

Zusammenfassung

Paläotektonische Strukturen in Mitteleuropa im Übergangsbereich von Kontinent zu Ozean

Bei fortschreitender Erkenntnis der Zusammenhänge im Aufbau und in der Entwicklung der Erdkruste zeigt es sich, daß viele neue Daten in der fixistischen Theorie nicht unterzubringen sind. Dagegen erweisen sich mobilistische Vorstellungen elastischer und entwicklungs-fähiger, u. a. für die Entwicklung der Gebirge. Als bedeutendste Ereignisse der varistischen Ära werden von den Mobilisten das Schließen eines Mitteleuropäischen Ozeans und eine daraus resultierende Kollision gesehen, durch die Mitteleuropa zu einer zusammenhängenden Kontinentalmasse wurde. Für die Erforschung und Klärung regionaler Probleme ist es notwendig, verbunden mit einer Revision der Vorstellungen über die Geosynklinale, eine Annäherung fixistischer und mobilistischer Gedanken zu versuchen und mit einer Parallelisierung der Vorstellungen zu beginnen, die sich mit der Bildung von Orogenen befassen. Von tiefengeophysikalischer Seite wird auf das Problem der sauren und basischen Gebirgswurzeln eingegangen und die Unmöglichkeit gezeigt, die alten Anschauungen eines einheitlichen Gebirgsschemas beizubehalten. Mit Hilfe komplexer Interpretation erscheint es möglich, den unterschiedlichen Tiefenbau aus den relativen Bewegungsformen von Lithosphäreschollen abzuleiten. Die Wirkungsform unterschiedlich alter tektonischer Aktivitäten in einem Untersuchungsgebiet läßt sich wahrscheinlich aus der Situation mehrerer Kruste-Mantel-Grenzen (Paläolagen der Mohorovičić-Diskontinuitäten) rekonstruieren. Es ist ratsam, regionale Resultate geophysikalisch-geologischer Erkundungszentren zu vergleichen.

Summary

Paleotectonic structures in Central Europe in the transition zone from continent to ocean

Increasing knowledge of the interrelations evident in the structure and the development of the terrestrial crust leads to the conclusion that many new data are at variance with fixistic theory. In contrast, mobilistic conceptions are proving more flexible and developable, e. g. with regard to orogenesis. — Mobilists see the shutting-in of a Central European ocean and a resulting collision, which turned Central Europe into an integral continental mass, as the significant events of the Variscan era. For the purpose of investigating and settling regional prob-

¹ Herrn Prof. (em.) Dr. RUDOLF HOHL zum 70. Geburtstag gewidmet.

Paläotektonische Strukturen in Mitteleuropa im Übergangsbereich von Kontinent zu Ozean¹

Mit 5 Abbildungen im Text

Autoren:

Prof. Dr. sc. GERD OLSZAK
Dozent Dr. sc. HELMUT THIERBACH
Karl-Marx-Universität Leipzig,
Sektion Physik, Fachbereich Geophysik
701 Leipzig
Talstraße 35

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd 2

Seite 1...8

VEB H. Haack Gotha/Leipzig 1977

lems it is necessary to attempt an approximation of fixistic and mobilistic trains of thought and begin with a parallelization of conceptions that concern the formation of orogenes, at the same time revising the ideas concerning the geosyncline. The problem of the acidic and basic orogenic roots is dealt with in terms of subsurface geophysical considerations, and the impossibility of retaining the conventional view of a coherent orogenic pattern is pointed out. — With the aid of complex interpretation it seems possible to deduce the varying subsurface structure from the relative movements of lithosphere massifs. The effects of tectonic activities at varying times within one investigated region can probably be reconstructed from the situation of several crust-mantle boundaries (paleostrata of the Mohorovičić discontinuities). It is advisable to compare regional findings by geophysical-geologic exploration centres.

Резюме

Палеотектонические структуры в центральной Европе в переходной зоне от материка к океану

При прогрессирующем познании взаимосвязей в строении и развитии земной коры выявляется, что многие новые информации не подчиняются фиксистской теории. По сравнению с ней мобилистские представления кажутся более гибкими и перспективными, напр. и для развития гор. Самыми значительными событиями варисцианской эры мобилисты считают образование центрально-европейского океана и вытекающая из этого коллизия, благодаря которой центральная Европа стала связанной материковой массой. Для исследовательских работ и для выяснения региональных проблем наряду с пересмотром представлений о геосинклинали необходима попытка сближения фиксистских и мобилистских мыслей, начиная с параллелизации представлений, занимающихся образованием орогенов. С точки зрения геофизики глубин указывается на проблему кислотных и щелочных корней гор и на невозможность старых представлений об единой горной схеме. С помощью комплексной интерпретации из относительных форм движения массивов литосферы представляется возможным, выявить различия в глубинном строении. Форма действия тектонической активности различного возраста в районе исследований вероятно удастся восстанавливать из ситуации нескольких границ между корой и мантией (палеонтологическое положение разрыва Мохоровичица). Целесообразным является сравнение региональных результатов центров геофизико-геологических изысканий.

Durch die Kartierungen geologischer Landesanstalten gegen Ende des 19. und um die Wende zum 20. Jh. wurden regionale Kenntnisse gewonnen, die sich auf eine sichere stratigraphische Basis gründeten. Der erste Vergleich regionaler Einheiten brachte eine tektonische Hypothese für mittelgroße Räume. Durch Forschungsarbeiten, die über mehrere Jahrzehnte liefen, wurde in subtiler Kleinarbeit die erste tektonische Synthese ausgebaut und im Laufe der Zeit auf Gesamt-europa ausgedehnt. In Anbetracht der geringen Tiefenreichweite der Untersuchungen (Übertageaufschlüsse, Bohrungen, Bergbauprofile) waren die Pionierarbeiten regionaler Tektonik auf eine Abfolge von Geosynklinale, Orogen, Heraushebung des Gebirges und Abtragung bis zur Einebnung orientiert unter Verwertung der Vorstellungen, die auf nordamerikanischer Seite über Geosynklinale gewonnen worden waren. Der Vergleich des varistischen Gebirges mit jüngeren Kettengebirgen vom Typ der Alpen führte zu der Ansicht, daß alle Gebirge nach einem gleichen Schema gebaut sein müssen und unabhängig von ihrem Alter einem geotektonischen Zyklus (STILLE) unterworfen sind, wobei auf eine Untergliederung der tektonogenen Entwicklung durch weltweit wirksame, synchrone Phasen entscheidender Wert gelegt wurde. Es trifft aber nicht zu, daß orogene Phasen in aller Welt zu gleicher Zeit wirksam waren, auch nicht, daß die Gebirge nach einem Schema gebaut worden sind; d. h. die von fixistischer Seite postulierte Abfolge ist nicht allgemein gültig und die Geosynklinale nicht das dominierende Element bei der Einschätzung des gesamttektonischen Geschehens. Das bedeutet, daß im Interesse weiterer konzentrierter geotektonischer Forschungen eine Revision des gesamten Geosynklijalprozesses dringend erforderlich ist (HOHL 1974).

Die bisherige fixistische Deutung der varistischen Gebirgsentwicklung ist durch eine Vielzahl neuer Daten, die in der bisherigen Theorie nicht unterzubringen sind, unsicher geworden. Das zwingt die Interpreten zu vorsichtigen Aussagen (SCHROEDER 1968). Der Vergleich mit anderen Orogenesen ist auf Grund des unterschiedlichen Milieus, in dem der Gebirgsbildungsprozeß ablief, sehr schwierig, besonders die Vorstellung, daß alle Orogene den gleichen Bauplan besitzen könnten.

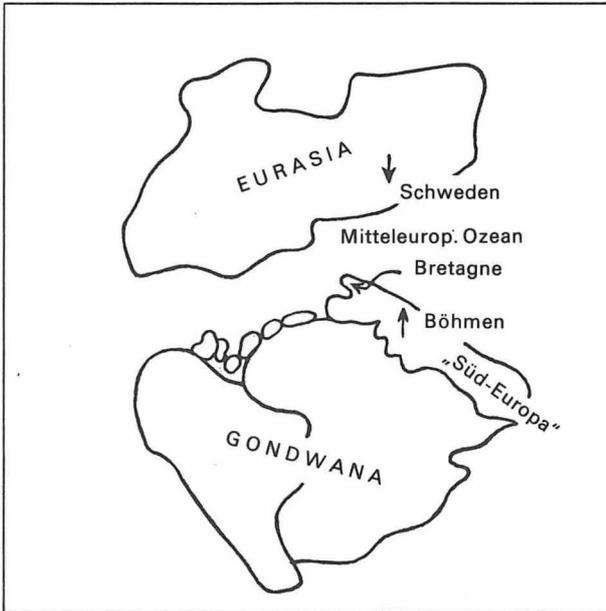


Abbildung 1
Globale tektonische Situation im Mitteldevon nach
C. F. BURRETT (1972)

Wenn auch von einigen namhaften Tektonikern z. T. berechtigte Kritiken an mobilistischen Vorstellungen vorgebracht werden, haben diese jüngeren Theorien doch den großen Vorzug, daß sie elastischer und entwicklungsfähiger sind. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die mobilistischen Methoden grundsätzlich den Strukturbaue und die Prozesse größerer Erdtiefen in der Interpretation erfassen.

Es ist verwunderlich, daß die ersten mobilistisch argumentierenden Interpreten Mitteleuropas von außerhalb kamen und den Bereich dieses Forschungsraumes kaum aus eigener Anschauung kannten. Auf der anderen Seite ist anzuerkennen, daß hier keine Spekulanten am Werke waren, sondern versierte Geologen, von denen eine Tektonik nur auf sicherer paläontologisch belegter stratigraphischer Basis abgehandelt werden konnte. So ist z. B. die Einbeziehung der Kenntnisse frühpaläozoischer Faunenprovinzen (Trilobiten in Schelfzonen) in die Überlegungen zur Deutung prävaristischer tektonischer Situationen sehr positiv zu bewerten. Da wird z. B. verständlich, daß die Faunenbereiche Schwedens und Nordamerikas auf der einen, der Bretagne, Mt. Noire und Böhmens auf der anderen Seite Charakteristika der Uferzonen damals weit auseinander liegender Kontinente waren und Konstruktionen einer in keinem Punkt belegbaren Pompeckj'schen

Schwelle im nördlichen Mitteleuropa als Faunenscheider völlig überflüssig sind.

Diese Situation ist auf Abbildung 1 festgehalten. In der Konzeption von BURRETT (1972) bildet das nördliche Europa im mittleren Devon zusammen mit Nordamerika den Großkontinent Eurasia, ein Produkt der kaledonischen Kollision. Auf der Gegenseite des mitteleuropäischen Ozeans ist an die eng verschmolzenen Gondwanakontinente Südamerika und Afrika ein „Südeuropa“ angegliedert, zu dem alle Gebiete Europas gehören, die im Sinne von BRAUSE (1970) südlich bzw. westlich der „Mitteldeutschen Scheitelzone“, d. h. dem Grenzbereich von Rhenohertzynikum zu Saxothuringikum KOSSMATS gelegen sind. In diesem Bereich liegt nach BURRETT die Narbe der varistischen Kollision, die als Produkt der asturischen Epoche angesehen wird (Abbildung 2).

Natürlich ist es bei unserem heutigen Kenntnisstand noch schwer, über den Schließungsprozeß des mitteleuropäischen Ozeans endgültige Aussagen zu machen. Eine Klärung wird vielleicht erleichtert, wenn man versucht, die beiden vielfach diametral entgegengesetzt scheinenden Interpretationsmethoden einander näher zu bringen und mit der Parallelisierung des geotektonischen und des WILSON-Zyklus beginnt.

Abbildung 3 zeigt neben dem Ablauf des WILSON-Zyklus Daten der Geosynklinale – Orogen – Tafel – Entwicklung. Über die Gleich-

Abbildung 2
Tektonische Leitlinien und Struktureinheiten
Mitteleuropas nach H. BRAUSE u.a. (1970)



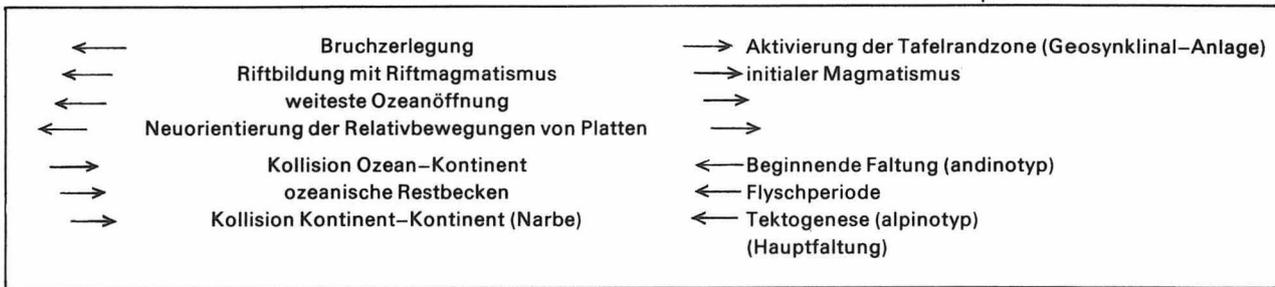


Abbildung 3
Versuch einer Annäherung des WILSON-Zyklus und des klassischen geotektonischen Zyklus

setzung von Kontinent-Kontinent-Kollision und alpinotyper Hauptfaltung besteht vielfach Übereinstimmung. Inwieweit ein Vergleich von Ozean-Kontinent-Kollision und „beginnender Faltung“ denkbar ist, kann noch nicht entschieden werden. Doch gibt es auf Grund petrophysikalischer Untersuchungen mehrfach Hinweise, daß die basischen Magmen des initialen Vulkanismus und des Riftmagmatismus sich öffnender Ozeane weitgehende Übereinstimmung zeigen. Nach dieser Parallelsierung ist es vertretbar, eine Verbindung zwischen der Bruchzerlegung im WILSON-Schema und der Anlage der Geosynklinalen herzustellen.

Bei der Analyse von Vorgängen, die zur Gestaltung eines Orogens führen, ist bisher einer Erscheinung nur ungenügend gedacht worden, daß nämlich viele tektonische Prozesse unvollkommen bzw. in ihrer Entwicklung aufgehalten worden sind. Das trifft für Aulakogene und Sphenochasmen genauso wie für Dreispaltenstrukturen zu (OLSZAK; THIERBACH, im Druck). Es ist verständlich, daß solche „steckengebliebene“ Einheiten bei erneuter tektonischer Beanspruchung eine auffällige, eigenständige Entwicklung nehmen.

Es kann z. B. eine Großgrabenstruktur nur soweit gedehnt sein, daß in ihrem Untergrund die Granitschicht noch zusammenhängend vorhanden ist (Abbildung 4, 1 a). Wenn im Sinne der Aktivierungstheorie dann durch eine einengende Gegenbewegung eine Krustenstauchung bzw. durch Heraushebung ein Gebirge entsteht (Abbildung 4, 1 b), sind an dessen Aufbau fast ausschließlich Einheiten der Granitschicht beteiligt.

Im Gegensatz dazu resultieren aus einer Grabenstruktur, in deren axialer Zone direkt oder unter mäßig mächtiger Sedimentfolge ein Mantelmaterial zutage tritt (Abbildung 4, 2 a), vollkommen andere Gebirge. In Übereinstimmung mit

der Abfolge im WILSON-Zyklus lassen sich zwei Typen der Tektogenese ableiten, die beide durch die Beteiligung von Mantelmaterial und bedeutende Überschiebungsprozesse gekennzeichnet sind (Abbildung 4, 2 b und 2 c). Im Falle einer Ozean-Kontinent-Kollision ist eine aktive Subduktionszone vorhanden, an der sich die kontinentale Scholle über die ozeanische vorschiebt; hohe Seismizität und intensiver Magmatismus charakterisieren diesen Prozeß „andinotyper“ Tektogenese. Das Orogen entsteht an der Stirn der vorrückenden kontinentalen Scholle (Abbildung 4, 2 b).

Durch das Zusammentreffen zweier Kontinentalschollen – nach völliger Ausschaltung zwischengelegener Räume mit ozeanischer Kruste – entsteht in mehreren Etappen das Gebirge vom Kontinent-Typ (Abbildung 4, 2). Ihm fehlt die aktive Subduktionszone; Material der ozeanischen Kruste (Ophiolithe) erscheint vielfach in den durch Überschiebungsbau und Vergenzen (komplizierten Kollisionsbau eingeklemmt bzw. linsenförmig ausgequetscht).

Während sich eine Ozean-Kontinent-Situation über beträchtliche Zeiten hin zu einer Kontinent-Kontinent-Kollision fortentwickeln kann und sich damit als ein sehr bedeutendes Stadium im WILSON-Zyklus erweist, entscheidet es sich am Ende dieses großtektonischen Zyklus im Narbenstadium, ob in dem betroffenen Gebiet die Bewegung der Schollen zur Ruhe kommt oder ob durch erneutes Aufreißen der Kruste (reopening) ein weiterer WILSON-Zyklus eingeleitet wird. In Mitteleuropa traf am Ende der varistischen Ära das erstere zu.

Die morphologisch und im oberflächennahen geologisch-tektonischen Bereich erkennbaren strukturellen Formen des Gebirges finden ihre

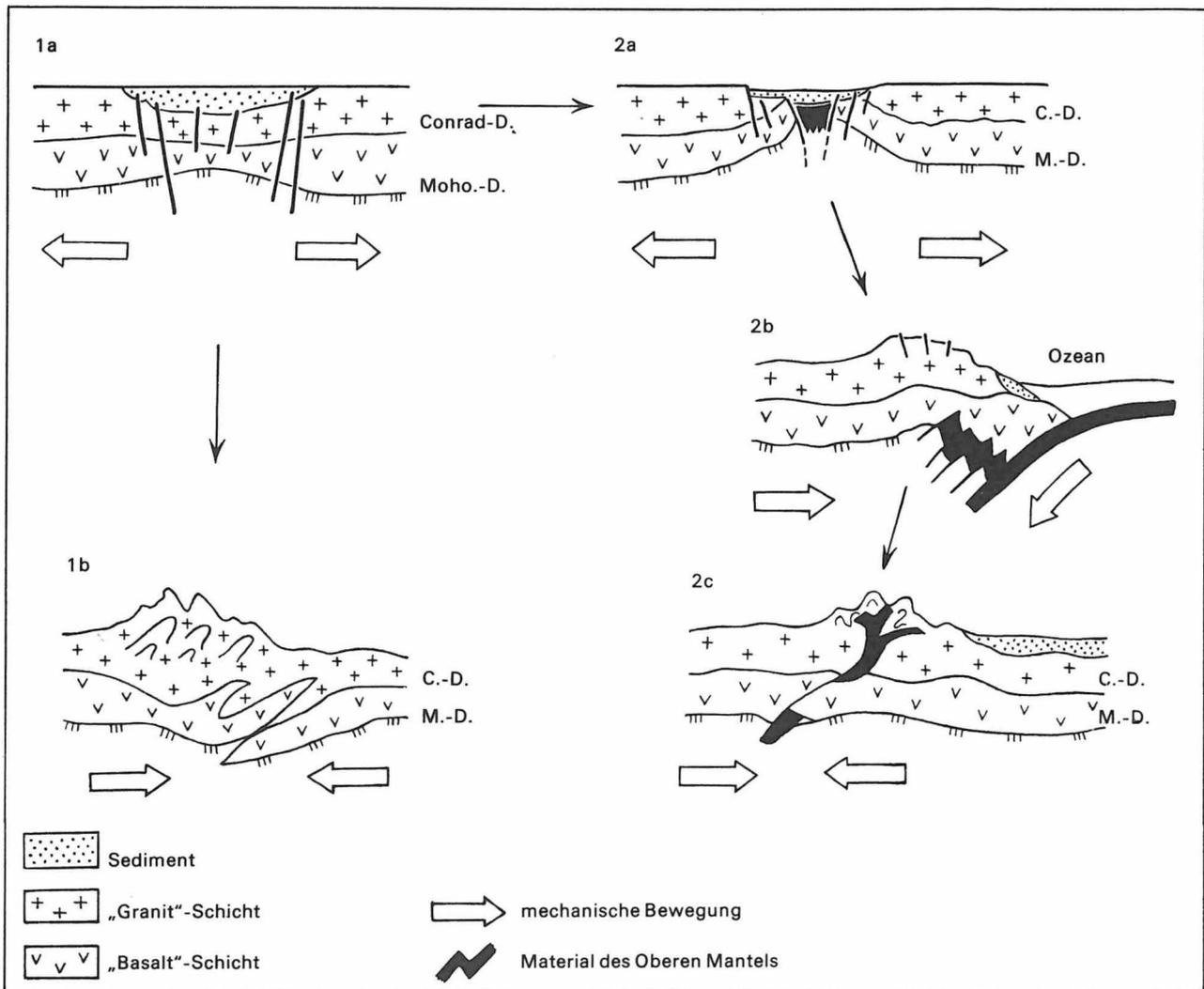


Abbildung 4
 Verschiedene Typen von Kollisionsgebirgen, die auf eine unvollkommene Öffnung der Lithosphäre (1a) bzw. auf einen Riftzustand (völlige Öffnung) der Lithosphäre (2a) zurückgehen; in der Reversion des letzteren Falles kommt es zunächst zur Kollision Kontinent-Ozean (2b); später zur Kollision Kontinent-Kontinent (2c)

Widerspiegelung im tiefegeophysikalischen, speziell seismischen und gravimetrischen Bild. Da dieser gesetzmäßige Zusammenhang nicht nur jüngere Bildungen, z. B. der alpidischen Ära, betrifft, bieten sich daraus vielfältige Aussagequellen für die „Rekonstruktion“ älterer, im Oberflächenrelief nicht mehr erfaßbarer Gebirgszüge an. Mit der sicheren und detaillierteren Lösung dieser Aufgabe verbinden sich unmittelbar die Aussagen zur Metallogenie dieser Strukturen, die insbesondere bei der Bedeckung durch mächtige sedimentäre Ablagerungen von entscheidender Bedeutung sind.

Über mehrere Jahrzehnte herrschte die Auffassung, die bereits vor der Nutzung seismischer Informationen gebildet wurde, daß jedes Gebirge

eine saure und leichte Wurzel besitzt. Diese Erkenntnis wurde speziell durch Schweremessungen genährt, die über mehreren Gebirgszügen markante Schwereminima konstatierten. Die nach dem zweiten Weltkrieg intensiv einsetzenden tiefeiseismischen Untersuchungen bestätigten diese Situation speziell am Beispiel der Alpen. Eine stark erhöhte krustale Mächtigkeit von 55...65 km, die besonders durch den Anteil saurer Gesteine gebildet wurde, fand ihren Ausdruck in einem ausgedehnten gravimetrischen Minimum von über hundert Milligal.

Weniger intensive tiefeiseismische Messungen in varistisch beanspruchten Gebieten zeigten ebenfalls krustale „Wurzeln“, allerdings von geringerer Tiefenreichweite. Die stetige Datenansammlung

fürte zum Aufbau statistischer korrelativer Bindungen zwischen dem Relief der Erdoberfläche und der Mächtigkeit der Erdkruste. Das speziell über dem Erzgebirge der DDR erfaßte Schwere-minimum wurde jedoch bald als durch granitische Intrusion bedingt interpretiert.

Umfangreiche geophysikalische Untersuchungen, die besonders in den 60er Jahren weltweit ausgeführt wurden, zerstörten diese „eindeutigen Gesetzmäßigkeiten“. Angefangen von basischen Komplexen (Schweremaxima), z. B. dem Ivrea-Komplex der Alpen, in vorwiegend aus „granitischen“ Gesteinen aufgebauten Gebirgen, führte die Erkenntniskette bis zum Gebirge mit dominierender, basischer Wurzel. Beispiele dafür finden wir u. a. im Ural und im südlichen Tienschan. Eine plausible Interpretation dieser vielfältigen Erscheinungsformen erscheint nur auf der Grundlage der Plattentektonik, bei deren gleichzeitiger Weiterentwicklung, möglich, wo bei den verschiedenen Formen der Kollision von Platten basische Materialien des oberen Mantels in die Kruste eingepreßt werden. So weist beispielsweise der Ural ein Schweremaximum von 80...100 km Breite und mehr als 200 km Länge auf, das von globalen Tiefenbrüchen begrenzt und von CHALEVIN (1971) als „Rift“ angesprochen wird. Dieses Grundbild wird durch streifenförmige Schwereminima aufgelockert, die an Zonen granitischer Formationen auftreten. In Verbindung mit dem magnetischen Feld wird von ANAN'EVA u. a. (1971) eine detaillierte metallogenetische Rayonierung des mittleren Urals durchgeführt.

Sehr wertvolle und für die weiteren tiefengeophysikalischen Untersuchungen richtungweisende Erkenntnisse zeigen die von SOLLOGUB; ČEKUNOV (1975) bei Untersuchungen in der Ukraine erfolgten Interpretationsergebnisse auf, wobei zwei Diskontinuitäten als Mohorovičić-Grenzflächen angesprochen werden (Abbildung 5).

Eine tiefere Mohorovičić-Diskontinuität (45 bis 50 km), die ein Ondulationsrelief mit N-S-Streichen zeigt, wird einer frühproterozoischen „geosynklinalen“ Zone zugeordnet. Während die ehemaligen Gebirgsketten eine größere Tiefenlage dieser Mohorovičić-Grenzfläche besitzen, liegt unter den Plattform- und Innenmassiven eine relative Hochlage vor. Die Schwankung in der Tiefe der Mohorovičić-Grenzfläche beträgt hier bei ca. 10 km. Eine höhere Mohorovičić-Diskontinuität wird

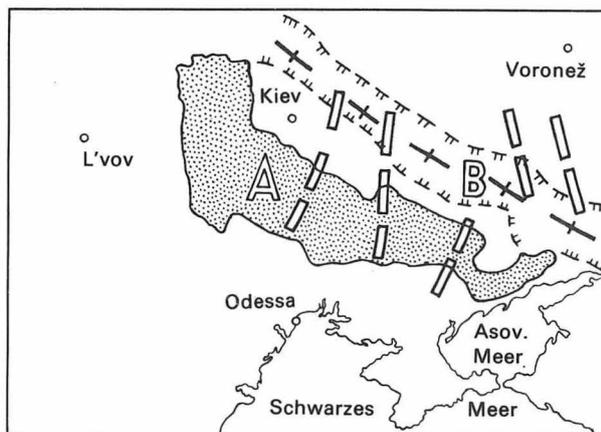


Abbildung 5
Zusammenhänge zwischen dem regionalen tektonischen Bau und dem der tieferen Kruste in der Ukraine

- A** Ukrainischer Schild
- B** Dnepr-Donetz-Becken
- ▭ Depressionen einer älteren, tieferen Moho-Diskontinuität entsprechend einer frühproterozoischen „geosynklinalen“ Zone
- ⊕ Hochlage der jüngeren, weniger tiefen Moho-Diskontinuität im Dnepr-Donetz-Becken

als jüngere Bildung eingeordnet. Mit WNW-OSO-Streichen spiegeln sie u. a. die Konturen des Ukrainischen Schildes und des Dnepr-Donetz-Beckens (stärkere Krustenausdünnung) wider.

Diese wertvollen Resultate, die eine grundlegend neue Qualität von Erkenntnissen über die Beziehungen zwischen oberflächennahen und Tiefenbau darstellen, besitzen auch für die weiteren tiefengeophysikalischen Untersuchungen in der DDR und ihre geologische Interpretation eine außerordentlich hohe Bedeutung. Über die Rekonstruktion paläotektonischer Gebirgsketten sowie deren Verlauf unter größerer sedimentärer Abdeckung führt ein direkter und konkreter Weg zur metallogenetischen Rayonierung und Lagerstättenuche. Ungeachtet der heute noch zahlreichen ungelösten Probleme zu methodischen und theoretischen Fragen der Geologie und Tiefengeophysik – insbesondere der Wechselbeziehungen – bestärken die in den letzten Jahren erzielten Erfolge die systematische Weiterführung dieser Untersuchungen. Der wissenschaftliche Fortschritt wird hierbei in hohem Maße von der engen Zusammenarbeit von theoretischer Forschung und angewandter Erkundungstätigkeit bestimmt.

Literatur

ANAN'EVA, E. M. u. a.

Fizičeskie polja nad metallogeničeskimi zonami Srednogo Urala i svjaž ich s glubinnym stroeniem. [Die physikalischen Felder über den metallogenetischen Zonen des mittleren Urals und ihre Verbindungen mit dem Tiefenbau.] In: Svjaž poverchnostnych struktur zemnoj kory s glubinnymi. Kiev 1971.

BRAUSE, H.

Ureuropa und das gefaltete sächsische Paläozoikum. Ber. deutsch. Ges. f. geol. Wiss., R. A, 15, 1970, S. 327...367.

BURRETT, C. F.

Plate tectonics and the Hercynian Orogeny. Nature, 239, 1972, S. 155...157.

CHALEVIN, N. J.

Elementy glubinnogo stroenija Urala. [Elemente des Tiefenbaus des Urals.] In: Svjaž poverchnostnych struktur zemnoj kory s glubinnymi. Kiev 1971.

HOHL, R.

Unsere Erde, eine moderne Geologie. Leipzig 1974.

OLSZAK, G.; H. THIERBACH

Zur Entwicklung regionaler tektonischer Senkungseinheiten im Kreuzungsbereich kontinentaler Scherungszonen, spez. in Mitteleuropa (im Druck).

SCHROEDER, E.

Variszische Gebirgsbildung. In: Grundriß der Geologie der Deutschen Demokratischen Republik. Berlin 1968, S. 238...261.

SOLLOGUB, V. B.; A. B. ČEKUNOV

Struktura litosfery i tektogenez. [Struktur der Lithosphäre und Tektogenese.] In: Problemy fiziki zemli na Ukraine. Kiev 1975.

WILSON, J. T.

Static or Mobile Earth; the current scientific revolution. Tectonophysics, 7, 1969, 5/6, S. 600...601.

Zusammenfassung

Ein weiteres Vorkommen von „Leipziger Granit“

Es wird ein neues Vorkommen eines Granitoids beschrieben, der in Leipzig-Lindenau unter geringmächtiger pleistozäner Bedeckung erbohrt wurde. Es handelt sich höchstwahrscheinlich um den gleichen Magmatit, der in Leipzig-Mockau und in Leipzig-Leutzsch in größerer Tiefe angetroffen wurde und vermutlich aus aufgeschmolzener Leipziger Grauwacke entstanden ist.

Summary

Another occurrence of „Leipzig Granite“

A newly discovered occurrence of a granitoid, which was found by boring at Leipzig-Lindenau under thin Pleistocene cover, is described. Very likely it is the same magmatic rock that was found at Leipzig-Mockau and Leipzig-Leutzsch at greater depth and has probably originated from molten Leipzig graywacke.

Резюме

Ещё одно месторождение „Лейпцигского гранита“

Описано новое месторождение одного гранитоида, которое было открыто бурением в Лейпциг-Линденнау под маломощным плейстоценовым покрытием. По всей вероятности это тот-же магматит, который встречался на большей глубине в Лейпциг-Моккау и в Лейпциг-Лойтш и который вероятно образовался из расплавленной Лейпцигской грауваккы.

Ein weiteres Vorkommen von „Leipziger Granit“

Mit 1 Photo im Text

Autor:

Dr. DIETER HÄNDEL
Rat des Bezirkes Leipzig,
Abteilung Geologie
703 Leipzig
Postfach

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd 2
Seite 9...12
VEB H. Haack Gotha/Leipzig 1977

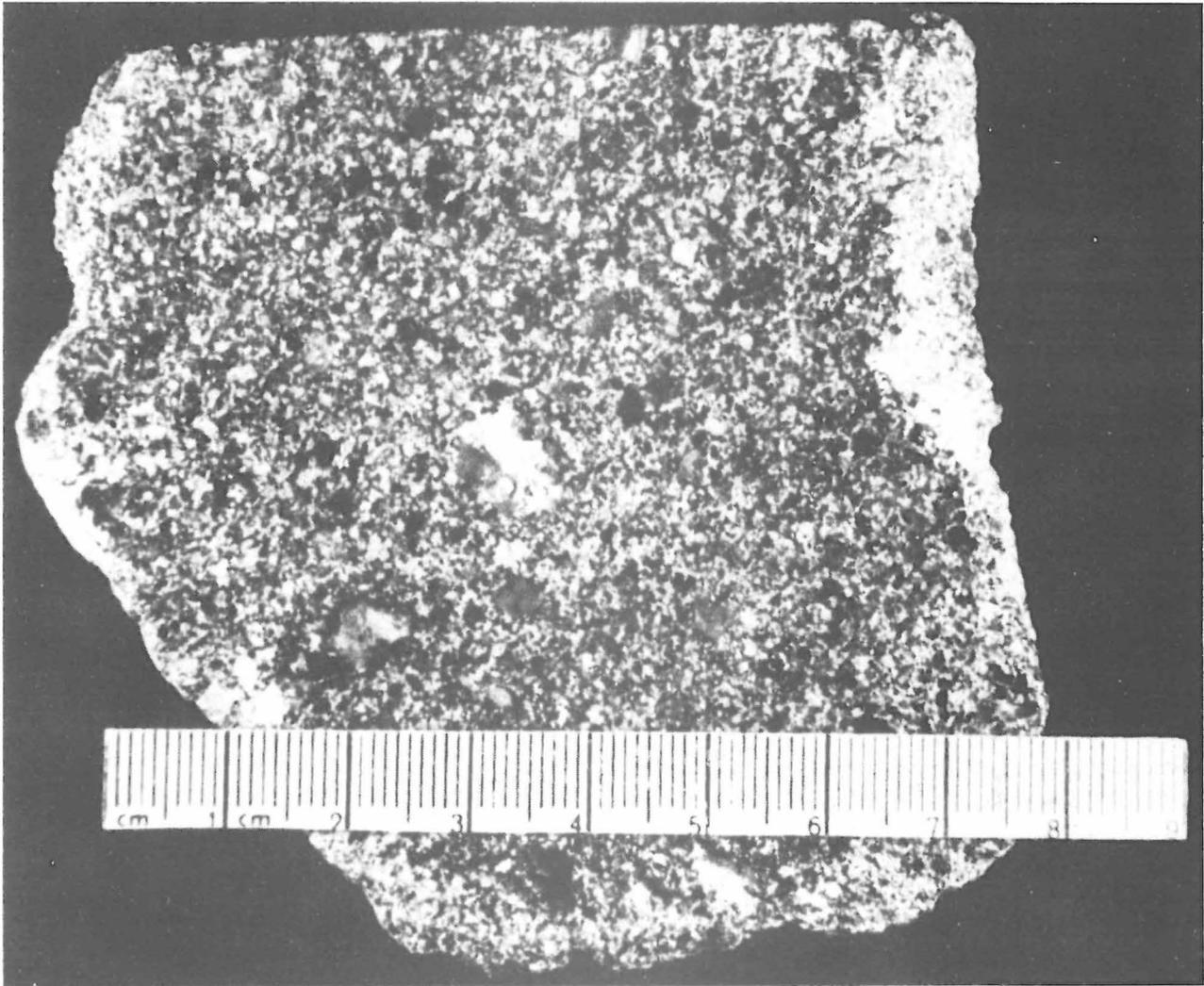


Photo 1
„Leipziger Granit“, Probe aus der Baugrundbohrung Leipzig-Lindenau 3/74, 6,0 m unter Flur
(Photo HÄNDEL)

Das seit Ende des vorigen Jahrhunderts im Untergrund von Leipzig vermutete granitische Tiefengestein erkannte erstmalig HOHL (1955) als Liegendes des Tertiärs in zwei Braunkohlenbohrungen in Leipzig-Mockau (im Nordosten Leipzigs) und in Leipzig-Lößnig (im Süden Leipzigs). Auf seine Anregung hin wurden an diesen Stellen je eine tiefere Kartierungsbohrung angesetzt, durch die nähere Kenntnisse über die petrographische Beschaffenheit dieses Tiefengesteins gewonnen wurden (MÜLLER 1964). Es zeigte sich, daß zwei verschiedene Granodiorite vorliegen. Während der von Leipzig-Lößnig einen spätvariszischen Intrusionsstock darstellt, handelt es sich bei dem von Leipzig-Mockau um eine synorogene Bildung, die nach oben und unten allmählich in Biotitparagneis-Metablastit übergeht und wohl aus auf-

geschmolzener Leipziger Grauwacke entstand. Nach KAEMMEL u. a. (in EISSMANN 1970) ist der Mockauer Granodiorit anhand einer physikalischen Altersbestimmung in das höhere Devon einzustufen. Er beginnt rd. 110 m unter Flur und wird von rd. 20 m Metablastit sowie rd. 90 m tertiären und quartären Ablagerungen verhüllt. 1966 wurde in einer hydrogeologischen Bohrung in Leipzig-Leutzsch von MORGENEYER (in EISSMANN 1970) rd. 50 m unter Flur unter oberkarbonischen Konglomeraten ein „granodioritischer Zweiglimmergranit mit sedimentären Reststrukturen“ angetroffen. Da nur wenig Probenmaterial gewonnen werden konnte, sind genauere Angaben nicht möglich, doch dürfte dieses Gestein mit dem von Leipzig-Mockau zu vergleichen sein.

In den Jahren 1974 und 1975 trafen insgesamt 8 Baugrundbohrungen in Leipzig-Lindenau überraschend in nur 4...5 m Tiefe wiederum ein granitisches Tiefengestein an. Die beiden Bohrgebiete liegen nur wenige hundert Meter voneinander entfernt. In beiden wird der Magmatit nur von 2...5 m Auffülle bzw. Sandlöß und 0...2 m saalekaltzeitlichen Elsterschottern überlagert. Er ist oberflächlich grusig-kaolinisch zersetzt, so daß es möglich war, mit den verwendeten Trockenbohrgeräten maximal 4,3 m in den Zersatz hineinzu bohren und mehrere ungestörte Proben mittels Stutzen zu entnehmen.

Anhand der ungestörten Proben sowie einiger festerer, gemeißelter Stücke ist folgendes zu erkennen: Es liegt ein Granitoid von hellgrauer bis gelblichgrauer Farbe vor. Er besteht vorwiegend aus 0,5...2,0 mm großen, idiomorphen bis hypidiomorphen Feldspäten (wohl überwiegend Plagioklasen), die fast vollständig zu gelbgrauem Kaolin zersetzt sind. Etwas weniger häufig sind 0,5...1,0 mm große, meist xenomorphe Quarze. Selten treten 0,5...1,0 mm große Biotitaggregate und sehr selten 0,2...0,5 mm große Muskowitschüppchen auf. Der Mineralbestand beträgt etwa (geschätzt):

Feldspat	60 %
Quarz	39 %
Biotit und Muskowit	1 %

Das Gefüge ist richtungslos-körnig. In einigen ungestörten Proben sind Klüfte zu erkennen, die mit 80...100° einfallen. Sie sind mit einem gelbgrauen, tonig-kaolinischen Besteg ausgekleidet. Eine Probe enthält einen Einschluß von grünlichgrauer, feinkörniger Leipziger Grauwanke, der mindestens 70 × 50 × 15 mm groß ist. Stellenweise treten scharf begrenzte Quarzaggregate bis 15 mm Durchmesser auf (vgl. Photo 1), die wohl ebenfalls als Xenolithe zu deuten sind.

Das angetroffene Gestein stimmt recht gut mit dem Granodiorit aus der rd. 8,5 km entfernten Kartierungsbohrung Leipzig-Mockau 1/61 (MÜLLER 1964) überein. Mit dem Gestein aus der rd. 2 km entfernten hydrogeologischen Bohrung in Leipzig-Leutzsch ist ein Vergleich wegen des geringen Probenmaterials schwierig, doch ist eine Verbindung sehr wahrscheinlich.

Der bisher nur vermutete Zusammenhang des Leutzscher mit dem Mockauer Magmatit wird

zunehmend durch das reichhaltigere Probenmaterial aus Leipzig-Lindenau stark gestützt. Gleichzeitig wird deutlich, daß seine Oberfläche wesentlich bewegter ist, als bisher bekannt war; außerdem ist er weiter verbreitet. Dabei ist unklar, wieso dieser oberflächennahe Granitoid nicht schon früher erkannt wurde. In den Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte (ETZOLD 1907) sowie im Bohrarchiv des Rates des Bezirkes Leipzig, Abteilung Geologie, sind die Schichtenverzeichnisse mehrerer älterer Bohrungen aus den achtziger Jahren des 19. und den ersten Jahren des 20. Jahrhunderts enthalten, die nur wenige hundert Meter entfernt lagen. In diesen Schichtenverzeichnissen wird überall als tiefste erbohrte Schicht unter dem Pleistozän „Grauwacke“ angegeben. Leider ist nicht ersichtlich, ob es sich um Bohrmeisterangaben handelt oder ob die Proben von Mitarbeitern der damaligen Geologischen Landesuntersuchung besichtigt wurden. Vermutlich sind es Bohrmeisterangaben, und daher ist es nicht ausgeschlossen, daß auch hier Granitoid vorliegt. Wurde aber wirklich Grauwanke erbohrt, dann müßte die Oberfläche des Granitoids rasch in die Tiefe abtauchen.

Die Stellung des in Leipzig-Lindenau angetroffenen Granitoids zu dem in rd. 6 km Entfernung erbohrten Granodiorit von Leipzig-Lößnig muß vorläufig noch offen bleiben.

Literatur

- FEISSMANN, L.
Geologie des Bezirkes Leipzig. Eine Übersicht. *Natura regionis Lipsiensis*, 1/2, 1970.
- ETZOLD, F.
Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte des Kgr. Sachsen, Sektion Leipzig-Markranstädt. Leipzig 1907.
- HOHL, R.
Der Leipziger Granit. *Geologie*, 4, 1955, S. 23...26.
- MÜLLER, A.
Geologische Ergebnisse einiger neuerer Bohrungen im Prätertiär von Leipzig und Umgebung. *Geologie*, 13, 1964, S. 668...681.

Zusammenfassung

Paläogeographie und Faziesverhältnisse im Oberdevon und Dinant des Harzes

Es wird eine Übersicht über die paläogeographische und fazielle Entwicklung vom Oberdevon II bis zum Dinant III β im Gebiet des Harzes gegeben. Anhand von paläogeographischen Skizzen ist das kontinuierliche Vorgehen der miogeosynklinalen Grauwackenformation nach Norden bzw. Nordwesten zu verfolgen. Die Grauwackenformation bedeckt die eugeosynklinalen Quarzsandformationen, Initialmagmatite und vulkanogen-sedimentäre Serien.

Summary

Paleogeography and facies conditions in the Upper Devonian and the Dinantian of the Hartz Mountains

A survey is given of the paleogeographical and facial development from Upper Devonian II to Dinantian III β in the Hartz region. The continuous occurrence of the miogeosynclinal graywacke formation towards the North and the North-West can be traced with the aid of paleogeographical sketches. The graywacke formation covers the eugeosynclinal quartz sand formations, initial magmatic rocks and volcanogenic-sedimentary series.

Резюме

Палеогеография и фациальные условия Гарца в верхнем девоне и в динантском веке

Дается обзор о палеогеографическом и фациальном развитии в районе Гарца в периоде от верхнего девона II до динанта III β . С помощью палеогеографических набросков можно проследить распространение миогесинклинальных формаций граувакки на север и северо-восток. Формация граувакки покрывает еугесинклинальные формации кварцевых песков, инициальных магматитов и вулканогенно-осадочных серий.

¹ Auszug aus einer von der Fakultät für Naturwissenschaften des Wissenschaftlichen Rates der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg genehmigten Dissertation, zugleich Mitteilung aus dem VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle. Herrn Prof. (em.) Dr. RUDOLF HOHL zum 70. Geburtstag gewidmet.

Paläogeographie und Faziesverhältnisse im Oberdevon und Dinant des Harzes¹

Mit 8 Abbildungen im Text

Autor:

Dr. IMMO BURCHARDT
VEB Geologische Forschung
und Erkundung Halle,
403 Halle (Saale)
Köthener Straße 34

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd 2
Seite 13...26
VEB H. Haack Gotha/Leipzig 1977

Die Paläogeographie und die Faziesverhältnisse im Mittel- und Oberdevon des Harzes haben SCHRIEL; STOPPEL (1961) anhand mehrerer paläogeographischer Skizzen vorzustellen versucht. Diese Skizzen sind in großen Teilen als überholt zu betrachten, weil durch die Arbeiten von REICHSTEIN (1965), LUTZENS (1969, 1972) und SCHWAB (1969) neue Erkenntnisse über den Baustil des Harzes gewonnen worden sind, die auch auf paläogeographische Rekonstruktionen ihre Auswirkung haben.

Während die paläogeographische Situation der voroberdevonischen Zeiten vorerst nur in allgemeinen Zügen angegeben werden kann, ist dies für das Oberdevon und mit hohem Grad an Wahrscheinlichkeit für das Dinant möglich.

Als Grundlage der paläogeographischen Deutung wird der gefaltete, heute vorliegende Raum genommen. Es müssen dadurch in NW-SE-Richtung Faziesgrenzen schärfer aneinanderstoßen, als sie in dem weiträumigeren Sedimentationsraum ausgebildet worden sind.

1. Oberdevon

Das oberdevonische Alter der Selkegrauwacke (HOTH 1957; MEYER 1957), das von GALLWITZ (1958), SCHRIEL; STOPPEL (1958) und anderen Autoren auf die Südharzgrauwacke übertragen wurde, konnte von HELMUTH (1963), RUCHHOLZ; WARŔCKE (1963) und KNEIDL; WILD (1969) bestätigt werden. Die stratigraphische Reichweite vom Oberdevon I bis zum Oberdevon α wurde durch Fossilfunde belegt. Die Pflanzenfunde von STEINER (1959) lassen vermuten, daß die Grauwackensedimentation bis in das Dinant reicht.

Nach dem Fund von *Rhynchonella (Hypothyridina) cuboides* Sow. in konglomeratischen Teilen der Selkegrauwacke (HOTH 1956) ist das Einsetzen der ersten Grauwackenschüttung im Harz noch im Oberdevon I anzunehmen. Auch in der Südharzmulde setzte die Südharzgrauwacke mit einzelnen Bänken bereits im to I δ ein (KNEIDL 1966).

In den voroberdevonischen Zeiten kamen nach den Arbeitsergebnissen des Verfassers (BURCHARDT 1974) im Harz keine Grauwackensedimente zur Ablagerung; alle voroberdevonisch sedimentierten Sandsteine haben sich

als Quarzsandsteine bzw. Quarzite unterschiedlichen Reinheitsgrades erwiesen. Auch die sog. Kalkgrauwacke des Unterems (Erbslochgrauwacke) ist nach petrographischer Untersuchung ein Quarzsandsediment. Die Sedimente des ? Ordoviziums, Silurs, Unter- und Mitteldevons im Harz gehören Quarzsandformationen an, die eine bestimmte Ausbildung und Verknüpfung ihrer Glieder erkennen lassen (vgl. BUCHARDT 1974, 1977) und sich von den Bildungen der Grauwackenformation deutlich unterscheiden.

Mit Beginn der to II β -Stufe wurden Grauwackensedimente in stärkerem Maße vom Gebiet der Mitteldeutschen Schwelle nach Norden bzw. Nordosten geschüttet (KNEIDL; WILD 1969; LINDERT 1971). Sie überlagerten die bis ins tiefe Oberdevon II anhaltende vulkanogen-sedimentäre Entwicklung der Stieger Schichten. Nach den zentralen Teilen der Geosynklinale hin ist eine kieselig-pelitische Ausbildung der teilweise rotgefärbten Sedimente zu beobachten. Sie wird von zwei Schwellenbereichen, der Mittelharzschwelle (SCHWAN 1958, 1967) und der Westharzschwelle (FRÜH 1960), die durch karbonatische Sedimentation gekennzeichnet sind, modifiziert. Zwischen der West- und der Mittelharzschwelle wurde in der Nehden-Stufe (to II) der Ortberg-Quarzsandstein (MEYER 1966; KOCHMANN 1968) sedimentiert.

Die heute in der Südharz- und Selkemulde aufgeschlossenen Südharz- und Selkegrauwacken wurden im Bereich der Mitteldeutschen Schwelle abgelagert und rutschten erst später als Gleitschollen bzw. -decken nach Norden ab (SCHWAB 1969; LUTZENS 1975). Bisher liegen keine Befunde vor, die einer Zuordnung der Metagrauwacken der metamorphen Zone von Wippra zu diesem Sedimentationsregime in Widerspruch stehen.

Die epizonal veränderten, stark geschieferten Metagrauwacken der Teilzone 7 der metamorphen Zone des Ostharzes treten in einem von den übrigen Grauwacken des Harzes getrennten Gebiet auf. Es ist wahrscheinlich, daß diese Grauwacken oberdevonisches Alter besitzen. Definitive Aussagen sind erst durch Fossilfunde und eine exakte petrographische Analyse zu erwarten. Besonders durch ihren Gehalt an klastischem Epidot unterscheiden sich die Metagrauwacken von den Grauwacken anderer geologischer Einheiten des Harzes. Epidot ist als seltener Bestandteil vor allem in der Selkegrauwacke (Tal des Hirschteiches bei Ballenstedt) zu beobachten. Durch ihre geringe Feldspatführung und das Auftreten von vorwiegend Gesteinsbruchstücken superkrustaler Gesteine lassen die Metagrauwacken Ähnlichkeiten mit den Grauwacken der Südharz- und Selkemulde erkennen.

In ihrer Kornzusammensetzung zeigen die Südharz-Selke-Grauwacken teilweise größere Differenzen im Vergleich zu den Tanner- und Kulmgrauwacken (lokal höhere Quarzgehalte, auffällige Buntschiefergerölle, vorherrschende Granat- und Epidotführung im Schwermineralbild). Diese petrographischen Unterschiede scheinen noch innerhalb der Entwicklung der Südharz- und Selkegrauwacken ausgeglichen zu werden, es treten in diesen Bereichen bereits Grauwacken auf, die in ihrer qualitativen und quantitativen Zusammensetzung völlig denen der Tanner Grauwacke gleichen.

Der petrographische Unterschied zwischen der Südharz- Selke- und der Tanner Grauwacke könnte dadurch erklärt werden, daß die Mitteldeutsche Schwelle schon zeitig als alleiniges Liefergebiet für die Grauwacken unwirksam wurde. Nach den paläogeographischen Skizzen des saxothuringischen Raumes (PFEIFFER 1968) ist es nicht ausgeschlossen, daß bereits von der Devon/Karbon-Wende (oder früher?) an Grauwackematerial von diesem Gebiet über die Mitteldeutsche Schwelle hinweg in den rhenoherynischen Trog geschüttet wurde.

Hinweise für eine kontinuierliche Sedimentation von Oberdevon bis in das Unterkarbon geben auch die von GRÜGER (1967; bei LUTZENS 1972, S. 24, 94) durchgeführten Schwermineralanalysen.

Nur in den Grauwacken der Südharz- und Selkemulde kommen Schwermineralbilder mit Granatvormacht zum einen und Epidotvormacht bei geringen Gehalten an Zirkon, Turmalin, Rutil und Apatit zum anderen vor. Daneben sind aber bereits schon in diesen Bereichen Schwermineralspektren anzutreffen, die mit denen aus der Tanner- und Kulmgrauwacke ident sind. In der Tanner Grauwacke treten zwei Schwermineralbilder auf: Bei dem einen ist Epidot das vorherrschende Schwermineral (= Tanner Grauwacke 1 bei LUTZENS 1969), bei dem zweiten sind hohe Apatitgehalte bei relativ hohen Anteilen an Zirkon, Turmalin und Rutil zu bemerken (= Tanner Grauwacke 2 bei LUTZENS 1969). In der Kulmgrauwacke wurde bisher nur das letztere Schwermineralspektrum angetroffen (BURCHARDT, ausführliche Arbeit in Vorbereitung).

SCHRIEL; STOPPËL (1960) beschrieben im Luttertal nordwestlich von Bad Lauterberg einen allmählichen Übergang von Rot- und Wetzschiefen des Oberdevon V zu Plattenschiefern des Tanner Systems. Diese Lokalität könnte als Beleg dafür angesehen werden, daß die Flyschsedimentation im hohen Oberdevon anhielt. Eine Se-

dimentationslücke stände im Gegensatz zur kontinuierlichen Entwicklung der Grauwackensedimentation.

Die von RUCHHOLZ; WARNCKE (1963) beschriebenen Kalksteingerölle (to I) in der Südharzgrauwacke können entsprechend der Schüttungsrichtung der Grauwacken nur von Süden gekommen sein. Nach den Vorstellungen von BURCHARDT (1969) und SCHWAB (1969) ist es wahrscheinlich, daß diese Kalksteine von einem Kalkschwelligebiet im Bereich der Mitteldeutschen Schwelle stammen. Wenn aus diesem Gebiet im Oberdevon der Flysch vorgriff, kann das nur so erklärt werden, daß auf hohen Positionen der Schwelle karbonatische Sedimentation stattfand, während tiefer, in Talungen von Cañoncharakter sich der Flysch nach Norden ausbreitete. Die Annahme von schmalen und tiefen Tälern (submarine Rinnen) erklärt zugleich das zeitige Auftreten von Kristallingeröllen in der Südharz- und Selkegrauwacke (LINDERT 1971), denn bei rascher Tiefenerosion braucht nicht die gesamte sedimentäre Decke weiträumig abgetragen zu werden (vgl. Abbildung 2 bei BURCHARDT 1977). Die spätere Verbreiterung der Talungen ließ einen immer etwa gleichartigen Gesteinsschutt anfallen, worauf sich die stoffliche Einheitlichkeit des oberdevonisch-unterkarbonischen Flysches mit begründen könnte.

2. Dinant

In seiner Arbeit „Die Tanner Grauwacke – eine unterkarbonische Fazies des Harzes“ glaubte REICHSTEIN (1961) nachweisen zu können, daß die Tanner Grauwacke erst nach dem Oberdevon zur Ablagerung gelangen konnte. REICHSTEIN belegte eine Entwicklung kalkigen Devons bis zur Wocklumeria-Stufe (to VI) hinauf. Aus dem Katzohltal bei Güntersberge beschrieb er einen Aufschluß (P 6 bei REICHSTEIN 1961), wo über einem die to VI-Stufe enthaltenden Kalkklotz kalkgeröllführende Tonschiefer transgredieren, die nach Conodontenfunden ein Alter der höheren Gattendorfia-Stufe anzeigen. Es folgt daraus, daß die Transgression auf diesen Kalkstein im höheren cu I stattfand. Nachdem die Entstehung der Herzynkalke im

Bereich der Mitteldeutschen Schwelle angenommen werden muß, ist zu folgern, daß die Transgression auf diesen Kalkstein im Gebiet der Mitteldeutschen Schwelle stattfand und daß er später im Zuge der Gleitbewegungen bis zu seinem heutigen Fundort abrutschte. Daraus leitet sich ab, daß diese Transgression wohl nur zufälligen Charakter besitzt und lediglich ein Übergrreifen der Flyschsedimentation auf die devonischen Kalke im Gebiet der Mitteldeutschen Schwelle belegt. Jüngere Herzynkalke wurden im Harzgeröder Olithostrom von STRING (1967), RUSSE (1967) und RUCHHOLZ (1968) gefunden; sie reichen bis in das tiefste Dinant II α hinauf.

Spärliche Faunenfunde von BODE (1923), SCHMIDT (1933), HUCKENHOLZ (1958) und HELMUTH (1963) wie auch die Conodontenfunde von REICHSTEIN (1961) und HELMUTH (1963) belegen das unterkarbonische Alter der Tanner Grauwacke. Die Sedimente des Tanner Systems sind durch das Auftreten von *Cyclostigma hercynium* WEISS gekennzeichnet. Die stratigraphische Reichweite von *Cyclostigma hercynium* von Oberdevon bis Unterkarbon wurde von der Bäreninsel (NATHORST 1902) auf den Harz übertragen (vgl. JOUNGMANS 1954). GOTHAN (1927) gibt ein Alter von höherem Oberdevon bis Unterkarbon für die *Cyclostigma* — führenden Schichten an. Von HELMUTH (1963) wird eine stratigraphische Reichweite von Oberdevon bis Dinant II angenommen. Wenn auch *Cyclostigma* im Harz (vgl. MÄGDEFRAU 1936 — *Cyclostigma dasyphyllum* mit *Cyclostigma hercynium* vergesellschaftet im to I Thüringens) bisher nur in Gemeinschaft mit unterkarbonischen Conodonten und Makrofosilien angetroffen wurde, schließt das nicht aus, daß Teile des Tanner Systems oberdevonisches Alter besitzen können.

Einen Anhaltspunkt beim Verfolgen des vorgehenden Flysches liefern Conodontenfunde in syngenetischen Kalkbändern innerhalb der Tanner Plattenschiefer, die die Linie Mägdesprung — Güntersberge — Tanne erfassen (REICHSTEIN 1961; HELMUTH 1963). Sie belegen die Anchoralis-Zone (cu II β/γ). Somit haben die pelitischen Sedimente des Vorflysches im cu II β/γ den heutigen Raum der Tanner Achse erreicht. Legt man die Conodonten — führenden Kalkbänder in den mittleren Teil der Plattenschiefer, da ihre genaue Lage bisher nicht ermittelt werden konnte, ergibt

sich im Gebiet der Tanner Achse für die Basis des Tanner Systems ein Alter von etwa cu II β , evtl. cu II α .

Zur Zeit der Anchoralis-Zone kann der Plattenschiefer nicht weiter nach Norden vorgegriffen haben, denn im Gebiet des Elbingeröder Komplexes wurden zeitgleich Kulmkieselschiefer sedimentiert, aus denen Datierungen von cu II β/γ vorliegen (REICHSTEIN 1964; LUTZENS; ZIMMERMANN 1969). Die Sedimentation von Kieselschiefern ist an ein Gebiet gebunden, das von der klastischen Schüttung nicht erreicht wird. Es könnte als relative Hochlage angesehen werden, die durch die Hebung der Mittelharzschwelle bedingt sein dürfte.

Im Bereich des Acker-Bruchberg-Ilsenburg-Zuges setzte, wie aus dem Fund von *Imitoceras substriatum* MSTR. durch H. SCHMIDT in Kellerwald auch für den Harz zu folgern ist (angenommene Schüttung aus NE), im Dinant I die Quarzsandschüttung erneut ein. Randlich wurden die Quarzsande von pelitischen, teilweise kieseligen Sedimenten begleitet (KOCHMANN 1968; MEISCHNER; SCHNEIDER 1970). Die vom Ackerzug nach dem Oberharzer Diabaszug hin an Mächtigkeit stark abnehmenden Gattendorfia-Schiefer (MEISCHNER; SCHNEIDER 1970) deuten darauf hin, daß das Gebiet des Oberharzer Diabaszuges höher gelegen hat als der Raum des Acker. Der Deckdiabas ist an den SE-Hang der Westharzschwelle gebunden (FRÜH 1960), so daß, wie es bereits FRÜH (S. 236) für das Oberdevon skizzierte, ein kontinuierliches orographisches Gefälle von der Westharzschwelle zum Ackertrog anzunehmen ist.

Während der unteren Pericyclus-Stufe bereitet sich die Kieselschiefersedimentation auch im Oberharz in Form der liegenden Alaunschiefer vor. Im Acker-Bruchberg-Gebiet (KOCHMANN 1968) und östlich davon führen die zeitlichen Äquivalente der Alaunschiefer Lyditbänke und können von den hangenden Kulmkieselschiefern nicht mehr deutlich abgetrennt werden.

Das Auftreten des Kammquarzits ist im Harz von der unteren Pericyclus-Stufe (cu II α) (KOCHMANN 1968; MEISCHNER; SCHNEIDER 1970) bis zur unteren Gonitites-Stufe (cu III α) (DAHLGRÜN 1940; SCHWAN 1967) paläontologisch belegt. Die kieselig-pelitisch-psammitische Fazies der Schiffelborner Schichten vermittelt dabei zu den peli-

tisch-kieseligen Sedimenten der Kulmkieselschiefer.

Zur Zeit der Schüttung des Kammquarzits und seiner pelitischen und kieseligen Äquivalente ist im Harz ein direkter Kontakt von Grauwacken- und Quarzsandsedimenten nicht nachzuweisen. Das Gebiet der Grauwackenschüttung wurde von dem der Quarzsandsedimentation durch einen Bereich getrennt, in dem Kieselschiefer abgelagert wurden. Dieses vermutete Schwellengebiet bildete eine Faziesgrenze und kann nicht im Sinne von SCHWAN (1967) als Schwellenbereich gedeutet werden, über das die Grauwackensedimente bei starker Aufbereitung und Reifung ihres Kornbestandes transportiert wurden und das Material für die Quarzsande lieferten.

Das paläogeographische Bild der mittleren und oberen Pericyclus-Stufe macht die Eigenständigkeit der Quarzsandfazies weiter deutlich. Das Acker-Bruchberg-Ilsenburg-System ist beidseitig von Bereichen umgeben, die durch Sedimentation von Kulmkieselschiefern ausgezeichnet sind.

Bis zur Wende Pericyclus/Goniatites-Stufe blieb vermutlich die Mittelharzschwelle als Faziesgrenze wirksam. Ein zeitigeres Vorgreifen der Grauwackenfazies in den Bereich des Ackerraumes konnte noch nicht nachgewiesen werden.

Der Übergang von der Cyclostigmenflora zur typischen Kulmflora (*Asterocalamites*-*Lepidodendron*-Flora) vollzieht sich nach HELMUTH (1963) noch in der Tanner Grauwacke. Zwischen Tanner- und Kulmgrauwacke bestehen zeitliche Unterschiede, die Kulmgrauwacke entwickelt sich kontinuierlich aus der Tanner Grauwacke. Das Übergreifen des psammitischen Flysches auf den Elbingeröder Komplex hat LANGE (1973) eingehender beschrieben; an der Südflanke des Büchenberg-Sattels konnte ein Bereich nachgewiesen werden, in dem Kulmgrauwacke transgressiv devonischen Schichten aufliegt. Gleiche Verhältnisse scheinen in der südwestlichen Fortsetzung des Elbingeröder Komplexes, am Herzberger Sattel vorzuliegen, wo eine Transgression von Kulmgrauwacke mit starker Konglomeratbildung an der Basis über dem Devon beobachtet worden ist (SCHRIEL 1954).

Für die Grauwacken der Siebermulde nimmt WACHENDORF (1966) ein Alter von cu II α bis II γ an. Aus der Sieber-Grauwacke ist folgende Flora bekannt geworden (SCHRIEL; STOPPEL 1960, S. 273):

Asterocalamites scrobiculatum SCHLOTH.

Lepidodendron veltheimii STB.

Lepidodendron-Zapfen

Spenopteris sp.

Das Fehlen von *Cyclostigma* weist auf einen Unterschied zur Tanner Grauwacke hin. Nach dem oben genannten Florenbestand ist ein Alter von cu III wahrscheinlicher, wie es auch SCHRIEL; STOPPEL (1960) als cu III γ angegeben. SCHWAN (1967) spricht sich für ein cu III α bis tiefstes cu III β – Alter der Sieber-Grauwacke aus, dem auch der Verfasser folgt. Die Basis der liegenden Kulmtonschiefer könnte dann entsprechend im hohen cu II zu suchen sein. Dadurch kann auch in diesem Raum die Wirksamkeit der Mittelharzschwelle wahrscheinlich gemacht werden.

Während der unteren Goniatites-Stufe (cu III α) erfolgte das Übergreifen der Grauwackenformation über die Quarzsande des Acker-Bruchberg-Ilsenburg-Raumes. Es fand im gesamten Verbreitungsgebiet des Hörre-Gommern-Quarzits etwa zu gleicher Zeit statt. Daraus ist zu folgern, daß das trennende Element in der gesamten Erstreckung unwirksam wurde. Es bietet sich die Deutung an, daß die Mittelharzschwelle im Laufe ihrer Entwicklung auf das Acker-Becken zu wanderte und im cu III α das Becken erreichte. Durch die Überlagerung von (Mittelharz-) Schwelle und (Acker-) Trog wurde der Trogcharakter des Ackerraumes aufgehoben, woraus ein flaches Übergreifen der Grauwackensedimente über den Ackerraum resultiert.

Nordwestlich des Ackerzuges setzen die Kulmtonschiefer als Posidonienschiefer oder als Wechsellagerung von Tonschiefern und Grauwacken im hohen cu III α ein (MEMPEL 1955; SCHWAN 1967). KULLMANN; MEYER (1963) fanden nordwestlich des Sösetales an der Basis über Kulmkieselschiefern lagernder Kulmtonschiefer einen Horizont mit *Entogonites grimmeri* KITTL. *Entogonites grimmeri* zeigt den Beginn der Goniatites-Stufe an. Nach diesem Befund scheint der Vorflysch in der Söse mulde zeitgleich mit dem des Acker-Bruchberg-Gebietes zu sein. Die weitere Entwicklung des vorgreifenden Flysches im Harz ist bis zum Nordwestrand des Gebirges zu verfolgen.

Das Riffkalkvorkommen des Iberges bei Bad Grund zeigt im Dinant II noch kalkige Entwicklung (Erdbacher Kalk). Mit dem cu III α erscheinen Kulmtonschiefer mit eingelagerten Goniatites-Kalksteinen, die eine Datierung der Kulmtonschiefer erlauben (EICHENBERG; SCHNEIDER

1962). Erst im Verlauf der cu III β 7-Stufe wird dieser Raum in den Sedimentationsbereich des psammitischen Flysches einbezogen (FRÜH 1960).

Nach den Untersuchungen von FUHRMANN (1952) liegt die Basis des psammitischen Flysches im Gebiet Claustal-Zellerfeld an der Oberkante der „liegenden Tonschiefer“ der Spiriferenzone (cu III β 1 + 2). Für die Unterkante der liegenden Tonschiefer (im Untersuchungsgebiet nicht aufgeschlossen) gibt FUHRMANN die Grenze cu III α/β an.

Im Borberggebiet bei Lautenthal greift nach den ausführlichen Profilbeschreibungen von WEIGELT (1919) der Vorflysch vermutlich in eine Region mit vorherrschender karbonatischer Sedimentation von. Die Basis des Vorflysches dürfte in den oberen Lautenthaler Schichten zu suchen sein, da von hier an die Sedimentationsrate ansteigt und erste sandige und karbonatärmere Folgen einsetzen. In den hangenden Borberg-Schichten wird die Karbonatsedimentation zurückgedrängt, so daß in den oberen Partien nur noch eine sandig-schiefrige Ausbildung beschrieben wird. Die oberen Lautenthaler Schichten beginnen mit der Stufe cu III β 4 (KOBOLD 1933), was der Zeit des Vorgeirens des Vorflysches auf diesen Raum entspricht. Die psammitischen Bildungen setzen im Gebiet um Lautenthal erst in den unteren Teilen der Zone cu III γ 1 als untere Grauwacken ein (KOBOLD 1933).

Die von FIGGE (1964) nachgewiesenen tiefnamurischen Grauwacken am Nordwestende des Harzes lassen vermuten, daß auch der Vorflysch in diesem Raum später als in der Gegend um Lautenthal erscheint.

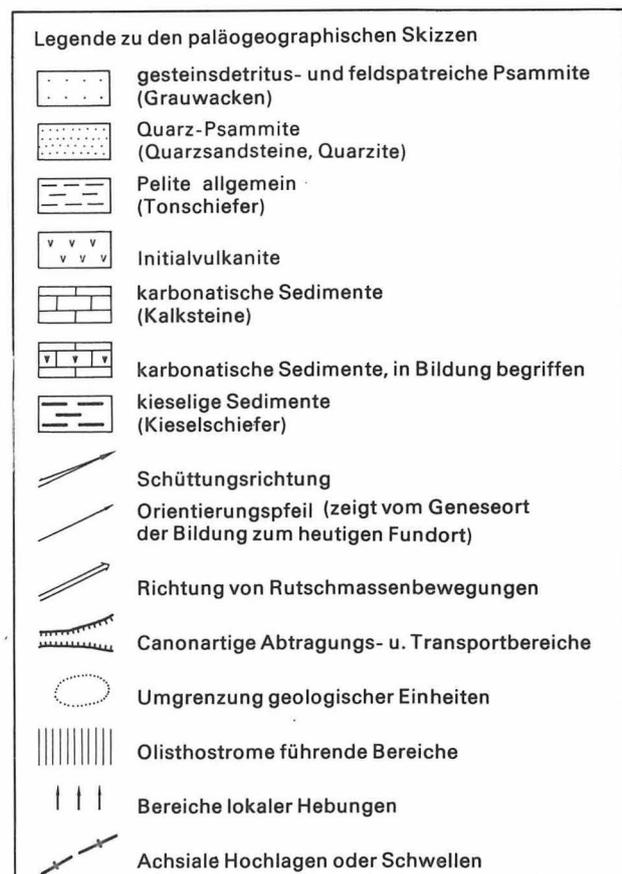
In der mittleren Goniatites-Stufe erfuhren durch die fortschreitende Hebung der Mitteldeutschen Schwelle oder durch weiteres Absinken des Raumes der Harzgeröder Zone die sich noch im Schwellenbereich befindlichen sedimentären Serien eine derartige Neigung, daß sie sich von ihrer Unterlage lösten und nach Norden in den Sedimentationsraum glitten. Diese Rutschmassen bilden das Hauptmerkmal des Harzgeröder Olisthostroms. Daß der Harzgeröder Olisthostrom über der Flyschfazies lagert, wurde bereits von LUTZENS (1969) beschrieben und begründet. Die Olisthostromierung ist die logische Fortsetzung der Flyschbildung und markiert zusammen mit den gravitativen Gleitschollen und -decken den Höhepunkt der orokinetischen variszischen Bewegungen.

Wenn SCHWAB (1969) in Anlehnung an REICHSTEIN (1965) die Bildung der Rutschmassen vor die Hauptschüttung der Flyschgrauwacken setzt (Bildungszeit Dinant I–II) und als Begründung dafür unter anderem die Verknüpfung der Olisthostrome mit dem Deckdia-

bas-Vulkanismus und das Fehlen kristalliner Anteile in der Olisthostrommatrix und Olistholithen anführt, kann ihm vom Verfasser nicht gefolgt werden.

Zum einen kann nicht bewiesen werden, daß der in den Olisthostromen auftretende Diabasvulkanismus der Deckdiabasvulkanismus ist. Der an die Olisthostrome gebundene Vulkanismus scheint – es ist noch nicht klar erwiesen, ob es sich um einen syngenetischen Vulkanismus handelt oder um Diabase als Gleitkörper älterer Genese – an Zonen starker Verbiegung zwischen dem Liefergebiet und den rasch absinkenden Trog gebunden zu sein, wo er auf aufreißenden Spalten ausfließen konnte. Eine zeitliche Bindung an den Deckdiabas des Oberharzes ist dabei nicht Bedingung.

Zum anderen ist zu unterscheiden zwischen Erosion/Materialverfrachtung durch Wasser und dem Abgleiten von Gesteinspaketen. Gleitbahnen können sich nur in wenig verfestigten schlammartigen Sedimenten bilden, während kompakte und starre Magmgesteine, soweit sie nicht von Sedimenten umgeben sind, durch deren Dominanz sie zum Mitgleiten gezwungen werden, nicht die Fähigkeit des Rutschens haben. Das Gleiten von Gesteinspaketen muß daher mit Erreichen des kristallinen Fundamentes eine Grenze haben.



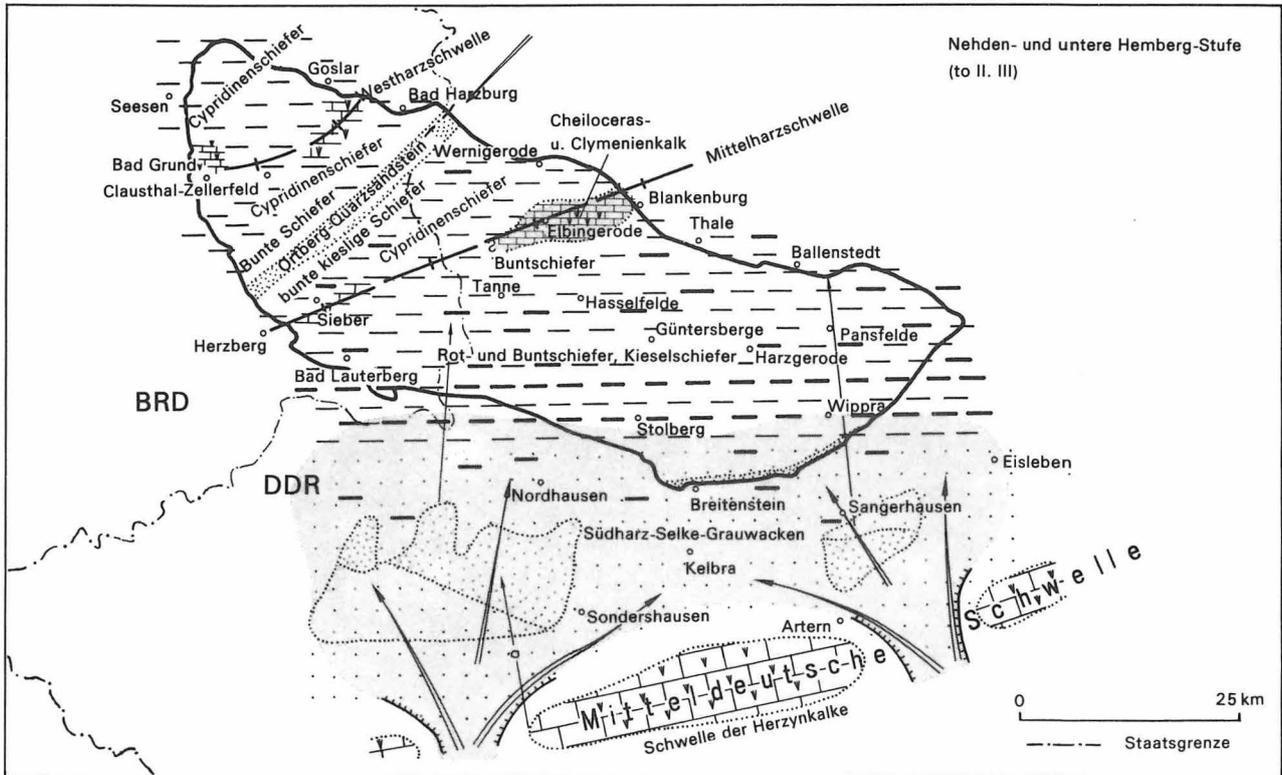
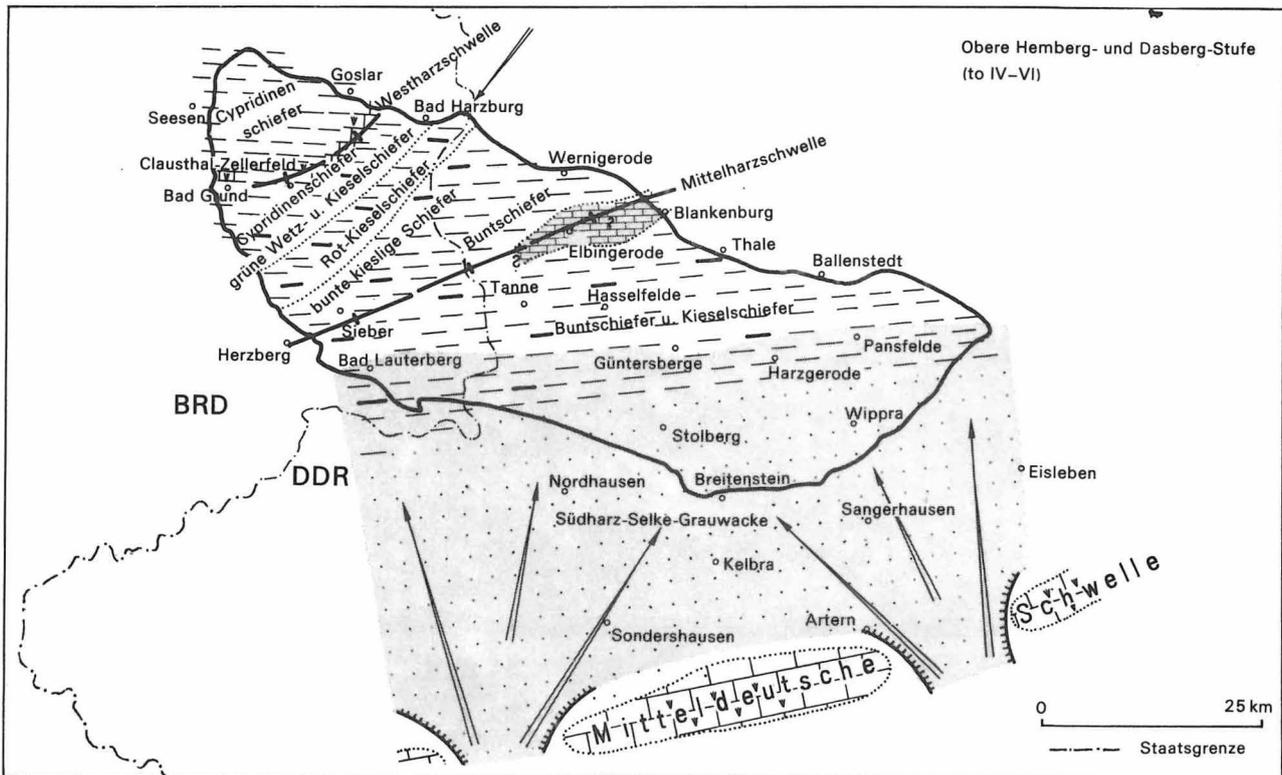


Abbildung 1
Paläogeographie und Faziesverhältnisse der Nehden- und unteren Hemberg-Stufe im Harz

Abbildung 2
Paläogeographie und Faziesverhältnisse der oberen Hemberg- und Dasberg-Stufe im Harz



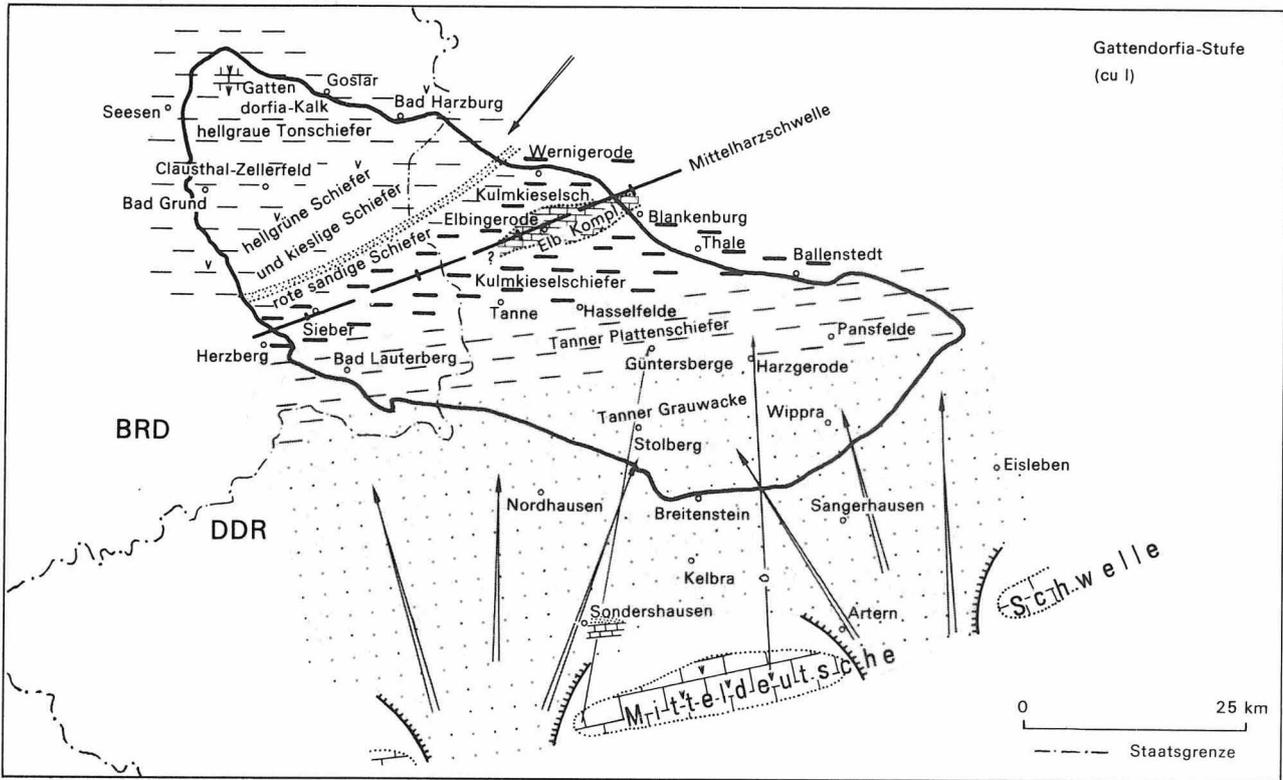
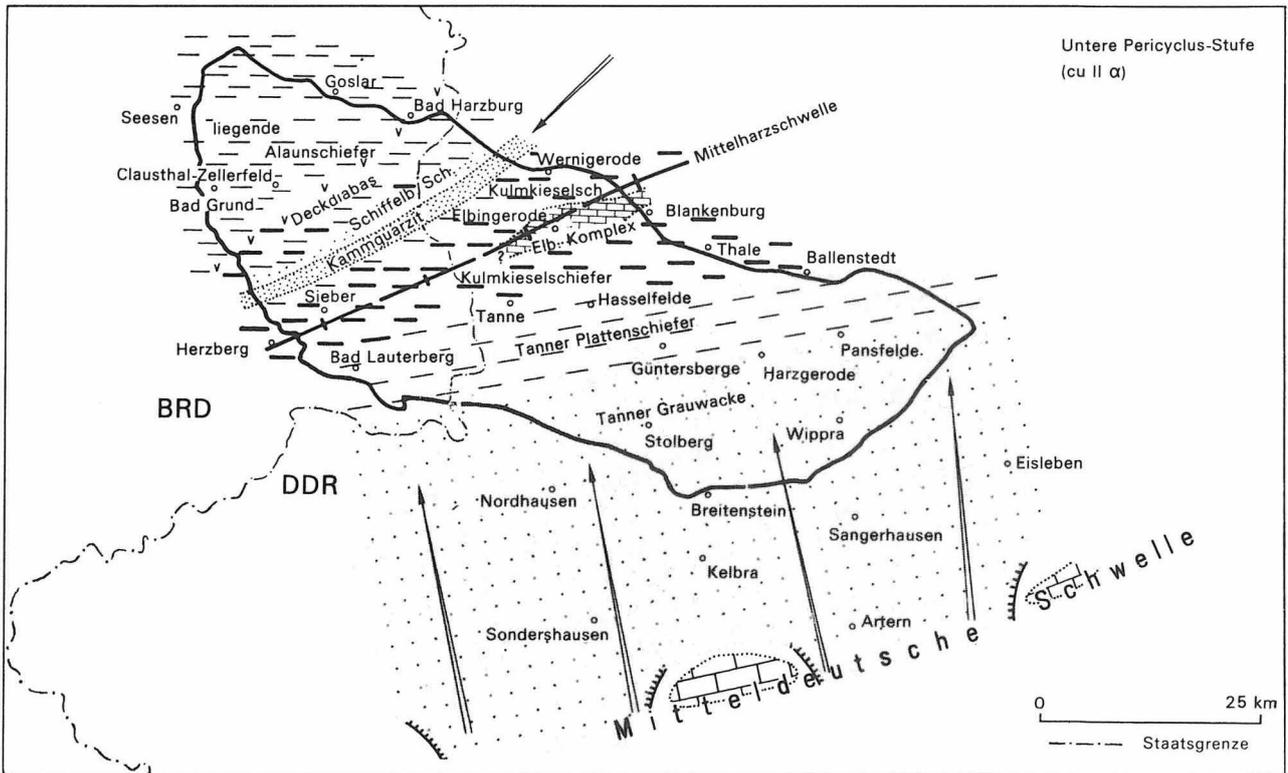


Abbildung 3
Paläogeographie und Faziesverhältnisse der Gattendorfia-Stufe im Harz

Abbildung 4
Paläogeographie und Faziesverhältnisse der unteren Pericyclus-Stufe im Harz



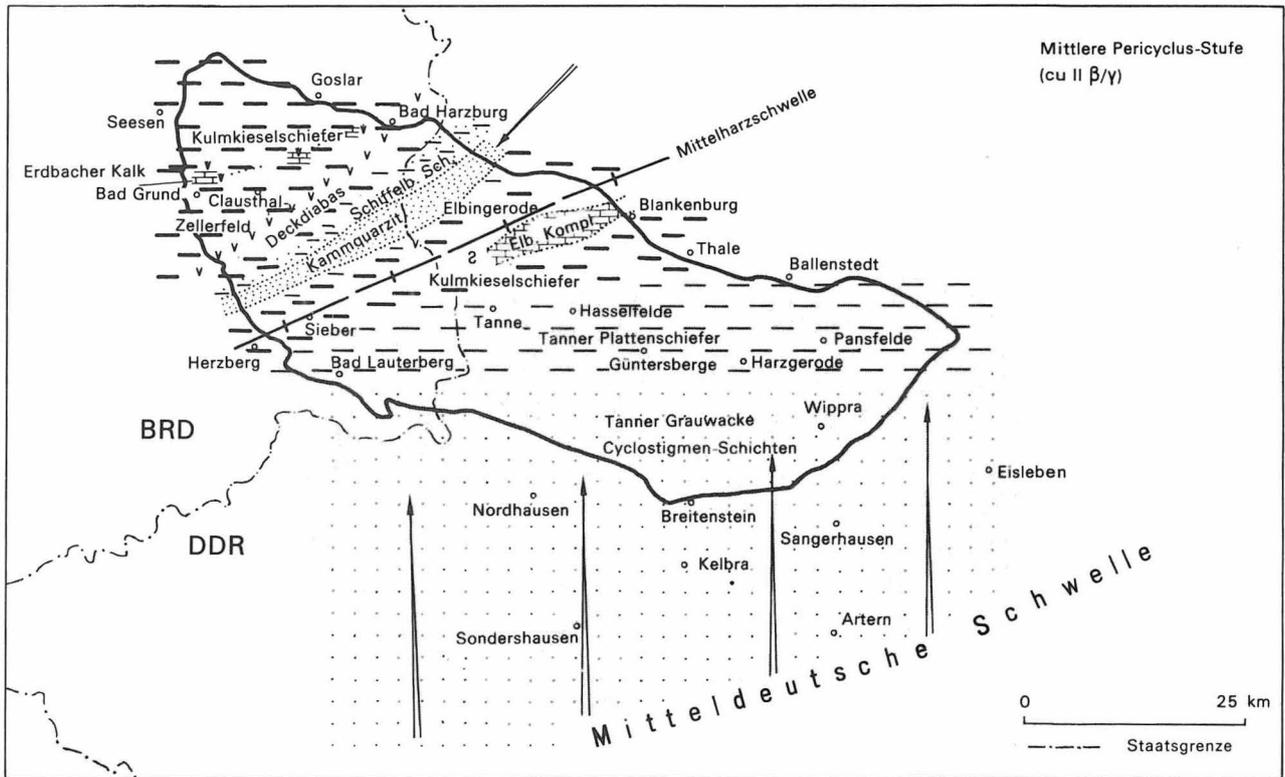
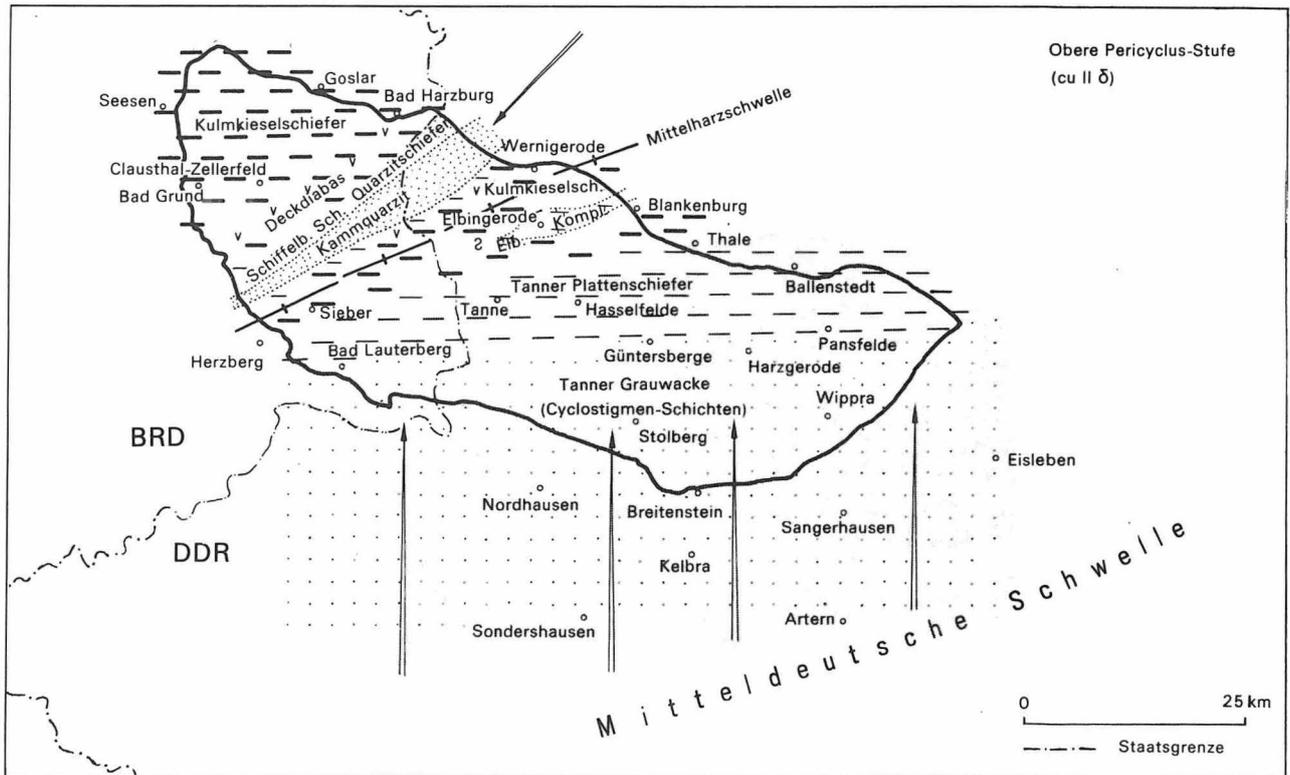


Abbildung 5
Paläogeographie und Faziesverhältnisse der mittleren Pericyclus-Stufe im Harz

Abbildung 6
Paläogeographie und Faziesverhältnisse der oberen Pericyclus-Stufe im Harz



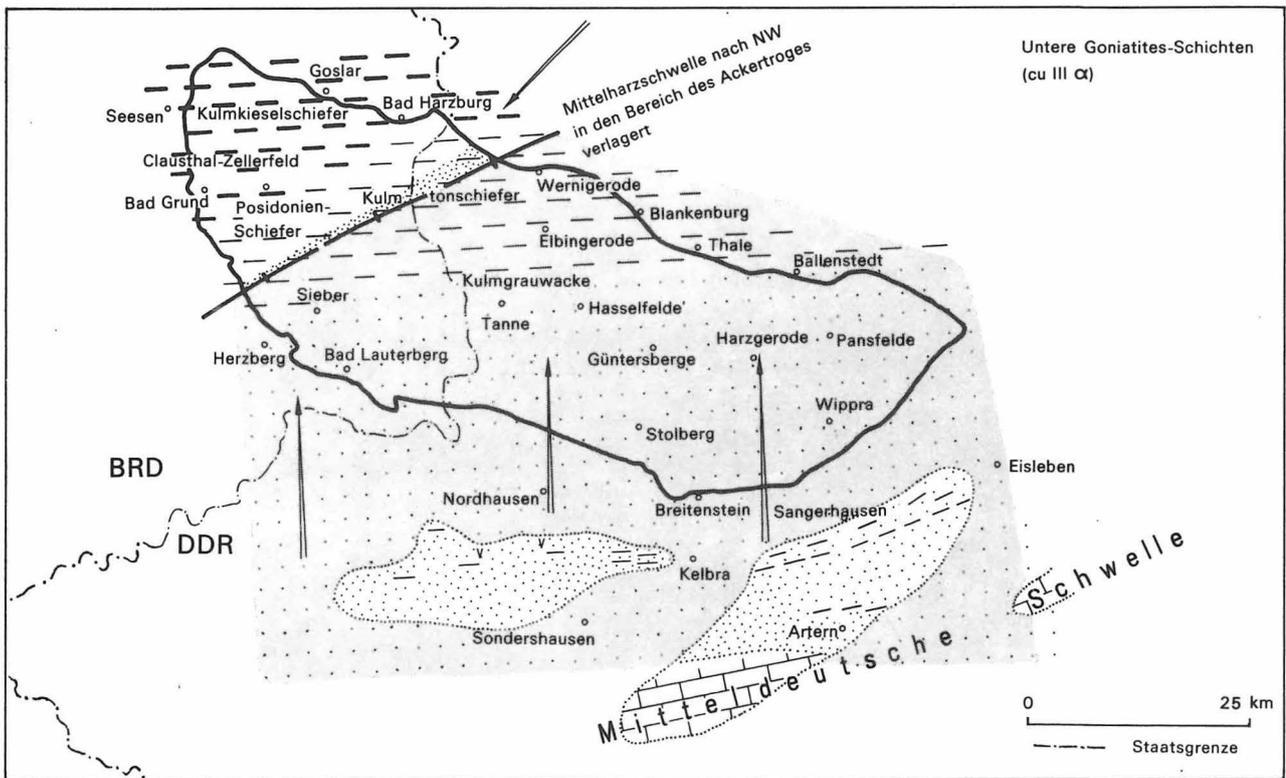
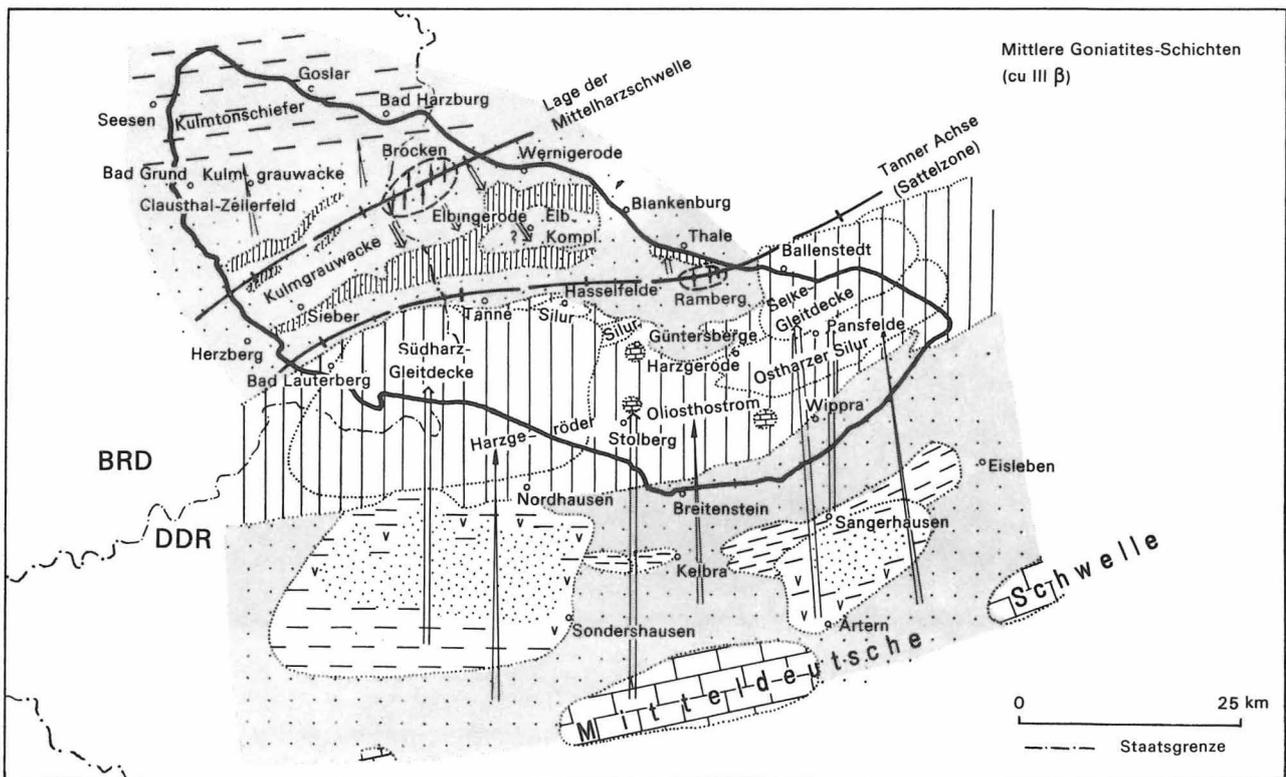


Abbildung 7
Paläogeographie und Faziesverhältnisse der unteren Goniatites-Stufe im Harz

Abbildung 8
Paläogeographie und Faziesverhältnisse der mittleren Goniatites-Stufe im Harz



Das Herkunftsgebiet des Hüttenröder Olisthostroms (LUTZENS) könnte im Bereich der verlagerten Mittelharzschwelle zu suchen sein. Der Aufstieg des Brockenplutons scheint mit der Wirkung der Mittelharzschwelle (unter anderem) in Zusammenhang zu stehen. Vom Dach des aufsteigenden Plutons dürften die Sedimente als Hüttenröder Schichten nach SE abgeglitten sein. Ähnliche Verhältnisse werden auch für den Elbingeröder Komplex anzunehmen sein (vgl. LUTZENS 1972).

Die von LUTZENS (1969) postulierte Tanner Sattelzone, die die Nordwestgrenze des Harzgeröder Olisthostroms bildet, könnte für den Aufstieg des Rambergplutons mitbestimmend sein; von dessen Dach dürften gleichfalls Sedimente abgeglitten sein.

Literatur²

BODE, A.

Über das Herzyn und rheinische Unterdevon des Harzes, besonders der Gegend von Bad Lauterberg. Jahrb. Preuß. geol. Landes-Anst. f. 1921, 42, 1923, S. 187...256.

BURCHARDT, I.

Bemerkungen zur Altersstellung der Metamorphen Zone des Ostharzes. Geologie, 18, 1969, S. 232...235.

—: Ergebnisse petrographischer, lithologischer und genetischer Untersuchungen an Quarziten und Quarzsandsteinen des Harzes und des Flechtiger-Roßlauer Paläozoikums. Halle: Diss. 1974.

—: Ergebnisse lithologischer und petrographischer Untersuchungen am Ilsenburg- und Gommernquarzit (Dinant). Hall. Jb. f. Geowiss., Bd 1, 1977, S. 101...114.

DAHLGRÜN, F.; W. GOTHAN

Der wichtigste Fossilfund im Acker-Bruchberg-Quarzit. Zschr. d. deutsch. geol. Ges., 92, 1940, S. 259...262.

EICHENBERG, W.; H. SCHNEIDER

Schichtenfolge und Fossilführung im Riff des Iberges und Winterberges (Devon, Karbon) bei Bad Grund im Harz. Paläont. Zschr., 1962, S. 25...28.

FIGGE, K.

Das Karbon am Nordwestende des Harzes. Geol. Jb., 81, 1964, S. 771...808.

FRÜH, W.

Becken und Schwellen im Westharz-Abschnitt des Mittel- und Oberdevonmeeres. Geol. Jb., 77, 1960, S. 205...240.

FUHRMANN, A.

Die Gliederung der Kulmstufe III β in der Umgebung von Clausthal-Zellerfeld. Geol. Jb., 66, 1952, S. 277...284.

GALLWITZ, H.

Die Stieger Schichten in Südharz- und Selkemuide. Hall. Jb. f. Mitteldeutsche Erdgeschichte, 3, 1958, S. 3...19.

GOTHAN, W.

Das Alter der Tanner Grauwacke vom paläobotanischen Standpunkt aus. Sitz.-Ber. Preuß. geol. Landes-Anst., 2, 1927, S. 145...147.

HELMUTH, H.

Zur Unterkarbon-Stratigraphie der Tanner Grauwacke des Harzes. Geologie, 12, 1963, S. 1138...1151.

HOTH, K.

Über *Rhynchonella cuboides* Sow. in der Selkegrauwacke. Briefl. Mitt. an Prof. Dr. Schriegl, Flugbl. z. Tag. d. DGG in Hannover 1956.

—: *Rhynchonella (Hypothyridina) cuboides* Sow. in der Grauwacke der Selkemuide. Ber. geol. Ges. DDR, 2, 1957, S. 289...298.

HUCKENHOLZ, H. G.

Über *Cyclostigma*-führende Schichten bei Lindenbergs-Sträßberg im Selketal des Unterharzes und ihre Beziehungen zum Hauptzug der Tanner Grauwacke. Hall. Jb. f. Mitteldeutsche Erdgeschichte, 3, 1958, S. 20...53.

JONGMANN, W.

The Carboniferous Flora of Peru. Bull. Brit. Mus. (nat.) Hist. Geol., 2, 1954.

KNEIDL, V.

Stratigraphie im Raum Zorge-Hohegeiß (Südharz). N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 8, 1966, S. 500...502.

KNEIDL, V.; R. WILD

Das Oberdevon in der westlichen Südharmulde. N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 134, 1969, S. 147...174.

KOBOLD, A.

Die Gliederung des Oberharzer Kulms nach Goniatiten. Stratigraphische Beobachtungen im Kulm des westlichen Oberharzes unter besonderer Berücksichtigung der Grauwacken. Jahrb. Preuß. geol. Landes-Anst. f. 1932, 53, 1933, S. 450...515.

KREBS, W.

Oberdevonische Conodonten im Unterkarbon des Rheinischen Schiefergebirges und des Harzes. Zschr. d. deutsch. geol. Ges., 114, 1963, S. 57...84.

² In das Literaturverzeichnis wurden auch die Arbeiten aufgenommen, die für die Ausarbeitung der paläogeographischen Kartenskizzen wichtig waren.

- KOCHMANN, G.
Die oberdevonische bis unterkarbonische Schichtenfolge und der Schuppenbau im NW-Bereich des mittleren Acker-Bruchberg-Zuges (Oberharz). Erlangen-Nürnberg: Ausz. a. d. Inaug.-Diss. 1968.
- KULLMANN, J.; W. MEYER
Zur Gliederung des Unteren Kulms nordwestl. der Sösemulde (Oberharz). *Roemeriana*, 7, 1963, S. 5...17.
- LANGE, P.
Zur karbonischen Sedimentation am Büchenberg-Sattel des Elbingeröder Komplexes (Harz). *Zschr. geol. Wiss.*, 1, 1973, S. 111...126.
- LINDERT, W.
Die Grundgebirgskomponenten in den altpaläozoischen Konglomeraten des Harzes. *Geologie, Beih.* 70, 1971.
- LUTZENS, H.
Stratigraphie, Faziesbildung und Baustil im Paläozoikum des Unter- und Mittelharzes. Halle: Diss. 1969.
—: Stratigraphie, Faziesbildung und Baustil im Paläozoikum des Unter- und Mittelharzes. *Geologie, Beih.* 74, 1972.
—: Ein Beitrag zur Geologie des Unterharzes — Metamorphe Zone, Südharz- und Selkemuide. *Zschr. geol. Wiss.*, 3, 1975, S. 267...299.
- LUTZENS, H.; G. ZIMMERMANN
Zur Oberdevon/Unterkarbon-Grenze im Elbingeröder Komplex (Harz). *Geologie*, 18, 1969, S. 133...138.
- LUTZENS, H.; M. SCHWAB
Die tektonische Stellung des Harzes im variscischen Orogen. *Geologie*, 21, 1972, S. 627...640.
- MÄGDEFRAU, K.
Die Flora des Oberdevons im östlichen Thür. Wald, *Beih. bot. Zbl. Dresden*, 61, 1936, S. 213...233.
- MEISCHNER, D.; J. SCHNEIDER
Ober-Devon und älteres Unter-Karbon zwischen Acker und Diabazug im Oberharz. *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, 135, 1970, S. 42...81.
- MEMPEL, G.
Die Gliederung des Kulms in der Sösemulde und die Kulmkonglomerate im Oberharz. *Abh. d. Preuß. geol. Landes-Anst.*, 153, 1933.
- MEYER, K.-D.
Stratigraphie und Tektonik des Allersuges am Nordwestrand des Acker-Bruchberges bei Riefensbeek im Harz. *Geol. Jb.*, 82, 1966, S. 385...436.
- MEYER, O.
Die Stieger Schichten der Selkemuide. Vortrag, gehalten z. 4. Jahrestag. *Geol. Ges. DDR* am 27. 4. 1957. Wernigerode 1957.
- MÜLLER-STEFFEN, K.
Das Oberdevon des nördlichen Oberharzes im Lichte der Ostracoden-Chronologie. *Geol. Jb.*, 83, 1965, S. 785...846.
- NATHORST, A. G.
Zur oberdevonischen Flora der Bäreninsel. *Kgl. Svenska Vetenskaps. Akad. Handlingar*, 36, Stockholm 1902.
- PATZELT, G.
Zum Problem submariner Gleitmassen im Variszikum des Ostharzes und einige stratigraphische Konsequenzen. *Zschr. geol. Wiss.*, 1, 1973, S. 145...154.
- PFEIFFER, H.
Überblick über die Entwicklung des Saxothuringikums vom Beginn des Devons bis zur variszischen Hauptfaltung. *Geologie*, 17, 1968, S. 17...51.
- RABITZSCH, K.
Stratigraphische und lithofazielle Untersuchungen im Devon und Unterkarbon am Nordrand des Harzes zwischen Wernigerode und Ballenstedt. Halle: Diss. 1967.
- REICHSTEIN, M.
Die Tanner Grauwacke — eine unterkarbonische Fazies des Harzes. *Geologie*, 10, 1961, S. 763...777.
—: Zur frühvaristischen Reliefentwicklung im Mittelharz. *Ber. geol. Ges. DDR*, 9, 1964, S. 551...565.
—: Motive und Probleme erneuter Deckenbauvorstellungen für den Harz. *Geologie*, 14, 1965, S. 1039 bis 1076.
- RUCHHOLZ, K.
Fossilfunde im Südharz-Selke — Quarzit (sogenannter Hauptquarzit) südlich des Tanner Zuges im Unterharz. *Geologie*, 17, 1968, S. 348...353.
- RUCHHOLZ, K.; D. WARNCKE
Zur Altersstellung der Grauwackenfolge in der Südharz-Mulde. *Geologie*, 12, 1963, S. 921...972.
- RUSSE, B.
Stratigraphische, tektonische und sedimentologische Untersuchungen im NS-Querschlag Rottleberode (Südharzkomplex). Halle: Dipl.-Arb. 1967.
- SCHIMANSKI, W.
Ergebnisse stratigraphisch-fazieller Untersuchungen im Oberdevon und Unterkarbon an der SE-Flanke des Elbingeröder Komplexes (Harz). *Hercynia*, 6, 1969, S. 47...56.
- SCHMIDT, H.
Der Kellerwaldquarzit, mit einer Beschreibung seiner Fauna und der aus der Tanner Grauwacke. *Geol. Paläont. Abh., N. F.*, 19, 1933.
- SCHRIEL, W.
Die Geologie des Harzes. *Schr. wirtsch.-wiss. Ges., N. F.*, 49, Hannover 1954.
- SCHRIEL, W.; D. STOPPEL
Das Alter des sog. Hauptquarzites im südlichen Unterharz und in der Selkemuide. *Zschr. d. deutsch. geol. Ges.*, 110, 1958, S. 196...306.
—: Die Einstufung des Tanner Grauwackensystems auf Grund von Conodonten. *Zschr. d. deutsch. geol. Ges.*, 111, 1960, S. 662...683.

—: Fazies, Paläogeographie und Tektonik im Mittel- und Oberdevon des Harzes. Geol. Jb., 78, 1961, S. 719...760.

SCHWAB, M.

Beiträge zur Tektonik der Rhenoharzischen Zone im Gebiet der DDR mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse im Unterharz. Halle: Habil. Schrift 1969.

SCHWAN, W.

Zur heutigen Situation der stratigraphischen und tektonischen Forschung im Harz. Ber. geol. Ges. DDR, 3, 1958, S. 67...74.

—: Zur Stratigraphie, Paläogeographie und Faziesbildung der Hörre-Gommern- und Tanner Systeme. Erlanger geol. Abh., 65, 1967.

STEINER, W.

Cyclostigma-ähnliche Pflanzenreste aus den Grauwacken der Selkemußmulde/Harz. Geologie, 8, 1959, S. 884...899.

STRING, P.

Erster Nachweis von Kalk der Gattendorfia-Stufe am SW-Rand der Selkemußmulde, Geologie, 16, 1967, S. 88...91.

WACHENDORF, H.

Das Devon und Karbon der Sieber-Mulde (Harz). N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 126, 1966, S. 183...203.

WEIGELT, J.

Die Gliederung und Faunenverteilung im unteren Kulm des Oberharzes. Jahrb. Preuß. geol. Landes-Anst., 1916, 37, 1919, S. 157...271.

WEYER, D.

Das Alter der Büchenberg-Kieselschiefer (Unterkarbon) am Büchenbergsattel im Elbingeröder Komplex (Harz). Hercynia, 5, 1968, S. 193...200.

ZÖLLICH, M. S.

Das Problem des Deckenbaues im Harz. Zschr. d. deutsch. geol. Ges., 91, 1939, S. 502...522.

Zusammenfassung

Beitrag zur paläogeographischen Entwicklung der Riffkalke des Elbingeröder Komplexes im Harz (Mittel- bis Oberdevon)

Der mittel- bis oberdevonische Massenkalk des Elbingeröder Komplexes weist häufig eine deutliche Schichtung auf. Es wechseln organogen-detrithische Lagen mit fossilärmeren Kalken. Auf mikrofazialer Grundlage ließen sich im Kalk drei Haupttypen unterscheiden: Bioklastite, Intraklastite und Mikrite, die sich in dieser Folge vom Riff zum Stillwasserbereich bildeten. Ablagerungsraum des Elbingeröder Riffes war eine im tieferen Meere gelegene Schalsteinschwelle. Die Organismen wuchsen in Form ausgedehnter Biostrome. Relikte des biostromalen Wachstums lassen sich in den Riffschuttlagen nachweisen. Biohermale Bauten besaßen nur untergeordnete Bedeutung. Die Hauptriffbildner waren Stromatoporen und tabulate Korallen. Die Gliederung des Riffes in Schwellen- und Beckenfazies folgt ergebirgisch streichenden Konturen. Die Schwellenbereiche entsprechen etwa den heutigen Sattelstrukturen des Elbingeröder Komplexes.

Summary

Contributions on the paleogeographic development of the reef limestones of the Elbingerode complex in the Hartz Mountains (Middle Devonian to Upper Devonian)

The compact limestone of the Elbingerode complex, of Middle to Upper Devonian time, frequently shows a distinct bedding. Organogenic-detrithal layers alternate with limes that are poorer in fossils. On a microfacial basis, three main types could be distinguished in the lime: bioclastites, intraclastites, and micrites, which formed in this sequence from the reef to the quiet reach. Deposition plane of the Elbingerode reef was a greenstone sill in the deeper sea. The organisms grew in the form of extensive biostromes. Relicts of biostromal growth can be traced in the reef debris layer. Biohermal structures were of secondary importance only. Main reef builders were stromatopora and tabulata. Reef division in sills and basin facies follows Erzgebirge trend contours. Sill ranges approximately correspond to today's anticlinal structures of the Elbingerode complex.

¹ Herrn Prof. (em.) Dr. RUDOLF HOHL zum 70. Geburtstag gewidmet.

Beitrag zur paläogeographischen Entwicklung der Riffkalke des Elbingeröder Komplexes im Harz (Mittel- bis Oberdevon)¹

Mit 4 Abbildungen und 14 Photos im Text

Autor:

Dipl.-Geol. HANS PALME
Rat des Bezirkes Dresden,
Abteilung Geologie
806 Dresden
Angelikastraße 11

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd 2
Seite 27...40
VEB H. Haack Gotha/Leipzig 1977

*О палеогеографическом
развитии рифовых
известняков
Эльбингеродского комплекса
в Гарце
(средний и верхний девон)*

Массовый известняк Эльбингеродского комплекса среднего и верхнего девона часто обладает чёткой стратификацией. Органогенно-детритовые залега-ния чередуются с известняками, более бедными окаменелостями. На микрофациальной основе удалось выделить в известняке три главные типа: биокластиты, интракластиты и микриты, образовавшиеся в этой очерёдности от рифа до района тихих вод. Районом образования Эльбингеродского рифа служил порог волластонита, расположенный в более глубоком море. Организмы росли в виде обширных биостроматов. Остатки биостроматового роста удастся проследить в рифовых осыпях. Биогермальные строения обладали только второстепенным значением. Главные образователи рифа — строматопоры и табуляты-кораллы. Расчленение рифа на пороги и котловины следует направлениям контур Рудных гор. Районы порогов соответствуют примерно современным седловинным структурам Эльбингеродского комплекса.

1.
Einleitung

Dieser Beitrag ist die Zusammenfassung einer Diplomarbeit, die im Zeitraum 1967/68 im ehemaligen Geologisch-Paläontologischen Institut der Martin-Luther-Universität Halle–Wittenberg angefertigt wurde. Zu Dank bin ich Herrn Dozent Dr. habil. Reichstein verpflichtet, der die Ausführung wesentlich unterstützte. Meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. (em.) Dr. R. HOHL widme ich diese Arbeit zu seinem 70. Geburtstag.

Es wurde der erste Versuch einer Gliederung des Riffkalkes im Elbingeröder Komplex unternommen. Solche Untersuchungen an Riffen haben in den letzten Jahrzehnten stark an Bedeutung gewonnen, nachdem der Zusammenhang zwischen Riffbildungen und Erdöl- und Erdgaslagerstätten vielerorts erkannt wurde. In dieser Arbeit folgt einer Gliederung des Massenkalkes auf mikro-fazieller Grundlage der Versuch, anhand der Verbreitung der einzelnen Gesteinstypen bestimmte Faziesräume auszuscheiden und damit einen Beitrag zur Paläogeographie des Riffgebietes zu liefern.

Diese Arbeit kann nicht mehr als ein erster Beitrag sein, da nur die Untersuchung der zahlreichen oberflächlichen Aufschlüsse möglich war und eine feinstratigraphische Gliederung der Riffkalke im Elbingeröder Komplex bisher fehlt. Damit sind räumliche und zeitliche Verbindungen der Aufschlüsse zueinander nicht eindeutig gegeben. Es kann z. B. nicht nachgewiesen werden, ob verschiedene Faziestypen an den einzelnen Aufschlüssen zeitgleich in unterschiedlichen Faziesräumen oder zeitlich nacheinander entstanden sind.

2.
Geologischer Überblick

Im Mittel- und Oberdevon sind entsprechend der damaligen Lage des Äquators Riffbildungen weit verbreitet, unter anderem auch im rhenohery-nisch-armorikanischen Bereich. In der Literatur wurden diese Kalksteine wegen ihrer großen Reinheit und dem fast völligen Zurücktreten von Ton-

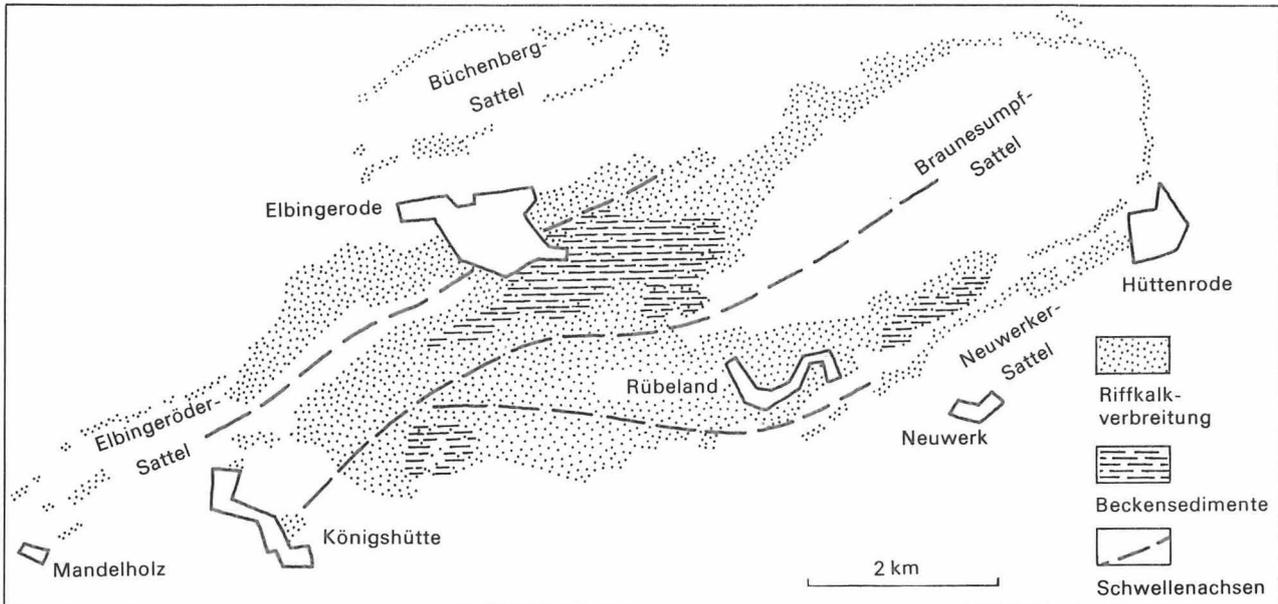


Abbildung 1
Die Verteilung der Riffkalke im Elbingeröder Komplex

schiefern oft als Massenkalk beschrieben. Sie wurden schon seit ROEMER als Riffbildungen erkannt. In den meisten Arbeiten, die das Devon dieser Gebiete zum Thema haben, wird der Massenkalk des Elbingeröder Komplexes als Riffkalk erwähnt, doch fehlt eine genauere Beschreibung. Im Rheinischen Schiefergebirge stammen die einzigen älteren Arbeiten mit detaillierteren Darstellungen der Rifffazies von HEINRICH (1914), und erst in den letzten Jahren ist hier eine intensivere Bearbeitung erfolgt. Dabei wurden die meisten Riffe als Barriere-Riffe erkannt, die sich am Old-Red-Kontinent bildeten (JUX 1960; STRUVE 1963; WERDING 1965). KREBS (1966) glaubt, im Langenaubach-Breitscheider Riff (Dill-Mulde) ein Atoll erkennen zu können.

Nach SCHINDEWOLF (1922) zeigt das Oberdevon des Harzes im Gegensatz zum Rheinischen Schiefergebirge keine Beziehungen zu einem der bisher bekannten Kontinente, und diese Bildungen sind als Sedimente des zentralen Meeres zu betrachten. Während es im Rheinischen Schiefergebirge zahlreiche submarine Erhebungen gab, auf denen es zur Riffbildung kam, sind solche im Harz nur vom Iberg (FRANKE 1973) und Elbingeröder Komplex bekannt. Die fazielle Sonderentwicklung des Elbingeröder Komplexes (Abbildung 1) legte REICHSTEIN (1957) dar. Im Unterdevon vermutet er nordwestlich des Komplexes eine Schwellenzone, an deren Südostflanke

Zerrspalten und damit günstige Aufstiegswege für das Magma entstanden. So kam es vom Oberems bis zu den Wissenbacher Schiefern zu einer ständig zunehmenden vulkanischen Tätigkeit, die eine Schalsteinserie mit einer maximalen Mächtigkeit von 500...1000 m erzeugt hat. Damit entstanden erhebliche Niveauunterschiede zum umgebenden Meeresbereich. Während sich an den Schalsteinaufwölbungen Riffe bildeten, in deren zentralen Teilen Kalk mit einer Mächtigkeit von mehr als 400 m sedimentiert wurden, lagerten sich am Fuß der Schalsteinrücken feinklastische Sedimente ab. Die großen Kalkmächtigkeiten sind nur durch gleichzeitige Senkung des Untergrundes zu erklären. REICHSTEIN hat nachgewiesen, daß die heutigen Sattelstrukturen im Devon angelegt waren und später durch die varistische Faltung verstärkt wurden.

3. Mikrofaziestypen

3.1. Allgemeines

Die Gliederung des Kalkes in Mikrofaziestypen erfolgte auf der Grundlage der Klassifikation nach FOLK (1959). Das Prinzip dieser Methode besteht

in einer Trennung von Grundmasse (Matrix) und Allochemen (Komponenten). In der Grundmasse unterscheidet FOLK Mikrit und Sparit. Mikrit ist eine feinkörnige, karbonatische, nicht oder nur wenig umkristallisierte Grundmasse. Die Korngröße liegt unter 0,01 mm. Entstanden ist sie aus der Verfestigung eines Kalkschlammes. Sparit ist eine \pm gröber körnige, spätige, meist klar durchsichtige Grundmasse. Sie kann in den Hohlräumen des Gesteins durch primäre Ausscheidung des CaCO_3 aus Lösungen entstehen (chemische Internanlagerung nach SANDER 1936). Sparit bildet sich auch aus Mikrit durch sekundäre Rekristallisation (FOLK 1959). Die Komponenten setzen sich nach der Benennung von FLÜGEL und FLÜGEL-KAHLER (1963) fast ausschließlich aus Biogenen und Intraklasten zusammen. Nur vereinzelt wurden Pseudooide und Ooide gefunden. Diese Bestandteile sind wie folgt charakterisiert:

Biogene:

alle beobachtbaren Fossilreste

Intraklaste:

syndimentär aufgearbeitete Sedimentpartikel

Pseudooide:

kleine, gerundete Körner ohne Struktur (engl. Lit: pellets)

Onkoide:

unterschiedlich geformte Körper mit Kern und unregelmäßiger, konzentrischer Schale

Ooide:

kugelige Kerne mit konzentrischer Schale

Die Benennung der Karbonattypen erfolgte in Anlehnung an TODD (1966). Für das Untersuchungsgebiet sind von der Terminologie folgende Haupttypen von Bedeutung:

Zusammensetzung

Mikrite	über 50 % Mikrit
Intraklastite	über 50 % Intraklastite
Bioklastite	über 50 % Biogene
Sparite	über 50 % Sparit

Grundlage der mikrofaziellen Bearbeitung bildeten ca. 500 Anschliffe. An ihnen lassen sich unter dem Binokular die einzelnen Faziestypen gut auseinanderhalten. 25 Dünnschliffe unterstützten die weitere Charakterisierung dieser Typen.

3.2.

Mikrit

Die Grundmasse der Mikrite ist äußerst feinkörnig und besteht aus Mikrit mit Korngrößen von weniger als 0,01 mm. Die in dieser Mikritmasse zu erkennenden Übergänge zwischen Mikrit und Sparit sind wahrscheinlich durch die Rekristallisation zu erklären. FOLK zählt die Mikrite zu den durch normale chemische oder biochemische Ausfällung entstandenen Kalksteinen (Orthochems). Sie lagern sich ab durch normalen, raschen Absatz von Kalkschlamm, der im Ablagerungsraum selbst gebildet wurde. Es herrschen nur geringe Strömungen, so daß Auswaschungen unwesentlich blieben. Zu etwas stärkeren Umlagerungen kam es bei Dismikriten, die zu den Intraklastiten überleiten. Die Fossilführung ist im allgemeinen gering.

Dismikrit ist die verbreitetste Erscheinungsform der Mikrite im Untersuchungsgebiet. Den Namen führte FOLK (1959) für solche Typen ein, die gewisse Aufarbeitungserscheinungen zeigen. Durch Bodenströme wurde der noch weiche Schlamm aufgewirbelt und lagerte sich schnell wieder ab. Dabei entstanden weiche Körper in der Größe der Intraklaste. Sie sind aber nicht deutlich begrenzt wie diese, sondern verschmolzen nach ihrer erneuten Ablagerung wieder in starkem Maße, so daß meist diese „Protointraklaste“ nur stellenweise zu erkennen sind. Durch diese Auswaschung und Aufarbeitung des Kalkschlammes entstehen irreguläre Hohlräume, die mit primär ausgefälltem Sparit geschlossen wurden (FOLK). Auch SANDER (1936) sieht in diesen birdeyes durch chemische Internanlagerung geschlossene Kleinhöhlen. Diese Sparitstrukturen bilden, wenn die Auswaschung besonders stark war, schichtparallele Lagen.

In der mikritischen Matrix fallen runde Körper aus Sparit auf (Photo 1). Solche Gebilde wurden von KREBS (1966) als Calcisphären beschrieben. Im Innern sind die Kristalle unregelmäßig ausgebildet, randlich ordnen sie sich radial an. Der Außenrand der Calcisphären besteht aus einem \pm breiten Ring von sehr feinkörnigem Sparit. Die Calcisphären erreichen eine Größe bis ca. 0,5 mm. Sie werden von NEWELL u. a. (1953) als fragliche Algenbildung angesehen.

Von weiteren beobachteten Erscheinungsformen der Mikrite sollen hier noch die als Pelite

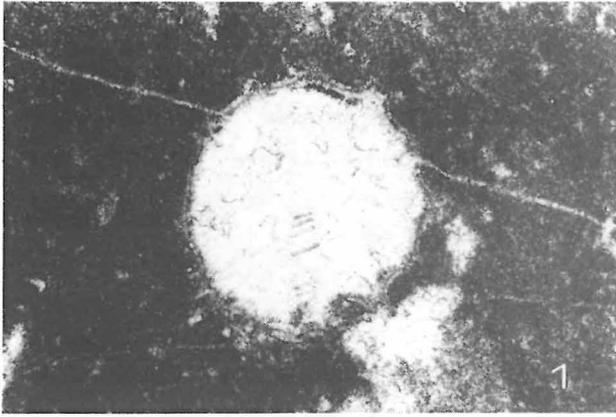


Photo 1
Calcisphäre (fragile Algenbildung) im Dismikrit
(Photo PALME)

bezeichneten, sehr feinkörnigen Kalke erwähnt werden. Die Grundmasse unterscheidet sich deutlich von den Mikriten durch größere Homogenität und Feinheit. Sie sind gelblich, grünlich, braun, verschieden gefärbt und oft im mm- bis cm-Bereich deutlich feingeschichtet, indem schwarze, gelbe, rote Lagen und Sparit miteinander wechseln. Sie sind lediglich am Bärenfelsen (Rübeland) in stärkerem Maße am Gesteinsaufbau beteiligt. Sonst kamen sie in Spalten, Hohlräumen zwischen den Biogenen und anderen geschützten Stellen zum Absatz. Die Pelite enthalten keine Makrofossilien. „Convolute bedding“ und ähnliche Sedimentstrukturen wurden in den Mikriten des Arbeitsgebietes beobachtet. Sie sind in Übereinstimmung mit EINSELE (1963) an einen bestimmten, sehr feinen Korngrößenbereich gebunden.

3.3.

Intraklastite

Hauptbestandteil der Intraklastite sind Intraklaste. Diese fest umgrenzten Körper entstanden durch die Aufarbeitung der chemischen oder biochemischen Ausfällungen im Ablagerungsraum. Intraklastite umfassen größenmäßig Feinsand- bis Konglomeratbereich. Sie sind unregelmäßig geformt, meist gerundet oder gestreckt und bestehen entweder aus Mikrit (das ist der Normalfall) oder enthalten komplexe innere Strukturen (Fossilien u. a.).

Die Hauptmasse der Intraklaste bildet sich nach FOLK durch Erosion eines halbverfestigten Kalkschlammes. Die dabei entstehenden Partikel werden aufgewirbelt und dann wieder abgelagert. Ein Intraklastit entsteht also in zwei Phasen unter verschiedenen Bedingungen:

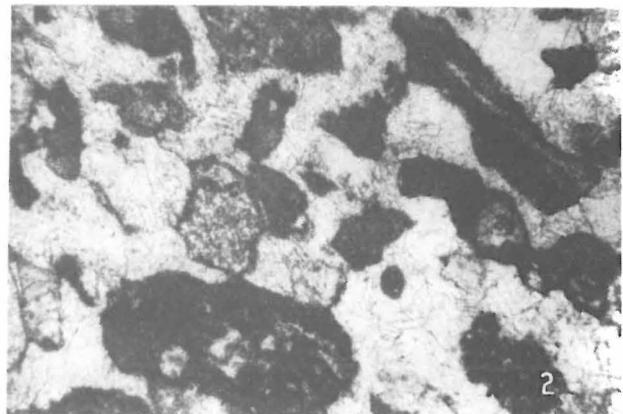
1. Ein feinkörniges Kalksediment (ein Mikrit) setzt sich im geschützten Stillwasserbereich ab und wird schwach verfestigt.

2. Der Sedimentationsraum gerät in den Bereich von bewegtem Wasser. Das Sediment wird aufgewühlt und, nun unter höheren energetischen Bedingungen, ohne besonderen Transport wieder abgelagert.

Dieser rasche Wechsel der Sedimentationsbedingungen ist nur im Flachwasser möglich. Der Hohlraum zwischen den Körnern wurde durch chemische Internanlagerung (SANDER) mit Sparit gefüllt. Die Intraklaste der hier bearbeiteten Kalke sind zwischen 0,1 und 2 mm (nur selten darüber) groß, wobei die Hauptmasse den Bereich von 0,3...1 mm einnimmt. Sie bestehen aus bräunlich grauem Mikrit. Photo 2 zeigt die typische Intraklastitstruktur. Man sieht die unregelmäßige Form der Intraklaste und ihre wirre Lagerung und Unsortiertheit. Alles das spricht für die oben gegebene genetische Deutung.

Die in TODD (1966) erwähnten „hand holding“-Strukturen sind stellenweise häufig. Hier sind Intraklaste noch kettenförmig miteinander verbunden. Größere Intraklaste sind wie schon erwähnt selten. Sie zeigen Strukturen des re-sedimentierten Sediments. Mehr oder weniger

Photo 2
Intraklastitstruktur (Dünnschliff x 30)
(Photo PALME)



häufiger Bestandteil sind weiße, kleine Bruchstücke von Crinoiden und Mollusken. Überhaupt enthalten die Intraklastite mehr Biogene als die Mikrite.

3.4.

Bioklastite

Die Bioklastite, die im Arbeitsgebiet den verbreitetsten Gesteinstyp bilden, bestehen zu mehr als zur Hälfte aus Biogenen. Zur Bildung des organogenen Bruchs waren hohe energetische Bedingungen erforderlich, die die gewachsenen organischen Strukturen zerstörten. Diese waren nur im Wellenbereich nahe dem Meeresspiegel gegeben. Der gebildete grobe Schutt blieb entweder als lockeres, an Hohlräumen reiches Haufwerk liegen oder wurde durch Strömungen bis in die Sedimentationsbereiche der Intraklastite und Mikrite weiterverfrachtet. Auf diese Weise ist die unterschiedliche Ausbildung der Grundmasse zwischen den Biogenen zu erklären. Wo die Auswaschung zwischen dem biogenen Haufwerk stark war, wurden die offen gebliebenen Räume durch chemische Internanlagerung mit Sparit gefüllt. Die Hohlräume wuchsen vom Rand, d. h. von den Fossilbegrenzungen her zu. Dabei ordneten sich die Sparitkristalle meist senkrecht zum Rand der Biogene an und bildeten z. T. konzentrische Lagen bis zur Schließung der Zwischenräume (Photo 3). Mitunter entstehen zwischen den Biogenen größere Öffnungen, die als Großoolithe (nach der Definition von SCHMIDEGG 1928) anzusprechen sind und eingehend von SANDER (1936) beschrieben wurden. Photo 4 zeigt solche Bildungen. Der faserige Kalzit bildet farblich unterschiedliche, konzentrische Lagen, die den Hohlraum bis auf einen kleinen Rest schließen. Dieser ist mit granularem, weißen Sparit gefüllt. In den meisten Fällen tritt neben der chemischen eine mechanische Internanlagerung auf, indem sich \pm intensiv irregulär oder deutlich geopetal Pelit absetzte.

3.5.

Sparite

Wie schon erwähnt, bildet sich unter bestimmten Bedingungen aus Mikrit durch Rekristallisation

Sparit, der schließlich zum Hauptbestandteil des Gesteins werden kann. Solche rekristallisierten Kalke treten, im Gegensatz zu vielen anderen Riffgebieten, im Arbeitsraum selten auf. Am Bielstein gibt es völlig homogene, feinkristalline und auch grobkristalline Kalksteine, die sicher in diese Gruppe gehören. Sie werden von manchen Autoren (z. B. WOLFENDEN 1958) auch als rekristallisierte Algenpolster gedeutet.

4.

Bau der Riffbildungen im Elbingeröder Komplex

4.1.

Der Massenkalk von Elbingerode/Rübeland – ein Riffkalk

Nach DARWIN's grundlegenden Arbeiten über die Entstehung der Koralleninseln im Pazifik wandte MURCHISON 1847 als erster diesen Begriff auf fossile Strukturen an, die diesen Riffmassen ähnelten. Nach der an rezenten Riffen aufgestellten, häufig zitierten Definition von VAUGHAN gehören zum Begriff Riff folgende Merkmale:

- eine Erhebung aus Kalkstein
- eine zur Bildungszeit wenig unter dem Meeresspiegel liegende Oberfläche
- ein hauptsächlich aus Skeletten von Organismen bestehendes Gestein

In der Folgezeit wurden aber so viele Strukturen, die dieser Definition nicht entsprachen, als „Riffe“ beschrieben, so daß dieser Begriff seine straffe Bedeutung einbüßte und der Name Bioherm für Untiefen, Erhebungen u. ä. aus rein organischem Bau, die im Gestein mit abweichender Lithologie liegen, eingeführt wurde. Schichtige, horizontal ausgedehnte Strukturen aus sessilen Organismen nannte CUMINGS (1933) Biostrome. Leider wurden in der Folgezeit sowohl die Begriffe Bioherm und Biostrom als auch Riff verwendet und zwar in so unterschiedlicher Weise, daß in jeder modernen Arbeit eine vorausgehende, für diese Arbeit gültige Definition nötig wäre.

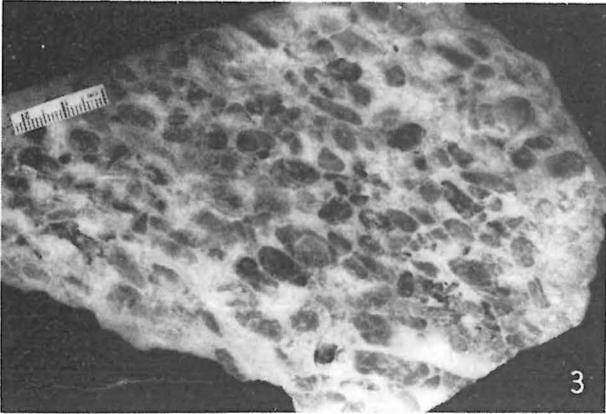


Photo 3
Bioklastit aus zylindroiden Stromatoporen,
Hohlräume konzentrisch mit Sparit gefüllt
(Photo PALME)

Nach KREBS (1966) und FLÜGEL; FLÜGEL-KAHLER (1963) besteht ein Rifffkomplex aus den Bereichen Zentrales Riffareal, forereef und back reef.

Im Zentralen Riffareal entstehen kuppenförmige Erhebungen aus Stromatoporen und Favositiden, die mit zerbrochenen Biogenen eine schichtungslose Struktur (framework) aufbauen. Diese Bildungen werden als Rifffkerne bezeichnet. Der neben diesen Begriffen in der Arbeit verwandten Bezeichnung Riff liegt die in FLÜGEL und FLÜGEL-KAHLER zitierte Definition von NELSON, BROWN und BRINEMAN (1962) zugrunde. Ein Riff ist sinngemäß übersetzt demnach: „... eine hauptsächlich aus Kalkskeletten bestehende Ablagerung, welche durch Organismen gebildet wird, die das ökologische Potential zur Errichtung einer topographisch aufragenden Struktur besitzen.“ Der Begriff Riff bezieht sich also weniger auf einen bestimmten lokalen Bereich des Rifffkomplexes, sondern er umfaßt die Erscheinung an sich. Dieser Definition entspricht der Massenkalk von Elbingerode/Rübeland, denn er besteht in hervorragendem Maße aus \pm zerbrochenen Biogenen, die eine topographisch aufragende Struktur errichten. Diese war durch die Schalsteinsättel zwar schon gegeben, aber die großen Kalksteinmächtigkeiten können nur durch Absenkung der Schwelle erklärt werden, die vom Wachstum der Organismen kompensiert wurde. Diese Organismen besaßen das ökologische Potential zur Errichtung einer aufragenden Struktur (riffbildende Organismen).

Dabei ist die Tatsache, daß der größte Teil des Kalkes nicht aus Biogenen „in situ“ besteht, für die Rifffdefinition nicht entscheidend. So wurden aus dem (rezenten) Großen Barriere-Riff Bereiche beschrieben, die nur von feinem Detritus gebildet werden. Auch in den Zonen stärksten Wachstums ist der Rifffschutt im Überschuß. KREBS (1966) zitiert LADD und TRACEY (1949), die betonen, daß in den Rifffgesteinen der pazifischen Riffe die „in situ“-Rifffbildner nur 5 bis 10 % ausmachen. Entscheidend ist (WERDING) nicht die Lebensstellung der Organismen sondern die Tatsache, daß überhaupt Wachstum riffbildender Organismen möglich war und daß der Detritus durch Sedimentfänger aufgehalten wurde und dadurch eine Erhebung entstand.

4.2.

Das organische Wachstum

Die Stromatoporen sind der alles andere bei weitem überwiegende Bestandteil in den Schuttlagen und waren demnach besonders weit verbreitet. Auch sehr häufig sind Biostrome aus Amphiporiden, die bis in die Becken hineinreichen. Nur lokal sind Kalkschwämme in größerem Maße gesteinsbildend vorhanden. Zu diesen riffbildenden Organismen gesellen sich zahlreiche Rugosa, Thamnopora, Zweischaler und Crinoiden von örtlich stark wechselnder Häufigkeit. Die tabulaten Korallen sind weniger bedeutend.

Photo 4
Großolith zwischen Biogenen
(Stromatoporen in Wachstumsstellung)
(Photo PALME)



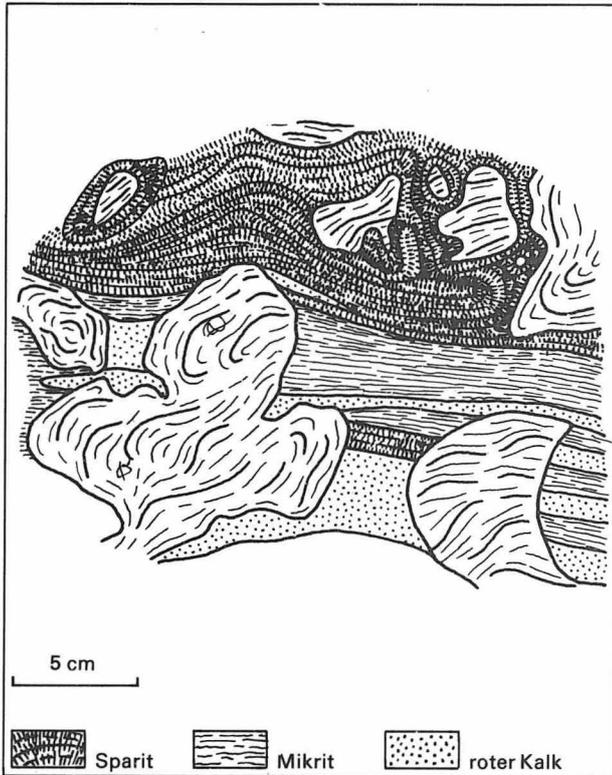


Abbildung 2
Biostrom aus massiven Stromatoporen, chemische und mechanische Internanlagerung

Die Stromatoporen gliedern sich in drei ökologische Typen:

- a) massive Formen,
- b) zylindroide Formen,
- c) lamellare Formen.

Im folgenden einige Beispiele für das organische Wachstum: Aus einem Biostrom massiver Stromatoporen zeigt Abbildung 2 einen Ausschnitt. Die Stromatoporen sind hier sehr unregelmäßig ge-

Photo 5
Geflecht von zylindroiden Stromatoporen, chemische Internanlagerung (Photo PALME)

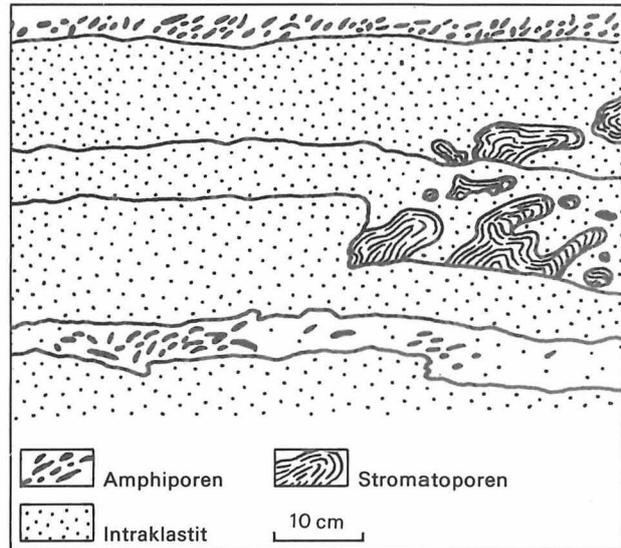
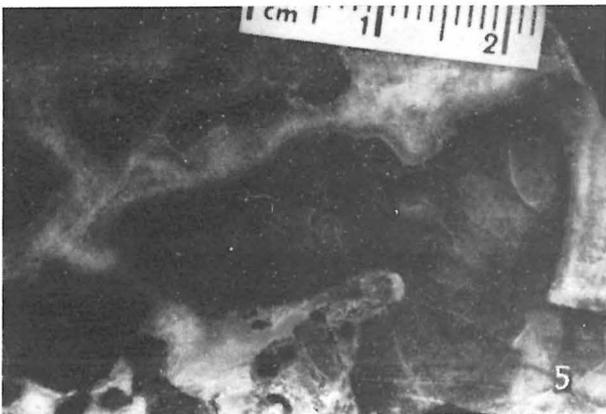
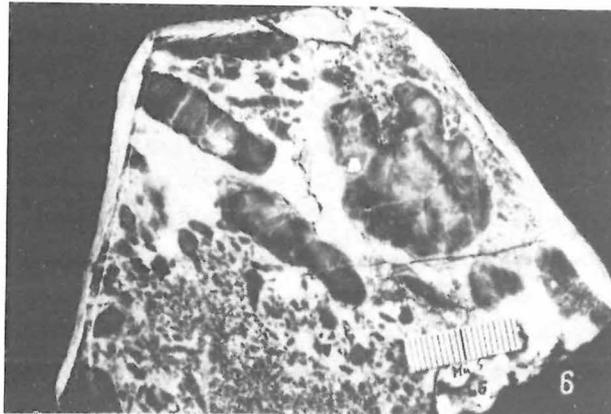


Abbildung 3
Amphiporenrasen mit auf Schichtflächen aufgewachsenen Stromatoporen

wachsen. Der Hohlraum wurde durch Sedimentation von Mikrit und Rotpelit sowie durch chemische Internanlagerung mit Sparit gefüllt. War die Wasserbewegung stärker, bildete sich Sparit, war sie schwächer, konnte sich – zwischen den Biogenen geschützt – Kalkschlamm absetzen. Ein unregelmäßiges Geflecht von Stromatoporen in stark zylindroider Ausbildung zeigt Photo 5.

Auch hier wurde der Hohlraum durch chemische Internanlagerung geschlossen. Häufiger als solche Geflechte bilden die zylindroiden Stromatoporen Kolonien aus einzelnen fingerstarken Gebilden (Photo 6). In dieser Form werden die Ko-

Photo 6
Bioklastit aus zylindroiden Stromatoporen, teilweise ist die ursprüngliche Wachstumsform erhalten (Photo PALME)



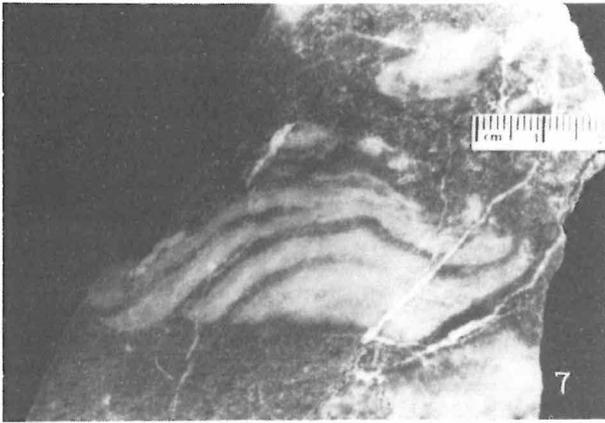


Photo 7
Lagig gewachsene Stromatopore im Instralkastit
(Photo PALME)

lonien, wie örtlich nachzuweisen ist, bis zu einem Meter groß. Die zylindrischen Gebilde erreichen Längen bis zu 10 cm. Massive und zylindroide Stromatoporen sind durch Übergänge verbunden. Bei beiden Typen wurden die Hohlräume überwiegend durch chemische Internanlagerung gefüllt, was auf starke Auswaschung und damit eine Position in stark bewegtem Wasser hindeutet. Das lamellare Wachstum einer Stromatopore zeigt Photo 7. Hier wie auch in den meisten Amphiporen-Biostromen ist dagegen chemische Internanlagerung nicht so bedeutend, woraus geschlossen werden kann, daß diese vorrangig an die

Photo 8
Phillipsastrea-Kolonie (oben) auf flach ausgebreiteter Stromatopore
(Photo PALME)



Photo 9
Alveolites, eine zylindroide Stromatopore umwachsend
(Photo PALME)

Bereiche mit ruhigerem Wasser gebunden sind. Massive Stromatoporen reichen, was Abbildung 3 beweist, in diese Zonen hinein. Wie in dieser Abbildung, so sitzen häufig die Organismen den Schichtflächen auf.

Nicht selten umwachsen oder überwachsen sich die Biogene (Photo 8, 9). Als Beispiel für die Gleichzeitigkeit von Wachstum und Zerstörung wird die Situation auf Photo 10 gedeutet: ein konzentrisch gewachsener Teil einer Stromatopore wird nach der Zerstörung abgelagert und nur an der Oberfläche konnte nach der Einbettung die Kolonie, nun deutlich lagig, weiterwachsen.

Photo 10
Bioklastit, oben rechts: eine nach der Ablagerung lagig weitergewachsene Stromatopore
(Photo PALME)



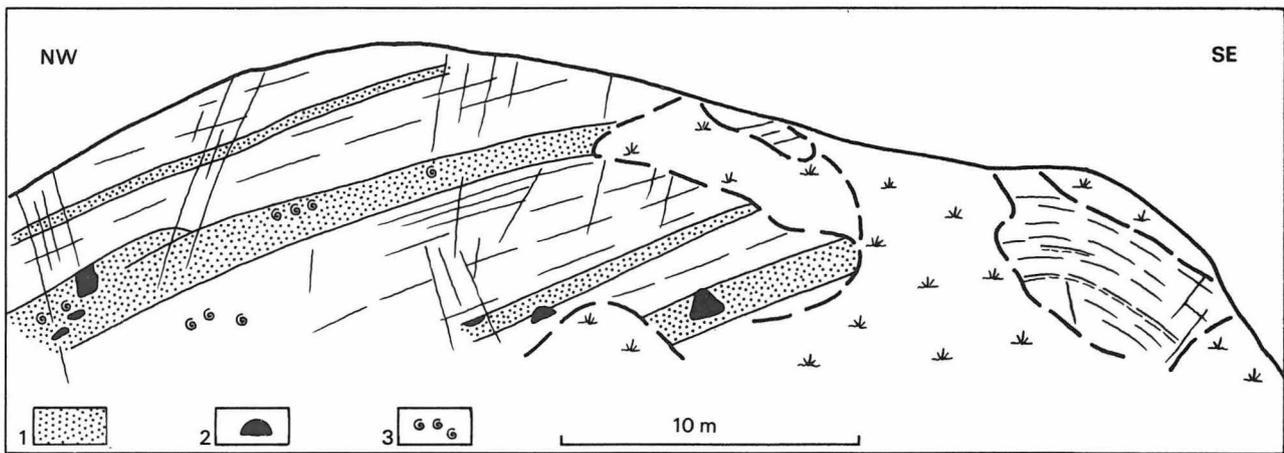


Abbildung 4
 Beckensedimente im Kalksteinbruch Schwefeltal
 Zwischen fossilarmen Kalksteinen bankartige Einschaltung von Amphiporenkalksteinen (1) mit einzelnen Stromatoporen (2) und lagenweiser Anreicherung von Schnecken (3)

4.3. Der Charakter der Riffbildung

Mit wenigen Ausnahmen weist der Riffkalk eine deutliche Schichtung im dm- bis m-Bereich auf. Sie fällt besonders deutlich in den größeren Kalkbrüchen (Abbildung 4) auf. In der Schichtfolge finden sich, allerdings untergeordnet, Bänke, in denen die in Lebensstellung erhaltenen Biogene einen größeren Anteil bilden und damit den biostromalen Charakter verdeutlichen.

In den Schichtfolgen der einzelnen Aufschlüsse ist das Verhältnis zwischen Bioklastiten und Mikriten, Intraklastiten verschieden. Träfe dies nicht zu, so müßte man annehmen, daß die Schalsteinschwelle topographisch fast nicht gegliedert und in ihrer Gesamtheit, nur zeitlich unterschiedlich, gleichmäßig biostromal bewachsen war. Es überwiegen aber an einem Ort Bioklastite (grober Riffschutt), am anderen Mikrite und Intraklastite (Kalkschlamm, Kalksand), und man kann im ersten Fall an eine insgesamt schwelennahe, im zweiten an eine insgesamt beckennahe Position während der Sedimentation denken.

An den rezent absinkenden Inseln und Festländern entstehen Atolle und Barriere-Riffe, und es wäre denkbar, wenn sich auch hier auf einzelnen Rücken Atolle gebildet hätten. Es konnte aber lediglich festgestellt werden, bei allerdings geringer Belegdichte, daß Riffbildungen und grober Schutt an erzgebirgisch streichende, ungefähr den Sätteln entsprechende Zonen gebunden sind (Schwellenregionen), während in den dazwischenliegenden

Senken die feiner strukturierten Kalke zur Ablagerung kamen. Es ist möglich, daß die Atolle die Plätze auf den Sätteln einnahmen, wo heute der Schalstein zutage tritt, und sich der Massenkalk nur aus Vorriff- und Zwischenriffsedimenten zusammensetzt. Aber auch hier spricht das häufige Vorkommen von Fossilien in Wachstumsstellung dafür, daß die riffbauenden Organismen nicht eine eng begrenzte, ringförmige „wave-resistant“-Struktur bildeten, sondern ausgedehntere Flächen besiedelten. Das Riffwachstum reichte örtlich und zeitlich sicher unterschiedlich weit die Hänge hinab, um allmählich in die Beckenfazies überzugehen, wobei hier auch noch örtlich Wachstum möglich war. Schon in der Schwellenregion selbst machen die gewachsenen Organismen nur einen geringen Teil des Gesteins aus, das sich in der Hauptsache aus \pm zerstörten und transportierten Biogenen zusammensetzt. Zwischen Schwellen- und Beckenzone, in der die riffbildenden Organismen stark zurücktreten, besteht ein breiter Übergang.

Es ist auffallend, wie stark sich in einem Aufschluß in der Vertikalen die Fazies ändert. So ist der Versuch, die Aufschlüsse in ein Atollschema einzureihen, erfolglos, denn z. B. wechsellagern Schichten, die von anderen Autoren als typische Lagunenfazies (back reef) beschrieben werden, mit solchen, die bezeichnend für die zentralen Riffareale oder das fore-reef sind. In einem Atoll sollten sich jedoch die Ablagerungsbedingungen nicht so stark ändern, daß es an einem Ort zu solch gegensätzlicher Ausbildung kommt. Nimmt man

dagegen eine Sedimentation in zwischen Schwellen gelegenen Becken an, so fällt die Erklärung leichter. Hier können die Bedingungen viel schneller von ruhigem zu stärker bewegtem Wasser umschlagen als in einer Lagune, die doch stets \pm abgeschlossen ist oder in einem fore-reef, wo überwiegend stark bewegtes Wasser die Sedimentation bestimmt.

FLÜGEL und FLÜGEL-KAHLER äußerten, daß die altpaläozoischen Riffe im Vergleich zu den jungpaläozoischen, mesozoischen und meisten rezenten einen abweichenden Baustil besitzen. Die Arbeiten von LECOMPTE (1958), STRUVE (1963), JUX (1960) und WERDING (1965) beweisen, daß eine Trennung in fore-reef- und back-reef-Bereiche nicht immer klar ausgebildet ist. Diese Riffe ähneln eher dem von HENSON (1950) (zit. FLÜGEL; FLÜGEL-KAHLER) als „open shoal reef“ bezeichneten Riffformen.

Hier löst sich das zentrale Riffareal in flache biostromartige Riffe auf und es entsteht ein Übergang zum fore-reef und Becken. Diese Art der Riffbildung liegt auch im Untersuchungsgebiet vor und nach einer solchen Deutung lassen sich die erkannten Fazieszonen als folgende Bereiche ansprechen:

- Schwellenbereich: geschichteter Riffschutt mit relativ zahlreichen Organismen „in situ“, viel sparitische Hohlraumfüllung, örtlich schichtungslose Riffkerne
- Beckenbereich: geschichtete, fossilärmere Kalke (Abbildung 4)
- Vorriffbereich: sparitreicher, wenig geschichteter Riffschutt.

Dabei verzahnen sich alle Bereiche weitestgehend.

Das überwiegend großflächige, \pm flache Riffwachstum auf der Schwelle wird örtlich unterbrochen durch Riffkerne, die wahrscheinlich kuppelförmig an solchen Stellen aufragten, die dem organogenen Wachstum besonders günstig waren.

Im Arbeitsgebiet wurden zwei Riffkerne erkannt. Der größere (die Ausdehnung könnte um 50 m betragen) und deutlicher ausgeprägte bildet den W-Teil des Galgenberges bei Elbingerode. Der zweite befindet sich am Schießhaus (Bergfeld) bei Rübeland und erstreckt sich nur über ca. 10 m.

Das auffallendste Unterscheidungsmerkmal dieser Riffkerne gegenüber ihrer Umgebung ist die

absolute Schichtungslosigkeit. Dies bewirkt auch die größere Widerstandsfähigkeit des Gesteins bei der Verwitterung, so daß es morphologisch hervortritt. Die Riffkerne sind „echte“ Riffbildungen, die sich wahrscheinlich kuppelförmig vom übrigen Schwellenbereich erhoben und der Brandung stärker ausgesetzt waren als die flächig wachsenden Organismen des übrigen Schwellenbereiches.

Den Hauptbestandteil der Riffkerne bilden deutlich „in situ“ lagernde, halbkugelige bis flache Stromatoporen. Die knolligen Stromatoporen sind häufig um 1,5 m groß, die flach ausgebreiteten Formen erreichen Längen bis 2 m. Diese Wachstumsformen waren sicher am ehesten geeignet, der Brandung zu widerstehen und sie wurden nur in den Riffkernen angetroffen. Eng mit diesen Stromatoporen verbunden und an Bedeutung kaum zurücktretend sind Favositiden. Auch sie erreichen Ausdehnungen bis über 1 m. Es gibt massige Formen, aber häufig sind sie flach ausgebreitet. Stromatoporen und Favositiden sind also Organismen, die das Gerüst (frame work) des Riffkernes aufbauen. Die „in situ“ lagernden Formen bilden dabei aber nicht mehr als höchstens ein Viertel des gesamten Riffkernes. Das reicht aus, um die dazwischenliegenden zerbrochenen oder verstellten Biogene in die brandungsbrechende Struktur einzufügen.

Photo 11 zeigt die Struktur des Riffkernes im Anschliff. Das Füllmaterial besteht aus Bruckstücken der oben beschriebenen Stromatoporen und Favositiden; dazu sind zylindroide Stromatoporen,

Photo 11

Zusammensetzung des Riffkernes, oben links und unten: Stromatoporen in Lebensstellung (Photo PALME)



Crinoiden und Rugosa häufig. Die Grundmasse ist sehr verschiedenartig ausgebildet und ihr Charakter ändert sich schon im Anschliffbereich. Meistens besteht sie aus einem schwer identifizierbaren Gemisch von Mikrit, Sparit, Intraklasten und feinem biogenen Bruch mit zahlreichen Crinoidenstielgliedern. Zwischen Riffkern und umgebendem Schutt gibt es keine scharfe Grenze, sondern unter Nachlassen der großen, halbkugeligen Stromatoporen erkennt man allmählich immer deutlicher werdende Schichtung. Will man die Begriffe Bioherm und Biostrom von CUMINGS (1933) einführen, so sind die Riffkerne typische Bioherme, während der großflächige Bewuchs der Schwelle als Biostrom zu bezeichnen ist.

4.4.

Einige paläontologische Bemerkungen

ROEMER beschrieb als erster eingehender die Fossilien aus dem Massenkalk des Elbingeröder Komplexes. Dann gab CLARKE (1885) eine Zusammenstellung der Fauna von Rübeland. Er machte die Bemerkung, daß das Gestein nur stellenweise reich an Versteinerungen sei und sonst ohne eingelagerte Fossilien wäre. Die Erklärung ist in der Tatsache zu suchen, daß körperlich erhaltene Organismen selten sind und nur bei günstiger Verwitterung der organogene Charakter des Gesteins hervortritt.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit war es nicht möglich, Fossilbestimmungen bis zur Gattung und Art durchzuführen. Die fossilen Strukturen sind zwar oft überraschend gut erhalten, aber die Bestimmung z. B. der Korallen und Stromatoporen ist so schwierig, daß hierfür spezielle Studien notwendig gewesen wären.

Die massiven Stromatoporen erreichen Größen bis zu mehr als 1 m. Im Gelände erkennt man sie an ihrer lamellaren Struktur (Photo 12), die durch die Verwitterung deutlich hervortritt. Die einzelnen Lagen sind parallel zur Stromatoporenoberfläche angeordnet, und man kann danach umgelagerte und „in situ“-Organismen unterscheiden. Auch sind im Gelände mitunter Astrorhizen (wichtigstes Merkmal der Stromatoporen) und Caunoporen zu erkennen.

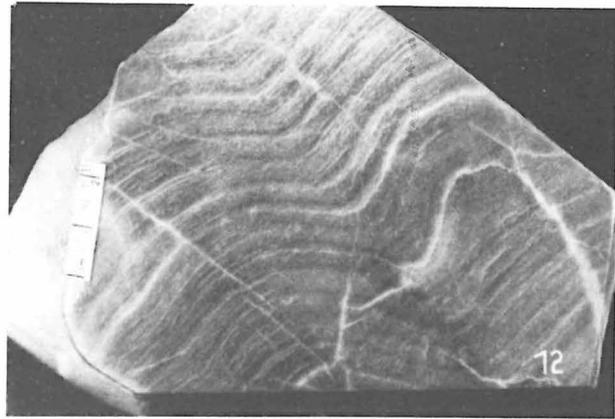
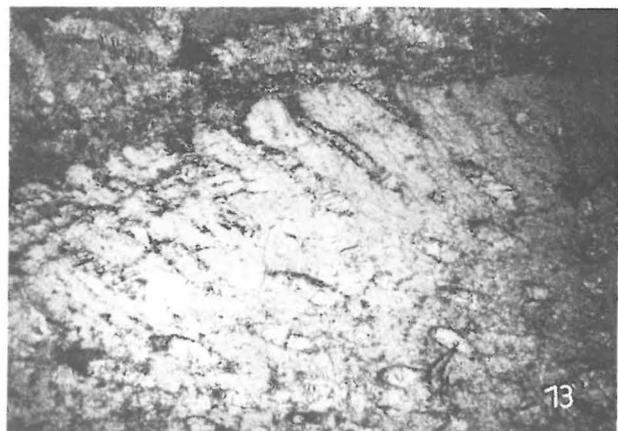


Photo 12
Massive Stromatopore mit deutlichen Latilaminae
(Photo PALME)

Die zylindroiden Stromatoporen sind im Arbeitsgebiet die verbreitetsten Organismen. Sie unterscheiden sich im Gelände von den anderen Organismengruppen durch ihre äußere Form (nur von den Amphiporiden lassen sie sich z. T. schwer abtrennen). Sie sind unregelmäßig zylindrische (Durchmesser meist 3...10 mm), mehrere cm lange Individuen, die Geflechte oder Kolonien bilden (Photo 5,6). Manche Bioklaste setzen sich fast ausschließlich aus zylindroiden Stromatoporen zusammen (Photo 3). Die zylindroiden Stromatoporen sind durch Übergänge zu den massiven Stromatoporen deutlich mit diesen verknüpft. Auch in der inneren Struktur, die besonders gut auf Photo 13 zu erkennen ist, gibt es Übergänge zu den massiven Stromatoporen.

Photo 13
Struktur der zylindroiden Stromatoporen
(Dünnschliff, x 30)
(Photo PALME)



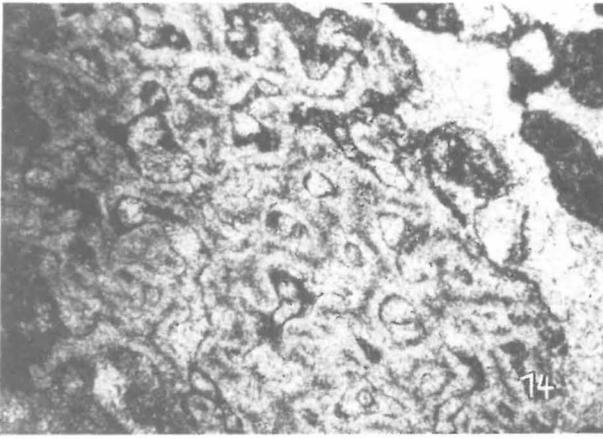


Photo 14
Gewebestruktur von *Amphipora* (Dünnschliff, x 30)
(Photo PALME)

Alle in der Literatur beschriebenen zylindroiden Stromatoporen lassen sich mit einer massiven Form in Verbindung bringen. Obwohl also der Wert einer generellen Unterscheidung zwischen solchen Gattungen zweifelhaft ist, werden sie allgemein separat aufgeführt. Mitunter sprechen sich Autoren sogar dafür aus, die zylindroiden Formen als spezielle Gruppe von den Stromatoporen abzutrennen, da sie einen auffallenden, diesen Typen vorbehaltenen zentralen Achsenkanal besitzen.

Die innere Struktur der dendroiden bis submassiven zylindroiden Stromatoporen ist folgendermaßen gekennzeichnet:

1. eine sehr feine Skelettstruktur aus durchlaufenden Laminae und interlaminaeren Pilae. Nur selten retikulat,
2. besonders in den Randpartien erscheinen größere, durchlaufende Pilae,
3. feine Lamellen schneiden das Gewebe,
4. es sind wurmförmige Kanäle verbreitet.

Diese Merkmale stimmen mit der zu der Familie Stromatoporidae gestellten Gattung *Stachyodes* (BARGATZKY 1881) überein. Es konnte nie ein zentraler Achsenkanal beobachtet werden, der aber typisch für alle zylindroiden Stromatoporengattungen ist. Dagegen ähnelt die oben gekennzeichnete Struktur stark den von PIA (1927, 1937) beschriebenen Solenporacea. Solch enger Zusammenhang zwischen Stromatoporen und Algen wurde auch von JOHNSON (1951) erkannt. Danach kommen in der inneren Struktur häufig Übergänge zwischen diesen beiden Gruppen vor. JOHNSON und auch ČUVAŠOV (1966) betonen, daß

eine Unterscheidung zwischen Algen und Stromatoporen oft nur durch intensive mikroskopische Untersuchungen gelingt. So war hier eine endgültige Klärung der Natur der „zylindroiden Stromatoporen“ des Arbeitsgebietes nicht möglich.

Im Anschliff leicht zu erkennen ist die als Amphiporiden (Gattung *Amphipora*) bezeichnete Fossilgruppe, die von der Mehrzahl der Auroten zu den Stromatoporen gestellt wird. Die nach JUX (1960) im Rheinischen Schiefergebirge so häufige *Amphipora ramosa* (SCHULZ 1882) wurde auch im Untersuchungsgebiet beobachtet. Die Querschnitte zeigen sehr deutlich die von SCHULZ (1882) und FELIX (1905) beschriebenen Artmerkmale. Charakteristisch sind die Randzone, der Zentralkanal und die wurmförmige Gewebestruktur (Photo 14). Die Strukturelemente zeigen eine dunkle Mittellinie. Im Gelände sind die Amphiporiden von den zylindroiden Stromatoporen nur zu unterscheiden, wenn die vermikularte Struktur der ersteren durch günstige Verwitterung erscheint.

Tabulata:

Bei den tabulaten Korallen werden die massiven Formen von den Familien Favositidae (ohne Coenenchym) und Heliolitidae (coenenchymal) gebildet. Letztere gehören alle zur Gattung *Heliolites*. Von den massiven Favositidae ist nur die Unterfamilie Favositinae (Polypare prismatisch, dünn umrandet, perforiert) sicher nachzuweisen.

Literatur

- BARGATZKY, A.
Stachyodes, eine neue Stromatoporidae. Zschr. deutsch. geol. Ges., 33, 1881, S. 688.
- CLARKE, J. M.
Die Fauna des Iberger Kalkes. N. Jb. Min. Beil. Bd. 3, 1885, S. 316...411.
- CUMINGS, E. R.
Reefs or bioherms? Bull. Geol. Soc. Amer., 43, 1933, S. 331...352.
- ČUVAŠOV, B. J.
O rífach i rifoobrazovakljach v srednem i pozdnem devonne zemnogo šra. [Über Riffe und Riffbildner im mittleren und oberen Devon der Erdoberfläche.] Izv. AN SSSR, serija geologičeskaja, 1966, 4, S. 100 bis 114.

- DARWIN, C.
Über den Bau und die Verbreitung der Korallenriffe.
Stuttgart, Schweizerbart 1899.
- EINSELE, G.
„Convolute bedding“ und ähnliche Sedimentstrukturen im rheinischen Oberdevon und anderen Ablagerungen. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 116, 1963, S. 162...198.
- FELIX, J.
Über die Gattung Amphipora. Sitz.-Ber. Naturf. Ges. Leipzig 1905, S. 1...4.
- FLÜGEL, E.; E. FLÜGEL-KAHLER
Mikrofazielle und geochemische Gliederung eines obertriadischen Riffes der nördl. Kalkalpen (Sauwand, Steiermark). Mitt. Mus. Bergbau, Geol. u. Tektonik Landesmus. Joanneum, 24, 1963, S. 1...129.
- FOLK, R. L.
Practical petrographic classification of limestones. Bull. amer. Assoc. Petroleum Geol., 43, 1959.
- FRANKE, W.
Fazies, Bau und Entwicklungsgeschichte des Iberger Riffes (Mitteldevon bis Unterkarbon III, NW-Harz, W-Deutschland). Jb. Geol., 11, 1973.
- HEINRICH, M.
Studien in den Riffkalken des rheinischen oberen Mitteldevons. Freiburg: Diss. 1914.
- JOHNSON, H.
An introduction to the study of organic limestones. Quaterly J. Colorado School of Mines, 46, 1951, 2, S. 1...185.
- JUX, U.
Die devonischen Riffe im rheinischen Schiefergebirge. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 110, 1960, S. 186...392.
- KREBS, W.
Der Bau des oberdevonischen Langenaubach-Breitscheider Riffes und seine weitere Entwicklung im Unterkarbon. Abh. Senck, naturf. Ges., 511, 1966, S. 1...105.
- LECOMPTE, M.
Les Recifs paleozoïques en Belgique. Geol. Rdsch., 47, 1958, S. 384...401.
- MURCHISON, R. J.
On the silurian rocks of parths of Sweden. London 1847.
- NEWELL, N. u. a.
The Permian reef complex of the Guadalupe Mountains Region, Texas and New Mexico. San Francisco 1953.
- PIA, J.
Thallophyta. In: Handbuch der Paläobotanik. München 1927, S. 31...136.
—: Die wichtigsten Kalkalgen des Jungpaläozoikums und ihre geologische Bedeutung. C. R. 2. Congrès pour l'Avancement des études de strat. Carbonifère, 2, 1937, S. 765...856.
- REICHSTEIN, M.
Die fazielle Sonderentwicklung im Elbingeröder Raum des Harzes. Geologie, 8, 1959, 1, S. 13...46.
—: Beitrag zum Sedimentationsverlauf vom Oberdevon bis Unterkarbon im Innern des Elbingeröder Komplexes. Geologie, 9, 1960, S. 656...662.
—: Zur frühvaristischen Reliefentwicklung im Mittelharz. Ber. geol. Ges. DDR, 9, 1964, 4, S. 551...565.
- ROEMER, F. A.
Beiträge zur geologischen Kenntnis des nordwestlichen Harzgebirges. Paläontographica, 5, 1855—1858, S. 1...44.
—: Die Versteinerungen des Harzgebirges. Hannover 1843.
—: Beiträge zur geologischen Kenntnis des nordwestlichen Harzgebirges. Paläontographie, 9, 1862 bis 1864, S. 1...46.
- SANDER, B.
Beiträge zur Kenntnis der Anlagerungsgefüge. Min. u. Petr. Mitt., N. F., 48, 1936, S. 27...209.
- SCHINDEWOLF, O. H.
Versuch einer Paläogeographie des europäischen Oberdevonmeeres. Zschr. deutsch. geol. Ges., 73, 1922, S. 137...232.
- SCHMIDEGG, O.
Über geregelte Wachstumsgefüge. Jb. d. geol. Bundesanstalt, 78, 1928, S. 1...52.
- SCHULZ, E.
Die Eifelkalkmulde von Hillesheim nebst einem paläontologischen Anhang. Jb. Preuß. geol. Landesanst., 1882, S. 158...250.
- STRUWE, W.
Das Korallenmeer der Eifel vor 300 Mill. Jahren. Natur u. Museum, 93, 1963, S. 237...276.
- TODD, T. W.
Petrogenetic classification of carbonate rocks. Journal of Sed. Petrol., 36, 1966, S. 317...340.
- WERDING, L.
Stratigraphie und Genese devonischer Kalke des Taunusostrandes. Gießen: Diss. 1965.
- WOLFENDEN, B.
Paleoecology of the carboniferous reef complex and chelf limestones in NW-Derbyshire, England. Bull. Geol. Soc. Amer., 69, 1958, 7, S. 871...898.

Zusammenfassung

*Zur kinematischen Analyse
hydrothermaler Gangstrukturen,
erläutert an Beispielen aus dem Unterharz
und dem Thüringer Wald*

Anhand von Beispielen aus dem Unterharz und dem Thüringer Wald werden einige wichtige Aspekte der kinematischen Analyse von Mineralgangstrukturen erläutert. Es wird davon ausgegangen, daß die in der Regel mehraktigen Aktivierungen der Bruchstrukturen die Ausgangslage des Nebengesteinsgefüges gesetzmäßig verändert haben, so daß sich daraus Rückschlüsse auf die Kinematik der Bruchtektonik gewinnen lassen. Die Analyse des inneren Gefüges von Bruch- bzw. Gangstrukturen hat für beide Gebiete gezeigt, daß sie im Zeitraum der (saxonischen) Karbonat- und Baryt/Fluoritmineralisation als Abschiebungssysteme mit steilen, um die Fallinie der Scherflächen schwankenden Bewegungsrichtungen anzusehen sind. Die Öffnung der Bruchstrukturen als eine der Voraussetzungen zur Lagerstättenbildung wird als komplizierter, aus dem inneren Gefüge der Bruchstrukturen und den angreifenden Kräfteplänen abzuleitender Vorgang verstanden.

Summary

*On the kinematical analysis of hydrothermal
vein structures,
explained with examples taken from the
Lower Hartz and the Thuringian Forest*

Some important aspects involved in the kinematical analysis of mineral vein structures are explained with examples taken from the Lower Hartz and the Thuringian Forest. Considerations are based on the view that usually multistage activations of the fault structures have, in conformity with natural law, altered the initial position of the associated strata so that conclusions can be drawn on the kinematics involved in faulting tectonics. Analysis of the inner disposition of fault and vein structures has shown for both regions that they are to be regarded, in the period of the (Saxonian) carbonate and baryte/fluorite mineralization, as downthrown fault systems with steep directions of motion, which vary around the dip line of the shear planes. The opening of the fault structures as one of the conditions for the formation of deposits is seen as a complicated process, which is to be deduced from the inner disposition of fault structures and the polygons of forces applied.

¹ Aus dem VEB Fluß- und Schwerspatbetrieb Lengenfeld, Werk Ilmenau.

Zur kinematischen Analyse hydrothermaler Gangstrukturen, erläutert an Beispielen aus dem Unterharz und dem Thüringer Wald¹

Mit 10 Abbildungen im Text

Autor:

Dr. HANS JOACHIM FRANZKE
VEB Fluß- und Schwerspatbetrieb
Lengenfeld – Werk Ilmenau,
6305 Gehren/Thür. Wald

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd 2

Seite 41...48

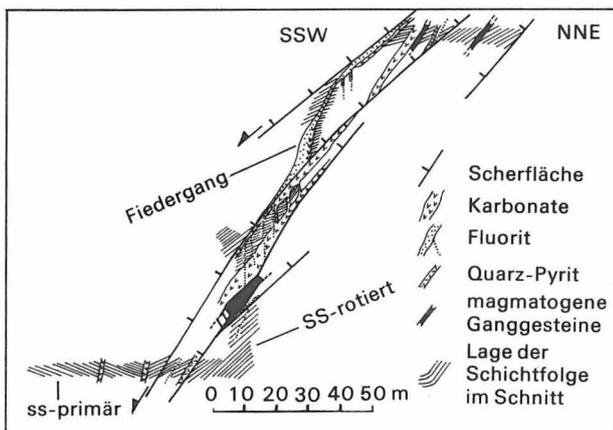
VEB H. Haack Gotha/Leipzig 1977

Резюме

О кинематическом анализе гидротермальных структур жильных тел на примерах нижнего Гарца и Тюрингенского леса

С помощью примеров нижнего Гарца и Тюрингенского леса объясняются некоторые важные аспекты кинематического анализа структур минеральных жильных тел. При этом исходят из того, что многократные активации структур разломов, как правило, закономерно изменяли исходное положение вмещающих пород, так что создаётся возможность сделать выводы о кинематике тектоники разломов. Анализ внутреннего строения структур разломов или жильных тел показал в обоих районах, что в период (саксонской) карбонатной, баритовой и флюоритовой минерализации их следует рассматривать как сбросовые системы с крутыми направлениями движения, колеблющимися вокруг линии падения плоскости среза. Открытие структур разломов в качестве предпосылки для образования месторождений понимается как сложный процесс, вытекающий из внутреннего строения структур разломов и из корродирующих сил.

Abbildung 1
Straßberg-Neudorfer Mineralgangsystem, Lagerstätte Glasebach (Harz). Schnitt durch die Gangzone



1. Vorbemerkung

Die tektonische Analyse von Bruchstrukturen stellt für die Strukturgeologie nicht nur eine sehr reizvolle, sondern für Such- und Erkundungsarbeiten zum Nachweis mineralisierter Strukturabschnitte und schließlich von Ganglagerstätten gemeinsam mit anderen Methoden ein heute unentbehrliches Hilfsmittel dar.

Der Verfasser hatte Gelegenheit, zahlreiche Gangstrukturen im Unterharz (FRANZKE 1973) und mittleren Thüringer Wald tektonisch zu bearbeiten und möchte an einigen typischen Beispielen ihm wichtig erscheinende Aspekte der kinematischen Analyse von Gangstrukturen erläutern. Es sollen dazu ausschließlich Ausschnitte aus untertägig gut aufgeschlossenen Gangstrukturen verwendet werden, da der bergmännische Aufschluß zu einem vollständigen, durch mehrsohlige Auffahrungen auch räumlichen Bild der Lagerstätte oder wenigstens einzelner Abschnitte führen kann. Die hieraus abzuleitenden tektonischen Gesetzmäßigkeiten bilden dann für die Strukturanalyse des gesamten Störungssystems, an das die entsprechende Lagerstätte gebunden ist, und auch für die tektonische Bearbeitung benachbarter, oft nur im Ausstrich bekannter Struktureinheiten eine wichtige Grundlage.

Dieser kleine Beitrag ist als Ausdruck des Dankes unserem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. (em.) Dr. R. HOHL zum 70. Geburtstag gewidmet, verbunden mit dem Wunsch für Gesundheit und ungebrochene Schaffenskraft in der Zukunft.

2. Problemstellung

Die historisch-mechanische Analyse von Bruchstrukturen hat neben der Einfügung der zu untersuchenden Struktur in den regionalen Rahmen für den Erkundungsgeologen vor allem die Aufgabe, Gesetzmäßigkeiten der Bildung und Verteilung tektonisch geschaffener Räume in den einzelnen Aktivierungs- bzw. Mineralisationsstadien herauszuarbeiten.

Die flächigen Elemente der Bruchstrukturen lassen sich im Prinzip auf Scher- und Zugspalten

und Kombinationsformen aus beiden Gefügeelementen reduzieren. Bei der Anlage und Ausgestaltung der Bruchstrukturen werden die zum herrschenden Spannungszustand des entsprechenden Erdkrustenabschnittes günstig angeordneten präexistierenden Gefügeelemente mit den neu gebildeten Bruchelementen zu einem Struktursystem verschmolzen. Dabei bildet sich ein System von Bewegungsbahnen (Scherflächen) mit einem Hof von homothetischen und antithetischen Begleitelementen mit geringeren oder fehlender Sprunghöhe (Zugspalten) im Liegenden und Hangenden der Hauptscherbahnen aus (Störungsbegleitgefüge nach ADLER u. a. 1970). Die räumliche Anordnung der Gefügeelemente der Störungssysteme bietet unendlich viele Möglichkeiten, so daß praktisch jede Bruchstruktur ihre Eigenheiten aufweist.

3. Überlagerungsgefüge im Nebengestein der Bruchstrukturen

Innerhalb der Bruchstrukturzonen sind die flächigen und achsialen Gefügeelemente des Nebengesteins im Sinne der Bewegungsrichtung im Liegenden und Hangenden der Scherbahnen gesetzmäßig rotiert worden (Überlagerungsgefüge). Das läßt sich besonders instruktiv an den flächen- und achsenreichen Schieferserien des Unterharzes, weniger gut an Sediment- und Tuffeinschaltungen im Vulkanitkomplex des Thüringer Waldes nachweisen.

In Abbildung 1 ist die Rotation des Schieferverbandes bis praktisch zur Parallelstellung mit den Hauptscherbahnen des Straßberg-Neudorfer Gangsystems (Harz) zu erkennen. Dieses Gefügebild kann nur durch Abgleitbewegungen der jeweiligen Hangendscholle der Scherbahnen befriedigend erklärt werden, was auch durch die Lage der Fiederspalten zu den Scherbahnen und andere Gefügemerkmale bestätigt werden konnte.

In Abbildung 2 ist eine Erhebung über die Raumlage der Schichtung/Parallelschieferung im unmittelbaren Hangenden einer für die Lagerstätte Straßberg (Harz) wichtigen flachherzynisch ($100^{\circ}/60^{\circ}$ SSW) streichenden, ebenfalls als Ab-

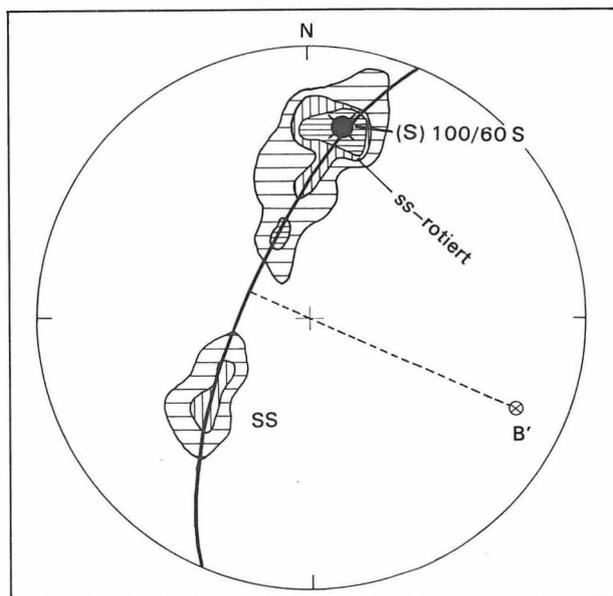


Abbildung 2
Bivander Mineralgangsystem, Lagerstätte Straßberg,
ss-Flächen null bis fünf Meter im Hangenden einer
 $100^{\circ}/60^{\circ}$ Süd streichenden Scherfläche
36-Daten, 4-10 30%, B' 115/20 E

schiebung fungierenden Scherfläche dargestellt. Die Bewegungen führten zur Ausbildung einer Schleppe im Hangenden der Scherfläche, deren Faltenachse B nach dem gleichen Verfahren wie in der Schiefergebirgstektonik über den π -Kreis ermittelt werden kann. Es ist nun zu erwarten, daß die gefügeformende(n) Bewegung(en), erkennbar an den Bewegungsspuren (Harnischrilling = Gefügekoordinate a), senkrecht zur B-Achse orientiert ist, was durch das synoptische Gefügediagramm dieses Lagerstättenbereichs (Abbildung 5) auch bestätigt wird.

Die Analyse der ac-Klüftigkeit und auch der variszischen Lineargefüge führt zu konkordanten Aussagen, doch stehen diese Formelemente in Einzelaufschlüssen meist nicht in ausreichender Anzahl zur Verfügung oder sind meßtechnisch schwerer zu erfassen.

4. Anwendungsbeispiele zur mechanischen Analyse von Bruchstrukturen

Die tektonisch-mechanische Analyse erfordert die komplexe Erfassung der flächigen und linearen Raumdaten der Bruchstrukturen und deren Darstellung in Grund- und Flach- bzw. Seigerrissen,

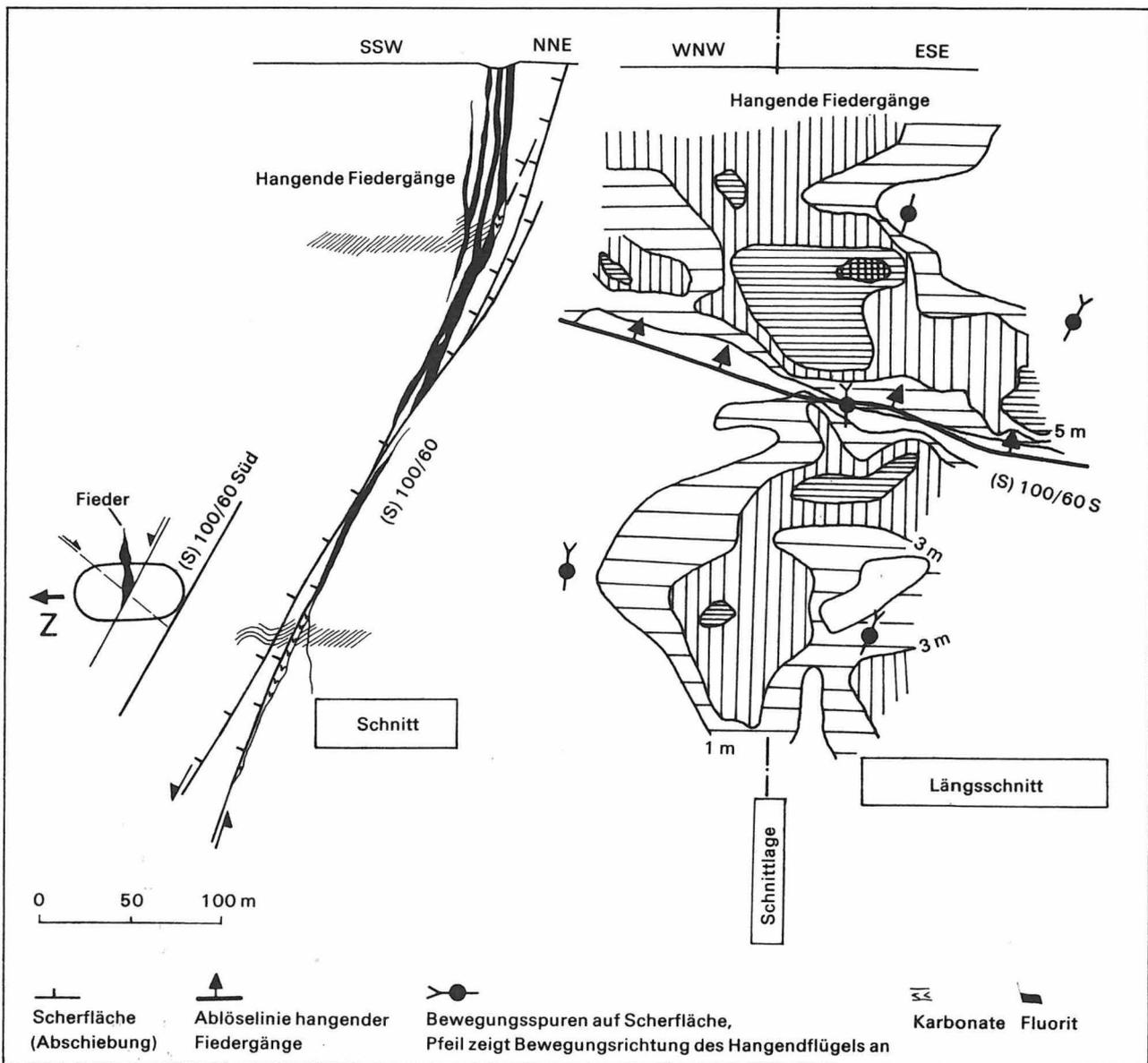


Abbildung 3
Biwender Mineralgangsystem, Lagerstätte Straßberg, Quer- und Längsschnitt durch einen Mineralkörper

Schnitten und Raumbildern. Diese Kartenunterlagen bilden die Grundlage einer jeden Auswertung, die durch die geometrische und möglichst auch funktionelle Analyse mit Hilfe des Gefügediagramms ergänzt wird. Weitere Möglichkeiten der Auswertung mit Hilfe der EDV sind in Vorbereitung.

In Abbildung 3 und 4 sind Ausschnitte aus tektonischen Längsschnitten (Seigerrissen) der Lagerstätten Straßberg und Rottleberode (Harz) und typische Querprofile dargestellt. In die Seigerrisse sind die tektonischen Leitelemente (Scherflächen), die Anordnung und Verbreitung der Fiederräume, die Orientierung der für die

Spaltenöffnungen als Bewegungsindiz wichtigen Bewegungsspuren und die realisierten Spaltenöffnungen für jeweils eine Mineralisationsabfolge eingetragen. Es ist zu erkennen, daß die Linien, an denen sich die Fiedern von den Scherbahnen ablösen, senkrecht zu den zugehörigen Abgleitbewegungen auf den Scherbahnen angeordnet sind. Aus den Schnitten geht das Prinzip der Öffnungsmechanik hervor, das sich aus der Lage der Fiedergänge zu den Scherbahnen und der Rotation der Rahmengesteine ergibt. Die Deformationsellipsoide sind anhand der tatsächlichen Flächenlagen, hier im Querprofil betrachtet, konstruiert worden.

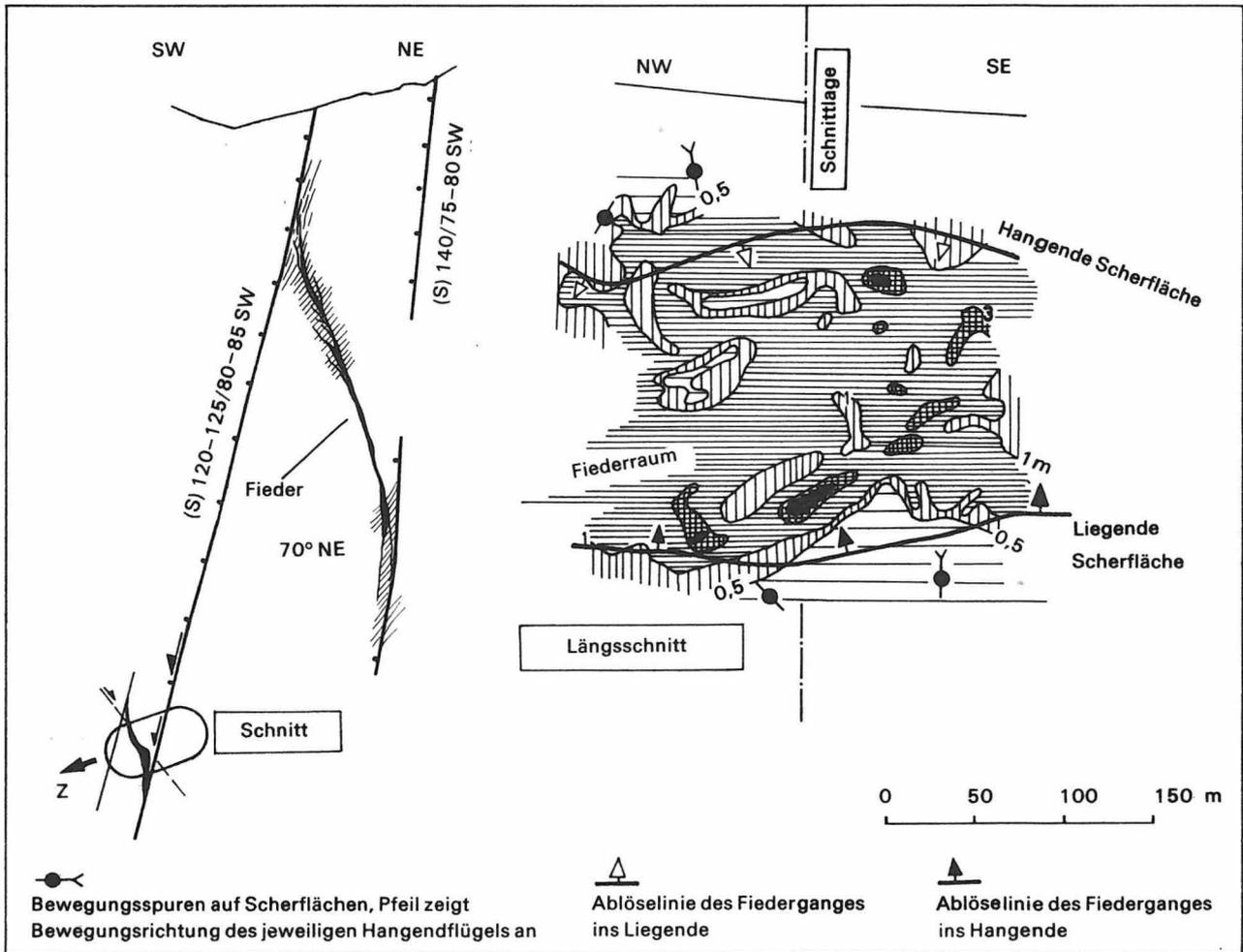
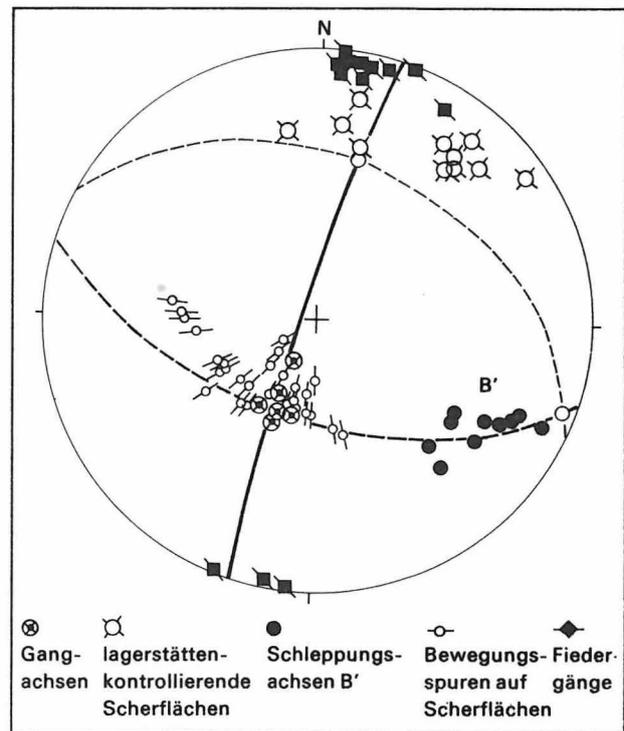


Abbildung 4
Flußschächter Mineralgangsystem, Lagerstätte Rottleberode (Harz), Quer- und Längsschnitt durch einen Lagerstättenabschnitt

Abbildung 5
Synoptisches Diagramm zur Abbildung 3

Aus der so gewonnenen Konzeption zur Raumbildung lassen sich Schlußfolgerungen für die Erkundung der zugehörigen Mineralgangsysteme ableiten.

Abbildung 5 zeigt die gefügekundliche Auswertung des in Abbildung 3 dargestellten Lagerstättenabschnittes in einem synoptischen Gefügediagramm. Die lagerstättenkontrollierenden Scherflächen, die Fiedergänge, die Bewegungsspuren auf den Scherflächen und die konstruierten Gangachsen liegen etwa auf einem Gefügegroßkreis. Die B-Achsen sind im Winkel von 70...90°, also fast senkrecht zu den gefügebildenden Bewegungen orientiert. Hieraus geht hervor, daß die



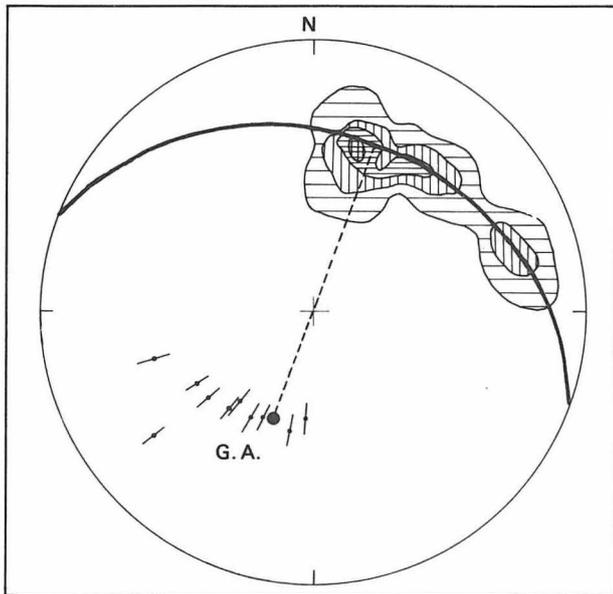
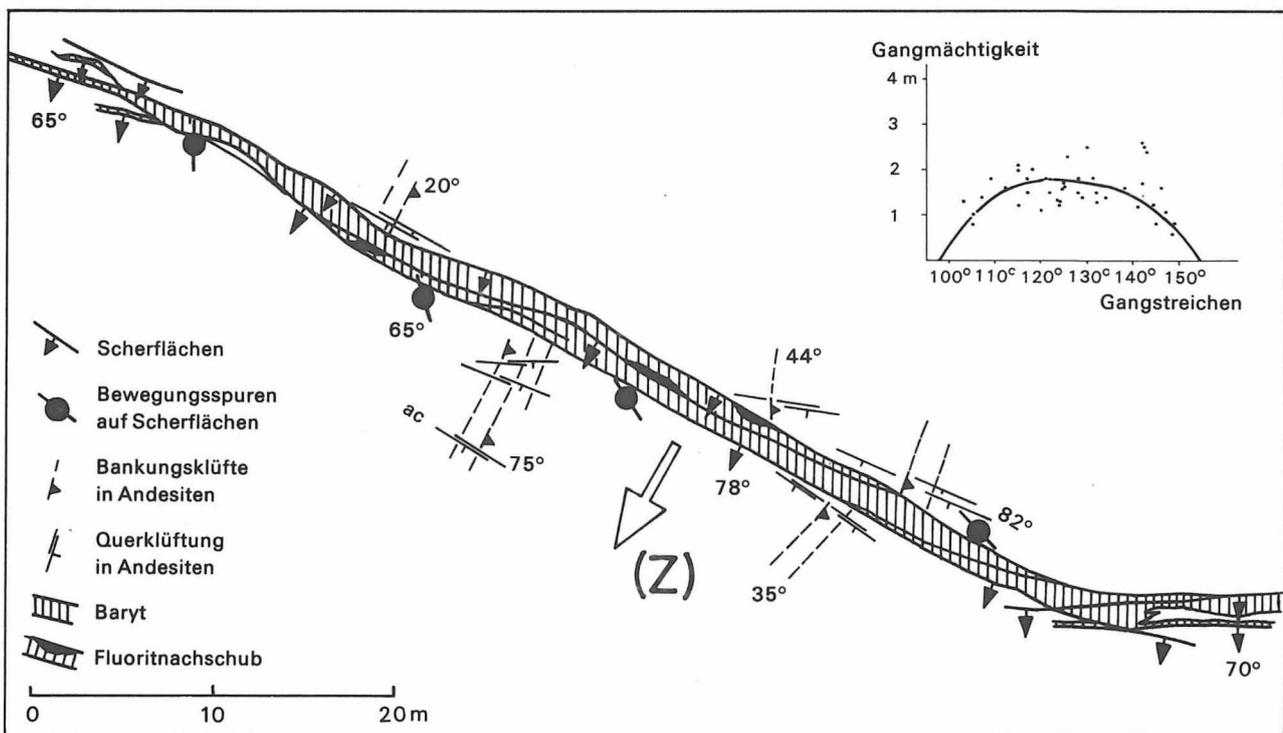


Abbildung 6
Lagerstätte Straßberg (Harz). Konstruktion der Gangachse aus
Salbandmessungen

Bewegungen auf den Scherflächen von der Morphologie der Flächen vorgezeichnet werden und die Öffnung der Fiederspalten durch abschiebende Bewegungen auf den übergeordneten Scherflächen bewirkt wurde. Dabei ist es zu einer weiteren, durch die vorangegangenen Bruchaktivierungen bereits eingeleiteten Rotation des Schichtverbandes gekommen; die Normalstellung zur Abg^l Richtung (Harnischrichtung) ist aber zum Teil nicht erreicht worden. Die Streuung der Daten ist durch die synchrone Aktivierung mehrerer Scherflächen und lithologisch und tektonisch bedingte Anisotropien der Rahmengesteine bedingt.

„Gangachsen“ machen lineare Elemente in der morphologischen Gliederung von Flächen deutlich, was auch aus kombinierten Darstellungen von Grund- und Seigerrissen oder in Raumbildern bereits erkennbar wird. Die „Gangachse“ wird durch das möglichst gleichmäßige Übermessen eines morphologisch deutlich gegliederten mineralisierten oder unmineralisierten Scherflächenabschnittes, die Darstellung der Daten als Polpunkte im Schmidt'schen Netz und die Konstruktion von Groß- oder Kleinkreisaneordnungen ermittelt (SCHULZE; KIRCHMAYER 1966). Bei Großkreisaneordnungen der Polpunkte, wie in Abbildung 6 dargestellt, hat der untersuchte

Abbildung 7
Lagerstätte „Hoffnung“ (Thüringer Wald).
Grundriß eines von Scherflächen eingerahmten, nach SE
eintauchenden Mineralkörpers
und zugehöriges Korrelationsdiagramm



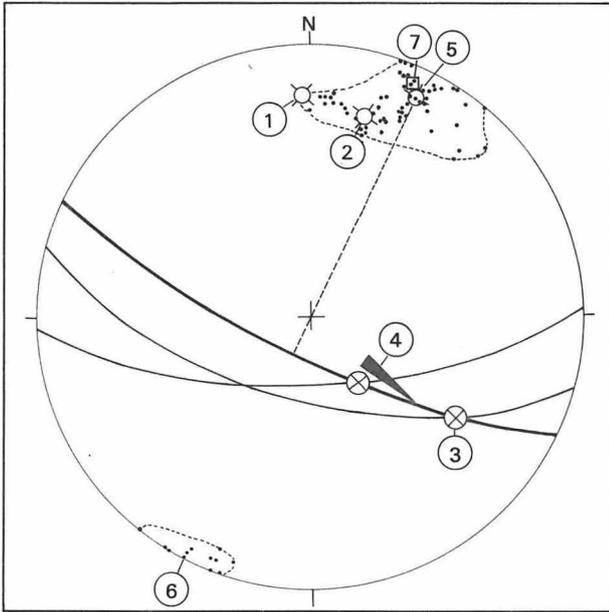


Abbildung 8
 Gefügediagramm zur Abbildung 7.
 1 88/70 S, SE-Begrenzung
 2 105/65 S, NW-Begrenzung
 3 Scharungslinien der begrenzenden Flächen mit dem Generalstreichen des Mineralkörpers
 4 ungefähres Eintauchen des Mineralkörpers
 5 Generalstreichen des Mineralkörpers
 6 Einzelwerte der Salbandmessungen
 7 Querklüfte im Nebengestein (Andesit)

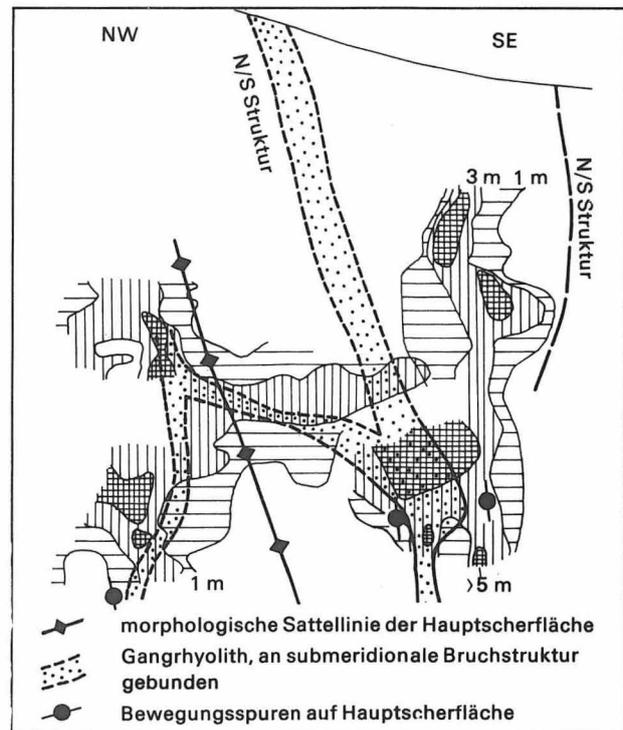
Scherflächenabschnitt eine einfache, wellblechar- tige Morphologie, bei Kleinkreis- oder Spi- ralbahnanordnungen (KIRCHMAYER 1966) sind komplizierte Oberflächenformen ausgebildet. Wenn, wie in unserm Beispiel, die durch die Gang- achse ausgedrückte generelle morphologische Gliederung mit den Bewegungsspuren auf der untersuchten Scherfläche zusammenfällt, ist der Schluß berechtigt, daß hierdurch eine Schienung der tektonischen Bewegungen gegeben ist.

Es ist aber ohne eine eingehende Prüfung nicht gerechtfertigt, aus der Bewegungsanalyse einer Einzelstruktur den zugrundeliegenden Kräfteplan zu konstruieren (Abb. 7). Die korrelativen Bezie- hungen zwischen Azimut und Spaltenöffnung der Scherfläche (Diagramm in Abbildung 7) zeigen für einen Mineralisationsakt (Baryt) mit untergeord- neter Nachaktivierung (Fluorit), daß zwischen der daraus formal abzuleitenden Zugbeanspruchung aus SW/NE und den tatsächlichen Schollen- bewegungen mit SSE/NNW-Richtung ein Wider- spruch klafft. Aus der Raumlage der zu dieser Aktivierung gehörenden Zugspalten mit Baryt ist aber gesichert, daß in dieser Aktivierungsphase

eine SW/NE-Ausweitung der hercynisch kontu- rierten Störungszone der Ganggruppe „Hoffnung“ stattgefunden hat. Die Vergitterung der für die Konturierung des Mineralkörpers in Abbildung 7 wichtigen Flächenlagen legte aber die Bewegungs- möglichkeiten des resultierenden Störungskörpers so fest, daß praktisch nur ein submeridionales Nachgleiten der Hangendschollen möglich war (Abbildung 8).

In den Vulkanitserien des Thüringer Waldes ist der Einfluß des mechanischen Verbandsverhaltens der beteiligten Gesteine auf die Ausbildung und auch die Morphologie der Bruchstrukturen er- kennbar. Die Untersuchungen über diesen wichti- gen Teilbereich der Gangtektonik stehen aber erst am Anfang. Es ist bereits erkennbar, daß Scherflä- chen in den einzelnen Gesteinsarten unterschied- lich gebrochen werden, so daß die Schnittlinien der Gesteinsgrenzen mit den Scherbahnen sich stö- rungsmorphologisch auswirken. Den gleichen Einfluß haben Schnittlineare mit Diagonal- oder Querstrukturen, vor allem auch dann, wenn sie – wie im Falle der Lagerstätte Ilmenau – von Gang- rhyolithen begleitet werden.

Abbildung 9
 Stechbergstruktur der Lagerstätte Ilmenau, Ausschnitt aus Seigerriß
 Aufnahme Schiemenz/Franzke



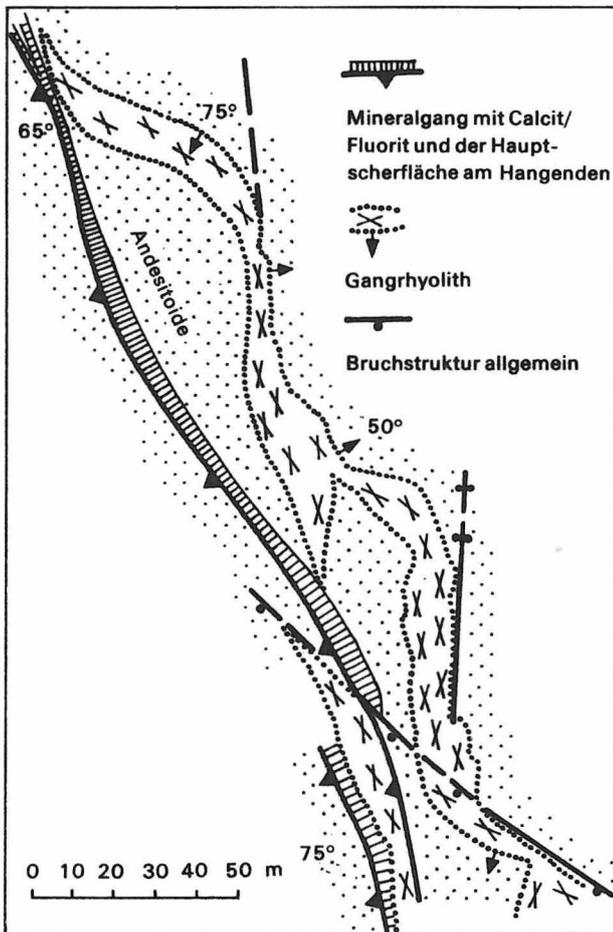


Abbildung 10
Lagerstätte Ilmenau (Thüringer Wald),
Rißausschnitt aus dem Bereich der Hauptstruktur

Mit der Abbildung 9 soll der Einfluß meridionaler Strukturen und auch einer steil eintauchenden Durchbiegung der lagerstättenkontrollierenden Hauptstruktur auf die Konturierung des geschaffenen Lagerstättenraumes auf der Hauptstruktur demonstriert werden. Auch hier folgen die für die Spaltenöffnung verantwortlichen Abgleitbewegungen auf der nach SW einfallenden Hauptstruktur wiederum deren morphologischer Linienführung. Bis zu der im abgebildeten Seigerriß südöstlichen N/S-Struktur erfolgte eine „schubladenartige“ Öffnungsbewegung der Hauptstruktur; südöstlich der N/S-Struktur setzt sich zwar das Hauptelement fort, es ist aber zunächst keine größere Spaltenbildung auf ihm mehr erfolgt.

Die nach MICHAEL (1971) ins Autun einzustufenden Rhyolithgänge geben außerdem wichtige Anhaltspunkte für die zeitliche Anlage der einzelnen Bruchrichtungen im Thüringer Wald (Abb. 10) und die seit dieser Zeit an den Störungsbahnen

realisierten Verschiebungsbeträge. Durch die gemeinsamen Aufnahmen des Verfassers mit Dipl. Min. F. SCHIEMENZ konnte in der Lagerstätte Ilmenau nachgewiesen werden, daß das Störungsgitter dieser Lagerstätte bereits im Autun existierte und die horizontalen Verschiebungsbeträge an der Hauptstruktur der Lagerstätte additiv einige Dekameter nicht überschreiten. Zu diesem Problemkreis werden auch von anderer Seite weitere Untersuchungen durchgeführt.

Literatur

- ADLER, R. E.; W. PFISTERER u. A. STACHE
Störungsbezogene Gefügeprägung. N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1970, 7, S. 385...413.
- FRANZKE, H. J.
Zur Strukturanalyse der hydrothermalen Mineralgangsysteme des Unterharzes. Halle: Diss. 1973.
- KIRCHMAYER, M.
Spiralbahnen in Lagenkugelindigrammen bei klufttektonischen Untersuchungen. N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1963, 2, S. 67...76.
- MICHAEL, J.
Spezielle Probleme des Stefan und Rotliegenden (Thüringer Wald). Die Entwicklung des tieferen Tafeldeckgebirges und dessen Beziehungen zum Unterbau. Kurzreferate und Exkursionsführer. Berlin 1971, S. 62...74.
- SCHULZE, E.-G.; M. KIRCHMAYER
Zur Gangtektonik einer Flußspat-Lagerstätte bei Wölsendorf (Oberpfalz, Bayern). N. Jb. Miner., Abh., 105, 1966, S. 292...309.

Zusammenfassung

Die Tektonik der Gangstruktur „Hoffnung 1“ im südöstlichen Thüringer Wald

Es werden Ergebnisse der bruchtektonischen Analyse einer gut aufgeschlossenen und dokumentierten Gangstruktur im südöstlichen Thüringer Wald beschrieben, die zu den liegenden Begleitelementen des Floßberg-Stechberg-Mineralgangsystem gehört. Die NW-SE streichende Struktur ist von nur lokaltektonischer Bedeutung und nach geringen Voraktivierungen im Zeitraum der saxonischen Baryt-Fluorit-Mineralisation zu einer Gangstruktur ausgestaltet worden. Die Öffnungsmechanik der Struktur wird von der lithologisch bedingten Morphologie der mineralfixierenden Störungsbahnen und der aus der Lage von Fiederspaltengängen abgeleiteten Zugbeanspruchung aus NNE-SSW bestimmt. Dies führt zu einer mehraktigen, in den Teilbeträgen sehr geringen Querdehnung und zum störungsmorphologisch bedingten Abgleiten der Hangendscholle nach Süden, d. h. zu einer Schrägabschiebung. Dieser Kinematik ordnet sich die Raumbildung auf der Gangstruktur unter, die an der öffnungsmechanischen Bevorzugung steil einfallender Strukturabschnitte, dem SE-Einschieben der Mineralkörper und der Raumlage der Fiederspaltengänge erkennbar ist.

Summary

The tectonics involved in the „Hoffnung 1“ vein structure in the south-eastern Thuringian Forest

Results of the fault-tectonic analysis dealing with a well developed and documented vein structure in the south-eastern Thuringian Forest, which is part of the horizontal associated elements of the Flossberg-Stechberg mineral vein system, are described. The NW-SE trend structure is only of local tectonic importance and was implemented as a vein structure after minor preactivations in the period of the Saxonian baryte/fluorite mineralization. The mechanics involved in the opening of the structure is determined by the lithologically conditioned morphology of the mineral-fixing disturbance paths and by the tensile stress from NNE-SSW, which is deduced from the position of feather joint veins. This led to a multistage transverse expansion, whose partial amounts were rather small, and to a downslide, due to the morphologic features of the disturbance, of the upper block towards the south, i. e. an inclined downthrown fault. The spatial arrangement on the vein structure, which can be recog-

¹ Aus dem VEB Fluß- und Schwerspatbetrieb Lengenfeld, Werk Ilmenau.

Die Tektonik der Gangstruktur „Hoffnung 1“ im südöstlichen Thüringer Wald¹

Mit 5 Abbildungen im Text

Autoren:

Dr. HANS JOACHIM FRANZKE,
Dipl.-Min. FRITZ SCHIEMENZ
VEB Fluß- und Schwerspatbetrieb
Lengenfeld-Werk Ilmenau
6305 Gehren/Thür. Wald

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd 2
Seite 49...54
VEB H. Haack Gotha/Leipzig

nized by the preference, in terms of the mechanics involved in the opening, for steeply sloping structural divisions, the SE transposition of the mineral bodies, and the spatial arrangement of the feather joint veins, is subordinate to this mechanics.

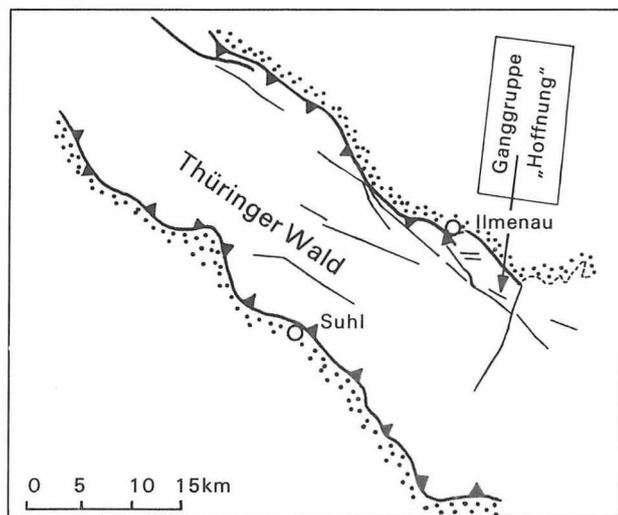
Резюме

Тектоника структуры жильного тела „Хоффнунг I“

в юго-восточной части Тюрингенского леса

Описаны результаты анализа тектоники разломов одной хорошо исследованной и документированной структуры жильного тела в юго-восточной части Тюрингенского леса, относящейся к системе минеральных жил Флосберга-Штехберга. Направленная с северо-запада на юго-восток структура обладает лишь местным тектоническим значением и образована после незначительных предварительных активаций в периоде баритово-флюоритовой минерализации. Механика открытия структуры определена обусловленной литологически морфологией дислокационного направления и воздействием протяжённости с ССВ на ЮЮЗ, вытекающим из положения жил оперенных трещин. Это приводит к многократному частично незначительному поперечному растяжению и к структурно-морфологическому скольжению на юф конечной глыбы склона, т.е. к косому сбросу. Этой механике подчиняется образование пространства в структуре жильного тела, которое можно познать, предпочитая механики открытия круто падающих структурных отрезков, по юго-восточному сдвигу минеральных тел и по пространственному положению жил оперенных трещин.

Abbildung 1
Die Lage des Arbeitsgebietes



1.

Geologischer Überblick

Die Mineralgänge südlich und südöstlich von Ilmenau (Abbildung 1) sitzen in dem mächtigen unterpermischen Vulkanitkomplex des Thüringer Waldes auf. Die Gänge sind vor allem an NW-SE, aber auch an E-W und meridional streichende Bruchstrukturen gebunden, die sich zu komplizierten, nicht immer klar abzugrenzenden Mineralgangsystemen zusammensetzen. Die wichtigste Struktureinheit dieses Raumes ist das Floßberg-Stechberg-Mineralgangsystem, dessen bedeutendstes Element die Floßberg-Stechberg Hauptstruktur („Floßbergspalte“) ist, an die die Fluorit-Barytlagerstätte Ilmenau gebunden ist.

Als Ganggruppe „Hoffnung“ bezeichnen wir einen Schwarm von Mineralgängen 500...700 m im Liegenden der steil nach SW einfallenden Hauptstruktur. Diese Bruchstrukturen streichen ebenfalls NW-SE (hercynisch) und fallen steil nach SW, seltener nach NE ein. Ähnlich der Hauptstruktur treten auch in der Ganggruppe „Hoffnung“ E-W und meridional verlaufende Brüche mit hydrothermalen Mineralisationen und Rhyolithgängen auf.

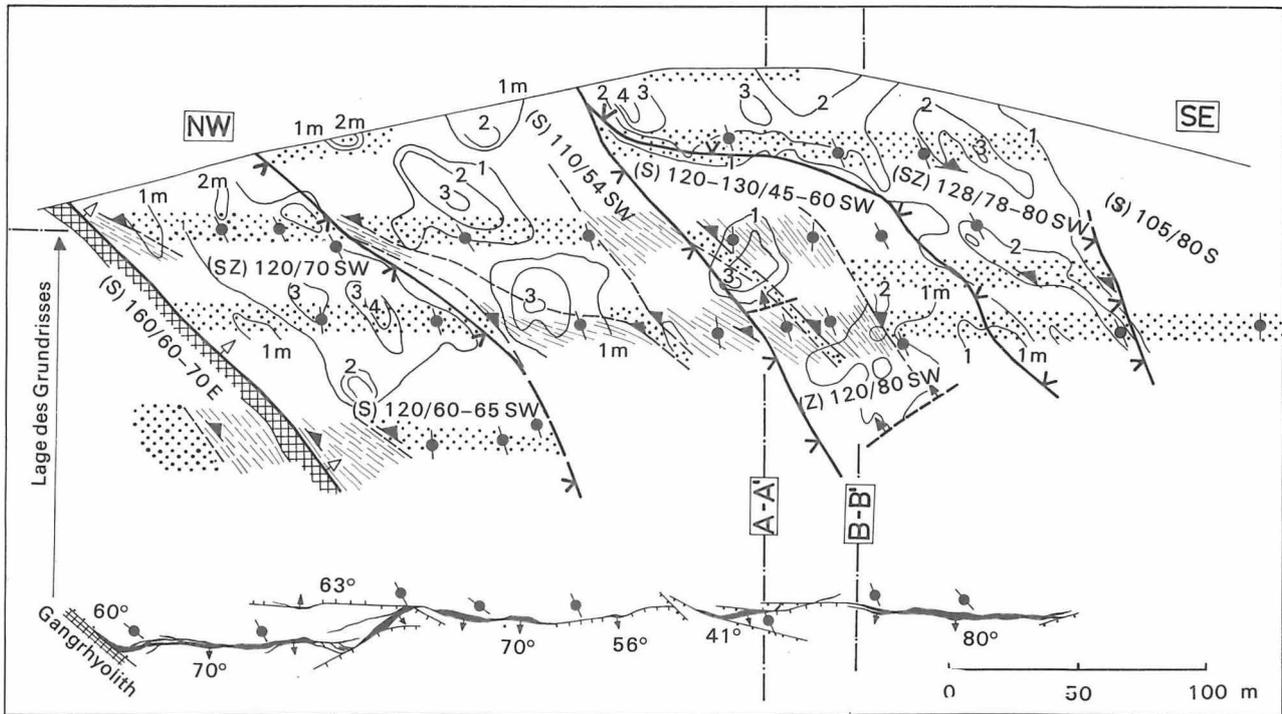
Entgegen der vielaktigen tektonischen Aktivierung der Hauptstruktur ist auf den Hoffnungsgängen im wesentlichen nur eine Mineralisationsetappe (Baryt-Fluoritabfolge) des saxonalen Mineralisationszyklus abgesetzt worden. Die für das Gesamtsystem noch ausstehende tektonische Analyse wurde deshalb an diesen Strukturen begonnen.

Der „Hoffnungs-1-Gang“ ist innerhalb der Ganggruppe „Hoffnung“ die wichtigste Bruchstruktur, die durch ein engmaschiges Auffahrungsnetz aufgeschlossen ist, so daß sehr günstige Bearbeitungsmöglichkeiten bestehen. Nachfolgend soll deshalb als Modellfall für benachbarte Strukturen über einige Ergebnisse der tektonischen Analyse des „Hoffnungs-1-Ganges“ berichtet werden. Zur Vertiefung und Erweiterung der bisher gewonnenen Ergebnisse wird gegenwärtig in Zusammenarbeit mit dem ZGI-Berlin eine komplexe Auswertung dieser Struktur über die EDV durchgeführt.

2.

Der Bauplan der „Hoffnungs-1-Struktur“

Die Hoffnungs-1-Struktur setzt sich aus 1 bis 3 subparallelen, NW-SE streichenden und nach SW



einfallenden Störungselementen zusammen, wobei auf der Hauptnaht des jeweiligen Strukturabschnittes auch die kräftigste Spaltenöffnung realisiert worden ist (Abbildung 2).

Diese Gangstörungen sind als schmale, maximal bis 0,5 m mächtige Zonen von Einzelstörungen mit dünnen Lettenbestegen ausgebildet und nach den kontrollierbaren Sprungweiten von \pm einem Dekameter und Sprunghöhen von wenigen Dekametern als Elemente lokaler tektonischer Bedeutung anzusprechen. Das geht auch aus der starken gegenseitigen Beeinflussung der einzelnen Strukturelemente, dem großen Einfluß der Lithologie der Rahmengesteine auf die spezielle Flächenraumlage und aus der in Abbildung 2 erkennbaren Einschwenkung in den mechanisch als Störkörper wirkenden Rhyolithgang hervor. Ein weiterer Hinweis dafür sind auch die geringen hydrothermalmetasomatischen Einwirkungen auf das Nebengestein der Mineralgänge und die praktisch fehlende Verquarzung, die andererseits typisch für regionale Scherstrukturen sind.

Die eigentliche Gangzone, innerhalb der neben den genannten und sich mit nach SE eintauchenden Schnittlinien (Abbildung 2) vergitternden Hauptnähten zahlreiche parallele Kleinstörungen und Großklüfte auftreten, ist 10...20 m breit, aber querschlägig nicht scharf abzugrenzen. So zeigen die querschlägigen Auffahrungen in der Ganggruppe „Hoffnung“, daß die Hoffnungsgänge an eine bis 150 m breite Zone verstärkter bruchtektonischer Aktivität gebunden sind.

- Andesit am Liegenden der Gang- bzw. Scherflächenebene
- Tuffe und Sedimente am Liegenden
- Bankungsklüfte und Kontaktflächen der Andesitdecken und Schichtung bzw. Schichtgrenzen in Tuffen/Sedimenten
- Gabelung von Scherflächen
- Ablöselinie der Fiederkörper von Scherflächen
- Scherfläche allgemein
- Bewegungsspuren auf Scherflächen
- Rhyolithgang
- Scherfläche (Abschiebung)
- Mineralgang

Abbildung 2
Kombinierte Grund- und Seigerrißdarstellung eines gut aufgeschlossenen Lagerstättenteiles

3. Der mechanische Einfluß der Rahmengesteine

Die Gangzone wird von einer Folge von Andesitdecken mit Einschaltungen von Tuffen, Ton- und Sandsteinlagen eingerahmt, die von MICHAEL (1971) den unteren Gehrener Schichten (Stefan-Auton) zugeordnet wird. Diese Wechselfolge streicht in der Umgebung der Gangzone NNW-SSE bis meridional- und fällt flach bis mittelsteil nach Osten ein (Mittelwert in Abbildung 3 166/30 E).

Die Schnittlinien der internen Schichtgrenzen des Vulkanitkomplexes mit den Störungsebenen der hercynischen Bruchstrukturen tauchen auf diesen mit 20...50° nach SE ein (Abbildung 2, Längsschnitt). Die unterschiedliche Kompetenz der beteiligten Gesteine führte auf den durchsetzenden Störungsflächen zu relativ steil einfallenden Flächenlagen in den massigen und kompetenten Andesiten (Brechung zum Lot hin) und zu flacheren Fallwinkeln in den Tuffen und Sedimenten. Das hatte eine Konturierung der Störungsebenen parallel zu den Schnittlinien der Gesteinsgrenzen mit den Störungsebenen zur Folge.

Somit haben die Lagerung und die lithologische Ausbildung der Rahmengesteine im vorliegenden Fall einen erheblichen Einfluß auf die Morphologie der Störungsebenen und damit auf die Lage der reibungsärmsten und störungsmechanisch bevorzugten Bewegungsrichtung auf dem Störungssystem, einem Faktor, der für die Öffnung des Störungssystems als tektonische Voraussetzung zur Lagerstättenbildung von entscheidendem Einfluß ist.

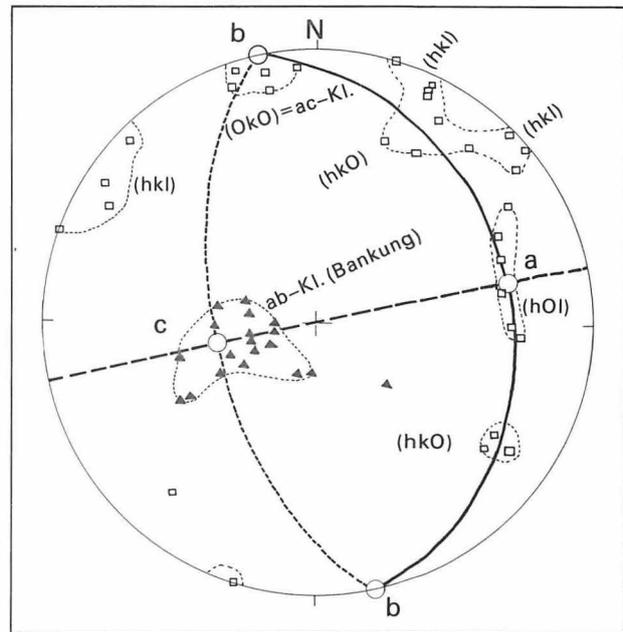


Abbildung 3
Synoptisches Kluftdiagramm mit Mittelwerten von Aufschlüssen in der Umgebung der Gangzone

4. Die Öffnungsmechanik der Struktur

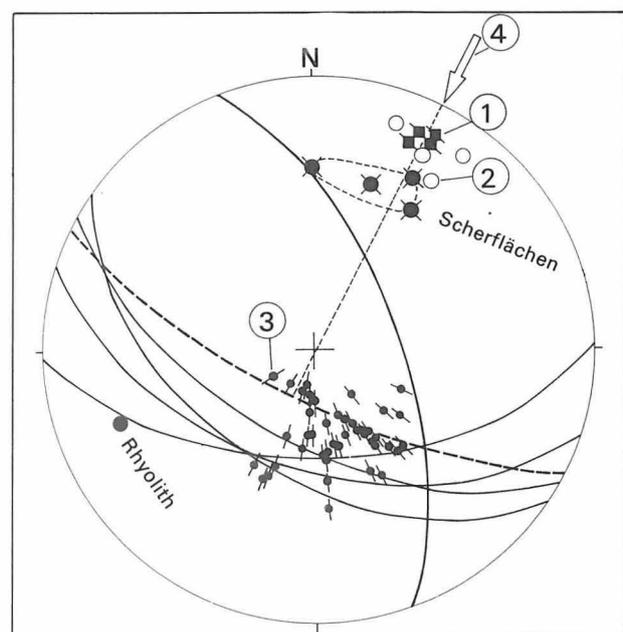
Hierzu ist es notwendig, kurz die bruchtektonische Entwicklung zu charakterisieren.

Die Platznahme der Rhyolithgänge im südöstlichen Thüringer Wald erfolgte nach MICHAEL (1971) noch in der Gehrener Stufe auf meridionalen und NW-SE streichenden Brüchen.

Auf der „Hoffnung-1-Struktur“ ist in diesem Zeitraum nur die submeridionale Struktur im NW-Abschnitt als Dehnungsfuge geöffnet worden. Die NW-SE streichenden Brüche lassen sich hier als mineralisierte Klüftungzone erstmalig im Bildungszeitraum der Karbonatmineralisation nachweisen. Das entspricht der 1. Abfolge von WERNER (1958), der Karbonspat-Abfolge von SCHRÖDER (1970) und der 2. und 3. Abfolge auf dem Floßberg-Stechberg Mineralgangsystem nach der Gliederung von SCHIEMENZ (1973).

Aus dieser Klüftungs- bzw. Auflockerungszone wurden bei der weiteren Strukturentwicklung die wegsamsten Flächen zu Gangstörungen ausgestaltet und strukturmechanisch in mehreren

Abbildung 4
Synoptisches Diagramm zur Struktur „Hoffnung – 1“
1 Fiederspaltengänge
2 Geöffnete (steil einfallende) Scherflächenabschnitte
3 Bewegungsspuren auf Scherflächen
4 Theoretisches Azimut der auf die Struktur wirkenden Zugbeanspruchung



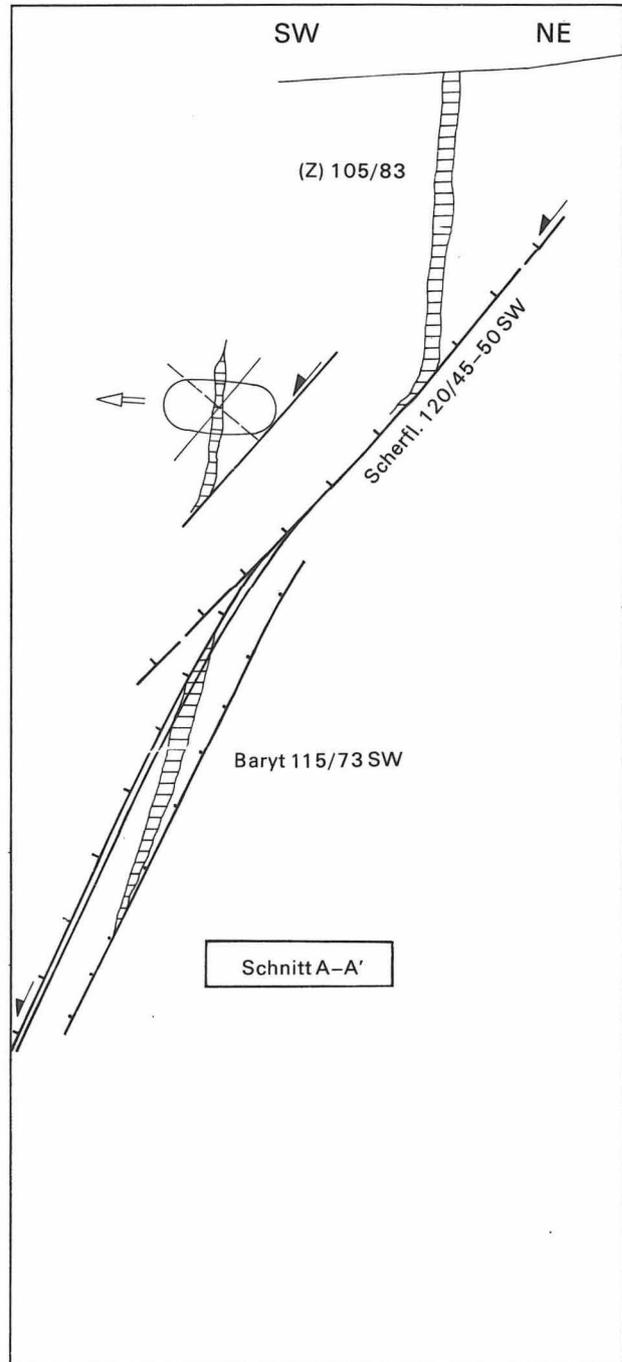
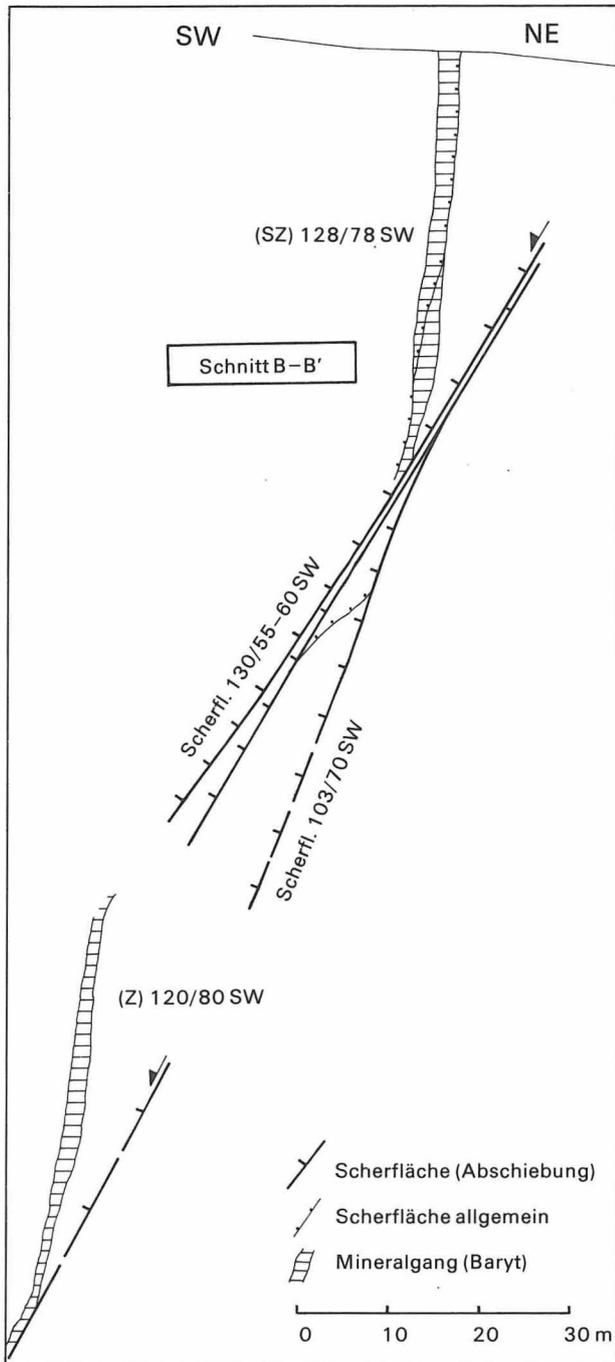


Abbildung 5
Typische Querprofile durch die Gangzone

Akten als Abschiebungen mit jeweils geringen Sprunghöhen im Meter-Dekameterbereich aktiviert.

Dabei konnte vom vulkanotektonischen Kluftinventar der Andesite (Abbildung 3) nur die Querklüftigkeit in wenigen Bereichen übernommen werden, da es im allgemeinen ungünstig zu dieser Beanspruchung angeordnet war.

Die mit der Abschiebungstektonik verbundene Auflockerung des Bruchinventars schuf die Voraussetzungen für den Aufstieg und die Platznahme der Baryt-Fluoritmineralisation auf der „Hoffnung-1-Struktur“.

Die Bewegungspläne dieser Aktivierung sind praktisch lagekonstant, denn sie umfassen nur den Bildungszeitraum der saxonischen Baryt-Fluorit-

abfolge (4. Abfolge bei WERNER 1958), 5. Abfolge SCHIEMENZ (1973), deren Abscheidung durch 2...3 Aktivierungsphasen mit der Tendenz zu monomineralischer Fluoritbildung am Ende aufzugliedern ist. Die Raumlage der mit Baryt/Fluorit mineralisierten Fiederspalten (Mittelwert $120^{\circ}/76...80^{\circ}$ SW) weist darauf hin, daß die Zugbeanspruchung etwa normal auf die $90...130^{\circ}$ und $45...65^{\circ}$ nach SW einfallenden Scherflächen gewirkt hat, (Abbildung 4) und ein Azimut von etwa 30° (NNE/SSW) hatte. Diese Zugbeanspruchung führte zu einer geringen Querdehnung und zum störungsmorphologisch vorgegebenen Abgleiten der Hangendscholle nach Süden (Azimut $172^{\circ}/60^{\circ}$ S) wurde also zu schräg abschiebenden Bewegungen umfunktioniert (Abbildung 2). Unter diesen Bedingungen öffneten sich bevorzugt steil einfallende Scherflächenabschnitte (Abbildung 5), wobei die daran gebundenen Mineralkörper nach SE eintauchen und praktisch frei von Schergefügen sind, da sie ja nicht oder kaum der Gleitreibung unterlagen. Die flach einfallenden Sektoren der Scherflächen (Nebengestein: Tuffe und Sedimente) unterlagen einer stärkeren Gleitreibung, die am Gefüge der geringmächtigeren Baryt-Fluoritmineralisation und der stärkeren Deformation der auch an sich leichter verformbaren Nebengesteine erkennbar ist.

Es hat den Anschein, daß sich die bauwürdigen Fiedergänge in der Region der stärksten Gleitreibung, also besonders flachen Einfallens, von den übergeordneten Scherflächen ablösen (Abbildung 5). Unter diesen Bedingungen wirkte die $160^{\circ}/60...70^{\circ}$ E streichende Struktur (Abbildung 2, NW-Teil) als seitliche Bewegungsschiene und wurde in diesem Zeitraum im blattverschiebenden Sinne bewegt. An ihr endet die zusammenhängende Mineralisation des hier betrachteten Strukturabschnittes.

Interessant ist, daß auch die postmineralischen Bewegungen, erkennbar an ganginternen Bewegungsspuren, lagekonform und gleichsinnig zu dieser Tektonik verlaufen und den mechanischen Vorzeichnungen folgen.

Die hier anhand einer gut aufgeschlossenen Struktur abgeleitete öfFnungsmechanische Konzeption, läßt sich nicht in allen Punkten mit der aus der Regionalanalyse abgeleiteten Auffassung von BAUMANN; LEEDER u. WEBER (1975) in Einklang bringen, da sich hier wie auch in den Gangstrukturen des Unterharzes (FRANZKE 1973) keine Hinweise für horizontale Öffnungsbewegungen im

Zeitraum der Hydrothermalmineralisation ergeben haben. Horizontalbewegungen, die untergeordnet als postmineralische Bewegung auch auf den hercynischen Gangstrukturen auftreten, sind vor allem an eggisch-rheinische Brüche gebunden, die in großer Zahl z. B. die Mineralgänge im südlichen Unterharz durchschlagen und verwerfen und deren jungmesozoisch-tertiäre Hauptaktivierung in den Zeitraum nach Abschluß der saxo-nischen Baryt-Fluoritmineralisation fällt.

Literatur

- BAUMANN, L.; O. LEEDER u. W. WEBER
Beziehungen zwischen regionalen Bruchstrukturen und postmagmatischen Lagerstättenbildungen und ihre Bedeutung für die Suche und Erkundung von Fluorit-Baryt-Lagerstätten. Zschr. f. angew. Geol., 21, 1975, S. 6...17.
- FRANZKE, H. J.
Zur Strukturanalyse der hydrothermalen Mineralgangsysteme des Unterharzes. Halle: Diss. 1973.
- MICHAEL, J.
Spezielle Probleme des Stefan und Rotliegenden (Thür. Wald). Die Entwicklung des tieferen Tafeldeckgebirges und dessen Beziehungen zum Unterbau. Berlin 1971, S. 62...64.
- SCHIEMENZ, F.
Die Gangreviere Ilmenau—Gehren und Arlesberg—Gehlberg. Freiberg: Diss. 1973.
- SCHRÖDER, N.
Die magmatogenen Mineralisationen des Thür. Waldes und ihre Stellung im varistischen und saxo-nischen Mineralisationszyklus Mitteleuropas. Freib. Forsch. H., C. 261, 1970, S. 7...52.
- WERNER, C. D.
Geochemie und Paragenese der saxo-nischen Schwere-spat-Flußspat-Gänge im Schmalkaldener Revier. Freib. Forsch. H., C 47, 1958.

Zusammenfassung

Möglichkeiten zur Bestimmung der natürlichen Senkungsrate in bergbaubeeinflußten Senkungsgebieten

Am Beispiel der Senkungsgebiete in der Mansfelder Mulde werden Möglichkeiten zur Bestimmung der natürlichen, d. h. vom Bergbau nicht mehr beeinflussten Senkungsrate aufgezeigt. Am besten eignen sich für derartige Berechnungen limnische Sedimente. Aus dem Vergleich des Sedimentalters, das vorwiegend durch ^{14}C -Datierungen ermittelt wurde, mit den Sedimentmächtigkeiten lassen sich Sedimentationsraten berechnen, die den Senkungsgeschwindigkeiten der Auslaugungshohlform gleichgesetzt werden können. Voraussetzung dafür ist aber der Nachweis gleichmäßiger Ablagerungsbedingungen im Becken, der durch die mathematisch-statistische Auswertung bodenphysikalischer Kennziffern erbracht werden kann. Es wurde nachgewiesen, daß im limnischen Sedimentationsbereich Senkungsbeträge von 1 mm/Jahr nur selten überschritten werden. Die natürlichen Senkungen sind durch die technologischen Maßnahmen des Kupferschieferbergbaues um ein Vielfaches beschleunigt worden.

Summary

Possibilities of determining the rate of natural subsidence in mining-affected depression areas

With the depression areas in the Mansfeld Basin taken as an example, the possibilities of determining the rate of natural subsidence, i. e. the one not affected by mining, are shown. Limnic sediments are highly suited for such calculations. Comparison of sediment age, mainly based on C^{14} data, with sediment thickness permits rates of sedimentation to be calculated, which can be equated with the rates of subsidence of the leached hollow mould. A prerequisite, however, is the evidence of consistent depositional factors applying to the basin, which can be furnished by the mathematical-statistical evaluation of soil-physical indices. It has been shown that the rate of subsidence in the limnic sedimentation area only rarely exceeds 1 mm/year. Natural subsidence has been accelerated many times that rate by the technological steps involved in copper shale mining.

¹ Herrn Prof. (em.) RUDOLF HOHL zum 70. Geburtstag gewidmet.

Möglichkeiten zur Bestimmung der natürlichen Senkungsrate in bergbaubeeinflußten Senkungsgebieten¹

*Mit 6 Abbildungen, 4 Photos und einer Tabelle
im Text*

Autor:

Dr. GERD SUDERLAU
Rat des Bezirkes Halle,
Abteilung Geologie
402 Halle (Saale)
Richard-Wagner-Straße 56

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd 2
Seite 55...72
VEB H. Haack Gotha/Leipzig 1977

Возможность определения природной степени опускания в районах, находящихся под влиянием горного промысла

На примере районов опускания Мансфельдской мульды выявляются возможности для определения природной степени опускания, т. е. степени опускания не обусловленной горным промыслом. Для таких определений наиболее пригодны пресноводные осадки. Сравнение возраста осадков, определённого преимущественно датированием ^{14}C и мощности осадков позволяет вычислять степень седиментации, которую можно приравнять скорости опускания пустотелой формы выщелачивания. Предпосылкой однако является доказательство равномерных условий седиментации в котловине, которое можно получить математико-статистическим анализом агрофизических показателей. Было доказано, что в пресноводной области седиментации величины годового опускания лишь изредка превышают 1 мм. Природные опускания многократно ускоряются технологическими мероприятиями добычи медистого сланца.

1.

1.1.

Problemstellung

Senkungserscheinungen der Erdoberfläche können natürliche oder künstliche Ursachen haben. Zu den *natürlichen* Ursachen ist der gesamte Komplex der subterranean Abtragung (Subrosion) zu rechnen. Die bergbauliche Tätigkeit des Menschen führt im wesentlichen zu *künstlichen* Veränderungen der Erdoberfläche. Unabhängig davon, ob beide Ursachen im Komplex oder jede für sich wirksam werden, sind die supraterranen Folgeerscheinungen einander sehr ähnlich.

Es besteht kein Zweifel, daß die natürlichen Senkungen durch technologische Maßnahmen des Bergbaues, z. B. Maßnahmen zur Wasserhaltung, erheblich intensiviert werden können. Man wird dies in erster Linie dort erwarten müssen, wo Bergbau auf Kupferschiefer oder Kalisalz umgeht (v. HOYNINGEN-HUENE 1959; PLÖTTNER; FANTASNY 1971; PELZEL u. a. 1972; SUDERLAU 1974).

Nach Beendigung des Bergbaues werden die Grubenhohlräume zum überwiegenden Teil durch Flutung verwahrt. Für die Belange der Territorialplanung, des Bauwesens, der Landwirtschaft und der Wasserwirtschaft ist die Frage nach der Größenordnung der nach erfolgtem Wasseranstau zu erwartenden Senkungen unter natürlichen, d. h. vom Bergbau nicht mehr beeinflussten Verhältnissen, von großer Bedeutung.

Am Beispiel der Senkungsgebiete in der Mansfelder Mulde sollen einige Methoden untersucht werden, die der Beantwortung dieser Frage dienen.

Der Verfasser ist Herrn Prof. (em.) Dr. R. HOHL für die ständige Förderung der Untersuchungen zu Dank verpflichtet.

1.2.

Geologischer Überblick

Die flach herzynisch streichende Mansfelder Mulde (Abbildung 1) enthält in der Schwittersdorfer Teilmulde einen Kern aus Unterem Muschelkalk, während die zentralen Gebiete der südöst-



Abbildung 1
 Tektonische Übersicht der Mansfelder Mulde mit Lage der Senkungsgebiete
 (nach Unterlagen des VEB Mansfeld Kombinat „W. Pieck“)

lichen Nietleben-Bennstedter Teilmulde aus Oberem Muschelkalk aufgebaut sind. Die Zechsteinbasis liegt in der Schwittersdorfer Mulde bei etwa -800 m NN und in der Nietleben-Bennstedter Mulde bei -1200 m NN.

Als trennendes Strukturelement zur Querfurter Mulde erstreckt sich der herzynisch streichende Teutschenthaler Sattel von Teutschenthal bis in die Gegend von Eisleben. Die Sattelachse hebt sich nordwestlich von Wansleben heraus, so daß das Steinsalz der Zechsteinfolge in den Auslaugungsbereich gelangen konnte. Der Salzspiegel des Staßfurtsteinsalzes wird bei durchschnittlich -150 m NN angetroffen. Als Folge der Auslaugungsvorgänge bildete sich über dem Scheitel des Teutschenthaler Sattels die Eislebener Niederung, in der die drei Mansfelder Seen liegen.

Die subsalinare Tektonik ist nach JUNG (1965) durch herzynisch streichende Störungszone gekennzeichnet, die im zentralen Teil der Mulde in die flach herzynisch verlaufenden Mansfelder Flözgräben einschwenken (Abbildung 1). Sie werden nordwestlich der Hornburger Tiefenstörung von erzgebirgisch streichenden Störungen gekreuzt, so daß sich insgesamt das Bild eines subsalinaren Schollenmosaiks ergibt. Die Störungen verlaufen nach JUNG (1965) annähernd äquidistant.

Als bedeutendste subsalinare Störung tritt die Hornburger Tiefenstörung (HERRMANN 1927) nur zwischen Hornburg und Erdeborn zutage. Der weitere Verlauf nach ENE kann nur mittelbar nachgewiesen werden und zwar durch das Abtauchen des Teutschenthaler Sattels nach SE und

Ortslage		Gesamtsenkung 1955–1975 (mm)	Senkungsmaxima Zeit	Geschwindigkeit (mm/Jahr)	mittlere Senkungs- geschwindigkeit 1955–1973 (mm/Jahr)	gegenwärtige Senkungs- geschwindigkeit (mm/Jahr)
Volkstedt		1 241 (seit 1969)	1971– 1972	370	226	25
Helfta		5 245	1961– 1962	480 730	272	64
Erdeborn	RTS-Kessel	478	1960 1973	180 135	24	18
	Schulkessel	597	1955	174	31	7
	Friedhofskessel	2 809	1967	500	147	13
Röblingen		2 382	1960 Okt. 73– Apr. 74	225 410	125	42
Rollsdorf		1 757	1968– 1969	360 max. 807	146	21

Tabelle 1
Die Entwicklung des Senkungsgeschehens in den wichtigsten Senkungsgebieten der Eislebener Niederung

die Gliederung der Mansfelder Mulde in zwei Teilmulden (v. HOYNINGEN-HUENE 1959). Die diagonal durch den ehemaligen Salzigen See verlaufende Erdfallkette wird von v. HOYNINGEN-HUENE ebenfalls mit der Hornburger Tiefenstörung in Zusammenhang gebracht.

1.3. *Senkungsgebiete, Senkungsbeträge*

Die Senkungen konzentrieren sich in der Mansfelder Mulde in der Hauptsenkungszone (BRENDDEL u. a. 1970). Wie der Tabelle 1 zu entnehmen ist, reduzieren sich die Senkungen im Bereich der Hauptsenkungszone von NW nach SE. Die stärksten Veränderungen (Abbildung 1) traten vorzugsweise über dem subterranean Ausstrich der Kalisalze auf, nämlich am Südwest- und Südrand der Hauptsenkungszone, im Rollsdorfer Kessel und am Ostrand des Süßen Sees. Dieser Sachverhalt wird durch die hydrogeologischen und tektonischen Besonderheiten des Gebietes weiter modifiziert. So treten Kreuzungspunkte tektonischer Störungen bevorzugt als Wasserversenkungsstellen in Erscheinung, z. B. im Rollsdorfer Kessel. Die gleiche Funktion erfüllen die an den Rändern der

Auslaugungshohlform verbreiteten Zerrspaltenbereiche (SUDERLAU u. a. 1972). Ein grober Überblick über die Entwicklung des Senkungsgeschehens in den Senkungszentren wird in Tabelle 1 gegeben. Die seit 1971 registrierten Senkungsmaxima lassen sich dadurch erklären, daß zum Zeitpunkt der Überstauung des Salzspiegels durch den Wasseranstau eine kurzzeitige Intensivierung der Auslaugungsvorgänge erfolgt ist.

1.4. *Die Sedimentfolgen im ehemaligen Salzigen und im Faulen See*

Obwohl für die hier zu untersuchende Problematik vorwiegend der holozäne Sedimentkomplex von Interesse ist, sollen die älteren quartären Ablagerungen kurz beschrieben werden (vgl. Abbildung 3).

Der holozäne Sedimentkomplex wird im Gebiet des Salzigen Sees von fluviatilen Bildungen unterlagert, die drei Gewässersystemen angehören. Die sog. „Zellgrundschotter“ (v. HOYNINGEN-HUENE 1959) sind von Erdeborn bis östlich der Straße Aseleben – Röblingen zu verfolgen. Es handelt sich

um buntsandsteinreiche Schotter (SUDERLAU 1975). Vom Eintritt der Weida in den Salzigen See bei Röblingen können deren Schotter bis in die Gegend des Kernner-Sees nachgewiesen werden. Die Weidaschotter (Sedimentkomplex VII-b der Abbildung 3) zeichnen sich durch hohe Kalksteinanteile von $> 50\%$ aus. Buntsandsteinreiche Schotter der Bösen Sieben mit einem Sandsteinanteil $> 54\%$ sind schließlich auf den Rollsdorfer Kessel beschränkt.

Die Schotter des Zellgrundbaches und der Bösen Sieben sind stratigraphisch in das Frühglazial der Weichselzeit zu stellen. Etwas älter sind die Weidaschotter. Ihre Akkumulationszeit reicht vom Späteem bis zum Weichselfrühglazial (SUDERLAU 1975, vgl. auch Abbildung 6).

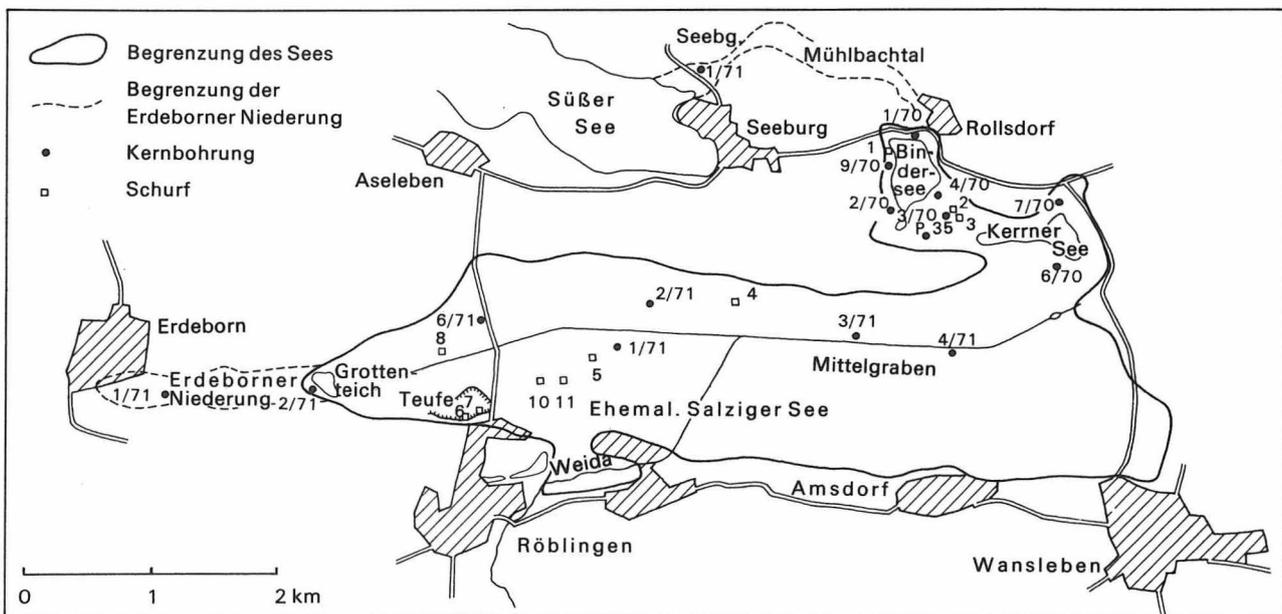
In lokalen Senken sind im Liegenden der Schotter limnische Sedimente erhalten geblieben, deren Zuordnung zur Eemzeit aufgrund paläontologischer und paläobotanischer Untersuchungen sowie absoluter Altersdatierungen als gesichert erscheint (SUDERLAU 1975, vgl. auch Abbildung 6).

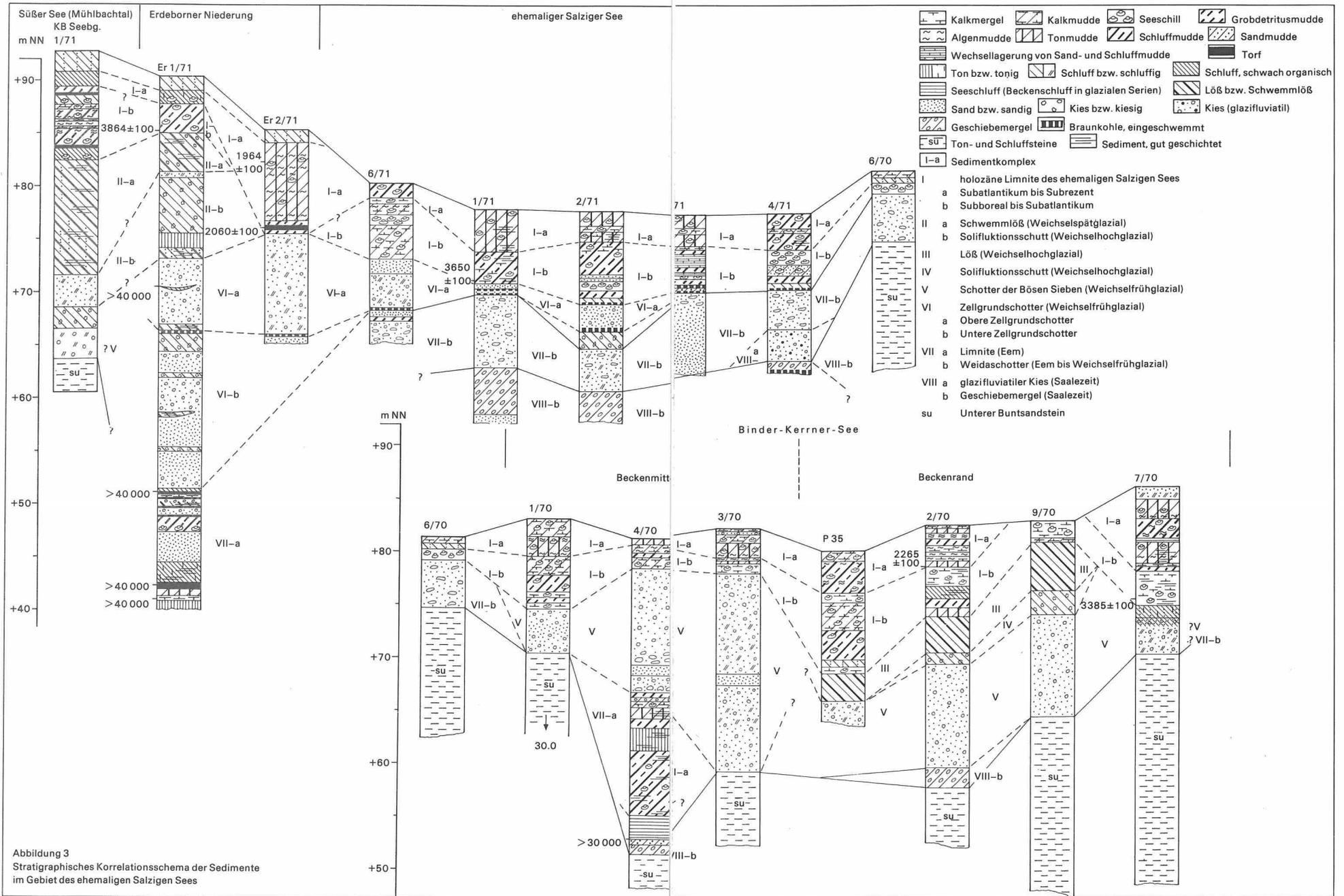
Im ehemaligen Faulen See bei Eisleben folgen unter dem holozänen Sedimentkomplex zunächst Grobschotter der Bösen Sieben mit Sandstein-

anteilen $> 60\%$. Darunter ist ein Limnithorizont erbohrt worden, der sich aus Beckentonen und Tonmudden mit eingeschalteten Flachmoortorfen und Torfmudden zusammensetzt. Dieser Limnithorizont überlagert wiederum Grobschotter der Bösen Sieben (Abbildung 4).

Die stratigraphische Einordnung des Limnithorizontes ist durch eine ^{14}C -Datierung möglich. Eine Torflage an der Basis der limnischen Ablagerungen ist mit $25\,800 \pm 1600$ B.P. datiert worden (Datierung im ^{14}C -Labor der Bergakademie Freiberg). Dieses Datum entspricht etwa dem hangenden Teil der 5. Wärmeschwankung des Weichsel-Frühglazials im Ascherslebener See (MANIA 1972, 1973) oder den interstadialen Abschnitten der Profile von Skado und Lohsa im Lausitzer Urstromtal (CEPEK 1965). Eine zeitliche Korrelation zu der von STEINMÜLLER (1966) publizierten Datierung einer Torflinse im Liegenden eines Grobschotterkörpers in der Goldenen Aue ist ebenso möglich. Setzt man voraus, daß das o.g. ^{14}C -Datum dem wirklichen Alter nahekommt, wäre der obere Grobschotterkörper im Faulen See dem ausgehenden Hoch- bis Spätglazial der Weichselzeit, der untere dem Weichselfrühglazial zuzuordnen.

Abbildung 2
Ehemaliger Salziger See mit den wichtigsten Aufschlüssen





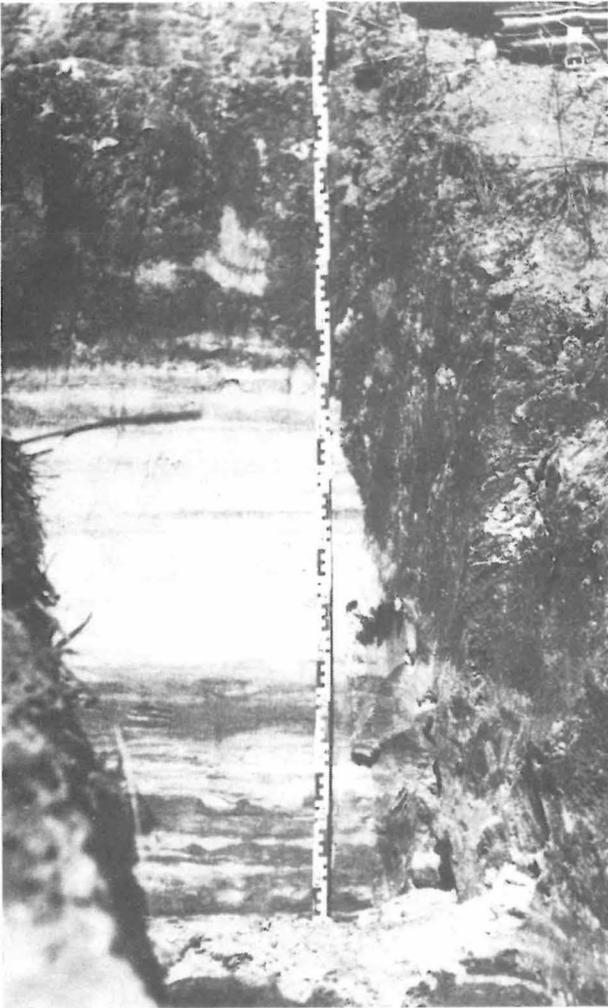


Photo 1
Übergang von dunklen Limnoklastiten zu hellen
Limnoklastiten
(Photo SUDERLAU)

2. Die Bestimmung der natürlichen Senkungsrate

2.1. *Vorbemerkungen*

Der Berechnungsmethode liegt die Überlegung zugrunde, daß Auslaugungssenkungen syngenetisch oder postgenetisch durch Akkumulationsvorgänge kompensiert werden. Bestimmt man das Alter und die Mächtigkeit eines Sediments, so kann man dessen Ablagerungsgeschwindigkeit und damit die Senkungsgeschwindigkeit der Auslaugungshohlform ermitteln. Voraussetzung für eine Korrelation von Sedimentations- und Senkungs-

geschwindigkeit ist der Nachweis gleichmäßiger Sedimentationsbedingungen im Sedimentationsraum. Dabei ist der Einfluß einer Reihe variabler Faktoren wie des präholozänen Reliefs des Materialliefergebietes und der Wassertiefe zu prüfen (vgl. KLIEWE; LANGE 1971). Ferner dürfen nur solche Sedimente in Betracht gezogen werden, die die jeweiligen Auslaugungshohlformen syngenetisch ausgefüllt haben.

2.2. *Holozäne Limnite im Untersuchungsgebiet*

2.2.1. *Petrographie*

Die holozänen Limnite (Sedimentkomplex I, Abbildung 3) lassen im Salzigen See eine deutliche Zweiteilung erkennen (Photo 1, 2), nämlich in eine obere (Sedimentkomplex I-a) und eine untere Folge (Sedimentkomplex I-b).

Im Sedimentkomplex I-a überwiegen ungeschichtete braungraue bis dunkelgraue Limnoklastite (Ton- und Schluffmudden) mit hohem feinklastischen Anteil und geringem Gehalt an unverwittertem pflanzlichen Detritus. Die Sedimentmächtigkeit schwankt im Beckenzentrum zwischen 2 und 4 m. Im Übergangsbereich von Beckenzentrum zu Beckenrand tritt stellenweise eine größere Mächtigkeit bis zu 8 m auf. Dies ist ein Hinweis auf erhöhte synsedimentäre Senkungen an solchen Stellen, die auch gegenwärtig durch Nivellements als intensive Senkungsgebiete identifiziert worden sind.

Im Sedimentkomplex I-b herrschen in den oberen Teilen weiß- bis hellgraue Limnokalzite vor. Im unteren Teil schalten sich in zunehmendem Maße Limnoklastite ein, die in vielen Profilen zu einer bändertonartigen Wechsellagerung beider Sedimenttypen führen (Photo 3, 4).

Zunächst liegen unter dem Sedimentkomplex I-a mit scharfer Grenze und deutlichem Farbunterschied etwa 0,60 m mächtige weiß- bis hellgraue Kalkmergel und -mudden mit einem sehr hohen Gehalt an Mollusken- und Ostracodenschalen. Vielfach tritt die Salzwasserschnecke *Hydrobia stagnorum* (GMELIN 1870) so häufig auf, daß sie sedimentbildend wird (Seeschill). Der untere

Teil dieses Sedimentkomplexes hat infolge der Wechsellagerung von dunklen Schluff- und hellgrauen Kalkmudden in vielen Profilen den Charakter einer Jahresschichtung, wobei Kalkmudden als Sommer- und Schluffmudden als Winterwarven anzusehen sind. Die mittlere Mächtigkeit des Sedimentkomplexes I-b beträgt im Beckenzentrum etwa 4 m.

Wie der Abbildung 3 zu entnehmen ist, wird der Sedimentkomplex I meist unmittelbar von Schotterbildungen unterlagert. In einigen Schurfprofilen ist jedoch auch älteres Holozän ausgebildet bzw. erhalten (Abbildung 5). In der Schichtenfolge des Schurfes 4 ist der im Hangenden des Stengeltraver-

tins abgelagerte Tonhorizont von Bedeutung, der in anderen Profilen als Ton-, Schluff- oder Sandmudde vorliegt. Er enthält einen hohen Anteil an Molluskenarten der offenen Landschaften wie *Pupilla muscorum* (LINNE 1758), *Vallonia costata* (O.F.MÜLLER 1774) und *Vallonia pulchella* (O.F.MÜLLER 1774). Dieser Horizont ist im Salzigen See erstmalig in mehreren Aufschlüssen nachzuweisen. Der See hat, wie die Fauna beweist, zu dieser Zeit noch nicht bestanden. Vorher kam es lediglich an prädestinierten Stellen, vermutlich im Bereich von Erdfällen oder lokalen Senken, zu einer limnischen Sedimentation geringen Ausmaßes.

Photo 2
Schurf 3 – dunkle Limnoklastite (Sedimentkomplex I-a) überlagern mit scharfer Grenze helle Limnoklastite (Sedimentkomplex I-b)
(Photo SUDERLAU)

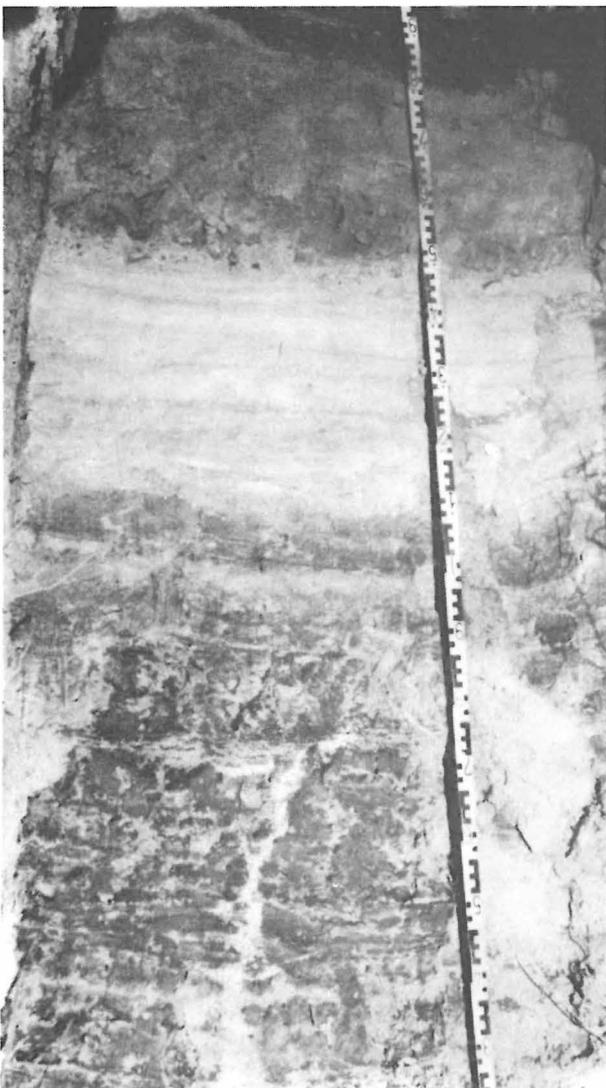
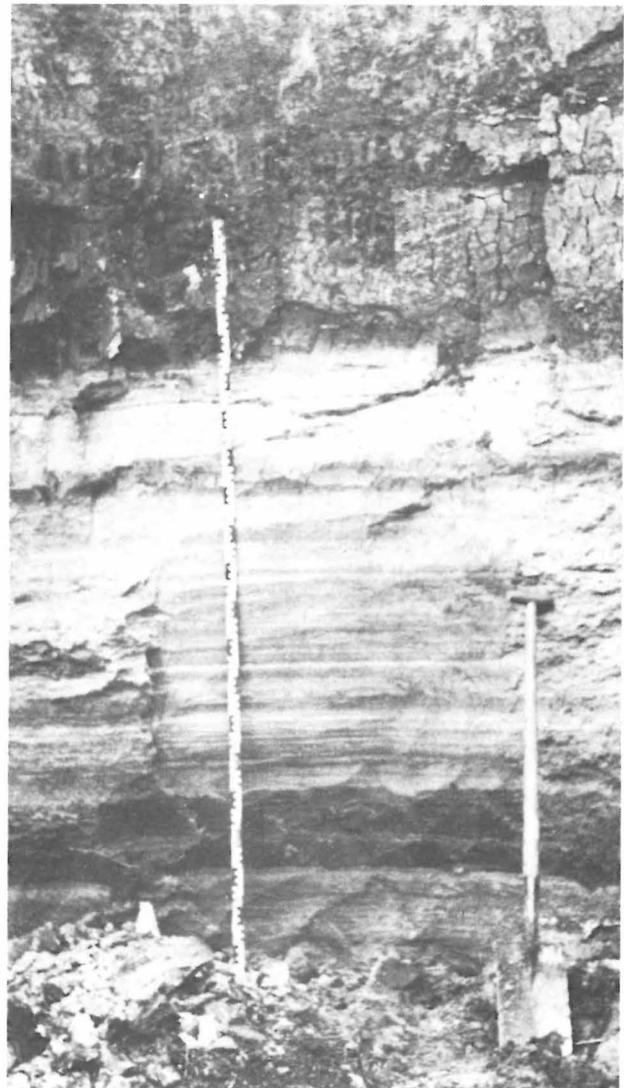


Photo 3
Schurf 8 (wie Photo 2).
Im unteren Teil des Profils ist eine gut ausgeprägte Jahresschichtung erkennbar
(Photo SUDERLAU)



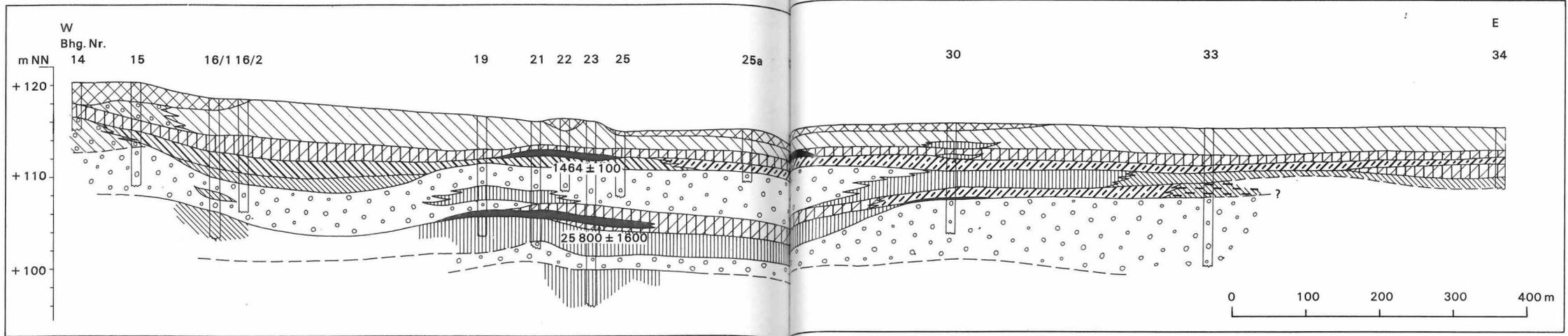


Abbildung 4
Ost-West-Schnitt durch den ehemaligen Faulen See bei Eisleben

- Auffüllung
- Auelehm
- Abschwemmassen
- Tonmudde
- Torf
- Schluffmudde
- Ton- und Schluffmuddelagen
- Schwemmlöß
- Beckenschluff
- Beckenton
- Kies (Grobschotter)

Im ehemaligen Faulen See bei Eisleben sind limnische Sedimente unter einer im Mittel 2,5 m mächtigen Auelehmdecke verbreitet (Abbildung 4). Ähnlich wie im Salzigem See können zwei limnische Teilkomplexe unterschieden werden. Der obere besteht aus dunkel- bis schwarzgrauen Torf- und Tonmudden mit einer artenreichen Fauna, in der Sumpf- und Wasserarten mit einem hohen Anteil an eingeschwemmten Formen der offenen Landschaft überwiegen. Der untere Teilkomplex wird von graugrünen, detritushaltigen Schluffmudden mit einer sehr ähnlichen

Faunenzusammensetzung eingenommen. In den zentralen Beckenteilen wird der holozäne Limnitkomplex maximal 2,8 m mächtig.

2.2.2. Altersstellung

Eine stratigraphische Gliederung der holozänen Limnite im Salzigem See konnte mit Hilfe paläozoologischer Untersuchungen nicht erreicht werden, da durch den zeitweilig hohen Salzgehalt im Becken sehr artenarme Thanatozönosen bedingt waren. Die Fauna ist jedoch ein guter Indikator für den in einem See vorhandenen Salzgehalt. Aus dem ökologischen Anspruch der Mollusken und Ostracoden ergaben sich Hinweise auf die Salinitätsgrade im Becken zur Zeit der Sedimentation. An der Faunenverteilung und -häufigkeit ist die Tendenz abzulesen, daß zur Sedimentationszeit des Sedimentkomplexes I-b meso- bis polyhaline, im Sedimentkomplex I-a dagegen oligo-, höchstens mesohaline Bedingungen bestanden haben. Die den Sedimentkomplex I-b beherrschende Salzwasserfauna geht im Sedimentkomplex I-a bei gleichzeitigem Auftreten von Mollusken- und Ostracodenarten mit geringerem Salinitätsanspruch mengenmäßig zurück. Im Sedimentkomplex I-a ist eine Aussüßung der Wässer erfolgt, die für geringere Subrosionsintensität spricht.

Paläobotanische Untersuchungen brachten ebenfalls keine befriedigenden Ergebnisse, da der größte Teil der Proben eine zu geringe Pollendichte aufwies. Die wenigen auswertbaren Proben er-

laubten lediglich die generelle Einschätzung, daß es sich um Sedimente jungholozänen Alters handelt. Zum Vergleich sei hier auf die Untersuchungen von MÜLLER (1953) verwiesen.

Erst durch absolute Altersdatierungen mit Hilfe der ^{14}C -Methode konnte eine gesicherte stratigraphische Einstufung der holozänen Limnite im Untersuchungsgebiet vorgenommen werden. Die Datierungen sind in den ^{14}C -Labors der Akademie

Photo 4
Schurf 8 (wie Photo 3)
(Photo SUDERLAU)



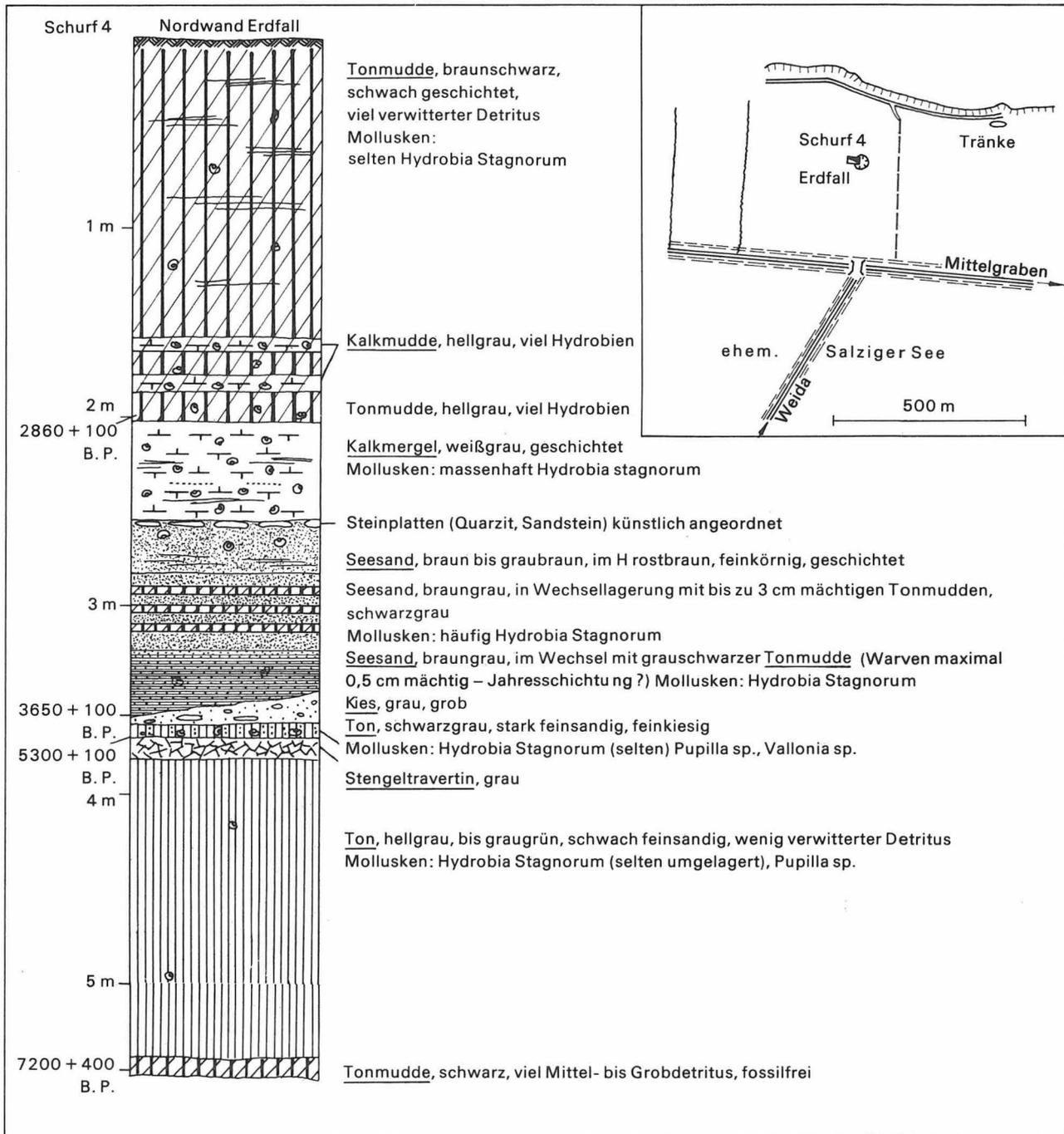


Abbildung 5
Aufnahme des Schurfes 4 (Erdfall im Salzigen See)

der Wissenschaften der DDR in Berlin (G. KOHL) und der Bergakademie Freiberg (Dr. HEBERT) durchgeführt worden.

Die ältesten holozänen Limnite sind zu Beginn des Atlantikums in lokalen Senkungsgebieten bzw. Erdfällen abgelagert worden (Abbildung 6). Die Tonmudde im tiefsten Teil des Profils hat ein Alter von 7200 ± 400 a. B. P. (Fr. 53). In der Folgezeit wurden die lokalen Senken mit schwach organischen Limnoklastiten aufgefüllt. Der in ihrem

Hangenden ausgebildete Travertinhorizont zeigt das postglaziale Klimaoptimum an (vgl. JÄGER 1965). Danach kam es erstmalig in weiten Teilen des Beckens zur Ablagerung geringmächtiger Ton-, Schluff- und Sandmudden (5300 ± 100 B. P.) mit der schon genannten Molluskengesellschaft der offenen Landschaften.

Die Basis des im gesamten Becken ausgebildeten Sedimentkomplexes I-b hat auf Grund von drei Datierungen subboreales Alter (Bln. 1045 – 3650

± 100 B. P., Bln. 1047 – 3385 \pm B. P. im Salzigen See und Bln. 1115 – 3864 ± 100 B. P. in der Erdebörner Niederung).

Auf Grund der klimatischen Bedingungen müssen die Auslaugungsvorgänge, die zur Beckenbildung geführt haben, wesentlich früher, wahrscheinlich zu Beginn des Postglazials (? Spätglazial) angesetzt werden. Zu Beginn des Subboreals hatte die Senkung dann einen Betrag erreicht, bei dem das Becken abflußlos und die Seebildung möglich wurde.

Die Zeitdifferenz von 1500 Jahren zwischen den beiden im Schurf 4 dicht aufeinanderfolgenden Schichten (Abbildung 5) weist auf eine Erosionsphase hin, die sich im Profil auch durch eine geringmächtige Kiesschüttung andeutet.

Die Basis des Sedimentkomplexes I-a ist in zwei Aufschlüssen datiert worden (Schurf 4 – 2860 ± 100 B. P., Schurf 3 – Fr. 52 – 2900 ± 300 B. P.). In der Erdebörner Niederung ist diese Basis mit Bln. 1121 – 2060 ± 100 B. P. jünger. Der im gesamten Becken zu beobachtende plötzliche Sedimentationsumschwung von vorwiegend Limnokalziten (Sedimentkomplex I-b) zu vorwiegend Limnoklastiten (Sedimentkomplex I-a) an der Grenze Subboreal/Subatlantikum ist anthropogen bedingt (SUDERLAU 1975), so daß es gerechtfertigt erscheint, die Limnoklastite des Sedimentkomplexes I-a als genetisches Äquivalent der Auelehme der Flußauen anzusehen.

Im ehemaligen Faulen See bei Eisleben ist die Basis des oberen limnischen Teilkomplexes (vgl. Abbildung 4, 6) mit Bln. 1048–1464 ± 100 B. P. datiert worden. Die Sedimentation hielt bis zur künstlichen Trockenlegung des Sees am Beginn des 13. Jahrhunderts an. Danach setzte die Auelehmakkumulation ein.

Der untere Teilkomplex ist nach oben zeitlich durch das genannte ^{14}C -Datum begrenzt. Nach der Molluskenfauna könnte der Sedimentationsbeginn dagegen bis in das Altatlantikum zurückreichen. Vermutlich erfolgte die Seebildung aber analog den Verhältnissen im Salzigen See später, nämlich im Jungatlantikum (? Subboreal).

2.2.3.

Sedimentations- und Senkungsgeschwindigkeiten

Der für eine Korrelation von Sedimentations- und Senkungsgeschwindigkeit erforderliche Nachweis

gleichmäßiger Sedimentationsbedingungen im Becken gelangt mit Hilfe der Auswertung bodenphysikalischer Kennziffern (SUDERLAU 1974, 1975). Ohne hier auf die Ergebnisse der Korrelationsanalyse im Detail einzugehen, kann festgestellt werden, daß zwischen den bodenphysikalischen Kennwerten sehr enge korrelative Zusammenhänge bestehen. Offenbar ist dies Ausdruck einer horizontal wie vertikal recht gleichmäßigen stofflichen Zusammensetzung der Sedimente und damit ein Anzeichen für bestehende lithogenetische Homogenität. Die Ergebnisse rechtfertigen es, die aus Sedimentmächtigkeit und -alter ermittelten Sedimentationsraten den Senkungsgeschwindigkeiten der Auslaugungshohlform gleichzusetzen.

Im Sedimentkomplex I-a liegen die Sedimentationsraten in den zentralen Beckenteilen zwischen 0,3 und 1,7 mm/Jahr. 78 % aller Werte haben Sedimentationsgeschwindigkeiten $\leq 1,0$ mm/Jahr. Höhere Geschwindigkeiten sind nur für solche Gebiete berechnet worden, in denen auch gegenwärtig hohe Senkungsgeschwindigkeiten nivellistisch nachgewiesen sind (Randbereich Binder-Kernner-See, Westrand ehemaliger Salziger See, Umgebung Erdfall Heller Loch). Extrem hohe Werte weisen der Nordostrand mit 2,7 mm/Jahr und der Westrand mit 4,8 mm/Jahr auf.

Im Sedimentkomplex I-b sind die Sedimentations- = Senkungsgeschwindigkeiten etwa 6mal größer als in I-a. Die durchschnittliche Sedimentationsgeschwindigkeit ist mit 3,8 mm/Jahr errechnet worden.

Es besteht kein Zweifel, daß die höheren Sedimentationsraten im Komplex I-b auf eine höhere Subrosionsintensität während des Atlantikums und Subboreals infolge günstigerer klimatischer Bedingungen zurückzuführen sind. Dafür sprechen auch die oben genannten Salinitätsgrade, die mit Hilfe der Fauna den einzelnen Sedimentkomplexen zugeordnet werden konnten.

Die Bestimmung der Sedimentationsgeschwindigkeit im ehemaligen Faulen See bei Eisleben ist problematischer als im Salzigen See und nur auf indirektem Wege möglich. Bei einer mittleren Mächtigkeit von 2,5 m und einer Sedimentationsdauer von ca. 770 Jahren kann die Sedimentationsrate des Auelehms mit 3,3 mm/Jahr angegeben werden. Dieser Wert darf jedoch der Senkungsgeschwindigkeit der Auslaugungshohlform

nicht gleichgesetzt werden, da natürliche Sedimentationsbedingungen durch die Meliorationsmaßnahmen im Zuge der Trockenlegung des Sees nachhaltig verändert wurden (vgl. UNGER; RAU 1966).

Sedimentationsbeginn und -ende des oberen limnischen Teilkomplexes können durch das schon genannte ^{14}C -Datum und den bekannten Zeitpunkt der Trockenlegung des Sees hinreichend genau angegeben werden. Aus der Ablagerungsdauer von etwa 700 Jahren und einer mittleren Mächtigkeit von 1,20 m läßt sich eine Sedimentationsrate von 1,7 mm/Jahr errechnen. Auf Grund des Sedimentcharakters muß man annehmen, daß das Becken während dieser Zeit nicht in der Lage war, die durch die morphologischen Verhältnisse und anthropogenen Einflüsse, z. B. Waldrodungen und Ackerbau, bedingte hohe Materialzufuhr durch stärkere Senkungen zu kompensieren. So bildete sich bald eine Verlandungsfazies mit Tonmudden, Torfmudden, Torfen und Sapropelen sowie der dafür typischen Fauna. Die Sedimentationsrate von 1,7 mm/Jahr ist folglich nicht gleichbedeutend mit der natürlichen Senkungsgeschwindigkeit; diese muß niedriger gewesen sein.

3.

Weitere Bestimmungsmethoden

Die Möglichkeiten sind begrenzt, eine Überprüfung der für die einzelnen Aufschlüsse berechneten natürlichen Senkungsraten mit anderen Methoden vorzunehmen. Im Aufschluß bietet sich dazu allein die Warvenzählung an, die jedoch nur dort möglich ist, wo Sedimente mit eindeutiger Jahresschichtung vorliegen. Im Salzigen See war dies in einigen Profilen im liegenden Teil des Sedimentkomplexes I-b der Fall. Die auf diese Weise berechneten Sedimentationsarten liegen zwischen 4 und 5,7 mm/Jahr und entsprechen damit den Werten, die unter 2.2.3. für den Sedimentkomplex I-b schon genannt worden sind.

Alle anderen Berechnungsmethoden erfassen nur den Großraum und lassen eine Aussage für den Einzelstandort nicht zu. Dennoch kann und muß die Brauchbarkeit der bisher besprochenen Berechnungsverfahren mit anderen Methoden geprüft werden. Recht zuverlässige Werte sind zu gewin-

nen, wenn man von den Senkungsbeträgen zur Zeit der bergbaulichen Tätigkeit ausgeht und sie in Beziehung zur Wasserbilanz des entsprechenden hydrogeologischen Systems bringt. Berechnungen dieser Art sind Gegenstand einer laufenden Untersuchung von PLÖTTNER. Den Ergebnissen kann daher an dieser Stelle nicht vorgegriffen werden. Erlaubt ist lediglich der Hinweis, daß die auf diese Weise berechnete natürliche Senkungsgeschwindigkeit für den Bereich der Eislebener Niederung mit etwa 0,7 mm/Jahr angegeben werden kann.

Eine weitere Berechnungsmöglichkeit ergibt sich durch den Niveauvergleich stratigraphisch gut korrelierbarer Sedimentfolgen. So sind im Jahre 1972 am Südrand des Salzigen Sees in zwei Bohrungen pollenanalytisch belegte holsteinzeitliche Limnite erbohrt worden, für die das massenhafte Auftreten der Salzwasserschnecke *Hydrobia stagnorum* charakteristisch ist. Man kann demzufolge annehmen, daß

1. ein Salziger See mit größerer Ausdehnung als im Holozän bereits während der Holsteinzeit bestanden hat,

2. damit die Vorstellung von H.; R. LEHMANN (1930), die Salzke sei damals durch das Gebiet des Salzigen Sees, die Weida dagegen über Teutschenthal geflossen, wieder an Wahrscheinlichkeit gewinnt und

3. die von MERTIN (1940) aus der *Corbicula*-Fundsicht der Kiesgrube Köchstedt beschriebene Brackwasserfauna aus dem Gebiet des damaligen Salzigen Sees stammt.

Wenn diese Annahmen stimmen, muß der Salzige See jener Zeit ca. 60 m höher gelegen haben als heute. Setzt man die Zeit der postelsterzeitlichen Wiedererwärmung mit HESEMANN (1970) auf ca. 250 000 Jahre vor heute an, so ergibt sich für das Gebiet des Salzigen Sees ein jährlicher Senkungsbetrag von 0,25 mm. Da sich die Subrosionsvorgänge vorwiegend während der Warmzeiten abgespielt haben müssen (SUDERLAU 1974), steht für den Senkungsbetrag von 60 m bei Berücksichtigung der von HESEMANN (1970) vertretenen Zyklik des pleistozänen Geschehens lediglich eine Subrosionsdauer von ungefähr 120 000 Jahren zur Verfügung. Damit erhöht sich die durchschnittliche Senkungsrate auf 0,5 mm/Jahr.

Aus der Höhendifferenz der Weidaschotter im Gebiet des ehemaligen Salzigen Sees kann ein nach der Schotterakkumulation erfolgter Senkungs-

betrag von maximal 22 m errechnet werden. Nimmt man an, daß die Schotterakkumulation bis in das Frühglazial der Weichselzeit gereicht hat, so würden infolge der allgemeinen Subrosionsbedingungen (BRENDDEL 1972) maximal 15 000 Jahre für die Auslaugung zur Verfügung gestanden haben. Daraus kann eine Senkungsgeschwindigkeit von 1,4 mm/Jahr abgeleitet werden.

Zu ähnlichen Ergebnissen (max. 2,2 mm/Jahr, min. 1,5 mm/Jahr) kommt man, wenn das Abflußniveau der Salzke aus dem See vor der Seebildung rekonstruiert und mit den gegenwärtigen Oberkanten der Weidaschotter im Becken verglichen wird (Abbildung 3, Bhg. 1...2/71, Bhg. 7/70).

4. Senkungsprognose

Um die natürliche Senkungsrate für den Bereich des ehemaligen Salzigen Sees möglichst genau bestimmen zu können, ist es erforderlich, von den beiden holozänen Sedimentkomplexen denjenigen auszuwählen, in dem die geologischen, hydrogeologischen und paläoklimatischen Verhältnisse den gegenwärtigen am nächsten kamen. Das war während der Sedimentationszeit des Sedimentkomplexes I-a der Fall (Subboreal-Subrezent). Folglich werden die für diesen Sedimentkomplex berechneten Senkungsraten jenen entsprechen, die nach vollendetem Wasseranstau in der Mansfelder Mulde zu erwarten sind. Für den Salzigen See sind das Beträge zwischen 0,3 und 1,7 mm/Jahr, wobei der größte Teil aller Werte $< 1,0$ mm/Jahr sein wird.

Am Westrand der Erdeborner Niederung kann die natürliche Senkungsrate mit maximal 1,4 mm/Jahr angegeben werden. Am Ostrand, im Bereich des Grottenteiches, ist sie mit > 4 mm/Jahr wesentlich höher. Dieser Höchstwert hat lokale Ursachen und ist für das übrige Seegebiet nicht repräsentativ.

Im Gebiet des ehemaligen Faulen Sees bei Eisleben ist mit natürlichen Senkungsgeschwindigkeiten $\leq 1,7$ mm/Jahr zu rechnen. Schließlich sprechen die am Ostrand des Süßen Sees abgelagerten holozänen Sedimente dafür, daß eine Senkungsgeschwindigkeit von 2,6 mm/Jahr nicht überschritten wird.

Schwieriger ist eine Prognose für die übrigen Senkungsschwerpunkte (Volkstedt, Eisleben, Helfta, Erdeborn, Röblingen und Rollsdorf) zu erstellen. Das Fehlen jungquartärer Ablagerungen nennenswerter Mächtigkeit spricht dafür, daß hier Senkungsbeträge zu erwarten sind, die nicht wesentlich über die für den Salzigen See prognostizierten Werte hinausgehen.

Insgesamt kann festgestellt werden, daß die natürlichen Senkungen in der Mansfelder Mulde vorwiegend gleichmäßig, weitgespannt und mit geringer Intensität (< 1 mm/Jahr) verlaufen werden. Stärkere Senkungen sind an tektonisch prädestinierten Stellen möglich, wobei Senkungsraten > 4 mm/Jahr Spitzenwerte darstellen, die nur lokale Bedeutung haben.

Beim Vergleich der berechneten natürlichen Senkungsgeschwindigkeit mit den durch Nivellements nachgewiesenen Oberflächenveränderungen ergibt sich, daß die natürlichen Senkungen durch die Wasserhaltungsmaßnahmen des Kupferschieferbergbaues um das 18- bis 98fache im Gebiet des ehemaligen Salzigen Sees beschleunigt worden sind. Kurzzeitig sind hier wie in anderen Senkungsgebieten der Eislebener Niederung Beschleunigungen bis auf das 600fache feststellbar.

Literatur

BRENDEL, K.

Die Rötfolge der Trias im südöstlichen und nördlichen Harzvorland in ingenieurgeologischer Sicht. Halle: Diss. (unveröffentlicht) 1972.

BRENDEL, K.; D. FANTASNY u. G. SUDERLAU

Der Einfluß der Senkungs- und Erdfallgebiete in der Mansfelder Mulde auf Baubestand und Bauplanung. Aufgaben, Rolle und Bedeutung der geologischen Wissenschaften bei der komplexen Erschließung sowie ökonomischen und landeskulturellen Entwicklung des industriellen Ballungsgebietes Halle – Merseburg – Bitterfeld. Exkursionsführer. Berlin 1970, S. 39...101.

CEPEK, A. G.

Geologische Ergebnisse der ersten Radiokarbondatierungen von Interstadialen im Lausitzer Urstromtal. Geologie, 14, 1965, 5/6, S. 625...657.

HERRMANN, R.

Der Gebirgsbau Nordost-Thüringens. Beitr. z. Geol. v. Thüringen, 1, 1927, S. 39...57.

- HESEMANN, J.
Versuch einer neuen Pleistozängliederung. Eiszeitalter und Gegenwart, 21, 1970, S. 97...107.
- HOYNINGEN-HUENE, E. v.
Salztektonik und Auslaugung im Gebiet der Mansfelder Seen. Freib. Forschungshefte, C 56, 1959, S. 1...57.
- JÄGER, K.-D.
Beobachtungen und Untersuchungen zum Übergang vom Pleistozän zum Holozän im Thüringer Becken. Wiss. Zschr. d. Friedrich-Schiller-Universität Jena, math.-nat. R., 14, 1965, S. 59...72.
- JUNG, W.
Zum subsalinen Schollenbau im südöstlichen Harzvorland. Mit einigen Gedanken zur Äquidistanz von Schwächezonen. Geologie, 14, 1965, S. 254...271.
- KLIEWE, H.; E. LANGE
Ergebnisse geomorphologischer, stratigraphischer und vegetationsgeschichtlicher Untersuchungen zur Spät- und Postglazialzeit auf Rügen. Peterm. Geogr. Mitt., 112, 1968, 4, S. 241...255.
- LEHMANN, H.; R. LEHMANN
Die diluvialen Flußterrassen in der Umgebung von Halle—Saale. Leopoldina, 6, 1930, S. 233...251.
- MANIA, D.
Zur spät- und nacheiszeitlichen Landschaftsgeschichte des mittleren Elb-Saalegebietes. Hall. Jb. f. Mitteldeutsche Erdgeschichte, 11, 1972, S. 7...36.
—: Paläoökologie, Faunenentwicklung und Stratigraphie des Eiszeitalters im mittleren Elb-Saale-Gebiet auf Grund von Molluskengesellschaften. Geologie, 21, Beih. 78/79, 1973.
- MERTIN, H.
Das erstinterglaziale Vorkommen von *Corbicula fluminalis* bei Köchstedt westlich Halle a. d. S. Zschr. f. Geschiebeforsch. u. Flachlandgeol., 16, 1940, 2, S. 53...81.
- MÜLLER, H.
Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des mitteldeutschen Trockengebietes. Nova Acta Leopoldina, N. F., 16, 1953, Nr. 100, S. 1...67.
- PELZEL, J.; M. HEMMANN u. G. SEIFERT
Ursachen und Entwicklung der Senkungserscheinungen und Erdfälle bei der Flutung der Grube Friedenshall bei Bernburg. Ber. Deutsch. Ges. f. geol. Wiss., R. A, Geol. Paläont., 17, 1972, 2, S. 191...219.
- PLÖTTNER, K.; D. FANTASNY
Hydro- und ingenieurgeologisches Gutachten zur Soleversenkung im Raum Rollsdorf-Seeburg. Rat des Bezirkes Halle, Abt. Geologie, Archiv (unveröffentlicht). Halle 1971.
- STEINMÜLLER, A.
Eine weichselzeitliche Schichtenfolge in der Goldenen Aue bei Nordhausen. Jb. Geol., 1, 1966, S. 373...394.
- SUDERLAU, G.; K. BRENDL;
F. KAMMERER u. H. SCHOOF
15 Jahre Senkungsmessungen in der Mansfelder Mulde und ihre Bedeutung für den vorbeugenden Katastrophenschutz. Zschr. f. angew. Geol., 18, 1972, 6, S. 262...273.
- SUDERLAU, G.
Die spät- und postglazialen Ablagerungen in den Senken des Raumes Eisleben—Artern—Bad Frankenhausen und ihre ingenieurgeologische Bedeutung. Halle: Diss. (unveröffentlicht) 1974.
—: Jungquartäre Ablagerungen in den Senken des Raumes Eisleben—Artern—Bad Frankenhausen. Herzynia, N. F., 12, 1975, S. 228...253.
- UNGER, K. P.; D. RAU
Zur Gliederung und Entwicklung der rezenten Talauen des zentralen Thüringer Beckens. Jb. Geol., 1, 1966, S. 395...410.

Zusammenfassung

Die Gattung Dicranophyllum Gr. Eury in den varistischen Innensenken der DDR

Es wird eine paläofloristische Übersicht über die Gattung *Dicranophyllum* in den varistischen Innensenken der DDR gegeben. Wichtige Neufunde liegen aus dem Westfal D des Erzgebirgischen Beckens, des Stefans und Autuns im SW-Saaletrog (Thüringer Wald) und des Rotliegenden Sachsens vor. Die Epidermisstruktur der Blätter wird untersucht. Vergleichsstudien an französischem Typus-Material ermöglichen eine Aussage über die ausgeprägte Mosaikstruktur der einzelnen Merkmale. *Dicranophyllum* wird als Ausgangsgruppe für Koniferen angesehen; ihre Gabelblätter mit Spitzenwachstum weisen auf Pteridospermen-Herkunft hin.

Summary

Genus

Dicranophyllum Gr. Eury in the various Variscan interior depressions of the GDR

A paleofloristic survey dealing with genus *Dicranophyllum* in the Variscan interior depressions of the GDR is given. Important new discoveries have been made in the D Westphalien of the Ergebirge Basin, the Stephanian and Autunian in the SW Saale Trough (Thuringian Forest), and the Rotliegende of Saxony. The epidermal structure of the leaves is examined. Comparative studies of French type material permit a statement to be made on the distinct mosaic structure of the individual features. *Dicranophyllum* is regarded as the origin group for conifers; the furcate leaves with apex growth point to Pteridosperm origin.

Резюме

Род Dicranophyllum Gr. Eury в различных варисцийских внутренних котловинах ГДР

Дается палеофлористический обзор о роде *Dicranophyllum* в варисцийских внутренних котловинах ГДР. Обнаружены важные находки вестфаль-

¹ Herrn Prof. (em.) Dr. RUDOLF HOHL zum 70. Geburtstag gewidmet.

Die Gattung *Dicranophyllum* Gr. Eury in den varistischen Innensenken der DDR¹

*Mit 2 Abbildungen und
20 Photos im Text*

Autor:

Dr. habil. MANFRED BARTHEL
Humboldt-Universität zu Berlin,
Museum für Naturkunde,
Paläontologisches Museum
104 Berlin
Invalidenstraße 43

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd 2

Seite 73...86

VEB H. Haack Gotha/Leipzig 1977

ского Д века котловины Рудных гор, стефанского и отенийского веков в юго-западном жёлобе р. Заале (Тюрингенский лес) и саксонского красного лежня. Исследуется структура кожицы листов. Сравнительные исследования французских эталонных материалов позволяют заключить о чётко выраженной структуре-мозаике отдельных признаков. *Dicranophyllum* рассматривается как исходная группа хвойных пород; их виллообразные листья с макушечным ростом указывают на происхождение из папоротниковой спермы.

1. Einleitung

Am Ende des Paläophytikums treten im euramerischen Florengebiet gymnosperme Pflanzen auf, deren ausgeprägtes Merkmalsmosaik eine eindeutige Zuordnung zu einer Gymnospermen-Klasse nicht erlaubt. Die Erforschung solcher Gattungen wie *Trichopitys*, *Taeniopteris*, *Pterophyllum* und *Carpentieria* im Oberkarbon und Unteren Perm ist für die Kenntnis der Evolution von Ginkgophyten, Cycadophyten und Koniferen Voraussetzung. Aber auch die Lösung angewandt-paläobotanischer Aufgaben, wie Biostratigraphie und Faziesanalyse, beruht auf solchen neuen mesophytischen Elementen innerhalb der alten, paläophytischen Floren und auf deren Neubesiedlung weiter Festlandgebiete. Eine der interessantesten Pflanzen aus dieser Gruppe ist die Gattung *Dicranophyllum*, ein Gehölz mit gegabelten Nadelblättern und lepidodendroiden Blattpolstern. In der paläofloristischen Literatur der DDR-Binnenbecken ist diese Pflanze, die bei fragmentarischer Erhaltung sicher häufig übersehen oder falsch bestimmt wurde, bisher wenig beachtet worden. Neufunde der letzten Jahrzehnte mit erhaltener Epidermisstruktur und Vergleichsstudien an vorzüglich erhaltenem Material aus französischen Binnenbecken (Typus-Gebiet)

Photo 1

Dicranophyllum gallicum Gr. EURY, beblätterter Zweig; 1:1,
Erzgebirgisches Becken, Westfal D,
Halde Martin-Hoop-Schacht, leg. D. STORCH
(Photo BARTHEL)

Photo 1a

Ausschnitt mit Blatt-Nervatur und Stomata-Furchen; 4:1
(Photo BARTHEL)

Photo 1b

Ausschnitt mit Blatt-Nervatur und Gabelung; 4:1
(Photo BARTHEL)

Photo 1c

Epidermis der Blatt-Unterseite mit einem
Stomata-Streifen; 100:1
(Photo BARTHEL)

Photo 2

Dicranophyllum gallicum Gr. EURY, Zweigspitze; 1:1;
SW-Saaletrog, Manebacher Schichten/Langguth-Zeche
(Photo BARTHEL)

Photo 3

Wie Photo 20;
ein Zweig mit voll entwickelten Blättern; Forstmeisterweg
(Photo BARTHEL)



waren der Anlaß, die Kenntnisse über diese Pflanze und ihr Vorkommen in der DDR zusammenzustellen und zu weiteren Aufsammlungen und Beobachtungen anzuregen. Die Studien des Verfassers wurden am ehemaligen Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Halle Dr. DAVOINE (St. Étienne), STORCH (Jena), Dr. HAUBOLD (Halle) sei für Vergleichsmaterial, Neufunde und Hinweise herzlich gedankt. begonnen und am Museum für Naturkunde an der Humboldt-Universität Berlin, Bereich Paläontologisches Museum, fortgesetzt. Frau Dr. BLANC (Paris) und den Herren de la COMBLE (Autun), Dr. DAVOINE (St. Étienne), STORCH (Jena), Dr. HAUBOLD (Halle) sei für Vergleichsmaterial, Neufunde und Hinweise herzlich gedankt.

2. Die Vorkommen in der DDR

2.1. Westfal D des Erzgebirgischen Beckens

Den ersten und bisher einzigen Fund, ein beblätterter Zweig (Photo 1), machte STORCH 1962 auf der Halde des Martin-Hoop-Schachtes Zwickau. Die Achse ist 10 mm breit, ihre schlecht erhaltenen kleinen Blattpolster stehen in Schrägzeilen von 30...35°. Die linealen, doppelt gegabelten Blätter sind 80...100 mm lang, basal bis 2,5 mm, terminal 1 mm breit, ihr Gabelungswinkel beträgt 6...10°. Die Nervatur ist nicht klar zu erkennen; meist sind 2 oder 4 feine Längsstreifen vorhanden, die zwei schmale, laterale Furchen begrenzen. An den Blatträndern sind gelegentlich sehr kleine Randzähne zu beobachten. Die Epidermis zeigt auf der Blattunterseite zwei laterale, 200...250 µm breite Streifen (Photo 1c), die aus längsorientierten, nicht eingesenkten Stomata bestehen. Diese Stomata-Streifen sind durch Kutinwülste begrenzt. Die normalen Epidermiszellen sind ± rechteckig, ca. 15 µm breit und 20...50 µm lang und in strengen Längsreihen orientiert. Die Erhaltung der Antiklinalwände ist meist schlecht, so daß Einzelheiten der Stomata nicht zu erkennen sind. Die beste Übereinstimmung unseres Materials besteht mit *Dicranophyllum longifolium* REN., von dem aber

auch nur das Typus-Exemplar (aus Commentry) bekannt ist. Dem Verfasser ist aus St. Étienne *Dicranophyllum gallicum* mit ebenfalls sehr langen Blättern bekannt (Mus. Paris, Photo 15).

2.2. Oberes Stefan des SW-Saaletroges

Im Alltal bei Pappenheim (Thüringer Wald) fand ARNHARDT zusammen mit *Sphenophyllum verticillatum* und *Callipteridium pteridium* 3 Sproßfragmente mit ansitzenden Nadelblättern (Museum Schmalkalden). Ihre Bestimmung als *Dicranophyllum gallicum* Gr. EURY wurde von HAUBOLD überprüft und bestätigt.

2.3. Manebacher Schichten (Unteres Autun) des SW-Saaletroges

Die Entdeckung der flözfernen paläobotanischen Fazies im Rotliegenden des Thüringer Waldes durch GOTHAN; GIMM (1930) war die Grundlage

Photo 4
Beblätterter Zweig; 1:1; Becken von Stockheim
(Photo BARTHEL)

Photo 5
Zweig mit jungen, vorwiegend ungegabelten Blättern; 1:1;
Becken von Stockheim
(Photo BARTHEL)

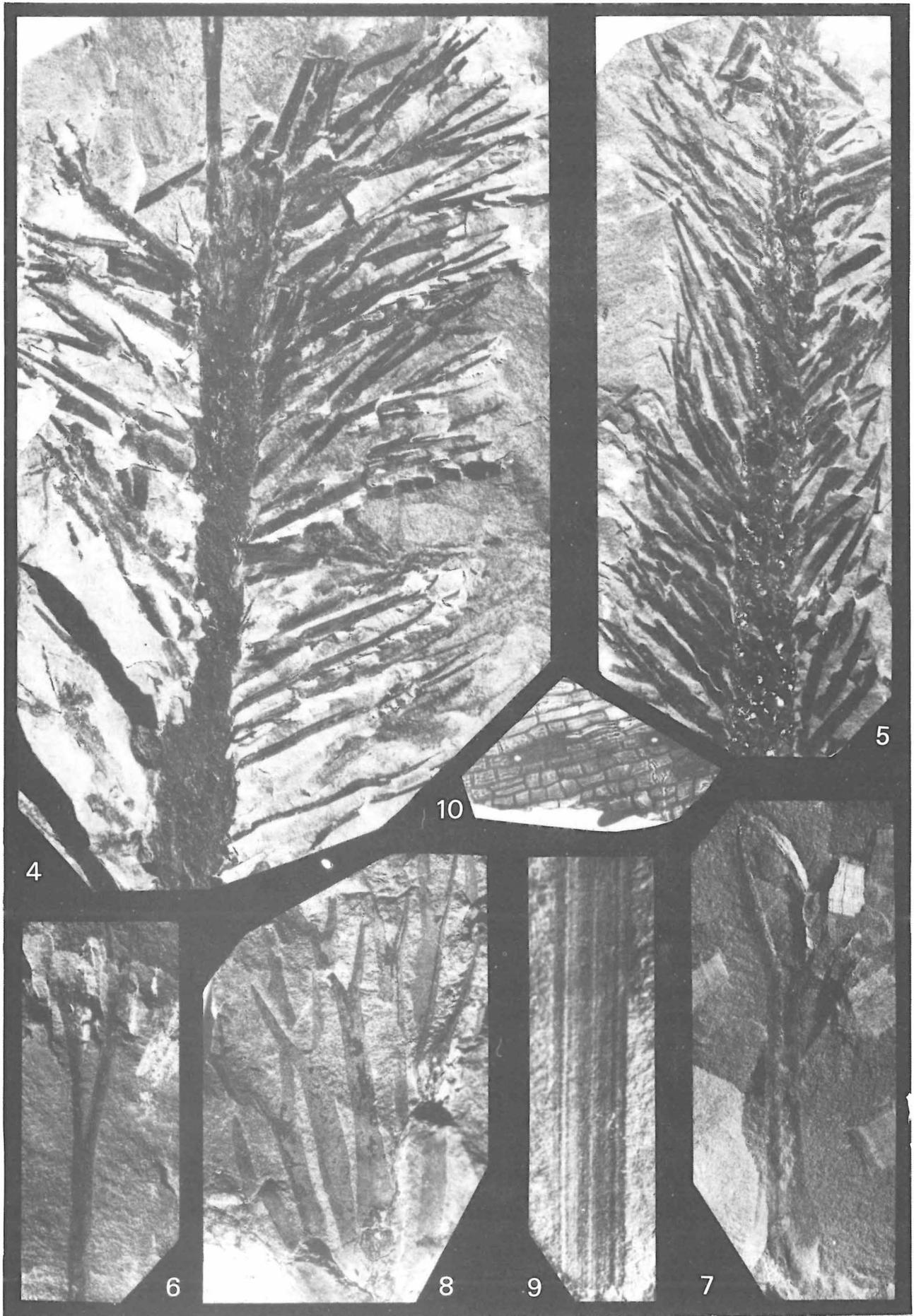
Photo 6
Doppelt gegabeltes, voll entwickeltes Blatt; 1:1;
Becken von Stockheim
(Photo BARTHEL)

Photo 7
Blatt mit basaler, polsterartiger Verdickung; 2:1;
Becken von Stockheim
(Photo BARTHEL)

Photo 8
An Zweigachse ansitzende Blätter mit basaler,
polsterartiger Verdickung; 2:1;
Manebacher Schichten des SW-Saaletroges
(Photo BARTHEL)

Photo 9
Blatt mit Nervatur und Stomata-Furchen; 4:1;
Goldlauterer Schichten des SW-Saaletroges, Sperbersbach
(Photo BARTHEL)

Photo 10
Epidermis der Blatt-Oberseite mit Papillen; 100:1;
Schweinsdorfer Flöz des Döhlener Beckens; Präp. XV/17
Photo BARTHEL)



für zahlreiche neue *Dicranophyllum*-Funde. Die wichtigste Fundschicht wurde damals im Profil des Forstmeisterweges über Manebach-Kammerberg angetroffen; ihr entspricht wahrscheinlich ein Teil der Haldenschüttung der Langguthszeche in Manebach. Das Material ist relativ gut erhalten und besteht aus meist größeren Zweigfragmenten (Photo 3). Die Achsen sind bis zu 10 mm breit und teilweise recht deutlich mit Blattpolstern in Schrägzeilen von ca. 40° besetzt. Die einzelnen rhombischen Polster sind bei größeren Achsen bis zu 7 mm lang und 3 mm breit. Die Blätter sind meist einfach, sehr selten auch doppelt gegabelt; auch ungegabelte kleinere Blätter kommen vor. Ihre Länge beträgt 25...50 mm, ihre Breite bis zu 3 mm (basal). Der Gabelungswinkel variiert zwischen 20 und 30°. Die Nervatur scheint mehrdeutig zu sein. Oft sieht man nur eine mediane, sich mit dem Blatt gabelnde Linie, aber auch 2 oder 4 laterale, sich niemals gabelnde Linien sind zu erkennen. Die Blattbasen sind polsterartig verdickt und mit einer rhombisch bis ovalen Narbe versehen (Photo 7).

Das ganze, sicher zusammengehörende und als *D. gallicum* zu bestimmende Material ist in vielen Merkmalen recht variabel. Schon der Sammler GIMM wies auf ontogenetische Entwicklungsstadien der Zweige hin (Pal. Mus. Berlin). Weitere Funde aus den Manebacher Schichten bei Winterstein (Sembachtal) stammen von ARNHARDT (Mus. Schmalkalden).

2.4.

Goldlauterer Schichten (Unteres-Oberes Autun) des SW-Saaletroges

Die Nachweise von *Dicranophyllum* in diesen Schichten, wie auch in den Oberhöfer und Rotteröder Schichten, verdanken wir ebenfalls den beiden überragenden Sammlern des Thüringer Waldes, GIMM und ARNHARDT, deren Funde in GOTHAN; GIMM (1930), ARNHARDT (1968 und 1972) und in ANDREAS; HAUBOLD (1975) publiziert wurden. Letztere Autoren konnten innerhalb der Goldlauterer Schichten eine biostratigraphische Grenze erkennen, die sie als Grenze Unteres/Oberes Autun definierten. Sperbersbach unter der Schmücke ist der wichtigste *Dicranophyllum*-

Fundpunkt der Unteren Goldlauterer Schichten. Die einzelnen Blätter (Pal. Mus. Berlin) sind sehr groß (über 80 mm lang und 2 mm breit), doppelt gegabelt (unter sehr spitzem Winkel) und mit 5 etwa gleich starken Linien oder mit einer schwach angedeuteten Mittelader und mit zwei lateralen, schmalen Furchen versehen (Photo 9).

Dicranophyllum gallicum-Funde aus den Oberen Goldlauterer Schichten nennen ANDREAS; HAUBOLD (1975).

2.5.

Oberhöfer Schichten (Oberes Autun) des SW-Saaletroges

Das Niveau des Unteren Protritron-Horizontes ist die einzige Fundschicht im Untersuchungsgebiet, wo mit Sicherheit zwei verschiedene *Dicranophyllum*-Arten nebeneinander vorkommen. *D. gallicum* ist mit einem größeren, beblätterten Zweig vom Bahnhof Oberhof (Wasserfall über dem Durchlaßgraben, 1933) bekannt. Die erste Bestim-

Photo 11

Dicranophyllum gallicum Gr. EURY

doppelt gegabeltes Blatt; 2:1;

Becken von Weissig

(Photo BARTHEL)

Original in der Sammlung des Mus. Min. u. Geol. Dresden

Photo 12

Dicranophyllum sp.,

Randzähne der Epidermis; 100:1;

Schweinsdorfer Flöz des Döhlener Beckens Präp. XV/42

(Photo BARTHEL)

Photo 13

Dicranophyllum sp.,

vollständige Epidermis eines Blattquerschnittes

mit Unterseite (unten mit 2 Stomata-Streifen) und

Oberseite (oben); 50:1; Döhlener Schichten (5. Flöz)

des Döhlener Beckens; Präp. I/8

(Photo BARTHEL)

Photo 14

Epidermis der Blatt-Unterseite mit 2 Stomata-Streifen;

100:1;

Härtensdorfer Schichten des Erzgebirgischen Beckens;

Präp. X I/26

(Photo BARTHEL)

Photo 14a

Ausschnitt aus einem Spaltöffnungsapparat; ca. 1000:1

(Photo BARTHEL)

Dicranophyllum aus dem Stefan französischer Binnenbecken



12



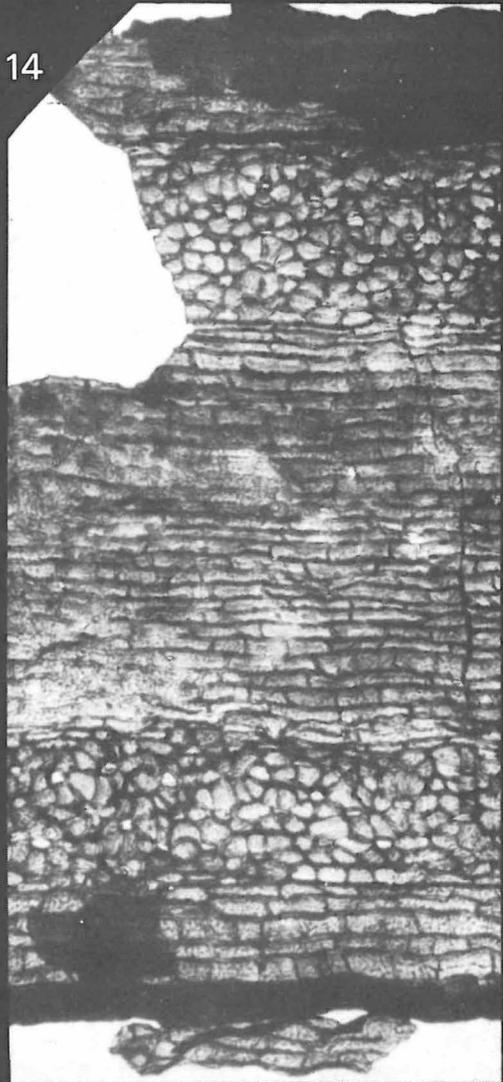
11



13



14a



14

mung dieses Restes (Mus. Schmalkalden) stammt von FLORIN. Die zweite Art, *D. hallei*, erkannten erst R. und W. REMY (1959) als *Dicranophyllum*. Vorher war das recht umfangreiche und gut erhaltene Material von der Straße Oberhof – Obere Schweizerhütte wegen seiner nur selten gegabelten großen Blätter und der ungewöhnlich großen Blattpolster verkannt worden. Selbst solche ausgezeichneten Floristen wie GIMM und ARNHARDT bestimmten es als „*Lepidodendron*“ – ein Hinweis darauf, wie vorsichtig man bei „*Lepidodendron*“-Angaben aus dem Rotliegenden sein sollte. Eine ausführliche Beschreibung und Abbildung des Materials findet man bei R. und W. REMY (1959).

2.6.

Rotteröder Schichten (Oberes Autun) des SW-Saaletroges

Einzelne Achsen mit großen Blattpolstern von *D. hallei* kommen im Steinbruch am Gasberg bei Rotterode vor (R. u. W. REMY 1959).

2.7.

Das Unterrotliegende im Becken von Stockheim

Die morphologisch attraktivsten Funde (Sammlung GIMM und ARNHARDT) und der erste Nachweis (POTONIÉ 1893) von *Dicranophyllum* im Untersuchungsgebiet stammen aus Stockheim. Neben einzelnen Blättern sind es große, beblätterte Zweige (Photo 4, 5). Deren Achsen haben einen Durchmesser bis zu 10 mm, ihre Blattpolster stehen in Schrägzeilen von 30...35°. Die Blätter sind 25...60 mm lang, basal 2...3 mm breit und polsterartig verbreitert (Photo 7), terminal 0,5 mm breit und sehr spitz endend. Die Mehrzahl der Zweige trägt einfach gegabelte Blätter; oft kommen auch ungegabelte Blätter vor. Doppelte Gabelungen konnten nur bei einigen wenigen, großen Blättern beobachtet werden. Der Gabelungswinkel variiert zwischen 12 und 30°.

Die Nervatur ist etwas besser als in anderen Vorkommen erhalten, meist erkennt man eine mediane, sich mit den Blättern gabelnde Linie und zwei randliche, sich niemals gabelnde Furchen. Das Stockheimer Material gehört eindeutig zu *D. gallicum*, jedoch ist seine Variabilität (wie auch in Manebach!) größer als bisher in der Literatur beschrieben.

2.8.

Unterrotliegendes des NW-sächsischen Vulkanitbeckens

Aus den Rochlitzer Schichten bei Saalhausen beschrieb GUTBIER (1849, Tafel 11, Figur 8) ein „*Pinites Naumann*“. STERZEL (1886, Tafel 8, Figur 5a...d) hielt den gleichen Rest, einen beblätterten Zweig, für einen *Calamiten*-Rest („*Dicalamophyllum*“). Leider ging das Original verloren (schon FLORIN suchte es vergeblich). Die schmalen, linealen, ungegabelten Blätter lassen zwei randparallele Furchen erkennen. Form und Struktur der Blätter sowie die Oberflächen der Achse sprechen trotz fehlender Blatt-Gabelungen für einen *Dicranophyllum*-Rest.

Photo 15

Dicranophyllum gallicum Gr. EURY 1:1;
Loire-Becken, St. Etienne; Mus. Nat. Paris
(Photo BARTHEL)

Photo 16

Dicranophyllum gallicum,
Achse mit Blattpolstern und ansitzenden Blättern; 1,5:1;
Becken von Autun/Épinac (Mont Pelé); Mus. Autun
(Photo BARTHEL)

Photo 17

Wie Photo 16; einzelnes Gabelblatt; 2,5:1
(Photo BARTHEL)

Photo 18

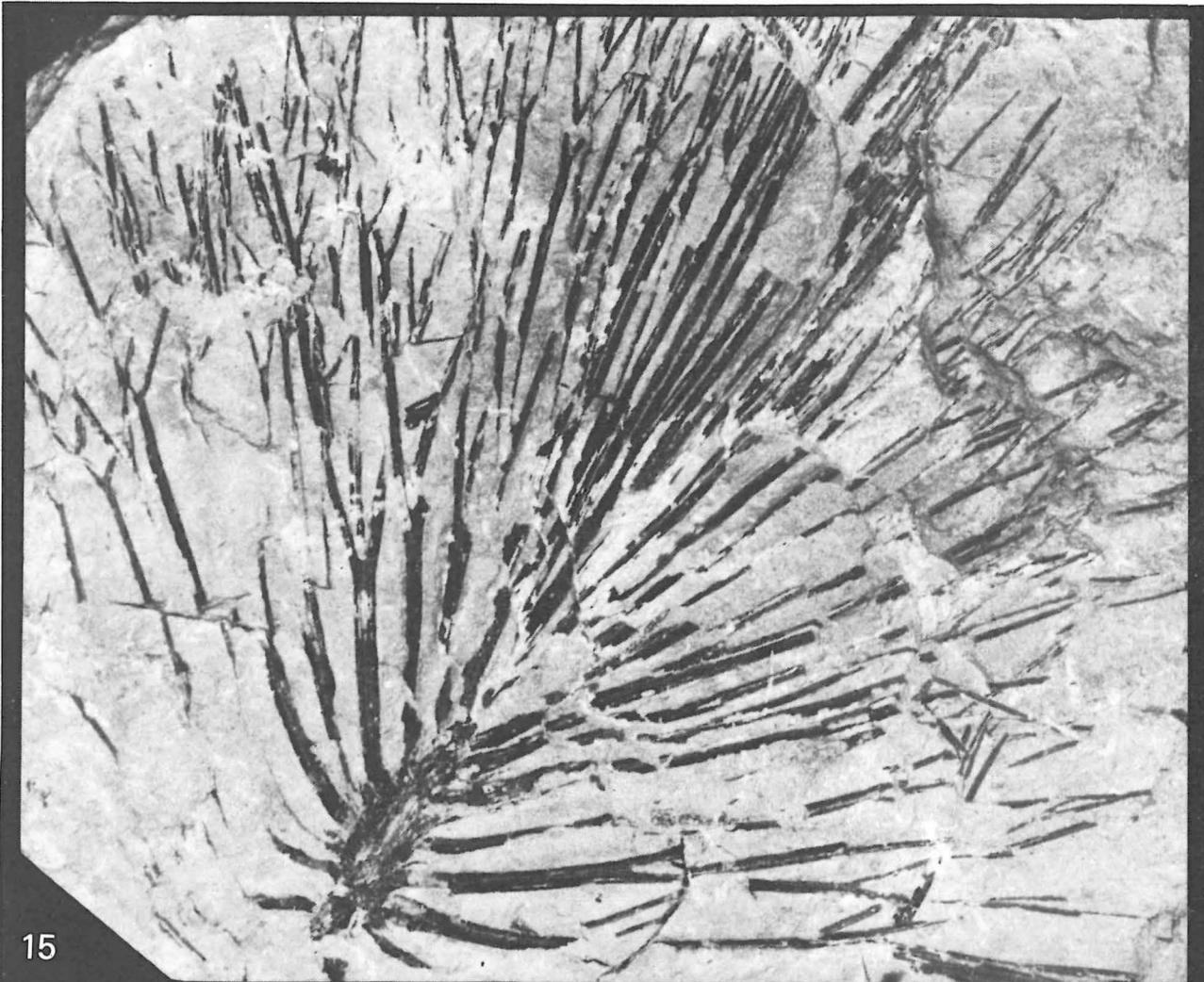
Wie Photo 16; Blattpolster einer Achse; 2,5:1
(Photo BARTHEL)

Photo 19

Dicranophyllum striatum REN., gezählter Blattrand; 20:1;
Becken von Commentry;
Sammlung École Sup. des Mines St. Étienne
(Photo BARTHEL)

Photo 20

Wie Photo 19; Epidermis mit Randzähnen
(Photo BARTHEL)



15



16



17



18



19



20

2.9.

Unterrotliegendes des Beckens von Weißig

In der Sammlung des Museums Dresden befinden sich einige beblätterte Zweigenden und einige einzelne Blätter, die bis 30 mm lang und (basal) bis 3 mm breit sind und doppelte Gabelung zeigen (Photo 11). Die Erhaltung des hochinkohlten Materials ist mäßig. Das Vorkommen wurde von STERZEL (1907) erkannt; GEINITZ (1873) hatte das Material mit seinem *Gomphostrobus bifidus* verwechselt.

2.10.

Unterrotliegendes im Erzgebirgischen Becken

Aus dem Oberen Porphyrtuff (Leukersdorfer Schichten) von Karl-Marx-Stadt (Hilbersdorf) sammelte WEBER einen Sproßrest (Mus. Karl-Marx-Stadt), dessen doppelt längsgefurchte, 35 mm lange, ungegabelte Nadelblätter vielleicht zu *Dicranophyllum* gehören.

Ganz sicher ist dagegen das Vorkommen im „Wilden Kohlengebirge“ (Härtensdorfer Schichten) des ehemaligen Concordia-Schachtes in Oelsnitz bei 418 m Teufe. Hier konnten durch Ausschlämmungen häcksselführenden Gesteins und „bulk-maceration“ mehrere disperse Nadeln mit ausgezeichnet erhaltener Epidermisstruktur (Photo 14) gefunden werden (BARTHEL 1976). Beschreibung siehe unter 2.11.

2.11.

Unterrotliegendes Döhlener Becken

Sowohl aus den Döhlener Schichten (Pyritlette des 5. Flözes) als auch aus den hangenden Niederhäslich-Schweinsdorfer Schichten (Schweinsdorfer Flöz im Edelstahlwerk Freital) wurden disperse Koniferen-Nadeln nachgewiesen (BARTHEL 1962, 1964), die nach jetzigen Kenntnissen (vgl. Abschnitt 2.1. und 3.2.) zu *Dicranophyllum* gehören. Ihre genaue Beschreibung ist in obengenannten Arbeiten des Verfassers (auch BARTHEL 1976)

nachzulesen; Abbildung 1 gibt einen Überblick über die untere Epidermis dieser Nadelblätter. Die obere Epidermis ist ohne Stomata.

2.12.

Floristischer Überblick

Die vorliegenden Einzelnachweise belegen, daß die Gattung *Dicranophyllum* in varistischen Innensenken der DDR vom Westfal D bis zum Oberen Autun vorkommt. Nachweise im NW-Saaletrog, dem Ilfelder und Meisdorfer Becken fehlen noch – in allen anderen Becken ist die Gattung ein regelmäßiges (aber nie häufiges) Element der flözfernen paläobotanischen Fazies. Ihre Reste findet man sowohl in dunklen, bituminösen, limnischen Stillwassersedimenten als auch in fluviatil-limnischen Sandsteinen gemeinsam mit anderen Elementen mesophiler und xerophiler Gymnospermen-Gesellschaften. Bis auf *Dicranophyllum hallei* REMY aus den Oberhöfer und Rotteröder Schichten lassen sich alle anderen Funde im Untersuchungsgebiet zur Typus-Art *Dicranophyllum gallicum* GR. EURY stellen. Deren Variabilität ist jedoch größer als bisher mitgeteilt; viele der oft nur auf einem Exemplar oder auf einem Blatt-Fragment beruhenden anderen „Arten“ aus dem französischen und badischen Stefan gehören sicher auch zu *D. gallicum*, wie Vergleichsstudien in französischen Sammlungen ergaben.

3.

Die Merkmale von *Dicranophyllum*

3.1.

Die Morphologie des Blattes (Abbildung 2)

Das voll entwickelte *Dicranophyllum*-Blatt der Typus-Art ist zweifach dichotom geteilt. Das umfangreiche Material aus Manebach und Stockheim beweist, daß juvenile Blätter noch ungeteilt sind, erst später sich terminal einmal und schließlich noch einmal gabeln. Das Wachstum der Blätter kann nicht vorwiegend basiplast wie bei heutigen

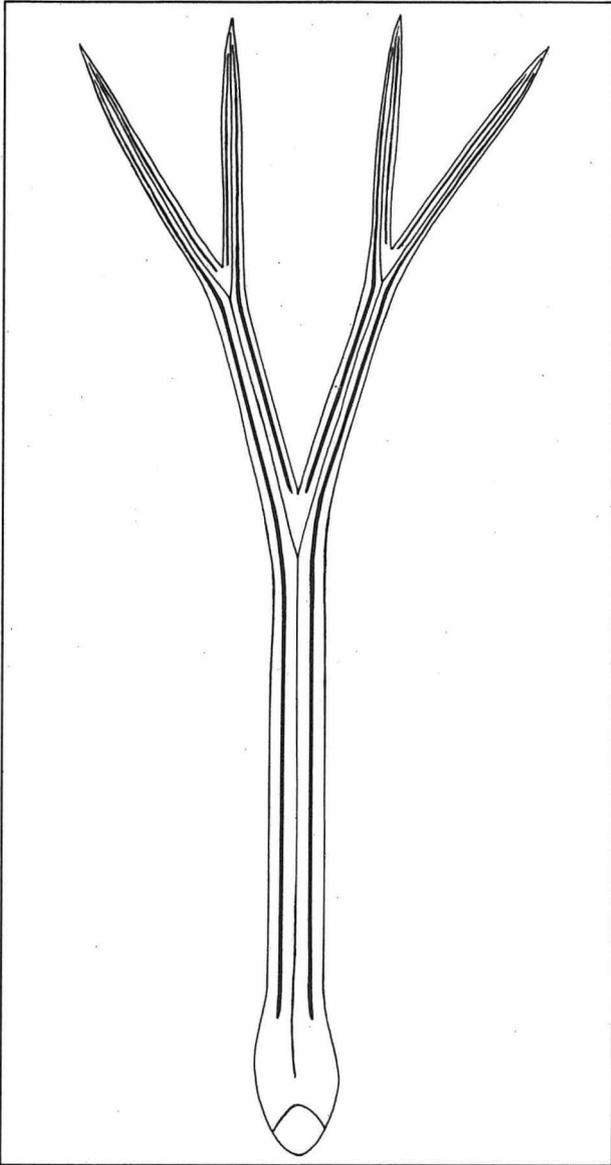


Abbildung 1
Dicranophyllum gallicum Gr. Eury Rekonstruktion eines
 Blattes; 2:1

Koniferennadeln, sondern muß ein Spitzenwachstum gewesen sein.

Die Nervatur des Blattes ist meist undeutlich und wird in der Literatur recht widerspruchsvoll beschrieben. Das Material des Untersuchungsgebietes, aber auch die Blätter von Mont Pelé im Museum Autun (Photo 17) beweisen, daß nur eine einzige, wenig markante Mittelader vorhanden ist, die sich mit dem Blatt ein- oder zweimal gabelt. Die „drei basalen Nerven“, von denen in der Literatur oft gesprochen wird (STERZEL 1907) sind die Mittelader und zwei laterale, schmale, markante Furchen von etwa 200 µm Breite (das sind die

Stomata-Streifen der Unterseite, vgl. 3.2.). Diese, von vielen Autoren beobachteten Furchen gabeln sich niemals. Durch ihre scharfe laterale Begrenzung (im Epidermisbild durch Kutinwülste oder durch eine Zone schmaler Zellen markiert) erscheint eine Furche meist als Doppellinie. Je nach Erhaltung oder Aspekt (Ober- oder Unterseite des Blattes!) sind viele Varianten der „Nervatur“ möglich. Dieses Problem gibt es auch bei Cordaitenblättern (ARNHARDT 1968). *Dicranophyllum striatum* REN. ist vielleicht nur ein Erhaltungszustand mit mehreren parallelen Linien und keine eigene Art, denn auch gut erhaltene *D. gallicum*-Blätter zeigen oft mehr als 5 solcher Linien (Photos 15, 16, 17). Bei *D. hallei* sind nach R. und W. REMY (1959) außer einer Mittelader und zwei lateralen Furchen noch zahlreiche feine subepidermale (?) Baststränge vorhanden.

3.2.

Die Epidermisstruktur der Blätter

Die beblätterten Sprosse aus dem Stefan und Rotliegenden des Untersuchungsgebietes sind infolge der zu hohen Inkohlung nicht mazerierbar. Erst der Fund aus dem Westfal D des Erzgebirgischen Beckens gab eine Vorstellung vom Bau der *Dicranophyllum*-Epidermis: Hypostomatisch, mit kleinen Randzähnen, Stomata in zwei sehr markanten, linealen Streifen nur auf der Unterseite. Dieser Befund wurde durch Epidermis-Untersuchungen an französischem Material aus der Typus-Lokalität St. Étienne und aus Commentry bestätigt. Dadurch konnten die vorzüglich erhaltenen dispersen Nadel-Epidermen der „Conifere Typ 1 BARTHEL 1964“ aus dem Döhlener und Erzgebirgischen Becken, deren taxonomische Zugehörigkeit bisher unklar war, als *Dicranophyllum*-Epidermis erkannt werden. Diese Epidermen sind zweifellos vom Coniferen-Typ. Weder bei Ginkgophyten, noch bei Cordaiten treten solche Stomata-Streifen und Randzähne auf. Aber auch innerhalb der bisher kutikularanalytisch bekannten paläozoischen Koniferen steht *Dicranophyllum* ziemlich isoliert: Keine der anderen Koniferen-Taxa (auch *Lebachia* nicht) hat auf die Unter-

seite beschränkte strenglineale, furchenartige Stomata-Streifen mit papillenfremen, streng längsorientierten Stomata (BARTHEL 1964). Dieser Epidermistyp ist erst wieder aus dem Känophytikum bekannt. Eine besonders auffällige Ähnlichkeit besteht zwischen den Epidermen von *Dicranophyllum* und denen der *Taxales*-Gattung *Amentotaxis* PILGER (Hinweis von Dr. H. JÄHNICHEN, Berlin). Das betrifft sowohl die Epidermistopographie als auch den Feinbau der Stomata. *Amentotaxis* ist eine alte Gattung (sichere Nachweise ab Eozän), die heute mit 4 Arten Reliktstandorte in Ostasien besiedelt, und deren besonderer Epidermistyp sehr isoliert unter allen Koniferen ist. Die durch SCOTT (1975) kurz beschriebenen „*Walchia*-like leaves“ aus dem Westfal B von Yorkshire sollen auch schon Stomata-Streifen auf der Unterseite besessen haben.

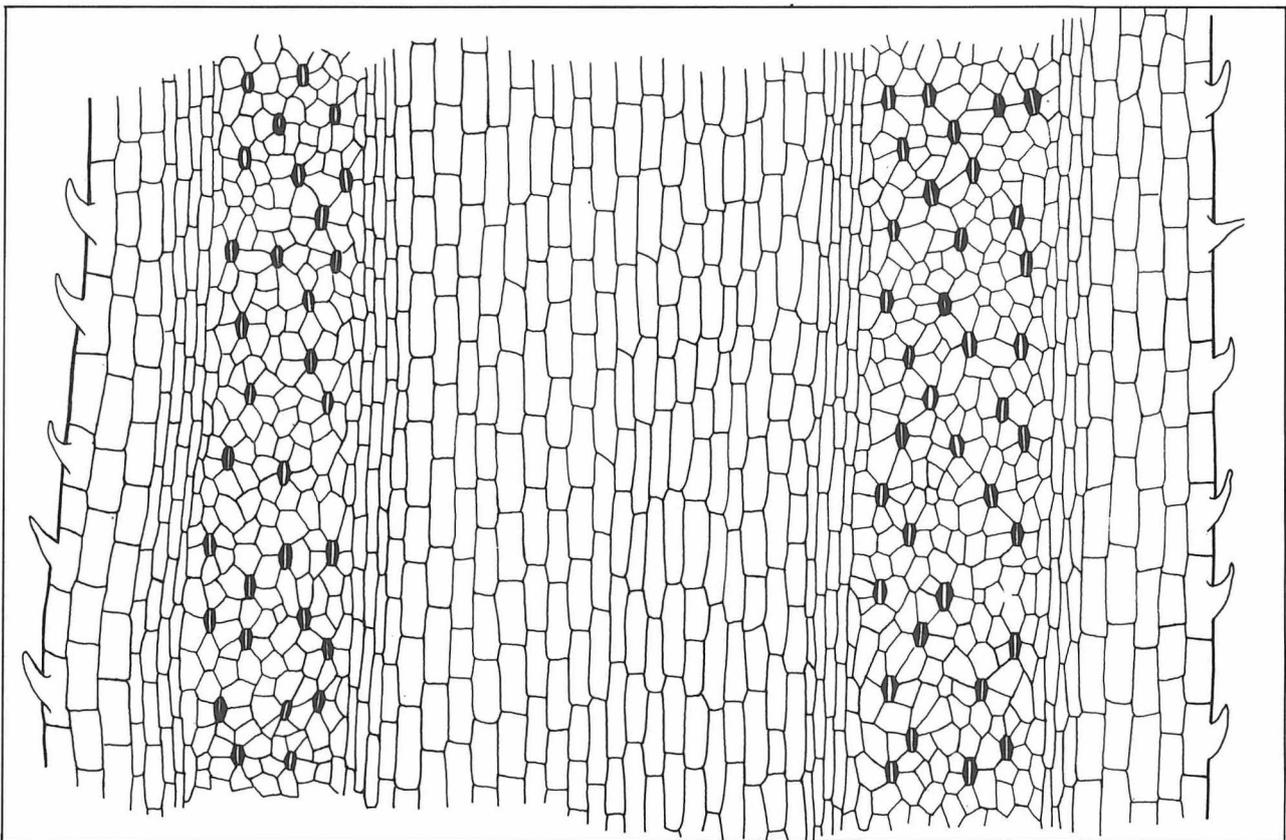
3.3.

Weitere Merkmale

Ein wichtiges Merkmal der Gattung sind die lepidodendroiden Blattpolster auf den Achsen. Leider ist das Material aus dem Untersuchungsgebiet in dieser Hinsicht für neue Beobachtungen nicht gut genug erhalten. Dagegen zeigen die *D. gallicum*-Achsen vom Mont Pelé aus dem Becken von Autun/Épinac (DOUBINGER 1970) vorzüglich erhaltene Blattpolster (Photos 16, 18). Man erkennt, daß sich die eigentliche Blattnarbe im unteren Teil der lang-rhombischen Blattpolster befindet und neben der Leitbündelnarbe noch weitere Male enthält. Auch einige Achsen aus dem Becken von Commeny (RENAULT 1890, Tafel 70, Figur 1 u. 8) zeigen die Blattnarben im unteren Drittel der Polster.

Abbildung 2

Dicranophyllum sp., Epidermis der Blattunterseite; 50:1; Erzgebirgisches Becken, Härtensdorfer Schichten (Unterrotliegendes), Concordia-Schacht Oelsnitz



Über die vegetative Morphologie der Pflanze ist wenig bekannt; sicher ist nur, daß sie ein Holzgewächs war. Die größten bekannten Zweige sind bis 40 cm lang und haben eine kräftige Achse. Eine monopodiale Verzweigung bildet RENAULT (1890, Tafel 70, Figur 4) ab. Blätter sitzen an den Zweigen in voller Länge oder nur noch terminal schopfartig an.

Die wenigen bisher abgebildeten fertilen Organe sind recht dubios und auch noch nicht neubearbeitet. Es handelt sich um kleine, zapfenartige (?) Mikrosporophylle in der Achsel von Laubblättern (GRAND-EURY 1877, Tafel 14, Figur 8) und um kleine (?) Samenanlagen in 2 Reihen parallel der Basis von Blättern (RENAULT 1890, Tafel 71, Figur 5). Vergleiche werden mit Cordaiten (SEWARD 1919), Taxales und Ginkgophyten (ZEILLER 1900) gezogen. Neufunde sind nicht bekannt.

4.

Das Mosaik der Merkmale

In *Dicranophyllum* sind altertümliche und fortgeschrittene Merkmale mosaikartig vereinigt wie bei keiner anderen Pflanzengattung. Die großen Blattpolster der Rinde erscheinen als Parallelentwicklung zu den Lepidophyten des Karbons – bei den Koniferen sind sie erst wieder im Känophytikum ausgeprägt. Die Gabelblätter mit ihrem Spitzen-Wachstum sind ein sehr altes, auf die Pteridospermen hinweisendes Merkmal (DABER 1975) – ihre Epidermis mit den beiden Stomatastreifen der Unterseite ist vom Typ känophytischer Koniferen – ihre Randbezahnung gibt es auch bei anderen permischen Koniferen. Die fertilen Organe weisen auf enge verwandtschaftliche Beziehungen zu den Cordaiten und Ginkgophyten hin.

Da wir solche unausgeglichene Mosaik der Merkmale häufig bei phylogenetischen Basisgruppen großer taxonomischer Einheiten finden, kommt *Dicranophyllum* als Ausgangsgruppe für die weitere Koniferen-Evolution durchaus in Betracht. Bei weiteren phylogenetischen Erwägungen sind die oberpermischen *Vojnovskiales* NEUBURG und andere Angara- oder Gondwana-Koniferen einzubeziehen, denn die Geschichte vieler Gymnospermengruppen ist im Oberen Perm und der

Unteren Trias sicher nicht nur in der zunehmend ariden Äquatorial-Zone, sondern vor allem in den zirkumpolaren Florengebieten zu verfolgen.

Literatur

ANDREAS, D.; H. HAUBOLD

Die biostratigraphische Untergliederung des Autun (Unteres Perm) im mittleren Thüringer Wald. Schriftenreihe geol. Wiss., 3, 1975, S. 5...86.

ARNHARDT, A.

Paläobotanische Beobachtungen im Stephan und Rotliegenden des Thüringer Waldes. Paläont. Abh., Abt. B., 2, 1968, 4, S. 751...761.

–: Tektonik, Stratigraphie und Flora des Stefan und Rotliegenden im Thüringer Wald. Ber. deutsch. Ges. geol. Wiss., R. A, 17, 1972, 1, S. 81...100.

BARTHEL, M.

Mikropaläobotanische Untersuchungen im Rotliegenden des Döhlener Beckens. T. 1. Jb. Staatl. Mus. Mineral. Geol., 1962, S. 157...175.

–: Coniferen- und Cordaiten-Reste aus dem Rotliegenden des Döhlener Beckens. Geologie, 13, 1964, 1, S. 60...89.

–: Die Rotliegendflora Sachsens. Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol., 1976 (im Druck).

DABER, R.

Herausbildung neuer Merkmalsverbindungen bei Gefäßpflanzennervaturen und Wedelstrukturen in der Devon- und Karbonzeit. Wiss. Zschr. d. Humboldt-Universität zu Berlin, math.-nat. R., 24, 1975, 4, S. 437...459.

DOUBINGER, J.

Contribution à l'étude des flores autunostéphaniennes. Mém. Soc. géol. France, N. S. 35 (75), 1956, S. 1...180.

–: Réflexions sur la flore du Mont-Pelé (Bassin d'Autun). Colloque sur la stratigraphie du carbonifère. Les congrès et colloques de l'université de Liège, 55, 1970, S. 275...284.

GEINITZ, E.

Versteinerungen aus dem Brandschiefer der unteren Dyas von Weissig bei Pillnitz in Sachsen. N. Jb. f. Miner., Geol. u. Paläont. f. 1873, 1873, S. 691...704.

GOTHAN, W.; O. GIMM

Neuere Beobachtungen und Betrachtungen über die Flora des Rotliegenden von Thüringen. Arb. Inst. Paläobot. Petrogr. Brennst., 2, 1930, S. 39...74.

GRAND-EURY, M. F. C.

Mémoire sur la flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France. Mém. Acad. Sci., Sc. Math. Phys., 24, 1877, 1.

- GUTBIER, A. v.
Die Versteinerungen des Rothliegenden in Sachsen.
Dresden/Leipzig 1849.
- JONGMANS, W. J.; S. J. DIJKSKRA
Gymnospermae (Ginkgophyta et Coniferae). Foss.
Catalog., II, pars 82, 1973, S. 313...320.
- POTONIÉ, H.
Ueber das Rothliegende des Thüringer Waldes. Teil II.
Die Flora des Rothliegenden von Thüringen. Abh. Kgl.
preuß. geolog. Landesanst., N. F., 9, 1893, II.
- REMY, R.; W. REMY
Beiträge zur Kenntnis der Rotliegendflora Thüringens.
Teil IV. Sitz.-Ber. Deutsch. Akad. Wiss. Berlin, Kl.
Chemie u. Biol., 2, 1959.
- RENAULT, B.
Études sur le terrain houiller de Commentry. Livre 2^e:
flore fossile, 2^e part. Bull. Soc. Ind. minér., 4, 1890, 2,
S. 381...712.
—: Bassin houiller et permien d'Autun et d'Épinac. Fasc.
IV, Flore fossile (2^e partie). Ét. Gîtes minéraux France.
Paris 1893, Atlas 1896.
- SCOTT, A. C.
Walchia-like leaves from the British Westphalian B; a
first record of conifers? 8. Internat. Congr. Carbonif.
Stratigr. and Geology Sept. 1975. Moscow 1975,
S. 246...247.
- SEWARD, A. C.
Fossil Plants, Vol. IV. University press. Cambridge
1919.
- STERZEL, J. T.
Die Flora des Rothliegenden im nordwestlichen Sach-
sen. Palaeont. Abh., 3, 1886, 4.
—: Die Karbon- und Rothliegendfloren im Großherzog-
tum Baden. Mitt. d. Bad. geolog. Landesanstalt, 5,
1907, 8, S. 347...892.
- ZEILLER, R.
Éléments de Paléobotanique. Paris 1900.

Zusammenfassung

Die industrielle Agglomeration im Raum Halle—Leipzig zwischen 1850 und 1945 und die Entstehung des Ballungsgebietes

Es wird versucht, die Entwicklung der territorialen Konzentration der Industrie im Gebiet Halle—Leipzig und ihren Einfluß auf die Entstehung des Ballungsgebietes auf der Grundlage der Literatur zu verfolgen. Dabei ergeben sich als wichtigste Grundlinien: Aufgrund der günstigen Voraussetzungen für die landwirtschaftliche Produktion stellte das Ballungsgebiet schon zu Beginn der industriellen Entwicklung einen überdurchschnittlich besiedelten Raum dar. Die Industrialisierung setzte um die Mitte des 19. Jahrhunderts ein, wobei die Gewinnung und Verarbeitung örtlicher Rohstoffe (Braunkohle, Salz, Baumaterialien, landwirtschaftliche Produkte) zunächst zur rascheren Industrieentwicklung außerhalb der Großstädte führte. Mit der Ausbildung des Eisenbahnnetzes zwischen 1840 und 1860 und der völligen Durchsetzung kapitalistischer Produktionsverhältnisse in den Städten begannen diese ab 1870, sich zu Großstandorten der Industrie (vor allem Maschinenbau, aber auch Textil-, Bekleidungs-, Nahrungsmittel- und chemische Industrie) zu entwickeln. Parallel dazu stieg der Grad der Urbanisierung des gesamten Siedlungsnetzes stark an. Die industrielle Vorbereitung der beiden Weltkriege führte schließlich zu einer solchen Verdichtung der Industriestandorte im Untersuchungsgebiet, daß die Entstehung des Ballungsgebietes zu Beginn des zweiten Weltkrieges praktisch abgeschlossen war.

Summary

The industrial agglomeration in the Halle—Leipzig region between 1850 and 1945 and the development of the conurbation

An attempt is made to trace, by the use of available literature, the growth of territorial concentration of industry in the Halle—Leipzig region and its influence on the development of the conurbation. Significant principal lines become apparent: As a consequence of the favourable conditions existing for agricultural production, the conurbation was already a region with a population density above average when industrialization began. Industrial development started around the middle of the 19th century, with the extraction and processing of local raw materials (lignite, salt, building materials, agricultural products) initially leading to faster industrial de-

Die industrielle Agglomeration im Raum Halle—Leipzig zwischen 1850 und 1945 und die Entstehung des Ballungsgebietes

Mit 2 Abbildungen und 7 Tabellen im Text

Autor:

Dr. sc. DIETER SCHOLZ
Martin-Luther-Universität Halle—Wittenberg
Sektion Geographie,
Fachbereich Ökonomische Geographie
402 Halle (Saale)
Domstraße 5

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd 2
Seite 87...116
VEB H. Haack Gotha/Leipzig 1977

velopment outside the large towns. Following the growth of the railway network between 1840 and 1860 and the prevalence of the capitalist relations of production in the towns, these started at about 1870 to turn into large-scale industrial sites (housing, above all, the engineering industry, but also the textile and clothing industries, the foodstuff industry and the chemical industry). The level of urbanization rose simultaneously all over the settlement network involved. — The industrial preparation for the two world wars finally led to such a concentration of industrial sites in the investigated area that the formation of the conurbation was practically concluded on the eve of World War II.

Резюме

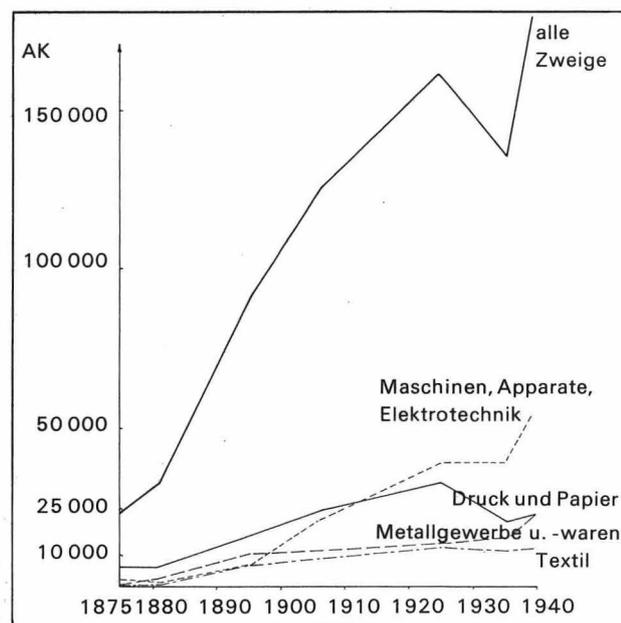
Промышленная аггломерация в районе Галле-Лейпциг между 1850 и 1945 гг. и образование района аггломерации

Сделана попытка на основе литературы проследить развитие территориальной концентрации промышленности в районе Галле-Лейпциг и её влияние на возникновение района аггломерации. При этом выявляются следующие основные линии: благодаря благоприятным предпосылкам для сельско-хозяйственного производства район аггломерации был населён выше среднего уже в начале промышленного развития. Индустриализация началась примерно в середине 19 века, причём добыча и переработка местного сырья (бурый уголь, соль, строительные материалы, сельско-хозяйственные продукты) вели сперва к более быстрому развитию промышленности вне крупных городов. С образованием сети железных дорог в 1840—60 гг. и полным осуществлением капиталистических производственных отношений города развивались с 1870 г. в места крупной промышленности (прежде всего машиностроения, но и текстильной, швейной, пищевой и химической промышленности). Параллельно сильно повысилась степень урбанизации всей сети населённых пунктов. Промышленная подготовка обеих мировых войн наконец привела к такому уплотнению промышленности в районе исследований, что образование района аггломерации практически было завершено в начале второй мировой войны.

Die Entstehung und Entwicklung der Industrie im Raum Halle—Leipzig, ihre Erscheinungsformen und ihr Einfluß auf die Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung haben das Entstehen des nach Flächengröße und Einwohnerzahl größten Ballungsgebietes der Deutschen Demokratischen Republik zur Folge gehabt. Dieser Entwicklungsprozeß eines speziellen Wirtschaftsgebietstyps setzte im wesentlichen um die Mitte des 19. Jahrhunderts ein und dauert gegenwärtig weiter an. Er verlief rund 100 Jahre, d.h. also gemessen an seiner bisherigen Gesamtdauer zu vier Fünfteln unter kapitalistischen Verhältnissen und wurde von diesen in Zeit und Raum bestimmt. Viele in diesem Zeitraum entstandene territoriale Strukturformen der industriellen Standortverteilung, der Bevölkerungs- und Siedlungsstruktur bestehen in ihren Grundzügen noch heute und erweisen sich unter sozialistischen Gesellschaftsverhältnissen mehr und mehr als Strukturmängel.

Dennoch waren in diesem Prozeß auch Faktoren und Zusammenhänge wirksam, die aus gegenwärtiger Sicht als objektive und über die Grenzen einer kapitalistischen Gesellschaft hinaus wirksame Entwicklungen bewertet werden müssen. Es erscheint daher sinnvoll, den Versuch zu unter-

Abbildung 1
Beschäftigte in Industrie und Handwerk in Leipzig 1875—1939



Branche	1875	1882	1895	1907	1925	1939	1960
Bergbau, Salinen usw.	–	6	32	81	–	393	2 857
Steine und Erden	–	430	1 233	1 524	839	987	1 557
Eisen- und Metallgewinnung	1 655	2 717	10 368	11 368	5 167	6 897	6 300
Eisen-, Stahl- und Metallwaren					9 613	16 059	3 924
Maschinen, Apparate und Fahrzeuge					30 452	45 449	44 211
Elektrotechnik/Feinmechanik/Optik	2 376	1 719	7 858	21 154	8 981	11 911	19 915
Chemische Industrie	162	247	1 055	2 119	4 439	6 630	7 921
Forstwirtschaftliche Nebenprodukte	684	348	864	1 504	–	–	–
Textilindustrie	1 007	967	7 629	9 560	12 325	12 126	11 742
Polygraphie und Papierverarbeitung	6 143	6 179	16 075	23 554	33 190	23 817	15 149
Leder und Linoleum					1 802	1 245	
Kautschuk und Asbest	927	–	2 821	3 633	2 259	1 331	6 363
Holz und Schnitzstoffe					8 147	5 314	
Musikinstrumente und Spielwaren	1 598	2 565	6 259	6 479	4 408	998	5 415
Nahrungs- und Genußmittel	2 589	2 452	7 085	9 446	10 233	14 543	10 232
Bekleidungsindustrie	4 574	11 039	19 093	18 542	14 450	15 357	9 028
Bau- und Baunebengewerbe	2 989	4 919	11 116	16 250	15 520	18 653	19 362
insgesamt	24 704	33 588	91 646	125 214	161 825	181 692	163 976

Tabelle 1

Entwicklung der Beschäftigtenzahlen in Industrie und Handwerk in der Stadt Leipzig

nehmen, diesen Entwicklungsprozeß des Ballungsgebietes näher zu durchleuchten und nach seiner Rolle bei der Lösung aktueller und künftiger Entwicklungsprobleme zu fragen. Dieser Versuch soll im folgenden unternommen werden. Wenn dabei ausschließlich auf die vorhandene Literatur und auf publizierte statistische Unterlagen zurückgegriffen, Archivmaterial dagegen nicht herangezogen wird, so rechtfertigt sich dieses Vorgehen aus der umfangreich vorhandenen Literatur einerseits sowie andererseits aus der Unmöglichkeit für den Einzelnen, die Fülle nichtaufbereiteter archivalischer Quellen auszuwerten.

1. Die Entwicklung des großstädtischen Ballungskernes Leipzig¹

1.1. Die Entwicklung der Industrie zur lokalen Agglomeration

Um 1850 stand die industrielle Entwicklung in NW-Sachsen am Anfang. Weder in der Großstadt Leipzig mit ihren 69 746 Einwohnern (1855), noch in den 37 gewerblichen Kleinstädten, die in gleichmäßiger Streuung über die Kreishauptmannschaft

verteilt lagen, waren nennenswerte Industriebetriebe von einiger Größe vorhanden (SCHULZE 1956). Die Tabelle XIV der Statistischen Mitteilungen aus dem Königreich Sachsen (III. Lieferung 1854) weist nach der Volkszählung vom 3. 12. 1849 für Leipzig ganze 55 Fabriken sowie weitere 18 Betriebe für 9 Orte der näheren Umgebung Leipzigs innerhalb seiner Amtshauptmannschaft, die weitgehend dem heutigen Landkreis entspricht, aus. Die Anzahl der in diesen Betrieben Beschäftigten wird nicht angegeben, für das Jahr 1861 nennt SCHULZE (1956) 1277 Arbeitskräfte (AK) der Manufakturen und Fabriken, denen 15 663 Arbeitskräfte im Handwerk und 11 032 im Handel gegenüberstehen.

Es fällt heute sehr schwer, diese Zahlen richtig zu beurteilen, denn einerseits war die Unterscheidung der Betriebsform zu jener Zeit tatsächlich weniger scharf als heute, und entsprechend faßt die Gewerbe-Statistik ganz offensichtlich industriell betriebene Unternehmen mit den Handwerksbetrieben zusammen, während andererseits in den Fabrikenzählungen nur solche Betriebe erfaßt

¹ Die folgende Behandlung baut auf einer Gliederung des Gebietes auf, wie sie durch das von der Arbeitsgruppe „Ballungsgebiete“ an der Sektion Geographie der Martin-Luther-Universität Halle–Wittenberg entwickelte Strukturschema für den Gebietstyp „Ballungsgebiet“ beschrieben wird. Im Einzelnen s. dazu SCHOLZ 1972, S. 7 ff.

werden, die sich mit der „Herstellung oder Zurichtung von Handelswaren im Großen zum Vertrieb im Ganzen oder zum Wiederverkauf, im besonderen unter Anwendung nicht gewerbsmäßig ausgebildeter Gehilfen und mit Theilung der Arbeit“ (Stat. Mit., 1854, Erläuterung z. Tabelle XIV) befassen. Dies war jedoch damals nur bei sehr wenigen Betrieben deutlich der Fall, selbst Betriebe der unzünftigen Gewerbe oder solche mit Antriebsmaschinen produzierten noch kaum für den freien Markt, sondern auf Bestellung. Deshalb erscheint z. B. nur eine der vielen Leipziger Druckereien in dieser Tabelle.

Trotz dieser Schwierigkeit aber kann die obige Feststellung SCHULZE's (1956) wohl bestätigt werden. Leipzig war zu diesem Zeitpunkt noch eine reine Handelsstadt, über deren Markt und Messen nicht nur nahezu der gesamte sächsisch-thüringische Binnenhandel, sondern auch ein erheblicher Teil des europäischen Ost-Westhandels abgewickelt wurde (HASSE 1878, KROKER 1925).

Diese Tatsache sowie einige durch sie verursachte günstige Vorbedingungen waren aber letztlich die Ursache für die schnelle und umfangreiche Entwicklung, die Leipzigs Industrie nach dem Inkrafttreten der Gewerbefreiheit am 1. 1. 1862 nahm. Dabei handelt es sich um folgende Bedingungen:

1. In einer Reihe wichtiger Handelsgüter war Leipzig um 1840 der führende Platz im damaligen Deutschland, nämlich im Buchhandel, Rauchwarenhandel, Garn- und Wollehandel, bei Drogen und Parfüms. Daneben wurden wesentliche Roherzeugnisse der sächsischen Industrie um Chemnitz und Zwickau, die nach der Meinung eines Zeitgenossen „an Ausdehnung und Großartigkeit nur von der englischen erreicht und bloß in einzelnen Zweigen von dieser übertroffen wird“ (ISBARY 1865, S. III), in Leipzig gehandelt, vor allem verschiedene Erze, Bleche und Textilerzeugnisse (KROKER 1925, HASSE 1878). Diese hier preisgünstig und stetig vorhandenen Erzeugnisse mußten für die sich entwickelnde Industrie ähnlich vorteilhaft wirken wie etwa leicht abbaubare Rohstofflager.

2. Da der Leipziger Handel bereits seit Anbeginn der Leipziger Messen und Märkte vor allem Fernhandel war und überdies die Leipziger Kaufleute besonders im 15./16. Jh. am sächsischen und

thüringischen Erzbergbau profitiert hatten, konzentrierten sich in den führenden Leipziger Handelshäusern große Kapitalmengen, so daß Leipzig auch im Geldhandel stets einen führenden Platz einnahm. Bereits 1498 hatten die Fugger, 1516 die Welser in Leipzig eigene Vertreter (KROKER 1925). Wenn auch nach dem 30jährigen Krieg und nach dem 7jährigen Krieg ansehnliche Kapitalien als Kontributionen verloren gingen, so konnte doch Leipzig durch seine Weltstellung im Rauchwarenhandel und Buchhandel auch seine finanzielle Stellung um 18./19. Jh. wieder festigen, so daß seit den 30er Jahren des 19. Jh. in zunehmendem Maße Banken, vorwiegend als Gesellschaften, gegründet wurden. Den Anfang macht 1838 die Leipziger Bank, es folgten bis 1862 vier weitere Banken unter ihnen 1856 die ADCA, deren Gründer Vertreter großer Leipziger Handelshäuser waren (wie Harkort/Garne/, Lampe/Drogen/, A. Dfour-Feronce/Seide/ und Seyfferth/Bankier/; KROKER 1925). Nach 1862, also mit dem vollen Beginn der industriekapitalistischen Entwicklung in Leipzig, folgten bis 1875 noch 22 weitere Gründungen, so daß Leipzig 1875 an 4. Stelle hinter Berlin, Frankfurt/M. und Hamburg im deutschen Geldhandel stand (HASSE 1878). Mit diesen Banken war für die Entwicklung der Leipziger Industrie ein weiterer wesentlicher Standortvorteil gegeben.

3. Ebenfalls zum Wesen Leipzigs als wichtigem Handelsplatz gehört seine vorzügliche Verkehrslage, deren Bedeutung zunächst durch die wirtschaftliche Einigung (1834 Gründung des Zollvereins) und später durch die Schaffung des Deutschen Reiches (1871) noch erheblich an Gewicht gewann. Natürlich war die geographische Lagegunst an sich ein Vorteil, der der gesamten Leipziger Tieflandsbucht eigen ist und ebenso z. B. für Halle wirksam war. Durch die Folgen des 2. maximilianischen Messeprivilegs von 1507, das den gesamten Transitverkehr im Umkreis von 15 Meilen (also etwa 75 km) nach Leipzig zwang, wurde die Stadt zum wichtigsten Straßenknoten in Mitteldeutschland; und im 19. Jahrhundert waren es Leipziger Kaufleute, die den Gedanken der Eisenbahn förderten und verwirklichten. Scheiterte das schon 1829 erörterte Projekt einer Pferdeisenbahn Leipzig – Magdeburg noch an der deutschen Kleinstaaterie, so konnte bereits 10 Jahre später die erste deutsche Ferneisenbahn – geplant von Friedrich List, Dufour-Feronce, Lampe

und Seyfferth – von Leipzig nach Dresden eröffnet werden (KROKER 1925). Ende der 50er Jahre war Leipzig an alle bedeutenden deutschen Handelsplätze und Industriegebiete angeschlossen (PETRENZ 1901).

4. Ebenfalls als Standortvorteil muß der durch die Handelsbedeutung Leipzigs mögliche Absatz für Industriewaren und das unmittelbar mögliche Beobachten der Marktlage gewertet werden. Diese Tatsache war z. B. für die Polygraphie, die Rauchwarenindustrie, den Maschinenbau und die chemische Industrie in ihren Anfängen von wesentlicher Bedeutung (SCHULZE 1956).

5. Unmittelbar durch den Leipziger Handel bedingt war schließlich ein weiterer Standortvorteil: Das umfangreiche Arbeitskräfteangebot in Leipzig und seinen Vororten, besonders auch weiblicher Kräfte, die in der Textilindustrie, der Bekleidungsindustrie und der Tabakverarbeitung beschäftigt wurden. Besonders in den beiden letzteren Gewerben spielte auch das Hausgewerbe im Verlagssystem eine Rolle (LEHR 1891); es bestand neben Industrie und Handwerk und kam in einigen Zweigen (Rüschenfabrikation, Kunstblumen) erst in den 80er Jahren des 19. Jh. neu auf (LEHR 1891).

Alle diese Standortvorteile, die sich aus der Bedeutung Leipzigs als Handelsstadt ergeben (SIODLACZEK 1930, schreibt auf S. 14, daß zu den Leipziger Messen der jeweilige „Weltmarkt“ in Leipzig zeitweise vereinigt sei), konnten durch die bis 1862 geltenden Gewerbeordnungen nur unvollkommen wirksam werden. Wenn diese auch für die unzünftigen Gewerbe nicht galten und außerdem das Konzessionssystem für Fabrikbetriebe in Sachsen sehr liberal gehandhabt wurde (PETRENZ 1901), so genügte sie doch, um der sich entwickelnden Industrie in Leipzig noch hinreichend im Wege zu sein, zumal die Leipziger Kaufmannschaft der Industrie durchaus unterschiedlich gegenüberstand. Es ist deshalb kein Wunder, daß 1849 in den 9 Leipziger Vororten mit ihren zusammen rund 13 000 EW 18 Fabriken und in Leipzig (62 000 EW) nur 55 Fabriken vorhanden waren, die Vorstadtdörfer also weiter „industrialisiert“ waren als Leipzig selbst.

Mit der Einführung der Gewerbefreiheit 1862, d. h. mit der vollen Entfaltung kapitalistischer Wirtschaftsverhältnisse, fiel die äußere Schranke, und die Standortvorteile der Handelsstadt konnten

voll wirksam werden. Dazu schreibt HASSE (Geschichte der Leipziger Messen, S. 3, zitiert nach LEHR 1891, S. 9): „Zwischen der sächsischen Industrie und den Leipziger Messen fand eine so lebhaft Wechselwirkung statt, daß es schwer zu sagen ist, wer die Mutter und wer die Tochter war. Bei der Mangelhaftigkeit der früheren Verkehrswege konnten die Leipziger Messen dem fremden Einkäufer nur dann ein großes Industriemusterlager bieten, wenn die Fabrikate in der Nähe hergestellt wurden, ...“

Es waren dann auch diejenigen Branchen, die sich ab 1862 rasch zu Industriezweigen entwickelten, die bereits im Handwerk weit entwickelt waren und dabei unmittelbar an den Handel typischer Produkte anschlossen, wie das Buchgewerbe, die Textilindustrie, die Metallwarenerstellung und die chemische Industrie.

Die Entwicklung des Buchgewerbes, das schon 1850 eines der wichtigsten Leipziger Handwerke war und zu dem hier nicht nur die Verlage, Buchdruckereien und Buchbindereien, sondern gleichermaßen auch die polygraphischen Hilfgewerbe wie die Kartonagenfabrikation, die Druckfarbenerstellung, Schriftgießerei und der polygraphische Maschinenbau gerechnet werden müssen, ist unmittelbar durch den Buchhandel angeregt worden, dessen deutscher Hauptplatz seit der Gründung des Börsenvereins deutscher Buchhändler im Jahre 1825 eindeutig Leipzig war. Dies zeigt sich u. a. auch in der Tatsache, daß die größten Betriebe dieses Gewerbes, wie C. G. Röder, Breitkopf & Härtel, F. A. Brockhaus, B. G. Teubner und Bibliographisches Institut J. Meyer durchweg vor 1850 gegründet wurden und sich später zu großen kapitalistischen Betrieben ihrer Branche entwickelten (JUCKENBURG 1912), die einen größeren Teil graphischer Gewerbe einschließlich des Verlagswesens in einem Betrieb vereinigten, ohne die Konzentration des Kapitals wie in anderen Zweigen zu erreichen.

Ähnlich war die Situation in der Textilindustrie, die schon im Zeitalter der Manufakturen (16., 17., besonders aber 18. Jh.) in Leipzig in Blüte stand, so daß LEONHARDI (1799) Leipzig als einen der ersten Standorte Deutschlands in der Samt- und Seidenweberei bezeichnete. Daneben war die Herstellung von Gold- und Silbergespinsten – die auf die Beziehungen zur sächsischen Edelmetallgewinnung hinweisen – und von Wachseleinwand,

eines angeblich in Leipzig erfundenen Produktes (1784: 10 Betriebe mit etwa 500 AK; JUCKENBURG 1912, S. 7/8), gut entwickelt. Anschließend an diese Tradition und an die Vorteile Leipzigs als Textilmarkt, auf dem etwa 50 % des sächsischen Wollaufkommens gehandelt wurde (SCHULZE 1956), wurde 1830 die erste Leipziger Kammgarnspinnerei auf dem Vorwerk Pfaffendorf gegründet, die bereits 1836 in eine Aktiengesellschaft – also eine typisch kapitalistische Betriebsform – umgewandelt wurde und 1837 6000 Spindeln besaß. Bis 1872 blieb sie allerdings der einzige größere Betrieb der Textilbranche (JUCKENBURG 1912).

Als letztes Beispiel sei die Metallverarbeitung angeführt. Auch sie hatte im Handwerk der Rot-, Gelb- und Zinngießer eine Tradition in Leipzig und konnte an den Handel mit Kupfer, Zinn, Eisen und Eisenerz sowie sächsischen Blechen anschließen (KROKER 1925). 1842 wurde die erste Eisengießerei von Harkort, eine weitere 1854 von Götz und Nestmann gegründet (JUCKENBURG 1912).

Diese drei Branchen stehen hier stellvertretend für eine Reihe weiterer Gewerbe, deren Behandlung jedoch zu weit führen würde.

Die weitere Entwicklung der Leipziger Industrie verlief in den 60er Jahren noch langsam; der Handel war nach wie vor die wesentlichste Funktion der Stadt, er band die Arbeitskräfte und bestimmte die Lohnverhältnisse, so daß – mit Ausnahme des Buchgewerbes – die traditionellen Industriegebiete Deutschlands, besonders in der Metallverarbeitung und Textilindustrie nicht zuletzt auch wegen der sicheren wirtschaftlichen Gesamtsituation, die sich durch die im Gefolge der staatlichen Einigung „von oben“ durchgeführten Kriege ergab, für die Leipziger Betriebe eine scharfe Konkurrenz darstellten.

Nach dem Kriege 1870/71, der durch die französischen Kriegskontributionen sehr große Kapitalmengen für die deutsche Wirtschaft freisetzte, begann die schnelle Entwicklung der Industrie mit zahlreichen Neugründungen zunächst durchaus kleiner und kleinster Betriebe. Diesen „Gründerjahren“ 1872/73 folgte bald 1874/75 eine ziemlich starke Krise, deren Auswirkungen sich bis in die 80er Jahre bemerkbar machen. In den Branchen- und Betriebsverhältnissen verändert sich zunächst nichts Grundlegendes, die Leipziger Industrie wächst vor allem quantitativ (s. Zahlenangaben bei JUCKENBURG 1912).

Ab Mitte der 80er Jahre beginnen sich auch qualitative Veränderungen bemerkbar zu machen. Ganz allgemein vollzieht sich in den Jahren bis zur Jahrhundertwende der Übergang vom Kapitalismus der freien Konkurrenz zum Monopolkapitalismus, die Herstellung von Produktionsmitteln beginnt, die Konsumgüterindustrie zu überflügeln (SCHULZE 1958).

In der Leipziger Industrie findet diese allgemeine Entwicklung ihren konkreten Ausdruck in der endgültigen Herausbildung der Branchenstruktur, die sich bis zum zweiten Weltkrieg nicht mehr wesentlich veränderte, sowie im Entstehen der industriellen Großbetriebe.

Die Verschiebungen in der Branchenstruktur zwischen 1895 und 1920 lassen sich aufgrund der Statistiken über die Beschäftigtenzahlen in Industrie und Handwerk bei JUCKENBURG (1912) und im Statistischen Jahrbuch der Stadt Leipzig (speziell die Bände 1, 6, 8 u. 9) recht gut verfolgen. Freilich werden die genauen Zahlenwerte durch die gemeinsamen Angaben für Industrie und Handwerk etwas unsicher, in den gegenseitigen Proportionen müßten sie aber richtig und typisch auch für die Industrie allein sein (s. Tabelle 1 u. Abbildung 1).

Noch um 1875 zeigt sich das alte Bild: Die polygraphischen Gewerbe einschließlich der Papierverarbeitung beherrschen mit etwa 25 % aller Arbeitskräfte mit großem Abstand die Situation, Textilindustrie, Metallverarbeitung, Maschinenbau und Holzverarbeitung liegen mit je 1500 bis 2000 Beschäftigten im Mittelfeld der Tabelle, während die noch stärker handwerklich bestimmten Branchen (Nahrungs- und Genußmittel, Bekleidung und Baugewerbe) noch durchaus wesentlichere Zweige sind. Bis 1895 ändert sich an diesen Verhältnissen nichts grundlegend; lediglich die Metallverarbeitung – und hier speziell die Gießereien – und das Bekleidungsgewerbe entwickeln sich überdurchschnittlich rasch. Dabei schafft ersteres wesentliche Voraussetzungen für den Maschinenbau, letzteres übertrifft nach der Zahl der Arbeitskräfte 1882 und 1895 sogar das polygraphische Gewerbe, jedoch wahrscheinlich aufgrund eines besonders hohen Handwerkeranteils.

Ab 1895 beginnt sich die Maschinenindustrie außerordentlich rasch zu entwickeln. Dieser Industriezweig war bis dahin noch sehr stark auf den

Absatz in der Leipziger Industrie selbst eingestellt, so daß sich besonders der polygraphische Maschinenbau, die Buchbindereimaschinen- und die Holzverarbeitungsmaschinenherstellung entwickelt hatten. In dieser ersten Entwicklungsstufe war die Maschinenindustrie in Leipzig also ausgesprochen konsumorientiert (SIODLACZEK 1930). Diese älteren Branchen hatten sich bis Mitte der 80er Jahre soweit gefestigt, daß sie allmählich zu exportieren begannen. Gleichzeitig werden neue Branchen z. T. durch direkte Gründung kapitalistischer Großunternehmen, z. T. durch zunehmende Entwicklung älterer Kleinbetriebe, bedeutsam, der Transportanlagenbau, die Werkzeugmaschinenherstellung, die Elektrotechnik und der Bau landwirtschaftlicher Geräte (Einzelheiten dazu finden sich bei JUCKENBURG 1912, S. 33...40; SIODLACZEK 1930, S. 72...88). Ab 1895 gehen alle größeren Firmen der genannten Zweige in größerem Umfange zum Exportgeschäft über, besonders nach dem zaristischen Rußland, den USA und nach Südamerika. Damit vollzieht sich in den Standortfaktoren dieser Industrien eine entscheidende Wandlung: Die ursprüngliche Bindung an den Leipziger Markt hinsichtlich verschiedener Rohmaterialien und des Absatzes wird unwesentlich, der mittlerweile entstandene Facharbeiterstamm wird zum Hauptstandortfaktor im Verein mit den günstigen Verkehrsverbindungen der Stadt (SCHULZE 1956) und der standortbindenden Wirkung der bereits investierten Kapitalien. Diese Entwicklung führte dazu, daß bereits 1907 die grundsätzlichen Verschiebungen in der Branchenstruktur abgeschlossen waren. Die polygraphischen Gewerbe einschließlich der Papierverarbeitung einerseits sowie der Maschinenbau andererseits sind die mit Abstand führenden Zweige, die mit 23 544 bzw. 21 154 Beschäftigten etwa 36 % aller Arbeitskräfte beanspruchen. Nur das Bekleidungs- und das Baugewerbe liegen mit 18 542 bzw. 16 250 AK noch in ähnlichen Größenordnungen (s. Tabelle 1).

Der erste Weltkrieg führt schließlich folgerichtig dazu, daß die Maschinenindustrie, der durch die Kriegsproduktion Riesenaufträge zufließen (SIODLACZEK 1930), die polygraphischen Gewerbe endgültig überholt und – wiederum begünstigt durch die faschistischen Kriegsvorbereitungen – mit weitem Abstand der führende Leipziger Industriezweig wird. 1939 umfaßt er (einschließlich der

Metallgewinnung und -verarbeitung und der elektrotechnischen Industrie) mit insgesamt 90 318 Beschäftigten allein rund 44 % des industriellen und handwerklichen Arbeitskräftepotentials, während die Polygraphie auf 23 817 AK (= 13 %) zurückgegangen ist.

Die übrigen Zweige zeigen keine wesentliche Veränderung in den gegenseitigen Verhältnissen, ihre Entwicklung verläuft langsam steigend, lediglich das Bekleidungs- und Baugewerbe hat seit dem ersten Weltkrieg absolut rückläufige Tendenz.

Parallel mit diesen Verschiebungen in der Branchenstruktur verläuft die Veränderung in den Betriebsgrößen. Während sich die Zahl der kleineren Betriebe (10...50 AK) von 1875 bis 1907 nur langsam erhöht (von 345 auf 1365, das sind etwa 390 %), wächst die Zahl der mittleren und großen Betriebe stärker und rascher (Zahlen nach JUCKENBURG 1912):

	50...200 AK	200...1000 AK
1875	58	4
1907	409	82
Zunahme: (1875 = 100)	700	4800

Nach 1895 überschreiten dann die ersten Betriebe die Beschäftigtenzahl von 1000. 1907 sind es bereits 7 Betriebe, 1925 18 Betriebe mit zusammen 29 568 Beschäftigten, das sind 12,2 % (LEISKE 1928). Es zeigt sich also, daß der Konzentrationsprozeß der Industrie verstärkt nach der Jahrhundertwende im Zusammenhang mit der Herausbildung monopolkapitalistischer Betriebsformen abläuft. Dabei sind es vor allem die führenden Zweige, die an diesem Prozeß teilnehmen. Von den 20 industriellen Großbetrieben mit über 940 Beschäftigten, die LEISKE (1928) aufführt, gehören 11 zur Metallverarbeitung und zum Maschinenbau, 5 zur Polygraphie und 4 zur Textilindustrie. Die Betriebsform ist nahezu ausschließlich die Aktiengesellschaft, wodurch die Leipziger Großbanken in noch engere Bindung zur Industrie kommen (wie etwa die ADCA, SCHULZE 1958, LEISKE 1928) und damit die Eigenschaft Leipzigs als Konzentrationsort des Geldgeschäftes wiederum für die Standortsituation der Industrie von Bedeutung ist (s. a. oben).

Insgesamt allerdings erreicht die betriebliche Konzentration der Industrie keine übergroßen Ausmaße. Folgende Übersicht zeigt die Gliederung

der Leipziger Gewerbebetriebe im Jahr 1925 (nach LEISKE, S. 265):

Größenklasse	Anteil der Betriebe	Anteil der Beschäftigten
Alleinbetriebe	45,4	6,6
bis 3 AK	30,6	9,6
4– 5 AK	8,9	5,7
6– 10 AK	7,0	7,6
11– 50 AK	6,3	19,3
51– 200 AK	1,3	17,1
201– 500 AK	0,3	13,8
501–1000 AK	0,1	8,1
über 1000 AK	0,1	12,2

Es zeigt sich deutlich, daß das Schwergewicht durchaus bei den mittleren Betriebsgrößen lag. Als Ursache macht SIODLACZEK (1930) für den Maschinenbau die weitgehende Spezialisierung der Mehrzahl der Betriebe geltend, ein Faktor, der sicher auch auf die anderen Industriezweige übertragen werden darf.

In den Standortbedingungen wird mit dem Übergang zum Großbetrieb und damit dem verstärkten Einsatz von Energiemaschinen ein neuer Faktor wichtig: die Kohle. Ursprünglich wurde von den Betrieben vor allem die Zwickau–Oelsnitzer Steinkohle bezogen, deren Einfuhr nach Leipzig von 130 000 t im Jahre 1866 allmählich auf 200...250 000 t in der Mitte der siebziger Jahre anstieg (HASSE 1878). Mit der Erfindung des Industriebriketts in den 80er Jahren bzw. der Umstellung der Kesselfeuerungen auf Rohbraunkohle nach 1900 gewinnt die Braunkohle in verstärktem Maße an Bedeutung (HERRMANN 1933). Aus den Angaben JUCKENBURGS (1912) geht hervor, daß bereits 1890 der Umfang der Braunkohleeinfuhr größer war als der der Steinkohle, und 1910 betrug das Verhältnis bei Verdoppelung der Steinkohlenmenge etwa 1 : 4 zugunsten der Braunkohle. Damit aber wurde ein für Leipzig außerordentlich günstig gelegener Rohstoff wesentlich für die Standortbedingungen der Industrie, und es muß als folgerichtige Entwicklung angesehen werden, wenn Leipzig nach dem ersten Weltkrieg Sitz des Mitteldeutschen Braunkohlensyndikats wurde und gleichzeitig als wesentlicher Abnehmer seiner Erzeugnisse auftritt (LEISKE 1928).

Insgesamt gesehen hatte also die Leipziger Industrie nach dem ersten Weltkrieg einen Entwick-

lungsstand erreicht, der Leipzig und seine nähere Umgebung zu einem der wichtigsten Industriegebiete Deutschlands machte. Die faschistischen Kriegsvorbereitungen führten zwischen 1936 und 1939 zur weiteren Vergrößerung des Industriepotentials im Leipziger Raum, die es rechtfertigt, das Gebiet als industrielles Agglomerationsgebiet zu bezeichnen.

1.2.

Die Entwicklung der Stadt zum großstädtischen Ballungskern

Dieser hier in großen Zügen erörterten industriellen Entwicklung entspricht die räumliche, deren Betrachtung unter dem speziellen Gesichtspunkt der Entstehung der großstädtischen Ballung folgen soll. Dabei ergeben sich insofern gewisse Schwierigkeiten, als Leipzig neben der Industrie noch über andere, für die Stadtentwicklung wesentliche Funktionen (Messe, Universität, Verwaltungen) verfügte, die sich einschließlich der Industrie gegenseitig förderten. Es kann also die Entwicklung der Stadt nicht ausschließlich auf die Entwicklung der Industrie zurückgeführt werden – als wesentlichster Faktor kann sie aber ohne weiteres gewertet werden. Dabei entstand ein wechselseitiges Abhängigkeitsverhältnis von Industrie und Bevölkerung, das letztlich zur Herausbildung der Großstadtbullung führte (SCHULZE 1956).

Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts war Leipzig nur im Osten bis an die Grenze seiner Gemarkung bebaut und ging hier bereits ohne Unterbrechung in die angrenzenden Dörfer Reudnitz, Volkmarsdorf mit Straßenhäusern, sowie Anger und Crottendorf über, die ihrerseits an mehreren Stellen zusammengewachsen waren und einen Komplex in der Urbanisierung begriffener Vorstadtdörfer bildeten. Insbesondere aber auf Leipziger Flur war die Bebauung noch sehr locker und im Gebiet zwischen Salomon-, Marien-, Grenzstraße und Täubchenweg wohl als funktionelles Erbe der an anderen Stellen noch teilweise erhaltenen Barockgärten ein ausgesprochenes Landhausviertel mit großen Gärten (s. Atlas des Königreiches Sachsen). Nur längs der „Steinwege“,

der Querstraße und im „Seeburgviertel“ kann von städtischer Bebauung gesprochen werden.

Diese Bevorzugung des Leipziger Ostens in dieser Zeit liegt weitgehend auf der Hand: Im Norden und Westen bildeten die sumpfigen Flußauen von Weißer Elster, Pleiße und Parthe natürliche Schranken für die Bebauung, nur der Süden im Gebiet des Brand-Vorwerkes war aus anderen Gründen noch unbebaut.

Den Vorgang der Besiedlung bis zu jenem Zeitpunkt beschreiben HASSE (1878) und nach ihm viele andere Autoren in gleicher Weise (z. B. WALTHER 1943, SCHULZE 1958).

Von einer funktionellen Gliederung des Stadtgebietes kann zu dieser Zeit nur bedingt gesprochen werden. Zwar gibt SCHULZE (1958) eine innere Differenzierung der Innenstadt nach Gewerbebezügen entsprechend der Stadtviertel an und betont, daß im Gegensatz dazu in den Vorstädten und Vorstadtdörfern verstärkt die kapitalistischen Betriebe lokalisiert seien; jedoch ist eben der Unterschied in den Gewerben und Betriebsformen zu jener Zeit noch zu gering, als daß sie bereits eine Viertelsbildung im geographischen Sinne bedingen – mit Ausnahme vielleicht der graphischen Betriebe, deren traditioneller Standort in der Ostvorstadt sich damals schon abzeichnet.

Viel typischer ist aber für jene Zeit noch das absolute Vermischen aller städtischen Nutzungsweisen und die Einheit des Wohnortes mit dem Erwerbort! Dies drückt sich besonders auch im Entstehen der sogenannten „Hinterhofindustrie“ aus, die noch heute für die älteren Teile der Industrieviertel, besonders im Osten (graphisches Viertel), aber auch in der Südvorstadt westlich des Bayrischen Bahnhofes und für Teile Lindenaus typisch ist und bis in die 80er Jahre die dominierende Betriebsform war (1880 gab es in Leipzig rund 3330 Wohnungen mit gewerblicher Nutzung; Mit. Stat. Bur., 1881, H. 14).

Wie schon bei der Erörterung der industriellen Verhältnisse festgestellt, änderte sich diese Situation in den 60er Jahren nicht grundlegend. Erst nach 1871 setzt sprunghaft bis zunächst 1875 die Bautätigkeit ein, klingt dann bis Anfang der 80er Jahre wieder etwas ab, um danach erneut anzuwachsen. Nachfolgende Zusammenstellung soll dies illustrieren (nach Mit. Stat. Bur., 1884, H. 15, Tabelle 24).

Zeitabschnitt	Durchschnittlicher jährlicher Zuwachs der bebauten Grundstücke
1864–67	24
1868–71	64
1872–75	131
1876–80	32
1881–82	131

HASSE (1878) schreibt dazu, daß bis 1875 die Bautätigkeit hinter dem ständig steigenden Wohnraumbedarf nicht nachkam und erst ab 1877 der Normalstand mit einer gewissen Anzahl freistehender Wohnungen wieder erreicht war. Jedoch verlief die bauliche Entwicklung auch in der Folge nicht stetig, sondern in krisenhaften Zyklen, deren besondere Konjunkturphase neben der von 1871/73 die Zeiträume von 1885/89 und 1896/1909 waren (CONERT 1911). Besonders in der zweiten Hälfte der 80er Jahre war eine ausgesprochene Überproduktion im Bauwesen vorhanden, die sich über mehrere Jahre hin in einer größeren Zahl leerstehender Wohnungen trotz ständig weiter anwachsender Bevölkerungszahl äußerte (nach Mit. Stat. Bur., 1884, H. 15).

Zeitraum	Wohnungen neu-bezogen	Zeitraum	Wohnungen leerstehend
vor 1876	8 964		
1876	1 825		
1877	2 294		
1878	3 368	November 1878	335
1879	4 467		
1880	7 592	Oktober 1880	498
		November 1880	796
		Oktober 1881	671
		Mai 1882	877
		November 1884	552

In den 90er Jahren sowie 1902...1906 erreichte die Zahl der leerstehenden Wohnungen zeitweise 3000...5000 (Stat. Jb. d. Stadt Leipzig, Bd 1, 1911, S. 98).

Die Ursache für das sprunghafte Anwachsen der Bautätigkeit war zweifellos der enorme Bevölkerungszuwachs der Stadt, insbesondere durch den Wanderungsgewinn. Besonders zwischen 1860 bis 1880 lag letzterer zwischen 62,4...85,6 % des

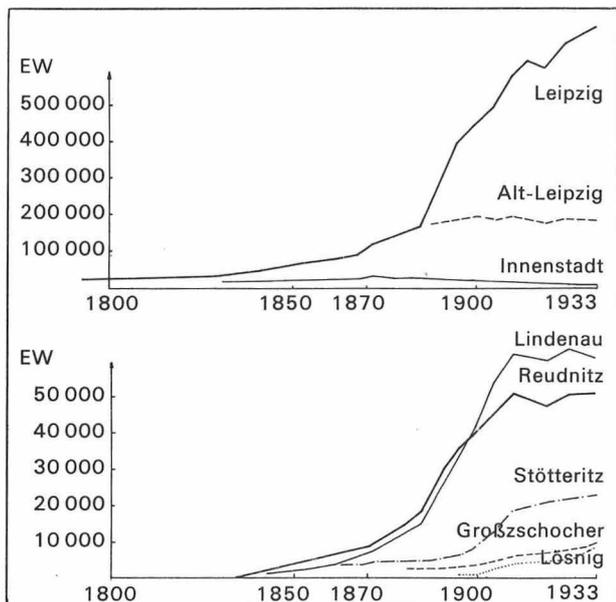


Abbildung 2
Bevölkerungsentwicklung Leipzigs und einiger Stadtteile

Gesamtzuwaches (Mit. Stat. Bur., 1884, H. 15). 1875 waren von der Leipziger Bevölkerung nur 36,4 % gebürtige Leipziger, 65,0 % Sachsen und 97,0 % Deutsche (Mit. Stat. Bur., 1877, H. 11).

Dieser starke Zustrom von Zuwanderern ermunterte die Bau- und Bodenspekulanten in besonderer Weise, so daß der Überproduktion von Wohnraum zur gleichen Zeit eine Überbelegung der tatsächlich bewohnten Wohnungen gegenüberstand. Vor allem in den Arbeiterwohnvierteln waren Belegungsziffern von 4...5 Personen pro Wohnraum keine Seltenheit.

Betrachtet man die Bevölkerungsentwicklung im Leipziger Raum etwa nach den heutigen Abgrenzungen des Stadtgebietes, so läßt sich eine allmähliche Verlagerung der Zonen stärkster Zunahme von innen nach außen feststellen (Abbildung 2). Während die Innenstadt schon um 1830 an die Grenze der Aufnahmefähigkeit gelangt ist, im Zeitraum zwischen 1870...1885 stagniert und ab 1890 rückläufige Bevölkerungsentwicklung nimmt (City-Bildung!), haben die Vorstädte zwischen 1870...1890 die Phase größter Bevölkerungszunahme, der sich von 1885...1910 die angrenzenden Dörfer – wie Reudnitz im Osten und Lindenau im Westen – anschließen. Die weiter

außen liegenden Gemeinden dagegen entwickeln sich erst nach 1910, verstärkt sogar erst nach 1925 in größerem Umfang, ein Zeitraum, in dem die Vorstädte und einige der Grendörfer (wie Reudnitz, Neureudnitz, Volkmarsdorf, Plagwitz, Sellerhausen und Schleußig) in ihrer Entwicklung bereits ebenfalls stagnieren bzw. zurückgehen.

Bereits nach 1870 sind die Beziehungen zwischen Leipzig und seinen östlichen Grendörfern (Reudnitz, Volkmarsdorf, Anger-Crottendorf, Neuschönefeld, Neustadt, Sellerhausen und Thonberg) sehr eng, so daß der Wirtschaftsbereich der Stadt diese Orte vollauf mit umfaßt. Dies zeigt sich u. a. auch an den Einpendlerzahlen von 1877 (Mit. Stat. Bur., 1877, H. 11). Sie wurden auf der Basis der Lohnsteuerlisten nur für die wichtigsten Berufe und Orte ermittelt und weisen bereits rund 8000 Einpendler nach Leipzig aus, wobei die Orte Reudnitz (1583), Volkmarsdorf (843), Schönefeld (753), Neuschönefeld (677), Lindenau (633) und Connewitz (605) als wichtigste Wohngemeinden auftreten.

Folgerichtig begann sich auch zu diesem Zeitpunkt und mit diesen Orten das innerstädtische Verkehrssystem zu entwickeln. Am 18.5.1872 wurde die Leipziger Pferdeisenbahn mit einer Linie zwischen Reudnitz und Leipzig eröffnet, der sich bald weitere Linien nach Plagwitz, Connewitz und Gohlis anschlossen. Der zentrale Umsteigebahnhof lag am Augustusplatz (Karl-Marx-Platz). Schon vorher waren einige Pferdeomnibuslinien (1860: Connewitz–Gohlis, Lindenau–Reudnitz; 1861: Leipzig–Neuschönefeld und Leipzig–Thonberg) in Betrieb genommen worden, die jedoch schon 1869 bzw. 1874 in Konkurs gerieten. Nach Entstehen der Pferdeisenbahn wurden einige Omnibuslinien von kleinen Unternehmen gewissermaßen als Verlängerung eingerichtet. Wesentlich war hier die Verbindung zu allen Zügen des Berliner Bahnhofs vom Brühl aus und täglich mehrere Fahrten nach Markranstädt, Schkeuditz und Liebertwolkwitz, die als Standorte der Rauchwarenveredlung zunehmend an Bedeutung gewannen (HASSE 1878, S. 426/32).

Die Entwicklung des Leipziger Westens setzt infolge der schwer passierbaren Flußauen (bis etwa 1860 bestand nur eine ständige hochwassersichere Straße, der Lindenauer Dammweg, nach den westlichen Vororten) in größerem Umfang erst nach 1880 ein. Nachdem bereits in den 60er Jahren

der Leipziger Bankier Karl Heine durch Erschließung der westlichen Vorstadt, Anlage der Plagwitzer Straße und des Kanals Leipzig–Plagwitz wichtige Vorarbeiten geleistet hatte (LUCAS 1957/58), stand der Entwicklung der Vororte durch kapitalistische Unternehmen nichts mehr im Wege. Die gesamten Aufschließungsarbeiten in Lindenau, Plagwitz und den nördlichen Teilen von Kleinzschocher wurden im wesentlichen von zwei der sechs zwischen 1871 und 1896 gegründeten Terrain-Gesellschaften, nämlich der Leipziger Westend-Baugesellschaft, die als Nachfolge-AG der Fa. Karl Heine als Familien-Aktiengesellschaft betrieben wurde, und der Leipziger Immobiliengesellschaft – einer Tochtergründung der ADCA – zwischen 1880 und 1895 durchgeführt. Beide Gesellschaften erschlossen hier größere Areale für industrielle Bebauung mit direkten Eisenbahnanschlüssen und bewirkten auch den Bau der Güterlinien nach Gaschwitz und dem Bayrischen Bahnhof (CONERT 1911, LUCAS 1957/58).

Damit begann sich der Leipziger Westen zum wichtigsten Industriegebiet der Stadt zu entwickeln, das schon 1884 mit 35 Fabriken in Plagwitz (2579 AK) und 52 Fabriken in Lindenau (2184 AK) den wichtigsten östlichen Vorort Reudnitz mit 61 Fabriken (3645 AK) überflügelt hatte. Leipzig besaß zum selben Zeitpunkt 483 Betriebe mit 17969 AK (Mit. Stat. Bur., 1884, H. 15, Tab. 73). Besonders die in den 80er Jahren als kapitalistische Großunternehmen gegründeten Betriebe der Textilbranche, wie die Kammgarnspinnerei Stöhr & Co. (1880), die Sächsische Wollgarnfabrik AG, vorm. Tittel & Krüger (1876) oder die Leipziger Baumwollspinnerei (1884) und Großbetriebe der Eisenverarbeitung und des Maschinenbaus, wie Gebr. Brehmer (Buchgewerbliche Maschinen, 1879), Th. Mannberg (Harmoniumfabrik, 1894), Rudolf Sack (Landmaschinen, 1863), Grohmann & Frosch (Wellblech), Meier & Weichelt (Eisen- und Stahlwerke, 1874) wählten die Standorte des Leipziger Westens, der sich damit zum Hauptgebiet der Eisenverarbeitung und des Maschinenbaus sowie der Textilindustrie entwickelte (JUCKENBURG 1912, KROKER 1925). Bereits im Jahre 1895 zählte der Leipziger Westen insgesamt 36 Großbetriebe mit über 100 Beschäftigten, davon allein 15 Metall- und 9 Textilbetriebe, und führte damit vor Alt-Leipzig

mit 24 Betrieben, davon 9 Metall- und 8 Textilunternehmen.

Interessant ist, daß der Osten mit nur 10 Großbetrieben weit abfällt, obwohl er gerade weil er das älteste Industrieviertel Leipzigs darstellt, in dem nahezu die gesamte Polygraphie und Papierverarbeitung konzentriert ist. Ferner sind auch die nördlichen Vororte (Eutritzsch, Gohlis, Möckern und Wahren) mit 15 Großbetrieben vertreten, bei denen es sich ebenfalls vorwiegend um Maschinenbaubetriebe handelt (wie Bleichert, 1874, Pittler AG). Nur der Süden ist gegenüber den anderen Stadtteilen geringer industrialisiert, hier war ab 1880 längs der Süd- und Kochstraße ein großes Wohngebiet im Entstehen begriffen (SCHULZE 1958).

Insgesamt war Leipzig damit wirtschaftlich bereits in den 80er Jahren über seine administrativen Grenzen hinausgewachsen, so daß sich der Rat der Stadt endlich entschloß, den z. T. schon wesentlich älteren Eingemeindungsbestrebungen entgegenzukommen (Verwaltungsbericht der Stadt Leipzig für das Jahr 1888). In einer ersten Phase in den Jahren 1889...1892 wurden vor allem die schon länger mit Leipzig verwachsenen Gemeinden im Osten aufgenommen, dazu die weitentwickelten westlichen Vororte Kleinzschocher, Schleußig, Plagwitz und Lindenau, während im Norden nur Gohlis und Eutritzsch, im Süden nur Connewitz und Lößnig einbezogen wurden. Damit war nach der Lage um 1890 das administrative Stadtgebiet dem wirtschaftlichen angeglichen, und Leipzig verzeichnete einen statistischen Bevölkerungsgewinn von fast 100% (168 345 Ew.; Stat. Jb. d. Stadt Leipzig, Bd 1, 1911; HAUPT 1937).

Infolge der sich stetig aufwärts vollziehenden Entwicklung zwischen 1900 und 1914 machten sich bereits 1910 weitere Eingemeindungen erforderlich, die das Stadtgebiet vor allem im SW arrondierten und im NW (Möckern) erweiterten. 1915 schließlich wurden noch die ebenfalls längst mit Leipzig verwachsenen Gemeinden Schönefeld und Mockau aufgenommen.

Damit war Leipzig zur vollentwickelten Großstadt geworden, deren innerstädtischer Verkehr neue Verkehrsmittel erforderte. Bereits 1896 wurde der Betrieb der Leipziger Pferdeisenbahn voll elektrifiziert und unter dem Namen Große Elektrische Straßenbahngesellschaft (die „Blaue“) weitergeführt und erweitert. Wenige Monate

später wurde noch im selben Jahr die Leipziger Straßenbahngesellschaft (die „Rote“) als Konkurrenzunternehmen gegründet; erst im Jahre 1916 kam es zur Vereinigung, und ab 1919 ist die Straßenbahn ein kommunaler Betrieb (KRÖBER 1926, WALTHER 1943).

Den Verkehr mit den Vororten vermittelten die 1900 gegründete Leipziger Außenbahngesellschaft (Eröffnung der Linie Möckern–Wahren 1900, bis Lützschena 1905, bis Schkeuditz 1910; 1902 Roßplatz–Gautsch und 1907 Blücherplatz–Gundorf) sowie ab 1913 die Allgemeine Leipziger Kraftomnibus AG (mit den Linien Roßplatz–Mölkau–Engelsdorf, Leipzig–Merseburg; KRÖBER 1926).

Mit der Entwicklung der Industrie im und kurz nach dem ersten Weltkrieg entstand die Basis für die letzte Etappe der Entstehung der Großstadtballung Leipzig ab 1925. Die Vergrößerung des Industriepotentials speziell durch die führenden Betriebe des Maschinenbaus (s. o.) führte einmal zur Erweiterung der traditionellen Industrieviertel im Leipziger Westen, in der Ostvorstadt und im Leipziger Osten (Reudnitz, aber auch Paunsdorf) und Südosten (längs der Anlagen des Bayrischen Bahnhofes); darüber hinaus entstanden neue Industrieviertel im Norden und Nordosten. Im Nordwesten wächst das ebenfalls etwas ältere Industriegebiet von Leutzsch (zwischen 1900 und 1914) mit den Neuanlagen am Leipziger Hafen und den Böhlitz-Ehrenberger Betrieben auf der Barnecker Flur, die bereits seit 1899 zusammen mit den Leutzscher Industrieflächen von der Leipziger Bank für Grundbesitz aufgekauft und als Industriegelände aufgeschlossen wurde, zum größten Industrieviertel zusammen. Damit ist der westliche Leipziger Stadtrand zum größten und wichtigsten Industriegebiet der Stadt geworden, dessen standörtliche Orientierung auf die leistungsfähigen Massenverkehrsmittel – Eisenbahn und evtl. Wassertransport über den begonnenen Elster-Saale-Kanal – aus jeder Karte eindeutig ablesbar ist.

Die Wertigkeit und Bedeutung der einzelnen Industrieviertel spricht auch deutlich aus der Verteilung der Großbetriebe über 1000 AK. Der Westen dominiert mit 7 Betrieben (davon 5 Metall- und 2 Textilbetriebe; 5 Betriebe im Gebiet Lindenau/Plagwitz), es folgen der Osten mit 6 (3 polygraphische, 3 metallverarbeitende; 3 Betriebe in Reudnitz) und der Norden mit 3 Großbetrieben der Metallbranche, davon einer in Goh-

lis. Der Süden dagegen weist keinen Großbetrieb auf (SCHULZE 1958, S. 182).

Parallel mit der Erweiterung und Neuanlage der Industrieflächen laufen wichtige Verschiebungen in der Bevölkerungsverteilung. Ihren sichtbaren Ausdruck finden sie in der seit 1920 in den städtischen Randgebieten neu entstandenen Wohnviertel und den z. T. weit in die Stadtrandzone vorgeschobenen Siedlungen. Nähere Zahlenangaben dazu sind dem Statischen Jahrbuch der Stadt Leipzig, Bd 9, 1948 für die Jahre 1929...1945 und der Arbeit von WÖLFEL (1936) für die Jahre 1928...1936 speziell für die Siedlungen zu entnehmen (s. a. GOERTZ 1930).

Entsprechend den Bevölkerungsverlagerungen entwickelt sich auch das Straßenbahnsystem durch Ausbau der Außenlinien weiter. 1926 wird Wiederitzsch angeschlossen, es folgen 1927 Engelsdorf und 1928 Taucha, Markkleeberg und Liebertwolkwitz (WALTHER 1943). Mit diesen Entwicklungen ist der städtische Wirtschaftsraum Leipzig nach allen Seiten weit in die Amtshauptmannschaft ausgedehnt worden und hat an einigen Stellen benachbarte Kleinstädte (Taucha, Markkranstädt), ja im NW sogar die Grenze des sächsischen Staates überschritten und Schkeuditz erreicht. Somit stehen den rund 690 000 Einwohnern der Stadt im Jahre 1928 bereits 800 000 des engeren Wirtschaftsgebietes gegenüber (LEISKE 1928), die Pendelwanderung erreicht mit rund 40 000 Einpendlern und 24 000 Auspendlern enorme Ausmaße, wobei sich 80 % dieses Verkehrs innerhalb der 10-km-Zone abspielt (LEISKE 1928). Entsprechend dem weiteren Wachstum der Gewerbe in den 30er Jahren muß bis 1939 noch eine Vermehrung dieser Zahlen angenommen werden; genaue Angaben waren aber leider nicht verfügbar.

Dieses Entwicklungsstadium des Ballungsraumes Leipzig begann nun bereits, negative Erscheinungen zu zeitigen, zu deren Behebung seit 1925 an einem Generalbebauungsplan – in Fortführung bereits 1912 begonnener, aber durch den Weltkrieg unterbrochener Unternehmen – gearbeitet wurde. Bereits in der Einleitung wird sinngemäß festgestellt, daß Leipzig sich trotz planmäßiger Gründung planlos entwickelt habe und mit der Industrialisierung alle Nachteile der anarchischen Ballung sichtbar und z. T. untragbar würden. Es sei deshalb notwendig, nicht nur einen Bebauungs-

plan schlechthin zu entwerfen, sondern ein großes baupolitisches Programm, das in sich wirtschaftlich sein und die Grundlage für die Entwicklung der Stadtwirtschaft bieten müsse. Weiter unten heißt es jedoch, daß dieses Ziel trotz vielfacher Anstrengung wegen fehlender theoretischer Grundlagen und mangelnder Vorstellungen über die Perspektive der einzelnen Stadt im Rahmen der gesamten Volkswirtschaft nicht in allen Teilen erreicht werden konnte. So wurde denn auch nur ein Teil der Bestandspläne veröffentlicht, während die Zielpläne unter Verschuß blieben, „um den Grundstücksmarkt nicht zu beunruhigen“ (RITTER 1930).

Wie oben bereits festgestellt, wurden in dieser vorerst letzten Entwicklungsphase des Ballungsraumes Leipzig auch die lange Zeit noch selbständigen Siedlungskörper der benachbarten Kleinstädte durch allmähliches Zusammenwachsen in den Großstadtraum einbezogen. Damit wird die bereits viel ältere wirtschaftliche Bindung dieser Siedlungen an Leipzig auch äußerlich deutlich. In der ersten Phase wurden diese Bindungen vor allem durch die Rauchwarenindustrie hergestellt, deren kommerzielles Zentrum der Leipziger Rauchwarenhandel in Verbindung mit den Pelzauktionen bildete, während die benachbarten Kleinstädte Standorte der Verarbeitungsindustrien wurden. Mit diesem Zeitpunkt (1880...1900) beginnt in ihnen ebenfalls eine stark progressive Bevölkerungsentwicklung (besonders in Taucha, Naunhof, Brandis, Rötha, Zwenkau, Markranstädt, Schkeuditz; SCHULZE 1956, LEISKE 1928, JUCKENBURG 1912, KROKER 1925). Nach der Jahrhundertwende werden diese Gemeinden in verstärktem Maße Standorte auch anderer Industrien, die entweder direkte Verlagerungen aus Leipzig heraus oder Neugründungen auf der Basis des Leipziger Absatzmarktes darstellen, wie die Grobkeramik in Brandis und Liebertwolkwitz, die Kammgarnspinnerei in Naunhof, die Metallverarbeitung und Maschinenindustrie in Markranstädt (SCHULZE 1956). Dabei ist typisch, daß diese Siedlungen nunmehr längs der Hauptverkehrsadern auf Leipzig zu wachsen, so daß die Urbanisierung der weiteren Stadtrandzone sowohl von innen als auch vom äußeren Rand her vonstatten geht. Außerhalb dieser äußeren Randstädte dagegen entwickelten sich bestenfalls noch Wohngemeinden (etwa Machern oder Gerichshain);

vielfach aber veränderte sich die agrarische Struktur überhaupt nicht (z. B. nördlich und östlich Taucha).

Damit ist die Entwicklung des Ballungskernes Leipzig Mitte der 30er Jahre vorerst abgeschlossen. Sie läßt sich wie folgt zusammenfassen:

1. Im Zeitraum von etwa 1860...1880 entstanden in Leipzig unter Ausnutzung der Standortvorteile, die Leipzig als eine der führenden Handelsstädte Deutschlands bot (Konzentration von Kapital, umfangreiches Rohstoffangebot, beste Absatzverhältnisse, gute Verkehrsbeziehungen und freie Arbeitskräfte aus der ortsansässigen und zugewanderten Bevölkerung), viele, vorerst noch kleine Betriebe mit z. T. noch handwerklichem Charakter. Als besondere Konzentrationsräume innerhalb des heutigen Stadtgebietes sind die Innenstadt, die östlichen Vorstädte und Grenzdörfer anzusehen. Die Branchenstruktur war noch im wesentlichen die alte (überragende Dominanz des Buchgewerbes).

2. Zwischen 1880 und 1914 setzt unter dem Einfluß der monopolkapitalistischen Wirtschaftsverhältnisse die betriebliche Konzentration, verbunden mit Verschiebungen in der Branchenstruktur ein. Die ersten Großbetriebe entstehen, und die Industrie geht allgemein zum Exportgeschäft über. Vorbereitet durch die kapitalistischen Terraingesellschaften entwickelt sich der Leipziger Westen zum Hauptballungsraum der Industrie, besonders in Kleinzschocher, Plagwitz und Lindenau, etwas später (nach 1900) auch in Leutzsch und dem heute noch selbständigen Böhlitz-Ehrenberg. Als wichtigste Standortfaktoren sind nunmehr die günstigen Verkehrs- und Handelsbeziehungen der Stadt, die der Industrie jetzt unmittelbar, d. h. ohne Vermittlung des Zwischenhandels, zugute kommen, das direkte Beobachten des Weltmarktes auf den Leipziger Mustermessen, der Facharbeiterstamm und das Kapitalangebot der Leipziger Banken anzusehen.

Gleichzeitig beginnen die Kleinstädte der Umgebung, die von Leipzig abwandernden Industrien (z. B. Rauchwarenveredlung) abzufangen. Daneben entstehen eigene, aber auf den Leipziger Absatz orientierte Betriebe. Damit sind diesen Städten neue Entwicklungsimpulse gegeben.

3. Im Zeitraum zwischen 1914 und 1939 erreicht die Leipziger Industrie, begünstigt durch die Rüstungsproduktion im ersten Weltkrieg und ab

Mitte der 30er Jahre durch Zunahme und Vergrößerung der Großbetriebe ihr bisher größtes Ausmaß. Als Hauptgebiete sind neben dem noch immer dominierenden westlichen Stadtrand jetzt auch der Norden, Nordosten und äußere Osten der Stadt bei Bevorzugung der Standorte mit direktem Anschluß an leistungsfähige Massenverkehrsmittel (Eisenbahn, Kanal) anzusehen. In den Standortfaktoren tritt keine wesentliche Verschiebung ein, als Hauptvorteil muß nach wie vor die zentrale Lage in Deutschland und das gegenseitige Selbstverstärken der alten Faktoren gewertet werden. Gleichzeitig setzt der Urbanisierungsprozeß der Stadtrandzone zwischen Leipzig und den umgebenden Kleinstädten, ja z. T. sogar darüber hinaus, ein.

1.3.

Entwicklung des großstädtischen Ballungskernes Halle

Über die Entwicklung der Industrie der Stadt Halle und ihre Rolle als städtebildender Faktor liegt mit der Dissertation von SCHMIDT (1960) eine moderne Arbeit vor, deren für das vorliegende Thema besonders wichtige Abschnitte publiziert wurden (1961). Im Blick darauf sowie unter Berücksichtigung der Tatsache, daß bei allen individuellen Zügen in der Entwicklung der beiden Ballungkerne dennoch viele Gemeinsamkeiten großstädtischen Werdens zu beobachten sind, kann die folgende Darstellung der Herausbildung des Ballungskernes Halle etwas knapper gefaßt werden.

Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts war Halle mit seinen 35 076 Einwohnern (1852) noch nicht wesentlich über seine spätmittelalterlichen Grenzen hinausgewachsen. Lediglich im N und SW waren mit Neumarkt und Glaucha kleinere Vorstädte vorhanden, und die Bahnhofsanlagen der Leipzig—Magdeburger Bahn sowie der Thüringer Bahn lagen noch vor der Stadt außerhalb der ringsumschließenden Gärten, lediglich durch eine Häuserzeile längs der Leipziger Straße mit der Stadt verbunden (AUGUST 1952).

Diese geringe Veränderung des spätmittelalterlichen Stadtbildes war Ausdruck der seit dem Ende des Dreißigjährigen Krieges bis in die 30er Jahre des 19. Jh. hinein stagnierenden Wirtschaftsverhältnisse (AUBIN 1924, NEUSS 1924). Die alten

Gewerbezweige, denen Halle seine frühere Bedeutung verdankte, wie die Salzgewinnung, Stärkefabrikation und Textilmanufaktur, waren durch veraltete Produktionsmethoden und durch die Konkurrenz anderer, vor allem sächsischer Erzeugnisse z. T. bereits eingegangen, z. T. in ihrer Weiterentwicklung gehemmt, so daß in der 1. Hälfte des 19. Jh. die Universität und die Schulen mit ihren Folgegewerben (Papierherstellung, Buchdruckerei) zum dominanten Faktor der städtischen Wirtschaftsgrundlage geworden waren (SCHMIDT 1961). Selbst der Handel, der an sich auf Grund der günstigen natürlichen Lage der Stadt vorteilhafte Voraussetzungen hätten finden können, spielte infolge der ungünstigen politischen Situation Halles als Stadt im Grenzwinkel einer preußischen Enklave ohne nennenswertes Hinterland und im Einflußbereich des mächtigen Leipzig lange Zeit eine untergeordnete Rolle (KIRCHHOFF 1877, AUBIN 1927). So blieb Halle bis in die 40er Jahre des 19. Jh. eine vorwiegend agrarisch orientierte Landstadt mit größtenteils handwerklicher Weiterverarbeitung landwirtschaftlicher Produkte (NEUSS 1924), deren geringe Bedeutung u. a. auch darin zum Ausdruck kommt, daß es nur infolge der eindringlichen Bemühungen des Fabrikanten und Stadtrates Wucherer gelang, die Eisenbahn Leipzig—Magdeburg (gebaut 1836...1840) schließlich doch über Halle zu führen (NEUSS 1924). Noch bis in die 70er Jahre hinein blieb Halle dann nur Zwischenstation dieser Bahn, eine Stellung, die vor allem durch frachttarifliche Benachteiligung der Halle'schen Wirtschaft schadete (NEUSS 1924).

Bei dieser Situation Halles nimmt es nicht wunder, daß die entscheidenden Anregungen für die Entwicklung der Industrie nicht — wie in Leipzig — aus der Stadt selbst, sondern aus der Umgebung kamen. Sie lagen in der Entwicklung der Rübenzuckergewinnung, des Braunkohlenbergbaus und seiner Folgeindustrien, des Salzbergbaues und des Eisenbahnwesens, für dessen Wirksamkeit die Schaffung des Zollvereins 1834 günstige Voraussetzungen bot.

Die *Zuckergewinnung* war an sich infolge der merkantilistischen Bestrebungen in Preußen schon länger vorhanden. Sie arbeitete vorzugsweise auf der Basis importierten Rohzuckers. Unter dem Einfluß der napoleonischen Kontinentalsperre war zum erstenmal in größerem Umfange das Marggraf'sche Gewinnungsverfahren für Rübenzucker

benutzt, jedoch nach Aufhebung der Sperre wieder aufgegeben worden. In Halle selbst befand sich bis dahin keine Zuckerindustrie. Verbesserungen in der Technologie der Rübenzuckergewinnung, der Schutz durch den Zollverein und die günstigen Anbaubedingungen für Zuckerrüben im Halleschen Gebiet ließen dann seit den 30er Jahren sprunghaft den Rübenanbau zunehmen und eine Vielzahl von Zuckerfabriken zwischen Halle und Magdeburg entstehen (AUBIN 1924; Atlas des Saale- und mittleren Elbgebiets 1959, Bl. 49).

Auf der Basis des hier erzeugten Rohzuckers entstand in Halle als zweites Unternehmen dieser Branche 1835 die „Hallesche Zuckersiederei-Compagnie auf Aktien“, der erste kapitalistisch betriebene Industriebetrieb der Stadt, der zwischen 40 und 50 Arbeiter beschäftigte. Nach anfangs mäßigen Produktionserfolgen begann sich dieser Industriezweig zu festigen, und eine Arbeitsteilung mit den Zuckerfabriken der Umgebung setzte sich durch. Letztere erzeugten den Rohzucker, der in Halle raffiniert wurde. Seit 1862 arbeiteten nach Anlage der „Neuen Aktien-Raffinerie“ zwei große Betriebe dieser Branche in Halle (NEUSS 1924).

Die Bedeutung der Rübenzuckergewinnung lag allerdings für Halle weniger in diesen beiden Raffinerien, sondern vielmehr in der stimulierenden Wirkung, die diese an sich ländliche Industrie auf den Braunkohlenbergbau und den Maschinenbau ausübte.

Der *Braunkohlenbergbau* ging im Halleschen Gebiet bereits gegen Ende des 18. Jh. um, hatte aber als landwirtschaftliches Nebengewerbe allenfalls rein lokale Bedeutung für den Grubenbesitzer. Erst nach Erliegen des Steinkohlenbergbaus von Wettin, Löbejün und Plötz sowie mit zunehmendem Holzangel wurde Braunkohle in größerem Umfang durch die Halleschen Salinen verwendet, und mit dem Aufkommen der Naßpreßsteine begann die Braunkohle, auch als Haushaltsbrennstoff Bedeutung zu erlangen (AUBIN 1924). Jedoch erst der Aufschwung der Zuckerindustrie im Verein mit den Brauereien, Kalkbrennereien und Ziegeleien schuf den großen Bedarf, der zum Aufblühen des Braunkohlenbergbaues führte (KIESEWETTER 1924), und noch 1860 war die Zuckerindustrie mit etwa 57% am Gesamtverbrauch beteiligt (AUBIN 1924). Zu diesem Zeitpunkt wurde der Bergbau von einem Hilfsgewerbe zum selbständigen Industriezweig, dessen Bedeu-

tung durch die beginnende chemische Weiterverarbeitung und Brikettierung noch zunahm und durch den Ausbau des Eisenbahnwesens lebhaft unterstützt wurde.

Für Halle selbst ist der Bergbau – ähnlich wie die Zuckerindustrie – zunächst mittelbar von Bedeutung geworden. Einmal wurde Halle Sitz der Aktiengesellschaften des Bergbaus (Werschen–Weißenfelder Braunkohlen AG, Riebeck'sche Montanwerke, Sächsisch Thüringische AG für Braunkohlenverwertung) und damit Konzentrationsort ihres Kapitals. Es ist dies auch der Zeitraum, in dem die Halle'schen Banken (R. Steckner, H. F. Lehmann) beginnen, sich mit der Industrie zu verbinden. Damit entstand in Halle langsam auch eine eigene Kreditbasis, deren Fehlen mit zu der langen Stagnationsphase in Halle beigetragen hatte (NEUSS 1924). Ferner entstanden jetzt in Halle auch eine Anzahl von Braunkohlensteinfabriken, Destillationen und Raffinerien, so daß damit der Grundstein zur späteren chemischen Industrie der Stadt gelegt war (SCHMIDT 1961). Die wesentlichste Anregung aber, die der Bergbau in jener Zeit für die Entwicklung der Industrie in Halle gab, war der Bedarf an Maschinen und Ausrüstungen. Ähnliche Wirkungen hatte auch der seit 1856 im Staßfurter Revier einsetzende Bergbau auf Stein- und Kalisalze.

Gleichzeitig mit dieser beginnenden Industrieentwicklung, die bis 1850/60 durchaus in weit stärkerem Maße außerhalb der Stadt auf dem flachen Lande vonstatten ging (im Halleschen Gebiet war die Gewerbefreiheit bereits 1808 durch den König von Westfalen eingeführt worden), wurde auch das Straßen- und besonders das Eisenbahnnetz ausgebaut. Besonders in letzterem wurde Halle infolge politischer Rücksichten auf den Verlauf der Landesgrenze zu Sachsen zu einem erstrangigen Knotenpunkt, dessen Verbindungen zeitweilig (1840...1860) besser waren als die Leipzigs. So wurde die Linie Berlin–Erfurt–Eisenach über Dessau–Köthen–Halle bereits 1847, über Wittenberg–Bitterfeld–Leipzig dagegen erst 1859 fertiggestellt. Im Jahre 1869 war noch die Strecke nach Kassel über Sangerhausen–Nordhausen–Northeim fertiggestellt, und 1872 schloß sich die Linie Halle–Cottbus–Sorau an, so daß Halle mit Beginn der 70er Jahre Anschluß an alle wichtigen Landesteile Deutschlands hatte (KAHSE 1960). Damit waren alle wesentlichen Vorbedingungen für

die Entstehung und Entwicklung des wichtigsten Halleschen Industriezweiges, des Maschinenbaus, gegeben. Er war es auch, der die spätmittelalterlichen Fesseln der Stadt sprengte und den Anstoß zur großstädtischen Entwicklung gab. Die Wandlung der wirtschaftlichen Struktur setzt mit Beginn der 2. Hälfte des 19. Jh. ein und vollzieht sich zunächst noch sehr langsam und in handwerklichen Bahnen. Schon 1842 produzierten 3 Kupferschmiede und 3 Gelbgießer Maschinen und komplizierte Apparate für einen bescheidenen außerlokalen Bereich; die Zahl der überhaupt in der Metallverarbeitung tätigen Handwerksbetriebe stieg von 135 im Jahre 1840 auf 201 im Jahre 1861 (NEUSS 1924). Aus dem Kreise dieser Handwerker entstanden dann auch die ersten fabrikkartigen Betriebe. Ihre Standorte innerhalb des Stadtgebietes lassen noch keinerlei bestimmte Orientierung erkennen, sie produzierten – wie die Handwerksbetriebe – für den örtlichen und nahen Bedarf im Bergbau, Zuckerindustrie und Landwirtschaft. Dabei zeichnet sich aber ein später bestimmend werdender Grundzug ab, die starke Spezialisierung in der Produktion. Sie ist bereits bei den ersten, zwischen 1856 und 1862 entstandenen fünf Fabriken erkennbar (nach NEUSS 1924, S. 128/29):

Gründungs- jahr	Name	Produktion
1856	Leutert u. Möves	Bergbaumaschinen, Förderwagen, Wasser- haltemaschinen, später Brikettpressen
1857	A. L. G. Dehne	Armaturen, später Filter- pressen für die Zucker- industrie
1859	F. Schmidt	Dampfkessel und Apparate
1860	Jung u. Must	Gußwaren und Maschinen- teile
1862	Fr. W. Meinel	allgemeiner Maschinenbau

Als weitere spezielle Branche entwickelte sich auch der Wagenbau.

Mit dem Jahre 1860 etwa begann sich Halle – bedingt durch den Aufschwung seiner Wirtschaft, der sich nicht nur im Handwerk und Industrie, sondern auch im Handel (Halle wurde zum führenden Getreidemarkt; NEUSS 1924) und Geld-

wesen abzeichnete – über die spätmittelalterlichen Befestigungen, die erst jetzt in vollem Umfange beseitigt wurden, auszudehnen. Damit begann die Entwicklung in Stadtvierteln unterschiedlicher Struktur, zunächst durch eine gewisse Konzentration der größeren Industriebetriebe in der Nähe des Bahnhofs mit der Tendenz, der bereits kurz nach 1815 ausgebauten Merseburger Chaussee zu folgen. Korrespondierend dazu entstehen die ersten Arbeiterwohnviertel südwestlich des Bahnhofs und im Bereich des ehemaligen Gartenringes. Dieser Vorgang verläuft stetig, aber nicht übermäßig schnell, denn noch im Jahre 1870 dominiert die regellose Mischung in der Verteilung von Arbeits- und Wohngebieten, wie überhaupt das Wachstum der Stadt noch langsam voranschreitet. Die qualitative Umstellung in der Branchenstruktur der Industrie ist allerdings zu diesem Zeitpunkt nahezu abgeschlossen und zeigt folgenden Aufbau (SCHMIDT 1961, S. 1082):

Braunkohlensteinfabriken	29 Betriebe
Destillationen u. Raffinerien	24 Betriebe
Stärkefabriken	21 Betriebe
Maschinenfabriken	20 Betriebe
Brauereien	13 Betriebe

Dabei beginnt die Mehrzahl der Industriebetriebe, ihr Absatzgebiet über den unmittelbar lokalen und zirkumlokalen Markt hinaus auszuweiten und Halle aus seinen bisherigen engen Verflechtungen mit dem unmittelbaren Umland herauszulösen.

Beurteilt man den Zeitraum zwischen 1850 und 1870 zusammenfassend, so muß festgestellt werden, daß in ihm die Grundlage für die spätere Entstehung des großstädtischen Ballungskernes gelegt wurde. Dies bezieht sich einmal auf die Herausbildung der auch später zu beobachtenden Branchenstruktur in der Industrie, daneben aber auch auf die Herausbildung der Handelsfunktion im Sach- und Geldgeschäft wie auch auf die Schaffung eines gut ausgebauten und leistungsfähigen Verkehrsnetzes. Als wesentlichste Standortfaktoren für die Hallesche Industrie müssen in jener Zeit der Bedarf der Zuckerindustrie, des Braunkohlenbergbaues und der Landwirtschaft an Maschinen und Geräten, ferner die in der Umgebung zu gewinnenden Rohstoffe – wie Braunkohle, Salze, landwirtschaftliche Produkte – und das Zusammentreffen der Straßen und Eisenbah-

nen angesehen werden (SCHMIDT 1961). „Im allgemeinen aber tendierte der Charakter des Wirtschaftslebens in Halle bis 1865, ja bis 1870 immer noch nach der agraren Seite: Der Handel mit agrarischen Produkten hatte bislang den Umsatz der anderen Güter weit überwogen, auch der Hauptteil des Geldverkehrs kam daher auf die agraren Erzeugnisse.“ (NEUSS 1924, S. 154).

In der Zeit nach 1870 bis zum ersten Weltkrieg erreichte die Entwicklung der Industrie in Halle ihre größten Ausmaße. Gleichzeitig wuchs die Stadt und ihre Bevölkerung auf reichlich das Dreifache ihrer alten Größe an, eine stärkere Differenzierung des Stadtkörpers in funktionell unterschiedliche Stadtviertel setzte sich durch, und ab 1890/1900 beginnt die Verstädterung, auch auf die Nachbargemeinden überzugreifen. Dies findet seinen Ausdruck in der im Jahre 1900 durchgeführten Eingemeindung der Dörfer Giebichenstein, Kröllwitz und Trotha nördlich der Stadt.

Drei Industriezweige bestimmen nunmehr die Industriestruktur der Stadt: Die Nahrungs- und Genußmittelindustrie (bes. Tabak- und Zuckerverarbeitung, Brauerei und Mineralwasserfabrikation), der Maschinenbau mit den Zulieferbetrieben der Metallverarbeitung und die chemische Industrie (bes. Ölraffinerien, Farben- und Seifenherstellung). Zwei dieser Zweige zeigten dabei sehr deutliche Konzentrationsgebiete: Der Maschinenbau bevorzugte als stark transportintensive Produktion die Nähe der Eisenbahnen und bildete vorwiegend das Industrieviertel südlich und östlich des Bahnhofes längs der Merseburger und Delitzscher Straße sowie östlich der Magdeburger Straße. Er war bereits in den 90er Jahren mit etwa 40 % Exportproduktion zu einer bedeutenden Exportindustrie geworden.

Ihm gegenüber stand die Konzentration der Nahrungsmittelindustrie in der Altstadt, die zu etwa einem Drittel dort lokalisiert war. Im übrigen verteilte sich die Industrie auch um 1900 noch stark streuend über das Stadtgebiet, lediglich im Norden waren größere, industriefreie Stadtteile entstanden (SCHMIDT 1961).

Nach der Jahrhundertwende wurden dann auch einige Nachbargemeinden zu Industriestandorten, besonders Ammendorf im Süden sowie Diemitz und Büschdorf im Osten. Die Industrieansiedlung erfolgte hier aus Halle heraus, da für eine Reihe von Betrieben die höhere Grundrente in der Stadt,

verschiedene bau- und gewerbepolizeiliche Bestimmungen, die städtischen Steuerlasten sowie die Verbesserung des Wassers in der Stadt bereits deren weitere Entwicklung erschwerten. Andererseits wirkte das Lohngefälle nach den Landgemeinden stimulierend für Standortverlegungen. Im Falle Ammendorfs begünstigte die bereits 1902 in Betrieb genommene Überlandbahn Halle—Merseburg die Industrialisierung zusätzlich. Nachdem schon in den 50er Jahren hier zwei Braunkohlengruben bestanden, von denen eine im Jahre 1858 bereits probeweise die Brikettierung durchführte, entstanden zwischen 1890 und 1902 drei größere Fabriken (u. a. die Papierfabrik und die chemische Fabrik Buckau), denen bis 1923 weitere Betriebe des Maschinenbaus und Wagenbaus, aber auch der chemischen Industrie folgten (MICHAEL 1925).

Für Diemitz und Büschdorf wurde die Nähe des großen Halleschen Güterbahnhofes, der ja z. T. sogar auf Diemitzer Flur liegt, zum wesentlichen Faktor der Industrieansiedlung. Es waren wieder spezifisch Hallesche Zweige des Maschinenbaus und der Metallverarbeitung, des Wagenbaus und der chemischen Industrie, deren Betriebe hier entstanden (HOFFMANN 1922). Damit hatte sich in Halle ein ausgeprägtes Industrieviertel am östlichen und südlichen Stadtrand mit dem Güterbahnhof als Zentralpunkt entwickelt, in dem vor allem die Großbetriebe des Maschinenbaus und der Chemie ihren Standort hatten.

Gleichzeitig entstand aber im Osten der Stadt ein erhebliches Hindernis für die weitere Ausdehnung der Stadt, dessen Wirkung mit der der Saaleaue ohne weiteres verglichen werden kann. Beide Hindernisse werden noch heute nur von je zwei vollausgebauten Straßenzügen überwunden, so daß sich Halle zwangsläufig vorzugsweise nach Norden und Süden ausdehnen mußte.

Diese Tendenz wurde auch durch die Maßnahmen der Halleschen Stadtplanung, die im Anschluß an den 1928 neugebauten Saalehafen in Trotha ein größeres Industriegelände freihielt, noch unterstützt (Landesplanung im engeren mitteldeutschen Industriebezirk, Atlas, 1932, Kt. 30). Wenn diese Entwicklung nicht in voller Konsequenz weiterlief, so vor allem deshalb, weil Halle — im Gegensatz zu Leipzig — nach dem ersten Weltkrieg in eine ruhigere Phase seiner Entwicklung eintrat, die offensichtlich im Zusammenhang

mit der Verlagerung des industriellen Schwerpunktes aus der Stadt heraus nach Süden in das Merseburger Gebiet steht. Denn bereits um die Jahrhundertwende begann der rapide Aufschwung des Braunkohlenbergbaues im Geiseltal und auf dessen Basis der spätere Aufbau der Großchemie von Leuna und Buna, und beide banden die Arbeitskräfte, die sonst der weiteren Entwicklung der Halleschen Industrie zur Verfügung gestanden hätten.

Gleichzeitig, offenbar begünstigt durch das relative Stagnieren der weiteren Industrialisierung Halles nach dem ersten Weltkrieg, gewinnen Handel, Verwaltung, Geldwesen, Verkehr und Dienstleistungen zusätzlich an Gewicht. Wenn auch Halle bis 1945 nicht Hauptstadt seines Verwaltungsbezirkes war, sondern diese Rolle seit 1815 Merseburg überlassen mußte, so war es doch sein tatsächlicher wirtschaftlicher Schwerpunkt, in dem alle entsprechenden Einrichtungen vorhanden waren. Halle besaß damit – wenn man das Prozentverhältnis der Beschäftigten als Maßstab heranziehen will – im Jahre 1925 fast die gleiche wirtschaftliche Struktur wie das benachbarte Leipzig (nach GIESE 1929, S. 138):

	Halle	Leipzig
A. Gärtnerei und Tierzucht	0,3	0,3
B. Industrie, Bergbau und Bauwesen	55,7	58,9
C. Handel und Verkehr	39,7	37,5
D. Kultur und Bildung	1,1	0,8
E. Gesundheitswesen	3,2	2,5

Die Entwicklung Halles und seiner Industrie zum Ballungskern kann damit wie folgt zusammengefaßt werden:

Die Anfänge der Industrientwicklung liegen in Halle zwischen 1850 und 1870. Sie wird durch die schon zeitiger einsetzende industrielle Erschließung der Halleschen Umgebung stimuliert und führt im Verlaufe von etwa 20 Jahren zur Umbildung der Branchenstruktur. Zwischen 1870 und 1910 entwickelt sich die Industrie in Halle stürmisch, wobei bei starker Spezialisierung drei Zweige (Maschinenbau, Nahrungsmittel, Chemie) dominieren. Es entsteht dabei im Osten und Süden – hier die angrenzenden Gemeinden mit erfassend – ein größeres Industrieviertel, in dem speziell die Großbetriebe lokalisiert sind. Die kleinen Betriebe

streuen über das gesamte Stadtgebiet und häufen sich nochmals in der Altstadt. Die der Industrieentwicklung entsprechende Ausdehnung des Stadtgebietes wird durch die Saale und durch das Eisenbahn-Industriegelände in die N-S-Richtung gedrängt. Bereits in dieser Phase läuft auch die Verstärkung der Handels- und Verwaltungsfunktion parallel, so daß Halle nach dem ersten Weltkrieg bei jetzt ruhigerer Weiterentwicklung eine gleichmäßig ausgewogene, der Leipzigs nahekommenen Funktionsstruktur besitzt.

2. Die Entwicklung der Braunkohlenreviere zu großindustriellen Ballungsräumen

Neben den beiden großstädtischen Ballungskernen von Halle und Leipzig sind es die Braunkohlenreviere innerhalb der Leipziger Tieflandsbucht, die sich auf Grund des umfangreichen Bergbaues und seiner gewaltigen Folgeindustrien zu großindustriellen Ballungsräumen entwickelten und gegenwärtig 36 % der Bevölkerung und 46 % des Industriepotentials des gesamten Ballungsgebietes umfassen. Die industrielle Entwicklung verlief hier relativ gleichartig. Die Lokalisation der Industrie ist in ihnen im großen Rahmen durch die Lage und Gestaltung der Kohlenlagerstätte vorgezeichnet.

Vom Standpunkt der Rohstoffwirtschaft ist die Braunkohle in doppelter Hinsicht wesentlich: Erstens ist sie ein primärer Energieträger für die Gewinnung von Gas, Wärme und Elektrizität, zweitens ist sie Rohmaterial für die Gewinnung zahlreicher chemischer Grundstoffe. Im Naturzustand weist sie einen hohen Prozentsatz von Ballaststoffen auf (allein zwischen 50...60 % Wasser und bis 10 % Asche), der ihren Transport im Gegensatz zur Steinkohle oder zum Erdöl aus wirtschaftlichen Gründen nur über geringe Entfernungen zuläßt. Dadurch liegt der günstigste Standort aller unmittelbaren Verarbeitungsindustrien, aber auch einer Reihe anderer Zweige, die einen hohen Bedarf an Rohbraunkohle haben, unmittelbar im oder am Braunkohlenvorkommen. Es haben sich daher im Verlaufe der Entwicklung

einige typische Folgeindustrien im Braunkohlengbiet herausgebildet, die sich in wenigen Gruppen zusammenfassen lassen:

a) Die mechanischen Aufbereitungsindustrien, deren Produktion im wesentlichen auf die Verminderung der transporthemmenden Eigenschaften der Kohle sowie auf die Erhöhung ihres Heizwertes gerichtet ist: Erzeugung von Handstreichsteinen, Naßpreßsteinen, Haushalts- und Industriebriketts;

b) Die chemischen Aufbereitungsindustrien, die der Kohle die chemisch weiterverarbeitbaren Grundstoffe entziehen: Vergasung, Verschwelung, Hydrierung;

c) Die unmittelbare Erzeugung von Elektroenergie, sowohl für den industriellen Bedarf an Ort und Stelle wie auch für das öffentliche Netz;

d) Sonstige Rohkohle verbrauchende Industrien, die weitere bergbauliche Produkte sowie landwirtschaftliche Erzeugnisse im Braunkohlengbiet verarbeiten: Ziegeleien und keramische Industrie, Zuckerfabriken.

Die hier skizzierte allgemeine Abfolge der Bergbaufolgeeinrichtungen ist in allen Revieren des Ballungsgebietes vorhanden, selbstverständlich mit gebietsspezifischen Entwicklungs- und Lokalisationsunterschieden. Es scheint daher gerechtfertigt, die industrielle Entwicklung in den Braunkohlenrevieren im zusammenfassenden Überblick darzustellen und lediglich auf die wichtigsten Ausnahmerecheinungen gesondert einzugehen. Damit können auch unnötige Wiederholungen vermieden werden.

Die Grundlage für die Entwicklung des Bergbaues und seiner Folgeindustrien bildet die große mitteldeutsche Braunkohlenlagerstätte, die sich im Zeitraum vom mittleren Eozän bis zum unteren Miozän im zentralen Teil der heutigen Leipziger Tieflandsbucht, dem sogenannten Weißelster-Becken nach G. MEYER, bildete. Ihre geologische Situation ist in ausführlicher Weise bei PIETZSCH (1962) beschrieben. Auf seiner Darstellung beruht die folgende knappe Charakteristik.

Den Hauptteil der Braunkohlenvorkommen nehmen die obereozänen-unteroligozänen Flöze der sogenannten älteren sächsischen Braunkohlenformation ein. Sie füllen – nur an wenigen Stellen (z. B. zwischen Markranstädt und Leipzig) durch Auftragungen des prätertiären Untergrundes unterbrochen – in mehr oder weniger söhlicher Lagerung

das gesamte Weißelster-Becken, das etwa durch die Orte Halle–Weißenfels–Zeitz–Altenburg–Frohburg–Bad Lausik–Taucha begrenzt wird. Insgesamt sind drei Flöze von bergbaulicher Bedeutung vorhanden: das Unterflöz, das Hauptflöz und das Oberflöz.

Das Unterflöz ist nur im südlichen Teil des Beckens im Bereich zwischen Pegau, Meuselwitz und Borna entwickelt. Es ist im allgemeinen nur zwischen zwei und vier Meter mächtig, schwillt aber gelegentlich – offenbar infolge Auslaugung des Untergrundes – in einzelnen Kesseln bis zu 30 und 50 Meter Mächtigkeit an. Der Abbau dieser Kessel bereitete wegen der schwer zu bewältigenden Wasserhaltung manche Schwierigkeiten; die übrigen Teile des Unterflözes können dort mit abgebaut werden, wo das Zwischenmittel zum Hauptflöz nicht zu mächtig wurde.

Das Hauptflöz nimmt das gesamte Weißelster-Becken ein. In seinem südlichen Teil ist es stellenweise in zwei Teile gespalten, die nach der Lage ihrer bergbaulich wesentlichen Teile auch als Bornaer (= unterer Teil) und Thüringer (= oberer Teil) Hauptflöz bezeichnet wurden. Die Gesamtmächtigkeit des Hauptflözes beträgt durchschnittlich etwa 14...16 Meter, sowohl nach Süden als auch nach Norden dünnt es allmählich aus, um dann ganz auszukeilen bzw. in der Gegend von Leipzig in das Oberflöz überzugehen. Im gesamten südlichen Teil des Braunkohlengbietes, von der Südgrenze nach Norden bis in die Gegend von Böhlen und Espenhain ist das Hauptflöz die bergbaulich wesentliche Lagerstätte, die in ihren unteren Teilen häufig bis zu einem Meter mächtig als Stückkohle entwickelt ist, eine Erscheinung, die sich im mittleren Teil des Flözes nochmals wiederholt und für die ersten Phasen des Bergbaus besondere Bedeutung hatte.

Über dem Hauptflöz setzt bereits im Gebiet von Meuselwitz–Altenburg das Oberflöz ein. Es ist durch ein zwischen 10 bis 20 m mächtiges Zwischenmittel aus Tonen und Sanden vom Hauptflöz getrennt und bleibt im südlichen Teil des Gebietes noch wenig mächtig. Erst nördlich einer Linie Borna–Zwenkau nimmt es an Mächtigkeit zu und wird bauwürdig. Im Gebiet von Böhlen-Espenhain übernimmt es die Rolle des Hauptflözes und erstreckt sich unter ständigem Absinken bei Vereinigung mit dem Hauptflöz nach Norden weiter bis etwa an den nördlichen Stadtrand von Leipzig

und nach Nordwesten bis ins Markranstädter Gebiet.

Diese bisher beschriebenen Flöze wurden und werden vor allem im südlichen und südwestlichen Teil des Ballungsfeldes (siehe Fußnote 1), also in den Revieren von Zeitz–Weißenfels, Borna–Meuselwitz und Leipzig abgebaut.

Den nördlichen und nordöstlichen Teil des Gebietes bestimmt die oberoligozäne Braunkohle des Bitterfelder Raumes. Sie besteht im wesentlichen aus einem Flöz von 7 bis 9 Meter Mächtigkeit und reicht nach Süden bis in das Gebiet Leipzig-Liebertwolkwitz, dabei die eozänen Flöze überlappend. Im Gebiet der Tauchaer Endmoränen und Porphyrkuppen ist das Flöz, offenbar durch pleistozäne Erosion, stark zerschnitten und häufig völlig abgetragen. Nach Norden reicht es bis über das Gebiet von Bitterfeld hinaus in den Raum östlich Köthen.

Um dieses große, zusammenhängende zentrale Braunkohlenvorkommen, das immerhin eine Fläche von rund 2500...2700 km² einnimmt, liegen im Westen und Osten eine Reihe wesentlich kleinerer Randbecken. Von bergbaulicher Bedeutung sind hier nur das mitteleozäne, zum Teil bis 100 m mächtig werdende Vorkommen des Geiseltales sowie die kleineren Vorkommen westlich Halle. Die wesentlich jüngeren Randbecken im Osten – sie werden den insgesamt miozänen Lausitzer Horizonten gleichgestellt – sind so klein, daß sie bergbaulich nie bedeutsam waren.

Zusammengefaßt kann also festgestellt werden, daß abbauwürdige Braunkohle den größten Teil des gesamten Ballungsgebietes unterlagert. Sie ist hierin standörtlichem Sinne scheinbar Ubiquität, tatsächlich jedoch haben ihre unterschiedliche physikalische und chemische Beschaffenheit sowie die Veränderungen im Verhältnis der Flözmächtigkeit zur Mächtigkeit des Deckgebirges in Abhängigkeit von der technischen und wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit des Bergbaues zur örtlich und zeitlich unterschiedlichen Herausbildung der einzelnen Reviere geführt.

Neben dem Vorhandensein der Braunkohle wurden noch andere Rohstoffe für die Entwicklung insbesondere der Bergbaufolgeindustrien bedeutsam. Dies waren in der älteren Phase die Vorkommen von industriell verwertbaren Lehmen und Tonen für die Ziegel- und keramische Industrie. Sie kommen in den tertiären und pleistozänen

Ablagerungen nahezu überall vor und fallen häufig als Abraumprodukt des Bergbaues direkt an. Gleichbedeutend war auch der Anbau von Zuckerrüben, insbesondere im ehemals sachsenanhaltinischen Teil des Gebietes westlich der Saale und nördlich der Elster, wo er praktisch zum Initiator der Entwicklung des Bergbaues wurde. Ähnlich sind auch die westlich der Saale allenthalben vorkommenden Salze zu bewerten; jedoch spielten sie im Ballungsgebiet selbst nur eine untergeordnete Rolle.

Für die Lokalisation der chemischen Großindustrie spielten schließlich noch ausreichende Wassergewinnungsmöglichkeiten und große, billige Betriebsgelände eine wesentliche Rolle. Beide sind im Untersuchungsgebiet nicht überall in gleicher Weise verfügbar, eine Tatsache, auf deren standörtliche Bedeutung noch zurückzukommen sein wird.

Schließlich waren die bergrechtlichen Verhältnisse für die Entwicklung des Braunkohlenbergbaues zumindest in seinen älteren Phasen von wesentlicher Bedeutung. Der größere Teil des Gebietes, nämlich alle ehemals kursächsischen Bereiche, gehörte zum sogenannten Mandatsgebiet, in dem durch das kursächsische Bergbaumanat vom 19. 8. 1743 dem Grundeigentümer das Abbaurecht auf alle unter seinem Grund und Boden vorhandenen Bodenschätze a priori zuerkannt wurde, verbunden mit dem Zwang zum Betrieb. Dieses Mandat blieb ungeachtet der administrativen Veränderungen von 1815 in allen ehemals kursächsischen Gebieten bis 1843 gültig. Erst jetzt wurde in den neupreußischen Teilen des Gebietes der Betriebszwang aufgehoben und durch die Bergbaunovelle von 1869 die Bergbaukonzession vom Grundeigentum völlig gelöst (PIATSCHECK 1923). Es galt also bis etwa 1870 im größten Teil des Gebietes – nämlich mit Ausnahme des altpreußischen Saalkreises und der Grafschaft Mansfeld, d. h. also im wesentlichen mit Ausnahme des Halleschen Reviers – das Prinzip des Grundeigentümerbergbaues, das die Zersplitterung des Abbaues in kleine und kleinste Betriebe wesentlich begünstigte. Nur im Halleschen Revier bestand Bergbaufreiheit, d. h. das Recht des Staates, die Schürf- und Abbaugenehmigung an jeden Antragsteller – unabhängig davon, ob ihm der entsprechende Boden auch gehörte – zu erteilen (PIATSCHECK 1923).

Unter den dargestellten bergbaulichen und bergrechtlichen Bedingungen begannen sich seit etwa 1850, die einzelnen Braunkohlenreviere als zumindest strukturell einheitliche, kleine Wirtschaftsgebiete herauszubilden. Ihre Abgrenzung gegeneinander hat sich im Laufe der Entwicklung mehrfach verschoben, sowohl durch objektive Ausdehnung und Schwerpunktverlagerungen als auch aus bergbautechnischen und wirtschaftspolitischen Gründen. Unabhängig von diesen Rücksichten wird unter Revier im folgenden das jeweils strukturell einheitliche und damit zusammengehörige Bergbaugebiet verstanden. Unter diesem Gesichtspunkt existierten im Ballungsgebiet fünf Reviere, nämlich Halle, das Geiseltal, Zeitz – Weißenfels, Borna – Meuselwitz und Bitterfeld. Zu ihnen gehören im einzelnen:

Revier Halle:

Die Vorkommen westlich (um Teutschenthal) und südlich (bei Ammendorf) von Halle

Geiseltalrevier:

das geologisch einheitliche Geiseltalvorkommen einschließlich des kleinen, isoliert liegenden Beckens von Roßbach

Zeitz – Weißenfels:

die zwischen Saale und Elster gelegenen Vorkommen des Weißelster-Beckens

Borna – Meuselwitz:

die östlich der Weißen Elster zwischen Leipzig und Altenburg liegenden Vorkommen. Dieses Revier wurde häufig in das Altenburger – Meuselwitzer und das Bornaer geteilt, jedoch sind beide heute nahezu zusammengewachsen.

Bitterfeld:

die oberoligozänen Vorkommen um Bitterfeld.

Von wenigen Ausnahmen abgesehen (Gebiet von Altenburg und Langebogen westlich Halle), begann der Abbau in allen Revieren ziemlich gleichzeitig um die Mitte des 18. Jh. Als Bergbau im eigentlichen Sinne konnte er jedoch noch nirgends bezeichnet werden, da es sich in der Regel um unfachmännische Gräberei in kleinen und kleinsten Gruben handelte, die von Landwirten und anderen Grundbesitzern episodisch zur Deckung des eigenen Bedarfs betrieben wurden. Diese ersten Gruben lagen zum größten Teil an den Rändern der austreichenden Flöze oder in den kleinen, flachen Randbecken. Von irgendwelcher wirtschaftlichen Bedeutung war dieser Abbau im allgemeinen noch nicht, da die Rohbraunkohle beim

Zustand der damaligen Verkehrsmittel kaum transportfähig und ohne speziellere Verbrennungs- bzw. Aufbereitungsanlagen auch nicht verwendbar war. Dazu kam, daß der allgemeine Bedarf an Brennmaterial noch im wesentlichen billig mit Holz gedeckt werden konnte. Erst in den 20er und 30er Jahren des 19. Jh. begann sich ein gewisser Aufschwung abzuzeichnen, dessen Ursachen für das Hallesche Revier im steigenden Brennstoffbedarf der landwirtschaftlichen Folgeindustrien (Zuckerfabriken, Brauereien, Brennereien, aber auch Ziegeleien und Zementfabriken (KIESEWETTER 1924), für das Bitterfelder und Borna – Meuselwitzer Revier in der Herstellung ziegelähnlicher Handstreichsteine zu sehen sind. Der grundsätzliche Charakter des Abbaues als eines landwirtschaftlichen Nebengewerbes blieb aber auch in dieser Zeit bis etwa 1850 erhalten, lediglich die Zahl der Gruben begann sich zu vermehren. So wurden im Zeitz – Weißenfelser Revier im Jahre 1842 allein 122 Gruben gezählt (REINHARDT 1922), in der Altenburger Gegend waren es im Jahre 1836 56 Gruben (BECKER 1932). Der Absatzradius ihrer Produkte kam aber allgemein über 10...15 km nicht hinaus (SPLETT 1924, BECKER 1932).

Mit dem allgemeinen Ausbau des Eisenbahnnetzes in den Braunkohlengebieten wurde eine wesentliche Voraussetzung für den Aufschwung des Bergbaues geschaffen. Jedoch setzte dieser generell erst nach 1855 ein – abgesehen von der schon 1842 eröffneten Linie Leipzig – Altenburg mit der 1845 fertiggestellten Verlängerung bis Zwickau, die damit die Zufuhr der Steinkohle nach Leipzig verbesserte, sowie der Linie Halle – Weimar, die bereits 1846 die Möglichkeit des Eisenbahnanschlusses für die Ammendorfer Gruben brachte.

Als erstes Revier war das Bitterfelder im Jahre 1859 an die wichtigsten Großverbraucherorte Berlin, Leipzig und Halle angeschlossen, und im gleichen Jahre erhielt das Zeitz – Weißenfelser Revier durch den Bau der Linie Gera – Zeitz – Weißenfels Anschluß an Halle – Leipzig und an Gera. Der Anschluß der beiden anderen Reviere Borna – Meuselwitz und Halle erfolgte dagegen in vollem Maße erst zwischen 1865 und 1870 (Atlas des Saale- und mittleren Elbegebietes 1959, Bl. 41).

In diesem Zeitraum des Bahnausbaues zwischen 1850 und 1870 beginnt der Bergbau – unterstützt

durch die verbesserten Absatzmöglichkeiten auf der Eisenbahn sowie durch die Verarbeitung der Rohkohle zu maschinell geformten Naßpreßsteinen – allmählich zu einem selbständigen Industriezweig zu werden. Zwar bleiben die Betriebe infolge mäßiger Nachfrage und Kapitalmangels nach wie vor noch klein; jedoch gehen sie jetzt in die Hände von Handwerkern, Kaufleuten und Fabrikbesitzern über (HERRMANN 1933), und 1858 entsteht mit der AG „Zum Fortschritt“ bei Meuselwitz der erste selbständige vollkapitalistisch betriebene Bergbaubetrieb (BECKER 1932). Der Schwerpunkt liegt in dieser Zeit im Bitterfelder und Zeitz–Weißenfelder Revier. In Bitterfeld war es der ständige lokale Abnehmerkreis (Bitterfelder Tuchindustrie, Ziegeleien – z. T. betriebseigen – und Keramik, landwirtschaftliche Nebengewerbe), der im Verein mit Tarifvergünstigungen auf der Eisenbahn die wirtschaftliche Grundlage für die Ausweitung des Rohkohlenversandes nach Halle und Leipzig und vor allem nach Berlin abgab, so daß der Bergbau im Jahre 1864 bereits rund 700 Arbeitskräfte beschäftigte (HOBGING 1926/28, SPLETT 1922). Das Zeitz–Weißenfelder Revier verdankte seinen frühen Aufschwung dem hohen Bitumengehalt seiner Kohle, der insbesondere am NW-Rand des Reviers stellenweise bis 30 % erreichte und ab 1854 das rasche Aufblühen der Schwelindustrie zur Folge hatte (KNABE 1927, BARTHEL 1962).

Dieser Umwandlungsprozeß des Bergbaus zum selbständigen Industriezweig ist verbunden mit dem langsamen Übergang zu größeren Betriebseinheiten, mit beginnender Mechanisierung des Abbaus, mit ersten Versuchen der industriellen Weiterverarbeitung der Kohle (1856 Erfindung der Brikettpresse, 1858 erste Erprobung auf der Grube v. d. Heydt b. Ammendorf; BECKER 1932, KIESEWETTER 1924; ab 1854 Verschmelzung) und findet in der Entwicklung der Eisenbahn als dem für den Bergbau besonders wesentlichen Massenverkehrsmittel eine wesentliche Unterstützung. Etwa um 1870 ist dieser Prozeß allgemein abgeschlossen und damit die Grundlage für die beginnende großindustrielle Entwicklung geschaffen.

Bis zu diesem Zeitpunkt waren die Auswirkungen des Bergbaus und seiner Folgeindustrien auf die wirtschaftliche Struktur der betroffenen Gebiete noch außerordentlich gering und konnten die agrarische Grundstruktur wenig beeinflussen.

Nach 1870 kam es zunächst infolge der aus den französischen Kriegskontributionen stammenden Kapitalien auch im Braunkohlenbergbau im verstärkten Maße zum Entstehen monopolkapitalistischer Betriebe, die auf Grund ihrer Kapitalkraft in der Lage waren, größere Kohlenfelder in einem Betrieb zu vereinigen und damit die negativen Auswirkungen des bestehenden Bergrechtes (Kleinbetriebe und Zersplitterung) zu überwinden. Diese Aktiengesellschaften gingen entweder aus bestehenden kleineren Betrieben durch Zusammenschluß hervor oder entstanden durch völlige Neugründung und konnten die Produktion im großen Stile aufnehmen. Gleichzeitig wird auch ab 1872/73 die Brikettierung, deren hohe Anlagekosten kapitalstarke Unternehmungen voraussetzten, im Bitterfelder und Borna–Meuselwitzer Revier und wenig später (etwa ab 1880 nach endgültigem Erliegen der Schwelerei) im Zeitz–Weißenfelder Revier eingeführt (BECKER 1932, REINHARDT 1922, HOBGING 1926/28). Die Finanzierung dieser Unternehmungen erfolgt in der ersten Phase vorwiegend durch Hallesche Banken, die jedoch gegen Ende des Jahrhunderts in zunehmendem Maße von Berliner Großbanken verdrängt wurden (HERRMANN 1933).

Wenn der Bergbau trotz dieses Ausbaus und damit enormer Steigerung seiner Leistungsfähigkeit bei ständig sinkenden Preisen trotz allem nach wie vor über mehr oder weniger lokale Bedeutung nicht hinauskam, so liegt das daran, daß sich die Braunkohle – außer in bestimmten landwirtschaftlichen Industrien – als industrieller Brennstoff gegen die Steinkohle und die wesentlich bessere Böhmisches Braunkohle, die zudem noch durch günstige Abbaubedingungen, niedrigere Löhne im böhmischen Bergbau und Ausnahmetarife auf den sächsischen und böhmischen Bahnen billiger als die einheimische zu haben war, noch nicht durchsetzen konnte. Die Entwicklung des Bergbaues verlief daher trotz Einführung des Industriebriketts nach wie vor langsam und führte gegen 1890 allgemein zu krisenhaften Erscheinungen (HUBRICH 1925), die sich im Bitterfelder Revier besonders bemerkbar machten, weil diesem durch die Aufkündigung der Sondertarife der Hauptabsatzmarkt Berlin an die Böhmisches und Lausitzer Kohle verloren ging (HOBGING 1926/28).

Diese Situation führte dazu, daß sich die chemische Großindustrie, deren Hauptstandorte bis

dahin im Rhein-Main- und Rhein-Ruhr-Gebiet lagen, bereits in den 90er Jahren mit mehreren Betrieben im Bitterfelder Revier ansiedelte. Dabei handelte es sich vorwiegend um Betriebe, die auf elektrolytischem Wege wichtige chemische Grundstoffe – wie Ätznatron, Ätzkali und Chlor – in Großanlagen produzierten. Aus der Fülle der für diese Standortwahl maßgebenden Gesichtspunkte führt HESS (1965) die billige Kohle als den entscheidenden an, die zur Stromerzeugung für die Elektrolyse in großem Umfang benötigt wurde. Nicht weniger bedeutsam dürften aber die günstige Heranführungsmöglichkeit der verschiedenen Salze als Ausgangsstoffe aus dem Halleschen Gebiet, die günstigen Wasser- und Vorflutverhältnisse und das billige Baugelände bei einem gut entwickelten örtlichen Bauwesen gewesen sein. Innerhalb von vier Jahren entstanden hier drei chemische Großbetriebe (1894 Griesheim-Elektron, 1894 Elektrochemische Werke, 1895 Farbenfabrik Wolfen) und ein mittlerer Betrieb (1898 chemische Fabrik „Salzbergwerk Neustaßfurt“), denen zwis zwischen 1903 und 1909 zwei weitere Mittelbetriebe (1903 Maintalwerke, 1905 Chemische Fabrik Herz) und ein Großbetrieb (1909 Filmfabrik Wolfen) folgten (HESS 1965). Alle diese Werke werden durch entsprechende Lieferverträge zu festen Kohleabnehmern bzw. gliederten sich eigene Gruben durch Pacht oder Kauf an. Ihre Produktion war z.T. schon bei Baubeginn auf Jahre hinaus verkauft, so daß diese Betriebe eine für damalige Verhältnisse beispiellose Entwicklung nahmen. Allein das Stamlnwerk von Griesheim-Elektron verzehnfachte seine Belegschaft von 1895 bis 1905 und zählte 1910 bereits 1237 Beschäftigte. Diese Industrieansiedlungen hatten natürlich nicht nur einen erneuten Aufschwung des Bergbaus zur Folge, sondern veränderten die gesamte Struktur des Gebietes. Aus dem ehemals agrarisch betonten Gebiet, in dem der Bergbau als einzige größere Industrie noch eine Einzelercheinung war, wurde allmählich ein von Bergbau und chemischer Großindustrie beherrschtes Industriegebiet (HOBGING 1926/28).

Damit war im Bitterfelder Revier eine Entwicklung eingeleitet worden, die in den übrigen Kohlegebieten erst 20 und 30 Jahre später einsetzte. Lediglich in Ammendorf entstand etwa gleichzeitig die Chemische Fabrik Buckau als Einzelbetrieb (MICHAEL 1925, KNABE 1927). In den übrigen

Revieren verlief die Entwicklung, besonders nach der Jahrhundertwende, wieder langsam aufwärts, da die böhmische Konkurrenz infolge eines länger anhaltenden Bergarbeiterstreiks vom Markt verdrängt werden konnte, fernerhin das Industriebrikett erfolgreich eingeführt wurde und es dem 1885 in Halle gegründeten Verband Deutscher Braunkohlenindustrieller gelungen war, ab 1888 verschiedene Ausnahmetarife auf der Eisenbahn durchzusetzen, die 1905 auch von den Sächsischen Staatsbahnen übernommen wurden (HERRMANN 1933, BECKER 1932). Um die Jahrhundertwende war also die Situation in den Revieren etwa so:

Zeit–Weißenfels:

Brikettierung und in geringem Umfang noch Verschmelzung

Geiseltal:

bis auf einige kleinere Gruben mit lokalem Rohkohleabsatz noch nicht erschlossen

Borna–Meuselwitz:

Brikettierung, Hauptlieferant für Leipzig

Bitterfeld:

Brikettierung und direkter Absatz in der chemischen Großindustrie

Halle:

Brikettierung, z.T. direkter Absatz im Kalibergbau, chemische Industrie, Zuckerfabriken, in gewissem Umfang auch Verschmelzung.

Insgesamt hatte also der Bergbau zu diesem Zeitpunkt zwei Abnehmerkreise: Auf dem Wege über die Brikettierung versorgte er in einem relativ großen Gebiet, besonders in den Städten, Bevölkerung und verschiedene Industrien mit Brennstoffen. Daneben begannen sich Großverbraucher von Rohkohle in unmittelbarer Nachbarschaft der Gruben anzusiedeln. Beides führte nunmehr zu größeren Strukturänderungen in der Wirtschaft der Kohlenreviere zugunsten der Industrie, ohne jedoch schon größeren räumlichen Umfang anzunehmen oder stärker landschaftsverändernd zu wirken. Als Ballungsräume können die Kohlenreviere zu jenem Zeitpunkt noch nicht angesehen werden.

Nach der Jahrhundertwende begann die Verstromung der Kohle zunehmend an Bedeutung zu gewinnen. Mit dem allgemeinen Übergang zur Elektrifizierung des Bergbaus hatten die meisten Gruben begonnen, eigene Kraftzentralen zu errichten; andererseits war die chemische Industrie ebenfalls auf große Elektrizitätsmengen angewiesen, die zum Bau eigener Anlagen führten (HERR-

MANN 1933). Aus beiden Wurzeln begann sich ein Netz von Kraftwerken zu entwickeln, die nicht mehr nur für den eigenen Betrieb Strom erzeugten. Das erste dieser Art ist wohl das 1905 gebaute Kraftwerk auf der Grube Rießer der Riebeck'schen Montanwerke, ihm folgen um 1910 die Kraftwerke Kulkwitz b. Markranstädt, Grube Ludwig bei Holzweißig und das Bahnkraftwerk Muldenstein bei Bitterfeld.

Damit ist etwa um 1910 die zweite Entwicklungsepoche des Bergbaues und seiner Folgeindustrien abgeschlossen, die zur Herausbildung der Bergbauindustrieregionen führte.

Die letzte Entwicklungsetappe, die diesen Gebieten schließlich den Charakter echter Ballungsgebiete verleiht, fällt zusammen mit der Herausbildung großer Monopolverbände im Bergbau und seinen Folgeindustrien, deren wesentlichste Entwicklungsimpulse aus der Vorbereitung und Durchführung der beiden Weltkriege durch das imperialistische Deutschland kommen.

Eingeleitet werden diese Entwicklungen durch die finanzpolitischen Maßnahmen der böhmischen Kohlen-Großhandelskonzerne – insbesondere der Firmen Ignaz Petschek, J. G. Weinmann, des Duxer Kohlenvereins, der Deutsch-Österreichischen Bergwerksgesellschaft Dresden und ab 1915 auch der Firma Julius Petschek –, die nach Verdrängung der böhmischen Kohlen vom deutschen Markt dazu übergehen, in verschiedenen Revieren des Ballungsgebietes unverritzte Kohlenfelder, ganze Betriebe oder wesentliche Aktienanteile aufzukaufen (HERRMANN 1933). In starkem Maße sind sie auch an der seit 1907 schlagartig einsetzenden großindustriellen Erschließung des Geiseltales beteiligt (SCHULZE 1926) und kontrollieren über ihre Tochtergesellschaften (z. B. Werschen–Weißenfeler Braunkohlen AG) die nunmehr einsetzenden Fusionen in den Revieren [so z. B. den Zusammenschluß der 6, seit 1883 bestehenden Gesellschaften des Zeitz–Weißenfeler Reviers zu den beiden Großkonzernen Werschen–Weißenfeler Braunkohlen AG und Riebeck'sche Montanwerke (REINHARDT 1922)]. Finanziell sind daneben auch deutsche Großbanken, wie Berliner Handelsgesellschaft, die Bank für Handel und Industrie Berlin, die ADCA Leipzig und die Disconto-Gesellschaft beteiligt. Diese Entwicklung führt folgerichtig dazu, daß nach dem ersten Weltkrieg die gesamte Braun-

kohlenförderung und Brikettproduktion der mitteleutschen Reviere in der Hand weniger Konzerne konzentriert ist [die wichtigsten sind die Deutsche Erdöl AG, IG Farben, Michelkonzern, Ignaz Petschek, Julius Petschek, der Staatsfiskus und die AEG (HERRMANN 1933)]. Sie besaßen die erforderlichen Kapitalmengen, um die gesamten Betriebsabläufe in großtechnischer Weise zu betreiben und damit auch bisher kaum abbaubare Vorkommen in den zentralen Teilen des Gebietes mit in die Produktion einzubeziehen – so veränderte sich das als noch rentabel anzusehende Verhältnis zwischen Flözmächtigkeit und Abraum von 1:1 im Jahre 1900 auf 1:4 im Jahre 1930 (BECKER 1932) – sind aber auch maßgebend für die weitere Entwicklung der Nachfolgeindustrien und deren Standortverteilung, die letztlich die Hauptursache der sich herausbildenden großindustriellen Ballungsräume sind.

Die erste Phase dieses großindustriellen Ausbaus hängt unmittelbar mit dem ersten Weltkrieg zusammen. Beim damaligen Stande der Kriegstechnik lagen die Industriegebiete im Westen Deutschlands an Rhein–Ruhr durchaus im Bereich aktiver Gefährdung, während der mitteldeutsche Raum als weitgehend sicher vor Kriegseinwirkungen gelten konnte. Andererseits war der Bedarf an chemischen Grundstoffen, besonders an Stickstoff für die Munitionsherstellung und an Mineralölen für die Treibstoffgewinnung, durch die Kriegführung besonders hoch. Es wurde daher zur strategischen Notwendigkeit für das imperialistische Deutschland, entsprechende Industrien auf der Basis der mitteleutschen Rohstoffe beschleunigt aufzubauen. So entstanden in den Jahren 1916 bis 1918 eine Reihe von Großbetrieben der chemischen Industrie – allen voran das Leunawerk, daneben aber auch die Teerverarbeitungswerke von Rositz, Regis und Fichtenhainichen und das Mineralölwerk Lützkendorf, nachdem ihnen 1912/13 schon das Stickstoffwerk Großkayna und 1914/16 das – allerdings außerhalb des Gebietes gelegene – Reichsstickstoffwerk Piesteritz vorgegangen waren. Gleichzeitig wurden in den größten Betrieben neue Kraftwerke in Betrieb genommen – so 1915/16 bei Griesheim-Elektron in Bitterfeld und 1917/18 im Leunawerk – neben denen 1913/16 mit dem Kraftwerk Zschornowitz das damals größte Wärmekraftwerk auf Braunkohlenbasis entstand. Für die Standortverteilung

dieser Werke waren im einzelnen vorwiegend technologische Gesichtspunkte – wie Möglichkeit der Wasserbeschaffung und der Abwasserabführung, geeignetes Betriebsgelände, leistungsfähige Eisenbahnlinien – maßgebend, da die notwendige Kohle in einem größeren Gebiet zu überall fast den gleichen Bedingungen zu haben war.

Dieser gewaltige Ausbau der Folgeindustrien sowie der generelle Anstieg des Energiebedarfs während des Krieges in allen Wirtschafts- und Lebensbereichen wirkten außerordentlich stimulierend auf den Bergbau. In allen Revieren stieg die Förderung während des Krieges und in den ersten Nachkriegsjahren stark an. Am Beispiel des Geiseltales und des Meuselwitz-Rositzer Teiles im Borna–Meuselwitzer Revier soll dies gezeigt werden (nach BECKER 1932 und PIATSCHEK 1923):

Jahr	Meuselwitz/Rositz			Geiseltal		
	Rohkohle	Briketts	AK	Rohkohle	Briketts	AK
1905	3,859	0,881	4 471	0,141	0,022	240
1910	5,499	1,456	6 006	1,772	0,515	2 000
1915	6,643	2,087	6 134	5,483	1,813	3 500
1920	7,375	2,343	13 442	8,378	2,020	11 700
1925	9,374	3,285	8167/	9,115	2,339	11 700
			1921			

Wie aus den Zahlen ersichtlich ist, lief diesen Produktionssteigerungen ein erheblicher Zuwachs des Arbeitskräftebedarfs parallel, der durch den Bedarf der neuen chemischen Großbetriebe weiter erhöht wurde. Er zog eine starke Konzentration der Bevölkerung in den Bergbau- und Industriorten nach sich, die durch die vorübergehende Einführung des Achtstundentages im Bergbau (ab 1918 bis 1924; BECKER 1932) noch gesteigert wurde. Der Zuzug erfolgte sowohl aus der näheren Umgebung als auch aus entfernten Gebieten (z. B. aus dem Vogtland; SCHULZE 1926); gleichzeitig setzt die Pendelwanderung in damals noch ungekannten Ausmaßen ein. Besonders konzentrieren sich diese Verhältnisse im Bitterfelder Revier, im Geiseltal einschließlich Leunas und im Süden des Borna–Meuselwitzer Reviers. Über das Ausmaß der Pendelwanderung zu jener Zeit liegen für die beiden erstgenannten Gebiete einige Zahlenangaben vor. Von den insgesamt 5620 Beschäftigten der 10 Geiseltalgruben wohnten im Jahre 1925 nur 62,5 % am Arbeitsort, 24,7 % hatten einen

täglichen Arbeitsweg bis zu 5 Kilometern, 5,8 % von 5...10 km und 3,9 % von 10...15 km zurückzulegen. Dabei kamen sie durchschnittlich aus etwa 30 Ortschaften, von denen allerdings die Mehrzahl im Geiseltal selbst lag. Halle kam als Wohnort nur 30 mal vor, spielte also in diesem Zusammenhang praktisch keine Rolle (SCHULZE 1926, S. 53).

Für das gesamte Bitterfelder Industriegebiet, das zu diesem Zeitpunkt bereits etwa 50 km² groß war und außer den 10 Gruben, 7 chemischen Fabriken, 9 Ziegeleien und 6 Tonwarenfabriken noch 12 weitere kleinere Industriebetriebe zählte, gibt HOBGING (1926/28, S. 45) für das Jahr 1921 folgende Zahlen an:

am Betriebsort	10 755 Beschäftigte = 36,8 % ¹
0– 5 km	5 839 Beschäftigte = 19,9 %
5–10 km	2 719 Beschäftigte = 9,2 %
10–20 km	732 Beschäftigte = 2,5 %
20–30 km	115 Beschäftigte = 0,4 %
30 km	8 989 Beschäftigte = 30,3 %
50 km	246 Beschäftigte = 0,8 %

insgesamt 29 395 Beschäftigte = 100,0 %

¹ davon in Barackenlagern 2414 = 8,2 %

Vergleicht man beide Angaben, ohne dabei die große Zahl der Pendler von über 30 km Entfernung im Bitterfelder Gebiet, für die es zunächst keine Erklärung gibt, zu berücksichtigen, so zeigt sich noch folgendes: In dem reinen Bergbauggebiet des Geiseltales bleiben der Pendleranteil und die Pendelentfernungen wesentlich geringer als im Bitterfelder Industrieraum mit seiner Großindustrie. Dafür gibt es zwei Gründe: Erstens sind im Jahr 1925 im Ergebnis der Neuanlage von Wohnsiedlungen im Geiseltal relativ mehr Arbeitskräfte arbeitsortsansässig geworden, als es 1921 im Bitterfelder Gebiet der Fall sein konnte. Zum andern aber zeigt sich – und dieses Ergebnis wird durch die neueren Arbeiten von LEMMER (1959) und HESS (1965) eigentlich unterstrichen –, daß die Arbeitskräfte des Bergbaus generell weit weniger pendeln als die der Industrie. Dies ist einmal bedingt durch die traditionellen Bindungen des Bergbaus und seiner Beschäftigten an die Landwirtschaft und an die halbagrarische Lebensweise (HESS 1965), andererseits aber auch bedingt durch die 12-Stunden-Schicht, die im Bergbau – mit Ausnahme der Jahre 1918...1924 und im Gegen-

satz zur Industrie — die normale Arbeitszeit darstellte.

Die zweite Auswirkung der forcierten Industrialisierung der Bergbauggebiete zeigt sich in der nunmehr einsetzenden Urbanisierung der ehemaligen Dörfer. Insbesondere nach dem ersten Weltkrieg setzt in allen Revieren, vor allem jedoch in den Revieren mit stark entwickelter Folgeindustrie, der Bau von Arbeiterwohnsiedlungen ein, der von den Industrie- und Bergbaubetrieben in wohlverstandener eigenem Interesse häufig stark gefördert wird, da der Mietvertrag praktisch gleichzeitig Bestandteil des Arbeitsvertrages wird und die Arbeitskräfte noch stärker vom Betrieb abhängig macht. Die stärkste Urbanisierung zeigten zunächst wieder der Bitterfelder Raum, in dem jetzt die Bevölkerungsagglomeration von Bitterfeld — Holzweißig — Zscherndorf — Sandersdorf — Wolfen — Greppin entstand, und das Geiseltal, das zusammen mit den entstehenden Wohnsiedlungen der Leunawerke ebenfalls zu einer größeren Siedlungsagglomeration zwischen Bad Dürrenberg und Merseburg heranwuchs.

Die weitere Industrialisierung der Bergbauggebiete und damit die weitere Verstärkung der Konzentration von Industriepotential und Bevölkerung steht dann unmittelbar im Zeichen der faschistischen Kriegsvorbereitungen. Auch hier entstehen — gewissermaßen als Vorläufer — zunächst zwei weitere Großkraftwerke in Großkayna (nach 1918 durch Umbau der Stickstoffwerke) und Böhlen (1925). In den Jahren 1934 bis 1943 folgen weitere 7 chemische Großbetriebe (1934 Großschwelerei Böhlen, 1935/36 Großschwelerei Deuben, 1936 Hydrierwerk Böhlen und Buna-Werke, 1938 Großschwelerei Deutzen, 1939 Hydrierwerk Tröglitz b. Zeitz, 1942 Kombinat Espenhain mit 2 Großkraftwerken, 2 Brikettfabriken, 2 Schwelereien, 2 Hydrierwerken und 1 Teerverarbeitungswerk sowie nach 1943 Schwelerei Profen; Zahlenangaben nach BARTHEL 1962 und MOHS 1964), die nunmehr auch die übrigen Reviere in Großindustriegebiete umwandeln. Der entsprechende Siedlungsbau folgt — zumindest bei den größten Betrieben Buna, Böhlen und Espenhain — unmittelbar nach, für die übrigen Bereiche ist die Umwandlung der Dörfer in Arbeiterwohngemeinden typisch.

Damit hat die Entwicklung der Braunkohlengengebiete zu großindustriellen Agglomerations-

räumen einen vorläufigen Abschluß gefunden. Ihre hervorstechendsten Merkmale sind neben der Konzentration chemischer Großbetriebe und dem entsprechenden Ausbau der Gruben und Brikettfabriken die zunehmende Urbanisierung der Dörfer durch Umwandlung in Arbeiterwohngemeinden bzw. das Entstehen völlig neuer Werksiedlungen, die Herausbildung von Pendelwanderströmen größten Ausmaßes sowie die Überlastung aller technischen Versorgungsanlagen von den öffentlichen Verkehrsmitteln bis zu den Vorflutern.

Die Auswirkungen auf die kleinen Städte des Gebietes sind dagegen vergleichsweise gering geblieben. Nur wenige wurden Standorte einer Folgeindustrie (bes. Maschinenbau in Meuselwitz, Borna, z. T. Altenburg; Gießereien in Böseldorf/Elster und Lucka) oder Wohnorte (wie Rötha, Zwenkau, Merseburg, Bad Dürrenberg) — die meisten entwickelten sich auf eigenen traditionellen Grundlagen neben den Industriegebieten weiter.

Zusammenfassend läßt sich die Standortorientierung des Bergbaus und der Folgeindustrien innerhalb des Kohlegebietes wie folgt charakterisieren: Wegen der geringen Verwendungs- und Transportierbarkeit der Rohkohle war die generelle Existenz des Bergbaus bis gegen Ende des vorigen Jahrhunderts abhängig von der Existenz aufnahmefähiger Verbraucher. Als solche kamen vor allem landwirtschaftliche Folgeindustrien bzw. zeitweilig auch die chemische Industrie in Betracht. Die gering entwickelte Fördertechnik beschränkte den Bergbau auf die flach ausgehenden Ausbisse der Flöze und kleinen, isolierten Becken am Rande der großen Lagerstätte. Außerdem war die Möglichkeit des Eisenbahnanschlusses unabdingbare Voraussetzung für die Rentabilität der Betriebe.

Mit der großindustriellen Verwendung der Kohle in der chemischen Industrie und in Kraftwerken sowie mit der Steigerung der Transportier- und Verwendbarkeit infolge der Brikettierung steigt der Bedarf an Kohle immer mehr an. Die gleichzeitig sich durchsetzende Bildung der kapitalistischen Großbetriebe sowie die Verbesserung der Abbautechnik ermöglicht den Abbau im großen Stil auch in den Kernräumen der Reviere. Damit treten die primär wirkenden Lokalisationsfaktoren — wie chemische und physikalische Beschaffenheit und Lagerungsverhältnisse der Kohle

– zunehmend in den Hintergrund, und die ehemaligen Sekundärfaktoren (wie Wasserverhältnisse, Bodengestalt und Bodenpreise) werden für die Folgeindustrien zu den wichtigsten Standortfaktoren, die den Großbetrieben ihren Standort an oder in der Nähe größerer Flüsse zuweisen (Saale, Weiße Elster, Pleiße und Mulde), während der Bergbau selbst immer unabhängiger von den Kohleeigenschaften auf der gesamten Lagerstätte umgehen kann und die tatsächliche Lage der Gruben praktisch nur noch von der Lage des Felderbesitzes der Betriebe abhängt. In jener zweiten Etappe, die in vollem Maße erst nach dem ersten Weltkrieg einsetzt, erhalten die Reviere auch zunehmend den Charakter großindustrieller Ballungsgebiete.

3.

Die wesentlichen Standort- und Agglomerationsfaktoren für die Herausbildung des Ballungsgebietes Halle–Leipzig im Kapitalismus

Die Entstehung der Industrie, ihre Standortverteilung und territoriale Verdichtung zum Agglomerationsraum, ihre Rückwirkungen auf die Bevölkerungsentwicklung und die Siedlungsstruktur im Untersuchungsgebiet lassen zwei Aspekte erkennen:

1. Der gesamte Vorgang war bis 1945 Bestandteil der allgemeinen Entwicklung des Kapitalismus in Deutschland. Die Verquickung der Industrieentwicklung mit der Entwicklung des Kapitalismus selbst ist die Grundlage für die Herausbildung der industriellen Agglomeration in diesem Zeitraum. Sie äußert sich in der Spontaneität des Prozesses, seiner inneren Widersprüchlichkeit im einzelnen, in der Ausschließlichkeit betriebswirtschaftlicher und damit Unternehmerprofit garantierender Gesichtspunkte bei allen Standortentscheidungen u. a. mehr. Durch diese Identität von industrieller Entwicklung und Entwicklung des Kapitalismus im Untersuchungsgebiet sind letztlich auch für alle Teilgebiete annähernd gleiche Hauptentwicklungsphasen bedingt, wie sie in Tabelle 2 nochmals übersichtlich zusammengefaßt sind. Jeweils in der

letzten der drei Entwicklungsstadien, die generell mit dem Erreichen voll entwickelter monopolkapitalistischer, z.T. sogar schon staatsmonopolistischer Wirtschaftsverhältnisse identisch sind, wird erst der Grad der Konzentration von Industrie und Bevölkerung im jeweiligen Teilraum des Ballungsgebietes erreicht, der die Bezeichnung „Ballungsgebiet“ rechtfertigt. Dieses entstand damit im wesentlichen erst zwischen 1920 und 1940.

2. Die gesamte Entwicklung verlief in einem Territorium, dessen spezifische Strukturmerkmale seines Naturmilieus und seines historischen Werdgangs in der vorindustriellen Zeit zusätzliche Wirkungsfaktoren darstellen. Diese gebietspezifischen Wirkungsfaktoren müssen im Rahmen der unter 1. genannten Zusammenhänge als die speziellen Agglomerationsfaktoren für das Ballungsgebiet Halle–Leipzig angesprochen werden. Sie bestimmen die konkrete Ausbildung der Territorialstruktur des Ballungsgebietes, und es ist für gegenwärtige und künftige Entwicklungen zu prüfen, wie weit sie noch immer wirksam sind.

Für den Untersuchungszeitraum 1850 bis 1945 lassen sich aus dem oben dargestellten Entwicklungsverlauf folgende spezielle Agglomerationsfaktoren erkennen: Erst die Braunkohlenreviere mit ihrer chemischen und energieerzeugenden Großindustrie ließen das Ballungsgebiet zu einem Gebiet von wirklich nennenswerter Größe werden. Darüber hinaus war auch für Halle die Entwicklung des Bergbaus von wesentlicher Bedeutung. Ohne die Braunkohlenreviere hätte sich vermutlich kaum ein Ballungsgebiet bilden können; es wären vielmehr bestenfalls zwei eng benachbarte, kleinere Stadtregionen entstanden. Es war also letztlich die braunkohleveredelnde und braunkohlenverbrauchende Industrie, insbesondere die chemische Großindustrie, die die Entstehung des Ballungsgebietes nach sich zog. Deren Entwicklungs- und Lokalisationsbedingungen waren demnach auch die Hauptfaktoren bei der Entstehung des Ballungsgebietes in seinen heutigen räumlichen Verhältnissen. Als solche allgemeine Bedingungen für die generelle Wahl des Gebietes als Standraum der chemischen Großindustrie sind anzusehen:

1. Die umfangreichen Vorräte des Gebietes an günstig zu gewinnender Braunkohle, sowohl an Schwelkohle als auch an Brikettier- und Kesselkohle;

	Leipzig	Halle	Braunkohlengebiete
1850	Industrieentwicklung beginnt, Kleinbetriebe, Hinterhofindustrie, Buchgewerbe dominiert.	Industrialisierung setzt ein, Grundlagen der Industriestruktur (Maschinenbau, Nahrungsmittel, Chemie) entstehen.	Bergbau wird selbständiger Industriezweig.
1860	Hauptfaktoren:	Hauptfaktoren:	Hauptfaktoren:
1870	Konzentration von Kapital und Bevölkerung, Rohstoffangebot und Absatz, gute Verkehrslage.	Industrie der Umgebung (Kohle, Salz, Zucker), Verkehrsknoten, Erstarkung des Handels.	Bedarf der Landwirtschaft und Baustoffindustrie, zum Teil auch frühe Chemieindustrie (Solaröl, Paraffin). Vorbedingung: Eisenbahnanschluß. Kleine Gruben am Rand des Flözes.
1880	Entstehung der Großbetriebe beginnender Export. Leipziger Westen wird Ballungsraum (Terraingesellschaften!).	Hauptentwicklungsphase, Entstehung der Industrieviertel im Osten und Süden. Verstärkung der Handels- und Verwaltungsfunktion.	Entwicklung der kohleverbrauchenden Großindustrie (besonders Chemie, Brikettierung, später Stromerzeugung) führt zur großindustriellen Ausbildung des Bergbaues. Verarbeitungsindustrie orientiert an Betriebswasser und -gelände.
1890	Hauptfaktoren:	Keine wesentlichen Veränderungen der Standortfaktoren.	
1900	Verkehrs- und Handelsbeziehungen, Facharbeiterstamm, Banken.		
1910	Branchenverschiebung zugunsten des Maschinenbaus.		
1920	Industrieentwicklung setzt auch im Osten und Norden ein (Eisenbahnring, Kanal). Weiterwirken der alten Faktoren bei gegenseitiger Verstärkung,	Langsamere Weiterentwicklung, keine Veränderung im Standort- und Funktionsgefüge, aber stärkere Verflechtung mit der chemischen Großindustrie im Süden der Stadt.	Herausbildung der großindustriellen Agglomeration mit allen Folgeerscheinungen, als Folge der Autarkiebestrebungen und Umstellung auf Kriegswirtschaft.
1930	Rüstungsproduktion. Urbanisierung der Randzone, unzureichende Kapazitäten im Nahverkehr.		
1940			

Tabelle 2

Ballungsgebiet Halle-Leipzig

Überblick über die wichtigsten Entwicklungsetappen der Industrie in den einzelnen Teilgebieten

2. Die relative militärische Sicherheit, die dieses Gebiet im Zentrum Deutschlands den Betrieben vor allem noch im ersten Weltkrieg bot;

3. Die gute Erschließung des gesamten Gebietes durch leistungsfähige Massenverkehrsmittel, insbesondere durch die Eisenbahn.

Die speziellen Lokalisationsfaktoren, die zur Wahl der Standorte im einzelnen führten, waren unterschiedlich; als wesentlich wirkten sich aber schon bei der Anlage der Betriebe die Beschaffung des Betriebswassers und des Betriebsgeländes aus; speziell für die Gruben waren auch noch die durch die Lagerung der Flöze in Abhängigkeit vom jeweiligen Entwicklungsstand der Fördertechnik bedingten Abbaumöglichkeiten sowie die Lage des Felderbesitzes der Betriebe maßgebend.

Die Lokalisationsbedingungen für die Industrie in den großstädtischen Teilen des Gebietes waren anderer Art. Sie lagen im wesentlichen in den Vorteilen einer bereits weit über den allgemeinen Durchschnitt hinaus entwickelten großen Stadt, vor allem in deren Verkehrs- und Handelsbeziehungen sowie in ihrer Bevölkerungs- und Kapitalkonzentration. Diese Standortvorteile, die die Städte der sich entwickelnden Industrie vor allem

in ihrer ersten Phase gegenüber anderen Örtlichkeiten boten, verstärkten sich in der Folgezeit gegenseitig und müssen damit als spezielle Agglomerationsvorteile angesehen werden.

Damit zeigt sich das Ballungsgebiet zunächst als enges räumliches Nebeneinander einzelner wirtschaftlicher Konzentrationsgebiete. Engere Verflechtungen dieser Gebietsteile untereinander spielten im Verlaufe seiner Entwicklung eine untergeordnete Rolle. Sie traten nur in zweifacher Form auf:

1. Die Ausnutzung der lokalen Rohstoffe – speziell der Kohle und Kohleerzeugnisse sowie der hier erzeugten chemischen Grundstoffe – durch die städtischen Bereiche ist im gesamten Entwicklungsverlauf zu beobachten, dabei allerdings mit ständig abnehmbarer Bedeutung gemessen am Produktionsumfang dieser Rohstoffe.

2. Der Absatz der städtischen Industrieerzeugnisse – insbesondere der Maschinen in der unmittelbaren Umgebung der Stadt – war in der ersten Entwicklungsphase der Industrie von ausschlaggebender Bedeutung. Mit zunehmendem Übergang dieser Industrie zur Produktion für den nationalen Markt bzw. sogar für den Export ver-

lor der Lokalabsatz immer mehr an Bedeutung. Andere Verflechtungen, die wesentlich für die Entwicklung der einzelnen Teilgebiete wären, konnten nicht festgestellt werden.

Literatur

ALTGELT, G.

Der Braunkohlenbergbau des Geiseltales. Halle: Diss. 1921.

Atlas des Königreiches Sachsen.
Dresden 1856.

Atlas des Saale- und mittleren Elbegebietes. Leipzig 1959...1961.

Bl. 41: Entwicklung des Eisenbahnnetzes.

Bl. 49: Gewerbe 1862, 1867, 1888 Z.

Bl. 51: Bevölkerung um 1830.

AUBIN, G.

Entwicklung und Bedeutung der mitteldeutschen Industrie. Beitr. z. mitteld. Wirtschaftsgesch. u. Wirtschaftskunde, 1, 1924.

—: Die wirtschaftlichen Grundlagen der Stadt Halle. Halle als Wirtschafts- und Kulturzentrum. Hallesche Nachrichten, 1927.

AUGUST, O.

Umkreis von Halle 1840, 1820 und vorher. Beitrag zu kleinräumigen Altlandschaftsuntersuchungen im engeren Mitteldeutschland. PGM, 96, 1952, 4.

BARTHEL, H.

Das Borna – Meuselwitzer Braunkohlenrevier in Vergangenheit und Gegenwart. In: Sächs. Heimatblätter 1960, 4 u. 6.

—: Braunkohlenbergbau und Landschaftsdynamik. Ergänzungsh. Nr. 270 zu PGM. Gotha 1962.

BECKER, H.

Die Entwicklung des Braunkohlenreviers im Meuselwitz – Rositzer Revier. Halle 1932.

CONERT, H.

Die sächs. Terraingesellschaften und ihr Einfluß auf die Stadterweiterung. Leipzig 1911.

GIESE, K.

Neuordnung der Reichsbahndirektionsbezirke in Mitteldeutschland. Leipziger Verkehr u. Verkehrspolitik, 16, 1929.

GOERTZ, O.

Leipzigs Wohnungsbau in der Nachkriegszeit. Leipzig 1930.

HAASE, J.

Bevölkerungsgeographische Auswirkungen der Standorte der chemischen Großindustrie Leuna und Buna. Das Leipziger Land. Festband z. 10-Jahr-Feier d. Geogr. Ges. d. DDR. Leipzig 1964.

HASSE, E.

Die Stadt Leipzig und ihre Umgebung, geographisch und statistisch beschrieben. Verwaltungsbericht der Stadt Leipzig, Bd 3, 1878.

—: Geschichte der Leipziger Messen. Leipzig 1885.

HAUBNER, F.

Die Bedeutung der mitteldeutschen Braunkohle für die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft. Erlangen: Diss. 1935.

HAUPT, R.

Das Wachstum der Bevölkerung Leipzigs und seiner Stadtteile im Wandel der Zeiten. Dresden: Diss. 1937.

HERRMANN, W.

Das Kapital im mitteldeutschen Braunkohlenggebiet. Großenhain: Diss. 1933.

HESS, G.

Die Entwicklung der Funktionen und der Struktur der Stadt Bitterfeld. Leipzig: Diss. 1965.

HOBGING, R.

Bergbau und aufgelagerte Industrie des Wirtschaftsgebietes Bitterfeld in seiner Wechselbeziehung zur Verwaltung des Kreises und der Gemeinden. Leipzig 1926/28.

HOFFMANN, W.

Die Industrie des Halle'schen Wirtschaftsbezirkes. Halle 1922.

HUBRICH, A.

Die mitteldeutsche Braunkohlenindustrie. Berlin: Diss. 1925.

ISBARY, C. R.

Statistik und Lage der Industrie und des Handels im Königreich Sachsen bis auf die neueste Zeit (Ende 1864). Leipzig 1865.

JUCKENBURG, K.

Das Aufkommen der Großindustrie in Leipzig. Leipzig: Diss. 1912.

KIESEWETTER, B.

Die wirtschaftliche Entwicklung des Braunkohlenbergbaus im Hallischen Revier. Halle: Diss. 1924.

KIRCHHOFF, A.

Über die Lageverhältnisse der Stadt Halle. Mitt. Ver. f. Erdkunde zu Halle 1877.

KNABE, E.

Die mitteldeutsche chemische Industrie in ihrer standortmäßigen Bedingtheit. Halle: Diss. 1927.

KRÖBER, P.

Abschnitte Taucha und Schkeuditz. In: Handbuch f. d. Amthauptmannschaft Leipzig. Leipzig 1926.

KROKER, E.

Leipzig und die sächsischen Bergwerke. In: Schriften d. Vereins f. d. Geschichte Leipzigs. Bd 9. Leipzig 1909.

—: Handelsgeschichte der Stadt Leipzig. Beiträge zur Stadtgeschichte, Bd 7, 1925.

Landesplanung im engeren mitteldeutschen Industriebezirk. Merseburg 1932.

- LEHR, A.
Die Hausindustrie in der Stadt Leipzig und ihrer Umgebung. In: Schriften d. Vereins f. Sozialpolitik, Bd 48, 1891.
- LEISKE, W.
Leipzig und Mitteldeutschland. In: Leipziger Verkehr und Verkehrspolitik, 12, 1928.
- LEMMER, J.
Einzugs- und Einflußbereiche der chemischen Großindustrie, dargestellt am Beispiel des VEB Leunawerke und chemische Werke Buna. Leipzig: Dipl.-Arb. 1961.
- LEONHARDI, F. G.
Geschichte und Beschreibung der Kreis- und Handelsstadt Leipzig nebst der umlieg. Gegend. Leipzig 1799.
- LUCAS, W.
Städtebauliche Probleme der Stadt Leipzig. In: Sächs. Heimatblätter, 1957, 5, 1958, 1 u. 4.
- MICHAEL, H.
Die wirtschaftliche Entwicklung Ammendorfs. Halle: Diss. 1925.
- Mitteilungen des statistischen Bureaus der Stadt Leipzig
Heft 14: Bevölkerungswechsel in den Jahren 1879 und 1880.
Heft 15: Ergebnisse der Volkszählung 1. 12. 1880. Berufszählung 5. 6. 1882. Fabrik- und Viehzählung 1. 5. 1883, 10. 1. 1883, 1. 5. 1884.
Heft 16: Bevölkerungswechsel (= -bewegung) 1881 und 1882. Bevölkerungswechsel (= -bewegung) 1883 und 1884.
- MOHS, G.
Probleme der Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung in den Ballungsgebieten der DDR – dargestellt am Beispiel des Ballungsgebietes Halle–Leipzig. Leipzig: Habil. Schrift 1964.
- NEUSS, E.
Die Entwicklung des Halleschen Wirtschaftslebens vom Ausgang des 18. Jh. bis zum Weltkrieg. Beitr. z. mitteldt. Wirtschaftsgesch. u. Wirtschaftsk., 1924.
- PETRENZ, O.
Die Entwicklung der Arbeitsteilung im Leipziger Gewerbe von 1751...1890. In: Staats-Sozialwiss. Forsch. v. Schmöller, Bd 19, 1901, 2.
- PIATSCHEK, K.
Der Braunkohlenbergbau im Geiseltal und seine Bedeutung für die deutsche Braunkohlenwirtschaft. Halle 1923.
- PIETZSCH, K.
Geologie von Sachsen. Berlin 1962.
- REINHARDT, P.
Die wirtschaftliche Entwicklung des Braunkohlenbergbaus im Zeit-Weißensefelder Revier. Halle: Diss. 1922.
- RITTER, H.
Der Generalbebauungsplan der Stadt Leipzig. Hrsg. vom Rat der Stadt Leipzig, Stadterweiterungsamt. Leipzig 1930.
- SCHMIDT, U.
Die Industrie als stadtbildender Faktor für Halle a. d. Saale. Eine ökon.-geogr. Untersuchung. Halle: Diss. 1960.
–: Zu den Veränderungen in der räumlichen Verteilung hallescher Industriestandorte seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts. Wiss. Zschr. d. Martin-Luther-Universität Halle – Wittenberg, 10, 1961, math.-nat. R., 5.
- SCHOLZ, D.
Zur Terminologie des Begriffes Ballungsgebiet und seiner Teilgebiete in der DDR. PGM 116, 1972, 1.
- SCHULZE, G.
Entwicklung der Industrie Leipzigs von 1800...1945. Eine industriegeographische Untersuchung. Potsdam: Diss. 1958.
- SCHULZE, H.
Standortbildungs- und Entwicklungsformen der nordwestsächsischen Industrie – Versuch einer historisch-geographischen Analyse der Standortgestaltung von 1850–1925 auf statistischer Grundlage. Leipzig: Diss. 1956.
- SCHULZE, K.
Der Einfluß der Industrialisierung auf die Gemeinden des Geiseltales. Halle: Diss. 1926.
- SIODLACZEK, E.
Die Entwicklung der Leipziger Maschinenindustrie. Halle: Diss. 1930.
- SPLETT, O.
Der Bitterfelder Braunkohlenbergbau. Halle 1922.
Statistisches Jahrbuch der Stadt Leipzig, 1. Bd 1911, L. 1913; 2. Bd 1912, L. 1914; 3. Bd 1913, L. 1915; 4. Bd 1914, L. 197; 5. Bd 1915...1918, L. 1921; 6. Bd 1919...1926, L. 1928; 7. Bd 1919...1929, L. 1930; 8. Bd. 1929...1937, L. 1938; 9. Bd 1929...1949, L. 1948.
Statistische Mitteilungen aus dem Königreich Sachsen. Hrsg. vom statist. Bureau des Minist. d. Innern. Die Bevölkerung des Königreiches und Berufs- und Erwerbsklassen. Resultate der Erwerbs-Geographie und Gewerbsstatistik von Sachsen. Dresden 1854.
Verwaltungsbericht der Stadt Leipzig für das Jahr 1888. Leipzig 1890.
- WALTHER, R.
Siedlung und Verkehr im Großstadtraum Leipzig. Diss. 1943.
- WÖLFEL, M.
Die vorstädtische Kleinsiedlung in der Stadt und Amtshauptmannschaft Leipzig als Beispiel gegenwärtiger Stadtplanung. Leipzig: Diss. 1936.
- WUSTMANN, G.
Leipzig und die Leipziger Immobiliengesellschaft. Leipzig 1903.

Zusammenfassung:

*Zur Klassifikation von Raumeinheiten
für die Landschaftspflege*

Unter den Bedingungen der industriegemäßen Land- und Forstwirtschaft in der DDR werden sich Maßnahmen der Landschaftspflege auf Bewirtschaftungseinheiten beziehen. Land- bzw. forstwirtschaftlich genutzte Flächen werden also ungeachtet der inneren räumlichen Differenzierung ihrer Ausstattung einheitlich bewirtschaftet. Entsprechend der einheitlich angewendeten Technologien müssen daher auch für die Areale technologisch einheitlich durchführbare Pflegerichtlinien entwickelt werden. Als Voraussetzung für die Entwicklung solcher Pflegerichtlinien ist es notwendig, die inhaltliche Ausstattung der Areale zu untersuchen, die Vergesellschaftung der Teilflächen mit verschiedener Merkmalsausprägung zu prüfen und Teilflächengesellschaften zu bilden. Anhand eines methodischen Beispiels aus dem Landschaftsschutzgebiet Harz wird gezeigt, wie mit Hilfe der Cluster-Analyse Ackernutzungsareale nach ihrer Ähnlichkeit in der Vergesellschaftung von Klassenflächen der Bodenschätzung klassifiziert werden können. Die Bedeutung der Klassifikation für die Pflege der Ackernutzungsareale im Untersuchungsgebiet wird diskutiert.

Summary

*On the classification of regional units
for environmental control*

Under the conditions of industrialized agriculture and forestry in the GDR, environmental control activities will be related to economic entities. Regardless of internal regional differentiation of their natural features, agricultural and productive woodland areas are drawn into concerted management. In compliance with the uniformly applied production techniques, technologically uniform and applicable landscape cultivating regulations, too, will have to be worked out for the areals. As a prerequisite for such cultivating regulations to be drawn up it is necessary to investigate the inherent natural features of the areals, examine the association of sub-areas with different distinctive features, and to establish sub-area associations. Using a methodological example related to the Hartz classified protected environment, the author shows how, with the aid of the Cluster analysis, tillage areals can be classified according to their similarities in association and in terms of soil qualities. The significance of the classification for the cultivation of tillage areals in the investigated area is discussed.

Zur Klassifikation von Raumeinheiten für die Landschaftspflege

Mit 4 Abbildungen und 1 Tabelle im Text

Autor:

DR. BERND REUTER
Institut für Landschaftsforschung
und Naturschutz
der Akademie der
Landwirtschaftswissenschaften der DDR
401 Halle (Saale)
Neuwerk 4

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd 2
Seite 117...126
VEB H. Haack Gotha/Leipzig 1977

О классификации пространственных единиц для охраны ландшафтов

При условиях промышленного ведения сельского и лесного хозяйства в ГДР мероприятия охраны ландшафтов будут относиться к единицам ведения хозяйства. На площадях, используемых сельским и лесным хозяйством, ведение хозяйства производится единым образом, независимо от внутренних пространственных различий в их оснащённости. В соответствии с применяемой для ареалов единой технологией необходимо развить технологически единые инструкции по уходу. В качестве предпосылки для разработки таких инструкций по уходу необходимы исследования по оснащённости ареалов, проверка обобществления частичных площадей различной выраженности признаков и образование частичных площадных обществ. На методическом примере зоны охраны ландшафта Гарца показано, каким образом возможно с помощью анализа Клустера классифицировать ареалы пахотных земель по их подобию в обобществлении классифицированных площадей оценки почв. Обсуждается значение классификации для ухода за ареалами пахотных земель в районе исследований.

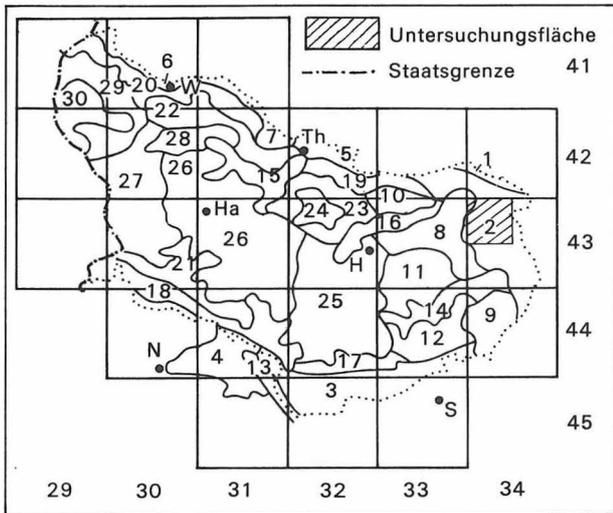
1.
Einführung

In den vergangenen Jahren standen Forschungen zur Lösung von Problemen der Landschaftsbewertung und Landschaftspflege im Vordergrund der Aufgaben eines Forschungskollektivs des Instituts für Landschaftsforschung und Naturschutz – Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik. Im Zusammenhang mit diesen Untersuchungen sind verschiedene Methoden entwickelt bzw. übernommen worden, mit deren Hilfe die landschaftspflegerische Bewertung von Raumeinheiten möglich wurde.

Ein Problem der Pflege – das hier behandelt werden soll – ergibt sich aus der unterschiedlichen natürlichen Ausstattung der Nutzungsareale (Ackerschläge, Weide- und Mähgrünlandflächen, forstwirtschaftliche Abteilungen), d. h.:

– innerhalb der Nutzungsareale bestehen zwar Unterschiede in der natürlichen Ausstattung, und die jeweiligen Teilflächen besitzen als Träger einer bestimmten Merkmalsausprägung verschiedene Größe und Verteilung innerhalb der Nutzungsareale, das Nutzungsareal aber wird einheitlich bewirtschaftet und gepflegt;

– in einer größeren räumlichen Einheit, sei sie politisch-administrativ, infrastrukturell oder nach Kriterien der natürlichen Ausstattung begrenzt, sind die heterogen strukturierten Nutzungsareale auch im Vergleich untereinander für die Zwecke der Bewirtschaftung und Pflege verschieden. Die Lösung dieses Problems ist deshalb wichtig, weil unter den Bedingungen der industriegemäßen Produktionsmethoden in der Land- und Forstwirtschaft die standörtliche Heterogenität bestimmter Nutzungsareale besonders in reliefierten Gebieten durch Vergrößerung der Flächeneinheiten und den Einsatz neuer Technologien voraussichtlich noch anwachsen wird. Die Pflege darf nicht nur auf die Verbesserung einzelner Teilflächen des Nutzungsareals abzielen und andere Teilflächen im Sinne des Pflegezieles möglicherweise sogar nachteilig beeinflussen; sie muß auf die Erhaltung aller notwendigen Funktionen dieses Areals in der gesamten Landschaft gerichtet sein. Daher muß geklärt werden, welche Pflegemaßnahmen und -intensitäten auf einem Nutzungsareal sinnvoll sind.



- | | |
|----------------------------|--|
| 1 Ermslebener Ebene | 16 Selke-Tal |
| 2 Harkeroder Vorland | 17 Breitunger Rand |
| 3 Questenberger Vorland | 18 Ilfelder Randhänge |
| 4 Rüdigsdorfer Vorland | 19 Gernroder Steilrand |
| 5 Neinstedter Vorland | 20 Wernigeroder Steilrand |
| 6 Benzingeroder Vorland | 21 Südliches Bergland |
| 7 Cattenstedter Winkel | 22 Nördliches Bergland |
| 8 Pansfelder Abdachung | 23 Ramberg-Hänge |
| 9 Piskaborner Übergang | 24 Ramberg-Massiv |
| 10 Hohe-Warte-Hochfläche | 25 Dankeroder Hochfläche |
| 11 Schielloer Hochfläche | 26 Hasselfelder Hochfläche |
| 12 Grillenberger Hügelland | 27 Benneckensteiner Hochfläche |
| 13 Thyra-Helme-Aue | 28 Elbingeroder Plateau |
| 14 Wipper-Tal | 29 Plessenburg-Schierker
Brockenhänge |
| 15 Bode-Tal | 30 Brocken-Massiv |

W – Wernigerode, Th – Thale, Ha – Hasselfelde,
H – Harzgerode, N – Nordhausen, S – Sangerhausen

Abbildung 1
Landschaftsgliederung des Landschaftsschutzgebietes
Harz mit Lage des Untersuchungsgebietes

Außerdem machen es die Anwendung industrie-gemäßer Produktionsverfahren sowie Spezialisierung und Kooperation der Betriebe erforderlich, auf den verschiedenen Nutzungseinheiten möglichst gleichartige Technologien auch in der Pflege anzuwenden.

Um die Ackernutzungsareale hinsichtlich der notwendigen Landschaftspflegemaßnahmen bewerten zu können, war es notwendig, ihre natürliche Ausstattung zu erfassen und zu kennzeichnen. Die Vergesellschaftung von innerhalb der Areale auftretenden Teilflächen mit in sich gleichen Merkmalsausprägungen sollte typisiert und Areale mit gleichem Gesellschaftstyp zusammengefaßt werden. In der vorliegenden Arbeit wurden als für die Lösung der Aufgabe hinreichend genau definierte Teilflächen die Klassenflächen der Bo-

denschätzung verwendet, die durch Vergleich im Gelände getestet, geeicht und zu zweckmäßigen Typengruppen (= KFT) zusammengefaßt wurden (REUTER 1973, 1975). Im dargestellten Untersuchungsgebiet wurden diese Arbeiten im Rahmen einer Diplomarbeit durchgeführt (RICHTER 1975).¹

Die Zusammenfassung bewirtschaftungstechnisch begründeter räumlicher Einheiten zu Gruppen mit ähnlicher natürlicher Ausstattung ist ein Klassifizierungsproblem. Da es sich im vorliegenden Beispiel um 48 Einheiten handelt, ist eine den Anforderungen gerecht werdende Gruppierung durch Schätzverfahren nicht mehr sinnvoll. Daher wurde hier eine – oft in der numerischen Taxonomie angewendete – Methode gebraucht, die einen objektiven Vergleich aller Einheiten gewährleistet. Notwendige Bedingung war es, die Merkmale gleichrangig zu bewerten. Jedes Ackernutzungsareal (= Ackerschlag, Nutzungseinheit) läßt sich beschreiben durch die Folge seiner Merkmale, dem Inventar an Klassenflächen der Bodenschätzung und deren Flächengröße als ihrer Merkmalsausprägung. Um eine Klassifikation zu erreichen, untersuchten wir die Merkmalsfolgen der einzelnen Ackernutzungsareale auf ihre Ähnlichkeit zueinander. Zur Quantifizierung der Ähnlichkeit führten wir als Maß der Ähnlichkeit einen „Ähnlichkeitsgrad“ ein. Mit Hilfe des Ähnlichkeitsgrades war es möglich, schrittweise Gruppen der jeweils ähnlichsten Merkmalsfolgen (und damit die Areale) zusammenzufassen und eine hierarchische Klassifikation zu bilden.

Wie andere Autoren (T. und G. HARD 1973, STRAACH; RÖLLIG 1975, DEGEN 1974, DEGEN; MÜLLER u. LÄUTER 1975, SCHMIDT 1974) für die Zerlegung verschiedenster Objektmengen die Cluster-Analyse erprobten, wurde hier ebenfalls von diesem Verfahren Gebrauch gemacht.

Die Problemlösung soll zunächst an Ackernutzungsarealen demonstriert werden; sie ist jedoch prinzipiell auch für die Klassifikation von Grünland-, Ödland- und Waldflächen anwendbar.

Als geographischer Untersuchungsraum wurde ein Landschaftsausschnitt aus dem nordöstlichen Teil des Landschaftsschutzgebietes Harz aus-

¹ Für die Überlassung der Ergebnisse gebührt Herrn Dipl.-Geogr. MANFRED RICHTER, Berlin, mein herzlicher Dank.

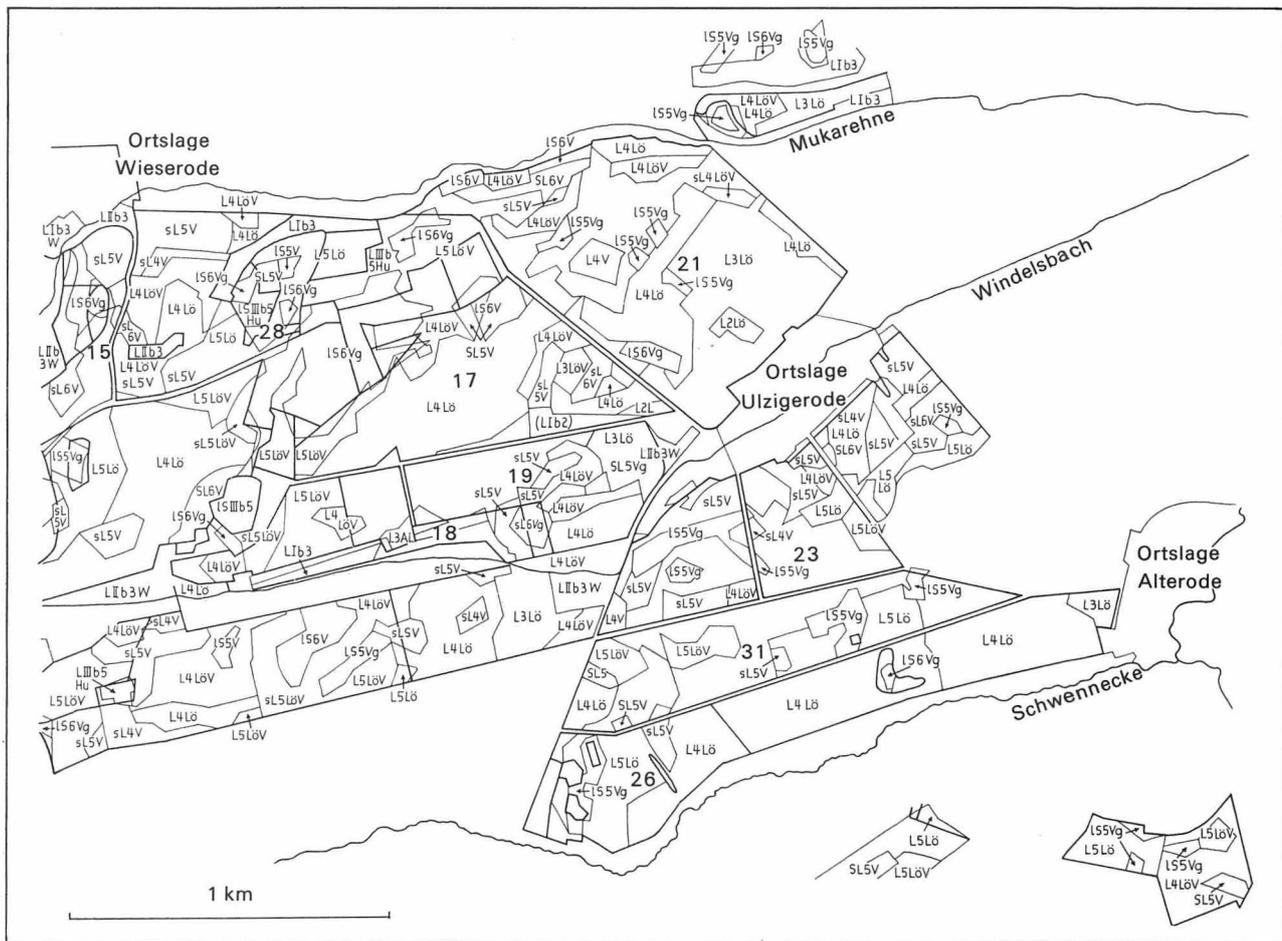


Abbildung 2
 Ausschnitt aus der Karte des Untersuchungsgebietes L4L0 – Klassenflächentypen der Bodenschätzung; 24 – Nummern der Acker nutzungsareale (s. Abbildungen 3 und 4)

gewählt (s. Abbildung 1, 2). Dieser Ausschnitt umfaßt etwa die Fläche der Gemeinden: Wieserode, Ulzigerode, Harkerode, Alterode und Stangerode. Er liegt im Bereich des Landschaftstyps „Restwald-Ödland-Acker-Typ“, der durch die Landschaftseinheit „Harkeroder Vorland“ repräsentiert wird (HENTSCHEL u. a. 1973).

2. Die Klassifizierung der Acker nutzungsareale

Da die vorliegende Cluster-Analyse (= Cl.-A.) im Rechenzentrum des ZIHKR der AdW Berlin-Buch betreut und durchgeführt² wurde, lehnen sich die folgenden Ausführungen an DEGEN, MÜLLER und LÄUTER (1975) an.

Allgemein kann die Cl.-A. als ein Klassifikationsverfahren gekennzeichnet werden, mit dessen

Hilfe Strukturen in Objektmengen erkennbar sind.

Im vorliegenden Falle wird für eine vorgegebene Menge von mathematischen Individuen – den Acker nutzungsarealen – auf Grund einer Anzahl von Merkmalen – den Klassenflächentypen der Bodenschätzung und ihrer Verbreitung – durch die Cl.-A. ein Cluster bestimmt. Cluster sind in diesem Falle Gruppierungen (Klassen, Teilmengen) von Acker nutzungsarealen nach der Ähnlichkeit ihrer Ausstattung. Die Ähnlichkeit der Areale untereinander wird ausgedrückt durch den „mathematischen Abstand“, der für jedes Merkmal zwischen allen Individuen (Arealen) berechnet wird.³

² Wofür ich den Herren Dipl.-Math. G. DEGEN und W. MÜLLER zu hohem Dank verpflichtet bin.

³ Die Normierung und Diskretisierung der Merkmale bzw. Abstände werden an dieser Stelle nicht behandelt.

Als Maß des mathematischen Abstandes wurde der euklidische Abstand verwendet:

$$d_{kl} = \sqrt{\frac{1}{p} \sum_{i=1}^p (x_{ki} - x_{li})^2}$$

wobei p:
Anzahl der Merkmale und
 $x_{ki} - x_{li}$:
Die Differenz zwischen den normierten Meßwerten der Arealen x_k und x_l im Merkmal i sind.

Ergebnis der Berechnung ist eine symmetrische Abstandsmatrix, in der die Ähnlichkeit zwischen jeweils 2 Arealen durch ihren euklidischen Abstand ausgedrückt wird.

Anschließend werden dann die zwei am meisten ähnlich ausgestatteten Arealen zu einem Cluster zusammengefaßt. Der Abstand zwischen diesem Cluster und den übrigen Arealen wird erneut nach der „Methode der entferntesten Nachbarn“ berechnet. Diese Methode hat zum Inhalt, daß der mathematische Abstand zwischen einem Areal und einer Arealgruppe durch den Abstand der am weitesten voneinander entfernten Elemente bestimmt wird.

Nach Beschreibung des Verfahrens bei DEGEN, MÜLLER und LÄUTER werden im Verlaufe des Rechenprozesses die Arealen bzw. Arealgruppen solange zu neuen Clustern zusammengefaßt, bis alle Arealen in einer Klasse vereinigt sind. Als Ergebnis erhalten wir eine Hierarchie disjunkter Arealgruppen.

Abbildung 3

Klassifizierung der Ackernutzungsareale nach der Vergesellschaftung von Klassenflächen der Bodenschätzung.

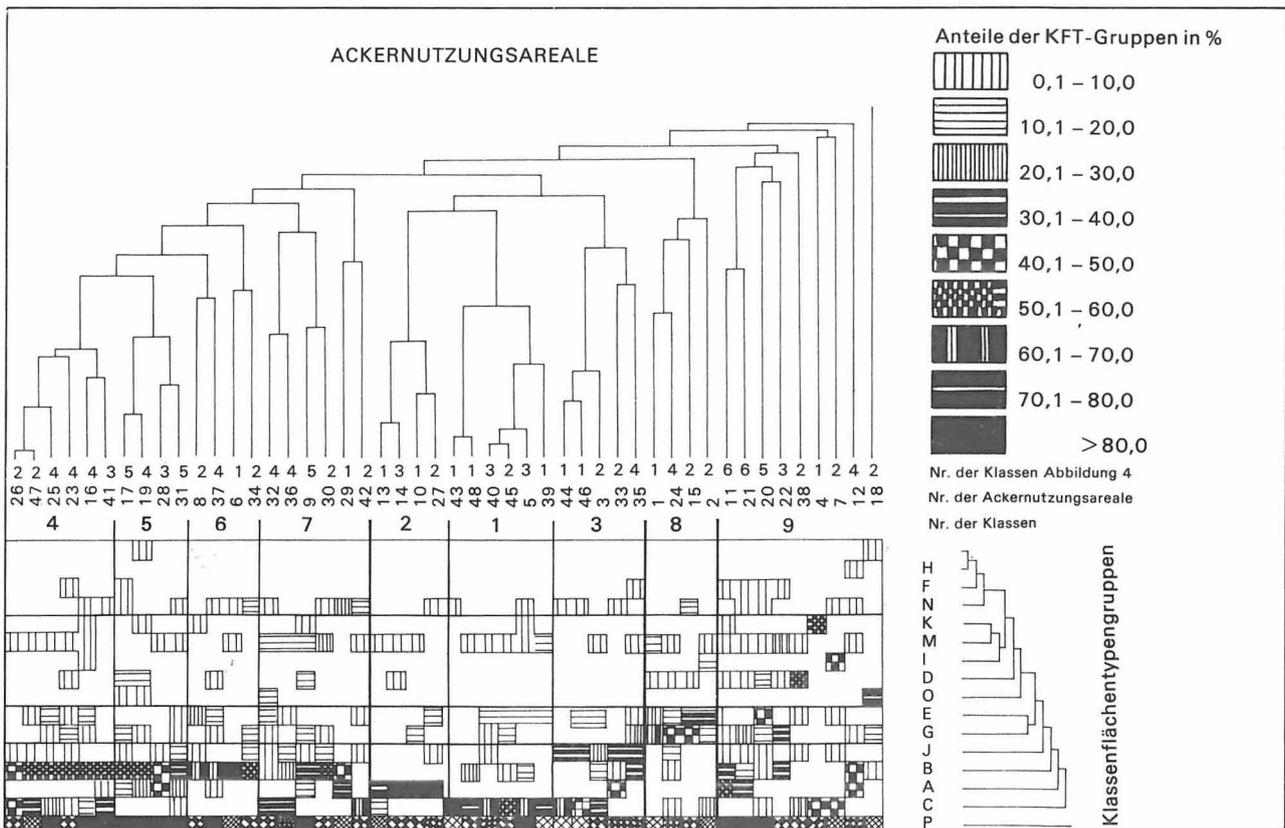
Die Klassenflächen wurden zu folgenden Klassenflächentypen-Gruppen zusammengefaßt:

A – L2Lö, L3Lö, sL3Lö B – L4Lö, sL4Lö C – L5Lö, sL5Lö D – L3LöV, L4LöV, sL4LöV

E – L5LöV, sL5LöV F – L4V, sL4V G – sL5V, sL6V H – sL5Vg I – SL4Lö, SL4LöV J – SL5V, SL6V, IS5V, IS6V

K – SL5Vg L – SL6Vg M – IS5Vg N – IS6Vg O – AI-Flächen

P bezeichnet die absolute Flächengröße der Ackernutzungsareale (Signaturen entsprechen Legende Abbildung 4)



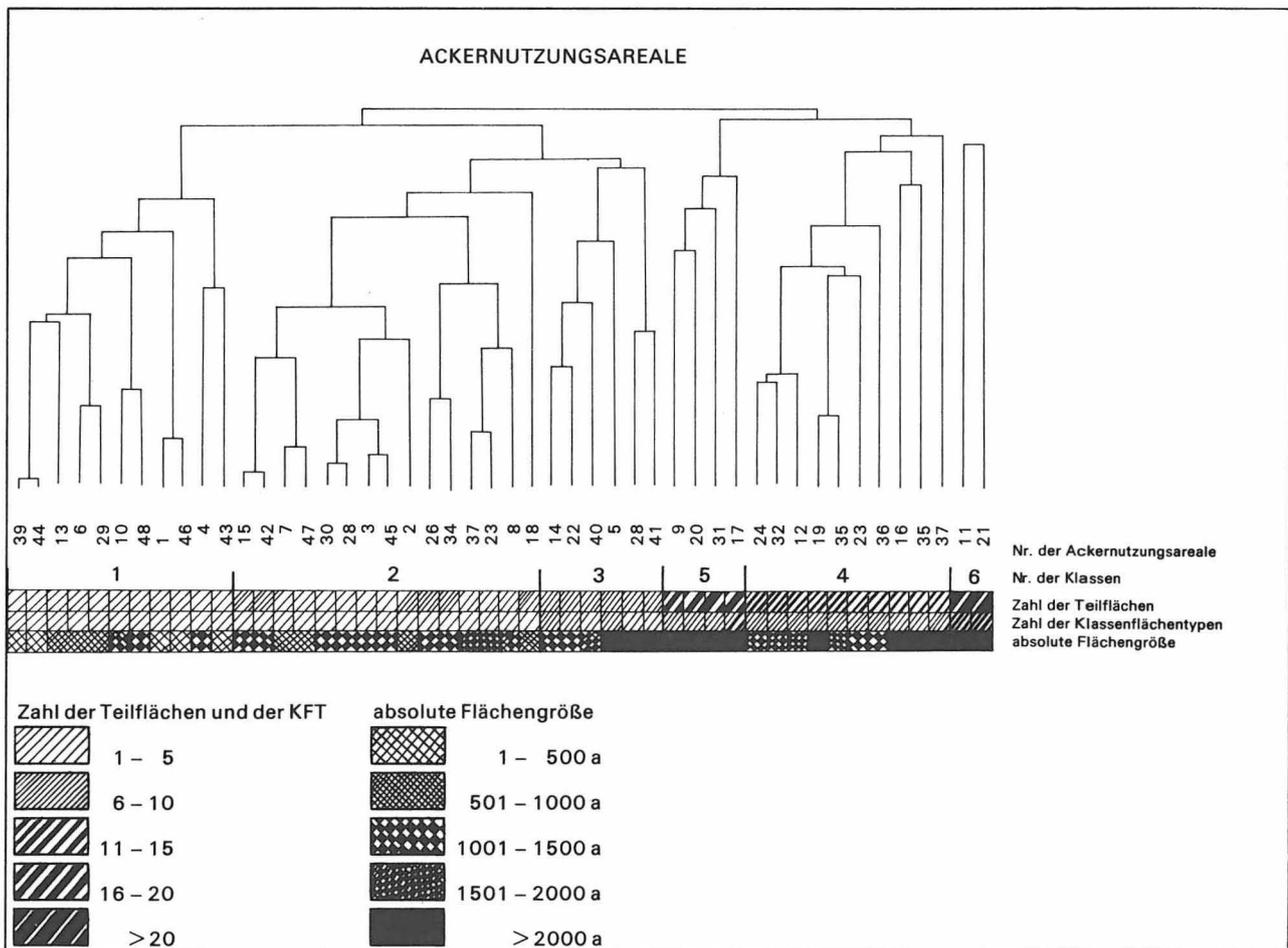


Abbildung 4
Klassifizierung der Ackernutzungsareale nach der Zahl ihrer Teilflächen, der Zahl auf dem Areal auftretender Klassenflächentypen und der absoluten Flächengröße des Areals

Um eine möglichst umfassende Information aus dem vorhandenen Datenmaterial zu gewinnen, wurden 3 Cluster-Analysen berechnet (Abbildung 3, 4):

1 die clusteranalytische Klassifizierung der Klassenflächentypengruppen der Bodenschätzung nach ihrem Verwandtschaftsgrad im Rahmen ihres Erscheinens in den Nutzungsarealen

2 die bei der Schilderung des Verfahrensweges bereits genannte Klassifizierung der Ackernutzungsareale nach ihrer natürlichen Ausstattung, repräsentiert durch die Klassenflächentypengruppen der Bodenschätzung, entsprechend der Flächenanteile in den Arealen

3 die Klassifizierung der Ackernutzungsareale nach den Merkmalen:

Zahl der Teilflächen von Klassenflächentypen in jedem Areal

Zahl der Klassenflächentypen in jedem Areal
absolute Flächengröße des Areals.

3. Interpretation der clusteranalytischen Klassifizierung

Es soll nun versucht werden, (1) und (2) zu interpretieren. Diese Cl.-A. sollen über die Ordnung der Klassentypengruppen Aufschluß geben, wie sie uns innerhalb der 48 Areale entgegentritt.

Die Ergebnisse der Cl.-A. (1) dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, die lückenlose Hierarchie der ökologischen Verwandtschaft widerzuspiegeln; die vorliegende Hierarchie beruht auf der Verwandtschaft regionaler – also auf das Unter-

suchungsgebiet beschränkter – Klassenflächengesellschaften der Bodenschätzung.

Die mit der Cl.-A. vorgenommene Gruppierung ermöglicht die Abgrenzung der klassifikatorischen Bedeutung der Merkmale gegeneinander und gibt damit gleichfalls für (2) eine bessere Ausgangsposition bei der Untersuchung zusammengehörender Ackernutzungsareale.

Die Zusammenfassung zu deutlich voneinander getrennten Gruppen läßt sich bei (1) nicht vorbehaltlos vornehmen. 2 Hauptgruppen (= HG) trennen sich auf relativ hohem Niveau

1. HG	2. HG
L bis 0	E bis C

P als Flächengröße der Ackernutzungsareale steht isoliert da.

Die Individuen der Hauptgruppe 1 treten kleinflächiger auf als die der HG 2; sie können in allen Ackernutzungsarealen erscheinen, ohne klassifikatorisch für (2) eine größere Rolle zu spielen. Sie sind begleitende Elemente, was jedoch nicht bedeutet, daß sie für Landschaftspflegefragen nicht berücksichtigt werden müssen.

Die HG 2 besitzt in sich nur lockere Zusammenhänge. Sie bilden aber die für (2) entscheidenden Merkmale, da ihr Vorkommen arealgruppierend wirkt.

Auf dem unteren Klassifikationsniveau ist in der HG 1 eine Zweiteilung bemerkbar, in der HG 2 sind nur E und G vereint. Aus Interpretationsgründen wurde J zu dieser Gruppe hinzugezogen und die „Lößgruppe“ abgetrennt.

Bei (1) lassen sich 4 Gruppen erkennen, die entsprechend ihrer Gruppenabfolge beschrieben werden:

Gruppe 1
wird gebildet von den Klassenflächentypen sL5Vg, SL6Vg, IS6Vg, L4V, sL4V;

Gruppe 2
SL5Vg, IS5Vg, SL4Lö, SL4LöV, L3LöV, L4LöV, sL4LöV, Al-Flächen;

Gruppe 3
L5LöV, sL5LöV, sL5V, sL6V, SL5V, SL6V, IS5V, IS6V;

Gruppe 4
L4Lö, sL4Lö, L2Lö, L3Lö, sL3Lö, L5Lö, sL5Lö.

Zunächst ist überraschend, hier eine derart widersprüchliche Gruppierung zu sehen. Beim Eindringen in die quantitative Gruppenzusammensetzung und bei der geographischen Analyse des Sachverhaltes wird aber deutlich, daß bestimmte Klassenflächentypen unterrepräsentiert sind. Das trifft zu für die Gruppe 1, bei der nur IS6Vg ausreichend flächenhaft vertreten ist, sowie bei Gruppe 2, bei der nur die Klassenflächentypen IS5Vg, L3LöV, L4LöV, sL4LöV genügend repräsentiert sind.

Weiterhin erweist sich in diesem Sinne die nur ausschnittsweise Erfassung einer Naturraum-Einheit als aussagebeschränkend. Aus diesem Grunde wurden bestimmte Klassenflächentypen (z. B. die Lö- und Al-Flächen in Gruppe 2) nicht genügend scharf als eigene Gruppe abgetrennt. Da von den Lö- und Al-Flächen der Gruppe 2 lediglich L3LöV, L4LöV und sL4LöV den Repräsentanzanspruch befriedigen, können diese 3 Klassenflächentypen durchaus auch als eigene Gruppe aufgefaßt werden. Übrigens sind sie hinsichtlich des Abstandes von Gruppe 2 genauso weit „entfernt“ wie von Gruppe 1.

Als nachteilig erscheint auch die durch das Bodenschätzungsverfahren vorgegebene systematische Ordnung der Klassenflächen. Die unscharfen inhaltlich-systematischen Grenzen werden bedingt durch die Zusammenfassung relativ weit streuender lithologisch-pedologischer Merkmalsausprägungen in einem Klassenflächentyp.

Zu diesen – die Interpretation erschwerenden – Momenten tritt noch das Fehlen von quantitativ-ökologischen Merkmalen hinzu.

Trotz der geschilderten Schwächen des Primärdaten-Materials ist es erstaunlich, wie relativ klar das Verfahren der Cluster-Analyse Verwandtschaftsgrade von Klassenflächentypen unmittelbar aus den Lagebeziehungen erschließt. Damit bestätigt sich hier deutlich, daß die Eigenschaften kleiner räumlicher Einheiten in geographischem Sinne nicht nur bestimmt werden von ihrer inneren Ausstattung, sondern wesentlich auch von den Lagebeziehungen innerhalb einer größeren räumlichen Einheit.

Die auf den Ackernutzungsarealen auftretende Form der räumlichen Vergesellschaftung der KFT-Gruppen geht aus (2) hervor. Aus der Abbildung 3 lassen sich Gruppenbildungen auf verschiedenen Niveaus vornehmen.

Auf dem oberen Niveau trennen sich die Areale mit lößbestimmten KFT-Gesellschaften von den lößderivat- bzw. schuttdeckenbestimmten Gesellschaften. Zu dieser zweiten Gruppe von Klassen wurde auch eine Reihe sehr heterogen aufgebauter Ackernutzungsareale gerechnet, die allen anderen Arealen hinsichtlich ihrer KFT-Gesellschaften sehr unähnlich sind und auch innerhalb ihrer Klasse nur auf sehr hohem Niveau Verwandtschaft zeigen.

Die Klassengruppe der Areale mit lößbestimmten KFT-Gesellschaften wiederum wird in 2 Hauptklassen gespalten, die als L4Lö/sL4Lö-Gruppe bzw. als L2Lö/L3Lö/sL3Lö/L5Lö/sL5Lö-Gruppe bezeichnet werden soll, da diese KFT die höchsten Bauwerte erreichen.

Da die beiden Hauptklassen auf dem untersten, noch als zweckmäßig anzusehenden Niveau drei- bzw. viergeteilt werden, ergeben sich insgesamt 9 Gesellschaftsklassen von Ackernutzungsarealen:

1. In der L5Lö/sL5Lö-Gesellschaftsklasse sind die Löß-KFT mit Flächenanteilen mit mindestens 50 %, in der Regel aber mit > 70 % im Ackernutzungsareal vertreten. Mit 10...20 % Arealdeckung treten typischerweise L5LöV- und sL4LöV-KFT auf. Vergesellschaftet damit sind schuttreiche Extremstandorte wie IS5Vg, SL5VG und IS6VG.

2. Die zweite Gesellschaftsklasse wird charakterisiert durch die L2Lö, L3Lö, sL3Lö-KFT, die Arealdeckungen von > 80 (70) % erreichen. Als Gesellschaftsbegleiter erscheinen IS5Vg, L5LöV, sL5LöV, sL5V, sL6V (bis 10 %).

3. Diese Klasse von Gesellschaften besteht aus 2 Hauptkenn-KFT-Gruppen, den Löß-KFT (vor allem L5Lö, sL5Lö, aber auch L4Lö, sL4Lö und L2Lö, L3Lö, sL3Lö) und der sandreichen Schuttdecken-SL5V, SL6V, IS5V, IS6V-Gruppe, die mit großer Stetigkeit auftritt. Beide Kenngruppen der Gesellschaft sind mit > 40 % jeweils beteiligt am Arealbau. Dazu kommen 10...20 % aus den Gruppen L5LöV, sL5LöV bzw. sL5V, sL6V.

4. In der Klasse 4 sind ebenfalls 2 dominante KFT-Gruppen anzutreffen, die eine L4Lö, sL4Lö/L5Lö, sL5Lö-Gesellschaft bilden, wobei die L4Lö, sL4Lö-Gruppe sehr stetig auftritt (40...60 % Flächenanteil). Beigemischt sind die Gruppen SL5V, SL6V, IS5V, IS6V und IS6Vg im Flächenumfang bis 10 %.

5. In der fünften Klasse setzt sich die Dominanz der KFT-Gruppe L4Lö, sL4Lö mit gleicher Stetigkeit (30...60 % Arealdeckung) fort, kombiniert allerdings mit der KFT-Gruppe L2Lö, L3Lö, sL3Lö in unterschiedlicher Arealdeckung (10...50 %).

6. Auch die Klasse 6 wird von der Dominanz der KFT-Gruppe L4Lö, sL4Lö eingenommen, die in dieser Klasse ihre höchsten Arealdeckungswerte erreicht (50...> 80 %). Vergesellschaftet ist diese KFT-Gruppe mit flächenhaft untergeordnet auftretenden Gruppen, vor allem den Lößderivaten und schluffreicheren Schuttdecken (L5LöV, sL5LöV, sL5V, sL6V), und den Gruppen IS6Vg sowie SL5Vg (bis 15 % des jeweiligen Ackernutzungsareals).

7. Die Klasse 7 bildet die Übergangsguppe zu den folgenden Klassen der lößderivat- bzw. schuttdeckenbestimmten Klassen. Ihre Gesellschaften bauen sich aus allen Löß-KFT-Gruppen auf, deren Flächendeckung zwischen 7 und 70 % schwankt und deren Stetigkeit innerhalb der Klasse gering ist. Zu diesen KFT-Gruppen treten die schuttreichen IS5Vg und IS6Vg-KFT mit bis zu 25 % Flächenanteil.

8. Die Klasse 8 zählt zu der zweiten Gruppe von Klassen, die sich bereits auf hohem Niveau von den lößbestimmten Gesellschaften abtrennen. Die in dieser Klasse zusammengefaßten Gesellschaften werden geprägt durch die KFT-Gruppen der Lößderivat- und der schluffreichen Decken. Beide KFT-Gruppen haben geringe Stetigkeit und schwanken in ihrem Flächenanteil zwischen 14 und 70 %. Kleinflächig ist die KFT-Gruppe der sandigen, schuttreichen KFT (IS5Vg, IS6Vg – bis zu 14 % des Areals) vorhanden.

9. In der Klasse 9, deren Individuen mit allen anderen Klassen am wenigsten verwandt sind, ist der für das Klassifikationsverfahren „undefinierbare Rest“ an Ackernutzungsarealen vereinigt. Deutlich ist das bei Areal 18, das auf Grund der hohen Beteiligung von grundwassernahen Auenstandorten (AI-Flächen...76 % des Gesamtareals) aus dem Bereich der durch anhydromorphe KFT-Gruppen geprägten Klassen herausfällt. Auffällig ist ebenso Areal 4 durch den Anteil (58 %) an SL5Vg. Die Schuttlehm-KFT aller anderen Areale erreichen nicht annähernd der-

artige Werte. Eine für alle Individuen typische Vergesellschaftung von KFT-Gruppen läßt sich für Klasse 9 nicht formulieren.

Die „Verwandschaft“ der Ackernutzungsareale hinsichtlich der Merkmale:

Flächengröße der Areale

Zahl der Teilflächen in den Arealen

Zahl der in den Arealen auftretenden Klassenflächentypen

veranschaulicht (3) in Abbildung 4. Es zeigt eine deutlich hierarchisch aufgebaute Klasseneinteilung in 6 Klassen, obwohl auch hier wie bei (2) das hierarchische Niveau der Klassenbindung nicht für alle Klassen gleich ist.

Folgende Klassenbegrenzung wurde vorgenommen:

Klassen	Zahl der Teilflächen	Zahl der KFT	Größe der Areale	Anzahl der untersuchten Areale
1	1– 5	1– 5	≅ 1 500 a	11
2	10	1– 5	> 500—> 2 000 a	15
3	6–10	1–10	> 1 000—> 2 000 a	6
4	11–15	6–10	> 1 000—> 2 000 a	10
5	16–20	6–15	> 2 000 a	4
6	> 20	11–15	> 2 000 a	2

Betrachten wir diese Klassen in Zusammenhang mit den Ergebnissen der Cl.-A. (1, 2), so zeigt sich, daß nur ein lockerer Zusammenhang zwischen den KFT-Gesellschaften der Areale und den unter (3) analysierten Kennwerten besteht. Vermutlich spielt hier die nach infrastrukturellen und betriebswirtschaftlichen Kriterien vorgenommene Arealbegrenzung eine entscheidende Rolle. Es kann folgendes ausgesagt werden:

– Die Klassen 1, 2, 3 von (1,2) kommen – abgesehen von Areal 35 – nicht über Klasse 3 von (3) hinaus, d.h. sie umfassen die Areale mit geringer bis mäßiger Diversität.

– Die in Klasse 4 von (1,2) vereinigten Areale bewegen sich innerhalb der Klassen 2...4 von (3), also im Bereich mäßiger Diversität.

– Für die Klassen 5...9 von (1,2) läßt sich bei den Klassen 1...4 von (1,2) angedeutete Tendenz nicht weiter verfolgen.

4.

Schlußfolgerungen für die Landschaftspflege

Grundlegende geoökologische Merkmale, auf die sich die Maßnahmen der Landschaftspflege in der betrachteten räumlichen Dimension richten müssen, sind:

- Erosionsdisposition
- Verdichtungsdisposition
- Oberflächenabflußdisposition
- Versickerungsvermögen
- Wasserspeicherungsvermögen
- Austrocknungsdisposition
- physikalisches Filterungsvermögen.

Diese Merkmale wurden komplex erfaßt, ihre räumliche Verbreitung und Ausprägung durch entsprechende merkmals tragende Flächen charakterisiert. Als solche Flächen wurden im vorliegenden Fall die Klassenflächen der Bodenschätzung verwendet. Durch die Klassifizierung der auf den Ackernutzungsarealen vorkommenden KFT-Gesellschaften ist es nun möglich, für das gesamte Ackernutzungsareal die typische Merkmalskombination und -ausprägung der angeführten Merkmale darzustellen und arealtyp-spezifische Pflegemaßnahmen vorzuschlagen bzw. die Bewertung für landeskulturelle Funktionen vorzunehmen (HENTSCHEL u. a. 1973).

Dabei sind für die Landschaftspflege nicht die für den Gesellschaftstyp ausschlaggebenden Flächenelemente entscheidend, also diejenigen mit der größten Flächenverbreitung in einem Areal, sondern die Elemente, welche auf Grund ihrer Merkmalsausprägung die arealtyp-spezifische Kombination von Pflegemaßnahmen wesentlich beeinflussen.

Literatur

DEGEN, G.

Einsatzmöglichkeiten der EDV bei der Auswertung von Siedlungsdichteuntersuchungen mit Hilfe von Cluster- und Diskriminanzanalysen und deren ökologischer Aussagewert. Vortrag Frühjahrstagung IG Avifaunistik KB der DDR, Bez. Potsdam, Frankfurt (Oder), Cottbus und Berlin 11. u. 12. 5. 1974 in Großräschen, Kr. Senftenberg.

DEGEN, G.; W. MÜLLER u. J. LÄUTER

Die Untersuchung von Brutvogelbestands-Probeflächen-Beziehungen unter Anwendung der Cluster-Analyse. Der Falke, 22, 1975.

HARD, T.; G. HARD

Eine faktoren- und clusteranalytische Prüfung von Expositionsunterschieden am Beispiel von Kalktriften. Flora, 162, 1973, S. 442...466.

HENTSCHEL, P.; B. REUTER u. B. ROSSEL

Grundlagen der Landschaftspflege in ausgewählten Typen von Landschaftsschutzgebieten. Forschungs-Teilabschlußbericht. Institut für Landschaftsforschung und Naturschutz der AdL. d. DDR. Halle 1973.

REUTER, B.

Ergebnisbericht über die Gruppierung der Klassenflächentypen der Bodenschätzung nach landschaftspflegerisch relevanten Merkmalen (Manuskript). Institut für Landschaftsforschung und Naturschutz der AdL. d. DDR. Halle 1973.

—: Landschaftsgliederung des Landschaftsschutzgebietes Harz als Grundlage der Landschaftspflege von Acker- und Grünlandflächen. Peterm. Geogr. Mitt., 119, 1975, 3, S. 219...227.

RICHTER, M.

Untersuchungen zur Interferenz von geo-ökologischer Struktur und Nutzung schuttreicher Bodenformen und der Bedeutung solcher Interferenzen für die Landschaftspflege. Halle: Dipl.-Arb. 1975.

SCHMIDT, K.

Probleme der Anwendung der Rechentechnik in den biologischen und landwirtschaftlichen Wissenschaften am Beispiel der Klassifikation, der mathematischen Statistik und Simulation. Tag. Ber. d. AdL. d. DDR, 131, 1974, S. 181...195.

STRAACH, P.; G. RÖLLIG

Die Clusteranalyse als Methode zur Klassifizierung geologischer Parameter. Zschr. f. angew. Geol., 21, 1975, 6, S. 269...274.

Besprechungen

Hall: Jb. f. Geowiss. Bd 2
Seite 127...128
VEB H. Haack Gotha/Leipzig 1977

HESEMANN, J.

Kristalline Geschiebe der nordischen Vereisungen.

Krefeld: Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen 1975.

8°, 267 S., 44 Abb., 29 Tab., 8 Farbt., 1 Karte in der Anlage – 30,-DM.

Es ist erfreulich, daß nach dem Bestimmungsbuch für Sedimentärgeschiebe (HUCKE, K. u. VOIGT, E. OLDENZAAL 1967) und einer Beschreibung von 40 kristallinen Geschieben des Ostbaltikums (VILDING, H. u. a., Vilnius 1971) nunmehr eine ausführliche, neue Darstellung der kristallinen Geschiebe vorliegt, nachdem das Heft von J. KORN (Berlin 1927 bzw. ergänzt von J. HESEMANN, 1938) längst vergriffen und auch in manchem überholt ist. Die intensive Quartärforschung, besonders auch in der DDR, auf die hingewiesen wird, und die Fortschritte in Geologie und Petrologie des fennoskandischen Heimatgebietes der Kristallineschiebe machen ein solches Buch zu einem Bedürfnis, zumal die Geschiebeforschung nicht nur von Fachgeologen, sondern besonders von Laienforschern in zahlreichen Fachgruppen des Kulturbundes der DDR betrieben wird.

Nach einer Einführung in die Grundlagen der Geschiebeforschung und einer kurzen Darstellung der geologisch-petrologischen Verhältnisse des nordischen Ursprungsgebietes der Geschiebe werden charakteristische Gesteine aus Schweden, Finnland, Dänemark und Norwegen im einzelnen beschrieben und abgebildet. Den größten Raum nehmen die zahlreichen Granite ein. Dabei sind die Farbtäfel gut gelungen und erleichtern die Bestimmung, während die Gesteinsbilder in schwarz-weiß nur wenig zeigen. Ein Kapitel über die Erscheinungsweise kristalliner Geschiebe, ein ausführliches Schriftenverzeichnis und ein Sachregister beschließen das wichtige und verdienstvolle Buch, das in jeder Hinsicht empfohlen werden kann.

R. HOHL

TESCHKE, H. J.

Entwicklung und tektonischer Bau des südwestlichen Randbereichs der Osteuropäischen Tafel.

Schriftenreihe für Geologische Wissenschaften,
Heft 4, 151 S.,

44 Abbildungen, 4 Tabellen,

Akademie-Verlag, Berlin 1975. 30,-M.

Die Komplexanalyse des südwestlichen Randbereichs der Osteuropäischen Tafel hat die paläogeographische, lithologische und tektonische Entwicklung eines Gebietes zum Gegenstand, das von der östlichen Nordsee bis zur westlichen Ukrainischen SSR reicht. Der Verfasser

konnte mit Hilfe objektiver und quantitativer Kriterien die Entwicklungs- und Baugesetze im Grenzbereich von zwei geotektonischen Baueinheiten 1. Ordnung nach vergleichbaren und gleichwertigen Gesichtspunkten interpretieren. Auf Grund verschiedener Merkmalskomplexe (z. B. Mobilitätsgradienten, Deformationsstil) werden die paläotektonischen Baueinheiten verschiedener Größenordnungen definiert und abgegrenzt. Die Betrachtung der lateralen und vertikalen Stoffverteilung als Funktion des tektonischen Regimes in der geologischen Zeit erlaubt die Ableitung von Gesetzmäßigkeiten in der linearen oder zyklischen Entwicklung, die Abtrennung und Korrelation von Entwicklungsetappen und die Darstellung der zeitlich-räumlichen Beziehungen zwischen tektogenetischen und epirogenetisch/diktyogenetischen Vorgängen.

Die Erläuterung der Methodik der paläotektonischen Analyse, der Paläostrukturanalyse, der Raum-Zeit-, Stoff-Raum- und Stoff-Zeit-Analyse gestattet die Anwendung dieser Methodik auch auf die Grenzbereiche anderer vergleichbarer Strukturen. Durch zahlreiche Karten und Flächen-Zeit- sowie Lithokennwert-Zeit-Diagramme illustriert, wird im Hauptteil der Arbeit die paläotektonische Entwicklung des Arbeitsgebietes vom Archaikum bis zum Tertiär abgehandelt. Es wird festgestellt, daß die strukturelle Entwicklung zyklisch verläuft und nach längeren Zeiten mit paläogeographischen Änderungen relativ kurzfristig ein durch endogene Vorgänge beeinflusster Wechsel des paläotektonischen Bauplanes erfolgt. Zwischen den epirogenen Bewegungen im Tafelbereich und den tektogenen Vorgängen im angrenzenden Orogen bestehen zeitlich-räumlich definierbare Beziehungen. Der eigentliche Tafelrand geht auf eine bis in den Mantel reichende, langlebige Bruchstruktur zurück. Die Hauptsenkungsachsen in diesem Bereich konzentrieren sich auf eine 150...200 km breite Zone, in deren Raum die Randsenken der verschiedenen Zeitabschnitte um eine Mittellage pendeln. Diese großregionale lineamentäre Krustenfuge 1. Ordnung wird von TESCHKE als Dobrudscha-Nordsee-Lineament bezeichnet.

Trotz des geschlossenen Eindruckes, den diese ausgezeichnete Arbeit bietet, bleiben selbstverständlich auch Fragen offen, werden Probleme nicht berührt. Hingewiesen sei auf das Verhalten der Faunen. S. v. BUBNOFF berücksichtigte diesen paläogeographischen Indikator stärker, aber auch unabhängig davon konnte TESCHKE die Zyklentheorie v. BUBNOFFs prinzipiell und quantitativ bestätigen. Eine Stellungnahme zu den Fragen, die die Plattentektonik-Hypothese für eine solche Fuge 1. Ordnung, aufwirft, gibt der Autor nicht.

M. SCHWAB