

Geol. Paläont. Westf.	4	7 – 22	9 Abb. 1 Tab. 1 Taf.	Münster Mai 1985
--------------------------	---	--------	----------------------------	---------------------

Bemerkungen zur Schwarzschiefer-Fazies der Remscheider Schichten und erste Untersuchungsergebnisse der Vertebraten-Fundstelle NE' Kierspe (Sauerland, Rheinisches Schiefergebirge)

HÜSEYIN AVLAR und MARIA DOHMEN*

Zusammenfassung:

Stratigraphische Stellung und lokale Verbreitung der Schwarzschiefer-Folge werden beschrieben. Mehrere Modelle von Bildungsmilieus und die spezielle Situation im Beckenbereich Meinerzhagen-Kierspe sowie die Gesteinscharakteristika des systematisch bearbeiteten vertebratenführenden Horizonts NE' Kierspe werden erläutert.

Teil II befaßt sich mit den Fossilfunden. Die Arthrodirengattung *Tiaraspis subtilis* (GROSS 1933) wurde erstmalig in oberem Remscheschen Ablagerungen nachgewiesen. Der etwa 3 m mächtige fischführende Horizont enthält neben spärlichen Acanthodier- und Psilophyten-Resten eine Fülle disartikulierter und artikulierter Arthrodirenpanzer-Fragmente. Sämtliche Platten des Rumpfpanzers und die Schädeldach-Elemente Paranuchale, Nuchale, Centrale, Pineale, Prä- und Postorbitale wurden gefunden. Basierend auf Verteilung und Einbettungsmodus der Außenskelett-Reste sind Aussagen über deren biostratigraphisches Verhalten und die Bedingungen innerhalb des Einbettungsmilieus möglich.

1. Einleitung

Der Schwarzschiefer liegt konkordant auf dem Hauptvulkanit (K4). FUCHS (1923) ordnete die sedimentäre Abfolge den von ihm aufgestellten unteren Wiebelsaat-Schichten zu, einer faziellen Vertretung der unteren Remscheider Schichten.

FUCHS (1915) verfolgte die gesamten Wiebelsaat-Schichten auf den Blättern Wipperfürth, Meinerzhagen und Herscheid (West- und Südabfall des Ebbesattels). Die Schwarzschiefer-Fazies begrenzte er auf das Blatt Meinerzhagen (FUCHS 1923). Die größte Mächtigkeit von 4-5 m wird zwischen den Orten Vorth und Wiebelsaat (MTB Meinerzhagen) erreicht.

Der Schwarzschiefer liegt als Beckenfazies hauptsächlich zwischen den Orten Werfelscheid und Sulenbecke N' von Meinerzhagen und keilt im Osten auf MTB Herscheid, im Westen auf MTB Gummersbach aus (Abb. 1 und 2). Auf MTB Gummersbach wurde er in geringer Mächtigkeit zwischen den Orten Ratlendorf und Börlinghausen beobachtet (AVLAR 1985).

Im Jahre 1982 wurden in dem oberem Remscheschen Schwarzschieferhorizont NE' Kierspe erstmals Reste von Vertebraten entdeckt. Zunächst wurde aufgrund des sehr zeitaufwendigen Abbaus lediglich ein Gesteinspaket von 1,5 m Höhe, 4 m Breite und 0,5 m Tiefe systematisch ausgebeutet. Im Sommer 1984 konn-

* Anschrift der Verfasser: H. AVLAR

Geologisch-Paläontologisches Institut der Westfälischen Wilhelms Universität,
Corrensstraße 24
4400 Münster

M. DOHMEN

Geologisch-Paläontologisches Institut der Westfälischen Wilhelms Universität,
Corrensstraße 24
4400 Münster

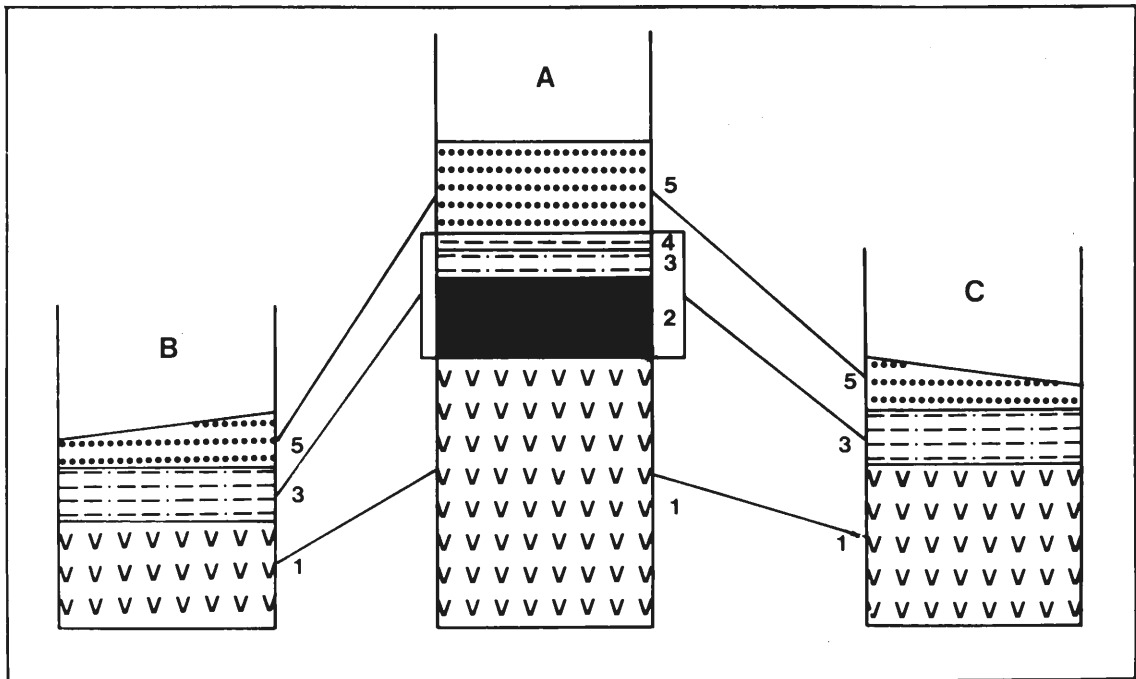


Abb. 1: Stratigraphische Entwicklung der unteren Remscheider Schichten. Der Schwarzschiefer liegt im Blattbereich Meinerzhagen konkordant auf dem Hauptkeratophyr. Beachte A, B und C zur Kennzeichnung der auf den anderen Blättern ausgebildeten siltigen Tonschiefern (Äquivalent zum Schwarzschiefer).
 A = Profil auf MTB Meinerzhagen (Wiebelsaat)
 B = Profil auf MTB Wipperfürth (S' Kierspetalsperre)
 C = Profil auf MTB Herscheid (bei Hösinghausen)
 1 = Hauptkeratophyr, 2 = Schwarzschiefer, 3 = siltiger Tonschiefer, 4 = braungelb-grünlicher siltiger Schiefer, 5 = arkosiger Sandstein.

te dank der freundlichen finanziellen Unterstützung des Landschaftsverbandes Westfalen-Lippe (Amt für Bodendenkmalpflege) in Zusammenarbeit mit dem geologisch-paläontologischen Institut der Universität Münster eine siebenwöchige Grabung ausgerichtet werden, in deren Verlauf ca. 3 t fossilführendes Gestein geborgen wurde. Im folgenden wird eine Zusammenfassung der bisherigen Erkenntnisse und Ergebnisse vorgestellt.

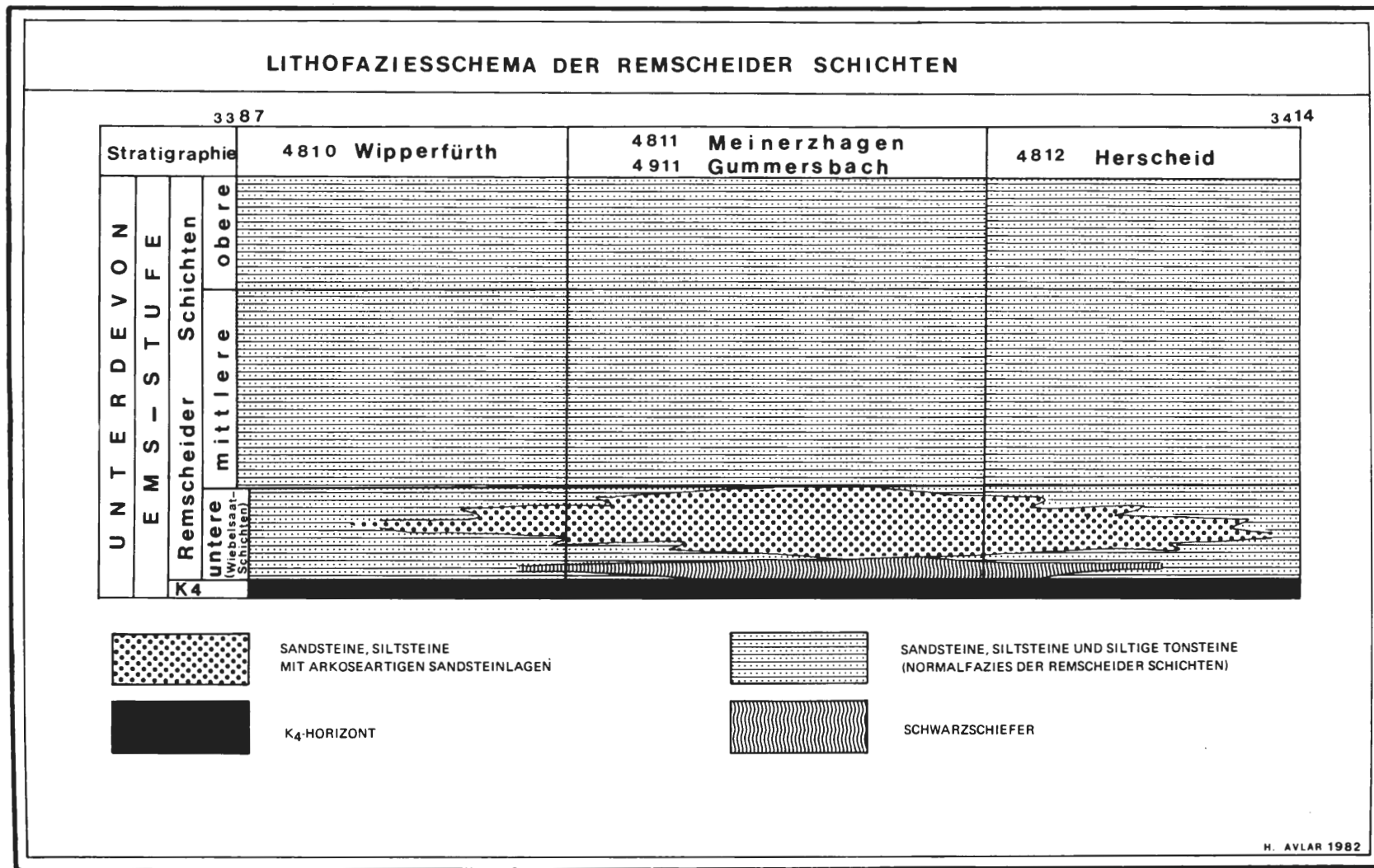
I. Geologie

1. Entstehung der Schwarzschiefer

Die Schwarzschiefer-Sedimente werden in einem stark an Sauerstoff verarmten Milieu abgelagert. Bei nur mangelhafter oder fehlender Bioturbation bleibt die Feinschichtung gut erhalten (WETZEL 1982). Die Untersuchungen zeigen jedoch, daß solche Ablagerungen in der geologischen Vergangenheit, vor allem im mitteleuropäischen Variszikum, auch in sehr flachen, offenen Meeresräumen gebildet wurden, z. B. in abgeschlossenen Teilbecken des offenen Meeres, auf dem Schelf, zwischen submarinen Vulkanschwellen oder wachsenden Riffen (KREBS 1969).

Der Bildungsraum der Schwarzsedimente kann am Kontinentalrand in Küstennähe liegen (EINSELE & WIEDMANN 1982; THUROW, KUHNT & WIEDMANN 1982). WIEDMANN (1982) erklärte die euxinische Faulschlammabildung durch ein Subsidenzmodell am Beispiel der Entwicklung des passiven Kontinentalrandes von Zentral-Marokko; sie erfolgte im Anschluß an das frühe Rift- und Evaporitstadium bei geringer Absenkungstiefe und mangelnder Zirkulation.

Abb. 2: Schwarzschieferverbreitung auf den Blättern Wipperfürth, Meinerzhagen, Gummersbach und Herscheid.



Flächenhafte Schwarzschiefer-Vorkommen werden entweder als distale Turbidite oder lokale Auftriebsbildungen in Abhängigkeit vom Relief des Meeresbodens oder der Küste gedeutet. Ihre Entwicklung verdanken diese Auftriebssedimente ihrer Lage in Passatzonen, wie THUROW, KUHN & WIEDMANN (1982) am Beispiel von Turon-Schwarzschiefern des Atlas aufzeigen.

Eustatische Meeresspiegelschwankungen, vor allem Transgressionen, stehen in der geologischen Geschichte mit der Bildung von Schwarzschiefern in Zusammenhang (KREBS 1969; DEMAISON & MOORE 1980). Während der Transgressionen wurden durch ansteigenden Wasserspiegel Küstenbereiche erodiert. Dieser Erosionsschutt setzte einerseits eine große Menge an Nährstoffen im Wasser frei, andererseits lagen die Becken bei ansteigendem Wasserspiegel schließlich unterhalb der Wellenbasis, so daß sich euxinische Bedingungen etablieren konnten (PAUL 1982; DEMAISON & MOORE 1980).

Nach VAIL et al. (1977, 1979) stieg der Meeresspiegel von der Basis bis zum Ende des Devons weltweit von ca. 120 bis 270 m über das heutige Meeresniveau (Abb. 3). Daher endete die terrestrische Faziesentwicklung zur Zeit des Hauptkeratophrys (K 4) und die transgressive Phase führte sehr rasch über die Remscheider Schichten zu schließlich vollmarinen Bedingungen (WONG & DEGENS 1980).

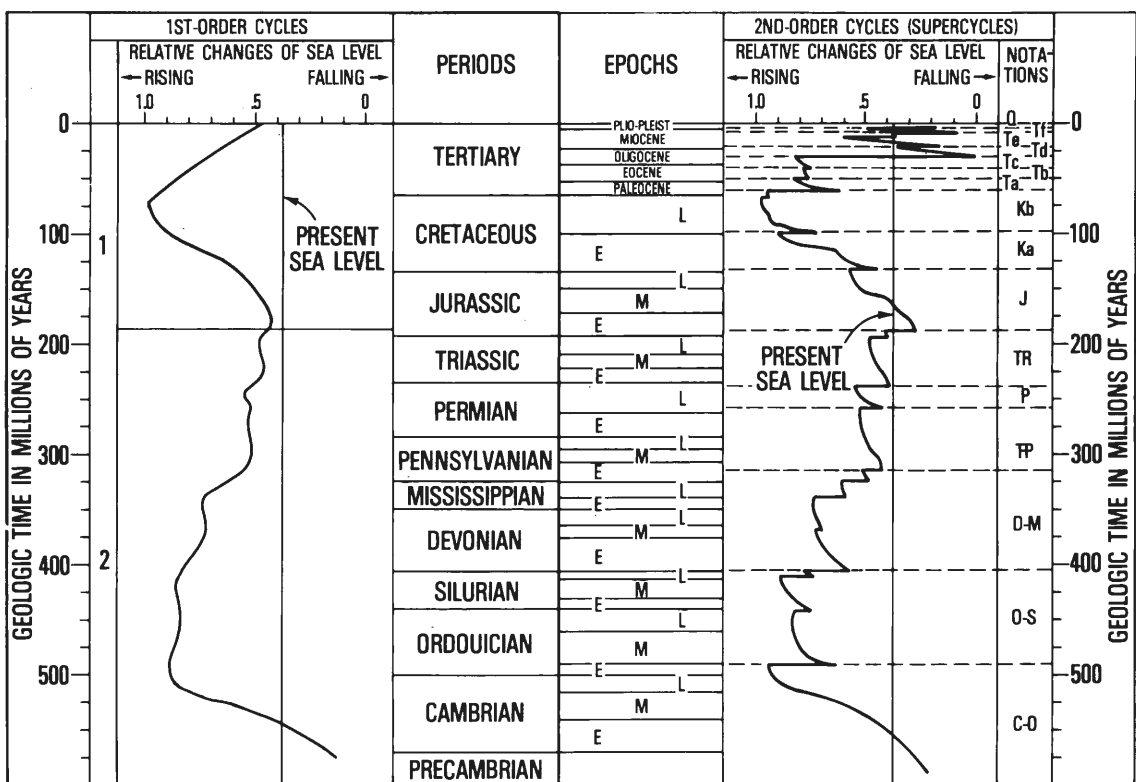


Abb. 3: Meeresspiegelschwankungen im Verlauf des Paläozoikums (nach VAIL et al. 1979).

Diese Transgression ermöglichte die Bildung von Faulschlamm-sedimenten an der Basis der Remscheider Schichten, die sich auf Beckenbereiche im Raum Meinerzhagen-Kierspe konzentrieren. Abb. 4 verdeutlicht, daß diese Gebiete bei ansteigendem Meeresspiegel unterhalb der Wellenbasis liegen, so daß die Entstehung eines euxinischen Milieus möglich ist, in dem eine Faulschlamm-bildung stattfinden kann.

Da das Rheinische Schiefergebirge, als ein Teil der Baltischen Platte im Ems ca. 10-15° südlich des Äquators im Bereich der Passat-Winde lag (ZIEGLER 1981) könnte auch eine Deutung der Schwarzschiefer als Auftriebssedimente (EISELE & WIEDMANN 1982) in Frage kommen (s. Abb. 5).

Die Faulschlamm-Bildung im Becken von Kierspe-Meinerzhagen endete im Verlauf des weiteren Meeresspiegelanstiegs, der die Isolation vom offenen Meeresbereich aufhob.

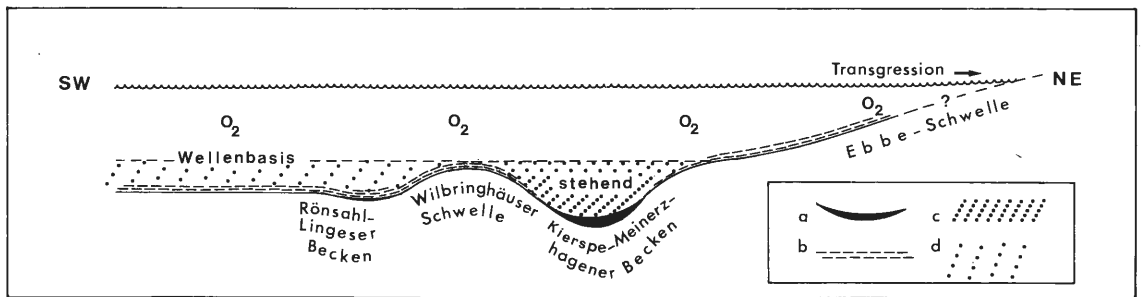


Abb. 4: Modell der Schwarzschiefer-Entwicklung unter euxinischen Bedingungen in isolierten Becken (AVLAR 1984).
 a. Schwarzschiefer, b. siltiger Schiefer, c. absolut stehender Wasserbereich, d. wenig bewegtes Oberflächenwasser.

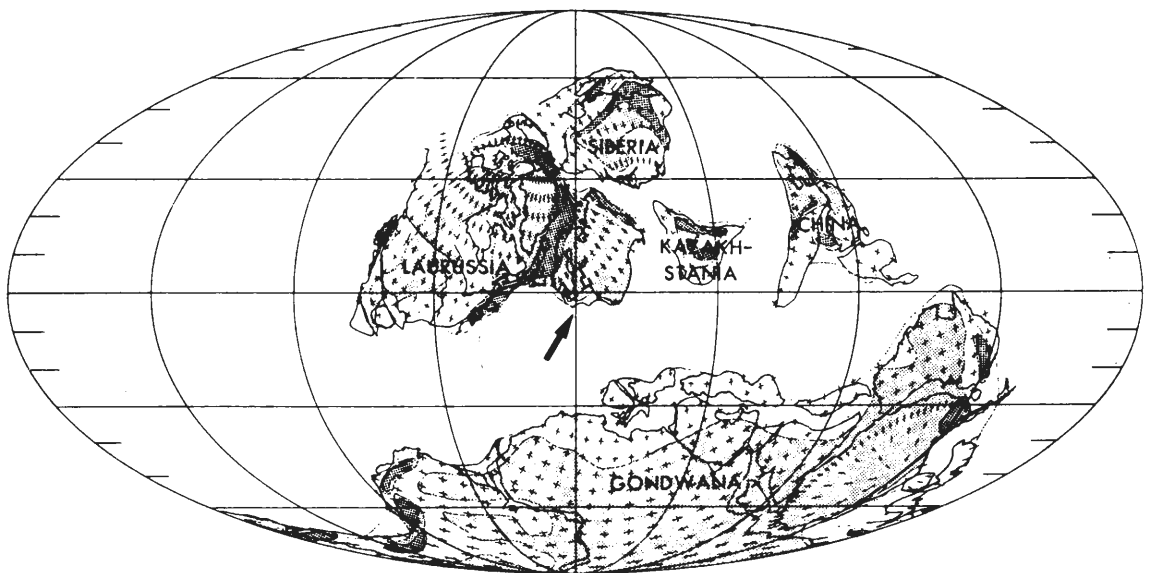


Abb. 5: Paläogeographie im Ems (Oberes Unterdevon). Der Pfeil zeigt die ungefähre Lage des Rheinischen Schiefergebirges am S' Rand der Baltischen Platte (Nach ZIEGLER 1981).

2. Gesteinscharakteristika des fossilführenden Horizonts NE' Kierspe

2.1 Gefüge

Das Sedimentgestein setzt sich aus Elementen der Ton- und Siltfraktion zusammen. Die Körner sind i. allg. kleiner als 0,03 mm. Im Dünnschliff erscheinen die Körner der Siltfraktion teils gut verrundet, teils in Gestalt tafelförmiger, kantiger Bruchstücke bzw. in blättchenartiger Form – letztere mehr oder weniger schichtungsparallel angeordnet.

Das auffallendste Charakteristikum des vorliegenden Gesteins ist eine mehr oder minder deutlich ausgeprägte Lamination – als Wechsellagerung dunkler und wesentlich geringmächtiger weiß-gelblicher Lagen (meist Bruchteile von mm) in Erscheinung tretend. Die Korngröße erfährt im Zuge des Farbwechsels keine merkliche Veränderung, allenfalls erfolgt eine Verschiebung bzgl. der rel. Anteile der Einzelkomponenten. Die beschriebenen Texturabfolgen wiederholen sich in unregelmäßigen Abständen (mm- bis cm-Bereich).

Innerhalb der gelben, die dunklen Horizonte fast stets nur unvollständig bedeckenden Lagen sind mitunter streifenförmige, gerichtete Strukturen zu beobachten.

Die dunklen Schichten imprägniert ein amorphes, dunkelbraunes bis schwarzes Pigment (= kohlige Substanzen i.w.S.), welches die Kornzwischenräume in Gestalt unregelmäßig-flockiger oder schlieriger Massen – teils schichtiger, teils netzartiger Anordnung – durchsetzt.

Innerhalb des untersuchten Profilabschnitts kommen Trends bzgl. der Korngrößenentwicklung ebensowenig zum Tragen wie größere Schwankungen der Mengenverhältnisse der einzelnen Bestandteile.

Der Ablagerungs- und Transport-Typ der Sedimente wird unter Berücksichtigung der o.g. Charakteristika im Bereich von laminar (wirbelfrei) transportierten Absätzen eines Stillwassermilieus eingeordnet.

2.2 Mineralbestand

Die Mineralbestimmung erfolgte mikroskopisch und röntgendiffraktometrisch. Optisch eindeutig bestimmbare Hauptkomponente der Siltfraktion ist Quarz; Hellglimmer – wahrscheinlich serizitischer Muskowit – ist gleichfalls häufig vertreten. Bräunliche oder hellgrünlichgraue Schichtsilikate, bei denen es sich wahrscheinlich um Chlorite handelt (die eindeutige optische Bestimmung ist aufgrund der geringen Korngröße schwierig), umfassen einen geringen Anteil. Durchaus nicht seltene Erzminerale sind Hämatit (rundliche, kleinkörnige Aggregate) und Pyrit. Feldspäte – meist tafelförmige nach dem Albit-Gesetz verzwillingte Plagioklase – treten relativ untergeordnet in Erscheinung. Hauptsächlich in den hellen Lagen erscheinende Nebengemengteile sind Zirkone mit schichtparallel ausgerichteten Längsachsen.

Die Analyse der Tonminerale wurde unter Verwendung eines Phillips PW 1050/25 Röntgendiffraktometers (Cu-K α -Strahlung, Ni-Filter) durchgeführt. Folgende Minerale konnten identifiziert werden: Illit, Chlorit, Glaukonit.

Die Diffraktogramme der einzelnen Proben zeigen, was den Stoffbestand betrifft, keine Abweichungen. Die Gegenüberstellung der Kurven von Proben aus dunklen und solchen aus hellen Lagen erweist lediglich leichte Verschiebungen hinsichtlich der relativen Menge der Einzelbestandteile; die hellen Horizonte enthalten z.B. geringere Anteile von Chlorit und Glaukonit.

II. Fossilfunde

1. Taxonomische Einordnung

Bereits die Ausbeutung des relativ geringmächtigen Profilabschnitts brachte eine erhebliche Anzahl von Vertebratenresten und in geringem Ausmaß Pflanzenfossilien (Psilophytales) zutage. Neben seltenen Acanthodierstacheln (*Gyracanthus (?) convexus* GROSS) bestreiten Placodermen der Ordnung Arthrodira den wesentlichen Teil der fossilen Reste. Spuren endo- und epibenthischen Lebens fehlen völlig.

Bemerkenswerterweise scheint lediglich eine Arthrodirenspezies vorzuliegen, *Tiaraspis subtilis* (GROSS); Synonyma: *Acanthaspis subtilis* GROSS 1933 a, *Prosphythaspis subtilis* (GROSS) 1937.

Das Profil NE' Kierspe nimmt in zweifacher Hinsicht im Vergleich mit anderen *Tiaraspis*-Fundpunkten (Overath, Wahnbachtal, Siesel, Schleiden) eine Sonderstellung ein: einmal tritt diese Spezies dort entweder untergeordnet neben anderen Vertebraten und Evertebraten bzw. nur in Form spärlicher Einzelfunde auf. Zum anderen werden die o.g. Lokalitäten sämtlich jünger als Ober-Ems datiert. Wo. SCHMIDT & ZIEGLER (1965) werten den Nachweis von *T. subtilis*, dessen stratigraphische Reichweite sich nach bisheriger Kenntnis vom Ober-Siegen bis Unter-Ems erstreckte (DENISON 1978) sogar als Beleg für siegenische bzw. unter-emsische Stellung der bis dahin als ober-emsisch eingestuften Rimmert-Schichten des Ebbe-Sattels. Hier gelang der erstmalige Nachweis der Art *Tiaraspis subtilis* in Schichten des Ober-Ems.

2. Modalbestand

Aus den bisher untersuchten 110 Gesteinsproben wurden insgesamt 353 Knochen herauspräpariert, die sich ausschließlich aus exoskeletalen Elementen von Arthrodiren und Acanthodiern rekrutieren. Be-

zogen auf die Position innerhalb des Dermal skeletts sind 31 verschiedene Komponenten unterscheidbar; von diesen sind 30 Bausteine des Arthrodiren-Panzers, nämlich 21 Rumpf- und 9 Schädelplatten; außerdem treten zahlreiche Schuppen auf (siehe Tabelle 1).

Tab. 1: Liste der gefundenen Knochen

Bezeichnung	Anzahl
PDL (p) *	40
ADL (p)	40
AVL (p)	40
Sp (p)	35
PVL (p)	35
MD	31
AL (p)	31
IL (p)	25
PL (p)	23
PMV	16
AMV	6
Ce (p)	12
PNu (p)	5
Nu	5
Pi	2
PrO (p)	2
PtO (p)	1
Stachel	5

* paarig

Nur die Bestandteile des Rumpf-Panzers sind sämtlich überliefert; der Dorsal-Panzer mit Mediandorsale und paarigen Anterior- und Posteriordorsolateralia; der Lateral-Panzer mit paarigen Anterior- und Posteriorlateralia und schließlich der Ventral-Bereich mit paarigen Spinalia, Interiorlateralia, Anterior- und Posteriorventrolateralia und unpaaren Anterior- und Posteriormedioventralia (Abb. 6).

Die gefundenen Cranialplatten gehören ausschließlich zum dermalen Schädeldach: unpaares Nuchale und Pineale sowie paarige Paranuchalia, Centralia, Prae- und Postorbitalia.

Die Schuppen entstammen wahrscheinlich dem caudalen, unbepanzerten Körperabschnitt.

3.3 Einbettungsmodus

Die Panzerfragmente kamen teils auf der Schichtfläche, teils innerhalb des noch nicht verfestigten Schlamms zur Ablagerung. Der ursprüngliche Knochenschild ist meist in disartikulierte Einzelplatten zerfallen, die einmal als sog. „wirre Haufwerke“ neben- und übereinander liegen oder, vor allem bei Ablagerung auf der Sedimentoberfläche, über einen weiteren Bereich verstreut auftreten.

Die Fragmente MD/PDL, AL/SP und AVL/SP sind am häufigsten in originärer Assoziation erhalten, scheinen also relativ stabile Elemente des ehemaligen Knochenschildes zu repräsentieren (Abb. 7). Ein Ventralpanzer (Taf. 1, Fig. 5) stellt den vollständigsten artikulierten Rest dar. Von den Knochen des Schädelbereichs wurden PNu/Nu sowie ein Schädeldach mit Nu, PNu, Ce, Pi, PrO und PtO gefunden.

Rund die Hälfte der untersuchten Proben enthält zwei oder mehr (bis zu 19) Platten, die jeweils – mit einer Ausnahme – zu einem Individuum gehören (Abb. 8; Taf. 1, Fig. 1-6).

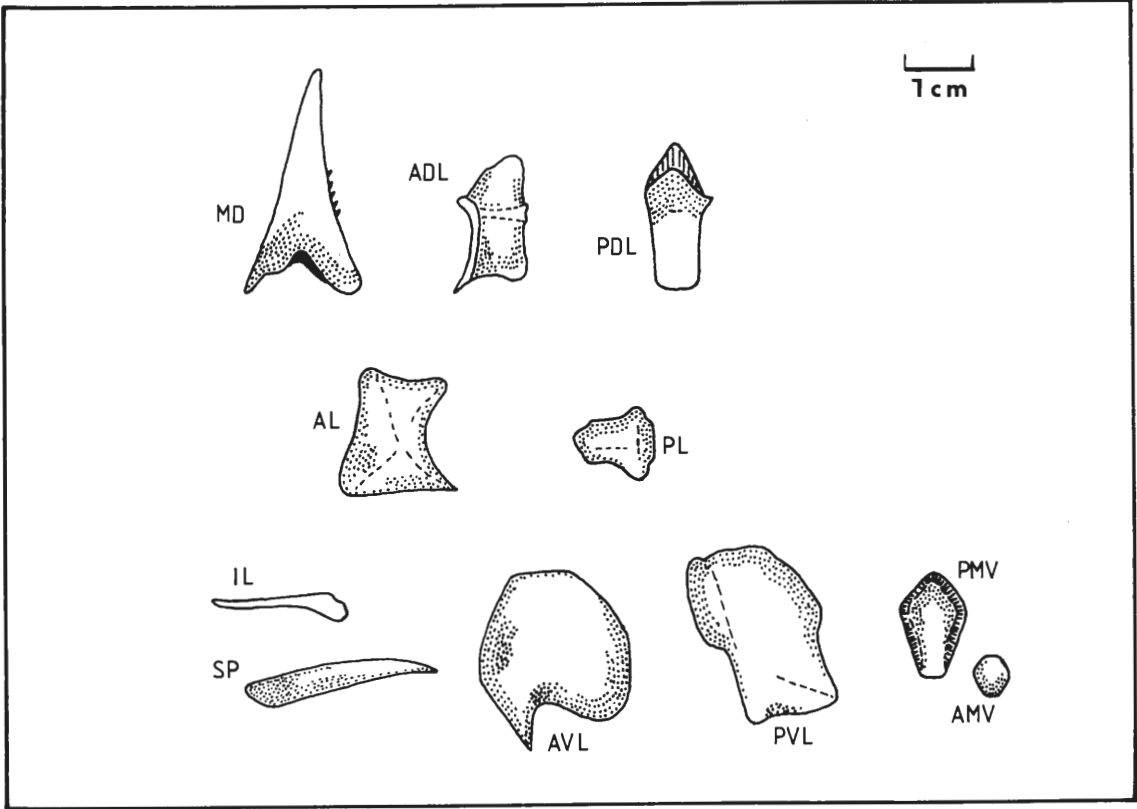


Abb. 6: Rumpfpanzer-Platten von *Tiaraspis subtilis* (GROSS).

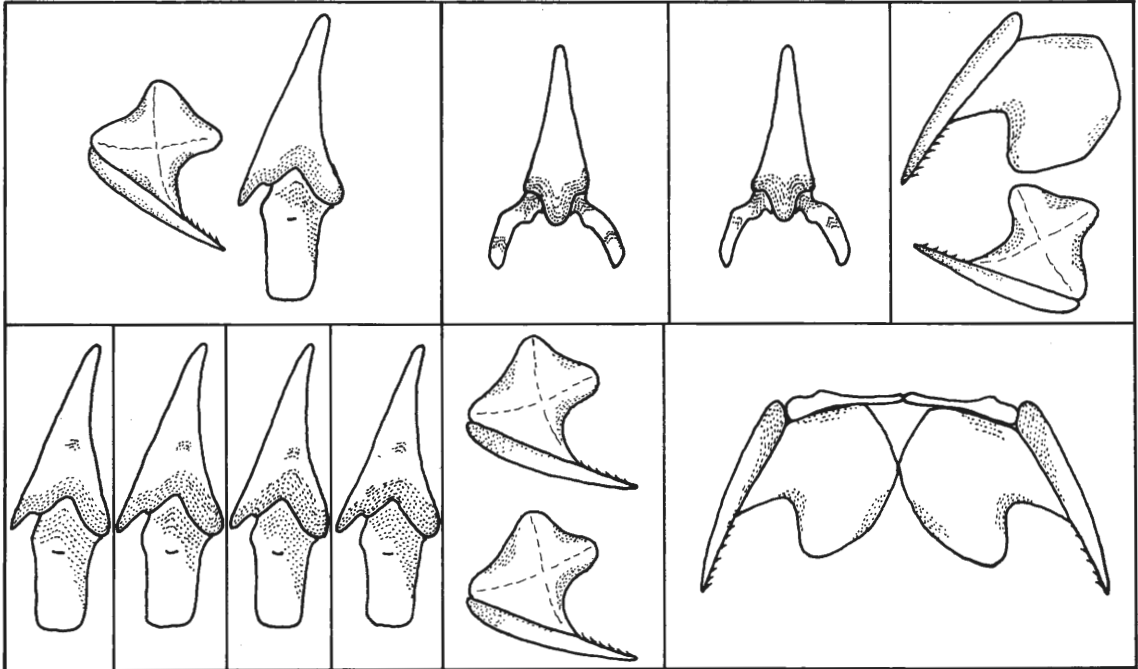


Abb. 7: Skizzierte Darstellung der in ursprünglicher Artikulation gefundenen Platten.

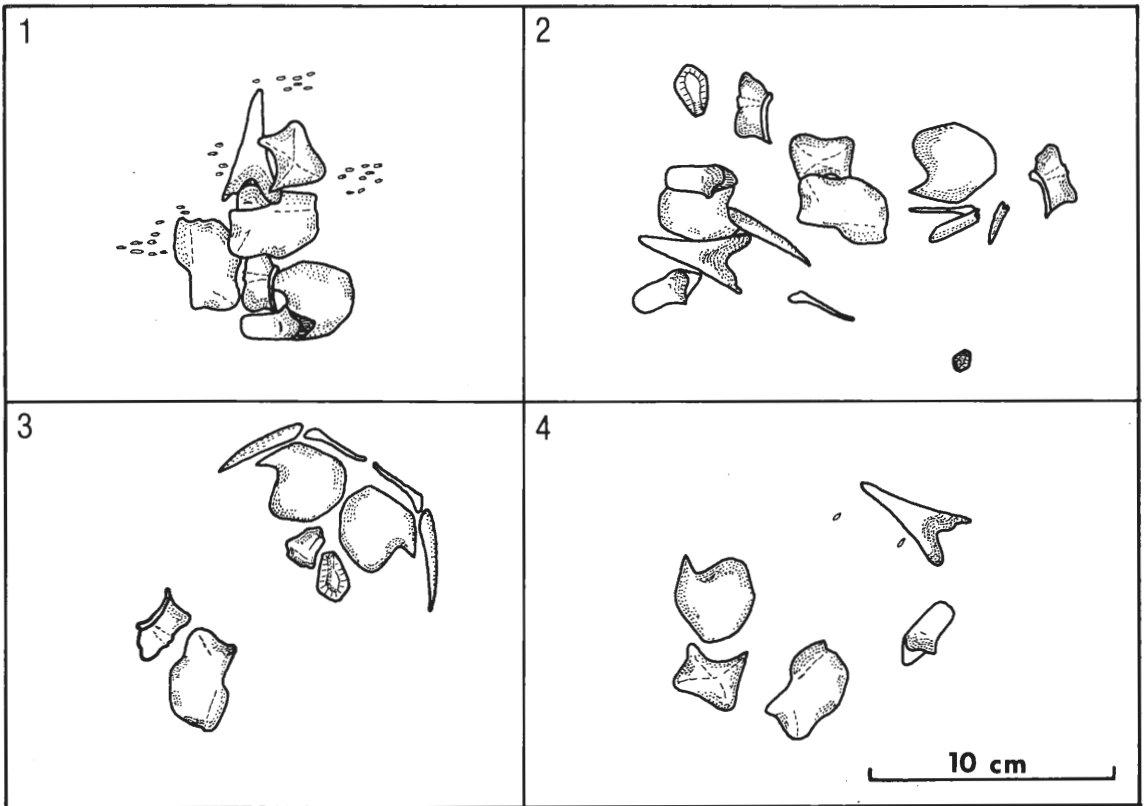


Abb. 8: Skizzierte Darstellung verschiedener Einbettungssituationen. Meist disartikulierte Einzelknochen; 3: vorderer Ventralpanzer \pm in ursprünglicher Artikulation (Siehe Taf. 1, Fig. 5) 1: MD, 2 PDL, ADL, AL, AVL, PVL, Schuppen; 2: MD, 2 PDL, 2 ADL, AL, 2 Sp, PMV, 2 IL, AMV; 3: 2 Sp, 2 IL, 2 AVL, PMV, PL, ADL, PVL; 4: AVL, AL, PVL, MD, PDL, Schuppen.

Einregelung der Knochen ist kaum zu verzeichnen, in wenigen Fällen ist, vor allem bei Platten mit hohem Längen/Breitenverhältnis, eine parallele Ausrichtung der Komponenten zueinander erkennbar. Diese Situation koinzidiert mit einer in gleicher Richtung verlaufenden Riefung der Schichtfläche, auf die bereits unter Punkt 2.1. hingewiesen wurde.

Die Erhaltungsqualität der Knochen schwankt in Abhängigkeit von deren Lage zur Sedimentoberfläche. Bei der Bestimmung der Erhaltungsqualität wurde das Ausmaß der Vollständigkeit des lagigen Knochengewebes zugrundegelegt. Um die vergleichende Untersuchung zu erleichtern wurden drei Qualitäten definiert: a = unverwitterte, lagige Knochen mit deutlich erkennbarer Ornamentierung; b = Knochenstruktur noch erkennbar, z.T. zersetzt, Ornamentierung erkennbar; c = lagiger Aufbau nicht mehr sichtbar, Knochenstruktur zum größten Teil mulmig zersetzt, Struktur nicht oder kaum erhalten (Abb. 9).

4. Biostratinomie

Die Beobachtung relativ vollständiger Panzerfragmente auf engem Raum, die Tatsache, daß fast alle Proben nur Überreste eines Individuums enthalten und das fast völlige Fehlen von Bruchstücken lassen auf einen kurzen Transportweg zwischen Todes- und Einbettungsort schließen. Die Entstehung der beschriebenen Taphozönose kann durch folgendes Modell erklärt werden:

Über den terrestrisch abgelagerten K4-Vulkanit im Liegenden der Schwarzschiefer-Folge fand eine Ingression statt, die lokal (Meinerzhagener Becken) eine rel. küstennahe Senken-Schwellen-Fazies entstehen ließ.

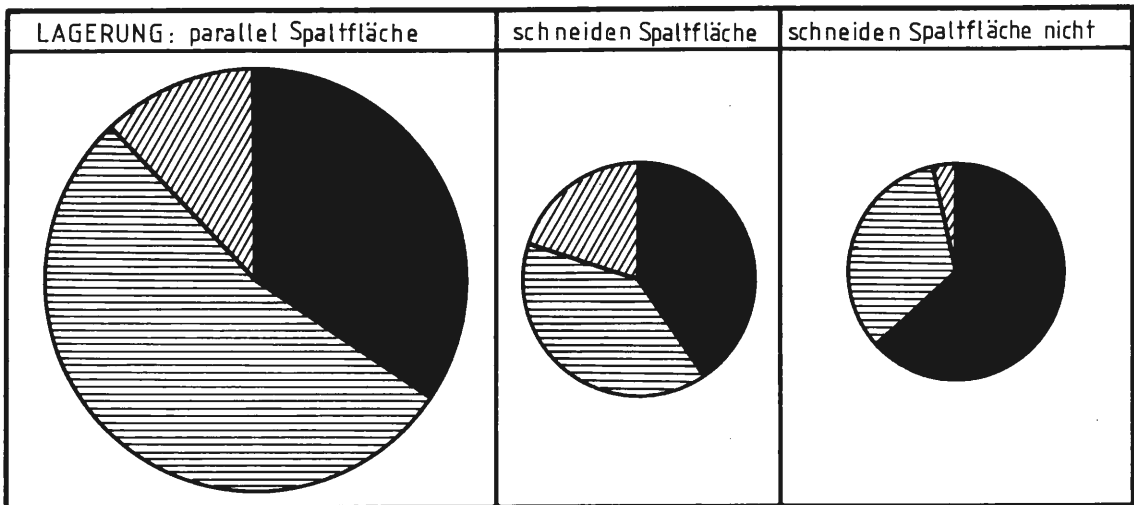


Abb. 9: Tortendiagramme zur Verdeutlichung der Beziehung zwischen Erhaltungsqualität der Knochen-
 substanz und der Lagerung zur Spaltfläche.
 Schwarz = gute Erhaltung
 Horizontalschraffur = mäßige Erhaltung
 Diagonalschraffur = schlechte Erhaltung.

Im Bereich der Senken etablierten sich mangels ausreichender Wasserzirkulation anaerobe Bedingungen. Der Lebensraum der – bodenbewohnenden – Arthrodiren müßte in den besser belüfteten Schwellenbezirken zu suchen sein.

Nach dem Verenden erfolgte kurzzeitige Drift der Kadaver bei aerobem Zerfall. Eine fossile Dokumentation war gewährleistet, falls die Reste in dem faulschlammhaltigen, bodenlebenfreien Beckensediment eingebettet wurden.

Der für die unterschiedlichen Erhaltungsbedingungen der Knochensubstanz verantwortliche Parameter ist dem vorliegenden Befund zufolge die Sedimentationsrate: Bei relativ starker Sedimentakkumulation konnte sich keine feste Schichtfläche bilden. Die Sedimentviskosität war infolge hoher Wassersättigung gering, so daß die Panzer-Fragmente in Abhängigkeit von der Fläche der Kadaver-Reste und der Dichte des Sediments bis zu einigen cm tief einsanken und auf diese Weise optimal vor Vernichtung geschützt blieben.

Länger andauernde Sedimentationsruhe ging mit schnell fortschreitender Kompaktion des organischen Schlammes einher (ZANGERL 1971), wodurch schließlich ein völliges Einsinken unmöglich wurde.

Der Einbettungsort läßt sich zusammenfassend als unterhalb der normalen Wellenbasis gelegener Ruhigwasserbereich einstufen; das Porenwasser scheint fast ständig vergiftet gewesen zu sein. Von Zeit zu Zeit auftretende leichte Wasserbewegungen (induziert etwa durch Stürme) hatten wahrscheinlich eine kurzfristige Erhöhung des Sauerstoff-Gehaltes im Bodenwasser zur Folge. Die auf der Schichtfläche erhaltenen fossilen Relikte indizieren aber zumindest einen zeitweiligen Anstieg der H₂S/O₂-Chemokline über den Untergrund.

Literaturverzeichnis

- AVLAR, H. (1985): Facies development and palaeoecology at the Early-Mid Devonian boundary in the southwestern Ebbesattel (Rheinisches Schiefergebirge) and their palaeogeographical interpretation. – *Earth evolution Sci.*, **1** (1): 20 Abb.; Wiesbaden (im Druck).
- AVLAR, H. (1985): Zur Biostratigraphie, Faziesentwicklung, Paläoökologie und Paläogeographie der Grenzschichten des Unterdevon und Mitteldevon im südlichen Ebbesattel (Rheinisches Schiefergebirge), Implikationen für die geodynamische Interpretation. – Diss. Uni. Münster: 182 S., 62 Abb.; Münster.
- DEMAISON, G. J. & MOORE, G.T. (1980): Anoxic environments and oil source bed genesis. – *Mem. amer. Assoc. Petrol. Geol.*, **64**: 1179-1209; Tulsa (Okla).
- DENISON, R. (1978): Placodermi. – *Handbook of Paleoiichtyology*, 2: 128 S. 94 Abb.; Stuttgart, New York (Fischer Verlag).
- DOHMEN, M. (1983): Biostratigraphische Untersuchung einer Fischlagerstätte aus dem Schwarzschiefer-Horizont der Unteren Remscheider Schichten. – Dipl.-Arbeit: 79 S., 30 Abb.; Köln (unveröff.).
- EINSELE, G & WIEDMANN, J. (1982): Turonian black shales in the Moroccan coastal basins: First upwelling in the Atlantic Ocean. – In: v. RAD, U. et al. (Eds.): *Geology of the Northwest African Continental margin*. – 396-414; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).
- FRIMAN, L. & BARDENHEUER, P. (1984): A new reconstruction of *Rhinopteraspis dunensis* (Agnatha, Heterostraci) with some remarks on pteraspid ontogeny. – *Münster. Forsch. Geol. Paläont.*, **61**: 147-173, 3 Abb., 2 Taf.; Münster.
- FUCHS, A. (1915): Die Entwicklung der devonischen Schichten im westlichen Teil des Remscheid-Altanaer-Sattels und Ebbe-Sattels. – *Jb. preuss. Landesanst.*, **36**: 1-95, 2 Taf., Berlin.
- FUCHS, A. (1923a): Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten. – Liefg. 220 MTB 4811 Meinerzhagen. – k. preuss. geol. Landesanst.; 52 S.; Berlin.
- GROSS, W. (1933a): Die unterdevonischen Fische und Gigantostraken von Overath. – In: SCHRIEL, W. & GROSS, W.: *Zur Stratigraphie, Tektonik und Paläontologie des alten Unterdevons im südlichen bergischen Lande*. – *Abh. preuss. geol. Landesanst., N.F.* **145**: 41-77, 16 Abb., Taf. 1-7; Berlin.
- GROSS, W. (1933b): Die Wirbeltiere des rheinischen Devons. Teil I. – *Abh. preuss. geol. Landesanst., N.F.* **154**: 83 S., 20 Abb., 11 Taf.; Berlin.
- GROSS, W. (1937): Die Wirbeltiere des rheinischen Devons. Teil II. – *Abh. preuss. geol. Landesanst., N.F.* **176**: 83 S., 29 Abb., 10 Taf.; Berlin.
- GROSS, W. (1962): Neuuntersuchung der Dolichothoraci aus dem Unter-Devon von Overath bei Köln. – *Paläont. Z.*, H. SCHMIDT-Festbd., 45-63, 10 Abb.; Stuttgart.
- HECHT, F. (1933): Der Verbleib der organischen Substanz der Tiere bei meerischer Einbettung. – *Senckenbergiana*, **15**: 165-245; Frankfurt.
- KAUFFMAN, E. G. (1978): Bentic environments and paleoecology of the Posidonienschiefer (Toacian). – *N. Jb. Geol. Palaeont. Abh.*, **157**: 18-36; Stuttgart.
- KREBS, W. (1969): Über Schwarzschiefer und bituminöse Kalke im mitteleuropäischen Variscikum. – *Erdöl und Kohle*, **22**: 2-6 u. 62-67; Steinfeld-Echterdingen.
- MÜLLER, A. H. (1951): Grundlagen der Biostratigraphie. – *Abh. dtsh. Akad. Wiss., math.-nat. Klasse*, **1950** (3): 1-147, 79 Abb.; Berlin.
- PAUL, J. (1982): Zur Rand- und Schwellen-Fazies des Kupferschiefers. – *Z. dtsh. geol. Ges.*, **133**: 571-605; Hannover.
- PITMAN, W. C. (1979): The Effect of Eustatic Sea Level Changes on stratigraphic Sequences at Atlantic Margins. – *Mem. amer. Assoc. Petrol. Geol.*, **29**: 453-460; Tulsa (Okla).
- RAYNER, D. H. (1956): The geological Environment of Fossil Fishes. – In: WESTOLL, T. S. (Ed.): *Studies on Fossil Vertebrates*. – Univ. of London, The Athlone Press (1958): 129-156; London.
- RICHARDSON, E. S. (1963): The paleoecological history of two Pennsylvanian black shales. – *Fieldiana, Geol. Mem.*, **4**: 1-352; Chicago.
- SCHMIDT, W. & ZIEGLER, W. (1965): Eine Arthrodiren-Fauna in einem Keratophyr-Profil der Rimmert Schichten (Unter-Devon) des Ebbe-Antiklinoriums. – *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **1965**: 221-233, 2 Abb.; Stuttgart.

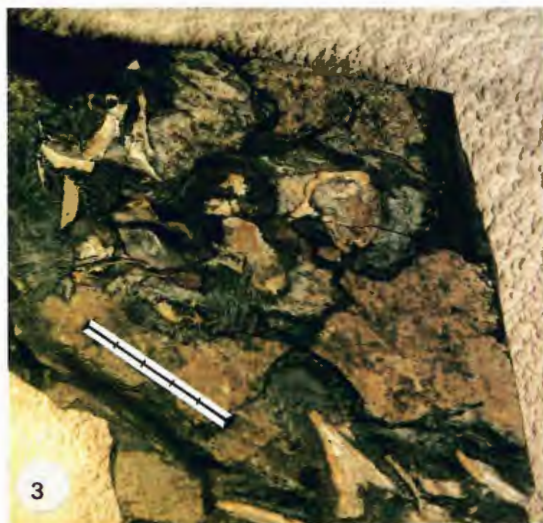
- SMITH, S. T., SNYDER, R. L. & BROWNELL, W. E. (1979): Quantitative Phase Analysis of Devonian Shales by Computer Controlled x-Ray Diffraction of Dried Samples. – *Adv. x-Ray Analysis*, **22**: 181-191; Denver.
- THUROW, J., KUHN, W. & WIEDMANN, J. (1982): Zeitlicher und paläogeographischer Rahmen der Phthanit und Black Shale-Sedimentation in Marokko. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **165** (1): 147-176; Stuttgart.
- VAIL, P. R. & MITCHUM, R. M. Jr. (1979): Global Cycles of Relative Changes of Sea Level from Seismic Stratigraphy. – *Mem. amer. Assoc. Petrol. Geol.*, **29**: 469-472; Tulsa (Okla).
- VAIL, P. R., MITCHUM, R. M. Jr. & THOMPSON, S. (1977): Seismic stratigraphy and global changes of sea level, Part 4: global cycles of sea level. – In: PAYTON, C. E. (Ed.): "Seismic Stratigraphy – Application to Hydrocarbon Exploration". – *Mem. amer. Assoc. Petrol. Geol.*, **26**: 83-97; Tulsa (Okla).
- WETZEL, A. (1982): Zeitliche Klassifikation von Sedimentationsprozessen bei der Schwarzschiefer-Bildung. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **165** (1/2): 30-31; Stuttgart.
- WIEDMANN, J. (1982): Grundzüge der kretazischen Subsidenz-Entwicklung im Südatlantik, in Marokko, Nordspanien und im Helvetikum. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **165** (1): 5-31; Stuttgart.
- WONG, H. K. & DEGENS (1980): Geotektonische Entwicklung des variszischen Faltungsgürtels im Paläozoikum. – *Mitt. Geol. Paläont. Inst. Univ. Hamburg*, **50**: 17-44, 8 Abb.; Hamburg.
- ZANGERL, R. (1971): On the geologic significance of perfectly preserved fossils. – *North Amer. Paleont. Conv.*, **2** (1): 1207-1222; Washington/Colorado (Allen Press).
- ZIEGLER, A. M. (1981): Paleozoic paleogeography. – paleoreconstruction of the continents. – *Geodyn. Ser.*, **2**: 27-37; Boulder (Colorado).

Tafel 1

Fig. 1-6: *Tiaraspis subtilis*

- Fig. 1:** Rechtes Anteriorventrolaterale (Innenseite). Lagerung parallel zur Schichtfläche. Proben-Nr. MLG 5 A
- Fig. 2:** Großteils disartikulierte Panzerfragmente und Schuppen in massigem Einbettungsmedium. MD- und PDL-Platte in Artikulation, Proben-Nr. MLG 7a
- Fig. 3:** Rumpfpanzerfragmente zweier Individuen. Gattungsspezifische MD-Platte unten rechts und oben links. Lagerung parallel zur Spaltfläche. Proben-Nr. MLG 12b
- Fig. 4:** „Wirres Haufwerk“. Rumpf-, Schädelpanzerkomponenten und Schuppen eines rel. kleinen Individuums ungeordnet neben- und übereinander eingebettet. Proben-Nr. MLG 26
- Fig. 5:** Vorderer Ventralpanzer (Außenseite) in ursprünglicher Artikulation. Unten dislozierte rechte PVL-Platte, daneben ADL-Platte. Proben-Nr. MLG 1
- Fig. 6:** Über einen weiteren Bereich verstreute Rumpfknochen (AVL, 2x PDL, PVL, ADL, Sp, AMV, 2x PL; z. T. Abdrücke). Einbettung nicht in einer Ebene. Proben-Nr. MLG 2

Skala = 5 cm



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Geologie und Paläontologie in Westfalen](#)

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Avlar Hüseyin, Dohmen Maria

Artikel/Article: [Bemerkungen zur Schwarzschiefer-Fazies der Remscheider Schichten und erste Untersuchungsergebnisse der Vertebraten-Fundstelle NE' Kierspe \(Sauerland, Rheinisches Schiefergebirge\) 7-22](#)