

Entwicklungsskizze des thüringischen Kulms (Flysch-Fazies)¹

Von Heinz Pfeiffer

Mit 19 Abbildungen und 6 Tabellen

(Eingegangen am 1. Juni 1986)

1. Stratigraphie und Paläogeographie

1.1. Kulm-Stratigraphie und Großrhythmen

Die amtliche Spezialkartierung Ostthüringens (Abb. 1), 1868–1915 durch K. Th. Liebe und E. Zimmermann betrieben, erforderte nach 1945 Revisionen besonders im Hinblick auf Lagerstätten verschiedenster Art. Die bis 1965 erzielten Ergebnisse sind zusammenfassend enthalten im „Exkursionsführer Burgk“ (Gräbe, Schlegel, Steinbach und Wucher 1965). Publikationen von Gräbe (1972), Gräbe und Wucher (1967), Timmermann (1978) schlossen sich an. Bedeutsam war eine Kartierung des fränkischen Teilsynklinoriums (BRD) durch Samtleben u. a. (1967).

Diese neueren Daten wurden meinerseits unter übergeordnetem Gesichtspunkt diskutiert, zumal zwischen den genannten Bearbeitern große Auffassungs-Unterschiede über die alten, wenig präzisen Ausdrücke „Unter“- und „Oberkulm“ fortbestanden. Das führte zum „Vorschlag zur Neugliederung des thüringischen Kulms auf der Grundlage von Großrhythmen“ (Pfeiffer 1968 b). Damit wurden Stratotypen definiert, die Tab. 1 aufführt, die dazu ältere Gliederungen von Zimmermann und Korn enthält (Abb. 4).

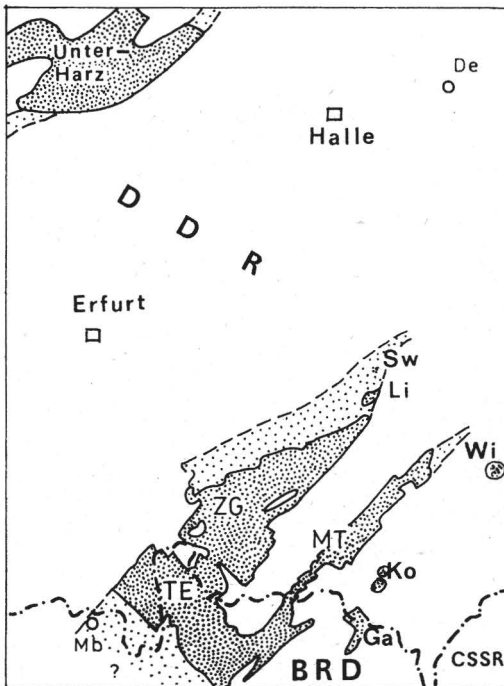


Abb. 1

Regionale Lage des Arbeitsgebietes. Dunkel – Ausstrich von Kulm; De – Bhrg. Delitzsch; Sw – Schwaara; Li – Gera-Liebschwitz; Wi – Wildenfels; Ko – Kößberg; Ga – Kirch-Gattendorf; Mb – Bhrg. Mittelberg; ZG – Ziegenrücker Teilsynklinorium; TE – Teuschnitzer Teilsynklinorium; MT – Mulde von Mehlteuer

¹ Zum Gedenken an 50 Jahre Hermann Korn: „Schichtung und absolute Zeit“.

Tabelle 1. Entwicklungs-Schema der Flysch-Fazies im thüringischen Kulm

Etappe der Flysch-Entwicklung	I			II	III
Stratotype	Hasen-thaler	Kauls-dorfer	Rötters-dorfer	Ziegen-rücker	Teusch-nitzer
Mächtigkeit [m] (Kaulsdorf)	150	300	400	850	(1600)
„Schiefer“-Anteil (Ton/Schluff)	1/4 (200 m)			1/10 (80 m)	(gering)
Klastische Hauptkomponente	Feinsand (Quarzsand)			Mittel- und Grobsand (Grauwacken)	
Auffällige Gesteine	Basis-Sandsteine		Karbonat-Sandsteine	Kalk-Oolith- u. Sandstein	Olistholithe
Gradierte Schichtung	sehr streng			herrschend	abnehmend

Neuerdings erfolgten Begehungen in einem Gebiet, das seit der Erstkartierung um 1885 nur randlich überprüft war: das landschaftlich so prachtvolle, aufschlußreiche Gebiet um die Hohenwarte-Talsperre, das unmittelbar an das Profil von Kaulsdorf/Saale anstößt, meinerseits 1968 als Richtprofil für den thüringischen Kulm erklärt. Erste, auch methodisch überraschende Ergebnisse um Hohenwarte wurden 1983 (Pfeiffer 1983 b) in einem Manuskript fixiert, das in Abschriften einigen interessierten Fachkollegen zugänglich gemacht wurde. Für den Fortgang der Arbeiten stellte entgegenkommenderweise Herr Dr. P. Lange, Orlamünde, Daten über das Schichtflächengefüge im genannten Bereich zur Verfügung, was die Feldarbeit bedeutend erleichterte.

Grundlage des Vorschlages zur Neugliederung ist die Tatsache, daß jeder Großrhythmus bei voller Entwicklung aus der Abfolge: Konglomerat-Sandsteine-Schiefer („Borden“) besteht. Jedoch sind die größten Glieder stark absetzig, die Schiefer hingegen halten weithin verfolgbar durch. Diese, in sich stets kleinrhythmisch sandgebänderten Gesteine, die Bordenschiefer“, sind das eigentliche Charaktergestein des Kulms (Abb. 2, 3) und sind im ganzen Flysch vertreten. Ihre spezielle Analyse erfolgt weiter hinten.



Abb. 2
Bordenschiefer, metergroße Spaltfläche. Tagebau Unterloquitz (Meterstab zum Vergleich).

Es bedeuten: A – Liegendes, Bordengruppe, pelitreich; B – Gruppe von 7 Borden mit prominenter Wickelschichtung; C – Gruppe, pelitreich; D – Borde mit gradierter Basis

Die Begehungen im Bereich der 1888 ausgegebenen „Lieferung 40“ (Blätter Saalfeld, Ziegenrück, Liebengrün, Leutenberg) der geologischen Spezialkarten bestätigten die praktische Brauchbarkeit der Neugliederung, erste Ergebnisse, die Frankenwald-Querzone betreffend, erschienen 1984 in Druck (Abb. 7). Noch bedeutsamer war die Entdeckung von Teuschnitzer Schichten als jüngsten Kulm im Blattbereich Ziegenrück und damit auch außerhalb des fränkischen Teilsynklinoriums.



Abb. 3
Rechtwinkliger Anschnitt zu Gruppe B, Abb. 1, durch Sprengschuß entstanden. Die latente, steilstehende Schieferung wird an den Bruchkanten deutlich

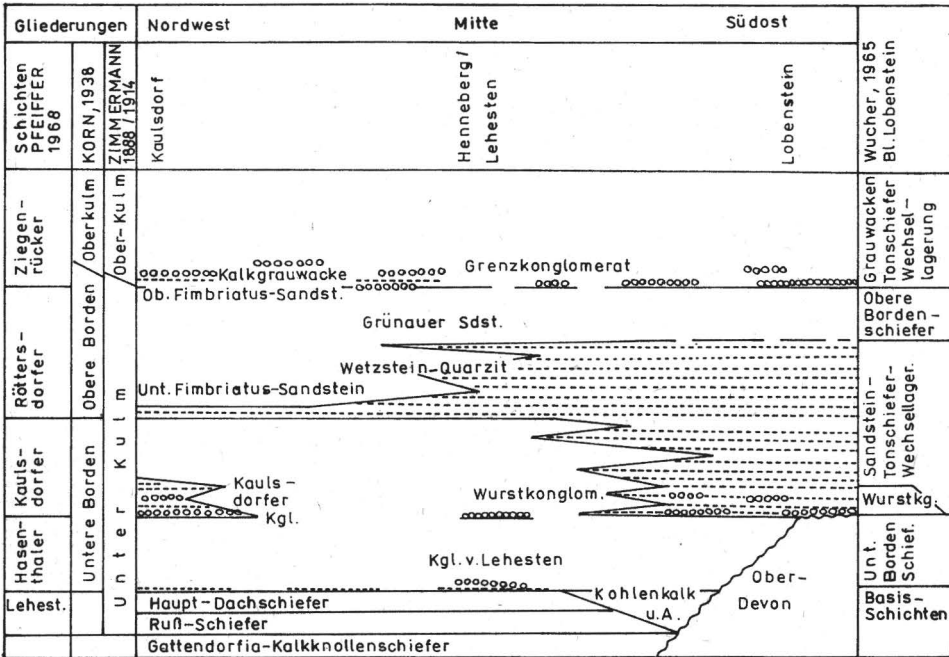


Abb. 4. Fazieschnitt durch das Zentralgebiet des Ziegenrücker Teilsynklinoriums.
Punktiert: Anhäufung von Sandsteinen

1.2. Sandsteine an der Basis der Röttersdorfer Schichten

Von den Sandsteinen, die an der Basis der Hasenthaler, Kaulsdorfer und Röttersdorfer Schichten (Korns Bordenfolge) auftreten, sind die der Röttersdorfer am weitesten verbreitet. Gebietsweise erscheinen, was schon Zimmermann erkannte, hier dünnplattige Sandsteine mit dem Ichnofossil *Agrichnium fimbriatum* (Pfeiffer 1968a, S. 672). Diese Sandsteine sind leicht erkennbar und eine vorzügliche Hilfe beim Kartieren. Dieser „Untere Fimbriatus-Sandstein“ tritt aber nur dort auf, wo die Sandsteine ein Minimum ihrer Mächtigkeit haben, bei Kaulsdorf liegen sie in einem kaum 10 m mächtigen Schieferpacken (Pfeiffer 1968 b, S. 728). Abb. 5 vermerkt wichtige Fundorte dieses lokalen Leitfossils.

Nach E, SE, S und SW werden die Sandsteine rasch mächtiger, hinzutreten feinkörnige Grauwacken. Über die Verhältnisse am SE-Rand des Synklinoriums gibt der

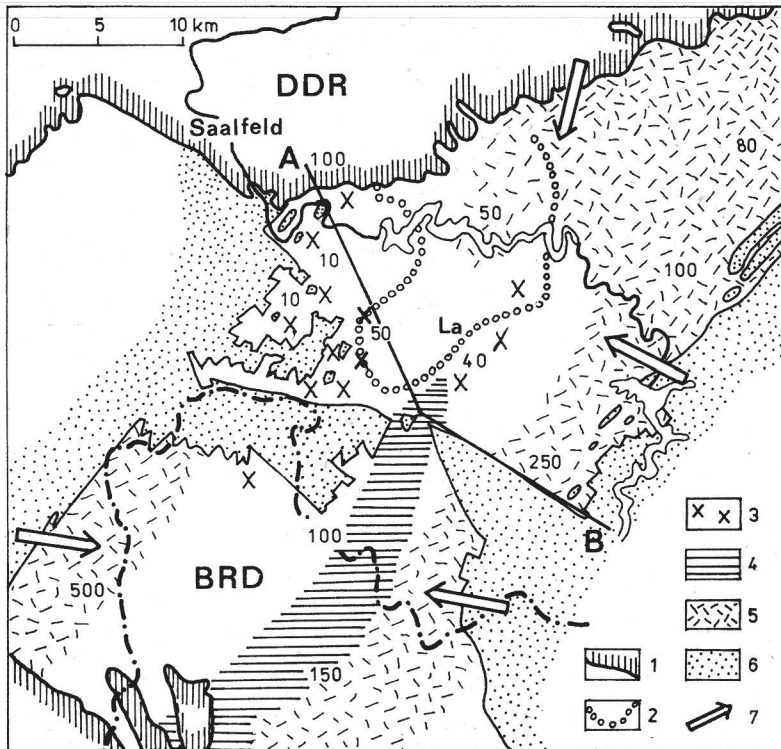


Abb. 5. Verbreitung von Sandsteinen in den Kaulsdorfer und Röttersdorfer Schichten des thüringischen Kulms.

Legende: 1 jünger als Kulm, 2 oolithischer Kalkgrauwacke an Basis der Ziegenschichten, 3 unterer Fimbriatus-Sandstein (Fossilfundpunkte), 4 Wetzstein-Quarzit, 5 Sandsteine (mit Gesamtmächtigkeiten), 6 älter als Kulm; La - Landsendorf; A-B Lage des Fazieschnittes der Abb. 4

„Exkursionsführer Burgk“ Auskunft. Neu ist der Nachweis am Hohenwarte-Stausee. Östlich des Campingdorfes „Alter“ kommen sie aufgesattelt zutage. Hier sind sie 50 m und mehr mächtig. Am Campingdorf „Portenschmiede“ führen die Bordenschiefer zwischen den Sandsteinbänken überraschenderweise millimeterstarke Karbonatbänder mit marinen Körperfossilien. Gefunden wurden bisher Crinoideen und kleine Brachiopoden. Die kalklösende Wirkung des Stausee-Wassers machte diese Lagen wohl überhaupt erst sichtbar, 1984 war der Spiegel um 12 m abgesenkt.

Diese Sandsteine am Hohenwarte-Stausee lassen sich nun nicht unmittelbar mit den übrigen Gebieten mächtigerer Sandsteine verbinden. Das verbietet das Verbreitungsareal des Fimbriatus-Sandsteins (Abb. 5). Am Stausee liegt offenbar ein gesonderter Schüttungsfächer vor, das Karbonat deutet auf geringere Wassertiefe als sonst im bathyalen Kulmbecken. Hingegen dürfte der in Muldenmitte weit verbreitete Wetzstein-Quarzit, dessen nordöstliches Ende gut faßbar ist, eine Rinnenstruktur abbilden. Nach Gräbe und Wucher (1967) weist hier alles auf eine Hauptschüttungs- oder Strömungsrichtung von NE nach SW.

Der dem Wetzstein-Quarzit benachbarte, grauwackeähnliche „Grünauer Sandstein“ südlich Leutenberg wurde von Steinbach (1965) aufgrund begleitender Lagen von Keratophyr-Tuffen etwas höher eingestuft. Dieselben sind jedoch inzwischen im gesamten Kulm, wenn auch immer nur als dünne Lagen, bekannt, wie die Herren Dr. Schubert, Unterloquit, und Dr. Lange, Orlamünde, freundlicherweise bestätigten, so daß vom Leitwert in den Röttersdorfer Schichten nicht mehr die Rede sein kann.

Wie auch die Sandsteine entwickelt sein mögen, stets folgt ihnen als mächtiges toniges Glied der „Obere Schiefer“ in ganz auffällig gleichförmiger Entwicklung zwischen 300 und 400 m. Am Hohenwarte-Stausee führt er Phosphorit-Konkretionen (laborativ überprüft), nicht kugelig wie im Rußschiefer und den „schwarzen Borden“ von Lehesten (Pfeiffer 1955, S. 621), sondern in dünnen schichtparallelen Fladen, die an den Kulm Westfalens erinnern. Dieser dritte Phosphorit-Horizont des Kulms war bisher unbekannt.

1.3. Oolithische Kalkgrauwacken der basalen Ziegenrücker Schichten

Die von Zimmermann im Bereich der „Lieferung 40“ entdeckten und auf den Kartenblättern angegebenen Gesteine sind lokal recht fossilreich. Indem meinerseits auch die Randfazies, Grauwacken mit spärlichen Ooiden und vereinzelt Trochiten, erfaßt wurde, ergibt sich ein Verbreitungsgebiet, das Abb. 5 darstellt. Es ist eine dem Fimbriatus-Sandstein ähnliche, nur engere Konfiguration. Der Schluß scheint erlaubt, daß die von N, der Mitteldeutschen Schwelle kommenden Turbidite, die die Ooide und Fossilreste transportierten, der Generalachse des Kulmbeckens folgen mußten und an einem weiteren Vordringen nach SE durch eine Schwelle gehindert wurden, die nunmehr zu erörtern ist.

1.4. Turbiditischer Kalksandstein von Landsendorf

Das auf der alten Karte als Kalk-Oolith wie oben angegebene Gestein dicht östlich Landsendorf (Bl. Liebengrün, siehe Abb. 5) wurde, übrigens dank moderner Großflächen-Feldwirtschaft, in größerer Ausdehnung, als damals angegeben, wiedergefunden. Korallen aus dem reichen, auffälligen Fossilbestand diskutierte bereits Weyer (1984, S. 28). Die stratigraphische Stellung ist inzwischen geklärt. Das Gestein liegt tief in den Ziegenrücker Schichten, sein Liegendes bilden „Kiesige Borden“, (Pfeiffer 1968 b, S. 728).

Der Lithotyp ist jedoch eigenartig, und zwar ein kalkreicher Mittelsandstein. Das Gestein ist streng gradiert, an der Basis der gradierten Lagen finden sich wohlgerundete, echte Gerölle, wie in den anderen Kulm-Konglomeraten, nur vereinzelt. Hingegen bestehen die großen Klasten aus intrakulmischem Material, Sandsteine und typische Bordenschiefer, oft als Tonstein-Fetzen regellos eingebettet.

Wie schon Weyer betont hat, ist der reiche, aber stark fragmentarische Fossilbestand ganz auffällig. Seine Komponenten, unter denen große Trochiten vorherrschen, jetzt als sogenannte „Schraubensteine“ vorliegend, sind nicht eigentlich „kulmisch“, also bathyal, sondern verweisen auf bedeutend flacheres Wasser als Lebensraum.

Dieses gut sortierte (ziemlich reiner Quarzsand) und andererseits streng turbiditisch unklassierte Material, zu dem im Kulm noch kein Gegenstück bekannt ist, bleibt dazu noch durch seine Position im Zentrum des Synklinoriums bemerkenswert. Eine Einschüttung vom Beckenrand verbietet sich. Hier liegt der Rand einer Schwelle in der Mitte des Kulm-Beckens vor. Diese entstand wohl kurzfristig am Ende der Zeit des Oberen Schiefers, etwa zeitgleich mit dem tektonischen Impuls, den die Grenzgrauwacken und Kalkoolithe abbilden. Die Schwelle muß ein ephemeres Gebilde gewesen sein. Dem Geröllbefund nach kam lokal das gesamte Paket der Röttersdorfer Schichten mitsamt basalem Fimbriatus-Sandstein ins Abgleiten. Dabei wurde die erwähnte Fauna umgelagert, die offenbar auf einem steinbestreuten Sandgrund im lichtempfindlichen Bereich lebte.

1.5. „Grenzkonglomerat“ von Wilhelmsdorf

Die im „Exkursionsführer Burgk“ und noch näher von Gräbe und Wucher (1967) beschriebenen Konglomerate oder an deren Stelle grobe Grau- wacken sind im Synklinorium, besonders am SE-Rand weit verbreitet und in vielen Fällen mit dem „Grenzkonglomerat“ Korns (1938, S. 76) gleichzusetzen. Der von Gräbe (1972) vertretenen Gleichstellung von Grenz- und Wurstkonglomerat – nach meiner Gliederung jeweils Basis der Ziegenrücker und Kaulsdorfer Schichten – kann keinesfalls das Wort geredet werden.

Das Grenzkonglomerat ist gut kartierbar und besonders in den aufschlußarmen Flächen der Frankenwald-Peneplain noch faßbar. Daß jedoch zumindest im Bereich der „Lieferung 40“ die Kiesigen Borden das eigentliche Basisglied der Ziegenrücker Schichten und das Grenzkonglomerat nur sporadische Einlagerung ist, wurde bereits meinerseits 1968 betont.

Im Bereich des Hohenwarte-Stausees ist jedoch ein weiteres Konglomerat vorhanden. Wo dieses und die oolithische Kalkgrauwacke zusammen vorkommen, zwischen Wilhelmsdorf (Weiler Kalte Schenke) und Schmorda (Bl. Ziegenrück), steht das Konglomerat (Korn, 1938, Abb. 6) etwa 40 m höher als der Oolith (Schnitt Abb. 10). Das Konglomerat ist ein echtes Turbidit-Gestein mit vielen, oft wohlgerundeten Geröllen, aber sehr hohem Matrix-Anteil, stellenweise ein Geröll-Tonschiefer, kalkfrei, und die Komponenten entsprechen der Zusammenstellung Korns (1938, S. 99).

Die stratigraphische Stellung läßt den Vergleich dieses Wilhelmsdorfer Konglomerates mit dem Giftinginger Konglomerat Oberfrankens (Samtleben u. a. 1967, S. 114) nicht abwegig erscheinen.



Abb. 6
Grauwacke-„Gerölle“ im
Konglomerat von Bodel-
witz, Typus-Aufschluß

1.6. Das Konglomerat von Bodelwitz

Am westlichen Dorfrand von Bodelwitz (Bl. Ziegenrück) unweit von Pößneck finden sich drei kleine verlassene Steinbrüche auf etwa 200 m rechtwinklig zum Streichen. Aufgeschlossen sind Grauwacken mit generellem Einfall nach SE. Sie gehören zur Flanke einer großen Mulde, wie die Kartierung der weiteren Umgebung zeigt.

Der mittlere und größte der Brüche hat vor allem eine rund 6 m mächtige, geschlossene Grauwackenbank erschlossen. Bei näherem Zusehen zeigt sich diese Bank völlig abweichend von allen bisher beschriebenen Kulmgrauwacken strukturiert.

Als erstes ist zu bemerken, daß mitten durch die Grauwacke ohne Schichtfugen Lagen von Fein- bis Mittelkies ziehen. Aus Thüringens Kulm waren sie bisher unbekannt, wohl aber aus dem von Magdeburg (Pfeiffer 1967, Abb. 5). Paech (1973 a, S. 809) spricht hier von „mitteldimensionaler Schrägschichtung“ und betrachtet sie als Hinweis auf nahen Beckenrand.

Zum zweiten und noch auffälliger sind isolierte, gerundete, kopfgroße Sedimentkörper. Nur stellenweise sind sie im Aufschluß gehäuft, eher „schwimmen“ sie einzeln und regellos in der Grauwacke (Abb. 6). Ob dichter gepackt oder nicht, bestehen hier diese „Gerölle“ jedoch ganz vorwiegend aus intrakulmischem Material. Ein hier nicht abgebildetes „Geröll“ ist typischer Bordenschiefer, der bei Umlagerung noch plastisch war. Erst der sudetische Paroxysmus hat ihn samt umgebender Grauwacke verschiefert, dies allerdings deutlich.

Das Bodelwitzer Konglomerat ist mit dem Teuschnitzer zu vergleichen. Dieses enthält an der oberfränkischen Typuslokalität ebenfalls Grauwacken-„Olistholithe“, wie einer Notiz Zimmermanns (1899, 1910, S. 57) zu entnehmen ist.

Wahrscheinlich sind die unzähligen Klasten schwarzer Lydite, die man gewöhnlich aus dem Silur herleitet, in den Aufschlüssen von Bodelwitz ebenso wie in den massenhaften Lesesteinen der weiteren Umgebung hier bereits auf 3. oder 4. Lagerstätte, und die grobe Grauwacke ist insgesamt ein Aufbereitungsgebilde von Kulmgrauwacken, worauf die genannten Kieslagen hinweisen. Auf die weiten Wanderwege der Klasten des thüringischen Kulms hat besonders Timmermann (1978) hingewiesen.

Weiterhin geht aus Obigem hervor, daß in der beschriebenen Grauwacke von Bodelwitz die gradierte Schichtung weitgehend fehlt, ein Hinweis auf den Umschwung des Sedimentationsregimes.

Die „geröllführenden“ Grauwacken von Bodelwitz sind Rutschmassen, vergleichbar den Olisthostromen, die Kurze (1983) vor allem aus Sachsen näher beschrieben hat. Für die von Wagenbreth (1980) entwickelten Vorstellungen hingegen finden sich keinerlei Anhaltspunkte.

1.7. Teuschnitzer Schichten im Ziegenrücker Teilsynklinorium

Die Entdeckung der Teuschnitzer Schichten mit dem Bodelwitzer Konglomerat auf Blatt Ziegenrück war nicht zufällig. Ihr Nachweis stand mit dem von mir 1976 erläuterten Bau des Synklinoriums aus „Falten-Treppen“ im Zusammenhang. Abgesehen vom Lehestener Horst der Querzone ist die Faltung des Kulms recht regelmäßig (Pfeiffer 1955, Schubert 1968, 1985) (Abb. 8). Die Sättel und Mulden des obersten anchimetamorph verformten Schiefergebirges (Lange und Schubert 1979, Pfeiffer 1983 b) haben Amplituden um 200 bis 400 m (Abb. 9), dazwischen liegen die größeren Falten-Treppen (Abb. 10).

In meiner Publikation von 1976 mußte in Abb. 1 das Gebiet zwischen Pößneck und Neustadt/Orla mit einem Fragezeichen versehen werden. Nun ist klargestellt, daß hier eine Depression, ein „Graben des Faltenpiegels“ die zentrale Muldenzone im NW begleitet. Vielleicht schon an der NW-Ecke des thüringisch/bayerischen Blattes Spechts-

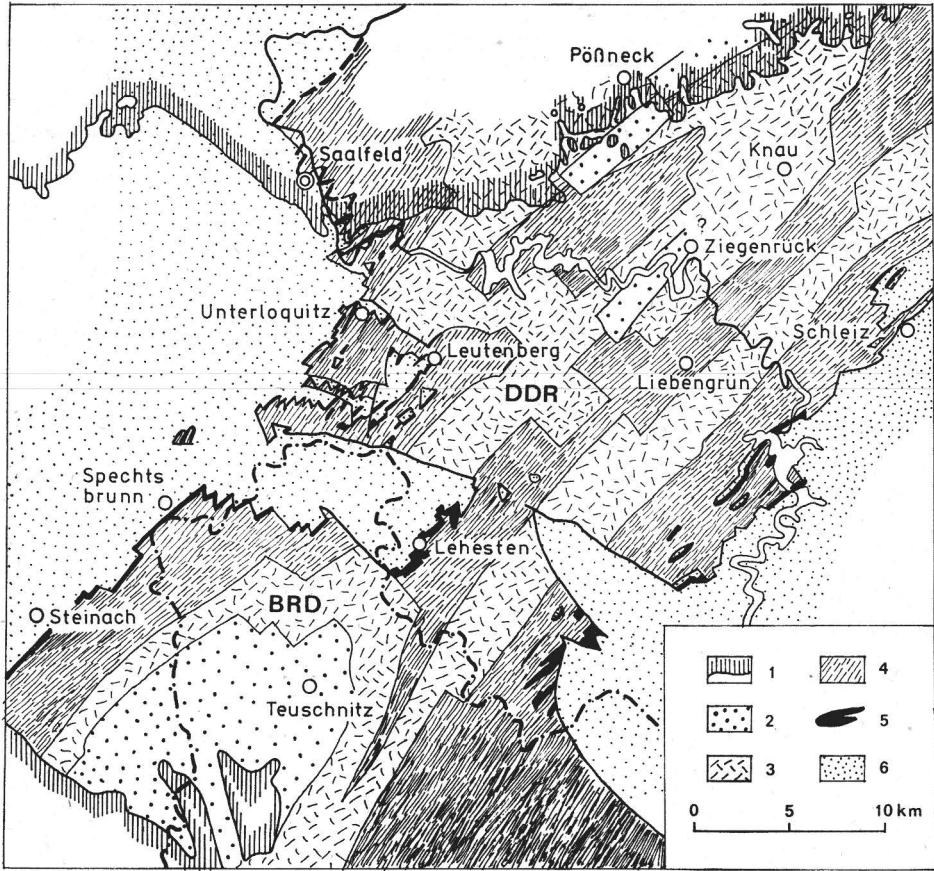


Abb. 7. Übersichtskarte des Kulm-Synklinoriums.
 Legende: 1 jünger als Kulm, 2 vorwiegend Teuschnitzer Schichten, 3 vorwiegend Ziegenrucker Schichten, 4 vorwiegend Hasenthaler bis Röttersdorfer Schichten, 5 Lehestener Schichten und Äquivalente, 6 älter als Kulm

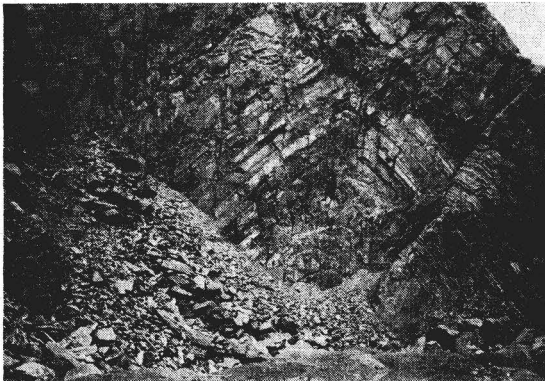


Abb. 8
 Ziegenrucker Schichten in typischer Ausbildung und Faltungsform. Grauwackenbruch Döbritz bei Pöfneck (aus Pfeiffer 1981)

brunn entwickelt, wo die alte Schiefergrube „Himmelreich“ darauf hindeutet, wird diese Faltenstruktur im Zentrum des Blattes Leutenberg mit dem eigenartig gebauten Schieferfeld „Lothar“ deutlich (Pfeiffer 1962, Abb. 4, Schubert und Steiner 1970, Abb. 6),

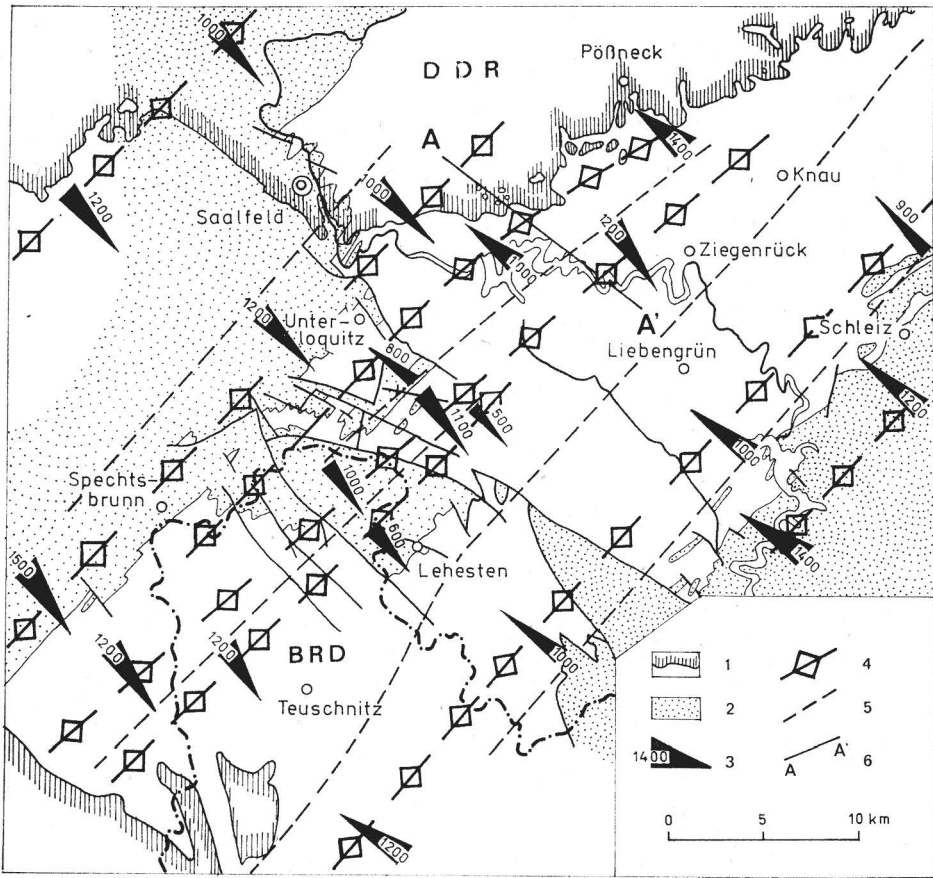


Abb. 9. Falentreppen und -gräben im Kulm-Synklinorium.
 Legende: 1 jünger als Kulm, 2 älter als Kulm, 3 Abfall des Spiegels [m] auf der keilförmig angegebenen Länge, 4 Aufwölbungen des Faltenpiegels, 5 tiefste Bereiche des Synklinoriums; A-A' - Lage des Schnittes Abb. 10

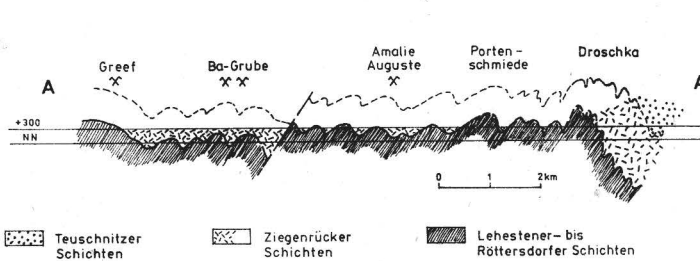


Abb. 10
 Schnitt A-A' (Oberwellenborn - Neuenbeuthen)
 Legende: 1 Teuschnitzer Schichten, 2 Ziegenrücker Schichten, 3 Kaulsdorfer und Röttersdorfer Schichten

hinter dem erstmalig zwischen den Dachschiefer-Sätteln der Fimbriatus-Sandstein tief eingemuldet ist. Dieser „Faltengraben“ vertieft sich nach NE, so daß außerhalb des Horstes der Frankenwald-Querzone (Pfeiffer 1984, Abb. 2) jüngster Kulm bei Ranis und Pößneck von der Erosion seit dem Perm unberührt blieb.

Eine zweite Einmündung liegt auf Blatt Ziegenrück 5 km südöstlicher davon und ist an die nordwestliche Flanke der Zentraldepression des Synklinoriums gebunden.

Getrennt werden beide Synklinalen durch die schon auf dem alten Kartenblatt dargestellten „Unterculm“-Sättel von Schmorda-Paska.

Der beigegebene Schnitt (Abb. 10) zeigt den speziellen Bau auf einer Schnittlinie, die an Aufschlüssen, natürlich und durch den Bergbau geschaffen, besonders reich ist. Der Falten Spiegel taucht am Schwespat-Schacht „Bickelwiesen“ erstmalig stark ab, im Fortstreichen stellt sich nach 2 km das Konglomerat von Bodelwitz ein, das sich danach bis zum Typus-Aufschluß durchgehend verfolgen läßt.

In der Schnittlinie steigt der Falten Spiegel in zwei Schritten. Der erste Schritt liegt um den Weiler „Kalte Schenke“, wo die bereits von Zimmermann auskartierten oolithischen Kalkgrauwacken Sattelköpfe abbilden, wie die neueren Begehungen ergaben. Der zweite Schritt wird am Stausee deutlich. Bei „Portenschmiede“ kommt nicht nur die vorn unter 1.2. beschriebene Sandsteinzone, sondern darunter, am Weidersberg ihr Liegendes, die Kaulsdorfer Schichten über den Spiegel des Stausees heraus.

Am Campingdorf „Neumannshof“ endet diese Sattelgruppe mit dem Absturz zum zentralen Synklinoriumsbereich, ein Absturz, der sich über mehrere Mefstischblätter klar verfolgen läßt. Bei „Neumannshof“ lassen sich die steil stehenden, gut aufgeschlossenen Grauwacken der Ziegenrücker Schichten auf etwa 800 bis 850 m Mächtigkeit veranschlagen. Das ist etwas weniger, als die von Samtleben u. a. (1967) für das fränkische Teil-Synklinorium angegebene von 1000 m, steht aber völlig im Einklang mit der besonders von Schlegel (1965) erkannten generellen Mächtigkeitsabnahme des Kulms von SW nach NE.

Nicht unwahrscheinlich ist, daß außer den beiden entdeckten Vorkommen von Teuschnitzer Schichten in Einzelmulden weitere Anschnitte vorhanden sind, was noch zu kartieren bliebe.

Am Fuße des Schlosses Brandenstein, nördlich Ranis, ist der Top der Ziegenrücker Schichten deutlich durch ein auffälliges Paket grauackearmer Bordenschiefer von einigen Dekametern Mächtigkeit markiert. Ihnen folgt unvermittelt südlich Pkt. 300,1 des Mefstischblattes Ziegenrück eine kleine Mulde mit dem Bodelwitzer Konglomerat. Auch hier ist die Parallele zur Typuslokalität Teuschnitz auffällig. Zimmermann schrieb 1899 (S. XXIX), daß das Konglomerat von „Thonschiefer in ziemlich mächtigen Massen“ begleitet ist.

Am Hohenwarte-Stausee konnte in Grauwacken im obersten Teil der Ziegenrücker Schichten am Fuß der Teufelskanzel südlich Paska überraschenderweise ein Karbonathorizont aufgefunden werden. Es handelt sich um dezimetergroße Knollen von Kalkgrauwacke, die schichtparallel Grauwackebänken eingelagert sind. Ooide sind nicht erkennbar. Angewittert wird das Gestein gänzlich porös bei sehr feinkörniger nichtkarbonatischer Grundmasse.

Die Frage, ob das Bodelwitzer Konglomerat dem Teuschnitzer entspricht, ist wegen der räumlichen Trennung beider durch die Querzone nicht exakt zu beantworten, allerdings recht wahrscheinlich. Wie dem auch sein mag, eines haben die beiden Konglomerate gemeinsam: Entgegen den stratigraphisch tieferen Kulm-Konglomeraten halten beide im Streichen durch. Ziemlich mühelos lassen sie sich daher in Lesesteinen verfolgen. Meine Begehungen haben noch nicht das Ende ihrer Verbreitung erreicht. Sicher ist, daß das Konglomerat, das wenig hinter dem Aufschluß Bodelwitz unter der Zechsteindecke verschwindet, 6 km nordöstlicher im fensterartigen Kulmausstrich des Mühlengrundes unterhalb Neustadt/Orla wieder zutage tritt. Auf das dortige Konglomerat machte schon Schlegel (1965) aufmerksam.

2. Die Polarisierung der Kulm-Entwicklung

Das Dinant Thüringens bildet drei Etappen einer progressiven späten Geosynklijal-Entwicklung ab (Tab. 2): Post-Herzyn, Prä-Flysch und den eigentlichen, in sich wiederum dreigliederigen Flysch (Tab. 1).

Das Post-Herzyn (Ruchholz 1972) umfaßt die kalkigen Bildungen der Gattendorfia-Schichten, bestens von Saalfeld, aber auch dem SE-Rand des Synklinoriums bekannt (Weyer 1977, 1984, Pfeiffer 1983 a). Im Vergleich zum belgischen Standard des Dinant endet das Post-Herzyn mit dem Unter-Tournai.

Tabelle 2. Zuordnung des thüringischen Dinants zur Standardskala Belgiens (Stufenbreite nach Paproth u. a. 1983) (K. Kalk, lies: Kohlenkalk)

Tournaisian		Visean		
Hastarian (T I)	Ivorian (T II)	Molignacian (V I)	Livian (V II)	Warnantian (V III)
Post-Herzyn	Prä-Flysch		Flysch	Paroxysmus
< 10 m	50 m		> 3500 m	
Kalkknollenschiefer	Ruß-Schiefer (Lehestener Schichten)	Hauptdachschiefer	Klastite in Rhythmen K. Kalk	

Der Prä-Flysch wird von den Lehestener Schichten verkörpert, bestehend aus dem Rußschiefer und – darüber gleitend – dem folgenden Hauptdachschiefer oder dessen Äquivalenten am Bergaer Sattel, besonders den dortigen Linsen von Kohlenkalk (Pfeiffer 1968 b, S. 742). Typusgestein des Prä-Flysch ist überall Schwarzschiefer, kalkfrei, fossilarm mit kaum erkennbaren Materialunterschieden in der Feinschichtung.

Bei rund 50 m Mächtigkeit beinhaltet der Prä-Flysch jedoch einen überraschend langen Zeitraum innerhalb des Dinants: vom Beginn des Mittel-Tournai bis in das Mittel-Visé (dem Livian neuer Definition) hinein (Weyer 1984).

Die Hauptmasse des thüringischen Kulms liegt in Flysch-Fazies vor. Er ist deren variszischer Spezialfall. Mit seinen drei Gliedern, hier als Flysch I, II und III bezeichnet (Tab. 1), wird ein Zyklus erkennbar, dessen völlige Verkörperung allerdings durch den Paroxysmus der sudetischen Faltungsphase verstümmelt ist (Tab. 2).

Der erste Entwicklungsschritt umfaßt die Hasenthaler, Kaulsdorfer und Röttersdorfer Schichten, mithin die Bordenserie Korn. Die Fazies setzte anscheinend überall, zumindest am gesamten Westrand und den Horsten der Frankenwald-Querzone gleichzeitig mit Sandsteinen, lokal einem Konglomerat ein, doch folgen in vielen Aufschlüssen die Bordenschiefer, das eigentliche Typusgestein des Flysch, auch unmittelbar und lückellos dem Hauptdachschiefer. Diese Bordenschiefer bilden die Hauptmasse des Flysch I, gröbere Schüttungen, die die Basis eines jeweiligen Großrhythmus bilden, bleiben demgegenüber in der Menge untergeordneter.

Auffällig ist das Endglied des Flysch I: der Obere Schiefer, der den weiter vorn genannten Sandsteinen folgt. Mit ihm bildet sich gewissermaßen die Beruhigungsphase des Flysch I ab.

Der Flysch II charakterisiert sich durch die unbedingte Vormacht dickbankiger, turbiditisch gebildeter Grauwacken, die rhythmisch mit Bordenschiefern wechseln (Abb. 8). Das Basalglied, die Kiesigen Borden weisen auf eine plötzliche Absenkung von

Teilen des Kulm-Beckens hin. Mit Sicherheit stand ihr eine wesentliche Erhöhung der Reliefenergie, besonders an der Mitteldeutschen Schwelle, gegenüber, wie es die unter Pkt. 1.3. bis 1.5. beschriebenen grobklastischen Bildungen dokumentieren. Flysch II bedeutet den Höhepunkt der Entwicklung.

Die Teuschnitzer Schichten verkörpern den Flysch III. Bei scheinbar größter Ähnlichkeit mit Flysch II aufgrund der Grauwackervormacht offenbart er doch eine abweichende Genese. Das Basis-Konglomerat erweist sich nicht mehr als turbiditische Bildung. Die vorn beschriebene mitteldimensionale Schrägschichtung mit guter Kornklassierung verbietet sich nach Duff u. a. (1967) bereits für den echten Flysch.

Der Materialbestand läßt zunehmende intrakulmische Umlagerung bei abnehmender Fremdzufuhr erkennen. Damit wird deutlich, daß die einsetzende Faltungswelle den Bereich des Kulmbeckens erfaßt hatte. Damit hatte dieses seine Reife erreicht, und die Entwicklung begann zur Molasse zu tendieren (Paech 1973 b), was jedoch durch die Faltungsphase abgeschnitten wurde.

Zeitlich umfaßt der Flysch I bis III jedoch nur einen recht kurzen geologischen Zeitraum, was Hermann Korn seinerzeit mehr erahnte, als er beweisen konnte. Der Flysch umfaßt nur wenig mehr als das Livian der modernen belgischen Gliederung nach Paproth u. a. (1983). Die darin enthaltene physikalische Zeit wird zum Schluß näher erörtert (Tab. 2).

3. Bordenschiefer und Zeitmaß

3.1. Bouma-Sequenzen im Bordenschiefer

Der durch Zimmermann (1888, 1903, 1910) und Sieburg (1909) in die Fachliteratur eingeführte alte Ausdruck „Borden“ der Schieferbrecher erfuhr durch Korn (1935, 1938) die erste theoretische Durchdringung. Sie hat Ausgangspunkt für alle weiteren Untersuchungen zu bleiben.

Vereinzelt schon im Prä-Flysch (bei Lehesten) vorkommend, sind die Bordenschiefer dominierender Bestandteil des Flysch. Die Normalborde (Abb. 2, 11) entspricht vollkommen dem von Bouma (1962, 1964) für den Flysch weltweit erkannten Schema turbiditisch entstandener Sequenzen. Das hatte ja Korn (1938, S. 132) vorweggenommen, als er schrieb: „Die Normalwarve des Unterkarbons ist vierteilig: grob-fein/grob-fein, wobei alle Kombinationen zwischen Grauwacke, Sand, Silt und Ton auftreten können“ (vgl. Tab. 5).

Bouma präzierte und unterschied von unten nach oben folgende Teilglieder: a) das gradierte, b) das untere parallel laminierte, c) dasjenige mit Rippel- oder Wickelschichtung, d) das obere parallel laminierte und abschließend e) das pelitische.

An dieser Stelle etwas zur Terminologie. Die Borden bezeichnete Korn als Warven, Bouma spricht von Sequenzen. Ihre Repetition im Kulm ist klar rhythmisch, wo sich mehrere Größenordnungen abbilden. Hinsichtlich der Diskussion Rhythmen/Zyklen sei auf Katzung (1971), Steiner (1966) und Chrobok (1970) verwiesen.

Doch nun zu den realen Verhältnissen im Kulm. Proben aus den Hasenthaler Schichten, hier als Beispiel eine aus dem Bahneinschnitt vor Breternitz (Bl. Saalfeld, siehe Zimmermann 1914, S. 49), etwa 40 m über deren Basis, entsprechen gänzlich Boumas Regel. Neben kompletten Borden, erscheinen solche mit fehlenden Basisgliedern, wobei sich Gruppen erkennen lassen, in denen a) die Mächtigkeiten der Bouma-Sequenzen von unten nach oben abnehmen und b) inkomplette Sequenzen hinzutreten (Abb. 11 und Tab. 3). Mit solchen Borden-Gruppen operierte vor allem Korn.

An allen einigermaßen zureichenden Aufschlüssen, woran kein Mangel ist, sind die Borden in der Tat erkennbar. Aber komplette Bouma-Sequenzen sind in den Bordenserien keinesfalls überall anzutreffen. Bei der Begründung meiner Kulmgliederung

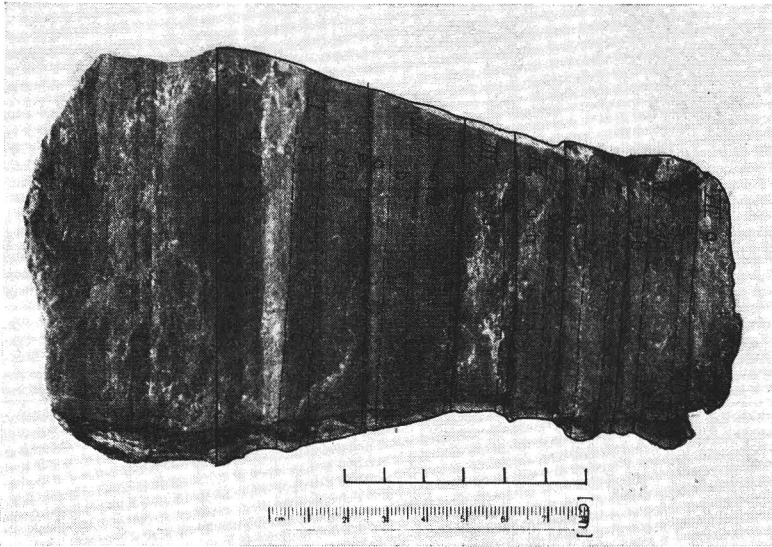


Abb. 11. Bouma-Sequenzen in Bordenschiefern bei Breternitz (siehe Tab. 3)

Tabelle 3. Bouma-Zyklen einer Bordenprobe von Breternitz (Abb. 11)

Rhythmus	Bouma-Phasen [mm]				
	a	b	c/d	e	ges.
VII	10				
VI	3	1	9	1	14
V	10	2	2	1	15
IV	7	1	2	1	11
III	—	—	13	1	14
II	4	7	10	1	22
I	9	7	10	1	27

von 1968 war betont worden, daß die grobklastischen Basisglieder der Großrhythmen am absetzigsten, die pelitischen Glieder am beständigsten sind. Das gilt auch im kleinen für die Bouma-Sequenzen. Werden sie inkomplett, dann fallen zuerst die Basisglieder aus.

Analysiert man daraufhin die Hasenthaler Schichten, die durch den Schieferbergbau besonders gut übersehbar sind (Abb. 2, 3, 18), läßt sich in ihrem Profilbau eine Dreiteilung erkennen. Der unterste, nur wenige Meter mächtige Abschnitt der „Groben Borden“ und „Eisenwände“ des Schieferbergmannes fällt durch grobkörnige Basislagen auf. Die oberen Glieder fehlen zwar nicht, fallen jedoch im Aufschlußbild nicht ins Gewicht. Der darüber folgende rund 80 m Schichtenstoß umfaßt normale Bordenschiefer, wie hier beschrieben. Weiter zum Hangenden gewinnen die Rhythmen ihren Schwerpunkt zunehmend im pelitischen Bereich, und es bestehen, bei gleitendem Übergang, die obersten 70 m im wesentlichen nur noch aus den Bouma-Gliedern c – e. Solche Borden bestehen aus Wiederholungen feinstsandiger konvolutierter und laminiertier Streifen mit pelitischen Lagen (Abb. 12). Ein solches Verhalten hat Bouma auch aus anderweitigem Flysch beschrieben.

Auch für die nachfolgenden Kaulsdorfer und Röttersdorfer Schichten gilt die gleiche Entwicklung. So bestätigt und vertieft sich das 1968 aufgestellte Gliederungsprinzip nach Großrhythmen um ein weiteres Merkmal.

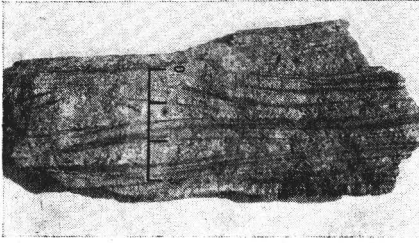


Abb. 12

Feinsandstein, gleichkörnig, kreuzgeschichtet (Sequenzabschnitt c nach Bouma). Permische Rötung zeichnet die Texturen klarer nach, als im frischen Gestein erkennbar wären. Alte Rötelgruben über Kaulsdorf

Wie vollständig die jeweiligen Sequenzen auch sein mögen, ein Glied, obwohl gewöhnlich das geringmächtigste, fehlt nie: die abschließende Pelitlage. In ihr ist sogar die meiste physikalische Zeit verkörpert, der Niederschlag feinsten Trübe war das eigentlich Permanente, die von Trübeströmen gelieferten gröberen Einschaltungen demgegenüber ephemere. Daher umfaßt auch der Prä-Flysch im thüringischen Kulm einen weitaus längeren Zeitraum gegenüber dem Flysch, was Korn allerdings unbekannt war.

Noch ein Wort über den im Prä-Flysch eingelagerten „dunkelkiesig-bordigen Schiefer“ von Lehesten (Pfeiffer 1955). Dieser besteht nur aus den einfachen Takten: (oberes) laminiertes Glied – Pelit, wobei, ganz im Gegensatz zu den eigentlichen Bordenschiefern, der Pelitanteil $> 50\%$ des Gesteins ausmacht (Pelit im megaskopischen Sinne, unbeschadet Lange und Schubert 1979). Daher wurden und werden große Teile dieses Schiefers ohne weiteres vom Schieferbergbau abgebaut und genutzt.

Dachschieferqualität hat auch der Obere Schiefer an seiner Typuslokalität Röttersdorf, aber nicht allein an diesem Ort. Allerdings sind hier die Bouma-Sequenzen vielfältiger. Was diesen Schiefer technisch brauchbar macht, ist die Tatsache, daß hier partienweise primär feinstschluffige Abschlämmung vorliegt (Abb. 19). Doch fehlen keineswegs gröber klastische Einschübe, auch Grauwacke-Bänkchen. Diese ließen sich jedoch bei der Werkstein-Gewinnung bequem herauspalten und wurden als Trittplatten und dergleichen verkauft. Ihr Auftreten dürfte höheren Rhythmen Kornscher Anschauung entsprechen.

Untergliedert man die Kornsche Bordenserie des von mir 1968 beschriebenen Richtprofils von Kaulsdorf nach folgenden Kriterien:

- A: Grauwacken, auch konglomeratisch, dickbandig, gut gradiert,
- B: Sandsteine in Vormacht, meist mit Wickelschichtung, Laminierung,
- C: Dominanz typischer Borden in Bouma-Sequenzen,
- D: Laminierte Siltlagen mit Peliten vorherrschend,

so gelange ich zur tabellarischen Darstellung (Tab. 4), wobei ergänzend der bisher unbekannt Befund der Röttersdorfer Schichten am vorn genannten Campingdorf „Portenschmiede“ des Hohenwarte-Stausees hinzugesetzt ist.

An jener Lokalität mit erstklassigem Aufschluß erweist sich dazu noch, daß die Bouma-Teilglieder keineswegs nur an Bordenschiefer gebunden sind. Die Sandsteine (Glied B von Tab. 4) zeigen gleiche Sequenzen, in ihrer Mächtigkeit jedoch eine Größenordnung höher. Die Abbildungen 13 und 14 zeigen solch speziellen Profilaufbau:

- | | |
|--|-------|
| 5. Pelitischer Abschnitt: Tonschiefer mit Kabonatbändern | 5 cm |
| 4. Oberer laminiertes Abschnitt: Feinsandstein | 12 cm |
| 3. Konvolute Bedding: Sandstein in Wickelschichtung | 20 cm |
| 2. Unterer laminiertes Abschnitt: wie 4 | 10 cm |
| 1. Gradiertes Abschnitt: Grauwacke, sandsteinartig | 25 cm |

Tabelle 4. Modus der Bouma-Zyklen bei Kaulsdorf und Portenschmiede [m]

Großrhythmus	A	B	C	D
(Portenschmiede)	10	50	200	100
Röttersdorfer	—	10	—	400
Kaulsdorfer	10	90	50	150
Hasenthaler	—	5	80	70

Tabelle 5. Grauwacke-Kleinrhythmen einer Probe von Hockeroda (Abb. 15)

Rhythmus	Gestein	Dicke [mm]
VI	Grauwacke, feinkörnig, rot	20
	Häckselgrauwacke, tiefrot, abfärbend, porös (primäres Sand-Pflanzengemisch)	40
	Grauwacke, gradiert, sandsteinartig, graurot	21
V	Grauwacke, gradiert, übergehend in Pelitband	10
IV	Grauwacke, wie zuvor	19
III	Pelitband	1
	Pelit/Silt, laminiert	20
	Grauwacke, gradiert	3
II	Pelitband	} 5
	Siltlage, laminiert	
	Grauwacke, gradiert, feinkörnig	
I	Pelitband, Feinpelit, glänzend	1
	Grobpelit, schwach laminiert mit vielen steilstehenden dünnen Grabröhren	20
	Feinsandstein mit Wickelschichtung (Schichtfuge)	30



Abb. 13
Ausschnitt aus der Sandsteinzone am Camping-
dorf „Portenschmiede“. Streng rhythmische
Abfolge

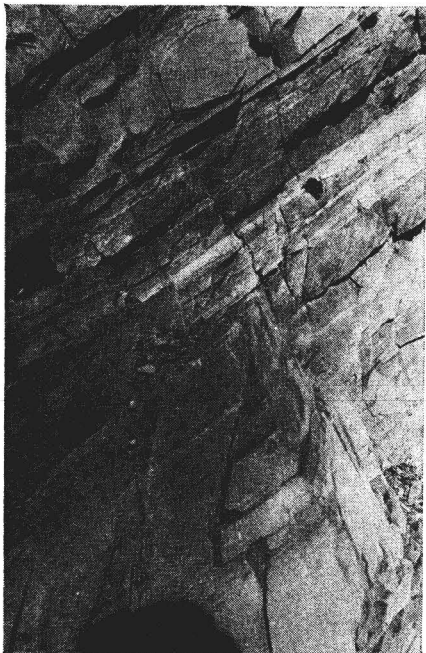


Abb. 14

Detail eines Rhythmus von Abb. 13. Auch die laminierten Glieder im unteren Bildteil sind rein sandig, aber relativ mächtig. Die hellen Striche in Abb. 13 und 14 sind Karbonatlagen

In den Ziegenrücker Schichten mit ihrem Grauwackerreichtum ist in den Sequenzen das Schema Boumas abermals um eine Größenordnung gehoben. Hier liegen die Rhythmen im Meterbereich, in Einzelfällen sogar im Dekameterbereich. Stets ist dann Abschnitt 1 mit gradiertem Grauwacke das mächtigste Glied. Spezielle Mitteilungen hierzu haben schon die unter 1.1. genannten Autoren gemacht. Den derzeit besten, leicht erreichbaren Aufschluß bietet der große Steinbruch Döbritz (Abb. 8) östlich Pößneck.

Jedoch sind Bordenpakete als Schlußglieder übergeordneter Rhythmen im Flysch II mehrfach vorhanden. Bei Kaulsdorf konnten solche, die Zimmermann (1914, S. 52) diskutierte, erneut bestätigt werden. In Oberfranken haben Samtleben u. a. ähnliche Beobachtungen dokumentiert. Großanschliffe solcher Borden zeigen jedoch durch erhöhten Schneidwiderstand – auf der Großschiefersäge in Unterloquitz bereits akustisch vernehmbar –, daß insgesamt das Korn gröber ist als im unterlagernden Oberen Schiefer.

Mit Abb. 15 soll als Beispiel von Bouma-Sequenzen im Flysch II eine Probe vorgeführt werden, die einen Abschnitt im Hangenden meterdicker, früher als Werkstein abgebauter Grauwacken entnommen ist. Hier ist das Bild „bunter“, auch in natura, da der Fundpunkt am südlichen Ortsende von Hockeroda nördlich Leutenberg, im Bereich der vom Verfasser 1984 näher abgegrenzten sekundären Rötung liegt. Dadurch sind hier im Handstück die Grauwacken rötlich, während das pelitische Material die ursprüngliche blaugraue Farbe behalten hat (Tab. 5). Zwischen den Sequenzen IV, V und VI sind besonders auf der Platten-Rückseite deutliche Schichtfugen erkennbar. Die damit verbundenen Pelitbänder gestatten die klare Abgrenzung der recht unterschiedlich ausgebildeten Einzelrhythmen. In den Grauwackefolgen ist mit starken lateralen Mächtigkeitsveränderungen der Bänke zu rechnen. So muß auch die Häckselgrauwacke VI als distales Glied einer mächtigeren Bank angenommen werden, die im Fortstreichen zu erwarten ist. Solche mürben Häckseln sind immer der „Nachfall“ des Suspensionsstromes und schließen somit dickere Grauwackebänke auf ihrer Oberfläche ab.

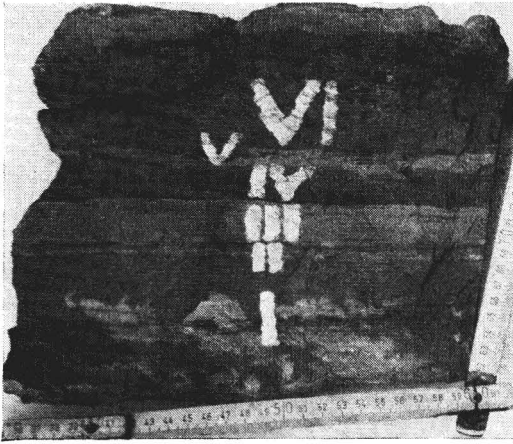


Abb. 15
Bouma-Sequenzen in Grauwacke-Wechsellagerungen. Feinaufbau siehe Tab. 5. Ehemaliger Steinbruch an der Straße Leutenberg-Hockeroda

Wie unruhig auch das Bild im Flysch II von Aufschluß zu Aufschluß sein mag, insgesamt ist erkennbar, daß das Sedimentationsregime gemäß dem Schema Boumas abgelaufen ist.

3.2. Schichtungsmerkmale, die keine Borden sind

In den Schwarzschiefern des Prä-Flysch werden lokal gewöhnlich bei bestimmten Graden der Anwitterung rhythmisch sich wiederholende Merkmale sichtbar. Die Anwitterung kann die permische Rötung gewesen sein, ebenso wie die rezente Verwitterung, meist unter Mitwirkung von Bodensäuren oder auch durch den Schieferbergbau geschaffene freie Flächen sowohl über wie untertage.

Diese Merkmale treten in zwei Größenordnungen auf. Im Millimeterbereich wird im Rußschiefer die Schichtung dort sichtbar, wo das Gestein vollständig gerötet wurde, also im Bereich der klassischen Aufschlüsse in der Umgebung des Bohlen (Pfeiffer 1954). Der nunmehr graurosa Schiefer erscheint dann von zahllosen dünnen, tiefroten Streifen durchzogen (Abb. 16), die schon 1848 Rh. Richter treffend beschrieben hat (Zitat bei Pfeiffer 1954, S. 27). Wie gänzlich frisches Material aus dem Unterloquitzer Tiefbau zeigt, sind diese nichts anderes gewesen als Anreicherungen von Pyrit bzw. Markasit.

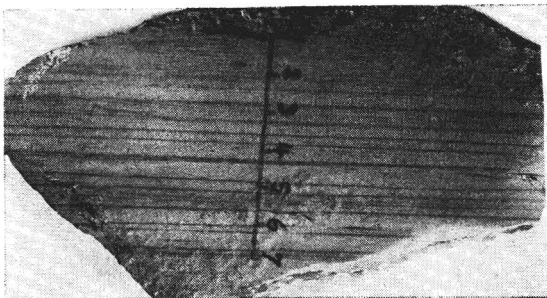


Abb. 16
Rußschiefer, völlig entfärbt und sekundär gerötet. Streifung und feine Granulierung entsprechen primären Markasit-Anreicherungen. Mühlthal bei Saalfeld-Obernitz (vgl. Pfeiffer 1954, Abb. 5)

Ähnlich sind Streifungen in den dunklen Sorten des Hauptdachschiefers. Scherben des Dunklen Lagerstein sind oft ungerötet geblieben. Huminsäuren haben Schwefel-eisen und Kohlenstoff herausgelöst, jedoch nur auf der Oberfläche. Zerschlägt man solche Stücke, erweisen sie sich im Inneren als gleichförmig schwärzlich.

Eine zweite Art der Bänderung im Dezimeterbereich kann sowohl über- wie untertage entstehen, und sie manifestiert sich als weißliche Sulfat-Ausblühungen in schwefel-eisenreichen Gesteinspartien. Abb. 17 zeigt einen Sonderfall. Im alten Alaunschieferbruch gegenüber Kaulsdorf (Zimmermann 1914, S. 45) haben sich auf einer großen Klufffläche Moospolster reihenweise dort angesiedelt, wo das Gestein durch Herauswittern der Pyrite rau und stark porös wurde. Schichtfugen sind hier nicht vorhanden.

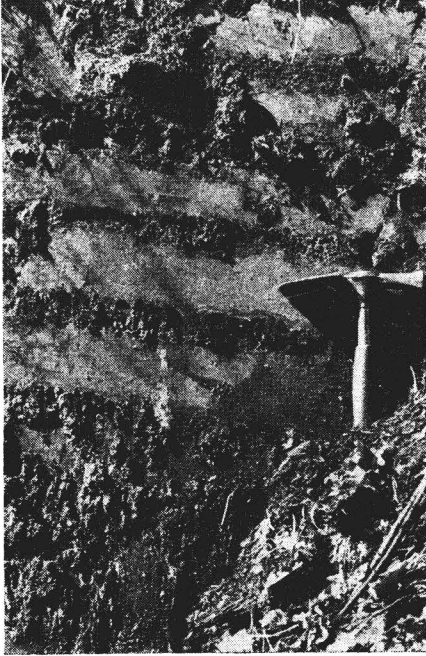


Abb. 17

Klufffläche im Dunkelkiesigen Schiefer der Lehestener Schichten in flacher Lagerung. Poröse Bereiche im Dezimeterabstand (ausgewittertes Schwefeleisen) werden von Moosen besiedelt. Alter Alaunschieferbruch gegenüber Kaulsdorf

Alle diese Erscheinungen haben nichts mit Bouma-Sequenzen zu tun, jedoch besteht Analogie zu den unterlagernden Kalkknollengesteinen des Oberdevons. Beides sind offensichtlich rhythmische Ausfällungen (Wald u. a. 1983). In ihnen ist ein gänzlich anderer Zeitinhalt verkörpert, als seinerzeit Korn annahm. Hierüber habe ich mich bereits 1977 geäußert. Daß für den Prä-Flysch ebenfalls lange Zeiträume anzusetzen sind, ist inzwischen sichergestellt (Weyer 1984). Besonders der Rußschiefer ist, wie in der gleichen Region der silurische Graptolithenschiefer und der mitteldevonische Schwärzschiefer, ein ausgesprochenes Kondensations sediment mit geringsten Jahrtausendraten innerhalb des Dinants Thüringens.

3.3. Borden und „Absolute Zeit“

3.3.1. Bordenzählung

Es ist die von Hermann Korn aufgeworfene Kernfrage. Seine Gedankengänge bestechen heute noch, ihnen haftet eine fast geniale Einsicht an, mehr erahnt, als damals beweisbar.

Um voranzukommen, wurden zwei rein praktische Fragen überprüft. Erstens, wieviel Bouma-Sequenzen sind im thüringischen Kulm abzählbar, und zweitens, welchen Zeitabschnitt innerhalb des Dinants füllen sie aus? Korn war ja seinerzeit mit seiner Rechnung in „Zeitverlegenheit“ geraten, was ihm die Kritik v. Bubnoffs (1947) eintrug.

Das Vorausgegangene zeigt, daß die gegenwärtige Kenntnis über die Rhythmik des thüringischen Kulms eine weit bessere Ausgangsposition bietet als vor 50 Jahren. Zunächst das unterste Flysch-Glied, die Hasenthaler Schichten. Gemäß der vorn erläuterten Dreigliederung ließen sich im Richtprofil Kaulsdorf ebenso wie im Tagebau Unterloquitz (Abb. 2, 18), wo in den letzten Jahren über 200 m Borden in ungestörter Folge entblößt wurden, über größere Bereiche auszählen (Tab. 4):

Hangendbereich	70 m je 90 Borden = 6300 Borden
Mittelteil	80 m je 65 Borden = 5200 Borden
Liegendpartie	5 m je 40 Borden = 200 Borden
	11 700 Borden

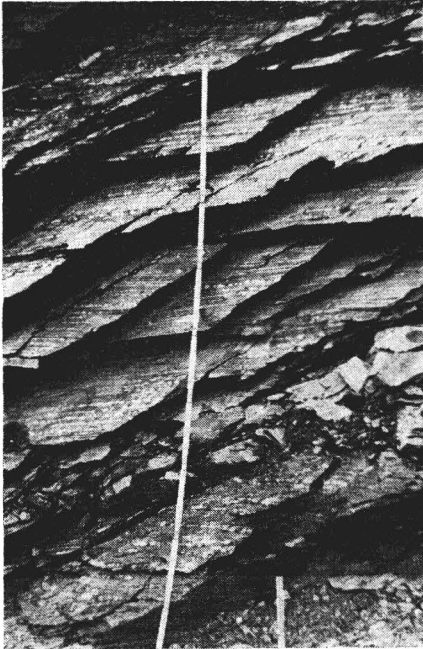


Abb. 18
Borden, flachlagernd, diagonal von der Schieferung durchsetzt. Mehrfache, ungeschiefert gebliebene Feinsandstein-Lagen zeigen übergeordnete Rhythmen an. Tagebau Unterloquitz, stratigraphisch etwa 25 m über den derben Borden von Abb. 1

Auf gleichem Wege ergeben sich für die Kaulsdorfer Schichten rund 19 000 Borden, für die Röttersdorfer 28 400. Das aber sind Mindestzahlen. Zählt man die Borden der großen Röttersdorfer Schiefergruben, ergeben sich bedeutend höhere Werte. Der in Abb. 19 gezeigte Dachschiefer hat 3 Rhythmusgruppen angeschnitten (Tab. 6). Jede Borde ist scharf abgrenzbar, auch wenn die Körnungsverhältnisse insgesamt sehr fein bleiben, durch die jeweiligen terminalen Pelitbänder. Abschnitt A dürfte zum Oberteil einer Rhythmusgruppe gehören. Der Abschnitt B beginnt mit sandigerem Material, das auf der Plattenrückseite (die Vorderseite wurde nachträglich angeschliffen) eine „auftragende Borde“, also einen Sims bildet (Ursprungsbedeutung des Wortes!). Dieser Schluffsandstein führt ein ankeritisches Bindemittel, das stellenweise rostige Färbung zeigt und hier die Wickelschichtung besonders deutlich werden läßt.

Abschnitt C ist auf der Platte nur mit seiner ersten Borde vertreten. Sie ist auffällig genug dadurch, daß das laminierte Glied ganz unverhältnismäßig mächtig ist. Bei schräger Beleuchtung sind einige hundert Laminen erkennbar, geordnet jeweils zu Gruppen von etwa einem Dutzend Laminae. Im tieferen Teil ist dieser Bereich durch eine Kolonie des Ichnofossils Phycosiphon gestört (Pfeiffer 1968 a, S. 675), das solche feinstschluffigen Bereiche im Kulm bevorzugt besiedelt hat.

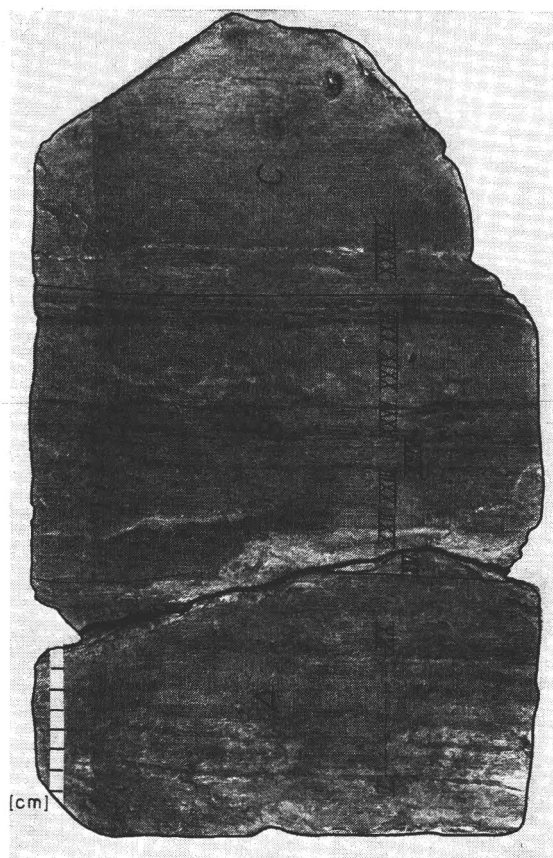


Abb. 19
Dachschiefer von Röttersdorf. Fein-
aufbau der Rhythmen siehe Tab. 6

Tabelle 6. Bordengruppen in Röttersdorfer Dachschiefer (Abb. 19)

	Bouma-Rhythmen	Scheinbar	Real [mm]
A	I-XX	110	15
B	XXI-XXXIII	135	20
C	XXXIV	180	25

In diesem Dachschiefer sind partienweise die Borden nur noch um 2 mm mächtig, und nur der spitze Winkel zwischen Schichtung und Schieferung macht diese Feinheiten sichtbar. Auch die Kaulsdorfer und teilweise die Hasenthaler Schichten sind in der Fazies dunkler Bordenschiefer um Lehesten ähnlich entwickelt. Es dürfte sich um distale Abschlämmungen in der zentralen Beckenrinne handeln, und die Borden entsprechen hier dem „shaly“ und „pelagic“ Flysch nach Duff u. a. (1967). Zahlreiche Bohrkerne (Pfeiffer 1956), die aus diesen Schichten gewonnen wurden, gleichen dem Modell Duffs vollkommen.

Einschätzen kann man, daß bei Lehesten und Röttersdorf die Bordenserie über 100 000 Bouma-Sequenzen umfaßt.

In den Ziegenrucker Schichten hingegen beträgt der Anteil an „Schiefer“ nur noch rund ein Zehntel, die Borden sind, wie vorn gesagt, derber. Hier sind nicht mehr als 40 Borden in den reineren Schieferpaketen anzusetzen. Das ergäbe für die Ziegenrucker Schichten rund 12 000 Bouma-Sequenzen.

Für die Teuschnitzer Schichten, in denen die strenge Rhythmik schwimmt, kann noch nichts in die Rechnung eingebracht werden, doch spielen tonreichere Abschnitte nur noch eine untergeordnete, nach Samtleben u. a. (1967) sogar eine verschwindende Rolle.

Somit ergeben sich für den Richtschnitt von Kaulsdorf rund 72 000 Kleinrhythmen, wie gesagt, ein unterster Wert. Zu berücksichtigen sind ferner innere Diskordanzen im Kulm, die vom Handstück bis zu dem unter Pkt. 1.4. erörterten Gestein von Landsendorf reichen. Eine Rechnung von 100 000 bis 200 000 Sequenzen dürfte den wahren Verhältnissen am nächsten kommen.

3.3.2. Korrelation zum Dinantian und zur physikalischen Zeit

Die Korrelation des thüringischen Kulms zum Standard des belgischen Dinantians (Paproth u. a. 1983) ist in den Hauptzügen gesichert. Für Einzelheiten sei auf Weyer (1984) verwiesen. Die im deutschsprachigen Schrifttum bislang bevorzugte Datierung nach Goniatiten ist demgegenüber nur für das früheste und terminale Dinant (Balvium und Aprathium) sinnvoll anwendbar.

Von Goniatiten ist in Thüringens Flysch-Fazies ohnehin nur ein von Volk (1966) beschriebenes *Nomismoceras* bedingt verwendbar, hingegen mit anderen Fossilgruppen bessere Parallelen zum Dinantian herzustellen. Nach den vor allem durch Weyer gewonnenen Daten ist klar erkennbar, daß der Prä-Flysch innerhalb desselben den längsten Zeitraum überhaupt einnimmt (Tab. 2).

Besonders die exakte Datierung des bei Schleiz linsenförmig unmittelbar über dem Rußschiefer vorkommenden Kohlenkalkes zeigt, daß der Flysch erst mitten im Visean einsetzt. Dabei bleibt unerheblich, ob der Kohlenkalk, wie meinerseits vertreten (Pfeiffer 1968 b), die Schwellenfazies gegenüber dem beckeninternen Hauptdachschiefer darstellt oder aber der Kohlenkalk in seiner Schwellenlage lokal noch in die Flysch-Etappe hineinragt. Hier konnte er jedoch nur einen Teil der Hasenthaler Schichten vertreten, denn das Wurstkonglomerat als Basis der Kaulsdorfer Schichten ist gerade bei Schleiz an den wichtigsten Aufschlüssen einwandfrei im Hangenden des Kohlenkalkes anzutreffen (Exkursionsführer Burgk 1965).

Wichtig ist die Datierung der oolithischen Kalkgrauwacken (Weyer 1984, S. 27) in den Grenzbereich Livian/Warnantian. Wie hier dargelegt, sind bis zu diesem Punkt, der Grenze der Flysch-Etappe I/II (Tab. 1), bereits mehr als 3/4 der Bouma-Sequenzen deponiert worden, denen doch in Übereinstimmung mit Korn ein reales Taktmaß zugrunde zu legen ist. Daß hier erst die mächtigen geschlossenen Grauwacken einsetzen, ist kein Widerspruch, vergleicht man die mittels Goniatiten datierten Kulmgrauwacken des Rhenoherynikums.

Zusammenfassend fällt die Flysch-Etappe des thüringischen Dinants zeitlich im wesentlichen in das Livian, ein kleiner Teil ragt noch in das Warnantian hinauf. Das bedeutet nach der deutschen Goniatiten-Chronologie, daß es zweifelhaft ist, ob überhaupt noch die Zone $cu\ III\ \alpha$ erreicht wird. Ohnehin scheidet $cu\ III\ \beta$ im Hinblick auf die Frühmolasse von Delitzsch (Abb. 1), die Kahlert (1975) diskutierte, aus regional-geologischen Gründen aus.

Was bedeutet das in physikalischer Zeit? Nach Odin (Wiedergabe bei Bankwitz 1983) soll das Dinant etwa 40 Millionen Jahre, das Oberdevon hingegen nur 15 Millionen Jahre umfaßt haben. Ziemlich sicher dürfte diese Relation zugunsten des Oberdevons zu korrigieren sein, besonders wenn man die vorzüglich durchforschte Evolution der Ammonoiten berücksichtigt. Daß Tournaisian und Visean ungleich lange Zeiträume bedeuten, haben Paproth u. a. (1983) bereits in ihrer Generaltabelle zum Ausdruck gebracht. Demnach hätte das Livian nur knapp 5 Millionen Jahre umfaßt. Für den Flysch Thüringens erscheint mir ein realer Zeitraum von 4 bis 5 Millionen Jahre

diskutabel. Damit erfolgt unerwartet eine Annäherung an die Vorstellungen von Hermann Korn.

Setzt man die 100 000 bis 200 000 Bouma-Sequenzen damit in Relation, ergibt sich, daß eine Borde in die Jahrhundert-Größenordnung fällt. Dabei ist eindeutig der größte Teil der Zeit in den dünnen Pelitbändern im Top der Sequenzen enthalten. Eliminiert man die turbiditischen Glieder, ergäbe sich ein Kulm von Hundertmetermächtigkeit, somit von ganz ähnlichen Dimensionen wie Silur und Devon der gleichen Region.

Immer noch offen bleibt die Frage übergeordneter Rhythmen und ihre Beziehungen zu kosmischen Größen, wie Korn postulierte. Hier bleibt noch Arbeit zu tun, nicht zuletzt unter Anwendung moderner mathematischer Hilfsmittel.

Dank zu sagen ist der Direktion und vielen Werkträgern des VEB Vereinigte Thüringer Schiefergruben, Unterloquitz, für die über mehrere Jahre gewährte ideelle und materielle Unterstützung.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Der thüringische Kulm (Dinant) zeigt lückenlose, progressive Geosynklinal-Entwicklung von Post-Herzyn über Prä-Flysch (Schwarzschiefer) zum grobklastischen Flysch, der 3 Glieder aufweist. Flysch I ist durch Vormacht der „Bordenschiefer“ gekennzeichnet, typische Bouma-Sequenzen turbiditischer Entstehung. Sandsteine und spärlicher Konglomerate sind eingeschaltet. Flysch II mit Dominanz dickbankiger Grauwacken ist Abbild der Akzeleration der Orogenese, erkennbar werden beckeninterne Schwellen. Flysch III fällt durch sein weit aushaltendes Basalkonglomerat auf, das bekannte Teuschnitzer Konglomerat. Es wurde nunmehr auch bei Ziegenrück nachgewiesen. In Verbindung damit stehen olisthostromartige Bildungen, und die in Flysch I und II herrschende strenge Rhythmik wird undeutlich. Erste molassoide Züge treten auf.

Trotz über 3000 m Gesamtmächtigkeit verkörpert der Flysch nur einen kurzen Zeitraum innerhalb des Visé. Die immer noch aktuelle Rechnung von Hermann Korn über Zahl der Kleinrhythmen und die Bildungsdauer einer „Borde“ wird erneut diskutiert und diese in die Größenordnung des Jahrhunderts gewiesen.

S c h r i f t t u m

- Bankwitz, P.: Eine 1982 veröffentl. Zeitskala für das Phanerozoikum (Odin). Mitt. Ges. Geol. Wiss. DDR, Berlin 10 (1983) 1, 63–64.
- Bouma, A. H.: Sedimentology of some flysch deposits. Amsterdam: Elsevier 1962.
- Bouma, A. H.: Turbidites. Amsterdam: Elsevier 1964.
- Bubnoff, S. v.: Rhythmen, Zyklen und Zeitrechnung in der Geologie. Geol. Rundsch. Stuttgart 35 (1947) 1, 6–22.
- Chrobok, S. M.: Rhythmen, Probleme und Grundlagen ihrer Typisierung. Geol., Berlin 19 (1970) 1, 137–156.
- Duff, P., u. a.: Cyclic sedimentation. Amsterdam: Elsevier 1967.
- Exkursionsführer Burgk: Siehe unter Gräbe, Schlegel, Steinbach, Wucher, 1965.
- Gräbe, R.: Ausbildung und Gliederung des Unterkarbons (Dinant) im SE-Teil der Ziegenrücker Mulde: Exkurs-Führer Arbeitstagung in Burgk. Dt. Ges. Geol. Wiss., Berlin (1965) 9–11.
- Gräbe, R.: Ausbildung und Lithostratigraphie des im Kulmfazies entwickelten Dinants im SE-Teil der Ziegenrücker Mulde. Jb. Geol., Berlin 4 (1972) 29–79.
- Gräbe, R., und H. Blumenstengel: Dinant. Geologie von Thüringen. Gotha: Haack 1974, 256–289.
- Gräbe, R., und K. Wucher: Schüttungs- und Strömungsrichtungen im Kulm des SE-Teil der Ziegenrücker Mulde. Geol., Berlin 16 (1967) 9, 991–1006.
- Kahlert, E.: Die Unterkarbon-Flora von Delitzsch. Z. Geol. Wiss. Berlin 3 (1975) 7, 907–925.

- Katzung, G.: Zyklicität und Rhythmizität sedimentärer Abfolgen-Flysch und Molassen des inneren Variszikums. Ber. dt. Ges. Geol. Wiss., Berlin A 16 (1971) 3–5, 165–295.
- Korn, H.: Schichtung und absolute Zeit. Geol. Rundsch., Stuttgart 26 (1935) 1, 137–139.
- Korn, H.: Schichtung und absolute Zeit, Bewegungen, Schichtenaufbau und Sedimentationsgeschwindigkeiten in einer varistischen Mulde. Neues Jb. Mineralogie, Stuttgart, Beilage-Bd. 74 A (1938) 50–186.
- Kurze, M.: Erscheinungsformen und Probleme olisthostromatischer Sedimentation im Saxothuringikum und angrenzenden Bereichen. Z. geol. Wiss., Berlin 11 (1983) 1, 5–15.
- Lange, P., und R. Schubert: Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen der tektonischen Deformation an Tonschiefern der Ziegenrück-Teuschnitzer Kulmulde. Wiss. Z. E.M.A.-Univ. Greifswald, Math.-Nat. Reihe 28 (1979) 1, 96–85.
- Liebe, K. Th.: Übersicht über den Schichtenaufbau Ostthüringens. Abhandl. zur Geol. Spezialkarte von Preußen, Berlin 5 (1884) 4.
- Liebe, K. Th., und E. Zimmermann: Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte 1 : 25 000, Lieferung 40 Blätter Saalfeld, Probstzella, Ziegenrück, Preuß. Geol. Landesanstalt, Berlin (1888).
- Paech, H. J.: Zur Sedimentologie der Grauwacken-Pelit-Wechselagerung der Flechtinger Scholle. Z. geol. Wiss., Berlin 1 (1973 a) 7, 805–813.
- Paech, H. J.: Zur Grenze zwischen Flysch und Molasse im variszischen Orogen Mitteleuropas. Veröff. Zentralinst. Physik d. Erde (Potsdam) 14 (1973 b) 353–372.
- Paproth, E., u. a.: Bio- and lithostratigraphic subdivisions of the Dinantian in Belgium, a review. Annal. Soc. Géol. Belgique Liege 106 (1983) 185–239.
- Pfeiffer, H.: Der Bohlen bei Saalfeld, Thür. Geol., Berlin Beiheft 11 (1954).
- Pfeiffer, H.: Die Tektonik des Dachschiefers im ostthüringischen Schiefergebirge. Geol., Berlin 4 (1955) 6, 615–640.
- Pfeiffer, H.: Ergebnisse von Kernbohrungen im Dachschiefergebiet von Lehesten. Z. Angew. Geol., Berlin 2 (1956) 4, 149–153.
- Pfeiffer, H.: Beiträge zur Tektonik der Frankenwälder Querzone zwischen Saalfeld und Lehesten. Geol., Berlin 11 (1962) 4, 416–427.
- Pfeiffer, H.: Der Magdeburg-Flechtinger Kulm und seine stratigraphische und regionale Stellung. Geol., Berlin 16 (1967) 7, 781–790.
- Pfeiffer, H.: Die Spurenfossilien des Kulms (Dinants) und Devons der Frankenwälder Querzone. Jb. f. Geol., Berlin 2 (1968 a) 651–717.
- Pfeiffer, H.: Vorschlag zur Neugliederung des Thüringer Kulms auf der Grundlage von Großrhythmen. Jb. Geol., Berlin 2 (1968 b) 717–754.
- Pfeiffer, H.: Die variszische Hauptbewegung (sog. sudetische Phase) im Umkreis der äußeren Kristallinzone des variszischen Bogens. Geol., Berlin 20 (1971) 9, 945–958.
- Pfeiffer, H.: Zum inneren Bau des ostthüringischen Kulm-Synklinoriums. Jb. Geol., Berlin 5, 6 (1976) 165–173.
- Pfeiffer, H.: Sedimentationsrhythmik, Biochronologie und absolute Zeit im Famenne des Bohlenprofils. Vortrag Tagung Geol. Ges. DDR 28. 9. 1977 in Greifswald (Kurzfassung im Tagungsheft S. 33).
- Pfeiffer, H.: Dictyodora, ein Fossilfund aus dem Kulm Thüringens und seine Aussage zur inneren Gesteinsdeformation. Fundgrube, Berlin 17 (1981) 2, 52–55.
- Pfeiffer, H.: Erforschungsgeschichte der Devon/Karbon-Grenzschichten im Saalfelder Bohlenprofil. Fundgrube, Berlin 19 (1983 a) 1–3, 22–47, 74–79, 114–120.
- Pfeiffer, H.: Der Bau des Kulmgebietes zwischen Kaulsdorf und Hohenwarte. Zum 100jähr. Jubiläum der geol. Spezialkartierung um die Hohenwarte-Sperre durch Ernst Zimmermann. Mskr., 20 Bl. 1993 (1983 b).
- Pfeiffer, H.: Thüringer Granitlinie (Frankenwald-Querzone) und Orlasenke in ihren Wechselbeziehungen vom Spätvariszikum bis zur saxonischen Tektogenese. Hall. Jb. Geowiss., Leipzig/Gotha 9 (1984) 53–71.
- Ruchholz, K.: Zur Lithologie und Faziesentwicklung der Herzynkalke. Wiss. Z. E.M.A.-Univ. Greifswald, Math.-Nat. Reihe 21 (1972) 197–204.

- Samtleben, C., u. a.: Petrostratigraphie, Fazies und Sedimentationsverhältnisse des Kulms der SO-Flanke der Teuchnitzer Mulde (Frankenwald). Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg 36 (1967) 131–168.
- Schlegel, G.: Ausbildung und Gliederung des Unterkarbons (Dinant) im NE-Teil der Ziegenrucker Mulde. Exkurs.-Führer Arbeitstagung in Burgk. Dt. Ges. Geol. Wiss., Berlin (1965) 13–17.
- Schubert, R.: Der Einfluß der Tektonik auf den Abbau und die Aufbereitung des thüringer Dachschiefers. Z. Ang. Geol., Berlin 14 (1968) 5, 520–525.
- Schubert, R.: Zur geometrischen Analyse von Faltenstrukturen im Bereich des unteren Kulms der nordwestlichen Frankenwälder Querzone. Freiburger Forsch.-H., Leipzig C 390 (1985) 86–99.
- Schubert, R., und W. Steiner: Der Thüringer Dachschiefer als Werk- und Dekorationsstein. Wiss. Z. Hochschule Architekt. und Bauwesen, Weimar 17 (1970) 351–550.
- Sieburg, R.: Über transversale Schieferung im thüringer Schiefergebirge. Z. Praktische Geol., Halle 1909 (1909) 1, 7–38.
- Steinbach, W.: Beschreibung der Aufschlüsse. Exkurs.-Führer Arbeitstagung in Burgk. Dt. Ges. Geol. Wiss., Berlin (1965) 18–24.
- Steiner, E.: Zyklen und Rhythmen in der Sedimentation, eine terminologische Betrachtung. Geol., Berlin 15 (1966) 4/5, 496–502.
- Timmermann, A.: Petrographische Untersuchungen an Grauwacken der Ziegenrucker Mulde. Jb. f. Geol., Berlin 9 10 (1978) 141–174.
- Volk, M.: Ein Goniolit im Oberen Kulm bei Föritz, Kr. Sonneberg. Hall. Jb. Mitteldt. Erdgeschichte, Leipzig 7 (1966) 95–96.
- Wagenbreth, O.: Olisthostrome, Oszillationstheorie, Tektonik und Wissenschaftssystematik. Z. geol. Wiss., Berlin 8 (1980) 6, 741–746.
- Wald, S., u. a.: Ausbildung und Genese oberdevonischer Kalkknollengesteine im Süden der DDR. Z. geol. Wiss., Berlin 11 (1983) 27–39.
- Weyer, D.: Ein neues Ammonoidea-Genus aus dem Untertournai des Thüringer Schiefergebirges. Z. geol. Wiss., Berlin 4 (1976) 6, 837–857.
- Weyer, D.: Ammonoideen aus dem Untertournai von Schleiz. Z. geol. Wiss., Berlin 5 (1977) 1, 167–185.
- Weyer, D.: Korallen im Paläozoikum von Thüringen. Hall. Jb. Geowiss., Leipzig/Gotha 9 (1984) 5–33.
- Wucher, K.: Beschreibung der Aufschlüsse. Exkurs.-Führer Arbeitstagung in Burgk. Dt. Ges. Geol. Wiss., Berlin, 1965, 24–30.
- Wucher, K., und H. Blumenstengel: Nachweis einer Schichtlücke zwischen Oberdevon und Unterkarbon im Rodachtal (Bl. Lobenstein), Geol., Berlin 12 (1963) 4, 439–448.
- Zimmermann, E.: Mitteilungen über Aufnahmen auf den Sectionen Saalfeld und Ziegenrück. Jb. Preuß. Geol. Landesanstalt, Berlin 6 (1885) LXVII–LXXIII.
- Zimmermann, E.: Erläuterungen zur geologischen Specialkarte 1 : 25 000, Blatt Liebenbrunn (Lieferung 40), Berlin 1888.
- Zimmermann, E.: Schichtenfolge und Gebirgsbau auf Blatt Lehesten. Jb. Preuß. Geol. Landesanstalt, Berlin 19 (1899) LX–LXXXVIII.
- Zimmermann, E.: Geologie von Sachsen-Meiningen. Schriften d. Vereins f. Meiningsche Geschichte u. Landeskde. Hildburghausen 4 (1903).
- Zimmermann, E.: Erläuterungen zur geologischen Specialkarte 1 : 25 000, Blatt Lehesten (Lieferung 114), Berlin 1910.
- Zimmermann, E.: Erläuterungen zur geologischen Specialkarte 1 : 25 000, Blatt Saalfeld. 2. Aufl. Berlin 1914.

Dr. Heinz Pfeiffer
Heiligenberger Straße 5
Berlin-Karlshorst
DDR - 1157