

Zur Geologie des Sauerlandes

Erdgeschichtlicher Überblick

Von OLAF OTTO DILLMANN¹

Das Sauerland mit seinen Landschaften stellt den nordöstlichen Teil des Rheinischen Schiefergebirges dar.

Das Rheinische Schiefergebirge entstand am Ende des Tertiärs durch Hebung der im Mesozoikum durch vollständige Einebnung des **Variscischen Gebirges** gebildeten variscischen Rumpffläche. Das Variscische Gebirge wiederum war gegen Ende des Paläozoikums durch Faltung und Hebung der in der **variscischen Geosynklinale** abgelagerten Sedimente hervorgegangen. Die variscische Geosynklinale war ein vielgestaltiger Ablagerungsraum, der sich zwischen dem „**old-red-Kontinent**“ (Laurussia) im Norden und dem Kontinent Gondwana im Süden erstreckte und vom Silur bis in das Karbon existierte. Im Devon wurde die variscische Geosynklinale durch die Mitteldeutsche Kristallinschwelle in einen nördlichen Teiltrog, das **Rhenoherynikum**, und einen südlichen Teiltrog, das **Saxothuringikum**, geteilt. Der nördliche Teiltrog nahm die mehr als 10.000m mächtigen Sedimente auf, aus denen heute das Rheinische Schiefergebirge besteht. Das Liefergebiet der Sedimente war der „old-red-Kontinent“. Der langsam einsinkende **rhenoherynische Teiltrog** erfuhr ständig weitgespannte Hebungen und Senkungen, die auf dem Meeresboden eine Topographie aus Becken und Schwellen formten. Der Bereich größter Sedimentmächtigkeit verlagerte sich dabei von Stufe zu Stufe im allgemeinen von Süden nach Norden. Es bildeten sich in der zeitlichen Abfolge Becken (z.B. Hundem-Trog, Lenne-Trog), die große Sedimentmächtigkeiten aufnehmen konnten.

Im **Devon** bildeten sich zwei gegensätzliche Faziesbereiche heraus. Die unter dem Einfluß der Südküste des „old-red-Kontinent“ entstandenen, terrestrisch geprägten, vielfach psammitischen Ablagerungen dokumentieren die küstennahe Frisch- und Flachwasserfazies (Schelfbereich), die als **Rheinische Fazies** bezeichnet wird. Typische Bewohner dieses Faziesbereiches waren dickschalige Muscheln und kräftig berippte Brachiopoden. Auf untermeerischen Schwellen entwickelten sich Korallenriffe. Feinkörnige pelitische Sedimente, die eine küstenferne Ablagerung im Tief- und Stillwasser dokumentieren, werden als **Herzynische Fazies** bezeichnet. Diese Meeresteile waren von dünnschaligen Muscheln und schloßlosen Brachiopoden besiedelt. Die devonischen Ablagerungen des Sauerlandes sind von diesen faziellen Gegensätzen geprägt. Manche Schichtfolgen dokumentieren die Übergänge zwischen beiden Faziesbereichen. Daneben sind lokal begrenzte Faziesausbildungen (z.B. Riffbildungen) verbreitet.

Ein zeitweiser lebhafter untermeerischer Vulkanismus ließ Eruptivgesteine entstehen. Im Unterdevon entstanden als Folge eines (initialen) sauren Vulkanismus (**Quarz-)Keratophyre** und **Keratophyrtuffe (K1 – K6)**. Im oberen Mitteldevon entstanden als Folge eines (subsequenten) basischen Vulkanismus **Diabase** mit Bildung der ehemals wirtschaftlich wichtigen Roteisensteinlager.

Im höchsten Oberdevon wurde der südliche Teil des rhenoherynischen Troges von der bretonischen (= altvariscischen) Faltungsphase der variscischen Gebirgsbildung erfaßt und als **Mitteldeutsche Schwelle** gehoben. Der von der Faltung nicht betroffene nördliche Teil des Geosynklinalraumes wurde zur **Subvariscischen Saumsenke** umgestaltet. Die Mitteldeutsche Schwelle wurde zum Liefergebiet für die Sedimente zur Auffüllung der Subvariscischen Saumtiefe im Verlaufe des Karbon.

Im **Unterkarbon** lassen sich die Ablagerungen einem küstennahen Sedimentationsraum mit Flach- und Frischwasserfazies am Südrand (Schelf) des „old-red-Kontinent (**Kohlenskalkfazies**) und der marinen Molasse am Nordrand der Mitteldeutschen Schwelle (**Kulmfazies**) zuordnen.

Im **Oberkarbon** wurde die marine Molasse („Flözleeres“) von der Süßwasser-Molasse mit kohlenführenden Schichten („Produktives Oberkarbon“) abgelöst. Gegen Ende des Oberkarbon erfaßt die **asturische Faltungsphase** der variscischen Gebirgsbildung das Gebiet und gliederte die subvariscische Saamtiefe strukturell dem variscischen Gebirge an. In **Perm** war das Variscische Gebirge bereits der intensiven Abtragung ausgesetzt. Sedimente wie das **Mendener Konglomerat** belegen die Denudation.

Stratigraphische Übersicht

Ordovizium

Gliederung des Ordovizium

Ashgill	448 Mio. a - 438 Mio. a
Caradoc	458 Mio. a - 448 Mio. a
Llandeilo	468 Mio. a - 458 Mio. a
Llanvirn	478 Mio. a - 468 Mio. a
Arenig	488 Mio. a - 478 Mio. a
Tremadoc	505 Mio. a - 488 Mio. a

(aus: HARLAND & al.: A geologic time scale.)

Im Ebbe-Sattel vertreten die **Herscheider Schichten** bestehend aus schwarzen Bänderschiefern und Sandsteinen unteres Llanvirn bis Ashgill. Der Plettenberger Bänderschiefer vertritt das Untere Llanvirn.

Fauna: Brachiopoden: *Lingula aff. impar*
 Nautiloideen:
 Trilobiten: *Pricyclopyge binodosa*
 Graptolithen: *Didymograptus bifidus*

Graptolithen (Kambrium - Karbon)
 Stamm: Stomatochordata
 3. Klasse: Graptolithina
 Ordnung: Dendroidea (baumförmiges Rhabdosom, sessil)
 Ordnung: Graptoloidea (planktisch)
 rezent: Pterobranchiata (marine Tiere, die in einer aus chitinen Halbringen bestehenden Röhre leben)

Silur

Gliederung des Silur

Pridoli	414 Mio. a - 408 Mio. a
Ludlow	421 Mio. a - 414 Mio. a
Wenlock	428 Mio. a - 421 Mio. a
Llandovery	438 Mio. a - 428 Mio. a

(aus: HARLAND & al.: A geologic time scale.)

Die sandigen und kalkigen Gesteine der **Köbbinghäuser Schichten** vertreten im Ebbe-Sattel des Kernsauerlandes das Mittel- und Ober-Silur.

Fauna: Brachiopoden: *Dayia navicula*
 Nautiloideen:
 Trilobiten: *Calymene beyeri*
 Graptolithen:

Devon

Gliederung des Devon

Oberdevon		in Westfalen:	Wocklum-Stufe
Famenne	367 Mio. a - 360 Mio.		Dasberg-Stufe
Frasne	374 Mio. a - 367 Mio. a		Hemberg-Stufe
			Nehden-Stufe
			Adorf-Stufe
Mitteldevon			
Givet	380 Mio. a - 374 Mio. a		
Eifel	387 Mio. a - 380 Mio. a		
Unterdevon			
Ems	394 Mio. a - 387 Mio. a		
Siegen	401 Mio. a - 394 Mio. a		
Gedinne	408 Mio. a - 401 Mio. a		

(aus: HARLAND & al.: A geologic time scale.)

Unterdevon

Das **GEDINNE** beginnt im westlichen Sauerland mit den tonig-siltigen, etwa 200m mächtigen **Hüinghäuser Schichten**. Die teilweise feinsandigen, maximal 300m mächtigen **Bredeneck-Schichten** dokumentieren küstennähere Ablagerungen eines Schelfmeeres. Die feinsandig-siltigen, 400 bis 450m mächtigen **Bunten Ebbe-Schichten** werden als Ablagerungen im Mündungsbereich vom „old-red-Kontinent“ kommender Flüsse gedeutet. Vulkanische Aktivität im tiefen Unterdevon wird durch zwei Tuff-Horizonte, die Keratophyrtuffe **K1** und **K2**, dokumentiert.

Das **SIEGEN** ist im Kernsauerland und Hochsauerland (Siegener Antiklinorium) in den ca. 2.000m mächtigen **Siegener Schichten** mit Sand-, Silt- und Tonsteinen in herzynischer Fazies ausgebildet.

Im westlichen Sauerland vertreten die 200 – 300m mächtigen **Paseler Schichten** aus grauen, graubraunen und graugrünen Sand-, Silt- und Tonsteinen in rheinischer Fazies das mittlere Unterdevon.

Das **EMS** beginnt mit den 20 – 150m mächtigen, weißen und gräulichen quarzitischen Sandsteinen der **Rimmert-Schichten (Sieseler Schichten im Ebbesattel)**, die im Flachwasser abgelagert wurden. Als typisch werden konglomeratische Sandsteine beschrieben. Im Hangenden der Rimmert-Schichten liegt der 80 – 300m mächtige, submarin entstandene **Haupt-Vulkanit (K4)** aus Quarzkeratophyr und Keratophyrtuff. Die verstärkte Eintiefung des Hundem-Troges führte zur Ablagerung der faziell vielfältigen, maximal bis zu 650m mächtigen **Remscheider Schichten**. Die Unteren Remscheider Schichten in der westlichen Fazies bestehen aus Ton-, Schluff- und Sandsteinen mit Tuff- und Tuffitlagen. In der östlichen Fazies überwiegen blaugraue, reine oder schluffige, stellenweise auch sandige Tonsteine. In den Oberen Remscheider Schichten in westlicher Fazies überwiegen schwarze, graue oder bunt gefärbte Tonsteine. Lagenweise sind Toneisensteinkonkretionen angereichert. Die

mittleren Remscheider Schichten in östlicher Fazies bestehen überwiegend aus grauen, feinkörnigen Sandsteinen, während in den Oberen Remscheider Schichten wiederum Tonsteine vorherrschend sind. Im Hangenden der Remscheider Schichten liegt der **K5-Horizont** (Bilstein-Tuff) aus massigem, harten Keratophyruff.

Darüber folgen die aus Sand-, Silt- und Tonsteinen bestehenden **Harbecke-Schichten**, die durch den **K6-Horizont** (Keratophyruff) in die Unteren Harbecke-Schichten (**demH1**) und Oberen Harbecke-Schichten (**demH2**), in denen vorübergehend herzynische Einflüsse auftreten, geteilt werden.

Im Hangenden folgen die bis zu 300m mächtigen, tonig-siltigen **Orthocrinus-Schichten** (**demO**) mit reicher Fossilführung.

Mitteldevon

Das **EIFEL** ist im nördlichen und westlichen Sauerland in rheinischer Fazies ausgebildet. Die 300 – 500m mächtigen **Hobräcker Schichten** (**deH**) bestehen aus silt- oder sandgebänderten Tonschiefern. Darüber folgen die 300 – 400m mächtigen **Mühlenberg-Schichten** (**deM**) bestehen aus sandigen Sedimenten (Mühlenberg-Sandstein). Den Abschluß findet das Eifel mit den 450 – 600m mächtigen **Selscheider Schichten** (**deS**), die im unteren und oberen Teil aus Tonschiefern (Ohler Schiefer bzw. Selscheider Schiefer) bestehen. Die mittleren Selscheider Schichten sind sandig ausgebildet (Unnenberg-Sandstein).

Im östlichen Sauerland ist das Eifel in herzynischer **Wissenbacher Fazies** mit überwiegend tonschieferigen Schichtfolgen (Schmallenberger Schiefer und Fredeburger Schiefer) ausgebildet. Das Eifel in herzynischer Fazies beginnt mit den **Schmallenberger Schichten**, die im Südsauerland durch die noch von rheinischer Fauna geprägten, 25 – 150m mächtigen **Stöppeler Schichten** vertreten werden. Darüber liegen die bis zu 500m mächtigen **Fredeburger Schichten** mit sandigen Einschaltungen im höheren Teil. Es folgen die im Osten über 150m mächtigen **Ramsbecker Schichten**, die im Westen vorwiegend aus Sand-, Schluff- und Tonsteinlagen, im Osten aus Quarzit und quarzitischen Sandsteinbänkchen bestehen. Wo die herzynische Fazies weit nach Westen greift, sind die aus reinen Tonschiefern, Bänderschiefern und Silt- sowie Sandsteineinlagerungen bestehenden **Lennehelle-Schichten** (**deL**) ausgebildet, die altersmäßig den Ramsbecker Schichten entsprechen, und von den Schluff- und Tonsteinen der **Äquivalente der Selscheider Schichten** (**deS,t**) überlagert werden.

Zu Beginn des **GIVET** dehnt sich die herzynische Fazies weit nach Westen aus. Die zuunterst liegenden 30 - 50m mächtigen **Odershäuser Schichten** (**dvO**) bestehen überwiegend aus dunklen, teilweise karbonatischen Tonschiefern, die reichlich Tentaculiten² enthalten (Tentaculitenschiefer). Darüber folgen die karbonathaltigen Ton- und Schluffsteine der großen Mächtigkeitsschwankungen unterworfenen (15 - 265m) **Meggener Schichten** (**dvME**), die im Raum Lennestadt in der Fazies des Meggener Riffs und des Meggener Lagers ausgebildet sind.

² **Tentaculiten**: selbständige Klasse (Cricoconorida) der Weichtiere, Gehäuse von weniger als 1cm Länge, spitzkonisch (2-8°), röhrenförmig mit Rippen; Weichkörper unbekannt (Styliolinen).

Das Givet in rheinischer Fazies beginnt mit den etwa 140m mächtigen, siltig-tonigen **Wiedener Schichten** (**dvW**). Darüber folgen graue, karbonatische, siltig-feinsandige Tonschiefer der **Grevensteiner Schichten** (**dvG** / Untere Finnentroper Schichten).

Durch ihren Fossilreichtum zeichnen sich die bis zu 700m mächtigen sandig-tonigen sowie karbonatischen Sedimente der **Newberrien-(Rensselandia-)Schichten** (**dvN** / Obere Finnentroper Schichten) aus, in denen sich Ansätze erster Riffbildung dokumentieren.

Beim **Massenkalk** des mittleren und oberen Givet lassen sich zwei Faziestypen unterscheiden. Gut gebankte, dunkel- bis schwarzgraue, etwas bituminöse, tonhaltige Kalksteine, die auf ausgedehnten, flachen Karbonatplattformen abgelagert wurden, werden als **Schwelm-Fazies** (**dvSW** / bis zu 300m mächtiger Schwelmer Kalk) bezeichnet. Demgegenüber besteht die **Dorp-Fazies** (**dv-aD“v“**, **dv-aD“k“**, **dv-aD“r“** / bis zu 650m mächtiger Dorper Kalk) aus hell- bis dunkelgrauen, massigen, dick- bis dünnbankigen, teilweise sogar Grobschutt führenden Kalksteinen. Kennzeichnend ist der hohe Anteil umgelagerter und zerbro-

chener Riffbauer und -bewohner. Es wird zwischen den Ablagerungen des Vorriffs („v“), des Riffkerns („k“) und des Rückriffs („r“) unterschieden.

Korallen (zur Systematik):
 Untergruppe: Coelenterata
 Stamm: Cnidaria (Nesseltiere)
 Klasse: Anthozoa (Blumentiere)
 Unterklasse: Zoantharia (Steinkorallen)
 Rezente Riffkorallen existieren in weniger als 35m Wassertiefe bei 25-28°C Wassertemperatur in gut durchlichtetem und durchlüftetem Wasser; leben mit Grünalgen (Zooxanthellen) in Symbiose: dadurch Kalkabscheidung zum Bau des Exoskeletts. Im Devon werden unterschieden:
 tabulate Korallen (Tabulata)
 rugose Korallen (Rugosa): solitäre und koloniale Formen

Als herzynische Faziesvertretung des Massenkalk sind im Ostsauerland die 100 – 150m mächtigen **Wallener Schiefer (dvWA)** und die ca. 300m mächtigen **Nuttlarer Schiefer (dvN)** aufzufassen. Eingebettet zwischen diesen beiden im wesentlichen tonschiefrig ausgebildeten Schichtfolgen liegt der 100 – 200m mächtige **Hauptgrünsteinzug** aus Diabasen, Spiliten³ und Tuffen, die mit Flinzkalken vergesellschaftet sind.

³ **Spilit:** Spilite sind chemisch dem Diabas nahestehende Gesteine, die aber sehr wasserreich und in den Texturen überraschend verschieden sind. Sie können feinhymisch in Sedimenten vorkommen, aber auch oft Mandelsteine bilden. Meist sind sie fast dicht, ohne oder fast ohne Einsprenglinge und durch Chlorit- und Epidotgehalte fast immer grün.
 aus: BRUHNS, W. & RAMDOHR, P. (1972): Petrographie. – 7. Aufl.; Sammlung Göschen Bd. 173; Walter de Gruyter & Co, Berlin.

Oberdevon

Die Ablagerungen des Oberdevon werden von auffallenden Mächtigkeits- und Gesteinsunterschieden geprägt, die auf Schwellen- und Beckenbildung im marinen Ablagerungsraum des herzynischen Faziesbereich zurückgehen. Die abgestorbenen Riffe schufen zusätzlich besondere Ablagerungsbedingungen. Die Gliederung oberdevonischer Sedimente erfolgt daher nicht nach ausschließlich chronologischen, sondern auch regional-faziellen Gesichtspunkten. Örtlich reicht die Massenkalkfazies bis in die Obere Adorf-Stufe hinein. Im allgemeinen entstanden im Oberdevon auf den Schwellen nur wenige Zehnermeter mächtige Cephalopodenkalke, während sich in den Beckenbereichen mehrere hundert Meter mächtige Abfolgen aus Bänderschiefer, Flinz⁴ und Sandstein bildeten. Die Farbe der Cephalopodenkalke wechselt von dunkelgrau über grau und graugrün zu rotgrau und rotviolett. Die Bänderschiefer sind von schwarzer, grauer, grüngrauer und graugrüner Farbe. Typisch für das Oberdevon sind auch bunte Knollenkalke und Kalkknotenschiefer („Kramenzelschiefer“). Im höheren Oberdevon des Südsauerlandes (Attendorn-Elsper Doppelmulde) sind immer wieder mächtige turbiditische Sandsteine eingelagert.

⁴ **Flinz:** (wahrscheinlich H. von DECHEN, 1884) dunkle, feinkörnige, meist bituminöse Plattenkalke (Flinzkalk) und Schiefer (Flinzschiefer) des unteren Oberdevons mit vorwiegend pelagischer Fauna (im rechtsrheinischen Schiefergebirge).
 aus: MURAWSKI, H. (1972): Geologisches Wörterbuch. – 6. Aufl., Enke Verlag, Stuttgart.

Karbon

Gliederung des Karbon

Oberkarbon (Siles)

Stefan A - C	296 Mio. a - 286 Mio. a				
Westfal A - D	315 Mio. a - 296 Mio. a	(Namur C – Stefan C)			„Produktives Karbon“
Namur A - C	333 Mio. a - 225 Mio. a	(Namur A – B)			„Flözleeres“

Unterkarbon (Dinant)

Visé 352 Mio. a - 333 Mio. a
Tournaise 360 Mio. a - 352 Mio. a
(aus: HARLAND & al.: A geologic time scale.)

Unterkarbon (Dinant)

Zwei Faziesbereiche werden unterschieden:

- **Kulmfazies:** klastisch geprägte Tief- o. Stillwasserfazies mit Grauwacken (mit Pflanzenfossilien), Kieselschiefern, Lyditen und Plattenkalken mit überwiegend planktonischer und nektonischer Fauna.
- **Kohlenkalkfazies:** Flach- o. Frischwasserfazies mit Kalk- und Dolomitsteinen, Riffbildung, auch Tonschiefer.

Das Unterkarbon des Sauerlandes ist in der Kulmfazies entwickelt.

Bis zum tiefsten Unterkarbon blieben die oberdevonischen Becken und Schwellen weitgehend faziesbestimmend. In den tonig-schluffigen, teils auch karbonatischen **Hangenberg-Schichten** liegt die Devon/Karbon-Grenze. Der **Hangenberg-Kalk (Gattendorfia-Stufe)** wird als **Kulm I** an die Basis des Unterkarbon gestellt. Im mittleren Unterkarbon kam es infolge einer Ausweitung und Vertiefung des Meeresraumes zu einer relativ einheitlichen Sedimentation dunkler Tonsteine mit lagenweise angereicherten Phosphoritknollen der **Liegenden Alaunschiefer (c2,tal)**. Es folgen **Kieselkalk, Lydit, Kieselschiefer (c2,ki)**, deren kieselssäurereichen Sedimente ebenfalls auf Stillwassermilieu hinweisen. Darüber folgen die **Kieseligen Übergangsschichten (c3,ki)**, die aus hellgrauen, dünnbankigen, kieseligen Schiefen, Kieselkalkbänken, Mergelkalken sowie kieseligen, blauschwarzen, schwarzgrauen bis schwarzen, harten, kompakten, schlecht spaltenden und dickstückig zerbrechenden Alaunschiefern und Tonschiefern bestehen. Den Abschluß des Unterkarbon bildet der **Kulm-Tonschiefer (c3,t)** aus schwarzgrauen, blaugrauen, dunkelbraunen, grau- bis olivgrünen, milden Ton- und Siltsteinen. Am Nordwestrand des Sauerlandes sind mehrere hundert Meter mächtige **Kulmplattenkalke (c3,kpl)** abgelagert worden, die den Kulm III (c3) vertreten. Die Plattenkalke, die teilweise vom Posidonienschiefer unterlagert werden, bestehen aus Kalkdetritus, der, vermutlich von Nordwesten her, in Suspensionsströmen in das tiefere Kulmbecken hineingeschüttet wurde. Im Hangenden der Plattenkalke liegen die **Hangenden Alaunschiefer**, die bis ins tiefe Oberkarbon reichen. Im Ostsauerland ist der Kulm III durch Grauwacken (Kulmgrauwacke) und Grauwackenschiefer vertreten.

Fauna: Muscheln: *Posidonia becheri*
Cephalopoden: *Goniatites crenistia*
Goniatites striatus
Goniatites granosus
Brachiopoden: *Spiriferina biplicata*
Trilobiten: *Kulmiella westphalica*
Pseudospatulina kraemeri

Oberkarbon (Siles)

Im Südsauerland (Attendorf-Elsper Doppelmulde) setzte sich die Fazies der Kulm-Tonschiefer bis in das tiefe Oberkarbon (**Arnsberger Schichten / cnA**) hinein fort. Der **Namur-Tonschiefer (cnA1,t)** bildet hier die tiefsten Schichten des Oberkarbon.

Im Nordsauerland (Arnsberger Wald) setzte sich die bereits im Unterkarbon einsetzende Grauwacken-Sedimentation in den **Arnsberger (cnA)** und **Hagener Schichten (cnH)** fort.

Literatur

(Auswahl)

AVLAR, H. & DOHMEN, M (1985): Bemerkungen zur Schwarzschiefer-Fazies der Remscheider Schichten und erste Untersuchungsergebnisse der Vertebraten-Fundstelle NE´ Kierspe (Sauerland, Rheinisches Schiefergebirge). – Geol. Paläont. Westf., **4**: 7 – 22, 9 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Münster.

CLAUSEN, C.-D. (1978) mit Beitr. von FUCHS, W. & GWOSDZ, W. & JÄGER, B. & KAMP, H. von & KREBS, W. & WIRTH, W. & WOLF, M.: Erläuterungen zu Blatt 4814 Lennestadt. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1 : 25000, Erl., **4814**: 474 S., 29 Abb., 28 Tab., 4 Taf.; Krefeld.

CLAUSEN, C.-D. (1984) mit Beitr. von ERKWOH, F.-D. & GRÜNHAGE, H. & KAMP, H. von & REHAGEN, H.-W. & WOLF, M.: Erläuterungen zu Blatt 4515 Hirschberg. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1 : 25000, Erl., **4515**: 115 S., 11 Abb., 7 Tab., 3 Taf.; Krefeld.

CLAUSEN, C.-D. (1991) mit Beitr. von GRÜNHAGE, H. & HEILMANN, H. & KRAHN, L. & LEDOUX, H. & REHAGEN, H.-W. & SUCHAN, K.H.: Erläuterungen zu Blatt 4914 Kirchhudem. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1 : 25000, Erl., **4914**, 2. Aufl.: 146 S., 13 Abb., 7 Tab., 3 Taf.; Krefeld.

CLAUSEN, C.-D. & DEUTLOFF, O. & KNAPP, G. & KÜHN-VELTEN, H. & MICHEL, G. & MÜLLER, H. & SKUPIN, K: (1989): Erläuterungen zu Blatt C 4718 Korbach. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1 : 100000, Erl., **C 4718**: 104 S., 22 Abb., 3 Tab.; Krefeld.

CLAUSEN, C.-D. & GRABERT, H. & HILDEN, H.D. & KAMP, H. von & KÜHN-VELTEN, H. & LUSZNAT, M. & VOGLER, H.: (1983): Erläuterungen zu Blatt C 5110 Gummersbach. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1 : 100000, Erl., **C 5110**: 69 S., 18 Abb., 2 Tab.; Krefeld.

CLAUSEN, C.-D. & KAMP, H. von & KOCH, M. & KÜHN-VELTEN, H. & LEUTERITZ, K. & MÜLLER, H. & THOME, K.N. & VOGLER, H.: (1981): Erläuterungen zu Blatt C 4714 Arnsberg. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1 : 100000, Erl., **C 4714**: 63 S., 18 Abb., 2 Tab.; Krefeld.

CLAUSEN, C.-D. & KAMP, H. von & LUSZNAT, M. & MÜLLER, H. & THÜNKER, M. & VOGLER, H.: (1985): Erläuterungen zu Blatt C 5114 Siegen. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1 : 100000, Erl., **C 5114**: 80 S., 18 Abb., 3 Tab.; Krefeld.

CLAUSEN, C.-D. & LEUTERITZ, K. (1979): Übersicht über die Geologie des Warsteiner Sattels und seiner näheren Umgebung. – Aufschluß, Sonderband **29** (Warstein): 1 – 32, 9 Abb., 1 Tab.; Heidelberg.

CLAUSEN, C.-D. & LEUTERTZ, K. (1984) mit Beitr. von ERKWOH, F.-D. & KAMP, H. von & REHAGEN, H.-W. & WEBER, P. & WOLF, M.: Erläuterungen zu Blatt 4516 Warstein. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1 : 25000, Erl., **4516**: 155 S., 20 Abb., 14 Tab., 3 Taf.; Krefeld.

CLAUSEN, C.-D. & LEUTERITZ, K. & ZIEGLER, W. (1979): Biostratigraphie und Lithofazies am Südrand der Elspe Mulde (hohes Mittel- und tiefes Oberdevon; Sauerland, Rheinisches Schiefergebirge). – Geol. Jb., **A 51**: 3 – 37, 9 Abb., 7 Tab., 1 Taf.; Hannover.

DORN, P. (1951): Geologie von Mitteleuropa. - E. Schweizerbart´sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

HENNIGSEN, D. & KATZUNG, G. (1998): Einführung in die Geologie Deutschlands.- 5. Aufl.: 244 +XX S., 97 Abb., 9 Tab.; Ferdinand Enke Verlag Stuttgart

HORN, M: (1960): Die Zone des *Eumorphoceras pseudobilingue* im Sauerland. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3,1**: 303 – 342, 6 Abb., 1 Tab., 5 Taf.; Krefeld.

JANSEN, F. & KAMP, H. von & KUNZ, E. & KÜHN-VELTEN, H. & MÜLLER, H. & PAPROTH, E. & RABITZ, A. & THOME, K.N. & VOGLER, H.: (1981): Erläuterungen zu Blatt C 4710 Dortmund. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1 : 100000, Erl., **C 4710**: 64 S., 14 Abb., 3 Tab.; Krefeld.

KOCH, L. & LEMKE, U. & BRAUCKMANN, C. (1990): Vom Ordovizium bis zum Devon: Die fossile Welt des Ebbe-Gebirges. – 198 S., 87 Abb., 3 Tab., 26 Taf.; v.d. Linnepe Verlag, Hagen.

KRONBERG, P. & PILGER, A. & SCHERP, A. & ZIEGLER, W. (1960): Spuren altvariszischer Bewegungen im nordöstlichen Teil des Rheinischen Schiefergebirges. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3,1**: 1 – 46, 13 Abb., 3 Tab., 7 Taf.; Krefeld.

KRUSCH, P. (1980): Erläuterungen zu Blatt 4512 Menden. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1 : 25000, Erl., **4512**, 2. Aufl.: VIII + 85 S., 2 Abb., 1 Tab.; Krefeld.

KULICK, J. (1960): Zur Stratigraphie und Palaeogeographie der Kulm-Sedimente im Eder-Gebiet des nordöstlichen Rheinischen Schiefergebirges. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3,1**: 243 – 288, 11 Abb., 3 Tab., 1 Taf.; Krefeld.

LANGENSTRASSEN, F. (1972): Fazies und Stratigraphie der Eifel-Stufe im östlichen Sauerland (Rheinisches Schiefergebirge, Bl. Schmallingenberg und Girkhausen). – Göttinger Arb. Geol. Paläont., **12**: 106 S., 10 Abb., 12 Tab., 4 Taf., 2 Beil.; Göttingen.

LUSZNAT, M. (1968) mit einem Beitrag von WIRTH, W.: Erläuterungen zu Blatt 5113 Freudenberg. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1 : 25000, Erl., **5113**: 196 S., 5 Abb., 11 Tab., 6 Taf.; Krefeld.

LUSZNAT, M. (1970) mit Beitr. von REHAGEN, H.W. & REINHARDT, M. & WEYER, K.U. & WIRTH, W.: Erläuterungen zu Blatt 5014 Hilchenbach. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1 : 25000, Erl., **5014**: 265 S., 19 Abb., 10 Tab., 6 Taf.; Krefeld.

MAY, A. (1987): Der Massenkalk (Devon) nördlich von Brilon (Sauerland). - Geol. Paläont. Westf., **10**: 51 - 84, 12 Abb., 1 Tab.; Münster.

MÜLLER-WILLE, W. (1981): Westfalen. Landschaftliche Ordnung und Bindung eines Landes. – 2. Aufl.: 411 S., 40 Abb. u. Tab., 6 Beil., 2 Kt.; Münster (Aschendorffsche Verlagsbuchhandlung).

PAECKELMANN, W. (1979) mit Beitr. von BOTCKE, H. & DIEDRICH, G. & FICKEL, W. & HÖLTING, B. & HORN, M. & PLAUMANN, S. & ULRICH, H.,J.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1 : 25000 Blatt Nr. 4618 Adorf. – Erl. geol. Kt. Hessen 1 : 25000, Bl. **4618** Adorf, 2. Aufl.: 127 S., 11 Abb., 11 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.

PAPROTH, E. (1960): Der Kulm und die flözleere Fazies des Namurs. Stand der Untersuchungen und offene Fragen. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3,1**: 385 – 422, 7 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Krefeld.

SCHMIDT, H. & PLESSMANN, W. (1961): Sauerland. – Sammlung Geologischer Führer Bd. **39**: 151 S., 8 Abb., 5 Taf., 19 Exkursionstabellen, 1 Kte.; Gebrüder Bornträger, Berlin-Nikolassee.

THOME, K.N. (1968) mit Beitr. von MERTENS, H. & REHAGEN, H.W. & WOLF, M.: Erläuterungen zu Blatt 4615 Meschede. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1 : 25000, Erl., **4615**: 148 S., 15 Abb., 7 Tab., 6 Taf.; Krefeld.

THOME, K.N. (1993) mit Beitr. von ROTH, R. & SCHERP, A. & VIETH-REDEMANN, A. & WEBER, P.: Erläuterungen zu Blatt 4815 Schmallingenberg. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1 : 25000, Erl., **4815**: 90 S., 15 Abb., 6 Tab., 2 Taf.; Krefeld.

VOGLER, H. (1977): Nutzbare Festgesteine in Nordrhein-Westfalen.- 65 S., 11 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Krefeld (Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf.).

VOGLER, H. (1995), mit einem Beitr. von BARTH, W.: Erläuterungen zu Blatt CC 4710 Münster. - Karte der oberflächennahen Rohstoffe 1:200.000, Erl., **CC 4710**: 55 S., 4 Tab., 1 Kt.; Hannover.

VÖHRINGER, E. (1960): Die Goniatiten der unterkarbonischen *Gattendorfia*-Stufe im Hönnetal (Sauerland). – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3,1**: 107 – 196, 53 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Krefeld.

WITTERN, A. (1994): Taschenbuch der Mineralien-Fundstellen Mitteleuropas. Deutschland, Teil 1. – 2. Aufl.: 270 S.; Bode Verlag, Haltern.

WOLBURG, J. (1933): Das Devon im Gebiet der oberen Lenne. – Abh. preuß. geol. L.-Anst., N.F., **151**: 70 S., 10 Abb., 3 Taf.; Berlin.

ZIEGLER, W. (1970) mit Beitr. von KAMP, H. von & REINHARDT, M. & SCHERP, A. & SCHMIDT, W. & WIRTH, W.: Erläuterungen zu Blatt 4713 Plettenberg. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1 : 25000, Erl., **4713**, 2. Aufl.: 179 S., 20 Abb., 10 Tab., 3 Taf.; Krefeld.

ZIEGLER, W. (1978) mit Beitr. von DAHM-ARENS, H. & GWOSDZ, W. & KAMP, H. von & QUITZOW, H.W. & SCHERP, A. & SCHIRMER, W. & WEBER, P. & WOLF, M.: Erläuterungen zu Blatt 4813 Attendorn. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1 : 25000, Erl., **4813**: 230 S., 19 Abb., 10 Tab., 5 Taf.; Krefeld.

¹ Anschrift des Verfassers: Dr. OLAF OTTO DILLMANN, D-45894 Gelsenkirchen-Buer, Holtwiesche 2, olaf.otto.dillmann@geodienst.de.