

Geologische Zeitskala im Test: Die Schmiedefeld-Formation

Michael Kotulla

Stand: 18. 9. 2014



Studiengemeinschaft Wort und Wissen

www.wort-und-wissen.de/artikel/a16/a16.pdf

Geologische Zeitskala im Test: Die Schmiedefeld-Formation

von Michael Kotulla

Zusammenfassung: Die rasche und kontinuierliche Bildung der Sedimentgesteine der Schmiedefeld-Formation (Ordovizium, Thüringen) steht in starkem Widerspruch zu der ihr zugewiesenen Zeitdauer von 15-20 Millionen [radiometrischen]¹ Jahren. Die Schichtenfolge repräsentiert wahrscheinlich kaum mehr als einige Hundert reale Jahre, eventuell noch weniger.

Einführung

In der Geologie wird die Kruste der Erde als Geschichte betrachtet; demnach bildet sie die einzige Grundlage für die Rekonstruktion der geologischen Vergangenheit und für die Erstellung einer Universalzeitskala. Die zahllosen Abfolgen von Sedimentgesteinen und die in ihnen enthaltenen Fossilien werden seit über 200 Jahren sowohl in ihrer Aufeinanderfolge als auch in ihrer räumlichen Verbreitung beschrieben und dokumentiert. Diese Gesteinsüberlieferung ist – in hoch-abstrahierter Form – in einer standardisierten, globalen stratigraphischen Tabelle (Abb. 1) zusammengefasst; darüber hinaus gibt es auch regionale, länderspezifische Varianten.² Alle Elemente der Tabelle(n) sind durch Übereinkunft entstanden. Stratigraphische (Gliederungs-) Einheiten sind beispielsweise das „Ordovizium“ (System), das „Katium“ (Stufe) oder die „*pacificus*-Graptolithen³-Zone“ (Biozone) (Abb. 1). Die Biozonen-Gliederung beruht auf einer Abfolge von fossilen Organismen in einer Sedimentfolge, die sich regional, ggfs. auch global, korrelieren lässt; hierbei ist das jeweilige erstmalige Auftreten (die erstmalige fossile Überlieferung) maßgeblich.

Die stratigraphische Tabelle, ein relatives Bezugssystem mit relativer Altersfolge, erhält ihr numerisches (zahlenmäßiges) Zeitgerüst durch die Bestimmung und Zuweisung radiogener Isotopenalter an geologischen Objekten⁴ (z.B. Zirkon-Mineralien in vulkanischen Aschenlagen) bekannter stratigraphischer Stellung. Über die so im Weiteren durch verschiedene Interpolationsmethoden zeitlinear-geeichte und konstruierte Geologische Zeitskala kann für jede Gliede-

rungseinheit ein numerisches Isotopenalter für deren Beginn und Ende ermittelt werden. Beispielsweise wird aktuell (GTS2012⁵, GRADSTEIN et al. 2012) der Beginn des Ordoviziums mit $485,4 \pm 1,9$ Millionen [radiometrische] Jahre, die Dauer des Katiums mit $7,8 \pm 1,3$ Millionen [radiometrische] Jahre und die Dauer der *pacificus*-Graptolithen-Zone mit etwa 1,8 Millionen [radiometrische] Jahre angegeben. Ohne es ausdrücklich zu erwähnen, werden die Isotopenalter der Geologischen Zeitskala ohne Einschränkung mit realem Alter gleichgesetzt.^{6,7}

Einmal geeicht, muss das Konzept der Geologischen Zeitskala weltweit und auch in jeder Wechselbeziehung zwischen konkretem Gestein, Fossilinhalt und Isotopendatierung anwendbar sein. Das heißt, mit Auffinden eines (nicht umgelagerten) Leitfossils (Biozonen-Fossil) kann auf das numerische Alter der stratigraphischen Einheit sowie der konkreten Gesteinsabfolge und ihrer Entstehungszeit geschlossen werden. Führt eine Schichteinheit den Leit-Graptolithen *Para-*

¹ Eckige Klammer: Einfügungen des Verfassers zur Klarstellung und Differenzierung.

² Aktuelle Tabellen: Deutschland: <http://www.stratigraphie.de/aktuelles/index.html>; unter Punkt 9.3 „Stratigraphische Tabelle von Deutschland Kompakt 2012 (STDK 2012)“ sowie weitere unter Punkte 9.3.1-9.3.2. International: <http://stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale>; Tabelle v2013/01 und ältere Versionen.

³ Graptolithen: „Schriftsteine“; (?) ausgestorbene, im Meer kolonienbildende Kleintiere mit einem chitinartigen „zackigen“ Außenskelett. Die fossilen Überreste erinnern an Schriftzeichen.

⁴ Für die GTS2012 (siehe Fußnote 5) wurden insgesamt etwas mehr als 260 Isotopendatierungen verwendet.

⁵ GTS = Geologic Time Scale (Geologische Zeitskala), jeweils mit Jahr (Stand).

⁶ In *A Geologic Time Scale 1989* (GTS1989) stellt die Autorengruppe um W. B. HARLAND die radiometrische Eichung der sog. chronostratischen Skala („stratigraphischen Tabelle“) als Kernstück ihrer Arbeit heraus (S. 5). Hinsichtlich der Grundlagen zur Erklärung der zu Grunde liegenden Theorie verweisen sie in Kap. 4 auf andere Autoren (in Übersetzung): „Es ist hier nicht unser Ziel, die grundlegende Theorie und die technischen Details der verschiedenen Datierungstechniken zu wiederholen.“ In *The Geologic Time Scale 2012* werden Grundfragen zur Theorie und deren Validität ebenfalls nicht behandelt.

⁷ Siehe KOTULLA (2014) Gültigkeit und Grenzen geologischer Zeitbestimmung.

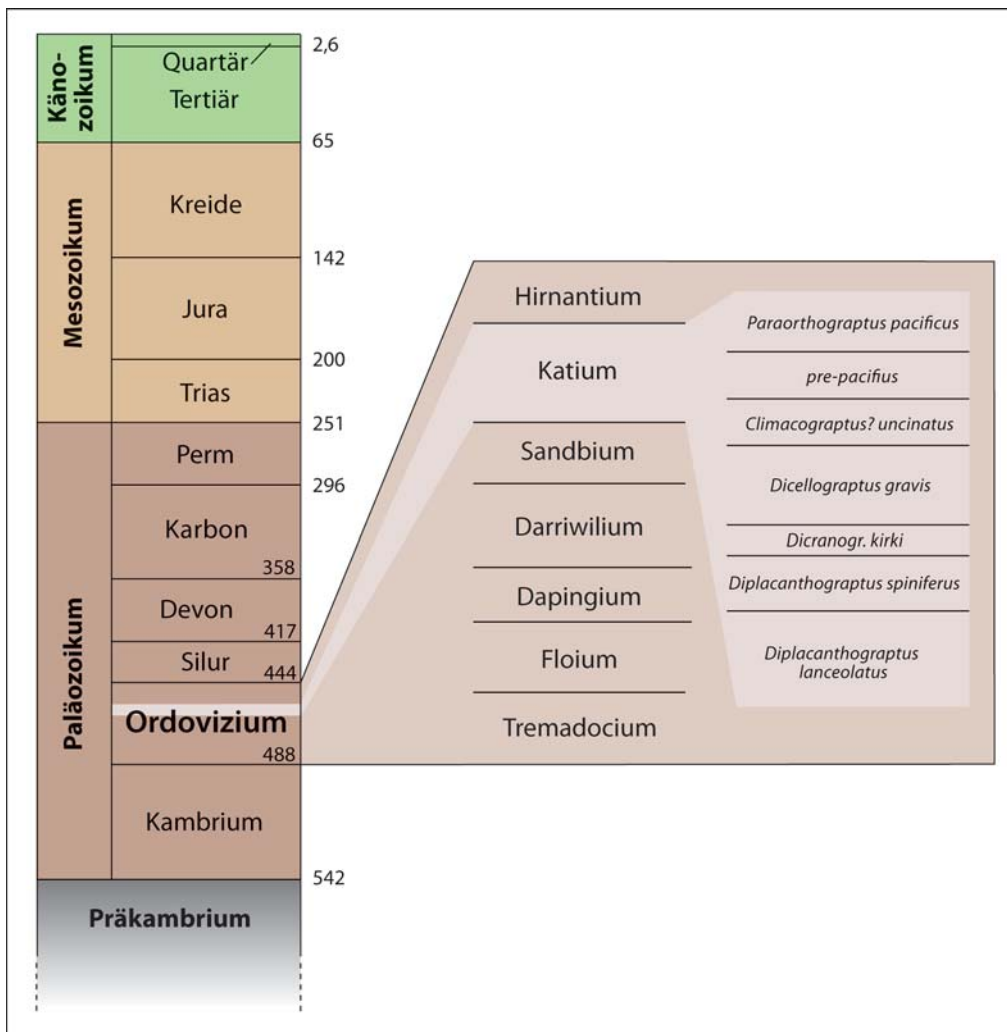


Abb. 1 Stratigraphische Tabelle (schematisch) mit ordovizischer Stufengliederung (Tremadocium bis Hirnantium) und Graptolithen-Zonierung (*lanceolatus*- bis *pacificus*-Zone) des Katiums. Die Katium-Stufe ist nach dem entwässerten Katy Lake (Oklahoma, USA) benannt. Die Zahlenwerte sind Altersangaben in Millionen [radiometrischen] Jahren (nach GTS2004, GRADSTEIN et al. 2004). Durch die radiometrische Eichung der Stratigraphischen Tabelle entsteht die Geologische Zeitskala. – Die Gliederung des Ordoviziums erfolgt regional nach unterschiedlichen Faunenschemata (australasische und britische Graptolithen-Zonierung, nordatlantische und nordamerikanische Conodonten-Zonierung), wobei die hier ausschnittsweise gezeigte australasische Graptolithen-Zonierung (GRADSTEIN et al. 2012) eine primäre Gliederung darstellt. Gemäß GTS2012 beträgt beispielsweise die Dauer des Katiums 7,8 und die Dauer der *pacificus*-Graptolithen-Zone 1,8 Millionen [radiometrische] Jahre.

orthograptus pacificus ergibt sich daraus eine Entstehungszeit der Schichteinheit entsprechend der Biozonen „dauer“ in der Spanne vor 447,0–445,2 Millionen [radiometrischen] Jahren (ohne Fehlergrenzen).

Die Schmiedefeld-Formation

In den deformierten Großfalteneinheiten des Thüringischen Schiefergebirges sind Gesteine aufgeschlossen, die die Spanne Proterozoikum (obere Einheit des Präkambriums) bis Karbon repräsentieren (vgl. Abb. 1). Eine ausgegliederte Sedimentgesteinsfolge ist die Schmiedefeld-Formation (Abb. 3), die durchgängig an der gesamten Südost-Flanke des Schwarzburger Sattels (Antiklinorium) vorhanden ist. Sie besteht aus einer 0,5-40 Meter mächtigen, in der Mächtigkeit also stark schwankenden Folge aus oolithischem⁸ Eisenerz, Quarzit und feinsandigem Tonschiefer.

Die Gesteine werden als im marinen Flachwasser gebildete Sedimente interpretiert (ELLENBERG 2000, STEPHAN 2008). Das Korngrößenmuster deutet auf Trübestrome bzw. Flachküsten-

Dynamik (Sande, verfestigt als Quarzit) hin. Die Entstehung der Eisenooide kann auf heftige Strömungen, die die Ooide aufwirbelten (und dabei Schale für Schale ansetzten), zurückgeführt werden. Insgesamt ist von einem hochdynamischen (hochenergetischen) Ablagerungsmilieu auszugehen. Demzufolge müssen die einzelnen Schichtglieder rasch abgelagert worden sein; langzeitliche Sedimentationsunterbrechungen können in der Abfolge nicht festgestellt werden.

Die biostratigraphische Einstufung der Schmiedefeld-Formation erfolgt nach der Nordatlantik-Conodonten⁹-Zonengliederung¹⁰ (vgl. Abb. 4, linker Teil, 4. Spalte Conodonten-Zonie-

⁸ Oolith: aus Ooiden zusammengesetztes Gestein; Ooid: kugelförmiger Körper aus Kalk, Eisenmineralen oder anderen Stoffen, bei dem sich um ein winziges Fremdtteilchen (Kern) konzentrische Schalen abgeschieden haben.

⁹ Conodonten bzw. Conodontentiere: Ausgestorbene, wenige Zentimeter lange, äußerlich aalförmige Meereslebewesen. I. d. R. sind nur die Apatit-Hartteile des Conodonten-Apparates überliefert (Kiefer- oder Stützelemente der Kopffregion, siehe Abb. 2).

¹⁰ Für das System des Ordoviziums werden drei Biozonen-Schemata verwendet. Die Graptolithen-Zonierung,

Abb. 2 Conodonten-Elemente von *Amorphognathus ordovicicus* (BRANSON & MEHL 1933). Baltische Region (nordatlantische) Region. Fotos: www.fossilid.info/4169 (Creative Commons), Referenz: MÄNNIK & VIIRA 2012.

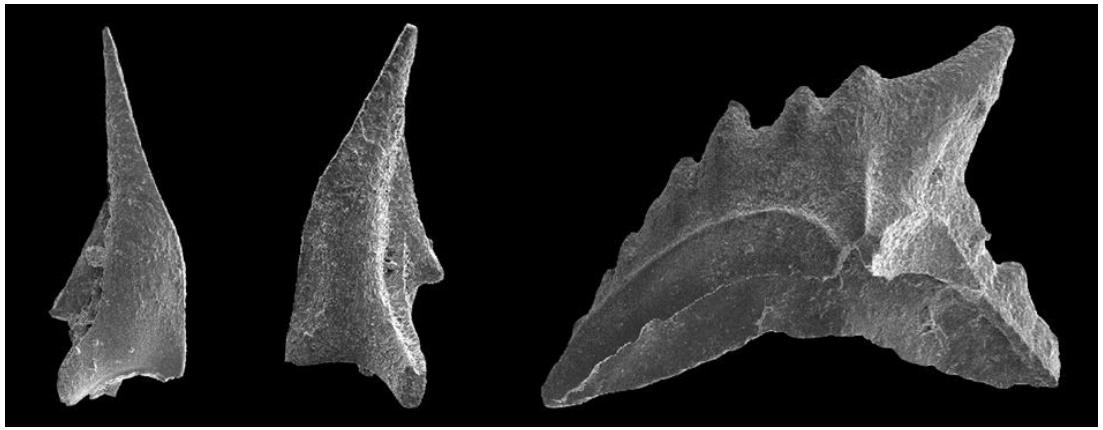
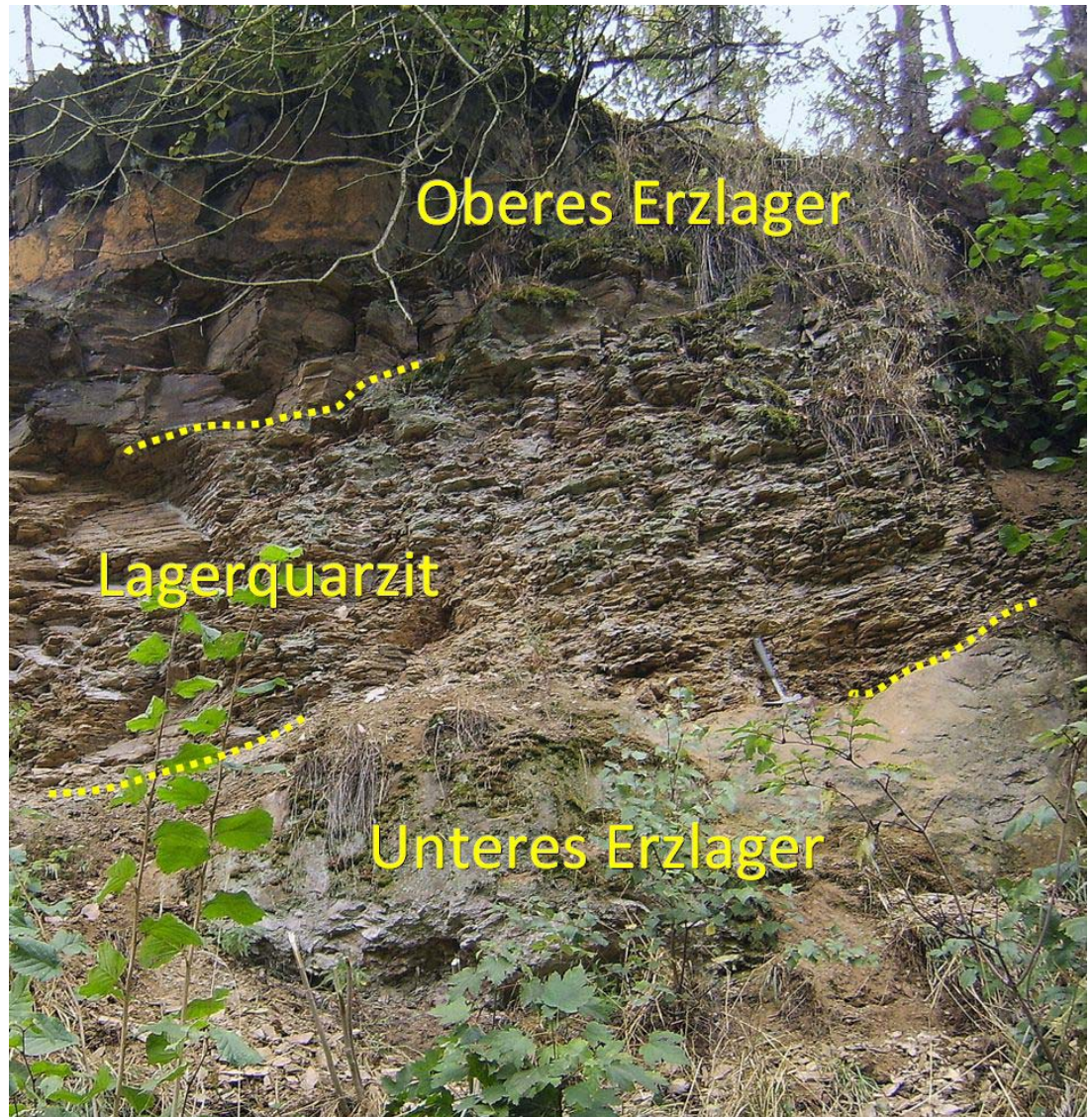


Abb. 3 Schmie-defeld-Formation (Ordovizium). Aufgeschlossen sind: Unteres Erzlager (unten), darüber (ab Hammerkopf) Lagerquarzit und am Top Oberes Erzlager (Felswand). Aufgelassener Eisenerzta-gebau bei Wittmannsgereuth (Thüringisches Schiefergebirge). Foto: Manfred STEPHAN (freundliche Zurverfügungstellung).



rung). Dabei nimmt die oben beispielhaft genannte *pacificus*-Graptolithen-Zone (Abb. 1) stratigraphisch etwa den mittleren Teil der Spanne der *ordovicicus*-Conodonten-Zone (Abb. 4) ein. Die markante untere Einheit der Schmie-defeld-Formation (Thüringen), das „Untere Erzlager“, führt den Conodonten *Amorphognathus* (*Eoplacognathus*) *variabilis*¹¹ (FUCHS 1990). Die obere fossilfüh-

getrennt nach einer australasischen und britischen Gliederung, die Conodonten-Zonierung, getrennt nach einer nordatlantischen und nordamerikanischen Gliederung, sowie eine Chitinozoen-Zonierung. Die weiteren Untergliederungen machen deutlich, dass es sich nicht um „idealisierte“ Leitfossilien, sondern Faziesfossilien handelt.

¹¹ Nunmehr: *Eoplacognathus variabilis* (COOPER & SADLER 2012, 492).

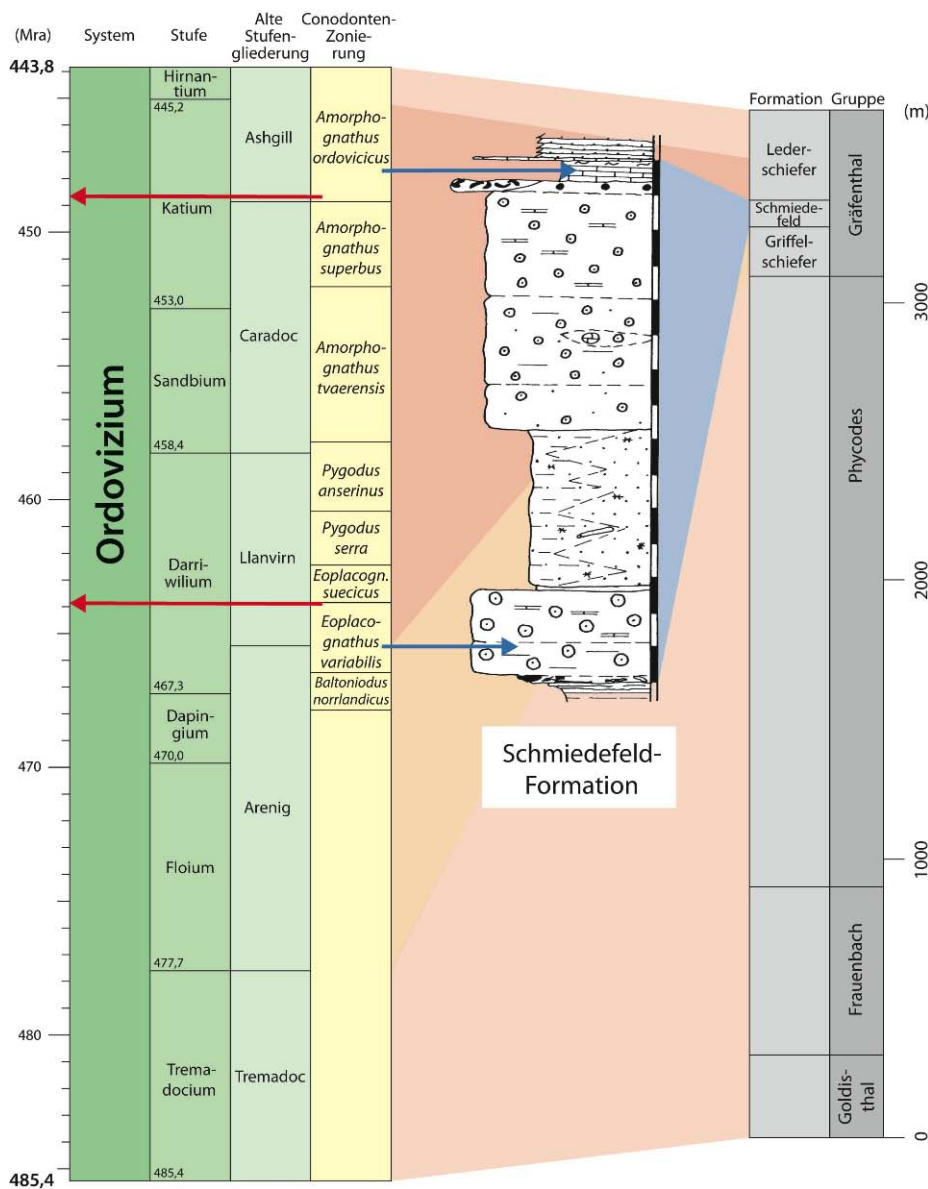


Abb. 4 Schmiedefeld-Formation (schematisches Profil Mitte) im Kontext der ordovizischen Zeitskala. Die kurze Bildungszeit der Schmiedefeld-Formation von maximal einigen Hundert Jahren (STEPHAN 2012) steht im starken Widerspruch zu der ihr zugewiesenen Zeitdauer von 15-20 Millionen [radiometrischen] Jahren. Blaue Pfeile: Nachweis von *variabilis*-Conodonten an der Basis (Untere Erzlager) und *ordovicicus*-Conodonten am Top (Kalkbank); dazwischen Lagerquarzit und Oberes Erzlager (s. Abb. 3). Rote Pfeile: Die biostratigraphische Spanne umfasst sieben Conodonten-Zonen und eine Minimum-Spanne von ca. 14,8 Millionen [radiometrischen] Jahren (mittlere Spanne ca. 18,7 Millionen [radiometrische] Jahre). – Linker Teil: nach GTS2012 (COOPER & SATTLER), Mra = Millionen [radiometrische] Jahre; rechter Teil: Ordovizium an der SE-Flanke des Schwarzburg-Sattels (Thüringen) nach LINNEMANN et al. (2003, Abb. 3-13), bemerkenswert die >3.000 m mächtige Folge des Tremadociums (Goldisthal- bis Phycodes-Gruppe); mittlerer Teil: schematisches Profil der geringmächtigen Schmiedefeld-Formation (Meter-Maßstab rechts) aus STEPHAN (2012, Abb. 7.1), nach ELLENBERG et al. (1988), verändert (lithostratigraphische Signatur: Strich (tonig-siltig, Tonstein/Schiefer), Punkt (sandig, Sandstein), Mauer (kalkig, Kalkstein), Kreispunkte (Eisenoide, unterschiedliche Größe), Röhre (Bioturbation), schwarze fette Punkte (Fossilien), oval gestrichelt (Siderit-Konkretion)). Leere Spaltenabschnitte: keine weitere Gliederung durch den Verfasser ausgewiesen.

rende Einheit, die „Kalkbank“, enthält *Amorphognathus ordovicicus* (FERRETTI & BARNES 1997, Abb. 2). Die dazwischenliegenden Einheiten „Lagerquarzit“ und „Oberes Erzlager“ sind extrem fossilarm; Conodonten sind bisher aus ihnen nicht gewonnen worden. Demnach nimmt die geringmächtige Schmiedefeld-Formation einen signifikanten Teil des gesamten Ordoviziums ein; das sind die mittel- bis spät-ordovizischen Stufen Darriwilium bis Katium (aktuelle Gliederung) bzw. Grenzbereich Arenig/Llanvirn bis unteres Ashgill („alte“ britische Gliederung) (vgl. Abb. 4, linker Teil).

Über die radiometrischen Referenz-Datierungen ermittelt STEPHAN (2008, 2012) eine zeitliche Dauer für die Bildung der Schmiedefeld-Formation von etwa 20 Millionen [radiometrischen] Jahren. Wird die nunmehr aktualisierte Geologische Zeitskala zu Grunde gelegt (COOPER & SADLER 2012, 491-492), beträgt die Minimum-Spanne

zwischen der *variabilis*-Conodonten-Zone (ca. 463,6) und der *ordovicicus*-Conodonten-Zone (ca. 448,8) ca. 14,8 (vgl. Abb. 4, roten Pfeile) und die mittlere Spanne ca. 18,7 Millionen [radiometrische] Jahre (jeweils ohne Fehlerangaben).

Der Widerspruch

Der Widerspruch zeigt sich, wenn – beiseite aller Abstraktion und Konstruktion – das konkrete Gestein und insbesondere seine Entstehungsbedingungen betrachtet werden. Die Bearbeiter und Kenner der Schmiedefeld-Formation äußern sich wie folgt:

- „Die Sedimentationsrate, bezogen auf die gesamte Zeit [etwa 20 Millionen Jahre, M.K.], ist extrem niedrig“; ein „problematisches Minimum“ (LÜTZNER et al. 1986, 88f.).
- „Für die Schmiedefelder Folge gibt es bisher

keine Übereinstimmung zwischen der paläontologischen Einstufung (...) und sedimentgenetischen Ergebnissen, die eine lückenlose Sedimentation (...) vermuten lassen“ (LÜTZNER et al. 1986, 89).

- „Nach biostratigraphischem Befund (...) umfasst die Schmiedfelder Folge den etwa 30 Mio. Jahre dauernden Zeitraum Llanvirn bis unteres Ashgill (J. KNÜPFER 1967, A. FUCHS 1990). Unter Berücksichtigung der sehr geringen Sedimentmächtigkeit plädieren beide Autoren deshalb für eine Schichtlücke, die den Hauptteil der Zeit ausfüllen soll. Der lithologische Befund spricht allerdings gegen eine derartige Annahme und favorisiert eine durchgehende, aber extrem kondensierte¹² Sedimentation (J. ELLENBERG et al. 1992) (...)“ (SEIDEL 1995, 98-99).

- Die Geländebefunde belegen den „Widerspruch zwischen einer schnellen Sedimentation (hohe Sedimentationsrate), einer geringen Gesamtmächtigkeit und einer langen Bildungszeit“ (ELLENBERG 2000, 80).

STEPHAN (2012, 11) bringt es auf den Punkt: „Die Formation wurde nach Ausweis der Sedimentmerkmale (1) rasch abgelagert, es fehlen aber (2) langzeitliche Schichtlücken (also Hiaten), obgleich (3) die Formation nur zwischen 0,5 und maximal 40 Metern mächtig ist; ihre Entstehung soll (4) dennoch – paradoxerweise – einen Langzeitrahmen von 20 Ma¹³ umfassen.“

Seine Diskussion aller Versuche, die 20 Millionen Jahre (Bildungs-) Zeit konventionell zu erklären, u.a. mögliche Langzeitunterbrechungen¹⁴, mögliche Langzeitbildungen (Phosphorit), langzeitliche Meeresspiegelschwankungen, macht den Widerspruch nur noch deutlicher. Sie mündet in paradoxe Situationen wie extreme Mangelsedimentation trotz eines großen Liefergebietes oder einen tektonischen quasi-Stillstand über 20 Millionen Jahre.

Folglich, da es sich um eine rasche und kontinuierliche Sedimentation handelt, gibt es für STEPHAN nur eine plausible Lösung des Wider-

spruchs. Die Formation ist in kurzer Zeit entstanden, in höchstens einigen Jahrhunderten. Für dieses Verständnis allerdings muss die konventionelle Tiefenzeitinterpretation (= geologische Zeit) aufgegeben werden. Er schreibt (2012, 130): „Dagegen vertritt die vorliegende Studie die Auffassung, dass ohne diese paradigmatische Zugrundelegung die Aporien¹⁵ wegfallen und die Entstehung der Formation in einem Bildungszeitraum, der die Größenordnung von Jahrhunderten nicht überschreiten dürfte, wesentlich besser verstanden werden kann. Das sind 5 Zehnerpotenzen weniger als die vielen Millionen Jahre, die in der Formation (unerkennbar) repräsentiert sein sollen.“

Schlussfolgerung

Die Rückübertragung dieses Ergebnisses auf die Geologische Zeitskala führt für diesen stratigraphischen Bereich nicht zu einer Bestätigung (Verifizierung) ihrer „zeitlichen“ Eichung, sondern zu einer extremen Diskrepanz, einer drastischen „Zeit“verwerfung: Möglicherweise wenige Hundert Jahre (nach dem Gesteinsinhalt) versus 15-20 Millionen [radiometrische] Jahre. Es muss angezweifelt werden, dass die radiometrischen Alter reale Alter repräsentieren; vielmehr, es ist nicht bekannt, in welchem Verhältnis radiometrische Alter zu realem Alter stehen. – Die Schmiedfeld-Formation ist kein Einzelfall, keine Anomalie. STEPHAN (2012, 131 ff.) führt weitere Beispiele an.

Literatur

- COOPER RA & SADLER PM (2012) The Ordovician Period. In: GRADSTEIN FM, OGG JG & SCHMITZ MD & OGG GM (Ed.) The Geologic Time Scale 2012. Cambridge, Volume 1/2, 489-523.
- DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.; Redaktion: K. HOTH, H.-J. BERGER & G. MUND) (1997): Stratigraphie von Deutschland II - Ordovizium, Kambrium, Vendium, Riphäikum - Teil I - Thüringen, Sachsen, Ostbayern. Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 200, Frankfurt a.M.
- ELLENBERG J (1992) The Ordovician Hauptquarzit – a Fan Delta Deposits? – 13th IAS Regional Meeting of Sedimentology, Friedrich-Schiller-Universität Uni-versität Jena, Institut für Geowissenschaften, 32.
- ELLENBERG J (2000) Die Bildung oolithischer Eisenerze im thüringischen Ordovizium. Geowissenschaftliche Mitteilungen von Thüringen, *Beih.* 9, 57-82, Weimar.
- ELLENBERG J, BARTZSCH K & SCHIRRMESTER G (1998) Höheres Ordovizium an der SE-Flanke des Schwarzburger Antiklinoriums. Sedimentologie des marinen Paläozoikums. Exkursionsführer. Gesellschaft für geologische Wissen-

¹² Kondensiert: dicht zusammengedrängt; meint im Kontext der geologischen Langzeitskala eine (sehr) starke Verlangsamung der Ablagerungsgeschwindigkeit. Dabei können einige Biozonen in einer geringmächtigen Abfolge konzentriert sein.

¹³ Ma = Mega Annum, 1 Million Jahre.

¹⁴ Z. B. DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (1997, 25), Begründung ist die geringe Mächtigkeit (!): „Für die Folge müssen bei einer maximalen Mächtigkeit von ca. 50 m eine kondensierte Sedimentation bzw. größere Sedimentationsunterbrechungen angenommen werden.“

¹⁵ Ausweglosigkeit, bezogen auf die Widersprüche.

- schaften der DDR (GGW), 16-28.
- FERRETTI A & BARNES CR (1997) Upper Ordovician Conodonts from the Kalkbank limestone of Thuringia, Germany. *Palaeontology* 40, 15-42.
- FUCHS A (1990) Bemerkungen zu Stratigraphie und Charakter der ordovizischen Conodontenfauna Thüringens. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte*, 1990(5), 193-214.
- GRADSTEIN FM, OGG JG & SCHMITZ MD (Eds.) (2004) *A Geologic Time Scale 2004*. Cambridge.
- GRADSTEIN FM, OGG JG & SCHMITZ MD & OGG GM (Ed.) (2012) *The Geologic Time Scale 2012*. Cambridge, Volume 1/2.
- HARLAND WB, ARMSTRONG RL, COX AV, CRAIG LE, SMITH AG & SMITH DG (1989) *A geologic time scale 1989*. Cambridge.
- KNÜPFER J (1967) Zur Fauna und Biostratigraphie des Ordoviziums (Gräfenenthaler Schichten) in Thüringen. *Freiberger Forschungshefte C* 220, 1-79.
- KOTULLA M (2014) Gültigkeit und Grenzen geologischer Zeitbestimmung. *Online-Loseblatt-sammlung*, Stand: 1. Ergänzungslieferung 03/2014, <http://www.wort-und-wissen.de/loseblattsammlung.html>
- LINNEMANN U, ELICKI O & GAITSCH B (2003) Die Stratigraphie des Saxothuringikums. *Geologica Saxonica* 48/49, 29-70.
- LÜTZNER H, ELLENBERG J & FALK F (1986) Entwicklung der Sedimentationsrate und der Ablagerungsprozesse im Altpaläozoikum Thüringens. *Zeitschrift für geologische Wissenschaften* 14(1), 83-93.
- MÄNNIK P & VIIRA V (2012) Ordovician conodont diversity in the northern Baltic. *Estonian Journal of Earth Sciences* 61, 1-14.
- SEIDEL G (Hrsg.) (1995) *Die Geologie von Thüringen*. Stuttgart.
- STEPHAN M (2008) Rätselhaft: Das Fehlen von 20 Millionen Jahren. Die ausweglosen Widersprüche der Schmiedefeld-Formation (Ordovizium; Thüringen). *Studium Integrale Journal* 15, 59-68.
- STEPHAN M (2012) 20 Millionen Jahre geologischer Dauerstillstand? *Holzgerlingen*, 1-265.