

Zusammenfassung

Die oberdevonisch-unterkarbonischen Kalk-Pelit-Gesteine im Wildenfelser Zwischengebirge wurden vorwiegend am Rand einer nördlichen bzw. nordwestlich gelegenen Schwelle abgelagert. In dieser Richtung nehmen oxydierende Verhältnisse, klastische Einlagerungen, unruhiger Sedimentcharakter sowie Schichtlücken zu. Der ursprüngliche Wechsel des Karbonatgesteins (lagig, flaserig, linsig, knollig) wurde — hauptsächlich durch Bodenunruhe — z. T. brekziös umgestaltet. Untergeordnet treten Rutschungsgefüge auf. Durch die Orogenese wurden diese Gefüge mehr oder weniger stark überprägt. Für die einzelnen stratigraphischen Einheiten ist meist ein bestimmter Wechsel der Kalk- und Pelitkomponente charakteristisch. Aus den verschiedenen Ablagerungsverhältnissen ergeben sich Beziehungen zu der Stellung des Wildenfelser Zwischengebirges.

Summary

Formation and origin of carbonate-pelite rocks of the Upper Devonian and Lower Carboniferous in the Wildenfelser Zwischengebirge

The Upper Devonian-Lower Carboniferous limestone-pelite rocks in the Wildenfelser Zwischengebirge were deposited mainly at the margin of a ridge situated in the north and north-west. Oxidizing conditions, clastic intercalations, unsettled sediment character and stratigraphic gaps increase in that direction. The original form of the carbonate rock (layered, phacoidal, lenticular, nodular) was partly brecciated mainly by ground unrest. Slide structures are of secondary importance. These structures were more or less markedly superimposed by orogenesis. A certain change of the limestone component and the pelite one is usually characteristic of the individual stratigraphic units. Relations to the position of the Wildenfelser Zwischengebirge are apparent from the different depositional conditions.

Ausbildung und Entstehung von Karbonat-Pelit-Gesteinen des Oberdevons und Unterkarbons im Wildenfelser Zwischengebirge

Mit 1 Abbildung, 5 Photos und 2 Tabellen im Text

Autor:

Dr. ALOIS SCHREIBER
VEB Geologische
Forschung und
Erkundung Freiberg
9200 Freiberg
Halsbrücker Straße 31a

Hall. Jb. f. Geowiss. B. 10
Seite 35...53
VEB H. Haack Gotha 1985

Резюме

Общий характер и образование карбонатно-пелитовых пород верхнего девона и нижнего карбона в Вильденфельском междугорье

Верхнедевонско-нижнекаменноугольные известково-пелитовые породы отложились прежде всего на краю северного и северо-западного порога Вильденфельского междугорья. В этом направлении увеличиваются окислительная способность, обломочные включения, беспокойный характер отложений и перерывы. Первоначальное чередование карбонатной породы (слоисто, флазерно, линзовидно, узловато) преобразовалось — главным образом вследствие колебаний дна — частично брекчиево. Второстепенное значение имеют оползневые сложения. Они более или менее сильно преобразовались орогенезом. Характерным для отдельных стратиграфических единиц чаще всего является определённое чередование известкового и пелитового компонентов. Из различных условий осадконакопления вытекают отношения к положению Вильденфельского междугорья.

1. Vorbemerkung

Seit 1960 wurden vom Verfasser umfangreiche Untersuchungen in dem im Kreis Zwickau gelegenen Wildenfelser Zwischengebirge durchgeführt (SCHREIBER 1965, 1967, 1973). Die Karbonat-Pelit-Gesteine des höheren Oberdevons und Unterkarbons bildeten dabei einen Schwerpunkt. Dadurch sind die Gesteine aus diesem Zeitraum dort besser bekannt als in anderen Bereichen im Südostteil der DDR. Die vorliegende Arbeit gibt einen Überblick über die Ausbildung und die Ablagerungsverhältnisse der Karbonat-Pelit-Gesteine. Die Mannigfaltigkeit der Karbonatgesteine und die Vielfalt der faziellen Verhältnisse bieten günstige Voraussetzungen zur Beurteilung allgemeiner genetischer Fragen. Die Entstehung der Gefüge der Kalkknollengesteine ist in jüngster Zeit viel diskutiert worden. Der Verfasser hält es deshalb für angebracht, neben einem zum Verständnis erforderlichen lithologischen Überblick eigene Ergebnisse dazu aus dem bisher in der Literatur wenig berücksichtigten Wildenfelser Zwischengebirge in Westsachsen wiederzugeben. Sie sind eine Ergänzung zu den Arbeiten in Thüringen (GRÄBE 1956, 1962, 1964; GRÜNDEL und RÖSLER 1963; STEINBACH 1974; WALD, KURZE und WIENHOLZ 1983), im Vogtland (FREYER 1957) und in NE-Bayern (GREILING 1966, 1967a,b). Erste Untersuchungen aus dem Wildenfelser Raum zu den Gefügen und zur Genese der Karbonatgesteine liegen durch SCHREIBER (1967, 1973) vor.

Die Ausführungen betreffen fast ausschließlich das etwa 1 km südlich der Stadt Wildenfels befindliche Kalksteingebiet und, soweit nicht besonders erwähnt, die typische Ausbildung. Diese ist entsprechend der Lage im südlichen Bereich des dortigen Zwischengebirges vorwiegend durch Schwellensedimente mit z. T. unruhigen Ablagerungsverhältnissen, untergeordnet aber auch durch Stillwasserablagerungen, gekennzeichnet.

Einen Überblick über die geologischen Verhältnisse des Wildenfelser Raumes gab SCHREIBER (1965). Aus dieser Veröffentlichung ist auch die Lage der erwähnten Aufschlüsse zu ersehen. Eine Übersicht über die in der vor-

Abteilung	Stufen	Conodontenzonen	Symbol	Stratigraphische Einheit	Mächtigkeit (m)		
Unterkarbon	II		Unterkarbon GT	Schluffschiefer und Gerölltonschiefer		8	
			UK 4	Unterer Kohlenkalk	rein	20	
			UK 3	Unterer Kohlenkalk	Kristalltuff	1	
			UK 2	Unterer Kohlenkalk	sandig	8	
			UK 1	Unterer Kohlenkalk	Basis	2	
			SK	Schluffschiefer mit Kalkstein		12	
größere Schichtlücke							
Oberdevon	VI		Oberdevon TK	Tonschiefer und Kalksteinlinsen		15	
	V/VI?	costatus	KK o	Knotenkalk	oberster Teil	7	
	V	styriacus	KK s	Knotenkalk	schieferarm	12	
	IV	velifera	KK g	Knotenkalk	grau	12	
	III	marginifera	KK r	Knotenkalk	rot	15	
			KK i	Knotenkalk	rot (lokale graue Ausbildung an der Basis)		
	β	rhomboidea	KK b	Knotenkalk	braun	8	
	II	α	Pal. crepida	KK u	Knotenkalk	Grenzbereich dunkel...braun	1
				KK d	Knotenkalk	dunkel	4
	I/II	Pal. triangularis	KW 2	Kellwasserkalk	oberer Teil	} miteinander wechselnd	15
			KW 1	Kellwasserkalk	unterer Teil		
	KWT	Kellwasserkalk	Bändertuffit				
	I ₆		Pal. gigas	BK 5	Brachiopodenkalk	oberster Teil	6
				BK 4	Brachiopodenkalk	oberer Teil	7
BK 3				Brachiopodenkalk	mittlerer Teil	4	
BK 2				Brachiopodenkalk	unterer Teil	13	
BKB				Brachiopodenkalk	Brockentuffit	2	
I _y	?	Ancy. triangularis	BK 1	Brachiopodenkalk	unterster Teil	7	
			VS	Vulkanitserie	oberster Teil		

Tabelle 1

Übersicht der stratigraphischen Einheiten des Wildenfeser Kalksteingebietes

Die Angaben über die ursprüngliche Mächtigkeit sind infolge Faltung und Verschuppung unsicher. Durch Störungen und vielfach auch faziell bedingt, ist die Mächtigkeit oft vermindert, z. T. auch erhöht.

Stratigraphisches*) Symbol	Vulkanismus	brekziöse Gefüge	Rutschungsgefüge	Rhythmus
Unterkarbon GT	x		vor allem im NW	5
UK 4 UK 3 UK 2 UK 1 SK	(x) x (x) x x		zuoberst z. T.	4
Oberdevon TK KK o KK s KK g KK r KK i KK b KK u KK d	(x)	z. T. häufig häufig häufig häufig selten selten selten häufig	z. T. z. T. vor allem zuoberst selten	3
KW 2 KW 1 KWT	x	z. T.	untergeordnet vor allem im NW	2
BK 5 BK 4 BK 3 BK 2 BKB BK 1 VS	 x x	 häufig untergeordnet untergeordnet stellenweise	vor allem im NW im NW, sonst selten stellenweise	1

x nachgewiesen

(x) desgl., unbedeutend

*) nähere Angaben s. Tabelle 1

Tabelle 2

Übersicht über Vulkanismus, besondere Gefügemerkmale und rhythmischen Sedimentationsablauf der Wildenfelser Kalksteine

liegenden Arbeit behandelten Schichten enthalten die Tabellen 1 und 2.

Ergänzend zu ihren eigenen Untersuchungen behandelten GRÜNDEL und RÖSLER (1963) sowie WALD, KURZE und WIENHOLZ (1983) die verschiedenen Deutungsversuche der Entstehung von Kalkknollengesteinen.

Zahlreiche Anregungen und viele Hinweise verdanke ich den Herren Dr. M. KURZE,

Dipl.-Geol. M. KUPETZ und Dr. ST. WALD, Freiberg, Prof. Dr. M. SCHWAB, Halle, und Dr. D. WEYER, Magdeburg.

2.

Allgemeine Ablagerungsverhältnisse

Nach SCHREIBER (1967) bildeten sich die variszisch gefalteten und verschuppten paläozoischen Gesteine des Wildenfelser Zwischengebirges am Südrand einer nördlich bzw. nordwestlich gelegenen Schwelle. Die Sedimentationsverhältnisse der oberdevonischen und unterkarbonischen Kalksteine liefern dafür Anhaltspunkte. Wegen der Abtragung der Sedimente gibt es über die Veränderung der paläogeographischen Verhältnisse südlich des Wildenfelser Kalksteingebietes keine Hinweise.

Im Brachiopodenkalk nahmen unruhige Ablagerungsbedingungen, der Anteil an klastischem Material sowie selbständige klastische Einschaltungen nach N und NW zu. Außerdem wurden Übergänge in vulkanisch-klastische Gesteine nachgewiesen. Der Karbonatgehalt des Knotenkalkes steigt nach NW an. Dort haben diese Pelite stellenweise auch rote Farbe, die sonst fehlt. Die höheren Teile dieser Serie und die darüber folgende Wechsellagerung von roten und grünen Peliten mit Kalksteinen fehlen bei den am weitesten im N abgelagerten Gesteinen des Wildenfelser Kalksteingebietes. In den Gesteinen der jüngsten oberdevonischen Conodonten-Zonen (belegt bis mittlere costatus-Zone) erscheinen bereits ältere Conodonten als Geisterfaunen. Im unteren Unterkarbon treten Brocken und Gerölle oberdevonischer Kalksteine auf. Demnach wurden im höheren Oberdevon und tieferen Unterkarbon bereits ältere Gesteine abgetragen, die vermutlich auch weiter nördlich anstanden.

Kennzeichnend ist für den Brachiopodenkalk, den Knotenkalk und den Unteren Kohlenkalk (im großen gesehen) eine Zunahme des Kalkgehaltes, der dann zuoberst rasch absinkt. Es liegt eine rhythmische Gliederung der Ablagerungen vor (Tabelle 2). Der abnehmende Pe-

litanteil entspricht einer Hebung des Sedimentationsraumes. Durch weitere Hebung gelangten bereits Teile des Meeresbeckens in den Abtragungsbereich. Dadurch erklären sich die Umlagerungen (Rutschungsgefüge) im oberen Bereich des Knotenkalkes und im obersten Teil des reinen Unteren Kohlenkalkes sowie im obersten Brachiopodenkalk (Tabelle 2). Ursache dafür war auch eine erhöhte Bodenunruhe. Nach den genannten Kalksteinserien bzw. bereits im obersten Brachiopodenkalk und im oberen Knotenkalk führte die Absenkung des Sedimentationsraumes wieder zu einem hohen Pelitanteil. Dagegen ist beim Kellwasserkalk lediglich eine Zunahme an organischem Kohlenstoff und Pyrit festzustellen, die ebenfalls einer Verminderung der Pelitzufuhr entspricht.

Tuffeinschaltungen verursachen wiederholt ein schlagartiges Ansteigen des Nichtkarbonatanteils, der danach allmählich wieder absinkt. Dadurch ergeben sich u. a. Unterbrechungen in der allgemeinen Abnahme des Pelitanteils der einzelnen Kalksteinserien zum Hangenden. Pyroklastit-Einlagerungen dienen als Leithorizonte zur Abgrenzung stratigraphischer Einheiten.

Von stark reduzierenden (schwarze Farben, viel Pyrit und organischer Kohlenstoff, hohe Spurenelementgehalte an Schwermetallen) bis zu ausgeprägt oxydierenden Verhältnissen (rote bis violette Farben durch Hämatit) sind alle Übergänge vorhanden. Allgemein sind bei Wechsellagerungen die reduzierenden Verhältnisse in den Peliten ausgeprägter als bei den Kalksteinen; sie sind an Peliten am höheren Gehalt an organischem Kohlenstoff und Pyrit sowie an der dunkleren Farbe erkennbar. Der Wechsel von Kalkstein und Pelit ist außerordentlich unterschiedlich, aber für die einzelnen stratigraphischen Einheiten meist charakteristischer als die Farbe.

3.

Die Gefügetypen und ihre Entstehung

Die Gefüge sind durch die faziellen Verhältnisse, die Intensität der Bodenunruhe und die

tektonische Beanspruchung bedingt. Die Unterschiede im Gefüge bestehen hinsichtlich der Ausbildung, ihrer Bildungszeit und der Ursachen ihrer Entstehung. Übergänge sind häufig, ebenso Kombinationen verschiedener Gefügetypen und Überprägungen. Es ist daher teilweise schwierig, die einzelnen Gefügetypen voneinander zu trennen und zu erklären.

3.1.

In situ gebildete Gefüge

Unter relativ ruhigen Sedimentationsverhältnissen entstand der ebenschichtige Wechsel von Kalkstein und Pelit, z. B. im mittleren Brachiopodenkalk und im oberen Kellwasserkalk sowie bei der Hauptmasse des Knotenkalkes

Photo 1

Roter Knotenkalk (KKr) in grauer Ausbildung; Steinbruch an der Ostseite der Straße Schönau-Grünau, N-Wand, E-Teil; Lagen und Bänder von Kalkstein im Wechsel mit Häuten (z. T. Streifen) von Tonschiefer. Im überprägten brekziösen Kalkstein durchzieht der Pelit außerdem stumpfwinklig bis nahezu senkrecht das Karbonatgestein.



(ursprüngliches Gefüge). Dabei war der Anteil der Kalkkomponente meist vorherrschend. Zu diesen an Ort und Stelle gebildeten Gefügen gehört auch der flaserige Wechsel der beiden Gesteinskomponenten. Flaserige Ausbildung tritt vor allem bei schieferarmen bis sehr schieferarmen Kalksteinen mit CaO-Gehalten über 50% auf. Die Pelite bilden feine Häute und Streifen bis zu mehreren Millimetern Stärke. In Thüringen werden die Gesteine als „Flaserkalke“ bezeichnet.

Primärer bis frühdiagenetischer Entstehung sind die verbreiteten knollig-linsigen Gefüge. Sie sind vor allem bei relativ hohem Anteil an Nichtkarbonat verbreitet, so in der Vulkanit-Serie bis einschließlich unterer Brachiopodenkalk und im sandigen Unteren Kohlenkalk. Meist ist der Pelit kalkfrei, in manchen stratigraphischen Einheiten aber auch kalkhaltig (siehe unten). Nach GRÜNDEL und RÖSLER (1963) sind die Kalkknollen durch konkretionäre Vorgänge entstanden.

Bei den schieferarmen Gesteinen fehlt, um überhaupt Knollen (oder „Knoten“) bilden zu können, der Pelitanteil. Unklar ist, weshalb bei manchen Karbonat- oder karbonathaltigen Sedimenten weitgehend Knollen und Linsen fehlen oder nur untergeordnete Bedeutung haben (so z. B. beim mittleren Brachiopodenkalk). Vor allem im mittleren, aber auch im obersten Brachiopodenkalk und in Begleitung des Unteren Kohlenkalkes kommen Kalkschiefer vor (ein Gemenge von Pelit und Calcit). Es fand zumindest in diesen Fällen keine (vollständige) Trennung der Schiefer- und Kalkkomponente des Kalk-Pelit-Sediments statt (bei ruhiger und bei unruhiger Ablagerung, siehe 4.)

Die ursprünglichen (primären) Gefüge sind meist überprägt worden. So z. B. bildeten sich nach der Ablagerung die in situ entstandenen brekziösen Gefüge. Im Unterschied zu den tek-

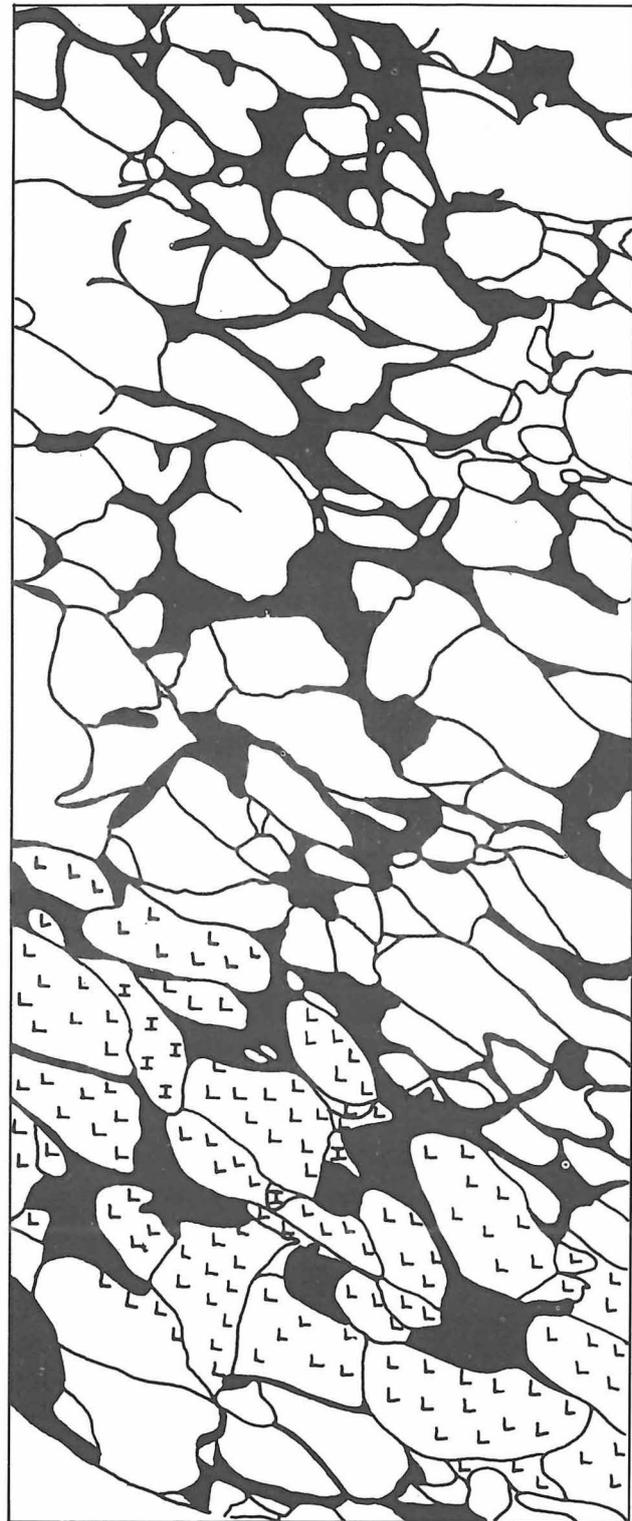


Abbildung 1
Oberster Knotenkalk (KKo) aus grauen und braungrauen Kalksteinen im Wechsel mit graugrünen Tonschiefern; Schichtung am Farbwechsel des Kalksteins erkennbar (mit ca. 30° nach rechts einfallend); Kalkstein durch geringfügiges Zergleiten ± stark in unregelmäßige Fragmente zerlegt; Zwischenräume mit Pelit ausgefüllt, der auch als feine Häute den Kalkstein durchzieht.

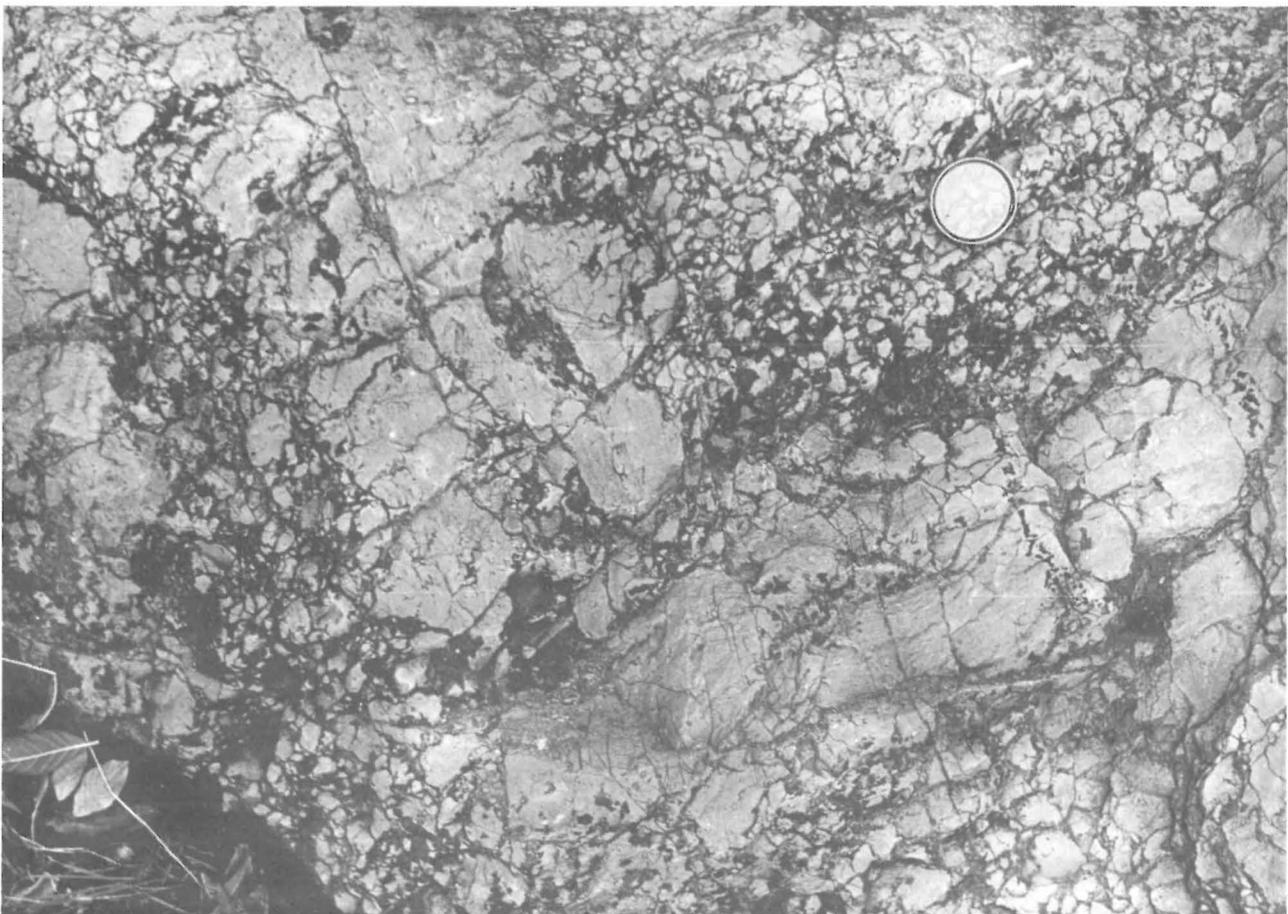
tonischen Brekzien an Störungen ist lediglich die Kalksteinkomponente zerbrochen und der brekziöse Charakter nicht so deutlich. Zur besseren verbalen Unterscheidung wurden bei der Feldaufnahme die nicht an tektonische Bewegungsbahnen gebundenen brekziösen Gefüge als „brockig“ bezeichnet. In die Risse drang der Pelit mehr oder weniger schräg bis senkrecht zur Schichtung (ss) ein (Photo 1), z. T. keilförmig. Bei größerem Pelitgehalt verlaufen die von der Schichtung (ss) abweichenden Schieferpartien zunehmend auch weniger senkrecht zu ss (es bestehen somit Parallelen zur Schieferung). Diese Gefüge sind dann wegen der Ähnlichkeiten mit Linsen immer weniger deutlich als solche erkennbar. Sie verursachen das für große Anteile des Knotenkalkes so charakteristische netzartige und maschenförmige Durchziehen des Pelits durch den Kalkstein.

Bei der Entstehung der in situ gebildeten brekziösen Gefüge war die Kalkkomponente bereits verfestigt, der Schiefer aber noch plastisch. Demnach haben sich diese Gefüge gebildet, bevor eine größere Überlagerung durch jüngere Schichten vorlag. Es sind nur die einzelnen Kalklagen zerbrochen. Mit Pelit gefüllte Spalten durchziehen keine größeren Gesteinsbereiche; stärkere tektonische Bewegungen fehlen. Als Ursache dieser brekziösen Gefüge wird die Bodenunruhe in der Geosynkliale angesehen. In geringem Umfang kommt auch die Auflast der Sedimente in Frage. Die brekziöse Überprägung hat bei ruhigen Sedimentationsverhältnissen (z. B. im oberen Kellwassererkalk) eine geringe Bedeutung.

Bei den oben beschriebenen brekziösen Strukturen liegt ein Zerschneiden, nicht aber Zergleiten vor. Es handelt sich um eine Gefügeüberprägung an Ort und Stelle. Teilweise ist

Photo 2

Schieferarmer Knotenkalk (KKs); Pflanzenbruch, Nordrand, mittlerer Teil; Filterdurchmesser 5 cm; sedimentäre Kalksteinbrekzie aus millimeter- bis dezimetergroßen Kalksteinbrocken wechselnder Raumlage, durch zerriebenen Kalkstein (im Photo dunkel) verkittet.



aber ein unbedeutendes Auseinandergleiten einzelner benachbarter Kalkbrocken zu beobachten, die dann durch Schieferkeile und -fetzen getrennt werden. Somit gibt es Übergänge zu Rutschungsgefügen (Abbildung 1).

3.2.

Rutschungsgefüge

Bei geringfügigem Transport sind die einzelnen Körper meist in ss eingeregelt. Dadurch ist das Abgleiten nicht so deutlich (z. B. kleinere Bereiche im roten Knotenkalk). Eckige Querschnitte und regellose Anordnung treten seltener auf.

Bei stärkerer Umlagerung sind die Rutschungsgefüge leichter zu erkennen, z. B. durch folgende Merkmale:

- wechselnde Raumlage der abgerutschten Körper und regellose Anordnung (Teile des schieferarmen Knotenkalkes – Photo 2);

- stark wechselnde Korngröße, z. T. fehlende Übergänge von den kleinen zu den großen (Teile der Pelite im Liegenden und Hangenden des Unteren Kohlenkalkes sowie in Bereichen des schieferarmen Knotenkalkes);

- Verbiegungen, Rutschfalten, Verwicklungen (Bändertuffit des unteren Kellwasserkalkes);

- schichtungsloses oder schlieriges Bindemittel (oberster Brachiopodenkalk – Photo 3).

Die einzelnen Kalkkörper können eckige, knollen- und spindelförmige Querschnitte aufweisen. Teils schwimmen sie in (meist) kalkfreiem Pelit, teils berühren sie sich mehr oder weniger stark. Vielfach werden sie von Schieferhäuten durchzogen (z. B. im Knotenkalk), oder sie sind frei von Peliten. Durch die überlagernden Sedimente können die abgerutschten Kalkkörper noch in plastischem Zustand verformt worden sein und dann spindelförmige Querschnitte aufweisen.

Gegenüber in situ entstandenen brekziösen Gefügen (siehe 3.1.) sind die durch Rutschung entstandenen unregelmäßiger in der Anordnung und Korngröße. Es fehlt die bei den ersteren meist noch gut erkennbare, in ursprünglicher Lage befindliche Schichtung.



Photo 3
Oberster Brachiopodenkalk (BK5); Wechsellagerung von grauem Kalkstein (lagig-flaserig und knollig-linsig, ± brekziös und zerrissen) mit dunkelgrauem Kalkschiefer (schlierig-flaserig).

3.3.

Gefügeveränderung durch bruchlose tektonische Verformung und die Schieferung

In den Achsenebenen der ss-Falten haben die Kalkkörper oft einen unregelmäßigen Querschnitt (tektonisch brekziös) und eine wechselnde Lage der Längsachse. Diese Bereiche sind im Knotenkalk nur bis zu mehreren Dezimetern mächtig. In der Faltenzone (B1) dieser ss-Falten weisen die Kalkkörper eine Streckung auf. Letztere ist um so ausgeprägter, je intensiver die Pressung war. In den Kalksteinbrüchen des Wildenfelder Zwischengebirges tritt außerdem bevorzugt eine Orientierung der Längsachse von Kalkknoten parallel zur 1. Schieferung (sf1) auf. Die Schieferung ist in den Kalksteinen materialbedingt gering ausgeprägt. Bei Transversalschieferigkeit bildeten sich bei mittlerem bis hohem Tonschieferanteil teilweise knollenförmige Strukturen. Durch Druck- (und Temperatur-)erhöhung wurde dabei der Pelit erneut plastisch und drang parallel zu den Schieferungsflächen in die Kalkkomponente ein.

Die 2. Schieferung (sf2) ist in den gesamten Sedimenten des Oberdevons und Unterkarbons megaskopisch unbedeutend (SCHREIBER 1965). In den oberdevonischen Kalksteinen ist sie z. T. nur an einer feinen Runzelung der Pelite erkennbar.

3.4.

Gefügeveränderungen durch tektonische Bruchdeformation

Im Wildenfelder Zwischengebirge liegt eine intensive Pressung durch die variszische Tektonogenese vor (enge Verschuppung, häufige Störungen und Störungszonen — SCHREIBER 1965). Diese starke tektonische Beanspruchung hat vielfach zu einer Überprägung der vorher gebildeten Gefüge geführt. Kleinere Bewegungsbahnen können engscharig durch das Gestein verlaufen und eine Schieferung vortäuschen, wenn Harnische nicht zu beobachten sind. Die größeren Störungen sind an dem

brekziösen und zerriebenen Gestein leichter zu erkennen. In den schieferarmen und daher spröden Kalksteinen bildeten sich bevorzugt Brekzien, so z. B. im Knotenkalk im E-Teil und an der N-Wand des Steinbruches „Winter“ sowie im Steinbruch südwestlich des Bruches „Roth“. Schieferreiche Kalksteine neigen mehr dazu, zerschert und flach gepreßt zu werden.

Etwa in der Mitte der SW-Wand des Steinbruches „Roth“ sind alle Übergänge — vom kompakten Kalkstein bis zum Mylonit — zu erkennen:

- ungestörter, kompakter Knotenkalk;
- desgl., von kleineren Störungen durchzogen;
- engscharige Störungen, Kalkstein flach gepreßt;
- Knotenkalk schieferartig ausgewalzt, z. T. durch die Bewegungen gefältelt; von weitem wie Schiefer aussehend;
- Kalkstein und Tonschiefer miteinander verknüpft und z. T. zerrieben (Mylonit).

Die Beanspruchung des Kalksteins ist häufig auch an einer Bleichung und hellen Fleckung des Gesteins erkennbar. An organischem Kohlenstoff reiche Gesteine weisen auf Bewegungsflächen vielfach anthrazitartigen Glanz auf.

Die Gefügeüberprägung durch tektonische Beanspruchung ist mit einer Entfestigung des Gesteins verbunden. Diese Entfestigung wird aber z. T. durch Mineralausfüllungen mehr oder weniger wieder rückgängig gemacht. Brekzien schieferarmer Kalksteine sind oftmals völlig mit Calcit verkittet. Als Mineralfüllungen sind in den dunklen Kalksteinen auch Pyrit, in den schwarzen auch Anthraxolit zu nennen. Bei hohem Anteil kalkfreier Schiefer tritt Quarz hinzu. In karbonatfreien Peliten größerer Mächtigkeit bildet Quarz meist allein Mineralfüllungen. In der Nähe der fast dolomitfreien Kalksteine kommt allerdings ebenfalls Calcit vor.

4. Die Ablagerungsverhältnisse und Gefüge der einzelnen stratigraphischen Einheiten

4.1.

Vulkanitserie (VS)

Während der Ablagerung der vulkanisch-klastischen Gesteine des tieferen Oberdevons (Frasné) bestand ein reich gegliederter Sedimentationsraum. Im Zentrum des Wildenfels-Kalksteingebietes treten Schiefer in stärkerem Maße auf. Nach NW und E nehmen Vulkanite und Pyroklastite sowie deren Umlagerungsprodukte an Bedeutung zu. Besonders am Rande solcher vulkanischer Schwellen kommen auch Kalksteine zur Ablagerung. Sie sind meist dem unteren Brachiopodenkalk ähnlich. Stellenweise treten auch – insbesondere in Tuffen und Tuffiten – mehr oder weniger isolierte Kalksteinknollen und unregelmäßige Kalksteinpartien (z. T. unscharf begrenzt) auf. Außerdem kommen geringmächtige Korallenkalke vor. Kalksteingerölle sowie andere Geröllkomponenten belegen Umlagerungen durch größere Reliefunterschiede. Als Folge von Rutschungen entstanden mehr oder weniger eckige Kalksteinbröckchen, die in pelitische Matrix eingebettet wurden. Unter stark reduzierenden Bedingungen abgelagerte Kalksteine wie der Kellwasserkalk fehlen. Korallen und Brachiopoden (z. T. als Schalenpflaster) belegen, daß teilweise flaches, gut durchlüftetes Wasser vorhanden war.

4.2.

Brachiopodenkalk (BK)

In dieser Einheit kam die Zuführung vulkanischer Materials bzw. seiner Abtragungsprodukte – von einer Tuffeinschaltung abgesehen – allmählich aus. Während der Ablagerung des Brachiopodenkalkes herrschten im Sediment wechselnd reduzierende Verhältnisse, wie Pyrit und organischer Kohlenstoff sowie relativ hohe Spurenelementgehalte an Schwermetallen belegen (Gyttja-Fazies). Nach den in

situ eingebetteten Fossilien (hauptsächlich Brachiopoden) war aber das Wasser bis zum Meeresboden gut durchlüftet. Pelagische Fossilien, wie z. B. Ammonoideen und Conodonten, fehlen fast gänzlich. Es lag eine geringe Meerestiefe (Flachwasser) vor. Nur während der Ablagerung des mittleren und obersten Brachiopodenkalkes waren die reduzierenden Verhältnisse ausgeprägter. Der Kalkgehalt steigt (im großen gesehen) zum Hangenden an und erreicht im oberen Brachiopodenkalk sein Maximum. Geringer organischer Detritus tritt fast im gesamten Gestein auf.

Brachiopodenkalke kommen auch im Vogtland vor. Eine ähnliche Gesteinsabfolge wie die des Brachiopodenkalkes im Wildenfels-Zwischengebirge gibt es im westsächsisch-ostthüringischen Raum nicht. Demnach liegt bei Wildenfels ein lokales karbonatisch-pelitische Sedimentationsgebiet vor.

4.2.1.

Untester Brachiopodenkalk (BK1)

Diese Einheit bildet den Übergang von der vulkanisch-klastischen zur karbonatisch-pelitischen Sedimentation. Dementsprechend liegen wechselhafte Ablagerungsverhältnisse vor. Dunkelgraue bis grüngraue, meist schmutzige Farben sind vorherrschend. Brachiopoden (häufig als Schalenpflaster und Schill), vereinzelte Korallen (gelegentlich Korallenrasen) und z. T. massenhaft fragliche Stromatoporen sind typisch. Der Karbonatanteil tritt in Lagen, Linsen und in vielfach unregelmäßigen Knollen mit meist hohem Nichtkarbonatgehalt auf (vorwiegend primäre Gefüge). Der Kalkgehalt ist stellenweise in bis mehrere Dezimeter mächtigen Bereichen weit höher als sonst. Brekziöse Gefüge haben untergeordnete Bedeutung.

4.2.2.

Unterer Brachiopodenkalk (BK2)

Die Ablagerung des Brachiopodenkalkes wird durch den Brockentuffit schlagartig unterbrochen. Nach dem Hangenden zu nimmt die karbonatisch-pelitische Sedimentation allmählich zu; es folgt der untere Brachiopodenkalk.

Seine Ausbildung ist zunächst dem untersten Brachiopodenkalk ähnlich. Durch Zunahme des Karbonatanteils erreicht dieser mittlere Werte. Die Kalkkomponente tritt in Lagen und meist flachen Linsen im Zentimeter- und z. T. im Dezimeterbereich auf. Flaseriger Wechsel mit Pelit und brekziöses Gefüge kommen nur untergeordnet vor. Brachiopoden sind relativ häufig. Unruhiger Sedimentationscharakter und Rutschungsgefüge sind selten, sie nehmen nach NW an Häufigkeit und Ausprägung zu. Dadurch gibt es bei gestörten Lagerungsverhältnissen Probleme bei der Unterscheidung vom obersten Brachiopodenkalk.

4.2.3.

Mittlerer Brachiopodenkalk (BK3)

Es lagen ruhige Ablagerungsverhältnisse und geringe bis sehr geringe Sedimentzufuhr vor (Stillwassersediment), wie das allgemein für an organischem Kohlenstoff reiche Sedimente zutrifft (Alaun- und Kieselschiefer des Silurs, Kellwasserkalk). Der Kalkgehalt schwankt stark, vom kalkfreien Pelit bis zum reinen Kalkstein. Die Karbonate sind streifig-bändrig, z. T. flaserig und lagig. Kalkschiefer sind häufig. Linsen und brekziöse Gefüge fehlen weitgehend. Die Kalkkomponente ist dicht bis feinkristallin. Der Kalkgehalt hat im mittleren Bereich die niedrigsten Werte; beim Pyrit und organischen Kohlenstoff ist es umgekehrt. Zum Liegenden und Hangenden bestehen Übergänge.

4.2.4.

Oberer Brachiopodenkalk (BK4)

Die Ausbildung ist dem reinen Kohlenkalk ähnlich:

- dunkle bis schwarze Farben,
- geringer bis sehr geringer Pelitgehalt,
- organischer Detritus (in wesentlich geringem Anteil und außerdem Brachiopoden sowie wenige und kleinere Crinoidenstielglieder).

Der obere Brachiopodenkalk führt Pelite als Fläsern und Streifen, selten als Lagen. Ihr Anteil ist meist etwas höher als im Kohlenkalk.

Außerdem ist der Kalkstein hauptsächlich lagig-bankig und grobbrekziös ausgebildet.

4.2.5.

Oberster Brachiopodenkalk (BK5)

Diese Einheit entstand unter unruhigen Ablagerungsverhältnissen, bei denen Rutschungen beteiligt waren, vor allem im nordwestlichen Teil des Verbreitungsgebietes:

– Kalkkomponente nur zum Teil lagig-flaserig und knollig-linsenförmig und vielfach von unregelmäßigem Querschnitt;

– Kalkkörper zum Teil verbogen (verformt im noch plastischen Zustand), mehr oder weniger stark in kleinere und kleinste aufgelöst, verschiedentlich mit wechselnder Längsachse;

– Kalkgerölle (vor allem im NW) innerhalb der Kalkkörper, sich von diesen meist nur wenig abhebend und innerhalb des Pelits nicht eindeutig als solche erkennbar (syndimentäre Umlagerung);

– schlierenförmig wechselnder, meist hoher Kalkgehalt des Pelits, vielfach mit undeutlicher Abgrenzung von den Kalkkörpern (Photo 3).

Grabspuren in den Kalkgeröllen belegen, daß im Bildungsraum des Karbonats vor Verfrachtung Sauerstoff im Boden vorhanden war. Die Sedimentausbildung deutet auf tektonische Unruhe hin.

4.3.

Kellwasserkalk (KW)

Mit der Ablagerung von Tuffen begann die Sedimentation des Kellwasserkalkes, bei dem die Pelite einen hohen Anteil haben. In Anbetracht des Sedimentcharakters (größtenteils Stillwasserablagerungen) muß ein längerer Zeitraum für dessen Bildung angenommen werden. Das bestätigen die mikropaläontologischen Untersuchungen, nach denen er dem Oberdevon I δ bis unteres II α (oberster Teil der gigas-Zone bis untere crepida-crepida-Zone) angehört. Die Bodenunruhe zur Zeit der Ablagerung des obersten Brachiopodenkalkes klang im Kellwasserkalk aus.

Der Kellwasserkalk des Variszikums wurde durch BUGGISCH (1972) näher untersucht. Danach tritt das nur lokal verbreitete Gestein in ein bis zwei Horizonten auf. Sie gehören meist dem höchsten Teil der unteren gigas-(höchstes I γ) bzw. dem obersten Bereich der oberen gigas-Zone an. Wahrscheinlich entspricht der mittlere Brachiopodenkalk bei Wildenfels dem älteren Kellwasserkalk-Horizont, der obere Kellwasserkalk des Wildenfelser Zwischengebirges dem oberen Horizont BUGGISCHS (1972). Für den zweiten liegt im Wildenfelser Zwischengebirge aber eine weit höhere Reichweite vor, weil dieser noch die gesamte triangularis-Zone sowie die untersten Teile der mittleren crepida-crepida-Zone umfaßt. Die Faulschlammentwicklung erstreckte sich daher über einen weit größeren Zeitraum. Deshalb liegt auch eine ungewöhnlich große Mächtigkeit vor. Demnach können in Bereichen mit vielfach unruhiger Sedimentation auch längere ruhige Entwicklungen vorkommen.

Die organische Substanz erreicht nach den Angaben von BUGGISCH (1972) bei den anderen Vorkommen nicht die sehr hohen Werte des Wildenfelser Zwischengebirges, weshalb in letzterem die sapropelitischen Verhältnisse ausgeprägter vorlagen. Gegenüber dem Brachiopodenkalk war der Sedimentationsraum des Kellwasserkalkes bei Wildenfels ausgehnter. Das Gestein wurde auch südwestlich von Zwickau nachgewiesen (HÖSEL 1960).

Nach Ansicht des Verfassers entstand die zeitlich und petrographisch mehr oder weniger unterschiedliche (und uneinheitliche) Stillwasserfazies durch ruhige Entwicklungen im höheren Oberdevon. Abgelagert wurde in lokalen Meeressenken, deren tiefere Bereiche von der sauerstoffreichen Meeresströmung nicht erfaßt und die von keiner Bodenunruhe betroffen wurden (Umlagerungen fehlen). Nachvulkanische Vorgänge können zu dem lebensfeindlichen Bodenmilieu beigetragen haben.

4.3.1.

Unterer Kellwasserkalk (KW1)

Bei dieser geringmächtigen stratigraphischen Einheit tritt die Kalkkomponente in Lagen, Linsen und z. T. als Knollen auf, stellenweise

mit Schieferflasern. Die Ausbildung ist ähnlich dem obersten Brachiopodenkalk. Abweichend davon sind:

- Kalkkörper im allgemeinen parallel zu ss eingelagert;
- Kalkbrocken und Kalkgerölle weniger häufig bzw. selten (letztere fast nur im NW-Teil des Kalksteingebietes);
- Pelite nur z. T. kalkhaltig und meist nicht so schlierig.

Typische Rutschungsstrukturen kommen z. T. in Pyroklastiten, dem Bändertuffit, vor (meist in engem Wechsel mit primären Gefügen): z. B. voneinander isolierte Brocken mit z. T. wechselnder Raumlage, Verbiegungen und Verwicklungen. Durch diese pyroklastischen Bildungen unterscheidet sich der untere Kellwasserkalk am auffälligsten von seinem Liegenden. Bei den mehrfachen Einschaltungen nimmt meist der nichtvulkanische Anteil nach oben zu.

Im unteren Kellwasserkalk treten Rutschungsgefüge in geringem Umfang auf. Gegenüber dem obersten Brachiopodenkalk sind die unruhigen Ablagerungsverhältnisse nicht so ausgeprägt, das reduzierende Milieu aber intensiver. Vereinzelt Brachiopoden belegen, daß zumindest zeitweise das Wasser bis zum Meeresboden durchlüftet war.

4.3.2.

Oberer Kellwasserkalk (KW2)

Dieser Einheit gehört der Hauptteil des Kellwasserkalkes an. Während der Ablagerung herrschten ausgesprochen reduzierende Bedingungen vor (zumindest innerhalb des Sediments):

- organischer Kohlenstoff bis über 10 % (ausgeprägt schwarze Farben),
- Pyrit außerordentlich häufig (Kristalle, Streifen, Linsen, Knollen),
- Spurenelementgehalte an Schwermetallen sehr hoch,
- nach Chrom/Vanadium-Verhältnis Sapropel.

Eine Besonderheit ist gegenüber sonst dichten Kalksteinen die feinkristalline Ausbildung der Kalkkomponente. Sie tritt in Form von Lagen und Bänken, oft mit feinen Pelithäuten oder

-streifen auf. Feinschichtigkeit ist durch wechselnde Anteile an dem meist reichen organischen Detritus und Pyrit häufig. Außerdem sind kleinere bis sehr große Kalklinsen sehr verbreitet. Sie bestehen z. T. nur aus Calcit, organischem Kohlenstoff und Pyrit.

Pelagische Fossilien herrschen vor (*Tentakuliten*, *Nautiloideen*, *Orthoceren*, *Goniatiten*, *Conodonten*, z. T. *Trilobiten*), benthonische Fossilien fehlen. Vereinzelt Landpflanzen wurden in den Sedimentationsraum eingeschwemmt. Demnach bestand ein festlandsnaher Ablagerungsraum mit einer gut durchlüfteten und von Strömungen betroffenen oberen und einer sauerstoffarmen, ruhigen unteren Wasserzone (Faulschlamm). Vereinzelt Brachiopoden bzw. deren Schalen sind in ihrer Herkunft noch unklar.

4.4.

Knotenalk (KK)

Im Gegensatz zu den Bildungsbedingungen des Brachiopodenkalkes und Kellwasserkalkes nehmen die reduzierenden Verhältnisse in dieser Serie (Gyttja) zum Hangenden rasch ab; es treten vorwiegend oxydierende Verhältnisse auf. Danach folgen wechselnd reduzierende bis oxydierende Bedingungen. Diese Angaben beziehen sich auf die jeweilige obere Sedimentschicht im Ablagerungsraum. Das oft stärker ausgeprägte reduzierende Milieu der Pelit- gegenüber der Kalkkomponente ist beim Knotenalk am hellen Karbonat und an dunklen Schieferfarben erkennbar (z. B. beim dunklen Knotenalk). Der Kalkgehalt wechselt etwas, nimmt aber im großen gesehen bis zum schieferarmen Knotenalk zu, um nach oben dann rasch abzusinken. Ähnliche Verhältnisse bestehen auch im Schwarzburger Sattel.

Die Ablagerungen im Wildenfeser Zwischengebirge gehören der Tiefschwellenfazies (nach RABIEN 1956) an:

- keine größeren Tonschieferbereiche und wenig schieferreiche Kalksteine,
- pelagische Fossilien: häufig *Conodonten* und *Foraminiferen*, z. T. *Cephalopoden*.

Die Fauna belegt eine gegenüber den älteren Kalksteinserien größere Wassertiefe, die durch

eine großräumige Meerestransgression hervorgerufen wurde. Die Brachiopoden-Crinoiden-Korallen-Fauna (Flachwasser) fehlt. Es bestanden ausgeglichene Sedimentationsverhältnisse als bei den meisten anderen Kalksteinserien. Deshalb sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Untereinheiten beim Knotenalk geringer. Ähnliche Ausbildungen, z. B. Farben, können in unterschiedlichen stratigraphischen Niveaus auftreten und auch horizontal wechseln. Dadurch wird die Alterseinstufung oft erschwert. So gehen rote Kalksteine z. T. in graue über.

Der Knotenalk ist die einzige der in dieser Arbeit behandelten Kalksteinserien, bei deren Ablagerung kein Vulkanismus auftrat (Tabelle 2). Die stets kalkfreien Tonschiefer verlaufen einerseits parallel zu ss (Photo 1). Sie bilden Streifen bis Bänder, selten Lagen oder nur feine Schieferhäute. In schieferarmen Kalksteinen tritt manchmal nur ein feines Netzwerk von Pelit auf. Innerhalb der Schieferbänder kommen vielfach kleine Kalklinsen vor.

In brekziöser Ausbildung durchziehen die Pelite (siehe 3.) schräg bis mehr oder weniger senkrecht die Kalkkomponente (Photo 1). Dadurch entstand das für den Knotenalk charakteristische Tonschiefer-Netzwerk. In kleinen Anschnitten ist deshalb die Schichtung schlecht zu erkennen. Die von ss abweichenden Schieferhäute treten bevorzugt an oft knochennahtähnlich gezackten Drucksuturen auf. Kleinere, fetzenförmige Mächtigkeitsschwellungen der Pelite sind in manchen Bereichen häufig, sowohl in ss als auch abweichend davon. Die Überprägung der primären lagig-flaserigen, linsigen und knolligen Gefüge durch brekziöse Strukturen ist für den Knotenalk typisch.

Aus folgenden Gründen ist die Hauptmasse der Gefüge dieser Gesteinsserie in situ entstanden:

- meist relativ gleichmäßige Ausbildung, selbst in größeren Bereichen;
- in Abständen von mehreren Zentimetern bis Dezimetern Häute bzw. Streifen (bis Lagen) von Pelit parallel zu ss (Photo 1);
- fehlende Merkmale für Rutschungen (s. 3.2.). In den jüngsten Untereinheiten sind Rutschungsgefüge am häufigsten, hervorgerufen

durch die stärkere Bodenunruhe im höheren Oberdevon.

4.4.1.

Dunkler Knotenkalk (KKd)

Hinsichtlich der Pelite besteht im dunklen Knotenkalk ein Übergang zum Kellwasserkalk. Die Pelite haben im östlichen Teil des Wildenfelser Kalksteingebietes teilweise eine ähnliche Ausbildung wie die Tonschiefer im Liegenden (bis 0,4 m mächtig). Dagegen weisen die Kalksteine stets graue bis dunkelgraue Farben auf, die schlagartig einsetzen. Demnach erfolgte eine plötzliche Abnahme der reduzierenden Bedingungen.

Die Kalkkomponente bildet Lagen von 0,5...10 cm, z. T. noch ss-parallele Schieferhäute führend. Die Kalklagen werden durch Streifen bis Bänder von Pelit getrennt (z. T. auch durch Lagen). Die Schiefer schwanken in ihrer Mächtigkeit. Größere Peliteinschaltungen (mehrere Zentimeter, selten Dezimeter) führen vielfach kleine Kalklinsen und -knollen. Die Kalklagen sind \pm zerbrochen. Annähernd senkrecht zu ss drang der Pelit in Häuten keilförmig in die Kalkkomponenten ein. Auch dabei kann der Schiefer unregelmäßige, schmitzenförmige Anschwellungen zeigen.

Allein durch das beschriebene Gefüge ist der dunkle Knotenkalk gut von den jüngeren Einheiten dieser Serie zu unterscheiden.

4.4.2.

Brauner, roter und grauer Knotenkalk¹ (KKb, KKr, KKg)

Für die einzelnen stratigraphischen Einheiten sind folgende Merkmale kennzeichnend (Abfolge vom Liegenden zum Hangenden):

Brauner Knotenkalk (KKb)

Kalkkomponente: grau bis graubraun, häufig rote, z. T. auch graue Flecken;

Pelit: grüngrau bis graugrün, zuunterst auch dunkelgrau; meist mittlerer, teilweise hoher Schiefergehalt;

Übergangsbereich zum dunklen Knotenkalk (KKu): 0,5...2,5 m.

Roter Knotenkalk (KKr)

Kalkkomponente: rotbraun bis rot;

Pelit: graugrün bis grüngrau, vorwiegend geringer, z. T. mittlerer Pelitanteil;

an der Basis vielfach grauer Kalkstein (KKi) mit roten Flecken; Gefüge kleiner als im dunklen Knotenkalk (KKd) und mehr linsig-knollig.

Grauer Knotenkalk (KKg)

Kalkkomponente: grau, z. T. hell- oder dunkelgrau, z. T. bräunlich;

Pelit: dunkelgrau bis schwarzgrau, z. T. grünlich; vorwiegend geringer, seltener mittlerer Schieferanteil.

Die oxydierenden Verhältnisse nahmen zum Hangenden zu und sind im roten Knotenkalk am ausgeprägtesten. Die Gefüge zeigen Abhängigkeiten vom Schiefergehalt. Je geringer letzterer ist, um so ausgeprägter sind die brekziösen Strukturen (beim roten Knotenkalk am häufigsten). Deshalb haben Kalksteinlinsen und Tonschieferlagen in dem meist schieferreichen, braunen Knotenkalk den höchsten Anteil. Außerdem treten in den drei Einheiten in geringem Umfang flaserige und knollige Gefüge auf (vorwiegend brauner Knotenkalk).

Rutschungsgefüge bilden meist nur geringmächtige Einschaltungen: isolierte, \pm auseinandergeglittene, bis 5 cm große Kalkkörper, Längsachse parallel zu ss (gelegentlich spitzwinklig dazu); vorwiegend längliche Querschnitte, meist eckig; Schieferhäute durchziehen die größeren Fragmente. Die Kalksteinbruchstücke wurden durch schichtparalleles Abgleiten in den Tonschlamm transportiert.

4.4.3.

Schieferarmer Knotenkalk (KKs)

Infolge des geringen bis sehr geringen Pelitanteils sind ss-parallele Häute, Flasern und Streifen von Tonschiefer und brekziöse Gefüge vorherrschend. Dabei bilden die ss-parallelen Einlagerungen teilweise nur ein Netzwerk und keine geschlossenen Streifen bzw. Häute.

¹ Bezeichnung nach der typischen Farbe des Karbonatanteils

Rutschungsgefüge (Kalkbrekzien) haben im schieferarmen Knotenkalk einen höheren Anteil und sind ausgeprägter als in den älteren Untereinheiten dieser Serie. In einzelnen, bis mehrere Meter mächtigen Bereichen treten 0,1...30 cm große Kalkbrocken, meist noch von Schieferhäuten durchzogen, auf (Photo 2). Sie wurden dicht gelagert bis isoliert im Pelit bzw. in einer Kalk-Pelit-Matrix eingebettet. Die Fragmente haben ganz unregelmäßige Querschnitte und führen feine Schieferhäute. An letzteren ist die wechselnde Raumlage der ehemaligen Schichtung zu erkennen. Vielfach besteht ein rascher horizontaler und vertikaler Wechsel mit den übrigen Gefügen. Die stratigraphisch obersten 2 m des schieferarmen Knotenkalkes bestehen an der N-Wand des Pflanzenbruches aus einer solchen Kalkbrekzie (Schieferfolge überkippt).

Der schieferarme Knotenkalk kann teilweise fehlen. Als Ursache dafür kommen (außer Störungen) Hebungen und dadurch bedingte Unterbrechungen der Sedimentation bzw. endostratische Umlagerung (durch Bodenunruhe und Sedimentauflast) sowie Abtragung in Frage.

4.4.4.

Oberster Knotenkalk (KKo)

Wechselhafte Ablagerungsverhältnisse kennzeichnen diese Untereinheit. Dementsprechend variieren die Farben, der Pelitanteil und auch die Gefüge. Graue Farben (reduzierende Verhältnisse) sind vorherrschend. Untergeordnet ist das Gestein auch braun und rot (oxydierende Bedingungen). Geisterfaunen belegen die Abtragung älterer Knotenkalkseinheiten.

Charakteristisch sind aber größere linsenförmige Kalkkörper, unregelmäßig von Schieferflasern durchzogen. Sie werden \pm von Pelit getrennt. Es handelt sich dabei um (geringfügig) umgelagerte Kalkkomponenten, die annähernd parallel zu ss liegen. Außerdem kommen auch die im übrigen Knotenkalk auftretenden Gefügetypen vor. Sie sind meist gröber als es beim braunen, roten und grauen Knotenkalk der Fall ist, obwohl der Schiefergehalt größtenteils höher ist. Vielfach treten in der \pm zerbrochenen und unregelmäßig von Schiefer durch-

zogenen Kalkkomponente fetzenförmige Pelitpartien auf. Das ursprüngliche Gefüge wurde demnach häufig durch Zerbrechen und geringfügiges Zergleiten (Abbildung 1) überprägt.

4.5.

Tonschiefer und Kalksteinlinsen (TK)

Bei dieser Serie ist die Wechselhaftigkeit noch ausgeprägter als beim obersten Knotenkalk. Im allgemeinen nimmt der Pelitanteil nach dem Hangenden zu, und es folgen Pelite ohne Kalksteineinlagerungen. Im unteren Teil lokal auftretende schwarze Pelite von geringer Mächtigkeit belegen, daß es zumindest kurzzeitig kleinere Sedimentationsbereiche mit reduzierenden Bedingungen gab. Geisterfaunen sind noch häufiger als im obersten Knotenkalk (Abtragung älterer Knotenkalkseinheiten).

Die kalkfreien Pelite sind gröber (schwach sandig) als die Pelite im Knotenkalk. Im Gegensatz zu diesem weisen sie grüne und violettrote bis rote Farben auf. Die Kalksteine haben ebenfalls häufig rote Farben, insbesondere im oberen Teil. Die oxydierenden Bedingungen waren demnach ausgeprägter als während der Ablagerung des Knotenkalkes. Typisch sind meist spindelförmige, z. T. gedrungene Kalkkörper von etwas unregelmäßigem Querschnitt. Sie „schwimmen“ im Pelit oder sind durch geringmächtigen Tonschiefer getrennt (Photo 4).

Außerdem treten Kalklagen auf, die schräg bis senkrecht zu ss von Pelithäuten durchzogen werden (brekziöses Gefüge). Diese Kalklagen sind vielfach, und dabei wechselnd intensiv, in vorwiegend flache Kalkkörper mit unterschiedlichem horizontalen Abstand aufgelöst. Das Gefüge ist demnach durch Rutschungen maßgeblich geprägt worden. Aufgrund fehlender bis geringer Drehung der Kalkkörper sind geringe Transportweiten anzunehmen (ss-parallele Gleitung). Charakteristisch sind Chlorithäute um die Kalksteinlinsen, die möglicherweise auf Vulkanismus hindeuten. Im oberen Teil wurde ein 0,3 m mächtiger saurer Tuffit nachgewiesen. Der Rhyodazit-Vulkanismus begann bereits im Oberdevon VI.



Photo 4
TK, Tonschiefer (graugrün) und Kalksteinlinsen (rotbraun).
Kalkstein meist langgestreckt und mit dunkelgrünem
Chloritsaum umgeben. Im Tonschiefer weiße Calcit-Trümchen
infolge stärkerer Schrumpfung.

4.6.

Schwarze Schluffschiefer mit Kalksteinen (SK)

Diese ältesten bisher aufgeschlossenen unterkarbonischen Sedimente haben dunkle Farbe und führen (wenige) Pyritkonkretionen (reduzierende Verhältnisse). Gegenüber den Ablagerungen des Famenne sind die Klastika des Unterkarbons stärker sandig – bedingt durch veränderte Sedimentzufuhr. Der Karbonatgehalt der schwarzen, \pm kalkhaltigen Schluffschiefer mit Kalksteinen wechselt schlierig-linsig-flaserig. Besonders im unteren Teil bestehen Übergänge zu Kalkschiefern. Die vor allem dort eingeschalteten, \pm unreinen, schieferreichen Kalksteine haben brekziöse, flaserige und linsenförmige Gefüge. Sie führen häufig organischen Detritus (besonders Crinoidenstielglieder).

Ein Teil der Kalksteine hat oberdevonisches Alter und ist durch Rutschung in das Sedimentationsgebiet transportiert worden, wie die bis zu 6 cm großen Kalksteingerölle belegen. Liefergebiet war die nördliche Schwelle.

Zum Hangenden setzt erneut Rhyodazituff-Vulkanismus ein (kleinere Einschaltungen). Teilweise treten geringmächtige Linsen und Lagen von Sandstein auf. Nach einer Schichtlücke im obersten Oberdevon und tiefsten Unterkarbon folgten unruhige Sedimentationsverhältnisse, wie u. a. die zum Teil ausgebildeten Rutschungsgefüge (z. B. Gerölltonschiefer) erkennen lassen.

4.7.

Unterer Kohlenkalk (UK)

Mit dieser Gesteinsserie erreichte die Karbonatsedimentation des Unterkarbons ihr Maximum. Die Gesteine bestehen etwa zur Hälfte aus organisch-karbonatischem Detritus: vor allem massenhaft auftretende Crinoidenstielglieder, insbesondere deren Bruchstücke; selten aus Korallen. Die stark wechselnde Größe der Crinoidenstielglieder – von Bruchstücken eines Millimeters bis mehrere Zentimeter – lassen auf geringen Transport schließen. Auch die Korngröße des übrigen Kalksteins wech-

selt stark und erreicht bis mehrere Millimeter (z. T. noch darüber).

Reduzierende Ablagerungsbedingungen (Gyttja) sind an der dunklen Farbe, am (sehr geringen) Pyritgehalt und am bituminösen Geruch erkennbar. Brekziöse Gefüge und Rutschungsgefüge fehlen fast ganz. Im Gegensatz zu den unterkarbonischen Sedimenten im Hangenden und Liegenden bestanden demnach ruhige Ablagerungsbedingungen. Die Sedimente bildeten sich in geringer Meerestiefe, vermutlich in der Nachbarschaft einer weiter nördlich gelegenen (den organischen Detritus liefernden) Schwelle. Saure Pyroklastite geringer Mächtigkeit schalten sich wiederholt ein.

4.7.1.

Tuffite und Pelite (UK1)

Die Basis des Unteren Kohlenkalkes ist meist durch schwarze Pelite und durch Pyroklastite gekennzeichnet. Letztere gehen zum Hangenden vielfach in tuffitische Sandsteine über.

4.7.2.

Sandiger Unterer Kohlenkalk (UK2)

Die \pm stark sandige Karbonatkomponente wechselt linsig-knollig, flaserig und lagig-bankig mit sandigem Pelit (Photo 5). Sie besteht oft vorwiegend, stellenweise fast nur, aus organischem Detritus. Dieser tritt auch isoliert in der Nichtkarbonatkomponente auf und ist z. T. besonders schlecht sortiert. Im oberen Teil nimmt der Karbonatgehalt zu und erreicht ähnliche Werte wie im reinen Kohlenkalk. Der Tuffvulkanismus ist unbedeutend.

4.7.3.

Rhyodazituff (UK3)

Durch diese geringmächtige Tuffförderung wurde die Karbonatsedimentation unterbrochen.

4.7.4.

Reiner Unterer Kohlenkalk (UK4)

Nach Ablagerung der Tuffbank kamen zunächst ähnliche Kalksteine wie im Liegenden derselben zur Ablagerung. Der Nichtkarbonat-



Photo 5

Sandiger Unterer Kohlenkalk (UKs); Marmorbruch, Nordwand, oberster und östlichster Teil; stark verwitterter Kalkstein (unten) bzw. Kalksteinverwitterungsrückstand (oben); durch die \pm starke Herauslösung des Karbonats ist dessen knollig-linsige bis lagige (unten) Ausbildung gut erkennbar; durch die Auswitterung des in hohem Anteil auftretenden organischen Detritus ist der kalkfreie Rückstand stark porös.

anteil nimmt jedoch rasch ab. Er tritt schließlich nur noch äußerst geringfügig in Form von Flasern, rasch absetzenden Häuten, Schmitzen und Streifen auf. Der oberste Bereich weist Rutschungsgefüge auf und ist z. T. als Kalkbrekzie ausgebildet. Brocken von grauem Kalkstein (wahrscheinlich Knotenkalk) sind in stark organodetritischem Kohlenkalk eingeschaltet.

4.8.

Schwarze Schluffschiefer und Gerölltonschiefer (GT)

Dunkle Farbe und Pyrit lassen auf reduzierende Verhältnisse bei Ablagerung der Pelite schließen. Dunklere und hellere Partien wechseln schlierig-flaserig bis fetzenförmig. Ähnlich wie bei dem Sediment im Liegenden des Unteren Kohlenkalkes schwankt der Kalkge-

halt der sandigen Pelite schlierig-linsig-flaserig. Es bestehen Übergänge zu Kalkschiefern. Der Sandgehalt ist z. T. in Schlieren und Linsen angereichert. Tuffe haben einen geringen Anteil.

Kalksteinfragmente von weniger als 0,1 cm bis über 10 cm Größe sind durch Rutschung in den Pelit transportiert worden. Dabei wurden nach den Conodonten bereits ältere Kalksteine bis einschließlich Kellwasserkalk abgetragen. Es treten auch unterkarbonisch entstandene, dunkelgraue, ± unreine Kalksteine von geringer Mächtigkeit auf. Sie sind an der Ausbildung des organischen Detritus (viele und z. T. große Crinoidenstielglieder) zu erkennen.

Nordwestlich und nordöstlich des Wildenfeser Kalksteingebietes bildet ein Gerölltonschiefer das Hangende des Unteren Kohlenkalkes (SCHREIBER 1965). In gleicher Position sind im Steinbruch südwestlich des Bruches „Winter“ Gerölltonschiefer aufgeschlossen.

Am Ende der Sedimentation des Unteren Kohlenkalkes setzte Bodenunruhe ein, begleitet von starker Hebung und Abtragung der nördlichen Schwelle. Das führte zu den nachfolgenden wechsellagerungen mit nach N zunehmendem Anteil an Rutschungsgefügen. Starke Hebung der nördlichen Schwelle führte zu größerer Abtragung.

5.

Vergleiche mit benachbarten Gebieten

Im Saxothuringikum weist das Wildenfeser Zwischengebirge die größte Gesamtmächtigkeit an Kalksteinen auf. Kalksteine des Oberdevons I₇ sind in den benachbarten Gebieten meist unbedeutend, ausgenommen der Brachiopodenkalk von Wildenfels. Teilweise fehlen sie ganz und der Kellwasserkalk liegt innerhalb von bzw. auf Vulkaniten (Frankenwälder Querzone, NW-Rand des Bergaer Sattels). Der Kellwasserkalk selbst hat ebenfalls bei Wildenfels seine maximale Entwicklung. In benachbarten Gebieten fehlt er oft vollständig.

Der Knotenkalk bei Wildenfels weist eine ähnliche Ausbildung wie im Gebiet der

Schleiz-Pörmitzer Faltenzone auf (Schwellenfazies). Dagegen ist er im Schwarzburger Sattelschieferreicher entwickelt (Beckenfazies). Größere Kohlenmächtigkeiten gibt es nur in der Umrandung der Münchberger Gneismasse und im Wildenfeser Zwischengebirge. Auf diese fazielle Sonderentwicklung (häufige Schwellensedimentation) des Wildenfeser Zwischengebirges wurde von SCHREIBER (1965, 1967) näher eingegangen.

Hinsichtlich der Gefüge nimmt der Wildenfeser Raum eine Mittelstellung zwischen der Umrandung der Münchberger Gneismasse mit mächtigen Rutschsedimenten und dem Schwarzburger Sattel ein, wo diese geringe Bedeutung haben.

Literatur

BUGGISCH, W.:

Zur Geologie und Geochemie der Kellwasserkalke und ihrer begleitenden Sedimente (Unteres Oberdevon). — Wiesbaden, 1972. — (Abh. hess. Landesamt Bodenforsch.; 62)

FREYER, G.:

Neue Untersuchungen im Oberdevon des Vogtlandes auf Grund des Fossilinhaltes der Kalke im Bereich der Vogtländischen Mulde. — Berlin, 1957. — (Freib. Forsch.-H.; C 27)

GRÄBE, R.:

Ausbildung und Entstehung der oberdevonischen Roteisenerze und ihrer Nebengesteine im Schleizer Trog. — In: Ber. Geol. Ges. DDR. — Berlin 1 (1956), 2, S. 155...198.

—: Beziehungen zwischen der tektonischen und fazialen Entwicklung des Oberdevons und des Unterkarbons sowie zur Genese der Eisenerze vom Lahn-Dill-Typ am NW-Rand des Bergaer Sattels (Thüringisches Schiefergebirge).

— Berlin, 1962. — (Freib. Forsch.-H.; C 140)

—: Über sulfidische Äquivalente der Oberdevonischen Eisenerze am NW-Rand des Bergaer Sattels (Ostthüringen). — In: Ber. Geol. Ges. DDR. — Berlin 9 (1964), S. 527...537.

GREILING, L.:

Synsedimentäre und syndiagenetische Massenbewegungen im Paläozoikum des Frankenwaldes. — In: Geol. Bl. NO-Bayern. — Erlangen 16 (1966), 2/3, S. 108...114.

—: Die oberdevonischen Kramenzel- und Flaserkalke des Frankenwaldes. — In: Geologie. — Berlin 16 (1967), 4, S. 377...402 (1967a).

GREILING, L.:

Die Entstehung von Knollenkalk in eu- und miogeosynklinalen Gebieten. – In: Geol. Rdsch. – Stuttgart 56 (1967), S. 336...340 (1967b).

GRÜNDEL, J., und H. J. RÖSLER:

Zur Entstehung der oberdevonischen Kalkknollengesteine Thüringens. – In: Geologie. – Berlin 12 (1963), 9, S. 1009...1038.

HÖSEL, G.:

Stratigraphische Untersuchungen im Oberdevon von Planitz bei Zwickau (Sa.). – In: Geologie. – Berlin 9 (1960), 2, S. 190...203.

RABIEN, A.:

Zur Stratigraphie und Fazies des Ober-Devons in der Waldecker Mulde. – Wiesbaden, 1956. – (Abh. hess. Landesamt Bodenforsch.; 16)

SCHREIBER, A.:

Zur geologischen Stellung des Wildenfelser Zwischengebirges. – In: Jb. Geol. – Berlin 1 (1965), S. 325...359.

– : Die fazielle Entwicklung im Wildenfelser Zwischengebirge im Vergleich zu benachbarten Gebieten. – In: Hercynia, N. F. – Leipzig 4 (1967), 4, S. 411...425.

– : Zement- und Marmorrohstoffe im Wildenfelser Zwischengebirge. – In: Exkursionsführer d. Ges. geol. Wiss. DDR, Tagung Karl-Marx-Stadt, Exkursionspunkt B 1. – Berlin, 1973, S. 25...34.

STEINBACH, W.:

Devon. – In: HOPPE, W., und G. SEIDEL (Hrsg.): Geologie von Thüringen. – Gotha/Leipzig, 1974, S. 208...256.

WALD, ST., M. KURZE, und R. WIENHOLZ:

Ausbildung und Genese oberdevonischer Kalkknollengesteine im Süden der DDR. – In: Zeitschr. geol. Wiss. – Berlin 11 (1983), 1, S. 27...39.

Besprechungen

MÜLLER, A.

Fauna und Palökologie des marinen Mitteloligozäns der Leipziger Tieflandsbucht (Böhlener Schichten).

Altenburger Naturwissenschaftliche Forschungen. Heft 2

152 Seiten, 14 Abbildungen, 35 Tafeln, 3 Tabellen.

Mauritanium, Naturkundliches Museum Altenburg 1983.

Nachdem das Altenburger Museum im Jahre 1981 die bereits vergriffene und vielfach gesuchte verdienstvolle Arbeit von L. EISSMANN zur Periglazialgeologie des Saale-Elbegebietes vorgelegt hat, ist nun als Heft 2 die o. g. Abhandlung erschienen. Das Heft füllt eine Lücke im Schrifttum aus, da es bislang im Gegensatz zu anderen Gebieten keine zusammenfassende Übersicht über die reiche Mitteloligozänfauna gibt. Die Untersuchungen beruhen auf einer umfangreichen und systematischen Sammlerarbeit des Autors seit 1975 in Zusammenhang mit den günstigen Aufschlußverhältnissen durch die großen Braunkohlentagebaue (Zwenkau, Espenhain, Profen). Das gesamte Material, Tausende von Fossilien, befindet sich in der Sammlung des Altenburger Museums. Bei der Bearbeitung hat der Verfasser aber auch einzelne Stücke aus anderen Sammlungen herangezogen.

Nach kurzen Vorbemerkungen und einer Einleitung werden die geologischen Verhältnisse der mitteloligozänen Böhlener Schichten ausführlich und kritisch besprochen. So wird z. B. der von G. MEYER (1955) als „Zitzschener Halbinsel“ angesehene Küstenstreifen jetzt als eine submarine Schwellenzone erkannt. Die genaue Beschreibung der einzelnen Abfolgen der Böhlener Schichten wird durch instruktive Skizzen ergänzt. Nach dieser 14 Seiten umfassenden Darstellung folgt der Schwerpunkt der Arbeit mit der Beschreibung der fossilen Fauna (54 Seiten), die bis ins einzelne geht. Neben einigen Formen von Porifera, Polychaeta, Bryozoa und Brachiopoda sind es vor allem zahlreiche Muscheln und Schnecken, dazu wenige Crustacea und Echinodermata, viele Fische mit unterschiedlichen Zähnen, außerdem seltene Reste von Vögeln und Reptilien (Schildkröten, Krokodile) sowie Säugetieren (nicht selten Seekühe).

Das folgende Kapitel befaßt sich mit der Palökologie sowie Taphonomie und ist somit eine moderne Betrachtung des Fossilinhalts einer Schichtserie, die besonders wertvoll ist und sich wesentlich

von der alten reinen Beschreibung der Formen, wie man sie mitunter noch findet, unterscheidet. Nach kurzer Darstellung der ökologischen Ansprüche der wichtigsten Fossilgruppen analysiert der Verfasser die Verhältnisse einzelner wichtiger Horizonte in ökologischer Hinsicht genauer, ehe er sich bemüht, den Ablauf der Transgression des mitteloligozänen Meeres zusammenfassend zu interpretieren. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse seiner Untersuchungen (deutsch und englisch) sowie ein ausführliches Literaturverzeichnis (4 Seiten) beschließen den Text, der durch Tabellen und Skizzen, besonders aber durch 27 Phototafeln und 8 Tafeln mit Fossilzeichnungen anschaulich ergänzt wird.

Es ist im Rahmen dieser Besprechung nicht möglich, auf Einzelheiten der schönen Arbeit einzugehen, die man nicht nur dem Fachmann, sondern auch dem Fachlehrer der Geographie und Biologie, dem Heimatfreund und anderen Interessierten wärmstens empfehlen kann. Man möchte dem Heft weiteste Verbreitung wünschen. Dem Verfasser gebührt Anerkennung für seine fleißige und wichtige Arbeit, dem Altenburger Museum Dank, daß es diese Untersuchungen in seine „Naturwissenschaftlichen Forschungen“ aufgenommen hat. Druck, Papier und Ausführung der Tafeln sind von guter Qualität.

R. HOHL