

Stratigraphie und Fossilführung des Oberen Muschelkalks bei Eisenach und Jena

SIEGFRIED REIN, Erfurt

Zusammenfassung

Im Oberen Muschelkalk sind die Leitbänke mit *Tetractinella trigonella* und *Punctospirella fragilis* ebenso wie die vertikalen Übergangsbereiche der Ceratiten-Biozonen isochrone Bildungen. Als Chronohorizonte gliedern sie den Thüringer Oberen Muschelkalk in 12 isochrone Abschnitte. Bei konsequenter Berücksichtigung dieser Zeitfaktoren wird eine reale Korrelation verschiedener biostratigraphischer Profilabschnitte möglich. Unter diesem Aspekt werden die beim Bau der Bundesautobahn 4 in den Jahren 2008/09 im Oberen Muschelkalk bei Eisenach und Jena entstandenen feinstratigraphischen Profile mit Referenzprofilen korreliert.

Die wichtigsten Ergebnisse sind:

Paläogeographisch und paläotektonisch gehört Bucha zum südwestlichen Sedimentationsraum des Referenzprofils Behringen. Bereits die Trochitenkalk-Fazies unterscheidet sich grundsätzlich von der des Jenaer Raumes.

Die Profile Stregda, Bischofroda, Wenigenlupnitz, Kindel und Ettenhausen gehören paläogeographisch und paläotektonisch zum Sedimentationsraum der „Eichsfeldschwelle“. Paläotektonisch begründet ist das unmittelbar benachbarte Profil Wutha Teil eines eigenen Sedimentationsraumes.

Tektonisch bedingte Mächtigkeits-Unterschiede der Biozonen werden am Immigrations-Horizont des Brachiopoden *Punctospirella fragilis* durchgehend von Bucha bis Stregda syngedimentär ausgeglichen.

Im Zeitraum von der *Spiriferina*-Bank bis zur Gänheim-Bank senkt sich der Sedimentationsraum der Eichsfeldschwelle gegenüber den Referenzprofilen Troistedt und Behringen um 3 und 4 Meter. Dagegen kommt es vom Hangenden der *cycloides*-Bank bis an die Zinkblende-Bank zu einer Bewegungsumkehr. Die Unterschiede von Behringen zu Wutha betragen nun 2 Meter und von Behringen zu Stregda/Bischofroda 1 Meter.

Abstract

Stratigraphy and fossil content of the Upper Muschelkalk in the Eisenach and Jena area

In the Upper Muschelkalk the characteristic beds („Leitbänke“) containing *Tetractinella trigonella* and *Punctospirella fragilis* as well as the vertical transition areas of the Ceratites biozones represent isochronous formations. These beds divide the Thuringian Upper Muschelkalk into 12 isochronous horizons.

Taking these time factors into a thorough going account, a realistic correlation between various biostratigraphical profile sections becomes possible. Under consideration of this aspect the fine stratigraphical profiles that emerged in the Upper Muschelkalk during construction of the A4 highway in 2008/09 are correlated with reference profiles.

These are the most important results:

Under palaeogeographical and palaeotectonical aspects Bucha is part of the southwestern sedimentary area of the reference profile Behringen. The Trochitenkalk facies already is fundamentally different from the Jena area facies. The sections of Stregda, Bischofroda, Wenigenlupnitz, Kindel and Ettenhausen belong palaeogeographically and palaeotectonically to the sedimentary area of the Eichsfeldschwelle. Following from palaeotectonical considerations the immediately neighbouring profile Wutha is part of an own sedimentary area.

Thickness differences of the biozones determined by tectonics are syngedimentarily smoothed out continuously within the immigration horizon of the brachiopod *Punctospirella fragilis* from Bucha to Stregda.

The time interval between *Spiriferina*-bed and Gänheim-bed marks a sinking of the sedimentary area of the Eichsfeldschwelle by 3 respectively 4 metres with regard to the reference profiles of Troistedt und Behringen.

Opposed to this a sedimentary turning back occurs from the overlying *cycloides*-bed up to the zinckblended-bed. The differences from Behringen to Wutha amount to 2 metres and from Behringen to Stregda/Bischofroda to 1 metre.

Key words: Upper Muschelkalk, Ceratites-Biozones, Lithostratigraphy, Biostratigraphy, Chronohorizons, Synsedimentary Tectonics

Einleitung

Der Mangel an geeigneten Aufschlüssen im Oberen Muschelkalk verhinderte in der Vergangenheit eine Feingliederung in Thüringen. Zwar gab es auch in früherer Zeit zahlreiche Steinbrüche, diese wurden aber in der Regel nur im Trochitenkalk oder im sogenannten „Werksteinbereich“ unterhalb der *cycloides*-Bank angelegt. Da zumeist nur wenige Meter der Gesteinsabfolge erschlossen waren existierte keine detaillierte Vorstellung vom stratigraphischen Gesamtaufbau (MÜLLER 1950, WIEFEL & WIEFEL 1980).

Durch umfangreiche Straßenbauprojekte, Materialentnahmestellen und die Neuanlage von Schotterwerken sind in den vergangenen zwanzig Jahren eine Reihe hervorragender Aufschlüsse entstanden, die z. T. den gesamten Oberen Muschelkalk umfassten (Bischofroda, Behringen). So war es in Thüringen erstmals

möglich die wichtigen Leithorizonte *Tetractinella*- und *Spiriferina*-Bank gemeinsam mit der *cycloides*-Bank bis zur „Zinkblende-Bank“ in einem vollständigen Profil nachzuweisen (OCKERT & REIN 1999a). Zusätzlich lieferte das Schotterwerk Troistedt in Deutschland einmalig lückenlose Belege der Ceratiten aller Biozonen vom Top des Trochitenkalkes bis in das Hangende der *cycloides*-Bank. Damit wurden die Voraussetzungen für eine exakte biostratigraphische Gliederung des Oberen Muschelkalkes in Thüringen geschaffen (OCKERT & REIN 1999b).

Die in den Jahren 2008/2009 beim Bau der Bundesautobahn 4 aufgeschlossenen Bereiche im Oberen Muschelkalk bei Eisenach (Hörselbergumfahrung) und Jena (Leutrattunnel bei Bucha) lieferten weitere wichtige Details. Die damit verbesserte Profildichte in diesen Gebieten wird in mehreren Korrelationsprofilen dargestellt. Sie ermöglichen sowohl die Rekonstruktion paläogeographischer Zusammenhänge als auch paläotektonisch gedeutete Ableitungen aus differenzierten Mächtigkeitsentwicklungen.

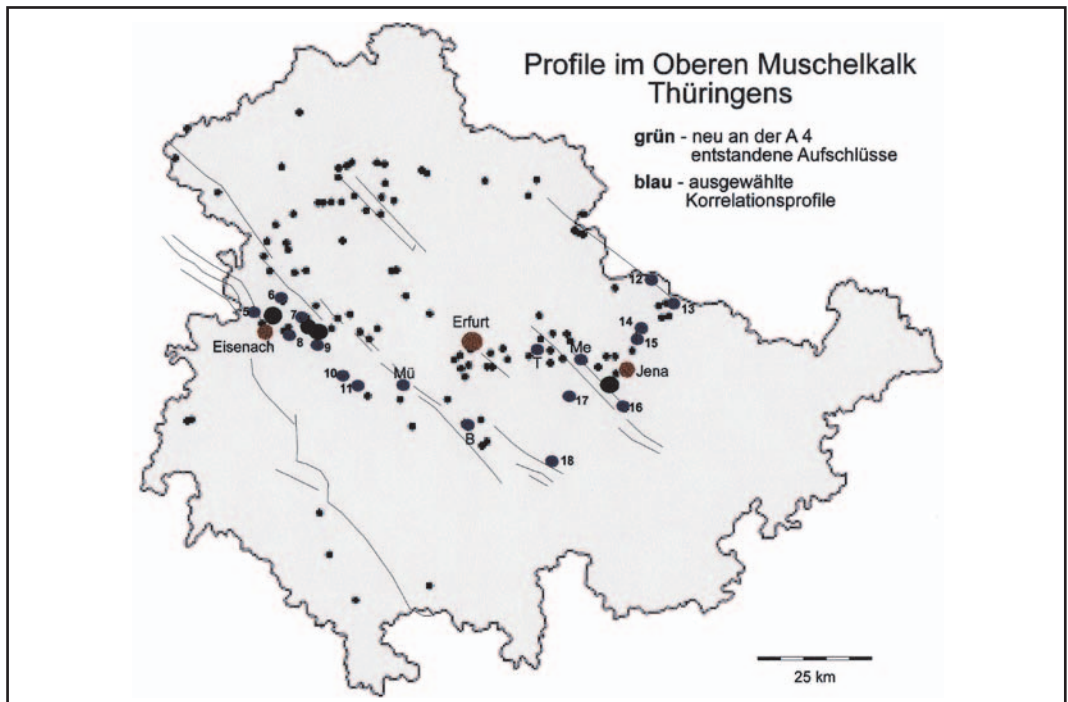


Abb. 1: Seit 1995 wurden von den Mitgliedern des Trias Verein Thüringen in Thüringen von mehr als 100 Aufschlüssen feinstratigraphische Profile im Oberen Muschelkalk aufgenommen. In den Jahren 2008/09 kamen beim BAB 4 Neubau im Raum Eisenach und Jena wichtige neue Profile hinzu. Die auf diese Weise erreichte relativ große Profildichte ermöglicht die Korrelation von Einzelprofilen in Profilsereien. Mit den auf die Karte projizierten Thüringer Störungsstrukturen werden einige paläogeographische und paläotektonische Vorgänge auch im Oberen Muschelkalk verständlich.

- Profil 1: **Stregda [R: 3591499 / H: 5653548] – 2008:** Brandt & Amling 28.03.; Brandt 24. 05.; Brandt & Rein 04.07./ 27.08./ 10.09.; Brandt & Ehrhardt 08.07.; Rein 10.09./ 9.12., Ehrhardt 12.11./ **2009:** Rein 15.03.
- Profil 2 **Wenigenlupnitz [R: 3600619 / H: 5652018] – 2008:** Brandt, Ehrhardt, 16.06.; Wagner 19.10.
- Profil 3 **Ettenhausen [R: 3603402 / H: 5650630] – 2008:** Brandt & Rein 5.06./ 4.07./12.08./27.08.
- Profil 4 **Bucha [R: 4466760 / H: 5638095] – 2008:** Brandt, Ehrhardt, Rein 27.07.; Rein&Weiland 11.08.; Brandt & Rein 13.08., Weiland 19.10./ **2009:** Weiland 2.09./ 6.09.
- Profil 5 **Tellberg/Krauthausen [R: 3588295 / H: 5654206] -** Ockert & Rein 12.04.**2000**; 18.03.**2001**
- Profil 6 **Bischofroda [R: 3594548 / H: 56573325] -** Ockert & Rein 26.07.**1996**; 12.04./ 15.06.**2000**
- Profil 7 **Kindel [R: 3600660 / H: 5652770] -** Rein 06.10. **2005**
- Profil 8 **Wutha [R: 3597235 / H: 5649090] -** Ockert & Rein 04.09.**1997**; 16.06. /15.10. /23.10. **2000**
- Profil 9 **Sättelstädt [R: 3603990 / H: 5646938] -** Naumann **1939** / Weber & Kubald **1951**
- Profil 10 **Waltershausen [R: 4398550 / H: 5640483] -** Müller **1950**
- Profil 11 **Ernstroda [R: 4402825 / H: 5637180] -** Döll, Ockert & Rein 03.12.**2001**
- Profil 12 **Bad Sulza [R: 4475025 / H: 5662095] -** Bartholomä, Ockert & Rein 02.09.**1997**/ Bartholomä, Kammerer, Ockert, Rein 11.08.**1999**
- Profil 13 **Schleuskau [R: 4480650 / H: 5656385] -** Ockert & Rein 04.12.**2001**
- Profil 14 **Nerkewitz [R: 4472260 / H: 5650710] -** Ockert & Rein 19.06./20.6.**2001**
- Profil 15 **Jena/Jägersberg [R: 4471690 / H: 5648230] -** Ockert & Rein 28.04.**2001**
- Profil 16 **Zwabitz [R: 4468550 / H: 5631785] -** Ockert & Rein 14.04.**2000**
- Profil 17 **Altdörfeld [R: 4455000 / H: 5634760] -** Rein 14.02.**2002**/ Ockert & Rein 09.03.**2002**
- Profil 18 **Zeigerheim [R: 4451025 / H: 5618860] -** Ockert & Rein 05.08.**2001**
- Profil Mü **Mühlberg [R: 4414225 / H: 5637700] -** Ernst & Rein 21.08.**1996**/ Ockert & Rein 16.05.**1999**/ Amling, Brandt 30.10.**2007**/Amling, Brandt, Ehrhardt, Rein 08.09.**2009**
- Profil B **Behringen [R: 4429975 / H: 5627830] -** Ockert & Rein 15.02./ 03.04./ 13.04./ 13.09.**1998**
- Profil T **Troistedt [R: 4447440 / H: 5645680] -** Bartholomä & Ockert 29.08.**1995**/ Ockert & Rein 02.09. **1997**/ 02.04.**1998**/ 19.10.**1999**/ 19.06./ 16.08.**2000**
- Profil Me **Mellingen [R: 4456400 / H: 5644445] -** Bartholomä, Ockert, Rein, Schuster 10.08.**1999**

Legende:

Lithologie

	Schillkalkstein (grain-,/pack-, /wackestone)		Ooide
	Kalkstein (floodstone)		knaurig/wulstig tonflasrig
	Kalkstein (mudstone)		Intraklasten
	Mergelkalk, Mergelstein		Hornsteine
	Ton-, Tonmergelstein		
	Kalkstein dolomitisch		

Fossilien

	<i>Tetractinella trigonella</i>		Ceratiten: do <i>dorsoplanus/alticella</i>
	<i>Punctospirella fragilis</i>		wy <i>weyeri/evalloisi</i>
	<i>Coenothyris vulgaris</i>		no <i>nodosus</i>
	<i>Coenothyris vulgaris "cycloides"</i>		pn <i>praenodose</i> Formen
	Trochiten		en <i>enodis</i>
	Gastropoden		po <i>posseckeri</i>
	Pflanzenreste		sp <i>spinosus</i>
	Stromatolithen		ev <i>evolutus</i>
			co <i>compressus</i>
			ro <i>robustus/philippii</i>
			pu <i>pulcher/sequens</i>
			fl <i>flexuosus</i>

Sonstiges

	Sigmoidalküftung, Querplattung
	Steinsalz-Kristallmarken
	G Glaukonit

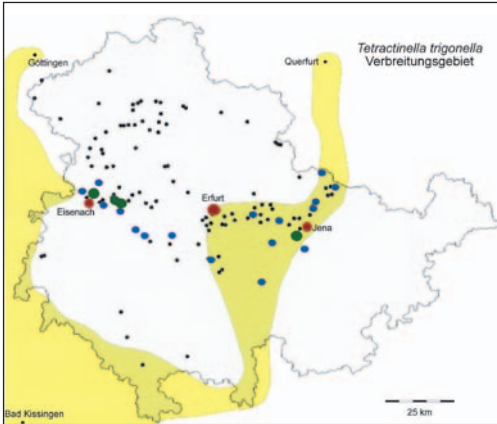


Abb. 2: Die Immigrationswege des Brachiopoden *Tetractinella trigonella* in das Muschelkalkmeer erfolgten zu einer Zeit, als in diesen Meeresteilen gemeinsame optimale Lebensbedingungen für *Encrinurus liliiformis* und *Coenothyris vulgaris* bestanden. Am kurzzeitig besiedelten Lebensraum wird sichtbar, warum im Westen Thüringens die Fundnachweise fehlen.

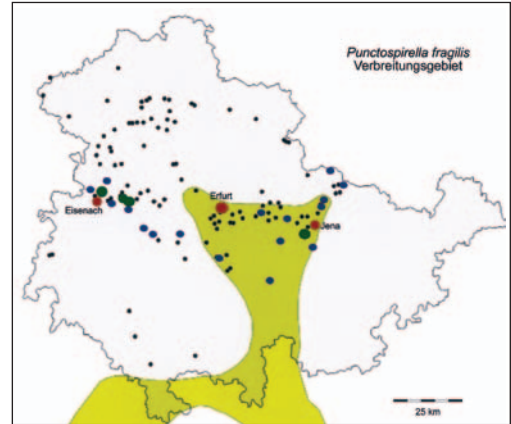


Abb. 3: Die Immigration des Brachiopoden *Punctospirella fragilis* in das Muschelkalkmeer erfolgte zu einer Zeit, als bereits im nordwestlichen Meeresteil keine Lebensbedingungen für *Encrinurus liliiformis* mehr bestanden. Die letzten Trochiten-Nachweise aus dem Profil Bischofroda stammen aus der *philippii/robustus*-Zone. Die zeitgleich immigrierte Muschel *Chlamys (Praechlamys) reticulata* besiedelte dagegen auch den nordhessischen Lebensraum bis zum Meißner und hielt sich bis in die untere *spinostus*-Zone. Beide Spezies zeigen mit ihrer unterschiedlichen ökologischen Potenz, wie kleinräumig Ökosysteme nebeneinander existierten und wechselten.

1. Lithologische und biostratigraphische Korrelation

Im Oberen Muschelkalk Thüringens ist eine rein lithologische Korrelation der Schichtenfolge auch bei geringer räumlicher Distanz der Profile nicht oder nur schwer möglich. Voraussetzung für die lithologische Korrelation der Profile ist ein konkreter Zeitbezug, denn Zeitgleichheit wird nicht automatisch mit gleicher Faziesausbildung belegt. Dies wird besonders am Beispiel des Trochitenkalks deutlich, dessen Obergrenze regional in unterschiedlichen biostratigraphischen Niveaus liegt. Zur Darstellung des Zeitbezugs werden die lithostratigraphischen Profil-Korrelationen in biostratigraphisch abgrenzbare Abschnitte unterteilt. Im Oberen Muschelkalk sind für diesen Zweck im Makrobereich lediglich zwei Organismengruppen geeignet.

Erstens sind es **Brachiopoden** die sehr spezielle ökologische Ansprüche an ihren Lebensraum stellen. Bei den sich ständig ändernden Bedingungen in einem Flachmeer ist deshalb ihre vertikale Beständigkeit gering. Diese spezifischen Anforderungen erfüllen die Brachiopoden-Arten *Tetractinella trigonella* und *Punctospirella fragilis*. Wegen ihrer geringen ökologischen Potenz einerseits und ihrer morphologischen Konstanz andererseits eignen sie sich ausgezeichnet als **punktueller**

Zeitmarker. Ihr jeweils nach ihrer Immigration in den neuen Lebensraum zeitlich eng begrenztes Auftreten in ökostratigraphischen Leitbänken (HAGDORN & SIMON 1993) ermöglicht den vergleichenden Einsatz dieser lithologischen Bildungen mit ihrer speziellen Fossilführung als **isochrone Leitbänke**. Allerdings erklärt sich aufgrund dieser enggefaßten spezifischen Ansprüche an die Ökologie des Lebensraumes auch ihr begrenztes Verbreitungsgebiet (Abb. 2/3).

Zweitens sind es die **Ceratiten**. Sie reagieren sehr variabel auf ständig ändernde ökologische Bedingungen mit morphologischer und physiologischer Anpassung und sind damit ideale Biozonen-Leitfossilien des Oberen Muschelkalks. Im Unterschied zur vorherigen Organismengruppe ist ihre vertikale Existenz größer. In Ceratiten-Biozonen dokumentieren Chronospezies den Zeitraum ihrer morphologischen Daseinsform in der evolutiven Entwicklungsreihe von der Immigration bis zu ihrem Aussterben (REIN 2007a/b).

Somit entsprechen Ceratiten-Biozonen **isochronen Einheiten** (Abb. 4). Der vertikal beim Morphologiewechsel der Chronospezies entstehende Übergangsbereich der Biozonen entspricht einem **Chronohorizont**.

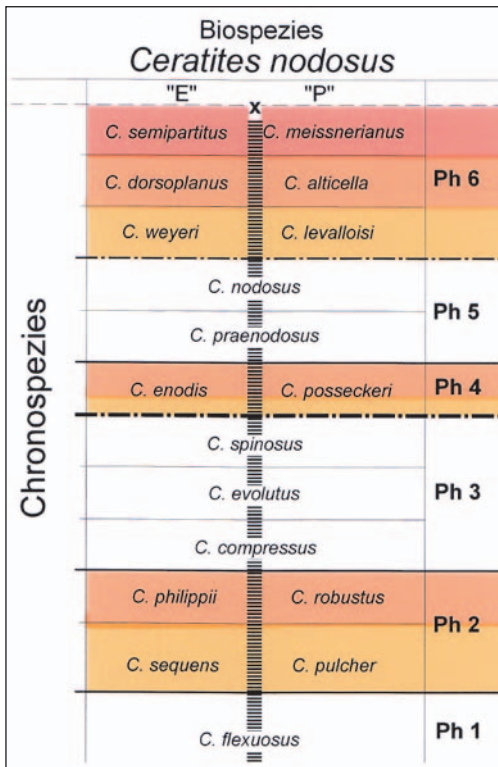


Abb. 4: Die Immigration einer heterogenen Gruppe flexuoser Ammonoideen in das Muschelkalkmeer (REIN 2007b) erfolgte nach dem Brachiopoden *Tetractinella trigonella*, also nach einem weiteren Wechsel der ökologischen Bedingungen. Anders als die Brachiopoden reagierten die Ceratiten auf die ständigen Wechsel der Lebensbedingungen mit morphologisch/physiologischer Anpassung (REIN 2001). Vom optimalen dritten Ontogeniestadium (Bildung lateraler Einfachrippen) in den Phasen 1/3/5 ausgehend, wird in Anpassung an grenzwertige Veränderungen der Lebensbedingungen in den Phasen 2/4/6 jeweils die Geschlechtsreife auf das erste bzw. zweite Ontogeniestadium (skulpturlos/dichotom) vorverlegt. In diesen Biozonen erscheinen dann jeweils zwei morphologisch gut zu unterscheidende Formen. Da die phylogenetische Entwicklung durchgängig ohne Aufspaltung und an den Biozonenübergängen (Chronohorizonte) fließend erfolgt, handelt es sich um die Phylogenese einer biologischen Art von der „Entstehung“ nach ihrer Immigration bis zu ihrem nachfahrenlosen Erlöschen. Die Individuen der Biozonen sind deshalb keine biologischen Arten sondern lediglich „Zeitformen“ der Biospezies *Ceratites nodosus* die der Biozone ihren Namen geben – also „Chronospezies“ (REIN 2007).

Die erste Fassung des feinstratigraphischen Referenzprofils Troistedt wurde von W. Ockert 1995 erstellt und danach mit dem Autor gemeinsam über 7 Jahre verfeinert und ergänzt. Wichtigster Punkt war 1998 endlich der mühevollen Nachweis des Brachiopoden *Tetractinella trigonella*, da weitere Möglichkeiten zur biostratigraphischen Korrelation im Trochitenkalk nicht ge-

ben sind. Ersatzweise kann ein in Thüringen etwa vier Meter unter der *Tetractinella*-Bank regelmäßig Hornstein führende Schillkalkhorizont eingesetzt werden. Der Bezug auf diese obere Hornstein-Lage ermöglicht gleichzeitig die stratigraphische Zuordnung des *Tetractinella*-Horizontes beim Fehlen des Leitfossils.

Der Brachiopode *Punctospirella fragilis* konnte allerdings in Troistedt nicht nachgewiesen werden. Mit dem letzten gemeinsamen Vorkommen von *Coenothyris vulgaris* mit Trochiten im Übergangsbereich der Chronospezies von *C. compressus* nach *C. evolutus* kann jedoch der Chronohorizont der *Spiriferina*-Bank exakt eingegrenzt werden. Von der *Tetractinella*-Bank bis zur *Spiriferina*-Bank treten drei markante Leithorizonte, die Döllstedt-, Marolterode- und Arnstadt-Bank auf. Im Bereich der jeweils ca. zwei Meter mächtigen Chronohorizonte erfolgt die allmähliche Skulpturmerkmalsänderung der Biozonen-Chronospezies (REIN 2001). Der darüber folgende Abschnitt bis zur Gänheim-Bank ist lithostratigraphisch nicht weiter zu untergliedern, denn die *evolutus*-Biozone geht fließend in die *spinosus*-Biozone über. Dagegen könnte die von der Gänheim-Bank bis zur *cycloides*-Bank reichende *enodis/posseckeri*-Biozone mit der dazwischen liegenden Schellroda-Bank biostratigraphisch durchaus berechtigt zweigeteilt werden. Die drei im Hangenden der *cycloides*-Bank folgenden Schillkalklagen Saurierkalk-Bank, Glaukonit-Bank und Zinkblende-Bank beschließen in Thüringen als Chronohorizonte die Ceratitenführung.

2. Der Obere Muschelkalk bei Eisenach und Jena

2.1 Der Trochitenkalk

2.1.1 Der Trochitenkalk bei Jena mit dem Profil Bucha

Insgesamt veranschaulicht die Korrelation ausgewählter Trochitenkalk-Profile bei Jena, dem Hauptverbreitungsgebiet von *Tetractinella trigonella*, enorme Fazieswechsel. Von NNW nach SSW wird eine kontinuierliche Reduzierung der Anteile kompakter Schillkalke mit Ooiden und der Zunahme mergeliger Kalke sichtbar.

Im Profil Bucha endet die kompakte Trochitenkalk-Fazies bereits an der Basis der *Tetractinella*-Bank. Sie entspricht damit der Ausbildung der SSW/WSW gelegenen Profile Altdörnfeld, Zeigerheim und Behringen.

Im Zwischenmittel der in Bucha zweigeteilten *Tetractinella*-Bank liegt eine 3 cm starke mudstone -Lage mit Querplattung. Bereits in „Tonplatten-Fazies“ (= dünne Kalksteinbänke und Tonmergelstein-Lagen) folgt im Hangenden noch eine Trochiten führende Schillkalkbank mit *Coenothyris* und Intraklasten. Im Liegenden der *Tetractinella*-Bank überwiegt mit 60% der Knauerkalk den Anteil der kompakten Schillkalk mit drei Glaukonit führenden Horizonten, Ooide fehlen.

Bereits das lediglich 6 km SSO entfernte Profil Zwabitz unterscheidet sich von Bucha durch seine durchgängig kompakte Trochitenkalkfazies allerdings noch ohne Ooide. Im Liegenden der *Tetractinella*-Bank überwiegt mit einem Anteil von 60 % der Schillkalk mit zwei Glaukonit führenden Horizonten den Knauerkalk.

Auch im 11 km von Bucha NNO liegenden Profil Jena/Jägerberg liegt die *Tetractinella*-Bank wie in Zwabitz in kompakter Trochitenkalkfazies. Auf den unteren Schillkalk entfallen hier nur noch 40% dafür bereits je 25 % Anteile auf Knauerkalk und Ooide. Markant ist der in 4,50 Meter unter *Tetractinella* liegende Hornstein führende Schillkalk-Horizont mit Stromatolithen. Lediglich 3 km vom Jägerberg-Profil entfernt beginnt im Profil Nerkewitz mit der 6 Meter mächtigen kompakten Oolithausbildung der abrupte Übergang zur Oolithfazies der Finne-Störung.

Die weiter nördlich liegenden Profile von Schleuskau und Bad Sulza erscheinen mit den bis 2 m ins Hangende der *Tetractinella*-Bank folgenden Trochiten und *Coenothyris* führenden kompakten Schillkalkbänken einerseits, sowie dem überwiegenden oolithischen Anteil im Liegenden die Nähe zur Finne-Störung. Gleiches trifft auf das Referenzprofil Troistedt zu, bei dem zusätzlich die zeitlich gemeinsame Entstehung von Biohermen mit dem Profil Schleuskau auffällt. Damit ist die fazielle Ausbildung des Trochitenkalk-Profiles Bucha sowohl für die nahe Jenaer Umgebung als auch für den nördlichen Raum zwischen Troistedt und Bad Sulza untypisch.

Dafür wird beim Fazies-Vergleich des Buchaer Profils mit den südlicher liegenden Profilen Altdörnfeld, Zeigerheim und Behringen eine völlig andere paläogeographische Situation sichtbar. Die Tonplatten-Sedimentation setzt jeweils bereits im Liegenden der *Tetractinella*-Bank ein. Dabei vermittelt die kompaktere Ausbildung mit der oolithischen Lage und den Intraklasten im Liegenden des Profils Altdörnfeld noch zum nahe liegenden Profil Troistedt.

Vom Raum Jena über Rudolstadt bis nach Behringen treten im oberen Hornsteinhorizont Stromatolithe auf. Die Abnahme der kompakten Schillkalkbänke im unteren Trochitenkalk, die prozentuale Zunahme des Knauerkalkes und der Tonplatten deuten auf größere Wassertiefen. Mit dem Trochitenkalkprofil von Bucha können somit vom südwestlichen Raum Jenas bis zum 38 km WSW liegenden Profil Behringen gemeinsame fazielle Entwicklungen belegt werden.

Besondere Fossilfunde: Nachweis *Tetractinella trigonella* in zweigeteilter Bank (Abb. 5)

2.1.2 Der Trochitenkalk bei Eisenach

Die fazielle Ausbildung des Trochitenkalkes im Raum Eisenach unterscheidet sich grundsätzlich von der bei Jena. Da der Nachweis von *Tetractinella trigonella* im Westen Thüringens fehlt (Abb. 2), erfolgt der wichtige Bezug auf den Chronohorizont der *Tetractinella*-Bank indirekt. Dazu gehören die gemeinsame Fossilführung (Trochiten und *Coenothyris*), der Abstand zur oberen Hornsteinlage und die vertikale Reichweite der *flexuosus*-Biozone mit den unmittelbar im Hangenden in der Tonplattenfazies immigrierten heterogenen Morphen der Chronospezies *Ceratites flexuosus* (Rein 2007a).

Sowohl die zur Korrelation ausgewählten Profile der südlichen Eichsfeldschwelle, die der unmittelbar SO folgenden Profilpunkte als auch die der Referenzprofile zeigen zum Teil eine gegensätzliche fazielle Entwicklung. Während im Vergleich der Faziesfolge der Trochitenkalk-Profile von Stregda und Krauthausen Gemeinsamkeiten überwiegen, sind die Unterschiede sowohl zu Bischofroda und Wutha ebenso wie zwischen Bischofroda und Wutha erheblich, wobei Wutha von allen Trochitenkalk-Profilen der südlichen Eichsfeldschwelle die größten faziellen Abweichungen aufweist.

Unterhalb des *Tetractinella*-Horizontes dominiert im Profil Wutha eine kompakte Folge aus Knauerkalk, Schillkalk und Ooiden. Im selben Niveau überwiegen in den Profilen Krauthausen, Stregda und Bischofroda Mergelkalk ohne Ooide. Die Trochitenführung setzt in allen Profilen 1,5 m im Liegenden des *Tetractinella*-Horizontes ein. Der Hangende Abschnitt erstreckt sich 3,10 bis 4,50 Meter über das *Tetractinella*-Niveau und damit drei Meter über den Trochitenkalk-Top des Profils in Behringen.

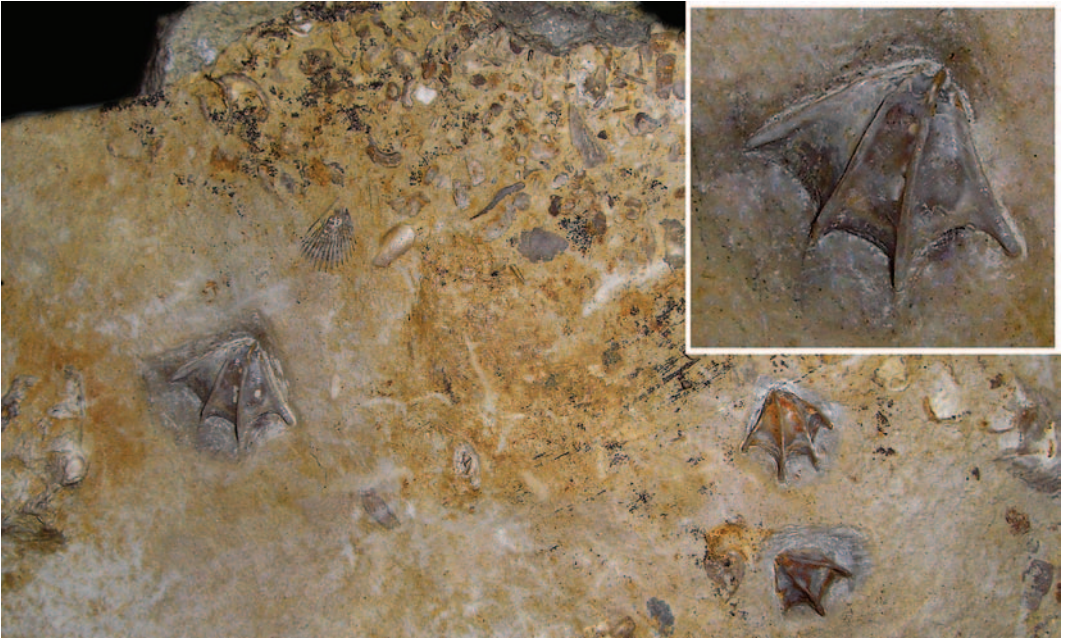


Abb. 5: *Tetractinella trigonella* auf der *Tetractinella*-Bank des Profils Bucha. Slg. und Präparation S. Brandt

Beim Vergleich des Wuthaer Profils mit dem lediglich 7 km entfernt liegenden Profil von Sättelstädt und den benachbarten Waltershausen und Ernstroda wird ein weiterer Unterschied sichtbar. Auch bei diesen Profilen ist die fazielle Ausbildung des unteren Trochitenkalkes ähnlich kompakt wie in Wutha. Die Trochitenführung setzt bereits einen Meter früher ein. Der im Hangenden des *Tetractinella*-Horizontes erfolgte abrupte Fazieswechsel ist jedoch in Thüringen ohne Beispiel. Während im Profil Wutha fast vier Meter kompakte Schillkalken entstehen, beginnt konträr dazu in den Profilen von Sättelstädt bis Ernstroda unvermittelt eine Tonplatten-Sedimentation ohne die Bildung von Schillkalkbänken. Ein derartiger Faziesprung kann nur mit einer plötzlichen Reliefänderung im Sedimentationsraum am Top der *Tetractinella*-Bank erklärt werden. Im Anschluß an diesen Fazieswechsel erfolgte die Immigration der ersten flexuosen Ceratiten. Die Bestätigung für die mit dem entstandenen Weichboden geschaffenen Lebensbedingungen kann mit dem ältesten Fundbeleg im Profil Waltershausen 70 cm über dem *Tetractinella*-Horizont durch MÜLLER (1950) dokumentiert werden.

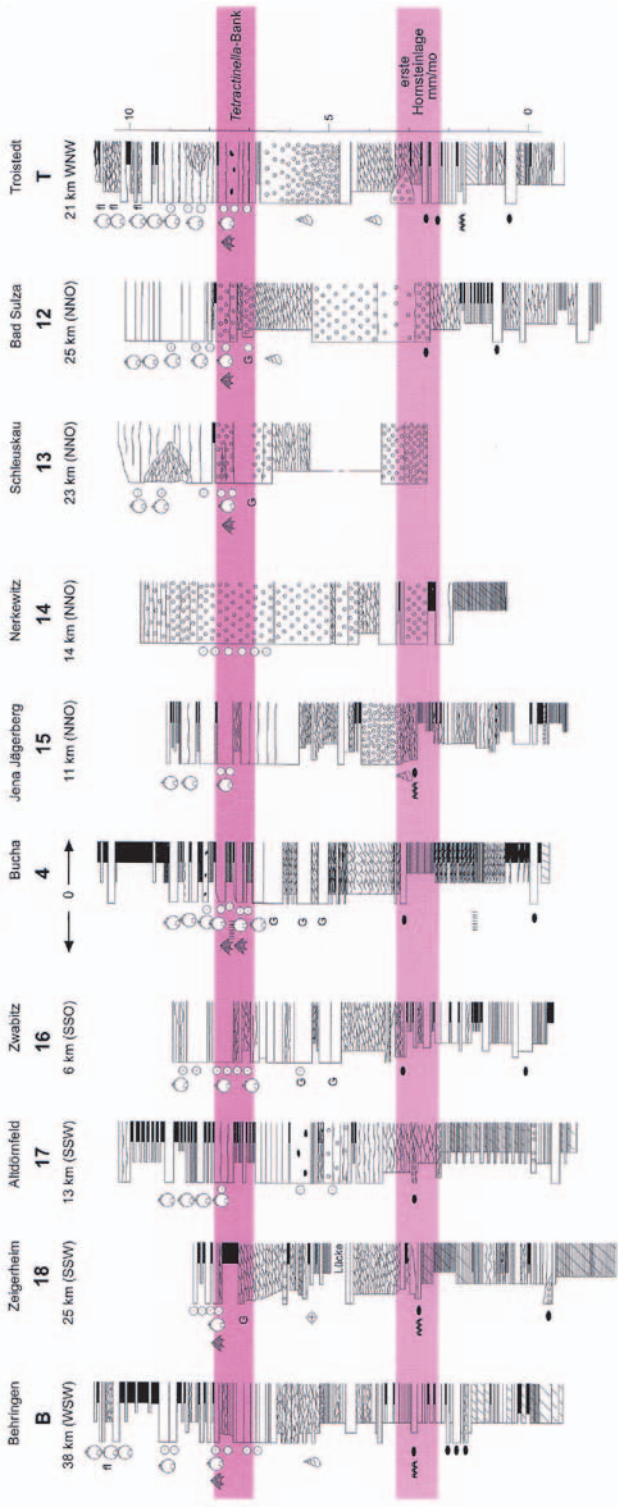
Bereits die wenigen ausgewählten Vergleiche mit den Trochitenkalk-Profilen der Eichsfeldschwelle, des Gebietes Sättelstädt – Ernstroda, Behringen, Troistedt bzw. Jena zeigen wie grundverschieden der fazielle Übergang im Zeitabschnitt des *Tetractinella*-Horizontes zu den Tonplattenschichten der unteren *flexuosus*-Zone verläuft.

Besondere Fossilfunde in Stregda: Krone mit Stiel von *Encrinus liliiformis* auf der Dachfläche einer 10 cm mächtigen Schillkalkbank als Nachweis für autochthone Einbettung. Fundlage 1,9 Meter über *Tetractinella*-Bank.

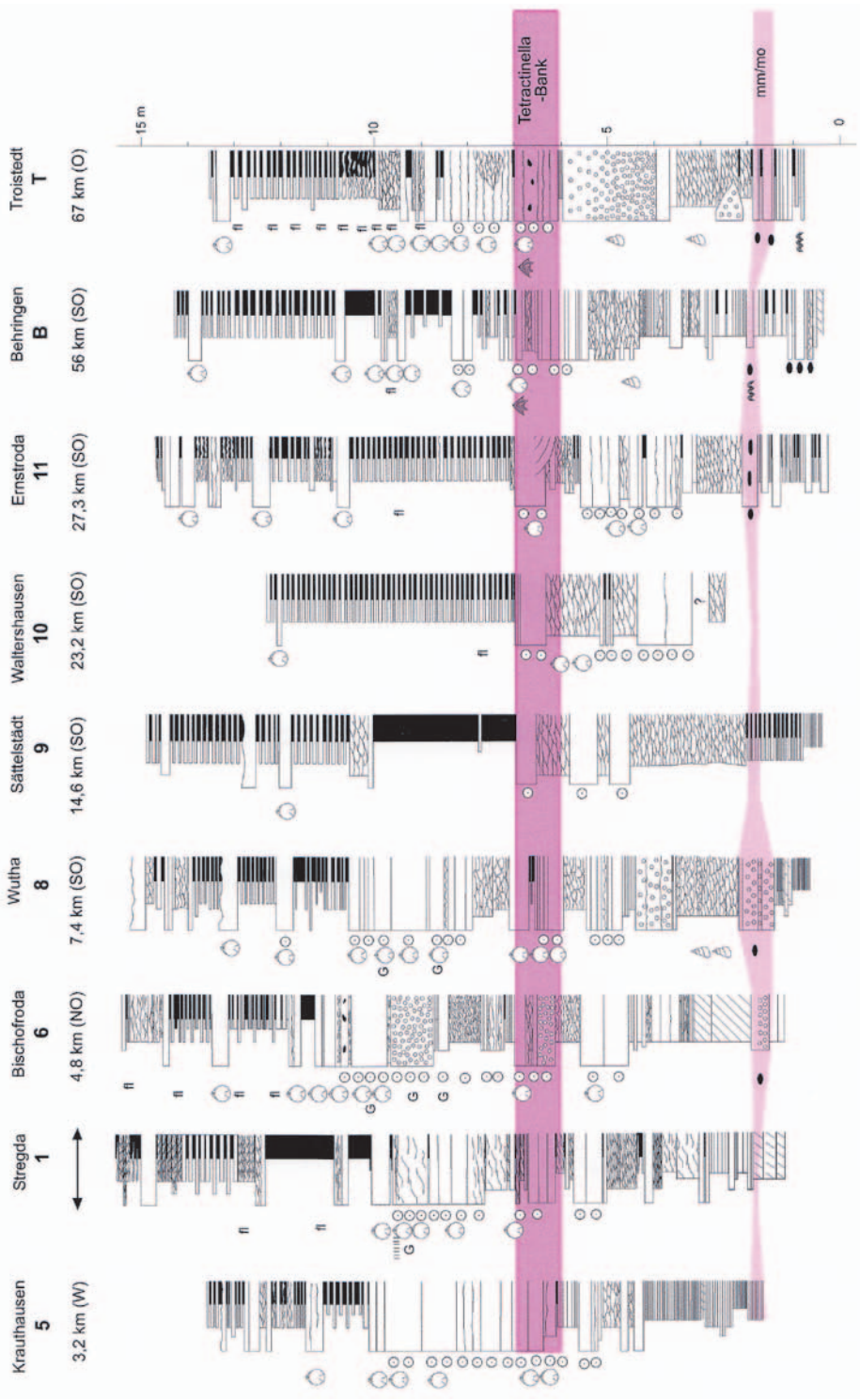
2.2 Der Profilabschnitt von der *Tetractinella*-Bank bis zur *Spiriferina*-Bank

Der Abschnitt von der *Tetractinella*-Bank bis zur *Spiriferina*-Bank ist durch drei lithologisch markante Schillkalklagen der Döllstedt-, Marolterode- und Arnstadt-Bank gekennzeichnet. In den jeweils ca. zwei Meter mächtigen Chronohorizonten erfolgt die allmähliche Skulpturmerkmalsänderung der Biozonen-Chronospezies.

Korrelation Trochitenkalk bei Jena



Korrelation Trochitenkalk bei Eisenach



2.2.1 Die Korrelation des Profils Bucha mit ausgewählten Referenzprofilen

Die Korrelation belegt faziell-paläogeographische Gemeinsamkeiten der Profile von Bucha mit Behringen sowie Unterschiede zu Mellingen und Troistedt.

Mit Ausnahme geringfügiger Abweichungen vom Top der *Tetractinella*-Bank bis vier Meter der *flexuosus*-Zone entspricht die gesamte fazielle Abfolge der Biozonen-Mächtigkeiten von Bucha bis zur *Spiriferina*-Bank mit jeweils 23,70 Metern dem Referenzprofil des 38 km WSW entfernt liegenden Behringen.

Beim Vergleich mit dem 21 km WNW liegenden Profil Troistedt beträgt die Differenz bei einer Profilhöhe von 23,50 Meter lediglich 20 cm. Deutliche Unterschiede werden jedoch bei den Mächtigkeiten der *flexuosus*-Zone und der *compressus*-Zone sichtbar. Diese entstehen durch den Versatz der markante Schillkalklagen offenbar tektonisch bedingt durch Absenken am Top der *Tetractinella*-Bank. Bemerkenswert ist das gegenüber Troistedt identische Verhalten des zu Bucha benachbarten Profils Mellingen. Die unterschiedlichen Mächtigkeiten der Biozonen einerseits und die ausgeglichene identische Gesamtmächtigkeit andererseits stützen die Annahme eines synsedimentären Ausgleichs tektonisch verursachter Reliefänderungen. Sie zeigen aber auch die räumlich/paläogeographischen Gemeinsamkeiten von Bucha mit Behringen sowie von Troistedt mit Mellingen.

Besondere Fossilfunde: *Ceratites flexuosus* aus 12 Horizonten und einem „Massenlager“ aus dem Bereich der Querplattung, *Dollopterus* 3,2 Meter und *Colobodus* 8 Meter über der *Tetractinella*-Bank, *Pseudopemphix* 3 Meter über *Tetractinella*-Bank, ein 11,5 Meter über *Tetractinella* liegendes Bonebed-Lager aus der *sequens/pulcher*-Zone mit Zähnen von: *Hybodus*, *Acrodus*, *Paleobates*, *Saurichthys*, *Colobodus*, *Nothosaurus*, *Placodus*, *Nautilus*kiefen *Rhyncholithes*, *Flossenstacheln* sowie Wirbel/Knochenbruchstücke von ?*Nothosaurus*.

2.2.2 Die Korrelation der Eisenacher Profile mit ausgewählten Referenzprofilen

Im Unterschied zum Profil Bucha fehlen im Eisenacher Raum die Nachweise für *Tetractinella trigonella* und *Punctospirella fragilis* (vgl. Abb. 2/3). Damit werden



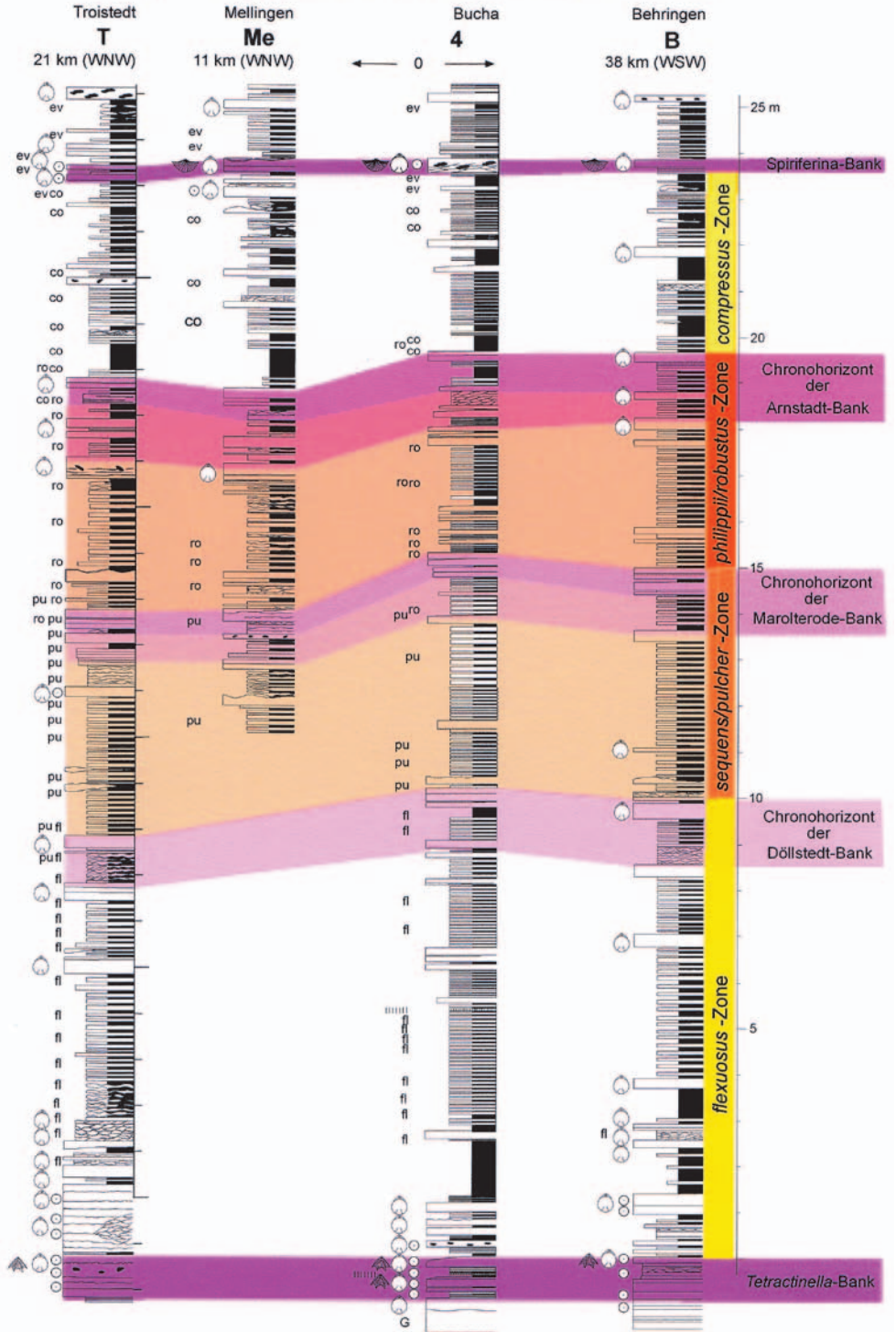
Abb. 6: *Ceratites flexuosus*, Oberer Muschelkalk, untere *flexuosus*-Zone Bucha. Slg. und Präparation S. Brandt.

Das Belegstück besitzt alle markanten Skulptur- und Gehäuseparameter-Merkmale dieser Chronospezies. Auffallend an der Wohnkammerskulptur ist, daß sie nicht nur nodos berippt erscheint, sondern darüber hinaus lateral doppelt so viele Falten wie marginale Knötchen ausgebildet sind (REIN 2007a).

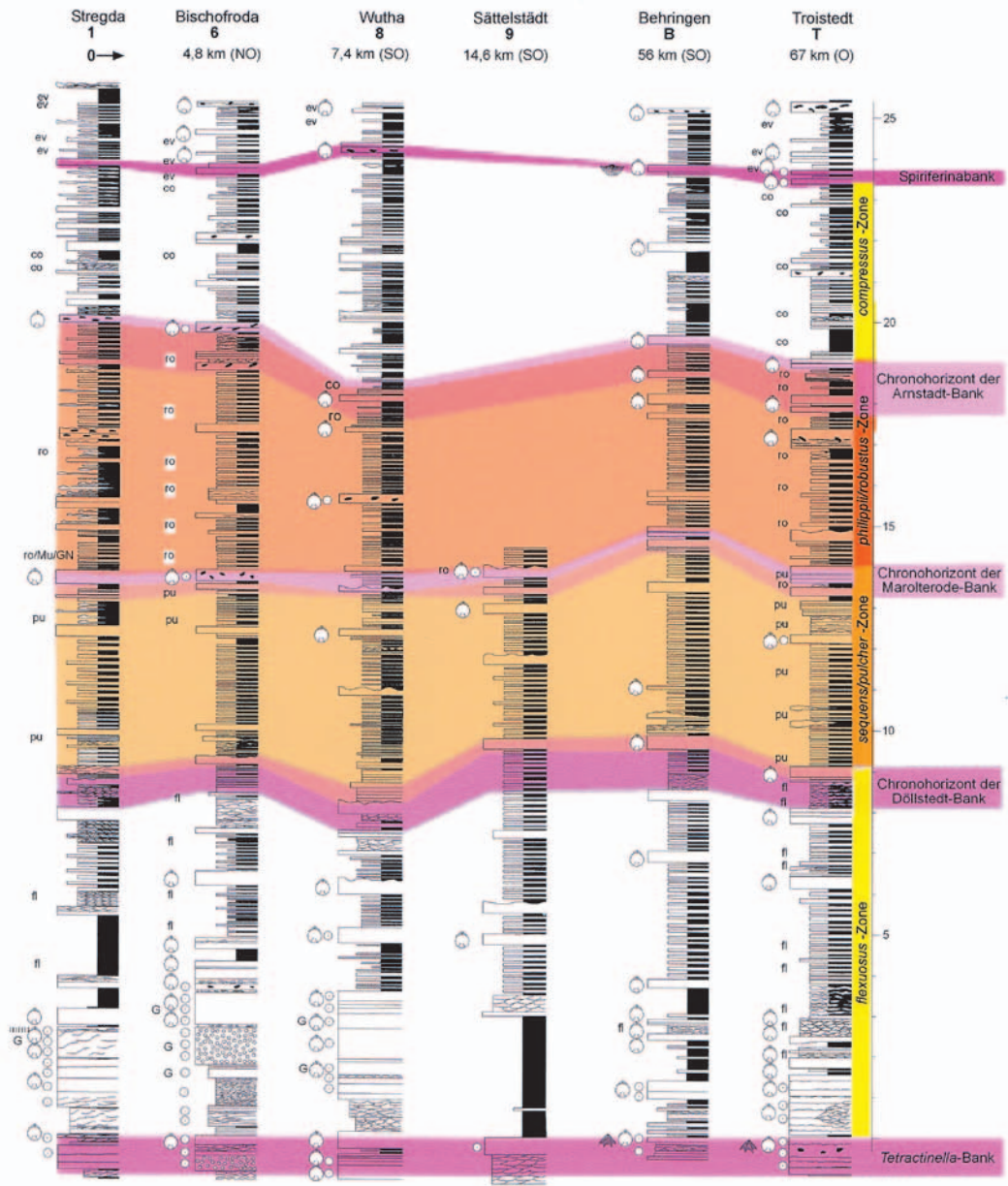
bereits ökologisch unterschiedliche Bedingungen in den jeweiligen Chronohorizonten offengelegt. Bemerkenswert ist gleichfalls der zeitlich unterschiedliche Nachweis der Trochiten. In Bucha sind Trochiten aus der *Spiriferina*-Bank belegt. Das letzte Vorkommen von *Encrinus liliiformis* im Westen Thüringens stammt aus dem Chronohorizont der Arnstadt-Bank des Profils Bischofroda, also aus der obersten *philippii/robustus*-Zone. Die Belege von Trochiten in Bänken der „mittleren *Discites*-Schichten“ galten bis in die jüngste Vergangenheit als Nachweis der *Spiriferina*-Bank (WAGNER 1896). So vermuteten WEBER & KUBALD (1951) diese ökostratigraphische Leitbank in ihrem Profil Sätzelstädt (9) im Chronohorizont der Marolterode-Bank, also 9,5 Meter tiefer, gefunden zu haben. Inzwischen ist bekannt, daß *Ceratites robustus* und *Punctospirella fragilis* unterschiedlichen Zeitzonen angehören und somit nicht gemeinsam vorkommen können.

Die Profile Stregda und Bischofroda weisen ab der *sequens/pulcher*-Zone sowohl in der Fossilführung als auch

Korrelation Tetractinella-Bank - Spiriferina-Bank bei Jena



Korrelation Tetractinella-Bank - Spiriferina-Bank bei Eisenach



mit markanten Schillkalklagen große Gemeinsamkeiten auf. Lediglich bis zur mittleren *flexuosus*-Zone bestehen fazielle Unterschiede. Die von Troistedt und Bischofroda bekannten Schillkalklagen sind mit Einschränkungen gleichfalls noch zu verfolgen. Unterschiede gibt es bis in die liegenden Bereiche der Marolterode-Bank.

Beim Profil Wutha fällt die abweichende Fazies-Entwicklung der von den Referenzprofilen bekannten lithologisch markanten Abfolgen auf. Auffällig ist die Ausbildung bis zum Chronohorizont der Marolterode-Bank, die Mächtigkeitsabnahme in der *philippii/robustus*-Zone und ausgleichend die Mächtigkeitszunahme der *compressus*-Zone.

Dem entgegen steht die im Vergleich zu Troistedt um einen Meter mächtigere *philippii/robustus*-Zone der Profile Stregda und Bischofroda sowie die um den gleichen Betrag geringmächtigere *compressus*-Zone.

Die zwischen 23,5 bis 24 Meter liegenden Gesamtmächtigkeiten der Profile vom Top der *Tetractinella*-Bank bis an die Basis der *Spiriferina*-Bank zeigen, daß in diesen Teilen Thüringens die Mächtigkeitsänderungen der Ceratiten-Biozonen trotz kleinräumig tektonisch gedeuteter Aktivitäten stets synsedimentär annähernd ausgeglichen wurden.

Besondere Fossilfunde in Stregda: Ein mit Ceratiten-Mundwerkzeugen gemeinsam mit *Germanonautilus trinodosus* und *Germanonautilus bidorsatus* belegtes Massensterbe-Event von *C. robustus/philippii* 14 Meter über der *Tetractinella*-Bank [ro,MW,GN], *Colobodus* aus der *sequens/pulcher*-Zone.

2.3 Der Profilabschnitt *Spiriferina*-Bank – *cycloides*-Bank

2.3.1 Das Profil von Bucha

Die Referenzprofile Troistedt und Behringen weisen bis etwa vier Meter über der *Spiriferina*-Bank noch vergleichbare lithologische Ausbildungen auf. Dieser Abschnitt entspricht der *evolutus*-Zone der mit einer wenig differenzierten Abfolge in Tonplattenfazies fließend in die *spinusus*-Zone übergeht und an der Basis der Gänheim-Bank endet.

Anders als bisher durch synsedimentären Ausgleich der Schichtfolgen beobachtet, unterscheiden sich die

Mächtigkeiten der Referenzprofile Troistedt und Behringen an der Basis der Gänheim-Bank um 1,5 Meter. Die leider unvollständig erhaltene Profifolge von Bucha, bei der ca. 3,5 Meter bis zur Gänheim-Bank fehlen, ähnelt in der *evolutus*-Zone wiederum der von Behringen.

Besonderheit: Die kompakte *Spiriferina*-Bank von Bucha wird aus Schalenrümern und bis zu 6 cm großen Intraklasten gebildet. Das Leitfossil *Punctospirella fragilis* konnte gemeinsam mit *Coenothyris vulgaris* und abgerollten Trochiten nur im Anschliff nachgewiesen werden.

2.3.2 Die Korrelation der Eisenacher Profile mit den Referenzprofilen

Auch im Eisenacher Raum ist die Ausbildung der Bankfolgen zwischen der *Spiriferina*-Bank und der Gänheim-Bank wenig einheitlich. Lediglich die unteren sechs Meter von Stregda und Bischofroda sowie Ettenhausen und Mühlberg sind lithologisch zu korrelieren. Die vertikale Abgrenzung des Morphologie-Wechsels der Chronospezies *C. evolutus* zu *C. spinusus* erfolgt fließend etwa vier Meter über der *Spiriferina*-Bank ohne markante lithologische Schillkalklagen.

Der letzte Nachweis von *Chlamys (Praechlamys) reticulata* in Thüringen ist aus sechs Meter über der *Spiriferina*-Bank liegenden Intraklasten führenden Schillkalkbänken von Mühlberg und Ettenhausen (mdl. Mitteilung R. Ernst / O. Schmid) belegt. Die *spinusus*-Zone endet an der Basis der Gänheim-Bank.

Im Zeitraum von der *Spiriferina*-Bank bis zur *cycloides*-Bank vergrößert sich die Schichtmächtigkeit vom Profil Bischofroda zum Profil Behringen um vier Meter und die der weiteren Profile (1/2/8) um bis zu 3 Meter. Diese einseitige Mächtigkeitszunahme kann mit einem Absenken der Eichsfeldschwelle gedeutet werden. Inwieweit ein Zusammenhang mit den Querplattungshorizonten im Profil Stregda besteht bleibt hypothetisch.

Der an der Basis der Gänheim-Bank einsetzende Wandel der spinosen Morphen zu den Morphen der „Progenese I“ erfolgt rasch (vgl. Abb. 4). Dieser mit Vorverlegung der Geschlechtsreife als Anpassung an unvermittelt eintretende grenzwertige palökologische Veränderungen gedeutete Morphologie-Wechsel (REIN & OCKERT 2000, REIN 2007b) erfolgt in zwei Stufen zwischen Gänheim-Bank – Schellroda-Bank – *cycloides*-Bank.



Abb. 7: *Colobodus* sp., Größe 9 cm, Oberer Muschelkalk, *sequens/pulcher*-Zone Stregda, Slg. F. Kilisch, Präparation S. Brandt.

Parallel folgt *Coenothyris vulgaris* mit wechselnder ökophänotypischer Anpassung als „*cycloides*“ den sich ändernden ökologischen Bedingungen. Die lithologische Ausbildung der *cycloides*-Bank unterscheidet sich dabei grundsätzlich von der im zentralen Thüringen. Sie kann häufig lediglich über den Nachweis der Zonen-Ceratiten identifiziert werden. Im Zeitraum zwischen der Ablagerung der Gänheim-Bank und der *cycloides*-Bank erfolgte die Immigration einer fremden Ammoniten-Fauna (Abb. 10). Der mit weiteren gleichaltrigen Funden aus dem benachbarten Ohrdruf belegte kurzzeitige Besiedlungsversuch alpiner Ammoniten wird anderweitig publiziert.

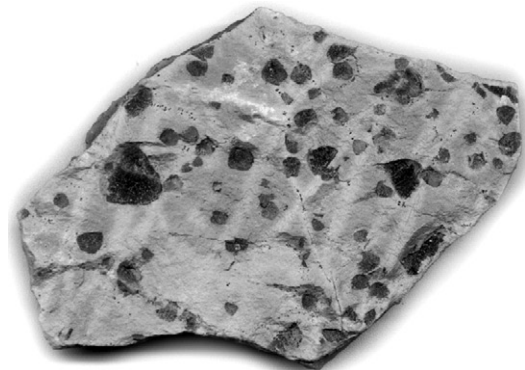


Abb. 8: Konservatlagerstätte mit 64 z.T. noch paarig liegenden „Mundwerkzeugen“ von 33 Individuen *Ceratites philippi/robustus* auf einem 15x10 cm großen Teilstück einer großen Platte. Oberer Muschelkalk, 30 cm über Marolterode-Bank, *philippi/robustus*-Zone, Profil Stregda [ro, Mu,GN]. Slg. Weiland.

Dieser siebzehnte Nachweis für ein Ceratiten-Massensterben-Ereignis (erstmalig gemeinsam mit *Germanonutilus*) bestätigt erneut überzeugend die Erkenntnisse der „Kronacher Analyse“ (REIN 2003). Im Diagramm wird die gesetzmäßige Größenverteilung (wenig große und zahlenmäßig proportional anwachsend immer kleiner werdende Individuen) innerhalb der Population deutlich sichtbar. Diese unabhängig von der Biozone bei jedem Massensterben stets gleiche Verteilung ist nur mit einer vagil-benthischen Lebensweise zu erklären.

Besondere Fossilfunde in Ettenhausen: *C. spinosus* im Liegendbereich der Gänheim-Bank in Populationsgröße, Fund von Skelettresten eines *Nothosaurus* sp. sowie eines unbekanntes ammonitischen Immigranten in der *enodis/posseckeri*-Zone.

4.4 Der Profilabschnitt *cycloides*-Bank – Zinkblende-Bank bei Eisenach

Die lithologische Ausbildung des Abschnittes von der *cycloides*-Bank bis zur Zinkblende-Bank ist durchaus einheitlich. Unterschiede bestehen lediglich in den Mächtigkeiten der Ceratiten-Biozonen. In der Mächtigkeitsentwicklung der *praenodosus*-Zone ist eine umgekehrte Entwicklung zu dem unter 2.3.2 dargestellten Abschnitt (Profil 6) zu erkennen. Ab der *nodosus*-Zone sind die Mächtigkeiten wieder weitestgehend ausgeglichen. Ungewöhnlich ist das gehäufte Auftreten von Querplattungshorizonten in der *praenodosus*-Zone der Profile Stregda und Kindel. Auffallend sind die wiederum durchgängig abweichenden Mächtigkeitsänderungen des Profils Wutha als weiterer Beleg für einen eigenen Sedimentationsraum.

Im Hangenden der Zinkblende-Bank endet in Thüringen mit *C. alticella/dorsoplanus* die Ceratitenführung.

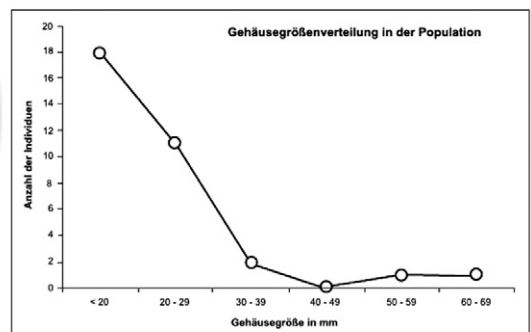




Abb. 9: *Ceratites spinosus* [„*penndorffi*“] („P“), Oberer Muschelkalk, oberste *spinosus*-Zone, die kleine Morphe 5 cm und die große 40 cm aus dem Liegenden der Gänheim-Bank Ettenhausen. Slg. und Präparation S. Brandt.

Mehr als 100 Belegexemplare exakt horizontalierter spinoser Ceratiten aus dem Liegenden der Gänheim-Bank von Ettenhausen ermöglichen eine präzisere Beurteilung der Anpassungsstrategie der Ceratiten am Beginn eines extremen ökologischen Milieu-Wechsels. Bislang wird das Morphen-Paar der oberen *spinosus*-Zone (Chronospezies *postspinosus* („E“) / *penndorffi* („P“) als besonders großwüchsig beschrieben. Von den Belegen aus Ettenhausen erreichen jedoch lediglich etwa 15% eine Endgröße größer 16 cm, während ein relativ hoher Prozentsatz typisch spinoser Morphen auf Gehäusegrößen kleiner 12 cm entfällt. Bei ersten Analysen erbrachten die Parameterwerte (Drängungs-Index; Septenanzahl) der kleinen Individuen die Bestätigung, daß es sich nicht um „Jugendstadien“ handeln kann. Im Gegensatz dazu verfügten die großen Belegstücke über den schlechtesten Drängungs-Index mit einer hypothetischen Deutung als „Riesenwuchs“. Im Chronohorizont Gänheim-Bank vollzieht sich der markanteste biologisch basierte morphologisch/physiologische Strategiewechsel der Ceratiten-Phylogese (REIN 2007a). Im Hangendbereich der Gänheim-Bank überleben die Ceratiten angepaßt an die veränderten Lebensbedingungen ausschließlich als kleine frühreife Morphen. So kann das unterschiedliche Wachstumsverhalten im Liegenden der Gänheim-Bank bereits als Anzeichen eines Strategiewechsels gedeutet werden, denn aus der Gänheim-Bank sind ausschließlich kleine Individuen bekannt.

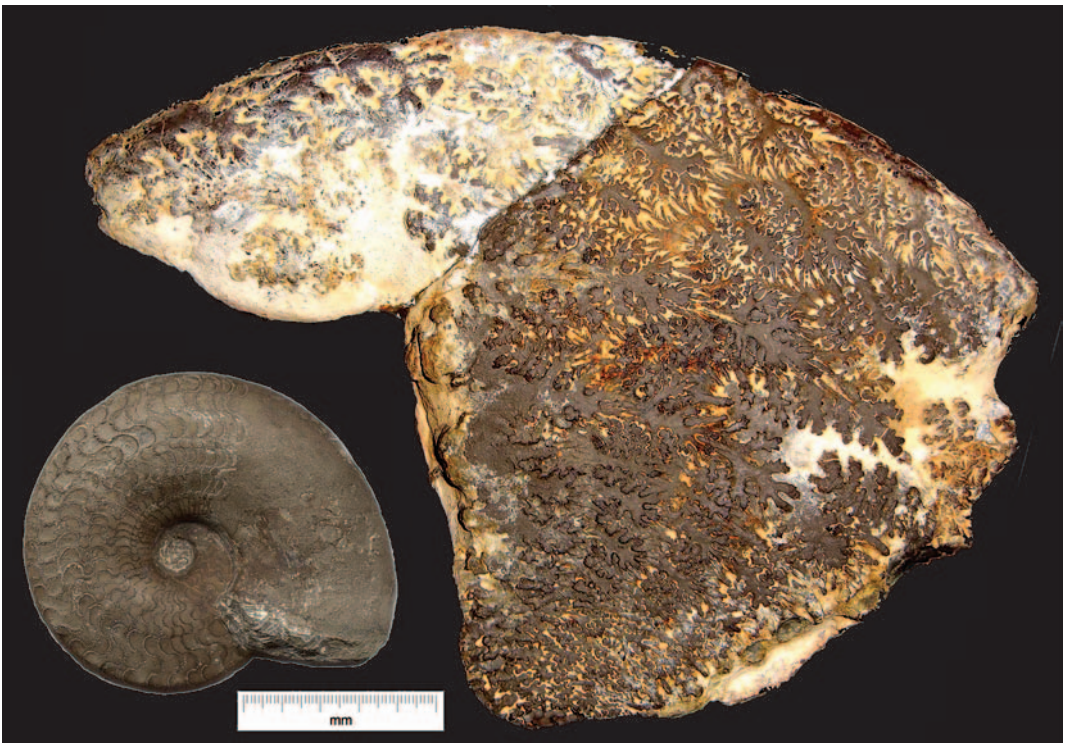
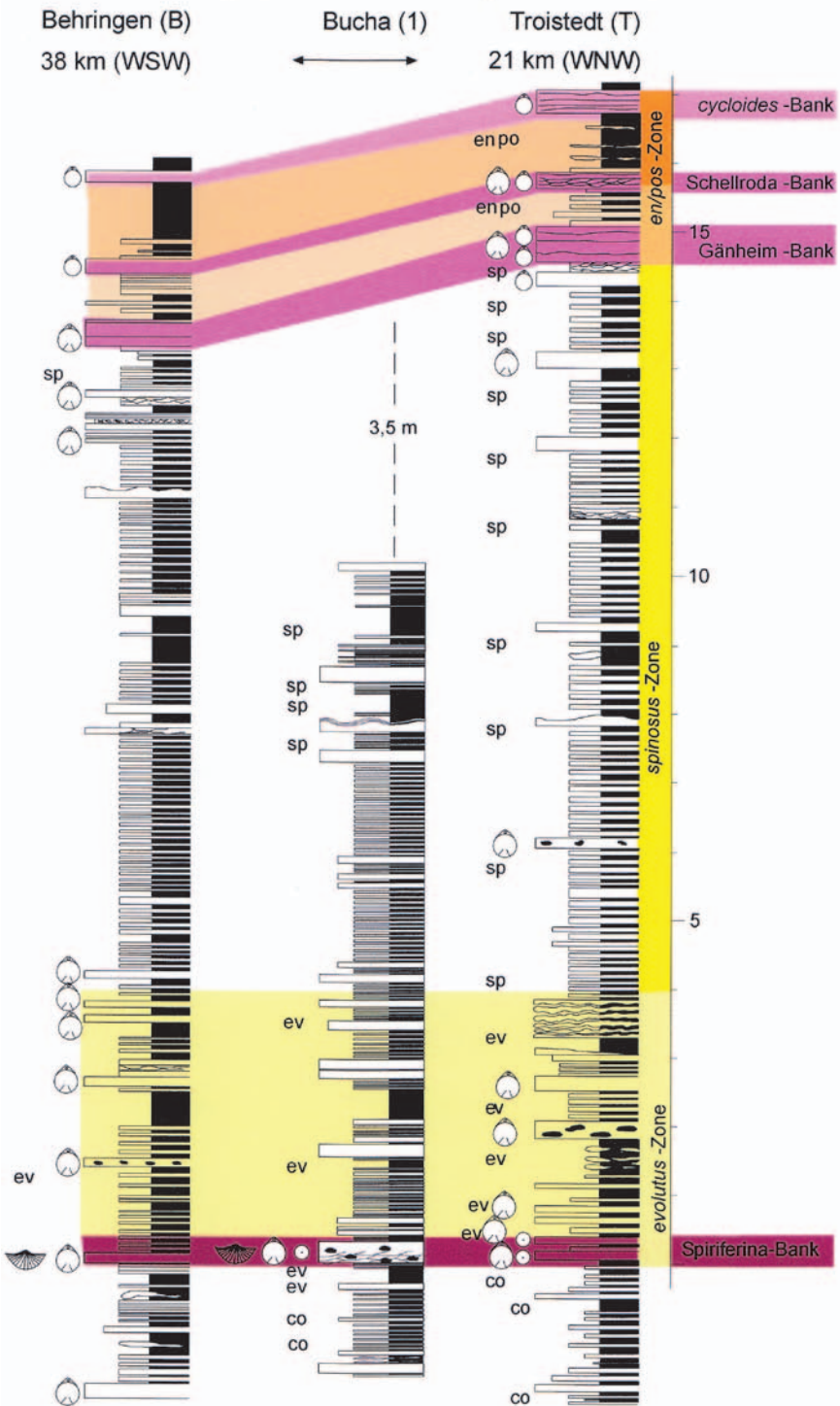
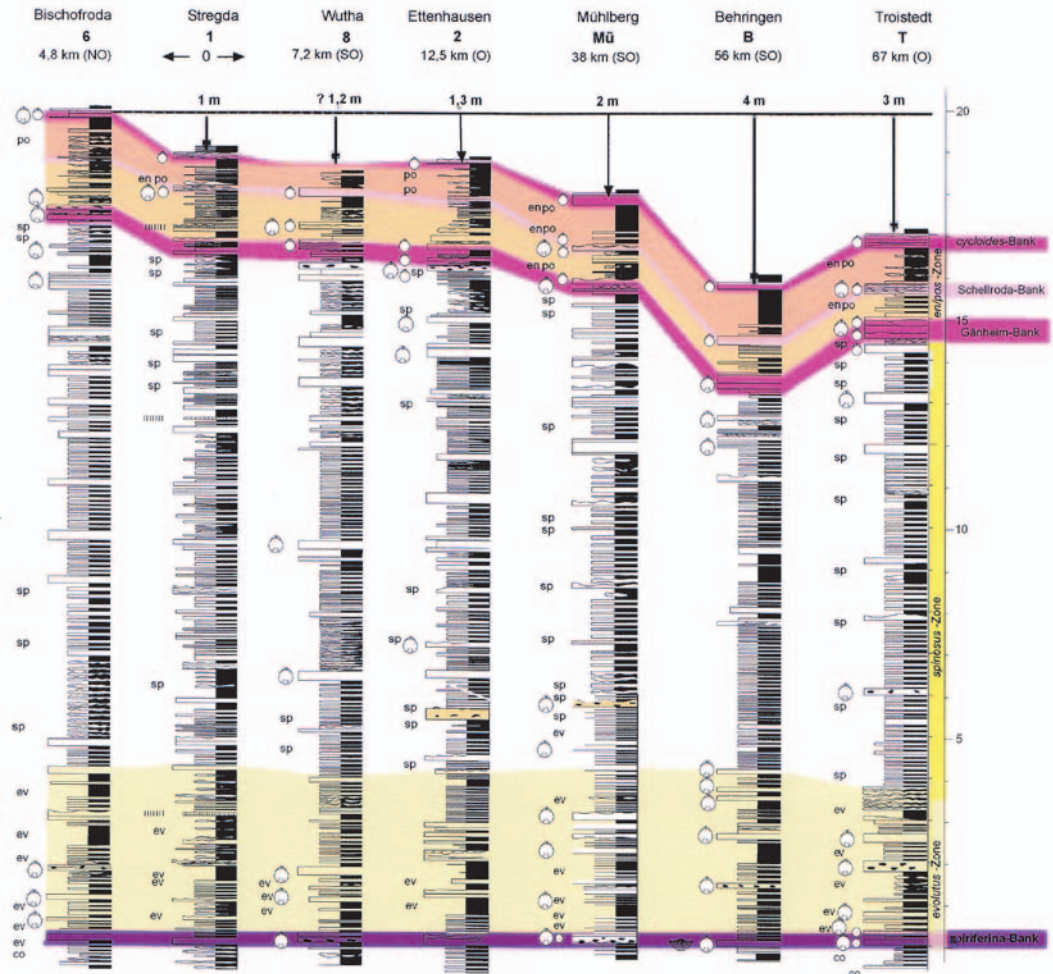


Abb. 10: *Ceratitis enodis* und *Ammonites* sp., Oberer Muschelkalk, *enodis/posseckeri*-Zone Ettenhausen, Slg. P. Thieme, Präparation S. Brandt. Der spektakulärste Fund aus dem Oberen Muschelkalk der vergangenen Jahre stammt aus dem Bereich der Schellroda-Bank des Profils Ettenhausen. Der präparierte Teil des Phragmokons gehört zu einer unbekanntem immigrierten Spezies. Der glückliche Finder suchte und fand schließlich vier Wochen später das fehlende und absichtlich noch unpräparierte Bruchstück. Die Beschreibung des Immigranten erfolgt an anderer Stelle.

Korrelierung Spiriferina-Bank - *cycloides*-Bank bei Jena



Korrelation Spiriferina-Bank- *cycloides* -Bank bei Eisenach

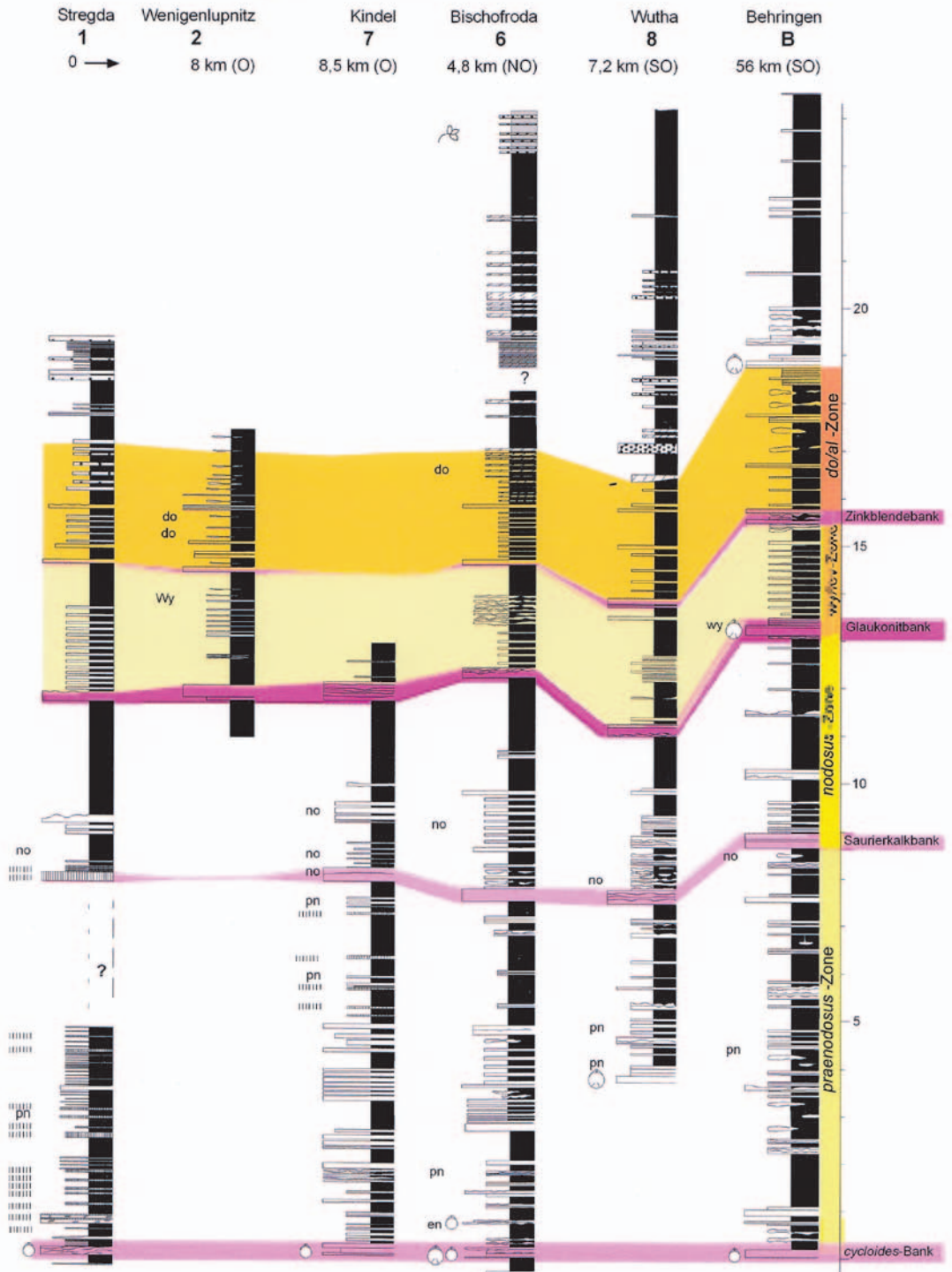


Dank

Die Ergebnisse dieser Arbeit basieren auf der ursprünglich von Willy Ockert (Ilshofen) initiierten feinstratigraphischen Erfassung des Oberen Muschelkalkes in Thüringen und der kollektiven Zusammenarbeit der Mitglieder des Trias Verein Thüringen. Bei den aktuellen Profilaufnahmen an den Baustellen entlang der BAB 4 wurde ich aktiv unterstützt von den Herren Jörg Amling (Erfurt), Sebastian Brandt (Kornhochheim), Klaus Ehrhardt (Stadtilm) und Stefan Weiland (Jena).

Für die tatkräftige Mitwirkung bei den Geländearbeiten und gezielter Sammeltätigkeit bedanke ich mich bei den Herren Dr. Walter Elger (Berlin), Robert Ernst (Löwenstein), Manuel Flöther (Kassel), Frank und Robert Kilisch (Eschwege), Christian Rathgeber (Sonneborn), Alexander Rosenthal (Heiligenstadt), Alexander Roßner (Magdala), Oliver Schmid (Renningen), Manfred Schulz (Großenlöder), Peter Thieme (Weimar), Stefan Wagner (Göttingen) und Olaf Zimmer (Witterda). Dem verantwortlichen Projektleiter Bau-Arge der Hörselbergumfahrung, Herrn Werner Buhl (Eurovia), danke ich

Korrelierung *cycloides*-Bank - Zinkblende-Bank bei Eisenach



sowohl für sein Verständnis und sein persönliches Engagement. Die verantwortlichen Dienststellen der Bundeswehr bewilligten dem Trias Verein die Erdarbeiten auf dem Gelände des TÜP Ohrdruf zur Vergrößerung des wichtigen Referenzprofils Mühlberg um 6 Meter bis zur *Spiriferina*-Bank. Für diese nicht alltägliche Genehmigung bedanke ich mich bei Brigadegeneral Johann Berger und Oberst Martin Hofeditz. Herrn Dr. Matthias Franz (TU Freiberg) danke ich für die akribische Durchsicht des Manuskripts und seine kritischen Hinweise ebenso wie Herrn Klaus Ebel (Markdorf) für die englische Übersetzung der Zusammenfassung.

Literatur

- HAGDORN, H. & T. SIMON (1993): Ökostratigraphische Leitbänke im Oberen Muschelkalk. – In: H. HAGDORN & A. Seilacher (Hrsg.): Muschelkalk. Schöntaler Symposium 1991 (= Sonderbände der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg, 2): 193–208, 15 Abb.; Korb (Goldschneck).
- MÜLLER, A. H. (1950): Stratonomische Untersuchungen im Oberen Muschelkalk des Thüringer Beckens. – *Geologica* 4: 1–74, 10 Abb., 11 Taf., 9 Tab., Berlin.
- NAUMANN, E. (1939): Bemerkungen über die Trias und Tektonik im Raum zwischen Gotha, Ohrdruf, Friedrichsroda und Eisenach. – Beiträge zur Geologie von Thüringen 5: 219–228; Jena.
- OCKERT, W. & S. REIN (1999a): Ein vollständiges Profil des Oberen Muschelkalkes bei Behringen (TK 25 5232 Stadtilm). – Geowissenschaftliche Mitteilungen von Thüringen 7: 51–70, 1 Abb., 1 Beil., Weimar.
- (1999b): Biostratigraphische Gliederung des Oberen Muschelkalks in Thüringen. – Beiträge zur Geologie von Thüringen, N.F. 7: 195–228, 17 Abb., 2 Tab., 1 Beil., Jena.
- REIN, S. (2001): Neue Erkenntnisse zur Evolutionsbiologie der germanischen Ceratiten. – Ontogenese, Phylogenie und Dimorphismusverhalten. – Freiburger Forschungshefte C492, 9: 99–120, 5 Abb., 4 Taf., Freiberg.
- (2003): Die „Mundwerkzeuge“ der Ceratiten des Oberen Muschelkalkes. – Analyse der „Kronacher Ceratitenplatte“ – Veröffentlichungen des Naturhistorischen Museums Schleusingen 18: 17–26, 21 Abb., Schleusingen.
- (2007a): Die Biologie der Ceratiten der *flexuosus*-, *sequens/pulcher* und *semipartitus/meissnerianus*-Zone. – Entstehung und Aussterben der Biospezies *Ceratites nodosus*. – Veröffentlichungen des Naturkundemuseums Erfurt 26: 39–67, 32 Abb., 6 Taf., 3 Prof., Erfurt.
- (2007b): Die Evolution der Biospezies „*Ceratites nodosus*“ – Vom typologischen Art-Konzept zum Biospezies-Konzept. – Beiträge zur Geologie von Thüringen, N.F. 14: 85–112, 23 Abb., Jena.
- REIN, S. & W. OCKERT (2000): Die *enodis-/posseckeri* Zone im Oberen Muschelkalk Thüringens – Ausbildung und Fossilführung. – Veröffentlichungen des Naturkundemuseums Erfurt 19: 43–67, 16 Abb., 2 Prof., Erfurt.
- WAGNER, R. (1897): Beitrag zur genaueren Kenntnis des Muschelkalks bei Jena. – Abhandlungen der Königlich-Preussischen Geologischen Landesanstalt, N.F. 27: 1–106; Berlin.
- WEBER, H. & P. KUBALD (1951a): Geologie der Autobahn auf den Meßtischblättern Eisenach-Ost und Eisenach-West. – Hallesches Jahrbuch für mitteldeutsche Erdgeschichte 13: 109–123, 12 Abb., 2 Taf.; Halle (Saale).
- (1951b): Der Obere Muschelkalk an der Autobahn bei Eisenach. – Hallesches Jahrbuch für mitteldeutsche Erdgeschichte 13: 124–131; Halle (Saale).
- WIEFEL, H. & J. WIEFEL (1980): Zur Lithostratigraphie und Lithofazies der Ceratitenschichten (Trias, Hauptmuschelkalk) und der Keuperzone im östlichen Teil des Thüringer Beckens. – Z. geol. Wiss. 8 (8): 1095–1121, 7 Abb., 2 Taf., Berlin

Anschrift des Autors:

Dipl. Lehrer

Siegfried Rein

Hubertusstr. 69

eMail: SRein@t-online.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Veröffentlichungen des Naturkundemuseums Erfurt \(in Folge VERNATE\)](#)

Jahr/Year: 2009

Band/Volume: [28](#)

Autor(en)/Author(s): Rein Siegfried

Artikel/Article: [Stratigraphie und Fossilführung des Oberen Muschelkalks bei Eisenach und Jena 31-49](#)