

Aus der Sektion Biowissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg,
Geiseltalmuseum, Paläozoologische Forschungsstelle
(Wissenschaftsbereichsleiter: Prof. Dr. H. W. Matthes)

Zur Palökologie der tertiären Fossilfundstellen des Geiseltales¹

Von

Günter Krumbiegel

Mit 5 Abbildungen und 1 Tabelle

(Eingegangen am 24. Februar 1975)

1. Einführung

Seit 50 Jahren werden vom Geiseltalmuseum (Paläozoologische Forschungsstelle) der Sektion Biowissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg bzw. vom ehemaligen Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Halle systematische und quantitative Fossilausgrabungen, insbesondere auf Vertebraten, in der mitteleozänen Braunkohle des Geiseltales bei Merseburg durchgeführt. Dieser längere Zeitraum geowissenschaftlicher Forschungstätigkeit rechtfertigt es, zwischenzeitlich einen zusammenfassenden Überblick zur Palökologie der Fossilfundstellen dieser Fossilagerstätte in einem mitteleuropäischen Braunkohlenvorkommen zu geben.

Die Grabungsarbeiten in den Fossilfundstellen des Geiseltales und die parallel dazu laufenden geologisch-stratigraphischen (vgl. Krumbiegel 1965, 1968, 1970) und paläontologischen Untersuchungen (vgl. Matthes 1958, 1970) haben inzwischen zahlreiche Beobachtungsdaten erbracht. Diese ermöglichen es, grundlegende paläontologische, palökologische und sedimentologische Aussagen zu machen über die fossilen Biotope und ihre ehemaligen Biozönosen und Pflanzenassoziationen sowie über die geologischen Vorgänge, die zur Entstehung der verschiedenen Fossilfundstellentypen führten.

2. Historisches zur Erforschung der Palökologie der Geiseltalbraunkohle

Biostratigraphie und Biostratonomie, als Methoden zur Erforschung der Palökologie der Geiseltalbraunkohle, weisen sehr enge Beziehungen zur Aktuopaläontologie und damit zur Zoologie und Botanik auf. Biostratigraphische und biostratonomische Arbeitsmethoden sind bei der geowissenschaftlichen Erforschung der eozänen Braunkohlenlagerstätte des Geiseltales bei Halle und ihres weltweit bekannten Fossilinhaltes an Vertebraten und Invertebraten sowie Pflanzen von Beginn an während der wissenschaftlichen Forschungsarbeiten, insbesondere der palökologischen Untersuchungen, gezielt in Anwendung gebracht worden.

¹ Anlässlich „50 Jahre Fossilausgrabungen Geiseltal“ im Jahre 1975. Auf die gleiche Problematik wurde vom Verfasser in der Diskussion im Rahmen des Internationalen Kolloquiums „Eozäne Wirbeltiere des Geiseltales“ der Sektion Biowissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg am 4./5. November 1974 in Halle (Saale) eingegangen.

Der Begriff der „Biostratigraphie“ geht zurück auf die beiden Engländer Martin Lister (1638–1711) und John Woodward (1665–1722) und wurde erstmalig 1800 von William Smith (1769–1839), dem „Schichten-Smith“, in der Praxis angewendet. Die Tatsache, daß bestimmte Fossilien für bestimmte Schichten charakteristisch sind, bildet die Grundlage der Biostratigraphie und damit auch die der paläontologischen Chronologie. So ist also die Biostratigraphie eine echte historische Wissenschaft mit der chronologischen Aufgabe, Zeitmomente zu fixieren. Sie klärt „die chronologische Aufeinanderfolge der Lebewesen, die Abfolge der Floren und Faunen und die Zeittiefe für die Entwicklungsgeschichte“ (A. H. Müller).

Anders dagegen die „Biostratonomie“, die ebenbürtig neben der Biostratigraphie steht. Sie untersucht die mechanischen Lagebeziehungen der organischen Reste zueinander und zum Sediment.

Erste biostratonomische Betrachtungen im Geiseltal gehen auf J. Walther (1860 bis 1937) zurück, doch ist der ehemalige Ordinarius für Geologie und Paläontologie des Geologisch-Paläontologischen Institutes der Universität Halle, Professor Dr. J. Weigelt (1890–1948), als der eigentliche Begründer der Biostratonomie anzusehen. Was Weigelt mit dieser neuen Forschungsdisziplin beabsichtigte, brachte er so zum Ausdruck:

„Vom Geschehen an Schalenmassen von Wirbellosen ausgehend, hatte ich die rezenten Wirbeltierleichen zum Forschungsgegenstand der Biostratonomie erhoben und gelehrt, in den rezenten wie in den fossilen Wirbeltierleichen Indikatoren für allgemein geologische, paläogeographische, klimatologische und ökologische Vorgänge zu sehen. Todesursache und Transport, richtende Kräfte und Einbettungsmedium, Verwesung und Verschleppung wie Konzentration, dies und vieles andere ist für den Geologen wichtiges Naturgeschehen in Gegenwart und Vergangenheit.“ (Weigelt, S. 225, in Hunger 1958/59).

So faßte Weigelt alle diejenigen Vorgänge in der Biostratonomie zusammen, die „vom Tode eines Organismus bis zu seiner Einbettung in das Sediment und bis zu seiner Fossilisation ablaufen“ (Gallwitz & Krutzsch 1953). Der Ablauf dieser Vorgänge wird rückwärtsschreitend rekonstruiert, ausgehend vom Fossil und seinen Fossilisationsmerkmalen und Beziehungen zum Sediment und zu dessen Genese.

Dieses Weigeltsche „biostratonomische Programm“ und seine praktische Anwendung, insbesondere in der Geiseltalforschung, befruchtete die paläontologische Forschung bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt sowohl in der Paläozoologie als auch in der Paläobotanik und ebenso die Grundlagenforschung wie auch die angewandte Forschung.

Weigelts bedeutendsten organisatorischen und vor allem wissenschaftlichen Leistungen liegen auf dem Gebiet der Fossilausgrabungen in der Braunkohle des Geiseltales. Die Idee und der Wunsch Weigelts, angeregt durch seine wissenschaftlichen Arbeiten im Jahre 1924 an der nordamerikanischen Golfküste, einmal „fossile Leichenfelder“ mit Wirbeltieren auszugraben, erfüllte sich bereits 1926 im Geiseltal bei Halle. Die in seinem Buch *„Rezente Wirbeltierleichen und ihre paläobiologische Bedeutung“*, Leipzig 1927, niedergelegten Eindrücke und Beobachtungen an der nordamerikanischen Golfküste wurden ihm im Tertiär des Geiseltales fossil bestätigt. Die biostratonomische Fragestellung veranlaßte Weigelt, nun unter völlig neuen Gesichtspunkten an die Ausgrabungen heranzugehen. Bei den Wirbeltierausgrabungen im Geiseltal und auch bei denen im Paläozän von Walbeck bei Weferlingen wandte er die Methode der systematischen und quantitativen Grabungen an. Die Fundstellen wurden exakt vermessen, der Fundinhalt in seiner Lagebeziehung genauestens registriert und in Kartendarstellungen festgehalten. Diese lückenlosen Untersuchungen am Fossil und am Sediment führten zu sicheren biostratonomischen Ergebnissen. Sie sind in den zahlreichen Ver-

öffentlichungen von Weigelt und seinen Mitarbeitern niedergelegt worden (Weigelt 1930, 1933, 1934, 1935, 1939). Ein erster Versuch, auch Vegetations- und Lebensbilder des Eozäns aufzuzeichnen, ist die Arbeit von Bettenstaedt (1940). Die biostratonomische Arbeitsmethode wurde nach 1949 bei den wiederaufgenommenen Grabungen unter H. Gallwitz (1896–1958) beibehalten und erweitert und bis in die gegenwärtigen Fossilausgrabungen des Geiseltalmuseums der Martin-Luther-Universität angewandt.

Von immenser Bedeutung für die Geiseltalforschung ist die quantitative Magazinierung des ausgegrabenen Fossilmaterials in der Geiseltalsammlung des Geiseltalmuseums der Martin-Luther-Universität in Halle (Saale). Diese Konzentration eines für Evolutionsforschung, Biostratigraphie, Biostratonomie und Palökologie bzw. Paläobiologie so bedeutenden wissenschaftshistorischen Fossilmaterials erleichterte und bereicherte seine komplexe wissenschaftliche Bearbeitung, was sich in der umfangreichen geowissenschaftlichen Geiseltalliteratur widerspiegelt (Krumbiegel 1970).

3. Biostratigraphie und palökologische Faziesanalyse der Braunkohle

Beim Neubeginn der Wirbeltierausgrabungen im Jahre 1949 im mittleren Geiseltal ergab sich die Notwendigkeit, die Alterseinstufung der neuen Fundstellen, die Gesetzmäßigkeiten der räumlichen Verbreitung der verschiedenen Fossilfundstellentypen und die Frage nach dem Vorkommen und der Erhaltung der pflanzlichen und tierischen Reste in bestimmten Schichten und Kohlevarietäten zu klären.

Die allgemeinen geologischen und stratigraphischen Voraussetzungen für die Beantwortung dieser auch palökologischen Fragen zu schaffen, wurde nach 1945 durch Krutzsch (1951) in den Neuaufschlüssen der Großtagebaue des Geiseltales begonnen und durch eine Reihe nachfolgender braunkohlengeoologischer und feinstratigraphischer Arbeiten bis 1967 fortgesetzt und abgeschlossen (vgl. Krumbiegel 1965; Krumbiegel & Schmidt 1968; Lincke 1974). Als Ergebnis und Arbeitsgrundlage für die paläontologische, palökologische und biostratonomische Auswertung des Fossilinhaltes sämtlicher Fundstellen, sowohl der paläobotanischen als auch der paläozoologischen Fossilfundstellen, liegt heute ein feinstratigraphisches Flözinventar der gesamten Geiseltal-Lagerstätte vor.

Bei diesen Untersuchungen wurde besonderer Wert auf die genaue feinstratigraphische Analyse und eine ebensolche Faziesanalyse der einzelnen Abschnitte des Geiseltalflözes mit Hilfe moderner Untersuchungsmethoden gelegt. So erbrachten objektive Farbwertmessungen, kohlenpetrologische Untersuchungen, aber vor allem mikropaläobotanische, sporen- und pollenstratigraphische Untersuchungen (Krutzsch 1959 und ff.) ein genaues Gliederungsschema des eozänen Geiseltalflözes und seiner palökologischen Verhältnisse (vgl. Krumbiegel 1965, S. 78–79). Diese Forschungsergebnisse wurden in neuerer Zeit ergänzt durch makropaläobotanische Untersuchungsergebnisse seitens des Paläontologischen Museums des Museums für Naturkunde an der Humboldt-Universität zu Berlin (Autorenkollektiv: „Eozäne Floren des Geiseltales“, im Druck). Auf Grund dieser feinstratigraphisch-lithologischen und paläobotanischen Faziesanalyse, die vor allem die genetischen Merkmale der Braunkohle, insbesondere den horizontalen und vertikalen Wechsel der Vegetationsverhältnisse während der Bildungszeit im Moorgebiet berücksichtigt, sind im Geiseltalflöz eine Reihe charakteristischer Biotope bzw. Moortypen (normalgebänderte Kohlenabfolge, dunkle Kohlenabfolge) feststellbar.

Im engsten Zusammenhang mit den hier angedeuteten paläogeographischen, feinstratigraphischen, fazialen und petrologischen Problemen der Geiseltal-Lagerstätte stehen die nachfolgend zu erörternden Probleme der Palökologie der Fossilfundstellen.

4. Zur Palökologie der tertiären Fossilfundstellen im Geiseltal

4.1. Die Fossilfundstellentypen

4.1.1. Allgemeines

Bis zum Jahre 1974 waren insgesamt 92 fossilführende Fundstellen (23 Altfundstellen, 69 Neufundstellen) im Eozän des Geiseltales registriert worden.

Die paläozoologischen Reste (Invertebraten und Vertebraten) in der Braunkohle des Geiseltalflözes sind nicht gleichmäßig in der Kohle verteilt, sondern regional an engbegrenzte Gebiete und stratigraphisch an bestimmte Flözhorizonte gebunden.

Bis 1962 wurden im Geiseltal drei Fundstellentypen bzw. Fossilkonzentrationen beobachtet: Einsturztrichter, Leichenfelder und Streufunde. Heute lassen sich die Fundstellen genetisch und palökologisch eingehender charakterisieren und den folgenden Typen zuordnen:

Vertebratenfundstellen

1. Einsturztrichter:

Einsturztrichter – „*Einbruchstyp*“ (vgl. Abb. 1)

Einsturztrichter – „*Setzungstyp*“ (vgl. Abb. 1)

Einsturztrichter – *fossilfrei*, sog. *f-Trichter*

Einsturztrichter / Bachlauf

Einsturztrichter / Leichenfeld

(die beiden letzten Fundstellentypen sind sog. *kombinierte* Fundstellen)

2. Leichenfelder

3. Bachläufe (vgl. Abb. 1)

4. Sonstige Fundstellentypen:

Streufunde

Bohrungen

Invertebratenfundstellen

(diese Fundstellen sind meist gleichzeitig Vertebratenfundstellen)

1. Diatomeenfundstelle (1)¹

2. Insektenfundstelle (10)

3. Ostracodenfundstelle (2)

4. Lamellibranchiatenfundstelle (3)

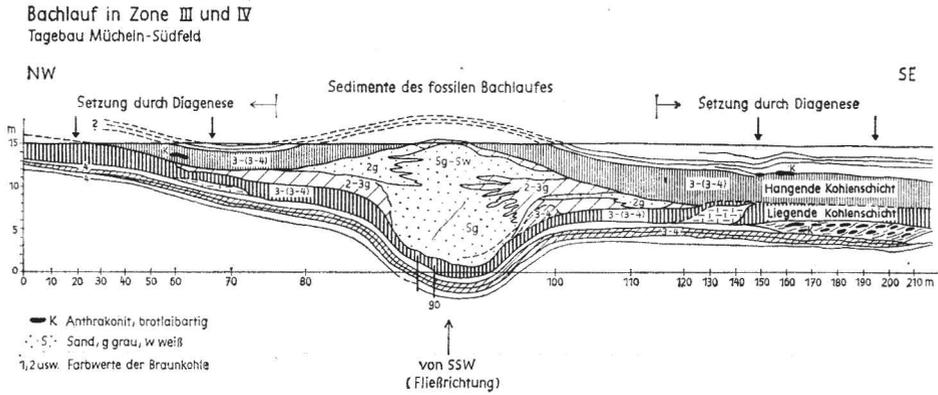
5. Gastropodenfundstelle (27)

(vgl. Tobien 1968, S. 563–564)

Eine Charakteristik der Fundstellentypen wurde von Krumbiegel (1959 a, S. 84 bis 85; 1962 a, S. 755–760) gegeben. Diese Ausführungen zur Genese der Fossilfundstellen sollen im folgenden ergänzt, speziell durch palökologische Aussagen erweitert werden.

Im Hauptfundstellengebiet, dem mittleren Geiseltal, überwiegen die Einsturztrichter. Diese Häufung der Fundstellen steht zweifelsohne mit der im Neumark-Hauptschwellenbereich vorhandenen geringfügigen, subrosiv bedingten Senkungstendenz im Zusammenhang. Daneben spielen in diesem Gebiet die durch tertiäre Bachläufe zugeführten kalkhaltigen, konservierenden Wässer während der Kohlebildungszeit (Mittelkohle) eine ausschlaggebende Rolle für die einsetzende Fossilisation. Es kam zu einer Herabsetzung der Azidität in den fossilen Torfen. Die zerstörenden

¹ In Klammern Anzahl der bisher bekannt gewordenen Neufundstellen.



Einsturztrichter in Zone I (und II)
Tagebau Neumark-Süd

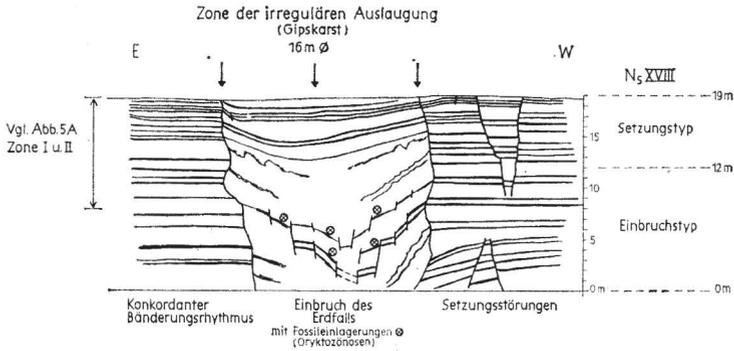


Abb. 1. Aufschlußansichten (schematische Schnitte) der Fossilfundstellentypen „Einsturztrichter“ (unteres Bild) und „Bachlauf“ (oberes Bild).
Einsturztrichter: Tagebau Neumark-Süd N_S XVIII, Biotopzonen I und II. Die Horizonte von 0 bis 12 m vertikaler Höhe gehören dem „Einbruchstyp“, die von 12 bis 18 m dem „Setzungstyp“ an.
Bachlauf: Tagebau Mueheln-Südfeld, Biotopzonen III und IV. Querschnitt durch den größten bisher im Geiseltal beobachteten, jedoch fossilfreien Bachlauf (nach Krutzsch und Krumbiegel 1963 c)

Huminsäuren wurden zu Kalkhumaten abgebunden und dadurch wirkungsloser im Hinblick auf Zerstörung der Knochensubstanz der Fossilreste während des Fossilisationsprozesses (vgl. Krumbiegel 1959 b).

4.1.2. Einsturztrichter
4.1.2.1. Genese

Im Jahre 1925 wurde im Tagebau Cecilie der erste fossilführende Trichter (Cl I) östlich des Salzmannschen Fossilfundpunktes des Jahres 1912 (S I) angeschnitten. Heute ist die Zahl der fossilführenden Einsturztrichter durch die Geiseltalgrabungen auf 41 und die der fossilfreien Trichter (f-Trichter), die man zu Beginn der Grabungen noch nicht beobachtet hatte, auf 16 angewachsen. Die f-Trichter wurden durch Gall-

witz & Krutzsch 1953 (S. 75, Abb. 1 u. 2) im mittleren Geiseltal beobachtet. Ein 17., fossilfreier (hinsichtlich Vertebratenfunden) Einsturztrichter-„Setzungstyp“, der aber paläobotanisch-palökologisch einen der bedeutendsten Fundpunkte darstellt, wurde im Sommer 1961 entdeckt (vgl. Barthel, Kvaček & Rüffle 1966; Krumbiegel 1968).

Weigelt (1933, S. 159) erklärte die erdfallartigen Trichter als während der Bildung der Kohle (gemeint ist die Mittelkohle, Verf.) „durch Einsturz von Schlotenräumen des verkarsteten Untergrundes des Bildungsraumes“ (Auslaugung von Rötgipsen) entstanden. Diese Genese trifft sicher für zahlreiche der bisher beobachteten Trichter unter den Alt- und Neufundstellen zu (vgl. Abb. 1). Unter den Neufundstellen gehören hierher diejenigen, die stratigraphisch in den tieferen Flözhorizonten im Grenzbereich zwischen Liegendem Tertiär/Unterkohle und Oberem Buntsandstein beobachtet wurden. Hier liegt eindeutig der Fundstellentyp „Einsturztrichter-Einbruchstyp“ vor (vgl. Abb. 1, unteres Bild; Abb. 2).

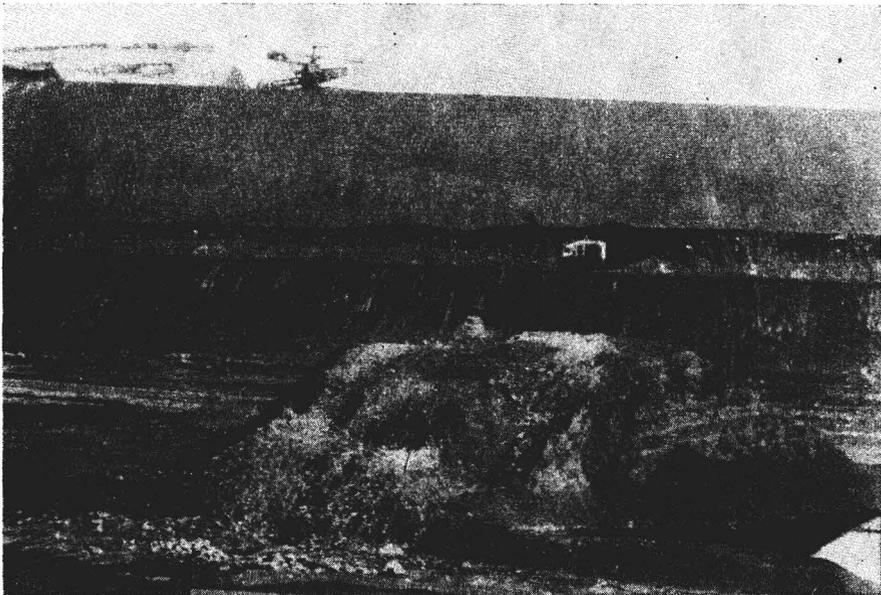


Abb. 2. Fossilfundstellentyp „Einsturztrichter-Einbruchstyp“ (N_S XXXVII)
 im Tagebau Neumark-Süd/mittleres Geiseltal.

Vom Braunkohlenabbau ausgesparter Einsturztrichter, der zwecks Fossilbergung auf der Tagebausohle stehen gelassen wurde. Bei den stehengebliebenen Kohlehorizonten handelt es sich um Schichten des eingebrochenen, Fossiloryktozönosen führenden Trichtereinhaltes (G. Krumbiegel)

Charakteristisch im einzelnen sind für den „Einbruchstyp“ besonders die Störungen an den Trichterrändern (Abb. 2) und die kleintektonischen Erscheinungsformen des Trichtereinhaltes (vgl. Krumbiegel 1959 a, Abb. 35–37 und Fig. 14, S. 85). Auch der Fossilinhalt, wie halophile Ostracoden (Krumbiegel 1962 c, d), alkalophile und alkalibionte Diatomeen (Schwarzenholz 1963) und halophile Farne (*Acrostichum aureum* L. = Lagunen-, Sumpffarn) (Rüffle 1966, in Barthel, Kvaček & Rüffle 1966; Barthel & Rüffle 1970) sprechen eindeutig für Salzauslaugungstrichter bzw. deuten eine erhöhte Salzkonzentration infolge Zufuhr (Aufstieg auf Kluftsystemen) von salzhaltigen Lösungen aus dem Oberen Buntsandstein an. Sie sind sicher mit dem Gipskarst des Röts

in Zusammenhang zu bringen. Die Verhältnisse des südlichen Randes der Fundstelle N_s XXII (Tagebau Neumark-Süd) sprechen für derartige genetische Bedingungen (vgl. Tab. 1 und Abb. 3).

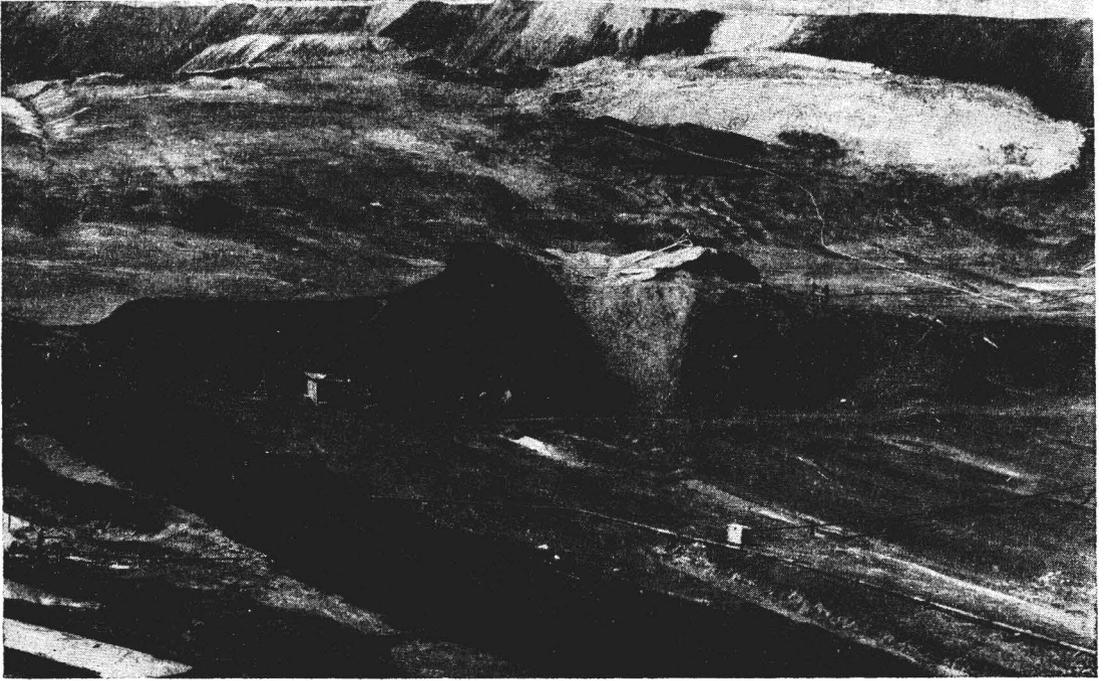


Abb. 3. Fossilfundstellentyp „Einsturztrichter Bachlauf“ (N_s XX, N_s XXII) im Tagebau Neumark-Süd/mittleres Geiseltal.

Ablagerung eines salzhaltigen Wassertümpels mit limnisch-telmatischer Uferzone und Überschwemmungsgebiet (vgl. Abb. 5, Tab. 1). Deutlich sichtbar ist die schalen- bzw. wannenförmige Lagerungsform eines fossilführenden Anthrakit- (= Kohlenkalkstein) Horizontes, der die Ablagerung eines kleinen Tümpels andeutet

(D. Brandt, Hochschulfilm- und Bildstelle der MLU Halle-Wittenberg)

Die Mehrzahl der Einsturztrichter ist jedoch dem „Einsturztrichter-Setzungstyp“ zuzuordnen. So weisen die geologischen Erscheinungsformen, insbesondere vieler sog. „Trichter“bildungen im Gebiet des Tagebaues Neumark-Süd und von Geiseltal im Bereich der Neumark-Hauptschwelle darauf hin, daß sie nicht mehr im Sinne von Weigelt als klassische Erdfälle gedeutet werden können.

Die Bildungen vom „Setzungstyp“ sind flach schüsselförmige, also nur wenige Meter (3–8 m) eingesenkte Wannen, die sich auf diagenetische Vorgänge (Setzungen, Sackungen) während der Moorbildung oder in Stillstandsphasen zurückführen lassen.

Im Gebiet der Neumark-Hauptschwelle spielte die irreguläre Salzauslaugung im Vergleich zum Mücheln und Kaynaer Becken nur eine untergeordnete Rolle. Daher ist hier auch eine Häufung der Wirbeltierfundstellen des „Setzungstyps“ zu verzeichnen. Sekundäre Rutsch- und Setzungserscheinungen in der Kohle an den Schwellen- und Kesselrändern während der Diagenese und schon während des Moorstadiums verursachten hier eine oben beschriebene Wannenbildung. Die im Bereich dieser Wannen zu beobachtenden geringfügigen Absenkungen (Sackungen) spiegeln sich in

einer schwachen flexurartigen Verbiegung der Bänderung bzw. in den kleintektonischen Erscheinungen an den Kohlebändern wider (vgl. Abb. 1, unteres Bild).

Auffällig ist nun, daß Unterschiede im Floreninhalt des Einbruchstyps und des Setzungstyps auftreten. Möglicherweise hängen die floristischen Unterschiede der Vegetationsgesellschaften dieser beiden Fundstellenvarianten mit der unterschiedlichen Genese zusammen. Diesem Problem sollte man in Zukunft noch größere Aufmerksamkeit bei der Untersuchung von Flora und Fauna widmen.

4.1.2.2. Palökologie der Einsturztrichter

Die Palökologie befaßt sich außer mit den Beziehungen fossiler Organismen zu ihrer einstigen Umwelt auch mit den Beziehungen der Lebewesen untereinander. Dem Palökologen sind hierzu nur aktuopaläontologische Beobachtungen, Experimente und Modellversuche möglich, also indirekte Rückschlüsse auf Grund geowissenschaftlicher Indizien nach dem Prinzip des Aktualismus.

Lebensformtypen erlauben mehr oder weniger sichere Schlußfolgerungen auf die Lebensweise und den Lebensraum. Diese lassen sich in einer palökologischen Analyse erfassen und auswerten. Ergebnis dieser Auswertungen ist die Rekonstruktion vorzeitlicher Organismen, die zur Habitusrekonstruktion und schließlich zu einem mehr oder weniger vollständigen Lebensbild führt, das einen Einblick in die einstige Umwelt vermittelt.

Einige Beobachtungen, insbesondere aus Einsturztrichtern und Bachläufen (vgl. Abb. 1, oberes Bild; Abb. 4), sollen hier als Beispiel angeführt werden.

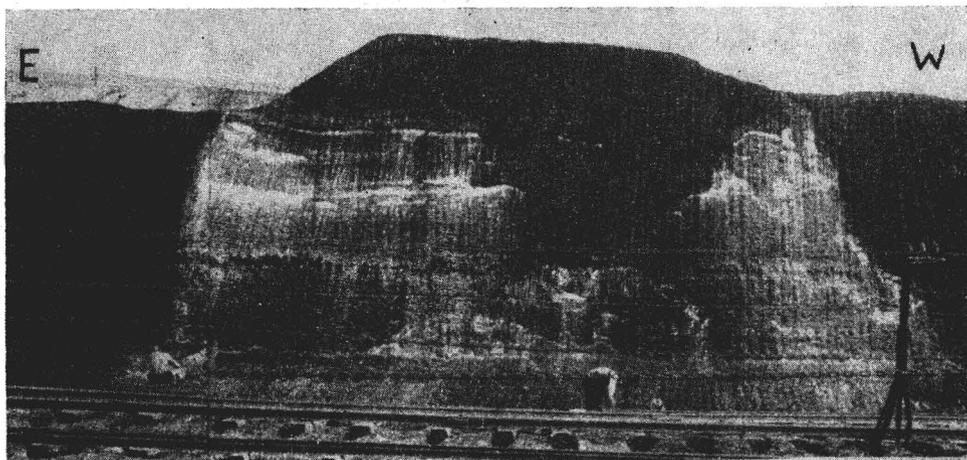


Abb. 4. Fossilfundstellentyp „Bachlauf“ im Tagebau Neumark-Süd/mittleres Geiseltal. Prielartige Sandeinschaltung eines ehemaligen, aus Süden einfließenden Bachlaufes im Geiseltalflöz. Infolge diagenetischer Setzungsvorgänge in der Braunkohle ist der Querschnitt des Bachlaufes stellenweise gestört (G. Krumbiegel)

Eine Reihe von Einzelveröffentlichungen in der neueren Geiseltalliteratur beschäftigt sich mit der Rekonstruktion der fossilen Biotopverhältnisse, d. h. der fossilen Biozönosen und Pflanzenassoziationen, im Bereich der eoänen Braunkohlensümpfe und seiner Fossilfundstellen. Die Voraussetzungen dafür waren die ausgezeichneten geologischen Aufschlüsse und die darin vorzüglich erhaltenen Oryktozönosen an Pflanzenresten (Barthel & Rüffle 1970) sowie an tierischen Organismen (Krumbiegel 1962 a, b, c, d, 1963 a).

Tabelle 1. Die Biotope (fossile Biozönosen und Oryktozönosen) Zonen I bis V im Bereich der Vertebratenfundstellen N_S XXII und N_S XX (Einsturztrichter/Bachlauf) sowie N_S XXXVI (Einsturz-

| Zone | Biotope (fossile Biozönosen) s. Abb. 6 (vgl. Teichmüller, M., 1962 u. Teichmüller, M. & R., 1968) | Pflanzengesellschaften nach Barthel & Rüffle (1970) in N _S XXII (Rüffle 1967) | Oryktozönosen |
|------|---|--|--|
| I | See bzw. Tümpel (etwa 10 m im Durchmesser) (mit fossilem Gipskarst im Untergrund) | mit Wechsellagerung von Pappdeckelkohlen (Dysodil) und Kalkabscheidungen (sog. Seekreiden); stehendes Gewässer in der Nähe von Flußarmen; Ausfällung von Salzen ergab Mudden (Seekreide, Anthrakonite mit Baumblättern und Samen, z. B. Samenansammlung von <i>Rutaspermum ornatum</i> (Rutaceae)) | Ostracoden fauna u. a. in N _S XXII und N _S XX (Krumbiegel 1962 c, d) (Fundmaterial hauptsächlich aus Zone I und Zone II) <i>Candona pratensis</i> , <i>Eucypris pigra</i> deuten auf: schlammiger Tümpel mit versumpfter Uferzone und in Randzonen von Sickerquellen und flachen fließenden Wässern Candonidae, Ilyocyprididae, Cyprididae, Cytheridae, Cycloocyprididae flaches, stehendes Gewässer mit örtlich tieferen Stellen: großer Tümpel mit schlammigem Grund, zeitweise Austrocknung möglich, insbesondere in den Ufergebieten |
| II | Uferzone sog. limnisch-telmatische <i>Acrostichum</i> -Zone | mit zahlreich vertretenem Lagunenfarn (Sumpffarn) <i>Acrostichum aureum</i> (halophil) und krautigen Monokotyledonen; ob Gräser (?) (<i>Acrost. aur.</i> Hinweis auf salzhaltige Tümpel des Binnenlandes z. B. sehr viele Restionaceae (cf. <i>Hypolaena</i>) <i>Myrica longifolia</i>) | Uferzonen bei Regenzeit überschwemmt vegetationsreiche seichte Ufer |
| III | Mammutbaum-Gürtel mit mäandrierenden Bachläufen | Mammutbaumgewächse (<i>Doliosobus</i>) <i>Athrotaxis</i> (Syn. <i>Sequoia couttsiae</i>) <i>taxiformis</i> salzhaltige Gewässer: Karbonat-, Sulfat-, Chlorid-Zufuhr in Lösung | zeitweise Salzzufuhr durch Bachlauf von Süden: halophile Ostracoden: <i>Cyprinotus salinus</i> , <i>Darwinula stevensoni</i> (Darwinulidae) mooriges Gelände, besonders nach Überschwemmungen im Bereich der Bachufer (Waldsümpfe) |
| IV | Busch-Laubbaum-Standmoor (während der Regenzeiten teilweise Überschwemmungsgebiet) mit Bachläufen | <i>Myrica longifolia</i> Fagaceae-Gewächse Myrtaceae-Gewächse <i>Comptonia diformis</i> | |

trichter-„Setzungstyp“) auf der Grundlage hier gefundener Oryktozöosen floristischer (Makropflanzenreste, Diatomeen) und faunistischer (Ostracoden, Gastropoden) Fossilreste

(fossile Grabgemeinschaften)

Gastropoden fauna u. a. in N_S XXII und N_S XX (Krumbiegel 1962 b, 1963 a) (Fundmaterial hauptsächlich aus Zone I und Zone II)

Diatomeen flora in N_S XXXVI (Schwarzenholz 1963; Krumbiegel u. a., im Druck)

offene Wasserfläche am Rande eines Waldmoorgebietes mit einmündendem Bachlauf

(Ergänzung: Krumbiegel 1963 c:

Trionychiden sprechen für ständige Seen oder Wasserläufe – wie Zone III und IV; bei Austrocknen bietet Eingraben im Schlamm Schutz.

Funde in N_W XIV, N_S XX, N_S XXII, N_S XXVI nach Krumbiegel 1962 e:

Anodonta ? sp. inc.: deutet auf stehende Gewässer mit dickem, erdigen Bodenschlamm; N_S XXV)

Diatomeen flora (11 Gattungen mit 15 Arten) deutet auf kalkhaltiges Gewässer hin:

alkaliphile und alkalibionte Arten

Gewässer mit alkaliphilem Charakter und Sedimentation während einer Stillstandsphase in der Kohlebildung

kalkhaltige Wasserzufuhr in den Trichtern von außen her: Kalkgehalt – Seekreidebildung

Diatomeen flora nicht streng synsedimentär mit der Kohlebildung

Florenzusammensetzung:

| | |
|-------------------------------------|----------------------|
| 14 oligohalobe (Süßwasser-) - Arten | |
| 1 mesohalobe (Brackwasser-) - Art | |
| 6 planktonische Arten | 3 alkalibionte Arten |
| 9 epiphytische Arten | 8 alkaliphile Arten |
| 1 benthische Art | 2 indifferente Arten |

flachgründige Überschwemmungszone der Uferbereiche mit Süßwasserschnecken:

Australorbis pseudoammonius,

Gyraulus,

Stagnicola

„Stengeltuff“-Bildung infolge aufsitzender Wässer aus dem Röt an Quellen im Bereich der Uferzone (vgl. Krumbiegel 1963 a, S. 1089; Taf. I, Bild 1)

Bachlauf in offene Wasserfläche mündend; sumpfige Bachufergebiete mit Landschnecken: *Carychiopsis* *Carychium* und der feuchtigkeitsliebenden *Canalicia*

(s. o.: fossile Trionychiden sprechen für das Vorhandensein ständig fließender Gewässer!) Hinweis auf Bachzulauf in Zone III und IV

„Blätter“-Kalktuff-Bildung durch Zufuhr kalkhaltiger Wässer des Bachlaufes; in Zone I: Anthrakonit-Bildung mit Blättern am Tümpelboden

(vgl. Krumbiegel 1963 a, S. 1089, Taf. I, Bild 4)

Coscinodiscus antiquus deutet auf Salzzufuhr hin!

Landschnecken in faulendem Holz, unter Bodenlaub und unter modernden Baumstümpfen, z. B. *Strobulops*

Raubschnecken: *Archaegopsis*, *Palaeoglandina*

Fortsetzung Tabelle 1

| | | |
|---|---|--|
| V | Muschelkalk-hochfläche mit Karsthohl-räumen (fossiler Kalkkarst) im Süden des Geiseltales; Buntsandstein-hochfläche im Norden | (vgl. Galle 1962 Krumbiegel 1959 b) |
|---|---|--|

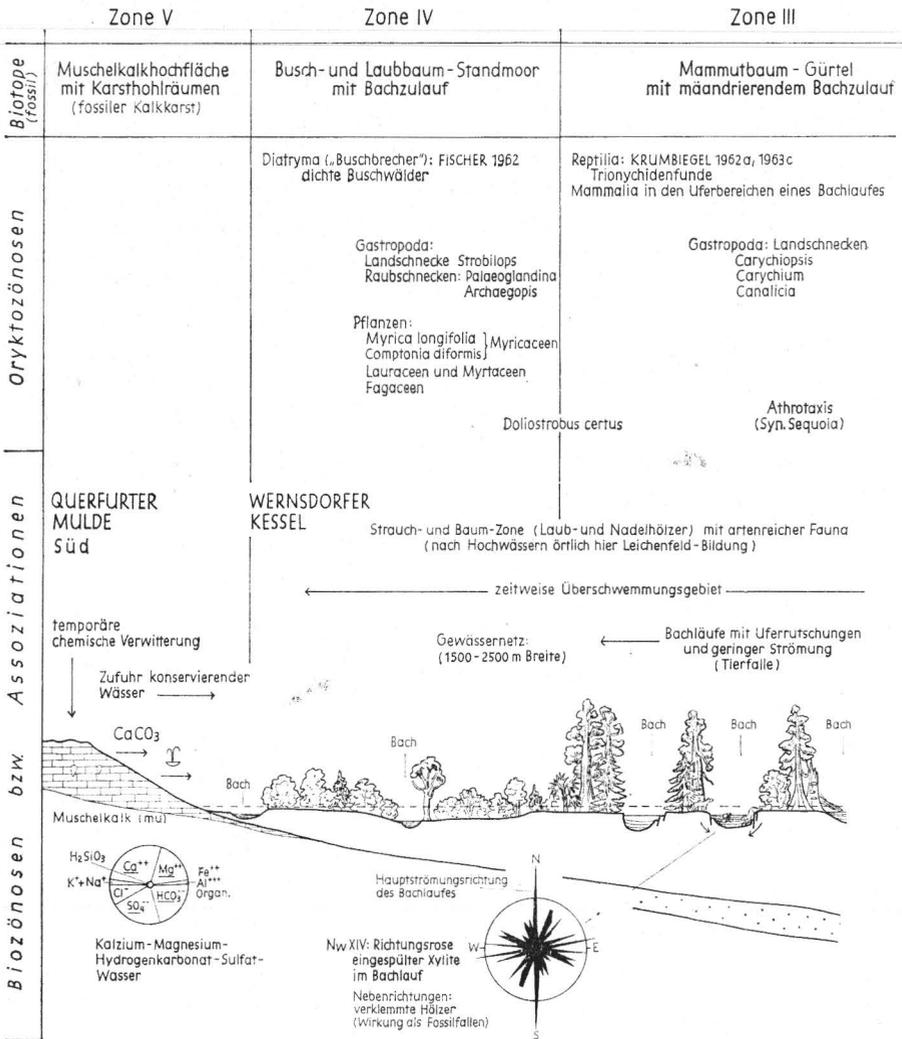
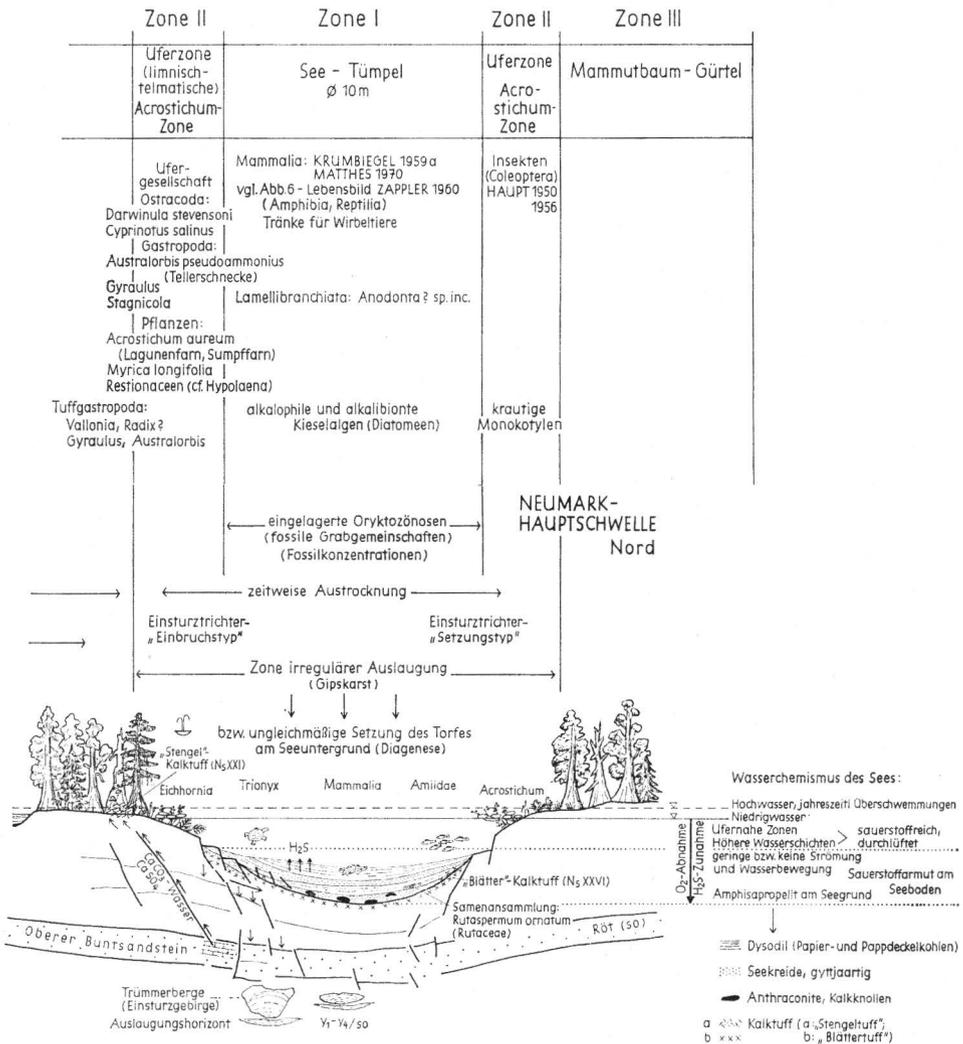


Abb. 5. Rekonstruktion der fossilen Pflanzen- und Tiergesellschaften (fossile Biozöosen) in ihrer seitlichen Aufeinanderfolge in den Lebensbereichen der Trichtertümpel Neumark-Süd N_S XXII und N_S XX (Fundstellentyp: Einsturztrichter-Einbruchstyp, Setzungstyp/Bach-



lauf) mit Ergänzungen aus den Fundstellen Neumark-West N_W XIV, N_S XXVI, N_S XXXV bis XXXVII (vgl. Abb. 2) im Tagebau Neumark-Süd. Schematische Darstellung, nicht maßstabsgerecht (Entwurf: G. Krumbiegel 1975)

Darauf aufbauend wurde eine schematische Rekonstruktion eines Lebensbildes (Abb. 5) entwickelt, die speziell die Verhältnisse der Fossilfundstellentypen Einsturztrichter und Bachlauf sowie deren nähere und weitere Umgebung berücksichtigt und die genetisch-ökologischen Verhältnisse und die Beziehungen zur Lithofazies während der Entwicklung zeigt. Ein Lebensbild dieses Moor- und Fundstellenbereiches findet sich in künstlerischer Form bei Zappler (1960, S. 22–23) und Krumbiegel (1966, S. 115).

Die kombinierte Einsturztrichter/Bachlauf-Fundstelle N_s XXII und N_s XX (vgl. Matthes & Krumbiegel 1960) eignete sich hierfür am besten, da hier die Fossilisations- und Erhaltungsbedingungen durch den horizontalen und vertikalen Zufluß konservierender, kalkreicher Gewässer aus dem Muschelkalk der Querfurter Mulde und aus dem unterlagernden Buntsandstein (Röt) besonders günstig waren.

Die Fundstelle stand von 1960 bis 1966 für palökologische und auch paläobotanische (Paläontologisches Museum des Museums für Naturkunde Berlin) und paläozoologische Untersuchungen durch das Geiseltalmuseum der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg zur Verfügung. Die Ergebnisse sind nicht nur speziell für die genannten Fundstellengebiete gültig, sondern auch für die übrigen Wirbeltierfundstellen des Geiseltales und ihre Entstehungsbedingungen. Die Ergebnisse dieser Einzeluntersuchungen erlauben die Rekonstruktion des schematischen Bildes der fossilen Biozönosen und Pflanzenassoziationen (vgl. Abb. 5) und die Gegenüberstellung der einzelnen Oryktozönosen (Tab. 1).

Danach lassen sich in der ehemaligen Moorniederung (etwa 3000 bis 4000 m Nord-Süd-Erstreckung) des Geiseltalbeckens von innen nach außen fünf Biotopzonen ausscheiden:

- | | |
|----------|---|
| Zone I | See-Tümpel mit fossilem Gipskarst im Untergrund (Röt karst y_1 bis y_4) |
| Zone II | Uferzone des Sees mit limnisch-telmatischer <i>Acrostichum</i> -Zone (Verlandungsgürtel) |
| Zone III | Mammutbaumgürtel mit mäandrierenden Bachläufen |
| Zone IV | Busch- und Laubbaumstandmoor mit Bachläufen |
| Zone V | Muschelkalkhochfläche (<i>mu</i>) mit nach Norden bis Nordosten morphologisch steil abfallendem Hang zur Geiseltalniederung und Karsthohlräumen im Untergrund (fossiler Kalkkarst). Im Norden des Geiselbeckens wird die Zone V von einer flach ansteigenden Buntsandsteinhochfläche (<i>sm</i>) begrenzt (vgl. Abb. 5) |

Dieser Biotopzonengliederung ist zu entnehmen:

Fauna und Flora dieses Moorbereiches mit den Trichtertümpeln ist gekennzeichnet durch Oryktozönosen (fossile Grabgemeinschaften), in denen drei ökologisch bedingte Organismengruppen zu unterscheiden sind:

1. Organismen, die dauernd den See bzw. Tümpel und Bachlauf bewohnt haben (Süßwasserschnecken, Weich-(Fluß-)Schildkröten, Fische, z. B. Schlammfische – *Amiidae*) – Zonen I, II und III.
2. Amphibisch lebende Organismen, die zeitweise mehr oder weniger an den See und seine limnisch-telmatischen Uferzonen sowie an die Uferbereiche des Bachlaufes gebunden waren (Molche, Olme, Frösche, Schildkröten, Krokodile) – Zonen II und III.
3. Landbewohner, die nur bedingt an den See und die Bachläufe sowie deren Uferzonen gebunden waren. Sie nutzten diese Wasserstellen als Tränkstellen (Insekten, Vögel, Schlangen, Eidechsen und vor allem Säugetiere) – Zonen II, III, IV und V.

Es bestehen hinsichtlich dieser Ökosysteme im Geiseltal sehr enge Beziehungen zur mitteleozänen Fossilagerstätte im Ölschiefer von Messel bei Darmstadt (BRD) (Tobien 1955, 1969; G. Matthes 1966). Jedoch sind im Gegensatz zur weiträumigen vertikalen und horizontalen Verteilung der Fossilreste in den Sedimenten von Messel im Geiseltal dicht gelagerte „Fossilkonzentrationen“ zu beobachten. Sie sind mehr oder weniger horizontgebunden. Todesursache ist meist ein katastrophenartiges Massensterben auf engstem Raum in den Einsturztrichtern oder in den Leichenfeldern, aber auch an den Uferzonen der Bachläufe, infolge Überschwemmungs- und Austrocknungsperioden (vgl. Tobien 1968, 2.6., S. 563–564).

Außer den in Tab. 1 angeführten pflanzlichen und tierischen Organismen sind das neuerliche Auftreten von Chemofossilien, wie Chlorophyll in Blätterkohlen, als Biotop- und Faziesindikator für eine faulschlammartige und sumpfige Lithofazies (Amphisapropelite am Seegrund im Sinne von Potonié 1938, 1957/58) und der Wasserchemismus in den Tümpeln der Einsturztrichter von Bedeutung (vgl. Abb. 5).

Die Chlorophyllerhaltung in den Dysodilen (Amphisapropelit; Blätterkohlen, Pappdeckelkohlen), z. B. der Fundstellen N_s XXXV, XXXVII und XXI, spricht für saprobische Bildungsbedingungen (Weigelt & Noack 1931; Dilcher 1967; Pavlick & Mitchell 1970). Die grünen Blattreste von Angiospermen (u. a. *Apocynophyllum*) mit papierchromatographisch und spektralanalytisch nachgewiesenem Chlorophyllinit (Chlorophyllid „a“ und Phäophytin „a“) in den Dysodilen dieser Fundstellen, und das gilt auch für die Fundstelle N_s XXII, sprechen für eine schnelle Ablagerung der Sedimente in den Trichtern und raschen Abschluß vom Luftzutritt. Diese rasche Bedeckung des Pflanzenmaterials sorgte dafür, daß keine Zersetzung des Chlorophylls eintrat (Dilcher 1967). Potonié & Reunert (1935, S. 167) weisen ferner darauf hin, daß bei der Sedimentation von Unterwasserpflanzen Chlorophyll speziell dann erhalten bleibt, wenn Fäulnisprozesse, d. h. Zersetzungsprozesse unter anaeroben Bedingungen stattfinden. Die Überproduktion toter organischer Substanz unter flacher Wasserbedeckung bei Sauerstoffzehrung und die damit zusammenhängenden bakteriellen Umformungsprozesse mit H₂S-Bildung bei der Einschwemmung, Ablagerung und Zerstörung der zahlreichen Mammalierreste in den Trichtern schaffte diese amphisapropelitischen Voraussetzungen. Diese Tatsachen sind ein weiterer Hinweis auf vorübergehend mehr sumpfige Faziesbedingungen in den Einsturztrichtern der eozänen Braunkohlenmoore im Geiseltal (Potonié, Jacob & Rehnelt 1972).

4.1.3. Leichenfelder

Die Alt- und Neufundstellen an Leichenfeldern konzentrieren sich grundsätzlich im Zentrum der Lagerstätte, d. h. etwa im Bereich der WNW-ESE streichenden, zentralen Längsachse des Geiseltales. Hier wieder sind sie regional nur im Bereich der Neumark-Hauptschwelle anzutreffen und dort in den morphologisch flachen Zonen des südöstlichen Schwellenhangs zum Wernsdorfer Kessel hin. Die wenigen Leichenfelder im Gebiet des Tageaufeldes Geisleröhltz sind an den flach ausstreichenden westlichen Hang des Wernsdorfer Kessels bzw. des Geiseltalsüdhangs gebunden. Aus dieser regionalen Verteilung wird erneut bestätigt, daß die Leichenfeldbildung in flachen, wannenförmigen Vertiefungen der ehemaligen zentralgelegenen Moorgebiete vor sich ging, die während der Hochwasserzeiten die Sammelbecken der von außen zufließenden Wässer bildeten. In diesen Gebieten entstanden großflächige Seen, die später verlandeten bzw. austrockneten und flächenmäßig schrumpften. Weiterhin trifft auch bei diesem Fundstellentyp zu, daß es Moorbereiche mit geringen subrosiv bedingten Senkungsbewegungen waren.

Die von Matthes (1958, S. 45, Abb. 5) und Gallwitz & Matthes in Krumbiegel (1959 a, S. 120, Fig. 20) wiedergegebenen Darstellungen der palökologischen Verhältnisse zu Beginn einer Leichenfeldbildung infolge Absenkung des Grundwasserspiegels und Austrocknung der durch das Hochwasser der Regenzeiten überschwemmten zentralen Moorgebiete spiegeln unverändert die palökologischen Verhältnisse zur Bildungszeit dieses Fundstellentyps wider.

4.1.4. Bachläufe

Der Fundstellentyp „Bachlauf“ wurde erstmalig 1954 im Tagebau Neumark-West in der Fundstelle NW XIV beobachtet (vgl. Abb. 1, oberes Bild; Abb. 4). Eine vorläufige Beschreibung erfolgte bei Krumbiegel (1962 a, S. 755–760, Abb. 9). Dieser Fundstellentyp konnte dann in seiner Palökologie endgültig von Krumbiegel (1963 c, S. 196–198) durch die Bearbeitung der zahlreichen *Trionyx*-Reste bestätigt werden. Die Beobachtungen der 60er Jahre in den Fundstellen Ns XX, Ns XXII, Ns XXVI und Müw LII (Tagebau Müheln-Westfeld) rundeten schließlich das schon vorhandene genetische Bild über diesen Fundstellentyp ab. Vor allem erbrachte auch die Bearbeitung des häufig angetroffenen Ostracoden- und Gastropoden-Materials ein eingehenderes Bild über die ökologischen Verhältnisse dieses Fundstellentyps (vgl. Krumbiegel 1966; S. 114, S. 115, Abb. 5).

Insbesondere die Landschnecken *Carychiopsis* und *Carychium* deuten darauf hin, daß sie ähnlich den rezenten Formen, die die Nähe von Flüssen, Bächen, Sümpfen und Gräben bevorzugen, an den Ufern der Bachläufe, in den Überschwemmungsgebieten und den kleineren Moorseen bzw. -tümpeln ein ihnen entsprechendes Biotop vorgefunden haben (vgl. Krumbiegel 1962 b). *Stagnicola* bestätigt das Vorhandensein von Altwässern und Wiesengräben, und *Vallonia* findet sich in Flußgenisten und Ufersäumen der Wassertümpel (vgl. 1963 a).

Die Ostracodenspezies weisen ökologisch auf Wiesengräben, morastige Gräben und Bäche bzw. ganz flache fließende Wässer als Lebensbereiche hin. Zwei Spezies, *Cyprinotus salinus* und *Darwinula stevensoni*, deuten laterale und aszendente Zufuhr salzhaltiger Wässer aus der Trias an.

Zappler (1960) entwarf ein sehr instruktives Lebensbild für den Bereich eines Bachlaufes, das vor allem die faunistischen Verhältnisse hinsichtlich Fisch-, Amphibien- und Reptilienfauna dieser fossilen Biozönose wiedergibt. Das Schema der Abb. 5 ergänzt die schon bekannten Fakten über diesen Fundstellentyp.

Die Zahl der bisher beobachteten Fundstellen vom Typ „Bachlauf“ ist gering; meist finden sie sich kombiniert mit Einsturztrichtern. Das gilt vor allem für die Fundstellen Ns XX und Ns XXII. Matthes & Krumbiegel (1960, S. 7) und Krumbiegel (1962 a, S. 759–760; 1962 c, S. 216; 1962 d, S. 342) erwähnen diesen kombinierten Fundstellentyp eines Einsturztrichters mit Bachlaufmündung und flachem Tümpel als neuartig. Die ökologischen Verhältnisse sind nunmehr in Abb. 5 (vgl. Zonen III und IV) dargestellt.

Regional treten die Bachlaufundstellen und ihre Kombinationsvarianten im mittleren Geiseltal im Gebiet des westlichen Wernsdorfer Kessels und dem dortigen Geiseltal-Südrand auf. Der Bachlauf Müw LII liegt am Nordosthang des Mühelner Sporns. Ganz eindeutig sind hinsichtlich Verbreitung dieses Fundstellentyps die Beziehungen zu den von Süden her in das Geiseltal einmündenden Bächen Saubach und Leiha und der von Westen zusitzenden Stöbnitz. An die Mündungsdeltas dieser Bäche sind die Vorkommen der tertiären Bachläufe bzw. Fundstellen gebunden. Von hier aus erfolgte auch die laterale Zufuhr der konservierenden Kalkwässer (Krumbiegel 1959 b), die für die Fossilhaltung in allen Fundstellentypen die ausschlaggebende Rolle spielten.

4.1.5. Sonstige Fundstellentypen (Streufunde, Bohrfunde)

In den hier zusammengefaßten Fossilfundstellentypen erscheinen nur vereinzelte, nicht gut erhaltene oder nur in wenigen Resten innerhalb der Flözhorizonte des Geiseltalflözes auftretende Fossilfunde. Sie lassen gegenwärtig noch keine palökologischen Aussagen zu.

5. Schlußbetrachtung

Es werden die verschiedenen Fossilfundstellentypen (s. Abb. 1) im Tertiär (Eozän) des Geiseltales charakterisiert. Dabei werden genetisch bedingte Gesetzmäßigkeiten hinsichtlich der palökologischen Verhältnisse in ihnen festgestellt.

Auf der Grundlage paläobotanischer, paläozoologischer und feinstratigraphischer Untersuchungen über einen längeren Zeitraum im eozänen Geiseltalflöz erfolgt die Rekonstruktion der fossilen Pflanzen- und Tiergesellschaften (fossile Biozönosen, Oryktozönosen) in ihrer seitlichen Aufeinanderfolge in den Uferbereichen eines Trichtertümpels und seiner weiteren Umgebung am Beispiel der Fundstellentypen Einsturztrichter-, „Setzungstyp“, Einsturztrichter-, „Einbruchstyp“ und Bachlauf (s. Abb. 5 und Tab. 1). Es können fünf Biotopzonen mit drei unterschiedlichen Organismengruppen unterschieden werden. Die palökologischen Verhältnisse in den ehemaligen Biozönosen werden floristisch und faunistisch auf der Grundlage der fossil erhaltenen Oryktozönosen (s. Tab. 1) miteinander verglichen. Chlorophyllinit in Blätterkohlen (Chemofossilien) dient als wichtiger Faziesindikator für saprobische Moorverhältnisse in den Einsturztrichtern.

Schrifttum

- Barthel, M., und L. Rüffle: Vegetationsbilder aus dem Alttertiär (Eozän) der Braunkohle des Geiseltales. *Wiss. Z. Humboldt-Universität Berlin, Mat.-Nat. R.* **XIX** (1970) 274–283.
- Barthel, M., Z. Kvaček und L. Rüffle: *Symplocaceen-Blätter im Eozän des Geiseltales*. Mber. Dtsch. Akad. Wiss. Berlin **8** (1966) 354–359.
- Bettenstaedt, F.: *Tropenwelt im Geiseltal. Eine Expedition in ein Land vor 30 Jahrmillionen*, 4. Aufl. Halle: Gebauer-Schwetschke Verl. 1940.
- Dilcher, D. L.: Chlorophyll in der Braunkohle des Geiseltales. *Natur u. Museum Frankfurt/M.* **97** (1967) 124–130.
- Dilcher, D. L., R. J. Pavlik und J. Mitchell: Chlorophyll Derivatives in Middle Eocene Sediments. *Science* **168** (1970) 1447–1449.
- Fischer, K.-H.: Der Riesenlaufvogel *Diatryma* aus der eozänen Braunkohle des Geiseltales. *Hall. Jb. Mitteldt. Erdg.* **4** (1962) 26–33.
- Galle, H.: *Feinstratigraphische Flözinventarisierung im mittleren Geiseltal unter besonderer Berücksichtigung des Liegenden und des Hangenden der Kohle*. Unveröff. Dipl.-Arb., Geol.-Paläont. Inst. Univ. Halle, Halle 1962 (Referat: *Hall. Jb. Mitteldt. Erdg.* **6** [1964] 97–100).
- Gallwitz, H., und W. Krutzsch: Material zur Biostratonomie der Geiseltalfunde in den Jahren 1949 und 1950. *Nova Acta Leopold.*, N. F. **16** (1953) 75–126.
- Haupt, H.: Die Käfer (Coleoptera) aus der eozänen Braunkohle des Geiseltales. *Geologica* **6** (1950).
- Haupt, H.: Beitrag zur Kenntnis der eozänen Arthropodenfauna des Geiseltales. *Nova Acta Leopold.*, N. F. **18** (1956) 1–90.
- Hunger, R.: Johannes Weigelt zum Gedenken. *Leopoldina* **4/5** (1958/1959) 217–233.
- Krumbiegel, G.: Die tertiäre Pflanzen- und Tierwelt der Braunkohle des Geiseltales. *Die Neue Brehm-Bücherei*, Bd. 237. Wittenberg 1959 (a), S. 1–156.

- Krumbiegel, G.: Die Kalkvorkommen in der alttertiären Braunkohle Mitteldeutschlands. Neues Jb. Geol. Paläont. 107 (1959 b) 173–208.
- Krumbiegel, G.: Die Fossilfundstellen der mitteleozänen Braunkohle des Geiseltales. Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-Nat. R. XI (1962 a) 745–762.
- Krumbiegel, G.: Molluskenfunde (Gastropoda der Oberordnung Pulmonata CUVIER 1795) in der mitteleozänen Braunkohle des Geiseltales und ihre fazielle und stratigraphische Bedeutung. Geologie 11 (1962 b) 557–603.
- Krumbiegel, G.: Ostracodenfunde aus der mitteleozänen Braunkohle des Geiseltales (Fundstelle Neumark-Süd NSXX). Geologie 11 (1962 c) 215–237.
- Krumbiegel, G.: Ostracodenfunde im Tagebau Neumark-Süd (Geiseltal). Geologie 11 (1962 d) 334–353.
- Krumbiegel, G.: Muschelrest aus der mitteleozänen Braunkohle des Geiseltales. Geologie 11 (1962 e) 857–859.
- Krumbiegel, G.: Weitere Gastropodenfunde in der eozänen Braunkohle des Geiseltales und ihre stratigraphische Bedeutung. Geologie 12 (1963 a) 1065–1103.
- Krumbiegel, G.: Geiseltal-Geologie, Paläontologie, Fazies. Exkursionsführer, Jahrestagg. Geol. Ges. DDR 1963 i. Berlin. Berlin 1963 (b), S. 65–84.
- Krumbiegel, G.: Trionychidenfunde (Fluhschildkröten) der Gattung *Trionyx* GEOFFROY 1809 aus der eozänen Braunkohle des Geiseltales. Geologie 12 (1963 c) 196–223.
- Krumbiegel, G.: Arbeiten zur Stratigraphie der mitteldeutschen Braunkohlen. Hall. Jb. Mitteldt. Erdg. 6 (1964) 75–101.
- Krumbiegel, G.: Neue Fossilien aus der Braunkohle des Geiseltales. Ein Fundbericht. Natur u. Museum (Frankfurt/M.) 96 (1966) 109–116.
- Krumbiegel, G.: Die Fossilfundstellen (Pflanzenfundstellen und Wirbeltierfundstellen) im Eozän des Geiseltales, ihre stratigraphische Bedeutung und ihr Fossilinhalt. Dtsch. Ges. geol. Wiss., „Das Geiseltal“, 2. Aufl. Berlin 1968, S. 57–85.
- Krumbiegel, G.: Wissenschaftshistorische Bestände des Geiseltalmuseums in Halle. Geologie 19 (1970) 706–736.
- Krumbiegel, G., und W. Schmidt: Das Geiseltal, 2. Aufl. Dtsch. Ges. geol. Wiss., Berlin 1968.
- Krumbiegel, G., W. Schwarzenholz, L. Ruffle und M. Barthel: Allgemeine Problemstellung und Situation der Ober- und Mitteleozänen Floren des Geiseltales. Abhandl. Zentr. Geol. Inst., Berlin 26 (1976).
- Krutzsch, W.: Stratigraphie, Lagerung, Kohlenfazies und Entstehung der mitteleozänen Braunkohlen im Gebiet des Tagebaues Neumark-West (Geiseltal). Unveröff. Dipl.-Arb., Geol.-Paläont. Inst. Univ. Halle, Halle 1951.
- Krutzsch, W.: Mikropaläontologische (sporenpaläontologische) Untersuchungen in der Braunkohle des Geiseltales (Teil I). Beih. Geologie 21/22 (1959) 1–425.
- Lincke, L.: Neue geologische Erkenntnisse zum Bau des Geiseltales unter Berücksichtigung betriebsgeologischer Probleme. Thesen u. Kurzreferate, 21. Jahrestagung GGW, Halle 1974. Berlin 1974, S. 37–39.
- Matthes, H. W.: Die mitteleozäne Säugerfauna des Geiseltales und ihre verwandtschaftlichen Beziehungen. Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-Nat. R. VII (1958) 37–62.
- Matthes, H. W.: Zur Paläogeographie und Stammesgeschichte der eozänen Wirbeltiere des Geiseltales. Hercynia, N. F. 7 (1970) 199–249.
- Matthes, H. W., und G. Krumbiegel: Geiseltal bei Halle und Museum für Mitteldeutsche Erdgeschichte mit Geiseltalsammlung, Halle. Paläont. Z. 34 (1960) 7.
- Matthess, G.: Zur Geologie des Ölschiefervorkommens von Messel bei Darmstadt. Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch. 51 (1966) 87 Seiten.
- Potonié, R.: Die Nomenklatur der Unterwasserablagerungen unter besonderer Berücksichtigung vorwiegend organischer Natur. Jb. preuß. geol. L.-Anst. 58 (1938) 426–438.
- Potonié, R.: Rezente Vergleichsobjekte zur Entstehung von Kohle und Erdöl. Z. dtsh. geol. Ges. 109 (1957/58) 411–447.

- Potonié, R., und D. Reunert: Geologisch-chemische Untersuchungen von Sapropelen des Unterrückersees und Sackrower Sees. *Schr. Brennstoff-Geol.* 10 (1935) 149–169.
- Potonié, R., H. Jacob und K. Rehne: Zustand des Blattgrüns in Böden, Sapropeliten, Torfen, Kohlen und sonstigen Kaustobiolithen. „Chlorophyllinit“. *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf. (Krefeld)* 21 (1972) 151–174.
- Rüffle, L.: Klimatische Aussagefähigkeit von Pflanzenvereinen im obereozänen Teil des Geiseltalprofils. *Abh. zentr. geol. Inst.* 10 (1967) 113–121.
- Schwarzenholz, W.: Diatomeen, Seekreide-Einsturztrichter N₈ XXXVI, Tagebau Neumark-Süd. Unveröff. Mskrpt. ZGI Berlin, Berlin 1963.
- Teichmüller, M.: Die Genese der Kohle. *Compte Rendu Quatr. Congr. Strat. geol. du Carbonifère, Heerlen* 15.–20. Sept. 1958, III (1962) 699–722.
- Teichmüller, M., und R. Teichmüller: Cainozoic and Mesozoic Coal Deposits of Germany, in: eds. Murchison & Westoll: *Coal and Coal-Bearing Strata*, 15 Edinburgh: Oliver & Boyd 1968, S. 347–379.
- Tobien, H.: Die mitteleozäne Fossilfundstätte Messel bei Darmstadt. *Aufschluß (Roßdorf b. Darmstadt)* 2. Sh. (1955) 87–101.
- Tobien, H.: Typen und Genese tertiärer Säugerlagerstätten. *Eclogae geol. Helv.* 61/62 Basel (1968) 549–575.
- Tobien, H.: Die alttertiäre (mitteleozäne) Fossilfundstätte Messel bei Darmstadt (Hessen). *Mz. Naturw. Arch. (Mainz)* 8 (1969) 149–180.
- Weigelt, J.: Vom Sterben der Wirbeltiere. *Leopoldina* 6 (1930) 281–340.
- Weigelt, J.: Die Biostratonomie der 1932 auf der Grube Cecilie im mittleren Geiseltal ausgegrabenen Leichenfelder. *Nova Acta Leopold., N. F.* 1 (1933) 157–174.
- Weigelt, J.: Die Geiseltalgrabungen des Jahres 1933 und die Biostratonomie der Fundschichten. *Nova Acta Leopold., N. F.* 1 (1934) 552–660.
- Weigelt, J.: Lophioden in der oberen Kohle des Geiseltales. Ein biostratonomischer Bericht über Grabungen in den Jahren 1934/1935. *Nova Acta Leopold., N. F.* 3 (1935) 369–402.
- Weigelt, J.: Die Biostratonomie der Geiseltalgrabungen in den Jahren 1937/38. *Nova Acta Leopold., N. F.* 7 (1939) 83–94.
- Weigelt, J., und K. Noack: Über Reste von Blattfarbstoffen in Blättern aus der Geiseltal-Braunkohle (Mitteleozän). *Nova Acta Leopold., N. F.* 1 (1931) 87–96
- Zappler, G.: Fossil Bonanza I. Here is preserved the record of Europe's Eocene tropicos. *Natural History* LXIX (1960) 18–31.

Dr. Günter Krumbiegel
Kustos
Geiseltalmuseum
DDR - 402 Halle (Saale)
Domstraße 5