

## Ein homalonotider Trilobit mit „Weichteilerhaltung“ aus dem Ober-Ems des Westerwaldes (Unterdevon; Rheinisches Schiefergebirge)

MIRCO ALBERTI

**Kurzfassung:** Eine *Wenndorfia mutabilis* (KOCH 1880) mit offensichtlicher Erhaltung des Verdauungstrakts und des Hypostoms in situ wird beschrieben. Für die Art wird eine wahrscheinlich räuberische Lebensweise hergeleitet. Die besondere Erhaltung des Fundes wird auf eine rasche Einbettung im Sediment zurückgeführt.

**Abstract:** A *Wenndorfia mutabilis* (KOCH 1880) is described which apparently shows a preservation of its alimentary system and its hypostome in situ. A predatory feeding habit is considered probable for this species. The specimens exceptional preservation is traced back to a quick embedding.

### 1. Einleitung

Unser Wissen über Trilobiten gründet sich ausnahmslos auf fossile Befunde. In der Regel handelt es sich dabei um Reste vom vergleichsweise stabilen kalzitischen Exoskelett. Fossil erhaltene Weichteile stellen bei Trilobiten hingegen die große Ausnahme dar und sind bisher weltweit nur von einer handvoll spezieller Fundstellen und wenigen Trilobitenarten bekannt. Davon gänzlich ausgenommen blieben bisher die Homalonoten (Ordnung Phacopida; Unterordnung Calymenina; Familie Homalonotidae), deren oft großwüchsige Vertreter ein charakteristisches Element vieler Faunen des rheinischen Unterdevon darstellen. Selbst aus dem Hunsrückschiefer, einer u.a. für derart außergewöhnlich erhaltene Trilobitenfunde bekannt gewordenen Konservatagerstätte, sind homalonotide Trilobiten mit Erhaltung von Weichteilen bisher nicht bekannt, obwohl die Homalonoten mit der Art *Wenndorfia plana plana* (KOCH 1883) (ehemals *Parahomalonotus planus planus*) darin gebietsweise durchaus häufig vorkommen. Erstmals überhaupt berichtet SÜDKAMP (2008) von einem „*Parahomalonotus*“ mit erkennbaren Weichteilen aus dem „Ibero-Schiefer“ Nordwest-Spaniens. Umso überraschender ist der Fund einer *Wenndorfia* aus dem tonig-siltigen Ober-Ems des Westerwaldes, an dem eine Erhaltung von Weichteilen zumindest andeutungsweise zu erkennen ist.

### 2. Fundort

Im Zuge der Erdarbeiten für den Bau der Ortsumgehung Neuhäusel der Bundesstraße B 49 waren im Frühjahr 2007 nördlich der Ortslage, bei R 34 08 110, H 55 84 680, fossilführende Schichten des unteren Ober-Ems (Unterdevon) aufgeschlossen. Seinerzeit durchgeführte Aufsammlungen durch den Paläontologischen Arbeitskreis Koblenz erbrachten aus den hellbeige verwitternden, siltigen Tonschiefern und Siltsteinen einen reichhaltigen Fossilbefund, aufgrund dessen die Fundschichten mit hoher Wahrscheinlichkeit der Lahnstein-Unterstufe zugeschrieben werden können. Bemerkenswert ist das Vorkommen von weitgehend artikulierte Seelilienfunden, aufgrund derer eine plötzli-



Abb. 1: *Wenndorfia mutabilis* (Koch 1880), DCP von der Fundstelle B 49, Ortsumgebung Neuhäusel (Maßstab jeweils 10 mm; leg. und Slg. Ralph Seibert, Ransbach-Baumbach). Die von außen erkennbare Situation der organogenen Substanz ist in der unteren Skizze zur Verdeutlichung grau hervorgehoben.

che Einbettung der Fossilien, infolge eines Schlammstroms oder Sturmereignisses, angenommen werden kann. In diesem Umfeld gelang auch der Fund eines vollständigen Trilobiten der Art *Wenndorfia mutabilis* (Koch 1880) mit besonderen Erhaltungsmerkmalen (Abb. 1).

### 3. Erhaltung

Der gestreckte Panzer des ca. 115 mm langen Trilobiten ist komplett und im ursprünglichen Zusammenhang (DCP) als Steinkern erhalten. Aufgrund eines schwachen eisenoxidischen Überzugs setzt sich der Steinkern farblich vom umgebenden hellbeige gefärbten Gestein ab. Unter dem partiell abgeplatzen Cephalon lässt sich auch das Hypostom des Tieres in seiner originären Position feststellen. In den Steinkern der Glabella sind netzartige Strukturen eingeprägt. Darüber hinaus tritt im Bereich der Glabella und entlang der Spindelachse (Rachis) bis zum hinteren Ende der pygidialen Rachis eine weißlich-grau gefärbte Struktur zum Vorschein, deren Kontrast zum umgebenden Gestein z.T. durch eine Umrandung mit schwarzem Manganoxid verstärkt wird. Die andersartige Färbung rührt offensichtlich von einem erhöhten Organikgehalt her. Das organogene, ursprünglich vermutlich Pyrit- und/oder Phosphathaltige Mineralgemisch ist verwitterungsbedingt grau-weiß ausgebleicht. Körperanhänge, wie Extremitäten, Antennen oder eventuelle Hinterleibsanhänge (cerci) lassen sich an dem Fossil nicht feststellen.

#### 3.1. „Weichteilerhaltung“

Interessant ist die grau-weiß erhaltene Struktur im Vergleich zu Trilobitenfunden mit definitiver Erhaltung von Weichteilen. Mittels Röntgenuntersuchung pyritisch erhaltener *Phacops*-Fossilien aus dem Hunsrückschiefer konnten bereits STÜRMER & BERGSTRÖM (1973) neben Körperanhängen (u.a. Gliedmaßen und Antennen) auch wesentliche innere Weichteilstrukturen des Trilobitenkörpers unterscheiden. Darunter auch Einzelheiten des Verdauungssystems, wie Speiseröhre, Magen, Darm und „Leber“ (Abb. 2). Diese Differenzierung wird noch heute im Wesentlichen für die meisten Trilobiten angenommen. Von der am Hinterrand des Hypostoms vermuteten Mundöffnung ausgehend, öffnet sich die Speiseröhre in den geblähten Magen, welcher den Raum zwischen dem Hypostom und der Glabella einnimmt. Vom Magen aus erstreckt sich innerhalb der Rachis der dünne, röhrenförmige Darm bis zum Rachisende des Pygidiums, wo er am Innenrand des Umschlags austritt. Anhänge beiderseits des Magens mit ästig verzweigter Struktur werden vorsichtig als „Leber“ bzw. Mitteldarmdrüsen interpretiert.

Die Situation der im gegenständlichen Fossil weiß-grau ausgebleichten Struktur entspricht grundsätzlich der für Trilobiten typischen Lage des Verdauungsapparates. In Verbindung mit dem offensichtlich organogenen Gesteinscharakter liegt daher die Vermutung nahe, dass dadurch der Verdauungstrakt des Tieres repräsentiert wird. Jedoch ist dessen Erhaltung lediglich relikthaft, was auf ein gewisses Maß der Verwesung zurückgeführt wird. Das ursprüngliche Organgewebe scheint bereits weitgehend aufgelöst zu sein und offensichtlich wurden die organischen Relikte (Magen- und Darmfüllung) infolge von Kompaktion in die Ventralseite des Außenpanzers eingeprägt. Einzelheiten lassen sich nicht mehr erkennen, weshalb im Folgenden lediglich noch von „Magenbereich“ und „Darm“ gesprochen wird. Der „Magenbereich“ findet sich in der vorderen Hälfte der Glabella, wo er den Raum oberhalb des Hypostoms ausfüllt. Die unregelmäßig umrissenen Reste der ursprünglichen Darmfüllung treten in der Rachis der vorderen drei Thoraxsegmente und ab dem 8. Thoraxsegment bis zum Ende der Rachis des Pygidiums zum Vorschein. Die Lücke zwischen 3. und 8. Thoraxsegment ist hierbei entweder auf den fortgeschrittenen Verwesungszustand zurückzuführen oder darauf, dass der „Darm“ in diesem Abschnitt nicht in das Außenskelett hineingeprägt ist. Wie nämlich ein Querschnitt durch den Thorax (Abb. 2, rechts) verdeutlicht, sollte dieser das Außenskelett eigentlich nicht tangieren und somit nicht im Steinkern sichtbar sein. Dem „glücklichen“ Umstand, dass die Weichteilreste in den Panzer eingeprägt

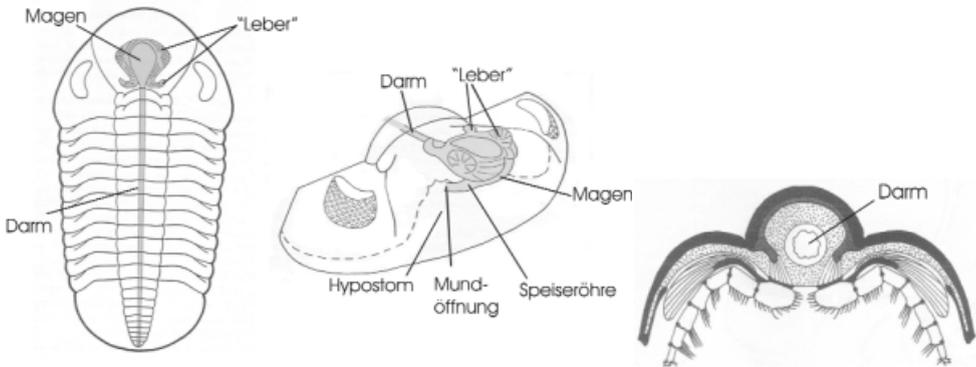


Abb. 2: Rekonstruktion der Verdauungsorgane von Trilobiten der Gattung *Phacops* nach Röntgenuntersuchungen an Fossilien aus dem Hunsrückschiefer.

Links und Mitte: Gestrecktes Tier und Cephalon (nach STÜRMEYER & BERGSTRÖM 1973).

Rechts: Querschnitt durch den Thorax (nach BRUTON & HAAS 2003).

sind, ist es damit überhaupt zu verdanken, dass sich diese im Fossil erkennen lassen. Daher ist nicht auszuschließen, dass Rückstände des Verdauungsapparates eventuell sogar öfter erhalten sind, aber aufgrund ihrer im Tier „versenkten“ Lage ohne eine Beschädigung des Fossils nicht entdeckt werden können. Andererseits bleiben die Erkenntnisse über die originäre Lage und Ausbildung des Verdauungstraktes von *Wenndorfia* schemenhaft. So kann das von SÜDKAMP (2008) beobachtete ventral gerichtete Umbiegen des Darmtraktes ab dem Vorderrand des Pygidiums weder bestätigt noch widerlegt werden.

### 3.2. Netzstrukturen auf der Glabella

Auf der Glabella ist eine netzartige Struktur zu erkennen (Abb. 3). Das polygonale Netz ist in den Steinkern eingepreßt. Da die Struktur lediglich in einem begrenzten Bereich der Glabella vorzufinden ist, handelt es sich dabei mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht um ein deformatives Bruchmuster, denn in diesem Fall sollte das gleiche Phänomen auch auf den übrigen Panzerteilen vorhanden sein. BASSE (2003) beschreibt ähnliche Strukturen bei Trilobiten der Gattungen *Acastoides* und *Rhenops*. Da es sich hierbei um komplette Tiere (DCP) handelt, vermutet er, dass die Netzstruktur vielleicht schon am lebenden Tier vorhanden war und dass es sich, aufgrund ihrer Lage auf der Schaleninnenseite, wohl nicht um Anheftflächen von Epizoen handelt. Ein sehr ähnliches Muster zeigt sich auf der Glabella eines Homalonotiden der Gattung *Digonus* aus dem Unter-Ems Luxemburgs (Abb. 4). Es handelt sich hierbei um ein isoliertes Cephalon, das heißt höchstwahrscheinlich um einen Häutungsrest. Sofern es sich also bei der vorliegenden *Wenndorfia* um das selbe Phänomen handeln sollte, ist daher davon auszugehen, dass es keine primären Weichteilstrukturen, etwa des Magens, widerspiegelt. Dies ließe sich insofern vermuten, als die Ausdehnung der Netzlinien in etwa der des mutmaßlich „Magenbereichs“ entspricht. Inwiefern es sich vielleicht um Gefäßabdrücke auf der Schaleninnenseite oder aber Spuren von parasitärem Befall handeln könnte, bleibt zunächst reine Spekulation.



Abb. 3: Polygonale Netzstruktur auf der Glabella der beschriebenen *Wenndorfia mutabilis* (Maßstab: 10 mm).



Abb. 4: Netzstruktur auf der Glabella eines isolierten Cephalons von *Digonus ornatus ssp.* aus dem Unter-Ems von Luxemburg (Maßstab: 10 mm).

### 3.3. Hypostom

Eine eindeutige artliche Zuordnung isolierter Hypostome ist in der Regel kaum möglich. Überwiegend werden aber im rheinischen Unterdevon von den vergleichsweise großwüchsigen Homalonoten nur die mehr oder weniger zerfallenen Häutungsreste gefunden. WENNDORF (1990) beschreibt das einzige, bis dahin von allen rheinischen *Wenndorfia*-Arten vorliegende Hypostom einer *Wenndorfia mutabilis* (Abb. 5). Hiermit wird nun ein weiteres unzweifelhaftes Hypostom von *Wenndorfia mutabilis* (KOCH 1880) vorgestellt (Abb. 6). Eine Ergänzung der Beschreibung durch WENNDORF (1990) ist aber erhaltungsbedingt nicht angebracht. Das nach der Definition von FORTEY & OWENS (1999) konterminante bis schwach ausgeprägt impendente Hypostom ist mit dem Umschlag des Cephalons über eine Naht verbunden, welche dem lebenden Tier, wenn überhaupt, nur eine schwache Vertikalbewegung des Hypostoms ermöglicht haben

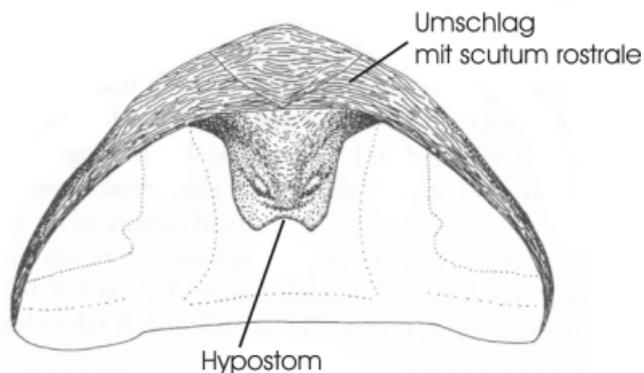


Abb. 5: Skelettale Cephalonteile von *Wenndorfia mutabilis*. Ansicht von der Unterseite (nach WENNDORF 1990).

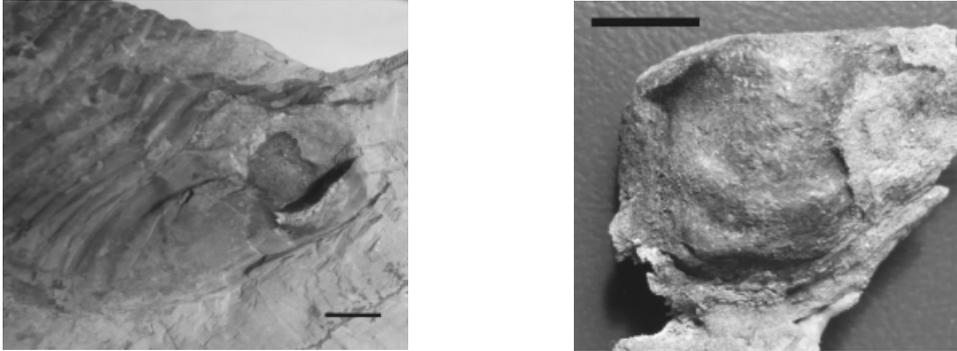


Abb. 6: Links: Die Abbildung lässt die Lage des Hypostoms (mit schwarzem manganoxidischem Überzug) innerhalb der Glabella (abgeplatzt) erkennen. Den Raum oberhalb des Hypostoms füllte der „Magenbereich“ aus.  
 Rechts: Abgeplatztes Hypostom der gegenständlichen *Wenndorfia mutabilis* (Koch 1880) (Maßstab jeweils 10 mm).

dürfte. Im vorliegenden Fossil ist dessen Hinterrand leicht nach dorsal gekippt, was aber auch aus dem Einpressen von Sediment in die Panzerunterseite bzw. dessen Kompaktion resultieren kann. Das deutlich nach ventral ausbauchende Mittelstück trug vermutlich, ähnlich einer Schale, den Magen (Abb. 7). Aufgrund einer fehlenden bzw. sehr schwach ausgeprägten Vorderrandfurche kann angenommen werden, dass der Magen den Vorderrand des Hypostoms möglicherweise überragt hat. Nach der Rekonstruktion von WENNDORF (1990) verjüngt sich das Mittelstück über die Mittelfurche hinaus in Richtung des Hinterrandes, wo die Mundöffnung des Trilobiten vermutet wird. Inwieweit diese Struktur mit der Lage der Speiseröhre und/oder deren Übergang in den Magen zusammenfällt, bleibt zunächst ungeklärt.

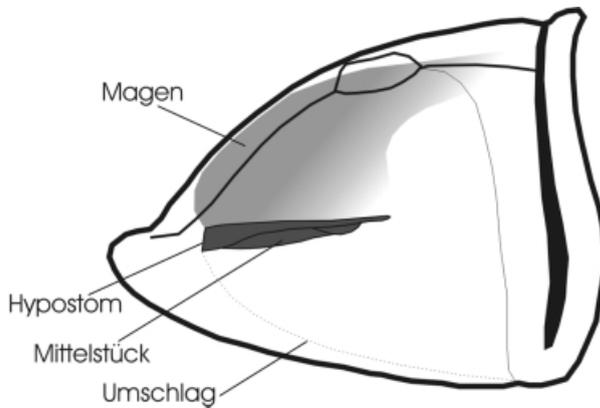


Abb. 7: Seitliche Ansicht des Cephalons (*Wenndorfia mutabilis*) mit mutmaßlicher Lage von Hypostom und „Magen“.

#### 4. Diskussion

##### 4.1. Lebensweise

Die erhaltenen Weichteilreste liefern keinen direkten Hinweis auf die Lebens- bzw. Ernährungsweise des Tieres. Ob nähere geochemische und/oder mikropaläontologische Untersuchungen der Erhaltungssubstanz hierfür zu eventuellen Erkenntnissen führen könnten, ist zweifelhaft. Wohl aber lassen sich nach FORTEY & OWENS (1999) aus der Situation des Hypostoms Rückschlüsse auf die mögliche Ernährungsweise von *Wenndorfia mutabilis* ableiten. Danach war ein möglichst starr fixiertes Hypostom, an welchem sperrige Nahrung mit Hilfe der Gnathobasen mundgerecht zerkleinert (zerrieben) werden konnte, für eine aassressende oder beutegreifende Ernährungsweise von besonderem Vorteil. Das trifft auf den konterminanten und impendenten Hypostomtyp in der Regel zu, weshalb FORTEY & OWENS (1999) speziell mit solchen Hypostomen ein aassressendes und/oder räuberisches Nahrungsverhalten in Verbindung bringen. Als ein weiteres Kriterium zur Herleitung der möglichen Ernährungsweise führen die gleichen Autoren auch die Körpergröße an. Demnach dürfte eine relative Größe speziell für Beutegreifer von Vorteil gewesen sein. Die Homalonotiden waren die größten Trilobiten im rheinischen Unterdevon und auch *Wenndorfia mutabilis* erreichte mit bisweilen weit über 20 cm Körperlänge beachtliche Ausmaße. Schließlich lässt sich auch das Wühlverhalten mit einer aassressenden oder räuberischen Ernährung in Zusammenhang bringen. *Wenndorfia plana* wird allgemein als Sedimentwühler bezeichnet. Dessen hierfür vorteilhafter, glatter und gering differenzierter Körperbau (BARTELS et al. 2002) unterscheidet sich kaum von dem der nahe verwandten *Wenndorfia mutabilis*, weshalb hier im Analogschluss auch für diese eine Lebensweise als Sedimentwühler angenommen wird. Während das Einwühlen in das Sediment im Allgemeinen auch ein wirksames Flucht- bzw. Schutzverhalten dokumentieren kann, lassen sich bestimmte Wühlspuren eindeutiger mit einem Beutefangverhalten in Verbindung bringen. WENNDORF (1990) beschreibt solche rusophycifomen Spuren aus dem Unter-Ems von Koblenz und macht dafür homalonotide Trilobiten als Erzeuger verantwortlich. Nicht selten enden darin Wurmspuren; bisweilen genau zwischen den Beinpaaren des Homalonotiden. In Anbetracht verwandtschaftlicher Verhältnisse wird dieser wahrscheinliche Beleg einer zumindest teilweise räuberischen Ernährung homalonotider Trilobiten mutmaßlich auch auf *Wenndorfia mutabilis* (KOCH 1880) bezogen werden können. Auf dessen Cephalon-Umschlag findet sich eine Fülle von Sinnesleisten mit einer Vielzahl feinsten Poren in denen vermutlich Tast- oder Sinneshaare steckten. Es ist vorstellbar, dass damit Beute im Sediment aufgespürt werden konnte (mdl. Mitt. Dr. K.-W. WENNDORF). Fraglich ist, inwiefern *Wenndorfia* tatsächlich „Grabgänge“ anlegte, wie sie von BRASSEL & BERGSTRÖM (1978) angeführt werden. Hierzu hätten sich die Tiere vorwärts durch das Sediment graben müssen, was sich nach WENNDORF (1990) bisher nicht nachweisen ließ und wohl lediglich ein uncharakteristisches bioturbates Sedimentgefüge hinterlassen hätte. Unklar ist, inwiefern die von SUTCLIFFE et al. (2002) im Hunsrücktschiefer erwähnten großen offenen Grabbauten auf Trilobiten zurückgeführt werden können. Es darf angenommen werden, dass entsprechend stabile Bauten nicht von Trilobiten auf der Suche nach Nahrung angelegt wurden. In einem dafür geeigneten, eher dicht lagernden Substrat hätte dies sicherlich einen unverhältnismäßig hohen Aufwand bedeutet. Sofern *Wenndorfia* aber tatsächlich irgendwelche „Grabgänge“ angelegt haben sollte, kann spekuliert werden, ob es sich dabei nicht vielleicht um Wohn- oder Fluchtbauten gehandelt haben könnte, wie sie auch von einigen Crustaceen bekannt sind.

#### 4.2. Erhaltungsbedingungen

Im Allgemeinen sind für große Organismen die Erhaltungschancen besonders ungünstig. Da die Vertreter der Homalonotinae schlechthin die größten Trilobiten in rheinischen Faunen waren (WENNENDORF 1990), werden gerade von dieser Trilobiten-Unterfamilie vollständige Exemplare nur selten gefunden. Es finden sich in der Regel nur die isolierten Panzerteile. In Lebensräumen mit geringer Wasserbewegung blieben allenfalls hin und wieder die Exuvien der Tiere im Zusammenhang erhalten. Tatsächliche „Leichen“, welche der Zerstörung durch Aasfresser und Verwesung entgangen sind, stellen die ganz seltene Ausnahme dar. Hierfür muss in aller Regel eine rasche Einbettung vonstatten gegangen sein. Eine besonders schnelle Einbettung, auch größerer Organismen, wird beispielsweise durch Schlammströme (Turbidite) oder Sedimente von Sturmereignissen (Tempestite) herbeigeführt, welche im rheinischen Unterdevon in gewisser Regelmäßigkeit aufgetreten sind. Auch für die außergewöhnliche Erhaltung vieler Hunsrückschiefer-Fossilien führen verschiedene Autoren das Auftreten von Turbiditen als eine Voraussetzung an. Die Turbidite im Hunsrückschiefer sind nach BARTELS et al. (2002) in der Regel aber aus langsamen, distalen Schlammströmen abgelagert worden. Diese meist geringmächtigen Turbidite hatten auf viele Bodenbewohner lediglich einen geringen Effekt. Das heisst, dass sich insbesondere wühlende Organismen, wie *Wenndorfia*, auch nach einem solchen Event ohne größere Probleme aus dem Sediment befreien konnten. Speziell auf das Wühlvermögen von *Wenndorfia* führen auch BRASSEL & BERGSTRÖM (1978) den Umstand zurück, dass im Hunsrückschiefer gerade von diesen großen Homalonoten keine Reste von Weichteilen oder Extremitäten gefunden werden. Auch, weil in ihren Grabgängen anscheinend noch genügend freier Wasseraustausch für eine Verwesung der darin verendeten Tiere möglich war. Letztere Annahme setzt jedoch voraus, dass die Tiere überhaupt mehr oder weniger stabile Grabgänge anzulegen vermochten. Im Gegensatz zu den niedrigerenergetischen Turbiditen im Hunsrückschiefer (SUTCLIFFE et al. 2002), sind die Tempestite im Emsium des Westerwaldes (Moselmulde) vielfach mächtiger ausgebildet. Außerdem wurden die hier meist gröberen Sedimente primär in einem dichteren Gefüge abgelagert. Das ließ vorhandene Grabgänge unter der zusätzlichen Sedimentlast eher kollabieren und dürfte selbst größeren Organismen das Ausgraben erschwert haben. Dies kann erklären, dass ein entsprechend erhaltener Homalonotid gerade aus dem gröber-klastischen rheinischen Ober-Ems nachgewiesen werden kann, während aus dem Hunsrückschiefer ähnliche Funde bisher ausbleiben. Es fällt auf, dass das Tier vollkommen gestreckt ist. Viele Trilobiten konnten zu ihrem Schutz auf Störungen durch Einrollung reagieren. Durch zahlreiche Funde ist belegt, dass auch *Wenndorfia mutabilis* diese Fähigkeit besaß. Eine Einrollung des Tieres wäre also auch bei einem – gewiss störenden – Schlammstromereignis zu erwarten gewesen sowie dessen Einbettung in entsprechender Position. Demnach dürfte der Trilobit zum Zeitpunkt seiner Verschüttung bereits im Sediment eingewühlt gewesen sein, was ein Einrollen wohl verhindert hat. Ob auf der Nahrungssuche oder infolge seines Fluchtreflexes, sei dahingestellt. Es fehlen eindeutige Hinweise dazu, welches Milieu in dem Sediment geherrscht hat. Vom Lebensraum des Hunsrückschiefers ist bekannt, dass darin knapp unterhalb der Sedimentoberfläche anoxische Bedingungen geherrscht haben, welche einer schnellen Verwesung entgegen wirken konnten. Die reliktsche, schattenhafte Überlieferung der Weichteile deutet jedoch auf eine weit fortgeschrittene Verwesung des beschriebenen Trilobiten hin. Dies dokumentiert sich noch eindringlicher in dem vollständigen Fehlen der ursprünglich wohl chitinösen Extremitäten.

## 5. Ausblick

Obwohl der Fund qualitativ nicht an entsprechendes Material aus den sogenannten Konservatlagerstätten heran reicht, zeigt er aber, dass eine gewisse „Weichteilerhaltung“ durchaus auch ausserhalb dieser Lagerstätten im rheinischen Unterdevon möglich ist. Zwar scheint die vorliegende *Wenndorfia* bisher ein Ausnahmefund zu sein. Es kann jedoch vermutet werden, dass möglicherweise auch bei weiteren ähnlichen „Leichenfunden“ eine vergleichbare Erhaltung sogar häufiger vorliegt, ohne dass dies bisher beachtet worden wäre oder sich überhaupt ohne die Beschädigung des Fossils entdecken ließe. Vor diesem Bewusstsein bleibt der beschriebene Fund vielleicht nicht die Ausnahme.

## Schriften

- BARTELS, C. & POSCHMANN, M. & SCHINDLER, T. & WUTTKE, M. (mit Beitr. von H.-G. MITTMEYER) (2002): The Nahecaris Project: Palaeontology and palaeoecology of the Kaub Formation (Lower Emsian, Lower Devonian) at Bundenbach (Hunsrück, SW Germany). – *Metalla*, **9,2**, S. 105–122, Bochum.
- BARTELS, C. & WUTTKE, M. & BRIGGS, D. E. G. (2002): The Nahecaris Project: Releasing the marine life of the Devonian from the Hunsrück Slate of Bundenbach (SW Germany). Preliminary results and unresolved questions. – *Metalla*, **9,2**, S. 59–72, Bochum.
- BASSE, M. (2003): Eifel-Trilobiten. 2. Phacopida. 1. Cheiruriden – Acasten – Asteropygen. 200 S., 3 Abb., 4 Tab., 29 Taf., (Goldschneek-Verlag) Korb.
- BRASSEL, G. & BERGSTRÖM, J. (1978): Der Trilobit *Parahomalonotus planus* (Koch 1883), ein Homalonotide aus dem unterdevonischen Hunsrückschiefer. – *Geol. Jb. Hessen*, **106**, S. 5–11, 2 Abb., Taf. 1–2, Wiesbaden.
- BRUTON, D. L. & HAAS, W. (2003): Making *Phacops* come alive. – *Sp. Papers Palaeontology*, **70**, S. 331–347, 3 Taf., London.
- FORTEY, R.A. & OWENS, R.M. (1999): Feeding habits in trilobites. – *Palaeontology*, **42** 13, S. 429–465, London.
- KUTSCHER, F. (1978): Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers, 50: Über Trilobiten des Hunsrückschiefers (Unterdevon). – *Geol. Jb. Hessen*, **106**, S. 23–52, Taf. 5, Wiesbaden.
- RICHTER, RUD. (1920): Vom Bau und Leben der Trilobiten, II. Die Ernährung. – *Senckenbergiana* **2**, S. 23–45, Frankfurt a. M.
- RICHTER, RUD. (1925): Vom Bau und Leben der Trilobiten, III. Die Beziehung von Glatze und Magen. – *Senckenbergiana* **7**, S. 168–169, Frankfurt a.M.
- STÜRMER, W. & BERGSTRÖM, J. (1973): New discoveries on trilobites by X-rays. – *Paläont. Z.*, **47** (1/2), S. 104–141, zahlr. Abb., Stuttgart.
- SÜDKAMP, W. (2008): Die Trilobiten des Hunsrückschiefers. – *Fossilien* **3** 108, S. 158–172, (Quelle & Meyer) Wiebelsheim.
- SUTCLIFFE, O. E. & TIBBS, S. L. & BRIGGS, D. E. G. (2002): The Nahecaris Project: Sedimentology and environmental interpretation of fine-grained turbidites in the Kaub Formation of the Hunsrück Slate: analysis of a section excavated for Project Nahecaris. – *Metalla*, **9,2**, S. 89–104, Bochum.
- WENNDORF, K-W. (1990): Homalonotinae (Trilobita) aus dem rheinischen Unter-Devon. – *Palaeontographica*, Abt. **A**, **211**, 184 S., 57 Abb., 41 Tab., 15 Taf., Stuttgart.
- WHITTINGTON, H.B. (1997): The Trilobite Body. – In: *Treatise on Invertebrate Palaeontology*, Part O: Arthropoda 1, Trilobita, Revised: S. 87–114. (Geol. Soc. Amer. and Univ. Kansas Press) Lawrence/Kansas.

Anschrift des Autors:

Diplom-Geologe MIRCO ALBERTI, Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, Emy-Roeder-Straße 5, D-55129 Mainz.

Manuskript eingegangen am 9.2.2009