

FID Biodiversitätsforschung

Decheniana

Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und
Westfalens

Geologie, Paläogeographie und Beckenanalyse im Rhenoharzynikum am
Beispiel des Rheinprofils (Unterdevon, Rheinisches Schiefergebirge)

Stets, Johannes

2008

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im
Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen

Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:

Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten
Identifikator:

[urn:nbn:de:hebis:30:4-205378](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hebis:30:4-205378)

Geologie, Paläogeographie und Beckenanalyse im Renoherzynikum am Beispiel des Rheinprofils (Unterdevon, Rheinisches Schiefergebirge)

Geology, Palaeogeography and Basin Analysis of the Renohercynian Belt along the Rhine River Transect (Lower Devonian, Rhenish Schiefergebirge)

JOHANNES STETS & ANDREAS SCHÄFER

(Manuskripteingang: 22. Januar 2008)

Kurzfassung: Das Rheinprofil zwischen Bingen und Bonn eignet sich hervorragend für die Analyse, Interpretation und Rekonstruktion der siliziklastischen Paläoenvironments innerhalb des Rheinischen (Renohercynischen) Troges. Mit Hilfe der primären Sedimentmarken und der lithologischen Eigenschaften der Schichtverbände lassen sich hier im stratigraphischen Rahmen von Nordwesten nach Südosten drei unterschiedliche Faziesbereiche definieren und beschreiben. Sie waren jeweils durch große syngenetische Abschiebungen voneinander getrennt und wurden während der variscischen Orogenese in strukturtrennende Überschiebungszonen umfunktioniert. Der Nördliche Faziesbereich (NFB), südlich des Old Red-Kontinentes gelegen, ist durch die Ablagerungen mäandrierender Flüsse gekennzeichnet, die durch einen ausgedehnten Gürtel aus Vogelfuß-Deltas zur See nach Südosten flossen. Der im südöstlichen Anschluss folgende Zentrale Faziesbereich (CFB) ist durch subtidale intra-Schelf-Bedingungen gekennzeichnet. Der Südliche Faziesbereich (SFB) endlich zeigt die konsequente, lückenlose Entwicklung von kontinentalen fluvialen über marine landnahe zu weiter meereswärtigen, offen marinen Ablagerungsbedingungen. Die Charakteristika der drei sehr unterschiedlichen Faziesbereiche und ihre Beziehungen untereinander werden in einem Sedimentationsmodell unter Einbeziehung von vierzehn typischen Aufschlüssen entlang des Mittelrheins vorgestellt.

Schlagworte: Rheinische Fazies, Delta, Beckenfazies, Hunsrückschiefer, Sedimentationsmodell

Abstract: Analysis, interpretation, and reconstruction of the Lower Devonian siliciclastic palaeoenvironments of the Rhenish (Renohercynian) basin can ideally be practiced along the Rhine river transect between Bingen and Bonn. Using primary sediment marks and lithological characteristics within the stratigraphic scope three different facies belts can well be defined here from the northwest toward the southeast. They have been separated by syngenetically working huge normal fault systems that inverted to major thrust fault systems during the Variscan orogeny. The Northern Facies Belt (NFB) situated south of the Old Red Continent is characterized by a palaeoenvironment of distal meandering rivers passing through a huge belt of deltas belonging to the elongate bird foot type toward the sea in the south. The Central Facies Belt (CFB) is situated adjacent toward the south. It is characterized by subtidal intra-shelf conditions that favoured the Hunsrückschiefer facies. Finally, the Southern Facies Belt (SFB) consists of sediments that are the product of a consequent and continuous development from continental fluvial and alluvial via open marine nearshore to inner and outer offshore basinal environments. The specialities of the three quite different facies belts and their relations to each other are discussed in detail by means of a sedimentation model using fourteen typical outcrops along the Rhine valley.

Keywords: Rhenish facies, delta, basinal environment, „Hunsrückschiefer“, sedimentation model

Vorwort

E. HOLZAPFEL (1893) erkannte als Erster die geradezu ideale Lage des Rheinprofils für einen Querschnitt durch das Rheinische Schiefergebirge. Ihm folgten, jeweils in Etappen, H. QUIRING (1930) nach Abschluss der Arbeiten an der Geologischen Übersichtskarte des Deutschen Reiches 1:200 000, Blätter Koblenz (No. 138) und Mainz (No.150), R. HOEPPENER (1955) nach

Beendigung der kleintektonischen Aufnahmen durch die Schule von H. CLOOS, Bonn, und auch W. MEYER & J. STETS (1975, 1996, 2000) in der Tradition desselben Hauses. Alle diese Arbeiten spiegeln die fortschreitende Erweiterung des geologischen, tektonischen und stratigraphischen Kenntnisstandes wider. Das seit 1975 zu größerer Tiefe ergänzte Profil zeigt unterschiedliche Vorstellungen (u. a. FRANKE 1998, FRANKE & ANDERLE 2001) über jene Bereiche, die sich der

unmittelbaren Beobachtung entziehen, jedoch in moderne geowissenschaftliche Überlegungen unbedingt einbezogen werden sollten.

Die Anwendung der inzwischen hinzu gekommenen Methoden und Kenntnisse auf dem Sektor Sedimentgeologie und Beckenanalyse auf die weitgehend einheitlichen, aus „Schiefern“ und „Grauwacken“ bestehenden Schichtverbände des Unterdevon erfolgte relativ zögerlich (STETS & SCHÄFER 2002). Allzu „spröde“ erwiesen sie sich in der Bearbeitung, obwohl die tektonische Deformation die primären Sedimentmerkmale nicht ausgelöscht hat. Inzwischen haben im Rheinprofil mehrfach Exkursionen zwischen Bonn und Bingen zu diesem Thema stattgefunden (zuerst: SCHÄFER & STETS 1990). Bei diesen Anlässen wurde der Wunsch geäußert, die erarbeiteten Ergebnisse in gestraffter Fassung zu präsentieren.

Wir danken in diesem Zusammenhang insbesondere Herrn Prof. Dr. W. MEYER, Bonn. Er unterstützte die Autoren bei der Auswahl spezifischer Aufschlüsse und initiierte auch die Idee, die Ergebnisse in der DECHENIANA zu publizieren, wo schon im 19. und 20. Jahrhundert regelmäßig Arbeiten und Exkursionsberichte zum Unterdevon des Rheinischen Schiefergebirges erschienen. In dieser Tradition soll auch die vorliegende Arbeit über Fortschritte berichten.

1. Geologischer Überblick

Das Rheinische Schiefergebirge zwischen Bingen und Bonn gehört als Teilstück des variszischen Orogens zum Rhenoharzynikum (KOSSMAT 1927). Der Schwerpunkt der Sedimentation lag hier im mittleren und höheren Unterdevon (Siegen, Ems-Stufen) in dem heute als Rhenoharzynisches Becken, auch Rheinischer Trog, früher als Rheinische Geosynklinale bezeichneten Ablagerungsraum zwischen dem Old Red-Festland im Norden und der Mitteldeutschen Schwelle im Süden. Ständige Absenkung aufgrund steter Extension und Sedimentauflast begünstigten in dieser Zeit im zentralen Teil des Troges die Ablagerung von ausschließlich siliziklastischen Sedimenten bis 10 000 m Mächtigkeit. Eine Differenzierung des Ablagerungsraumes in Schwellen und Becken ist bis in das Unteremsium anhand von Mächtigkeitsunterschieden zwar erkennbar; jedoch erst ab der Oberems-Stufe – und weiter in Mittel- und Oberdevon – erfolgte im stärker gegliederten Ablagerungsraum eine weiter gehend differenzierte, teils klastische, teils karbonatische Sedimentation in Teiltrögen und auf Schwellen (MEYER & STETS 1980). Im Unteremsium verschwand be-

reits die Mitteldeutsche Schwelle, die bis dahin als südliches Liefergebiet anzusehen war (HAHN & ZANKL 1991). Der Sedimentationsraum dehnte sich in der Folge weiter nach Süden aus.

Der mächtige unterdevonische Schichtverband besteht aus Sand-, Silt- und Tonsteinen sowie Ton- und Siltschiefern sowie Quarziten. Wechselnde Anteile an Feinsand kommen untermischt, jedoch auch in Lagen, Flasern und Linsen in den Ton- und Siltsteinen vor. Bei den Sandsteinen und Quarziten handelt es sich um Lith- und Sublitharenite (HOLL 1995). Höhere Gehalte an Feldspat und reine Quarzarenite fehlen. Vulkanite sind im Unterdevon im Rheinprofil nicht vorhanden; Tuffite werden nur in Schichten der Unterems-Stufe gefunden (Singhofen-Porphyroide; KIRNBAUER 1991).

Die tektonische Deformation kommt in einem streng NE-SW ausgerichteten Großfalten- und Schuppenbau zum Ausdruck, der durch bedeutende, im Streichen des Gebirges oder spitzwinklig dazu verlaufende Überschiebungen gekennzeichnet ist. Im Rheinprofil sind im Norden der Osteifeler Hauptsattel als übergeordnetes Antiklinorium, das aus dem Ahrtal-Sattel und dem Hönningen-Seifener Sattel (MEYER 1958, 1994, MEYER & PAHL 1960) besteht, sowie die Siegener Hauptüberschiebung (SMT) zu nennen (Abb. 1, 6). An ihr wurden Hunsrückschiefer (Untersiegen- evtl. obere Gedinne-Stufe) des zentralen Beckenabschnittes (Mosel-Lahn-Trog, Mosel-Mulde) auf Mittlere Siegen-Schichten nach Norden aufgeschoben. An dieser Überschiebung grenzen nicht nur zwei Schollen sondern auch zwei unterschiedliche Faziesbereiche aneinander. Diese Überschiebung reicht nach ehemaligen Bergbauaufschlüssen (PAHL 1965) steil in größere Tiefe (Abb. 6).

Dieses gilt für die übrigen Überschiebungszonen nur bedingt. Sie gliedern das Profil bis zum Südrand des Gebirges als bedeutende strukturtrennende Elemente in mehrere Abschnitte (Abb. 6). So wird jeweils nach Süden die Mosel-Mulde durch die Boppard-Dausenau-Überschiebung (BDT), die Maisborn-Gründelbach-Schuppenzone durch die Oberwessel-Überschiebung (OT) und die Hunsrückschiefer-Schuppenzone durch die Taunuskamm-Überschiebung (TKT) abgegrenzt. Im Süden schließt sich daran das Soonwald-Antiklinorium bis zum Südrand des Gebirges an. Südlich der Siegener Hauptüberschiebung ändert sich auf dem Nordwest-Flügel der Mosel-Mulde zwischen Fahr bei Neuwied die allgemein herrschende NW-Vergenz; abweichend vom übrigen Rhein-Profil herrscht bis Oberlahnstein Südost-Vergenz (Abb. 6).

2. Schichtenfolge und stratigraphischer Rahmen

Die Schichtenfolge des Unterdevon im Rheinprofil gehört zur Rheinischen Magnafazies (ERBEN 1962). Kalkige Lagen sind selten und meist an Fossilhorizonte gebunden. Nach der Lithofazies lassen sich in der Siegen- und in der Unterems-Stufe drei, in der Oberems-Stufe zwei übergeordnete Faziesbereiche mit jeweils typischer Schichtenfolge unterscheiden (MEYER & STETS 1980, 1996; STETS & SCHÄFER 2002). Es sind dies

- (1) der Nördliche Faziesbereich (NFB) mit der „Siegener Normal-Fazies“ resp. dem „Grauen klastischen Unterems“;
- (2) der Zentrale Faziesbereich (CFB) mit der „Hunsrückschiefer-Fazies“ und
- (3) der Südliche Faziesbereich (SFB) mit der „Süd-Fazies“.

2.1. Der Nördliche Faziesbereich

Der Nördliche Faziesbereich reicht von Norden her bis an die Linie Mayen (Eifel) - Leutesdorf (Rhein) - Datzeroth (Westerwald), die dem Ausstrich der Siegener Hauptüberschiebung (SMT) entspricht (Abb. 1, 3). Hier bildete sich im südlichen Vorfeld des Old Red-Kontinentes die „Siegener Normal-Fazies“ heraus, die durch den Wechsel mariner, randmariner bis brackischer und fluvialer Ablagerungen charakterisiert ist. Die festländischen Einflüsse nehmen gegen Süden zugunsten der marinen ab. Transgressionen und Regressionen bedingen im Wechsel stärkeres Vorgreifen oder Zurückweichen der jeweiligen Lithofazies und sind das Charakteristikum dieses Faziesbereiches.

Für die „Siegener Normal-Fazies“ lässt sich südlich Bonn mangels eindeutiger Leitformen bislang nur die im ehemaligen Siegerländer Eisenspat-Revier entwickelte, lithologisch begründete Gliederung des Schichtverbandes in Untere Siegen-Schichten (Tonschiefer-Sch.), Mittlere Siegen-Schichten (Rauhflaser-Sch.) und Obere Siegen-Schichten (Herdorf-Sch.) sicher durchführen (MEYER 1994, MEYER & STETS 1996; Abb. 2). Die Verbreitung der drei Schichtverbände wird im Rheinprofil durch die tektonische Situation bestimmt. Im Kern des Ahrtal- und des Hönningen-Seifener Sattels treten Untere und tiefe Mittlere Siegen-Schichten zutage; höhere Mittlere und Obere Siegen-Schichten ummanteln die beiden Teilstrukturen des Osteifeler Hauptsattels.

Die Unteren Siegen-Schichten bestehen aus der fast fossilfreien „Unteren Sandsteinfolge“

und der „Schwarz-“ oder „Pflanzenschiefer-Folge“ (MEYER 1958, 1994) mit zahlreichen, nicht horizontbeständigen Sandsteinbankfolgen. Die schwarzen Ton- und Feinsiltsteine mit z. T. reicher Pflanzenführung lassen eine sichere Unterscheidung von den übrigen stärker pelitischen Schichtverbänden zu. Unter den Pflanzen sind u.a. *Taenioocrada decheniana*, deren Sporangien noch aus dem Wasser ragten, *Zosterophyllum rhenanum*, die Trockenfallen überlebte, und *Drepanophycus spinaeformis* wohl als frühe Landpflanze wichtige Milieuanzeiger. Artenvielfalt und Individuenreichtum kennzeichnen diese primitive Flora. Ausschließlich marine Faunen fehlen, sodass das Ablagerungsgebiet im lagunären bis lakustrin-fluvialen Bereich gelegen haben sollte. SCHWEITZER (1983, 2003) kennzeichnete das Environment dieser Pflanzengesellschaft als Wattgebiet mit zeitweilig auftauchenden Inseln, mit Buchten und Lagunen, Küstensümpfen und Niederungen einmündender Flüsse und zog Parallelen zur heutigen Nordsee. STETS & SCHÄFER (2002) ordneten sie eher der subaerischen, ausgedehnten Plattform großer Deltas mit ähnlichem Landschaftsbild zu.

Die Mittleren Siegen-Schichten bestehen sowohl aus Sand-/Siltstein-Wechselfolgen als auch aus Bänder- und Flaserschiefern, die zu der Bezeichnung „Rauhflaser-Schichten“ beigetragen haben, wobei „*rauh*“, als alter Bergmannsausdruck, einen höheren Quarzkorn-Anteil in den Ton- und Siltsteinen anzeigen soll. Generell setzten sich im mittleren Siegenium eher marine Verhältnisse durch, die mit dem Auftreten von Brachiopoden, u. a. *Acrospirifer primaevus*, *Hysteroites hystericus*, mit Trilobiten, Einzelkorallen, wie *Zaphrentis* sp. und *Pleurodictyum* sp., und Crinoiden-Resten belegt werden können. Ähnliche Verhältnisse, wie im unteren Siegenium in der „Schwarz-“ oder „Pflanzenschiefer-Folge“, kehrten nur kurzfristig zurück.

Die Oberen Siegen-Schichten bestehen aus einer Wechselfolge von Sand- und Siltsteinen. Sie sind im Raum südlich Bonn meist marin bis randmarin ausgebildet, wie die Fauna von Unkel (DAHMER 1936) zeigt. Erst nördlich Bonn erfolgt der Übergang zu der eher landnahen Fazies der Wahnbach-Schichten mit verarmter spezifischer Fauna und ebenfalls reichen Floren (SCHWEITZER 1983, 2003, BRAUN & MÖRS 2001). Auf dem SE-Flügel des Osteifeler Hauptsattels ist eine stärkere Gliederung dieses Schichtverbandes in Untere Dunkle Schichten, Kürrenberg-Sandstein, Obere Dunkle Schichten und Saxler-Schichten (MEYER 1994) möglich.

Im Hangenden der Siegen-Schichten folgen ähnlich ausgebildete Schichtverbände der Unterems-Stufe, die als „Graues Klastisches Unter-

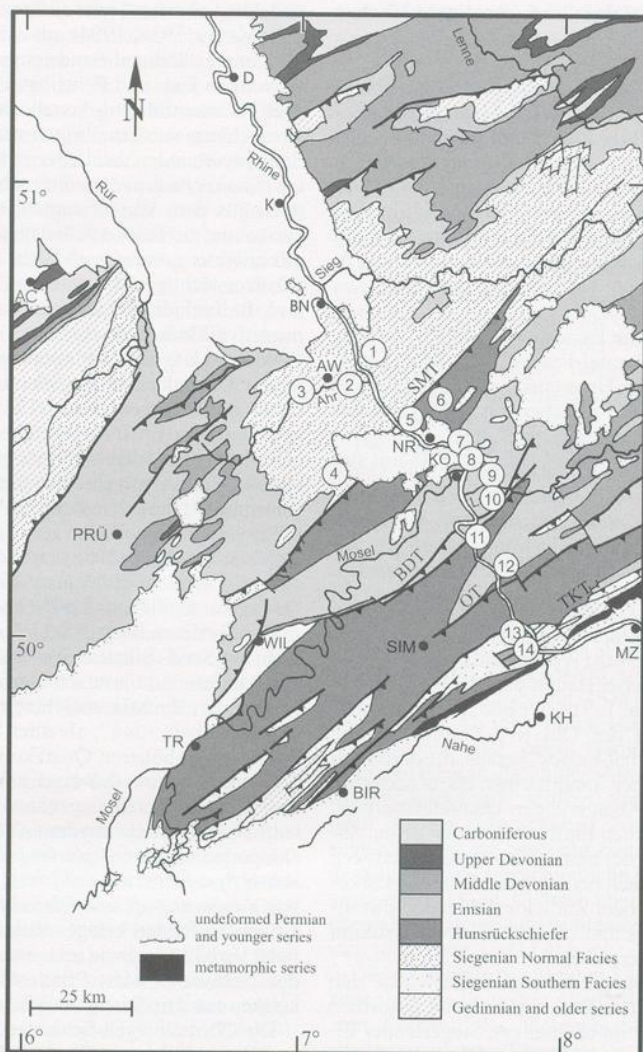


Abbildung 1. Geologische Übersichtskarte der östlichen Ardennen sowie des westlichen und zentralen Rheinischen Schiefergebirges (nach: MEYER & STETS 1980, geändert u. ergänzt)
 Abkürzungen: SMT Siegener Hauptüberschiebungszone, BDT Boppard-Dausenau-Überschiebungszone, OT Oberwesel-Überschiebung, TKT Taunuskamm-Überschiebungszone; AC Aachen, D Düsseldorf, K Köln, BN Bonn, AW Ahrweiler, NR Neuwied/Rhein, KO Koblenz, PRÜ Prüm/Eifel, TR Trier, WIL Wittlich/Eifel, SIM Simmern/Hunsrück, BIR Birkenfeld/Nahe, KH Kreuznach, MZ Mainz; 1–14: im Text beschriebene Aufschlüsse einer Exkursion

Figure 1. Simplified geological map of the eastern Ardennes and of the western and central Rhenish Schiefergebirge (after: MEYER & STETS 1980; modified)
 Abbreviations: SMT Siegen Main Thrust, BDT Boppard-Dausenau Thrust, OT Oberwesel Thrust, TKT Taunuskamm Thrust; AC Aachen, D Düsseldorf, K Köln, BN Bonn, AW Ahrweiler, NR Neuwied/Rhine, KO Koblenz, PRÜ Prüm/Eifel, TR Trier, WIL Wittlich/Eifel, SIM Simmern/Hunsrück, BIR Birkenfeld/Nahe, KH Kreuznach, MZ Mainz; 1–14: position of outcrops described in the text

ems" (MEYER 1994) zusammengefasst werden können. Sie liegen in ähnlicher Lithofazies wie die Schichten der „Siegener Normal-Fazies“ vor, sind jedoch im Rheinprofil nicht aufgeschlossen. Schichten in dieser Ausbildung sind erst am West- und Nord-Abfall des Osteifeler Hauptsattels zu finden.

Der Zentrale Faziesbereich

2.2.1. Siegen und tieferes Unterems

Der Zentrale Faziesbereich reicht von der Siegener Hauptüberschiebung (SMT) bis zur Taunuskamm-Überschiebungszone (Abb. 1, 6). Weite Abschnitte werden von den dunklen einförmigen, mächtigen, feinklastischen Schichtverbänden der „Hunsrückschiefer“ eingenommen. Am Rhein zwischen Neuwied und Bendorf gestatten stärker sandige Einschaltungen und auch Dachschiefer-Vorkommen ihre Gliederung. Die Hunsrückschiefer gehören sowohl in die Siegen- als auch in die untere Unterems-Stufe. Siegen-Anteile werden als Hunsrückschiefer s.l. bezeichnet (MITTMEYER 1980). Diese grenzen an der Siegener Hauptüberschiebung (SMT; Abb. 1, 3) unmittelbar an Mittlere Siegen-Schichten in „Siegener Normal-Fazies“. Ein allmählicher Übergang wurde im Westerwald weiter im Nordosten (MEYER 1965) nachgewiesen. Diese vorwiegend feinklastischen Hunsrückschiefer s.l. lassen sich am Unteren Mittelrhein vom Liegenden zum Hangenden in fünf lithologisch definierte Schichtglieder unterteilen (MEYER 1965, MEYER & STETS 1996, 2000):

- Die Mayen-Schichten (AHRENS 1936) im unmittelbar tektonischen Hangenden der Siegener Hauptüberschiebung sind mehr als 1 200 m mächtig und bestehen aus dunkelgrauen Ton- und Bänderschiefern im Wechsel mit geringmächtigen hellen Quarzitbänken. Palynologische Untersuchungen erbrachten Alter von Untersiegen, evtl. Obergedinne (GAD 2005).
- Die darüber folgenden Leutesdorf-Schichten mit etwa 800 m Mächtigkeit sind vorwiegend aus dunklen Tonschiefern aufgebaut und enthalten im Westerwald und in der Ost-Eifel auch Dachschiefer.
- Die Augustenthal-Schichten im Hangenden erreichen ca. 900 m Mächtigkeit und bestehen aus hellen quarzitischen Sandsteinen, grauen Flaser- und Bänderschiefern sowie geringmächtigen Tonschiefern. Die bereits von DAHMER (1932) und später von CARLS ET AL. (1982) bearbeitete Fauna bei Augustenthal

(Neuwied) enthält ausschließlich marine Leitformen der Siegen-Stufe, u. a. *Acrospirifer primaeus*, *Hysterolites hystericus*.

- Die Rüscheid-Schichten im Hangenden sind wieder durch mächtige Tonschiefer, teilweise auch Dachschiefer, gekennzeichnet. Der Anteil an Sand tritt zurück und ist auf Bänder und Bänken beschränkt. Faunenfunde belegen die Zugehörigkeit zur Siegen-Stufe (QUIRING 1931). Die Mächtigkeit beträgt etwa 2 000 m.
- Die darüber folgenden Isenburg-Schichten enthalten sowohl dunkelgraue Ton- und Siltschiefer, z. T. wieder mit Dachschieferqualität, als auch hellgraue Sandsteine und quarzitisches Sandsteine. In diesem auch etwa 2 000 m mächtigen Schichtverband ist die Grenze zwischen der Siegen- und der Unterems-Stufe zu suchen.

Die Hunsrückschiefer am Oberen Mittelrhein zwischen der Boppard-Dausenau- (BDT) und der Taunuskamm-Überschiebungszone (TKT) (Abb. 1, 6) gehören größtenteils in die Ulmen-Unterstufe und sind demnach Hunsrückschiefer s.str. (MITTMEYER 1980). Nur bei Bad Salzig treten in der Salziger Schuppe (Salziger Sattel; MITTMEYER 1973, 1996) und bei Oberwesel (A. FUCHS 1899) – jeweils im unmittelbaren Hangenden der strukturtrennenden Überschiebungszonen – Hunsrückschiefer s.l. zu Tage.

Die Hunsrückschiefer im tektonisch Hangenden der Boppard-Dausenau-Überschiebungszone gehören in die Unterems-, bzw. weiter im Südosten in den Grenzbereich Siegen-/Unterems-Stufe und werden dort als Bornhofen-Schichten bezeichnet. Darüber folgen die kleinzuklisch gegliederten, pelit-betonen Wechselfolgen aus Ton- und Siltschiefern sowie quarzitischen Sandsteinen der Ehrenthal-Schichten (LGB 2005). Dieser Schichtverband reicht bis in die Singhofen-Unterstufe hinauf und enthält die als „Porphyroide“ bezeichneten Tuffite. Dabei handelt es sich um Ablagerungen submariner pyroklastischer Ströme (KIRNBAUER 1991), die stratiform eingelagert sind.

Das Hauptverbreitungsgebiet der Hunsrückschiefer am Oberen Mittelrhein befindet sich zwischen der Oberwesel- und der Taunuskamm-Überschiebungszone (Abb. 1, 6). Die stark verschuppte Schichtenfolge gliedert sich in Sauerthal-, Bornich- und Kaub-Schichten. Die tonig-schiefrigen Schichtverbände enthalten einzelne quarzitisches Sandsteinbänken (bis 0,3 m mächtig) und vor allem in den Kaub-Schichten mächtige Dachschiefer-Lager. Die Alter reichen von höchster Siegen-Stufe bei Oberwesel (A. FUCHS 1899) bis Ulmen-Unterstufe (MITTMEYER 1978, 1996). Die Gesamtmächtigkeit wird auf

4 000 m geschätzt. Die Schichtenfolge ist aufgrund der Fauna vollmarin und wurde in einem Flachmeer abgelagert.

Der Begriff „Hunsrückschiefer“ wurde von C. KOCH (1881) im südlichen Schiefergebirge eingeführt und ist nach der Definition auf blaugraue Ton- und Dachschiefer mit gelegentlichen Einschaltungen von hellen quarzitischen Sandsteinen im Hangenden des Taunusquarzit beschränkt. Seine Anwendung auf die Schichtenfolge am Unteren Mittelrhein bei Neuwied ist umstritten (GAD 2006). Lithofaziell entspricht sie, die sicher Untersiegen bis unteres Unterems – also einen Zeitraum von ca. 8–10 Mio Jahre – repräsentiert auch hier „echten Hunsrückschiefer“. Ein dem Taunusquarzit lithofaziell äquivalentes Schichtglied fehlt hier; er wird durch gleich alte schiefrige Schichten in Hunsrückschiefer-Fazies (DAHMER 1932, QUIRING 1931, SOLLE 1951, CARLS et al. 1982, GAD 2005)

vertreten. Der Schichtverband Mayen- bis Isenburg-Schichten (pars) sollte daher nur vom lithologischen, sedimentologischen und faziellen Standpunkt aus als Hunsrückschiefer verstanden werden. Ähnliches gilt auch für die Hunsrückschiefer am Oberen Mittelrhein, soweit sie ein Siegen-Alter haben. Der Begriff „Hunsrückschiefer“ daher hier ausschließlich im Sinne einer Faziesbezeichnung und nicht stratigraphisch verwendet.

2.2.2. Höheres Unter- und Oberems

Im Rhein-Profil treten Schichtverbände der höheren Unterems- und der Oberems-Stufe ausschließlich in der zentralen Senkungszone des Mosel-Lahn-Troges (MEYER & STETS 1975, 1980, 1996) – heute: Mosel-Mulde – auf. Aus der Unterems-Schichtenfolge interessiert im

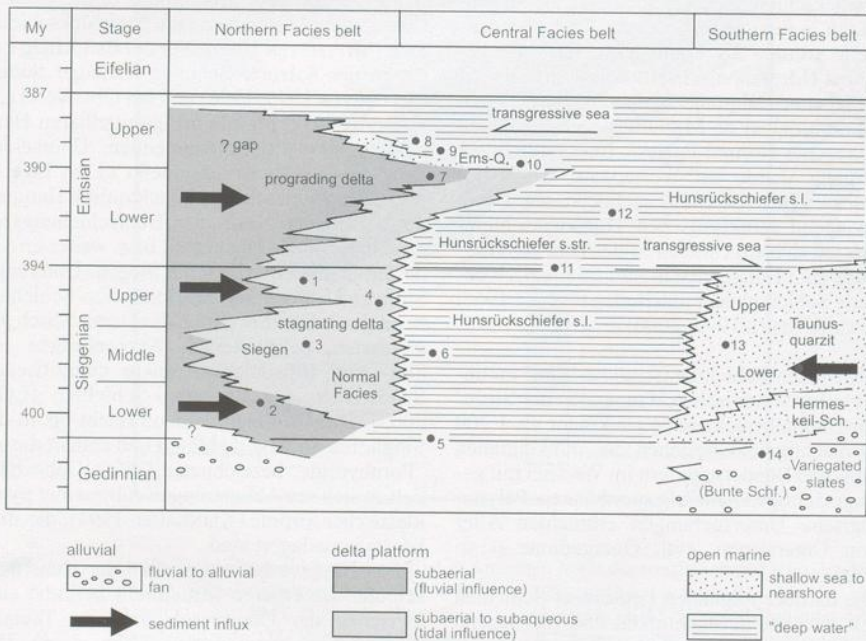


Abbildung 2. Zeit/Fazies-Diagramm für das Unterdevon des Rheinischen Troges entlang des Rhein-Profiles; 1–14: im Text beschriebene Aufschlüsse in ihrer stratigraphischen und faziellen Position (nach: STETS & SCHÄFER 2002, geändert)

Figure 2. Diagram showing time and facies relationships in the Lower Devonian of the Rhenohercynian Basin along the Rhine river transect; 1–14: stratigraphical and palaeoenvironmental positions of the outcrops to be visited are marked (after: STETS & SCHÄFER 2002, modified)

Zusammenhang mit dem hier vorzustellenden Sedimentationsmodell nur das jüngste Schichtglied der Unterems-Stufe, die Nellenköpfchen-Schichten. Dieser Schichtverband zeigt in seiner lithofaziellen Ausbildung als Wechselfolge aus Sand-, Silt- und Tonsteinen deutliche Anklänge an die „Siegener Normalfazies“; d.h., im Lauf des Unteremsium waren die siliciklastischen Schüttungen vom Old Red-Kontinent im Norden bis in den zentralen Senkungsraum des Mosel-Lahn-Troges nach Süden vorgerückt und hatten die rein marine, überwiegend pelitische Hunsrückschiefer-Fazies hier verdrängt.

Die Schichtenfolge der Oberems-Stufe beginnt im Zentralen Faziesbereich mit dem Emsquarzit der meist aus rein quarzitischen Bankfolgen mit Tonschieferzwischenmitteln besteht. Eine besondere petrographische Variante sind die „Glaswacken“, kompositionell und strukturell besonders reife, glasige Quarzite. Der Emsquarzit repräsentiert die mit dem Oberemsium einsetzende, wahrscheinlich auch eustatisch gesteuerte Transgression des Meeres nach Norden, das so im Unteremsium „verlorenes Terrain“ zurückeroberte (Abb. 2). Erste Anzeichen dafür sind bereits in den Nellenköpfchen-Schichten die „Vorläuferquarzite“. Die über dem Emsquarzit liegende Schichtenfolge der Hohenrhein-, Laubach-Schichten, Flaser- und Kieselgallenschiefer sind durch zum Hangenden abnehmenden Sandgehalt und eine reiche, ausschließlich marine Fauna ausgezeichnet. Sie repräsentieren die endgültige Vorherrschaft des Meeres im Rheinoherzynischen Becken.

2.3. Der Südliche Faziesbereich

Der Südliche Faziesbereich setzt im Rheinprofil südöstlich der Taunuskamm-Überschiebungszone (TKT, Abb. 1, 6) ein und lässt sich über etwa 180 km entlang des Südrandes des Schiefergebirges verfolgen. Er enthält als typisches Schichtglied den Taunusquarzit und in dessen Hangenden die klassischen Hunsrückschiefer s.str. der Ulmen-Unterstufe (KOCH 1881, SOLLE 1951, MITTMAYER 1980). Die hier verbreitete „Süd-Fazies“ ist auf den Zeitraum obere Gedinne- und Siegen-Stufe beschränkt. In der darauf folgenden Zeit glichen sich die Fazies jenen im Zentralen Faziesbereich weitgehend an (Abb. 2). Die in ihrer Mächtigkeit stark reduzierte Schichtfolge reicht am Südrand des Schiefergebirges vom oberen Gedinne bis in das höchste Oberdevon, vielleicht auch Unterkarbon. Im lückenhaften Rheinprofil kommen nur Schichtverbände bis in das Givet (Dolomit von Bingerbrück) vor.

Im Südlichen Faziesbereich gliedert sich die Schichtenfolge in Bunte Schiefer (Obergedinne), Hermeskeil-Schichten (Untersiegen) und Taunusquarzit (Mittel-Siegen: Rauhflaser-Sch. u. Obersiegen: Herdorf-Sch.). Er ist somit zeitäquivalent mit großen Abschnitten der „Siegener Normalfazies“ im Nördlichen und mit Abschnitten der Hunsrückschiefer s.l. (Augustenthal-Schichten u. jüngere) im Zentralen Faziesbereich.

Die Bunten Schiefer bestehen aus rötlichen und grünlichen Tonschiefern, grünlichgrauen Quarziten und geröllführenden grünlichen „Schiefern“, auch als „körnige Phyllite“ bezeichnet. Der größer klastische Anteil nimmt von Süden nach Norden ab. Die Sedimente werden Ablagerungen einer weiten, schlammigen Überflutungsebene mit Rinnen, evtl. auch kleinen Deltas und perennierenden Tümpeln zugeordnet.

Die Hermeskeil-Schichten sind aus grauen, unterschiedlich sandigen Tonschiefern und rötlichen und grauen Quarziten aufgebaut. Sie bilden den Übergang von der eher fluvialen älteren zur marinen jüngeren Phase im Südlichen Faziesbereich.

Der Taunusquarzit wird seit mehr als 100 Jahren in einen Unteren quarzitreichen und einen Oberen quarzitärmeren Taunusquarzit (LEPPLA 1904) unterteilt. Die meisten Quarzite sind kompositionell und strukturell reif. Die Korngröße reicht von Grob- bis Feinsand. Eine relativ reiche, auf Linsen beschränkte, vollmarine Fauna setzt im Oberen Taunusquarzit ein. Der Übergang zum Hunsrückschiefer s.str. erfolgt über die Darustwald-Schichten (KUTSCHER 1937), eine heterolithische Wechselfolge im Grenzbereich Siegen-/Unterems-Stufe.

3. Paläogeographie

Erste paläogeographische Vorstellungen über den Rheinischen Trog (KEGEL 1950, WO. SCHMIDT 1952) krankten an dem Versuch, die Schichtenfolge stark ins Einzelne gehend zu untergliedern und für jeden Abschnitt paläogeographische Vorstellungen zu entwickeln. Die Schwierigkeit, die für paläogeographische Darstellungen unerlässlichen „Zeitscheiben“ exakt zu definieren, liegt hier am Mangel an verlässlichen Zeitmarken, die in benachbarte Faziesbereiche übergreifen, und an eng eingrenzenden Leitfossilien. Daher ist auch die weitergehende biostratigraphische Unterteilung des rheinischen Unterdevon unterhalb der Stufengliederung weiterhin unvollständig. MEYER & STETS (1980) beschränkten sich daher bewusst auf die Darstellung der Verhältnisse im Gedinnum, Siegenium,

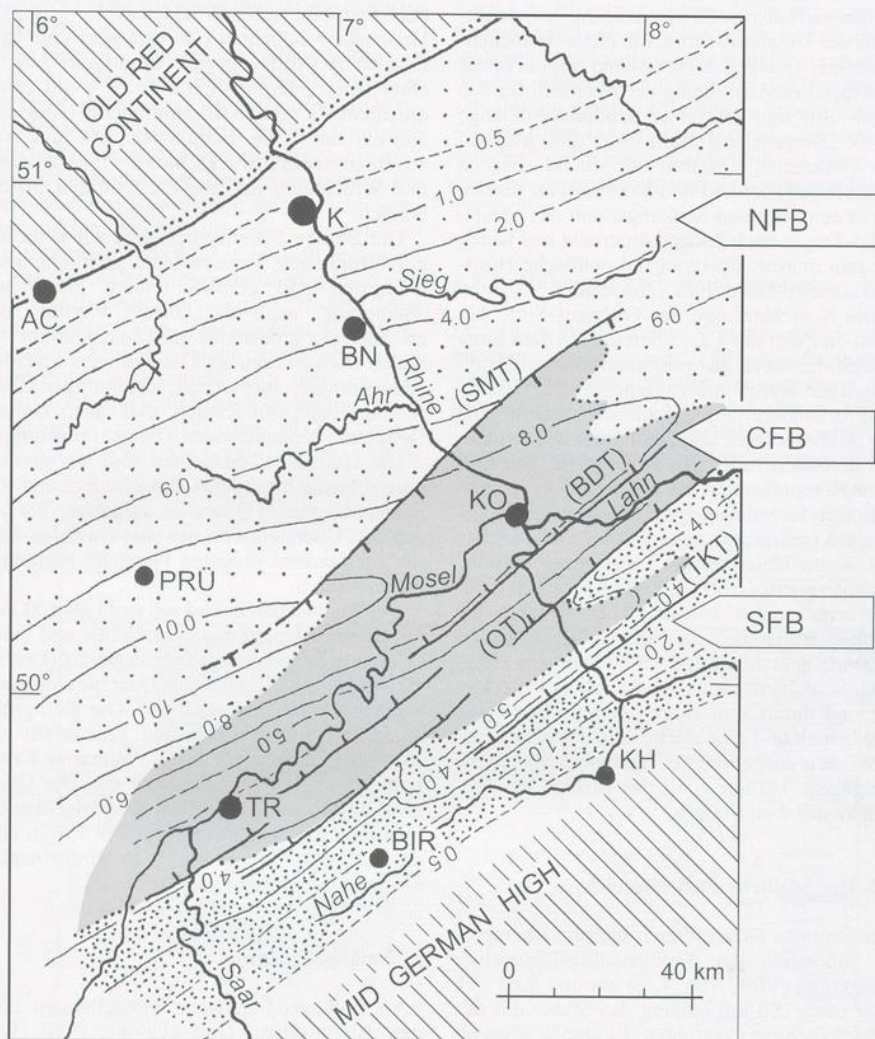


Abbildung 3. Die paläogeographische Situation im Rheinischen Trog während der Siegen- und Unterems-Stufe; maximale Mächtigkeiten in tausender Metern; schraffierte Areale stellen ehemalige Landgebiete dar; paläogeographische Karte ohne palinspastische Korrekturen (nach: MEYER & STETS 1996, STETS & SCHÄFER 2002)

Abkürzungen: NFB Nördlicher Faziesbereich, CFB Zentraler Faziesbereich, SFB Südlicher Faziesbereich; übrige Abkürzungen wie Abb. 1

Figure 3. Subdivision of the Rhenohercynian Basin during the Early Devonian; maximum thickness of the Siegenian and Lower Emsian sediments are given in thousands of meters; hatched areas illustrate ancient landmasses; simplified palaeogeographical map without palinspastic restoration (after: MEYER & STETS 1996, STETS & SCHÄFER 2002)

Abbreviations: NFB Northern Facies belt, CFB Central Facies belt, SFB Southern facies belt; other abbreviations see Fig. 1

Unter- und Oberemsium. Wegen der Schwierigkeiten bei der Rückformung der durch Tektonik bedingten Einengung werden auch in dieser Arbeit bei flächenhaften Darstellungen keine palinspastischen Korrekturen vorgenommen.

3.1. Der Nördliche Faziesbereich (NFB; Abb. 3)

Die „Siegener Normal-Fazies“ baute vom Nordrand des Ablagerungsraumes her, gegen Süden fortschreitend, einen sich bis auf etwa 5 000 m Mächtigkeit verdickenden Sedimentkeil auf. Insgesamt gesehen ist es eine mächtige, vor dem Old Red-Festland liegende Delta-Schüttung. In der Zeit indifferent wechselnder globaler eustatischer Meeresspiegelschwankungen im Unterdevon (JOHNSON et al. 1985) kam es in Abhängigkeit von der Absenkung des Beckens und der Anlieferung von siliziklastischem Detritus zwar zu Trans- und Regressionen unterschiedlichen Ausmaßes innerhalb des Faziesbereichs, jedoch zu keiner wesentlichen Verschiebung der Küstenlinie. Im Gegensatz zu vielen rezenten Deltas großer Flüsse baute sich dieses Delta breitflächig in ein flaches Epikontinental-Meer vor (Abb. 5). Zahlreiche Fluvialsysteme, die hier ihre Fracht entluden, führten zur Überschneidung von Delta-Fächern (REINECK 1983). Die Einheitlichkeit und die kompositionelle Reife der Sedimente lassen die Identifizierung einzelner Schüttungsfächer etwa mit Hilfe typischer Korngrößenverteilungen, Schwermineral- oder Lithoklasten-Assoziationen nicht zu. Der Verteilungsmodus des siliziklastischen Detritus wurde durch die jeweils im Delta herrschenden sub-, intra- oder supratidalen Ablagerungsbedingungen in den einzelnen Abschnitten kontrolliert. Das Modell eines breitflächig in ein flaches Epikontinentalmeer vorgreifenden Deltas erklärt die aus Flora und Fauna abgeleiteten Bedingungen. Sie reichen von fluvialen, brackisch-lagunären Verhältnissen über von Gezeiten beeinflusste Wattflächen zur Auf- und Umlagerung von Quarzsand in Form von küstennahen Sandbänken und -barren im Tidalbereich sowie im Flachmeer bzw. am oberen Deltahang.

3.2. Der Zentrale Faziesbereich (CFB; Abb. 3)

Die südlich der Siegener Hauptüberschiebung liegenden Hunsrückschiefer sind bei größeren Wassertiefen im Subtidal, deutlich unterhalb der Sturmwellenbasis abgelagert worden. Die mi-

lieuabhängige Fauna bezeugt durchgehend bis in die Unterems-Stufe hinein vollmarine Verhältnisse mit guten Lebensbedingungen auch für Benthonten. Tiefseeverhältnisse (SEILACHER & HEMLEBEN 1966) oder Watten sollten nach heutigen Vorstellungen ausgeschlossen werden (STETS & SCHÄFER 2002).

Offensichtlich gelang es im Zentralen Faziesbereich – im Gegensatz zum Nördlichen – während des Siegenium und älteren Unteremsium nicht, die Absenkung durch Zufuhr von Detritus weitgehend zu kompensieren. So konnten vollmarine Verhältnisse bei größerer Wassertiefe durchgehend erhalten bleiben. Erst im jüngeren Unteremsium (Nellenköpfchen-Schichten) wurde der nördliche Zentrale Trogabschnitt von Norden her bis nahe an den Meeresspiegel aufgefüllt, und es stellten sich auch hier ähnliche Bedingungen wie bei der „Siegener Normal-Fazies“ ein (Abb. 2).

Die unterschiedlichen paläobathymetrischen Verhältnisse zwischen dem Nördlichen und dem Zentralen Faziesbereich im Siegenium und tieferen Unteremsium lassen sich am ehesten mit einem tektonisch bedingten Gefällsknick im Bereich der heutigen Siegener Hauptüberschiebung (SMT) erklären (Abb. 5; MEYER & STETS 1975, 1996, STETS & SCHÄFER 2002). Diese tektonische Struktur war demnach bereits während des Siegenium und tieferen Unteremsium synsedimentär als Abschiebung aktiv und wurde erst bei der variscischen Orogenese im umgekehrten Sinne wieder belebt (Abb. 6).

Der Zentrale Faziesbereich war im Siegenium und tiefen Unteremsium in flache Schwellen und Becken gegliedert, deren Grenzen wahrscheinlich auch durch syngenetisch wirksame Verwerfungen bedingt waren. Die seismische Aktivität an diesen Trennflächen und eine geringfügige Neigung des Meeresbodens führten zu Sedimentumlagerung in Form von Rutschungen und Trübeströmen und als Folge davon zu ausgedehnten Tiefwasser-Fächern (STETS & SCHÄFER 2002; Abb. 5), die sich als distale Turbidite im Sediment wiederfinden.

Im höheren Unteremsium bildete sich mit dem Vorstoß der Sedimentschüttungen im Bereich des heutigen Unteren Mittelrheintales die Siegener Schwelle heraus, die durch geringe oder fehlende Sedimentation in diesem Zeitraum gekennzeichnet ist (Abb. 4). An ihrem südöstlichen Rand bildete sich mitten im Rheinischen Trog der Emsquarzit als marginale Fazies heraus (SCHÄFER & STETS 1995). Erst während des Oberemsium und im Mitteldevon wurde diese Schwelle nur zögernd überwunden.

3.3. Der Südliche Faziesbereich (SFB, Abb. 3)

Der Südliche Faziesbereich wurde im oberen Gedinium und während des Siegenium durch die Mitteldeutsche Schwelle (Abb. 3) nach Süden abgegrenzt. Von ihr ist ein Großteil des psammitischen Detritus abzuleiten, der die Schichtverbände der „Süd-Fazies“ aufbaut. Petrographische Ähnlichkeiten zu den Psammiten des Nördlichen Faziesbereichs (u. a. WIERICH 1999) führten zu der Ansicht, dass der Südliche Faziesbereich unmittelbar südlich an den Nördlichen anzuschließen sei. Der Nachweis von Siegen-, evtl. Obergedinn-Altern, im Zentralen Faziesbereich in den Hunsrückschiefern bei Neuwied (GAD 2005) macht diese Vorstellungen zunichte. Gegebenenfalls hätten die Sandmassen des Taunusquarzit den Zentralen Faziesbereich in Richtung Süden durchwandert haben müssen. Auch die deutliche Süd-Nord-Verteilung der Korngrößen und die eigenständige lithofazielle Entwicklung im Südlichen Faziesbereich sprechen dagegen (HAHN & ZANKL 1991). Letztere kommt in einer deutlichen Kornvergrößerung (coarsening and thickening up) von den Bunten Schiefen mit Höhepunkt im Unteren Taunusquarzit und einer darauf folgenden Kornverfeinerung (fining and thinning-up) vom Oberen Taunusquarzit über die Darustwald-Schichten bis in die Hunsrückschiefer zum Ausdruck. Sämtliche primären Sedimentgefüge weisen darauf hin, dass im Südlichen Faziesbereich sich diese Entwicklung konsequent vollzog, und zwar von einer fluvial geprägten, supratidalen Überflutungsebene mit einzelnen Rinnen und kleineren Deltas (Bunte Schiefer) über eine tidal beeinflusste Küstenlandschaft (Hermeskeil-Schichten) zu einem ausgedehnten energiereichen Flachmeer (Taunusquarzit). Auch die darauf folgende Entwicklung vollzog sich bei fortdauernder Subsidenz konsequent zu flachen Schelfmeerbedingungen, ähnlich jenen im Zentralen Faziesbereich. Ob der siliziklastische Detritus der Süd-Fazies allein von der Mitteldeutschen Schwelle abgeleitet werden darf oder ob weitere Liefergebiete im Nordosten in Betracht gezogen werden müssen (HAVERKAMP 1991), bleibt zu klären.

Mit dem Unteremsium ließ der Einfluss der Mitteldeutschen Schwelle nach, und eine feinkörnige Fazies des höheren Unter- und des Oberemsium griff nach Süden bis an den Südrand des Schiefergebirges und darüber hinaus vor. Ein dem Emsquarzit entsprechendes Schichtglied oder der Nachweis für einen Hiatus bzw. eine Transgression fehlen hier (Abb. 4). Die marine Ausbildung der Schichtverbände geht vom mittleren Siegenium bis in das Oberdevon lücken-

los durch (D. E. MEYER 1970). Die lithofaziellen Verhältnisse im Mittel- und Oberdevon lassen keine unmittelbaren Einflüsse eines südlichen Liefergebietes mehr erkennen. Sie ähneln jenen in der Dill- und Lahn-Mulde, allerdings ohne den dortigen Vulkanismus. Geringfügige vulkanische Ereignisse fehlen jedoch auch hier nicht.

4. Sedimentationsmodell und Beckenanalyse (Abb. 5)

(Die nachfolgenden Absätze führen gleichzeitig in eine Exkursion ein).

Der Nördliche Faziesbereich bezog seine Sedimentfracht vom Old Red-Kontinent über ein Fluvialsystem in seinem Vorland, das im Rheinprofil nicht aufgeschlossen ist. Detritus, der in diesem eher proximalen System im Vorland des Old Red-Kontinentes transportiert und vorsortiert wurde, erreichte den Nördlichen Faziesbereich nurmehr mit Korngrößen zwischen Mittelsand und Feinsilt, auch Ton. Alle gröberen blieben zurück. Daraus ist eine größere Distanz zum eigentlichen Liefergebiet zu fordern (Old Red Continent foreland belt; Abb. 5).

Im Nördlichen Faziesbereich (NFB) mit seinen distalen, in weiten relieflosen Überflutungsebenen mäandrierenden Flüssen, lag der Übergang vom fluvialen Environment im Norden zu den Delta-Plattformen mit Seen, Tümpeln, Sümpfen und ausgedehnten Marschen im Süden. Sie waren – zumindest randlich – von einer primitiven Psilophyten-Flora besiedelt, die hier das Land eroberte (Stop 2: Heimersheim). Eine wenig diverse, nicht marine Fauna („*Modiolopsis*-Fazies“; DAHMER 1936) besiedelte jene Feuchtgebiete.

Nach Süden schlossen sich Überflutungs- und Gezeitebenen mit Rinnen- und Prielsystemen an, die wiederum Lagunen und geschützte Buchten einschlossen (Stop 3: Altenahr). Die Flüsse transportierten offensichtlich genug Detritus an, so dass diese amphibische Landschaft, die steter tektonischer Absenkung unterworfen war, über lange Zeit im *status quo* erhalten blieb. Es muss eine Vielzahl von Rinnen angenommen werden, denn einzelne große, dieses Gebiet entwässernde Ströme wurden bisher nicht nachgewiesen. Eher ist ein komplexer, breiter, den Südrand des Old-Red-Kontinentes begleitender, fluvialer Gürtel anzunehmen, der meerwärts zu vielen Deltaarmen überleitete.

Noch weiter meerwärts schlossen sich im Süden unterhalb der Niedrigwasserlinie die subaquatische Delta-Plattform und die obere Delta-Stirn (Stop 4: Bürresheim) an. Hier wurde nur-

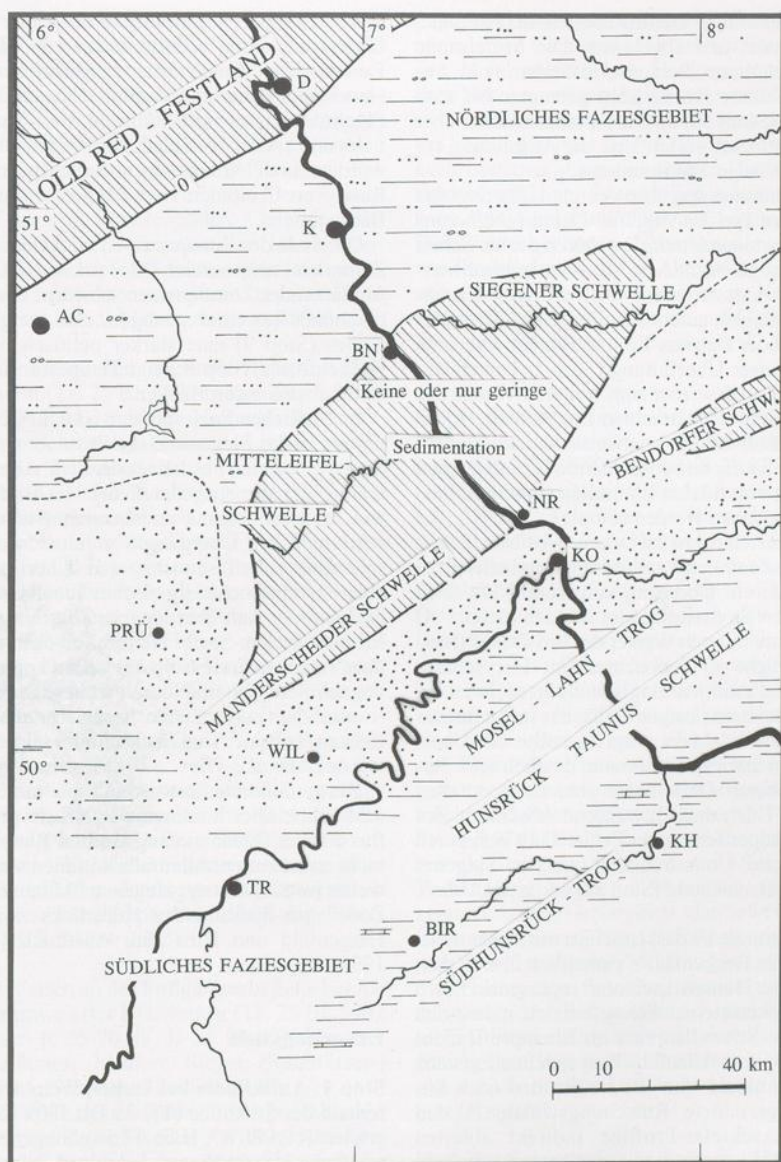


Abbildung 4. Paläogeographische Karte des Rheinischen Troges zu Beginn der Oberems-Stufe ohne palinopastische Korrekturen (nach: SCHÄFER & STETS 1995, ergänzt)
Abkürzungen wie Abb. 1; Punkt-Signatur: sandige marine Randfazies, horizontale Strich-Signatur: tonig-mergelige marine Beckenfazies, Strich/Punkt-Signatur: Bereich indifferent mariner bis brackischer Fazies im Übergangsbereich Land/Meer

Figure 4. Palaeogeographic map of the Rhenohercynian Basin at the beginning of the Late Emsian without palinopastic restoration (after: SCHÄFER & STETS 1995, modified)
Abbreviations: see Fig. 1; signatures: hatched areas: ancient landmasses; dotted areas: psammitic marginal facies, short lines: pelitic basal facies, lines and dots: transitional areas of marine to continental facies

mehr feinkörniger Detritus, bestenfalls Feinsand, transportiert und abgelagert. Die Mittelsande passierten diese „Schleuse“ offenbar nicht. Lediglich feinere Korngrößen gelangten bis zum Prodelta (Stops 5b, 6). Die Dominanz deltaischer Sedimentfazies verhinderte die Ausbildung typischer Küsten-Environments.

Alle Indizien sprechen derzeit dafür, dass das Delta zum Typ des Vogelfuß-Deltas („*high-constructive elongate delta*“) gehören dürfte. Schon geringfügige eustatische Meeresspiegelschwankungen, katastrophale Wetterlagen, Klimaschwankungen, unterschiedliche Subsidenz oder wechselnder Detritus-Eintrag führten einerseits zu zeitweiser Überflutung (Stop 1: Unkel) andererseits auch wieder zum weiteren Vorbau des Deltas (Stop 4: Bürresheim) in südliche Richtung. Jedoch sollte im zeitweise marinen Bereich auch das häufig zu beobachtende Gezeitensignal in Form von tidalen Laminiten (tidal bundles) nicht übersehen werden (Stop 1).

Die Beziehungen zwischen dem Nördlichen und dem Zentralen Faziesbereich sind schwer zu klären, da ein Übergang vom supra- bis flach subtidalen Environment im Norden (Stop 1–4) zum relativ tieferen Wasser des Pro-Deltas (Stop 5a, b) nicht zu beobachten ist. Der scharfe Schnitt ist sedimentologisch allein nicht zu erklären. Bei dem riesigen Delta, das in ein flaches Epikontinental-Meer vorgriff, sollte der Übergang zum marinen Faziesraum deutlich sein. Teile der oberen Delta-Front sind noch erhalten (Stop 4: Bürresheim), während Abschnitte des Delta-Hanges fehlen. Ihr Fehlen lässt sich durch tektonische Unterdrückung an der Siegener Hauptüberschiebung (Stop 5a) erklären (Abb. 5, 6).

Der Zentrale Faziesbereich ist mit seiner meist pelitischen Beckenfazies einheitlich überall dort durch die Hunsrückschiefer repräsentiert, wo keine beckeninternen Schwellen sich in der Nähe befinden. Schwellen sind im Rheinprofil nicht nachzuweisen. Allenfalls lässt sich ihre Existenz über submarine „fan“-Bildungen und nach Südosten gerichtete Rutschungswülste in den Hunsrückschiefer-Profilen indirekt ableiten (Stop 11). Letztere weisen allgemein auf ein nach Südosten gerichtetes Gefälle hin.

Eine der Siegener Normalfazies ähnliche Fazies griff erst im hohen Unteremsium während der Nellenköpfchen-Schichten über die Zentrale Beckenfazies der Hunsrückschiefer bis an die heutige Mosel vor (Stop 7). Allerdings führte schon bald ein eustatischer Anstieg des Meeresspiegels an der Wende Unter-/Oberemsium zur Aufarbeitung bereits abgelagerten Materials und zu einer nach Norden fortschreitenden marinen Transgression, die durch den Emsquarzit

(Stop 10) repräsentiert wird (Abb. 2). Er ist im Gegensatz zu den Verhältnissen im Nördlichen Faziesbereich Zeuge einer energiereichen, von Gezeiten gesteuerten psammitischen landnahen Flachmeerfazies am Südrand der Siegener Schwelle (Abb. 4). Schalenträgendes Benthos wurden durch Umlagerung sofort aufgearbeitet. Reste von Crinoiden sind Zeugen vollmariner Bedingungen.

Oberhalb des Emsquarzit entwickelte sich im Zentralen Faziesbereich (Mosel-Lahn-Trog) bei fortdauernder, konsequenter Subsidenz des Meeresraumes aus einer sandigen, eher marginalen Fazies (Stop 9) eine stärker pelitisch betonte Beckenfazies. Stop 8 zeigt Tempestite in dem stetig absinkenden Becken.

Im Südlichen Faziesbereich ist vom Gedinnium bis in das Siegenium die Existenz eines im Süden gelegenen Festlandes deutlich. Allerdings fehlen hier die ausgedehnten Delta-Bildungen wie im Nördlichen Faziesbereich. Stattdessen wird hier der Übergang von einer weit gespannten, relieflosen fluvialen Überflutungsebene in ein hochenergetisches Flachmeer signifikant, der sich über längere Zeit (Untere bis Mittlere Siegen-Stufe: Hermeskeil-Sch. u. darüber Taunusquarzit; Stop 13) halten konnte, bevor auch er – bedingt durch weitere Subsidenz – von der nach Süden sich ausdehnenden Beckenfazies der Hunsrückschiefer überwältigt wurde (Abb. 2).

Die geschilderte Entwicklung spielte sich ausschließlich über kontinentaler Kruste ab. Einflüsse einer Ozeanisierung sind im Rheinprofil nicht zu erkennen. Allenfalls kommen sie in der weiter im Südwesten gelegenen „Metamorphen Zone“ am Südrand des Hunsrücks zwischen Hergenfeld und Kirn zum Ausdruck (MEISL 1990).

Exkursionsziele

Stop 1: Antiklinale bei Unkel. Weinberge unterhalb der Stuxhöhe (TK 25 Bl. 5309 Königswinter: R 25 86 87, H 56 07 56), Siegener Normalfazies: Obere Siegen-Schichten, Nördlicher Faziesbereich

Die Antiklinale bei Unkel gehört zum nördlichen Vorfeld des Ahrtal-Sattels. Sie besitzt einen steilen überkippten NW-Flügel und einen flachen normal liegenden SE-Flügel. Ein etwas mehr als 80 m umfassendes Profil, bestehend aus drei Sandstein-Bankfolgen mit zwischengeschalteten mächtigen Silt- und Tonsteinen, lässt sich im mittleren Abschnitt des flachen SE-Flügels aufnehmen (STETS & SCHÄFER 2002). In diesem Profil stehen Silt- und Tonsteine einer ausge-

dehnten Gezeitebene mit Prielen an, die von Zeit zu Zeit trocken fiel; für ein eingeschränkt marines Umfeld sprechen Pflanzenreste und eine von Bivalven beherrschte Fauna (*Modiolopsis*-Fauna). Die drei Bankfolgen aus schrägschichteten Fein- und Mittelsandsteinen gehören dagegen zu einem ausgedehnten Sandbank-System ('barrier sand system'); die hierin gefundene Fauna mit Brachiopoden, Crinoiden, Bivalven und Korallen repräsentiert ein rein marines Ökosystem. Der Sandtransport ist einheitlich nach Südwesten gerichtet (DAHMER 1936, JANKOWSKY 1955, MEYER & STETS 1996).

Stop 2: Felspartien oberhalb **Bahnhof Heimersheim** (TK 25 Bl. 5409 Linz a.Rh.: R 25 83 43, H 56 02 04); Siegener Normalfazies: Untere Siegen-Schichten („Pflanzenschiefer-Folge“), Nördlicher Faziesbereich

Das Profil in den Weinbergen oberhalb des Bahnhof Heimersheim an der unteren Ahr gehört zum steilen, überkippten NW-Flügel des Ahrtal-Sattels. Das gesamte Profil enthält vier übergeordnete fining-up-Zyklen, die jeweils mit Mittelsandsteinen beginnen, die großskalige trogförmige Schrägschichtung, außerdem Strömungsrippelschichtung und Hochenergie-Parallelschichtung aufweisen. Diese Rinnenfüllungen gehen über Feinsandsteine in Silt- und Tonsteine über, die eine ausgedehnte Überflutungssebene repräsentieren, die zeitweise trockenfiel (Trockenrisse auf Schichtunterseite). Eine reiche Psilophyten-Flora weist auf die Nähe zu dicht besiedelten, landnahen Bereichen hin. Eine marine Fauna fehlt. Diese Sedimente werden einer von Flussläufen durchzogenen subaerischen Deltaebene mit Sümpfen und Seen zugeordnet (STETS & SCHÄFER 2002).

Stop 3: Felsen an der **Fußgängerbrücke bei Altenahr** unweit des Klärwerkes (TK 25 Bl. 5407 Altenahr: R 25 70 88, H 55 98 32); Siegener Normalfazies: Mittlere Siegen-(Rauhflaser-) Schichten, Nördlicher Faziesbereich

Das etwa 70 m messende Profil bei Altenahr gehört ebenfalls zum steilen NW-Flügel des Ahrtal-Sattels. Ein typisches Merkmal sind die „Rauhflaser“, d. i. eine Flaserschichtung, wie sie beim Sandtransport im Flachwasser in Gezeitenmeeren entsteht. Hinzu kommen Oszillationsrippeln und Runzelmarken ('wrinkle marks'). Letztere bildeten sich bei Wellenschlag in sehr flachem Wasser bei schlickigem Substrat dort, wo normalerweise keine Oszillationsrippeln mehr entstehen können. Auffällig ist hier die Bioturbation, die gute Lebensbedingungen auch für Endobenthos anzeigt, das gezeitenbedingtes Trockenfallen von Wattenflächen ver-

trägt. Die Sedimentmerkmale und eine Fauna mit marinen Elementen (Crinoiden, Brachiopoden, Bivalven) zeigt ein Environment mit flachen Buchten zwischen sich verzweigenden und sich in die See vorbauenden Mündungsarmen eines Vogelfußdeltas ('interdistributary bay') oder auch Lagunen hinter Sandbarren ('beach ridge sand system') an. Seltener gefundene, allochtone Pflanzenreste weisen auf Landnähe hin. Dieses Areal sollte im Überschneidungsbereich von fluvialen und marinen Aktivitäten zu suchen sein. Linsen- und Flaserschichtung weisen im Gegensatz zu Stop 2 deutlich auf Gezeiteinfluss hin (DAHMER 1937, STETS & SCHÄFER 2002).

Stop 4: Straßenanschnitt oberhalb **Schloss Büresheim** an der Straße nach Kirschesch (Kirchwald; TK 25 Bl. 5609 Mayen: R 25 83 75, H 55 80 60); Siegener Normalfazies, Obersiegen: Untere Dunkle Schichten u. Kürrenberg-Sandstein; Nördlicher Faziesbereich

Im Straßenanschnitt stehen bis zum ehemaligen Steinbruch für die Fazies auf der SE-Flanke des Osteifeler Hauptsattels nördlich der Siegener Hauptüberschiebung typische Schichten an (MEYER 1994). Dieser Aufschluss zeigt die Verhältnisse am Südost-Rand des Nördlichen Faziesbereiches. Marine Faunen mit den Leitformen des Siegenium (u. a. *Hysterolites hystericus*, *Rhenorensella strigiceps*) stehen im Gegensatz zu verarmten Faunengemeinschaften mit Fisch- und Pflanzenresten (DAHMER 1940, G. FUCHS 1974). Aus paläontologischer Sicht liegt hier ein Übergangsbereich zu den offen marinen Verhältnissen weiter im Süden vor. Das Profil zeigt in zwei Großzyklen den zweimaligen Übergang vom oberen Deltahang zur Delta-plattform. Im oberen Zyklus reichen die Merkmale bis in den fluvialen Bereich und dokumentieren kurzfristig eine subaerische Phase (ehem. Steinbruch), bevor eine erneute Überflutung das Environment des oberen Deltahanges zurück brachte (SIMPSON 1940, STETS & SCHÄFER 2002).

Stop 5a: Felspartien oberhalb der **Hubertus-burg nordwestlich Leutesdorf** (TK 25 Bl. 5510 Neuwied, R 25 97 47, H 55 92 52–57): Hunsrückschiefer s.l.: Mayen-Schichten; nördlichster Punkt des Zentralen Faziesbereiches

Die oberhalb der Weinberge in Felsklippen angeschnittenen milden und schwach sandigen, blaugrauen Ton- und Bänderschiefer mit gelegentlichen Einschaltungen von grauen quarzitischen Sandsteinbankfolgen gehören in die Mayen-Schichten und damit zu den ältesten Hunsrückschiefern s.l. Sie liegen im unmittelbaren

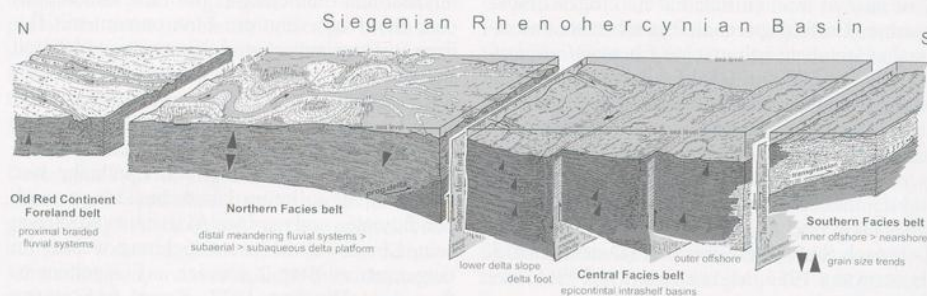


Abbildung 5. Modell des Rheinischen Troges zwischen Old Red Continent im Norden und Mitteldeutscher Schwelle im Süden während des Siegenium und beginnenden Unteremsium; angedeutet sind die einzelnen Faziesbereiche und die jeweiligen Paläoenvironments (nach STETS & SCHÄFER 2003)

Figure 5. Sedimentological model of the Rhenohercynian Trough between the Old Red Continent in the north and the the Mid-German High in the south during the Siegenian and the lowermost Lower Emsian stages; the different facies belts are indicated as well as the palaeoenvironments (after: STETS & SCHÄFER 2003)

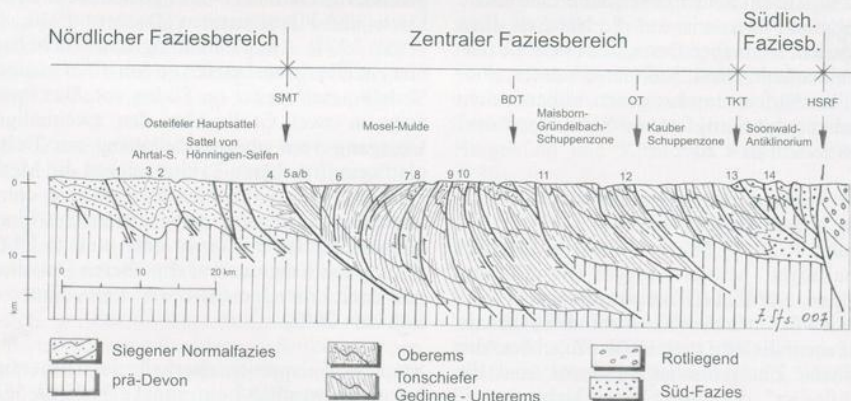


Abbildung 6. Schematisches geologisches Querprofil durch das Rhenohercynikum entlang des Mittelrhein-Profiles mit Eintragung der Exkursionspunkte (1–14; nach: MEYER & STETS 2000, geändert)

Figure 6. Simplified geological cross-section through the Rhenohercynian fold and thrust belt along the Rhine river transect containing the stops (no. 1–14) of an excursion (after: MEYER & STETS 2000, modified)

tektonischen Hangenden der Siegener Hauptüberschiebung (Abb. 6). Der Aufschluss oberhalb der Hubertusburg zeigt den gravierenden lithologischen Unterschied zwischen den Gesteinsverbänden der „Siegener Normalfazies“ und der „Hunsrückschiefer-Fazies“. Die Schichtverband gehört hier in die Untere Siegen- evtl. auch obere Gedinne-Stufe (MEYER & STETS 1996, GAD 2005).

Stop 5b: Felspartie ca. 300 m nordwestlich Leutesdorf in den unteren Weinbergen, Lokalität: „Hochkreuz“ (TK 25 Bl. 5510 Neuwied: R 25 97 47, H 55 92 66); Mayen-Schichten, Zentraler Faziesbereich

Dieser Aufschluss zeigt in besserer Qualität die milden bis schwach sandigen blaugrauen Ton- und Bänderschiefer der Mayen-Schichten; gelegentliche Einschaltungen grauer quarzitischer Sandsteinbankfolgen erreichen max. 2–3 m Mächtigkeit. Trotz der Lage nahe des Deltafußes des großen Deltas bildet sich in der feinen Bänderung noch Gezeiteinfluss ab. Der Unterschied zu den Mittleren Siegen-Schichten, die unterhalb der Ruine Hammerstein und südöstlich davon bis zum Mühlbach anstehen, ist deutlich (MEYER & STETS 1996).

Stop 6: Ehemalige Steinbrüche bei Augustenthal östlich der Straße Niederbieber - Altwied (TK 25 Bl. 5510 Neuwied: R 26 04 76, H 55 94 20); Mittelsiegen: Augustenthal-Schichten in „Hunsrückschiefer-Fazies“; Zentraler Faziesbereich

In den aufgelassenen Steinbrüchen im Wiedtal steht ein sandiger Schichtverband innerhalb der vorwiegend pelitischen „Hunsrückschiefer-Fazies“ an. Er gehört zum NW-Flügel der Mosel-Mulde. Die Schichtung steht nahezu saiger, die Schieferung (s1) fällt nach Nordwesten ein. Im Überschneidungsbereich von Schichtung und Schieferung treten tektonisch bedingte wulstförmige Lineare auf, die mit sedimentär bedingten Wülsten verwechselt werden können; z. T. handelt es sich wohl auch um tektonisch überprägte Rippelmarken. Im Gegensatz zum benachbarten Nördlichen Faziesbereich fehlen auch in der sandigen Fazies sämtliche Merkmale eines sehr flachen Gezeitenbereichs. Stattdessen zeigen die Ton- und Siltsteine Merkmale von Suspensionstransport und Absatz unterhalb der Sturmwellenbasis. Andererseits weist Hohen-ergie-Parallelschichtung in den quarzitischen Sandsteinen zusätzlich auf Bodenströmungen hin. Die Fauna enthält ausschließlich marine Elemente, die in das Mittelsiegen gehören (DAHMER 1932, MEYER 1965, CARLS et al. 1982, MEYER & STETS 1996, STETS & SCHÄFER 2002).

Stop 7: Ausgedehntes, verwildertes ehemaliges Steinbruchgelände am **Nellenköpfchen** südlich der Ortschaft Urbar an der B 42 (TK 25 Bl. 5611 Koblenz, R 34 01 56, H 55 82 80); höchste Unterems-Stufe: Nellenköpfchen-Schichten, Zentraler Faziesbereich

Die Typus-Lokalität für die Nellenköpfchen-Schichten enthält eine reiche, von Bivalven beherrschte Fauna in einem Schichtverband, der zeitweise unter eingeschränkt marinen Bedingungen zum Absatz kam. Die typische Gesteinsabfolge, die Sedimentstrukturen und die Fauna dieser ausschließlich grauen Serie zeigen in zyklischem Aufbau den Wechsel von lagunären Verhältnissen zu denen eines „foreshore-shoreface“-Environment. Schlickige Gezeitebenen wurden durch Sandbarren von der offenen See abgetrennt. Priele unterschiedlicher Größenordnung entwässerten die Watten. WUNDERLICH (1970) sah deutliche Parallelen zum Wattenmeer der heutigen Nordsee (FOLLMANN 1925, MEYER & STETS 1996, STETS & SCHÄFER 2002, WENNDORF 1999).

Stop 8: Auffahrt zur Festung Ehrenbreitstein von der B 42 (TK 25 Bl. 5611 Koblenz, R 34 01 30, H 55 81 68); Oberems-Stufe: Laubach-Schichten; Zentraler Faziesbereich

In der Felsböschung bergwärts linkerhand stehen überkippte, steil NW fallende gut gebankte Wechselfolgen karbonathaltiger Sandsteine, Silt- und Tonschiefer an. Lagenweise ist eine reiche marine Zweischalerfauna aus Brachiopoden und Bivalven zu beobachten, die deutlich mit der Schalenrundung nach oben eingeregelt sind. Die Anordnung der Fossilreste und die Sedimentgefüge sprechen für klassische Tempestite in einem Flachmeer (ELKHOLI 1998).

Stop 9: Ehemaliges Steinbruchgelände am Zugang zur **Ruppertsklamm** oberhalb der ehemaligen Hohenrheiner Hütte (TK 25 Bl. 5611 Koblenz, R 34 02 32, H 55 76 55); Oberems-Stufe: Grenzbereich Hohenrhein-/Laubach-Schichten; Zentraler Faziesbereich

Die Wechselfolge aus grauen, z. T. unreinen, kalkhaltigen Sandsteinen, quarzitischen Sandsteinen und dunkelgrauen sandigen Silt- und Tonschiefern gehört zu der noch relativ sandigen Schichtenfolge im Grenzbereich Hohenrhein-/Laubach-Schichten. Die Schichtung fällt steil nach SE, die Hauptschieferung (s1) steil nach NW ein. Der Aufschluss befindet sich im stark verschuppten Zentralbereich der Mosel-Mulde. Auf den nach SE exponierten Schichtflächen (-oberseiten) sind ausgedehnte Rippelfelder und Grabbauten von Endobenthonten (*Chondrites* sp.) zu beobachten. Die Fauna ist

ausschließlich marin und sollte dem flachen Subtidal – ähnlich wie bei Stop 8 – angehören (FOLLMANN 1925, MEYER & STETS 1996, ELKHOLI & KRÖLL 1998).

Stop 10: Böschung und Steilhang an der schmalen Verbindungsstraße von Lahnstein nach **Friedrichslegen/Lahn** oberhalb der Bahnstrecke (TK 25 Bl. 5611 Koblenz, R 34 0306, H 55 75 55); Basis Oberems-Stufe: Emsquarzit; Zentraler Faziesbereich

Die Felsaufschlüsse bauen sich aus einer etwa 15 m mächtigen, deutlich schräg geschichteten, flach lagernden Folge von hellgrauen Quarziten und quarzitischen Sandsteinen mit geringmächtigen Tonschieferzwischenmitteln auf. Die hohe kompositionelle und strukturelle Reife dieser Quarzite ergibt sich aus steter Umlagerung und Resedimentation des Detritus im hochenergetischen Tidalbereich. Die seltenen Faunenrelikte sind ausschließlich marin. Die Einflüsse der Gezeiten (Ebbe und Flut) sind durch eine Gezeittenschichtung ("tidal bundling") kenntlich (SCHÄFER & STETS 1995, STETS & SCHÄFER 2002).

Stop 11: Felsaufschlüsse entlang der Straße von **Kamp-Bornhofen** nach Dalheim (Loreley-Burgen-Straße) unterhalb der Burgen Sterrenberg und Liebenstein (TK 25 Bl. 5711 Boppard, R 34 02 63, H 55 65 09); Hunsrückschiefer: Bornhofen-Schichten; Zentraler Faziesbereich
Bergwärts rechterhand sind in Felsanschnitten milde bis unterschiedlich sandige Tonschiefer und einzelne graue bis bräunlichgraue Quarzitbänken der Hunsrückschiefer s.l. bis s.str. im Grenzbereich oberste Siegen- (Herdorf-Sch.) / tiefste Unterems-Stufe (Ulmen-Unterstufe; Bornhofen-Sch.; MITTMAYER 1973, 1996) aufgeschlossen. Aufgrund der Fauna, die Siegen- und Unterems-Leitformen enthält, ist dieser Schichtverband ausschließlich vollmarin. Der Ablagerungsort sollte im flachen Schelfmeer unterhalb der Wellenbasis gesucht werden. Die Sedimentmarken weisen ein ähnliches Environment wie bei Stop 6 aus, nur dass der Ablagerungsort weiter südlich im zentralen Teil des Rheinischen Troges liegt (MEYER & STETS 1996, STETS & SCHÄFER 2002).

Stop 12: **Loreley** (TK 25 Bl. St. Goarshausen, R 34 09 14, H 55 56 60); Unterems-Stufe: „Singhofener Schichten“; Zentraler Faziesbereich
Am Fuß des Loreley-Felsens an der B 42 ist ein Schichtverband aus dunkelgrauen Ton- und Siltschiefern im Wechsel mit hellgrauen, max. 0,3 m mächtigen Quarzitbänken aufgeschlossen. Er gehört in die „Singhofener Schichten“

(Singhofen-Unterstufe: ANDERLE 1967, 1987; jedoch MITTMAYER 1996: Bornich-Schichten) der Unterems-Stufe. Die intensive Verschuppung der Schichtverbände zwischen Loreley und Spitznack hat zu erheblichen Diskussionen um das Alter der Gesteine an der Loreley geführt, die noch nicht endgültig abgeschlossen sind. Die stärker sandige Fazies ist auf das Umfeld der Loreley beschränkt und schließt hier die Hunsrückschiefer-Fazies nach oben ab. Sedimentmarken, die auf eine Schwelle (Katzenelnbogen-Schwelle: MITTMAYER 1980, 1996) hinweisen, sind undeutlich. Allerdings weisen zwei Tempestite auf relativ flaches Wasser oberhalb der Sturmwellenbasis hin. Die siltig-tonige Beckenfazies (Normal-Sedimentation) ist hier durch isoliert in den Schichtverband eingeschaltete Psammiten stärker differenziert. ANDERLE (1967) machte auf die Frachtsonderung beim Transport von Brachiopoden-Klappen in den liegenden Spitznack-Schichten aufmerksam, so dass mit einem stärker energetischen Faziesbereich gerechnet werden sollte.

Stop 13: **Burg Sooneck** nördlich Trechtingshausen (TK 25 Bl. 5912 Kaub, R 34 15 90, H 55 43 24); Süd-Fazies: mittlere Siegen-Stufe; Unterer Taunusquarzit. Südlicher Faziesbereich
Die Burg Sooneck steht auf hellgrauen bis grünlichgrauen gebankten und deutlich schräg geschichteten Quarziten des Unterer Taunusquarzit. Sie sind ein zeitliches Äquivalent der Mittleren Siegen-Schichten im Nördlichen, bzw. der Augustenthal- und tiefen Bornhofen-Schichten im Zentralen Faziesbereich. Der flach liegende Schichtverband gehört zu der Kammerforster Schuppe der Taunuskamm-Soonwald-Überschiebungszone (TKT). An ihr sind in drei Schuppen Taunusquarzit und letztlich Bunter Schiefer (Obergedinne) nach Norden auf die Hunsrückschiefer s.str. der nördlich vorgelagerten Wispertal-Schuppe aufgeschoben worden. Die Quarzite an der Burg Sooneck und in dem ausgedehnten, südlich gelegenen Gemeindesteinbruch Trechtingshausen (Hartsteinwerke Sooneck) reichen in der Korngröße von Grob- bis Feinsand. Unterschiedlich mächtige Tonschieferzwischenmittel trennen die Quarzitbankfolgen. Planare und trogförmige Schrägschichtung wechselt mit Hochenergie-Parallelschichtung. Nach der Schrägschichtung erfolgte ein Sandtransport in nordwest- bis nordnordwestliche Richtung. Die Sedimentstrukturen weisen mit Sandbarren und Megarippeln unterschiedlicher Größenordnung, mit Gezeiten-, Linsen- und Flaserschichtung ein von Gezeiten dominiertes Flachmeer aus (HAHN & ZANKL 1991, STETS & SCHÄFER 2002).

Stop 14: Felsaufschlüsse an der B 9 am **Zollhof** (Haus Böppchen) (TK 25 Bl. 6013 Bingen, R 34 18 30, H 55 39 78); obere Gedinne-Stufe: Bunte Schiefer, Südlicher Faziesbereich

In den Felsaufschlüssen steht ein Schichtverband aus hell- bis graugrünlischen gebankten Quarziten im Wechsel mit hier meist grünlichen, z.T. auch rötlichen bis rotvioletten Tonschiefern an, in die geschieferte matrixreiche Psephite („körnige Phyllite“) eingeschaltet sind. Die groben Komponenten bestehen aus Quarzit und „Chert“, bei Assmannshausen auch aus schwarzem Turmalinfels. Die pelitischen Anteile repräsentieren eine ausgedehnte fluviale Überflutungsebene im nördlichen Vorland der „Mitteldeutschen Schwelle“, die von Rinnen durchzogen war, in denen psammitischer und schlecht sortierter grober Detritus nach Norden transportiert wurde (Konglomeratfächer von Bingen: NÖRING 1939; HAHN & ZANKL 1991).

Literatur

- AHRENS, W. (1936): Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte von Preußen etc., Blatt Mayen. – 47 S.
- ANDERLE, H.-J. (1967): Neufassung der Spitznack-Schichten des Lorelei-Gebietes (Unter-Ems, Rheinisches Schiefergebirge). – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch. **95**, 45–63.
- ANDERLE, H.-J. (1987): Entwicklung und Stand der Unterdevon-Stratigraphie im südlichen Taunus. – Geol. Jb. Hessen **115**, 81–98.
- BRAUN, A. & MÖRS, T. (Hrsg., 2001): Geologie und Paläontologie im Devon und Tertiär der ICE-Trasse im Siebengebirge. – Decheniana, Beiheft **36**, 101 S.
- CARLS, P., JAHNKE, H., LUSZNAT, M. & RACHEBOEUF, P. (1982): On the Siegenian stage. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **55**, 181–198.
- DAHMER, G. (1932): Die Fauna der belgischen „Quarzophyllades de Longlier“ in Siegener Rauhfaserschichten auf Blatt Neuwied. – Jb. preuß. Geol. L.-A. **52**, 86–111.
- DAHMER, G. (1936): Die Fauna der Siegener Schichten von Unkel (Bl. Königswinter). – Jb. preuß. Geol. L.-A. **56**, 633–671.
- DAHMER, G. (1937): Die Fauna der Siegener Schichten im Ahrgebiet. – Jb. preuß. Geol. L.-A. **57**, 435–464.
- DAHMER, G. (1940): Die Fauna der Siegener Schichten (Unter-Devon) zwischen Büresheim und Kirchesch. – Senckenbergiana **22**, 77–102.
- ELKHOLI, H. (1998): Fazies-Untersuchungen im Mittleren Ober-Ems (Laubach-Unterstufe) der Moselmulde (Unterdevon, Rheinisches Schiefergebirge). – Bonner geowiss. Schriften **27**, 180 S.
- ELKHOLI, H. & KRÖLL, R. (1998): Die Typuslokalität „Hohenrheiner Hütte“: Emsquarzit, Hohenrheiner Laubach-Schichten? – Mainzer geowiss. Mitt. **27**, 147–158.
- ERBEN, H.-K. (1962): Zur Analyse und Interpretation der rheinischen und hercynischen Magnafacies des Devons. – 2. Int. Arbeitstagg. Silur/Devon-Grenze etc., Bonn-Bruxelles 1960, Symposiumsbd., 42–61.
- FOLLMANN, O. (1925): Die Koblenz-Schichten am Mittelrhein und im Moselgebiet. – Verh. naturhist. Ver. Preuß. Rheinl. u. Westf., **78/79**, 1–105.
- FRANKE, W. (1998): GÜK 100 Rheinland-Pfalz, Bl. C 5910 Koblenz.
- FRANKE, W. & ANDERLE, H.-J. (2001): Geologische Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200 000, **CC 6310** Frankfurt a.M.
- FUCHS, A. (1899): Das Unterdevon der Loreleygegend. – Jb. Nass. Ver. Naturkde. **52**, 1–96.
- FUCHS, G. (1974): Das Unterdevon am Ostrand der Eifeler Nordstüd-Zone. – Beitr. naturk. Forsch. Südwest-Dtl., Beih. **2**, 163 S.
- GAD, J. (2005): Miosporen aus dem Hunsrückschiefer des Westerwaldes (Rheinisches Schiefergebirge, Unterdevon) und die stratigraphische Stellung der Mayen-Formation. – Mainzer geowiss. Mitt. **33**, 167–218.
- GAD, J. (2006): Was ist eigentlich Hunsrückschiefer? – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F. **88**, 53–65.
- HAHN, D. & ZANKL, H. (1991): Sedimentation in the Lower Devonian of the Taunus (Graue Phyllite to Taunusquarzit). – Zbl. Geol. Paläontol. Teil **1**, **1990**, 1509–1520.
- HAVERKAMP, J. (1991): Detritusanalyse unterdevonischer Sandsteine des Rheinisch-Ardennischen Schiefergebirges und ihre Bedeutung für die Rekonstruktion der sedimentliefernden Hinterländer. – Diss. TU Aachen, 195 S.
- HOEPFNER, R. (1955): Tektonik im Schiefergebirge, eine Einführung. – Geol. Rundsch. **44**, 26–58.
- HOLL, H.G. (1995): Die Siliziklastika des Unterdevon im Rheinischen Trog (Rheinisches Schiefergebirge) – Detritus-Eintrag und P,T-Geschichte. – Bonner geowiss. Schriften **18**, 163 S.
- HOLZAPFEL, E. (1893): Das Rheintal von Bingerbrück bis Lahnstein. – Abh. königl. preuß. geol. L.-A., N.F. **15**, 124 S.
- JANKOWSKY, W. (1955): Schichtenfolge, Sedimentation und Tektonik im Unterdevon des Rheintales in der Gegend von Unkel-Remagen. – Geol. Rundsch. **44**, 59–86.
- JOHNSON, G. A., KLAPPER, G. & SANDBERG, C. A. (1985): Devonian eustatic fluctuations in Euramerica. – Geol. Soc. Amer. Bull. **96**, 567–587.
- KEGEL, W. (1950): Sedimentation und Tektonik in der rheinischen Geosynklinale. – Z. dt. geol. Ges. **100**, 267–289.
- KIRNBAUER, T. (1991): Geologie, Petrographie und Geochemie der Pyroklastika des Unteren Ems/Unterdevon (Porphyroide) im südlichen Rheinischen Schiefergebirge. – Geol. Abh. Hessen **92**, 228 S.
- KOCH, C. (1881): Über die Gliederung der rheinischen Unterdevon-Schichten zwischen Taunus und Westerwald. – Jb. königl. preuß. geol. L.-A. f. 1880 **1**, 190–242.
- KOSSMAT, F. (1927): Gliederung des varistischen Gebirgsbaues. – Abh. Sächs. Geol. L.-A. **1**, 1–39.
- KUTSCHER, F. (1937): Taunusquarzit, Throner Quarzite und Hunsrückschiefer des Hunsrücks und ihre stratigraphische Stellung. – Jb. preuß. Geol. L.-A. f. 1936 **57**, 186–237.

- LEPLA, A. (1904): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preußen etc., Lfg. 111, Bl. Caub (neue No. 5912), 34 S.
- LGB (Landesamt für Bergbau und Geologie Rheinland-Pfalz (Hrsg., 2005): Geologie von Rheinland-Pfalz. – 1. Aufl. (Schweizerbart) Stuttgart, 400 S.
- MEISL, S. (1990): Metavolcanic rocks in the „Northern Phyllite Zone“ at the margin of the Rhenohercynian Belt. – in: FRANKE, W. (ed.): Field Guide „Mid German Crystalline Rise and Rheinisches Schiefergebirge“, Int. Conf. on Paleozoic Orogens in Central Europe, 25–42
- MEYER, D. E. (1970): Stratigraphie und Fazies des Paläozoikums im Guldenbachtal/SE-Hunsrück am Südrand des Rheinischen Schiefergebirges. – Diss. Univ. Bonn, 307 S.
- MEYER, W. (1958): Geologie der Siegener Schichten zwischen Ahr und Nette (Osteifel). – Z. dt. geol. Ges. **109**, 452–462
- MEYER, W. (1965): Gliederung und Altersstellung des Unterdevons südlich der Siegener Hauptaufschichtung in der Südost-Eifel und im Westerwald (Rheinisches Schiefergebirge). – MAX-RICHTER-Festschrift, 35–47
- MEYER, W. (1994): Geologie der Eifel. – 3. erg. Aufl. (Schweizerbart) Stuttgart, 618 S.
- MEYER, W. & PAHL, A. (1960): Zur Geologie der Siegener Schichten in der Osteifel und im Westerwald. – Z. dt. geol. Ges. **112**, 278–291
- MEYER, W. & STETS, J. (1975): Das Rheinprofil zwischen Bonn und Bingen. – Z. dt. geol. Ges. **126**, 15–29
- MEYER, W. & STETS, J. (1980): Zur Paläogeographie von Unter- und Mitteldevon im westlichen und zentralen Rheinischen Schiefergebirge. – Z. dt. geol. Ges. **131**, 725–751
- MEYER, W. & STETS, J. (1996): Das Rheintal zwischen Bingen und Bonn. – Sammlg. Geol. Führer **89**, (Borntraeger) Berlin - Stuttgart, 386 S.
- MEYER, W. & STETS, J. (2000): Geologische Übersichtskarte und Profil des Mittelrheintales 1:100 000 mit Erläuterungen. – (GLA Rheinland-Pfalz) Mainz, 49 S.
- MITTMAYER, H.-G. (1973): Grenze Siegen/Unterems bei Bornhofen (Unterdevon, Mittelrhein). – Mainzer geowiss. Mitt. **2**, 71–103
- MITTMAYER, H.-G. (1978): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000, Bl. 5813 Naustätten, 112 S.
- MITTMAYER, H.-G. (1980): Zur Geologie des Hunsrückschiefers. – Kl. Senckenberg-Reihe, **11**, (Kramer) Frankfurt a.M., 26–33
- MITTMAYER, H.-G. (1996): Geologie des Unterdevons im Südhunsrück sowie am Mittelrhein (Exkursion F1 am 11. und F2 am 12. April 1996). – Jber. Mitt. oberhein. Geol. Ver., N.F. **78**, 135–154
- NÖRING, F.-K. (1939): Das Unterdevon im westlichen Hunsrück. – Abh. Preuß. Geol. L.-A., N.F. **192**, 96 S.
- PAHL, A. (1965): Die Siegerländer Hauptüberschiebung im Wieder Spateisenbezirk (Westerwald). – MAX-RICHTER-Festschrift, 49–56
- QUIRING, H. (1930): Ein geologisches Rheinprofil vom Bacharacher Kopf bei Assmannshausen bis Oberlahnstein. – (Preuß. Geol. L.-A.) Berlin, 6 S.
- REINECK, H.-E. (1983): Sind die Klerfer Schichten Wattablagerungen? – Natur u. Museum **113**, 24–28
- ROTHAUSEN, K.-H. & SONNE, V. (1984): Mainzer Becken. – Slg. Geol. Führer **79**, (Borntraeger) Stuttgart, 203 S.
- SCHÄFER, A. & STETS, J. (1995): The Lower Devonian „Emsquarzit“ – tidal sedimentation in the Rhenish Basin (Rheinisches Schiefergebirge, Germany). – Zbl. Geol. Paläontol. Teil **I**, **1994**, 227–244
- SCHMIDT, W. (1952): Die paläogeographische Entwicklung des linksrheinischen Schiefergebirges vom Kambrium bis zum Oberkarbon. – Z. dt. geol. Ges. **103**, 151–177
- SCHWEITZER, H.-J. (1983): Die Unterdevonflora des Rheinlandes. 1. Teil. – Palaeontographica, Abt. **B** **189**, 138 S.
- SCHWEITZER, H.-J. (2003): Die Landnahme der Pflanzen. – Decheniana (Bonn) **156**, 177–215
- SEILACHER, A. & HEMLEBEN, CH. (1966): Spurenfauna und Bildungstiefe der Hunsrückschiefer (Unterdevon). – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch. **94**, 40–53
- SIMPSON, S. (1940): Das Devon der Südosteifel zwischen Nette und Alf. – Abh. Senckenberg. naturf. Ges. **447**, 81 S.
- SOLLE, G. (1951): Obere Siegener Schichten, Hunsrückschiefer, tiefstes Unterkoblenz und ihre Eingliederung ins rheinische Unterdevon. – Geol. Jb. **65**, 299–380
- STETS, J. & SCHÄFER, A. (1990): Unterdevon des Rheinischen Schiefergebirges. – Exkursionsbericht zur SEDIMENT 90 am 6. u. 7. Juni 1990 in Bonn (Geol. Inst. Univ. Bonn), Bonn, 22 S. (unveröff)
- STETS, J. & SCHÄFER, A. (2002): Depositional Environments in the Lower Devonian Siliciclastics of the Rhenohercynian Basin (Rheinisches Schiefergebirge, W-Germany). – Contrib. Sediment. Geology **22**, 78 pp.
- STETS, J. & SCHÄFER, A. (2003): Lower Devonian Depositional Environments of the Rhenohercynian Basin (Rheinisches Schiefergebirge, W-Germany). – Poster SEDIMENT 2003, 10.–13.6.2003 in Wilhelms-haven
- WENNDORF, K.-W. (1999): Neue Fossilfunde aus dem Unterdevon an Rhein und Mosel (Geologische Karte von Rheinland-Pfalz, Blatt 5611 Koblenz), Teil 1: Unterems. – Mainzer geowiss. Mitt. **28**, 63–84
- WIERICH, F. (1999): Orogene Prozesse im Spiegel synorogener Sedimente; korngefügekundliche Liefergebietsanalyse siliziklastischer Sedimente im Devon des Rheinischen Schiefergebirges. – Marburger Geowiss. **1**, 264 S.
- WUNDERLICH, F. (1970): Genesis and environment of the „Nellenköpfchen-Schichten“ (Lower Emsian, Rheinian Devon) at locus typicus in comparison with modern coastal environments of the German Bay. – J. sediment. Petrol **40**, 103–130

Anschrift der Autoren:

Prof. Dr. JOHANNES STETS, Prof. Dr. ANDREAS SCHÄFER, Geologisches Institut der Universität Bonn, Nussallee 8, D-53115 Bonn; E-Mail: schaefer@uni-bonn.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Decheniana](#)

Jahr/Year: 2008

Band/Volume: [161](#)

Autor(en)/Author(s): Stets Johannes, Schäfer Andreas

Artikel/Article: [Geologie, Paläogeographie und Beckenanalyse im Rhenoharzynikum am Beispiel des Rheinprofils \(Unterdevon, Rheinisches Schiefergebirge\) 93-110](#)