

Aus der Sektion Geographie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
WB Geologische Wissenschaften
und Geiseltalmuseum

Zur Biostratigraphie der Selke-Mulde im Harz¹

Von Boris Tschapek

Mit 6 Abbildungen und 3 Tabellen

(Eingegangen am 18. November 1988)

1. Einleitung

Die Selke-Mulde ist als lithostratigraphische und, wie in dieser Arbeit zu zeigen sein wird, auch als biostratigraphische Einheit des Unterharzes eine Abfolge verschiedener Gesteinsschichten ausschließlich oberdevonischen Alters.

Petrographisch unterscheiden sich diese Gesteinsschichten qualitativ von den im Liegenden (unterkarbonische Olisthostrome der Harzgeröder Zone) und im Hangenden (Molassesedimente des Rotliegenden von Meisdorf) anstehenden Bildungen.

In der geologisch-lithofaziellen Karte (Abb. 1) sind die Lagerungsverhältnisse in der Selke-Mulde vereinfacht dargestellt.

Die Alterseinstufung der Gesteinsschichten der Selke-Mulde in das Oberdevon erfolgte in der Vergangenheit im wesentlichen auf der Grundlage der biostratigraphischen Datierungen in den petrographisch vergleichbaren Schichtenfolgen der Südharz-Mulde (vgl. Tschapek 1984). Alle Altersangaben auf der Basis der Conodontenchronologie waren Ergebnisse geologischer Untersuchungen in der Südharz-Einheit.

Bemerkenswerte Fossilfunde aus den Gesteinsschichten der Selke-Mulde waren lediglich aus der Selke-Grauwacke, der jüngsten Schichtenfolge, bekannt. So gelang Hoth (1957) der Nachweis von Brachiopoden der Art *Rhynchonella (Hypothyridina) cuboides* (Sowerby). Diese Fossilien befinden sich jedoch als Gerölle eines gradierten Konglomerates auf sekundärer Lagerstätte (vgl. Tschapek 1987) und ihr Leitwert ist umstritten. Funde von *Cyclostigma*-ähnlichen Pflanzenresten veranlaßten Steiner (1959), große Teile der Selke-Grauwacke dem höheren Oberdevon und tieferen Unterkarbon zuzuordnen. Eine exakte biostratigraphische Datierung der Selke-Grauwacke an Hand der nachgewiesenen Pflanzenreste ist bisher jedoch nicht erfolgt.

Die heute weitgehend anerkannte Gliederung der Schichtenfolgen der Südharz-Mulde kann folgendermaßen zusammengefaßt werden: Die Basis bildet der tiefoberdevonische (doIalpha) Südharz-Selke-Quarzit im Sinne von Ruchholz (1968). Die darüber lagernden Stieger Schichten bauen sich aus einer Vielzahl verschiedener Tonschiefer auf, in die Spilite und deren Tuffe, sowie Kieselschiefer- und Grauwackeneinlagerungen eingeschaltet sind. Diese Schichten sind auf das Adorf (doI) beschränkt. Im Hangenden folgen der Hauptkieselschiefer an der Wende Adorf/Nehden, sowie im Nehden und Hemberg eine Tonschiefer-Folge (Hangendtonschiefer), die in die Südharz-Grauwacke überleitet, die mit großer Wahrscheinlichkeit ausschließlich im Oberdevon zur Ablagerung kam.

¹ Meinem verehrten Lehrer Prof. Dr. habil. M. Schwab gewidmet – mit herzlichem Dank für hilfreiche Unterstützung.

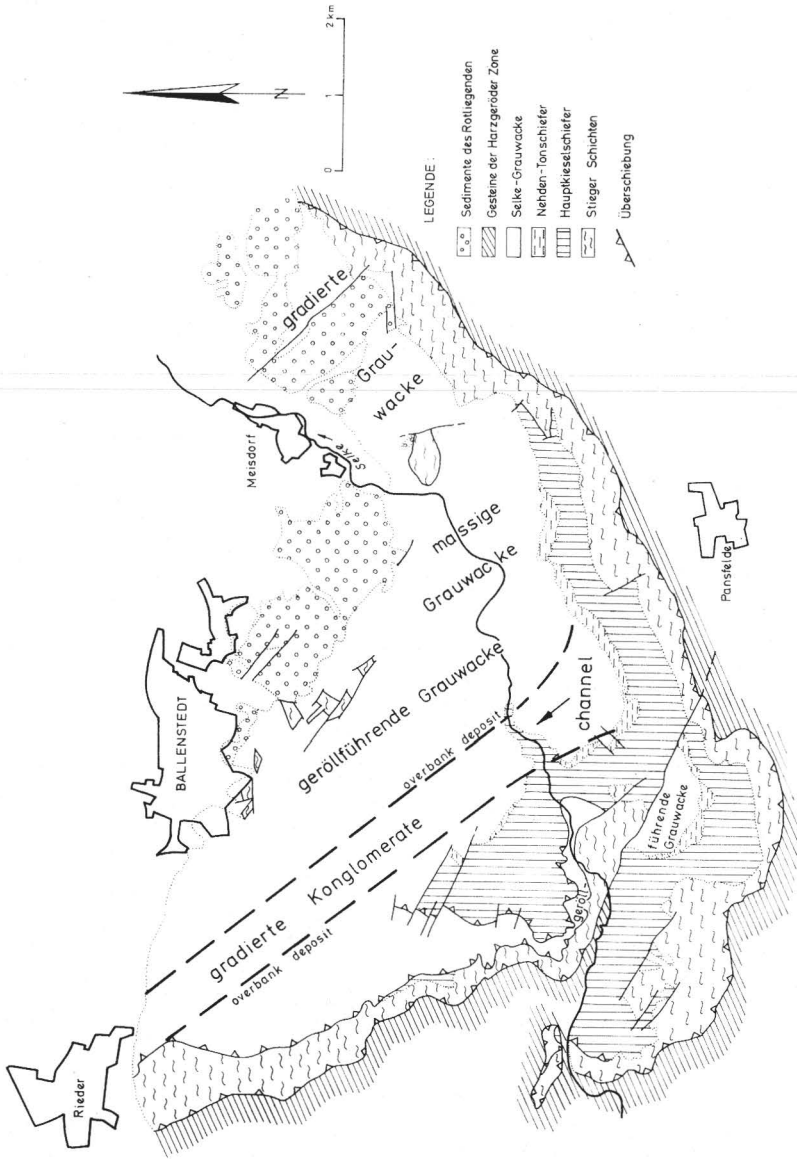


Abb. 1. Geologisch-lithofazielle Karte der Selke-Mulde

2. Zur Arbeitsmethode

Da der Nachweis geeigneter Makrofossilien zur Biostratigraphie in den kalkfreien Sedimentiten der Selke-Einheit bisher nicht gelang, wurden durch den Autor die Gesteine auf Mikrofossilien, speziell Conodonten untersucht. In den klastischen Sedimenten wie Tonschiefer und Grauwackenschiefer erfolgte die Suche nach Mikrofossilien ausschließlich über die von Reichstein erstmals im Harz angewendete Dickschliffmethode. Für helle Kieselschiefer ist die Dickschliffmethode ebenfalls gut geeignet, zumal der Autor die Erfahrung machen mußte, daß die Conodontensubstanz in diesen Gesteinen bei der Behandlung mit Flußsäure unterschiedlichster Konzentration zerstört wurde. Dieser Prozeß wurde bei conodontenreichen hellen Kieselschiefern unter dem

Binokular beobachtet, wobei die Conodontensubstanz schneller zerstört wurde als das Gesteinsmaterial. Schwarze, bitumenreiche Kieseliefer sind auf Grund mangelnder Transparenz für die Dickschliffmethode schlecht geeignet. Hier bietet sich die Freipräparation mit 15%iger HF an, was zumindest an einigen wenigen Proben zum Erfolg führte. Die Ursache für das unterschiedliche Verhalten der Conodontensubstanz gegenüber HF konnte nicht geklärt werden, dürfte aber direkt oder indirekt mit dem Bitumengehalt in Verbindung stehen.

Die Dickschliffmethode hat den Vorteil, daß die Datierung der Schichtenfolge über Tonschiefer stattfinden kann, die das wahre Alter der Gesteinsschichten repräsentieren und nicht über kalkige Einlagerungen, die möglicherweise als Olistholithe ältere Bildungen darstellen.

Der Nachteil dieser Untersuchungsmethode besteht darin, daß Oberflächenmerkmale und Astquerschnitte bei Conodonten im Normalfall nicht erkennbar sind. Die Bestimmung kann dadurch in Einzelfällen beeinträchtigt werden.

Bei der Mittel-/Oberdevon-Abgrenzung folgt der Autor der Arbeit von Ziegler u. Klapper (1982).

3. Zur Biostratigraphie

Neben z. T. reichen Conodontenfunden gelang der Nachweis weiterer Fossilgruppen wie Algen, Foraminiferen, Chitinozoen, Tentakulitoiden, Scolecodonten, Schwammskleren, Radiolarien und Ichtyolithen. Darüber hinaus konnten die bisher bekannten Pflanzenfundpunkte in der Selke-Grauwacke (Steiner 1959, 1963) um 7 neue Fundpunkte bereichert und umfangreiches Fossilmaterial sichergestellt werden. Die lithostratigraphische Verbreitung, der in den Gesteinsschichten der Selke-Mulde nachgewiesenen Fossilgruppen ist in Tabelle 1 dargestellt. Die einzelnen Fossilfundpunkte sind unter Berücksichtigung ihrer lithostratigraphischen Position in Abbildung 2 dokumentiert.

Die in den Schichtenfolgen der Selke-Mulde belegten Conodonten-Arten bzw. -Gattungen sind in Tabelle 2 zusammengefaßt.

Tabelle 1. Lithostratigraphische Verbreitung der Fossilgruppen in der Selke-Mulde/Harz

	Ichtyolithen	Algen	Foraminiferen	Chitinozoen	Tentakulitoides	Scolecodonten	Schwammskleren	Conodonten	Megasporen	Radiolarien	Brachiopoden	Pflanzenreste
Selke-Grauwacke								●	●	●	●	●
Nehden-Tonschiefer								●	●	●		
Haupt-Kieseliefer				●		●	●	●	●	●		
Stieger Schichten		●	●		●	●	●	●	●	●		
Selke-Quarzit	●	●	●	●				●				

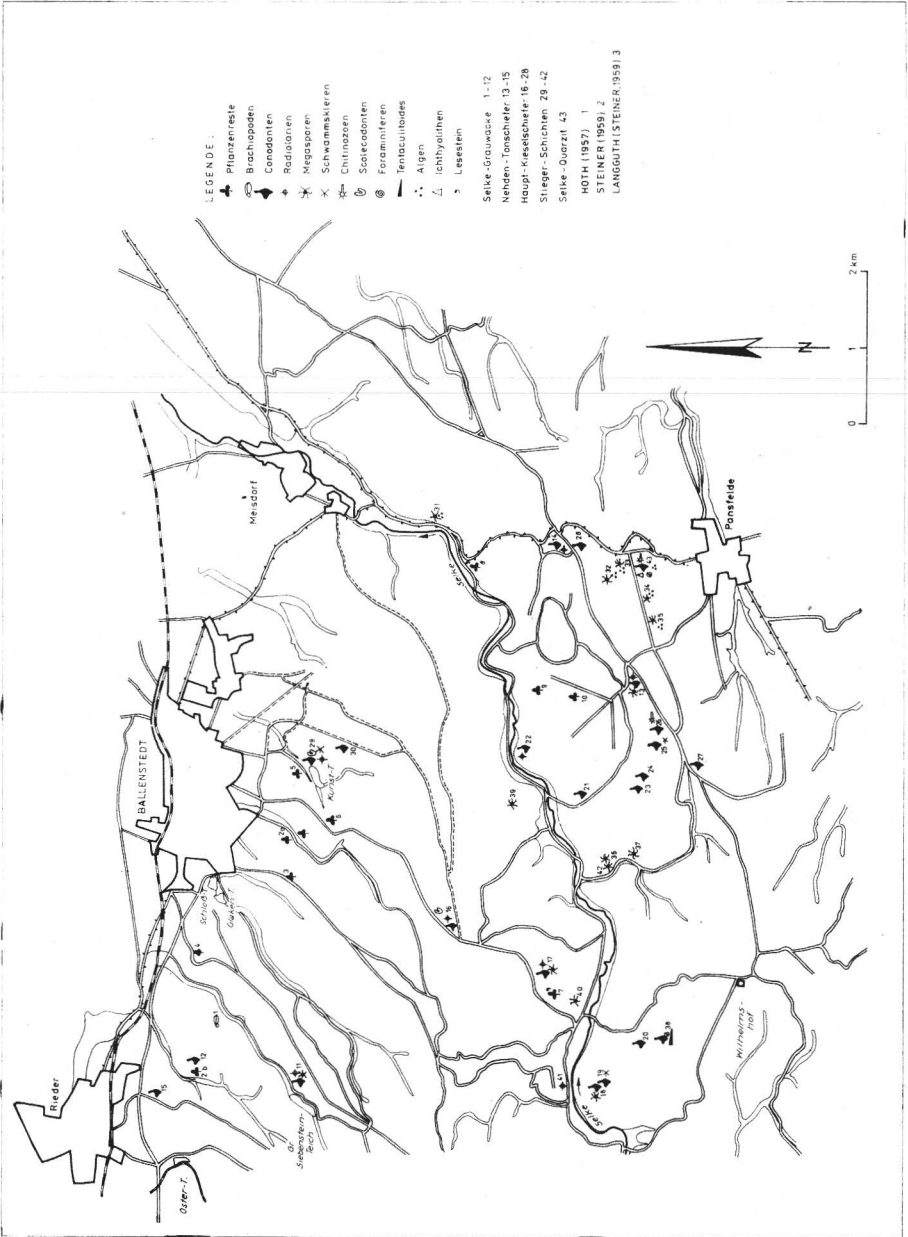


Abb. 2. Fossil-Fundpunkte in der Selke-Mulde

Aus der Zusammensetzung und Verbreitung der belegten Conodonten-Form-Arten konnte für die Schichtenfolgen der Selke-Mulde folgende Altersentwicklung nachgewiesen werden:

- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| Selke-Grauwacke | doIIbeta – doIIIalpha (– doV) |
| Nehden-Tonschiefer | doIIalpha |
| Hauptkieselschiefer | doIpostd – doIIalpha |
| Stieger Schichten | doIgamma – doIpostd |
| Selke-Quarzit | doIalpha |

Tabelle 2. Stratigraphische Verbreitung der in den Schichtenfolgen der Selke-Mulde belegten Conodonten-Arten bzw. -Gattungen

Selke-Quarzit	Stieger Schichten	Hauptkiesel-schiefer	Nehden-Tonschiefer	Selke-Gräuwacke	
					1 <i>Acodina cf. curvata</i>
					1 4 <i>Acodina sp.</i>
					1 <i>Ancyrognathus sp.</i>
					2 <i>Angulodus walrathi</i>
					1 <i>Apatognathus cf. lipperti</i>
					1 <i>Bryantodus cf. grahami</i>
					1 <i>Bryantodus cf. nitidus</i>
					1 <i>Distacodus sp.</i>
					2 <i>Falcodus cf. variabilis</i>
					2 12 1 <i>Falcodus variabilis</i>
					1 <i>Hibbardella cf. telum</i>
					2 1 <i>Hibbardella sp.</i>
					1 <i>Hindeodella cf. aculeata</i>
					1 <i>Hindeodella cf. austinensis</i>
					1 <i>Hindeodella cf. deflecta</i>
					1 <i>Hindeodella cf. laticlavis</i>
					1 <i>Hindeodella cf. unca</i>
					1 3 3 1 <i>Hindeodella deflecta</i>
					2 9 1 <i>Hindeodella sp.</i>
					2 4 <i>Hindeodella subtilis</i>
					1 <i>Hindeodella unca</i>
					2 <i>Ligonodina cf. franconica</i>
					1 2 2 <i>Ligonodina talciformis</i>
					1 <i>Ligonodina franconica</i>
					1 <i>Ligonodina sp.</i>
					1 <i>Oistodus humilis</i>
					1 <i>Ozarkodina regularis</i>
					1 <i>Ozarkodina sp.</i>
					1 1 1 <i>Palmatodella delicatula</i>
					1 <i>Palmatolepis cf. delicatula delicatula</i>

Selke-Quarzit	Stieger Schichten	Hauptkieselschiefer	Nehden-Tonschiefer	Selke-Grauwacke	
1					<i>Palmatolepis</i> cf. <i>disparata</i>
	1				<i>Palmatolepis</i> cf. <i>subperlobata</i>
	1				<i>Palmatolepis</i> cf. <i>triangularis</i>
			1		<i>Palmatolepis delicatula clarki</i>
	2	1			<i>Palmatolepis delicatula delicatula</i>
				1	<i>Palmatolepis helmsi</i>
		1			<i>Palmatolepis minuta</i>
	1	8			<i>Palmatolepis minuta minuta</i>
			1		<i>Palmatolepis quadrantinodosalobata</i>
		1			<i>Palmatolepis regularis</i>
	2				<i>Palmatolepis subrecta</i>
14	26	5	1		<i>Palmatolepis</i> sp.
	1				<i>Panderinella</i> cf. <i>insita</i>
	1				<i>Paltodus</i> cf. <i>panderi</i>
		1			<i>Paltodus</i> cf. <i>subquadratus</i>
	1				<i>Polygnathus brevilaminus</i>
	2				<i>Polygnathus decorosus</i>
	2	2			<i>Polygnathus procerus</i>
	3	7	2	1	<i>Polygnathus</i> sp.
	1				<i>Prioniodella aequidens</i>
	1				<i>Prioniodella</i> cf. <i>aequidens</i>
		1			<i>Prioniodina alternata</i>
		1			<i>Prioniodina</i> cf. <i>armata</i>
	2	8	2		<i>Prioniodina prona</i>
	6	1	2		<i>Prioniodina smithi</i>
			1		<i>Roundya brevipennata</i>
				1	<i>Spathognathodus</i> cf. <i>wernerii</i>
		2	4		<i>Spathognathodus</i> sp.

Unter Berücksichtigung der unsicheren Altersangabe mittels Zahnleisten-Conodonten ist eine Reichweite der Selke-Grauwacke bis in das Oberdevon V möglich. Ein Vergleich mit den Datierungen der Südharz-Grauwacke durch Helmuth (1963) und Wachendorf (1968) läßt jedoch den Schluß zu, daß wesentliche Teile der Südharz- und

Selke-Grauwacke im doIIbeta und doIIIalpha zur Ablagerung kamen. Für einen unterkarbonischen Anteil dieser Trübstromsedimente gibt es keine Belege.

Die Altersentwicklung und stratigraphische Reichweite der Schichtenfolgen der Selke-Mulde auf der Basis der Conodontenzonen ist in Abbildung 3 dargestellt.

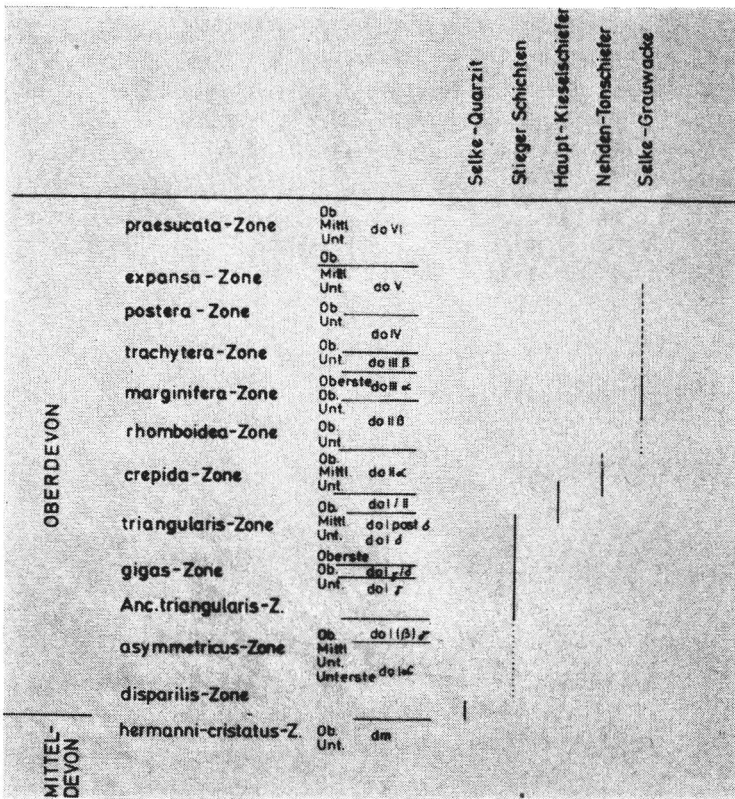


Abb. 3. Altersentwicklung und stratigraphische Reichweite der Schichtenfolgen der Selke-Mulde, Harz. — nachgewiesen, - - - - - möglich (Zahnleistendatierung), vermutet

Biostratigraphische Lücken innerhalb der Schichtenfolgen der Selke-Mulde konnten nicht nachgewiesen werden.

Auf Grund der allgemeinen Lagerungsverhältnisse werden große Teile des Spilitvulkanismus, der in der Selke-Mulde im wesentlichen auf die tieferen Bereiche der Stieger Schichten konzentriert ist, stratigraphisch der asymmetricus-Zone zugeordnet.

4. Conodontenspezifische Aussagen

Über die biostratigraphischen Datierungen hinaus konnten Aussagen zur Conodonten-Biofazies, zu Gruppenfunden und zur Farbe von Conodonten getroffen werden.

4.1. Gruppenfunde von Conodonten

Ein Vorteil der Dickschliffmethode ist der an und für sich seltene Beleg von Gruppenfunden, d. h. von Conodontengruppen, die jeweils einem Conodontentier zugehörig sind (natural assemblages). Bei Freipräparation von Conodonten mit Säure

sind derartige Gruppen (assemblages) nur statistisch erfassbar. Neu ist in diesem Zusammenhang – Vollständigkeit vorausgesetzt – der Nachweis einer Monoelement-Apparategruppe ohne ramiformen Apparateteil, d. h. von zwei Exemplaren der Art *Polygnathus procerus* Sannemann, ohne Vergesellschaftung mit Zahnleistenformen, wie dies Ziegler (1972) bereits für das Devon aus der phylogenetischen Reduktion der Apparate-Anzahl vermutete. Beide Exemplare der oben genannten Art (Abb. 4) entstammen dem Hauptkieselschiefer. Sie haben die gleiche Orientierung in der Schliiffebene. Ihr Abstand zueinander beträgt 0,8 mm. Die hohen freien Blätter sind mit ihren Zähnen einander zugewandt, wie dies auch von anderen vergleichbaren Gruppenfunden von *Polygnathus* bekannt ist (vgl. Schmitt 1934).

Ein weiterer, ungeordneter Gruppenfund aus dem Hauptkieselschiefer ist in Abb. 5 dargestellt.

Es handelt sich hier um zwei verschiedene Conodontenarten. Eine Bestimmung der Gattungen war leider nicht möglich. Plattformtypen sind nicht vertreten. Die maximale Ausdehnung der Conodontengruppe beträgt 0,75 mm.

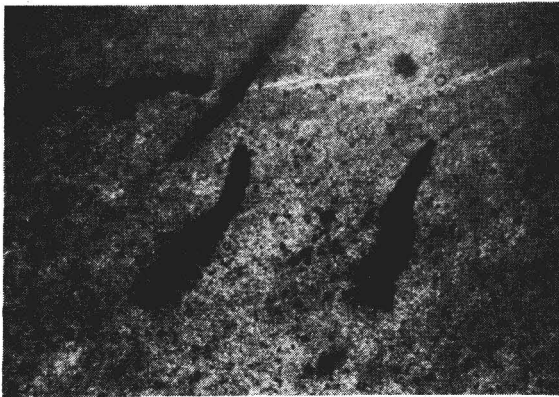


Abb. 4. Monoelement-Apparategruppe der Art *Polygnathus procerus* Sannemann 1955 aus dem Hauptkieselschiefer der Selke-Mulde (Fundpunkt 23 in Abb. 2), Vergrößerung etwa 20 x

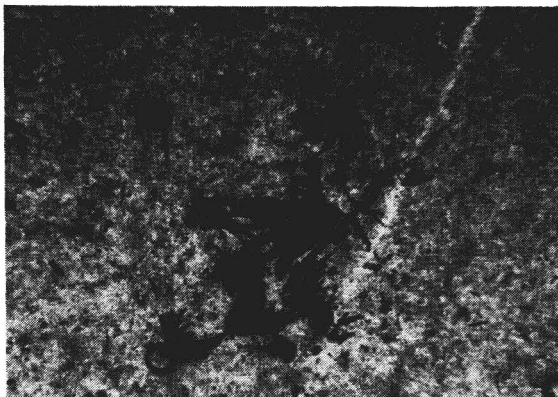


Abb. 5. Ungeordneter Gruppenfund aus dem Hauptkieselschiefer (Fundpunkt 24 in Abb. 2), Vergrößerung etwa 20 x

4.2. Zur Conodonten-Biofazies

Eine grobe paläogeographische Zuordnung der Gesteinsschichten der Selke-Mulde kann, in Übereinstimmung mit dem Charakter dieser Sedimente über das Conodonten-Biofaziesmodell (Kontinentalrand) von Sandberg und Dreesen (1984) erfolgen. Entscheidend dabei ist die Zusammensetzung der Conodontenfauna in den Proben, d. h. für bestimmte Meeresbereiche (Kontinentalfuß, Kontinentalabhang, Schelf und Küstenbereich) und somit für bestimmte Sedimente sind für das Oberdevon charakteristische Conodontengattungen signifikant (*Palmatolepis*, *Bispathodus*, *Polygnathus*, *Icriodus*, *Pelekysgnathus* u. a.). In der Tabelle 3 ist die numerische Verteilung, biofaziell wichtiger Form-Gattungen (*Palmatolepis*, *Polygnathus*, *Spathognathodus*), im Genus determinierter Zahnleisten-Typen und nicht näher bestimmbarer Conodonten zusammengefaßt, wobei unter „Conodont sp.“ in der übergroßen Mehrheit Ramiformelemente unbestimmbarer Gattung zu verstehen sind.

Tabelle 3. Numerische Verteilung ausgewählter Form-Gattungen, Ramiformelemente und unbestimmter Conodonten in den Schichtenfolgen der Selke-Mulde

	<i>Palma- tolepis</i>	<i>Poly- gnathus</i>	<i>Spatho- gnathodus</i>	Zahn- leisten	Conodont sp.	Σ
Selke-Grauwacke	2	1	5	3	47	58
Nehden-Tonschiefer	7	2	2	15	93	119
Hauptkiesel-schiefer	38	9	—	59	188	294
Stieger Schichten	21	8	—	38	92	159
Selke-Quarzit	1	—	—	1	1	3
	69	20	7	116	421	633

Tabelle 3 belegt:

1. die zahlenmäßige Vormacht von *Palmatolepis* gegenüber *Polygnathus* ($69 : 20 = 77,5\% : 22,5\%$)
2. ein quantitatives Übergewicht von Zahnleisten-Formen (ramiform elements) gegenüber den Plattform-Typen (*Palmatolepis*, *Polygnathus*, *Spathognathodus*) ($116 : 96 = 54,7\% : 45,3\%$)
3. das späte Einsetzen von *Spathognathodus* (Nehden)
4. das völlige Fehlen der Gattungen *Icriodus* und *Pelekysgnathus*
5. das Fehlen von *Bispathodus* entsprechend der stratigraphischen Reichweite (Einsetzen ab marginifera-Zone).

Auf Grund der genannten Fakten erfolgt eine Zuordnung der in der Selke-Mulde nachgewiesenen Conodonten-Fauna in die Conodonten-Biofazieszonen I *Palmatolepid* (-*bispathodid*) und II *Palmatolepid*-*polygnathid*. Da die Gattung *Bispathodus* erst in der marginifera-Zone einsetzt und somit in den prä-marginifera-Bildungen der Selke-Mulde fehlen muß und *Polygnathus* auch in der Zone I vertreten ist, ist eine Entscheidung zu Gunsten einer der beiden Zonen nicht möglich. Für Adorf und Nehden sollten die beiden Zonen daher zusammengefaßt werden. Aus der Tatsache, daß keine verdrifteten bzw. herabgeglittenen *Icriodus*-Formen nachgewiesen werden konnten, ist jedoch eine Position am unteren Kontinentalhang bzw. Kontinentalfuß am wahrscheinlichsten.

Aus dem Fehlen der Gattungen *Icriodus*, *Pelekysgnathus* und anderer ist ein rein bathymertisch gegliedertes Conodonten-Biofaziesmodell abzulehnen. Eine vagil-benthische Lebensweise würde das in den Gesteinen der Selke-Mulde nachgewiesene Faunenspektrum und die Conodontensterilität von Schwarzschiefern der Stieger Schichten (euxinisches Milieu) erklären. Hoher Bitumengehalt und niedriger pH-Wert

(H₂S) gehen mit Conodontenarmut bzw. Conodontensterilität einher (Freyer 1961, Kupetz 1984).

4.3. Zur Farbe der Conodonten

Untersuchungen zur Farbe von Conodonten, wie sie durch Epstein u. a. (1977) dargestellt wurden, sind an Conodonten in Dickschliffen nicht praktikabel. Die wenigen Conodonten aus den Gesteinsschichten der Selke-Mulde, die mit Flußsäure freipräpariert werden konnten, erbrachten folgende Werte (ohne Berücksichtigung der Zeitdauer der thermischen Beanspruchung): Farbindex: 2-3 (mittelbraun bis dunkelbraun), Temperatur: 60-200 °C.

Unter Einbeziehung der Zeitdauer der thermischen Beanspruchung (doI/II-cu/co) von etwa 35 x 10⁶ Jahren ergibt sich folgender Temperaturbereich: 80-130 °C. Entsprechend dem Geothermieatlas der DDR (1984) würde im Untergrund der Selke-Mulde in etwa 3000 m Tiefe eine Temperatur von 80 °C und in etwa 4500 m Tiefe eine Temperatur von 130 °C herrschen. Bei einem geothermischen Gradienten von 3 °C pro 100 m entsprechen die ermittelten Werte (Farbindex) einer minimalen Versenkung von etwa 2000 m und einer maximalen Versenkung von etwa 3600-3700 m - höhere Gradienten würden eine niedrigere Versenkung verlangen.

Der relativ niedrige Farbindex entspricht der geotektonischen Position der Selke-Mulde als höchstes Stockwerk im Schiefergebirge des Unter- und Mittelharzes im Sinne von Schwab (1969). Eine Bleichung der Conodonten durch die Behandlung mit HF konnte an den hier untersuchten Exemplaren nicht beobachtet werden.

5. Zusammenfassung

Aus dem belegten Fossilpektrum, vor allem aber aus den z. T. reichen Conodontenfunden, läßt sich für die Selke-Mulde eine nahezu lückenlose Abfolge vom Selke-Quarzit (doIalpha) über die Stieger Schichten (doIgamma bis doIpostdelta), den Hauptkieselschiefer (doIpostdelta bis doIIalpha) und den Nehden-Tonschiefer (doII-alpha) bis hin zur Selke-Grauwacke (doIIbeta bis doIIIalpha) nachweisen. Somit gelang erstmals eine gesicherte biostratigraphische Einstufung aller Schichtenfolgen der Selke-Mulde in das Oberdevon und damit im Zusammenhang, über die lithologische

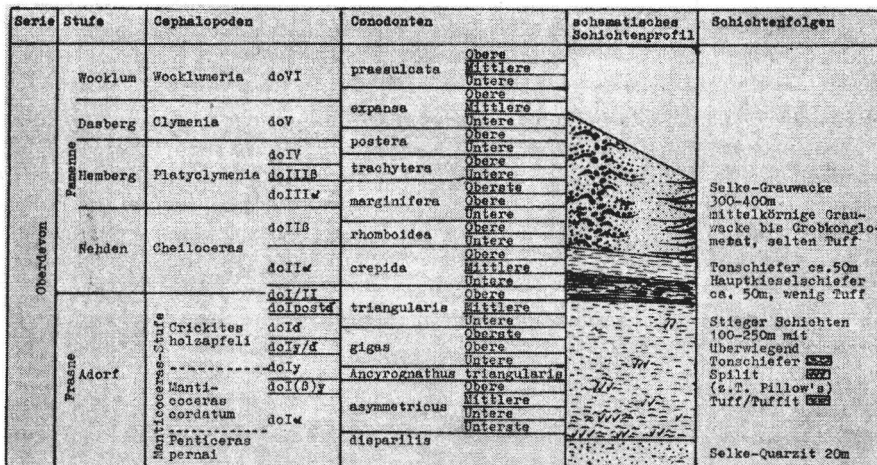


Abb. 6. Schematischer Aufbau und stratigraphische Reichweite der Gesteinsschichten der Selke-Mulde/Harz

Parallelisierung mit den faziell vergleichbaren Bildungen in der Südharz-Mulde hinaus, der Beweis, daß Südharz- und Selke-Mulde zeitgleich Sedimentationsgebiete im variszischen Orogen waren.

Der schematische Aufbau und die stratigraphische Reichweite der Gesteinsschichten der Selke-Mulde sind in Abb. 6 zusammenfassend dargestellt.

Über die stratigraphischen Datierungen auf der Basis der Conodontenchronologie hinaus, konnten Aussagen zu Conodontengruppen (natural assemblages), zur Conodonten-Biofazies und zur Farbe von Conodonten getroffen werden.

S c h r i f t t u m

- Epstein, A. G., J. B. Epstein und L. D. Harris: Conodont color alteration an index to organic metamorphism. Geological Survey Professional Paper 995 (1977) 1–27.
- Freyer, G.: Zur Taxonomie und Biostratigraphie der Conodonten aus dem Oberdevon des Vogtlandes unter besonderer Berücksichtigung des to V/VI. Freib. Forsch.-H., Berlin C 95 (1961) 1–96.
- Helmuth, H. J.: Zum oberdevonischen Alter der Südharzgrauwacke. Geologie, Berlin 12 (1963) 490–491.
- Hoth, K.: *Rhynchonella (Hypothyridina) cuboides* (SOW.) in der Grauwacke der Selke-Mulde. Ber. Geol. Ges., Berlin 2 (1957) 289–298.
- Kneidl, V., und R. Wild: Das Oberdevon in der westlichen Südharz-Mulde. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., Stuttgart 134 (1969) 147–174.
- Kupetz, M.: Stratigraphie und Tektonik des Paläozoikums im Nossen-Wilsdruffer Schiefergebirge. Diss. zur Promotion A, Bergakad. Freiberg 1984.
- Reichstein, M.: Parallelisierung eines Teiles des bisherigen Hauptquarzites vom Unterharz mit der Schichtenfolge des Acker-Bruchberg-Systems. Geologie, Berlin 10 (1961) 302–315.
- Ruchholz, K.: Fossilfunde im Südharz-Selke-Quarzit (sog. Hauptquarzit) südlich des Tanner Zuges im Unterharz. – Ein Beitrag zur Altersstellung. Geologie, Berlin 17 (1968) 348–353.
- Ruchholz, K., und D. Warncke: Zur Altersstellung der Grauwackenfolge in der Südharz-Mulde. Geologie, Berlin 12 (1963) 921–927.
- Sandberg, C. A., und R. Dreesen: Late Devonian icriodontid biofacies models and alternate shallow-water conodont zonation. Geol. Soc. Am., Spec. Pap., Boulder/Col. 196 (1984) 143–179.
- Schmitt, H.: Conodonten-Funde im ursprünglichen Zusammenhang. Palaeont. Z., XVI (1934) 76–85.
- Schriel, W., und D. Stoppel: Das Alter des Hauptkieselschiefer LOSSEN's und der Buntschiefer in der Südharzmulde. Z. Dt. geol. Ges., Hannover 109 (1957).
- Schwab, M.: Beiträge zur Tektonik der rhenoharzynischen Zone im Gebiet der DDR mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse im Unterharz. Diss. zur Promotion B, Univ. Halle 1969.
- Steiner, W.: Cyclostigma-ähnliche Pflanzenfunde aus den Grauwacken der Selkemulde/Harz. Geologie, Berlin 8 (1959) 884–899.
- Steiner, W.: Neue Pflanzenreste aus der Selkegrauwacke bei Ballenstedt (Harz). Geologie, Berlin 12 (1963) 990–992.
- Tschapek, B.: Kartierung ausgewählter Bereiche am West-Rand der Selke-Mulde. Dipl.-Arb. Greifswald 1984.
- Tschapek, B.: Zur Stratigraphie, Lithologie und Tektonik der Selke-Mulde/Harz. Diss. zur Promotion A, Univ. Halle 1987.
- Wachendorf, H.: Ein Beitrag zur Stratigraphie und Tektonik der Umgebung von Zorge (Südharz-Mulde). Beih. Naturh. Ges., Hannover 5 (1968) 147–164.

- Ziegler, W.: Über devonische Conodonten-Apparate. *Geologica et Palaeontologica*, SB, Marburg 1 (1972) 91–96.
- Ziegler, W., und G. Klapper: The disparilis-conodont zone, proposed level for the Middle – Upper Devonian boundary. *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, Frankfurt/M.* 55 (1982) 463–492.

Dr. Boris Tschapek

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Sektion Geographie

WB Geologische Wissenschaften und Geiseltalmuseum

Domstraße 5

Halle (Saale)

DDR - 4020

Legendre, P., und L. Legendre (Hrsg.): **Developments in Numerical Ecology.** Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag 1987. 585 S.

In den letzten Jahren haben viele neue Verfahren zur Auswertung quantitativer ökologischer Daten praktische Anwendung gefunden. Einige der Verfahren sind noch wenig verbreitet, nicht zuletzt aufgrund fehlender Anpassung an ökologische Fragestellungen mit ihren zum Teil unscharfen oder auch unvollständigen Datensätzen. Das vorliegende Buch entstand nach einem internationalen Arbeitstreffen über Numerische Ökologie in Roscoff (Frankreich). Die Vortragstexte sind von den Autoren aufgrund der Diskussionen während der Tagung zum Teil erheblich überarbeitet worden.

Dem Ablauf des Treffens entsprechend ist auch das Buch in zwei große Abschnitte geteilt: erstens die Einführungsvorträge, in denen die modernen Verfahren in ihren Grundlagen und Weiterentwicklungen vorgestellt werden, und zweitens die Berichte der einzelnen Ökologie-Arbeitsgruppen mit Meinungen zu und Erfahrungen mit diesen neuen Verfahren. Besondere Aufmerksamkeit wird multivariaten statistischen und nichtstatistischen Auswertetechniken gewidmet. Das erste Kapitel behandelt multidimensionale Skalierungen (MDS) nach klassischen, nichtlinearen und "Unfolding"-Techniken. Nach einem Kapitel mit zwei Beiträgen über Clusteranalyseverfahren gibt Serge Frontier einen Abriss zur Theorie der Fraktale. Leider liegt hier das Hauptaugenmerk auf der Modellierung räumlicher Strukturen. Die Nachbildung und Auswertung nichtlinearer zeitlicher Abläufe wird vernachlässigt. In den beiden letzten Einführungskapiteln finden sich Darstellungen zur Pfadanalyse für gemischte Variable und zur räumlichen Analyse. Die schließlich folgenden Arbeitsgruppen-Berichte reichen von der Anwendung in der Mikrobiologie über Ozeanographie und Limnologie bis zur terrestrischen Botanik und Tierökologie mit dem herausfordernden Untertitel: "dirty data and clean questions".

Die sehr guten Einführungen in die modernen mathematischen Verfahren nehmen über 3/4 des Buches ein und sind jedem zu empfehlen, der sich einen Überblick verschaffen will oder der beginnt, sich in eines der Verfahren theoretisch einzuarbeiten. Damit zeichnet sich dieser Tagungsband wohlthuend gegenüber vielen anderen aus, deren Inhalt meist nur wenigen Spezialisten zugänglich ist. Die Arbeitsgruppenberichte zeigen deutliche Meinungsverschiedenheiten, insbesondere bei ganz neuen Verfahren, die bisher selten Anwendung fanden. Hier wird zum Teil sehr anschaulich klar, daß es für Praktiker und Theoretiker der Numerischen Ökologie noch viel zu tun gibt. Nicht zuletzt fällt an vielen Stellen auf, daß der großen neuen Gefahr zu begegnen ist, die in einer Art Unfehlbarkeitsdogma von Computerprogrammen liegt. Objektive Verfahren, wie zum Beispiel Clusteranalyse und MDS, setzen naturgemäß eine vom erfahrenen Praktiker subjektiv ausgewählte Skalierung und Metrik voraus. Das wird von gedankenlosen „Nachnutzern“ gern übersehen.

Die meisten Kapitel des vorgestellten Buches sind nicht nur für Ökologen interessant, sondern auch für Taxonomen, Anatomen und Wissenschaftler anderer Fachrichtungen mit ähnlichen Fragestellungen, wie zum Beispiel Geographen. Dem Tagungsband ist daher eine weite Verbreitung zu wünschen.

G. Tschuch