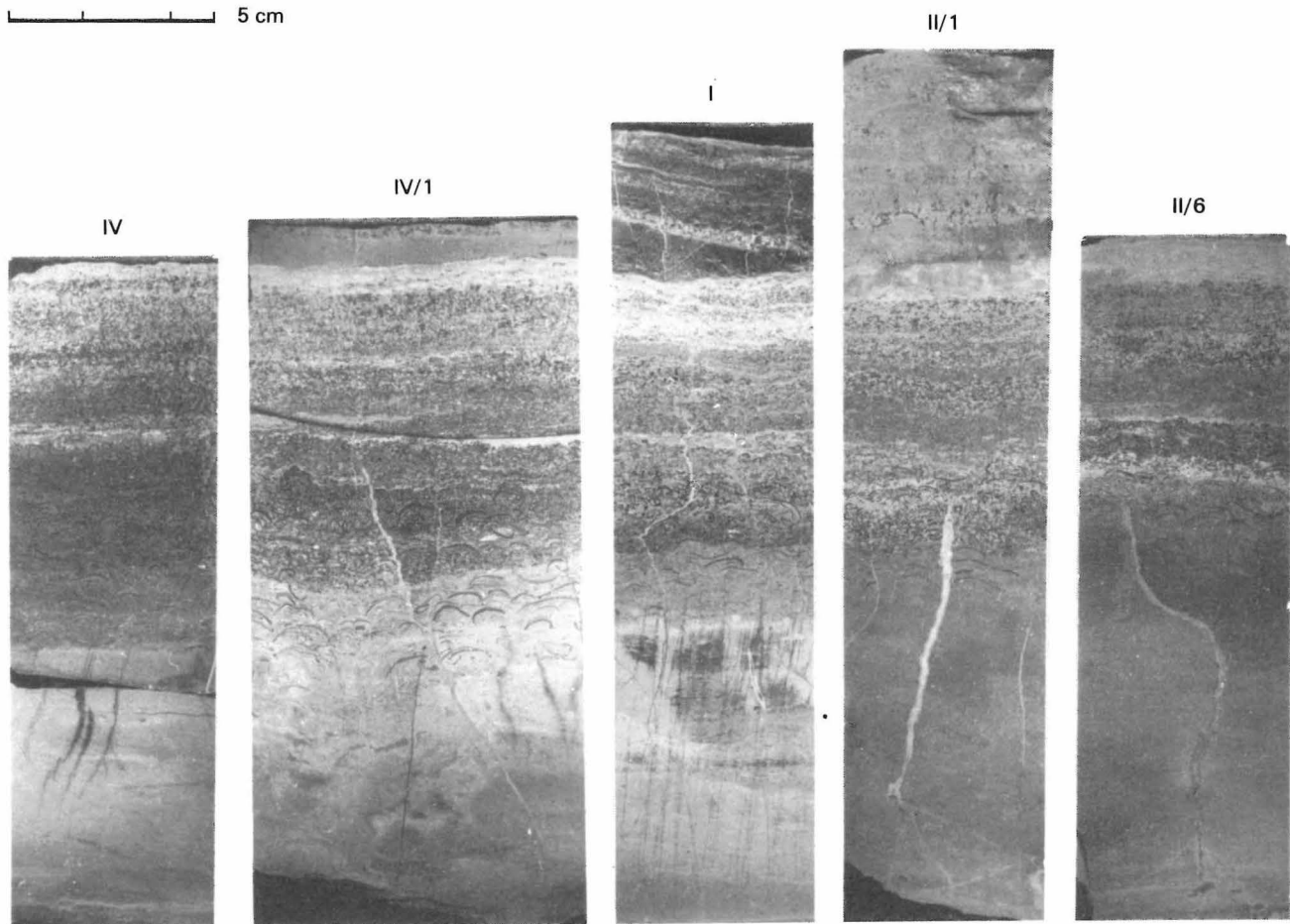


Abbildung 3 und Photo 2  
 Halbschematische und photographische (siehe folgende Seite) Darstellung des Liegenden Kalkes (H 18) in den Profilen vom Dobisgrund



5 cm



Bänke aus 0,1...0,5 cm dicken Linsen und Flasern feinstlaminierter Karbonate in mikritischer, z. T. körnig rekristallisierter, nahezu reiner Kalkmatrix. Internschichtung wird durch kohlige Häutchen sichtbar, auf Schichtfugen finden sich cm-starke Kohlebestege. Das Zwischenmittel der Bänke bildet ein 5 cm mächtiger, kalkfreier Tonstein. Die flözvertretenden Kalke werden von mächtigen, glimmerreichen, grauen, flaserschichtigen Sandsteinen überlagert.

Der Profilabschnitt von H 18 bis zu den flözvertretenden Kalken läßt sich zwanglos mit nachstehendem, von BEYSLAG und FRITSCH (1899, S. 181) beschriebenen Normalprofil für die flözführende Fazies des Wettiner Bereiches korrelieren (Hangendes zum Liegenden):

- 0... 1,6 m Dreibankflöz
- 1,0... 1,5 m pflanzenreiche Tonsteine
- 4,0... 8,0 m dunkelgraue, schluffige Feinsandsteine

- 6,0...10,0 m Liegender Muschelschiefer — dunkler Tonstein mit Muscheln, Fischresten und Conchostraken
- 0,6... 1,7 m Liegender Kalk — braunschwarzer, dichter bis körniger, stark bituminöser Kalkstein.

### 3. Litho- und Biofazies der Schillkalke

Bei maximaler Mächtigkeit (Schurf I und II/1) läßt sich die Schillkalkbank H 18 litho- und biofaziell in Liegend-, Mittel- und Hangendabschnitt gliedern (Abbildung 3, Photo 2). Im Liegendabschnitt (L) setzt sich die Sedimentation aus H 19 nach einer trennenden Karbonatkruste mit schluffigem bis feinsandigem Material fort; Kalk kommt als Bindemittel hinzu,



Photo 3  
Übergang von M 1 in die dichten Onkoidpackungen von M 2;  
mit massenhaft Ostracoden und detritischem Quarz  
(helle Punkte in der unteren Bildhälfte),  
Größe des Ausschnittes  $3,0 \times 2,0$  cm



Photo 4  
Onkoidbildung durch Algenkalklaminen um Muschelschalen; im  
unteren Bildabschnitt vorwiegend einseitiger Bewuchs (M 1),  
im oberen Bildabschnitt beidseitiger Bewuchs durch  
mehrfache Umlagerung der Schalen (M 2); Größe des  
Ausschnittes  $2,5 \times 1,5$  cm; Dicke der Kalklaminen auf der  
Schale in der Bildmitte 0,2 cm

massenhaft treten Ostracoden auf. Der rot- bis graubraune, im Hangenden hellgraue Mittelabschnitt (M) ist durch dichte Packungen von Muschelschill gekennzeichnet. Die Schalen sind generell mikritisiert und mehr oder weniger von Algenkrusten umhüllt. Nach einem Kalzitband folgt der Hangendabschnitt (H) aus grauem schluffigem Kalkstein. Mit Ausnahme von H sind für die gesamte Kalkbank schlecht gerundete bis eckige Quarze, lose eingestreut, als Flasern oder als Zwickelfüllungen im Schill charakteristisch. In Profil II/6 ist der Liegendabschnitt zweigeteilt. In den unteren hell-braunroten 6 cm (= L 1) wechseln quarz-

reiche, millimeterbreite Streifen mit schluffigen Lagen; häufig ist eingeregelter, gelegentlich dicht gepackter Ostracodenschill. Die oberen braunroten 3 cm (= L 2) sind durch massenhaftes Auftreten von Ostracoden und kurze quarzreiche Flasern in schluffigem Karbonat gekennzeichnet. In Profil I fehlt L 2, und L 1 wird von einem grauen, tonig-schluffigen, ostracodenreichen Kalk (= L 3) erosiv überlagert. Er ist an der Basis durch aufgearbeitetes Material aus L rötlich geflasert und wird zum Hangenden dunkler und feinklastischer. Senkrechte Risse im grauen Kalk sind durch vom Hangenden eingeflossenen, ebenfalls

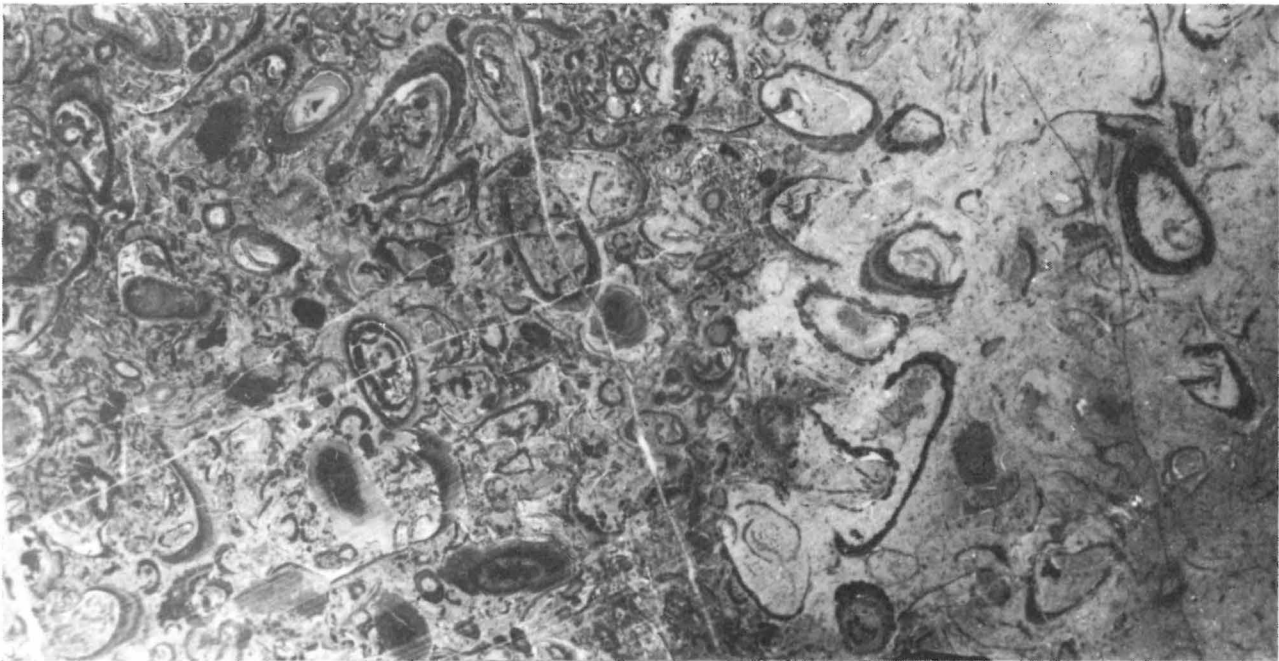


Photo 5

Horizontalschnitt durch die Erosionsrinne in Profil IV/1;

links M 2 in die Erosionsrinne reliefausgleichend eingreifend, rechts M 1 mit nur wenigen Muschelschalen in hellgrauer Kalkmatrix aus dem aufgearbeiteten Liegenden; Größe des Ausschnittes 9,5 × 4,5 cm

grauen Kalk verfüllt. Der Mittelabschnitt beginnt an seiner erosiven Basis mit einer mehrere Millimeter dicken Packung von großen, eckigen bis kantengerundeten Quarzklasten und massenhaft Ostracoden (Photo 3). Mit fließendem Übergang werden gewölbt nach oben und gewöhnlich auch nur an ihrer Oberseite mit Algenkalkkrusten überzogene Muschelschalen und Fischreste (Xenacanthdier-Zähne, Palaeonisciden) häufiger (M 1). In Profil II/6 ist M 1 nur 1 cm mächtig, liegt im 0,5 cm-Bereich flachwellig erosiv auf L und füllt lediglich Spalten in L einige cm tief aus. In Profil II/1 sind die Spalten bis auf von M 1 umflossene Restpartien von L stark erweitert. Nach W nimmt M 1 bis auf 5 cm Mächtigkeit zu. Die grauen Kalke von L werden dabei stärker, z. T. rinnenartig, erodiert (Profil IV/1) und als scharf begrenzte bis zerfließende Intraklasten bzw. als disperse Substanz in die Basis von M aufgenommen. Der Hangendabschnitt von M (= M 2) wird von mehreren um 1 cm dicken Lagen aus aufgearbeitetem, onkoidartig von Kalkkrusten umhülltem Muschelschill gebildet (Photo 4). Nur in den untersten Partien sind noch vereinzelt komplette, im Unterschied zu

M 1 durch beiderseitige Algenkalklaminae um ein mehrfaches bis auf 2 mm verdickte, meist gewölbt oben eingebettete Schalen eingestreut. Zum Hangenden nimmt die Fragment- bzw. Onkoidgröße mit jedem neuen Aufarbeitungshorizont bis auf ca. 2 mm ab; die Farbe wechselt von graubraun nach hellgrau. An die Stelle der Zwickelfüllungen im Schill aus Quarzklasten und Ostracoden tritt zunehmend schluffig-toniges Karbonat. Ebenso werden zum Hangenden Palaeonisciden-Zähne seltener, dafür finden sich vereinzelt nicht näher bestimmbar, winzige Kieferreste. In den Profilen II/6 bis IV/1 beginnt M 2 mit scharfer erosiver Basis (Photo 5), weiter nach W (Profile IV, V) geht M 2 fließend aus M 1 hervor. Ebenso verliert sich von E nach W die scharfe Trennung der einzelnen Schillhorizonte. Über den von M 1 in L angelegten Rinnen nimmt die Mächtigkeit des M 2 reliefausgleichend von durchschnittlich 4...5 cm auf 7 cm zu. Geopetal aufgewachsene Kristallrasen bilden das von E nach W von 1 cm auf 0,3 cm ausdünnende Kalzitband zwischen M und H (Photo 6). Während es im W, von einzelnen Bioklasten abgesehen, relativ rein ist, schalten sich nach E Lagen aus

Onkoiden, Fragmenten von Algenkalkkrusten und Karbonatfasern zwischen die Rasen ein. Dem Kalzitrasen folgen die schluffig-tonigen, ausgeprägt wellig bis mikroflaserig geschichteten, dunkelgrauen Kalkmergel des Hangendabschnittes, die von 4,5 cm Mächtigkeit in Profil II/1 nach E und W rasch auskeilen. In den Kalkmergel sind zwei bis drei ca. 4 mm dicke Lagen wulstigen Algenkalkes eingelagert. Neben vereinzelt Ostracoden finden sich nur selten korrodierte Palaeonisciden-Zähne. Kalzitoolithe von 0,1...0,5 mm Durchmesser in zunehmender Anzahl vermitteln zum Horizont 19.

#### 4. Rekonstruktion der Bildungsbedingungen

Bildungsraum der Wettiner Schichten ist ein in mehrere, 2 bis 8 km<sup>2</sup> große Teilsenken zerfallendes Beckenzentrum des nordöstlichen Saaletroges. Bei noch überwiegend fluviatiler Sedimentation während abnehmender Reliefenergie geht der Anteil von Grobklastika und Sandsteinen im Vergleich zu den Mansfelder Schichten zurück. Häufigere Schluffhorizonte stauen einen erhöhten Anteil der zweifellos reichen, periodischen Niederschläge als Grundwasser. Lokal stellt sich ein schütterer Bewuchs mit xero- bis mesophilen Coniferen ein, von denen bis 40 cm große Wedel in Sandsteinen des Ochsengrundes, Wurzelröhren und zusammengeschwemmte Stamm- und Zweigreste in H 26 zeugen. Grundwasser ist bei gleichzeitig hoher Verdunstung Voraussetzung für einen länger andauernden azendenten Porenwasserstrom und damit verbundener syngenetischer Karbonatzementation ganzer Horizonte bzw. ihrer Hangendbereiche. Die Staueffekte addieren sich, Niederschläge lassen flache Tümpel entstehen, nach deren Verdunstung Kalkkrusten, Gips pseudomorphosen und Trockenrisse zurückbleiben. Oberflächenwasser und Vegetation bieten die Existenzbedingungen für Amphibien und Reptilien (Fährten in H 23). Größere, länger stehende Wasserflächen deuten sich mit immer häufigeren Mu-

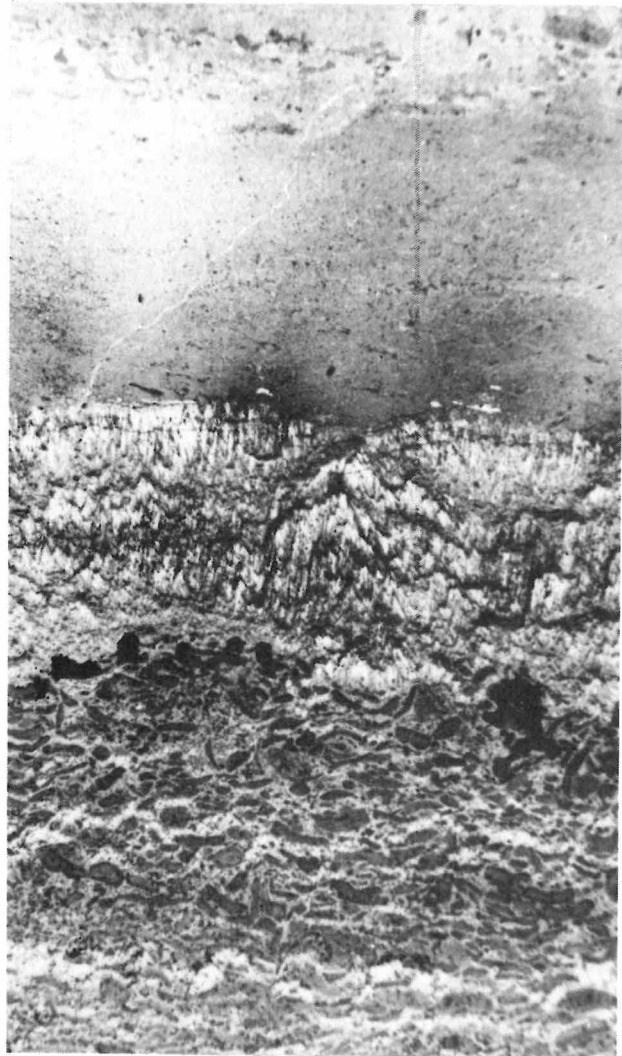


Photo 6  
Übergang von M 2 in die geopetalen Kalzitrasen, darüber die Kalkmergel des Hangendabschnittes mit Algenkalk-Knollen (oberer Bildrand); Größe des Ausschnittes 2,5 × 1,7 cm

schelresten in H 22 und H 20 an. Mit dem Liegenden Kalk ist ein über die gesamte Wettiner Senke gespannter See nachweisbar. Zunächst geringe Wassertiefe und periodisches Trockenfallen werden durch die reiche Ostracodenfauna, noch fehlende Muscheln, Mikroflaserschichtung, Trockenrisse und intensive, z. T. rinnenförmige Erosion bereits verfestigter Horizonte angezeigt. Zahlreiche Fischreste an der Basis des Muschelschills belegen kurzzeitig tieferes Wasser, die zunehmende Aufarbeitung des Schills und die Bildung der Algenkalkkonkoide erneut flaches, turbulentes Wasser in der pendelnden Uferzone des Sees. Wiederholt erhöhte Evaporitisation spiegelt sich in den Lagen geopetaler Kalzitrasen wider. Zunehmen-

		Anthracosien	Ostracoden	Conchostraken	<i>Pringlia</i>	Palaeonisciden	<i>Palaeoxyris</i>
flözführende Fazies	Hangender Muschelschiefer	m	h	s	?	h	h
	pflanzenreiche Hangendschiefer der Flöze	s	s	s*	h	-	h
	limnische Äquivalente der Flöze (KAMPE et SCHWAB 1962)	h	h	h	?	h	?
flözfreie Fazies	Liegender Muschelschiefer	m	h	h	h	m-h	h
	Liegender Kalkstein	m	m	?	s	h	**

\* Im Hangendschiefer der Flöze findet sich anstelle der sonst verbreiteten kleinwüchsigen *?Pseudoestheria* RAYMOND eine um 1,5 cm große, eventuell zu *Palaeolimnadia* RAYMOND gehörende Form

\*\* Als Erzeuger der Chondrichtyer-Eikapseln *Palaeoxyris* sind die Xenacanthodier zu betrachten, deren Zähne häufig in der Kalkbank auftreten

Tabelle 1

Vorkommen der wichtigsten aquatischen Faunenelemente in den Faziestypen der Wettiner Schichten (s-selten, h-häufig, m-massenhaft)

der Eintrag feinklastischen Materials im Wechsel mit Algenkrusten leitet aus den grauen Kalkmergeln im Hangenden des Liegenden Kalkes zur anschließenden Schluffsteinfolge über. Basale oolithische Partien mit zahlreichen zerspülten Fischresten entstanden im turbulenten Litoral eines Sees, der nach dem häufigen Vorkommen von *Acanthodes* eine noch ausgeprägte Freiwasserzone aufwies. Liegender Muschelschiefer und fluviatile Sandschüttungen im Wechsel mit muschelreichen Ton- und Schluffsteinen gehören bereits der Verlandungsfazies an. Grabspuren von Muscheln und überwiegend rote Gesteinsfarben beweisen O<sub>2</sub>-reiches Milieu im Wasser und Sediment. Im Unterschied zu flözführenden Bereichen wird in der Übergangsfazies die beginnende Vermoorung ohne vermittelnde pflanzenreichere Partien oder Wurzelröhren, sondern lediglich durch geringe kohlige Schmitzen angezeigt. Kalke mit feinstlaminierten Stromatolith-Strukturen in der unmittelbaren

lateralen Fortsetzung der Flöze beweisen zweifelsfrei Karbonatsedimentation im Randbereich der Moore (LÜTZNER 1981). Die Moorwässer waren demnach nicht huminsauer, wie W. und E. REMY (1978) annehmen, sondern zumindest neutral bis basisch, wie es BARTHEL (1982) im Vergleich mit rezenten Niedermoores vermutet. Darauf weist im übrigen auch das Vorkommen von Kalkschalern wie *Spirorbis* und Muscheln hin.

Die Flöze gehen nicht nur in der Randfazies in limnische Sedimente über, auch innerhalb vermoorter Bereiche werden sie nach KAMPE und REMY (1962) und KAMPE 1965 durch limnische Ton- und Sandsteine mit einer reichen aquatischen Fauna vertreten (Tabelle 1). Liegender Muschelschiefer und Liegender Kalk dokumentieren demnach die durchgehend limnische Fazies eines weitgespannten Sees in der Wettiner Teilsenke. Dieser löst sich mit beginnender Verlandung in einzelne stehende Gewässer auf, zwischen denen die Vermoorung

einsetzt. Sie wird durch fluviatile Sedimente und den als erneute limnische Phase über die gesamte Wettiner Teilsenke übergreifenden Hangenden Muschelschiefer abgeschlossen.

5.

## Rekonstruktion des Paläoklimas im Stefan C

Grundlage für die Rekonstruktion der paläoklimatischen Bedingungen während der Sedimentation der Wettiner Schichten sind folgende Beobachtungen:

1. Die Mansfelder Schichten setzen sich mit allen Anzeichen für zumindest semiarides Klima bis zum Beginn des Rotliegenden fort. Die Wettiner Schichten sind eine räumlich begrenzte Sonderentwicklung der Mansfelder Schichten (KAMPE und SCHWAB 1963).

2. In der zwischen Mansfelder und flözführenden Wettiner Schichten vermittelnden flözfreien Übergangsfazies sind eindeutige Anzeichen für Evaporitisation nachweisbar.

3. Die aquatischen Faunen aus evaporitführenden Bereichen des Profils in der Übergangsfazies sind qualitativ identisch mit den Faunen im unmittelbar Liegenden, in der lateralen Vertretung und im Hangenden der Kohlenflöze (Tabelle 1).

4. Die Vermoorung in den Wettiner Schichten setzt nach einer limnischen Phase ein und wird durch fluviatile Sedimente und eine erneute limnische Phase abgeschlossen. Die erste limnische Phase mit ausgedehnter Kalksedimentation entspricht weitgehender Beckenauffüllung und stagnierender klastischer Sedimentation bei ausklingender tektonischer Aktivität. Fluviatile Sedimente im Liegenden und als Zwischenmittel der Flöze weisen auf wieder einsetzende Senkung wechselnder Intensität hin. Die bituminösen Tonsteine der zweiten ausgedehnten limnischen Phase (Hangender Muschelschiefer) entsprechen einer weiteren Ruhepause vor der Schüttung der Unterrotliegend-Konglomerate und der Aktivierung des Porphyrvulkanismus.

5. Quantitativ und qualitativ reiche Vegetation ist auf die Moorfazies beschränkt. In der Übergangsfazies vom Dobisgrund fand sich selbst im Liegenden, im Zwischenmittel und im Hangenden der flözvertretenden Kalke – von den Coniferenresten in H 26 abgesehen – nur selten unbestimmbarer Pflanzenhäcksel. Bei der Flora aus grauen bis roten Tonsteinen der Mansfelder Schichten vom Gerillgrund bei Dobis (BEYSCHLAG und FRITSCH 1899, KAMPE und REMY 1962) handelt es sich nach der absoluten Dominanz von Calamiten-Achsen mit *Asterophyllites equisetiformis*-Belaubung um eine lokale Fluß- oder Seeufervegetation.

Das Regionalklima im Stefan C war demnach zweifellos semiarid. Grausedimente und Kohlenflöze der Wettiner Schichten entstanden in beckenzentralen Bereichen unter einem durch Paläogeographie, Sedimentationsregime, Niederschlag / Verdunstung / Abfluß-Verhältnis und Vegetation bedingten tropisch-humiden Mesoklima. Hohe Niederschläge, wie sie durch die fluviatilen Sequenzen in den Mansfelder und Wettiner Schichten angezeigt werden, stehen nicht im Widerspruch zur Aridität. Da durch die Evolutionsstufe der Pflanzenwelt im Paläozoikum eine durchgehende Vegetationsdecke fehlt, ist die Insolation der oberen Bodenschichten und damit die Verdunstung sehr hoch. Nur über den an das Sedimentationsregime gebundenen Rückkopplungseffekt Grundwasser/Vegetation/ingeschränkte Verdunstung oder an See- und Flußufern können sich für reicheren Pflanzenwuchs günstigere Bedingungen einstellen.

## Literatur

BARTHEL, M:

Die Pflanzenwelt. – In: HAUBOLD, H., u. a.: Die Lebewelt des Rotliegenden. – Wittenberg, 1982, S. 63...131. – Die Neue Brehm-Bücherei; 154).

BEYSCHLAG, F., und K. v. FRITSCH:

Das jüngere Steinkohlengebirge und das Rotliegende in der Provinz Sachsen und den angrenzenden Gebieten. – In: Abh. preuß. geol. Landesamt, N. F. – Berlin 10 (1899).



- DÖRING, H., und A. KAMPE:  
Zur mikro- und megafloristischen Alters-einstufung der Wettiner Schichten (höchstes Stefan) in der nördlichen Saalesenke. — In: Zeitschr. geol. Wiss. — Berlin 1 (1973), 6, S. 619...649.
- GEBHARDT, U.:  
Fossilführung und Genese limnischer Karbonate des Permosiles-Komplexes von Halle. — Freiberg: Studienarbeit, 1982.
- KAMPE, A.:  
Stratigraphie und Fazies des Permokarbon im nördlichen Saaletrog. — Berlin: Diss. A, 1965.
- KAMPE, A., und W. REMY:  
Ausbildung und Abgrenzung des Stephanien in der Halleschen Mulde. — In: Monatsber. Dt. Akad. Wiss. — Berlin 4 (1962), S. 54...68.
- KAMPE, A., und M. SCHWAB:  
Stratigraphie und Fazies des Permokarbon von Halle. — In: Geol. Ges. DDR. 10. Jahrestagung, Leipzig 1963. Exkursionsführer. — Berlin, 1963, S. 312...325
- KNOTH, W., und M. SCHWAB:  
Abgrenzung und geologischer Bau der Halle-Wittenberger Scholle. — In: Geologie. — Berlin 21 (1972), 10, S. 1153...1172.
- LASPEYRES, H.:  
Geognostische Darstellung des Steinkohlengebirges und Rotliegenden in der Gegend nördlich von Halle an der Saale. — In: Abh. zur geol. Spezialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten. — Berlin 1 (1875), S. 261...603.
- LÜTZNER, H.:  
Sedimentation der variszischen Molasse im Thüringer Wald. — In: Schriftenreihe geol. Wiss. — Berlin 17 (1981), S. 1...217.
- MARTENS, TH., J. SCHNEIDER, und H. WALTER:  
Zur Paläontologie und Genese fossilführender Rotsedimente des Tambacher Sandstein, Oberrotliegendes, Thüringer Wald (DDR). — In: Freiburger Forschungs-H. — C363 (1981), S. 75...100.
- MÜLLER, A. H.:  
Zu Ichnologie und Stratonomie des Oberrotliegenden von Tambach (Thüringen). — In: Paläont. Zeitschr. — Stuttgart — 29 (1954), 3/4, S. 199...203.
- PRIMKE, G.:  
Stratigraphische Untersuchungen des Permokarbon bei Wettin. — In: Ber. Geol. Ges. — Berlin 2 (1956), S. 203...205.
- REMY, W. und R. REMY:  
*Callipteris conferta* (STBG) BRGT. als Standort- und Klimabeleg für die Zeit des Autun. — In: Argumenta Palaeobot. — Münster 5 (1978), S. 133...147.
- REMY, W., R. REMY, und A. KAMPE:  
Zur biostratigraphischen Stellung einiger rotgefärbter Sedimentkomplexe im Raum der Halleschen und der Mansfelder Mulde. — In: Monatsber. Dt. Akad. Wiss. — Berlin 3 (1961), S. 112...120.
- SCHLECHTENDAL, D. V.:  
Untersuchungen über die carbonischen Insekten und Spinnen von Wettin unter Berücksichtigung verwandter Faunen. 1. Revision der Originale von GERMAR, GIEBEL und GOLDENBERG. — In: Nova Acta Leop. Cardol. Naturforsch. — Halle 98 (1912), S. 1...186.
- SCHNEIDER, J.:  
Zur Taxonomie und Biostratigraphie der Blattodea (Insecta) des Karbon und Perm der DDR. — In: Freiburger Forschungs-H. — C340 (1978), S. 1...152.  
—: Entwurf einer biostratigraphischen Zonengliederung mittles der Spiloblattinidae (Blattodea, Insecta) für das kontinentale euramerische Permokarbon. — In: Freiburger Forschungs-H. — C375 (1982), S. 27...47.  
—: Die Blattodea (Insecta) des Paläozoikums — Teil I: Systematik, Ökologie und Biostratigraphie. — In: Freiburger Forschungs-H. — C382 (1983).
- SCHNEIDER, J., H. WALTER und J. WUNDERLICH:  
Zur Biostratonomie, Genese und Altersstellung der grauschwarzen Tonsteine der Breitenbacher Mulde (Rotliegendes, Thüringer Wald). — In: Freiburger Forschungs-H. — C366 (1982), S. 65...84.
- SCHWAB, G.:  
Zur Flözausbildung im Hornfeld-Ost des Teinkohlenwerkes Plötz bei Halle (Saale). — In: Freiburger Forschungs-H. — C366 (1982), S. 443...456.
- SCHWAB, M.:  
Bemerkungen zu den Lagerungsverhältnissen in der Steinkohlenlagerstätte Wettin bei Halle (Saale). — In: Hall. Jb. Mitteldt. Erdgeschichte. — Leipzig 5 (1963) S. 34...43.  
—: Tektonische Untersuchungen im Permokarbon nördlich von Halle/Saale. — In: Freiburger Forschungs-H. — C139/1 (1965), S. 1...112.
- SIEGSMUND, S.:  
Paläontologie und Biostratonomie der Randfazies der Wettiner Schichten (Stefan C) im Saaletal nördlich von Halle. — Freiberg: Diplomarbeit, 1981.
- STEINER, W., und P. BROSIN:  
Siles und Rotliegendes nördlich des Thüringer Waldes. — In: HOPPE, W., und G. SEIDEL (Hrsg.): Geologie von Thüringen. — Gotha/Leipzig, 1974, S. 449...515.

VELTHEIM, F. W. W. v.:

Geognostische Betrachtung der alten Sandsteinformation am Harz und in den nördlich und östlich davon gelegenen Landstrichen. — In: Jb. d. Hall. Verbandes f. d. Erforschung d. mitteldt. Bodenschätze . . ., N.F. — Halle 18 (1940), S. 15...292.

WALTER, H.:

Zur Kenntnis der Ichnia limnisch-terrestrischer Arthropoden des Rotliegenden. — In: Freiburger Forschungs-H. — C357 (1980), S. 61 bis 68.

WENDEL, R.:

*Callipteridium pteridium* (SCHLOTHEIM)  
ZEILLER im Typusgebiet des Saaletroges.  
— Schriftenreihe geol. Wiss. — Berlin 16 (1980), S. 107...169.

## Besprechungen

ZIEGLER, P. A.

Geological Atlas of Western and Central Europe.

130 Seiten, 40 farbige Karten im Schubert,  
29 Abbildungen im Text.  
Shell Internationale Petroleum  
Maatschappij B. V.: The Hague, 1982.  
Im Vertrieb der Elsevier Scientific Publishing  
Company Amsterdam und New York

Der Atlas widerspiegelt den Kenntnisstand des geologischen Baus West- und Mitteleuropas zu Beginn der 9. Dekade unseres Jahrhunderts. Die Karten beruhen auf vorhandenen Publikationen und den Daten, die von den „Shell Companies“ im Laufe ihrer Explorationstätigkeit in den verschiedenen Sedimentbecken Westeuropas gesammelt wurden. Für die Mitteleuropäischen Bereiche standen nur Literaturrecherchen zur Verfügung. Trotz der unterschiedlichen Quellen gelang es, eine Serie von Karten im Maßstab 1 : 7 500 000 mit großem Informationsgehalt zu entwerfen, die die Zeitspanne vom Ende des Silurs bis zur Gegenwart umfassen. Es handelt sich um 5 tektonische und geologische Übersichtskarten, 21 paläogeographische Karten der wichtigsten Abteilungen vom Unterdevon bis zum Pliozän, 7 Isopachenkarten des Unterperms, der Trias, des Lias, der Unter- und Oberkreide des Känozoikums sowie 4 Tafeln mit stratigraphischen Korrelationen.

Der erläuternde Text ist nach plattentektonischen Gesichtspunkten — Gliederung, Entwicklung und Zerfall der Pangea, spätkreidezeitliches Seafloor-spreading und alpine Plattenkollision, känozoische Öffnung des Grönlandmeeres und alpine Orogenese — aufgebaut. Während den Karten das heutige topographische Bild zugrundeliegt, versucht der Text den modernen globaltektonischen Anschauungen gerecht zu werden, ein Widerspruch, der den gegenwärtigen Forschungsstand charakterisiert.

Es ist hier nicht der Platz zur Diskussion der Darstellungen ZIEGLERS. Es sei jedoch festgestellt, daß mit dem Atlas eine regional-geologische Entwicklungsgeschichte West- und Mitteleuropas vorgelegt wurde, die in ihrer Geschlossenheit einmalig für diesen Raum ist. Es ist mit dem Autor zu wünschen, daß Atlas und Erläuterungstext als eine anregende Grundlage für weiterführende Forschungen dienen. Voraussetzungen bietet der Atlas in vielfältiger Weise, seien es die klare Textdarstellung, die übersichtlichen Abbildungen, das umfangreiche Literaturverzeichnis oder die graphisch und drucktechnisch hervorragend gelungenen Karten. Wünschenswert wäre die Erweiterung des Atlas durch geophysikalische Karten, Schnitte und Daten sowie die Ergänzung der paläogeographischen Karten durch die Darstellung der Verbreitung paläobiologisch wichtiger Faunen und Floren.

M. SCHWAB

KNOBLOCH, H.-J., und M. ROLOFF  
Döbeln.

16 Textseiten, 114 Photos.  
F. A. Brockhaus Verlag Leipzig,  
1981

In der den Städten der DDR gewidmeten Buchreihe vom Brockhaus Verlag wird nun die Stadt Döbeln vorgestellt. Der kurze Einführungstext von M. ROLOFF zur Bevölkerung und Geschichte, zur Industrie und Landschaft kann nur überblicksartig erste Eindrücke vermitteln. Ergänzt und vertieft werden sie durch die 114 teilweise originellen Schwarzweiß- und Farbphotos von H.-J. KNOBLOCH, mit denen er dem Betrachter die Stadt und ihre Umgebung mit ihren Menschen aber vorwiegend mit ihren Gebäuden vorführt und ihm nahezubringen versucht. Das Ziel des Verlages, Städte vorzustellen, um mit ihnen eine erste Bekanntschaft schließen zu können, wird auch mit dieser Ausgabe erreicht.

F. EIGENFELD

Geologie und Lagerstätten erkundung im Rheinischen Braunkohlenrevier. Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen.

Band 29.  
575 Seiten, 139 Abbildungen, 56 Tabellen,  
21 Tafeln.  
Krefeld, 1981.

Mit dem regionalgeologischen Sammelband wird nach 23 Jahren ein Thema wiederaufgenommen, das am Beginn der renommierten Reihe der „Fortschritte . . .“ stand: die Niederrheinische Braunkohlenformation. In 22 Beiträgen von 23 Autoren wird ein Überblick zur geologischen Erforschung und Lagerstätten erkundung der rund 55 Mrd. Tonnen Braunkohlenvorräte gegeben, die sich durch günstige Eigenschaften und Verfügbarkeit (R. KURITZ) auszeichnen. Das Spektrum der Untersuchungen reicht von der Biostratigraphie (Pollenflora, Phytoplankton), Paläobotanik und Kohlengeologie, der Lithologie kohlenführender Schichten und ihres Deckgebirges bis zu geomechanischen und stoffanalytischen Untersuchungen sowie Spezialdarstellungen, wie die Gewinnung und Bearbeitung von Bohrproben, Daten zum Klima im Alttertiär und zur Hydrothermie in der Erft-Scholle.

Nach neuen bio- und lithostratigraphischen Kenntnissen wird die rheinische Braunkohlenformation einer chronometrischen Skala zugeordnet (H. HAGER). Danach könnte das 100 m mächtige Hauptflöz in 12 Mio Jahren akkumuliert worden sein (20...8 Mio Jahre vor heute). Das 35 m mächtige Oberflöz wäre in knapp 2 Mio Jahren (von 8...6 Mio Jahre vor heute) entstanden. Helligkeit und Farbe sind in der rheinischen Braunkohle keine signifikanten Merkmale zur Abgrenzung der Lithotypen (G. VON DER BRELLIE und M. WOLF). Die hellen Schichten werden als Ergebnis einer aeroben Zersetzung gedeutet. Die Autoren geben auch eine palökologische Bewertung von *Sequoia* und *Sciadopitys*. Die *Sequoia*-Bestände waren an relativ feuchte Bereiche der Moore, *Sciadopitys* an trockenere Standorte gebunden.

Die Beziehungen zwischen der Setzung der Torfe – ihre ursprüngliche Mächtigkeit könnte 270 m erreicht haben – sowie ein Drucksetzungsdiagramm für das System Torf-Braunkohle werden von H. HAGER, H. KOTHEN und R. SPANN dargestellt. Die Teufenabhängigkeit der Kohlenqualität wird als ein Beurteilungskriterium für die Wirtschaftlichkeit von Tagebauprojekten über die Bewertungsgrößen (D + K): W und (A + K):W (W – Wassergehalt) eingeführt (H. KOTHEN und R. REICHENBACH). In ihrem Beitrag zur Entwicklung und zum Stand der Metho-

den der Braunkohlenmikroskopie betont M. TEICHMÜLLER die Bedeutung der Mikroskopie für die Braunkohlenveredlung. Interesse verdienen auch die von H. J. ALBERS vermittelten neuen Daten zum Klima des nordwesteuropäischen Alttertiärs. Sie bestärken die Vorstellungen des erheblichen Klimaumbruches an der Wende Eozän/Oligozän, die vom warm-humiden Klima des Eozäns zu kühl- (semi-) ariden Verhältnissen im Oligozän mit einem Temperatursturz von + 25 °C auf + 5 °C in der südlichen tertiären Nordsee führte. Die geotektonischen oder extraterrestrischen Ursachen werden diskutiert.

M. SCHWAB

BÖHLE, K.-H. (Photos), und G. PILTZ (Text)  
Burgen und Schlösser.

203 Seiten (22 Seiten Text mit Stichen),  
32 Seiten Farbphotos,  
128 Seiten Schwarzweißphotos, 11 Seiten  
tabellarische Ergänzungen über die  
gezeigten Bauwerke.  
F. A. Brockhaus Verlag: Leipzig, 1981.

Mit dem Satz von KARL FRIEDRICH SCHINKEL „Landschaftliche Aussichten gewähren ein besonderes Interesse, wenn man Spuren menschlichen Daseins darinnen wahrnimmt“ auf Seite 1 ist Wesentliches über den Band gesagt. Nach Landschaften geordnet werden Schlösser und Burgen der DDR in eindrucksvollen Bildern gezeigt, die im einleitenden Text durch eine Reihe von Stichen aus Museen ergänzt werden: Thüringen, mittlere Saale und Unstrut, sächsisches Mittelgebirge, Mecklenburg und Rügen, Harz, Kyffhäuser und Eichsfeld, Schlösser an der Elbe, Leipziger Land und rund um Berlin. Außer den Bildern der Burgen und Schlösser selbst werden viele Einzelheiten aus dem Inneren der Bauwerke, den Parks und Museen gezeigt. Der Text ist historisch-kunsthistorisch gehalten und vermittelt einen Überblick über die Entwicklung des Burgen- und Schloßbaus, wobei sich manche kritische Bemerkungen finden. Was man sich von geographischer Seite gewünscht hätte, wären mehr Bilder, die die Bauten in der Landschaft darbieten, wie z. B. die „Drei Gleichen“ im Vorsatz oder die Burgruine Regenstein (S. 128). Der Band kann besonders den Geographielehrern empfohlen werden, wenn sie sich schnell bei Wandertagen und -fahrten über die entsprechenden Bauwerke unterrichten wollen.

R. HOHL

## Zusammenfassung

Die Frankenwald-Querzone, hier neu definiert, wurde im Perm en bloc gehoben. Die außerhalb davon verbreitete Rötung des Schiefergebirges ermöglicht den Entwurf einer Karte der Perm-Basis. Die Orlasenke, gefüllt mit Saxon-Klastiten, zeigt am Südrand ein System von Rinnen sowie Grundgebirgsauftragungen. Querzone (Granitlinie) und Orlasenke sind eine zusammengehörige spätvariszische Einheit. Von den Granitoiden werden zwei neu bekannt gemacht. Die gesamte Mineralisation ist bescheiden, ausgenommen der Gangzug „Haus Sachsen“, dieser ist auf keinen Granitoid sicher beziehbar. Im Bereich der Orlasenke fanden im Gefolge der saxonischen Tektogenese bedeutende Mineralisationen statt. Die topomineralischen Beziehungen werden an einem Spezialfall erörtert, der Gültigkeit für die gesamte Senke besitzt.

## Summary

*The Thuringian granitic line (Frankenwald cross zone) and the Orla depression – A study of their interrelations from the Late Variscan to the Saxonian tectogenesis*

The Frankenwald cross zone, newly defined in this paper, was lifted en bloc in the Permian period. The rubefaction of the slate mountains, which extends outside this cross zone, makes the drafting of a map of the Permian base possible. The Orla depression, filled with Saxon clastics, shows on its southern edge a system of troughs and foundation rock eminences.

The cross zone (granitic line) and the Orla depression can be considered as one Late Variscan complex. In addition to the granitoids already known, two new types are presented in the paper. The overall mineralization shows only little variation with the exception of the „Haus Sachsen“ range of veins which cannot be related with certainty to any of the granitoids. In the region of the Orla depression, the Saxon tectogenesis resulted in a significant mineralization. The topo-mineral interrelations are discussed on the basis of a special case which is valid for the entire depression under study.

# Thüringer Granitlinie (Frankenwald-Querzone) und Orlasenke in ihren Wechselbeziehungen vom Spätvariszikum bis zur saxonischen Tektogenese

*Mit 6 Abbildungen und 3 Photos  
im Text*

*Autor:*

Dr. HEINZ PFEIFFER  
1157 Berlin-Karlshorst  
Heiligenbergerstraße 5

---

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd. 9  
Seite 53...71  
VEB H. Haack Gotha 1984

## Резюме

*Тюрингенская гранитная линия  
(поперечная зона франконского леса)  
и впадина Орлазенке в своих взаимоотношениях с варисцийской эры по саксонский тектогенез*

Поперечная зона франконского леса, определенная заново в предлагаемой статье, была поднята целиком во время перми. Краснина вне этой поперечной зоны Сланцевого горного массива позволяет составить карту базиса перми. На южном краю впадины Орлазенке, наполненной саксонскими обломочными породами, обнаруживаются система промоин и поднятия фундамента. Поперечная зона (гранитная линия) и впадина Орлазенке являются составляющей одно целое поздневарисцийской единицей. Представляются двое новых гранитоидов. Общая минерализация, кроме жильной зоны „Хаус Саксония“, точно не относимой к определённым из гранитоидов, мало развита. В пределах впадины Орлазенке образовались в результате саксонского тектогенеза значительные минерализации. Топоминеральные отношения обсуждаются на одном примере, который действителен для целой впадины.

## 1. Frankenwald-Querzone und ihre Granitlinie

### 1.1. *Kenntnisstand*

Frankenwald-Querzone und die ihre Achse bildende Granitlinie (Abbildung 1) gelten als gut erforschte regionaltektonische Einheit, besonders seit den kleintektonischen Untersuchungen durch SCHWAN (1956) u. a. Deren Mangel war jedoch, daß teilweise auf ein veraltetes Kartenmaterial (1:25 000) aufgebaut wurde. Verfasser hat für die Blattbereiche Saalfeld, Leutenberg und Lehesten dem mehrfach (zuletzt 1962) abzuhelfen gesucht. Inzwischen erfolgte eine moderne gefügekundliche Bearbeitung des durch den Dachschieferbergbau hervorragend aufgeschlossenen Baues durch SCHUBERT (1976, 1980), so daß der Frage des variszischen Faltenstils wie der Mechanik des Schollenbaues vollauf Genüge getan ist.

### 1.2. *Präzisierung des Nordrandes der Querzone*

Offener bleibt die Frage des Bruchschollenbaues im scheinbar so monotonen Gebiet geschlossener Kulmverbreitung (PFEIFFER 1976 b). Im Zentralgebiet des Ziegenrücker Synklinoriums, vor allem auf Blatt Liebengrün, war nur die Umgebung des Henneberges durch STEINBACH (1965) nach neueren Gesichtspunkten kartiert (PFEIFFER 1976 b, Abbildung 2). Neue Begehungen meinerseits erbrachten hier teilweise überraschende Ergebnisse, wobei für den Blattbereich Ziegenrück Dr. P. LANGE, Weimar, für bereitwillige Hinweise zu danken ist. Für die Umgebung von Lobenstein konnte auf WUCHER (1965) sowie WUCHER und BLUMENSTENGEL (1963) zurückgegriffen werden. Erleichtert wurden meine Begehungen im Bereich der aufschlußlosen Frankenwald-Peneplain durch die Aktivitäten der modernen Landwirtschaft, wodurch eine detaillierte Lesesteinkartierung möglich war.

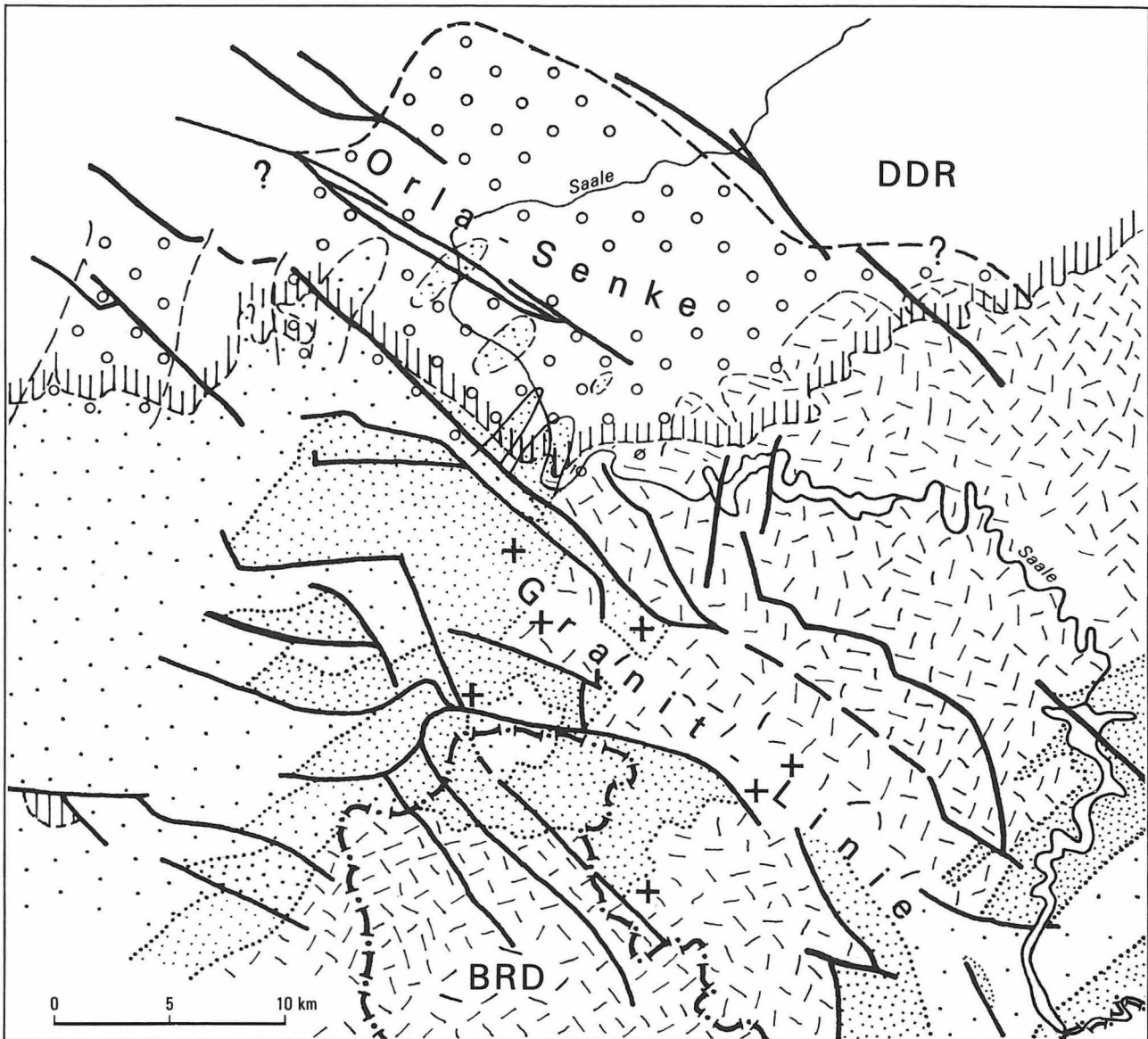


Abbildung 1  
Übersichtskarte Orlasenke und Granitlinie (Querzone)

Wichtigstes Ergebnis ist die Entdeckung einer Grabenbildung quer durch das Gebiet des Kulms. Das nordwestliche Ende war bereits als Graben von Hockeroda erkannt (PFEIFFER 1962). Nunmehr läßt sich diese Struktur auf 25 km Länge bis Lobenstein verfolgen. Dort (Blatt Hirschberg) ist nach Mitteilung von Herrn Dr. R. GRÄBE, Jena, der Nordrandbruch bis in das Bergaer Antiklinorium hinein gut faßbar. Bei Übertritt ins Blatt Lie-

bengrün tritt dieser jedoch in das „Oberkulm“-Gebiet (Stufe III der Faltenstufe nach PFEIFFER 1976 b) bei Remptendorf ein. Der Verlauf läßt sich im Hochwald nur durch Quellen und Geländesenken verfolgen. Bei Lückemühle markiert Gesteinwechsel die Störung, und nördlich Thimmendorf wurde sie bereits von LIEBE und ZIMMERMANN (1888) auskartiert. Nunmehr ist auch die Fortsetzung westlich Dorfilm erkennbar. Hier strahlen meridionale

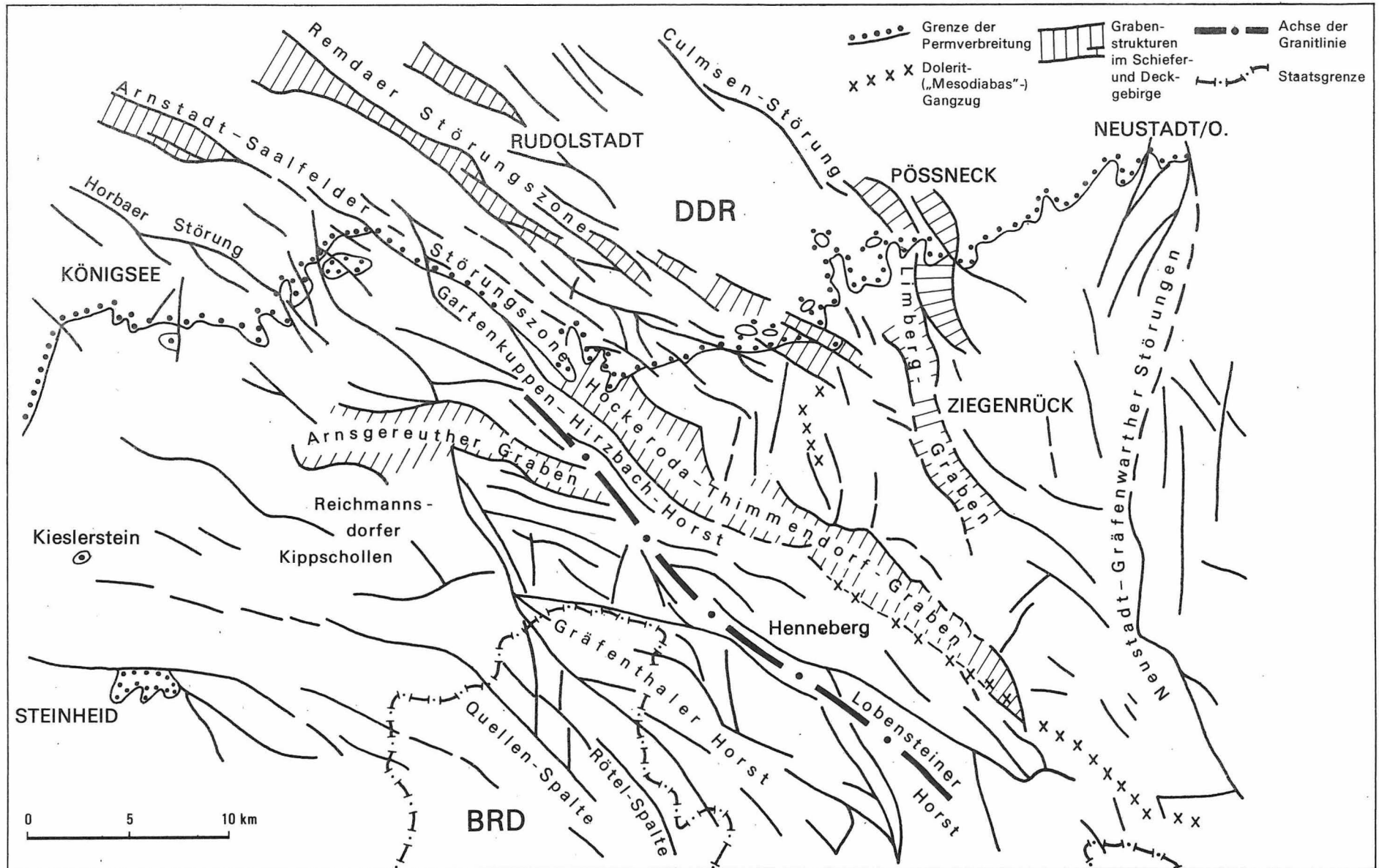


Abbildung 2

Übersichtskarte der Querzone; entworfen nach ZIMMERMANN (1910), SCHWAN (1956), PFEIFFER (1962), SCHMIDT und HETZER (1963) sowie neuen Begehungen

Störungen ab, während der Hauptverwurf von der nördlich Hockeroda kommenden Störung übernommen wird. Der Graben dürfte zwischen 500...1 000 m Absenkung erfahren haben.

Bezeichnenderweise ist mit dieser offensichtlichen Ausweitungsstruktur der lange Dolerit-Gangzug („Mesodiabas“ ZIMMERMANN 1912, 1914) verknüpft, ebenso wie die Tatsache, daß sich bei Dorfilm der Gangzug in Trümer aufspaltet, die im Blattbereich Ziegenrück die eggische Richtung einnehmen, und solche, die in streng herzynischer Richtung bis zum Untertauchen in die Orlasenke bei Fischersdorf fortlaufen.

Diesen Hockeroda-Thimmendorf-Graben sehe ich als Nordostrand der Querzone an. Diese ist damit auf einer Länge von 40 km relativ konstant rund 20 km breit, wenn man, wofür vieles spricht, als SW-Rand die „Quellen-Spalte“ (ZIMMERMANN 1910) auf bayrischem Gebiet und ihre westliche Fortsetzung, die südlichste Störung der Reichmannsdorfer Kipp-schollen (SCHWAN 1956), annimmt.

Dem Nordrand-Graben steht nicht nur der Lobensteiner Horst mit 2000 m Abschiebungsbetrag gegenüber (WUCHER und MEINEL 1970), sondern im NW ein weiterer, der Gartenkuppen-Hirzbach-Horst genannt werden mag, und der auf einer Länge von über 15 km nur 1...2 km breit ist. Der Gartenkuppen-Teil ist lange bekannt (PFEIFFER 1940). Neue Daten ergeben über 1000 m Sprung gegen die abgesunkene, stark schräggestellte NE-Scholle (Reschwitzer Scholle SCHWANs, aber auch SCHMIDT und HETZER 1963). Beim Übergang ins Gebirgsinnere tritt nur kurz eine Verminderung dieses Betrages ein, östlich Unterloquitz stoßen wieder mitteldevonische Tentakulitenschiefer gegen Ziegenrücker Schichten des Kulm (PFEIFFER 1968 b), und bis zum Bahnhof Leutenberg ist die Störung unvermindert kräftig. Hier scheint sie ostwärts auszulenken. Geradlinig auf den Henneberg zu findet entgegen bisherigen Darstellungen kein Fortstreichen statt.

Nordöstlich der Querzone dominiert die meridionale Richtung, vor allem die eggische (LANGE und STEINER 1971), die auch innerhalb der Querzone keineswegs fehlt. Abbildung 2

zeigt ein Abdrehen im Uhrzeigersinn. Der hier dargestellte Limberg-Graben, an den der bekannte Melaphyr des Limberges bei Ranis gebunden ist, scheint eine geringere Absenkung gegenüber dem oben beschriebenen erlitten zu haben. Interessant ist jedoch der Zusammenhang mit der saxonischen Culmsen-Störung des Vorlandes (PUFF 1970). Es zeigt sich ein verborgener Zusammenhang zwischen Elementen des saxonischen Feldes mit denen des variszischen.

1.3.

### *Inventur der Frankenwald-Granitoide*

Abbildung 3 gibt die Position von zehn Körpern an. Zwei davon waren bisher unbekannt, zwei weitere bleiben hypothetisch, einer schließlich gehört anscheinend nicht zur Frankenwald-Gruppe.

- I: Kontakthof und erbohrter Granit von Sparnberg (MEINEL 1962)
  - II: Zutagetretender Körper von Helmsgrün
  - III: Henneberg und Sormitztal-Granit (SCHRÖDER 1957)
  - IV: Erbohrter Kontakthof von Lehesten
  - V: Kontakthof der Goldkuppe bei Leutenberg (HESS von WICHENDORFF 1904)
  - VI: Stock von Hirzbach
  - VII: Bergmännisch entdeckter Körper vom „Kirchberger Glück“
  - VIII: Stock von Döhlen
  - IX: Gravimetrisches Minimum von Zopten (REH 1962)
  - X: desgleichen von Thälendorf (REH 1962)
- Der von MEINEL (1962, 1974) untersuchte Granit von Sparnberg ist aufgrund seiner Azidität, Konfiguration und guten Mineralisation besser an die westerzgebirgisch-vogtländische Plutongruppe anzuschließen (1. Typ MEINELS).
- Die anderen bekannten Körper sind hingegen basischer, sind Granodiorite bis Diorite (MEINELS 2. Typ). Ihre Konfiguration ist eng bis winzig, ihre Mineralisation ausgesprochen ärmlich. Daran ändert auch nichts, daß die ausgedehnten vier Bausohlen auf dem Henneberg eine Vielfalt von Mineralien auf Gängen und Drusen liefern.



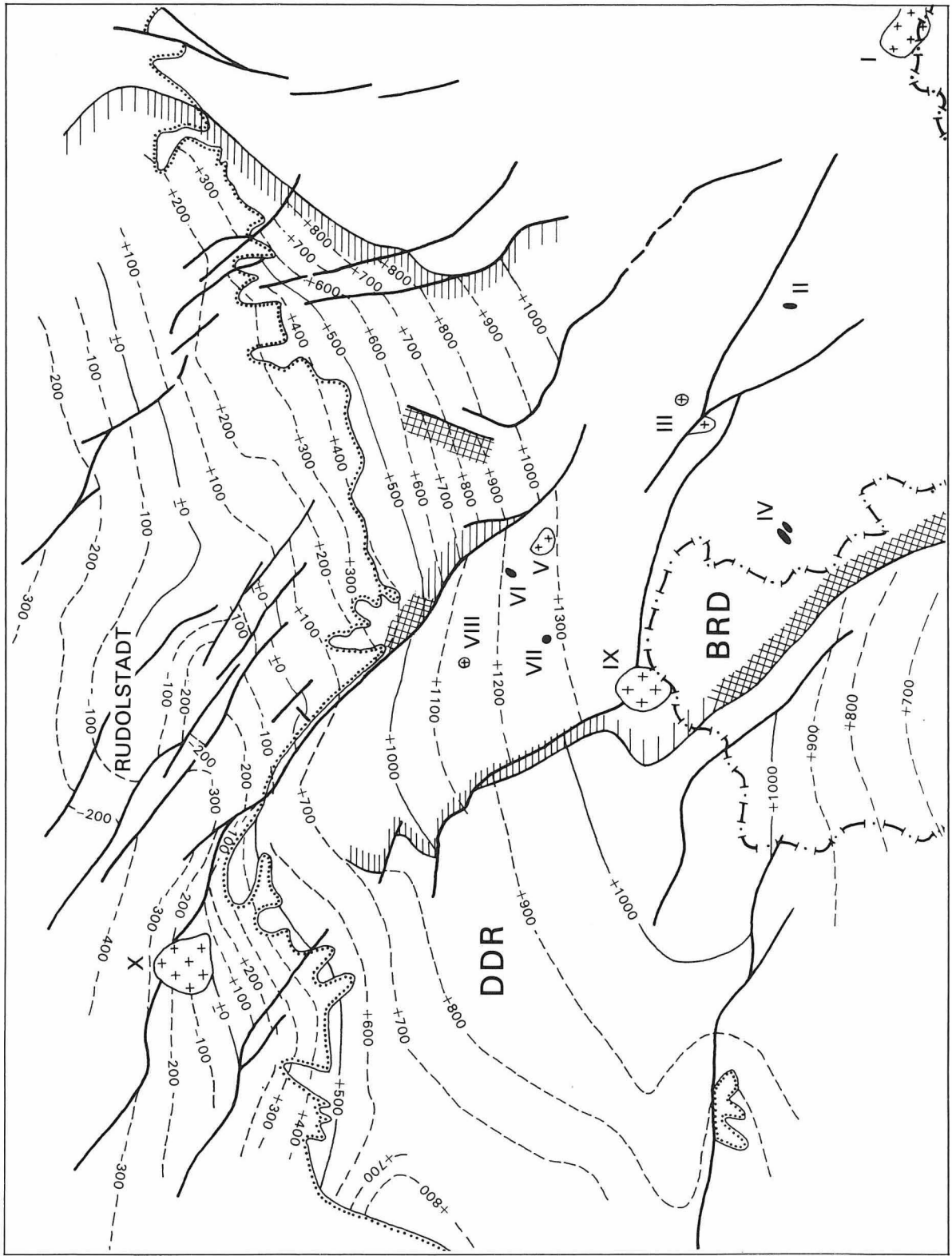
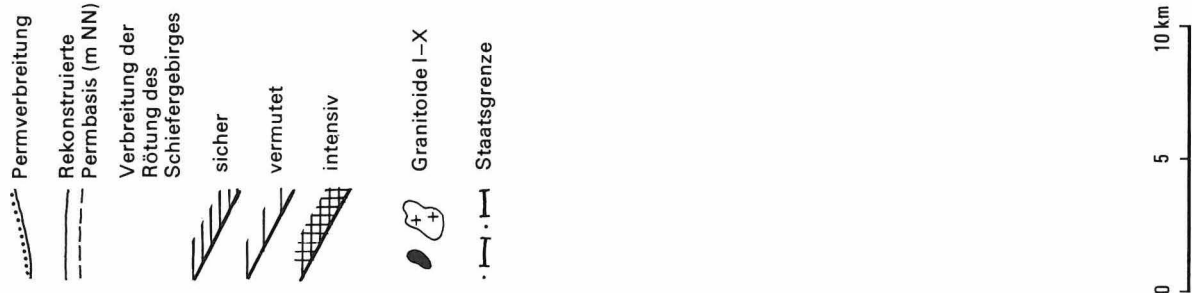


Abbildung 3  
 Rekonstruktion der Perm-Basis. Vorlandbereich nach REH (1959) und PFEIFFER (1974b), sowie BISEWSKI (1955), im Schiefergebirge nach eigenen Feststellungen



Photo 1

Henneberg – Granit (3. Bausohle); zahlreiche Lamprophyrgänge, begleitet von verstärkten Mineralisationen; Stand Sommer 1980

Zwei Körper sind durch den Schieferbergbau entdeckt worden. Derjenige vom „Kirchberger Glück“ südlich Unterloquitz wurde um 1925 unter Tage angefahren, worauf der Betrieb eingestellt wurde. Verfasser konnte vor Jahren den heute unzugänglichen Punkt befahren. Das Gestein ähnelt demjenigen von Hirzbach, ein Kontakthof ist unbedeutend, doch verdeutlicht sich der Körper durch einen Gangschwarm südlich Unterloquitz (PFEIFFER 1955, Abbildung 10, 11). Gleiche Zusammenhänge sind auch am Henneberg, bei Hirzbach und Döhlen offenkundig (MEINEL 1974).

Der Körper vom „Alten Bruch“ südlich Lehesten, der sich gravimetrisch andeutete (REH 1962), wurde vom Verfasser in der Dachschieferbohrung 135/59 ab 186 m unter Flur durch typische Knötchenschiefer (in schwach phyllitischem Kulm) nachgewiesen.

Beim „Minimum von Zopten“ fehlt ein solcher Nachweis. Neben Lamprophyr-Gängen

um Gräfenthal, die südwärts abrupt an der vorn genannten Randstörung der Querzone („Quellen-Spalte“) enden, sind es vor allem Sideritgänge (DEUBEL 1929), nach NW bei Pipelsdorf sekundär in Hämatit verwandelt; alter Bergbau ist nachweisbar.

Über das „Minimum von Thälendorf“ ist außer der Schwere-Indikation (REH 1962) nichts näheres bekannt.

#### 1.4.

#### *Granitnahe Lagerstätten*

Die bergmännisch genutzten Lagerstätten in Nähe der Granite sind im wesentlichen durch HESS von WICHENDORFF (1904) und v. FREYBERG (1923) beschrieben worden. Die neueren, auf Bohrungen gestützten Untersuchungen (MEINEL 1962, REH 1963) haben wohl die Kennt-

nisse vertieft, insgesamt aber die Mäßigkeit der Vererzungen bestätigt.

Hier noch folgende Ergänzungen. Der Antimonit-Gang von Oberloquitz mit noch offenem Schacht (Pkt. O der Abbildung 3) ist wohl auf den Körper vom „Kirchberger Glück“ zu beziehen. Den Granit von Döhlen begleitet ebenfalls eine kleine ausstreichende Vererzung (LIEBE und ZIMMERMANN 1888). Derzeit findet sich nur ein völlig verfallenes Pingenfeld von etwa 100 x 120 m. In Akten von 1702 war es als „Güldener Hirsch“ bei Lositz zu identifizieren, wo man eine „Fundgrube nebst 6 Maaßen“ erneut aufnahm, ohne je Erträge zu erzielen. Als Kern des stark geschönten Bergberichtes wird man den „ungemeinen Marckasit oder Kieß“, mithin wohl Pyrit und Chalkopyrit zu betrachten haben.

Überhaupt nichts mit diesen Mineralisationen hat entgegen den Aussagen v. FREYBERGS (1923) und von REH und SCHRÖDER (1974) das thüringische Gold zu tun. Weiteres siehe bei PFEIFFER (1983).

## 1.5.

### *Gangzug „Haus Sachsen“*

Eine bedeutendere Mineralisation auf der Achse der Granitlinie kann auf keinen vorgeannten Körper bezogen werden. Hinweise geben nur zwei kleine Gangschwärme basischer Gesteine (ZIMMERMANN 1944) bei Garnsdorf und Weischwitz, vorwiegend auf Blatt Saalfeld.

Es sind die bekannten „Haussachsener Gänge“ (v. FREYBERG 1923, PFEIFFER 1974a, 1979). Die Mineralisation ist einfach: die Füllung der Gänge, bei voller Entwicklung vier Parallelspalten in etwa 40 m Abstand und bis zu 2 m mächtig, besteht aus reinem, grobspätigem Kalzit, in dessen Zwickeln sich Chalkopyrit eingesprengt findet, der sich stellenweise bis zur Abbauwürdigkeit anhäuft, wie sie an zwei Stellen gegeben war. Bei Beulwitz (Pkt. M der Abbildung 3) war in dem aktenkundig auf über 2 km Streichlänge verfolgten Spatgang das Feld „Haus Sachsen“ 400 m lang bis 120 m unter Tage abbaubar (PFEIFFER 1979, Abbildung 4). Bei Weischwitz (Pkt. N der Abbildung 3)

hat der ungefähr ebenso lang aufgeschürfte Gang auf 300 m Länge bis zu 50 m Tiefe wirkliche Ausbeuten erbracht, das Restliche war so gering vererzt, daß die zahllosen Versuche stets scheiterten. Die überall festzustellende rasche Abnahme der Erzführung nach der Tiefe deutet auf einen Sekundäreffekt der Anreicherung hin. Im übrigen ist Kupferkies der Ubiquist des Schiefergebirges und auf Klüften sehr weit verbreitet.

Darüber hinaus erbrachte die Umgebung von Beulwitz noch ein besonders reiches Silbererzvorkommen. Im Ergebnis jahrzehntelangen Nachsuchens gelang auf den Halden des „Wachserz“ dessen Neufund. Er bekräftigt nur die Vermutung, daß dieses Erz (reicher Tetradrit) nicht im Kalzit-Chalkopyrit-Gang auftritt. Es ist eine quarzig-ankeritische Gangart. Auf dem „Haus-Sachsen“-Schacht wird 1702 von einem „silberhaltigen Lettengang“ gesprochen. Das Silbererz ist hier offenbar im Zusammenhang mit gerötetem Schiefergebirge zu sehen (s. Abschnitt 2. u. 3.), das bei Beulwitz an den Gebirgsrandbruch herantritt. Hier spielen auch die „Zechstein-Rücken“ hinein, wenn auch an diesem Ort Kobalt und Nickel fehlen und das Silbererz mit seinem hohen Gehalt gänzlich von dem der Orlasenke abweicht.

Die Bindung der „Haussachsener Gänge“ an die Randstörung des Gebirges westlich Saalfeld scheint zwar für saxonisches Alter zu sprechen, jedoch sind die Gänge Zerrspalten, der Randbruch eine kräftige Aufschiebung, und es spricht die eintönige Mineralisation deutlich für varistisches Alter.

## 2.

### Entwicklung der Orlasenke

#### 2.1.

#### *Die Rötung des Schiefergebirges*

Die orogenetischen Vorgänge Hauptfaltung, Eindringen der Granitoide, Bruchbildung und Nachschub von Ganggesteinen erfolgten in verhältnismäßig kurzem Abstand. Hierzu gehört auch die Auswirkung des den Graniten vorausseilenden „Wärmedomes“ (MEINEL 1974)



Photo 2

Zechstein am Rande der Orlasenke; das Werrakarbonat (Zechsteinkalk) überlagert unmittelbar klotzige Kulmgrauwacke (hier durch Sprengarbeiten aufgelockert); die basale Karbonatbank zementiert eine Steinsohle (deutlich bei \*) deren Geröllbestand nur teilweise der Grauwacke entstammt und die man als Residuum eines Schuttstromes aus dem Saxon erklären kann

auf der Granitlinie (LANGE und SCHUBERT 1979). Man kann für diese Vorgänge den Zeitraum von sudetischer bis asturischer Phase setzen.

Vom Westfal ab setzte im Gefolge der Abtragung des Schiefergebirges eine kräftige, tiefgehende Rötung auf der Einebnungsfläche ein, die gerade hier frühzeitig erkannt wurde (ZIMMERMANN 1909, SCHLEGELMILCH 1968). Als mittlere Eindringtiefe in den Rumpf läßt sich am Südrand von Blatt Saalfeld oder auf der Hochfläche der Reichmannsdorfer Kippschollen ein Wert von 300 m unter der Permbasis ermitteln. In weiten Grenzen gesteinsabhängig (SCHLEGELMILCH 1968, Abbildung 2) muß auf Störungen und Aufrüftungszonen sogar bis zu 500 m Tiefe gerechnet werden.

Aufgrund dieser Feststellungen wurde die in Abbildung 3 dargestellte Karte der Permbasis entworfen. Für das Gebiet des Deckgebirges, wo zahlreiche Bohrungen vorliegen, spiegelt sich im wesentlichen die saxonische Tektoge-

nese wider. Das Bild erinnert im Kleinen an Harznordrand und Subherzyn, vor allem zwischen Saalfeld und Rudolstadt (REH 1959, Abbildung 2, PFEIFFER 1974b, Abbildung 1).

Im Gebirge bieten die Perm-Reste im oberen Schwarzatal unmittelbaren Anhalt, mittelbaren die den Schwarzburger Sattel überziehende Rötung (v. GAERTNER 1934, DEUBEL 1929, 1930, HETZER 1958). Im Kulmsynklinorium sind die Verhältnisse minder einheitlich. Südlich des Kamsdorf-Saalfelder Erzfeldes läßt sich die Rötung mühelos verfolgen. Bereits SCHLEGELMILCH 1968 hat am Ostrand der Orlasenke bei Pößneck und noch mehr bei Neustadt/Orla eine starke Verminderung und schließlich ein völliges Verschwinden der Rötung ermittelt.

Die neuen Begehungen ergaben eindeutig, daß diese Abnahme sprunghaft erfolgt. Der Sprung südlich Pößneck ist an das Culmsen-Limberg-Element gebunden. Hier endet bei Gössitz die Mineralisation von Kupfer und Barium (Punkt H der Abbildung 3), der Bergbau

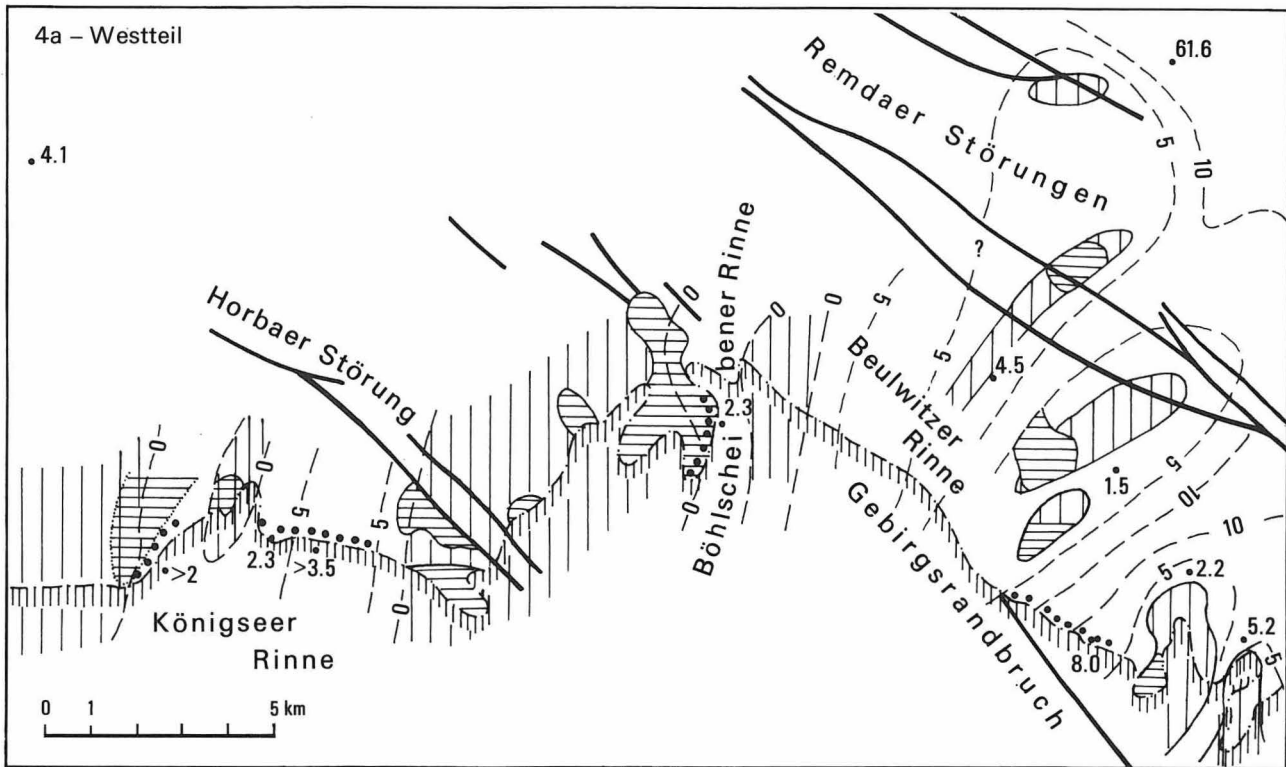


Abbildung 4  
 Karte des Südrandes der Orlasenke (Westteil: 4a; Ostteil: 4b);  
 Bohrpunkte nach REH (1959) und PFEIFFER (1974b) sowie BISEWSKI (1955), Bergbau nach PFEIFFER (1974a)

war an die herzynisch streichende Rötungszone von Wilhelmsdorf gebunden. Die bei Döbritz großflächig aufgeschlossenen Kulmgrauwacken (PFEIFFER 1981a) zeigen eine dem unmittelbar auflagernden Zechstein nicht gemäße Rötung. Sie erweckt den Eindruck, als sei noch kurz vor dem Zechstein Grauwacke abgetragen worden. Dafür spricht auch die karbonatische Basalbank des Zechsteins, die einen ziemlich gut sortierten Geröllbestand – vorherrschend Milchquarz – einhüllt, möglicherweise eine Lesedecke am Rande der Orlasenke.

An diesen Raum intensiver Rötung sind größere Schwerspatlagerstätten gebunden, was erstmalig ZIMMERMANN (1909) erkannte, obwohl sie postpermischen Alters sind. Abbildung 3 lokalisiert sie in Anlehnung an STAUB (1928):

- A: Königsee-Garsitz; B: Allendorf;
- C: Leutnitz; D: Unterwirschbach;
- E: Fischersdorf; F: Gorndorf;
- G: Könitzer Revier; H: Wilhelmsdorf;
- J: Bodelwitz; K: Döbritz,
- und ganz im Süden L: Rothenkirchen (BRD).

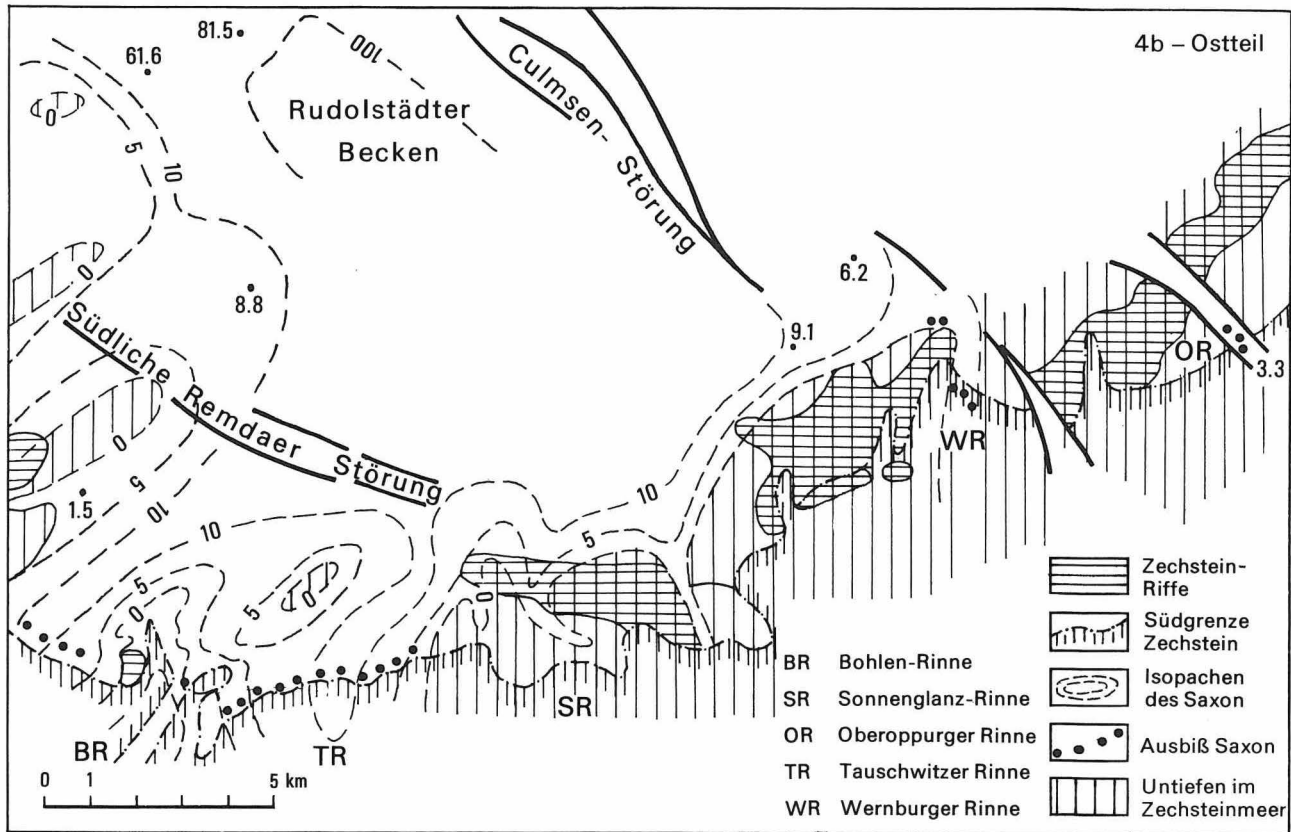
An Vorräten stehen Könitz und Leutnitz obenan, wobei bei Leutnitz und um Königsee das Material völlig auf das Zechstein-Riff beschränkt ist, während bei Könitz und ostwärts davon die Akkumulation sich stark ins Schiefergebirge verschiebt. Bei Rothenkirchen, Fischersdorf und minder bedeutenden Punkten sitzt es gänzlich im Schiefergebirge und zeigt hier klar Bindung an intensive Rötung des Rahmengesteins (PFEIFFER 1962, Abbildung 5).

In diesem Niveau ist der rötliche Baryt der ersten Generation vorherrschend, der weiße, jüngere (BENDER 1934, WERNER 1966) bevorzugt den Zechstein, jedoch bestehen keine scharfen Grenzen.

## 2.2.

### *Der rötungsfreie Horst der Granitlinie*

Neu ist, daß völlig eindeutig und klar umgrenzt die Frankenwald-Querzone als Block hervortritt, der von Rötung völlig frei ist. Beweise



hierzu hat der Bergbau überreichlich geschaffen, von Wittmannsgereuth am NW-Ende (HETZER 1958) bis zum Henneberg und darüber hinaus.

Die vielfach scharfen Grenzen dieses rötungsfreien Blockes werden aber überraschenderweise nicht von den Hauptsprüngen der Querzone gebildet, sondern es sind hierzu parallele, minder bedeutende Verwerfungen. Im SW ist es die von ZIMMERMANN (1910) erkannte „Rötelspalte“ auf Blatt Lehesten. Ihr Fortstreichen „verschwimmt“ um Gräfenthal, sicherlich infolge jüngerer Erosion der hier primär aufgescheitelten Fläche, die nordwärts zur Orlasenke, südwärts zum Stockheimer Becken abfiel. Aber bereits um Pippelsdorf und Hoheneiche ist die Rötungsgrenze wieder deutlich. Im Blattbereich Blankenburg ist sie merkwürdig zerlappt, aber gut zu ermitteln. So etwa steht dem geröteten Phycodenquarzit an der Aumühle bei Volkmannsdorf auf der nördlichen Talseite der ungerötete Griffelschiefer von Birkenheide gegenüber. Die Griffelmacher unterschieden „grünen“ und „roten Stein“, je nach

der Oxydationsstufe des Eisens (auch Trilobiten in der Sammlung des Verf.), und stellten fest, daß der „rote“ weicher ist, wie ich in der Praxis dieses ausgestorbenen Handwerks noch erfahren konnte.

Sehr scharf ist die Grenze bei Saalfeld. Sie verläuft längs kleiner Verwürfe zickzackförmig. Abbildung 3 muß leider auf Feinheiten verzichten. Die besonders intensive Rötung um Reschwitz ist mit Vertonungen der Mitteldevonschiefer verbunden (ZIMMERMANN 1914). Die moderne Feldwirtschaft gestattet auch hier, die Grenze ganz exakt zu ziehen.

Derart ist sie nach SE bis an den Stadtrand von Leutenberg zu verfolgen. Hier wird sie allmählich undeutlich, da man erneut in einen Bereich tief unter der alten Abtragungsfläche gelangt.

Der somit umgrenzte Block der Querzone ist ganz offensichtlich mitten im Perm, anscheinend vor Beginn des Saxon, ruckartig um mindestens 300 m gegenüber der Umgebung gehoben worden und in der Folge von seiner Haube geröteten Gesteins entblößt worden. Entblößt

wurden aber auch erst zu diesem Zeitpunkt die Granite und ihre mineralische Aureole, ein für die nachfolgenden Betrachtungen nicht unwichtiger Fakt.

2.3.

### *Konturierung der Orlasenke*

Der Terminus „Orlasenke“ wurde 1968 durch v. HOYNINGEN-HUENE eingeführt. Er hat nicht nur Priorität gegenüber dem „Rudolstädter Becken“ SEIFERTS (1972), sondern ist auch sachlich besser (PFEIFFER 1981b). Das Rudolstädter Becken stellt nur den am tiefsten eingesenkten Teil einer größeren Senke dar, die nachstehend skizziert werden soll.

Vorwegzunehmen ist, daß die bisherige Unkenntnis nicht allein darauf beruht, daß die Orlasenke größtenteils vom Zechstein überdeckt ist, sondern in hohem Maße auch mit der Fassung des Saxons und seiner Abgrenzung gegen das Thuring, den Zechstein, zusammenhängt. Historisch wies RH. RICHTER (1869) erstmalig auf Rotliegendes am Roten Berg bei Saalfeld hin. An dessen Steilkante bei Tauschwitz haben Rotsedimente ihren Ausbiß. Obwohl auch auf den benachbarten zahlreichen alten Bergbauhalden die gleichen Konglomerate reichlich lagern, wurde das Ganze unter ZIMMERMANNNS Autorität 1914 als Zechsteinkonglomerat ausgewiesen. Meinerseits erkannte ich jedoch um 1958, daß graues „Zechsteinkonglomerat“ am genannten Punkt kontinuierlich in rotes übergeht. Die Graufärbung ist offenkundig die gleiche Sekundärscheinung wie die von rotem Schiefergebirge am Kontakt zum Zechstein (SCHLEGELMILCH 1962, Abbildung 2).

Erhalten blieb die Rotfärbung des Saxon in weiten Bereichen der Orlasenke dort, wo die Gesamtmächtigkeit 5 m überschreitet (historische Akten, auch STEINER u. a. 1974). Das gilt auch für Königsee. Leider gestatten die derzeitigen Aufschlußverhältnisse nicht die Lokalisierung entsprechender Hinweise von RH. RICHTER (1869) und LORETZ (1892).

Lithologisch bestätigt sich in der Orlasenke der Befund von JÜDERSLEBEN und SEIDL (1974), wonach reichlich nahes Schiefergebirgsmaterial vorherrscht, daneben jedoch mürbe, feld-

spatreiche Lagen auf äolischen Antransport aus entfernten Kristallingebieten hinweisen. Eine letzte Beeinflussung durch das Zechsteinmeer drückt sich wohl im „Sandflöz“ aus, das mehrfach, doch nicht überall, zu beobachten ist (H. MEYER 1914, SEIFERT 1972).

Die östlich im Raum Pößneck auftretenden Konglomerate sehen anders aus. Die Entfärbungszone ist geringer, ein „Sandflöz“ fehlt. Das vorzüglich aufgeschlossene Konglomerat von Oberoppurg fällt durch geringe Reife auf. Neben reichlichen Kulm-Geröllen sind typische devonische Knotenkalke mit mäßiger Zurrundung sowie Silurlydite auffällig. Beide lassen sich vom Schleizer Raum ableiten, wo in 12 km Luftlinie Präkulm zutage tritt. Das Gesamtbild legt eine Parallellisierung mit der älteren Konglomeratstufe SEIFERTS von Rudolstadt nahe.

Bereits 1981 (b) hatte ich kurz auf den Zusammenhang der Daten von DIETRICH (1959), REH (1959), LANGE und MÜLLER (1958) und MEYER (1914) mit meinen Feststellungen (PFEIFFER 1974 a, b) hingewiesen. Aus ihnen resultiert das Bild der Orlasenke, wie es Abbildung 4 darstellt. Hier tritt ein System von zubringenden Rinnen aus dem Schiefergebirge, aber auch von Aufragungen innerhalb der Senke, klar hervor. An jene übrigens sind alle Zechstein-Riffe gebunden, auch die verdeckten (SEIFERT 1972). Da viele Riffkörper nach ihrer „Anwurzlung“ in die Breite wuchsen, verschleiern sie das Bild, so auch im Fall der noch näher zu beschreibenden Sonnenglanzrinne.

Durch diese Rinnen muß zumindest ein Teil des Detritus gewandert sein, der von der gehobenen Frankenwald-Querzone stammte. Dabei war die Tauschwitzer Rinne wohl die größte. In ihrem Zentrum sind am Ausgehenden (nach zuverlässigen Daten von 1866 im „Schwarzburgischen Pelican“) 15 m Konglomerate („8 Lachter“) erschlossen gewesen. Der Lauf dieser Rinne ist anhand alter Akten wie auch neuerer Heldenfunde gut rekonstruierbar, wozu auch die beckenwärts vorgelagerte „Silberkammer-Erhebung“ (PFEIFFER 1975) zählt.

Bei dieser Sachlage ist HAUBOLD und KATZUNG (1972) zuzustimmen, denenzufolge ein „Zechsteinkonglomerat“ im stratigraphischen



Photo 3

Blick über die „Sonnenglanz“-Rinne nach E. Vorn Oststoß des Großtagebaues Kamsdorf, „Oberer Schiefer“ bildet die Sohle. Bei / in Eisenkalk umgewandeltes Werra-Karbonat; dahinter zahlreiche Baumgruppen auf alten Halden (inzwischen abgetragen), markieren etwa Westrand der Rinne (Photo U. HÄHNEL)

Sinne nicht existiert. Die Füllung der Orlasensenke hat Saxon-Alter.

Hinsichtlich der Paläotektonik kann man im Falle Frankenwald-Querzone/Orlasenke ein Wort des Altmeisters v. BUBNOFF (1952), heranziehen und feststellen, daß beide zusammengehören wie „Berg und Tal“ und ihre Nachbarschaft in gesetzmäßiger Weise zusammenhängt.

### 3. Saxonische Tektogenese

#### 3.1. *Das Bruchfeld und seine Mineralisation*

Zur saxonischen Tektogenese des Gebietes gibt es umfangreiche Literatur, beginnend mit den Kartierern (v. FRITSCH 1892, ZIMMERMANN 1914). Nachfolgend wurde das Thema mehrfach behandelt, so von BISEWSKI (1955), JUNGWIRTH und PUFF (1963), PUFF (1970) bis zu SEI-

DEL (1974), so daß auf nähere Erörterungen verzichtet werden kann.

Mit der germanotypen Deformation an der Südspitze der thüringischen Trias-Mulde sind altberühmte Mineralisationen verbunden. Auch hier mag eine Aufzählung genügen. Sie beginnt mit BEYSLAG (1889), von neueren Autoren sind wichtig WERNER (1966), BAUMANN und WERNER (1968) sowie REH und SCHRÖDER (1974). Untersucht wurden die Mineralisationen im Gefolge von Verwerfungen, den „Rücken“, wobei die neuere präzisierte Datierung derselben mit dem Schwerpunkt auf ein kimmerisches Alter wichtig ist.

Verfasser hat 1974 nicht nur die Zerrsprünge, sondern auch die germanotypen Aufwölbungen in Erwägung gezogen. Es konnte aber dabei noch nicht die ungleiche Verteilung mit Silber und Kobalt auf der einen Sattelachse sowie Eisen und Barium auf der zweiten erklärt werden. Neue Anstöße gab W. RIEDEL (Vortrag, Saalfeld 1977), der weitere Präzisierungen in Aussicht gestellt hat. An dieser Stelle soll an zwei schwierig zu erforschenden Fällen



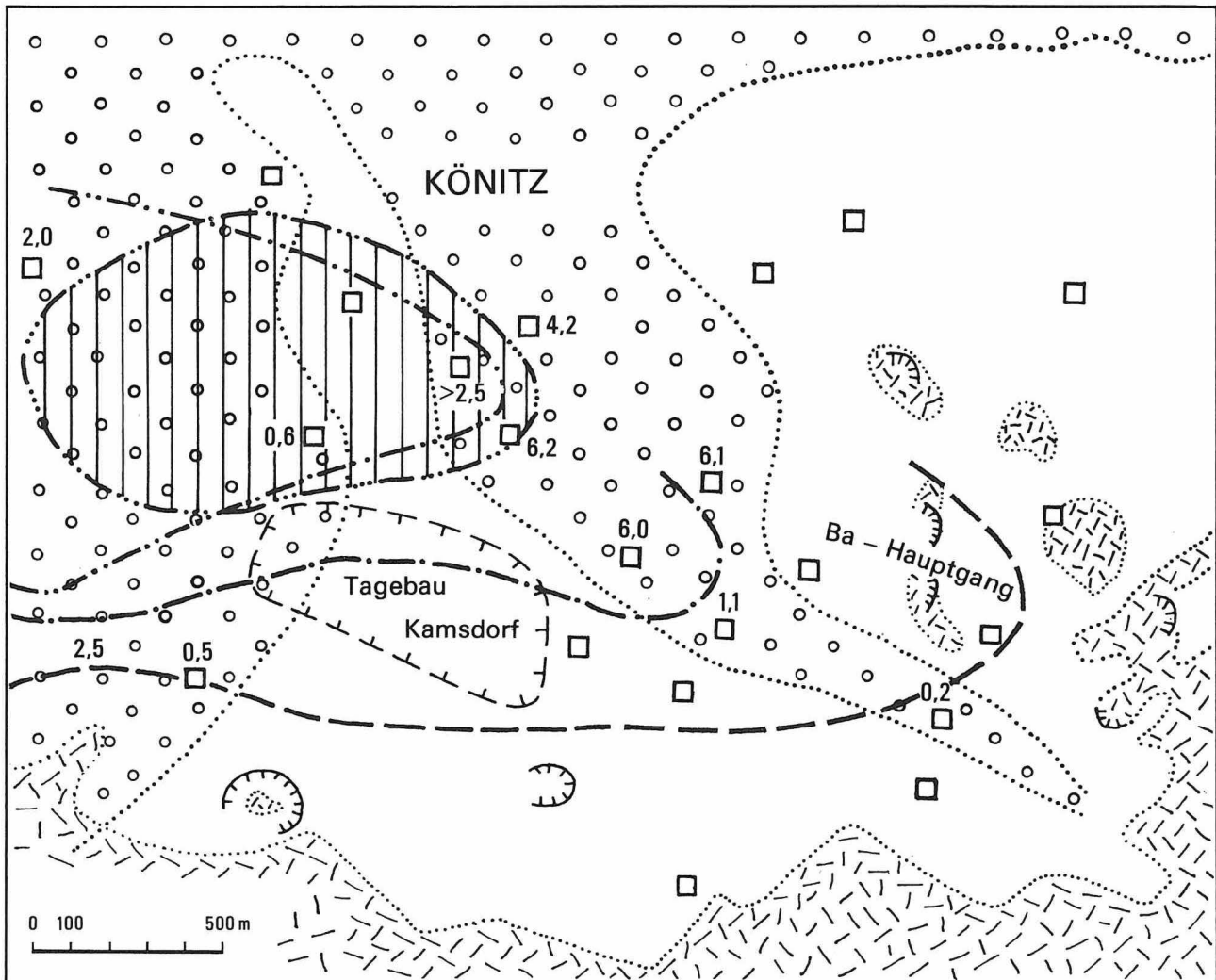


Abbildung 5  
Karte der „Sonnenglanz“-Rinne. Umgebung „Greef“ und „Fromm“  
nach JUNGWIRTH und PUFF (1963)

die Wechselbeziehung zwischen Morphologie der Orlasenke und saxonischer Tektogenese hinsichtlich der topomineralischen Beeinflussung dargelegt werden.

### 3.2. *Der Modellfall der „Sonnenglanz“-Rinne*

Diese Rinne liegt in der Flur von Könitz und ihre Entdeckung erforderte lange Kleinarbeit.

Die schwarzburgischen Bergakten haben nicht die Klarheit der preußischen, auf die BEYSCHLAG (1889) aufbauen konnte. Nur profunde Kenntnis offenbart beispielsweise, daß ein „2 Lachter mächtiges Gneis-Hangendes“ (Berichte von 1708 und 1764) ein Sediment der Orlasenke darstellt. Bedeutsam waren historische, von mir 1973 näher spezifizierte Grubenrisse, die schrittweise den Stand bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts dokumentieren. Zu diesem Zeitpunkt war der Abbau auf Buntmetalle schon erloschen und der auf Eisen ging

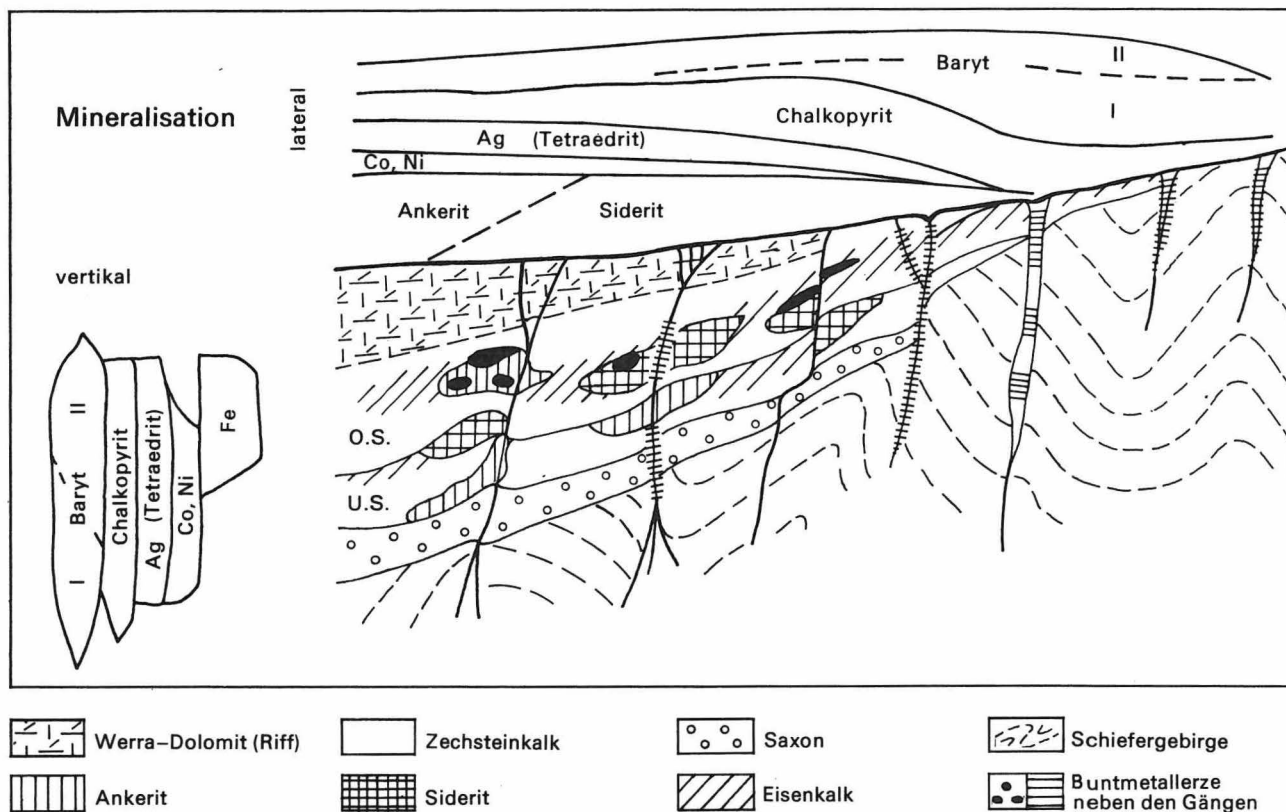


Abbildung 6  
 Schema der topomineralischen Beeinflussung der „Rücken“- Mineralisationen am Rand der Orlasenke (ohne Maßstab)

vom Abbau hochprozentiger Erze infolge Erschöpfung zum Abbau auf Eisenkalkstein über (EINECKE und KÖHLER 1910, HETZER 1957).

Aus eigener Anschauung kannte ich die Aufschlüsse der ehemaligen Schwespatgrube Könitz aus den 50er Jahren, weitere Begehungen erfolgten 1974. 1980 erbrachten nochmalige Begehungen auf alten Halden Perm-Konglomerat, auf einigen wurde im Feld „Werner Glück“ (PFEIFFER 1979) Silbererz nachgewiesen, und H. HEERWAGEN, Könitz (PFEIFFER 1968a) belegte das urkundlich erwähnte Kobalt im Feld der alten „Maximiliane“.

Das Gesamtergebnis ist überraschend. Es bringt zunächst den Anschluß an Vorstellungen von JUNGWIRTH und PUFF (1963, Abbildung 10), die das Mündungsgebiet dieser Rinne erfaßten. Nach SE hat sie sich nunmehr klar bis zur alten „Sonnenglanz“-Zeche verfolgen lassen. Diese Rinne samt der ihr an der Westflanke vorgelagerten Aufragung von Kulm hat größten Einfluß auf die lokale Mineralisation gehabt. Die gewonnenen Erkenntnisse verdeutlichen Abbildung 5 und 6. Für

den historischen Eisenerzbau war diese Struktur das Herzstück. Das in Abbildung 5 umgrenzte Zentralgebiet der Metasomatose von Zechsteinkalk in sideritisches Erz hat von den rund 2,5 Mio t „Braun I“ (HETZER 1957) rund 2 Mio t, also 80 % erbracht. Auf Metall (Eisen, Mangan) umgerechnet wäre das Verhältnis wohl noch akzentuierter, doch fehlt es an ausreichenden Analysedaten hierfür.

In der zentralen Ellipse von etwa 1,2 x 0,8 km sind sowohl das „untere“ wie das „obere“ Lager entwickelt, und Letzteres ist dazu noch von Oberbänken begleitet. Im Zentrum, am „Fromm“-Schacht, vereinen sich die Oberbänke zu einem geschlossenen „Flöz“ von über 6 m Mächtigkeit und über 60 m Breite längs der Gangrücken.

Die Abnahme der Eisenkonzentration erfolgt beckenwärts sehr rasch. Jenseits des „Pfeffer“-Schachtes trat vorwiegend der weit verbreitete arme Eisenkalkstein auf sowie ein ankeritreiches Erz. Dieses ist vor allem weiter nach Westen vorherrschend. Eng mit Fahlernen verwachsen, war dieses Metasomat das

historische „Glimmerflöz“ des 16. Jahrhunderts und bedingte die Blütezeit des Saalfelder Silberbaues (PFEIFFER 1974a, 1979).

Nach Südosten nimmt die Eisenfärbung stufenweise ab. Zuerst verschwindet unter laufender Mächtigungsabnahme das „obere“ Lager, das „untere“ Lager verhält sich unter zunehmender Verarmung ebenso.

Dafür erhöhen sich Konzentration und Reinheit von Baryt auf beiden Seiten der „Sonnenglanz“-Rinne, ganz besonders ostwärts davon, wo am „Hermann“-Schacht der Haupt-Schwerspatgang einsetzt, der rund 0,5 Mio t Baryt schüttete, davon der größte Teil unterhalb des Zechsteins.

Das Gegenstück zur Rinne bildet die oben schon erwähnte „Silberkammer“-Auftragung (PFEIFFER 1975). An ihrem Nordrand liegen die einzigen abbauwürdigen Konzentrationen von Eisen und Barium am Roten Berg. An der Peripherie fällt die große Akkumulation von Silber und Kobalt auf und im Kulm der Auftragung sind größere Mittel von Chalkopyrit abgebaut worden.

Diese vorstehend geschilderten Verhältnisse gelten nicht nur für den Meßtischblattbereich Saalfeld, sondern für alle Rinnen am Rande der Orlasenke, so bei Bad Blankenburg und Königsee (PFEIFFER 1976, 1981b). Auch ostwärts ist der Sachverhalt an der Oberoppurger Rinne sogar recht deutlich (DRECHSEL u. a. 1957, HAARDT 1957, LIEBE 1881). Allerdings ist die Mineralisation gegenüber Könitz und Kamsdorf viel geringfügiger, was ich mit den dortigen germanotypen Aufwölbungen in Beziehung bringen möchte.

Abbildung 6 soll nochmals die Beziehung zwischen der Mineralisation und ihrem Rahmen verdeutlichen.

Abschließend möchte ich der Direktion des VEB Vereinigte Thüringer Schiefergruben in Unterloquitz meinen verbindlichsten Dank für vielfache Unterstützungen im Verlauf meiner Untersuchungen zum Ausdruck bringen.

## Literatur

- BAUMANN, L., und C. D. WERNER:  
Die Gangmineralisation des Harzes und ihre Analogien zum Erzgebirge und zu Thüringen. — In: Ber. Dt. Ges. Geol. Wiss. — Berlin B 13 (1968), S. 525...548.
- BENDER, H.:  
Die Umlagerung des Schwerspat bei Leutnitz in Thüringen. — In: Zeitschr. Prakt. Geol. — Halle/S. 42 (1934), S. 116...120.
- BEYSCHLAG, F.:  
Die Erzlagerstätten in der Umgebung von Kamsdorf in Thüringen. — In: Jb. Preuß. Geol. Landesanst. — Berlin 9 (1889), S. 329...377
- BISEWSKI, L.:  
Zur saxonischen Tektonik im südlichen Thüringer Becken. — In: Abh. Dt. Akad. Wiss. Kl. Math. Naturw. — Berlin Jg. 1953, 3 (1955), S. 31...62.
- BUBNOFF, S. V.:  
Fennosarmatia. — Berlin, 1952.
- DEUBEL, F.:  
Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte (1 : 25 000), Blatt Gräfenenthal. — Preuß. Geol. Landesanst. — Berlin, 1929.  
—: Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte (1 : 25 000), Blatt Bad Blankenburg. — Preuß. Geol. Landesanst. — Berlin, 1930.
- DIETRICH, M.:  
Zur Paläogeographie des Oberkarbon und Rotliegenden im Thüringer Becken. — In: Ber. Geol. Ges. DDR. — Berlin 4 (1959), S. 326...354.
- DRECHSEL, R., und A. DRECHSEL:  
Über den Bergbau bei Pößneck in früheren Jahrhunderten. — In: Pößnecker Kultur- u. Heimatspiegel. — (1957), 5, S. 79...90.
- EINECKE, G., und W. KÖHLER:  
Die Eisenerzvorräte des Deutschen Reiches. — In: Arch. Lagerstätten-Forsch. — Preuß. Geol. Landesanst. — Berlin 1 (1910).
- FRITSCH, K. v.:  
Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte (1 : 25 000), Blatt Stadt Remda. — Preuß. Geol. Landesanst. — Berlin, 1892.
- FREYBERG, B. v.:  
ERZ- UND MINERALLAGERSTÄTTEN DES THÜRINGER WALDES. — BERLIN, 1923.
- GAERTNER, H. R. v.:  
Schichtenfolge und Tektonik im mittleren Teil des Schwarzburger Sattels. — In: Jb. Preuß. Geol. Landesanst. — Berlin 54 (1934), S. 1...36.

- HAARDT, F.:  
Bergbau im östlichen Kreisgebiet.  
– In: Heimatbuch Kreis Pößneck. – Pößneck,  
1957, S.205...210.
- HAUBOLD, H., und G. KATZUNG:  
Die Abgrenzung des Saxon. – In: Geologie.  
– Berlin 21 (1972), S.883...910.
- HESS VON WICHENDORFF, H.:  
Kontakterzlagerstätten im Sormitzthale im  
Thüringer Wald. – In: Jb. Preuß. Geol.  
Landesanst. – Berlin 24 (1904), S.165...183.
- HETZER, H.:  
Der Kamsdorfer Zechsteinkalk und seine  
industrielle Bedeutung. – In: Zeitschr.  
angew. Geol. – Berlin 2 (1957), S.52...56  
–: Feinstratigraphie, Sedimentationsverhält-  
nisse und Paläogeographie des höheren  
Ordoviz am SE-Rand des Schwarzburger Sat-  
tels. – In: Geologie. Beiheft 23. – Berlin  
7 (1958).
- HOYNINGEN-HUENE, E. v.:  
Stratigraphisches Korrelationsschema für  
das Siles und Perm der DDR. – In: Abh.  
Zentrales Geol. Inst. – Berlin 7 (1968).
- Informationsbericht Großtagebau Kamsdorf.  
– VEB MAXHÜTTE UNTERWELLENBORN.  
– Rudolstadt, 1967.
- JUDERSLEBEN, G., und G. SEIDEL:  
Zur Petrologie des Zechsteinkonglomerates  
im Thüringer Becken und dem SW-Thüringi-  
schen Triasgebiet. – In: Zeitschr. Geol.  
Wiss. – Berlin 2 (1974), S.1177...1196.
- JUNGWIRTH, J., und P. PUFF:  
Zur saxonischen Tektonik am Südrand des  
Thüringer Beckens. – In: Geologie. – Berlin  
12 (1963), S.47...66.
- LANGE, P., und K. H. MÜLLER:  
Ein geschlossenes Bohrprofil durch den  
Saalfelder Zechstein. – In: Saalfelder  
Heimat. – Saalfeld 3 (1958), S.62...64.
- LANGE, P., und R. SCHUBERT:  
Rasterelektronenmikroskopische Untersu-  
chungen der tektonischen Deformation an Ton-  
schiefern der Ziegenrück-Teuschnitzer Kulm-  
mulde. – In: Wiss. Zeitschr. Univ. Greifswald,  
Math.-Nat.-Reihe – Greifswald. 28 (1979),  
S.69...85.
- LANGE, P., und W. STEINER:  
Eggische Strukturlinien im geologischen  
Bauplan der DDR. – In: Geologie. – Berlin  
20 (1971), S.213...235.
- LIEBE, K. TH.:  
Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte  
(1 : 25 000), Blatt Pörmitz. – Preuß. Geol.  
Landesanst. – Berlin, 1881.
- LIEBE, K. TH., und E. ZIMMERMANN:  
Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte  
(1 : 25 000), Lieferung 40 (Blätter Saalfeld,  
Probstzella, Liebenbrunn, Ziegenrück).  
– Preuß. Geol. Landesanst. – Berlin 1888.
- LORETZ, H.:  
Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte  
(1 : 25 000), Blatt Königsee. – Preuß. Geol.  
Landesanst. – Berlin 1892.
- MEINEL, G.:  
Über lagerstättenkundliche Ergebnisse und  
Methodik der Erkundung von Erzvorkommen des  
spätvaristischen Magmatismus in Thüringen.  
– In: Ber. Geol. Ges. DDR. – Berlin  
7 (1962), S.206...216.  
–: Magmatismus und Metamorphose. – In:  
Geologie von Thüringen. – Gotha/Leipzig, 1974,  
S.335...355.
- MEYER, H.:  
Beschreibung mehrerer besonders lehrreicher  
Aufschlüsse im Saalfelder Zechstein. – In:  
Mitt. Ver. f. Geol. in Saalfeld. – Saalfeld, 1914.
- NAUMANN, E.:  
Zur Stratigraphie und Lagerung des Königs-  
seer Zechsteins. – In: Jb. Preuß. Geol.  
Landesanst. – Berlin 54 (1934), S.194...203.
- PFEIFFER, H.:  
Vortragsauszug „Neues aus den Phycoden-  
Schichten . . .“. – In: Beiträge Geol. Thüringen –  
Jena 5 (1940), S.306.  
–: Die Tektonik des Dachschiefers im ostthür-  
ingischen Schiefergebirge. – In: Geologie.  
– Berlin 4 (1955), S.615...640.  
–: Die Spurenfossilien des Kulms (Dinant) und  
Devons der Frankenwälder Querzone. – In: Jb.  
f. Geol. – Berlin 2 (1968), S.651...717. (1968a).  
–: Vorschlag zur Neugliederung des thüringischen  
Kulms auf der Grundlage von Großrhythmen.  
– In: Jb. f. Geol. – Berlin 2 (1968),  
S.715...754. (1968b).  
–: Alte Könnitzer Bergbaukarten – Kostbarkeiten  
des Staatsarchivs Rudolstadt. – In: Rudol-  
städter Heimat-H. – Rudolstadt 19 (1973),  
S.59...62.  
–: Saalfeld-Kamsdorfer Erzfeld (Ag, Cu, Co,  
Ni, Fe, Ba), Chronik und Lagerstätten-  
beschreibung. – Manuskript (Archiv Zentrales  
Geol. Inst. Berlin). – 1974a.  
–: Germanotype Faltung und ihre Bedeutung für  
das Saalfeld-Kamsdorfer Erzfeld. – In: Zeitschr.  
angew. Geol. – Berlin 20 (1974)  
S.64...67 (1974b).  
–: Rohstoffsuche in Archiven: Alte Urkunden  
helfen heimische Rohstoffe zu entdecken.  
– Urania. – Leipzig 51 (1975), S.40...43.

- : Der Blankenburger Erzbergbau. – In: Rudolstädter Heimat.-H. – Rudolstadt 22 (1976), S.171...173, 211...217. (1976a).
- : Zum inneren Bau des Ostthüringischen Kulm-Synklinoriums. – In: Jb. f. Geol. – Berlin 5/6 (1976), S. 165...173. (1976b).
- : Abriß der Geschichte des Saalfeld-Kamsdorfer Erzfeldes. – In: Fundgrube. – Berlin 15 (1979), S. 15...37.
- : Dictyodora, ein Fossilfund aus dem Kulm Thüringens und seine Aussage zur inneren Gesteinsdeformation. – In: Fundgrube. – Berlin – 17 (1981), S.52...55. (1981a).
- : Der Erzbergbau bei Königsee und seine Bedeutung im Rahmen der Orla-Senke. – In: Rudolstädter Heimat.-H. – Rudolstadt. – 22 (1981), S.91...103. (1981b).
- : Das thüringische Gold als Teil einer kaledonischen Goldprovinz Europas und die Frage ortsständiger keltischer Münzprägungen. – Vortrag zur Tagung der Ges.Geol. Wiss. DDR: Aspekte der Beziehungen zwischen Geologie und Vorgeschichte, Aug.1983 in Leipzig. – Manuskript. – 1983.
- PUFF, P.:  
Über Zusammenhänge zwischen Tektonik, ursprünglicher Steinsalzverbreitung und Atektonik in Ostthüringen. – In: Jb. f. Geol. – Berlin 3 (1970), S. 195...203.
- REH, H.:  
Zur Entwicklung des Kupferschiefers im Thüringer Becken. – In: Ber. Geol. Ges. DDR. – Berlin 4 (1959), S.288-298.
- : Über die Beziehungen postmagmatischer Lagerstätten zu den jungvariskischen Graniten im Thüringer Schiefergebirge und Vogtland. – In: Zeitschr. angew. Geol. – Berlin 8 (1962), S.565...570.
- : Über variskische Granite des Vogtlandes und des Thüringer Schiefergebirges sowie die dazugehörigen postmagmatischen Lagerstätten. In: Symposium Probl. of postmagmat. Ore Deposits, Prag. – 1 (1963), S.355...359.
- REH, H., und N. SCHRÖDER:  
Erze. – In: Geologie von Thüringen. – Gotha/Leipzig, 1974, S.867–898.
- RICHTER, RH.:  
Das Thüringische Schiefergebirge. – In: Zeitschr. dt. Geol. Ges. – Berlin 21 (1869), S.341...443.
- RIEDEL, W.:  
Vortrag Saalfeld 8.10.1977. – Erwähnt in: Fundgrube. – Berlin 15 (1979), S.54.
- SCHLEGELMILCH, V.:  
Rotfärbungen im Thüringischen Schiefergebirge. – In: Geologie. – Berlin 17 (1968), S.136...155.
- SCHMIDT, K., und H. HETZER:  
Exkursion 6. – In: Geol. Ges. DDR. 10. Jahrestagung, Leipzig 1963. Exkursionsführer. – Berlin, 1963, S.93...125.
- SCHROEDER, E.:  
Die Granite des Henneberges in Ostthüringen. – In: Geologie. – Berlin 6 (1957), S.502...527.
- SCHUBERT, R.:  
Gefügetektonik und quantitativ-geometrische Tektonik des thüringischen Dinantschiefers und ihre Nutzenanwendung. – Weimar: Diss., 1976.
- : Bruchstörungen als Teil der tektogenen Deformation des thüringischen Dachschiefers. – In: Zeitschr. Geol. Wiss. – Berlin 8 (1980), S.333...338.
- SCHWAN, W.:  
Die Frankenwälder Querzone. – In: Abh. Dt. Akad. Wiss., Kl. Math.-Naturwiss. – Berlin Jg. 1954, 6 (1956).
- SEIDEL, G.:  
Saxonische Tektogenese. – In: Geologie von Thüringen. – Gotha/Leipzig, 1974, S.699...716.
- SEIFERT, J.:  
Gebiet Rudolstadt-Saalfeld. – In: Geol. Ges. DDR. 10. Jahrestagung, Leipzig 1963. Exkursionsführer. – Berlin, 1963, S.35...46.
- : Das Perm am SE-Rand des Thüringer Beckens. – In: Jb. f. Geol. – Berlin 4 (1972), S.97...179.
- STAUB, A. W.:  
Beiträge zur Kenntnis der Schwespat- und Flußspatlagerstätten des Thüringer Waldes und Richelsdorfer Gebirges. – In: Zeitschr. dt. Geol. Ges. – Berlin 80 (1928), S.43...96.
- STEINER, W.:  
Siles und Rotliegendes nördlich des Thüringer Waldes. – In: Geologie von Thüringen. – Gotha/Leipzig, 1974, S.449...515.
- STEINBACH, W.:  
Beschreibung der Aufschlüsse. – In: Exkursionsführer zur Arbeitstagung Dt. Ges. Geol. Wiss. September 1965 in Burgk. – Berlin, 1965, S.18...24.
- WERNER, C. D.:  
Die Spatlagerstätten des Thüringer Waldes und ihre Stellung im Rahmen der saxonischen Mineralprovinz Mitteleuropas. – In: Ber. Geol. Ges. DDR. – Berlin B 12 (1966), S.5...45.
- WUCHER, K.:  
Beschreibung der Aufschlüsse. – In: Exkursionsführer zur Arbeitstagung Dt. Ges. Geol. Wis. September 1965 in Burgk. – Berlin, 1965, Sd.24...30.

WUCHER, K., und H. BLUMENSTENGEL:  
Nachweis einer Schichtlücke zwischen Oberdevon und Unterkarbon im Rodachtal (Blatt Lobenstein). — In: Geologie 12 (1963), S. 439...448.

WUCHER, K., und G. MEINEL:  
Exkursion D. — In: Altpaläozoikum und Vorpaläozoikum des Thüringisch-vogtländischen Schiefergebirges (Kurzreferate und Exkursionsführer). — Vortrags- und Exkursionsstangung Dt. Ges. Geol. Wiss., September 1970 in Gera. — Berlin, 1970, S. 75...83.

ZIMMERMANN, E.:  
Über die Rötung des Schiefergebirges und über das Weißliegende in Ostthüringen.  
— In: Zeitschr. Dt. Geol. Ges. — Berlin 61 (1909), Monats-Ber., S. 149...152.  
—: Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte (1 : 25 000), Blatt Lehesten. — Preuß. Geol. Landesanst. — Berlin 1910.  
—: desgl. Blatt Lobenstein. — Berlin 1911.  
—: desgl. Blatt Hirschberg. — Berlin 1912.  
—: desgl. Blatt Saalfeld, 2. Auflage. — Berlin 1914.

## Besprechungen

GÖTTE, K., H. HART und G. JESCHKE (Hrsg.)  
Taschenbuch der Betriebsmeßtechnik.

997 Seiten, 685 Abbildungen, 292 Tafeln.  
2. stark bearb. Aufl. — Verlag Technik:  
Berlin, 1983.

Nach über zehn Jahren seit Redaktionsschluß der 1. wird die 2. Auflage des „Taschenbuchs Betriebsmeßtechnik“ vorgelegt, an der ein Kollektiv von 37 Autoren unter der Leitung der Herausgeber mitgewirkt hat.

Das Taschenbuch erläutert im Abschnitt 1 „Meßtechnische Grundlagen“ (134 S.) die Größen und Einheiten auf der Basis des Internationalen Einheitensystems — die gesetzlich vorgeschriebenen SI-Einheiten werden gemäß TGL 31 548 durchgängig verwendet —, die Nomenklatur für gerätetechnische Einheiten und Signale, die Symbole für Bauglieder und Signalfußpläne sowie die informationstheoretischen Grundlagen der Meßtechnik und enthält einen

Überblick über analoge und digitale Meßmethoden sowie statische und dynamische Kenngrößen.

Den Hauptteil des Buches nehmen die Komplexe (Kapitel 2...10) zur Messung im technologischen Prozeß anfallender kontinuierlicher und quasikontinuierlicher Informationen der verschiedenen Medien ein:

- „Messung von Flüssigkeits- und Gasmengen“ (74 S.),
- „Wägen und Dosieren von Feststoffen“ (35 S.),
- „Füllstandsmessung“ (35 S.),
- „Druck- und Differenzdruckmessung“ (31 S.),
- „Messung thermischer Größen“ (106 S.),
- „Bestimmung von Stoffeigenschaften und Stoffzusammensetzungen“ (165 S.),
- „Messung geometrischer und kinematischer Größen“ (29 S.),
- „Messung von Zählgrößen“ (29 S.),
- „Messung elektrischer Größen“ (23 S.).

Die Abschnitte werden i. allg. in der Reihenfolge Begriffe und Einheiten, Bedeutung, Einteilung der Meßgeräte bzw. -verfahren, Einsatzcharakteristika, Meßprinzipien, Projektierungs- und Montagehinweise dargestellt; Abschnitt 7 beinhaltet Analysemeßeinrichtungen für Gase, Flüssigkeiten und Feststoffe.

Die Abschnitte 11 (63 S.) und 12 (108 S.) bringen Angaben zur Übertragung und Verarbeitung von Meßsignalen, wobei neben der analogen Signalübertragung besonders die Fernmeßtechnik (analoge und digitale Fernmeßverfahren) behandelt und u. a. Meßverstärker, Analog-Digital-Umsetzer und Informationsausgabegeräte (einschließlich Anzeige- und Registriergeräte) sowie die zentralisierte Meßwerterfassung dargestellt werden.

Abschließend behandeln die Abschnitte 13 (101 S.) und 14 (37 S.) betriebstechnische Grundlagen sowie gesetzliche Vorschriften und organisatorische Hinweise, wobei u. a. makro- und mikroklimatische Umgebungsbedingungen des Meßgeräteinsatzes, anwendungs- und projektierungstechnische Gesichtspunkte, gesetzliche Grundlagen der Einsatzvorbereitung und Grundlagen der Zuverlässigkeitstheorie sowie Rechts- und Standardisierungsvorschriften berücksichtigt werden.

Der Literaturapparat besteht aus einem Hauptliteraturverzeichnis (56 Titel) sowie jedem Abschnitt zugeordneten spezifischen Literaturverzeichnissen (mit insgesamt 1431 Titeln); neben dem jedem Abschnitt vorausgehenden ausführlichen Inhaltsverzeichnis dient ein elf Seiten umfassendes Sachregister der Orientierung.

Das Taschenbuch ist klar gegliedert, graphisch reich ausgestattet und wissenschaftlich prägnant geschrieben; es kann für die DDR als Standardwerk

empfohlen werden, das dem von P. PROFOS 1978 in 2. Auflage herausgegebenen „Handbuch der industriellen Meßtechnik“, dessen erste beide Teile vom gleichen Herausgeber als „Kompendium der Grundlagen der Meßtechnik“ 1974 ebenfalls im Vulkan-Verlag Essen erschienen sind, mindestens adäquat ist.

Obwohl sich das Buch naturgemäß vorzugsweise an Projektanten und Betreiber von Betriebsmeßmitteln in allen Industriezweigen und an Studierende entsprechender Studienrichtungen richtet, ist es für den Geowissenschaftler (Geophysik, Geologie, Geographie) insbesondere dadurch interessant, weil sowohl moderne geowissenschaftliche Prozeßforschung als auch Ressourcenerkundung und -abbau bzw. -bewirtschaftung, die Umweltbeeinflussung durch technische Systeme in anthropogen-technogenen Systemen Kenntnisse der Meßwertermittlung und Datenerfassung voraussetzen. Das gilt sowohl für die Durchführung fachspezifischer Untersuchungen als auch für die Beurteilung von zur Verfügung gestellten Fremddaten und ihre Interpretation.

Da die im „Taschenbuch Betriebsmeßtechnik“ enthaltenen Meßverfahren und -geräte auf alle das Geosystem charakterisierenden wesentlichen Prozeßtypen – sowohl hinsichtlich ihrer analogen als auch digitalen Erfassung – angewendet werden können, empfiehlt es sich als unentbehrliches Informations- und Arbeitsmittel für jeden an der Meßwerterfassung und ihrer Auswertung interessierten Geowissenschaftler und auf dem Gebiet des Umweltschutzes tätigen Fachkollegen.

K. D. AURADA

PRINZ, H.

Abriß der Ingenieurgeologie  
– Mit Grundlagen der Boden- und  
Felsmechanik sowie des Erd-, Grund- und  
Tunnelbaus.

419 Seiten, 252 Abbildungen, 50 Tabellen.  
Ferdinand Enke Verlag: Stuttgart, 1982.

In den letzten Jahren sind mehrere Bücher über das Grenzgebiet der Ingenieurgeologie erschienen, da sich Fragen des Untergrundes und des Ingenieurbaus, besonders im Rahmen der Territorialplanung, als immer bedeutender herausgestellt haben und die zahlreichen neuen großen Bauwerke eine eingehende Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse verlangen. In der DDR sind es ZÁRUBA-MENCL „Ingenieurgeologie“ (Berlin 1961), REUTER, KLENGEL und PAŠEK „Ingenieurgeologie“ (2. Auflage, Leipzig 1980) sowie KLENGEL und WAGENBRETH „Ingenieurgeologie für Bauingenieure“ (Berlin 1981), in der BRD z. B. HENNINGSEN „Einführung in

die Geologie für Bauingenieure“ (Berlin [West], Heidelberg, New York 1982). Während sich diese Bücher überwiegend oder z. T. auch mit den Gesteinen, der Physikalischen Geologie u. a. geologischen Fragen befassen, geht das vorliegende Werk einen anderen Weg. Es setzt „... die Kenntnis der stratigraphischen Begriffe sowie die Bezeichnung und Bauform geologischer Körper und den Ablauf geologischer Vorgänge...“ voraus. Es ist sowohl für Studierende als auch für Geopraktiker und zugleich für Bauingenieure gedacht und will eine Einführung in die ingenieurgeologischen, boden- und felsmechanischen Untersuchungsmethoden, darüber hinaus aber auch in die speziellen Bauweisen sein.

Nach einer kurzen Einleitung werden die bodenphysikalischen Kennwerte, ihre Ermittlung und Bedeutung, dann Boden- und Felsklassifikation für bautechnische Zwecke, Aufschlußarbeiten, die Berechnungsverfahren für Flächengründungen und die Standsicherheit von Böschungen sowie die Ursachen von Setzungen besprochen. Es folgen die Kapitel Flach- und Pfahlgründung, Pfeiler-, Brunnen- und Senkkastengründungen, Unterfangarbeiten, Schutz von Bauwerken gegen Grundwasser, Erddruck, Baugruben, Wasserhaltung, Erdarbeiten, Standsicherheit von Böschungen und Dämmen, Rutschungen, Fels- und Tunnelbau, Talsperrengeologie und Bauen in Erdfallgebieten. Im Anhang werden die entsprechenden DIN-Normen der BRD angeführt. Literatur- und Inhaltsverzeichnis schließen sich an. Schon diese Übersicht zeigt, daß das Buch weit über die eigentlichen ingenieurgeologischen Fragen hinaus auch die Anwendung der Erkenntnisse in der Baupraxis behandelt und diese durch gut ausgewählte Skizzen und Tabellen anschaulich macht. Wenn auch der vorgegebene Rahmen eine Beschränkung der Darlegungen auf grundsätzliche Fragen verlangt, muß man bedauern, daß die so wichtige ingenieurgeologische Kartierung, die Anwendung geophysikalischer Untersuchungsverfahren, die Luftbilddauswertung oder spezielle Fragen wie die Abdichtung von (Sonder-)Mülldeponien nur erwähnt oder recht kurz behandelt werden.

In der Literatur werden vor allem Arbeiten aus der BRD angeführt, aber auch eine ganze Reihe aus der DDR, daneben aus Österreich, Frankreich u. a. Staaten, leider nicht aus der UdSSR. Druck, Papier und Ausstattung des Buches sind gut. Durch seine neuartige Konzeption, die Ingenieurgeologie und Baupraxis geschickt miteinander zu verbinden sucht, kann das Lehrbuch nicht nur Geologen und Bauingenieuren, sondern auch physischen Geographen empfohlen werden, insbesondere bei der Bearbeitung von Fragen im Rahmen der Territorialplanung.

R. HOHL

## Zusammenfassung

Mit dem Einsatz von Methoden der Fernerkundung wurden im Lößgebiet nordwestlich von Halle erstmals jungpleistozän-periglaziäre Polygonstrukturen in flächenhafter Verbreitung nachgewiesen. Neben der Verbreitungsanalyse werden Größen- und Formmerkmale der Strukturen untersucht und ihre Genese und stratigraphische Position beschrieben. Die Abbildung der Polygonstrukturen wird besonders auf Multispektralaufnahmen untersucht. Die durch die Polygonstrukturen bedingten Differenzierungen in der Bodendecke werden nachgewiesen und ihre ökologische Wirkung auf landwirtschaftlichen Nutzflächen diskutiert.

## Summary

*Studies of the Pleistocene polygonal structures in loess deposits of the eastern Harz foreland (in the Wettin-Gerbstedt region) by geo-scientific remote sensing techniques*

The use of remote sensing techniques made it possible for the first time to identify younger Pleistocene periglacial polygonal structures of sheet-like extension. The paper not only analyzes the extension but also studies the size and shape characteristics of the structures concerned and describes their genesis and stratigraphic position. The image of the polygonal structures is preferably studied on multispectrograms. The differentiations caused in the soil cover as a result of the polygonal structures are indicated and their ecological effects on the agriculturally usable land are discussed.

## Резюме

*Разведка плейстоценовых полигональных структур в лёссовых отложениях восточного предгорья Гарца (район Веттин – Гербштедт) с помощью методов дистанционной разведки Земли*

С помощью методов дистанционной разведки в лёссовом районе северо-западнее г. Галле были впервые доказаны верхнеплейстоценовые пери-

# Erkundung pleistozäner Polygonstrukturen in Lößablagerungen des östlichen Harzvorlandes (Raum Wettin – Gerbstedt) mit Methoden der Geofernerkundung<sup>1</sup>

*Mit 11 Abbildungen, 10 Tabellen und 5 Photos im Text*

## Autor:

Dr. GERD VILLWOCK  
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
Sektion Geographie  
Wissenschaftsbereich Physische Geographie  
4020 Halle (Saale)  
Domstraße 5

1 Für Diskussionen und Hinweise dankt der Verfasser den Herren Prof. Dr. H. KUGLER, Dr. M. ALTERMANN, Dr. T. CZUDEK (Brno), Dipl.-Geogr. D. KÜHN, Dr. B. REUTER und Dr. H. SCHRÖDER

---

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd. 9  
Seite 73...92  
VEB H. Haack Gotha 1984



гляциальные полигональные структуры площадного распространения. Кроме анализа распространения рассматриваются признаки величины и формы структур и описываются их происхождение и стратиграфическая позиция. Отражение полигональных структур рассматривается в первую очередь на многоспектральных аэрофотоснимках. Доказываются различия структуры почвенного покрова, обозначенные полигональными структурами, и обсуждается их экологическое влияние на сельскохозяйственные угодья.

## 1. Einleitung

Zeugen der periglaziären Überprägung einer Landschaft lassen sich zumeist in Aufschlüssen nachweisen. Mit dem Einsatz von Fernerkundungsmethoden besteht die Möglichkeit, Bodenstrukturen periglaziärer Genese über größere Flächen hinweg in ihrer horizontalen Ausdehnung zu beobachten und zu kartieren. Bei Luftbildanalysen im Lößgebiet nordwestlich von Halle (Saale) wurden auf landwirtschaftlichen Nutzflächen polygonale Muster festgestellt und als periglaziäre Phänomene gedeutet.

## 2. Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt im zentralen Teil des Bezirkes Halle westlich und nordwestlich der Bezirksstadt und gehört zu den Kreisen Eisleben, Hettstedt und Saalkreis (Abbildung 1). Der Südteil des Gebietes ist aus mesozoischen Gesteinen der Mansfelder Mulde aufgebaut, den Nordteil bildet die Halle-Hettstedter Gebirgsbrücke mit permischen und karbonischen Gesteinen. Eine mächtige quartäre Lockergesteinsdecke überlagert weitestgehend die älteren Gesteine. Das Zusammenwirken von glazialen, fluvialen, subrosiven, äolischen und denudativen Formungsprozessen bewirkte die Herausbildung eines durch Flachtäler gegliederten Hochflächenreliefs mit stärker zerschnittenen Randbereichen und z. T. stark (bis 80 m) eingetieften Tälern der Saale und Schlenze (KUGLER und MÜCKE 1979). Das vollständig zur Saale entwässernde Gebiet ist sehr niederschlagsarm (480...500 mm/Jahr).

Die Bodendecke ist vor allem substrat- und reliefbedingt differenziert. Löß-Standorte mit Schwarzerden, Kolluvialschwarzerden und Rendzinen nehmen rund 60 % der Fläche ein. Den übrigen Teil bilden Standorte auf Festgesteinen mit Berglehm- und Bergton-Rendzinen und Auenstandorte mit Schwarzerden, Vega und Vegagleyen (ALTERMANN und MAUTSCHKE

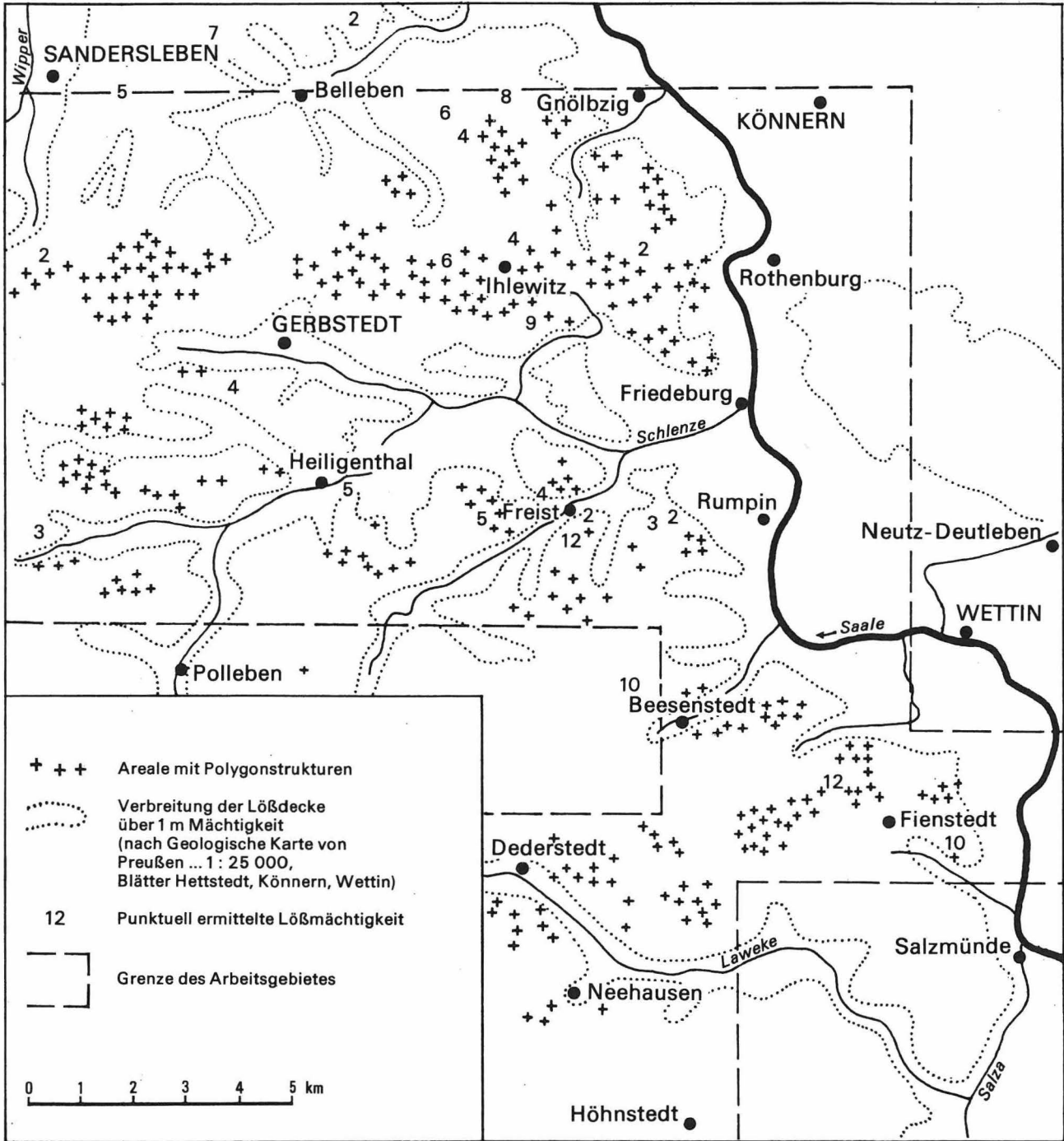


Abbildung 1  
 Verbreitung periglaziärer Polygonstrukturen im Raum Gerbstedt-Wettin  
 (nach Auswertung von Luftbildern)

Art der Aufnahme	Kamera	Flughöhe (in m)	Bildmaßstab	Aufnahme termin	Erkennbarkeit von Polygonstrukturen
Multispektral	MKF-6	7 000	1 : 55 000	05.7.78	sehr deutlich nur fleckige Texturen
	AFA-39	7 200	1 : 72 000	17.6.76	
Panchromatisch	MRB	3 800	1 : 18 000	08.4.69	sehr deutlich fleckige Texturen, vereinzelt deutliche Muster nicht sichtbar
	MRB	540	1 : 6 000	26.4.70	
	MRB	3 750	1 : 12 000	06.5.80	

Tabelle 1  
Verwendetes Luftbildmaterial

1972). Die ackerbauliche Nutzung dominiert, auf steileren Hangbereichen existieren Obstanlagen, Wald- und Trockenvegetation.

### 3. Luftbildauswertung

#### 3.1. Untersuchungen von Polygonstrukturen mit Luftbildern

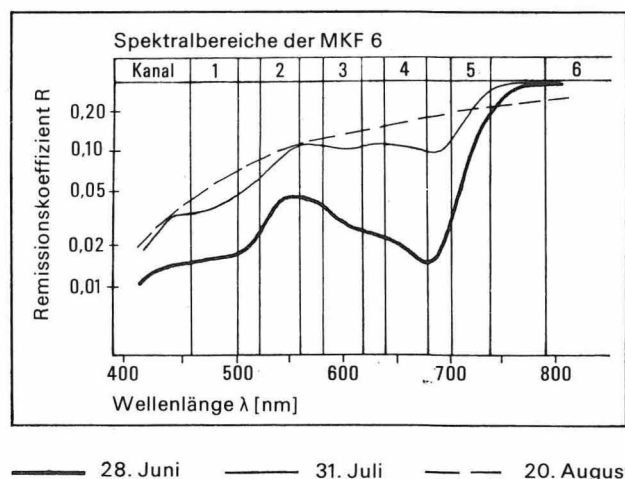
Die Auswertung von Luftbildern zur Erkundung periglaziärer Phänomene ist in rezenten Permafrostgebieten eine wichtige Arbeitsmethode (siehe u. a. WEICKMANN 1932, TROLL 1944, FRIEDEMANN u. a. 1971, WASHBURN 1973). Vereinzelt wurde die Methode auch bei der Erforschung fossiler Periglazialformen im mittel-

europäischen Raum erfolgreich angewendet (SHOTTON 1960, MORGAN 1971 in Großbritannien, SVENSSON 1972, 1974, 1976 in Südschweden und Schleswig-Holstein, CHRISTENSEN 1974 in Dänemark, JAKOB und LAMP 1980 im Norden der BRD). Das Grundprinzip besteht darin, daß die durch periglaziäre Polygonstrukturen hervorgerufenen Unterschiede in der Bodenbeschaffenheit (Textur, Struktur, Steingehalt, Wasserkapazität) zu differenzierten ökologischen Bedingungen für die Pflanzenentwicklung führen und besonders in Kulturpflanzenbeständen Wachstums- und Reifeunterschiede bewirken. Diese rufen bei der Wiedergabe im Luftbild charakteristische Muster in den Pflanzenbeständen hervor. Von entscheidender Bedeutung sind nach SVENSSON (1972) die meteorologischen Bedingungen in der Wachstumsphase. Besonders günstige Voraussetzungen bestehen bei durch extreme früh-

Tabelle 2  
Sichtbarkeit der Polygonstrukturen in der MKF-6-Hochbefliegung vom 5.7.1978

Kanal	Spektralbereich (nm)	Sichtbarkeit
1	460...500	nicht sichtbar
2	520...560	sehr undeutlich
3	580...620	sehr deutlich
4	640...680	sehr deutlich
5	700...740	nicht sichtbar
6	790...890	wegen geringerer geometrischer Auflösung nur als fleckige Textur

Abbildung 2  
Spektrale Remissionskurven von Gerste zu verschiedenen Terminen (nach ARNBERG 1981)



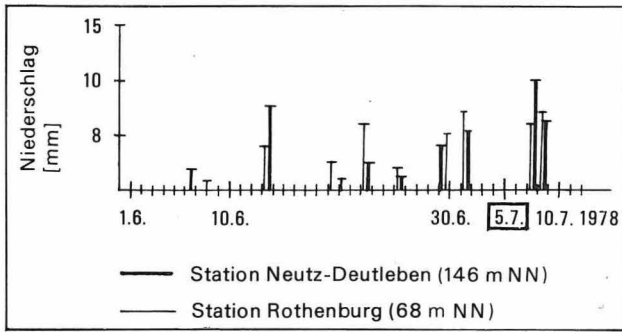


Abbildung 3  
Niederschlagsmengen vor dem Bildflugtermin für die MKF-6-Aufnahme (nach Angaben des Meteorologischen Dienstes Halle)

sommerliche Trockenperioden bewirkten Stresssituationen für die Pflanze und dadurch hervorgerufene remissionsbeeinflussende Wachstumsdifferenzierungen. Bei ausreichender Wasserversorgung sind in Luftbildern keine Strukturen erkennbar.

Die bisher auf diesem Wege entdeckten fossilen Polygonstrukturen treten in glazigenen und glazifluvialen Sedimenten auf, die Durchmesser der Einzelpolygone schwanken zwischen 2 und 30 m, das Füllmaterial der Polygonzüge ist zumeist solifluidaler, äolischer und/oder abspülungsbedingter Entstehung (Tabelle 5).

Photo 1

Ausschnitt aus einem multispektralen Luftbild (Kanal 4, Negativ) westlich von Freist (Kreis Hettstedt); zur Veröffentlichung freigegeben unter LFB-Nr. 24/84

0 40 80 120 m



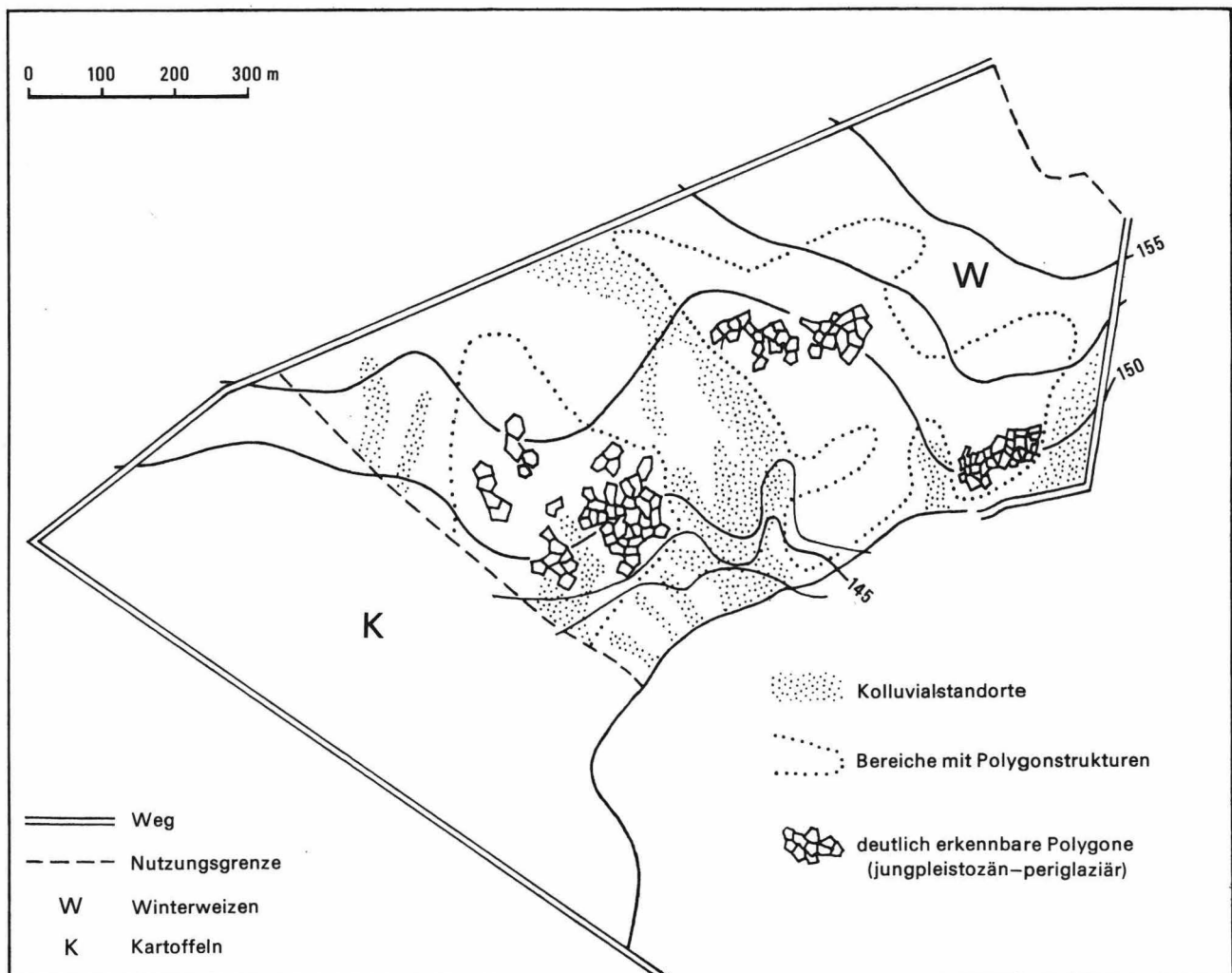


Abbildung 4  
 Verbreitung von Polygonstrukturen auf einem Testfeld östlich von Ihlewitz (Kreis Hettstedt) nach Luftbildauswertung

### 3.2. Das Luftbildmaterial

Es standen sowohl multispektrale Aufnahmen als auch großmaßstäbige panchromatische Meßbilder zur Verfügung.

Als besonders geeignet erwiesen sich Multi-spektralaufnahmen. Da sich die Polygonstrukturen über Vegetationsdifferenzierungen abbilden, ist die Wiedergabe im Kanal 4 (640...680 nm) am deutlichsten, da in diesem Spektralbereich durch Entwicklungs- und Vitalitätsdifferenzierungen der Pflanzendecke große Remissionsunterschiede hervorgerufen werden (Tabelle 2; Abbildung 2).

Abbildung 3 zeigt die Niederschlagsmengen im Zeitraum vor der Entstehung der MKF-6-

Aufnahmen von 1978 für zwei Stationen des Gebietes. Im Mai des Jahres fielen durchschnittlich nur 35 % der Niederschlagssumme des langjährigen Mittels (1901...50). Es herrschte zunehmender Feuchtemangel und damit eine starke Beanspruchung der Bodenvorräte. Der Reifeprozess bei Getreide wurde beschleunigt und es traten Trockenschäden auf.

### 3.3. Wiedergabe der Polygonstrukturen im Luftbild

Die Polygonstrukturen konnten bei der Auswertung der Luftbilder nur auf Ackerflächen

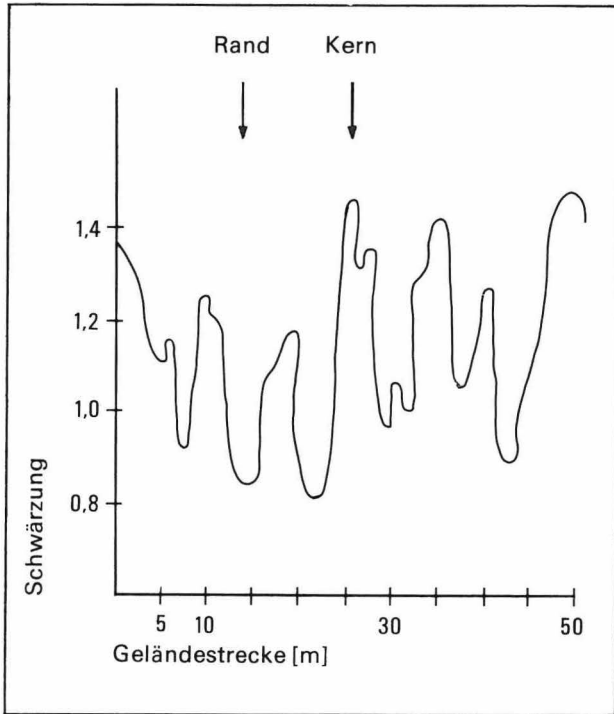


Abbildung 5  
Densogramm durch Polygonstrukturen im Testfeld westlich Rumpin nach MKF- 6-Aufnahme, Kanal 4 (Gerät MD-100, Spaltbreite 0,5 mm, Spalthöhe 2mm)

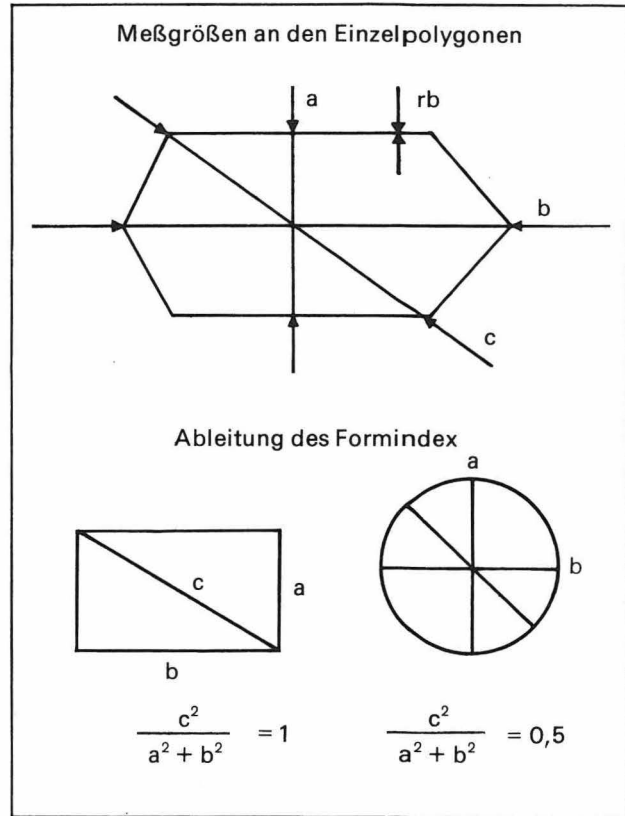


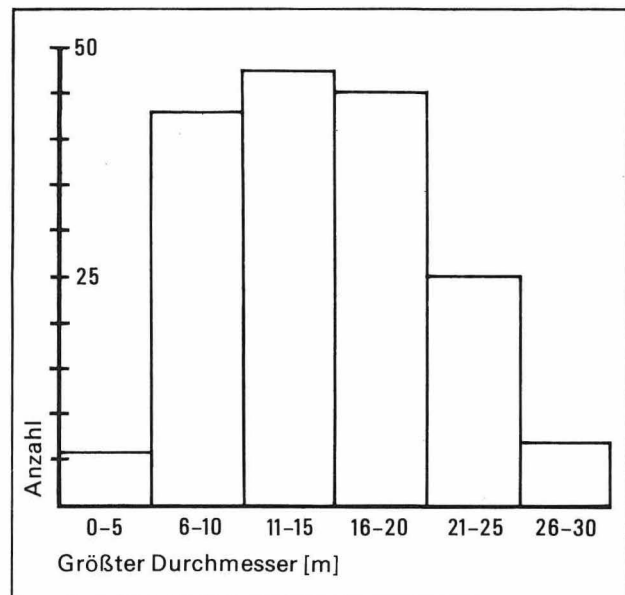
Abbildung 6  
Meßgrößen an den Einzelpolygonen und Ableitung des Formindex

festgestellt werden. Ihre Erkennbarkeit wird entscheidend von der Kulturart bestimmt. In den Multispektralaufnahmen vom Juli 1978 traten die Strukturen bei Winterweizen und Sommergerste auf (Photo 1). Bei Kulturartenwechsel zu Hackfrüchten, Erbsen und Mais setzen die Bildmuster abrupt aus, so daß auf eine Nichtwiedergabe geschlossen werden kann (Abbildung 4). Gleiches gilt für abgeerntete und gepflügte Ackerflächen.

Abbildung 7  
Absolute Häufigkeit der Größenklassen der größten Durchmesser (b) der Einzelpolygone

Tabelle 3  
Densitometrische Schwärzungsmessungen an Polygonstrukturen (MKF-Aufnahme, Kanal 4)

Testfeld	Kulturart	Schwärzung		
		Normalbestand	Rand der Polygone	Kern der Polygone
Volkmaritz	Winterweizen	1,5	1,4...1,5	1,1...1,2
Rumpin	Winterweizen	1,4...1,5	1,1	1,3
Freist	Sommergerste	1,1...1,2		
		a)	1,2	1,1
	b)	1,05	1,25	
Elben	Sommergerste	1,3	1,1	1,25...1,3



Testfeld	3	6	14	15	21	23	alle Testfelder
Anzahl der Messungen	15	11	12	14	20	20	174
Mittelwert $\bar{b}$ (in m)	16	31	18	15	12	12	16
Standardabweichung (in m)	5	22	5	4	5	4	5
Variabilitätskoeffizient (%)	33	71	30	29	40	33	33
Randbreite (in m)	2...3	4...7	2...5	3...5	2...4	3...5	3...5

Maximaler Durchmesser: 74 m (westlich von Freist)

Minimaler Durchmesser: 7 m (westlich von Gnölbzig)

Tabelle 4

Ausgewählte Größenmessungen des größten Durchmessers und der Randbreite

Abbildung 5 zeigt ein Densitogramm durch eine Ackerfläche mit polygonalen Strukturen. Deutlich werden durch die phänologischen Differenzierungen bedingte Remissions- und damit Schwärzungsunterschiede im Luftbild.

Zur Ermittlung von Größe und Form der Polygonstrukturen wurden mit dem Gerät „Interpretoskop“ aus den Luftbildern folgende Meßzahlen von Einzelpolygonen ermittelt:

- größter Durchmesser b
- diagonaler Durchmesser c
- kleinster Durchmesser a
- Randbreite rb

(Abbildungen 6 und 7, Tabelle 4).

Zum Vergleich und zur Einordnung werden in Tabelle 5 einige der Literatur entnommene Größen von Einzelpolygonen in rezenten und pleistozänen Permafrostgebieten angeführt. Die Form der Einzelpolygone ist vorwiegend penta- bis hexagonal mit ungleichmäßiger Seitenlänge (Abbildung 8). Nach KARTE (1979) ist eine solche nichtorthogonale Form für homogene Substrate charakteristisch. Mit Hilfe eines Formindex kann die Annäherung der Form der Polygone an einfache geometrische Figuren gezeigt werden (Tabelle 6).

Es zeichnen sich demnach zwei Grundformen ab. Einerseits treten Polygone mit der

Tabelle 5

Größe periglazialer Polygone

Quelle	Gebiet	Substrat	Durchmesser (m)	Randbreite (m)
<b>a) rezente Bildungen</b>				
TROLL (1944)	Alaska, Taymir		15 20	3
FRENZEL (1959)	nördliche Tundra	Torf, tonig-lehmiges Material	20... 30	0,5...10
FERRIANS	Alaska	feinkörniges Material	30...100	
AKERMAN (1980)	Spitzbergen	grobes, gut dränierendes Material	3... 30	
<b>b) fossile Bildungen</b>				
SVENSSON (1972)	Schonen	Sand über Ton	7... 15	
CHRISTENSEN (1974)	Jütland	Sand und Kies	18... 32	
SVENSSON (1976)	Schleswig-Holstein	Geschiebelehm	2...>30	1...3
SELZER (1936)	Göttingen	Löß über Tonschiefer	20	1,5
ROHDENBURG (1966)	Hessen	Löß	15... 20	> 2
BRÜNING (1966)	Nördliche Lößgrenze	Schiefertone	9... 12	1...3
EISSMANN (1981)	Leipziger Tieflandsbucht	Schotter	8... 35	2
DYLIK (1966)	Warschau		18... 20	
GODZIK (1973)	Region Łódz	Löß	7... 30	
JERSAK (1975)	Südpolen	Löß	10... 20	2...3
MORGAN (1971)	England	Ton	2... 12	0,5...1,5

Testfeld	3	5	6	7	9	10
Durchschnittlicher Index	0,76	0,74	0,91	0,86	0,74	0,99

Testfeld	14	15	16	18	21	23
Durchschnittlicher Index	0,78	0,76	0,79	0,88	0,81	0,83

Tabelle 6  
Formindizes für ausgewählte Testflächen

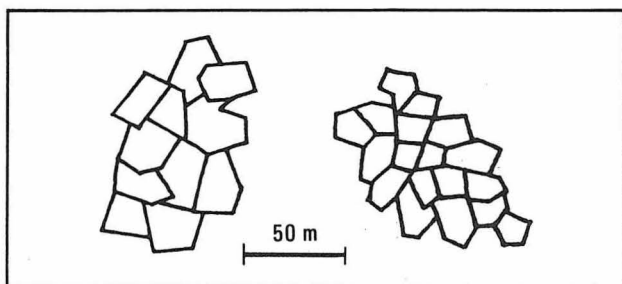
Tendenz zur Gleichseitigkeit (Index < 0,8) auf; zum anderen kommen ungleichseitige Polygone (Index 0,8...1,0) vor.

### 3.4. *Areale Verbreitung der Polygonstrukturen*

Bei Durchmusterung der vorliegenden Luftbildaufnahmen wurden auf rund 50 Acker schlägen Polygonmuster festgestellt. Ihre areale Verbreitung veranschaulicht Abbildung 1. Wegen des begrenzenden Einflusses der Flächennutzung und der Kulturart bzw. des -zustandes auf die Erkennbarkeit ist nicht die natürliche Gesamtverbreitung erfaßt worden, sondern eine Synthese verschiedener Zeitschnitte der Verteilungsanalyse mit Luftbildern.

Die größten zusammenhängenden Areale treten im Raum Gerbstedt-Ihlewitz-Gnölbzig im Norden sowie zwischen Fienstedt und Derderstedt im Süden des Untersuchungsgebietes auf.

Abbildung 8  
Formen von Polygonnetzen  
(nach Luftbildauswertung vergrößert)



Rund 70 % der erfaßten Vorkommen befinden sich in flach- bis mäßiggeneigten Hangpositionen mit Neigungen von 1...3° (38 %) und 3...5° (32 %). Strukturen wurden bei Neigungen bis maximal 8° festgestellt. In völlig ebenen Positionen (0°) treten keine Polygonstrukturen auf. Hier überwiegt vermutlich die ausgleichende Wirkung des mächtigen Humushorizonts, während schon auf schwach geneigten Arealen durch den ständigen Bodenabtrag die im C-Horizont auftretenden Strukturen (siehe 4.1.) ökologisch wirksam werden.

Die Abbildung 1 verdeutlicht den Zusammenhang zwischen auftretenden Polygonstrukturen und der Lößverbreitung im untersuchten Gebiet. Die Polygonnetze treten fast ausschließlich auf Lößstandorten auf.

## 4. Terrestrische Untersuchungen

### 4.1. *Substrataufbau*

Das Gebiet gehört zum Trockenfaziesbereich der Lößbildung mit einer überwiegend geschlossenen Lößdecke und Lößmächtigkeiten von 3...10 m. Der liegende Teil des Lößprofils besteht verbreitet aus Solifluktions- und Schwemmlöß, das Hangende bildet äolischer Löß (nach RICHTER u. a. 1970). Einblick in den Substrataufbau geben die Untersuchungen von KUNERT und ALTERMANN (1965, 1970). Danach liegt die mittlere Lößmächtigkeit im Südteil des Gebietes bei 7 m, sie schwankt zwischen 2,5 und 12 m; ähnlich liegen die Verhältnisse im Raum Friedeburg-Belleben. Das Liegende der Lößdecke bilden im Norden saaleglaziale Geschiebemergel und Schmelzwassersande, während im Südteil der Löß verbreitet direkt auf den triassischen Gesteinen lagert (SCHULZ 1962, RUSKE 1964).

Aus der Literatur sind keine horizontalen Substratdifferenzierungen bekannt, die zur Erklärung der Polygonstrukturen herangezogen werden können. Bisher wurden im Untersuchungsgebiet Periglazialstrukturen (Eiskeile, Taschenböden) vorwiegend in sandigen und



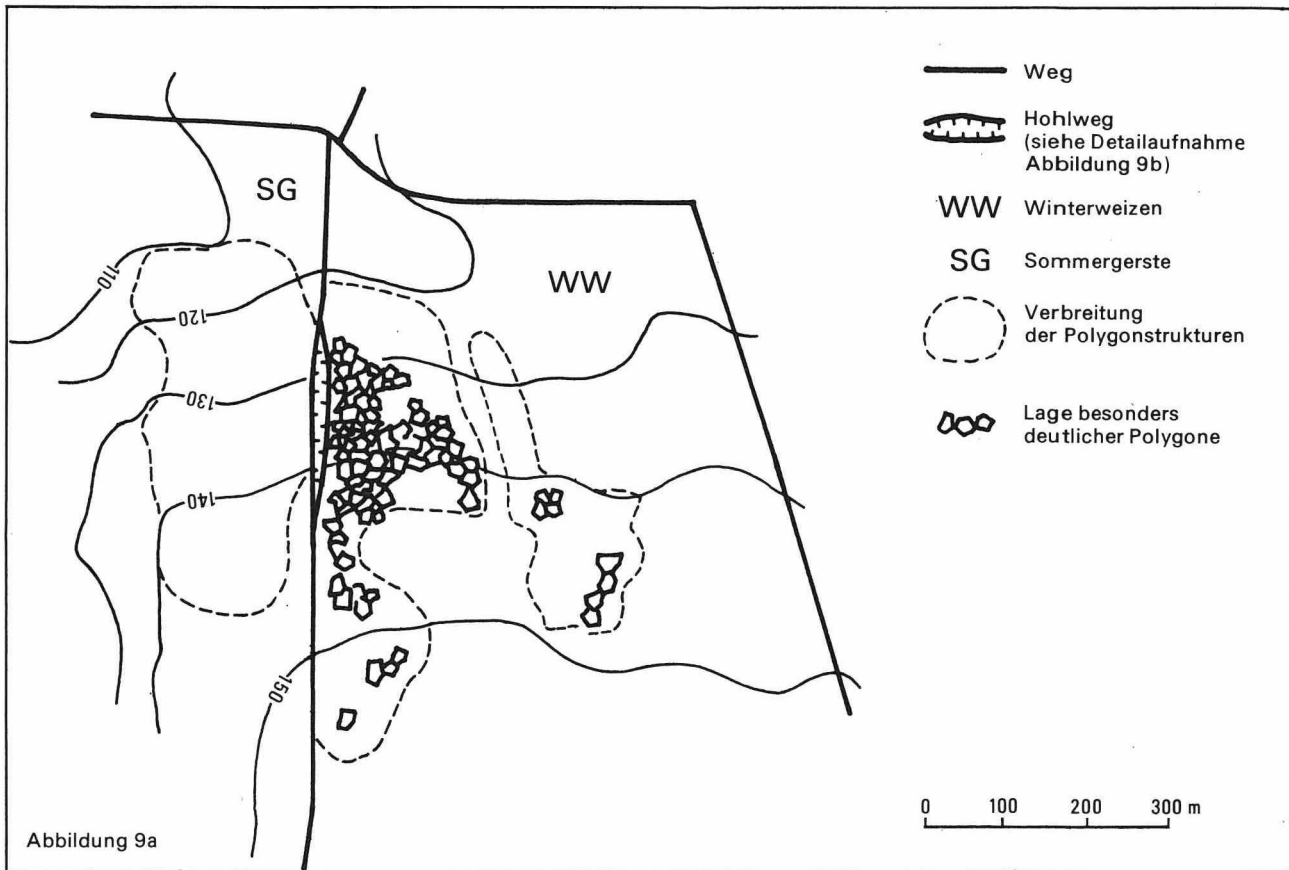


Abbildung 9  
a) Verbreitung der Polygonstrukturen auf dem Testfeld westlich von Rumpin (Luftbildauswertung)  
b) Geomorphologisch-lithologische Detailaufnahme des Hohlwegsystems westlich von Rumpin

skelettreichen Substraten (Flußschotter, Tertiärsande, Schuttdecken) gefunden (u. a. GALLWITZ 1949, SCHULZ 1962, RUSKE 1964, VILLWOCK 1980). Sie besitzen allerdings viel zu geringe Ausmaße, als daß sie für die Genese und Erklärung der beschriebenen Polygonstrukturen in Betracht kommen könnten.

In einem Hohlwegsystem westlich von Rumpin, das eine Ackerfläche zerschneidet, auf der in Luftbildern Polygonstrukturen festgestellt wurden, bestand im Herbst 1982 die Möglichkeit, deren lithologische Ausprägung aufzunehmen (Abbildung 9a und b). Dabei konnten folgende Befunde ermittelt werden:

1. Die Lößdecke ist horizontal ungleichmäßig ausgebildet. Es treten zwei prinzipielle Ausbildungsformen auf:

A – Löß mit deutlicher Vertikalklüftung, sehr fest, porenreiches Kapillargefüge, viele

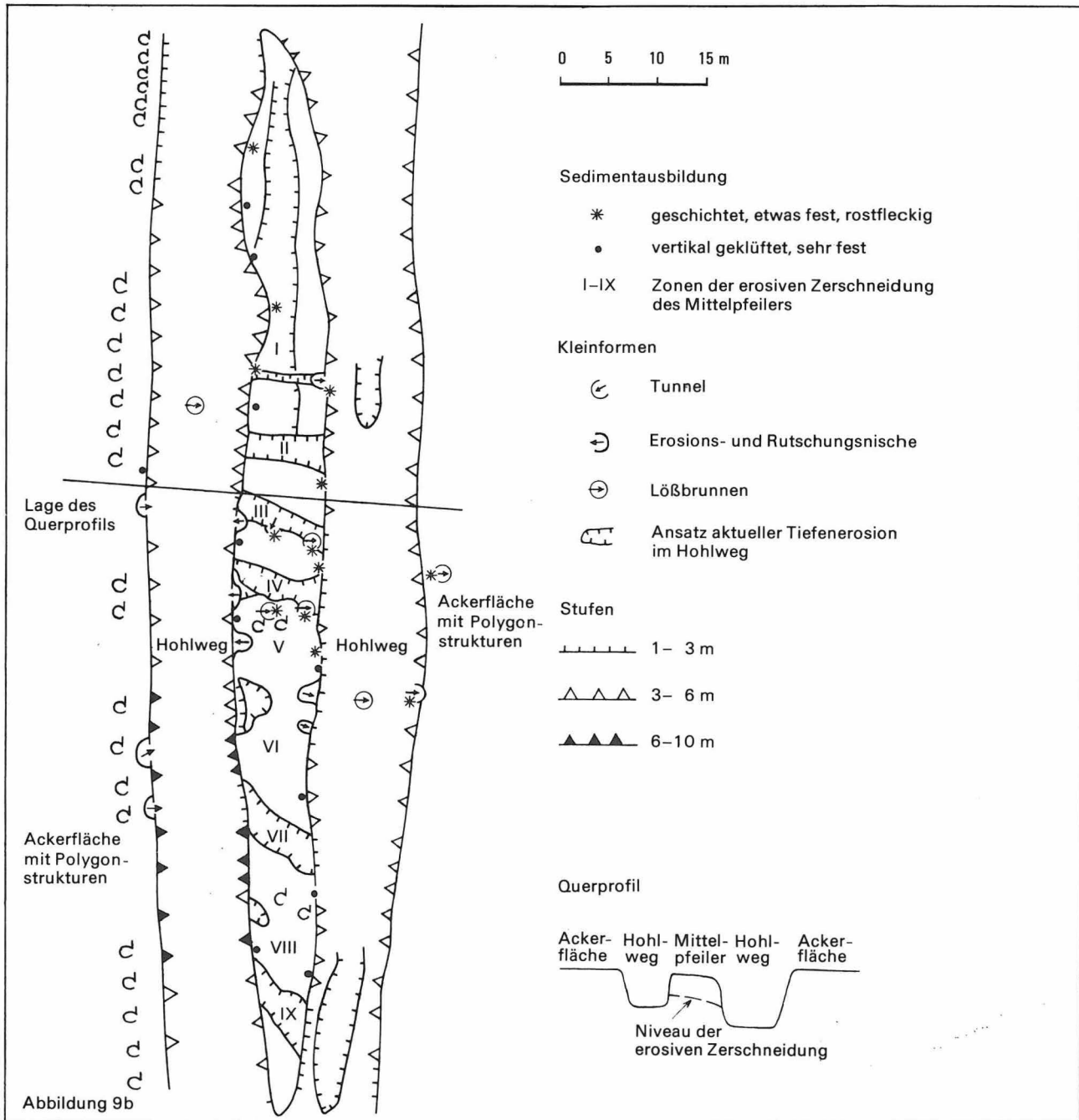
Kalkpseudomyzele, vereinzelt Rostflecken, trocken (Photo 2).

B – Löß mit  $\pm$  deutlicher Horizontalfeinschichtung, Lamellengefüge (2 mm dicke Körper), etwas fest, viele Rost- und Bleichflecke, frisch (Photo 3).

Tabelle 7 zeigt, daß auch in der Korngrößenzusammensetzung deutliche Differenzierungen auftreten, die sich besonders im Feinsand- und Tongehalt äußern.

2. Der Mittelpfeiler zwischen den Hohlwegen (Abbildung 9b und Photo 4) wird in Abständen von 5...20 m erosiv zerschnitten. Diese Zerschneidung wird durch Suffosions- und Lößtunnelerosion ausgelöst und zum Teil durch Wassererosion in früheren Tiefenniveaus der Hohlwege fortgesetzt.

3. Die Ausbildungsform B der Lößdecke ist mit den Zerschneidungszonen gekoppelt; die



Form A bildet die zwischenliegenden Bereiche mit wandartigen Kanten.

4. Der Abstand zwischen den Zerschneidungszonen liegt mit durchschnittlich 11 m in der Größenordnung der Polygondurchmesser auf den benachbarten Ackerflächen (8...15 m); die Breite der Zonen stimmt gut mit den Randbreiten der Polygone überein. Hieraus lassen sich folgende Aussagen ableiten:

a) Die Lößdecke weist makroskopische Strukturunterschiede auf, die im Zusammenhang

mit kryogenen Vorgängen entstanden sind. Die Ausbildungsform B ist postsedimentär verlagert und überprägt worden (? Verglebung). Sie stellt in Auftauphasen solifluidal über dem austauenden Bodeneis in die Eiskeilspalten transportiertes Lößmaterial dar (ROHDENBURG 1966).

b) Die Zerschneidungszonen repräsentieren die Randbereiche der Polygone mit der Substratausbildung B. Diese ist weniger widerständig gegen Suffosion und Wassererosion.

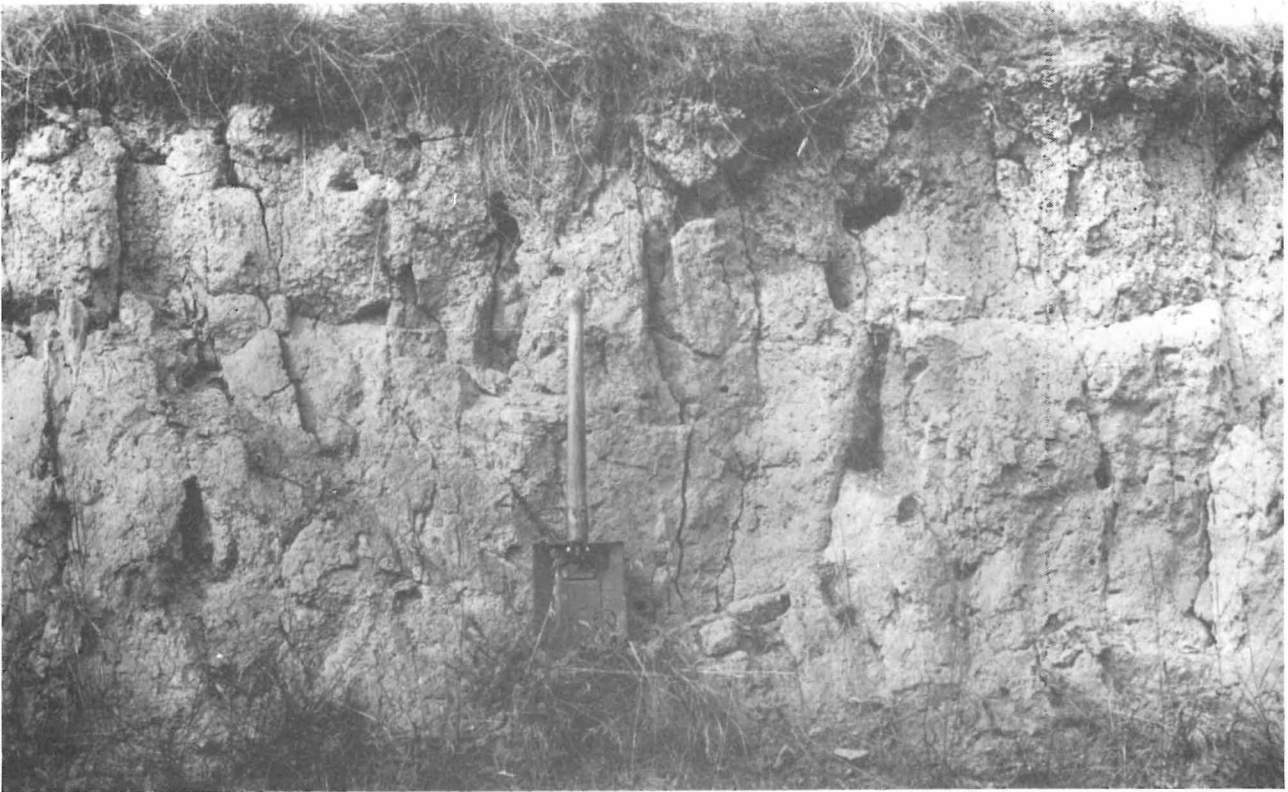
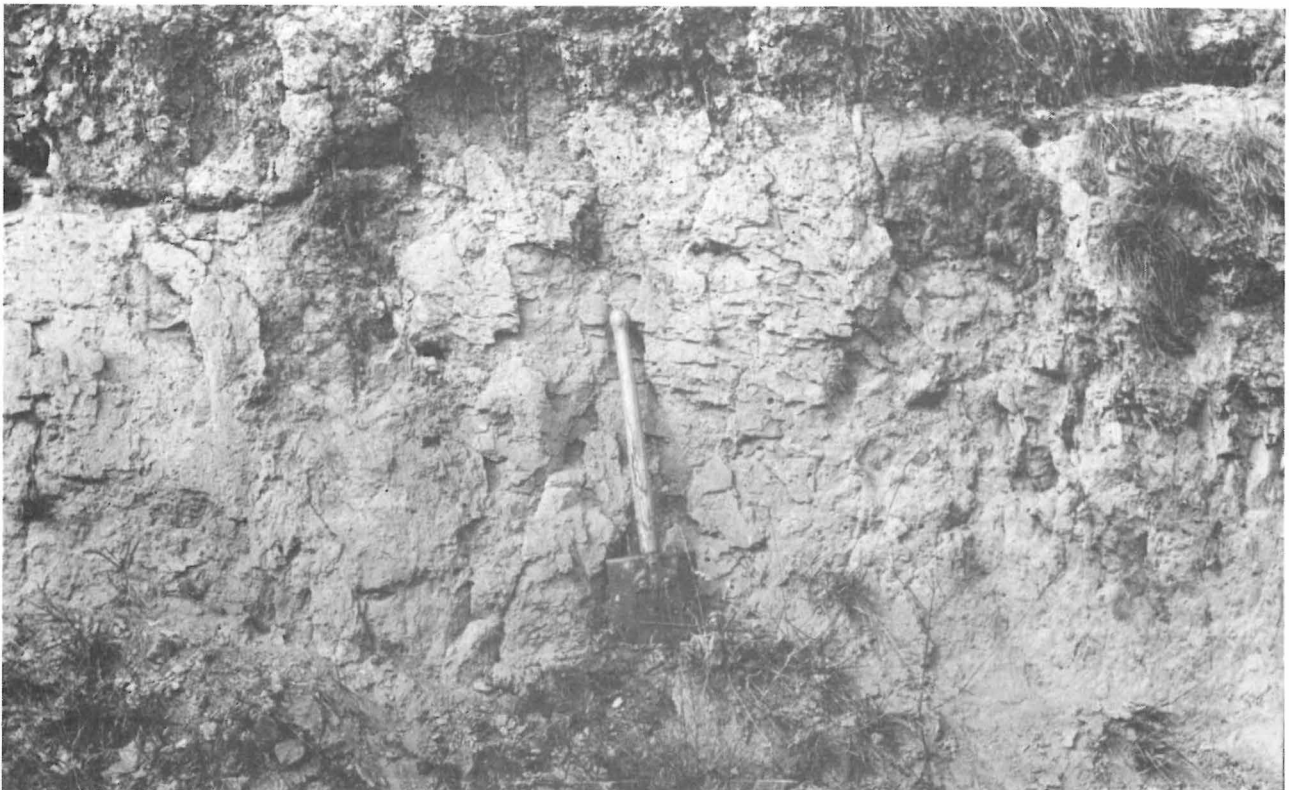


Photo 2  
Hohlwegsystem westlich von Rumpin (Oktober 1982). Löß, Ausbildungsform A

Photo 3  
Hohlwegsystem westlich von Rumpin (Oktober 1982). Löß, Ausbildungsform B



Fraktionsbereich (mm)	Korngrößenzusammensetzung (in %)							CaCO <sub>3</sub> - Gehalt (in %)
	2,0 bis 0,6 GS	0,6 bis 0,2 MS	0,2 bis 0,06 FS	0,06 bis 0,02 GZ	0,02 bis 0,006 MZ	0,006 bis 0,002 FZ	< 0,002 T	
	Substratausbildung A	0,3 0,1	0,4 0,8	13,4 11,5	29,6 30,8	35,4 36,7	6,4 5,3	
Substratausbildung B	0,5 0,0	1,2 2,5	3,6 1,9	27,1 38,5	41,0 22,0	9,6 14,5	17,1 20,6	11,85 13,00

Tabelle 7  
Analysenwerte des Lößaufschlusses westlich von Rumpin

#### 4.2. *Beobachtungen in der Vegetationsdecke*

Im Juni 1982 wurde auf einigen Testschlägen der Zustand der Vegetationsdecke erkundet (Tabelle 8). Hierbei wurden bei Winterweizen und Sommergerste innerhalb der Nutzfläche Unterschiede in der phänologischen Entwicklung festgestellt. Es traten streifige Areale auf, in denen die Pflanzen bereits in das Stadium der Gelreife eingetreten waren, während benachbarte größere Areale noch grüne, ährentragende Pflanzen aufwiesen (Photo 5).

Photo 4  
Hohlwegsystem westlich von Rumpin (Oktober 1982). Zone erosiver Zerschneidung des Mittelpfeilers





Photo 5

Differenzierungen in der Vegetationsdecke (Winterweizen) auf einem Testfeld nördlich von Zickeritz. (Panchromatische Aufnahme 8.7.1982 mit Rotfilter (640...680 nm); Blende 5,6; Belichtungszeit 1/15)

1 grüne Pflanzen mit Ähren

2 Pflanzen im Stadium der Gelbreife

## 5. Zur Genese der Polygonstrukturen

Folgende Sachverhalte lassen den Schluß auf die periglaziäre Genese der beobachteten Polygonstrukturen zu:

1. Die Form und die Größe der Einzelpolygone sowie die Art und Weise ihrer Vergesellschaftung zu Netzmustern stimmen überein mit in rezenten Gebieten beschriebenen Formen priglaziärer Frostmusterböden (WASHBURN 1981, Tabelle 5) sowie mit im mitteleuropäischen Raum gefundenen Polygonnetzen in Lößablagerungen (KAISER 1960, Tabelle 5b).

2. Die Polygonstrukturen sind in ihrem Vorkommen ausschließlich an die unter periglaziären Bedingungen abgelagerte Lößdecke gebunden. Löß ist aufgrund seiner Korngrößenzusammensetzung und seines Gefüges ein sehr frostempfindliches Substrat (KLENGEL 1968).

Die Genese der periglaziären Polygonnetze (Eiskeilpolygone) als Frostmusterböden ohne Materialsortierung (Texturböden) kann generell in Anlehnung an KARTE (1979), WASHBURN (1981) und EISSMANN (1981) dargestellt werden.

Entstehungsursache ist die durch thermische Kontraktion bei niedrigen Temperaturen im

Tabelle 8  
Zustand der Vegetationsdecke

Testfeld	Kulturart	Zustand der Pflanze	Wuchshöhe (m)	Abbildung im terrestrischen Foto mit Filter K 4 (640...680 nm)	Deutung
Zickeritz	Winterweizen	Gelbreife	0,6	hell	Rand des Polygons
		grün	0,9	dunkel	Kern des Polygons
Freist	Sommergerste	Ähre gelb	0,7	hell	Rand des Polygons
		Ähre grün	0,7	dunkel	Kern des Polygons

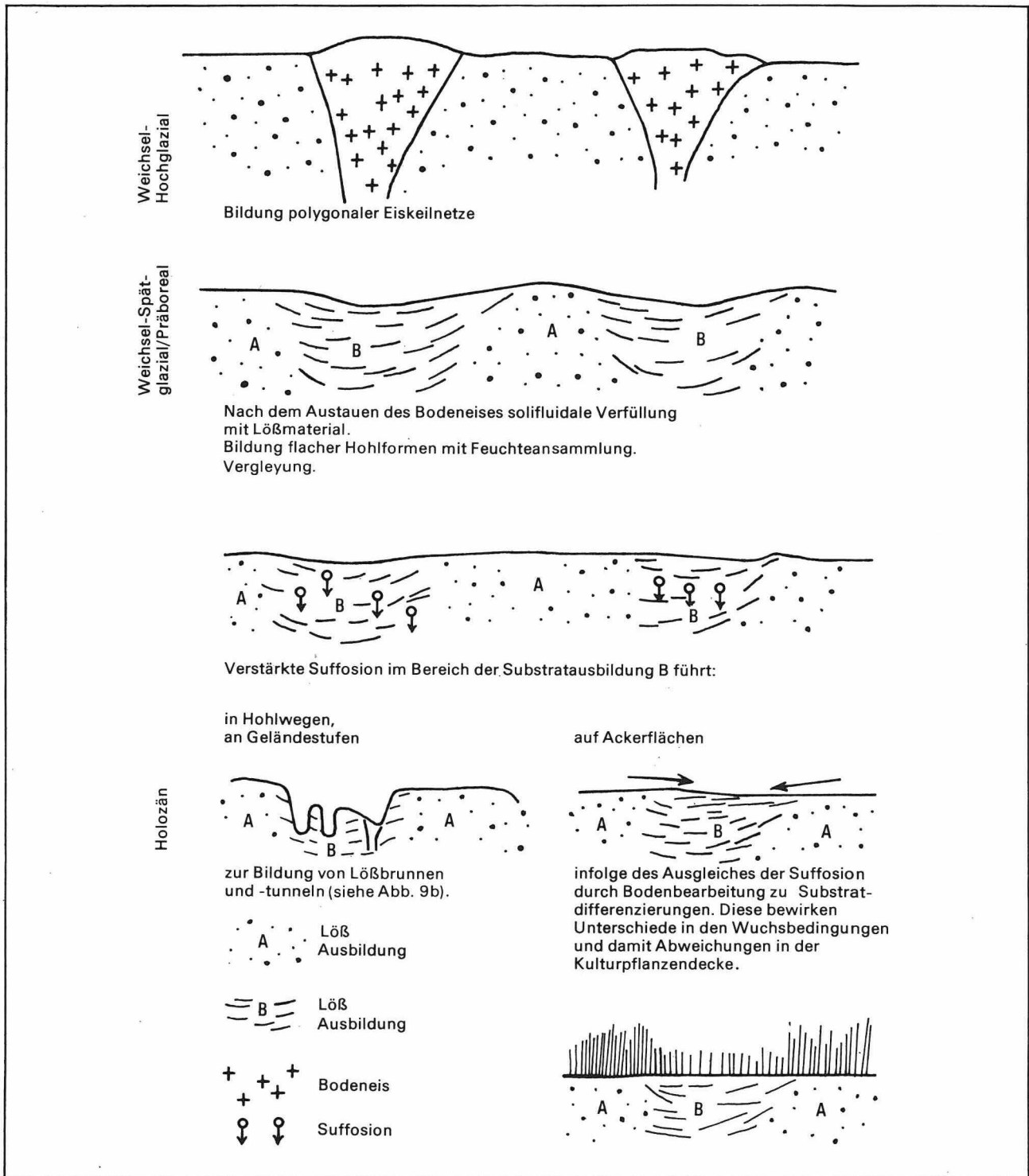


Abbildung 10  
 Schema der Entstehungs- und Entwicklungsphasen der Polygonstrukturen im Untersuchungsgebiet

kontinentalen Dauerfrostboden ablaufende Frostspaltung der Oberfläche. Bei rhythmischer Wiederholung entstehen sich verbreiternde Keilspalten, die mit Bodeneis verfüllt sind (Eiskeile). Sie bilden weitverzweigte Netzsysteme. Nach dem Abtauen des Eiskerns

kommt es zur solifluidalen Verfüllung der Keile mit hangenden Substraten. Solche Strukturen entstehen bevorzugt in ton- und schluffreichen, schlecht dränierten und damit frostempfindlichen Lockersubstraten. Als klimatische Bedingungen werden eine Jahresmittel-

temperatur von  $-8...-4^{\circ}\text{C}$  und eine Niederschlagsmenge von  $50...500\text{ mm}$  angegeben. Die Bildungsdauer der aktiven Strukturen liegt zwischen mehreren Jahrhunderten bis Jahrtausenden. Eiskeilpolygonnetze gelten nach DYLIK (1966), KAISER (1960), TROLL (1944), WASHBURN (1973) u. a. als eindeutig identifizierbare sichere Dauerfrostbodenzeugen.

Im frostempfindlichen Substrat Löß ist die Anreicherung von Bodeneis und damit die Bildung von Texturböden begünstigt. In der Literatur werden eine Vielzahl von Eiskeilpseudomorphosen aus Lößaufschlüssen in Mitteleuropa beschrieben, eine direkte flächenhafte Kartierung ist aber bisher nicht bekannt. So fanden SELZER (1936), ROHDENBURG (1966) in Hessen und Niedersachsen, LIEBEROTH (1963) in Sachsen, JERSAK (1975) in der VR Polen und VELIČKO (1975) im europäischen Teil der UdSSR mehrere Generationen fossiler Eiskeile unterschiedlicher Größe. Teilweise erfolgt aus dem Aufschluß eine Rekonstruktion von Netzmustern. Als Füllmaterial der Keilstrukturen wird vorwiegend solifluidal verlagter Löß angegeben.

Abbildung 10 stellt als Synthese von Literaturaussagen und Geländebefunden die Entstehung und Weiterentwicklung der im Untersuchungsgebiet aufgefundenen Polygonstrukturen dar. Dabei wird eine Phase der aktiven Frostbodenbildung von der holozänen, teilweise anthropogen beeinflussten Weiterbildung zu Reliktformen unterschieden.

Da die Aufschlußsituation eine direkte Datierung der Polygonstrukturen mit paläopedologischen oder sedimentologischen Befunden nicht zuläßt, wird versucht, über Analogie-

schlüsse aus Untersuchungen in anderen, ähnlich ausgestatteten Lößgebieten die stratigraphische Position bzw. die Bildungszeit der Strukturen zu deuten.

Die Entstehung des äolischen Lösses im Untersuchungsgebiet wird in das weichselglaziale Kältemaximum (Weichsel-Hochglazial) gestellt (u. a. KUNERT und ALTERMANN 1965, EISSMANN 1981, RUSKE 1964). So kommt für die Bildung der im Löß auftretenden Strukturen nur das Weichsel-Hochglazial ( $40000...16000$  Jahre vor heute) in Frage, in dem im Untersuchungsraum letztmals die notwendigen Bildungsbedingungen auftraten.

ROHDENBURG (1966) beschreibt aus Niedersachsen und Nordhessen in der dritten Kältephase des Jungglazials (wj 3) Eiskeilnetze mit ähnlichen Größen wie im Untersuchungsgebiet. Die Maschenweite der anderen Keilhori-zonte ist weitaus geringer. VELIČKO (1975) gibt für Osteuropa in der zweiten Hauptphase der Valdai-(Weichsel-) Kaltzeit ( $25000...10000$  Jahre vor heute) in Lößablagerungen Frostpolygone mit Durchmessern von  $20...30\text{ m}$  an (Postpaudorf-Präalleröd). In den polnischen Lößgebieten treten nach JERSAK (1975) Polygonnetze mit  $10...20\text{ m}$  Durchmesser in der Phase der jüngeren Lößbildung im Jungweichselglazial auf. LIEBEROTH (1963) erwähnt aus dem jüngeren Löß relativ seltene, aber tiefreichende Eiskeile.

Es kann festgestellt werden, daß Polygon- bzw. Eiskeilstrukturen im weichselglazialen Löß in der im Untersuchungsgebiet festgestellten Größenordnung in den benachbarten Gebieten ausschließlich in ihrer Altersstellung der zweiten Hälfte des Hochglazials (jünger als

Tabelle 9  
Porenverhältnisse in unterschiedlich strukturiertem Löß (nach ROHDENBURG und MEYER 1966)

	Gesamtporenvolumen (in %)	Porenbereiche (Bindungsdruck)				
		grob < 2	langsam dränend 2...2,7	mittel 2,7...3      3...3,7      > 3,7		
Löß, natürlich gelagert	43	11	15	4	14	8
Löß, geknetet	32	1	4	4	15	9

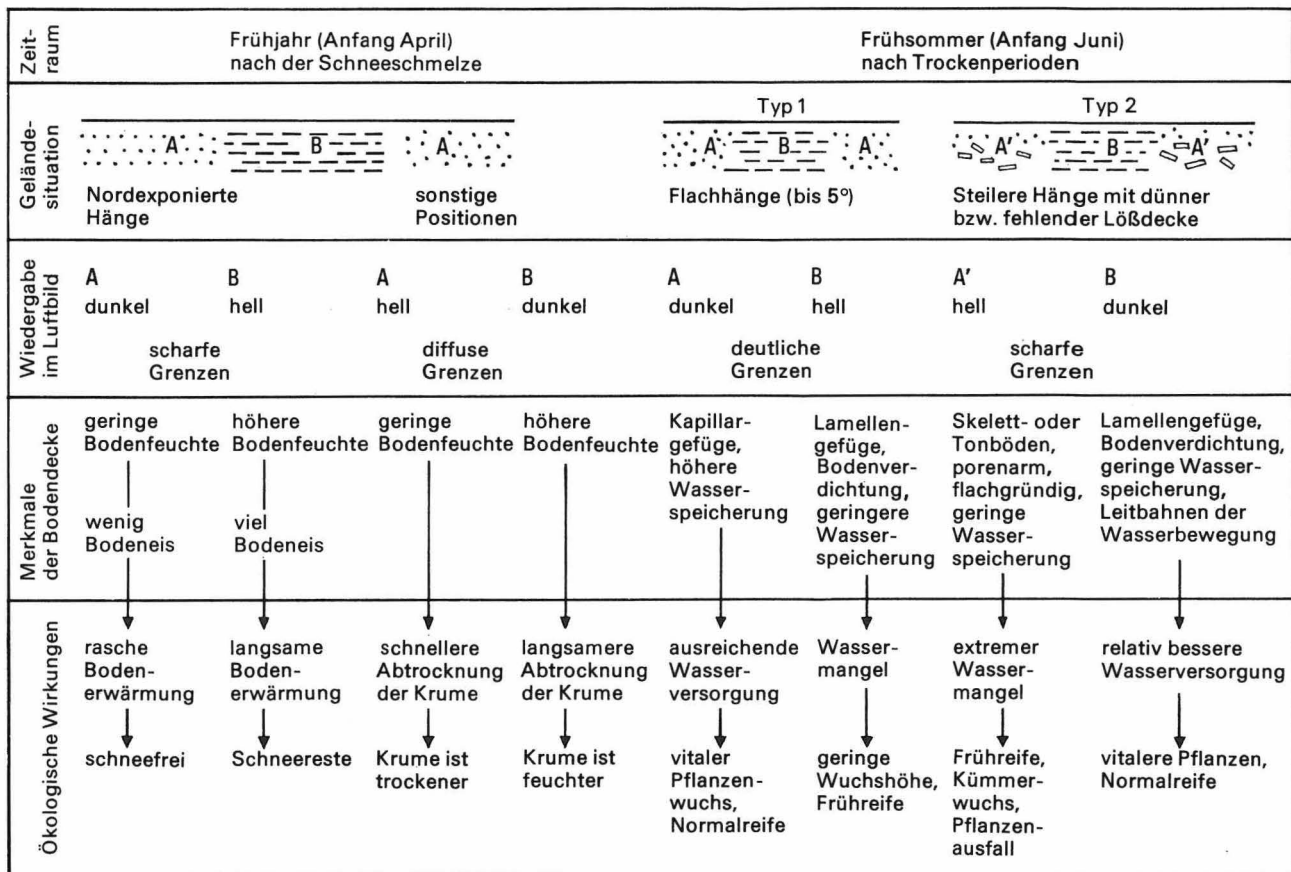


Abbildung 11  
Wirkung der Polygonstrukturen auf die natürliche Standortausstattung

Paudorf-Interstadial) zugeordnet werden. Auch KARTE (1981) bezeichnet diese Phase als Hauptzeitraum der Eiskeilpolygonbildung.

## 6. Zur ökologischen Wirksamkeit der Polygonstrukturen in landwirtschaftlichen Nutzflächen

Mit dem Nachweis der Polygonstrukturen konnte eine sehr kleinräumige innere Differenzierung der Bodendecke und damit der Standortbedingungen auf den bisher als sehr homogen angesehenen Löß-Schwarzerde-Standorten beschrieben werden. Die regelhafte horizontale Substratdifferenzierung zwischen äolischem Löß (Ausbildungsform A) und umgelagertem Löß (Ausbildungsform B) bewirkt nach ersten Beobachtungen vor allem Unterschiede in den Bodenwasserverhältnissen der Lößstand-

orte. Ursache sind durch die Bodenstruktur hervorgerufene Abweichungen im Bodenwasserhaushalt der Ausbildungsform B. Der hier dicht lagernde, hohlraumarme Löß neigt zur Wechselfeuchtigkeit, d. h. bei trockenen Witterungsverhältnissen erfolgt infolge erhöhter kapillarer Leitfähigkeit eine erhöhte Austrocknung; in Nässeperioden tritt, verursacht durch den Mangel an größeren luftführenden Hohlräumen, ein extremer Luftmangel bei gleichzeitigem Wasserüberschuß auf. Demgegenüber ist der Wasserhaushalt der Ausbildungsform A, bewirkt durch höhere Gesamtporosität und günstigere Porengrößenverteilung, ausgeglichener; die Verdunstung ist herabgesetzt und die Wasserspeicherung größer (nach FIEDLER und REISSIG 1964).

Abweichende Verhältnisse treten auf einigen Standorten mit geringmächtiger oder vollständig erodierter Lößdecke auf. Hier bewirken die noch ungünstigere Bodenstruktur und die dadurch bedingten schlechteren Wasserverhält-



Schlag	Gesamtschlagfläche (in ha)	Polygonstrukturen			Frühsommer-Situation	
		Anzahl	Fläche (in ha)	Anteil (in %)	Typ 1	Typ 2
Zellewitz	50	2	21	42	13	8
Thaldorf	31	3	8	26	4	4
Reidewitz	115	4	55	48	46	9
Rumpin	80	1	20	25	20	–
Schochwitz	170	5	86	51	83	3
Dederstedt	80	3	49	61	49	–
Strenznaundorf	36	1	25	81	29	–

Tabelle 10  
Flächenanteil von Polygonstrukturen an der Gesamtschlagfläche

nisse in den Nachbarbereichen der Strukturen eine relative Umkehr des ökologischen Kontrastes. Abbildung 11 zeigt einen Überblick über die im Untersuchungsgebiet festgestellten Formen der ökologischen Differenzierung, die durch Polygonstrukturen bedingt sind. Eine Quantifizierung der ökologischen Wirksamkeit der Strukturen muß noch ausstehenden Gelände- und Laborversuchen vorbehalten bleiben.

Die beschriebene ökologischen Wirkungen können bei der flächenhaften Verbreitung der Polygonstrukturen Einfluß auf die landwirtschaftliche Nutzung haben. Das kleinräumig wechselnde Abschmelzen des Schnees und die differenzierte Krümenabtrocknung im zeitigen Frühjahr können zur Behinderung der Bodenbearbeitung führen. Die im Frühsommer an die Polygonstrukturen gebundenen Reifeunterschiede erschweren eine termingerechte Ernte auf dem Gesamtschlag und können zu Ertrags- und Bergungsverlusten führen. Die Wirksamkeit der durch Polygonstrukturen hervorgerufenen Abweichungen in den standörtlichen Bedingungen für den Ackerbau ist abhängig vom Flächenanteil der Strukturen an der Gesamtfläche des Schlages. Tabelle 10 zeigt, daß auf einigen Schlägen der Anteil der Areale mit Polygonstrukturen erheblich ist.

## Literatur

- AKERMAN, J.:  
Studies on periglacial geomorphology in West Spitzbergen. – In: Medd. fran Lunds universitets, Geogr. Inst. – Lund 89 (1980).
- ALTERMANN, M., und J. MAUTSCHKE:  
Zur Kenntnis und Verbreitung der Böden der Umgebung von Halle. – In: Archiv Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde. – Berlin 16 (1972), S. 871...886.
- ARNBERG, W.:  
Multispectral reflectance measurements and Signature analysis. In: Stockholms Universitet, Naturgeografiska Institutionen; Forskningsrapport – 45 (1981).
- BRÜNING, H.:  
Vorkommen und Entwicklungsrhythmus oberpleistozäner Periglazial-Erscheinungen und ihr Wert für die pleistozäne Hangformung. – Bad Godesberg, 1966. – (Forsch. dt. Landeskunde; 156).
- CHRISTENSEN, L.:  
Crop-marks revealing large-scale patterned ground structures in cultivated areas, southwestern Jutland. – In: Boreas. – Oslo 3 (1974), S. 153...180.
- DYLIK, J.:  
Problems of ice-wedge structure and frost-fissure polygons. – In: Biul. Peryglacjalny. – Łodz 15 (1966) S. 241...291.
- EISSMANN, L.:  
Periglaziäre Prozesse und Permafroststrukturen aus sechs Kaltzeiten des Quartärs. – In: Altenburger Naturwiss. Forschungen. – Altenburg 1 (1981), S. 1...171.
- FERRIANS, J. u. a.:  
Permafrost and related engineering problems in Alaska. – In: Professional paper / U.S. Geol. Survey. – Washington 678 (1972).
- FIEDLER, H.-J., und H. REISSIG:  
Lehrbuch der Bodenkunde. – Jena, 1964.
- FRENZEL, B.:  
Die Vegetations- und Landschaftszonen Nord-Eurasiens während der letzten Eiszeit und während der postglazialen Wärmezeit, Teil 1: Allgemeine Grundlagen. – Mainz, 1960. – (Abh. math.-naturwiss. Kl. Akad. Wiss. Lit. Mainz; 13).

- FRIEDEMANN, J.-D., u. a.:  
Observations on Icelandic polygon surfaces on palsa areas. Photointerpretation and field studies. — In: *Geografiska Annaler*. — Stockholm. — 53 A (1971), S. 115...145.
- GALLWITZ, H.:  
Eiskeile und glaziale Sedimentation. — Berlin, 1949. — (Geologica; 2).
- GODZIK, J. S.:  
Geneza i pozycja stratygraficzna struktur peryglacialnych w Srodkowy Polsce. In: *Acta Geogr. Lodziana*. — Łódź 31 (1973), S. 104...117.
- JAKOB, J. A., und J. LAMP:  
Fossile Frostpolygonmuster auf Luftbildern Mittelholsteins und ihre bodenkundliche Bedeutung. — In: *Meyniana*. — Kiel 32 (1980), S. 129...134.
- JERSAK, J.:  
Frost fissures in Loess deposits. — In: *Biul. Peryglacialny*. — Łódź 24 (1975), S. 245...258.
- KAISER, K. H.:  
Klimazeugen des periglazialen Dauerfrostbodens in Mittel- und Westeuropa. — In: *Eiszeitalter und Gegenwart*. — Öhringen/Württ. 11 (1960), S. 121...141.
- KARTE, J.:  
Räumliche Abgrenzung und regionale Differenzierung des Periglaziärs. — Paderborn, 1979. — (Bochumer Geogr. Arbeiten; 35).  
—: Zur Rekonstruktion des weichselglazialen Dauerfrostbodens im westlichen Mitteleuropa. — In: *Bochumer Geogr. Arbeiten*; 40. — Paderborn, 1981, S. 54...71.
- KLENGEL, K. J.:  
Frost und Baugrund. — Berlin, 1968.
- KUGLER, H., und E. MÜCKE:  
Geomorphologische Skizze des Halleschen Raumes. — *Wiss. Beiträge Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg*. — (1979) 45 (Q 5), S. 62...71.
- KUNERT, R., und M. ALTERMANN:  
Das Pleistozän zwischen Saale und Wipper. — In: *Geologie*. — Berlin 14 (1965), S. 520...553. Nachträge in: *Geologie*. — Berlin 19 (1970), S. 1205...1208.
- LIEBEROTH, I.:  
Lößsedimentation und Bodenbildung während des Pleistozäns in Sachsen. — In: *Geologie* — Berlin 12 (1963), S. 149...187.
- MORGAN, A. V.:  
Polygonal patterned ground of late weichselian age in the area north and west of Wolverhampton, England. — In: *Geografiska Annaler*. — Stockholm 53 A (1971), S. 146...156.
- RICHTER, H., u. a. (Hrsg.):  
Periglazial-Löß-Paläolithikum im Jungpleistozän der DDR. — Gotha/Leipzig, 1970. — (Peterm. Geogr. Mitt. — Erg. — H. 244).
- ROHDENBURG, H.:  
Eiskeilhorizonte in südniedersächsischen und nordhessischen Lößprofilen. — In: *Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges.* — Göttingen 5 (1966), S. 137...170.
- ROHDENBURG, H., und B. MEYER:  
Zur Feinstratigraphie und Paläopedologie des Jungpleistozäns nach Untersuchungen in südniedersächsischen und nordhessischen Lößprofilen. — In: *Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges.* — Göttingen 5 (1966), S. 1...137.
- RUSKE, R.:  
Das Pleistozän zwischen Halle (Saale), Bernburg und Dessau. — In: *Geologie*. — Berlin 13 (1964), S. 570...597.
- SCHULZ, W.:  
Gliederung des Pleistozäns in der Umgebung von Halle (Saale). — *Geologie. Beiheft* 36. — Berlin, 1962.
- SELZER, G.:  
Diluviale Lößkeile und Lößkeilnetze aus der Umgebung Göttingens. — In: *Geolog. Rundschau*. — Stuttgart 27 (1936), S. 275...293.
- SHOTTON, F. W.:  
Large Scale patterned ground in the valley of the Worcester Avon (Great Britain). — In: *Geolog. Magazin*. — Cambridge 92 (1960), S. 404...408.
- SVENSSON, H.:  
The use of stress situations in vegetation for detecting ground conditions on aerial photographs. — In: *Photogrammetria*. — Amsterdam 28 (1972), S. 75...87.  
—: Distribution and chronology of relict polygon patterns on the Laholm plain, the Swedish west coast. — In: *Lund Studies in Geography, Ser. A*. — Lund 54 (1974).  
—: Relict ice-wedge polygons, revealed on aerial photographs from Kaltenkirchen, northern Germany. — In: *Geogr. Tidsskrift*. — Kopenhagen 75 (1976), S. 8...12.
- Troll, C.:  
Strukturböden, Solifluktion und Frostklimat der Erde. — In: *Geolog. Rundschau*. — Stuttgart 34 (1944), S. 546...672.
- VELIČKO, A. A.:  
Paragenesis of a cryogenetic (periglacial) zone. — In: *Biul. Peryglacialny*. — Łódź 24 (1975), S. 89...110.

VILLWOCK, G.:

Untersuchungen zur Relief- und Landschaftsgenese und zur aktuellen Naturraumstruktur im Bereich des Saaletales zwischen Halle und Salzmünde. — Halle: Diplomarbeit, 1980.

WASHBURN, A. L.:

Eriglacial processes and environments.  
— London, 1973.

—: Periglaziale Forschung in Revue. — In: Geol. Rundschau. — Stuttgart 70 (1981), S. 664...690.

WEICKMANN, L.:

Beobachtungen von Strukturböden während der Polarfahrt des „Grafen Zeppelin“. — In: Ber. u. Verh. Sächs. Akad. Wiss., math.-phys. Kl. — Leipzig 84 (1932), S. 121...122.

## Besprechungen

WAGENBRETH, O. und W. STEINER

Geologische Streifzüge.

Landschaft und Erdgeschichte zwischen Kap Arkona und Fichtelberg.

204 Seiten, 65 Farbphotos, 16 Schwarzweißphotos, 117 geologische Blockbilder.  
Deutscher Verlag  
für Grundstoffindustrie: Leipzig, 1982.

Wahrlich ein schönes und preiswertes Buch, zu dem man den Autoren und dem Verlag in jeder Hinsicht gratulieren kann. Nachdem 1981 im Brockhaus Verlag Leipzig von H. HEYNERT ein Buch „Zwischen Ostsee und Erzgebirge — Landschaften unserer Heimat und ihre Pflanzen“ erschienen war, das sich mit der Pflanzenwelt beschäftigte, liegt nun ein eindrucksvoller, hervorragend ausgestatteter Band über die geologische Entwicklung einzelner Landschaften vor. Besonderer Wert wird dabei auf die Verbindung zwischen der Landschaft und der geologischen Entwicklung des Untergrundes gelegt. Die Auswahl der behandelten Gebiete ist anzuerkennen, auch wenn, wie die Verfasser selbst sagen, manche Räume nicht behandelt werden konnten. Der Versuch, einzelne Gebiete unter geologischen Gesichtspunkten auszuwählen und diese in Wort und Bild darzustellen, ist durchaus gelungen. Ganz besonders sei aber hervorgehoben, daß immer auf die Verbindung von Text, Bild und Blockbildern Wert gelegt wird. Gerade die zahlreichen, teilweise farbigen Blockbilder erlauben es auch dem Laien und Heimatforscher, dem Ober- und Urlauber, sich ein Bild von den geologischen Verhältnissen zu machen, da im Gegensatz zu

Schnitten und Profilen hier die dritte Dimension ausgezeichnet zur Darstellung kommt. Das ist bisher noch nirgends so klar versucht worden. Die Photos, speziell die farbigen, sind ausgezeichnet gelungen.

Nach einer kurzen Einleitung über Erdgeschichte und Landschaftsbild sowie Mensch folgt ein Überblick über Gesteinsbildung, physikalisch-geologische und erdgeschichtliche Vorgänge. Dann wird ein Überblick über das Gesamtgebiet der DDR gegeben, bevor im Hauptteil des Buches Bau und Bildungsgeschichte der Landschaften der DDR erörtert werden. Behandelt werden das Tiefland im Norden, die Ostseeküste, der Flechtinger Höhenzug und das nördliche Harzvorland, der Harz, das östliche und südliche Harzvorland, das Thüringer Becken, Thüringer Wald und Südthüringen, das Thüringisch-Vogtländische Schiefergebirge, das Erzgebirge, das Granulitgebirge und das Erzgebirgische Becken, Nordwestsachsen, die Elbtalzone, Ober- und Niederlausitz. Es ist müßig, auf Einzelheiten einzugehen und kleinliche Kritik zu üben. Fehler lassen sich in einem solchen Buch nicht vermeiden. Das Schlußkapitel bespricht den geologischen Bau und die geologische Zukunft Europas. Der Versuch, das (überholte) STILLESCHES Modell des Anbaus mit plattentektonischen Vorstellungen zu verbinden, erscheint nicht ganz gelungen. Ein weiteres Kapitel zeigt die Landschaft Mitteleuropas in der Geschichte der Geologie. Erfreulich ist, daß im Anhang die geologischen Museen und größeren geologischen Abteilungen in den Museen der DDR angeführt werden, so daß es allen Lesern des Buches möglich ist, vor Antritt einer Fahrt oder Reise sich entsprechend zu informieren. Ein Quellen- und Literaturverzeichnis sowie Sachwörter- und Ortsverzeichnis beschließen den schönen Band.

Zu wünschen wäre ein Eingehen auf die Mineral- und Heilquellen in einer neuen Auflage, zumal Tausende Bürger alljährlich als Kurpatienten die staatlich anerkannten Bäder besuchen und Interesse am Entstehen und Regime der Quellen haben. So wird z. B. nicht auf das Staatsbad Elster eingegangen; Bad Brambach wird nicht einmal erwähnt u. a. m., obwohl auf die mineralischen Rohstoffe an den entsprechenden Stellen mehrfach hingewiesen wird. Die Wässer gehören diesbezüglich nicht an die letzte Stelle.

Beide Autoren haben sich bemüht, möglichst allgemeinverständlich und anschaulich zu schreiben und überflüssige Einzelheiten wegzulassen. Trotzdem stellt die Lektüre des Werkes gewisse Anforderungen an den Leser, deren Bewältigung aber durch die hervorragenden Abbildungen möglich ist.

R. HOHL

## Zusammenfassung

Bodenerosive Abspülprozesse richten jährlich einen beträchtlichen volkswirtschaftlichen Schaden auf landwirtschaftlicher Nutzfläche an. Durch den Vergleich von arealen Verteilungsmustern, die durch terrestrische und luftbildinterpretatorische Methoden auf drei sehr unterschiedlich ausgestatteten Testschlägen im südöstlichen Harzvorland gewonnen wurden, werden Aussagen über die Sicherheit der rationalen Datenerfassung durch panchromatische Reihenmeßbilder bezüglich der Bodenerosionsproblematik gemacht.

## Summary

*Visual interpretation of aerial photographs as a method of studying the areal distribution of soil erosions on test plots in the south-east Harz foreland*

Every year considerable damage is caused to the agriculturally usable land by soil erosion processes. By way of a comparison of areal distribution patterns, which have been obtained by terrestrial methods and by visual interpretation of aerial photographs taken on three considerably different test plots in the south-east Harz foreland, evidence is given of the reliability of efficient data collection by panchromatic sequence photograms in studying the problems of soil erosion.

## Резюме

*Визуальная интерпретация аэрофотоснимков как метод учёта ареального распределения почвенно-эрозионного смывания на испытательных участках юго-восточного предгорья Гарца*

Почвенно-эрозионные процессы смывания ежегодно приводят к значительным хозяйственным ущербам на сельскохозяйственных угодьях. С помощью сравнения ареальных узоров распределения, полученных полевыми методами и методами интерпретации аэрофотоснимков, на 3 испытательных участках весьма различного инвентаря в юго-восточном предгорье Гарца делаются выводы о надёжности рационального учёта данных панхроматическими маршрутными аэрофотоснимками относительно проблематики эрозии почв.

# Visuelle Luftbildinterpretation als Methode zur Erfassung der arealen Verteilung bodenerosiver Abspülungen auf Testflächen im südöstlichen Harzvorland

*Mit 5 Abbildungen und 1 Tabelle im Text*

*Autor:*

Dr. HILMAR SCHRÖDER  
Institut für Geographie und Geoökologie  
der Akademie der Wissenschaften der DDR  
7010 Leipzig  
Georgi-Dimitroff-Platz

---

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd. 9  
Seite 93...106  
VEB H. Haack Gotha 1984

# 1. Einleitung

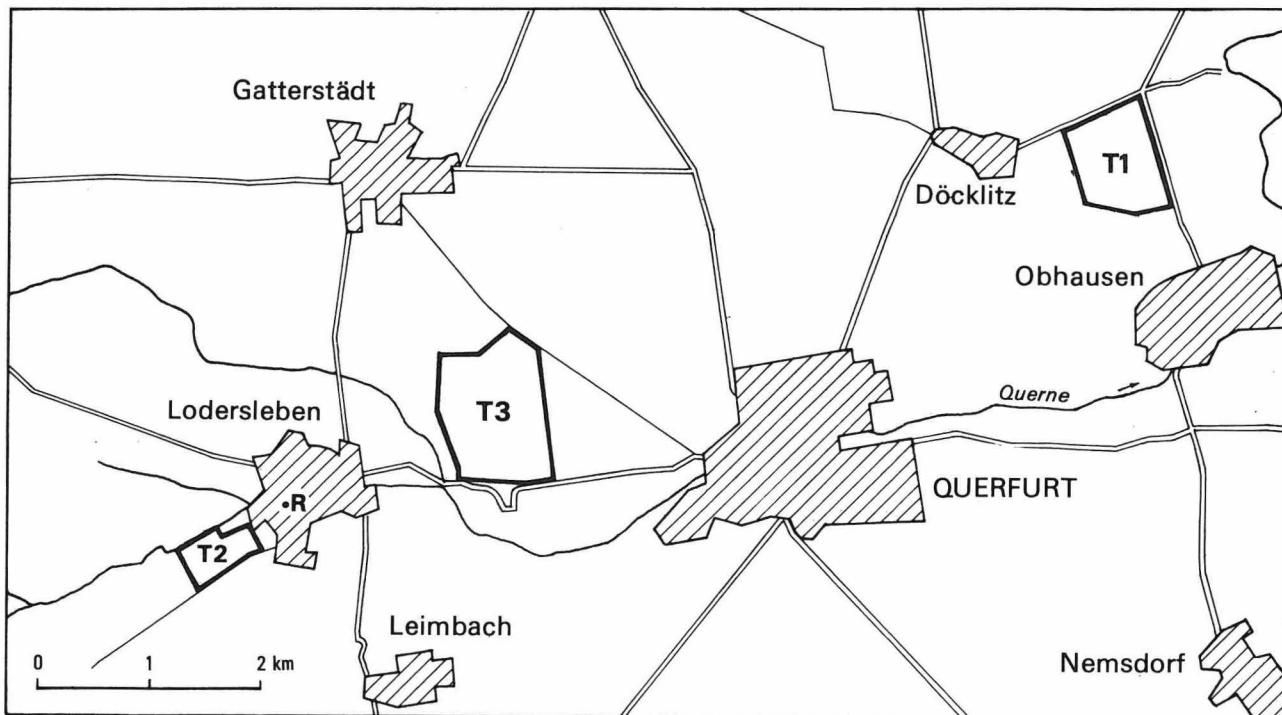
Auf den Ackerflächen der DDR kam es mit der Änderung der Besitzverhältnisse und der Einführung moderner, industriemäßiger Produktionsmethoden in der Landwirtschaft zwangsläufig zu Veränderungen im Wirkungsgefüge der Bedingungen, welche auf den Ablauf natürlicher Prozesse der bodenerosiven Abspülung Einfluß haben. Vorrangig zu nennen sind:

- die Verminderung erosionshemmender Flur-elemente (Feldraine, Baumreihen, Zwischenwege u. a.)
- die Ausdehnung der Einzugsgebiete und damit des Wasserangebotes
- die den natürlichen Bedingungen nichtkorrelaten Schlagformen (Tiefenlinienerosion)
- die Verdichtung von Bodenhorizonten durch Einsatz größerer und schwerer landwirtschaftlicher Geräte und Fahrzeuge (Fahrspurenerosion – WERNER 1982).

FLEGEL (1958) hielt noch ca. 1 650 000 ha (d. h. 30% der Ackerfläche der DDR) für schutzbedürftig gegen die bodenerosive Abspülung. Aufgrund der weitestgehend unzureichenden Schutzmaßnahmen in den sechziger und siebziger Jahren ist mit einer Ausweitung der durch bodenerosive Abspülung geschädigten Flächen zu rechnen. FLEGEL wies für das Gebiet der DDR einen jährlichen finanziellen Gesamtverlust von 60...80 Millionen Mark nach. Neuerliche Schätzungen (GRUNERT 1972, WETZEL 1979) halten diese Angaben eher für zu gering als für zu hoch.

Hauptursache für die insgesamt unbefriedigende Situation ist neben dem hohen materiell-technischen und personellen Aufwand, der für die terrestrische Datenerfassung notwendig ist (vgl. u. a. WISCHMEIER 1972, LESER 1975, 1978, RICHTER 1975, 1980, WISCHMEIER und SMITH 1978, SCHMIDT 1979, LESER, SCHMIDT und SEILER 1981), die Tatsache, daß die gewonnenen Meßergebnisse spezifisch standortbezogen sind und deren Extrapolation durch Kartierungen oder durch Analyse von

Abbildung 1  
Lageskizze der Testflächen



T1 Testfläche im Löss

T2 Testfläche im Sandstein

T3 Testfläche im Muschelkalk

•R Standort des Regenschreibers

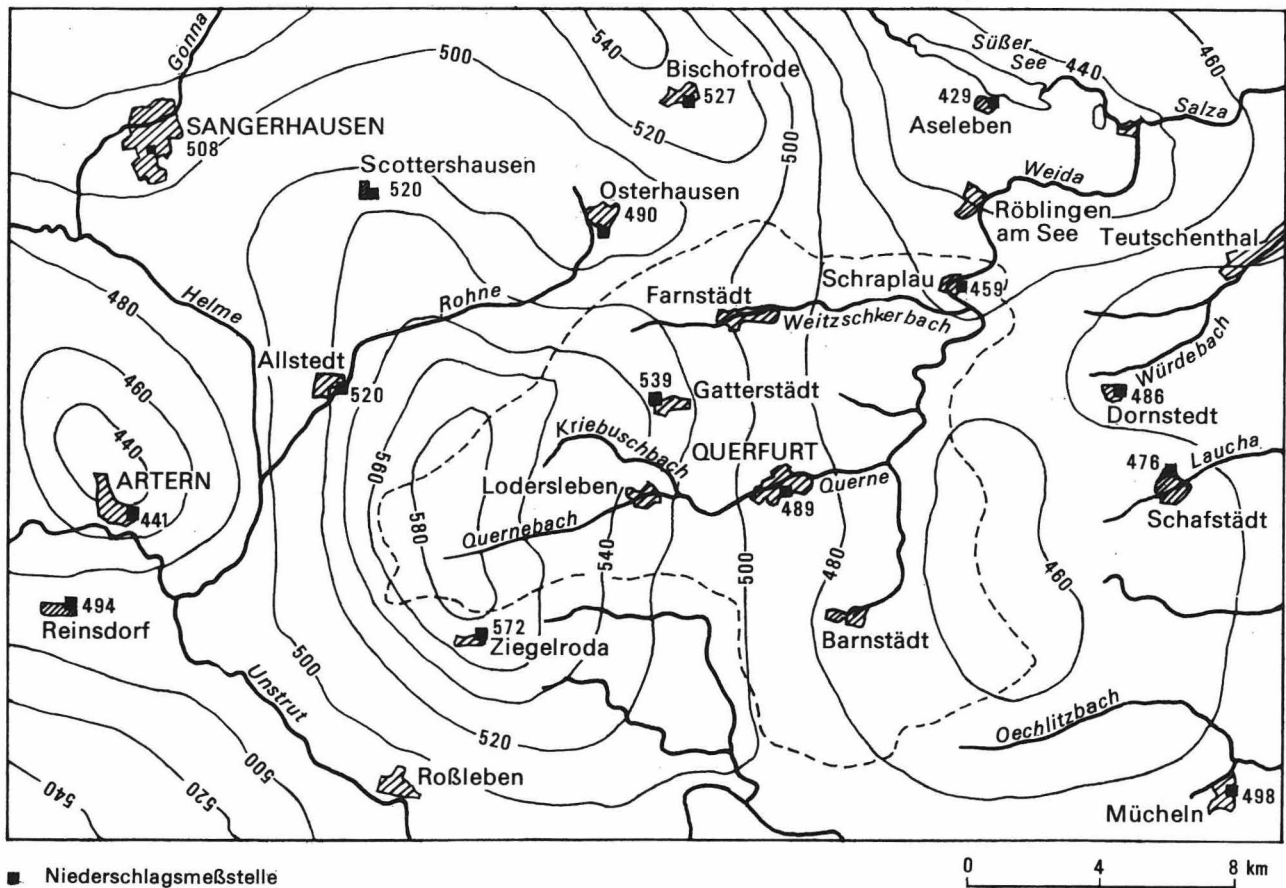


Abbildung 2  
 Durchschnittliche jährliche Niederschlagssummen (in mm) für die Jahresreihe 1901...50

diversen Einflußfaktoren (z. B. Hangneigung, Substrat, Grobklassifizierung der Flächennutzung wie bei KUGLER 1976 oder Niederschlag bei MASUCH 1957/58) nur in großen Toleranzbereichen und für kleinmaßstäbige Übersichten erfolgen kann. Ebenso problematisch gestaltet sich die Fixierung der arealen Verteilung der geschädigten Flächen. Für großmaßstäbige Untersuchungen sollte eine rationelle Methodenkombination angestrebt werden, die sich auf die Auswertung vorhandener Daten, Feldmessungen und -kartierungen sowie auf die Luftbildanalyse stützt.

## 2. Arbeitsgebiet

Das Arbeitsgebiet liegt ca. 50 km südwestlich von Halle/Saale und umfaßt das Einzugsgebiet der Weida (Pegel Stedten). Hier wurden

auf drei Testschlägen (Abbildung 1) von 1979...1981 quantitative Substraterfassungen von umgelagertem Material mit Hilfe von Sedimentfallen durchgeführt (SCHRÖDER 1982). Das Vorhandensein dieser Meßdaten ist Voraussetzung für die Gewinnung von Vorstellungen über Massenumlagerungsbilanzen und für eine gesicherte quantitative Datenextrapolation sowie eine Eichung anderer Daten (z. B. Geofernerkundung).

Die Standortbedingungen der Testflächen sind catenal angeordnet. Die südliche Testfläche (T 2) zeigt dabei eine Pedosequenz, die vom Lößtieflerhm-Braunstaugley über Löß- und Lößtieflerhm-Fahlerden bis Parabraunerden zu Löß-Pararendzinen bzw. an den am stärksten erodierten Hangbereichen zu Bergsalm-Rankern führt. In den konkaven Hangteilen dominieren Kolluviallöß- bzw. Kolluvial-schluff-Schwarzgleye und Schwarzerden. Der Testschlag (T 3) zwischen Lodersleben und Querfurt umfaßt den Stirnhang und den Walm

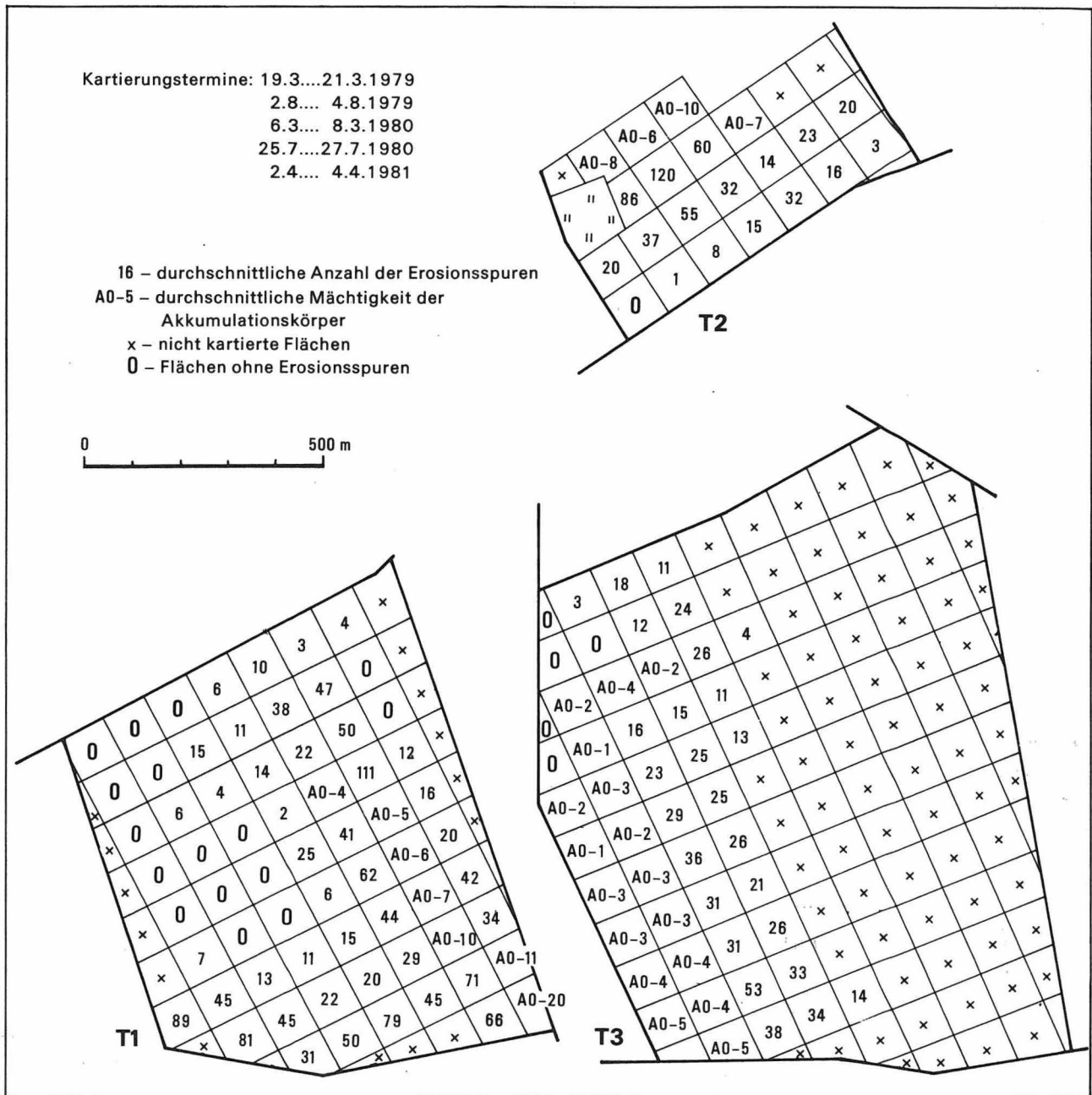


Abbildung 3  
 Erosionsspurenkartierung der Testflächen

(im Sinne der morphographischen Ansprache von SUCHEL 1954) der Wellenkalkschichtstufe (SCHMITTHENNER 1940). Die Pedosequenz zeigt auf der Hochfläche eine Abfolge von der typischen Löß-Schwarzerde über eine Lößkerf-Schwarzerde zu einer Felsrendzina. Die Hangareale sind durch Bergton- und Bergtonmergel-Rendzinen gekennzeichnet. In der Senke sind wieder mächtige Kolluviallöß-Schwarzerden und Schwarzgleye dominant. Die Auerfurter Platte ist weitflächig mit mächtigem Löß be-

deckt. Auch auf den geneigten Arealen herrscht der Substrattyp Löß vor, so daß wir auf dem nordöstlichen Testschlag (T 1) nur einen catenalen Wechsel von Löß-Schwarzerden zu Löß-(Para)Rendzinen vorfinden. Die konkaven Hangteile sind überwiegend durch Kolluviallöß-Schwarzerden gekennzeichnet.

Das Einzugsgebiet der Weida ist durch flachwellige Platten charakterisiert, die nur im östlichen Teil der subsequent zerschnittenen Stufenflächen des Mittleren Buntsandsteins

(hier vor allem im Bereich der Detfurth- bis Solling-Folge) und an der Wellenkalkschichtstufe Neigungsverhältnisse von über 10° aufweisen.

Die Niederschlagsverteilung ist stark von den Mesoreliefformen abhängig (Abbildung 2). Das engere Arbeitsgebiet erhält etwa 500 mm Niederschlag (langjähriges Mittel).

Das südöstliche Harzvorland weist nach MASUCH (1957/58) eine mittlere Disposition für Starkniederschläge auf. Die durchgeführten Niederschlagsmessungen (Standort des Regenschreibers vgl. Abbildung 1) und deren Vergleich mit langjährigen Meßreihen benachbarter Stationen ergaben Erwartungswerte für Starkniederschläge zwischen 3 und 8 pro Jahr bei Ereignissen mit  $\geq 20$  mm Niederschlag, zwischen 0,5 und 2 pro Jahr bei Ereignissen mit  $\geq 30$  mm Niederschlag und zwischen 0,1 und 0,4 pro Jahr bei Ereignissen mit  $\geq 40$  mm Niederschlag.

### 3. Arbeitsmethoden

Schmidt (1979) betont, daß bei Untersuchungen zur bodenerosiven Abspülung in drei hierarchischen Stufen gearbeitet werden kann. Die erste Bearbeitungsdimension umfaßt das punktuelle Erfassen von standörtlichen Umlagerungsraten und deren zeitliche Änderung und ist an Bodenerosionsmeßstationen gebunden. Sie dient in erster Linie der Messung des Prozeßgefüges (RICHTER 1974). In der zweiten Bearbeitungsdimension kann mit Hilfe von Sedimentfallen der Abtrag von Bodenmaterial aus kleinen, extrapolationsfähigen Einzugsgebieten am Hang gemessen werden. Diese abgrenzbaren Einzugsgebiete (räumliche Bezugsbasis) können entsprechend den natürlichen Gegebenheiten am jeweiligen Hang in Abhängigkeit von der Ereignissituation variieren. Auf diesem zweiten Weg ist es möglich, die tatsächlichen Umlagerungen in einer Zeiteinheit zu erfassen. Diese räumlich bzw. zeitlich determinierte Quantifizierung von Materialverlagerungen bildet die Bezugsbasis für die flächen-

deckende Datenerfassung bei bodenerosiven Abspülungen in der sogenannten dritten Bearbeitungsdimension nach SCHMIDT. Die auf den Testflächen angewandten Methoden in der dritten Bearbeitungsdimension waren

- Kartierung von Bodenerosionszeugen
- Kartierung von Ah-Horizontmächtigkeiten
- Luftbildinterpretation mit spezieller Betonung der Grautondifferenzierung.

#### 3.1.

#### *Kartierung von Bodenerosionszeugen*

Der Prozeß der bodenerosiven Abspülung vollzieht sich sowohl linear-konzentrisch als auch flächenhaft-denudativ. Zum Zwecke des Vergleiches wurden als Zeugen des Erosionsvorganges Formen des linearkonzentrischen Abtrags kartiert. Die von SCHMIDT (1979) vorgeschlagene Kartierungsmethodik, die auf der Auswertung der Methodiken von SCHULTZE (1952), HEMPEL (1951/52), SCHMITT (1955) und FLEGEL (1958) beruht, ist für Gebiete anwendbar, deren standörtliche Heterogenität pro Schlag gering ist. Die Schläge auf den nordthüringischen Platten und deren Randgebieten umfassen z. T. bis zu 5 natürliche Standorteinheiten der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standorteinheiten (MMK). Daraus folgt, daß es für derartige Schläge nicht möglich ist, eine einheitliche Bodenerosionsziffer zu entwerfen. Deshalb wurde eine Bezugsfläche von 100 x 100 m gewählt, in der alle Zeugen der bodenerosiven Abspülung summiert wurden. Formen, die unter 10 cm tief und weniger als 25 cm breit waren, erhielten den Wert 1; größere Formen den Wert 5. Die Kartierung wurde saisonal wiederholt, wobei zwischen Erosions- und Akkumulationsformen unterschieden wurde (Abbildung 3). Die Kartierungsmethodik besitzt den Vorteil, daß das saisonale Erosionsgeschehen einer Fläche in einem Wert quantifiziert dargestellt wird. Nachteile sind, daß die individuelle Formenausprägung unberücksichtigt bleibt, daß das lineare Erosionsspurenmuster kartographisch nicht dargestellt werden kann und daß eventuelle Singularitäten (Graben- und Schluchtenerosion) verbal fixiert werden müssen.



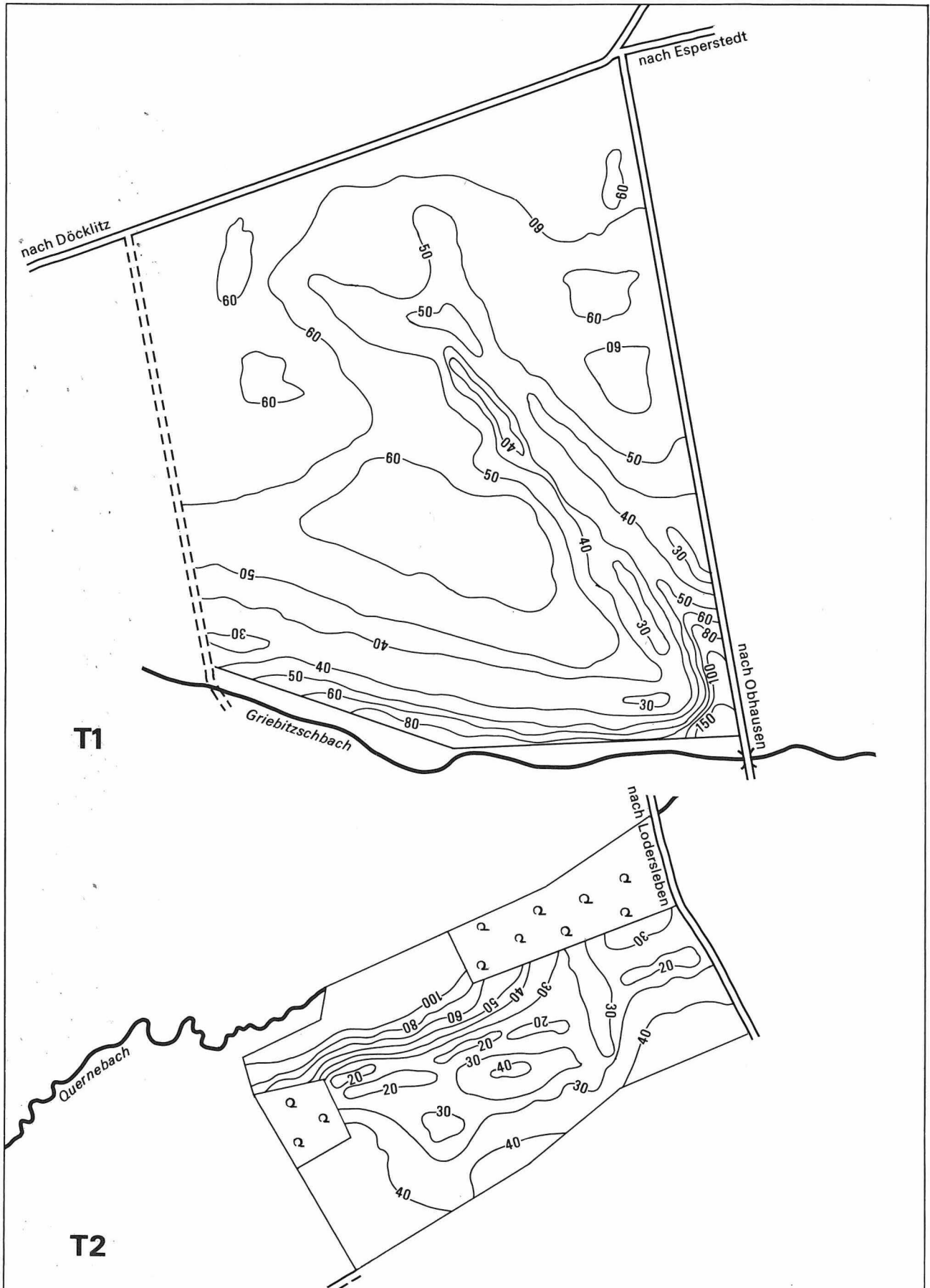
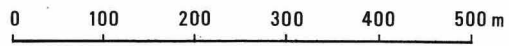
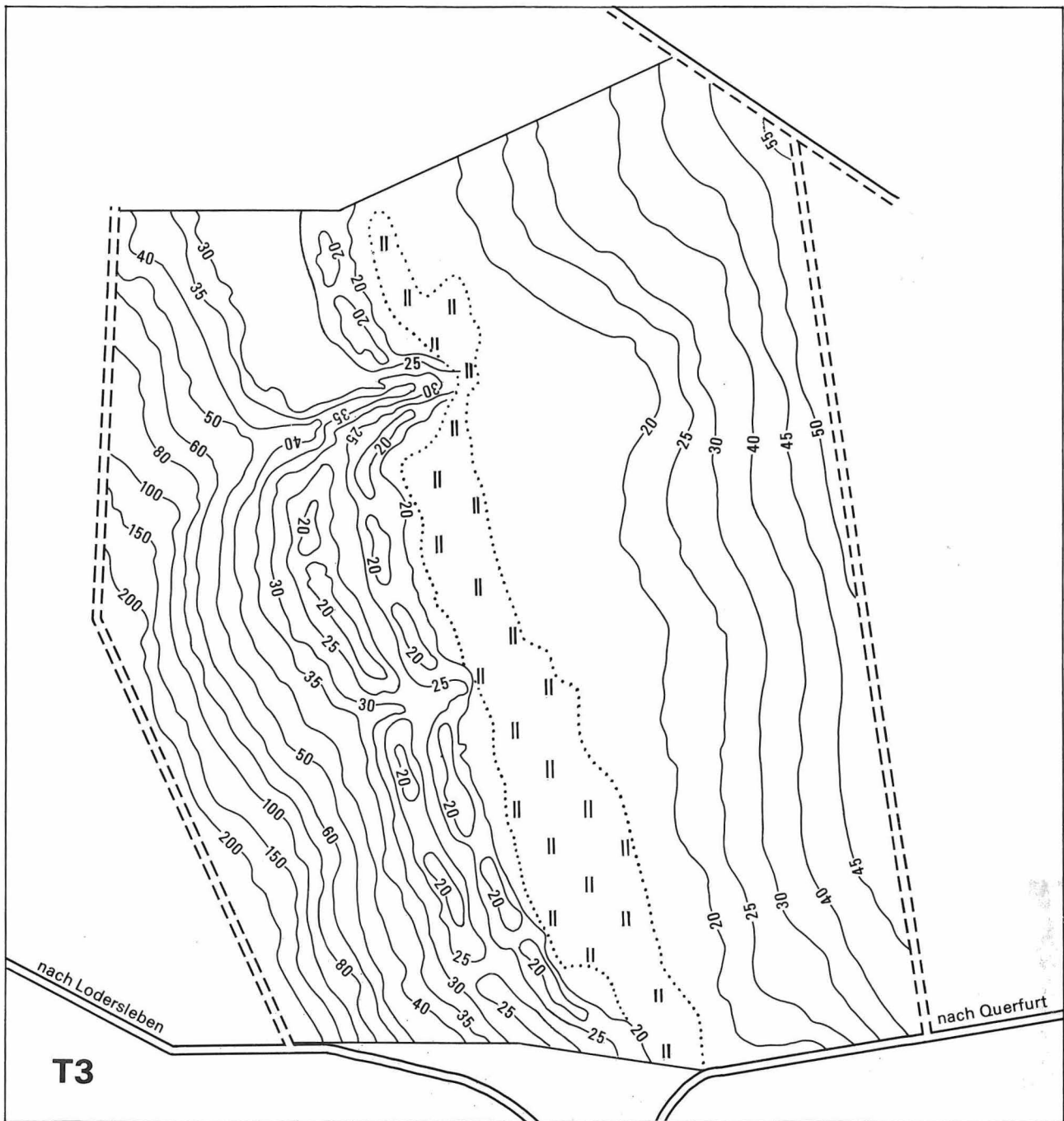


Abbildung 4  
Ah-Horizontmächtigkeiten der Testflächen





### 3.2. Kartierung von Ah-Horizontmächtigkeiten

Die Testflächen wurden mit einem Netz von Bohrstockeinschlägen überzogen, dessen Kantenlänge 50 m betrug. Die Konstruktion der Isolinien der Mächtigkeitskarten des Ah-Horizontes (Abbildung 4) erfolgte unter Zuhilfenahme der Reliefposition und der Arealabgrenzung bei Änderung der Krümenfarbe. Auf die Konstruktion einer Nutzungshorizonten-

karte nach STEINMETZ (1956) wurde verzichtet, da im Arbeitsgebiet der B-Horizont entweder gar nicht oder untergeordnet ausgeprägt ist. Die 30 cm-Isopache gibt dabei die Verbreitung der Areale an, bei denen andersfarbiges Unterbodenmaterial eingepflügt wird. Bei der 25 cm-Isopache handelt es sich um starke Farbamplituden und bei der 20 cm-Isopache erfolgt ständig ein Aufpflügen von anstehendem Material. Diese Areale lassen sich im Gelände relativ gut kartieren (Steinigkeits, Krümenfarbe). Die beschriebene Arbeitsmethode bietet eine gute

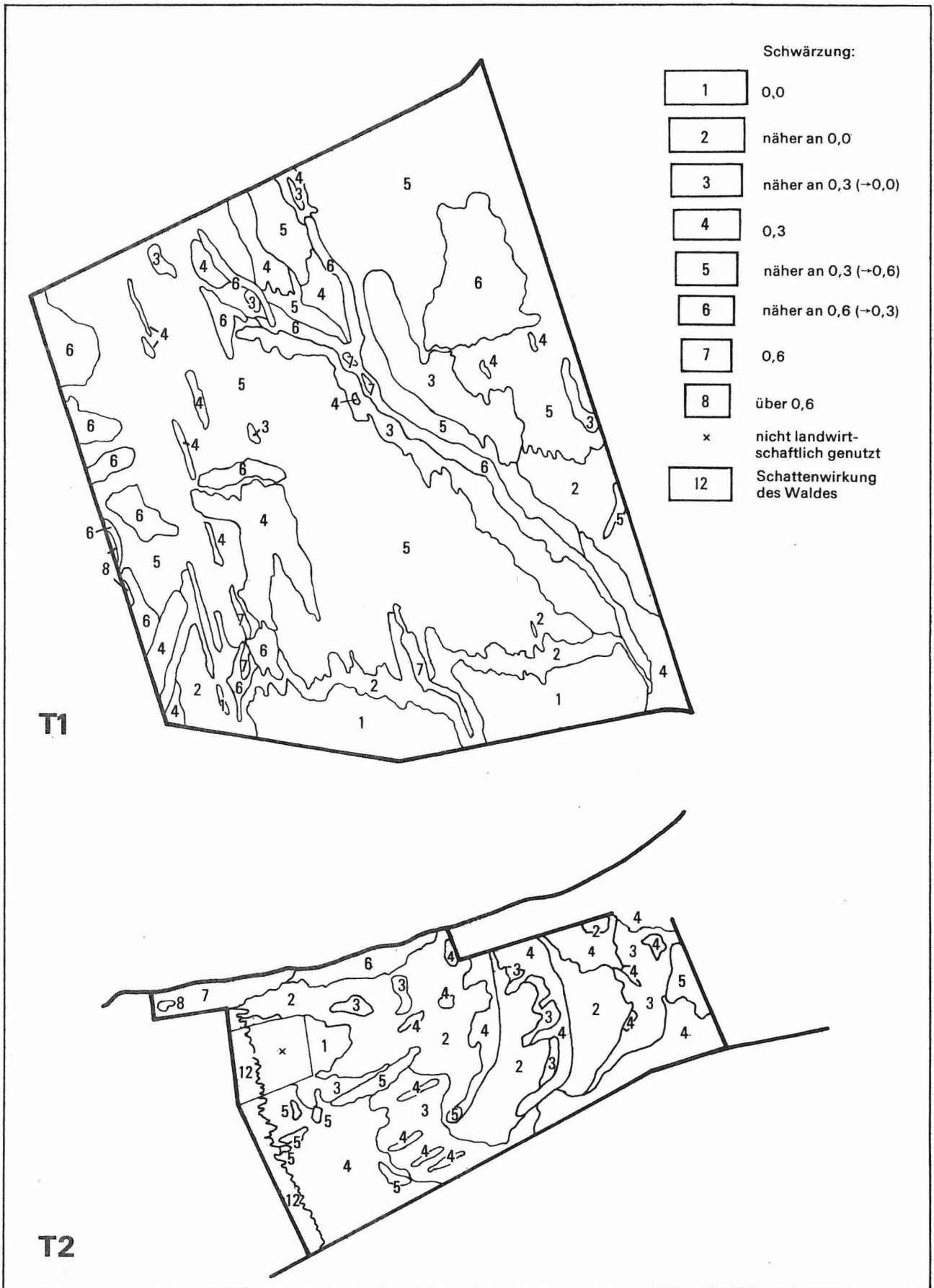
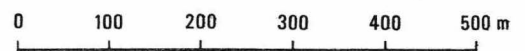
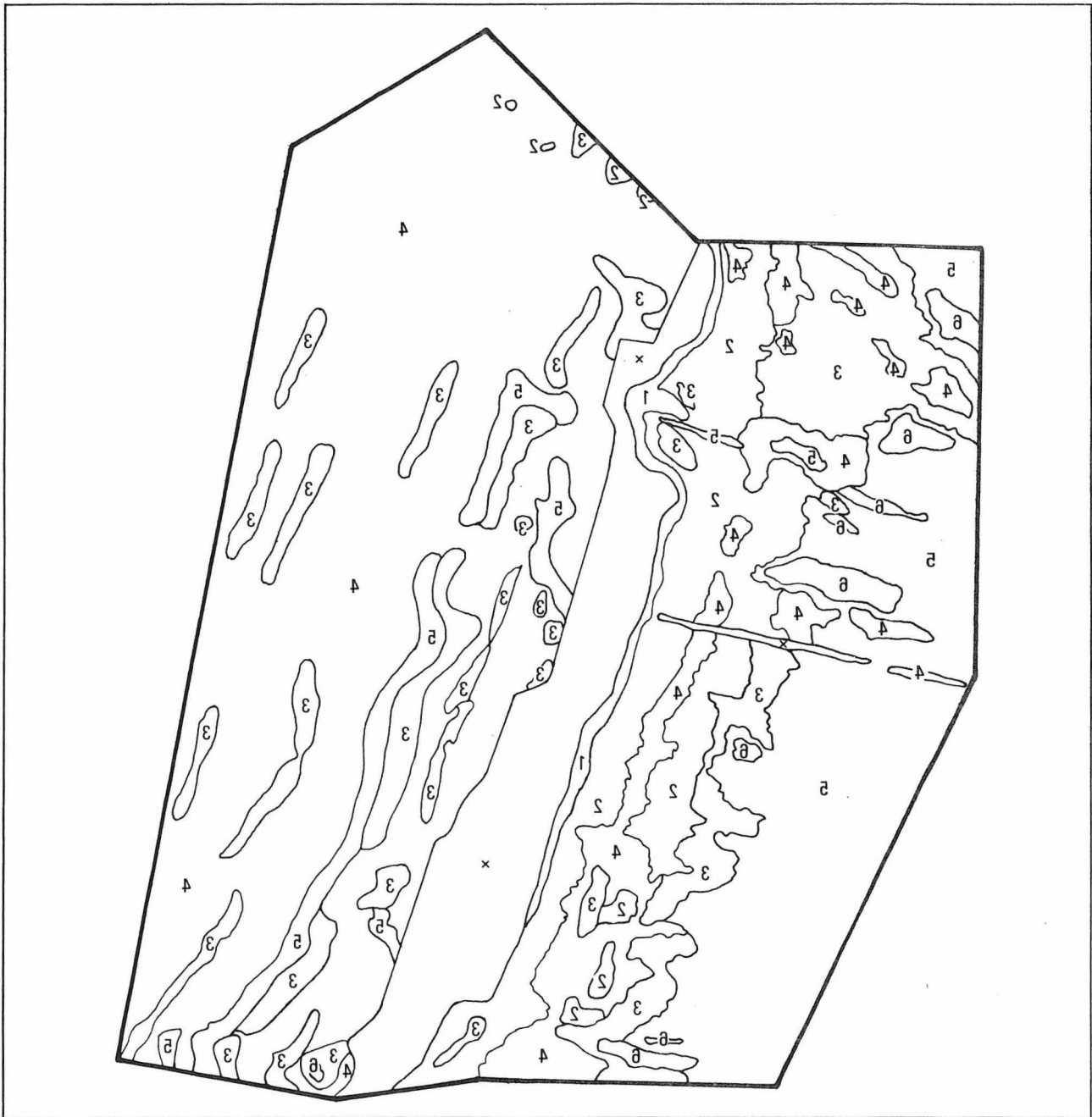


Abbildung 5  
Visuelle Grautondifferenzierung der Testflächen (7-stufiger Graukeil)





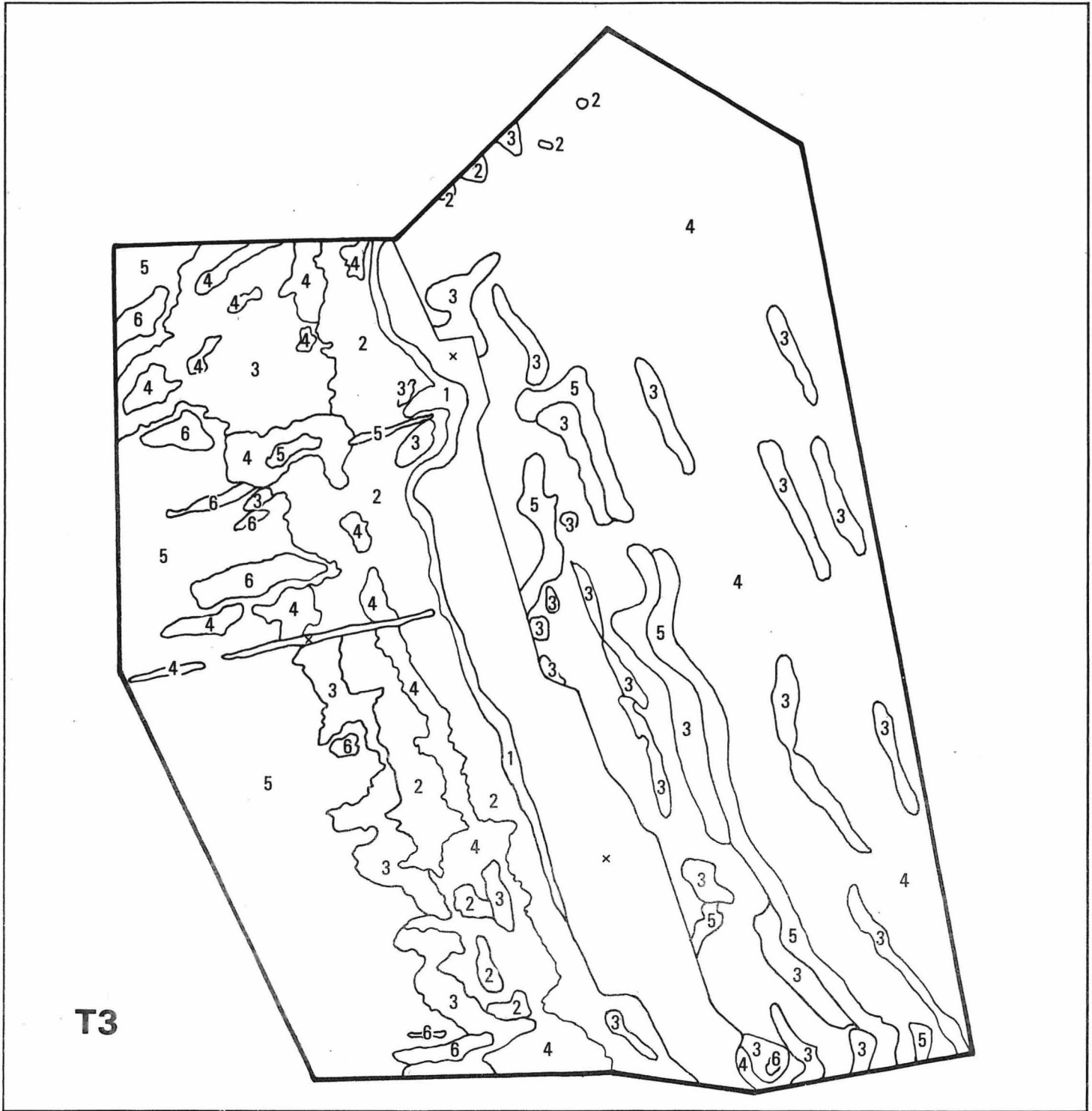
Möglichkeit, die Repräsentativität der Ergebnisse der Bodenschätzung zu überprüfen. Durch die zeitliche Differenz der Aufnahmedaten können Akkumulations- bzw. Erosionsraten grob abgeschätzt werden.

### 3.3. Analyse der Grautonwerte in panchromatischen Luftbildern

Als Datenmaterial standen dem Bearbeiter kostengünstig panchromatische Reihenmeßbil-

der in den Maßstäben 1:10000...1:15000 flächendeckend zur Verfügung. Panchromatisches Luftbildmaterial besitzt gegenüber anderen Filmmaterialien vor allem Vorteile im Kontrast, beim Belichtungsspielraum und bei Schärfequalitäten (STÖCKELHUBER 1982) und entspricht dem menschlichen Empfinden am besten (SCHANDA 1976). Nachteilig wirken sich Einflüsse des Luftstreulichtes aus (KENNEWEG 1970).

Die visuelle Luftbildinterpretation wurde als Methode gewählt, weil das Auffassungsvermögen des Menschen in seiner Leistung allen



Durch einen bedauerlichen Irrtum der Druckerei wurde die Abbildung 5/T3 auf Seite 101 seitenverkehrt gedruckt. Der Verlag bittet, diese gegen die vorliegende Abbildung auszutauschen.

derzeit bekannten technischen Systemen überlegen ist (SCHMIDT-FALKENBERG 1974), wobei dieser Behauptung zumindest in Bezug auf das Gefügemuster gefolgt werden kann (HAGEDORN, HÖVERMANN und NITZ 1979). Man ist in der Lage, phototechnische Grautondifferenzierungen (Randabfall) zu überbrücken. Die Interpretation der Grautonstufen erfolgte nur innerhalb homogen genutzter Flächen bei Einbeziehung der unterstützenden Bildmerkmale Lagebeziehung, Ausdehnung, Form, Muster, areales Gefüge, Textur, Grautonwechsel und Grautonamplitude. Die bei der Interpretation verwendeten Grautontafeln von ORWO wiesen einen Dichteanstieg der Schwärzung von 0,3 Einheiten bei insgesamt 2,1 Einheiten vom Hellsten bis zum Dunkelsten auf. Diese Grautonabstufung erwies sich vor allem bei der Helligkeitsstufe 0,0...0,6 als zu gering für das Ziel der Interpretation. Aufgrund dessen wurde eine stärkere Untergliederung durch die Zwischenstufen „heller als“ und „dunkler als“ gewählt, was auch der Bildqualität entsprach. Dadurch kamen insgesamt 8 Grautonstufen zustande. Die areale Verteilung der Grautonstufen auf den Testschlägen zeigt Abbildung 5.

#### 4. Die areale Verteilung der durch bodenerosive Abspülung geschädigten Flächen

##### *Testfläche 1:*

Die flachgeneigten Hochflächen zeigen nur eine sehr geringe Grautonamplitude und einen z. T. fehlenden Grautonwechsel. Es dominiert die Grautonstufe 5 mit ca. 20 % aufgehellten Flächen (nur in einem Falle stärker als 4) und ca. 30 % dunkleren Grautönen. Das Auftreten der Grautonstufe 8 ist durch Deponieflächen bedingt. Beim Übergang zu den Hangarealen erfolgt ein abrupter Wechsel zu den Grautonstufen 2 bzw. 3. Der zerlappte Übergang läßt deutlich die Verschleppung von Bodenmaterial durch landwirtschaftliche Bodenbearbeitung erkennen. Diese Areale weisen sowohl

starke rezente Umlagerungsbilanzen (Abbildung 3), als auch Langzeitschädigungen (Ah-Horizontmächtigkeit unter 35 cm) (vgl. Abbildung 4) auf. Sie sind im überwiegenden Teil mäßig bis extrem geschädigt. Die tiefenlinienwärtige Begrenzung erfolgt durch eine Grautonamplitude von 3...4 Einheiten. Wird der Akkumulationskörper durch Material des C-Horizontes gebildet, verringert sich die Grautonamplitude auf 2 Einheiten.

##### *Testfläche 2:*

Durch die wechselnde Farbe des Ausgangsgesteins und die komplizierten morphographischen Verhältnisse lassen sich auf dieser Testfläche die Grautöne nur sehr schwer mit terrestrischen Daten parallelisieren. Die flachgeneigte Hochfläche zeigt einen mittleren Grauton von 0,3, der bei zum Hochflächenrand zunehmender mittlerer Grautonfrequenz nur um etwa 1 Einheit schwankt. Die stärker geneigten Areale zeigen bei geringer durchschnittlicher Aufhellung eine Schwankungsbreite von 2...3 Einheiten. Das areale Gefüge der Grautöne deutet eine Hangzerdellung an, wo diese nicht im Stereomodell sichtbar ist. Die tiefenlinienwärtige Grautonamplitude beträgt 3..5 Einheiten, wobei große Teile des konkaven Hangfußes noch stark aufgehellt sind und erst in der Nähe des Vorfluters der Grautonsprung erfolgt. Ursachen dafür sind weniger die Substratverhältnisse des Ap-Horizontes, da rezente Akkumulationskörper sehr oft den gesamten Hangfuß bedecken, sondern vielmehr die differenzierten Bodenfeuchteverhältnisse. Die eigentliche Tiefenlinie läuft durch die Grautonstufe 6 und 7 und ist nur durch die Begradigung der Querzone nach Norden verlegt worden.

##### *Testfläche 3:*

Die Hochfläche im rechten Bildteil ist eindeutig lithologisch-strukturell durch die unterschiedliche Verwitterungsdisposition der einzelnen Schichten des Wellenkalks bedingt. Stärker aufgehellte Teile weisen einen höheren Skelettanteil auf. Die Differenzierung nimmt zum östlichen Schlagrand hin ab (stärkere Lößbedeckung). Der linke Bildteil zeigt eine parallel gerichtete Grautonanordnung. Die aufgehellten Bereiche stellen konvexe Hangareale und die dunkleren Bereiche konkave

Grautonstuf	Testfläche 1						Testfläche 2					
	Hochfläche		Hang		Hangfuß		Hochfläche		Hang		Hangfuß	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1			70...120	0...25					60...130	0...20		
2			30... 90	20...30					20...100	20...30	0...6	30...70
3			40... 80	20...35			20...30	30...40	<sup>1</sup>	25...35	<sup>1</sup>	40...80
4	10...40	40...55			0...10	200	10...30	35...45	<sup>2</sup>	30...40	<sup>1</sup>	40...80
5	0...20	50...60					0...10	40...50				
6	0...10	50...60			0... 2	100					0...8	80
7					0... 2	100					0...1	80

Grautonstuf	Testfläche 3					
	Hochfläche		Hang		Hangfuß	
	a <sup>3</sup>	b	a	b	a	b
1			0...20	0...20		
2		0...20	5...40	0...20		
3		0...20	<sup>1</sup>	20...30	0...1	30...80
4		0...50	0...70	20...30	0...5	20...60
5		20...30			0...8	60
6					0...2	60
7						

a durchschnittliche Erosionsspurendichte pro ha und Saison bzw. durchschnittliche Akkumulationsmächtigkeit in cm pro Saison am Hangfuß

b Ah-Horizontmächtigkeit in cm

<sup>1</sup> unbedeutende Flächenausdehnung

<sup>2</sup> Wechsel zwischen Akkumulation und erosiver Zerschneidung in Hangdellen

<sup>3</sup> nicht kartiert

Tabelle 1

Parallelisierung des rezenten Erosionsspurenmoders und der Ah-Horizontmächtigkeiten mit den Grautonstufen panchromatischer Reihenmeßbilder im Raum Querfurt

Hangareale dar. Die Grautonamplitude schwankt um etwa 2 Einheiten und ist sehr gut mit der Intensität der Skelettbedeckung zu parallelisieren. Zum Hangfuß erfolgt ein langsamer Übergang zu dunkleren Grautönen, wobei die Grautonfrequenz stark abnimmt.

Vergleicht man das areale Verteilungsmuster der Grautöne in den 3 Testflächen mit den terrestrischen Daten, so wird man feststellen, daß die auftretenden Abweichungen z. T. erheblich sind. Dafür einige Belege: Die Südhang der Testfläche 1 ist unterhalb des Wendepunktes durch eine ständige Zunahme der Ah-Horizontmächtigkeiten von ca. 35 cm auf 80 cm gekennzeichnet (Abbildung 4). Die catenale Vergesellschaftung der Grautöne weist ein Verharren in der Grautonstufe 1 auf (Abbildung 5). Ursache dafür ist die Überschüttung des Unterhanges mit hellerem Unterbodenmaterial, welches durch Einpflügen in den stark geneigten Hangsegmenten die Oberbodenfarbe beeinflusst. Daß mit Hilfe des Luftbildes Fehlschlüsse bei der Isopachenkonstruktion der Ah-Horizonte vermieden werden können, soll ein Beispiel von der Testfläche 2 verdeutlichen. Das areale Muster der Grautöne im nordöstlichen Hangabschnitt zeigt eine zum

Vorfluter gerichtete Verteilung der Stufe 4. Durch die Ah-Horizont-Erfassung konnte sie nur in einem Fall kartiert werden. Im zweiten Fall (südwestliche Hangdelle) reichte die Farbdifferenzierung nicht aus, um dies terrestrisch eindeutig zu fixieren. Ursache dafür können ungünstige Bodenfeuchteverhältnisse gewesen sein, die die eigentlich vorhandenen deutlichen Unterschiede in der Krümenfarbe überdeckten.

Den Vergleich der Grautonstufen mit den terrestrisch ermittelten Daten zeigt Tabelle 1. Dabei ist zu erkennen, daß die Grautöne ein feineres Verteilungsmuster widerspiegeln, welches jedoch nur z. T. auf fossile und rezente bodenerosive Abspülprozesse zurückzuführen ist. Je stärker die Farbunterschiede (Helligkeit und Sättigung) der einzelnen in den Nutzungshorizont eingearbeiteten anderen Unterbodenhorizonte ist, desto besser spiegelt sich das reale integrative Farbmuster der Krume und der jeweils aktuellen Vegetation in der arealen Grautonverteilung im Luftbild wider. So kann bei mächtigen Lößsubstraten (T 1) und bei reinen Verwitterungsprodukten des Wellenkalks (T 3) mit etwa 60...80% Sicherheit bei vergleichbaren morphographischen Bedingungen

aus der Verteilung der Grautöne auf die Schädigung des Profils (als Äquivalent für die Krümmenfarbenänderung) geschlossen werden. Wesentlich komplizierter gestalten sich die Verhältnisse bei den sich stark ändernden Farben des Ausgangsmaterials der Verwitterung der Solling-Folge des Mittleren Buntsandsteins (T 2). Bei diesen Standortbedingungen kann nur mit 30...50 % Sicherheit auf die Profilschädigung geschlossen werden.

Um das Ausmaß der rezenten Prozesse abzuschätzen, muß multitemporales Bildmaterial in einer Qualität zur Verfügung stehen, die Rückschlüsse auf Veränderungen im arealen Verteilungsmuster der Grautöne und Texturen zuläßt (SCHRÖDER 1982.)

Bei vorausgesetzter Sach- und Regionalkenntnis ist es dem Interpretieren von panchromatischen Luftbildern möglich, eine Grobschätzung der Verteilung und des räumlichen Ausmaßes von Schadstellen durchzuführen. Hierdurch können ökonomisch und personell sehr aufwendig terrestrische Kartierungen optimiert werden, ohne daß die Luftbildinterpretation in der Lage sein wird, diese zu ersetzen.

## Literatur

- FLEGEL, R.:  
Die Verbreitung der Bodenerosion in der Deutschen Demokratischen Republik. — Leipzig, 1958. — (Bodenkunde und Bodenkultur; 6).
- GRUNERT, F.:  
Wassererosionsschutz und Verhinderung von Kaltluftschäden auf landwirtschaftlichen Nutzflächen durch Flurgehölze. — Inst. f. Forstwissenschaften; Eberswalde-Finow, 1972.
- HAGEDORN, J., J.H. HÖVERMANN, und H.-J. NITZ (Hrsg.):  
Gefügemuster der Erdoberfläche: Die genetische Analyse von Reliefkomplexen und Siedlungsräumen; Festschrift z. 42. Dt. Geographentag in Göttingen 1979. — Göttingen, 1979.
- HEMPEL, L.:  
Über Kartierungsmethoden von Bodenerosion durch Wasser. — In: Neues Archiv f. Niedersachsen. — Bremen-Horn (1951/52), 26, S. 590...598.

- KENNEWEG, H.:  
Auswertung von Farbluftbildern für die Abgrenzung von Schädigungen an Waldbeständen. — In: Bildmessung und Luftbildwesen. — Berlin [West] 5 (1970), 39, S. 283...290.
- KUGLER, H.:  
Geomorphologische Erkundung und agrarische Landnutzung. — In: Geogr. Berichte. — Berlin 80 (1976), S. 190...204.
- LESER, H.:  
Das physisch-geographische Forschungsprogramm des Geographischen Instituts der Universität Basel in der Regio Basiliensis. — In: Regio Basiliensis. — Basel 16 (1975), S. 55...78.  
—: Probleme der quantitativen Aufnahme der Landschaft im Forschungsprogramm der Physischen Geographie an der Universität Basel. — In: Regio Basiliensis. — Basel 19 (1978), S. 45...55.
- LESER, H., R.-G. SCHMIDT, und W. SEILER:  
Bodenerosionsmessungen im Hochrheintal und Jura (Schweiz). — In: Peterm. Geogr. Mitt. — Gotha/Leipzig 125 (1981), S. 83...91.
- MASUCH, K.:  
Häufigkeit und Verteilung bodengefährdender sommerlicher Niederschläge im Bereich der DDR. — In: Acta hydrophysica. — Berlin 4 (1957/1958).
- RICHTER, G.:  
Zur Erfassung und Messung des Prozeßgefüges der Bodenabspülung im Kulturland Mitteleuropas. — In: Abh. d. Akad. d. Wiss. Göttingen, Math.-phys.-Kl. — 29 (1974), S. 372...385.  
—: Der Aufbau der Forschungsstelle Bodenerosion und die ersten Messungen in Weinbergslagen. — Forschungsstelle Bodenerosion d. Univ. Trier, Mertesdorf (Rumertal). — 1 (1975).  
—: Three years of plot measurements in vineyards of the Moselle-Regions — some preliminary results. — Berlin [West], Stuttgart, 1980. — (Zeitschr. f. Geomorphologie. Suppl.-Bd.; 35).
- SCHANDA, E.:  
Remote Sensing for Environmental Science. Ecological Studies. Analysis and Synthesis. — Berlin [West], Heidelberg, New York, 1976.
- SCHMIDT, R.-G.:  
Probleme der Erfassung und Quantifizierung von Ausmaß und Prozessen der aktuellen Bodenerosion (Abspülung) auf Ackerflächen. Methoden und ihre Anwendung in der Rheinschlinge zwischen Rheinfeldern und Wallbach (Schweiz). — In: Physiographica. — Basel, 1979.



SCHMIDT-FALKENBERG, H.:  
Experimentelle Untersuchungen zu einigen  
Verfahren der Photointerpretation. — In:  
Proceedings of Symp. of Remote Sensing and  
Photointerpretation, 7.-11. Okt. 1974 — 2 (1974).

SCHMITT, O.:  
Zur Kartierung und quantitativen Erfassung  
von Abspülschäden durch Bodenerosion.  
— In: Notizblatt des Hessischen Landesamtes  
f. Bodenforschung zu Wiesbaden. — 83 (1955),  
S. 246...256.

SCHMITTHENNER, H.:  
Muschelkalkstufe und Talgeschichte im Ge-  
biet der unteren Unstrut. — In: Ber. Sächs.  
Akad. Wiss. Leipzig. — Math.-phys. Kl.,  
91 (1940), S. 313...332.

SCHRÖDER, H.:  
Qualitative und quantitative Untersuchungen  
zur Erfassung der bodenerosiven Abspülung.  
— Dargestellt mittels Testuntersuchungen im  
Einzugsgebiet der Weida (Pegel Stedten).  
— Halle: Diss. A., 1982.

SCHULTZE, J. H., u. a.:  
Bodenerosion in Thüringen. — Gotha, 1959.  
— (Peterm. Geogr. Mitt.-Erg.-H. 247).

STEINMETZ, H.-J.:  
Die Nutzungshorizontkarte. — In: Mitt. a. d.  
Inst. f. Raumforschung Bonn: Bodenabtrag  
und Bodenschutz. Beiträge zum Problem der  
Bodenerosion für landwirtschaftliche Bera-  
tung und Umlegung. — 2. erw. Aufl.  
— Bad Godesberg 20 (1956), S. 165...177.

STÖCKLHUBER, K.:  
Erfassung von Ökotopten und ihren zeitlichen  
Veränderungen am Beispiel des Tegernseer Tales:  
Eine Untersuchung mit Hilfe von Luftbildern  
und terrestrischer Fotografie. — München, 1982.  
— (Münchener Geogr. Abh.; 26).

SUCHEL, A.:  
Studien zur quartären Morphologie des  
Hilsgebietes. — Göttingen, 1954. — (Göttinger  
Geogr. Abh.; 17 — Studien über die  
Periglazialerscheinungen in Mitteleuropa; 4)

WERNER, D.:  
Wirkung von Verdichtungsprozessen auf  
Struktur und Leitfähigkeitseigenschaften  
des Unterbodens bindiger Substrate und Mög-  
lichkeiten ihrer meliorativen Beeinflussung.  
— In: 13. wiss. Tagung d. Bodenkdl.  
Ges. d. DDR vom 28.-30.9.1982 in Magdeburg.  
— Berlin: 1982, S. 7...9.

WETZEL, D.:  
Über die Erosionsgefährdung der Böden der  
DDR.-Inst. f. Wasserwirtschaft Berlin,  
Abteilung Umweltschutz 2, Cottbus, 1979.

WISCHMEIER, W. H.:  
Erosion and Sediment Research in United  
States. — In: III. Univ. Coll. Agr. Spec.  
Publ. — 26 (1972). S. 21...23.

WISCHMEIER, W. H., und D. D. SMITH:  
Predicting rainfall erosion losses — A guide to  
conservation planning. — In: Agriculture Hand-  
book. Science and Education Administration,  
US-Department of Agriculture. — Nr. 537, (1978).

## Besprechungen

REICHE, E. (Hrsg.)  
Krefelder und Lippstädter Gewölbe  
— die großen Querstrukturen am Rande des  
Ruhrkohlenbeckens.

Fortschritte in der Geologie von  
Rheinland und Westfalen.

Band 30.  
439 Seiten, 83 Abbildungen, 31 Tabellen,  
28 Tafeln.  
Krefeld, 1982.

Der Sammelband mit 19 Beiträgen von 26 Autoren  
ist den Querstrukturen gewidmet, die im Westen  
(Krefelder Gewölbe) und im Osten (Lippstädter Ge-  
wölbe) das Ruhrkohlenbecken begrenzen. Die Un-  
tersuchungen besitzen auch überregionale Bedeu-  
tung für den geologisch-tektonischen Bau der Rhe-  
noherzynischen Zone. Besonderes Interesse verdie-  
nen die Beiträge, die der Forschungsbohrung Soest  
— Erwitte 1/1a gewidmet sind. Die nördlich des  
Ostsauerländer Hauptsattels abgeteufte Bohrung er-  
schloß in einem Sattelkern des Lippstädter Gewöl-  
bes Altpaläozoikum, vermutlich Ordovizium. Sicher  
erscheint nach organischen Resten, die als Graptoli-  
thenepiderm gedeutet werden, ein vordevonisches  
Alter (C. D. CLAUSEN und M. TEICHMÜLLER). Ein In-  
kohlungshiatus zwischen ordovizischen und devoni-  
schen Schichten konnte nicht festgestellt werden  
(M. und R. TEICHMÜLLER).

In dem posthum veröffentlichten Beitrag des  
durch einen tragischen Unfall am 9. 11. 1981 ums Le-  
ben gekommenen hochverdienten Bearbeiters der  
mitteleuropäischen Varisziden, WOLFGANG KREBS,  
wird der Frage der kaledonischen Faltung im Ebbe-  
sattel und im Lippstädter Gewölbe nachgegangen.  
KREBS kam zur Ansicht, daß das Ordovizium (?) der  
Bohrung Soest — Erwitte als Teil der Graptolithen-  
schieferfazies mit turbiditischen Einschaltungen zu  
den landfernen Ablagerungen der kaledonischen

Geosynklinale gehört und das Lippstädter Gewölbe ein Teilstück der mitteleuropäischen Kaledonien darstellt.

Dank gleichbleibender Schieferungsrichtung konnte ein Teil der Kernproben der Bohrung Soest – Erwitte orientiert werden, so daß die magnetischen Remanenz-Richtungsbestimmungen eine paläomagnetische Aussage erlaubten (R. PUCHER und K. FROMM). Als Magnetisierungsalter wird für den Abschnitt 435...531 m Perm – Karbon und ab 533 m eine Zeit zwischen Kambrium und Silur angenommen.

Breiteres Interesse verdienen die Untersuchungen „Zur Paläogeographie, Tektonik und Karstmorphologie der südlichen und östlichen Warsteiner Carbonatplattform“ (C. D. CLAUSEN), an den Liegenden Alaunschiefern und ihren Phosphoriten (W. STRUCKMEIER) und die Fernerkundungsanalyse durch P. KRONBERG, H. JÖDICKE u. a. ermittelten die Ursachen für die gute elektrische Leitfähigkeit der Schichten von Soest – Erwitte.

C. D. CLAUSEN u. a. geben die Begründung für die zwischen dem Ostsauerländer Hauptsattel und dem Gelsenkirchener Hauptsattel geplante Geotraverse. In Fortführung der Darstellungen von D. FRANKE (1978) wird nicht ausgeschlossen, daß sich unter dem Kambro-Ordovizium des südlichen Münsterlandes und des Rheinischen Schiefergebirges Ablagerungen des Jungproterozoikums befinden. Entgegen der von KREBS vertretenen Ansicht zur Existenz einer kaledonischen Diskordanz im Ebbesattel neigen die Autoren zur Auffassung von TIMM (1981), der hier eine ungestörte Abfolge vom Ordovizium bis zum Mitteldevon beschrieb.

Auf Grund der Überlagerung des Altpaläozoikums durch ein 4...5 km mächtiges, bis zum Westfal reichendes Schichtpaket und einen Paläotemperaturgradienten von 60...70°C/km werden präasturische Bewegungen (Westfal C) angenommen, die mit einer Regionalmetamorphose verbunden waren. Im Gebiet der magnetischen Anomalie von Soest – Erwitte erhitze im Oberkarbon bzw. Unterperm ein Kryptopluton sein Dach. Die Hochlagen des magnetisch wirksamen Kristallins werden von den variszischen und subvariszischen Strukturen nachgezeichnet. W. BOSSUM beurteilt die Möglichkeiten zur Korrelation von oberflächennahen Strukturen mit den magnetischen Elementen des tieferen Untergrundes mit größerer Zurückhaltung.

R. TEICHMÜLLER ist es zu verdanken, daß diese ausgezeichnete Dokumentation zustande kam, die für die Forschungen am Nordrande der mitteleuropäischen Varisziden einen bleibenden Wert behalten wird.

M. SCHWAB

JÜRGAS, G.

Im Lande des Rübezahl.

Auf Wanderfahrt durch das Riesengebirge.

186 Textseiten, 43 Schwarzweißphotos,  
10 Farbphotos, 1 Kartenbeilage.

F. A. Brockhaus Verlag: Leipzig, 1982.

Nach den Wanderimpressionen und Reiseskizzen aus Nordthüringen, Eichsfeld und Harz wird mit vorliegendem Band in gleichem Stil das Riesengebirge vorgestellt. Im aufgelockerten Erzählstil erfährt der Leser sehr viel Wissenswertes über Volk, Geschichte und Kunst dieser Landschaft, ihrer Städte, Dörfer, Burgen. Die mit Akribie betriebenen Recherchen vermitteln eine Fülle interessanter Details aus Vergangenheit und Gegenwart; Zitate aus Briefen und Archivmaterialien, aber auch Anekdoten und Sagen runden das Bild ab. Der Autor fordert den Leser auf, sich abseits der großen Touristenzentren und Hauptwege zu begeben, lenkt den Blick aufs Detail, läßt die Gebirgslandschaft mit ihren Gegensätzen der Morphologie und Vegetation auf sich wirken.

Unbefriedigend ist die Beschreibung von Geologie, Morphologie und Vegetation, da gerade der „Rucksackwanderer“, an den sich das Buch richtet, an derartigen Informationen interessiert ist. Die Photos von S. LIEBE, bekannt auch durch seinen Bildband „Gebirgsphotographie“, vermitteln einen Eindruck von Landschaft und Siedlungen. Bei einer gezielteren Auswahl hätten die Besonderheiten des Riesengebirges noch besser herausgestellt werden können. Die beigegebene Karte, auch wenn sie nur als Übersicht dienen soll, müßte überarbeitet werden.

„Im Lande des Rübezahl“ verbringen sehr viele Touristen ihren Urlaub. Ihnen ist der Band zu empfehlen, da er verschiedene Anregungen vermittelt, allerdings auch manches an wünschenswerten Informationen vermissen läßt.

C. RIEDEL

## Zusammenfassung

Ausgehend von der Erfassung der Standortverhältnisse, der aktuellen Vegetation und der Flächennutzung versucht die Studie Grundlinien der arealen Verbreitung und sukzessiven Entwicklung der Vegetation im Beispielsgebiet herzuleiten. Dabei hat es sich gezeigt, daß ein Vergleich der arealen Verteilung von Pedo-Morpho-Topen und Pflanzengesellschaften nur bedingt möglich ist. Die hohe Differenziertheit der Vegetation in der Aue beruht auf Bodenfeuchteunterschieden, wird aber infolge einer extensiven Graslandnutzung erst möglich. Im Bereich der Äcker ist die Vegetation homogener. Auf der Hochfläche und im Hangbereich herrscht trotz einer differenzierten Naturraumausstattung eine einheitliche Segetalvegetation. Selbst Feuchteunterschiede deuten sich nur an.

## Summary

### *The natural region and vegetation in the environment of Holleben and their anthropogenic variations*

Proceeding from the studies of the site conditions, the actual vegetation and land usage, the paper makes an attempt to derive base lines of areal extension and successive vegetation development in the area under study. It became obvious that a comparison of the areal distribution of pedo-morpho-topes and plant associations is possible to a limited extent only. The high differentiation of the vegetation in the inundation area is attributable to differences in soil humidity but becomes evident only as a result of an extensive utilization of grassland. In the region of the arable soil, the vegetation is more homogeneous. On the plateau and in the slope region prevails a uniform segetal vegetation despite differences in the character of the natural space, and differences in humidity show almost no effect on the vegetation.

## Резюме

### *Природное пространство и растительность ф окрестностях с. Холлебен (район Заалькрейс) и их антропогенное преобразование*

Исходя из учёта условий мест произрастания, актуальной растительности и использования земель, в предлагаемой статье пытаются с делать выводы об основных чертах ареального распро-

# Naturraum und Vegetation bei Holleben (Saalkreis) und ihre anthropogene Überformung

*Mit 4 Abbildungen im Text*

## *Autor:*

Dipl.-Geogr. SABINE MÜCKE  
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
Sektion Geographie  
Wissenschaftsbereich Physische Geographie  
4020 Halle (Saale)  
Domstraße 5

---

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd. 9  
Seite 107...115  
VEB H. Haack Gotha 1984

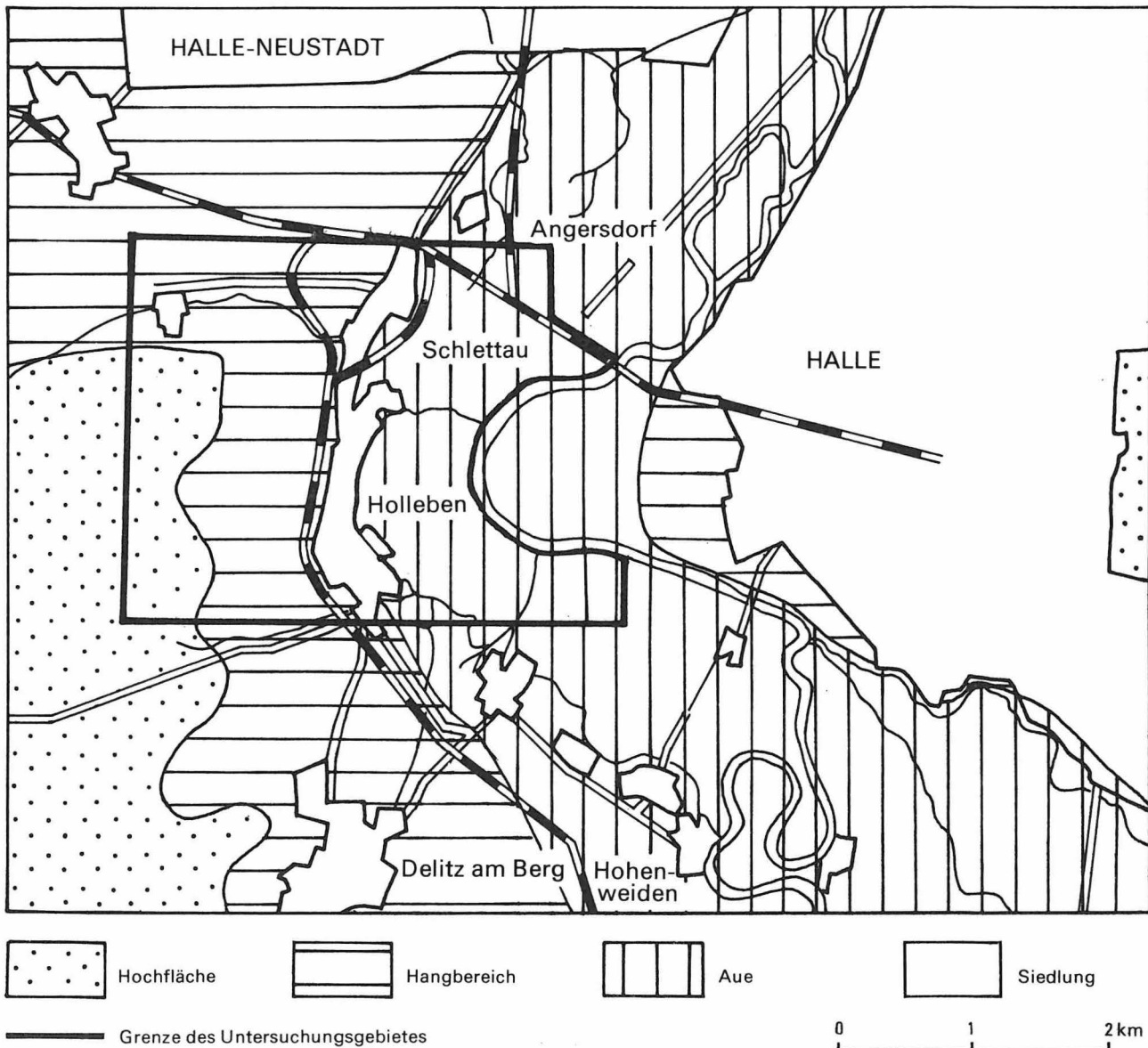
странения и последовательном развитии растительности в районе исследования. Выяснилось, что сравнение ареального распространения педоморфотопов с растительными сообществами возможно лишь условно. Высокая дифференцированность растительности в пойме основывается на различиях почвенной влаги, но становится возможной только вследствие экстенсивного использования лугов. В пределах пашней растительность является более гомогенной. На плоскогорье и на склонах несмотря на дифференцированный инвентарь природного пространства преобладает единообразная сорнополевая растительность. Даже различия почвенной влаги только редко влияют на формирование растительности.

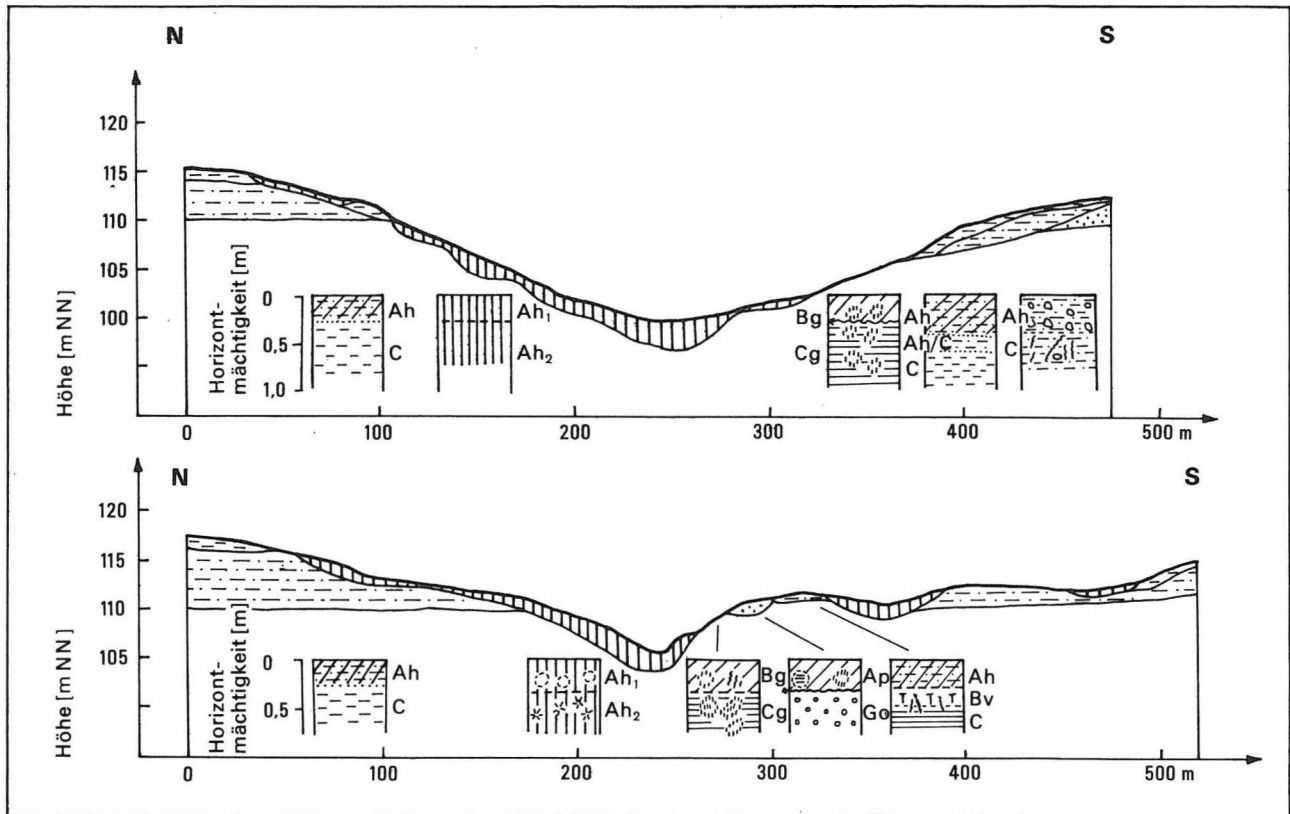
## 1. Ziel und Methode

Als ein sehr variabler Partialkomplex des Naturraumes wird die Vegetation durch Nährstoffangebot, Bodenfeuchte und Klimaelemente geprägt. Gleichfalls entscheidend ist der Einfluß des Menschen, der seit dem Neolithikum in den Landschaftshaushalt gestaltend eingreift. Die heutigen Pflanzengesellschaften widerspiegeln in ihrer Verbreitung und ihrem Aufbau diese verschiedenen Einflüsse.

Ziel der Arbeit war, die Vegetation in ihrer Abhängigkeit von Naturraum und Flächennut-

Abbildung 1  
Lage des Untersuchungsgebietes





Lithologische Ansprache

	Humoses Kolluvialmaterial		Löß		Saaleglazialer Geschiebemergel		Tertiäre Sedimente: Fein- bis Mittelsand
	Tertiäres Verwitterungsmaterial des Mittleren Buntsandsteins: Feinsand bis Ton						

Merkmale der Bodenhorizonte

	Schluff		Sandiger Lehm, lehmiger Sand		Ton		Kolluvium
	Humushorizont		Sand		Bleichfleck		Rostfleck, Eisenkonkretion
	Verbraunung		Humuseinlagerungen entlang von Wurzelbahnen		Steine, Einlagerungen anderen Materials (aus dem Untergrund, oder der Umgebung)		

Abbildung 2

Profile im Hangbereich westlich von Holleben

zung zu erfassen. Die folgenden methodischen Ansätze wurden gewählt.

Die abiotischen Elemente wurden durch eine Analyse der natürlichen Ausstattung des Untersuchungsgebietes auf topischer Ebene erfaßt. Die erhaltenen Merkmalsareale wurden mit der Verbreitung der Pflanzengesellschaften verglichen. Um die enge Verbindung von Vegetation und anthropogener Beeinflussung zu verdeutlichen, wurde die aktuelle Flächennutzung in die Untersuchung einbezogen.

Als Untersuchungsgebiet wurde die engere Umgebung des Dorfes Holleben südlich von

Halle, im Saalkreis, gewählt. Es erstreckt sich vom Rand der Buntsandsteinplatte im Raum Holleben bis in die Saaleaue (Abbildung 1). Die Buntsandsteinplatte trägt saalekaltzeitlichen Geschiebemergel, der von Löß überdeckt wird. Sie zeigt eine flachwellige Oberfläche in 100...120 m Höhe. Ihr Abhang zur Saaleaue fällt um rund 20 m bis auf 78 m NN ab. Der Hangbereich ist intensiv zerschnitten und weist einen engräumigen Substratwechsel auf. Den Osten des Arbeitsgebietes nimmt die Niederung der Saale ein, deren Entstehung durch Salzauslaugungsprozesse beeinflusst ist (KUG-

LER und MÜCKE, E. 1979). Für sie sind jahreszeitliche Überflutungen typisch.

Neben dem Kartenmaterial der Mittelmaßstäbigen Standorterkundung, geologischen und topographischen Karten wurde für die Untersuchung auch großmaßstäbiges panchromatisches Luftbildmaterial ausgewertet. Die Luftbilder erleichtern besonders die Boden- und Reliefgliederung und die Kennzeichnung der aktuellen Flächennutzung. Sie gaben zugleich wertvolle Hinweise für eine gezielte Auswahl intensiver zu analysierender Schlüssel-lokalitäten. Die Vegetationsaufnahmen wurden im Sommer und Spätsommer 1981 nach dem Verfahren von BRAUN-BLANQUET (1951) durchgeführt. Siedlungsbereiche und Ruderalstellen wurden nicht berücksichtigt. Gleichzeitig mit den Vegetationsaufnahmen wurden die Bodenverhältnisse an den Standorten erfaßt.

## 2. Naturräumliche Merkmale der Standorte

Für das Untersuchungsgebiet wurde eine Naturraumgliederung auf der Basis von Boden- und Reliefmerkmalen erarbeitet. Um Korrelationen mit den Pflanzengesellschaften feststellen zu können, wurden topische Einheiten ausgeschieden. Als Merkmale wurden Bodenform, Reliefpositionstyp und Hangneigung berücksichtigt. Folgende Pedo-Morpho-Topo wurden ausgegliedert:

- a) Löß-Schwarzerdeflächen der Hochfläche
- b) erodierte Löß-Schwarzerdeflächen in Hangposition
- c) Flächen mit Löß-Pararendzinen der Oberhänge und Kuppen
- d) Flächen mit Ton-Pararendzinen und -Rankern der Ober- und Mittelhänge
- e) Sandlehm-Braunschwarzerdeflächen der Sporne und Oberhänge
- f) Decksandlehm-Graugleyflächen in Mittelhangposition
- g) Sandlehm-Braunstaugleyflächen
- h) Dellen und Tälchen mit Kolluvial-Schwarzerde

i) Talsohlen mit Sandlehm-Schwarzgley

k) Auenflächen mit Aueschluff-Vega

l) Auenflächen mit Auelehm-Humusstaugley  
Tiefgründige Schwarzerden treten im westlichen Bereich der Hochfläche auf. Teilweise werden Ah-Mächtigkeiten bis zu 1 m erreicht. Meist sind jedoch 60 cm mächtige Humushorizonte ausgebildet. Kleine Neigungen bis zu 3° haben eine geringe Kappung zur Folge.

Im Hangbereich zeigt sich ein engräumiger Wechsel der Bodenformen. Die regelhafte Verteilung der Areale läßt ihre genetischen Beziehungen erkennen (Abbildung 2). Es treten erodierte Schwarzerden in engem Wechsel mit Pararendzinen und Kolluvial-Schwarzerden auf. Das Topfgefüge zeigt ein hangquergerichtetes streifiges Anordnungsmuster. Für exponierte Sporne und Kuppen ist die Lagerung geringmächtiger Lößschichten über Geschiebemergel, Tertiärsanden und lehmig-tonigem tertiären Verwitterungsmaterial des Buntsandsteins typisch. Durch die breiten Variationsmöglichkeiten der Substrate bedingt, findet man hier Braunschwarzerden in engem Wechsel mit Schwarzerden, Pararendzinen und Kolluvial-Schwarzerden. Dominierend ist aber die Sandlehm-Braunschwarzerde. Die Böden erscheinen in ihren oberen Horizonten stark verkürzt und sind durch Hangneigungen bis zu 15° sehr erosionsexponiert. Es tritt ein intensiver fleckhafter Wechsel der Tope auf. Befinden sich tertiäre Verwitterungsprodukte des Mittleren Buntsandsteins großflächig in Oberflächennähe, so sind an besonders stark geneigten Hängen Pararendzinen und Ranker ausgebildet. Durch die starke Neigung (bis zu 25°) tritt der unverwitterte Buntsandstein bis an die Oberfläche. Die Anordnung der Tope zeigt ein fleckiges bis gestreiftes Verteilungsmuster, das sich konzentrisch um die Talmulde zieht. Dabei zeigen sich im Mittelhangbereich auf austreichendem Buntsandstein Vergleugungserscheinungen. Die tonigen Verwitterungsprodukte wirken als Staukörper, über dem sich das Hangwasser sammelt. Stellenweise werden sie von einer geringmächtigen Decke tertiärer Sande überzogen, die diesen Prozeß begünstigt. Hier haben sich Braunstaugleye und Graugleye entwickelt, die im oberen Teil ihres Profils erodiert sind.

Auf dem Grund der Nebentälchen haben sich mächtige Kolluvial-Schwarzerden gebildet. Die Talsohlen besitzen eine geringe Neigung (0...1°), so daß am Ausgang der Tälchen fast regelmäßig Schwarzgleye auftreten. Im Luftbild zeichnet sich das Tälchen- und Dellennetz durch ein typisch gefiedertes Muster ab.

Der Bereich der Aue zeigt eine relativ einheitliche Bodenbildungstendenz. Der größte Teil wird von einer Aueschluff-Vega eingenommen. Die große Mächtigkeit des Auelehms erfaßten ältere Bohrungen (Erläuterungen zur geologischen Karte). Östlich von Angersdorf wurde eine Mächtigkeit von 2,4 m erfaßt. Darunter lagern Sand und Gerölle bis zu einer Tiefe von 5,8 m. Östlich von Schlettau wurde eine Mächtigkeit von 12,5 m erbohrt. Dies weist deutlich auf den Charakter der Aue als durch Salzauslagung vorgezeichnete Niederung hin. Einzelne Flächen weisen eine starke Vernässung auf, und es kam zur Bildung von Humusstaugleyen. Der erhöhte Chloridgehalt, der bei den Bodenproben festgestellt wurde, weist auf Austritt salzhaltigen Grundwassers an die Oberfläche hin.

### 3. Vegetation

Als potentielle natürliche Vegetation des Untersuchungsgebietes kann für den Bereich der Hochfläche und den Hangbereich das *Galio-Carpinetum* angekommen werden (SCAMONI 1976). Im Auenbereich wären, in Abhängigkeit vom Grundwasserstand, ein *Fraxino-Ulmetum* im Wechsel mit dem *Salici-Populetum* und dem *Salicetum albae* charakteristisch. Bedingt durch die jahrhundertelange Nutzung erfuhr die Vegetation eine deutliche Wandlung.

Heute werden die fruchtbaren Schwarzeböden der Hochfläche, die als Äcker genutzt werden, vom *Euphorbio-Melandrietum* MÜLLER 64 besiedelt. Auf Grund der intensiven Nutzung, die zahlreiche Pflanzenschutzmaßnahmen einschließt, erscheint der Artenbestand dieser Ackerunkrautgesellschaft stark reduziert. Auf weiten Flächen konnte nur eine

*Stellaria media-Chenopodium album*-Fragmentgesellschaft ausgeschieden werden. Gleiches gilt für den als Acker genutzten Hangbereich. Vernässte Standorte weisen noch einzelne Krumenfeuchtezeiger wie *Juncus bufonis* oder *Plantago intermedia* auf. Diese reichen jedoch nicht aus, um eine feuchte Subassoziation auszuscheiden. Die hohe Differenziertheit der natürlichen Bedingungen zeichnet sich in der Vegetation nicht ab.

Im Hangbereich gibt es Splitterflächen, die auf Grund ihrer stärkeren Neigung als Obstgärten genutzt werden. Die ostexponierte Lage begünstigt eine starke Austrocknung im Sommer, so daß sich ein *Galio-Agrostidetum* HUECK 31 em. MAHN 65, ein kontinentaler Halbtrockenrasen, entwickelt hat. Die Beweidung durch Schafe hat zum Eindringen von Ruderalarten geführt. Aufkommender Jungwuchs von *Fraxinus excelsior* und *Quercus petraea* weist auf ein Einsetzen der Buschvegetation hin. Nördlich schließt sich das kleine „Weinbergholz“, ein *Galio-Carpinetum*, an. Dieses bildet den einzigen Waldbestand im Untersuchungsgebiet.

In den Ackerflächen der Aue tritt neben die typische Variante des *Euphorbio-Melandrietums* die *Stachys palustris*-Variante, die die grund- und stauwasserbeeinflussten Bereiche charakterisiert. Sie besiedelt die flachen Mulden und bildet die Bodenfeuchteunterschiede ab, die innerhalb der Naturraumgliederung keine Widerspiegelung finden können. Das in diesen Bereichen zu erwartende *Roripo-Chenopodietum polyspermi* KÖHLER 62 ist durch Intensivierungsmaßnahmen verdrängt worden. Noch deutlicher zeigen sich die Bodenfeuchteunterschiede innerhalb der Grünlandgesellschaften und Röhrichte. Eine schematische Abfolge dieser Gesellschaften in der „Großen Aue“ zeigt Abbildung 3. Die feuchtesten Bereiche, besonders Entwässerungsgräben und Ausschachtungsgruben, werden vom Schilfröhricht (*Phragmitetum* (GAMS 27) SCHMALE 39) besiedelt. Kleinflächig schließt sich das *Glycerietum maximae* HUECK 41 an. Die trockeneren Bereiche, die vom Frühjahr an wasserfrei sind, bilden den Standort des Rohrglanzgrasröhrichts (*Phalaridetum arundinaceae* Libb. 31). Der Knickfuchsschwanzrasen (*Rumuci-Alopec-*

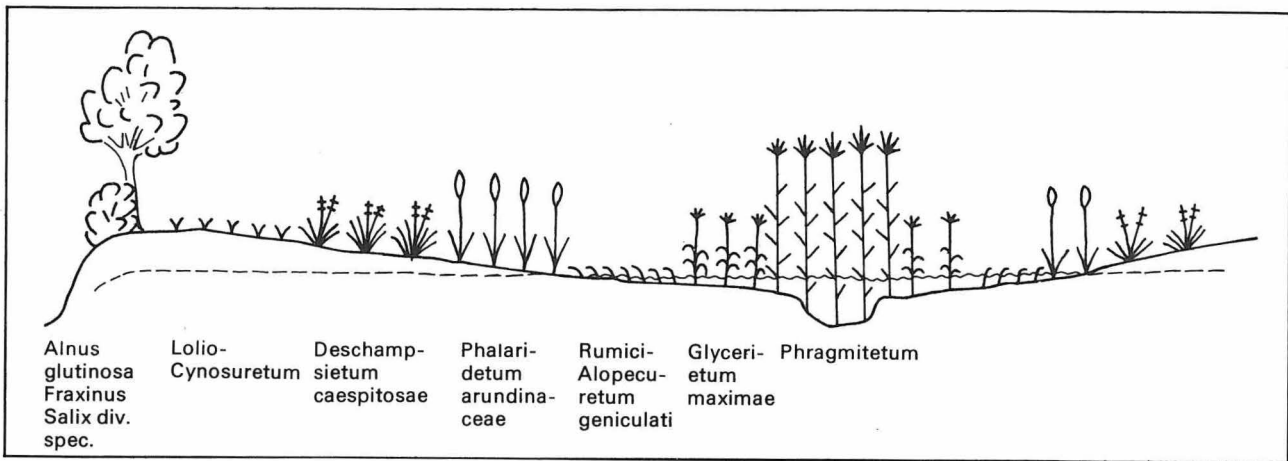


Abbildung 3  
Schematische Abfolge der Grünlandgesellschaften der Saaleaue bei Holleben

*umetum geniculati* TX. (37) 50) tritt inselartig in den Rohrglanzgraskomplexen auf, meist in Bereichen, die geringfügig tiefer liegen. Bandförmig ist er zwischen das *Phalaridetum arundinaceae* und das *Phragmitetum* geschaltet und schließt ersteres z. T. nach den trockeneren Standorten hin ab. Wechselfeuchte Standorte, die eine stärkere sommerliche Austrocknung erfahren, werden von der Rasenschmielengesellschaft (*Deschampsietum caespitosae* HUNDT 54) eingenommen. In den randlichen Bereichen der Aue, besonders unter Obstplantagen, ist das *Lolio-Cynosuretum* TX. 37 anzutreffen. Neben einer Mahd, die in Abhängigkeit zur Befahrbarkeit des Bodens steht, spielt hier eine individuelle Beweidung und die Beweidung durch Schafe eine Rolle. Durch ein Nachlassen der intensiven Nutzung haben hier wieder Arten des *Dauco-Arrhenatheretums* (BR.-BL 19) Fuß gefaßt, wie *Ranunculus acris*, *Heracleum sphondylium* und *Geranium pratense*.

Vereinzelte kommen in den Röhrichtbeständen und Grünlandgesellschaften auch Arten vor, die als Zeiger für eine Versalzung des Bodens gelten können, wie *Rumex maritimus*, *Bolboschoenus maritimus* und *Atriplex hastata*. Im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes treten an einzelnen Stellen Salzpflanzengesellschaften auf. In einem ehemaligen Graben findet sich das *Scripetum maritimi* (BR.-BL. 31) TX. 37. Um eine vegetationsfreie Fläche nördlich von Holleben zieht sich bandförmig die Strandasternwiese (*Astero-Puccinellietum di-*

*stantis* WEINERT 56). Hierbei handelt es sich um jene Areale, in denen ein Humusgley nachgewiesen wurde.

In der Aue konnten noch Fragmente des *Fraxino-Ulmetums* OBERD. 53 nachgewiesen werden, die sich entlang der Saale und des Mühlgrabens hinziehen. Innerhalb der Ausschachtungsgruben war das *Salicetum albae* vertreten, das an das *Phragmitetum* der feuchteren Standorte anschließt. Selten ließen sich die Gebüschformationen jedoch einer beschriebenen Gesellschaft zuordnen. Als Ufergehölz treten Gebüschstreifen auf, in denen *Fraxinus excelsior*, *Sambucus nigra* und *Crataegus monogyna* dominieren. In den trockeneren Bereichen werden sie von *Ulmus minor* abgelöst. Neben zahlreichen Ruderalarten sind in der Krautschicht auch typische Arten des *Fraxino-Ulmetums* bzw. *Salici-Populeetums* anzutreffen, wie *Alliaria petiolata*, *Brachypodium sylvaticum* und *Rubus caesius*.

#### 4. Nutzung

Die großräumige Verteilung der flächenmäßig bedeutendsten Nutzungseinheiten Acker und Grasland ist für 1851 (Topographische Karte 4537) erstmalig kartographisch nachgewiesen und seitdem relativ konstant geblieben. Der Bereich der Hochfläche wurde 1851 vollständig als Acker genutzt, innerhalb der Aue befan-



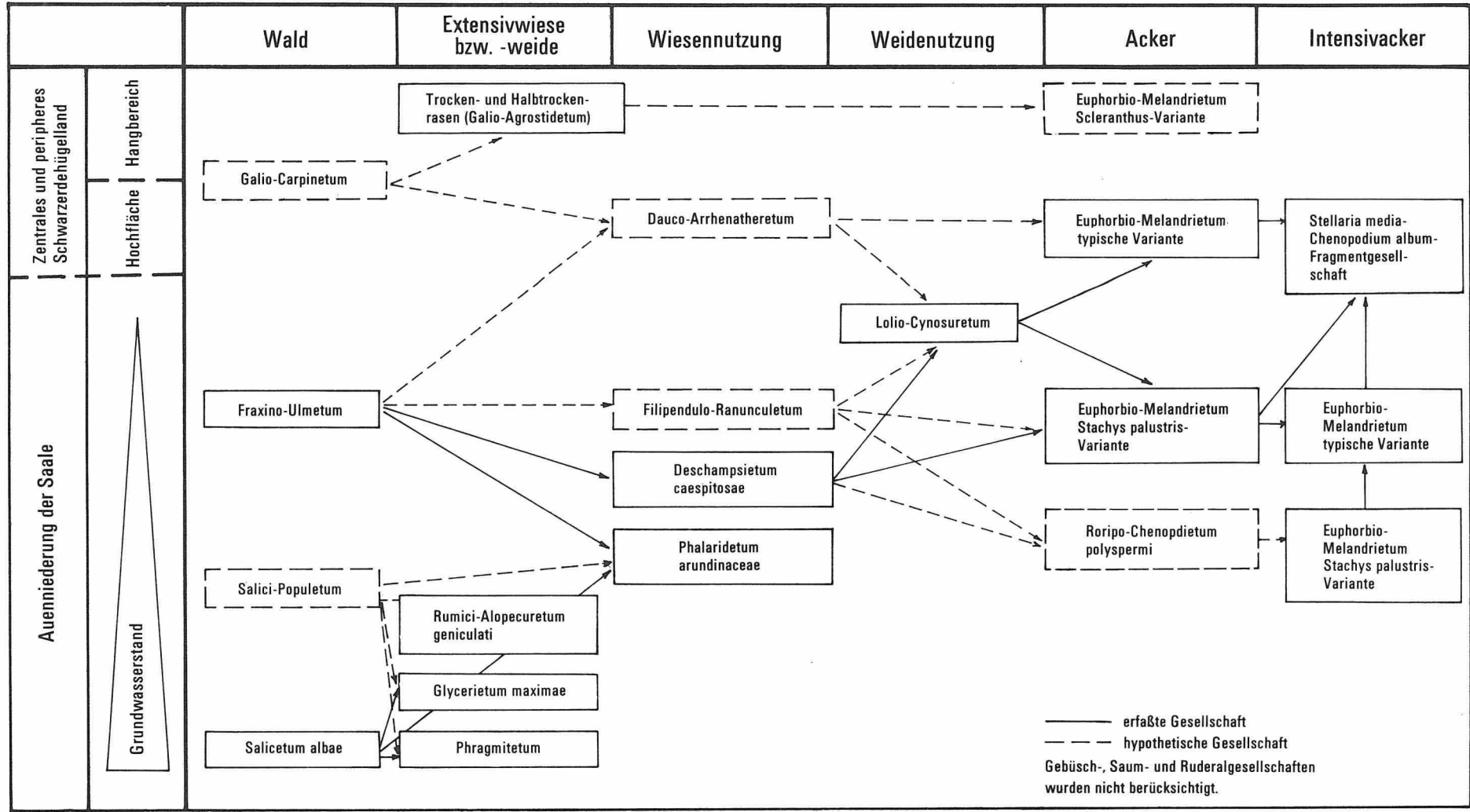


Abbildung 4  
Durch anthropogene Nutzung bedingte Abfolge der Vegetation bei Halleben

den sich nur einzelne kleinere Ackerflächen. Der größte Teil wurde als Grasland bewirtschaftet.

Die Hochfläche wird heute intensiv ackerbaulich genutzt. Die Äcker ziehen sich weit in den Hangbereich hinein. Sie stellen anthropogen stark beeinflusste Flächen dar. Nur auf wenigen Äckern ist die typische Segetalgesellschaft anzutreffen. Als Ursachen werden bei HILBIG und KÖCK (1983) genannt: Saatgutreinigung, Auflassen ertragsschwacher, nur extensiv zu bewirtschaftender Äcker, Intensivierung der mechanischen Bodenbearbeitung, bodenverbessernde Maßnahmen (Düngung – einschließlich Gülleausbringung-, Melioration, gareverbessernde Maßnahmen), chemische Unkrautbekämpfung, Veränderung der Anbauverhältnisse (veränderte Fruchtfolgen, vorverlegte Saat- und Erntetermine) und neue Erntetechnik.

Große Flächen sind frei von Ackerunkräutern, oder es treten nur noch einige einjährige unspezifische Segetalpflanzen auf, wie z. B. *Chenopodium album*, *Stellaria media*, *Anagallis arvensis* oder *Fallopia convolvulus*, die eine Fragmentgesellschaft bilden. Die differenzierte natürliche Ausstattung findet in der Vegetation kaum Widerspiegelung. Nur starke Bodenfeuchteunterschiede deuten sich an. Einzelne Flächen im Hangbereich, an denen eine starke Neigung herrscht, der Buntsandstein unmittelbar ansteht oder andere Faktoren eine Ackernutzung nicht gestatten, weisen kleinräumig verschiedene Nutzungseinheiten nebeneinander auf. Neben Öd- und Unlandflächen treten Obstgärten, Flurgehölze, Kleingartenanlagen und bebaute Flächen auf. Sie unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Nutzungsintensität und der auftretenden Pflanzengesellschaften wesentlich. Ein Beispiel relativ geringer Nutzungsintensität sind die Obstgärten. Sie unterliegen einer extensiven Beweidung und werden von einem kontinentalen Halbtrockenrasen besiedelt. Hier spiegeln sich die Standortbedingungen eines Ton-Rankers in Mittelhangposition deutlich wider.

In der Aue bildet die Bodenfeuchte bzw. der Grundwasserstand den nutzungsbegrenzenden Faktor. Veränderungen in der Verteilung der Flächennutzungseinheiten zwischen 1851 und

der Gegenwart ergaben sich demzufolge im Ergebnis hydromeliorativer Maßnahmen. Diese ermöglichten innerhalb der Graslandflächen eine intensivere Wiesen- und Weidewirtschaft bzw. eine Umwidmung in Acker. Erste Entwässerungsgräben sind bereits auf der Karte von SCHENK um 1740 verzeichnet. Die Entwässerungsmaßnahmen nahmen dann weiter zu. Um 1900 hatte das Grabensystem seine maximale Ausdehnung erreicht (Topographische Karte 4537 – 1878, 1930). In der jüngeren Zeit macht sich eine negative Tendenz bemerkbar. Durch mangelnde Pflegemaßnahmen und eine Zerstörung von Teilen des Grabensystems kam es zur Vernässung einzelner Flächen. Im Nordteil der Saaleaue, der als Acker genutzt wird, weisen die tieferen Schlenken eine derartig hohe Bodenfeuchte auf, daß die Kulturpflanzen geschädigt werden. Die artenreichere Segetalvegetation weist neben den für die Hochfläche typischen Arten die Arten der feuchteren Bereiche auf. Da hier die Kulturpflanzen extreme Standortbedingungen vorfinden, sind die Unkräuter in der frühen Wachstumsphase konkurrenzstärker. Der Einfluß chemischer Mittel kann durch die Grundwasserdynamik und die jahreszeitlichen Überschwemmungen abgeschwächt werden, so daß nur in den erhöhten Bereichen inselartig Fragmentgesellschaften auftreten. Außerdem sorgen die Überschwemmungen für einen Nachschub an Samen und engen den Bearbeitungszeitraum ein.

Die Graslandflächen in der „Großen Aue“ spiegeln die differenzierten Bodenfeuchteverhältnisse wider. Die Vernässung im Zentrum verhindert den Einsatz von Großgeräten, so daß von einer extensiven Nutzung ausgegangen werden kann. Die trockeneren Bereiche werden durch eine Weidengesellschaft besiedelt, die eine Steigerung der Nutzungsintensität anzeigt.

## 5. Auswertung der Untersuchungsergebnisse

Auf der Grundlage der vegetationskundlichen Untersuchungen und der Naturraumkartierung konnte eine für das Untersuchungsgebiet

gültige homologe Reihe (Abbildung 4) aufgestellt werden. Sie zeigt die Abfolge von Pflanzengesellschaften unter gleichen Standortbedingungen, bei sich ändernder Nutzung. Diese Abfolge resultiert aus einem qualitativ und quantitativ verschiedenen Maß der anthropogenen Beeinflussung.

Den Ausgangspunkt bildet die potentiell-natürliche Vegetation, also jene Vegetation, die den heutigen, mehr oder weniger anthropogen veränderten Standortbedingungen entspricht (SCHLÜTER 1982). Die Vegetation wird vollständig von den abiotischen und biotischen Standortfaktoren bestimmt. Am Ende der Reihe dominieren artenarme, durch die anthropogene Dynamik beherrschte Pflanzengesellschaften (VOS, HARMS und STORTELDER 1979). Es kommt zu einer Uniformierung der Landschaft in großen Bereichen.

## Literatur

- BLUME, H. P., und H. SUKOPP:  
Ökologische Bedeutung anthropogener Bodenveränderungen. — In: Schriftenreihe f. Vegetationskunde. — Bonn-Bad Godesberg 10 (1976), S. 75...89.
- BRAUN-BLANQUET, J.:  
Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. — Wien, 1951.
- Halle und Umgebung: Geographische Exkursionen. — Gotha/Leipzig, 1972. — (Geographische Bausteine; N. R.; 12).
- HILBIG, W., und U.-V. KÖCK:  
Die Unkrautgesellschaften unserer Äcker — Notwendigkeit und Möglichkeit ihrer Erhaltung. — In: Biotop und Florenschutz. — III. Zentrale Tagung für Botanik 1981 vom 15. bis 17. Mai 1981 in Cottbus. Kulturbund DDR, Zentralvorstand Ges. Natur und Umwelt, Zentr. Fachausschuß Botanik. — 1983.
- KUGLER, H., und E. MÜCKE:  
Geomorphologische Skizze des Halleschen Raumes. — In: Wiss. Beiträge Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, G 5. — (1979), S. 77...98.
- SCHLÜTER, H.:  
Geobotanische Kennzeichnung und vegetationsökologische Bewertung von Naturraumeinheiten. — In: Archiv Naturschutz u., Landschaftsforschung. — Berlin 22 (1982), S. 69...77.
- SCHUBERT, R.:  
Die Pflanzengesellschaften der Elster-Luppe-Aue und ihre voraussichtliche Strukturveränderung bei Grundwasserabsenkung. — In: Wiss. Zeitschr. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Math.-Nat. Reihe. — 18 (1969), 3, S. 125...162.
- VOS, W., B. HARMS, und A. STORTELDER:  
Einige Beispiele der Anwendung landschaftsökologischer Erkenntnisse in der Raumplanung in den Niederlanden. — In: Verhandlungen d. Gesellschaft f. Ökologie. — (1979), S. 85...99.
- Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten. Blatt Halle a. S. (Süd).—Berlin, 1909.

## Karten

- Scamoni, A., u. a.:  
Natürliche Vegetation. — In: Atlas der Deutschen Demokratischen Republik, Blatt 12. — Gotha/Leipzig, 1976.
- SCHENK, P.:  
Geometrischer General Ris des Stiftes Merseburg. Amsterdam (um 1740). — In: Geographisch-kartographischer Kalender 1980. — Gotha/Leipzig 1979.
- Arbeitsreinkarte der Mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung 1 : 25 000, Blatt Halle-Süd (4537).
- Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt Halle-Süd (4537). 1930, 1878, 1851.

## Besprechungen

STÖRR, M.

Die Kaolinlagerstätten der  
Deutschen Demokratischen Republik.  
Schriftenreihe für geologische  
Wissenschaften, Heft 18.

226 Seiten, 110 Abbildungen, 75 Tabellen.  
Akademie-Verlag: Berlin, 1983.

Vor rund 70 Jahren hat A. STAHL im „Archiv für Lagerstätten-Forschung“ der ehemaligen Preußischen Geologischen Landesanstalt ein Heft „Die Verbreitung der Kaolinlagerstätten in Deutschland“ mit einer Übersichtskarte herausgebracht. Seitdem ist die Kaolinforschung und Lagerstätten erkundung, besonders auch in der DDR, völlig neue Wege gegangen und hat zu entsprechenden Ergebnissen geführt. Der Greifswalder Geologie-Professor M. STÖRR und seine Mitarbeiter haben sich dabei große Verdienste erworben. Es ist daher zu begrüßen, wenn er seine bisherigen Ergebnisse zusammenfassend darstellt. Mit dem vorliegenden Heft, das theoretische Ergebnisse mit praktischen Schlußfolgerungen in moderner und komplexer Sicht zu verbinden sucht, hat er für die zukünftige Nutzung der Lagerstätten einen Beitrag geliefert. Behandelt werden die zur Zeit in Abbau befindlichen 16 Lagerstätten in der DDR; auf aufgelassene und stillgelegte Gruben wird kurz verwiesen.

Nach einer kurzen Einleitung mit einem Überblick über die Kaoline der DDR und einem interessanten historischen Abriss werden Geologie und Mineralogie der einzelnen Kaolinlager auf Graniten, Porphyren und Buntsandstein behandelt (Oberlausitz, Meißner, Kemmlitz und Nordwestsachsen, Raum Halle, einzelne spezielle Lagerstätten wie Grauwackenkaoline u. a.). Ein weiteres Kapitel befaßt sich umfassend mit den mineralogischen Aspekten der Gewinnung und Veredlung der Kaoline, das nächste mit der Nutzung der Schlammkaoline, von denen zur Zeit rund 16 Mio t jährlich erzeugt und vorwiegend in der Papier- und keramischen Industrie, darüber hinaus in der Gummi- und Plasteindustrie sowie für viele andere Zwecke, z. B. als Trägerstoffe, Pharmazeutika u. a., verwendet werden. Eine Übersicht zur Genese der Kaoline unter geologischen und mineralogischen Gesichtspunkten sowie ein Ausblick auf die Entwicklung der Kaolinnutzung bilden den Abschluß der durch hervorragende Photos, insbesondere elektronenmikroskopische Aufnahmen, sowie Skizzen, Tabellen und Graphiken ergänzten Darstellung. Eine vierseitige Zusammenfassung der Ergebnisse in deutscher, russischer und englischer Sprache

sowie ein ausführliches Literaturverzeichnis sind begrüßenswert. Ein Register wäre in Zusammenhang mit den vielen einzelnen Angaben und Hinweisen wünschenswert gewesen. Eine Bemerkung darüber, wo bzw. von wem die vielen mineralogischen, physikalischen und chemischen Analysen angefertigt wurden, vermißt man.

Es ist im Rahmen einer kurzen Besprechung nicht möglich, auf Einzelheiten einzugehen. Es sei lediglich der Hinweis gestattet, daß die in der Lagerstätte Gröppendorf bei Kemmlitz (S. 56) vorhandenen Tertiärquarzite nicht durch Verkieselung, sondern durch Einkieselung der losen Sande entstanden sind.

R. HOHL

TEICHMÜLLER, M.

Fluoreszenz-mikroskopische Änderungen von  
Liptiniten und Vitriten mit zunehmendem  
Inkohlungsgrad und ihre Beziehungen zu  
Bitumenbildung und Verkokungsverhalten.

120 Seiten, 35 Abbildungen, 10 Tabellen,  
5 Tafeln.

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen:  
Krefeld, 1982.

Die Inkohlungsbestimmungen an Resten von pflanzlicher Substanz haben an Bedeutung gewonnen, die über die Suche nach flüssigen oder gasförmigen Kohlenwasserstoffen hinausgeht. So spielt die regionale Auswertung des Inkohlungsgrades eine große Rolle für die Analyse des Deformationsverhaltens von Gesteinen. Das vorliegende Buch behandelt die Beziehungen zwischen der steigenden Inkohlung, der Bitumenbildung und dem Verkokungsverhalten von Braun- und Steinkohlen unter Anwendung der Fluoreszenz. Die Autorin hat wesentlich die wissenschaftliche Entwicklung dieses Arbeitsgebietes mitbestimmt. Sie stellt in ihrer Schrift die Ergebnisse eines Forschungsvorhabens dar, dem fluoreszenz-mikroskopische, reflexionsphotometrische und organisch-geochemische Untersuchungen an kretazischen und karbonischen Steinkohlen, am Posidonienschiefer sowie an weiteren mesozoischen und tertiären Kohlen zugrundelagen. Es wurden auch künstlich inkohlte Humus- und Sapropelkohlen in die Untersuchungen einbezogen. Die vergleichenden Untersuchungen führten zur Feststellung, daß Liptinite und Vitritite Inkohlungs-sprünge durchmachen, die mit dem Beginn, dem Maximum und dem Ende der Bitumenneubildung in Verbindung stehen. Den Beziehungen zwischen den Verkokungseigenschaften und der Bitumengenese soll die Aufmerksamkeit weiterer Untersuchungen gelten.

M. SCHWAB

## Zusammenfassung

Über das thermische Verhalten des Bodens in Tiefen unter 1 m ist relativ wenig Material veröffentlicht. Nach einer Überblicksdarstellung des Temperaturverhaltens im oberflächennahen Bodenabschnitt bis 50 cm Tiefe und der Wärmebewegungstheorie werden Möglichkeiten zur indirekten Bestimmung des thermischen Verhaltens in größeren Tiefen diskutiert. Bei der Interpretation der Ergebnisse von 4 Standortmeßreihen auf Tiefen bis 12 m wird auf deren Anwendbarkeit auf DDR-Standorte mit ähnlichen Lufttemperatur- und Bodenbedingungen eingegangen. Die Potsdamer und Wiener Reihe eignen sich dazu unter bestimmten Bedingungen. Neben einer kurzen Erörterung der Indikatorwirkung von langjährigen Temperaturmessungen in großen Tiefen für Klimapendelungen werden einige der in verschiedenen Böden Mitteleuropas bisher beobachteten maximalen Frosteindringtiefen mitgeteilt.

## Summary

### *Some aspects concerning the successive temperature variations in soil down to 15 m depth under Central European conditions*

Relatively little information has been published so far about temperature variations related to time in soil depths below 1 m. On the basis of a general survey of the temperature behaviour of surface-near soil sections (down to 50 cm depth) and on the basis of the theory of thermal motion, the paper discusses possibilities of indirect determination of temperature variations in greater depths.

The results of measurement series which have been conducted on 4 different measuring points down to 12 m depth are interpreted and the applicability of the results to locations in the GDR with similar air temperature and soil conditions are discussed. The measurement series conducted in Potsdam and that conducted in Vienna are suitable for this purpose under certain conditions. The paper shows that the results of long-term temperature measurements conducted in greater soil depths may serve as indicators of climatic fluctuations. For different soils of Central Europe the paper gives the maximum frost penetration depths measured to date.

## Zum Temperaturgang des Bodens bis 15 m Tiefe unter mitteleuropäischen Verhältnissen

*Mit 5 Abbildungen und 8 Tabellen im Text*

### *Autor:*

Meteor.-Ing. JÜRGEN TREMMEL  
Akademie der Wissenschaften der DDR  
Institut für Geographie und Geoökologie  
7010 Leipzig  
Georgi-Dimitroff-Platz 1

---

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd. 9  
Seite 117...130  
VEB H. Haack Gotha 1984

## Резюме

### *Ход температуры почвы до 15 м глубины в условиях Средней Европы*

О термическом отношении почвы в глубинах больше одного метра опубликовано относительно мало фактов. Кроме облика термического отношения в близкой к поверхности почве до 60 см глубины и изображения теории термодинамики, обсуждаются возможности непрямого определения термического отношения в больших глубинах. При интерпретации результатов измерительных рядов на 4 экспериментальных площадках в глубинах до 12 м, рассматривается применение этих результатов на других местах в ГДР с подобными условиями температуры воздуха и почвенного состава. При определённых условиях Потсдамский и Венский ряды годятся для применения в других местах. Кроме краткого обсуждения индикационного действия многолетних измерений температуры на больших глубинах для осцилляций климата, сообщается о некоторых наблюдениях над максимальными глубинами промерзания в различных почвах Европы.

## 1.

### Vorbetrachtungen

In der Praxis der meteorologischen Dienste werden Temperaturmessungen allgemein nur bis 1 m Tiefe durchgeführt. Die Temperaturverhältnisse in größeren Tiefen sind nur für wenige Volkswirtschaftsbereiche sowie einige Bereiche der geowissenschaftlichen Grundlagenforschung von Interesse. Seit einiger Zeit rückt die Temperatur tiefer Bodenhorizonte und Gesteine, besonders der Temperaturgradient als Prinzipgrundlage des Wärmepumpeneinsatzes im Rahmen des Problemkreises „Alternativenergie“, wieder mehr ins Blickfeld.

Während man über die Wechselbeziehungen zwischen Boden und bodennaher Luftschicht, die Gesetze der Wärmebewegung im Boden sowie das Temperaturverhalten in dem durch menschliche Tätigkeit (Land-, Bau-, Energiewirtschaft u. a.) intensiv genutzten erdoberflächennahen Bereich eine Vielzahl von Literatur findet, sind Informationen über die thermischen Prozesse in größeren Tiefen recht spärlich. Einige Beispiele hierfür sind zwar in den Standardwerken der Mikroklimatologie, z. B. bei ALISSOW (1956), GEIGER (1961), BERENYI (1967) aufgeführt, jedoch erfährt man relativ wenig über die Tiefenwirksamkeit der jahreszeitlichen Temperaturschwankungen und ihre Beträge. Zudem sind die letzten Veröffentlichungen über das Temperaturverhalten tiefer Bodenschichten in der deutschsprachigen Literatur schon mehr als 25 Jahre alt (TOLPERCZER 1947, HAUSMANN 1950, BATA 1955, MÜLLER 1958), so daß eine Zusammenschau der Ergebnisse einen hohen Informationswert besitzt.

Die vorliegende Studie hat folgende Ziele:

1. Überblicksdarstellung der oberflächennahen Bodentemperaturverhältnisse
2. Diskussion von Möglichkeiten zur Bestimmung des Bodentemperaturverhaltens in großen Tiefen ohne stationären Meßbetrieb
3. Erörterung des typischen Temperaturverhaltens in Tiefen bis 12 m anhand von 4 Meßreihen
4. Abschätzung von Anwendungsmöglichkeiten dieser Meßreihen zur Beschreibung der Bodentemperaturverhältnisse in großen Tiefen in der DDR

## 2. Das thermische Verhalten des Bodens

### 2.1. *Allgemeines Temperaturverhaltens*

Zwischen der Temperatur der unteren Luftschicht und der Temperatur der Erdoberfläche besteht ein enger Zusammenhang. Die einfallende kurzwellige Strahlung wird an der Erdoberfläche in Wärme umgewandelt und dringt in Form einer Temperaturwelle in den Boden ein. Bestimmend für die Erwärmung der Bodenoberfläche ist ihr Aufnahme- bzw. Rückstrahlungsvermögen für kurzwellige Strahlung (Albedo), das durch Farbe, Oberflächenstruktur und Bewuchs des Bodens bestimmt wird, sowie das Wärmeleitvermögen der oberen Bodenschicht.

Der größte Teil der zur Erdoberfläche gelangenden und in Wärme umgewandelten Energie wird wieder an die Atmosphäre zurückgegeben und führt hier zu einer Temperaturerhöhung. Hierbei spielen Prozesse wie Ausstrahlung, Verdunstung, Konvektion sowie in geringerem Maße Strahlungsscheinleitung und Wärmeleitung eine Rolle. Nur ein relativ geringer Teil wird durch Wärmeleitung in den Boden abgeführt und hat eine allmähliche Erwärmung tieferer Bodenschichten zur Folge.

Dunkler Boden erwärmt sich an der Oberfläche durch seine geringere Albedo wesentlich schneller und stärker als heller. So wurden nach GEIGER (1961) in geschwärztem Boden in 1 cm Tiefe bis zu 14 K höhere Temperaturen als in geweißtem und bis zu 5 K höhere als in natürlichem Boden gemessen. Mit steigender Bodenfeuchte verringern sich diese Beträge.

Eine sehr starke Oberflächenaufheizung durch die Sonnenstrahlung ist allgemein bei trockenen, lockeren, humosen oder mit organischen Substanzen (Laub, Streu u. ä.) bedeckten Böden, die die Wärme schlecht leiten, festzustellen. Als Extremwerte können in Mitteleuropa Oberflächentemperaturen bis 60° C, in Ausnahmefällen bis 70° C auftreten.

Deutliche oberflächennahe Temperaturunterschiede gibt es auch zwischen bewachsenem und unbewachsenem Boden. Infolge der

Schutzwirkung durch den Bewuchs erwärmt sich der Boden tags geringer, kühlt nachts aber auch weniger aus. Eine Ausnahme bildet mit dürrerem Gras bestandener Boden, der infolge verminderter Schutzwirkung, verringerter Verdunstung sowie der Verhinderung turbulenter Luftbewegung und der damit verbundenen Wärmeabfuhr stärker erwärmt wird (ALISSOW 1956). Auch frisch bearbeiteter Boden weist gegenüber unbearbeitetem ein niedrigeres Temperaturniveau auf, der tägliche Temperaturgang ist ausgeglichener. Außerdem bewirkt die Bodenbearbeitung eine verminderte nächtliche Abkühlung der bodennahen Luftschicht.

Beim Eindringen in den Erdboden wird die Temperaturwelle nicht nur abgeschwächt, sondern auch verzögert. Die Phasenverschiebung ist von Boden zu Boden unterschiedlich. Für die ungestörte Tageswelle der Temperatur läßt sie sich berechnen, der erhaltene Wert besitzt jedoch wegen der vorausgesetzten Idealisierung nur Informationscharakter. In feuchtem Sandboden kann ab 40 cm Tiefe mit einer Verspätung der Extreme um 10...12 h gerechnet werden. TREMMEL (1981) berechnete für feuchten Lehm eine Laufzeit von 8...15 h bis 50 cm Tiefe, in trockenem Lehm werden 26...52 h erreicht. Nach GEIGER dringt die maximale Tagesschwankung zwischen 120 cm (Fels) und 24 cm (trockener Sand) in den Boden ein, die Jahresschwankung ist noch in Tiefen zwischen 20,6 m (Fels) und 4,6 m (trockener Sand) zu verspüren.

Die Eindringtiefe der täglichen Temperaturwelle in den Boden ist infolge der einstrahlungsbedingt unterschiedlichen Temperaturamplitude an der Erdoberfläche nicht konstant. Im Winter liegt sie in feuchtem Sandboden kaum tiefer als 20 cm, im Sommer unterhalb 50 cm (entspr. der max. Eindringtiefe).

Als Fremdeinfluß ist nur der Niederschlag von Bedeutung für das Verhalten der Bodentemperatur. Durch warmen oder kalten Regen verursachte Temperaturveränderungen sind jedoch nur bis 20 cm Tiefe nachweisbar. Sowohl die geotherme Tiefenstufe (Temperaturzunahme ca. 1 K/33 m auf dem Territorium der DDR) als auch die Bodenatmung sind bis auf wenige Sonderfälle für den Temperaturgang im Boden bedeutungslos.

## 2.2.

### *Theorie der Wärmebewegung im Boden*

Die Theorie der Wärmebewegung im Boden wurde ausführlich von GEIGER (1961) und BERENYI (1967) dargelegt. Nachfolgende Kurzbeschreibung des thermischen Verhaltens bezieht sich im wesentlichen auf die Zielstellungen dieses Aufsatzes.

Bestimmend für die Fortpflanzung der Temperaturwelle von der Erdoberfläche in den Boden ist im oberen Bodenhorizont (bis maximal 20 cm) die Wärmeleitfähigkeit. Je größer sie ist, um so besser wird die Temperaturwelle in den Boden geleitet und die Bodenoberfläche erwärmt sich weniger, die gesamte Schicht dagegen gleichmäßiger.

Die Bestimmung der Temperaturleitfähigkeit erfolgt mit Hilfe eines Wärmeleitfähigkeitsmessers nach BRACHT (1949) bzw. KOITZSCH (1961) oder mit einem Wärmeumsatzmesser nach ALBRECHT (1932). Allerdings handelt es sich bei diesen Geräten um keine handelsüblichen Erzeugnisse, ihre Handhabung ist zudem nicht problemlos, so daß ihrer Anwendbarkeit Grenzen gesetzt sind.

Da die Temperaturwelle bei ihrem Eindringen in den Boden stark abgeschwächt und verzögert wird und infolge des mit der Tiefe abnehmenden Temperaturgradienten der Wärmefluß sinkt, wird die Temperaturveränderung in der Tiefe mehr und mehr nur noch durch die Temperaturleitfähigkeit bestimmt, die von Dichte und Wasserkapazität (bzw. Durchfeuchtung) des Bodens stark abhängig ist. Zu ihrer Ermittlung gibt es mehrere mathematische Verfahren (BERENYI 1967), für deren Anwendbarkeit Bodentemperaturmessungen in verschiedenen Tiefen Vorbedingung sind.

Über die Temperaturleitfähigkeit lassen sich Ausbreitungsgeschwindigkeit, Phasenverzögerung, Amplitudenverringern und Eindringtiefe der Temperaturwellen theoretisch relativ leicht berechnen. Die Schwierigkeit liegt darin, daß sie ebenso wie die für die Beschreibung des Temperaturverhaltens der oberflächennahen Schicht notwendige Wärmeleitfähigkeit nur in physikalisch gleichartigen Stoffen eine Konstante ist. Im Boden variiert sie infolge der stetigen Änderung seiner Zusammensetzung,

Bodensedi- ment	Quelle	Wärme- leitfähigkeit [J cm <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ]	Temperatur- leitfähigkeit [cm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> ]
Granit	GEIGER (1961)	0,017 bis 0,042	0,006 bis 0,023
	BERENYI (1967)	0,046	0,021
	BAUR (1970)	0,0335	0,017
Sand (feucht)	GEIGER	0,008 bis 0,025	0,004 bis 0,010
	BERENYI	0,017	0,01
	BAUR	0,0167	0,007
	SCHUBERT (1900)		0,0068
Sand (trocken)	GEIGER	0,002 bis 0,003	0,002 bis 0,005
	BERENYI	0,002	0,0013
	BAUR	0,0042	0,003
Moor (feucht)	GEIGER	0,003 bis 0,004	0,001 bis 0,003
	BERENYI	0,008	0,003
	BAUR	0,0038	0,001
Moor (trocken)	GEIGER	0,0004 bis 0,001	0,0009 bis 0,0015
	BERENYI	0,0006	0,0015
	BAUR	0,0008	0,001
Humus	BERENYI	0,013	0,005
	BAUR	0,0126	0,006
	BRACHT (1949)	0,0075 feucht	
		0,0025 trocken	
Lehmiger Humus	BRACHT	0,0102 feucht	
		0,0062 trocken	
Lehm (feucht)	GEIGER	0,008 bis 0,021	0,006 bis 0,016
	BAUR	0,0092	0,004
	BRACHT	0,0117	
	SCHUBERT		0,0082
Lehm (trocken)	GEIGER	0,0008 bis 0,006	0,006 bis 0,016
	BRACHT	0,0079	

Tabelle 1  
Temperatur- und Wärmeleitfähigkeiten nach  
verschiedenen Quellen

seines Wassergehaltes und des Anteils an Porenluft sehr stark und kann z. B. in einem gründlich durchfeuchteten Boden das Mehrfache des Normalwertes erreichen.

Durch einen hohen Anteil an Porenluft wird die Wärmeleitfähigkeit stark vermindert, so daß sich lockere, trockene Böden sehr stark er-



wärmen und besonders bei Strahlungswetter gegenüber festen, feuchten Böden einen großen Temperaturgradienten besitzen. Als Folge der großen Temperaturamplitude in der Oberschicht sind Wärme-/Kältewellen in leichtem Boden auch noch bis in große Tiefen zu verfolgen. Feuchte Böden dagegen erwärmen sich langsamer, aber gleichmäßiger.

Zudem kann in allen Böden eine sogenannte Doppelschichtung beobachtet werden, welche zusätzlich Gegensätze zwischen theoretisch zu erwartendem und praktisch beobachtetem Temperaturverhalten hervorruft (GEIGER 1961).

TOPERCZER (1947) spricht in diesem Zusammenhang davon, daß bis 50 cm Tiefe die Gesetze der Wärmeleitung praktisch nicht erfüllt werden. Somit ist die Berechnung erst für tiefere Schichten sinnvoll. Folgende Vorbedingungen müssen erfüllt sein:

1. Messung des Tagesganges der Temperatur in 50 cm Tiefe
  2. Wärme- und Temperaturleitfähigkeit sind bekannt
  3. Homogenität des Bodens
  4. tiefenkonstante Temperaturleitfähigkeitswerte
- } Idealisierung

### 2.3.

#### *Möglichkeiten zur indirekten Bestimmung des thermischen Verhaltens von Böden*

Zwischen der Temperaturschwankung in zwei verschiedenen Tiefen besteht unter idealisierten Bedingungen folgender Zusammenhang:

$$\Delta t_2 = \Delta t_1 \exp\left(\Delta z \sqrt{\frac{\pi}{aT}}\right) \quad [K] \quad (1)$$

$\Delta t_1, \Delta t_2$  Temperaturamplitude in Tiefe 1 und 2 [K]

$\Delta z$  Differenz der Tiefen [cm]

$a$  Temperaturleitfähigkeit [ $\text{cm}^2\text{s}^{-1}$ ]

$T$  Periodendauer [s]

Die maximale Eindringtiefe von Temperaturschwankungen, unter der man die Tiefe versteht, in der die Temperaturamplitude nur noch 1/100 der Ausgangsschwankung beträgt,

läßt sich nach Umformung obiger Formel berechnen:

$$\Delta z = \frac{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}}{\sqrt{\frac{\pi}{aT}}} \quad [\text{cm}] \quad (2)$$

Diese Formel kann natürlich auch zur Berechnung der Auftrittstiefe einer beliebigen Temperaturschwankung bei vorgegebener Ausgangsamplitude verwendet werden.

Die Laufzeit  $\Delta d$  von Temperaturwellen kann nach (3) bestimmt werden:

$$\Delta d = \Delta z \frac{T}{2\pi} \sqrt{\frac{\pi}{aT}} \quad [\text{s}] \quad (3)$$

Aufgrund der vorausgesetzten homogenen Boden- und Leitfähigkeitsverhältnisse besitzen alle so gewonnenen Angaben nur Schätzungs- bzw. Informationscharakter.

In den meisten Fällen wird man auf die Anwendung eines Wärmeumsatz- oder Wärmeleitfähigkeitsmessers, wie unter 2.2. angedeutet, verzichten müssen. Es bleibt also die Möglichkeit, die von verschiedenen Böden bekannten Wärme- und Temperaturleitfähigkeiten anzuwenden (Tabelle 1). Diese Zusammenstellung dokumentiert die große Unsicherheit von Wärmehaushaltskonstanten aus Substanzen, deren Struktur, Zusammensetzung und Wassergehalt nicht eindeutig bzw. universell definiert werden können und deren Homogenität vorausgesetzt werden muß. Das mit ihrer Hilfe berechenbare thermische Verhalten des Bodens kann also nur Anhaltswerte liefern.

### 3.

#### *Der Jahresgang der Bodentemperatur, dargestellt mit Hilfe von Standardmeßreihen*

##### 3.1.

##### *Bodenhorizont bis 50 cm Tiefe*

Infolge des lokal sehr differenzierten thermischen Verhaltens der „Oberschicht“ von Böden ist es nicht möglich, die Ergebnisse von

Gebiet	Bodenkategorie	Station	Januar				Februar				März	
			Luft	Boden			Luft	Boden			Luft	Boden
				5 cm	20 cm	50 cm		5 cm	20 cm	50 cm		
B	leicht mittel	Neustrelitz	-0,7	-0,3	0,5	1,5	-0,2	-0,0	0,3	1,4	3,0	2,4
		Schwerin	-0,1	0,0	0,5	1,7	0,3	0,2	0,4	1,5	3,3	2,8
		Greifswald	-0,6	-0,0	0,5	2,0	-0,2	0,3	0,5	1,7	2,5	2,5
C	leicht	Potsdam	-0,7	-1,0	-0,6	0,8	0,1	-0,1	-0,0	0,7	3,6	3,5
		Wittenberg	-0,9	-0,2	0,5	1,3	-0,1	0,4	0,5	1,2	3,3	3,4
		Gardelegen	-0,1	0,3	0,8	1,7	0,7	0,8	1,0	1,7	4,0	4,0
	mittel schwer	Torgau	-0,2	-0,1	0,5	1,8	0,6	0,3	0,6	1,7	4,1	3,1
		Magdeburg	0,3	0,3	1,0	2,5	1,1	0,8	1,2	2,3	4,5	3,6
D	schwer	Görlitz	-0,8	-0,3	0,3	1,4	-0,1	0,2	0,5	1,1	3,4	2,6
		Erfurt	-0,7	-0,6	0,1	1,2	0,2	0,1	0,5	1,2	3,8	2,6
		Karl-Marx-Stadt	-0,7	-0,2	0,3	1,6	0,1	0,2	0,4	1,6	3,4	2,6
	mittel schwer mittel	Wien	-0,4	-0,5		1,6	0,2	-0,3		1,1	4,9	3,5
		Budapest	-1,1				1,0				5,8	
		Königsberg <sup>1</sup>	-2,7	-1,0		1,1	-2,0	-0,8		0,6	-0,3	0,6

Gebiet	Bodenkategorie	Station	Juli				August				September	
			Luft	5 cm	20 cm	50 cm	Luft	5 cm	20 cm	50 cm	Luft	Boden
B	leicht mittel	Neustrelitz	17,7	19,7	19,2	18,1	16,6	18,2	18,3	17,7	13,3	14,3
		Schwerin	17,5	19,6	19,0	18,1	16,7	18,1	18,1	17,6	13,6	14,6
		Greifswald	17,1	19,2	18,4	17,0	16,3	18,0	17,6	16,7	13,2	14,1
C	leicht	Potsdam	18,1	21,2	21,0	20,5	17,1	19,9	19,9	19,8	13,8	15,8
		Wittenberg	18,1	21,6	20,9	19,8	17,3	20,0	19,7	19,2	13,9	16,0
		Gardelegen	18,1	20,9	20,0	18,9	17,2	19,4	18,9	17,9	13,9	15,6
	mittel schwer	Torgau	19,0	20,1	19,4	18,3	17,9	18,9	18,6	18,0	14,5	15,0
		Magdeburg	18,8	20,1	19,2	17,8	17,9	18,7	18,6	17,6	14,6	15,2
D	schwer	Görlitz	18,3	19,5	18,9	18,2	17,4	18,2	18,1	17,9	14,1	14,6
		Erfurt	17,6	19,3	18,7	17,4	16,8	17,9	17,7	17,0	13,5	14,5
		Karl-Marx-Stadt	17,2	17,9	17,3	16,3	16,3	17,0	16,8	16,3	13,3	14,1
	mittel schwer mittel	Wien	19,3	23,6		21,3	18,3	21,5		20,4	14,7	15,9
		Budapest	22,2				21,4				17,4	
		Königsberg <sup>1</sup>	17,3	18,5		17,5	16,2	17,0		16,9	13,2	13,7

<sup>1</sup> [heute: Kaliningrad] – Bodentemperaturen 3 cm, 63 cm

Tabelle 2

Mittel der Luft- und Bodentemperatur bis 50 cm Tiefe [°C] in den Repräsentativgebieten mit einheitlicher Lufttemperatur der DDR (nach KLIMADATEN ... REIHE B 1980 und REIHE D 1981 sowie KLIMATOLOGISCHE NORMALWERTE 1956) und an den Vergleichsmeßstellen in Wien, Budapest und Königsberg [heute Kaliningrad] (nach Originalliteratur)

Es bedeuten:

Repräsentativgebiet B Nördlicher Teil des Binnentieflandes mit östlichem Küstengebiet

C mittlerer und südlicher Teil des Binnentieflandes

D Mittelgebirgsvorland

Momentanmessungen eines Standortes auf beliebige Standorte ohne Meßbetrieb zu übertragen. Für mehrterminige Mittel (z. B. Dekaden-, Monatswerte) wird dies unter Voraussetzung ähnlicher Bodenverhältnisse praktikabel, da die zeitliche Mittelung auch gewisse räumlich bedingte Unterschiede im Temperaturgang ausgleicht.

Einen Überblick über die Monatsmitteltemperaturen des Bodens bis 50 cm Tiefe im Gebiet der DDR gibt Tabelle 2. Sie ist auszugs-

weise und modifiziert aus den KLIMADATEN, REIHE D 1981 entnommen. Die Zuordnung der Stationen zu den Repräsentativgebieten mit einheitlicher Lufttemperatur (KLIMADATEN, REIHE B 1980) läßt das differenzierte Temperaturverhalten in Abhängigkeit von der Bodenkategorie deutlich erkennen. So sind die schweren Böden aller Gebiete in den Wintermonaten in 50 cm Tiefe im Mittel 0,5...1,7 K wärmer als die leichten, in 5 cm Tiefe sind kaum bodenartabhängige Unter-

			April				Mai				Juni			
			Luft		Boden		Luft		Boden		Luft		Boden	
	20 cm	50 cm		5 cm	20 cm	50 cm		5 cm	20 cm	50 cm		5 cm	20 cm	50 cm
	2,4	2,8	7,2	8,1	7,6	7,2	12,5	13,9	13,3	12,2	15,7	18,5	17,9	16,4
	2,5	2,7	7,4	8,2	7,7	7,2	12,6	14,2	13,5	12,3	15,6	18,8	17,9	16,5
	2,3	2,8	6,4	7,7	7,3	6,6	11,6	13,4	12,7	11,4	15,0	18,3	17,1	15,4
	3,3	3,4	8,0	9,8	9,4	8,9	13,4	15,8	15,4	14,7	16,3	20,6	20,3	19,2
	3,1	3,1	7,6	10,3	9,6	8,8	13,1	16,3	15,4	14,1	16,2	20,8	19,8	18,4
	3,6	3,6	8,2	10,1	9,4	8,6	13,5	15,8	14,9	13,7	16,3	19,9	18,8	17,5
	2,9	3,2	8,5	9,2	8,6	7,9	14,1	14,5	13,7	12,6	17,2	19,0	17,9	16,6
	3,4	3,7	8,8	9,1	8,5	7,8	14,1	15,0	13,7	12,3	17,0	19,1	17,7	16,1
	2,4	2,6	7,9	8,5	7,6	7,4	13,3	13,8	13,2	12,4	16,4	18,1	17,5	16,5
	2,8	2,5	8,0	7,9	7,4	6,6	13,0	13,6	12,9	11,4	15,8	17,8	16,9	15,3
	2,3	2,6	7,6	7,9	7,2	6,6	12,8	12,7	12,0	10,6	15,5	16,7	16,4	14,6
		3,6	9,3	10,9		9,1	14,3	17,4		15,6	17,3	21,8		19,4
		1,1	11,8				16,8				20,2			
			5,4	5,9		4,7	9,7	11,0		9,5	15,3	17,3		14,9

			Oktober				November				Dezember			
	14,8	15,0	8,2	9,3	9,3	10,7	3,4	3,8	4,8	6,1	0,5	0,8	1,7	3,3
	14,8	15,2	8,8	9,2	10,0	11,0	4,1	4,1	4,8	6,4	1,1	1,0	1,8	3,3
	14,3	14,4	8,4	9,2	9,5	10,6	3,8	3,9	4,7	6,5	0,8	0,9	1,8	3,6
	16,1	16,5	8,7	9,8	10,3	11,4	3,6	3,8	4,5	5,7	0,4	0,2	0,8	2,4
	16,1	16,2	8,7	10,2	10,5	11,4	3,5	4,0	4,8	6,2	0,2	0,8	1,5	2,8
	15,5	15,4	8,9	9,9	10,2	10,8	4,0	4,3	4,9	5,9	1,0	1,2	1,9	2,9
	15,1	15,4	9,3	9,6	10,1	11,1	4,2	4,0	5,0	6,5	0,9	0,9	1,8	3,3
	15,3	15,4	9,5	9,9	10,4	11,5	4,5	4,4	5,3	7,1	1,4	1,3	2,2	4,0
	14,9	15,3	8,9	9,4	10,0	10,9	3,7	3,8	4,7	6,1	0,4	0,7	1,4	2,8
	14,9	15,0	8,6	9,2	9,9	10,9	3,7	3,6	4,5	6,2	0,5	0,5	1,5	3,1
	14,2	14,5	8,5	9,3	9,7	10,8	3,6	3,8	4,6	6,3	0,4	0,8	1,5	3,2
		16,0	9,3	9,5		10,7	4,7	5,2		6,3	0,8	0,9		2,8
			11,3				5,8				1,5			
		14,5	6,9	7,6		9,8	1,9	2,9		5,3	-1,8	-0,3		2,2

schiede erkennbar. Von April bis September findet man umgekehrte Verhältnisse – die leichten Böden sind in 50 cm Tiefe 0,8...3,1 K wärmer als die mittleren und schweren. Während dieser Zeit kann auch in 5 cm Tiefe eine bodenartabhängige Temperaturdifferenzierung festgestellt werden – die Temperaturunterschiede zwischen leichten und schweren Böden erreichen bis zu 1,6 K. Im März und Oktober unterscheiden sich die Mitteltemperaturen der Repräsentativgebiete in allen Tiefen kaum voneinander.

Zum Vergleich sind in der Tabelle 2 die Lufttemperaturen und, soweit vorhanden, auch die Bodentemperaturen der im weiteren verwendeten Orte mit aus großen Tiefen gewonnenen Bodentemperaturreihen aufgeführt. Die Unterschiede im Temperaturverhalten der oberen

Bodenschicht können als durch klimatische Unterschiede (Lufttemperatur) maßgeblich geprägt angesehen werden.

### 3.2. Temperatur unterhalb 50 cm Tiefe

Über Temperaturmeßreihen aus Tiefen unter 1 Meter gibt es nur wenige Veröffentlichungen (siehe auch Bibliographie zum Thema Erdbo-  
dentemperatur ANIOL 1965).

LAUSCHER (1962) erwähnt als größte im Routinebetrieb benutzte Meßtiefe eine belgische Reihe, die bis 19 m reicht. Über diese auch für Mitteleuropa sicher sehr interessante Reihe waren leider keine Veröffentlichungen zugänglich. Sehr große Meßtiefen sind auch aus Por-

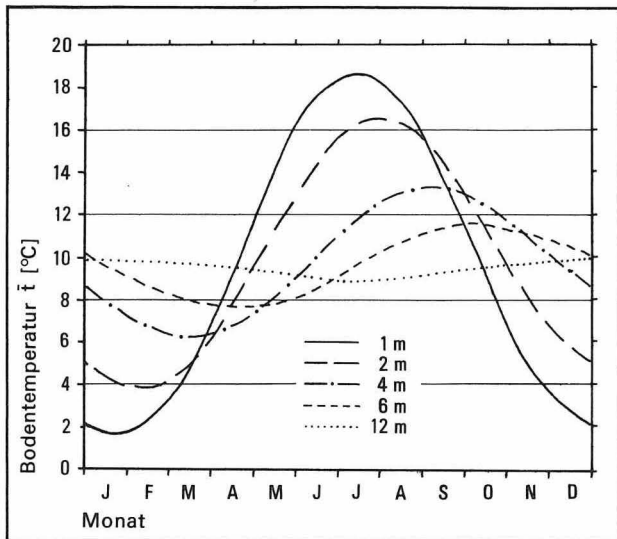


Abbildung 1  
 Jahresgang der Bodentemperatur in unbewachsenem kiesigen Sandboden, Oberfläche schneefrei gehalten, Potsdam 1896...1945 (nach HAUSMANN 1950)

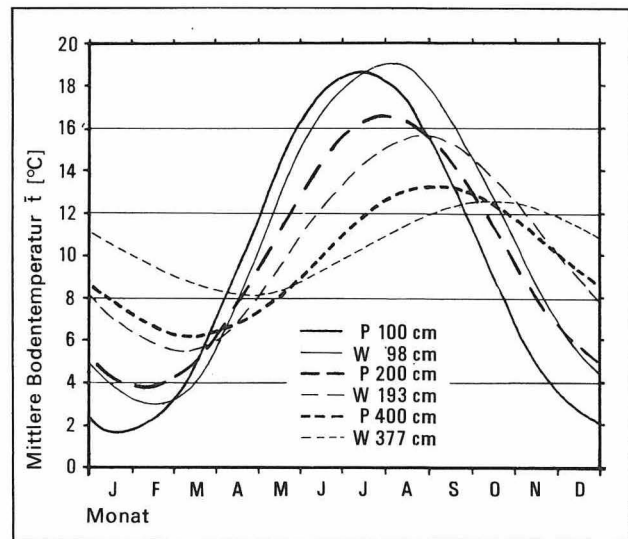
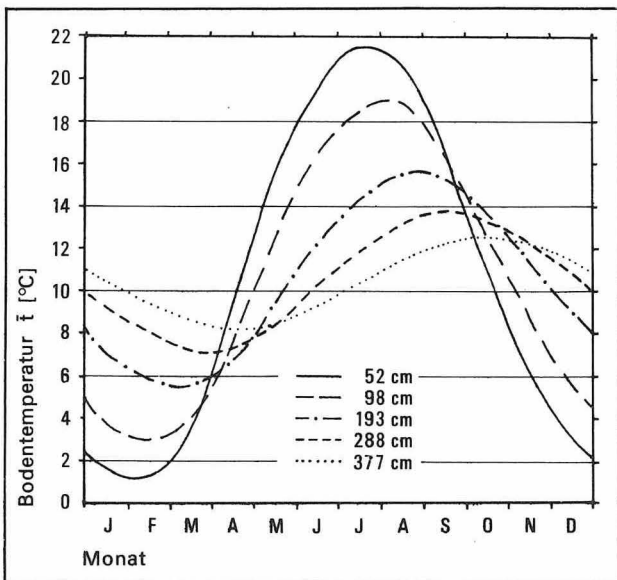


Abbildung 3  
 Vergleich der mittleren Bodentemperaturen bis 4 m Tiefe von Potsdam (kiesiger Sand, unbewachsen) und Wien (kalkreicher Löß, grasbewachsen)

tugal und Argentinien mit 10 m bekannt. Folgende Reihen wurden zur Auswertung herangezogen:

1. Potsdam (HAUSMANN 1950)
2. Wien (TOPERCZER 1946)
3. Königsberg [heute Kaliningrad] (SCHMIDT, LEYST 1891/92)
4. Budapest (BATTÁ 1955)

Abbildung 2  
 Jahresgang der Bodentemperatur in kalkreichem Löß, Oberfläche grasbewachsen, Schneedecke nicht beseitigt, Wien 1911...1940 (Werte nach TOPERCZER 1947)



Lediglich die Potsdamer und die *Budapester* Reihe wurden bis in die Gegenwart unverändert fortgeführt. Neuere Veröffentlichungen von Meßergebnissen sind jedoch nicht bekannt.

Nachfolgend werden nur die auf Standortverhältnisse in der DDR abstrahierbaren Angaben aus den Standardmeßreihen, die sich auf eine Interpretation des allgemeinen Temperaturganges und einige wenige Spezifika beschränken, mitgeteilt.

### 3.2.1.

#### *Die Potsdamer und die Wiener Reihe*

Beide Reihen erwiesen sich für die Charakterisierung der Temperaturverhältnisse tiefer Bodenschichten in Mitteleuropa als besonders wertvoll. Während die Potsdamer Reihe ab 1894 in einem bis 6 m Tiefe geschütteten kiesigen Sand gewonnen wird, fanden die Wiener Messungen 1905...1945 in einem kalkreichen Löß mit ca. 30 cm Humusaufgabe statt. Da das Potsdamer Meßfeld ständig vegetations- und schneefrei gehalten wird (Grund: Homogenität der unter diesen Bedingungen begonnenen Reihe), repräsentieren die Messungen zwar nicht exakt das Temperaturverhalten von Sandböden in natürlicher Lagerung, liefern

Tiefe	Jahres- mittel	mittleres Maximum	Dekade, Monat	mittleres Minimum	Dekade, Monat	Einzelwerte				Jahres- mittel absolute Amplitude
						mittlere Am- plitude	absolute Am- plitude	abso- lutes Maximum	abso- lutes Minimum	
1 m	10,9	20,6	III 7	1,0	II 2	19,6	25,4	22,8	-2,7	2,6
2 m	10,4	17,2	II 8	3,6	I 3	13,6	17,2	18,7	1,6	1,9
4 m	10,0	13,7	III 9	6,3	IV 4	7,3	9,7	14,6	4,9	1,5
6 m	9,9	11,9	III 10	7,8	V 5	4,2	5,9	12,8	6,9	1,3
12 m	9,7	10,0	II 2	9,3	VI 8	0,7	2,0	10,7	8,9	1,3

Tabelle 3

Mittelwerte und Extrema [°C], deren mittlere Auftrittszeit [Dekade, Monat] sowie Amplitude [K],  
Potsdam 1894 ... 1948

aber dennoch brauchbare Aussagen über die in Mitteleuropa überhaupt möglichen tiefenabhängigen Temperaturschwankungen. Das Wiener Meßfeld war grasbestanden und wurde nicht vom Schnee geräumt. Da sich Wien temperaturmäßig nur wenig von den Verhältnissen im Lufttemperaturrepräsentativgebiet C der DDR (mittlerer und südlicher Teil des Binnentieflands – vergleiche Tabelle 2) unterscheidet, lassen die Bodentemperaturmessungen eine gewisse Extrapolation auf die mittelschweren bis schweren landwirtschaftlich genutzten Böden dieses Gebietes zu.

Die Jahresgänge der Bodentemperatur an beiden Orten sind in Abbildung 1 und 2 dargestellt. Aus Gründen der Anschaulichkeit (Monatswerte sind zwar für Wien, aber nicht für Potsdam veröffentlicht) wurde in Abbildung 3 ein graphischer Vergleich der Temperaturverläufe der entsprechenden Tiefen beider Reihen vorgenommen. Es zeigt sich, daß der Wiener Boden ein deutlich ausgeglicheneres thermisches Verhalten als der Potsdamer hat. Die Ursache ist in der stärker puffernden Wirkung des Lösses im Zusammenhang mit dem Bodenbewuchs zu se-

hen, wodurch der Temperaturgang ausgeglichener wird. In folgenden Zeitabschnitten sind die Bodentemperaturen im Mittel um 1...3 K wärmer als in Potsdam:

- 1 m Mitte Juli...Anfang März
- 2 m Anfang September...Ende März
- 4 m Mitte Oktober...Ende Mai

In den Tabellen 3, 4 und 5 sind einige Kennzahlen der Bodentemperatur an beiden Orten mitgeteilt:

Bis 4 m Tiefe unterscheiden sich die Jahresmittel beider Reihen nur geringfügig voneinander. Der Wiener Löß wirkt im Zusammenhang mit dem Bewuchs auf die Temperaturwellen stärker amplitudenvermindernd und phasenverzögernd als der Potsdamer Sand. Während im leichten unbewachsenen Boden die Temperatur erst in 12 m Tiefe etwa spiegelbildlich der an der Erdoberfläche verläuft, ist dies im bewachsenen mittelschweren schon in 7,3 m (berechnet) der Fall. Dies entspricht Temperaturwellenlaufzeiten von ca. 15 bzw. 25 Tagen je Meter.

Die Mitteltemperatur geht mit wachsender Tiefe zurück. In 12 m beträgt sie in Potsdam

Tabelle 4

Laufzeiten [d] der Wärme- und Kältewellen in die Tiefe, Potsdam 1894 ... 1948

Horizont	Laufzeit [d]					
	Wärmewellen			Kältewellen		
	Mittel	Maximum	Minimum	Mittel	Maximum	Minimum
1... 2 m	17	69	3	21	73	1
2... 4 m	38	71	13	30	64	10
4... 6 m	38	63	23	31	51	8
6...12 m	102	132	74	98	115	76

Tiefe (cm)	Jahresmittel	mittleres Maximum	mittleres Minimum	mittlere Amplitude	absolutes Maximum	absolutes Minimum	absolute Amplitude
52	10,7	21,3	1,1	20,2	22,9	-1,1	24,0
98	10,5	18,6	2,9	15,7	21,4	1,2	20,2
193	10,4	15,3	5,5	9,8	16,4	4,1	12,3
288	10,3	13,5	7,2	6,2	14,3	6,2	8,1
377	10,3	12,3	8,2	4,1	13,0	7,4	5,6

Tabelle 5  
Jahresmittel und Monatsextrema der Temperatur [°C] sowie ihre Amplitude in verschiedenen Tiefen [K],  
Wien 1905 ... 1944

noch 9,7°C. Da die geothermische Isothermie nur wenige Meter tiefer liegt, kann es als sicher gelten, daß das Niveau des Jahresmittels der Lufttemperatur (Potsdam: 8,5°C), wie man es allgemein für langjährige Bodentemperaturisothermien als normal ansieht (MÜLLER 1958), nicht erreicht wird. Auch die Wiener und Königsberger Messungen lassen schließen, daß die geothermische Isothermie etwa 1 K wärmer als das langjährige Lufttemperaturmittel ist.

Die Temperaturextrema des mittelschweren Bodens erreichen die des leichten bei weitem nicht. In leichten Böden tritt in 2 m Tiefe kein Frost mehr auf, in 4 m werden 5°C, in 12 m 9°C kaum unterschritten. Mehr als 15°C werden schon in 4 m Tiefe nicht mehr festgestellt. In mittleren und schweren Böden schwankt die Temperatur in dieser Tiefe nur noch zwischen 7 und 13°C, schon in 2 m werden 4°C nicht mehr unterschritten. Die größte Frosteindringtiefe wurde in Potsdam mit 150 cm, in Wien mit 81 cm festgestellt.

Die Extrema können in großen Tiefen als Summe kurzperiodischer gleichgerichteter Einflüsse aufgefaßt werden. Die Eintrittszeiten der Maxima und Minima sowie die Phasendifferenzen schwanken sehr stark in allen Bodenhorizonten (Tabelle 3). In leichten Böden dringen Wärmewellen bis 1 m rascher vor als Kältewellen, darunter sind die Verhältnisse umgekehrt (Tabelle 4). In schweren Böden liegt diese Umkehrzone in geringerer Tiefe (siehe Budapest, Tabelle 7).

Langanhaltende Witterungsanomalien bewirken ein langsames tiefes Eindringen der Störungswellen. Die Eindringtiefe wird bestimmt durch den Betrag der Temperaturveränderung an der Bodenoberfläche und den Bo-

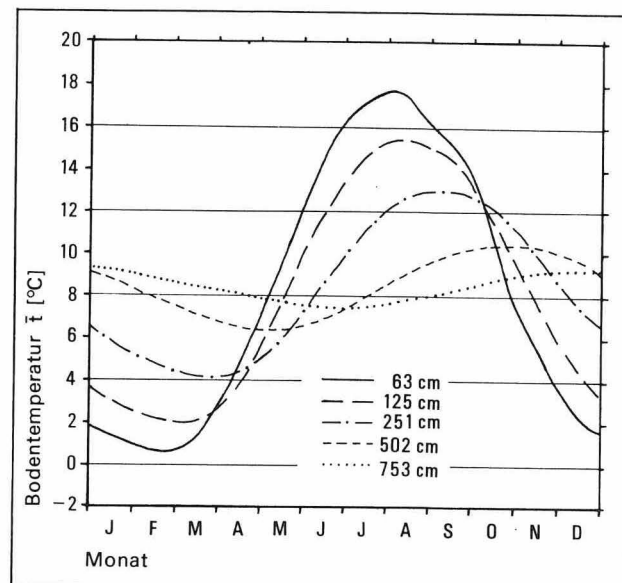
denwassergehalt (Temperaturleitfähigkeit). In leichten, unbewachsenen Böden dringen höchstens 98 % der Temperaturwellen aus 1 m bis in 2 m Tiefe, 23 % aus 2 m bis in 4 m und 7 % aus 4 m bis in 6 m Tiefe vor. Erst mehrere trendartig aufeinanderfolgende gleichgerichtete Abweichungen der Jahresmitteltemperatur bzw. der Sommer- und Wintertemperaturen bewirken deutliche Änderungen der Mitteltemperatur in 12 m Tiefe.

### 3.2.2.

#### *Die Reihen von Königsberg [heute Kaliningrad] und Budapest*

Wegen der klimatisch anderen Bedingungen (s. Lufttemperatur Tabelle 2) sei hier nur informationshalber auf beide Reihen eingegangen:

Abbildung 4  
Jahresgang der Bodentemperatur  
in schneefrei gehaltenem Geschiebemergel,  
Königsberg [heute Kaliningrad] 1873...1886  
(nach SCHMIDT und LEYST 1892)



Tiefe (cm)	mittlere Amplitude des Monatsmittels	mittleres Tagesmaximum	mittleres Tagesminimum	mittlere Amplitude der Tagesmittelwerte	größtes Tagesmittel	kleinstes Tagesmittel
31	18,3	21,5	-2,9	24,5	22,7	-6,8
63	16,8	19,2	-0,5	19,7	20,3	-3,2
123	13,3	16,1	1,7	14,5	17,1	0,5
251	8,8	13,2	3,9	9,3	13,9	3,2
502	3,9	10,5	6,4	4,0	10,9	6,0
753	1,8	9,3	7,5	1,8	9,4	7,3

Tabelle 6  
Extremwerte [°C] und Amplituden [K] der Bodentemperatur, Königsberg [heute Kaliningrad], 1873 ... 1886

Die Königsberger Temperaturmessungen in schneefrei gehaltenem Geschiebemergel bis 7,50 m Tiefe aus den Jahren 1873...1886 brachten als erste die Übereinstimmung des nach der Wärmebewegungstheorie vermuteten Temperaturganges im Boden mit seinem tatsächlichen Verlauf zutage. Abbildung 4 zeigt den mittleren Temperaturgang, Tabelle 6 die Extrema sowie die Schwankungsbreite der Bodentemperatur.

Leider lassen sich diese Werte infolge der unterschiedlichen Bezugszeiträume kaum mit den anderen in dieser Arbeit verwendeten Reihen vergleichen. Dennoch wird die stark puffernde Wirkung des Geschiebemergels deutlich. So erreicht die mittlere Temperaturamplitude in 123 cm mit 13,3 K bei weitem nicht den Potsdamer Wert von 19,6 K aus der vergleichbaren Tiefe 100 cm. Auch die Amplituden in 63 cm und 31 cm Tiefe liegen mit 16,8 K bzw. 18,3 K noch deutlich darunter. Dieses Verhalten wird teilweise aber auch durch die insgesamt niedrigere Lufttemperatur bedingt. Als Folge der relativ milden Winter des Bezugszeit-

raumes wurde eine maximale Frosteindringtiefe von lediglich 1,20 m festgestellt.

Die Budapester Reihe ab 1912 wurde in schwerem Boden gewonnen und reicht bis 4 m Tiefe. Die Mitteltemperatur der Luft liegt in allen Monaten mit Ausnahme des Januar um 1...4 K über der von Potsdam, die mittleren und absoluten Maxima der Bodentemperatur (Tabelle 7) erreichen jedoch nicht die Potsdamer Werte vergleichbarer Tiefen. Der Bodentemperaturgang insgesamt ist noch etwas ausgeglichener als der von Wien, obwohl die absolute Amplitude der Lufttemperatur mit 23,3 K die höchste aller verwendeten Orte ist (Potsdam 18,8 K, Wien 19,7 K, Königsberg 20,0 K). Hier wird die sehr starke Temperaturpufferung des schweren Budapester Bodens deutlich. Die maximale Frosteindringtiefe beträgt 82 cm und ist damit ähnlich wie in Wien.

In Tabelle 8 wird ein schon bei der Abhandlung der Potsdamer Reihe erwähnter Effekt deutlich – Wärmewellen dringen mindestens bis 50 cm rascher in die Tiefe als Kältewellen.

Tabelle 7  
Mittlere und absolute Extrema [°C] und Temperaturamplituden [K], Budapest 1912 ... 1941

cm	mittleres Maximum	mittleres Minimum	mittlere Amplitude	absolutes Maximum	absolutes Minimum	absolute Amplitude
50	21,3	1,1	20,2	26,0	-2,4	28,4
100	18,8	3,6	15,2	20,9	1,4	19,5
150	17,1	5,0	12,1	18,4	2,8	15,6
200	16,0	6,4	9,6	17,0	4,2	12,8
300	14,3	7,8	6,5	15,2	6,4	8,8
400	13,1	9,1	4,0	13,6	8,2	5,4

cm	Laufzeit [d]	
	Wärmewellen	Kältewellen
2	0	0
5	0	1
10	0	1
20	1	2
50	21	23
100	32	26
150	42	34
200	58	49
300	77	67
400	105	90

Tabelle 8  
Laufzeit der Wärme- und Kältewellen in die Tiefe,  
Budapest 1912 ... 1941

### 3.3. Rückschlüsse auf die Bodenbeschaffenheit aus den Temperaturamplituden

Abbildung 5 zeigt die mittleren Temperaturamplituden an den 4 Stationen in Abhängigkeit von der Tiefe (halblogarithmische Darstellung). Mit Hilfe dieser normierten Darstellung lassen sich Unterschiede im thermischen Verhalten der Böden sowie Bodeninhomogenitäten relativ gut erkennen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde auf die Angabe der mittleren Maxima und Minima verzichtet. Sie sind den Tabellen zu entnehmen.

Auffallend ist für alle Meßreihen der fast lineare Verlauf der Amplitudenkurve unterhalb 50 cm Tiefe, der einer logarithmischen Änderung der Temperaturamplitude entspricht. Er läßt auf relativ homogene Bodeneigenschaften bis 6 m Tiefe an hellen Standorten schließen.

Markant ist der Knick in der Potsdamer Amplitudenkurve bei 6 m Tiefe. Er signalisiert ein verändertes thermisches Verhalten des bis hier geschütteten kiesigen Sandes gegenüber den natürlich gelagerten Sedimenten in größerer Tiefe. Besonders deutlich wird die geringe Wärmekapazität des Potsdamer sehr leichten Bodens und die dadurch verursachte rasche und nachhaltige Reaktion auf Erwärmungs- und Abkühlungsabschnitte: Obwohl hier die geringsten Jahresamplituden der Lufttemperatur auftreten, liegen die Amplituden der Bodentemperatur um 6...2 K über denen der anderen Stationen aus vergleichbaren Tiefen.

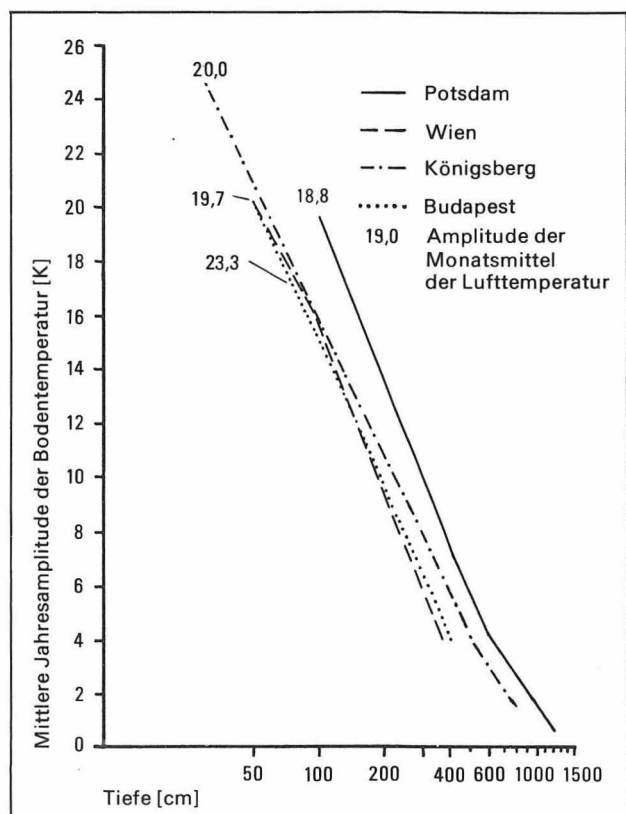
Der Budapester Boden besitzt offensichtlich die größte Wärmekapazität, denn die Amplituden der Bodentemperatur unterscheiden sich in allen Tiefen kaum von den Wiener Amplituden, obwohl die Lufttemperatur den weitaus größten Schwankungsbereich besitzt.

Dem Königsberger Boden muß eine Zwischenstellung zugewiesen werden. Zu beachten ist in jedem Falle, daß diese Reihe nur beschränkt mit den übrigen zu vergleichen ist.

## 4. Langfristige Schwankungen im Bodentemperaturgang als Indikator für Klimapendelungen

Anhand der Jahresmittel der Bodentemperatur lassen sich recht gut Klimapendelungen bzw. mehrjährige Temperaturanomalien erkennen,

Abbildung 5  
Mittlere Jahresamplituden der Bodentemperatur in Abhängigkeit von der Tiefe und die Amplituden der Lufttemperaturmonatsmittel in Potsdam, Wien, Königsberg [heute Kaliningrad] und Budapest





denn die Temperatur tiefer Schichten (als Begrenzungstiefe sei das tiefste Niveau aller Meßreihen angenommen) reagiert erst auf andauernde oder trendartig in mehreren Folgejahren auftretende Anomalien durch eine deutliche Temperaturänderung. Eindrucksvoll wird dies bei der Interpretation der Potsdamer Reihe von HAUSMANN (1950) dargestellt. MÜLLER (1958) beschäftigt sich in seiner Arbeit mit dem langfristigen Bodentemperaturverhalten an mehreren europäischen Beispielsstationen.

Aus beiden Arbeiten lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. Die auch großräumig nachweisbaren Temperaturänderungen im Erdboden laufen nahezu parallel denen der Luft. Frosteinfluß und Bodenfeuchtegang sind im Langzeitraum sichtlich von untergeordneter Bedeutung.

2. Die Schwankungen der Zehnjahresmittel sind bis 4 m Tiefe etwa von gleicher Größenordnung wie die der Luft, in 12 m Tiefe sind sie etwas geringer. Demnach ist *langfristig* kaum ein Dämpfungseinfluß des Bodens nachweisbar.

3. Die Sommer- und Winterwitterung hat den maßgeblichen Anteil am Temperaturverhalten in der Tiefe. Aufeinanderfolgende kühle (kalte) Sommer (Winter) bewirken eine tiefgreifende Abkühlung, zu warme Jahreszeiten eine Erwärmung.

## 5. Eindringtiefe von Bodenfrost

Da Kenntnisse über die Frosteindringtiefe für viele Bereiche der Volkswirtschaft von großem Interesse sind, sei abschließend darauf noch einmal näher eingegangen. Es steht die Frage, ob die bei der Abhandlung der 4 Bodentemperaturmeßreihen mitgeteilten Frosteindringtiefen wirklich als allgemeingültig angesehen werden können oder ob sie nur charakteristisch für den jeweiligen Standort sind.

Hierfür stellt eine Arbeit von ANIOL (1952) eine gute Hilfe dar. Sie enthält für den Zeitraum 1905...1951 maximale Frosteindringtiefen, die zwar ausnahmslos von Orten auf dem Gebiet der BRD stammen, sich aber ohne

einen größeren Fehler zu begehen auch auf die DDR anwenden lassen. Alle Angaben wurden in nicht vom Schnee befreiten, aber vegetationslosen Böden gewonnen. So betragen die maximalen Eindringtiefen in leichten Böden 90...130 cm, teilweise aber auch weniger als 70 cm.

Während in unbewachsenen leichten Böden der Frost in 15 % aller Jahre bis 1 m Tiefe vordringt, bleiben mittlere bis schwere Böden in dieser Tiefe praktisch frostfrei. Lediglich in 30 % aller Jahre unterschreitet er in solchen Böden 50 cm. Aus der Potsdamer und der Wiener Reihe läßt sich unterhalb 50 cm für leichten Boden eine Frosteindringgeschwindigkeit von  $2,6 \text{ cm d}^{-1}$  errechnen, in mindestens mittelschwerem Boden beträgt sie nur  $0,5 \text{ cm d}^{-1}$ . Hoher Bodenwassergehalt setzt Frosteindringtiefe und -geschwindigkeit herab.

In Bremen, wo die Messungen in schneefreiem Sandboden durchgeführt wurden, konnte 1929 eine maximale Eindringtiefe von 150 cm festgestellt werden. Die Minimumtemperatur betrug zu dem Zeitpunkt in 1 m Tiefe  $-2,2^\circ\text{C}$ . Diese Werte stimmen gut mit den Potsdamer Messungen überein. Zur Erinnerung: Im Februar 1929 wurde in Potsdam die bisher größte Frosteindringtiefe mit ebenfalls 150 cm beobachtet, die Minimumtemperatur in 1 m Tiefe betrug  $-2,7^\circ\text{C}$ . Das Mittel der Lufttemperatur erreichte mit  $-4,8^\circ\text{C}$  im Januar und  $-10,0^\circ\text{C}$  im Februar ungewöhnlich niedrige Werte. Somit kann davon ausgegangen werden, daß größere Frosteindringtiefen in Mitteleuropa auch in Strengwintern nicht auftreten.

## Literatur

ALBRECHT, F.:

Ein Meßgerät für die Messung des Wärmeumsatzes im Erdboden. — In: Meteor. Zeitschr. — Braunschweig 49 (1932), S. 294...295.

ALISSOW, B. P.:

Lehrbuch der Klimatologie. — Berlin, 1956.

- ANIOL, R.:  
Die größten Bodenfrosttiefen. — In: Naturwiss. Rundschau. — Stuttgart 5 (1952), 11, S. 493...495.  
—: Beobachtungsergebnisse der Erdbodentemperatur. — In: Bibliographie d. Dt. Wetterdienstes. — Offenbach 18 (1965).
- BATTA, E.:  
Tägliche Normalwerte der Bodentemperatur und die Bestimmung einer Aussaattemperatur. — In: Időjaras. — Budapest. 59 (1955), 6, S. 351...358.
- BAUR, F.:  
Linkes Meteorologisches Taschenbuch (Neue Ausgabe). Bd. 2. — Leipzig, 1970.
- BERENYI, D.:  
Mikroklimatologie. — Stuttgart, 1967.
- BRACHT, J.:  
Über die Wärmeleitfähigkeit des Erdbodens und des Schnees und den Wärmeumsatz im Erdboden. — Berlin, 1949. — (Veröff. d. geophys. Inst. d. Univ. Leipzig: 2. Ser.: Spezialarbeiten; 14, 3).
- GEIGER, R.:  
Klima der bodennahen Luftschicht. — Braunschweig, 1961.
- HAUSMANN, G.:  
Unperiodische Schwankungen der Erdbodentemperaturen in 1 m bis 12 m Tiefe. — In: Zeitschr. f. Meteorol. — Berlin 4 (1950), 12, S. 363...372.
- KLIMADATEN DER DDR:  
Ein Handbuch für die Praxis. Reihe B; Bd. 1: Lufttemperatur. — Potsdam, 1980.  
—: Reihe D; Bd. 1: Agrarmeteorologie. — Potsdam, 1981
- KLIMATOLOGISCHE NORMALWERTE für das Gebiet der DDR (1901...1950). Lfg. 1. — Berlin, 1955.
- KOITZSCH, R.:  
Versuche zur Bestimmung des Wassergehaltes des Erdbodens auf thermischer Grundlage. — Abh. d. Meteor. Dienstes d. DDR. — Berlin — 54 (1960).
- LAUSCHER, F.:  
Das Weltnetz der Bodentemperaturmeßstellen. — In: Wetter und Leben. — Wien 14 (1962), 9/10, S. ...223.
- MÜLLER, W.:  
Großräumige Temperaturänderungen im Erdboden seit 1911. — In: Meteorol. Rundschau — Berlin [West], Heidelberg 11 (1958), 5, S. 145...150.
- SCHMIDT, A., und E. LEYST: .  
Theoretische Verwertung der Königsberger Bodentemperaturbeobachtungen. — In: Schriften d. physikal. ökonom. Gesellschaft zu Königsberg in Pr. — Königsberg 32 (1981), S. 97...168; 33 (1892), S. 1...67.
- SCHUBERT, J.:  
Der jährliche Gang der Luft- und Bodentemperatur und der Wärmeaustausch im Erdboden. — Berlin, 1900.
- TOPERCZER, M.:  
Bodentemperaturen in Wien 1911 — 1944. — In: Jb. d. Zentralamtes f. Meteorol. u. Geodynamik 1946, Anh. 6. — Wien, 1947.
- TREMMELE, J.:  
Zeitverhalten der Bodentemperatur in einem Auelehm. — Inst. f. Geogr. u. Geoökol. — Leipzig: Ingenieurabschlußarbeit, 1981 (unveröff.).

# Kurze Mitteilungen

---

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd. 9  
Seite 131...137  
VEB H. Haack Gotha 1984

## Über die Einteilung der Halleschen Quarzporphyre in groß-, mittel-, klein- und mischkristalline Gesteine<sup>1</sup>

In den letzten zwei Jahrzehnten hat sich der Kenntnisstand über die Halleschen Quarzporphyre beträchtlich erweitert. Dadurch bedingt wurde die Einteilung der Eruptiva unter Berücksichtigung sämtlicher petrographischer, chemischer, lagerungsverbandsartiger und genetischer Gegebenheiten zunehmend schwieriger. Gerade deshalb ist es erforderlich, Tendenzen zu verfolgen, um die Halleschen Quarzporphyre in übersichtlicher Weise zu unterteilen und dennoch den komplizierter gewordenen Sichtweisen Rechnung zu tragen. In diesem Zusammenhang sei lediglich auf die Arbeiten von KOCH (1975, 1979 a und b) sowie von KOCH und SEYDEWITZ (1977) verwiesen.

Der Stoffhaushalt der sauren eruptiven Gesteine ist als hybrid anzusehen. In ihnen sind Relikte von Fremdgesteinen enthalten, die auf unvollkommene Assimilationen des durchbrochenen Nebengesteins in der Schmelze deuten. Dieses entstammt aus größerer Tiefe dem Kristallin der Mitteldeutschen Schwelle im Sinne von BRINKMANN (1948), aus geringerer Tiefe Sedimenten des Siles bis Autunien. Das angreifende Magma intrudierte in den Hüllverband oder brach effusiv – aus einer Fülle von Ausbruchsstellen – bis zur Erdoberfläche empor.

Es gibt viele Kriterien, um die Halleschen Quarzporphyre übersichtlich zu gliedern. Von all diesen Kriterien erweist sich die Einteilung nach megaskopischen Gesichtspunkten als am zuverlässigsten. Besonders bei genetischen Problemlösungen sowie bei Alterseinstufungen ist sie der Gliederung nach mikroskopischen und submikroskopischen, quantitativ-chemischen und geophysikalischen Merkmalen überlegen. Dies hat sich vor allem in den letzten Jahren bei Fragen der Einstufung einer Reihe neugefundener Gesteinsmodifikationen gezeigt.

1 Dem Gedenken an H. J. SEYDEWITZ gewidmet

Die Quarzporphyre des Halleschen Eruptionsgebietes seien im folgenden in „großkristalline“, „mittelkristalline“, „kleinkristalline“ und „mischkristalline“ eingeteilt. Die Namen richten sich nach der durchschnittlichen Größe der Feldspäte (Kalium- bzw. Natrium-Kalium-Feldspäte und Natrium-Kalzium-Feldspäte). In der Literatur findet man diese Späte oft – generalisierend – als „Orthoklase“ bzw. „Sanidiene“ oder als „Plagioklase“ bezeichnet. Feldspäte sind in allen Quarzporphyren die auffälligsten Phenokristen. Die Orthoklase dominieren gegenüber den Plagioklasen. Sanidin kommt in auffälligem Maße besonders bei den mittelkristallinen Gesteinen vor. Die Grundmasse der großkristallinen Quarzporphyre ist im wesentlichen mikrogranitisch, in den oberen Partien zuweilen auch symplektisch (granophyrisch), bei den mittelkristallinen Eruptiva symplektitisch (granophyrisch), untergeordnet auch mikrogranitisch. Die Grundmasseausbildung der kleinkristallinen und mischkristallinen Quarzporphyre ist dominierend symplektitisch (granophyrisch), wobei bei den letztgenannten auch mikrogranitische

Tabelle 1  
Kompositschema für die Einteilung der Eruptiva  
(nach SEYDEWITZ und KOCH)

Ausbildungstyp	Längenangaben		Körnigkeiten
	Natrium-Kalium-feldspäte	Natrium-Kalzium-feldspäte	
großkristallin: Vorkommen von Löbejün, Landsberg, Windmühlenberg, Scherz etc.	<15 mm	<7 mm	grobkörnig bis sehr grobkörnig
mittelkristallin: Vorkommen von Windmühlenberg, Scherz, Dammendorf, Quetz etc.	< 8 mm	<7 mm	mittelkörnig bis grobkörnig
kleinkristallin: Vorkommen von Wettin, Hohem Petersberg, Halle, Burgstaden etc.	< 5 mm	<4 mm	kleinkörnig bis mittelkörnig
mischkristallin: Vorkommen von Wettin und Mücheln, Halle, Oppin	< 5 mm bis < 15 mm	< 4 mm bis < 7 mm	kleinkörnig bis sehr grobkörnig

Partien auftreten können. Eine nähere zusammenfassende Charakteristik der Petrographie ist bei KOCH (1975) angegeben.

In der Literatur über die Halleschen Eruptivgesteine sind die Bezeichnungen „großkristallin“ und „kleinkristallin“ von LASPEYRES (1875), „mittelkristallin“ von KAUTZSCH (1960) und nahezu zeitgleich von KOCH und FISCHER (1961), „mischkristallin“ schließlich von KOCH (1979a) eingeführt worden. Detaillierte Einteilungen der drei erstgenannten Ausbildungstypen (Varietäten) nach Ausbruchgebieten nahmen KOCH und FISCHER (1961) sowie KOCH (1963) vor. Etwa gleichzeitig verwendete SEYDEWITZ (KAMPE, REMY und SEYDEWITZ 1961) unter Beachtung der gemittelten Werte der Feldspatdurchmesser Begriffe wie „mittelkörnig“, „mittelkörnig bis grobkörnig“ und „grobkörnig bis sehr grobkörnig“. Dabei war er von TEUSCHERS Betrachtungsweise (1933) beeinflusst. Von besonderem Interesse bleibt SEYDEWITZ' (KOCH und SEYDEWITZ 1977) Gliederung der Ausbildungstypen nach real angegebenen mittleren Feldspatlängen. All die genannten Einteilungen lassen sich – wie in Tabelle 1 aufgeführt – sinnvoll miteinander verbinden.

Heutzutage steht fest, daß jede Varietät – bis auf die mischkristalline – nicht nur bräunliche bis rötliche, sondern auch „dunkle“ – mithin „blaue“, „graue“ und „schwärzliche“ – Modifikationen haben kann. Auffällig sind besonders die erst seit kurzem nachgewiesenen dunklen Abarten des großkristallinen Quarzporphyrs vom Schwerzer Windmühlenberg.

Vom mischkristallinen Quarzporphyr sind dunkle Modifikationen bisher unbekannt. Seine Definition ist noch heute nicht einfach. „Mischkristallin“ heißen Quarzporphyre, die auf engstem Raume (im Meter- bis Dezimeterbereich, zuweilen noch darunter) von der kleinkristallinen bis zur großkristallinen Ausbildung wechseln oder jene Ausbildungsarten, die von Schlieren oder gangartigen Nachschüben großkristallinen Gesteins mit mehr oder minder unscharfen Grenzen durchsetzt werden.

In Tabelle 1 wird ein Kompositschema von SEYDEWITZ und KOCH für die Einteilung der Eruptiva empfohlen.

Die Porphyre können deutlich unterschiedliche Erstarrungsverhältnisse anzeigen, die wie-

derum mit den Verbandsverhältnissen und der relativen Altersstellung zusammenhängen. Diese Wesensfaktoren lassen sich wie folgt interpretieren:

Vor dem Abschluß der Platznahme der großkristallinen Quarzporphyre im Permosiles verbreiteten sich im nördlichen Teil des Halleschen Eruptionsgebietes (mithin im Raume Löbejün – Schiedsberg – Hohndorf – Kaltenmark – Petersberg – Ostrau) Porphyritabfolgen, die eine unterschiedliche Altersstellung besaßen und die mit Sedimenten der Wettiner und der Halleschen Schichten wechsellagerten. In weiten Teilen des Eruptionsgebietes drangen – wohl seit dem Westfal – intrusiv saure Schmelzen empor, die die großkristallinen Quarzporphyre von Löbejün bis Landsberg bildeten und stellenweise effusive Durchbrüche im Autunien erzielten. Die Intrusionen wurden dadurch belegt, daß die genannten Quarzporphyre Hangendkontakte an den oberen Wettiner Schichten (oberes Siles) und an unteren bzw. mittleren Halleschen Schichten (unteres Autunien) hinterlassen haben. Die Bildung der oberen Halleschen Schichten überdauerte jedoch die intrusive Platznahme. Es ist anzunehmen, daß die Sedimentation dieser Schichten zeitlich mit der Tiefenabkühlung der Intrusivkörper zu parallelisieren ist.

Das Vorkommen von mittelkristallinem Quarzporphyr befindet sich ausschließlich nordöstlich von Halle im Raum Niemberg – Schwerz – Quetzdölsdorf – Schrenz. Es ist durch Ergüsse nördlich des Hauptareals des Landsberger Quarzporphyrs verursacht worden und entstand zu einer Zeit, als die Intrusion des sich bildenden großkristallinen Gesteins weit fortgeschritten war. Ausbruchsstellen der mittelkristallinen Porphyre sind etwa bei Dammendorf und Schwerz nachweisbar. Diese Gesteine waren noch nicht gänzlich erstarrt, als sie wiederum – in lokaler Effusion am Schwerzer Windmühlenberg – vom großkristallinen Quarzporphyr durchbrochen wurden. Die effusive Abfolge ist in das Autunien zu stellen und entstand noch vor der Ablagerung der oberen Halleschen Schichten.

Jünger als die Halleschen Schichten sind in jedem Falle die effusiven kleinkristallinen Quarzporphyre, die an vielen Stellen des Erup-

tionskomplexes auftreten. Man denke beispielsweise nur an Ausbruchsstellen im Raume von Wettin, am Hohen Petersberg und in seiner nördlichen Umgebung, am Reilsberg von Halle und am Burgstaden von Niemberg. An verschiedenen Orten geht jedoch der feinkristalline Quarzporphyr in feinkristallinen über oder wird durch ihn vertreten, so bei Wettin und Muehlen, auf der Peißnitz, in Halle-Nord und bei Oppin.

Vereinzelt sind diese feinkristallinen Gesteine wohl auch von gangartigen Nachschüben feinkristallinen Quarzporphyrs mit verschleifenden Grenzen durchbrochen worden, die somit ebenfalls jünger als die Halleschen Schichten wären.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die oben angegebene Einteilung der Halleschen Eruptiva dem Kenntnisstand über die sauren Magmatite, aber auch den neuen Problemstellungen, die sich im Laufe der letzten Jahre ergaben, weitgehend Rechnung trägt.

## Literatur

BRINKMANN, R.:

Die Mitteldeutsche Schwelle. — In: Geol. Rundschau. — Stuttgart 36 (1948), S. 56...66.

KAMPE, A., W. REMY, und H.-J. SEYDEWITZ:

Mitteilungen über im östlichen Teil der Halleschen Mulde erbohrtes Autunien. Über einige Magmatite im engeren Raum der Halleschen Mulde. — In: Monatsberichte d. Dt. Akad. d. Wiss. zu Berlin. — 3 (1961), 9, S. 503...523.

KOCH, R. A.:

Der vulkanische Aufbau und die Gesteinseigenschaften des Petersburger Quarzporphyrmassivs Rahmen seiner geologischen Stellung im unterrotliegenden Halleschen Eruptionsgebiet. — Weimar: Habil.-Schr., Hochsch. f. Architektur u. Bauwesen, 1964.

—: Die Eruptionsfolgen und die Ausbruchsstellen der Halleschen Vulkanite. — In: Wiss. Zeitschr. Hochschule f. Bauwesen Leipzig. — 12 (1966), S. 198...206.

—: Über das zonenweise Durchbrechen des feinkristallinen Landsberger Quarzporphyrs durch den mittelkristallinen Quarzporphyr am Windmühlenberg zu Schwerz. Betrachtungen zur Eruptionsfolge im Raum Niemberg —

Schwerz — Quetzdölsdorf nordöstlich Halle. — In: Zeitschr. geol. Wiss. — Berlin 3 (1975), 12, S. 1533...1577.

—: Zur Prinzipskizzierung der Verbandsbeziehungen der groß-, misch- und feinkristallinen Quarzporphyre im Halleschen Eruptionsgebiet. — In: Hall. Jb. Geowiss. — Gotha/Leipzig 4 (1979a), S. 23...28.

—: Zum Problem der Genese der schwarz-, grau- und grüngefärbten Quarzporphyre im Halleschen Eruptionsgebiet. — In: Hall. Jb. Geowiss. — Gotha/Leipzig 4 (1979b), S. 29...44.

KOCH, R. A., und K. FISCHER:

Die Bedeutung des Fundes eines Gneiseinschlusses im feinkristallinen Quarzporphyr von Löbejün. — In: Geologie. — Berlin 10 (1961), 1, S. 81...89.

KOCH, R. A., und H.-J. SEYDEWITZ:

Exkursion B: Die Vulkanite im NE-Teil des Halleschen Vulkanitkomplexes. — In: Kurzreferate und Exkursionsführer Variszischer Subsequenter Vulkanismus. — Ges. Geol. Wiss. DDR. — Berlin, 1977.

LASPEYRES, H.:

Geognostische Darstellung des Steinkohlengebirges und Rothliegenden in der Gegend nördlich von Halle a. d. Saale. Berlin, 1875. — (Abh. z. geol. Spezialkarte Preußens und den Thüringischen Staaten; 1, 3)

KAUTZSCH, E.:

Über Anzeichen von Buntmetallvererzung in permischen, vulkanischen und subvulkanischen Gesteinen Mitteldeutschlands. — International Geol. Congress. Copenhagen. 21. Session, Norden. Part 16. — 1960, S. 87...98.

TEUSCHER, E. O.:

Methodisches zur quantitativen Strukturgliederung körniger Gesteine. — In: Mineral. Petrogr. Mitt. — Leipzig 44 (1933), 5, S. 410...421. — (Zeitschr. Kristallographie, Mineral. Petrogr.; Abt. B)

SEYDEWITZ, H.-J.:

Untersuchungen an rotliegenden Vulkaniten im Raum Brachstedt — Wurf — Oppin — Niemberg.

— In: Hall. Jb. Geowiss. — Gotha/Leipzig 4 (1979), S. 45...54.

## INVENTUR VON WERKEN DES GEORGIUS AGRICOLA (1494 – 1555) in der Marien-Bibliothek zu Halle/S. – überraschender Erfolg

Den nachfolgenden Ausführungen möchte man das bekannte GOETHE-Wort voranstellen: „Warum denn in die Ferne schweifen...“. Welche Mühe hat nicht die AGRICOLA-Forschung darauf verwandt, die in alle Welt verstreuten Werke dieses Universalgelehrten wieder aufzuspüren. Und doch ist dabei ein Aufbewahrungsort fast entgangen, der mitten im Wirkungs- und Lebensbereich des AGRICOLA und seiner Konkurrenten wie etwa CORDUS, ENCELIUS und MATHESIUS gelegen ist: in der alten Salzstadt Halle an der Saale.

Die der Marktkirche in Halle zugehörige Marien-Bibliothek mit ihren über 30 000 Bänden, darunter ein großer kostbarer Kernbestand aus dem 16. und 17. Jahrhundert, ist den Geowissenschaftlern seit Beginn des 19. Jahrhunderts offenbar aus dem Gesichtskreis verschwunden. Dabei war merkwürdigerweise der Hallesche Bergrat und Paläontologe E. F. GERMAR (1786–1853) rund 10 Jahre lang Verwalter dieser Bibliothek und sein Schwiegervater CH. KEFERSTEIN (1784–1866) obendrein noch Verfasser einer Geschichte der Geognosie (Halle 1840).

Über die „Wiederentdeckung“ der dortigen Bestände an alter montan- und geowissen-

schaftlicher Literatur und ihre Bedeutung wurde bereits berichtet (PFEIFFER 1977 a und b, 1978, 1980), so daß zu den Werken des AGRICOLA übergegangen werden kann.

Richtschnur für diese Inventur ist die überaus sorgfältige Bestandsaufnahme der Werke AGRICOLAS, die MICHAELIS und PRESCHER unter Mitarbeit von HORST (1971) veröffentlichten. Die vom Verfasser durchgeführten Recherchen haben in Halle Werke AGRICOLAS in unerwartetem Umfang nachgewiesen. Dieser Bestand wurde auf der Grundlage der Bibliographie von 1971 in Tabelle 1 aufgelistet.

Die genannte Bibliographie von 1971 nennt hiervon nur 3 Schriften, da anlässlich der großen Recherche hierfür nur folgende Titel mitgeteilt wurden:

- a) Erdwissenschaftliches Sammelwerk von 1558,
- b) Türkenrede von 1594 und
- c) Zweitaufgabe der Pestschrift.

Nunmehr kann mit Befriedigung festgestellt werden, daß in der Marien-Bibliothek der Kern des schriftstellerischen Oeuvres dieses großen Mannes überkommen ist. Nur das große Werk über die Berg- und Hüttenkunde „De re metallica“ oder dessen deutsche zeitgenössische Ausgaben fehlen hier. Dafür liegen jedoch zwei besonders wertvolle Erstausgaben vor: Das Buch über die unterirdischen Lebewesen und das Pestbuch. Beide sind in einem Band vereinigt (Q2.126), wie Tabelle 1 zeigt. Er ist von tadelloser Erhaltung, was man überhaupt von den aufgezählten Werken sagen kann.

Tabelle 1

Die in der halleschen Marien-Bibliothek vorhandenen Werke von AGRICOLA

Nr.	Kurztitel	Druck-jahr	Signatur Marien-Bibliothek	Hinweis 1971
1	Bermannus (3. Ausgabe, Leipzig)	1546	V 3.30	S.597
2	De animantibus subterraneis (1. Ausgabe)	1549	Q 2.126	S.727
3	Maße und Gewichte (Bearbeitung, Lyon)	1552	R 3.95	S.652
4	De balneis (Venedig)	1553	Kem 51	S.697
5	De peste (1. Ausgabe)	1554	Q 2.126	S.735
6	desgleichen (2. Ausgabe, Basel)	1607	Q 2.301	S.738
7	Erdwissenschaftliches Sammelwerk (4. Ausgabe)	1558	N 3.15	S.700
8	Appellationes rerum metallicarum	1558	W 3.50	S. 18
9	Türkenrede (4. Ausgabe, Leipzig)	1594	J 3.70	S.617

*Lychnis coronaria*. λυχνίς σεφρωμαλική.  
 Negelen, halb vnd fulle.  
*Verbaſcula*. φλομίδεσ. Himmelschliffel.  
*Calthæ*, Ringelblumen.  
*Othonnæ*, Indianiſch Negeln.  
*Flores Teucrij*, vorgifs mein nicht  
*Flores Echij paluſtris*, ihe lenger ihe lieber.  
*Lychnitides* & *thryallides*. Sammatrofen.  
 Marienrofen, Damafſkenrofen. *Verbaſcula co-*  
*ronaria*.  
 Roſe. Roſen. *Quarum multa genera.*

APPELLATIONES  
 RERVM METALLICARVM  
 AVTORE GEORGIO  
 AGRICOLA.

A.

**A** *Chates*, achat.  
*Acidula*, ſauerling oder ſaurborn.  
*Acies*, Scherff, auch ſtael, id eſt, τὸ μωμᾶ  
*Adamas*, demut  
*Aduſtus locus*, Ein gegend die gebrant hat  
*Aeris flos*, Kupfferbraun  
*Aeris ſquama*, Kupffer hammerſchlag oder Keſ-  
 ſel braun

Ærugo

Photo 1  
 Wiedergabe der erſten Seite der „Appellationes“  
 aus EBERUS und PEUCER 1558

Das Werk über Maße und Gewichte liegt in der Bearbeitung des G. PHILANDER als Anhang zum berühmten Werk des VITRUVIUS über die Architektur vor (nicht ſelbſtändige Ausgabe, Lyon 1552).

Das in Venedig anno 1553 erſchienene Werk „De balneis“, ein voluminöſer Sammelband über alles, was zu Hydrologie und Bäderweſen ſeit der Antike geſchrieben wurde, hat auch die Arbeit AGRICOLAS „De natura eorum quae effluunt ex terra“ aufgenommen. Inhaltlich beſteht wohl weitgehende Übereinstimmung zum entſprechenden Beitrag des erdwissenschaftlichen Sammelwerkes. Jedoch hat die Venediger Ausgabe eine völlig andere Darſtellung in Bildform als das Sammelwerk. Gegenüber der

bildhaften Darſtellung in dieſem, mit ihren Schwierigkeiten, die unterirdiſchen Kanäle ins Landſchaftsbild zu projizieren (Reproduktion hiervon bei FRAUSTADT und PRESCHER 1956, S. 295), erreicht die Venediger Ausgabe einen höheren Grad der Abſtraktion mittels eines ſchlichten Grundrisses faſt moderner Ausdrucksweiſe.

Die „Appellationes rerum metallicarum“ werden von MICHAËLIS und PRESCHER (1971, S. 18) nur recht kurz geſtreift, meines Erachtens zu Unrecht. Gewiß handelt es ſich um den kaum veränderten Abdruck des lateiniſch-deuſchen Fachwortverzeichniſſes des ſogenannten MEURER-Briefes von 1546 (Neuherausgabe durch FRAUSTADT und PRESCHER 1956); aber andere Teilabdrucke aus AGRICOLAS Werken, wie die eben genannte Abhandlung zur Hydrologie, hat man mit Recht in ihrer gegenwärtigen bibliothekarischen Verbreitung zu erfassen geſucht.

Da zudem GEORGIUS AGRICOLA bei EBERUS und PEUCER mit vollem Namen genannt wird, mag hier mit Photo 1 eine Wiedergabe des Anfanges jenes Fachwortverzeichniſſes gebracht werden.

Michaelis und PRESCHER haben nicht nur AGRICOLAS Originalarbeiten erfaßt, ſondern auch Autoren geſucht, die ſich auf ihn berufen und ihn zitieren. Die Marien-Bibliothek bewahrt tauſende alter Diſſertationen und verwandter akademiſcher Druckschriften auf (PFEIFFER 1980). Sie im Hinblick auf AGRICOLA-Zitate zu überprüfen, war verſtändlicherweiſe nur teilweise möglich. Einige, die MICHAËLIS und PRESCHER nicht aufführen, ſeien hier genannt:

– JORDAN, H.: De ſale, nitro & alumine. Diſputatio.

Helmſtedt: 1639 (MB : P 2.166).

– CONERING, H.: De aquis. Diſputatio.

Helmſtedt: 1693 (MB : P 2.166).

– PROBST, A.: De terris. Diſputatio.

Helmſtedt: 1688 (MB : P 2.166)

BRUNNER, J. A.: De figuris var. rerum in lapidibus & ſpec. foſſil. in

Comitat. Manſfeldici. Diſputatio.

Leipzig: 1675 (MB: Oelh.477 Q)

Über hallesche Diſſertationen vergleiche PFEIFFER (1980).



Dank zu sagen ist Herrn Pfarrer emer. H. KOEHN, dem Leiter der Marien-Bibliothek, für ganz außerordentliches Entgegenkommen und Hilfsbereitschaft sowie Herrn Dr. H. PRESCHER, Dresden, für mehrfache briefliche Beratung und Unterstützung.

## Literatur (nur nach 1800)

- FRAUSTADT, G., und H. PRESCHER:  
Georgius Agricola, Schriften zur Geologie und Mineralogie I. — Berlin, 1956. — (AGA-Ausgabe; 3).
- KEFERSTEIN, CH.:  
Geschichte und Litteratur der Geognosie. — Halle/S., 1840.
- MICHAËLIS, R., und H. PRESCHER:  
Agricola-Bibliographie und Bestandsaufnahme. — Berlin, 1971. — (AGA-Ausgabe; 10).
- PFEIFFER, H.:  
Adler, Entzelt, Reinhold Vater und Sohn und Reinecker — bedeutende Saalfelder Autoren des 16. Jh. in den Beständen der Marien-Bibliothek in Halle/S. — In: Rudolstädter Heimat-H. — 23 (1977a), S. 33...36.  
—: Das Buch „De re metallica“ des Chrostophorus Encelius Salvendensis, 1551, im Lichte unserer Zeit. — In: Rudolstädter Heimat-H. — 23 (1977b), S. 78...83.  
—: dgl. Neu-Abdruck. — In: Fundgrube. — Berlin 14 61978), S. 9...17.  
—: Hallesche Dissertationen des frühen 18. Jahrhunderts zur Geologie. — In: Zeitschr. geol. Wiss. — Berlin 8 (1980), S. 171...179.

## Besprechungen

GALL, J.-C.  
Sedimentationsräume und Lebensbereiche der Erdgeschichte.  
Eine Einführung in die Paläoökologie.  
242 Seiten, 130 Abbildungen.  
Springer-Verlag: Berlin [West],  
Heidelberg, New York, 1983.

Nachdem in der Reihe „Geowissen kompakt“ des Verlages F. Enke, Stuttgart im Jahre 1981 in deut-

schers Übersetzung das von dem Amerikaner L. F. LAPORTE verfaßte Buch „Fossile Lebensräume“ erschienen ist, liegt jetzt eine Übersetzung des Werkes des Franzosen GALL durch E. und H. SCHNEIDER vor. Beide Bücher ergänzen sich und sind besonders für Studierende gedacht. Das vorliegende Buch behandelt im ersten Teil die Fossilien und das Sediment als Informationsquellen. Es befaßt sich in 6 Kapiteln mit der Lebensweise, den Lebensbedingungen, den Zeugen biologischer Aktivität — dabei mit den Lebensspuren, dem Sediment, den Sedimentationsräumen und den Fossilagerstätten. Literatur findet sich jeweils am Ende der Einzelkapitel. Der zweite Teil hat in 9 Kapiteln die Rekonstruktion einiger Landschaftsbilder der Erdgeschichte zum Inhalt: die australische Ediacara-Fauna, das Old-Red-Festland, das Kohlenbecken von Decazeville im Südwestteil des Französischen Zentral-Massivs, das Voltzien-Sandstein-Delta, die Riffe des Hohen Göll in den Berchtesgadener Alpen, das Meer der bituminösen Schiefer von Holzmaden am Fuße der Schwäbischen Alb, die Lagune von Solnhofen, die Küste des Auversien-Meeres im Pariser Becken und die Höhle der Acheuléen-Jäger des Lazaret im Stadtgebiet von Nizza. Dabei werden jeweils die Sedimente, die Fossilien und ihre Umwelt im einzelnen dargestellt. Daß von den 9 Rekonstruktionen vier französische Landschaften behandeln, ist verständlich. Doch ist zu bedauern, daß der Autor auf die Schilderung der einzigartigen eozänen Fossilfundstätte in der Braunkohle des Geiseltals bei Halle (Saale), wo sich das weltbekannte Geiseltalmuseum befindet, bzw. auf die gleichaltrigen Schichten von Messel im Mainzer Becken verzichtet hat. Daß paläoökologische Fragen bei der Erforschung der fossilen Lebewelt in den Vordergrund gerückt werden, entspricht der Entwicklung der Paläontologie und Paläobölogie.

Das Buch ist gut gegliedert und illustriert. Es ist ein kurzer Leitfaden für die paläoökologische Untersuchung von Fossilagerstätten. GALL sieht die Paläoökologie als „nicht so sehr eine eigenständige Wissenschaft, sondern vielmehr eine geistige Einstellung, als eine methodologische Art der Betrachtung“. Zusammenfassende Tabellen („Leitfaden“) zur paläoökologischen Untersuchung von Fossilagerstätten, zu hauptsächlichen Umweltkriterien und zur stratigraphischen Lage einiger europäischer Fossilagerstätten, letztere erwähnt auch das Geiseltal unter „Sachsen“, und ein Sachverzeichnis beschließen das Buch, das über vieles kurz und klar informiert.

R. HOHL

FUCHS, K., K. VON GEHLEN, H. MÄLZER, H. MURAWSKI, und A. SEMMEL (Hrsg.)  
Plateau Uplift.  
The Rhenish Shield – A Case History.  
(International Lithosphere Program,  
Publikation No. 0104.)

411 Seiten, 85 Abbildungen.  
Springer-Verlag: Berlin [West], Heidelberg,  
New York, Tokio, 1983.

Die der 23. Generalversammlung der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik im August 1983 übergebene Publikation enthält die Abschlußberichte des Schwerpunktprogramms „Vertikalbewegungen und ihre Ursachen am Beispiel des Rheinischen Schildes“, das von der [West-] Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Internationalen Geodynamikprojektes von 1976–1982 unter der Leitung des 1982 verstorbenen Prof. Dr. J. H. ILLIES (1924–1982) durchgeführt wurde. Das Programm erbrachte „erweiterte und neue Vorstellungen über die Struktur und Entwicklung des variszischen Orogens in Mitteleuropa.“ (GIESE). Diese Untersuchungsergebnisse, ergänzt durch die Darstellung der Bearbeitung der postvariszischen Entwicklung bis zu den neotektonischen Bewegungen, geomorphologische Analysen und die Vorstellungen zum Aufbau der Unterkruste und des Oberen Mantels, werden in 9 Kapiteln dargestellt. In ihrer Zusammenfassung stellen die Herausgeber als Hauptergebnisse des sich in 49 Projekte gliedernden Programmes heraus: „Ein anomaler Körper mit geringen seismischen Geschwindigkeiten, der sich im westlichen Teil des Rheinischen Massivs in der subkrustalen Lithosphäre befindet, wurde mit anderen Phänomenen korreliert: dem jungen Vulkanismus, den extremen Werten für geodätische Höhenänderungen, der Hebung von Terrassen. Die Bildung von Teilschmelzen in dem Mantelkörper wurde durch Metasomatose erleichtert, die noch datiert werden muß. Die Diskussionen konzentrieren sich auf die Eigenschaften der subkrustalen Lithosphäre, das Ausmaß der Hebungen, Stressmessungen, das geothermische Feld und die Modellierung der Heraushebung des Krustenblockes. Ein Aufstieg von gerindichtem Mantelmaterial aus dem Grenzbereich von Lithosphäre und Astenosphäre kommt den Modellen am nächsten“.

In dem hervorragend ausgestatteten Buch kommen zahlreiche geowissenschaftliche Disziplinen zu einem regionalgeologischen Forschungsgegenstand zu Wort. Im Kapitel über den regionaltektonischen Rahmen und die geologische Struktur des Rheinischen Massivs (MURAWSKI u. a.) werden einige

Hauptaspekte der variszischen orogenen und postvariszischen epirogenetischen Prozesse analysiert und in Übersichtskarten und 6 Fazies-Zeitdiagrammen (Perm bis Quartär) dargestellt. Auf Grund von Untersuchungen an tertiären und quartären Sedimenten sowie der Analyse der pliozänen und pleistozänen Terrassen von Rhein, Mosel und Lahn werden die Hebungen des Rheinischen Massivs beschrieben. Der mittelkretazische bis jungpleistozäne Vulkanismus wurde radiochronologisch (LIPPOLT, petrologisch (HUCKENHOLZ, SCHMINCKE u. a.) und geochemisch (WEDEPOHL u. a.) bearbeitet.

Die geophysikalischen Untersuchungen umfassen den Trend der rezenten Krustenbewegungen (MÄLZER u. a.), das Verhalten von Kompressions- und Scherstress (BAUMANN und ILLIES) die seismotektonischen Dislokationen und Erdbeben (AHORNER u. a.), die geothermischen Verhältnisse (HAENEL) und das Schwerefeld (JACOBY u. a.). Physikalische Eigenschaften und struktureller Aufbau von Kruste und Mantel werden durch die Ergebnisse refraktionsseismischer Untersuchungen (MECHIE) bzw. kombinierter Reflexions- und Refraktionsmessungen (MEISSNER u. a.) erläutert. Magnetotellurische Untersuchungen (JÖDICKE u. a.) belegen wohl das Subfluenzmodell mit N-vergenten Überschiebungen im Bereich der nördlichen variszischen Front, nicht aber die Hunsrückstörung im Süden. Nach GIESE begannen die kompressiven orogenen Bewegungen in einer durch Riftprozesse ausgedünnten Kruste, die sich am Ende der variszischen Orogenese um den Faktor 2–3 verdickt hatte.

Einen breiten Raum nimmt die Analyse von Xenolithen in den tertiären Basalten der Hessischen Senke (MENGEL u. WEDEPOHL) und in den Eifelvulkaniten (VOLL) ein. FUCHS u. WEDEPOHL erläutern die Beziehungen zwischen den geophysikalischen und petrologischen Modellen. NEUGEBAUER u. a. leiten einen Manteldiapir unter dem Rheinischen Massiv aus dessen Hebung, dem jungen Vulkanismus und dem seismotektonischen Verhalten ab.

Der Sammelband belegt eindrucksvoll, daß grundlegende Fortschritte in der regionalgeologischen Forschung auch auf nationaler Basis in kurzer Zeit möglich sind, wenn sie auf Grundlage geowissenschaftlicher Gemeinschaftsarbeit straff koordiniert durchgeführt werden.

M. SCHWAB

„Sojus 22“ erforscht die Erde.  
Herausgegeben von Akademie der  
Wissenschaften der DDR, Forschungsbereich  
Geo- und Kosmoswissenschaften und  
Akademie der Wissenschaften der UdSSR,  
Institut für Kosmische Forschungen.

284 Seiten, 180 Abbildungen, 7 Tabellen.  
Berlin, 1980.

Nach exakter Durchführung seines wissenschaftlich gründlich vorbereiteten Programms landete am 23.9.1976 das sowjetische bemannte Raumschiff Sojus-22. Die voraus berechneten Parameter seiner Flugbahn gestatteten wissenschaftliche Erkundungen des Staatsgebietes der DDR und von mehr als drei Vierteln des Territoriums der UdSSR aus rund 250 km Höhe über der Erdoberfläche. Mit Hilfe von Sojus-22 wurde im Rahmen des Programms Interkosmos der zusammenarbeitenden sozialistischen Länder das Experiment Raduga, die Erkundung natürlicher Verhältnisse und Ressourcen der Erde mittels Multispektralphotographie, erfolgreich durchgeführt. Als Gemeinschaftsarbeit eines Kollektivs von Spezialisten aus der UdSSR und der DDR berichtet das vorliegende Buch über dieses Experiment. Dabei ist den Herausgebern und dem Verlag eine ansprechende Verbindung von handbuchartiger systematischer Behandlung theoretischer und methodischer Grundlagen mit informationsreichen auflockernden Reportagen über den Flug und die Arbeit der Kosmonauten und des am Boden tätigen Kollektivs gelungen. Zusammen mit der gut faßlichen sprachlichen Formulierung, der aufgelockerten typographischen Gestaltung und der guten Illustration erleichtert diese Kombination die Lektüre des inhaltsreichen und anspruchsvollen Buches.

Mit dem ersten Komplex des wissenschaftlichen Teils werden vorrangig das Raumschiff mit seiner Ausrüstung und die Multispektralkamera MKF-6 vorgestellt. Diese Kamera verbindet eine gute spektrale Auflösung mit hoher geometrischer Präzision. Mit den sechs Kanälen der Kamera zwischen 0,480 und 0,840 nm werden bei der gegebenen Flughöhe Bodenauflösungen zwischen 16 m (Kanäle 3 und 4) und 48 m (Kanal 5) erreicht. Informationen über die Kriterien bei der Auswahl der Kanäle und die Einflußbedingungen bei der Aufnahme runden diesen Komplex ab.

In einem weiteren Komplex wird das Programm des Experiments Raduga vorgestellt, dessen Ergebnisse für die geologische Erkundung, für Land- und Forstwirtschaft, Ozeanologie, für die geowissenschaftliche Beurteilung der BAM-Trasse und verschiedene andere Aufgabenbereiche wertvoll sind.

Bereits konzeptionell integriert in das Programm waren gleichzeitige Aufnahmen und Tests durch Flugzeugaufnahmen und direkte Geländeanalysen zur notwendigen Gewinnung von Referenzdaten für die Dechiffrierung und Integration der kosmischen Aufnahmen.

Die handbuchartige Übersicht über Verfahren der Bearbeitung der gewonnenen MKF-6-Photos im dritten Komplex des wissenschaftlichen Teils wird in dieser Form erstmals in der DDR bereitgestellt. Sie behandelt die Transformation der analogen Bilddaten in das geodätische Koordinatennetz und vor allem die wichtigsten digitalen und photographisch-analogen Verfahren der Bearbeitung der spektralen, semantischen Bildinformationen durch Grauwertspreizung, Quotientenbildung, Farbsyntheseherstellung mit dem Farbmischprojektor MSP-4 u. a. Methoden. Solche Verfahren sind im Vorfeld der verschiedenen thematischen Bildauswertungen wichtig.

Ausgewählte thematische Interpretationen stellt schließlich der vierte Komplex vor. Im Vordergrund stehen Aussagen über geotektonische Strukturen und Lithologie, junge geomorphologische Prozesse und Landnutzung am Beispiel der Sojus-22-Aufnahmen Baikargebiet, Wiljuagebiet, Pamir-Alai-Ferganabecken-Gebiet, Ostseeküstenbereich der DDR und der Flugzeugaufnahme Süßer See bei Eisleben. Dabei wird neben der hohen und vielseitigen thematischen Aussagefähigkeit der Multispektralaufnahmen für den fachwissenschaftlichen Interpreten zugleich ihre große Detailfülle und geometrische Auflösung deutlich. Zur kritischen Diskussion fordern einige formale und inhaltliche, insgesamt randliche Details dieses Teiles heraus. So kann die fachwissenschaftliche Deutung der Bildinformationen zu abweichenden Ergebnissen und begrifflichen Formulierungen gegenüber den auf den Abbildungen 8.28, 8.29, 8.37 angebotenen gelangen. Die MKF-6-Bilder zeigen wohl nicht Kryoturbationen (Abb. 8.28), sondern durch Vegetation, Nutzungsstrukturen u. a. erfaßte Merkmale indizierte Bildmuster, die durch ein areales Gefügemuster die Boden- und Sedimentverteilung anzeigen. Die Interpretation der Abbildung 8.37 ist hinsichtlich Form und Grenzverlauf wie auch bezüglich der ausgeschiedenen Klassen bzw. Begriffsinhalte problematisch. Wünschenswert wäre u. a. eine Gegenüberstellung der Aussagefähigkeit von Satelliten- und Flugzeugaufnahme am Beispiel der Bildszene Süßer See.

Inhaltsfülle und Ausstattung des Werkes empfehlen es uneingeschränkt zur Nutzung durch Geowissenschaftler und andere Fachleute, die an der Erfassung territorial bezogener Daten interessiert sind und Studierende relevanter Fachrichtungen.

H. KUGLER

Veröffentlichungen des Museums  
der Westlausitz zu Kamenz.  
Herausgegeben vom Museum der Westlausitz  
zu Kamenz.  
Heft 1...5 (1977...1981), Hrsg.: H. KUBASCH

Das naturhistorisch-landschaftskundliche Museum der Westlausitz zu Kamenz bemüht sich in einer seit 1977 jährlich mit einem Heft erscheinenden Veröffentlichungsreihe hauptsächlich neueste regional- und lokalwissenschaftliche Erkenntnisse aus der westlichen Oberlausitz zu veröffentlichen. Es ist äußerst erfreulich, daß sich unter den bisher erschienenen 42 naturwissenschaftlichen Beiträgen allein 15 mit einer geowissenschaftlichen Thematik befinden.

Im Vordergrund der geowissenschaftlichen Themen stehen Beiträge über das Lausitzer Grundgebirge, wie „Zum geologischen Bau des Grundgebirges der Lausitzer Antiklinalzone“ (A. PESCHEL) oder ein „Beitrag zur präkambrischen und pleistozänen Tektonik im Gebiet von Kamenz“ (H. BRAUSE, G. SCHUBERT und R. HORTENBACH) oder über die „Mineralisation in riphäischer Grauwacke des Butterberges bei Bernbruch, Kreis Kamenz“ (W. KUBE).

Allein sieben Beiträge beschäftigen sich mit pleistozän-geologischen Fragestellungen in pleistozänen Schotterkomplexen (G. SCHUBERT, W. KUBE, C. SCHLEGEL, R. ROST, H. NICHT, H. WAGNER). Je zwei behandeln paläobotanische Funde aus pflanzenführenden Terrassenschottern (H. KUBASCH, W. KUBE) sowie hydrogeographische Themen: „Gewässerkundliche Studien im Kreis Kamenz“ (R. DROGLA) und „Das Abflußverhalten der Pulsnitz bei Königsbrück“ (C. SCHLEGEL). Eine Zusammenstellung der geschützten geologischen Naturdenkmäler (H. KUBASCH) vervollständigt die recht umfassende geologische Übersicht, die man in den ersten fünf Hefen der Veröffentlichungen des Kamener Museums über die regionale Geologie der Westlausitz erhält.

Erwähnenswert für alle Hefte die solide Ausstattung mit Photos, geologischen Schnitten und Kartenunterlagen.

Die Kamener Veröffentlichungsreihe sollte in keiner Museumsbibliothek fehlen. Auch der naturwissenschaftliche Fachexperte wird hier mit interessanten Untersuchungsergebnissen bekanntgemacht. Besonders aber die Lehrer des Kreises Kamenz finden in dieser Zeitschrift zusätzliches wertvolles Grundlagenmaterial für die Gestaltung des Geographie- und Biologieunterrichtes.

G. KRUMBIEGEL

RICHTER, A. E.  
Ammoniten – Überlieferung, Formen,  
Entwicklung, Lebensweise, Systematik,  
Bestimmung.  
Kosmos Fossil-Monographie.

136 Seiten, 179 Abbildungen.  
Kosmos, Franck'sche Verlagshandlung:  
Stuttgart, 1982.

Ammoniten gehören wohl zu den beliebtesten Sammelobjekten des Fossilienfreundes, denn häufig sind sie hervorragend überliefert und haben ein bestechend schönes Aussehen. Hinzu kommt für den Laien eine gewisse Rätselhaftigkeit, wenn man beispielsweise nur daran denkt, daß bis heute die Ursache des relativ plötzlichen Aussterbens dieser Tiere am Ende der Oberkreide nicht endgültig geklärt ist, sie in der rezenten Tierwelt also keine Entsprechung haben.

Der als Fachautor bekannte A. E. RICHTER widmet diesen Fossilien die vorliegende Publikation, welche für Laiensammler konzipiert ist. Am Anfang des Buches werden nach dem Vorwort „Ammoniten im Volksglauben“ und „Frühe Deutungen“ dieser Unterklasse der Cephalopoden abgehandelt, wobei es im Vorwort den Leser befremdet, daß vom Autor u. a. auf „die zahlreichen Juravorkommen Rußlands“ für das private Sammeln hingewiesen wird. Bereits seit langem ist der geographische Begriff „Sowjetunion“ eingeführt und in der wissenschaftlichen Literatur geläufig. Ferner darf bezweifelt werden, daß von diesem Territorium ohne besondere staatliche Genehmigung Fossilien von Ausländern gesammelt und ausgeführt werden dürfen! Ebenso wird ignoriert, daß Litauen eine sozialistische Sowjetrepublik ist.

Ein besonders ausführlicher Abschnitt ist naturgemäß dem Gehäuse der Ammoniten gewidmet. So sind z. B. Mündung, Skulptur, Septen und Lobenlinien eingehend beschrieben, und selbst auf verheilte Gehäuseschäden wird eingegangen. Viele instruktive Zeichnungen und Photos tragen wesentlich zum Verständnis dieser für den Laien zunächst recht komplizierten Materie bei. Es sollte jedoch hier und an anderen Stellen auf die richtige Aufstellung der Ammoniten (Mündung nach unten) geachtet werden.

In weiteren Abschnitten werden „Erhaltung und Überlieferung“, „Anaptychen und Aptychen“, der „Siphonalapparat“ abgehandelt. Warum unter der Überschrift „Anatomie“ nur Weichteile der Ammoniten beschrieben werden, ist unerklärlich. Es kann den Laien verwirren! Es folgen Ausführungen zur „Ontogenese“, wobei zunächst das Augenmerk auf

den rezenten Nautilus gelenkt und dieser auch immer wieder einbezogen wird.

Das Kapitel „Lebensraum und -weise“ geht zunächst auf die historischen Anschauungen von QUENSTEDT und ZIMMERMANN ein, bevor die neueren Forschungsergebnisse von ZIEGLER dargelegt werden. Ein weiteres Kapitel ist dem „Geschlechtsdimorphismus“ gewidmet. Dann folgen Ausführungen über die „Klasse Cephalopoda“ und anschließend die „Systematik“ der Ammonoidea. Im Kapitel „Stammesgeschichte (Phylogenie)“ wird zuerst kurz auf das DOLLOSsche Gesetz und auf das HAECKELsche biologische Grundgesetz sowie die Proterogenese nach SCHINDEWOLF eingegangen, bevor die Abstammung der Ammoniten besprochen wird. Es folgt dann ein Abschnitt, der einige Hypothesen über das „Aussterben“ der Ammoniten darlegt. „Ammoniten als Leitfossilien“ und die „Bestimmung“ mit Hinweisen auf geeignete Literatur beschließen das Buch, dem ein Literaturverzeichnis (vollständige Zitierweise beachten!) und ein Register angefügt ist.

Der Titel besticht durch hervorragende Ausstattung und brillante Farbaufnahmen. Exakte Zeichnungen erhöhen den Informationswert wesentlich. Es wäre zu wünschen, daß bei allen Bildlegenden der Autorenname des Fossils angegeben würde (u. a. Bilder 40, 78, 92). Warum der Autor auf bereits 1981 im „Handbuch des Fossiliensammlers“ von ihm veröffentlichte historische Darstellungen (Bild 1 und 10) zurückgreift, ist nicht einzusehen, zumal genügend andere für die Thematik geeignete Vorlagen existieren.

G. KRUMBIEGEL

SMITH, A. G., A. M. HURLEY und  
J. C. BRIDEN

Paläokontinentale Weltkarten des  
Phanerozoikums.

102 Seiten, 88 Abbildungen.

Ferdinand Enke Verlag: Stuttgart, 1982.

Mit der Übersetzung der „Phanerozoic paleocontinental world maps“ hat der Verlag ein Kartenwerk leichter zugänglich gemacht, das als Grundlage für weiterführende paläogeologische Untersuchungen dienen kann. Für 22 phanerozoische Zeitabschnitte werden in vier Serien 88 computergezeichnete Umrisskarten abgebildet, in denen die ehemalige relative Position der Kontinente dargestellt wird. Die Leser werden aufgefordert, ihre paläotektonischen, paläo-

biologischen oder paläoklimatologischen Untersuchungsdaten und Interpretationen in diese Karten einzutragen. Diese Aufforderung relativiert die Gefahr, die Karten als die wahre Rekonstruktion der paläogeographischen Verteilung der Kontinente zu betrachten, worauf die Autoren bei der Diskussion der Fehlerquellen ausdrücklich hinweisen. Für jede paläogeologische Rekonstruktion ist es vorteilhaft, daß neben den Umrissen für die Kontinente auch die Kontinentalschelfe bis zur heutigen 1000 m Tiefenlinie berücksichtigt wurden. Die Projektionen – zylindrisch-äquidistante und LAMBERTSche flächentreue Projektion – wurden gewählt, da sie erlauben, schnell längen- und breitenorientierte Eintragungen vorzunehmen. Das gegenwärtige Breiten-Längen-Netz ist innerhalb der Kontinente in 10°-Intervallen dargestellt. Hinzu kommt ein auf die Karten bezogenes Breiten-Längen-Netz in 30°-Intervallen.

In den Erläuterungen werden die Herstellung der Karten, ihre Zuverlässigkeit und die Fehlerquellen dargestellt. Letztere liegen u. a. in der willkürlich gewählten Position der Kontinente, in der Streuung der paläomagnetisch bestimmten Pollagen und in den willkürlich gewählten Längenabständen der Kontinente. Für alle Rekonstruktionen gilt ein konstanter Erdradius. Es wäre interessant, Rekonstruktionen mit den gleichen Methoden kennenzulernen, denen die Annahme einer expandierenden Erde zugrunde liegt.

M. SCHWAB

BÄHR, J.

Bevölkerungsgeographie.

Verteilung und Dynamik der Bevölkerung in  
globaler, nationaler und regionaler Sicht.

Uni-Taschenbücher 1249.

427 Seiten, 73 Abbildungen, 32 Tabellen.

Verlag Eugen Ulmer: Stuttgart, 1983.

Vorliegendes Lehrbuch bietet einen modernen Abriss der Bevölkerungsgeographie. Es enthält Darstellungen über die Bevölkerungsverteilung und -struktur sowie räumliche Aspekte der natürlichen Bevölkerungsbewegung und der Bevölkerungsumverteilung durch Wanderungen. Jedem Teilkapitel ist ein methodischer Abschnitt vorangestellt. Zwar gestattet die Buchkonzeption keine detaillierten Ausführungen zu dem methodischen Instrumentarium, aber es werden erprobte mathematische Methoden in ihrer Anwendbarkeit für bevölkerungsgeographische Analysen knapp und präzise dargestellt.

Die gewählten Beispiele für bevölkerungsgeographische Untersuchungen beziehen sich auf Territorien unterschiedlicher Größenordnungen. Dies kommt auch im Untertitel des Buches zum Ausdruck. Dabei bauen die Beispieldarstellungen auf einer Fülle aussagefähigen Datenmaterials auf.

BÄHR gibt eine differenzierte Erörterung von Einflußfaktoren auf die Bevölkerungsverteilung und -struktur. Die Auswirkungen unterschiedlicher bevölkerungspolitischer Orientierungen werden allerdings nicht tiefgründig und bewertend betrachtet. Die Einordnung des Abschnitts der Bevölkerungsvorausschätzung in das Kapitel „räumliche Aspekte der natürlichen Bevölkerungsbewegung“ scheint unter dem Gesichtspunkt, daß regionale Bevölkerungsbewegungen entscheidend von der Bevölkerungsumverteilung bestimmt werden, überprüfenswert. Die Konzeption des Buches und seine inhaltliche Darstellungsweise gibt dem Leser wertvolle Informationen sowohl zur allgemeinen als auch zur regionalen Bevölkerungsgeographie. Es kann als eine Bereicherung des Lehrbuchbestandes zur Bevölkerungsgeographie eingeschätzt werden.

J. LEYKAUF

BENDER, F. (Hrsg.)

Angewandte Geowissenschaften in 4 Bänden.  
Band I: Geologische Geländeaufnahmen,  
Strukturgeologie, Gefügekunde, Bodenkunde,  
Mineralogie, Petrographie, Geochemie,  
Paläontologie, Meeresgeologie,  
Fernerkundung, Wirtschaftsgeologie.

628 Seiten, 241 Abbildungen, 7 Farbtafeln.  
Ferdinand Enke Verlag: Stuttgart, 1981.

Fortgesetzt wird die Reihe der Handbücher, die 1896 mit dem von K. KEILHACK begründeten und in vier Auflagen erschienenen „Lehrbuch der praktischen Geologie“ begonnen wurde. Die Anforderungen, denen sich 100 Jahre später die geologischen Wissenschaften durch die veränderten gesellschaftlichen und volkswirtschaftlichen Bedürfnisse stellen müssen, schlagen sich in der Anlage der 4 Bände des neuen Handbuches nieder: Geologische Arbeitsmethoden (Band I), Methoden der Geophysik (Band II), Methoden der Erdöl-, Hydro-, Ingenieur- und Umweltgeologie (Band III), Untersuchungsmethoden für die mineralischen Rohstoffe (Band IV).

Der vorliegende Band wurde von 47 Autoren verfaßt, die zumeist Mitarbeiter staatlicher geologischer

Dienststellen der BRD sind. Dieser Mitarbeiterkreis sichert die Praxisnähe der Stoffauswahl für die Belange der Geowissenschaften in der BRD. Das im Untertitel aufgeführte breite Methodenspektrum gestattet keine differenzierte Besprechung. Allgemein aber läßt sich feststellen, daß der Band durch seine übersichtliche Aufmachung und Darstellung, die methodisch hervorragend ausgearbeiteten Tabellen und instruktiven Abbildungen besticht. Obwohl den Ausführungen die Dienstvorschriften der geologischen Ämter der BRD zugrunde liegen, wird vermieden, diese Vorschriften wiederzugeben. Stets werden die geologischen Gegenstände und die Methoden ihrer Untersuchung in den Mittelpunkt gestellt. Die Beschränkung auf das Wesentliche kann die speziellen Lehrbücher nicht ersetzen. Umfangreiche Schriftenverzeichnisse gestatten leicht ein vertiefendes Studium. Ein Sachregister erleichtert das Aufsuchen der Sachgegenstände.

Im Text und in den Schriftenverzeichnissen wird sehr häufig Bezug auf die in der DDR entwickelten geologischen Arbeitsmethoden genommen. Der erhebliche Preis wird jedoch eine weitere Verbreitung des Buches in der DDR ausschließen.

M. SCHWAB

MANNSFELD, K.

Landschaftsanalyse und Ableitung von  
Naturraumpotentialen.  
Abhandlungen der Sächsischen Akademie der  
Wissenschaften zu Leipzig;  
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse,  
Band 55, Heft 3.

109 Seiten, 6 Abbildungen, 22 Tabellen,  
9 Kartenbeilagen.  
Akademie-Verlag: Berlin, 1983.

Die vorgelegte Publikation beschäftigt sich mit theoretischen Fragen der angewandten Landschaftsökologie und führt am Beispiel der Bewertung von Naturraumpotentialen in einem 300 km<sup>2</sup> großen Testgebiet im Bereich von Westlausitzer Platte und Hügelland Möglichkeiten und Probleme von Landschaftsbewertungen vor.

Mit Hilfe des Naturraumpotential-Konzeptes versucht MANNSFELD, das Transformationsproblem als Nahtstelle zwischen Gesellschaft und Natur zu lösen. Das angewandte Landschaftsbewertungsverfahren basiert auf einer Erkundung des Naturraumes in der tropischen Dimension. Es schließt sich eine Aggregation der tropischen Grundeinheiten zu chori-

schen Naturräumen an. Der Autor stellt die Nanochoren als bevorzugte Raumeinheiten für praktische Auswertungen heraus. Die Verkettung von Nanochoren und ihre Anordnung zu Mikrochoren wird geprüft und typisiert.

Neben die Naturraumerkundung tritt die Erfassung der Flächennutzungsstruktur, um die wirtschaftliche Ausnutzung des Naturdargebots zu kennzeichnen.

Die zur Lösung des Transformationsproblems notwendige Verknüpfung zwischen der Ausstattung des Naturraumes und seiner gesellschaftlichen Nutzung wird durch die Potentiale hergestellt. Die Potentiale werden als auf gesellschaftliche Anforderungen bezogene Interpretationen des Naturdargebots betrachtet. Als Potential wird das Leistungsvermögen des Naturraumes zur Sicherung gesellschaftlicher Bedürfnisse und Anforderungen bezeichnet. Sechs partielle Naturraumpotentiale werden ausgewiesen, von denen vier behandelt werden (Wasser-, Entsorgungs-, biotisches Ertrags- und Bebauungspotential).

Zwangsläufig kann das angewandte additiv arbeitende Bewertungsverfahren nicht die diffizilen Sachverhalte eines heterogenen Naturraumes berücksichtigen. Hier hätte eine Validitätsprüfung offenlegen müssen, wo die Leistungsgrenzen des Bewertungsverfahrens liegen.

In der Ergebnisdiskussion weist MANNSFELD darauf hin, daß der in gewisser Weise statische Charakter bei der Potentialkartierung durch Ansätze einer funktionalen Betrachtungsweise ergänzt werden muß, und er legt derartige Ansätze dar.













Insgesamt liegt mit dieser Arbeit ein wichtiger Versuch vor, das Potentialkonzept auszuführen und an einem Gebietsbeispiel zu belegen.

B. REUTER

**Berichtigung**

Zum Aufsatz MEISSNER, I.: Zur Geologie der Naderkauer Rinne nördlich von Gräfenhainichen (Bezirk Halle). – In: Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften, 8 (1983), S. 43 ... 58.  
Die Legende zur Abbildung 2 (S. 48 ... 49) muß wie folgt aussehen:

**Seite 48**

 Kies	 Bänderschluff bis -ton	 Geschiebemergel, stark sandig
 kiesig	 Schluff bis Ton	 Sapropel
 Fein- bis Grobsand	 Geschiebemergel bzw. -lehm, elsterglazial	 Ocker
 Feinsand	 Geschiebemergel bzw. -lehm, saaleglazial	 Sandmudde

**Seite 49**

 Kalkmudde	 Eiskeil	I...VI Stoßabschnitte
 Blockpackung	 Wulstschichtung	H Hochschnitt
 Steinsohle		T Tiefschnitt
 Braunkohle		Pd Pollendiagramm