

4.29 Nördliches Rheinisches Schiefergebirge (29)

EISERHARDT, K.-H., KOCH, L., MALETZ, J.

4.29.1 Grundlagen der stratigraphischen Gliederung

Innerhalb der regionalen Einheit „Nördliches Rheinisches Schiefergebirge“ treten präsilurische Ablagerungen nur in den Kernbereichen von Ebbe-Antiklinorium und Remscheider Sattel zutage (Abb. 11).

Das Ebbegebirge ist Teil des Südsauerländer Berglandes. Bezogen auf den Ausbiss des Unterdevons erstreckt sich der Sattel-Großbereich über eine Länge von etwa 40 km. zwischen Wipperfürth im SW und Plettenberg im NE. Die Breitenerstreckung beträgt weniger als 10 km. Strukturell betrachtet handelt es sich um einen Doppelsattel, eingebettet zwischen Lüdenscheider Mulde im NW und Attendorner Mulde im SE. Das Generalstreichen ist mit Werten um 75° variszisch, bei generellem Achsentauchen in nordöstlicher Richtung. In den Kernbereichen beider Teilsättel ist entlang der Strecke Herscheid-Plettenberg eine insgesamt mindestens 750 m mächtige Abfolge ordovizischer Schiefer aufgeschlossen (Herscheid-Gruppe, Abb. 13). Im **Nördlichen Ebbe-Teilsattel** beträgt der Ausstrich des Ordoviziums etwa 15 km², im angrenzenden **Südlichen Ebbe-Teilsattel** weitere 6 km². An Fossilien sind hauptsächlich Graptolithen, Trilobiten, Palynomorphen, Foraminiferen und Spuren beschrieben worden. Das älteste bisher gefundene Formationsglied der Herscheid-Gruppe bildet der Plettenberg-Bänderschiefer. Er ist biostratigraphisch genau einzuordnen (unterstes Llanvirn) und demnach das älteste bisher bekannte Gestein des nördlichen rechtsrheinischen Schiefergebirges. Die Fossilführung der hangenden Formationsglieder (Kiesbert-Tonschiefer, Rahlenberg-Grauwackenschiefer, Solingen-Tonschiefer) nimmt mit zunehmender Profilhöhe sukzessive ab, damit auch die Genauigkeit der stratigraphischen Festlegung. Der fast fossilere Solingen-Tonschiefer bildete sich vielleicht bereits unter dem Einfluss der jungordovizischen Vereisung. Insgesamt weisen die ordovizischen Kernschichten ein leichtes Herausdrehen der Faltenachsen in E-W-Richtung auf. BEYER (1941b) beschrieb im Bereich von Plettenberg-Oberstadt „Vergitterung von kaledonischen und variszischen Faltelementen“. Mögliche Auswirkungen prävariszischer („takonischer“) Faltungsbewegungen (vgl. KEGEL 1950, W. SCHMIDT 1952) auf das Nördliche Rechtsrheinische Schiefergebirge blieben umstritten. Jedenfalls klafft zwischen der Herscheid-Gruppe und den hochsilurischen „Köbbinghäuser *Dayia*-Schichten“ (RICHTER & RICHTER 1937, 1954) eine ausgedehnte Beobachtungslücke, welche das höhere Ordovizium und fast das gesamte Silur umfasst. Emersions- und Transgressions-Hinweise fanden sich bisher im

Gelände nicht. Im Verlaufe der Devon-Zeit akkumulierten 4200 m mächtige Sedimente, vorwiegend in großklastisch-unruhiger „Rheinischer Fazies“, gefolgt von etwa 500 m mächtigen Ablagerungen des Unterkarbons. Die variszische Faltungsfront erfasste den Ebbe-Raum im tiefen Oberkarbon und führte zu erheblicher Einengung (Einengungsfaktor z. T. < 0,3). Lokal ist planoliner Schieferung ausgebildet, in Stauungszonen gibt es Anzeichen für Transpressionsvorgänge (Nordsattel bei Frehlinghausen, Stbr. im Rahlenberg- Grauwackenschiefer). Die duktilen Schiefer der Herscheid-Gruppe wurden an den Ebbe-Nordrandstörungen entlang listrischer Bewegungsbahnen aufgeschoben (Sprunghöhen 400–1500 m), an den Ebbe-Südrandstörungen von den Hüllschichten der südlichen Sattelflanken auf flachen Bewegungsbahnen überfahren (Schubweiten 1–3 km, stratigraphische Unterdrückung 200–1000 m Profilsäule). Die meisten Begrenzungen und Kontakte der ordovizischen Schiefer sind tektonischer Art. Durchgehende Profile waren bisher kaum zu gewinnen. Die Kernbereiche der Sättel sind intensiv spezialverfaltet. Es ist nur eine (allerdings intensive) Transversalschieferung ausgebildet. Postvariszische Dehnungstektonik (Zerblockung an steilstehenden Störungen, wasserführende Hauptkluft rheinischer Richtung) kompliziert das Bild noch zusätzlich. Nördlicher und Südlicher Teilsattel sind an zahlreichen variszisch angelegten, teilweise postvariszisch rejuvenierten Querstörungen zu Teilstaffeln zerlegt, die treppenartig in NE-Richtung ansteigen und damit dem Achsentauchen entgegenwirken. Diesem Umstand ist, neben Aufpressungs-Mechanismen, das Auftreten des Plettenberg-Bänderschiefers im Raum Plettenberg zu verdanken. Die „Plettenberger Hauptschuppe“ ist die relativ am weitesten herausgehobene Gesteinsscholle nicht nur des Sauerlandes, sondern wohl des gesamten Rheinischen Schiefergebirges (BEYER 1941b). Erkundungsbohrungen auf das Liegende des Plettenberg-Bänderschiefers wurden bisher nicht durchgeführt. Sie wären in Plettenberg-Oberstadt (Siedlung Radschelle, im Oesterbachtal) und in Herscheid (ehem. Bahnhofplatz) anzusetzen und könnten klären helfen, ob sich die Schiefer der Herscheid-Gruppe grundsätzlich noch im stratigraphischen Verband befinden – oder wurzellose aufgepreßte Fetzen darstellen (vgl. ERDTMANN 1991). Die Gesteine der Herscheid-Gruppe sind insgesamt keineswegs metamorph, obwohl lokale Pyrophyllit-Vorkommen örtlich auf epizonale Bildungstemperaturen weisen. Eine mit der Ebbe-Antiklinalstruktur ± zusammenfallende geomagne-

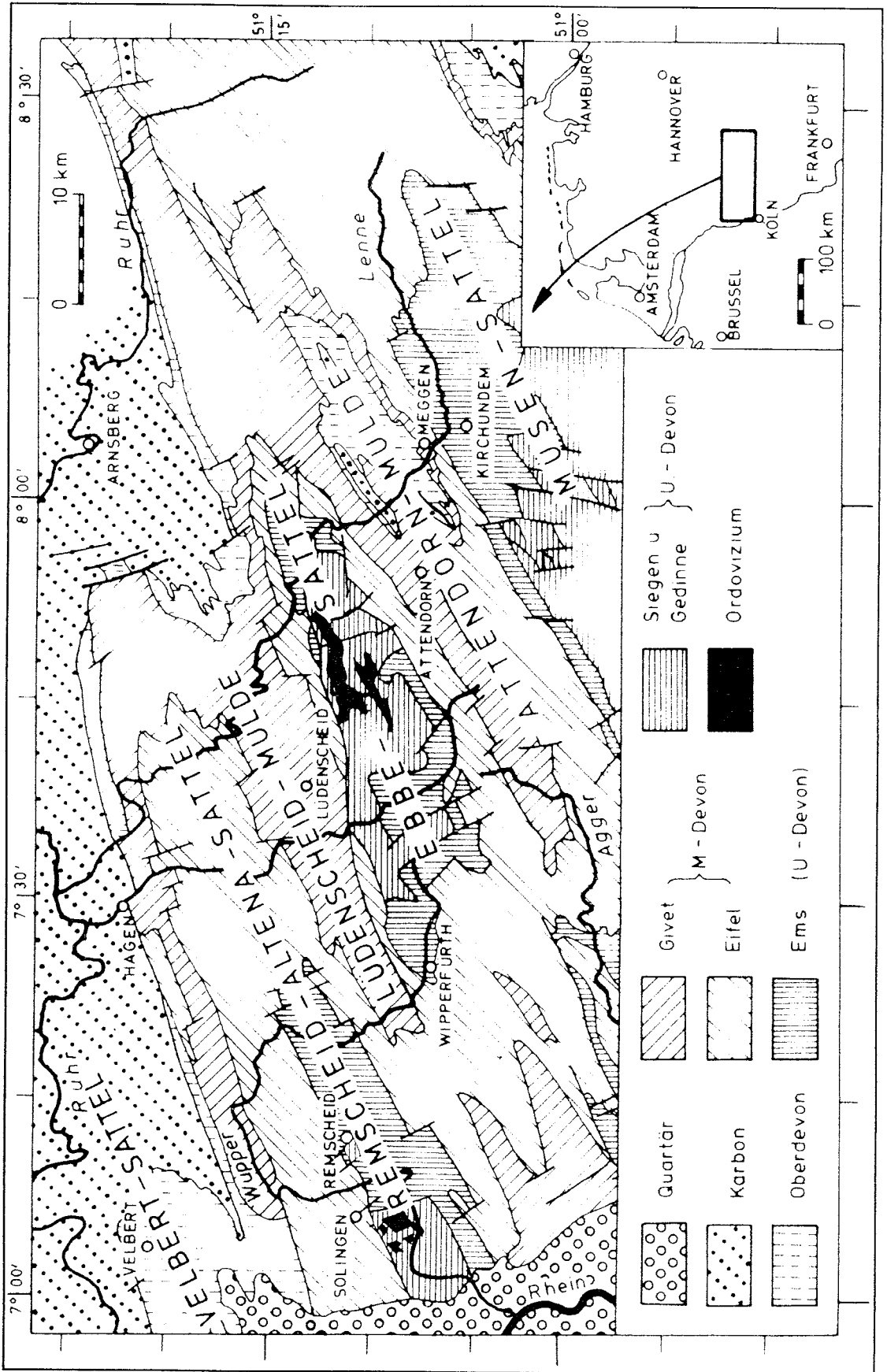


Abb. 11: Ebbe- und Remscheider Sattel Karten-Grundlage: SCHRÖDER, E. (1956): Geologische Übersichtskarte von Nordrhein-Westfalen 1 : 500 000. – 2. Aufl.; Krefeld (Geol. L.-Amt Nordrhein- Westfalen).

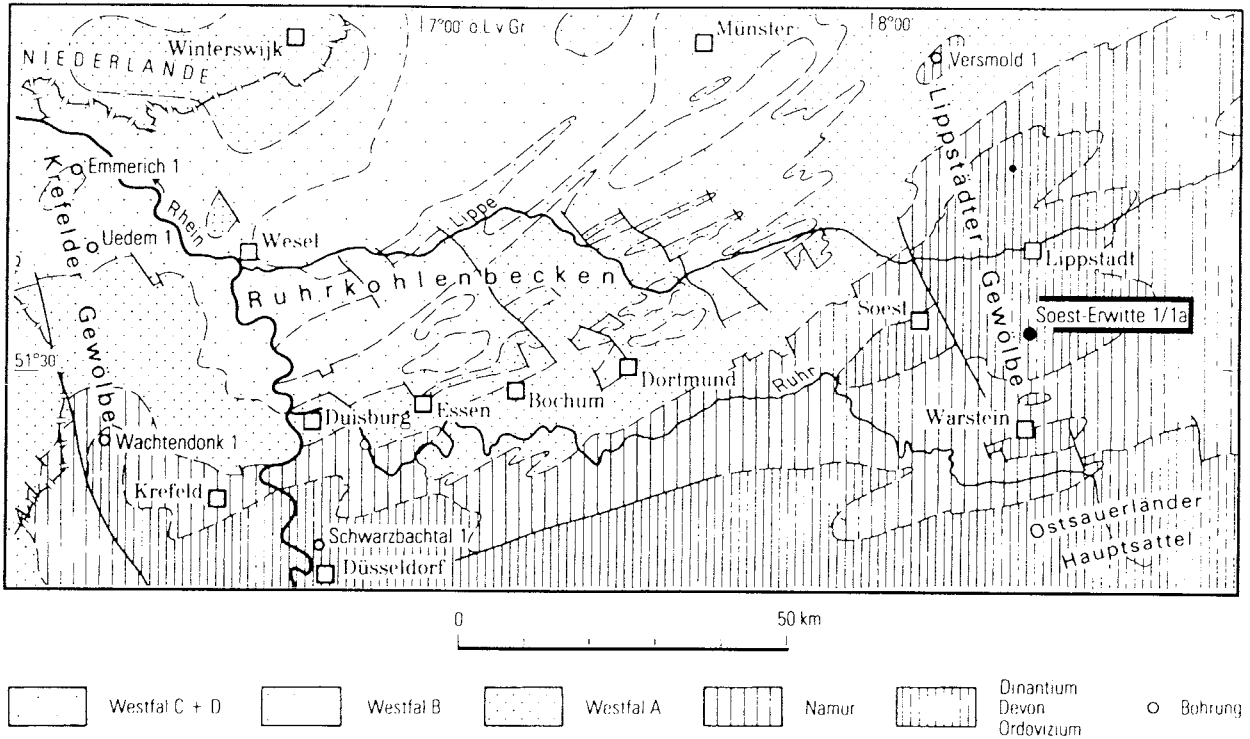


Abb. 12: Lageplan der Bohrung Soest-Erwitte Abbildungs-Grundlage: REICHE, E. (1982): Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 30: S. 3, Abb. 1; Krefeld.

tische Anomalie (BOSUM 1971) wurde als tiefsitzender Pluton gedeutet. Auch die Reflexion des Vitrinites erreicht lokal recht hohe Werte, liegt insgesamt aber auf mäßigem Niveau (WOLF 1972).

Der **Remscheider Sattelhorst** ist der westliche Abschnitt des Remscheid-Altenaer Großsattels, welcher an die Lüdenscheider Mulde im N anschließt. In ihm streichen bei Solingen-Höhscheid, auf einer Fläche von ca. 1,5 km², vier isolierte Vorkommen ordovizischer Schiefer der Herscheid-Gruppe aus. Sie befinden sich etwa 50 km westlich der beiden ordovizischen Ebbe-Sattelkerne. Der Plettenberg-Bänderschiefer wurde bisher im Remscheider Gebiet nicht angetroffen. Die übrigen Formationsglieder der Herscheid-Gruppe sind vertreten, es dominiert der Solingen-Tonschiefer. Verglichen mit dem Ebbe-Ordovizium sind die bio- und lithofaziellen Unterschiede gering. Zwischen den Schiefen der Herscheid-Gruppe und den Ablagerungen des Obersilurs, die in einem Schurf bei Untenruden nachgewiesen wurden, klafft auch im Remscheider Sattel die erwähnte Lücke. Anders als im Ebbe-Sattel sind die ordovizischen Vorkommen im Remscheider Gebiet allseitig von steilstehenden Quer- und Längstörungen begrenzt. Es handelt sich nach R. VOIGT (1968) um „Diapirlängsstörungen“, die mit den Schieferigkeitsebenen zusammenfallen. Nach dieser Vorstellung wären die duktilen Kernschichten als Folgeerscheinung ihrer inneren Deformation gewissermaßen diapirartig aufgepresst worden. Die Sprunghöhen betragen bis zu 3000 m.

Die **geologische Erforschung** des Sauerlandes und Bergischen Landes begann mit ersten Übersichtsbegehungen von C. W. NOSE (1791) und H. v. DECHEN (1823). Eine planmäßige geognostische Untersuchung erfolgte erst mit Einsetzen des 20. Jahrhunderts durch J. SPRIESTERSBACH (1904–42), A. DENCKMANN (1907–12), A. FUCHS (1907–35), W. E. SCHMIDT (1914–24) sowie W. HENKE & W. E. SCHMIDT (1922). Bezogen auf das Ebbe-Altpaläozoikum erarbeiteten insbesondere A. FUCHS, RICHTER, R. & RICHTER, E. (1937, 1954) und K. BEYER (1941a–c) die stratigraphischen Grundlagen. Geologische Kartierungen im Maßstab 1:25.000 leisteten W. E. SCHMIDT (1924: Blatt 4713 Plettenberg) und A. FUCHS (1922: Blatt 4812 Herscheid; 1935: Blatt 4808 Solingen). Mit der Revisionskartierung von Blatt 4713 Plettenberg setzte W. ZIEGLER (1970) neue Maßstäbe. Das Kartierprogramm des Hamburger Geologisch-Paläontologischen Institutes unter Leitung von E. T. DEGENS und J. TIMM führte ab 1975 diese Arbeiten fort. Spezialkartierungen wurden von K. HEYCKENDORF (1978), M. G. WIESNER (1979), W. WULF (1979), K.-H. EISERHARDT (1981), E. THOMBANSEN (1981), H.-C. SEMERAK (1981) und B. BUCH (1981) durchgeführt. Zusammenfassend wurde eine detaillierte Übersichtskarte im Maßstab 1:25.000 des Zentralen Ebbe-Antiklinoriums vorgelegt (J. TIMM et al. 1981).

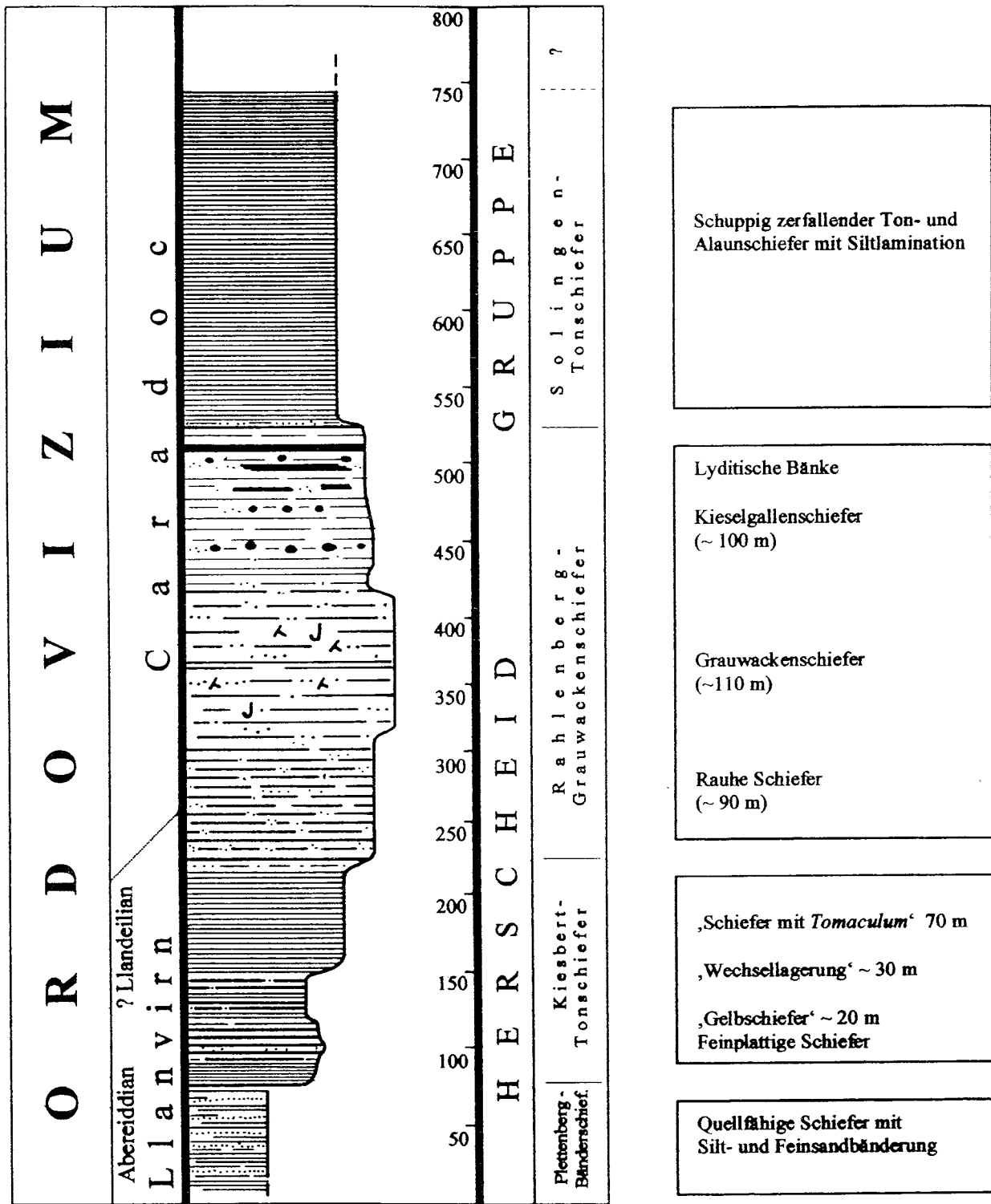
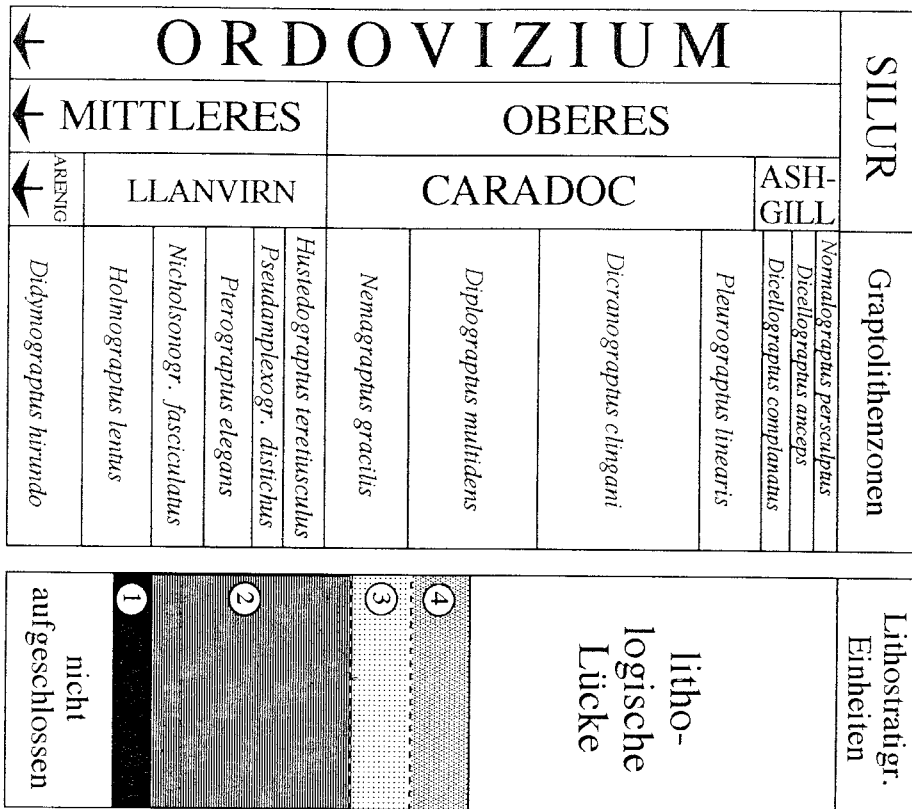


Abb. 13: Lithologisches Profil der Herscheid-Gruppe (Ei).



- | | |
|---|------------------------------|
| ④ | Solingen Tonschiefer |
| ③ | Rahleberg Grauwackenschiefer |
| ② | Kiesbert Tonschiefer |
| ① | Plettenberg Bänderschiefer |
- *Didymograptus artus*
 - *Aulograptus climacograptoides*
 - *Pseudophyllograptus* sp.
 - *Tetragraptus* sp.
 - *Acrograptus acutidens*
 - *Janograptus* spp.
 - *Holmograptus bovis*
 - *Holmograptus lentus*
 - *Nicholsonograptus fasciculatus*
 - *Glossograptus acanthus*
 - *Oelandograptus oelandicus*
 - *Undulograptus novaki*
 - *Archiclimacograptus* sp. cf. *A. marathonensis*
 - *Proclimacograptus angustatus*
 - *Archiclimacograptus* sp. indet.
 - *Diplograptus decoratus*
 - *Haddingograptus oliveri*
 - *?Pseudoclimacograptus modestus*
 - *Dicellograptus/Dicranograptus* sp.

Abb. 14: Biostratigraphische Einordnung der Herscheid-Gruppe nach Graptolithenresten (J. MALETZ).

4.29.2 Ordovizium

Herscheid-Gruppe

Mindestens 750 m umfassende Schiefer- und Tonsteinserie mit wechselndem Silt- und Sandgehalt, im mittleren Teil überwiegend aus Grauwacke und Grauwackenschiefer bestehend. Abfolge von (liegend) quellfähigem blauschwarzem siltgestreiftem Tonschiefer, Gelbschiefer, mildem ebenspaltendem Tonschiefer, mächtigem kieselgallenführendem Grauwackenschiefer und (hangend) grauschwarzem schuppig spaltendem Tonschiefer.

Symbolik: Nur auf älteren Karten, veraltet.

Ebbe Sattel: *tuw1* für Herscheider Schiefer sensu FUCHS (1922: 12f), W. E. SCHMIDT (1924: 10). Remscheider Sattel: *sio* für Herscheider Schichten sensu FUCHS (1935: 7).

Frühere Beschreibungen/Definitionen:

Ersterwähnung (als Einheit):
FUCHS (1912b: 475; 1917: 66), als ‚Herscheider Schiefer der Verse-Schichten‘.

Erstdefinition (als Einheit gem. heutigem Umfang):
RICHTER & RICHTER (1937: 310).

Definitionsergänzungen:
Hier: lithostratigraphischer Rang.

Synonyme:
„Herscheider Schiefer“ sensu FUCHS (1912b: 475, 1917: 66), teilweise.
„Untere Verseschichten“ sensu FUCHS (1927: 555), teilweise.
„Unterer Teil der Herscheider Schiefer“ (SCHRIEL & G. RICHTER 1937).
„Herscheider Schichten“ sensu RICHTER & RICHTER (1937: 310).
„Herscheid-Schichten“ (BÖGER 1981: 48).
(?) „Goldberger Schiefer“ (QUIRING 1936: 60), undatiert.

Heutiger Stand der Definition:

Namengebung:
Nach Herscheid, Gemeinde im Sauerland (Nordrhein-Westfalen).

Verbreitung:

Anstehend: Im Nördlichen und Südlichen Teilsattel des Ebbe-Antiklinoriums (W. E. SCHMIDT 1924: 9f; FUCHS 1922: 37f; W. SCHMIDT & W. ZIEGLER 1970: 23f; TIMM et al. 1981: 65f) sowie im Remscheider Sattel in

Hangendes: (nach Beobachtungslücke) Obersilur

	group	formation
Caradoc	Herscheid-Gruppe	Solingen-Tonschiefer (-Formation)
		Rahlenberg-Grauwackenschiefer(-Formation)
Kiesbert-Tonschiefer (-Formation)		
Plettenberg-Bänderschiefer (-Formation)		
Llanavim		

Liegendes: unbekannt

vier isolierten Vorkommen zwischen Solingen-Höhscheid und dem Tal der Wupper (FUCHS 1935:7–8; BEYER 1941c: 259; HISS in HAGER et al. 1986:32f).

Untergrund: Vermutlich im Silberger Horst am Rand des Müsener Horstes als „Untere und Obere Goldberger Schiefer“ (QUIRING 1936: 60; vgl. CLAUSEN 1991: 22), undatiert.

Bohrgebiete: Fragliches Vorkommen in Bohrung Soest-Erwitte 1/1a (Lippstädter Gewölbe, s. Abb. 12), dort Graptolithen-Fragmente zwischen Teufe 393 m und 818 m (CLAUSEN & TEICHMÜLLER 1982) innerhalb einer ca. 500 m mächtigen eintönigen Bänderschiefer-/Tonschiefer-/Siltstein – Abfolge, die lithologisch den ordovizischen Schichten des Ebbe-/Remscheid – Gebietes teilweise entspricht (vgl. CLAUSEN & LEUTERITZ 1982: 124) und nach Krebs (1982: 205) als dessen distaler Ausläufer angesehen werden könnte. Hervorstechendes Merkmal der Sedimente ist eine ausgeprägte Lamination, die aber im Gegensatz zur Herscheid-Gruppe über weite Bereiche des Profils ausgebildet sein dürfte. Die geophysikalischen Bohrlochmessungen spiegeln die lithologisch unterschiedlichen Streifen und Bänder leider kaum wider (vgl. K. KÖWING 1982: 86). C.-D. CLAUSEN (Geol. Landesamt Nordrhein-Westfalen, mdl. Mitt. 1997) beurteilt die stratigraphische Einstufung des paläozoischen Schieferkomplexes aus Bohrung Soest-Erwitte 1/1a auch weiterhin als nicht ausreichend abgesichert.

Vorkommen in anderen regionalen Einheiten:

Möglicherweise auf Teile des erbohrten Rügen-Ordoviziums (vgl. Einheit 31) beziehbar.

Untergeordnete lithostratigraphische Einheiten:

Solingen-Tonschiefer(-Formation) (hangend)
Rahlenberg-Grauwackenschiefer(-Formation)
Kiesbert-Tonschiefer(-Formation)
Plettenberg-Bänderschiefer(-Formation) (liegend)

Stratigraphisches Alter:

Die basalen 350 m der Gruppe (Plettenberg-Bänderschiefer, Kiesbert-Tonschiefer) sind biostratigraphisch eindeutig dem unteren Llanvirn (*Holmograptus lentus*-Zone, *Nicholsonograptus fasciculatus*-Zone) zugeordnet und reichen in ihren Hangendpartien vermutlich bis zur Llanvirn-/Caradoc-Grenze. Der Rahlenberg-Grauwackenschiefer repräsentiert zumindest unterstes Caradoc. Das bisherige Chitinozoen- und Acritarchen-Material widerspricht einer solchen Datierung nicht. Für den Solingen-Tonschiefer war über Fossilien bisher nur allgemein Ordovizium belegbar. Neueste Chitinozoen-Untersuchungen (SAMUELSSON et al., im Druck) indizieren oberes Caradoc. In den oberen Lagen der Herscheid-Gruppe finden sich keinerlei Hinweise auf Post-Ordovizium. Nach einer Beobachtungslücke, die fast das gesamte Silur umfaßt, bilden erst die höchstsilurischen „Köbbinghäuser *Dayia*-Schichten“ (sensu RICHTER & RICHTER 1954:40) die stratigraphisch gesicherte Hangend-Fortsetzung der Herscheid-Gruppe. Nd-isotopengeochemische Befunde weisen auf Avalonia-Zugehörigkeit (SAMUELSSON et al., im Druck).

Literaturhinweise:

FUCHS (1917, 1922, 1927, 1935); W. E. SCHMIDT (1924); RICHTER & RICHTER (1937, 1954); BEYER (1941A, 1941B); W. ZIEGLER (1970); TIMM, DEGENS & WIESNER (1981); REICHE (1982); CLAUSEN & LEUTERITZ (1982); CLAUSEN & TEICHMÜLLER (1982); KOCH ET AL. (1990); SAMUELSSON et al. (im Druck).

Solingen-Tonschiefer(-Formation)

Grauschwarzer und blauschwarzer, vielfach hell-silt-laminierter, überwiegend kleinschuppig zerfallender Schiefer, fossilarm.

Symbolik (Nordrhein-Westfalen):
o,t2.

Frühere Beschreibungen/Definitionen:

Ersterwähnung:
BEYER, K. (1941a: 220): als Oberer Tonschiefer-Horizont.
Erstdefinition (als Einheit):
BEYER, K. (1941b: 246, 252; 1941c: 262, 265).

Definitionsergänzungen:
W. SCHMIDT & W. ZIEGLER (1970: 31–32).
Hier: Benennung als Solingen-Tonschiefer(Formation).
Synonyme:
,Herscheider Schiefer' sensu Fuchs (1912b: 475), teilweise.
,Herscheider Schichten' sensu Richter & Richter (1937: 310), teilweise.
,Obere Tonschiefer' (BEYER 1941b: 246).
,Oberer Tonschiefer-Horizont' (BEYER 1941c: 262; W. SCHMIDT & W. ZIEGLER 1970: 31f, TIMM et al. (1981: 64).
(?) ,Obere Goldberger Schiefer' (QUIRING 1936: 60), undatiert.

Heutiger Stand der Definition:

Namengebung:
Nach dem klassischen Vorkommen im Remscheider Sattel südlich Solingen-Höhscheid (Beyer 1941c: 259) sowie der lithologischen Beschaffenheit.

Lithologie:

Typusgesteine:
Grauschwarzer und blauschwarzer, milder, vorwiegend schuppig zerfallender Ton- und Alaunschiefer. z. T. mit heller Siltlamination.

Generelle lithologische Charakteristik:
Blau- oder grauschwarzer Pelit, von den Rändern her blassgelb-ockrig durchverwitternd. Lagenweise helle Siltlamination, gelegentliches Auftreten von dünnen Sandsteinbänkchen. Liegendpartien vereinzelt mit Kieselgallen (nur Ebbe-Gebiet, vgl. BEYER 1941c: 263, W. SCHMIDT & W. ZIEGLER 1970: 32). Schieferung zerlegt das milde Material in plattig-unebene oder dünn-ebenenflächige Tafeln, charakteristischer kleinschuppiger Zerfall.

Der Solingen-Tonschiefer ist vom Kiesbert-Tonschiefer lithofaziell nur geringfügig verschieden und im isolierten Vorkommen von diesem nicht immer zu unterscheiden.

Hangendes: (nach Beobachtungslücke) Obersilur

		group	formation
Caradoc	Herscheid-Gruppe		Solingen-Tonschiefer (-Formation)
			Rahlenberg-Grauwackenschiefer(-Formation)
Llanavim			Kiesbert-Tonschiefer (-Formation)
			Plettenberg-Bänderschiefer (-Formation)

Liegendes: unbekannt

Lithologische Zusammensetzung (geschätzt):

Milde Tonschiefer	ca. 70 %
Siltlamierte Schiefer	25 %
Psammitische Lagen	< 5 %

Verbreitung:

Im Nördlichen Ebbe-Teilsattel weiträumig zwischen Plettenberg-Holthausen und westlichem Sattelschluss. Im Südlichen Ebbe-Teilsattel bisher nicht sicher ausgeschieden.

Im Kern des Remscheider Sattels insbesondere an den Hängen des Sattelsberges (vgl. BEYER 1941c: 262), bei Untenruden, wohl auch in den isolierten Vorkommen von Widdert und Nⁿ Bünkenberg (vgl. HISS in HAGER et al. 1986: 34).

Untergrund: Vermutlich im Silberger Horst am Rand des Müsener Horstes als ,Obere Goldberger Schiefer' (QUIRING 1936: 60; vgl. CLAUSEN 1991: 22), undatiert.

Bohrgebiete: Fragliches Vorkommen in der Bohrung Soest-Erwitte 1/1a (CLAUSEN & LEUTERITZ 1982: 108, 124) im Bereich des Lippstädter Gewölbes.

Vorkommen in anderen regionalen Einheiten:

Möglicherweise auf Teile des erbohrten Rügen-Ordoviziums der regionalen Einheit 31 beziehbar (vgl. aber Korrelationstabelle 1: mittleres und höheres Caradoc auf Rügen nicht nachgewiesen).

Obergrenze:

Meist tektonisch; der Solingen-Tonschiefer ist fast überall gegen die devonischen Hüllschichten versetzt. Im Ebbe-Gebiet wurde der Solingen-Tonschiefer an den Nordflanken listrisch gegen die Hüllschichten aufgeschoben, an den Südflanken von diesen jedoch flach überfahren. Im Remscheider Sattel wurde der Solingen-Tonschiefer möglicherweise diapirförmig aufgepresst (R. VOIGT 1968: 191).

Natürliche Abgrenzung noch nicht gelungen. Hangend-Partien mit zunehmender Profilhöhe stratigra-

phisch unsicherer. Nach einer oberordovizisch-silurischen Beobachtungslücke bilden zumindest im östlichen Teil des Ebbe-Nordsattels die lithofaziell ähnlichen „Köbbinghäuser *Dayia*-Schichten“ (RICHTER & RICHTER 1937: 303f; 1954: 40) des obersten Silurs die Hangend-Fortsetzung und leiten in eine kontinuierliche unterdevonische Abfolge über.

Untergrenze:

Unschärf; mit dem Einsetzen des verwitterungsresistenteren Rahlenberg-Grauwackenschiefers (Übergang nicht aufgeschlossen, konstruiertes Profil).

Mächtigkeit:

Mindestmächtigkeit im Ebbe-Sattel 200 m (W. SCHMIDT & W. ZIEGLER 1970: 32), im Remscheider Sattel 250–300 m (BEYER 1941b: 246).

Spezielle stratigraphische Gliederung: Keine.

Besondere Korrelationshorizonte: Keine.

Lithologisch-fazielle Besonderheiten:

Faust- bis kopfgroße, evtl. lateralsekretionär entstandene Milchquarze sind überaus häufig (EISERHARDT 1981: 37). Pyrophyllit-Vorkommen (W. SCHMIDT & W. ZIEGLER 1970: 32f).

Fazies- und Sedimentationsbedingungen:

Innerhalb der Herscheid-Gruppe nimmt die Fossilführung mit zunehmender stratigraphischer Höhe signifikant ab. Der Solingen-Tonschiefer ist fast fossilleer, lässt an Kaltwasser-Einfluss und eventuell an jungordovizische Altersstellung denken (EISERHARDT 1981: 103). Viele Autoren sehen in der silurischen Beobachtungslücke eine Schichtlücke (vgl. RICHTER & RICHTER 1954: 10; TIMM et al. 1981: 64) als Folge von Emersion und Sedimentationsunterbrechung (vgl. KEGEL 1950). Dies würde sowohl zur Vorstellung ‚tatonischer‘ Faltungsbewegungen als auch zum regressiven Regime im Zuge der jungordovizischen Vereisung passen. Vielleicht wird das Ausmaß dieser (wahrscheinlichen) Schichtlücke überschätzt: die Möglichkeit kondensierter Profile ist zu berücksichtigen. Ein Transgressionshorizont als Basis des Obersilurs wurde bisher im Gelände nicht angetroffen. Die obersilurischen „Köbbinghäuser *Dayia*-Schichten“ stehen partienweise den Schiefen der Herscheid-Gruppe lithofaziell bis zur Nichtunterscheidbarkeit nahe.

Magmatismus:

Siehe Plettenberg-Bänderschiefer(-Formation), Rahlenberg-Grauwackenschiefer(-Formation).

Fossilführung:

Phyllocariden:

Caryocaris ? sp.: BEYER 1941c: 263

Trilobiten:

Cyclopygidae gen. et sp. indet.: KOCH 1999a

= *Cryptolithus* sp.: BEYER 1941b: 246

= *Cyclopyge* (subg.?) sp. indet.:

RICHTER & RICHTER 1954

Eoharpes sp. indet.: RICHTER & RICHTER 1954

Ogygiocaris ? sp. indet.: RICHTER & RICHTER 1937, 1954

Graptolithen:

Amplexograptus sp.: BEYER 1941b: 246

Climacograptus sp.: BEYER 1941b: 246

Ichnofossilien:

Tomaculum problematicum Groom (selten): W.

SCHMIDT & W. ZIEGLER 1970: 32

Chondrites sp.: BEYER 1941c: 263

Deformation und Metamorphose:

Siehe Plettenberg-Bänderschiefer(-Formation), Kiesbert-Tonschiefer(-Formation).

Radiometrische Daten: Keine.

Stratigraphisches Alter:

Nach den Lagerungsverhältnissen jüngstes Formationsglied der Herscheid-Gruppe. BEYER (1941b: 223) zufolge sollen die unbestimmten Climacograpt- und Amplexograpt-Reste, *Cryptolithus* sp. (später beurteilt als Cyclopygidae gen. et sp. indet., vgl. KOCH 1999b) sowie *Ogygiocaris* sp. Caradoc bis Ashgill – Alter „beweisen“ (BEYER 1941a: 220). Diese Argumentation ist nicht überzeugend. Sicher belegt ist ein Alter jünger als *Nicholsonograptus fasciculatus* – Zone, damit jünger als der Kiesberter Tonschiefer des unteren/oberen Llanvirns. Aufgrund des zwischenlagernden 300 m mächtigen Rahlenberg-Grauwackenschiefers war für den Solingen-Tonschiefer zumindest ein höheres Caradoc-Alter wahrscheinlich. Neueste Untersuchungen an Chitinozoen-Resten (SAMUELSSON et al., im Druck) bestätigen oberes Caradoc. In den Hangendpartien des Solingen-Tonschiefers sind nach derzeitigem Kenntnisstand aber auch Ashgill- und sogar Silur-Anteile nicht ausgeschlossen. Forschungsbedarf.

Literaturhinweise:

QUIRING (1936); RICHTER & RICHTER (1937, 1954); BEYER (1941a, 1941b, 1941c); R. VOIGT (1968); W. SCHMIDT & W. ZIEGLER (1970); EISERHARDT (1981); TIMM et al (1981); HISS in HAGER (1986); CLAUSEN (1991); KOCH (1999a); SAMUELSSON et al. (im Druck).

Rahlenberg-Grauwackenschiefer (-Formation)

Graublauer, zäher, vielfach gebänderter Grauwackenschiefer mit Wühlgefüge, Pyritaggregaten. Im höheren Teil (regional) mit Kieselgallenführung und festen lyditischen dünnen Bänkchen.

Symbolik (Nordrhein-Westfalen):

o, tg.

Frühere Beschreibungen/Definitionen:

Ersterwähnung:

BEYER, K. (1941a: 202, 203): als Kieselgallenschiefer.

Erstdefinition (als Einheit):

BEYER, K. (1941a: 211, 219; 1941b: 246): als Grauwackenschiefer-Horizont.

Definitionsergänzungen:

W. SCHMIDT & W. ZIEGLER (1970: 30f).

Hier: Benennung als Rahlenberg-Grauwackenschiefer (-Formation).

Synonyme:

„Herscheider Schiefer“ sensu FUCHS (1912b: 475), teilweise.

„Herscheider Schichten“ sensu RICHTER & RICHTER (1937: 310), teilweise.

„Kieselgallenschiefer“ (BEYER 1941a: 202, 203, 212).

„Grauwackenschiefer“ (BEYER 1941b: 252).

„Grauwackenschiefer-Horizont“ (BEYER 1941a: 202; W. SCHMIDT & W. ZIEGLER 1970: 30; TIMM et al. 1981: 64).

(?) „Untere Goldberger Schiefer“ (QUIRING 1936: 60), undatiert.

Heutiger Stand der Definition:

Namengebung:

Nach dem klassischen Vorkommen (RICHTER & RICHTER 1937: 290) am Rahlenberg (Gemeinde Herscheid) sowie der lithologischen Beschaffenheit.

Lithologie:

Typusgesteine:

Zäh-harter blauschwarzer und graublauer, vielfach gebänderter Grauwackenschiefer.

Generelle lithologische Charakteristik:

Basale Lagen als unebenspaltender schwarzgrauer rauher psammitischer Schiefer, im mittleren Bereich gefolgt von tiefgrau-blauem Grauwackenschiefer, mit Pyritknollen, Grabgängen, gelegentlicher Kieselgallenführung. Hangendpartien regional mit starker Kieselgallenführung und festen lyditischen Bänkchen (bis 10 cm mächtig). Profil-Konstruktion bei EISERHARDT (1981: 33) für westlichen Abschnitt des Ebbe-Nordsattel.

	group	formation
Caradoc	Herscheid-Gruppe	Solingen-Tonschiefer (-Formation)
		Rahlenberg-Grauwackenschiefer(-Formation)
Kiesbert-Tonschiefer (-Formation)		
Plettenberg-Bänderschiefer (-Formation)		
Llanavrin		

Lithologische Zusammensetzung:

Unebenspaltender rauher Schiefer	35 %
Grauwackenschiefer	25 %
Tonschiefer, feinplattig	20 %
Psammitische Bänke	10 %
Lydite, Kieselgallen-Lagen	10 %

Verbreitung:

Im Nördlichen Ebbe-Teilsattel bei Holthausen und weitflächig um Herscheid, dort klassisches Vorkommen am Rahlenberg (SCHRIEL & G. RICHTER 1937, RICHTER & RICHTER 1937: 290f).

Im Südlichen Ebbe-Teilsattel bei Waldmin (Kiesberter Spezialsattel) und Sonnenhohl (vgl. BEYER 1941a: 202-3). Im Remscheider Sattel am Sattelsberg S' Solingen-Höhscheid (BEYER 1941c: 261f, HISS in HAGER et al. 1986: 33).

Untergrund: Vermutlich im Silberger Horst am Rand des Müsener Horstes als „Untere Goldberger Schiefer“ (QUIRING 1936: 60; vgl. CLAUSEN 1991: 22), undatiert.

Bohrgebiete: Fragliches Vorkommen in der Bohrung Soest-Erwitte 1/1a (CLAUSEN & LEUTERITZ 1982: 108, 124) im Bereich des Lippstädter Gewölbes.

Vorkommen in anderen regionalen Einheiten:

Möglicherweise auf Teile des erbohrten Rügen-Ordoviziums (Nobbin-Grauwacken-Formation) der Regionalen Einheit 31 beziehbar.

Obergrenze:

Mit dem Einsetzen des grauschwarz-blauschwarzen, oft hell-siltlamierten, vielfach kleinschuppig zerfallenden Pelites des Solingen-Tonschiefers (Übergang nicht abgeschlossen, konstruiertes Profil).

Untergrenze:

Mit dem Einsetzen des ebenspaltenden, milden, tief-schwarzen, *Tomaculum*-führenden Graptolithenschiefers der Kiesbert-Tonschiefer(Formation) (Übergang nicht abgeschlossen, konstruiertes Profil).

Mächtigkeit: ca. 300 m

(vgl. BEYER 1941b: 246; W. SCHMIDT & W. ZIEGLER 1970: 31; EISERHARDT 1981: 33).

Spezielle stratigraphische Gliederung:

Nur örtliche Abfolge (Raum Herscheid).

hangend: Kieselgallenschiefer
Grauwackenschiefer
liegend: Rauhe Schiefer

Lithologische Zusammensetzung von Einzelgliedern:

Kieselgallenschiefer: tiefgrauer bis graublauer psammitischer grobspaltender Schiefer, regional mit auffälligen Kieselgallen-Lagen und lydritischen Bänken.

Grauwackenschiefer: graublauer zäh-harter masiger psammitischer Schiefer, z. T. gebankt, mit Wühlgefüge, Pyrit-Aggregaten, gelegentlich Kieselgallen.

Rauher Schiefer: schwarzgrauer unebenspaltender mittelharter schwach serizitischer rauher Tonschiefer.

Mächtigkeiten von Einzelgliedern:

Kieselgallenschiefer	ca. 100 m
Grauwackenschiefer	ca. 110 m
Rauhe Schiefer	um 90 m

Besondere Korrelationshorizonte:

Nur örtlich: Kieselgallen-Lagen.

Lithologisch-fazielle Besonderheiten:

Der Rahlenberg-Grauwackenschiefer bildet wegen seiner Erosionsresistenz vielfach langgestreckte und flache Hügel, die besonders im Else-Tal des Ebbe-Nordsattels gut auskartierbar sind. Lyditbänke und regionale Kieselgallenführung (besonders bei Frehlinghausen, am Rahlenberg/Herscheid, bei Waldmin und Sonnenhohl). Kieselgallen rotationsellipsoidisch, bis 5 (10) cm Länge, gebunden an spitzwinklig sich schneidende Flächen ungleich *ss* (vgl. THOMBANSEN 1981: 37).

Fazies- und Sedimentationsbedingungen:

Stärkere Festlandsbezüge als bei den übrigen Gliedern der Herscheid-Gruppe. Endobenthos (z. T. intensives Wühlgefüge) weist auf verbesserte Belüftungsverhältnisse am Meeresboden.

Magmatismus:

TIMM (1981: 151) bezieht die zur Bildung der Lyditbänke und Kieselgallen notwendige Kieselsäure auf den im Ordovizium Mitteleuropas verbreiteten Vulkanismus. Zweifelsfrei vulkanitische Produkte oder Derivate wurden innerhalb der Herscheid-Gruppe bisher jedoch nicht beschrieben.

Fossilführung:**Aceritarcha:**

(Originale derzeit unauffindbar; non Senckenberg-Naturmuseum, Frankfurt a. M. – vgl. demgegenüber EISENACK 1939: 136)

Hystrichosphaeridium longispinosum (EIS. 1931):
EISENACK 1939

Hystrichosphaeridium cf. hirsutum (EHRENBERG 1838): EISENACK 1939

Hystrichosphaeridium trispinosum (EIS. 1938):
EISENACK 1939

Hystrichosphaeridium cf. hirsutum (EHRENBERG 1838): EISENACK 1939

Hystrichosphaeridium cf. polygonae (EIS. 1931):
EISENACK 1939

Hystrichosphaeridium trifurcatum (EIS. 1931):
EISENACK 1939

Leiosphaera microcystis (EIS. 1938): EISENACK 1939

Chitinozoa:

(Originale derzeit unauffindbar; non Senckenberg-Naturmuseum, Frankfurt a. M. – vgl. demgegenüber EISENACK 1939: 136)

Conochitina campanulaeformis EIS. 1931: EISENACK 1939

Conochitina calix EIS. 1931: EISENACK 1939

Conochitina stentor EIS. 1938: EISENACK 1939

Conochitina primitiva EIS. 1939: EISENACK 1939

Conochitina micracantha EIS. 1931: EISENACK 1939

Desmochitina minor EIS. 1931: EISENACK 1939

Desmochitina ex aff. minor EIS.: EISENACK 1939

Desmochitina rhenana EIS. 1939: EISENACK 1939

Rhabdochitina magna EIS. 1931: EISENACK 1939

Rhabdochitina pistillifrons EIS. 1939: EISENACK 1939

Rhabdochitina ? minnesotensis STAUFFER 1933:
EISENACK 1939

Conochitina ? sp. (ex aff. claviformis EIS. 1931):
EISENACK 1939

Conularien:

Conularia sp.: HERGARTEN 1988

Trilobiten:

Microparia (Microparia) illaenoides

(RICHTER & RICHTER): KOCH 1999a

= *Cyclopyge illaenoides* RICHTER & RICHTER, 1937,
BEYER 1941c, RICHTER & RICHTER 1954

Illaeus sp. indet.: BEYER 1941a, RICHTER & RICHTER 1954

Malacostraken:

Malacostraca indet.: BEYER 1941b: 246; 1941c: 265

Graptolithen:

?*Pseudoclimacograptus modestus* (RUEDEMANN):

MALETZ (im Druck)

= *Climacograptus antiquus bursifer* ELLES &
WOOD: det. BEYER

Dicellograptus sp. oder *Dicranograptus* sp.:

MALETZ (im Druck)

Fossilführende Lithotypen:

Kieselgallen (besonders im Raum Herscheid und Frehlinghausen des Ebbe-Nordsattels).

Schiefer mit (sehr seltener) Graptolithenführung.

Deformation und Metamorphose:

Siehe unter Plettenberg-Bänderschiefer(-Formation) und Kiesbert-Tonschiefer(-Formation). Kein Pyrophyllit nachgewiesen.

Radiometrische Daten: Keine.

Stratigraphisches Alter:

Nach den Lagerungsverhältnissen jünger als der Kiesbert-Tonschiefer (unteres/?oberes Llanvirn) und älter als der Solingen-Tonschiefer (Oberes Caradoc). Fossilfunde (coll. BOSCHENEN) aus Haldenmaterial innerhalb einer von HEYCKENDORF (1978) lithologisch als Plettenberg(er)-Bänderschiefer kartierten Region im Elsetal N von Köbbinghausen deuteten bereits auf Caradoc-zeitliche Anteile der höheren Glieder der Herscheid-Gruppe. Neueste Untersuchungen an Chitinozoen-Resten (SAMUELSSON et al., im Druck) belegen für den Rahlberg-Grauwackenschiefer zumindest tiefstes Caradoc-(Aurelucian-) Alter.

Literaturhinweise:

QUIRING (1936); RICHTER & RICHTER (1937); SCHRIEL & G. RICHTER (1937); EISENACK (1939); BEYER (1941A, 1941B, 1941C); RICHTER & RICHTER (1954); SIEGFRIED (1969); W. ZIEGLER (1970); EISERHARDT (1981); THOMBANSEN (1981); TIMM (1981); HERGARTEN (1988); KOCH (1999A); MALETZ (IM DRUCK); SAMUELSSON et al. (im Druck).

Kiesbert-Tonschiefer(-Formation)

Abfolge von (1.) hartem feinplattig absonderndem tief-schwarzem Schiefer und „Gelbschiefer“ im Liegenden, (2.) dick- und dünnspaltendem unebenflächigem grauschwarzem gebändertem Tonschiefer in Wechsellaagerung, (3.) blauschwarzem dünnspaltendem Graptolithenschiefern mit *Tomaculum problematicum* Groom [*Alcyonidiopsis pharmaceus* RICHTER & RICHTER sensu ORR 1996].

Symbolik (Nordrhein-Westfalen):
o. tl

Frühere Beschreibungen/Definitionen:

Ersterwähnung:

BEYER, K. (1941a: 202): als ‚*Tomaculum* führende Schiefer des Kiesberter Speziatsattels‘.

Erstdefinition (als Einheit):

BEYER, K. (1941a: 208): als Unterer Tonschiefer-Horizont.

Definitionsergänzungen:

W. SCHMIDT & W. ZIEGLER (1970: 27f).

Hier: Benennung als Kiesbert-Tonschiefer(-Formation).

Synonyme:

„Herscheider Schiefer“ sensu FUCHS (1912b: 475), teilweise.

„Herscheider Schichten“ sensu RICHTER & RICHTER (1937: 310), teilweise.

„*Tomaculum* führende Schiefer“ (BEYER 1941a: 202).

„Untere Tonschiefer“ (BEYER 1941b: 252).

„Unterer Tonschiefer-Horizont“ (BEYER 1941a: 208; W. SCHMIDT & W. ZIEGLER 1970: 27; TIMM et al. 1981: 64).

Heutiger Stand der Definition:

Namengebung:

Nach dem klassischen Vorkommen im Kiesberter Speziatsattel (BEYER 1941a: 202) des südlichen Ebbe-Teilsattels sowie der lithologischen Beschaffenheit.

Lithologie:

Typusgesteine:

Überwiegend plattig spaltender blauschwarzer milder Graptolithenschiefer mit der Kotpillenschnur *Tomaculum problematicum* Groom [*Alcyonidiopsis pharmaceus* RICHTER & RICHTER sensu ORR 1996].

Generelle lithologische Charakteristik:

Relativ milder Pelit (Tonschiefer, -stein), gelegentlich etwas siltig bzw. siltlaminiert. Gelblich bis bräunlich-graue Verwitterungsfarben des anstehenden Gesteines mit großfleckigen dunklen, fast blau-tiefschwarzen Restbereichen. Einige Zentimeter große Knauern, auffällig durch verstärkten Goethit-Gehalt. Wenige harte sand-

Hangendes: (nach Beobachtungslücke) Obersilur

		group	formation
Caradoc	/	Herscheid-Gruppe	Solingen-Tonschiefer (-Formation)
			Rahlenberg-Grauackenschiefer(-Formation)
Kiesbert-Tonschiefer (-Formation)			
Plettenberg-Bänderschiefer (-Formation)			
Llanavrin			

Liegendes: unbekannt

reiche Bänke von einigen Zentimetern Mächtigkeit. Kieselgallen, Pyritknollen, Quarzdurchtrümerung. Die Schieferung verläuft häufig etwas flaserig.

Lithologische Zusammensetzung:

Graptolithenschiefer mit <i>Tomaculum problematicum</i>	40 %
Ton- und Siltsteine	25 %
Siltstreifige Tonschiefer und -steine	25 %
Sandbänkchen	< 5 %

Verbreitung:

Nördlicher Ebbe-Teilsattel: Stadtgebiet Plettenberg (NE Ortsausgang – Weg zur Bracht, OT Oberstadt, OT Marl, OT Hechmecke; vgl. BEYER 1941a: 211, 1941b: 235f, W. SCHMIDT & W. ZIEGLER 1970: 27f). Westlich Plettenbergs: am östlichen und nördlichen Ortsausgang von Hüinghausen, weitflächig um Elsen (BEYER 1941a: 209) sowie im Gemeindegebiet Herscheids. Südlicher Ebbe-Teilsattel: Klassischer Aufschluss bei Waldmin und Kiesbert (BEYER 1941a: 202, KOCH & LEMKE 1995a: 19, KOCH 1999b), in westlicher Erstreckung bis Havel. Im Kern des Remscheider Sattels bei Wupperhof und Wüstenhof (BEYER 1941c: 259, HISS in HAGER et al. 1986: 32f).

Bohrgebiete: Fragliches Vorkommen in der Bohrung Soest-Erwitte 1/1a (CLAUSEN & LEUTERITZ 1982: 108, 124) im Bereich des Lippstädter Gewölbes.

Vorkommen in anderen regionalen Einheiten:

Möglicherweise auf Teile des erbohrten Rügen-Ordoviziums (Arkona-Schwarzschiefer-Formation) der Regionalen Einheit 31 beziehbar.

Obergrenze:

Mit dem Einsetzen der rauhen und wesentlich härteren basalen Lagen des Rahlenberg-Grauackenschiefers (Übergang nicht aufgeschlossen, konstruiertes Profil).

Untergrenze:

Scharf: unterhalb des „Gelbschiefers“ relativ abrupter Wechsel zu typischem Plettenberg- Bänderschiefer (gestörter Kontakt). Im Raum Herscheid wird der Gelb-

schiefer von einigen Dezimeter mächtigem feinplattigem Schwarzschiefer örtlich unterlagert (EISERHARDT 1981: 28), bevor charakteristischer Bänderschiefer der Plettenberg-Bänderschiefer – Formation auftritt (Übergang nicht aufgeschlossen, konstruiertes Profil).

Mächtigkeit:

Raum Plettenberg: geschätzte 150 m (W. SCHMIDT & W. ZIEGLER 1970: 28) bis 200 m (BEYER 1941b: 246).

Raum Herscheid: ca. 150 m, rekonstruiert aus 23 Aufschlüssen (EISERHARDT 1981: 28).

Raum Remscheid-Solingen: keine Angaben.

Spezielle stratigraphische Gliederung:

Nur örtliche Abfolge (vgl. EISERHARDT 1981: 28).

hangend: Schiefer mit *Tomaculum* (vgl. BEYER 1941a: 202).

Wechsellagerung (vgl. BEYER 1941a: 208).

liegend: Feinplattiger Schiefer/'Gelbschiefer' (vgl. BEYER 1941a: 209).

Lithologische Zusammensetzung von Einzelgliedern:

Schiefer mit *Tomaculum*: ebenflächig-dünnsplattender blauschwarzer Tonschiefer mit *Tomaculum problematicum* GROOM („*Didymograptus*-Schiefer mit *Tomaculum*“ sensu BEYER 1941a: 202).

Wechsellagerung: dick- und dünnspaltender, unebenflächig-brockig absondernder grauschwarzer, z. T. siltgestreifter Tonschiefer in Wechsellagerung.

Feinplattiger Schiefer/Gelbschiefer: harter feinplattig spaltender blau-tiefschwarzer, z. T. siltstreifig-laminierter Schiefer, darüber (bzw. sich lateral vertretend, s. EISERHARDT 1981: 23) Gelbschiefer sensu BEYER (1941a: 209), blauschwarzer z. T. auch dickspaltender milder Tonschiefer, intensiv gelblich bis ockerbraun verwitternd.

Mächtigkeiten von Einzelgliedern:

Schiefer mit *Tomaculum* mind. 70 m

Wechsellagerung ca. 30 m

Feinplattige Schiefer und Gelbschiefer ca. 50 m

Besondere Korrelationshorizonte:

Bedingt: Gelbschiefer sensu BEYER.

Lithologisch-fazielle Besonderheiten:

Pyrophyllit in gut kristallisierter Form, der lagenweise bis zu 20 Vol.% des Gesteins ausmachen kann (SCHERP et al. 1968: 147).

Fazies- und Sedimentationsbedingungen:

Karbonatfreie Schwarzschieferfazies auf epirogenetisch einsinkendem offenem Schelf (TIMM 1981: 149), mäßig kaltes Wasser (MALETZ & SERVAIS 1993) mit Tiefen > 200 m (KOCH & LEMKE 1995b: 21) und temporär verbesserten Belüftungsverhältnissen (EISERHARDT 1981: 101).

Ungradierte Silt- und Feinsandbänder belegen aperioidische Festlandseinträge (TIMM 1981: 150). Pyrophyllit als Kaolinit-Derivat relative Küstennähe (SCHERP et al. 1968: 162). Ostrakoden in Juxtaposition stehen für zumindest temporär sehr ruhige Sedimentation (SCHALLREUTER 1996: 64).

Magmatismus:

Keiner (siehe aber unter Deformation und Metamorphose).

Fossilführung:

Acritarchen:

Arkonion tenuata BURMANN 1970:

MALETZ & SERVAIS 1993

Arkonion virgata BURMANN 1970:

MALETZ & SERVAIS 1993

?*Arkonion scabrata* (CRAMER 1964):

MALETZ & SERVAIS 1993

Coryphidium bohemicum VAVRDOVA 1972:

MALETZ & SERVAIS 1993

Coryphidium spp.: MALETZ & SERVAIS 1993

Ferromia filosa VAVRDOVA 1978:

MALETZ & SERVAIS 1993

Frankea hamata BURMANN 1970:

MALETZ & SERVAIS 1993

Frankea hamulata BURMANN 1970:

MALETZ & SERVAIS 1993

Frankea sartbernardensis (MARTIN):

MALETZ & SERVAIS 1993

Petaloferidium florigerum (VAVRDOVA):

MALETZ & SERVAIS 1993

Pirea ornata (BURMANN): MALETZ & SERVAIS 1993

Pirea cf. capitata (BURMANN):

MALETZ & SERVAIS 1993

Pirea cf. sinensis LI JUN 1987:

MALETZ & SERVAIS 1993

Striatotheca quieta (MARTIN):

MALETZ & SERVAIS 1993

Striatotheca spp.: MALETZ & SERVAIS 1993

Conularien:

Archaeoconularia sp.: KOCH 1999b

Hyolithen:

„*Hyolithes*“ ? sp.: BEYER 1941a

Trilobiten:

?*Barrandia* sp.: SIEGFRIED 1969

Corrugatagnostus refragor PEK:

KOCH & LEMKE 1995a, 1996, KOCH 1999b

Corrugatagnostus magnodosus

KOCH & LEMKE, 1997a: KOCH 1999b

Cyclopyge (Cyclopyge) bohemica MAREK, 1961:

KOCH 1999a

Cyclopyge cf. umbonata (ANGELIN): SIEGFRIED 1969,

KOCH & L. 1995b, KOCH 1999a

Cyclopygidae gen. et sp. indet.: KOCH 1999a

= *Cyclopyge* (subg.?) sp. indet.: RICHTER &

RICHTER 1954

- Cyclopygidae gen. indet. sp.sp.: RICHTER & RICHTER 1954, KOCH & LEMKE 1995b, 1996
- Degamella praecedens* (KLOUCEK): KOCH & LEMKE 1997b, KOCH 1999a
- Degamella* sp.: KOCH 1999a
- = *Degamella nuda* (WHITTARD): KOCH & LEMKE 1995a
- = *Microparia nudus* WHITTARD: SIEGFRIED 1969
- Dionide jubata* RAYMOND: KOCH & LEMKE 1995b, 1996, 1998b
- Dionide* sp.: KOCH & LEMKE 1995b, 1998b
- Dionidella (Dionidella) siegfriedi* KOCH & LEMKE, 1998b
- Ellipsotaphrus monophthalmus* (KLOUCEK): KOCH & LEMKE 1995b, 1996, KOCH 1999a
- Eoharpes primus herscheidensis* KOCH & LEMKE, 1995a
- Eoharpes* sp.: KOCH & LEMKE 1996
- Girvanopyge* sp.: KOCH & LEMKE 1997b, 1998a
- = Lichidae gen. et sp. indet.: KOCH & LEMKE 1996
- = *Cyclopyge* cf. *rediviva umbonata* (ANGELIN): in BEYER 1941c, R. & E. RICHTER 1954
- Microparia (M.)* aff. *zdenkoniki* HÖRBINGER: KOCH & LEMKE 1997b, KOCH 1999a
- = *Cyclopyge (Microparia) speciosa* CORDA: BEYER (1941c), RICHTER & RICHTER 1954
- Microparia (Microparia)* sp.: KOCH & LEMKE 1996, KOCH 1999a
- Nobiliasaphus* ? sp.: KOCH & LEMKE 1996
- Placoparia* sp.: W. SCHMIDT & ZIEGLER 1970
- Placoparia (Placoparia)* aff. *zippei* (BOECK): HAMMANN 1971
- Placoparia (Placoparia)* sp.: KOCH & LEMKE 1996
- Pricyclopyge binodosa* (SALTER): SIEGFRIED 1969, KOCH & L. 1995b, KOCH 1999a
- Pricyclopyge binodosa* (SALTER): KOCH 1999a
- = *Pricyclopyge* cf. *prisca* (BARRANDE): SCHMIDT & ZIEGLER 1970
- Psilacella* cf. *doveri* (ETHERIDGE): KOCH & LEMKE 1995a, 1996, KOCH 1999a
- Selenopeltis buchi macrophthalma* (KLOUCEK): SIEGFRIED 1969
- Selenopeltis* cf. *buchi macrophthalma* (KLOUCEK): SIEGFRIED 1969
- Selenopeltis macrophthalma ebbensis* KOCH & LEMKE 1995b
- Selenopeltis (Selenopeltis)* sp.: KOCH & LEMKE 1996
- Waldminia spinigera* KOCH & LEMKE, 1994: KOCH & L. 1994, 1995b, 1996, 1998a
- = *Cyclopyge* cf. *rediviva umbonata* (ANGELIN): JENTSCH & STEIN 1961
- Ostrakoden:
- Bolbina* ? : SCHALLREUTER & KOCH 1999
- Conchoprimitiella lukochi* SCHALLREUTER 1996
- Gracquina* ? *beyeri* SCHALLREUTER & KOCH 1999
- Jeanlouisella* ? *westfalica* sp.n. SCHALLREUTER & KOCH 1999
- Reuentalina* ? : SCHALLREUTER & KOCH 1999
- Myota* ? *kiesbertensis* SCHALLREUTER & KOCH 1999
- Phyllocariden:
- Caryocaris* sp.: BEYER 1941a:204; 1941b: 246, KOCH & BRAUCKMANN 1998
- Caryocaris* cf. *wrightii* SALTER: W. SCHMIDT & ZIEGLER 1970: 30
- Caryocaris (Caryocaris) wrightii* SALTER: KOCH & BRAUCKMANN 1998
- Brachiopoden:
- Lingulidae indet.: KOCH & LEMKE 1996
- = Lingulacea indet : KOCH 1999a
- Discinidae indet.: KOCH & LEMKE 1996
- = Lingulacea indet : KOCH 1999a
- Orthida indet.: KOCH 1999a
- Brachiopoda indet. (berippte Form): W. SCHMIDT & W. ZIEGLER 1970
- Graptolithen:
- Didymograptus artus* ELLES & WOOD: MALETZ (hier)
- = *Didymograptus amplus* ELLES & WOOD: BEYER 1941b: 245
- = *Didymograptus* cf. *artus* ELLES & WOOD: JENTSCH & STEIN 1961
- = *Didymograptus* sp. of *artus* group: MALETZ & SERVAIS 1993
- = *Didymograptus denticulatus* PERNER: JENTSCH & STEIN 1961
- = *Didymograptus geminus* HISINGER: BEYER 1941b: 245
- = *Didymograptus* sp.: JENTSCH & STEIN 1961
- = *Didymograptus* sp. indet. : SIEGFRIED 1969: 150
- Pseudophyllograptus* sp.: MALETZ hier
- = *Phyllograptus*? sp.: JENTSCH & STEIN 1961
- Acrograptus acutidens* ELLES & WOOD: MALETZ & SERVAIS 1993
- = *Didymograptus acutidens* ELLES & WOOD: JENTSCH & STEIN 1961
- = *Didymograptus* cf. *affinis* NICHOLSON: JENTSCH & STEIN 1961
- Janograptus* spp.: MALETZ unveröff.
- = *Janograptus* sp.: JENTSCH & STEIN 1961
- = *Janograptus* sp. cf. *J. petilus* BERRY: MALETZ & SERVAIS 1993
- Nicholsonograptus fasciculatus* (NICHOLSON): MALETZ & SERVAIS 1993
- = *Azygograptus fasciculatus* (NICHOLSON): JENTSCH & STEIN 1961
- = *Azygograptus coelebs* LAPWORTH: JENTSCH & STEIN 1961
- Glossograptus acanthus* ELLES & WOOD: KOCH & LEMKE 1995b
- Proclimacograptus angustatus* (EKSTRÖM): MALETZ hier
- = *Glyptograptus* sp. A: MALETZ & SERVAIS 1993

= *Climacograptus* sp.: MALETZ & SERVAIS 1993

= *Climacograptus*: SIEGFRIED 1969: 150

Archiclimacograptus sp. indet.: MALETZ hier

Diplograptus decoratus HARRIS & THOMAS: MALETZ hier

= *Diplograptus (Amplexograptus) confertus* (LAPWORTH): JENTSCH & STEIN 1961

= *Diplograptus* ? sp. of *D. decoratus* group: MALETZ & SERVAIS 1993

= *Diplograptus (Glyptograptus) cf. dentatus* (BRONGNIART): JENTSCH & STEIN 1961

Haddingograptus oliveri (BOUCEK): MALETZ hier

= *Climacograptus scharenbergi* (LAPWORTH): BEYER 1941b: 246

= *Undulograptus* sp. B.: MALETZ & SERVAIS 1993

Ichnofossilien:

Tomaculum problematicum GROOM [*Aleyonidiopsis pharmaceus* RICHTER & RICHTER sensu ORR 1996]

(Massenvorkommen): RICHTER & RICHTER 1939a, b, BEYER 1941a

Chondrites: RICHTER & RICHTER 1939, BEYER 1941a: 204; 1941b: 246

Deformation und Metamorphose:

Intensive variszische Transversalschieferung (vgl. Plettenberg-Bänderschiefer (Formation) und postvariszische Zerblockung an dominanter rheinischer Hauptkluft. Der Pyrophyllit-Gehalt der Kiesbert-Tonschiefer deutet nach SCHERP et al. (1968: 161) auf fast epizonal-metamorphe Bildungstemperaturen von etwa 300 °C. Die Gesteine der Herscheid-Gruppe sind aber insgesamt nicht metamorph. Es ist daher an eine zeitweilige regionale Aufheizung zu denken, die auf einen tiefsitzenden Pluton zurückgeführt wird (vgl. W. ZIEGLER 1970: 33). Diese Annahme wird durch die Beobachtung einer geomagnetischen Anomalie im Ebbe-Sattel (BOSUM 1971) und zusätzlich durch die vergleichsweise hohen Inkohlungswerte des Kiesbert-Tonschiefers (Wolf 1972: 228) gestützt, obwohl die Reflexion des Vitrinites im Ebbe-Gebiet insgesamt verhältnismäßig niedrige Werte aufweist (WOLF 1972: 244).

Radiometrische Daten: Keine.

Stratigraphisches Alter:

Unteres Llanvirn: *Nicholsonograptus fasciculatus*-Zone sensu MALETZ (1995) [= *Azygograptus falciformis* - Subzone sensu EKSTRÖM (1937) = obere *Didymograptus bifidus* - Zone (vgl. EKSTRÖM (1937))]. Ober-Llanvirn-Anteile in den Hangendpartien wahrscheinlich (vgl. Rahlenberg-Grauwackenschiefer).

Literaturhinweise:

RICHTER & RICHTER (1939a, 1939b); Beyer (1941a, 1941b, 1941c); JENTSCH & STEIN 1961); SCHERP, STADLER & W. SCHMIDT (1968); SIEGFRIED (1969); W. SCHMIDT & W. ZIEGLER (1970); W. ZIEGLER (1970); WOLF (1972); TIMM, DEGENS & WIESNER (1981); EISERHARDT (1981); MICHAELIS, WIESNER & DEGENS (1981); SEMERAK (1981); MALETZ & SERVAIS (1993); KOCH & LEMKE (1994, 1995a, 1995b, 1996, 1997a, 1997b, 1998a, 1998b); SCHALLREUTER (1996); SCHALLREUTER & KOCH (1999); KOCH & BRAUCKMANN (1998); KOCH (1999a, 1999b).

Plettenberg-Bänderschiefer (-Formation)

Graublauer Pelit, partienweise als hell-laminierter Bänderschiefer, markante Quell- und Schmierfähigkeit.

Symbolik (Nordrhein-Westfalen): o, P.

Frühere Beschreibungen/Definitionen:

Ersterwähnung (als Einheit):
BEYER, K. (1941a: 219).

Erstdefinition:
BEYER, K. (1941b: 231f).

Definitionsergänzungen:
W. SCHMIDT & W. ZIEGLER (1970: 25f).
Hier: lithostratigraphischer Rang.

Synonyme:
„Herscheider Schiefer“ sensu FUCHS (1912b: 475), teilweise.
„Untere Verseschichten“ sensu FUCHS (1927: 555), teilweise.
„Herscheider Schichten“ sensu RICHTER & RICHTER (1937: 310), teilweise.
„Bänderschiefer“ (BEYER 1941c: 252).
„Bänderschiefer-Horizont“ (BEYER 1941c: 265).

Heutiger Stand der Definition:

Namengebung:
Nach der Regio typico (Stadt Plettenberg in Nordrhein-Westfalen) sowie der charakteristischen hellen Bänderung (Silt-, Sandstreifung).

Lithologie:

Typusgesteine:
Graublauer dickspaltender milder Tonschiefer/-stein mit heller Silt-, Feinsand-Bänderung. Im trockenen Zustand graphitähnlich zerreibbar. Bei Wasserhinzutritt charakteristische Quell- und Schmierfähigkeit, tiefschwarzblaue Farbe.

Generelle lithologische Charakteristik:
Graublauer glimmerreicher Pelit (Tonschiefer, -stein) mit deutlich abgesetzter heller Silt-/Feinsandbänderung (0,5–2 mm mächtig), oft engständig und mit regelmäßigem Abstand voneinander (rhythmisch) ausgebildet. Ungebänderte Abschnitte überwiegen. Vereinzelt dünne Sandsteinbänkchen. Pyrit-Reichtum, feine Imprägnierung bis faustgroße Aggregate. Intensive Quarzdurchtrüerung.

Lithologische Zusammensetzung:
Tonschiefer/-steine und sandstreifige Schiefer > 60 %
Laminierte und gebänderte Partien > 30 %
Psammitische Lagen < 10 %

Hangendes: (nach Beobachtungslücke) Obersilur

	group	formation
Caradoc	Herscheid-Gruppe	Solingen-Tonschiefer (-Formation)
		Rahlenberg-Grauwackenschiefer(-Formation)
Llanavinn		Kiesbert-Tonschiefer (-Formation)
		Plettenberg-Bänderschiefer (-Formation)

Liegendes: unbekannt

Verbreitung:

Ebbe-Antiklinorium (vgl. W. SCHMIDT & W. ZIEGLER 1970: 25f, TIMM, DEGENS & WIESNER 1981: 65–66).

Nördlicher Ebbe-Teilsattel: Typusregion im Stadtgebiet von Plettenberg. Klassische Aufschlüsse (BEYER 1941b: 234) sind die ehem. Ziegeleigruben Loos (Locus typicus) und Wirth in Plettenberg-Oberstadt. Weiteres Vorkommen an der nordöstlichen Stadtgrenze unterhalb der Bracht. In westlicher Richtung Vorkommen bei Köbbinghausen (HEYCKENDORF 1978) und Herscheid (EISERHARDT et al. 1981: 202f).

Südlicher Ebbe-Teilsattel: Vorkommen nördlich Havel (TIMM, DEGENS & WIESNER 1981: 66).

Remscheider Sattel: Keine Vorkommen nachgewiesen.

Bohrgebiete: Fragliches Vorkommen in der Bohrung Soest-Erwitte 1/1a (CLAUSEN & LEUTERITZ 1982: 108, 124) im Gebiet des Lippstädter Gewölbes.

Vorkommen in anderen regionalen Einheiten:

Möglicherweise auf Teile des erbohrten Rügen-Ordoviziums der Regionalen Einheit 31 beziehbar.

Obergrenze:

Durch starke Wasseraufnahme kommt es zu Aufpressungen und Durchspießungen. Normaler Verband zu den Hangendschichten wurde nirgends beobachtet, sondern nur atektonische Gleitflächen. Grenzziehung erfolgt mit dem Einsetzen der basalen Lagen der Kiesbert-Tonschiefer(-Formation): schwach sand- und siltstreifiger Pelit ohne Schmierfähigkeit, wechsellagernd mit „Gelbschiefer“ sensu BEYER (1941b: 246).

Untergrenze: Unbekannt.

Mächtigkeit:

Im Raum Plettenberg mindestens 20 m (W. ZIEGLER 1970: 26), im Raum Herscheid mindestens 65 m (EISERHARDT et al. 1981: 202).

Spezielle stratigraphische Gliederung: Keine.

Besondere Korrelationshorizonte: Keine.

Lithologisch-fazielle Besonderheiten:

Pyrophyllit ist ebenso wie im Kiesbert- und Solingen-Tonschiefer (W. ZIEGLER 1970: 32, EISERHARDT 1981: 29–30) vorhanden. Auffällig ist eine hohe Konzentration kurzketziger gesättigter Kohlenwasserstoffe bei insgesamt geringer Konzentration an organischem Kohlenstoff (MICHAELIS et al. 1981: 193).

Fazies- und Sedimentationsbedingungen:

Die Anwesenheit von organischer Substanz, der beträchtliche Schwefelanteil und die Armut an Bodenleben kennzeichnen den Plettenberg-Bänderschiefer als Bildung der Schwarzschieferfazies im oxisch/anoxischen Grenzbebereich. Das Pristan/n-C17-Verhältnis von 0,21 (MICHAELIS et al. 1981: 196) bestätigt die Annahme einer küstenfernen Ablagerungssituation.

Magmatismus:

Das Quellvermögen lässt auf bentonitische Komponenten schließen, die aus Tuffen hervorgegangen sein könnten. Die bisherigen Untersuchungen zeigten jedoch einen Mineralbestand, der für Tuffe oder Tuffite nicht typisch ist (W. ZIEGLER 1970: 26).

Fossilführung:

Acritarchen:

- Arkonion tenuata* BURMANN 1970: MALETZ & SERVAIS 1993
- ?*Arkonion scabrata* CRAMER 1964: in MALETZ & SERVAIS 1993
- Coryphidium bohemicum* VAVRDOVA 1972: in MALETZ & SERVAIS 1993
- Coryphidium* spp.: MALETZ & SERVAIS 1993
- Ferromia filosa* VAVRDOVA 1978: MALETZ & SERVAIS 1993
- Frankea sartbernardensis* (MARTIN): MALETZ & SERVAIS 1993
- Striatotheca* spp.: MALETZ & SERVAIS 1993

Foraminiferen:

- Amphitremoida citroniforma* EISENACK, 1937: RIEGRAF & NIEMEYER 1996
- Amphitremoida elongata* EISENACK, 1967: RIEGRAF & NIEMEYER 1996
- Amphitremoida tubulosa* EISENACK, 1967: RIEGRAF & NIEMEYER 1996
- Bathysiphon* cf. *exiguus* MOREMAN, 1930: RIEGRAF & NIEMEYER 1996
- ?*Raibosammina* sp.: RIEGRAF & NIEMEYER 1996
- ?*Thekammina quadrangularis* DUNN, 1942: RIEGRAF & NIEMEYER 1996
- Thurammina echinata* DUNN, 1942: RIEGRAF & NIEMEYER 1996
- Thurammina seminaformis* DUNN, 1942: RIEGRAF & NIEMEYER 1996
- Thurammina sphaeroidalis* PLUMMER, 1945: RIEGRAF & NIEMEYER 1996

Thurammina sp.: RIEGRAF & NIEMEYER 1996

Gen. indet. I: RIEGRAF & NIEMEYER 1996

Hyalithen:

?*Hyalithes* sp. indet.: EISERHARDT et al. 1981

Trilobiten:

Areia sp.: KOCH 1999a

Dionide jubata RAYMOND: SIEGFRIED 1969, KOCH & LEMKE 1998b

Dionide jubata RAYMOND: KOCH & LEMKE 1998b
= *Dionide* cf. *jubata* RAYMOND: EISERHARDT et al. 1981

Pricyclopyge binodosa (SALTER): KOCH 1999a
= *Cyclopyge* (*Pricyclopyge*) *prisca* (BARRANDE): BEYER 1941b, RICHTER & RICHTER 1954

Ellipsotaphrus monophthalmus (KLOUCEK): KOCH 1999a

Degamella praecedens (KLOUCEK): KOCH 1999a
= *Novakella bergeroni* (NOVÁK): SIEGFRIED 1969

Cyclopygidae gen. et. sp. indet.: KOCH 1999a
= ?*Novakella* cf. *bergeroni* (NOVÁK): SIEGFRIED 1969

Microparia (*Microparia*) *prantli* MAREK, 1961: KOCH 1999a

Microparia sp. indet.: SIEGFRIED 1969, KOCH 1999a
= Cyclopygidae gen. et sp. indet.: KOCH 1999a

Ogygiocaris cf. *seavilli* WHITTARD: SIEGFRIED 1969

Iliaenus ? sp.: KOCH 1999a

= *Ogygiocaris* sp. indet.: EISERHARDT et al. 1981

Placoparia (*Placoparia*) sp.: KOCH 1999a

Pricyclopyge binodosa (SALTER):

SIEGFRIED 1969, KOCH 1999a

Crustaceen:

Malacostraca indet.: BEYER 1941b: 245

Caryocaris sp.: KOCH & BRAUCKMANN 1998

Brachiopoden:

Orthida indet.: KOCH 1999a

= *Dabrovia redux* (BARR.): BEYER 1941b: 245

Lingulacea indet.: KOCH 1999a

= *Lingula* aff. *impar* BARR.: BEYER 1941b: 245

?*Lingula* sp. indet.: EISERHARDT et al. 1981

Graptolithen (* o,P und/oder o,t,l):

Didymograptus artus ELLES & WOOD:

MALETZ (hier; vgl. Abb. 4)

= *Didymograptus* sp. of *artus* group: MALETZ & SERVAIS 1993

= *Didymograptus bifidus* HALL: BEYER 1941b

= *Didymograptus munchisoni* (BECK):

SIEGFRIED 1969: 150

= *Didymograptus* sp. indet.: SIEGFRIED 1969: 150

Aulograptus climacograptoides (BULMAN):

MALETZ hier

= *Aulograptus* sp.: SIEGFRIED 1969: 150

= *Aulograptus cucullus* (BULMAN):

MALETZ & SERVAIS 1993

Pseudophyllograptus sp.: MALETZ hier

= *Phyllograptus* sp.: SIEGFRIED 1969: 150

Phyllograptus sp. oder *Glossograptus* sp.:

MALETZ & SERVAIS 1993

Tetragraptus sp.: MALETZ & SERVAIS 1993

= *Tetragraptus* cf. *quadribrachiatus* HALL:

SIEGFRIED 1969: 150

Janograptus spp.: MALETZ hier

Holmograptus bovis WILLIAMS & STEVENS:

MALETZ hier

Holmograptus lentus (TÖRNQUIST): MALETZ hier

= *Holmograptus* cf. *lentus* (TÖRNQUIST):

SIEGFRIED 1969: 150

= *Holmograptus callotheca* (BULMAN):

MALETZ & SERVAIS 1993

Oelandograptus oelandicus (BULMAN): MALETZ hier

Archiclimacograptus sp. cf. *A. marathonensis*:

MALETZ hier

= *Amplexograptus* aff. *differtus* HARRIS &

THOMAS: SIEGFRIED 1969: 150

= *Pseudoclimacograptus* sp. A.:

MALETZ & SERVAIS 1993

= *Pseudoclimacograptus angulatus magnus*

BERRY: EISERHARDT et al. 1981

Undulograptus novaki (PERNER): MALETZ hier

= *Undulograptus* sp. A.: MALETZ & SERVAIS 1993

= *Climacograptus scharenbergi* (LAPWORTH):

BEYER 1941b: 245

= *Glyptograptus* cf. *G. teretiusculus* (HISINGER):

EISERHARDT et al. 1981

Proclimacogratus angustatus (EKSTRÖM):

MALETZ hier

= *Climacograptus* cf. *C. angustatus* EKSTRÖM:

EISERHARDT et al. 1981

Ichnofossilien:

Tomaculum problematicum GROOM [*Alcyonidiopsis*

pharmaceus RICHTER & RICHTER sensu ORR 1996]:

z. B. W. SCHMIDT & W. ZIEGLER 1970

Deformation und Metamorphose:

Variszische Transversalschieferung hoher Intensität, lokal planolineare Deformation. Einengungsfaktor (Nördl. Ebbe-Teilsattel) $F < 0.4$ (EISERHARDT 1981: 146). Vorvariszische Faltung (takonisch oder jungkaledonisch) wurde vermutet (W. ZIEGLER 1970: 122). Zweite Schieferung nicht nachgewiesen, aber verstellte Faltenachse im Herscheider Sattelkern (EISERHARDT 1981:24) sowie Faltenvergitterung in Plettenberg-Oberstadt (BEYER 1941b).

Die hohe Konzentration kurzkettiger gesättigter Kohlenwasserstoffe indiziert stärkere thermische Beanspruchung. SCHERP et al. (1968) deuten den vorhandenen Pyrophyllit als ein aus Kaolinit entstandenes, epizonal-metamorphes Mineral. Die Temperatur soll durch einen tiefsitzenden Pluton freigesetzt worden sein, der durch eine magnetische Anomalie im Ebbe-Raum angedeutet wird (BOSUM 1971). Ein vergleichsweise sehr hohes Reflexionsvermögen des Vitrinites mit Werten von 8.72 % R_{max} (WOLF 1972: 228, 253) steht für die hohe Beanspruchung des Bänderschiefers.

Radiometrische Daten: Keine.

Stratigraphisches Alter:

Unterstes Llanvirn: *Holmograptus lentus* – Zone sensu MALETZ (1995) [= *Phyllograptus nobilis* – Subzone sensu EKSTRÖM (1937) = untere *Didymograptus bifidus* – Zone (vgl. EKSTRÖM (1937))].

Literaturhinweise:

RICHTER & RICHTER (1937); BEYER (1941a, 1941b, 1941c); SCHERP, STADLER & W. SCHMIDT (1968); SIEGFRIED (1969); W. ZIEGLER (1970); BOSUM (1971); WOLF (1972); HEYCKENDORF (1978); TIMM, DEGENS & WIESNER (1981); EISERHARDT, HEYCKENDORF & THOMBANSEN (1981); EISERHARDT (1981); MICHAELIS, WIESNER & DEGENS (1981); MALETZ & SERVAIS (1993); RIEGRAF & NIEMEYER (1996); KOCH & BRAUCKMANN (1998); KOCH (1999b).