GEO-FÜHRER

Gerhard Fischer

GRENZWELTEN GeoPark

Geologie und Landschaft der Diemelsee-Region

Ein geologischer Wanderführer im Geopark *Grenz*Welten

Für Marie und Moritz

Die Zeit, die enge Grenzen für uns hat,
hat keine für die Natur

J.F. D'Aubuisson, 1821
(Französischer Geognost)

Vorwort zur 2. Auflage

Der kleine geologische Wanderführer im Geopark GrenzWelten aus dem Jahr 2020 hat offenbar vielfach Interesse gefunden. Ich habe seither zahlreiche Kommentare und Zuspruch bekommen und der Wunsch scheint vorhanden, es in die Hand zu nehmen und los zu wandern, um die einzigartige und vielseitige Geologie, die zur Landschaftsformung dieser Region des Geoparks GrenzWelten maßgeblich beiträgt, zu bestaunen und zu verstehen.

Das Konzept der Geoparks, inzwischen gibt es 19 davon in Deutschland, scheint sich bewährt zu haben. Neue Geotope, auch im Geopark GrenzWelten, sind hinzugekommen, u.a. das erste in Adorf im Bereich des Adorfer Bänderschiefers (Ober-Devon), welches am 15.9.2024 als Geotop des Jahres 2024 offiziell eingeweiht wurde. Es ist entstanden auf Initiative von Gerd Rosenkranz (Marsberg), der nach einer gemeinsamen geologischen Exkursion den Adorfer Bänderschiefer als Geotop des Jahres 2024 vorgeschlagen und auch die Umsetzung übernommen hat. Für die Unterstützung seitens der öffentlichen Hand der Stadt Adorf sei hier noch einmal gedankt. Ebenso möchte ich Dr. Georg Bresser danken, der als neuer Leiter des Geoparks diese Idee mit Interesse aufgenommen hat und ohne den die Realisierung nicht möglich gewesen wäre.

Auch bei der Einweihung dieses Geotops hatte ich den Eindruck von einem zunehmenden Interesse an der Geologie dieser alten Bergbauregion mit ihren zahlreichen außergewöhnlichen Aufschlüssen und Geotopen und den Wunsch nach mehr leicht zugänglicher Information. Das auch die Wissenschaft weiterhin in dieser spannenden Region aktiv ist, zeigen zahlreiche neuere Publikationen, gerade auch über den faszinierenden Adorfer Bänderschiefer (z.B. Piecha, 1993, Becker et al. 2017) und den darin befindlichen Kellwasserkalk (z.B. Wichern et al. 2023), der ein bedeutendes globales Aussterbeereignis, verbunden mit Klimaveränderungen und einer Sauerstoffkrise im Ober-Devon, dokumentiert.

Auf Anregung von Dr. Georg Bresser vom Geopark GrenzWelten, habe ich mit seiner Unterstützung eine kurze Überarbeitung der ersten Auflage vorgenommen. Diese Änderungen betreffen vor allem die Einführung mit einer Würdigung des neuen Geotops in Adorf und einer etwas detaillierteren Auseinandersetzung mit dem Adorfer Bänderschiefer, auch im Hinblick auf kurzfristige Klimaveränderungen im Ober-Devon. Auch zum berühmten Kellwasserkalk, der u.a. am Winsenberg bei Adorf aufgeschlossen und wissenschaftlich mo-

dern bearbeitet wurde, gibt es einige neuere Ergänzungen. Dazu wurde auch das Literaturverzeichnis entsprechend ergänzt mit einigen neueren Arbeiten für diejenigen, die sich etwas eingehender mit den geowissenschaftlichen und klimatologischen Themen und Fragestellungen beschäftigen wollen. Ebenso wurden im Text Hinweise auf Informationsmaterial (meist Flyer) des Geoparks GrenzWelten zu den Geotopen eingefügt. Z.t. werden diese Flyer gerade einer Neubearbeitung unterzogen.

Ich hoffe, auch die 2. Auflage findet regen Zuspruch und dass das Interesse an geowissenschaftlichen Themen und Fragestellungen, u.a. auch durch die zahlreichen Initiativen des Geoparks GrenzWelten, in Zukunft weiter zunimmt.

Mit einem herzlichen ‚Glückauf',

Gerhard Fischer

Bremen, im November 2024

Inhaltsübersicht Seite

1. Einführung 7
2. Erforschungsgeschichte und Nutzung der Gesteine 9
3. Das Rheinische Schiefergebirge im Spiegel der Plattentektonik 12
4. Klima, Land und Meer im Paläozoikum 15
5. Gesteine der Diemelsee-Region und Landschaftsformung 16

6. Exkursionsziele und geologische Wanderungen 21
   - 6.1. Untermeerischer Vulkanismus mit typischen Kissenlaven 22
   - 6.2. Blick auf den vererzten devonischen Meeresboden 24
   - 6.3. Ein gefalteter Diabasgang mit Sedimentgestein 27
   - 6.4. Wenn wässrige Sande in Bewegung geraten 28
   - 6.5. Große und kleine Kieselkalkfalten am ‚Göttinger Profil' 31
   - 6.6. Faltenbau und Morphologie am steilen Diemel-Prallhang 34
   - 6.7. Gebirgsdruck, übereinander geschobene Gesteine und ein Luftsattel 36
   - 6.8. Störungen mit unregelmäßigen Falten 39
   - 6.9. Versetzte Bergzüge aus Kieselkalk 42
   - 6.10. Ein berühmtes geologisches Profil mit Fossilien 43

7. Ausgewählte und zitierte Literatur 46

Anhang 1. Glossar 48
Anhang 2. Stratigraphische Tabelle von Deutschland (2012a) 51
Anhang 3. Geologische Schichtenfolge im Ost-Sauerland 52
Anhang 4. Karte (Ausschnitt TK 50 Korbach) mit Exkursionszielen 53
Anhang 5. Häuserwand in Flechtdorf (Küsterhaus) mit verschiedenen Gesteinstypen 54

Danksagung 55

1. Einführung

Da nun seit so vielen Jahren Berg um Berg bestiegen, Fels um Fels beklettert und beklopft....., so hatte ich die Naturerscheinungen dieser Art teils selbst gezeichnet...., teils zeichnen lassen.... Bei allem diesem schwebte mir immer ein Modell im Sinne, wodurch das anschaulicher zu machen wäre, wovon man sich in der Natur überzeugt hatte. Es sollte auf der Oberfläche eine Landschaft vorstellen, die aus dem flachen Lande bis in das höchste Gebirge sich erhob. Hatte man die Durchschnittsteile auseinander gerückt, so zeigte sich an den inneren Profilen das Fallen, Streichen und was sonst verlangt werden möchte

J.W. v. Goethe

Seit 2006 ist die Region des Diemelsees ein Teil des Geoparks ‚GrenzWelten'. Innerhalb des Geoparks befinden sich zahlreiche spektakuläre Naturdenkmäler bzw. Geotope wie die Adorfer Klippe am Martenberg, die Bruchhauser Steine (Olsberg) oder auch die inzwischen weltberühmte Korbacher Spalte (Nationales Geotop). Für diese großen Geotope liegen Flyer und Informationsmaterial vom Geopark vor, das z.T. gerade neu überarbeitet wird. Auch gibt es bereits vieles an Literatur und/oder Hinweistafeln im Gelände mit guten und verständlichen Erläuterungen, Zeichnungen und Abbildungen zu Geologie und Bergbau (z.B. Grube Christiane bei Adorf) sowie ein gut ausgestattetes Museum in Korbach. Relativ neu ist ein Geofoyer im alten Kalkturm am Eingang zur Korbacher Spalte. Einige Jahre gab es auch ein kleines schönes Geofoyer in der Mitte von Adorf, das vor wenigen Jahren in des Infozentrum nach Diemelsee-Heringhausen umgezogen ist.
Weniger spektakuläre geologische Aufschlüsse, Steinbrüche und geologische Wegeprofile, die es zuhauf in dieser Region gibt, werden jedoch kaum in der Literatur beschrieben und gewürdigt. Dieser geologische Wanderführer ver-

Abb. 1. Herbstaussicht vom Dommel (738 m) nach Osten in die hügelige Mittelgebirgslandschaft des östlichen Sauerlandes. Der Dommel ist ein markanter Gipfel westlich von Ottlar mit einem Aussichtsturm und bietet einen guten Überblick über die hier vorgestellte Diemelsee-Region.

sucht diese Lücke zu schließen und möchte vor allem dem geologisch Interessierten und vorgebildeten Laien die schöne Landschaft zusammen mit ihrem geologischen Hintergrund näherbringen, sie lesen und verstehen zu lernen. Es wird zunächst eine geologische Einführung in das Gebiet gegeben, dann werden einige interessante Aufschlusspunkte und geologische Profile meist anhand eigener Darstellungen vorgestellt.
Ein kleines Glossar für geologische Fachbegriffe (siehe auch Murawski und Meyer, 2010) am Ende soll den Zugang zu den Themen und Aufschlüssen erleichtern. Eine topographische Übersichtskarte findet sich ebenfalls im Anhang und soll die Orientierung im Gelände erleichtern und eine Übersicht über die Exkursionspunkte und Wanderungen geben. Zum weiteren Studium wird abschließend ausgewählte Literatur, zum Geopark, zur regionalen Geologie, Stratigraphie und Gebirgsbildung angegeben. Eine allgemeine stratigraphische Tabelle für das Erdaltertum und eine spezielle für das östliche Sauerland im Anhang sollen den Umgang mit den geologischen Namen zu den Schichtenfolgen erleichtern bzw. dienen dem weiterführenden Studium. Und damit – Glückauf!

2. Erforschungsgeschichte und Nutzung der Gesteine

In das ew'ge Dunkel nieder
Steigt der Knappe, der Gebieter
Einer unterird'schen Welt
Er, der stillen Nacht Gefährte,
Atmet tief im Schoß der Erde,
Den kein Himmelslicht erhellt.
Neu erzeugt mit jedem Morgen
Geht die Sonne ihren Lauf.
Ungestört ertönt der Berge
Uralt Zauberwort: ‚Glück Auf'

K. T. Körner

Abb. 2: Das neu präparierte Geotop des Jahres 2024 im Adorfer Bänderschiefer (Ober-Devon) in Adorf an der Straße nach Vasbeck mit der neuen Infotafel des Geoparks ‚GrenzWelten'. Schön zu sehen sind die regelmäßig wiederkehrenden dunklen, kohlenstoffreichen Bänder (ca. alle 20 cm), die auf Sauerstoffmangel am Meeresboden hinweisen. Wie entstehen diese Ablagerungen? Was erzählen sie uns über die Umweltbedingungen und Klimaveränderungen längst vergangener Zeiten?

Die Region des östlichen Sauerlandes ist ein klassisches Gebiet der geologischen Forschung des 19. und 20. Jahrhunderts, was vor allem die Stratigraphie, Paläontologie und Sedimentologie des Devon und Karbon in Mittel-Europa betrifft. Allerdings ist die Region aus wissenschaftlicher Sicht auch heute noch interessant, sogar von globaler Bedeutung, was die zahlreichen neueren Arbeiten zum Beispiel zum Kellwasserkalk belegen (s.u.). In Adorf am Martenberg (Adorfer Klippe), oberhalb des Eisenbergwerkes Grube Christiane, wurde die Adorf-Stufe anhand dort typischer Gesteine mit entsprechender Fossilvergesellschaftung definiert. An diesem fossilreichen Profil der

Adorfer Klippe am Martenberg haben Denckmann (1895) und Wedekind (1913) wegweisende biostratigraphische Arbeiten durchgeführt und eine zeitliche Gliederung für das untere Ober-Devon erarbeitet, die auf Goniatiten (Kopffüßlern) basiert und überregionale Gültigkeit erlangte. Man bezeichnet heute den Martenberg als Typuslokaliät der Adorf-Stufe (Adorfium), d.h. die Schichten in Adorf gelten als typisch für dieses Zeitalter. Das Adorfium bezeichnet heute aber eine regionale historische Stufe des Devon. International wird dieser Zeitabschnitt inzwischen als Frasnium-Stufe bezeichnet (Lokalität in Frankreich), aber dies schmälert die Bedeutung der Region Adorf als bedeutende geologische Fund- und Forschungsstätte keineswegs. Von der Adorfer Klippe kommt demnächst eine neu überarbeitete Broschüre vom Geopark heraus.
Hochinteressant ist auch ein Aufschluss direkt in Adorf im Adorfer Bänderschiefer des Ober-Devon (Abb. 2). Inzwischen ist aus diesem berühmten Aufschluss das Geotop des Jahres 2024 im Geopark ‚GrenzWelten' geworden. Die Einweihung fand im September 2024 statt. Seither steht dort eine Erläuterungstafel und der Aufschluss ist vergrößert und mit freundlicher Unterstützung der Stadt Adorf präpariert worden und in einem tadellosen Zustand. Der Adorfer Bänderschiefer ist eine oberdevonische Meeresablagerung unter tropischen Bedingungen und kommt heute u.a. im Gebiet des Rhenetals vor und umfasst dort ca. 50 m an Mächtigkeit. Er ist jedoch im gesamten östlichen Rheinischen Schiefergebirge in etwas unterschiedlicher Ausbildung weit verbreitet und modern sedimentologisch bearbeitet worden (Piecha, 1993). In neueren wissenschaftlichen Arbeiten wird er auch als Winsenberg-Formation bezeichnet (Becker et al., 2017). Der Bänderschiefer wurde am südlichen Rand des untermeerischen Adorfer Vulkansystems (Martenberg, Winsenberg), das im Mittel-Devon eine wenige Hundert Meter tiefe Schwelle aufbaute, als eher küstenfernes (hemipelagisches) Beckensediment abgelagert. Es handelt sich um intensiv und regelmäßig im dm-Bereich gebänderte, feinkörnige, z.T. kalkige Ton- und Siltschiefer. Sie haben meist eine graugrüne Färbung, unterbrochen von regelmäßig wiederkehrenden, dunkelgrauen bis frisch fast schwarzen Lagen, die einen erhöhten Anteil an organischem Material enthalten (Abb. 2). Man bezeichnet diese Ablagerungen auch als Hell-Dunkel-Zyklen (Piecha, 1993). Ein Ablagerungszyklus umfasst im Mittel ca. 20 cm feinkörnige, siliziklastische Sedimente (Ton-Siltsteine). Geht man von heutigen Ablagerungsraten von ca. 1-2 cm in einem derartigen Ablagerungsraum aus, so könnte die zyklische Bänderung mit den dunklen Lagen eine Periode von ca. 20.000 Jahren widerspiegeln. Sehr wahrscheinlich handelt es sich hierbei um die Dokumentation der sogenannten astronomischen Milankovitch-Klimazyklen (Piecha, 1993). Dies sind periodische Veränderungen der auf der Erde ankommenden Sonneneinstrahlung, die mit Klimaveränderungen einher gehen. Sie könnten über Veränderungen der Regenfälle des Monsoon-Systems auf dem damaligen nördlich gelegenen Rotsandstein-Kontinent (Abb. 9) den Sedimenteintrag und die biologische Produktion verändert haben und damit die regelmäßige Bänderung erklären (Becker et al., 2017). Der geringe Sauerstoffgehalt am damaligen Meeresboden verhinderte einen vollständigen Abbau des absinkenden organischem Materials und führte zu den dunkleren, ca. 10 cm dicken und feingeschichteten Lagen dieses eindrucksvollen Geotops in Adorf.
Der im Adorfer Bänderschiefer befindliche, global bedeutende **Kellwasserkalk** (benannt nach dem Kellwassertal im Harz) ist im Rhenetal an der Alten Mühle ca. 1 km südlich von Adorf am Winsenberg mit zwei Kellwasser-Horizonten (Kellwasserkalke, KWK) aufgeschlossen (Wichern et al., 2023) (siehe auch Infomaterial des Geoparks zum KWK). Es handelt es sich hierbei um zwei je ca. 1 dm mächtige schwarze Stinkkalke mit

viel organischem Material und Pyrit (daher der Geruch nach faulen Eiern), wesentlich mehr im Vergleich zu den dunklen Lagen im Adorfer Bänderschiefer. Der KWK könnte als Kulmination der Sauerstoffkrise am Meeresboden in der oberen Adorf-Stufe angesehen werden. Diese recht unscheinbaren Ablagerungen dokumentieren allerdings ein weltweites Aussterbe-Ereignis ungeheuren Ausmaßes im oberen Teil der Adorf-Stufe (heute Frasnium-Famennium-Grenze). Das Kellwasser-Ereignis oder die Kellwasserkrise ist eines der fünf größten Aussterbe-Ereignisse in der Erdgeschichte (‚big five') und ist wahrscheinlich bedeutender als das Aussterbe-Ereignis am Ende der Kreidezeit, dem u.a. die Dinosaurier zum Opfer fielen. Zur Zeit des Kellwasser-Ereignisses starben wahrscheinlich aufgrund von wenig Sauerstoff in dem tropischen Meer zahlreiche Meeresorganismen wie z.B. die Korallen des Briloner Riffs aus. Auch heute werden noch viele Untersuchungen zum Kellwasser-Ereignis in der Region des Sauerlandes durchgeführt und über die Ursachen des massiven Aussterbens wird immer noch kontrovers diskutiert (Buggisch, 1979; Schindler, 1990; Wichern et al., 2023).

Adorf ist also berühmt - zumindest bei Geowissenschaftlern! Die einheimische Bevölkerung weiß dies auch, u.a. durch die vielen Geologen und Studierenden, die jedes Jahr durch Dörfer, Wälder und Wiesen streifen, über Zäune steigen, um sich dann abends bei einem Bier in einer Gaststätte zu entspannen. Dann ergeben sich oft Gespräche, noch findet man sogar Kontakt zu alten Bergleuten, die vom harten Bergmannsleben berichten und interessante Informationen zum Bergbau und alten Abbauen und Schächten geben können. Von Dieter Meischner, einem international bekannten, inzwischen verstorbenen Göttinger Geologen, dessen Nachfolger bis heute in den Adorfer Raum mit ihren Studierenden kommen, fanden im Ostsauerland und im Rheinischen Schiefergebirge sedimentologische Untersuchungen seit Beginn der 1960er Jahre statt. Intensive Studien erfolgten zu plattigen Kalken des Unter-

Abb. 3. Links: Altes Steinschneidewerk (Adorfer Naturstein, Fa. Lahme) östlich von Adorf an der Straße nach Vasbeck auf der Adorfer Hochfläche. Bausteine sind so genannte Zellenkalke (vorne), die in der Nähe abgebaut und hier zersägt wurden. Alte Gipstagebaue am Dockel sind auf der Karte **rechts** zu sehen. Der nahegelegene Hof heißt dazu passend ‚Im Meer' (Kartengrundlage: HVBG).

Abb. 4. Alter Kalkbrennofen auf der Adorfer Hochfläche am Foggen, nördlich des Martenberges. Auf der Hochfläche sind Zechstein-Gipse, -Dolomite und -Kalksteine abgebaut, verarbeitet und z.T. verbaut wurden (Abb. 3).

Karbon, den so genannten **Rhenaer Kalken** (Meischner, 1964) im Raum Rhena und Medebach. D. Meischner verfasste ebenfalls wegweisende Arbeiten zu den **Flinzkalken** des Mittel-Devon (Meischner, 1964). Flinze sind grobkörnige und plattige Kalke, die im Raum Adorf in zahlreichen Pingen abgebaut (z.B. Niegelscheid, Sonnenborn) und zum Häuserbau verwendet wurden. Heute sind sie schön am Feuerwehrhaus in Giebringhausen zu besichtigen. In den Steinbrüchen um Giebringhausen wurden grobkörnige, fast schwarzblaue und dickbankige Flinze, die z.T. mit schönen weißen Kalzitadern durchzogen sind, auch als sogenannter Waldecker ‚Marmor' (Kalksteine) abgebaut und z.T. für Sakralbauten, wie dem Paderborner Dom, verwendet (Kaplan, 2018). Häufig wurden auch Kieselkalke und schwarze Kieselschiefer (= Lydite) aus dem Unter-Karbon (Gursky, 1997) für den Häuserbau verwendet. Am Küsterhaus in Flechtdorf lassen sich schöne Varianten dieser Kieselgesteine bewundern. Eine ausführliche Beschreibung und Interpretation der Kieselgesteine des Unterkarbons im Rhenoherzynikum gibt Gursky (1997).
So genannte **Wulstsandsteine** des Ober-Devon (Kap. 6.4.) wurden von dem bekannten Tübinger Geologen und Sedimentologen Gerhard Einsele (1963) beschrieben. Im geologischen Sinne ähnliche Gesteine sind die **Nensten-Quarzite**, aufgeschlossen in Straßenanschnitten am Nensten-Berg bei Giebringhausen, harte Sandsteine, die aus Trübeströmen im mitteldevonischen Rhenoherzynischen Ozeanbecken gebildet wurden (> Turbidite). Derartige rätselhafte Ablagerungen, d.h. relative grobkörnige Sedimente wie Sandsteine, die offenbar im küstenfernen Raum gebildet wurden, waren im Sauerland Gegenstand wegweisender sedimentologischer Untersuchungen, u.a. von dem berühmten holländisch-englischen Geologen Philip Kuenen (z.B. Kuenen und Sanders, 1956).
Bis in die sechziger Jahre wurden im Raum Adorf in der **Grube Christiane** Eisenerze abgebaut, deren Geschichte mindestens bis ins 13. Jahrhundert zurückreicht. Auf einer Infotafel mit einem Bergmann ist dies im Zentrum von Adorf genauer dargestellt. In Adorf kann man den Eisensteinweg in Richtung Grube Christiane laufen und einiges zur Geschichte des Bergbaues erfahren. Zahlreiche Pingen, alte Einsturztrichter, zeugen noch heute von kleineren Tagebauen oder kleineren, jetzt eingestürzten Schächten. Oftmals wurden dort Eisenerze im Bereich von Diabasen abgebaut (z.B. am Pingenzug am Simmet). Diabase werden noch heute in Steinbrüchen zu Straßenschotter verarbeitet (z.B. am Vornsberg), es sind die letzten aktiven Steinbrüche im Adorfer Raum.
Erzminerale wie z.B. **Manganerze** wurden in kleineren Stollen, z.B. am Lenscheid und Feld-Ittler bei Benkhausen gefunden und gefördert. Die Relikte kleiner Abbaue finden sich zahlreich, sie sind heute jedoch meist verfallen. Es wurden dort überwiegend Kieselkalke, ab und zu auch Flinzkalke, für die Erzgewinnung abgebaut. Für den arbeitenden Geologen oder auch Studierende sind die alten Abbaue von Vorteil und die Aufschlussverhältnisse können durchaus als gut bezeichnet werden. Ebenfalls wurden im Adorfer Raum, z.B. auf der östlichen Hochfläche hochwertige Gipse (**Adorfer Alabaster**) gewonnen, die auch im Paderborner Dom verwendet wurden (Kaplan, 2018). Kalksteine und so genannte **Zellenkalke**, also löchrige, poröse Kalksteine aus der Zechsteinzeit, wurden zum Häuserbau auf der Adorfer Hochfläche gewonnen. Ein altes Steinschneidewerk (Fa. Lahme) findet sich an der Straße Adorf-Vasbeck (Abb. 3). Z.T. wurden die Kalksteine zu gebranntem Kalk verarbeitet, wovon einige noch vorhandene Kalköfen im Adorfer Raum zeugen (Abb. 4). Vor allem reine Gipse waren wertvolle Rohstoffe (u.a. als Stuckgips für sakrale Bauten im Waldecker Raum), die noch in jüngerer Zeit im Tagebau abgebaut wurden.

3. Das Rheinische Schiefergebirge im Spiegel der Plattentektonik

Wir sind nicht gescheiter als unsere Großväter, sondern nur kenntnisreicher

T. Heuss

Faltengebirge wie das Rheinische Schiefergebirge und das dazugehörige östliche Sauerland, entstehen vor allem aus Meeresablagerungen, die später durch plattentektonische Bewegungen und damit verbundene Kollisionen von Kontinenten (Gebirgsbildungen, Orogenesen) zusammengeschoben bzw. wie ein Tischtuch gefaltet und anschließend aus dem Meer herausgehoben wurden (Abb. 5). Zum Teil sind diese Gesteine geschiefert. Die Schieferung ist ein paralleles Gefüge, entstanden durch Einregelung und Wachstum von Schichtmineralen, verbunden mit einer Versenkung der Gesteine in größere Tiefen und einem seitlichen Druck (Abb. 5). Dies geht einher mit der Faltung und einer schwachen Umwandlung (Metamorphose) der Minerale und Gesteine.
Im Falle des variskischen Gebirges, an dessen nördlicher Außenzone das Rheinische Schiefergebirge (Rhenoherzynikum) liegt, wurden vor allem Meeresablagerungen sowie vulkanische Gesteine des Devon und Unter-Karbon im Ober-Karbon gefaltet und herausgehoben. Dabei schloss sich durch die Kollision von Gondwanaland im Süden und Avalonia sowie Laurussia im Norden der so genannte Rheische Ozean (Abb. 6). Ausdruck der tektonischen Bewegungen im Oberkarbon mit einem Druck aus Süden durch die große Landmasse Gondwanaland sind schöne groß- und kleinräumige Faltenbilder in der Waldecker Region, die entsprechend nach Nordwesten geneigt (vergent) sind (Abb. 7). Ob das varis-

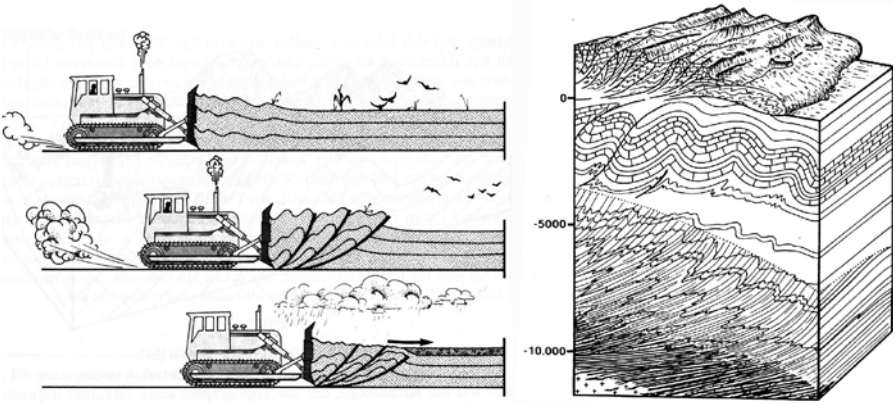


Abb. 5. Cartoon zur Entstehung von Faltengebirgen (verändert aus Mattauer, 1999). **Links:** Bildung von Faltengebirgen durch Einengung bzw. seitlichen Druck (Bagger) durch den Großkontinent ‚Gondwana' (siehe Abb. 6); **rechts:** zeigt die Strukturen von Gebirgen in den Tiefenstockwerken der Erdkruste (in m). In größeren Tiefen (> 5000 m) erhalten die Gesteine durch seitlichen Druck und Mineraleinregelung ein engständiges, paralleles Gefüge, die Schieferung. www.schweizerbart.de/9783510651849.

kische Gebirge ein Hochgebirge im Sinne der heutigen Alpen oder des Himalaya war, wird noch kontrovers diskutiert. Heute ist dieses Gebirge jedoch durch die lang anhaltende Erosion seit ca. 250 Millionen Jahren (Perm) nur noch ein so genanntes Rumpfgebirge, geographisch ein Mittelgebirge.
Auf dieses z.T. schon im Unteren Perm erodierte und eingeebnete Faltengebirge (Grundgebirge) ist im Oberen Perm das Zechsteinmeer von Norden und Osten eingedrungen (Transgression) und die Region Adorf-Korbach lag damals nahe an der Küste eines warmen subtropischen Meeres. Die aus dem ehemaligen an Salzen übersättigtem Meer abgelagerten Zechsteinkalke und Gipse liegen weitgehend horizontal auf den darunter liegenden gefalteten und älteren Devon- und Karbongesteinen. Dieses Gebiet heißt heute auf der TK 25 Karte von Adorf (4618) interessanterweise ‚Im Meer' (Abb. 4). Die Gesteinsabfolgen stoßen in einem Winkel gegeneinander (Winkel-Diskordanz). In einer Schema- und einer Geländezeichnung (Abb. 7) ist diese große zeitliche Lücke von ca. 50 Millionen Jahren und die damit verbundene Winkeldiskordanz dargestellt. Sehr einprägsame und verständliche Illustrationen zum Verständnis der Entstehung von Gebirgen finden sich in Mattauer (1999) (Abb. 5).

Abb.6. Plattentektonisches Puzzle im Unter-Devon. Die ‚Norderde' Laurussia und die ‚Süderde' Gondwana schließen sich durch die variskische Kollision (dicke Linie) im Ober-Karbon zu Pangaea zusammen. Der Rheische Ozean mit seinen Sedimenten wurde zum Gebirge aufgefaltet. Der Stern kennzeichnet das Gebiet des Sauerlandes (Avalonia).

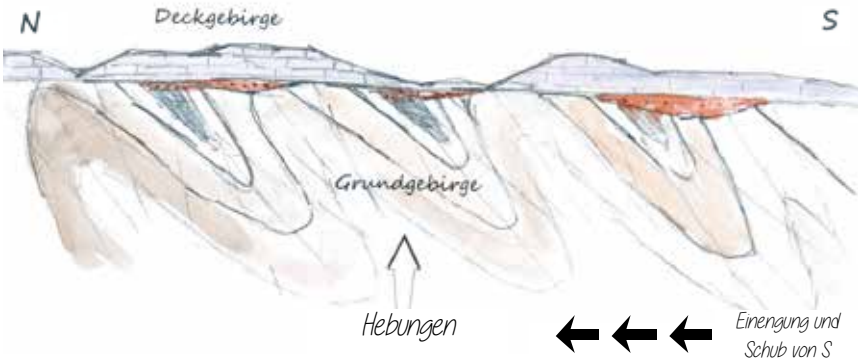


Abb. 7. Schemazeichnung mit gefaltetem Ablagerungen des Devon/Karbon (variskisches Grundgebirge) und den darüber liegenden, horizontal gelagerten permischen Sedimenten, die das Deckgebirge bilden. Beide Gebirgstypen sind im Raum Adorf in hervorragender Weise nebeneinander aufgeschlossen und auch durch die Morphologie erkennbar. (Abb. 8). Die Winkel-Diskordanz dokumentiert das variskische Faltungsereignis im Oberkarbon und eine damit verbundene zeitliche Schichtlücke von ca. 50 Millionen Jahren zum unteren Perm.

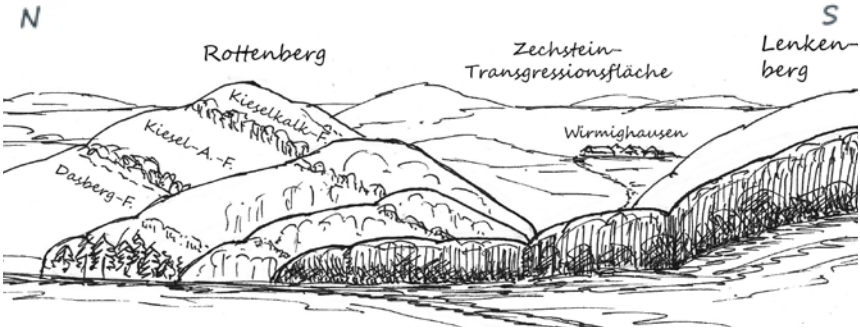


Abb. 8. Die variskische Diskordanz im heutigen Landschaftsbild in der Region Adorf. Im Mittelgrund sind durch die Vegetation die nach Süden gekippten (ca. 25° = Lage der Schrift) und damit gefalteten Schichtenfolgen erkennbar (Rottenberg). Die harten und verwitterungsbeständigen Kieselkalke bilden die meist bewaldeten Bergkuppen des Grundgebirges, in den Tälern finden sich oft die Kulm-Tonschiefer. Am Horizont ist die Verebnungsfläche der horizontal liegenden Zechsteinsedimente des Deckgebirges zu sehen. Standort: Hochfläche SW von Sudeck, Blickrichtung nach Osten ins Aartal.

4. Klima, Land und Meer im Paläozoikum

Unser Wissen ist ein Tropfen,
was wir nicht wissen, ist ein Ozean

I. Newton

Zur Zeit des Devon und Karbon lag das Rheinische Schiefergebirge im Bereich der subtropisch-tropischen Klimazone (Abb. 6). Global gesehen war das Klima im Devon insgesamt warm und trocken. Dies wird u.a. in rötlichen Ablagerungen (rote Sand- und Tonsteine), die auf dem so genannten Old Red Kontinent (= 'Rotsandstein-Kontinent') nördlich des Rhenoherzynischen Ozeans (z.B. in England) abgelagert wurden, dokumentiert (Abb. 9). Durch großräumige Wanderung der Kontinente nach Norden lag das Sauerland in der Karbonzeit in der tropisch-feuchtwarmen Klimazone, was durch entsprechende Kohleablagerungen im Ruhrgebiet dokumentiert ist. In den Meeresablagerungen im Rhenoherzynischen Ozean finden sich Zeugen warmer Umweltbedingungen im Devon in Form von ausgedehnten und mächtigen subtropischen Riffgesteinen (Briloner Riff; Abb. 9). Südlich davon, im absinkenden und sich dehnenden Rhenoherzynischen Becken bzw. Ozean, werden küstenferne (=hemipelagische) Sedimente wie Ton- und Siltsteine abgelagert. Auch wurde Schutt vom Schelfrand, wie Kalkpartikel vom Briloner Riff (Mittel-Devon) und Quarzsande (Ober-Devon) in das Becken über Suspensions- bzw. Trübeströme geschüttet (Abb. 9). Das ca. 1000 m tiefe Rhenoherzynische Meeresbecken ist zu dieser Zeit in lokale Becken und Vulkanschwellen (z.B. Adorfer Vulkan) gegliedert, entsprechend vielfältig sind die nebeneinander abgelagerten Gesteine (Abb. 10).
In der Zeit des Ober-Devon wurden das Becken bzw. die Teilbecken mit marinen

Sedimenten aufgefüllt und im nachfolgenden Unterkarbon wurden oft fossilreiche dunkle Meeresablagerungen mit Muscheln, Goniatiten und Pflanzenresten gebildet, die sich recht einheitlich über große Entfernungen im so genannten Kulm-Becken ausbreiteten. Aus dem Norden wurden von der Küste auch Pflanzenreste in das Meeresbecken eingeschwemmt, die man z.B. an der Grillhütte Benkhausen (Naturdenkmal und Fossilfundpunkt, Kap. 6.10.) finden kann. Die Faltung und Heraushebung der Ablagerungen aus dem Rhenoherzynischen Meer und damit die Entstehung des variskischen Gebirges erfolgte im Ober-Karbon. Darauf folgte eine lang anhaltende Erosion des Faltengebirges, die fast bis heute durchgehend andauert. Kurzzeitig unterbrochen wurde sie nur von der Transgression des warmen Zechsteinmeeres (Ober-Perm) aus dem Norden und Osten, welches randlich in mehrere Buchten (z.B. Korbacher Bucht) in das Schiefergebirge vordrang und auf die alten Gesteine übergriff. Dokumentiert werden diese trockenen, warmen subtropischen und küstennahen Bedingungen z.B. durch beigefarbene poröse Kalkablagerungen (so genannte Schaumkalke/ Randkalke), die an der Korbacher Spalte aufgeschlossen sind. Auch auf den weitgehend ebenen Hochflächen östlich von Adorf finden sich Ablagerungen des ehemaligen Zechsteinmeeres (Abb. 4). Danach kam das Meer lange nicht mehr in den Raum Adorf zurück. Viel später in der Kreidezeit und im Paläogen (‚Tertiär') wurde das gesamte variskische Gebirge inklusive das Rheinische Schiefergebirge ein zweites bzw. drittes Mal gehoben. Dann setzte noch einmal eine verstärkte Tiefenerosion und Talbildung ein, die bis heute anhält. Die Tiefenerosion und damit die Morphologie wurden in den Eiszeiten und Zwischeneiszeiten im Quartär durch stark wasserführende Flüsse und Bäche verstärkt.

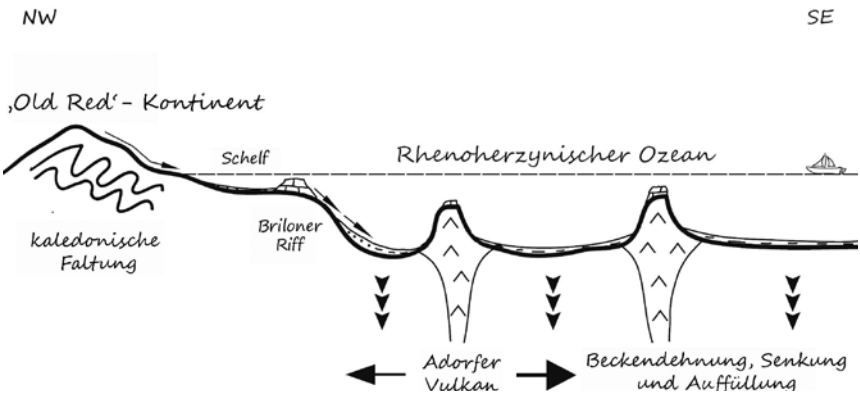


Abb. 9. Schemazeichnung des Rhenoherzynischen Meeresbeckens im Devon, dem ‚Rotsandstein-Kontinent' (‚Old Red' Kontinent) im Norden (Abb. 6) mit dazugehörigem Schelf, an dessen südlichem Rand Korallen-Stromatoporen-Riffe (Briloner Riff) aufwuchsen. Südlich schließt sich ein mehrere hundert Meter tiefes, sich kontinuierlich absenkendes Meeresbecken an, dessen Ablagerungen sich heute gefaltet im Rheinischen Schiefergebirge und Harz finden lassen. Durch Dehnungsvorgänge stiegen zunächst basaltische Schmelzen auf (Adorfer Vulkan). Im Ober-Karbon kam es dann zu kompressiven Bewegungen (variskische Faltung).

5. Gesteine der Diemelsee-Region und Landschaftsformung

Anschauung ist für einen Geologen die Hauptsache

J. Walther

Stratigraphie ist die Beschreibung der Gesteinsschichten (=Strata) bzw. Gesteinsabfolgen und deren zeitliche Zuordnung. Enthalten die Gesteine Fossilien, so kann ihnen ein relatives Alter zugeordnet werden (Bio-Stratigraphie). Lithostratigraphische Einheiten (=Formationen) bestehen aus typischen Gesteinsabfolgen und müssen über ein größeres Gebiet verfolgbar sein. Sie werden mit lokalen Namen versehen (z.B. Adorf-Formation). Die Gesteinseinheiten im östlichen

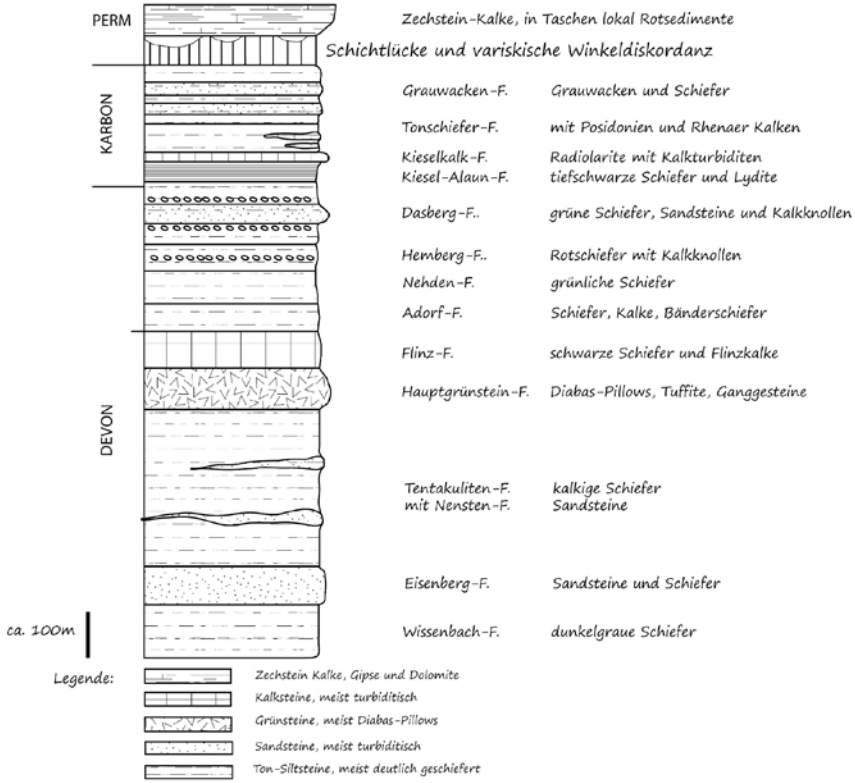


Abb. 10. Verwitterungs-/Säulenprofil mit den Formationen (Gesteinseinheiten) und deren ungefähren Mächtigkeiten (‚Schichtdicken') im östlichen Sauerland. Die widerstandsfähigen, harten Gesteinstypen treten morphologisch im heutigen Landschaftsbild als Bergzüge hervor. Auch linsenförmige Einschaltungen härterer Gesteine innerhalb weicherer Schiefer treten morphologisch hervor. Ein Beispiel für die Verwitterung unterschiedlich harter Gesteine findet sich in Abb. 11.

Sauerland vom Mittel-Devon bis zum Perm sind in einem Verwitterungs- bzw. Säulenprofil zusammenfassend dargestellt (Abb. 10). Neben der Lithologie ist die Beständigkeit der Gesteine gegen Verwitterungsvorgänge hervorgehoben. Gesteine, die im Gelände durch ihre Widerstandsfähigkeit Höhenzüge und Bergkämme (so genannte Härtlinge) bilden, sind im rechten Teil des Profils durch eine Ausbuchtung nach rechts eingezeichnet. Ähnlich wie im Großräumigen, finden sich solche Verwitterungserscheinungen auch im Kleinen wider, d.h. in Handstücken, wie z.B. in Abb. 11. dargestellt. Besonders die Radiolarite der Kieselkalk-Formation sind ausgesprochen hart und splittrig und bilden meistens die markanten Bergkämme des östlichen Sauerlandes (Abb. 10, 12, Kap. 6.9).
In dem Ausschnitt einer Skizze von Hans Cloos (1955) tritt die Region des östlichen Sauerlandes durch größere Faltenstrukturen gut zu Tage und wird im Osten durch die Hessische Senke abgeschnitten, wobei die Störungen treppenartig verlaufen (Abb. 13, 14). Das Gebiet des Diemelsees ist gekennzeichnet durch den Ostsauerländer Hauptsattel, der quasi durch den Diemelsee zum Eisenberg verläuft. Weiter südlich im Raum Benkhausen schließt sich die Waldecker Hauptmulde mit jüngeren Gesteinen des Unter-Karbon im Kern an. Die SW-NE Richtungen dieser lang gestreckten und sehr regelmäßigen Höhenzüge bzw. Faltenstrukturen bestimmen weitestgehend die Oberflächengestaltung der Landschaft (Abb. 12). Diese Richtungen, also das Streichen der Gesteinsabfolgen und damit der Gebirgszüge sind aber auch in weiten Teilen Mittel- und Südeuropas zu finden. Man kann damit in einem kleinen Gesteinsaufschluss bzw. Steinbruch im Sauerland geologische Phänomene, Strukturen und Richtungen beobachten, die auf große Teile Deutschlands und Mitteleuropas übertragbar sind.

Abb. 11. Kieselkalk der Kieselkalk-Formation aus Wechsellagerungen von feingeschichteten, grünlichgrauen, harten Radiolariten mit grobkörnigen Kalkturbiditen, die mit bräunlicher Färbung herauswittern Dieses Beispiel für die Verwitterung im Handstück (ca. 15 cm) kann auf die Gestaltung der Landschaft durch die Verwitterung und Erosion im größeren Maßstab übertragen werden (Abb. 8, 10).

Auf einem Luftbild lässt sich sehr gut die Grenze zwischen dem gefalteten Grundgebirge (Devon, Karbon) und dem weitgehend horizontal liegenden permischen Schichtfolgen des Deckgebirges erkennen (Abb. 15). Auch der Bewuchs bzw. die Nutzung der Böden als Acker, Weideland oder zur Forstwirtschaft lässt sich auf unterschiedliche Gesteine im Untergrund zurückführen. Die ebenen Zechstein-Hochflächen des Deckgebirges werden zumeist als Ackerflächen genutzt, die Gesteine des Grundgebirges meist als Weideland, oder sie sind mit Wald bestanden. In den Talauen mit den fruchtbaren Auenlehmen finden sich häufig Weideflächen.

Abb. 12. Blick vom Simmet in Richtung Süden über hinter einander liegende SW-NE verlaufende (streichende) Bergzüge, im Mittelgrund überwiegend aus Kieselkalken bestehend. Im Vordergrund Weisen und Äcker und kleinere Bergzüge aus mittel- bis oderdevonischen Schiefern und Sandsteinen. In der Mitte des Bildes ist das Quertal der jungen Aar zu sehen, dass die alten Gebirgskämme in jüngerer Zeit nahezu rechtwinklig im Verlauf von Querstörungen durchschnitten hat.

Abb. 13. Geologische-tektonische Strukturen im östlichen Rheinischen Schiefergebirge mit der sich östlich anschließenden Hessischen Senke, die durch N-S-gerichtete Störungen gekennzeichnet ist. Damit verbunden ist auch ein junger basaltischer Vulkanismus (z.B. Vogelsberg, Westerwald). Die Region des östlichen Sauerlandes ist mit einem Rechteck markiert. Die dazu gehörige geologische Übersichtskarte ist in Abb. 14. gezeigt. (verändert: Geologie Deutschlands, H. Cloos, 1955).

Abb. 14. Geologische Übersichtskarte des Rheinischen Schiefergebirges mit den Abbrüchen in die Hessische Senke. Das östliche Sauerland mit dem Ostsauerländer Hauptsattel (Devon) und der Waldecker Hauptmulde (Karbon) sind oben rechts zu sehen. Die Richtung der geologischen Einheiten und Strukturen des Devon und Karbon (das variskische Streichen) verläuft von SW nach NE (verändert, aus Rothe, 2005).

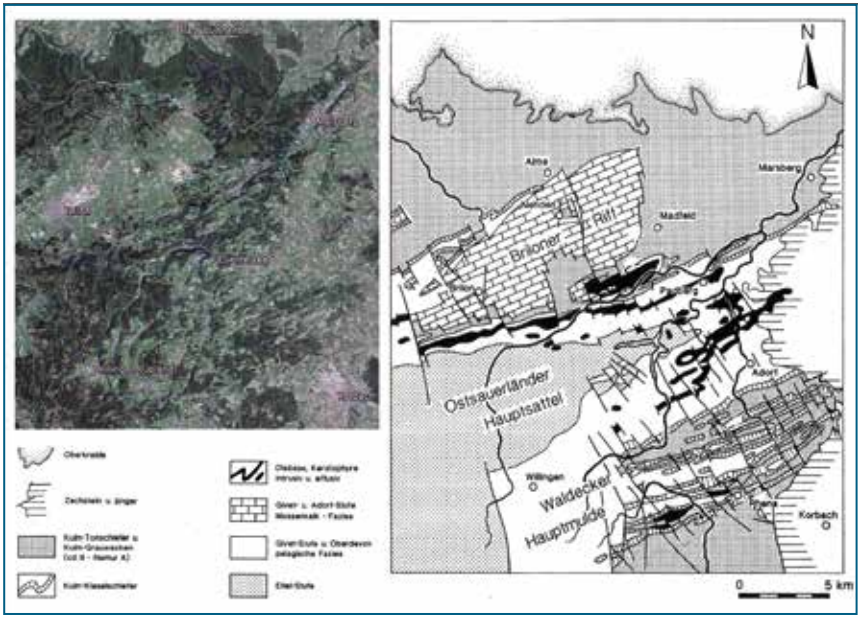


Abb. 15. Links: Luftbild des östlichen Sauerlandes (aus google.de, 2015). Geologische Karte (aus Franke (1991, verändert). Gut zu sehen ist die Richtung der Gebirgszüge von SW nach NE. Diese Bergzüge werden besonders von harten unterkarbonischen Kieselkalken gebildet (**rechts** unten). Im Osten beider Darstellungen ist die Zechstein-Hochebene zu erkennen, vor allem auch durch das Auftreten von Wiesen, Feldern und Ackerflächen.

6. Exkursionsziele und geologische Wanderungen

Um die Dinge zu sehen,
muss man sie für möglich halten

M. Bertrand, 1892

Es wurde versucht, die Aufschlüsse und Wegeprofile weitgehend in eine geologisch-zeitliche Ordnung zu bringen, bzw. von einfacheren zu komplexeren Strukturen zu kommen. Neben Einzelpunkten und Aufschlüsse sollen auch einige zusammenhängende Wegeprofile erläutert werden, die in sich ein geschlossenes Bild ergeben, charakteristisch für die Region sind und den Zusammenhang zwischen Geologie und Landschaftsformen aufzeigen. Eine Karte zur Orientierung der Lage der Aufschlüsse und Geländeprofile ist im Anhang 4 (Ausschnitt der TK 50 Korbach, Datengrundlage: HVBG) zu finden. Zu jedem Punkt wird eine kleine Karte mit der Lokalität aus der TK 25 Adorf (4618, Datengrundlage: HVBG) hinzugefügt, um die Exkursionspunkte zu finden.

6.1. Untermeerischer Vulkanismus mit typischen Kissenlaven

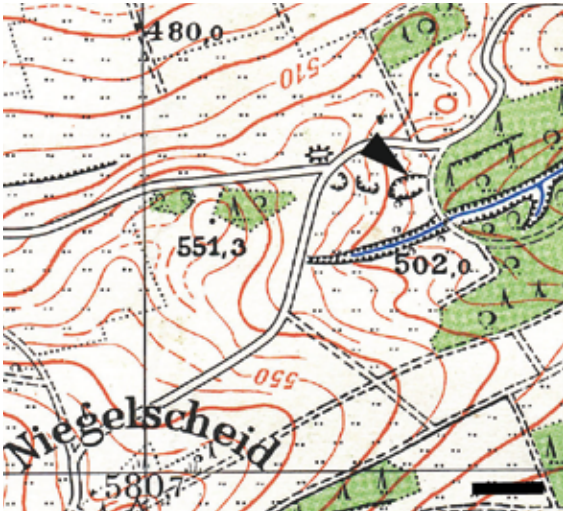


Abb. 16. Detail aus TK 25 Blatt 4618 Adorf. (Datengrundlage: HVBG). Aufschlusspunkt an der Grillhütte in einem kleinen Bruch NE des Niegelscheid. Zufahrt über einen Feldweg von Giebringhausen (Balken=ca. 100m).
(ca. 52°19'50. N/8°43'09.E)

In dem kleinen Steinbruch mit Grillhütte am Niegelscheid südlich von Giebringhausen (Abb. 16) finden sich zwei Gesteinseinheiten aufgeschlossen, die Hauptgrünstein-Formation im Norden, mit grünlichen Diabaskissen (Pillows) und die überlagernde Flinz-Formation (Flinzkalke und Schiefer) im Süden (Abb. 10). Die Ablagerungen sind auch hier gefaltet bzw. nach Süden gekippt. Die Diabaspillows sind hier ideal ausgebildet und man sieht auf eine Oberfläche des alten Meeresbodens (Abb. 17, 18). Heute werden diese Pillows beim untermeerischen Ausfließen basaltischer Lava an Mittelozeanischen Rücken in 2000-4000 m Wassertiefe gebildet, sie sind damit i.d.R. Tiefseebildungen. Die Diabaspillows im Rheinischen Schiefergebirge sind jedoch keine Tiefseebasalte, sondern im Zuge von Dehnungsvorgängen im Rhenoherzynischen Becken (Abb. 17), welches nur mehrere hundert bis evtl. 1000 m tief war, entstanden. Der Name Diabas bedeutet alter, vergrünter Basalt, daher auch der Name Hauptgrünstein-Formation (Abb. 10). Diese Vergrünung hat mit Mineralumwandlungen der heißen untermeerischen Basalte unter Einwirkung des Meerwassers zu tun. Oft sind diese Basalte/Diabase blasig, wobei die im Gestein eingeschlossenen Gasblasen mit Mineralen (meist Kalzit) verfüllt wurden. Dies lässt sich im Steinbruch Niegelscheid gut beobachten. Die Form der Kissen bzw. Pillows ist hier typisch, mit einer leicht gewölbten Oberseite. Zwischen den Pillows sedimentierten die ‚normalen' marinen, feinkörnigen, tonigen Ablagerungen, die heute als dunkelgraue Schiefer zwischen den Pillows vorliegen (Abb. 17, 18).
Abgebaut wurden im Steinbruch für den Häuserbau jedoch die Flinzkalke, bankige, dunkelblaugraue bis fast schwarze, meist ca. 10-20 cm dicke grob-

körnige und geschichtete Kalke. In Giebringhausen am Feuerwehrhaus lassen sich diese hellgrau verwitternden Gesteine bewundern; die Verwitterung hat die Schichtungsgefüge (z.B. Schrägschichtungen) der Flinze fein herauspräpariert. Der Name Flinz leitet sich von Flöz ab, also Köhleflözen, die in einer ähnlichen Ausbildung auftreten. Zwischen den Flinzkalken finden sich dunkelgraue, fast schwarze Ton-Siltschiefer. Das Material der Flinzkalke, Schutt von Seelilien (=Crinoiden) ist nicht an Ort und Stelle gebildet worden, sondern wurde über Trübeströme vom Südrand des Briloner Riffes in das Rhenoherzynische Becken geschüttet (Abb. 9; Meischner, 1964). Die Seelilienstilglieder der Kalksteine können nur vom flacherem Wasser, also z.B. vom Schelfrand hergeleitet werden, dort lebten diese Organismen im Vorriff des Briloner Riffes im Mittel- bis Ober-Devon. Nach deren Absterben und Zerfall bildete sich Crinoidenschutt am südlichen Riff- und Schelfrand, der dann über Trübeströme in das Becken gelangte und dort die Flinzkalke oder auch die Kalksteine bei Padberg bildete (Abb. 9). Das feinere, tonig-siltige Material der heutigen Schiefer in der Flinz-Formation hingegen ist das entsprechende Beckensediment, welches sich ‚normal', d.h. an Ort und Stelle, im Rhenoherzynischen Becken abgelagerte.

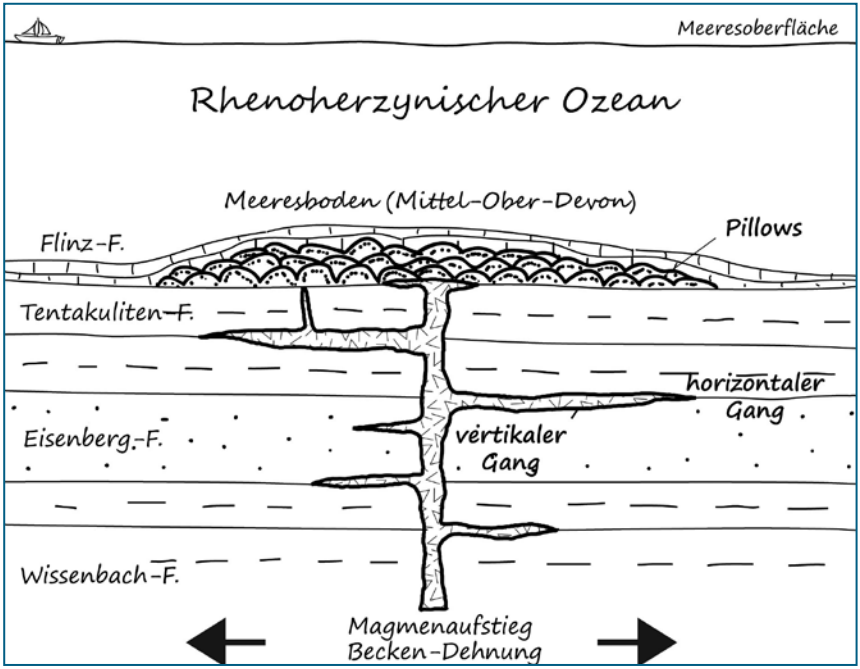


Abb. 17. Schemazeichnung zum untermeerischen Vulkanismus als Ergebnis der Dehnung im Rhenoherzynischen Meeresbecken im Mittel-Devon. Zu sehen sind Kissenlaven (Diabas-Pillows) als untermeerische Ausflüsse, sowie horizontale und vertikale Diabasgänge in den älteren Schichtenfolgen, z.B. in der Tentakuliten-Formation. Im Ober-Karbon wird die gesamte Serie gefaltet, auch die vulkanischen Gesteine.

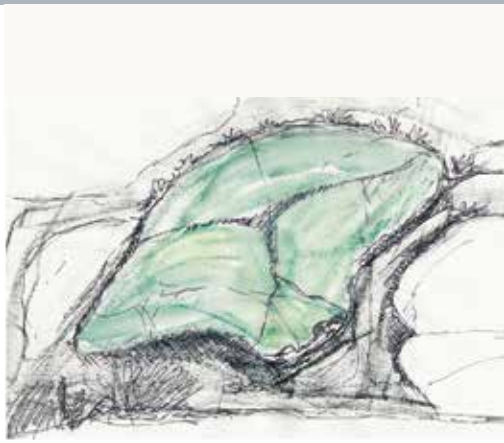


Abb. 18. Links: Blick auf die nach Süden (nach links) verkippte alte Meeresoberfläche mit kissenförmigen Diabasen (Pillows) am Niegelscheid. **Rechts:** Blick auf die Oberfläche eines Diabaskissens mit typischer Form. Zwischen den einzelnen Diabaskissen sind dunkle Ton-Siltschiefer zu finden (Größe eines Diabaskörpers ca. 2-3 m).

6.2. Blick auf den vererzten devonischen Meeresboden

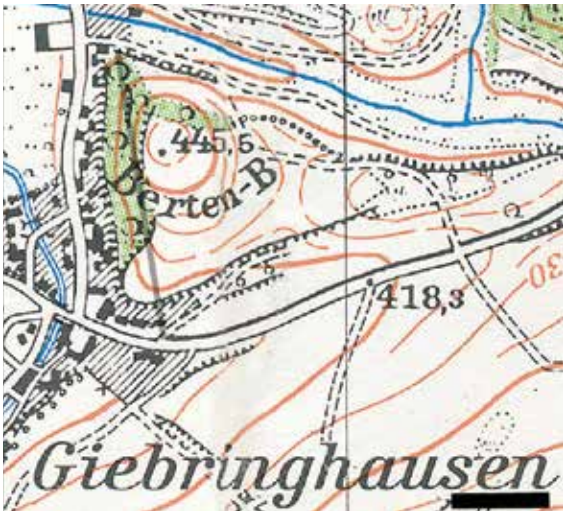


Abb. 19. Detail aus TK 25 Blatt 4618 Adorf. (Datengrundlage: HVBG). Aufschlüsse am Bertenberg in Giebringhausen mit Pillows und überlagernden Flinzkalken. Das Profil (ca. N-S) ist in Abb. 20 gezeigt (Balken=ca. 100m)

Ebenfalls schöne kissenförmige Diabase sind am Bertenberg an einem steilen Prallhang der Diemel direkt oberhalb von Giebringhausen zu sehen (Abb. 19). Hier werden die grünen Diabas-Pillows von jüngeren Abfolgen, gebankten dunkelgrauen Kalksteinen der Flinz-Formation direkt überlagert (Abb. 20, 21). Die Pillows sind zum Rande hin deutlich blasig und grünlich (Veränderungen

durch das Meerwasser). Darauf folgen gebankte, etwas wellige dunkelgraue und grobkörnige Kalksteine, die sich an die alte, wellige Morphologie des ehemaligen Meeresbodens angepasst haben (Ab. 21). Damit sieht man auf einen alten Meeresbodenkontakt von einem vulkanischen Gestein mit dem aufliegenden marinen Sedimentgestein – eine nicht alltägliche Ansicht. Bei den Kalksteinen handelt es sich genetisch wieder um Kalkturbidite (Kap. 4, 6.1.). Die harten Pillows bilden zusammen mit den harten Kalksteinen den Bergkamm des Bertenberg, der sich in Richtung Sudeck weiterverfolgen lässt. Talwärts im Norden finden sich die relativ weichen, gelblich-grau verwitterten Tentakulitenschiefer (Tentakuliten-Formation, Abb. 10), im Süden die ebenfalls wenig widerstandsfähigen Schiefer der Adorf-Formation (Abb. 20).
Im Bereich des Kontaktes zwischen den Pillows und den Kalksteinen finden sich z.T. eisenreiche Vererzungen, die z.B. im Bereich des Simmet etwas weiter östlich in vielen kleinen Schächten und im Tagebau abgebaut wurden. Heute sind dort Pingen, einige Meter große rundliche Vertiefungen zu sehen, die entlang der Schichtgrenzen verlaufen (Abb. 22). Diese stellen Einsturztrichter der ehemaligen kleinen Schachtanlagen dar und sind auf dem gesamten Kartenblatt Adorf zu finden.

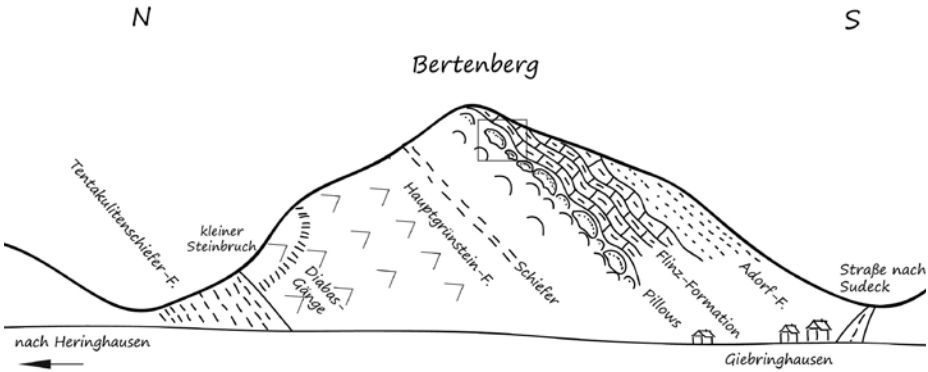


Abb. 20. Geologisches Profil am Bertenberg bei Giebringhausen. Im Norden stehen im Tal relativ weiche Ton-Siltschiefer der Tentakuliten-Formation (Mittel-Devon) an. Es folgen in einem alten überwachsenen Steinbruch am Hang massige, säulig abgesonderte Diabase. Am Top finden sich die typischen Diabaspillows (Hauptgrünstein-Formation, Abb. 21), die von Flinzkalken überlagert werden (Detailbox).

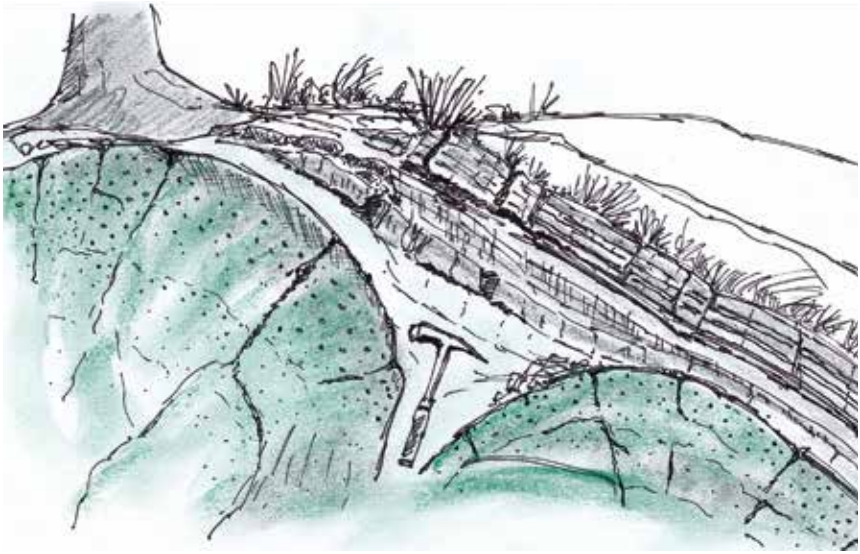


Abb. 21. Sedimentärer Kontakt zwischen kissenförmigen, blasigen Diabasen mit bankigen Flinzkalken. Die Kalksteine passen sich an die ehemalige Meeresboden-Topographie an. Die Schichtenfolge ist durch die Faltung nach Süden (rechts) verkippt (Abb. 20). Kleine Steinbrüche am Top des Bertenberg (Maßstab: Hammer).

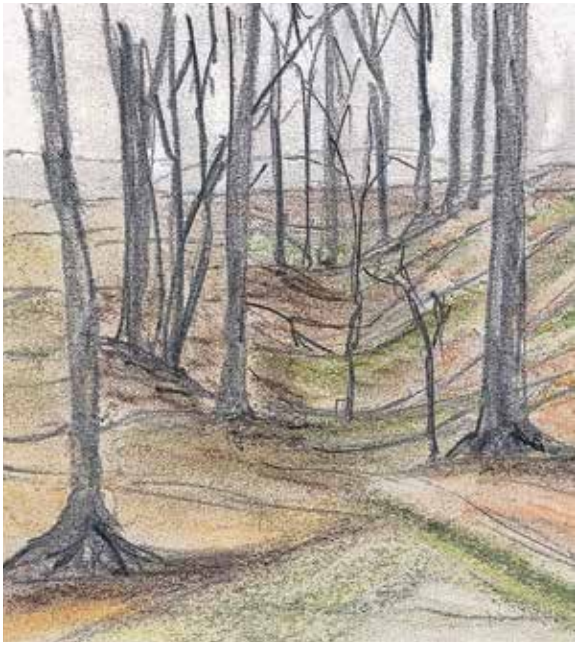


Abb. 22. Für die Region Adorf typische alte Pingen am Simmet bei Sudeck, die Einsturztrichter von alten Schächten oder Tagebauen darstellen. Geschürft wurde hier nach Roteisenerz im Bereich der vulkanischen Diabase, ähnlich wie am Martenberg bei Adorf, dort allerdings in großem Maßstab. Das Erz ist z.T. sehr hart, da es Quarz enthält. Die Zufuhr des Eisens geht auf den untermeerischen Vulkanismus zurück.

6.3. Ein gefalteter Diabasgang mit Sedimentgestein

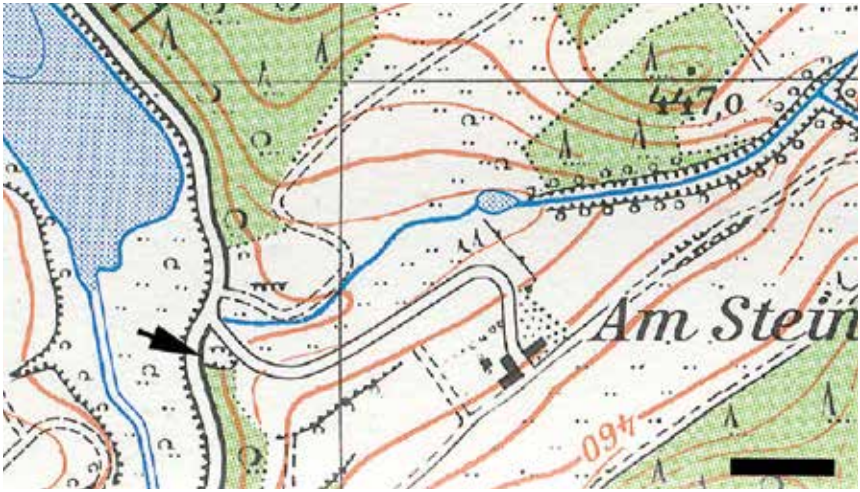


Abb. 23. Detail aus TK 25 Blatt 4618 Adorf (Datengrundlage: HVBG). Kleiner, etwas verschütteter Steinbruch (Pfeil) an der Straße zwischen Giebringhausen und Heringhausen, S' der Haltstelle ‚Am Stein'. (Balken=ca. 100m). (ca. 51°21'03.N/8°43'27.E)

Nahe der Straße zwischen Giebringhausen und Heringhausen befindet sich einige Meter südlich an der Bushaltestelle ‚Am Stein' ein kleiner alter Bruch, in dem ein schräg gestellter, harter, grünlich-grauer Diabasgang aufgeschlossen ist (Abb. 23). Als Besonderheit befindet sich, linsig eingeschlossen und mit dem Magma mitgeschleppt, eine Scholle aus dunkelgrauem Ton-Siltstein (Abb. 24). Letzterer ist der umgebenden Tentakuliten-Formation zuzuordnen und durch den Kontakt mit dem heißen basaltischen Magma (ca. 800-1200°C) metamorph verändert (Kontakt-Metamorphose). Da im Ton-Siltstein einige Minerale neu gebildet wurden, ist dieses Gestein hart und zeigt keine typische Schieferung. Die vertikalen Gänge stellen Zufuhrkanäle für die Diabaspillows dar, die im marinen Bereich im Mittel-Devon ausgeflossen sind (Abb. 17). In diesem Steinbruch handelt es sich um einen schichtparallelen Gang (Sill), der mitgefaltet wurde. Der dazugehörige liegende Sattel ist von der anderen Straßenseite mit einiger Übung zu erkennen (Abb. 24). Im Liegenden und Hangenden der Diabasgänge sind Tentakulitenschiefer zu finden. Vergleichbare harte Diabasgänge, die für Straßenschotter abgebaut wurden, finden sich auch in einem z.T. verschütteten Steinbruch am Koppen bei Heringhausen (Sill) sowie in der Nähe der Staumauer im Bereich des Eisenberges (Dyke).

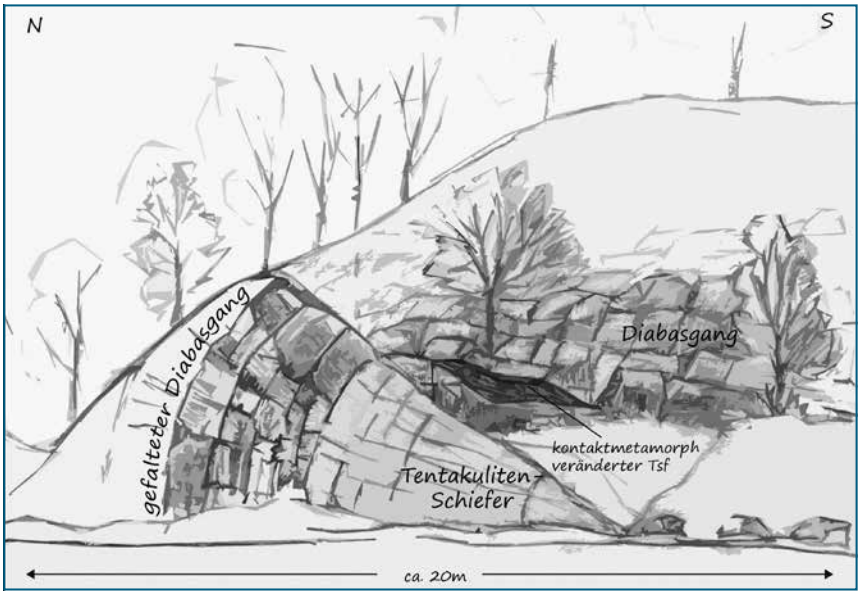


Abb. 24. Schematische Skizze eines gefalteten Diabasganges (Sill, zerklüftet) mit linsig eingeschalteten dunklen, harten Ton-Siltsteinen (Tsf), die durch das aufsteigende Magma mitgeschleppt und verändert (metamorphisiert) wurden. Kleiner Steinbruch südlich der Bushaltestelle ‚Am Stein'. Blick von der anderen Straßenseite in der Kurve.

6.4. Wenn wässrige Sande in Bewegung geraten

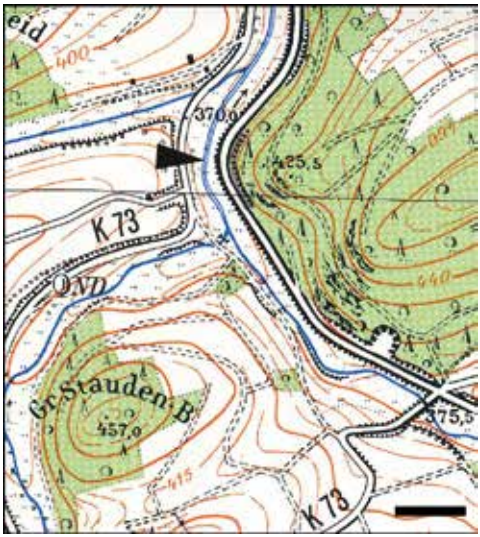


Abb. 25. Detail aus TK 25 Blatt 4618 Adorf. (Datengrundlage: HVBG). Straßenaufschlüsse in den Wulstsandsteinen am Westhang des Lenkenberges (Pfeil) in einer Kurve ca. 1 km südlich Adorf (nach Flechtdorf). (Balken=ca. 100m). (ca. 51°20'42.N/8°47'27.E)

Zur Begehung der zahlreichen Aufschlüsse an der Straße Adorf-Flechtdorf im Aartal kann man am Abzweig Benkhausen parken und damit gleich auf dem Weg nach Norden an einem Kieselkalksteinbruch vorbeischauen (Abb. 25) und die schräg gestellten Schichten bewundern. Dann durchläuft man in NW-Richtung die Kiesel-Alaun-Formation mit schwarzen Alaunschiefern, um relativ schnell in der Dasberg-Formation mit grünlichen Schiefern und später in der Kurve (Abb. 25) in wohlausgebildete Sandsteine zu kommen. Dort finden sich dickbankige graue, glimmerreiche, mittelkörnige, seltsam geformte Sandsteine (Abb. 26). Sie sind aus Trübeströmen entstanden und daher vom nördlich gelegenen Schelfgebiet des Old Red Kontinentes (Abb. 9) herzuleiten. Sie sind in grünlich-graue Ton-Siltschiefer eingeschaltet, die vor Ort (autochthon) im Ober-Devonmeer entstanden sind und z.T. kleine Kalkknollen enthalten, die oft durch die Verwitterung herausgelöst sind.
Der Prozess, der zu den wulstigen Sandsteinstrukturen führt, ist in Abbildung 27 dargestellt. Diese sind wohl vor allem aufgrund von aufsteigenden Porenwässern kurz nach der Ablagerung der turbiditisch und damit schnell geschütteten, wasserreichen Sande entstanden. Durch eine leichte Neigung des Beckens nach Süden, können diese Strukturen eine entsprechende Richtung nach Süden aufweisen (Abb. 27). Die Genese dieser speziellen Bildungen wurde schon von G. Einsele (1963) in dessen Dissertation detailliert beschrieben und ist bis heute gültig. In der Fachliteratur nennt man diese Strukturen auch ‚Wickelschichtung'. Leider ist die Straße stark befahren, kleinere Aufschlüsse mit ähnlichen schönen Wickelstrukturen, die spezialgefaltet sind, lassen sich noch am Westhang des Berges Ziegenstall in einem Buchenwaldgebiet südlich von Giebringhausen finden.

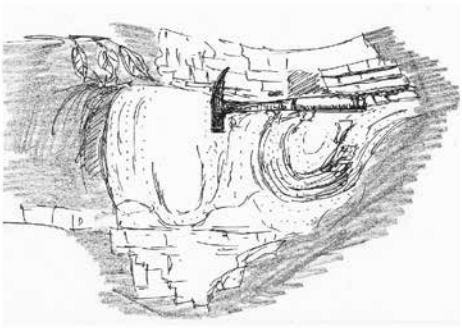


Abb. 26. Wulstige Sandsteine im Straßenaufschluss Adorf-Flechtdorf als Bild und Zeichnung. Die mögliche Entstehung dieser Strukturen ist in Abb. 27 skizziert.

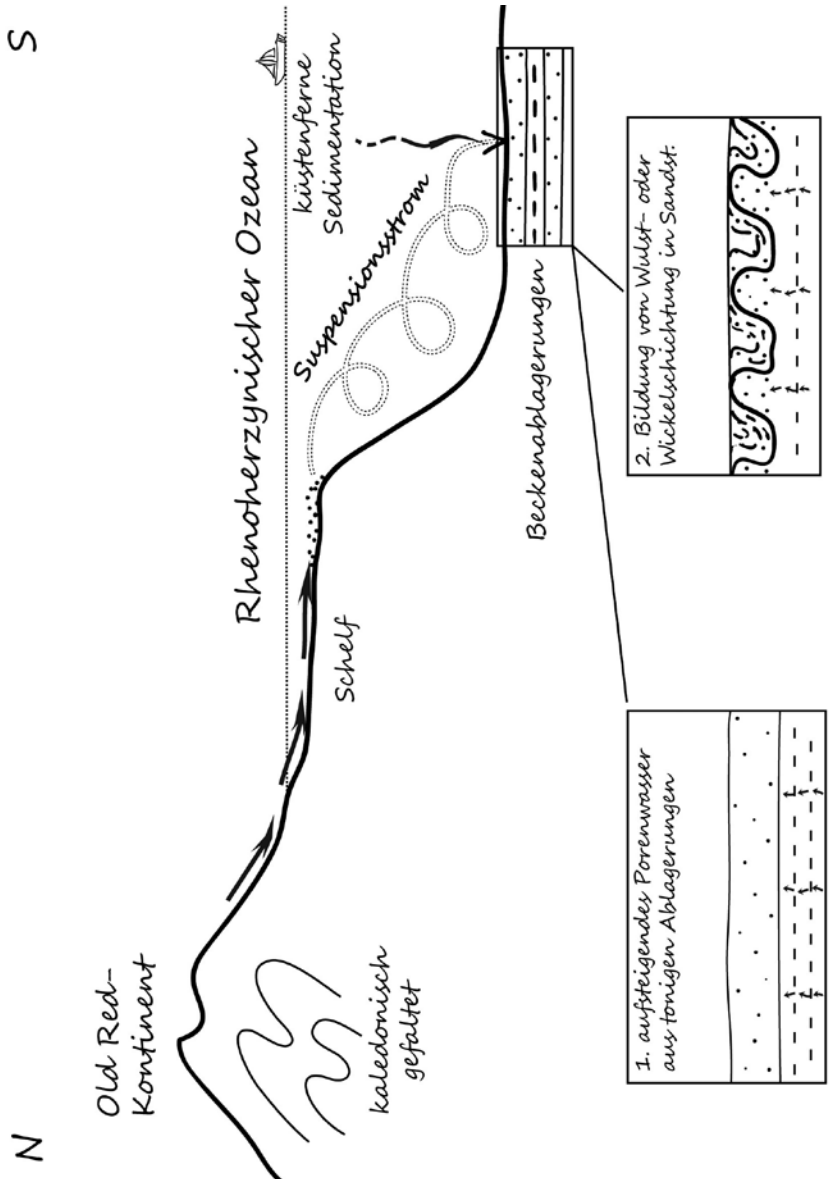


Abb. 27. Schemazeichnung zur Bildung von Wulstsandsteinen als Ergebnis von Sandtrübeströmen (Turbidite) vom Schelf des Old Red-Kontinentes in das Rhenoherzynische Becken. Die beiden Detailskizzen im unteren Teil zeigen die mögliche Entstehung der Wickelstrukturen durch aufsteigendes Porenwasser aus tonreichen Schichten in die schnell geschütteten Sandsteinlagen und eine damit verbundene Mobilisierung der teilweise schon verfestigten Sande.

6.5. Große und kleine Kieselkalkfalten am ‚Göttinger Profil'

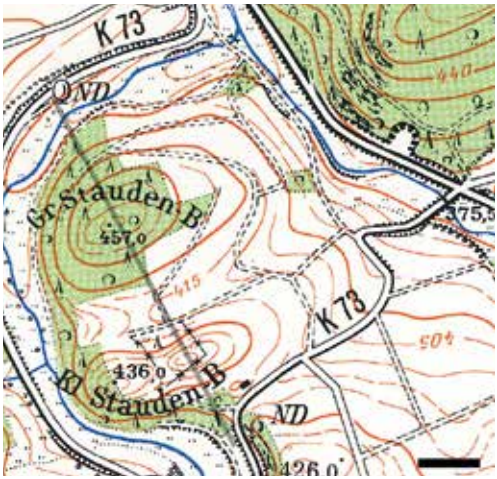


Abb. 28. Detail aus TK 25 Blatt 4618 Adorf (Datengrundlage: HVBG). Kl. und Gr. Staudenberg nördlich Benkhausen mit Benkhauser Klippen (ND) und dem Profil von Abb. 29. Das ‚Göttinger Profil' führt vom Ausgang von Benkhausen einen Feldweg den Kl. Staudenberg hinauf (Balken=ca. 100m).
(ca. 51°20'13.N/8°47'13.N).

Schöne Faltenbilder innerhalb der Kieselkalk-Formation lassen sich am Top des Kleinen Staudenberges innerhalb einer größeren Sattelstruktur finden (Abb. 28, 29). Man beginnt die Erkundung am besten am Ortsausgang von Benkhausen und läuft unterhalb der eindrucksvollen Benkhauser Klippen (ND in Abb. 29) aus Kulm-Tonschiefern vorbei nach Norden. Die Tonschiefer sind eigentlich relativ weich und bilden oft den Talgrund und die unteren Berghänge, hier stehen sie aber an einem Prallhang der alten, eiszeitlichen Rhene an und bilden ca. 10-15m hohe, zerklüftete und bunte Klippen, da sie mit vielerlei Flechten und Moosen überwuchert sind. Besonders schön kommen die Farben der Pflanzen bei Sonnenschein zur Geltung.

Im Bereich der Klippen führt talwärts ein kleiner Feldweg nach Norden zum so genannten Göttinger Profil, welches von der Universität Göttingen zu Studienzwecken für Studierende in den 90-er Jahren freigeschoben wurde. Leider ist es inzwischen wieder etwas zerfallen, die schräg nach Süden einfallenden Posidonien-Schiefer mit zahlreichen Muscheln lassen sich aber noch gut finden. Weiter oben im Weganschnitt stehen Kieselkalke an, die z.T. schöne Faltenbilder im Metermaßstab zeigen (Abb. 29, 30) und oft im Sattelkern durch die Faltung zerbrochen sind. Diese enge Faltung ist typisch für Faltenumbiegungen in Sätteln (hier), aber auch in Mulden und entsteht dort vor allem aus Platzmangel bei der plastischen Faltung (Biegefaltung) dieser Gesteine in größeren Tiefen. Gleich hinter der Kuppe des Kl. Staudenberges geht es steil bergab und man kommt geologisch in eine Kulm-Tonschiefer Mulde.

Jürgen Schneider (ehemals Univ. Göttingen) hat in einer kleinen Abhandlung über Benkhausen 1997 dieses Profil beschrieben und gezeichnet. Sehr schöne spitze Falten, typisch für Kieselkalkgesteine lassen sich noch am Ortsausgang zum Katenberg in Wirmighausen hinter Häusern und Scheunen bewundern. Berühmt ist die große Welle, eine außergewöhnlich schöne Faltenwelle im Kellerwald (Bergfreiheiter Welle, Abb. 31) in identischen Kieselkalk-Gesteinen, die allerdings aus dem Ober-Devon entstammen.

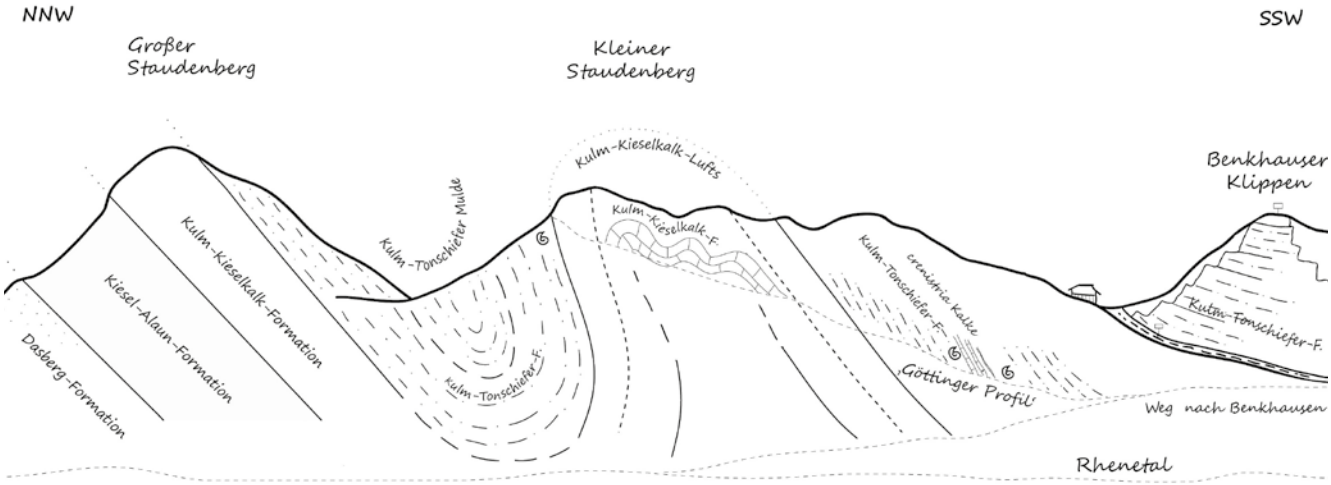


Abb. 29. ‚Göttinger Profil' an einer Wegböschung nördlich Benkhausen zwischen den Benkhauser Klippen (rechts) und dem Kleinen und Großen Staudenberg. Im Zentrum ist ein Sattel mit Kieselkalken im Kern zu sehen, der im Bereich der Umbiegung eine Spezialfaltung aufweist (schematisch, Detail Abb. 30). Länge des Profiles ca. 1 km.

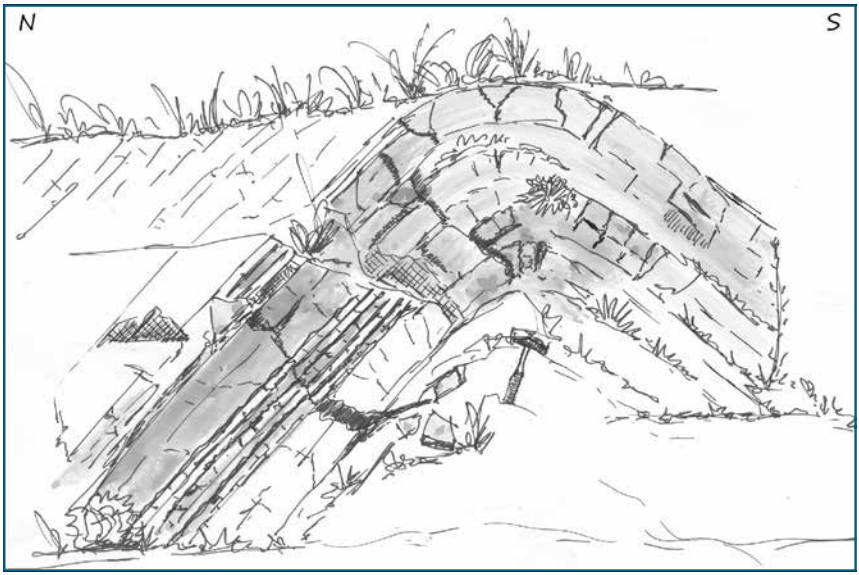


Abb. 30. Beispiel eines aufrechten Sattels in harten bankigen Kieselkalken am Kleinen Staudenberg. (Abb. 29) Im Sattelfirst sind bei der Faltung die Gesteine z.T. zerbrochen. Weganschnitt am Top des Kleinen Staudenberges (Maßstab=Hammer).

Abb. 31. Die Bergfreiheiter Welle - mit typischen Falten für Kieselkalkgesteine (Kellerwald).

6.6. Faltenbau und Morphologie am steilen Diemel-Prallhang

Abb. 32. Detail aus TK 25 Blatt 4618 Adorf (Datengrundlage: HVBG). NW-SE-Profil über den Burgberg (Abb. 33, Balken=ca. 100m) nördlich Deisfeld. (ca. 51°19'16.N/8°44'02.E)

Der Burgberg nördlich von Deisfeld (Abb. 32) ist durch eine steile Westflanke gekennzeichnet, ein Prallhang der quartären Diemel, die in den Eiszeiten und Zwischeneiszeiten mehr Wasser führte. Direkt auf der Kuppe steht eine kleine Schutzhütte, von der man einen schönen Ausblick hat. Von dort blickt man hinab ins Diemeltal und kann alte Diemel-Terrassen im NW erkennen. Im Bereich der Bergkuppe und Hütte befindet man sich in der Umbiegung einer Sattelstruktur mit Kieselkalken bzw. schwarzen Lyditen (Radiolariten) an den Flanken und im Zentrum mit tiefschwarzen Alaunschiefern. Letztere ziehen sich als steile Klippen den Hang zu Diemel hinunter und sind am Bewuchs (kleine krüppelige Eichen) und anhand einer leichten Vertiefung im Gelände zu erkennen (Abb. 33). Bewegt man sich am Hang des Burgberges nach Norden, kommt man in die weichere Kulm-Tonschiefer–Formation mit Posidonien-Schiefern. Dann folgen wieder die Kieselkalke an kleineren Klippen am unteren Hang und am Talboden ist ein kleiner Steinbruch, in dem wiederum die tiefschwarzen Alaunschiefer anstehen. Aus diesen Befunden setzt der Geologe ein Profil zusammen, wie es in Abb. 33 dargestellt ist. Daraus ergibt sich ein Kieselkalksattel am Burgberg und eine Kulmtonschiefermulde auf relativ kleinen Raum., die sich auch in der Morphologie widerspiegeln. Der Hang des Burgberg ist im Süden flacher, da dort die Schichten mit dem Hang einfallen; im Norden hingegen fallen die Schichten gegen den Hang ein und die Morphologie ist deutlich steiler (Abb. 33).

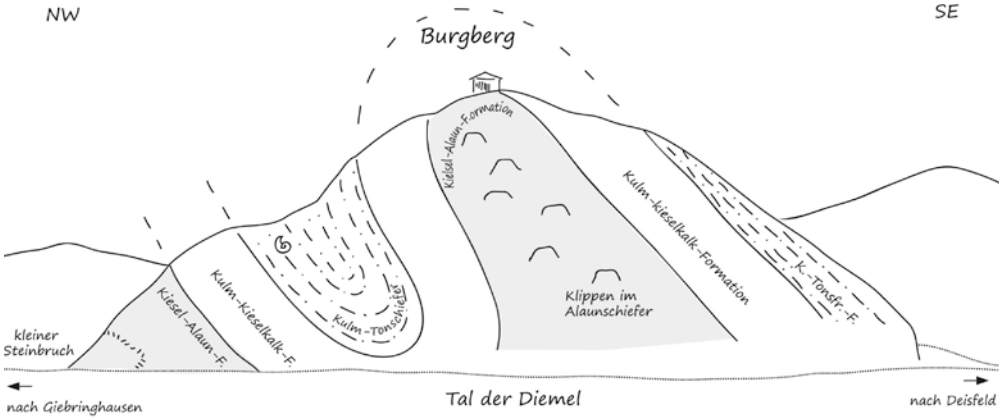


Abb. 33. Schöne Faltenbilder am Burgberg nördlich Deisfeld. Die Details in der Morphologie und dem Bewuchs (oben) stimmen mit den Geländebefunden der Schichtenfolge überein und weisen auf eine Sattel-und Muldenstruktur hin (unten). Eine geringe Geländevertiefung in der Bildmitte oben entspricht der Verbreitung des Alaunschiefers, der sich klippenartig zum Burgberg hinaufzieht. Eine kleine Senke am Nordhang des Burgberges weist auf die eingefalteten weicheren Kulmtonschiefer hin. Am Talboden befindet sich ein kleiner Aufschluss mit der Alaunschiefer-Formation.

6.7. Gebirgsdruck, übereinander geschobene Gesteine und ein Luftsattel

Abb. 34. Detail aus TK 25 Blatt 4618 Adorf (Datengrundlage: HVBG). Profil NE Eimelrod mit dem Emmerich und zwei kleinen Steinbrüche oberhalb der Mülmecke (Balken=ca. 100m). (ca. 51°18'23.N/8°42'32.E)

Im Vergleich zu der relativ einfachen Faltenstruktur von Kapitel 6.6 vom Burgberg, ist die Situation westlich des Emmerich bei Eimelrod im Prinzip vergleichbar, jedoch im Detail komplexer und die Abfolge nicht mehr ganz in der ursprünglichen Ordnung. Von einer kleinen Kuhle am Südrand der Bergkuppe (Abb. 34., Abbau von Kieselkalken) ausgehend, durchläuft man an dem Hangweg oberhalb der Mülmecke eine Sattelstruktur, die sich auch nach Osten zum Emmerich hin fortsetzt. Die Abfolge ist in Abb. 35 als Profil dargestellt. Der Sattelkern ist mit Dasberg-Sandsteinen an einem kleinen Wegvorsprung am schönsten aufgeschlossen (Abb. 36). Der Sattel ist leicht nach NW geneigt (=vergent), durch gerichteten Druck aus südlicher Richtung. Das damals in größerer Tiefe (einige km) befindliche Gestein reagierte z.T. plastisch, daher ist Material von den Faltenschenkeln in den Sattelkern hinein gewandert (Abb. 36). Des Weiteren sieht man eine gut ausgebildete Schieferung, die in klassischer Weise fächerförmig ausgebildet ist.
Man durchläuft anschließend in nördlicher Richtung wieder die schwarzen Alaunschiefer, die aber hier geringmächtiger erscheinen als auf der Südflanke des Sattels. Dies weist auf eine tektonische Unterdrückung im Bereich einer Störungsbahn hin, wie sie in Abb. 35 schematisch eingezeichnet ist. In dem dann folgenden, z.T. verwachsenen Steinbruch, finden sich ausgeprägte unregelmäßige (disharmonische) Falten im Kieselkalk, die ebenfalls auf eine streichende Störung hindeuten. Die Störungszone ist durch Verquarzungen und zermahlene Gesteinstrümmer gekennzeichnet, die durch eine Verwitterungsrinne sichtbar ist. Man nennt dies auch eine Ruschelzone, die im Südteil des Steinbruches auch durch einen Schuttkegel gekennzeichnet ist. Ca. 1 km östlich dieses Profils befindet sich der Emmerich mit zwei deutlich herauspräparierten und bewaldeten Kieselkalkkuppen (Abb. 37).
Die Störung bzw. Aufschiebung, die hier in dem Aufschluss gefunden wurde, ist Teil einer größeren Struktur mit SW-NE Verlauf, also im generellen Streichen der Schichten im östlichen Sauerland. Man bezeichnet diese eine streichende Störung. Sie verläuft von Eimelrod über den Emmerich nach Schweinsbühl und weiter in Richtung Flechtdorf. Im Straßenprofil am Buhlarsch bei Flechtdorf ist die Störung der Abfolge wieder gut aufzufinden. In einem Blockbild ist sie von Pelzer und Röhr (Univ. Göttingen) schön räumlich dargestellt (in Paeckelmann, 1979).

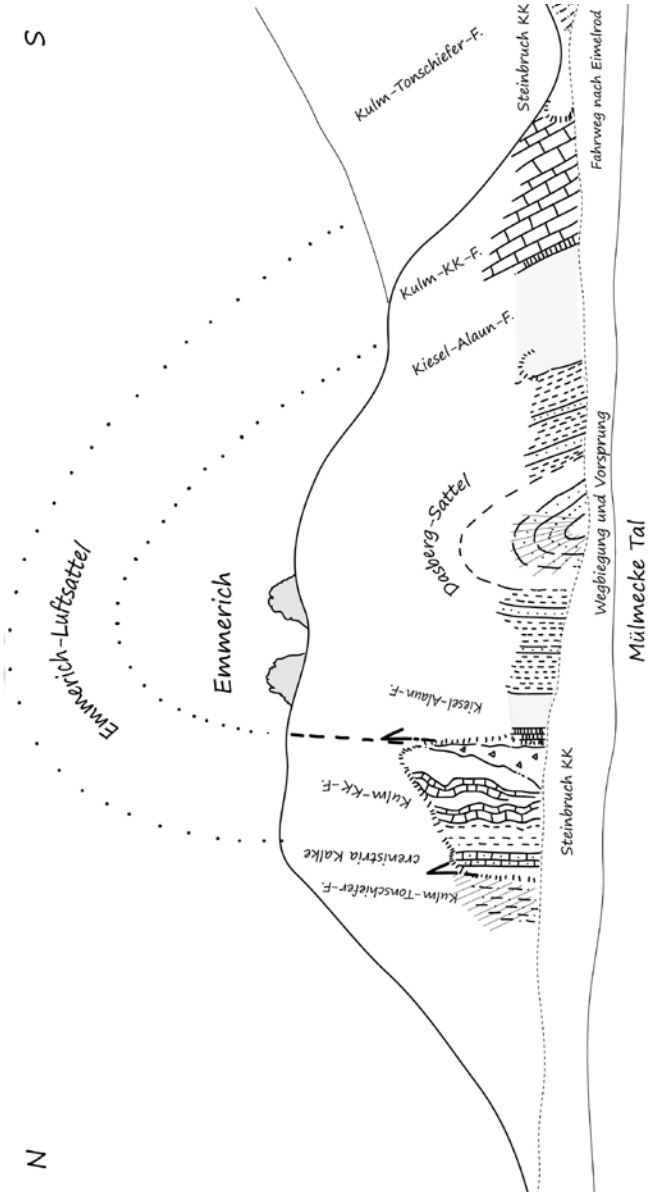


Abb. 35. Schematisches geologisches Wegeprofil am Westhang des Emmerich im Mülmecketal bei Eimelrod mit großräumiger Sattelstruktur (Bildmitte, Abb. 36). Das Profil beginnt im Tal im SE im Bereich eines kleinen Steinbruches und endet im größeren Steinbruch im NW. Am Südende des großen Steinbruches befindet sich ein gestörter Bereich mit einer Aufschiebung der Abfolgen von Süden nach Norden (gestrichelte Linie mit Pfeil). Detailstrukturen sind nicht maßstabsgerecht.

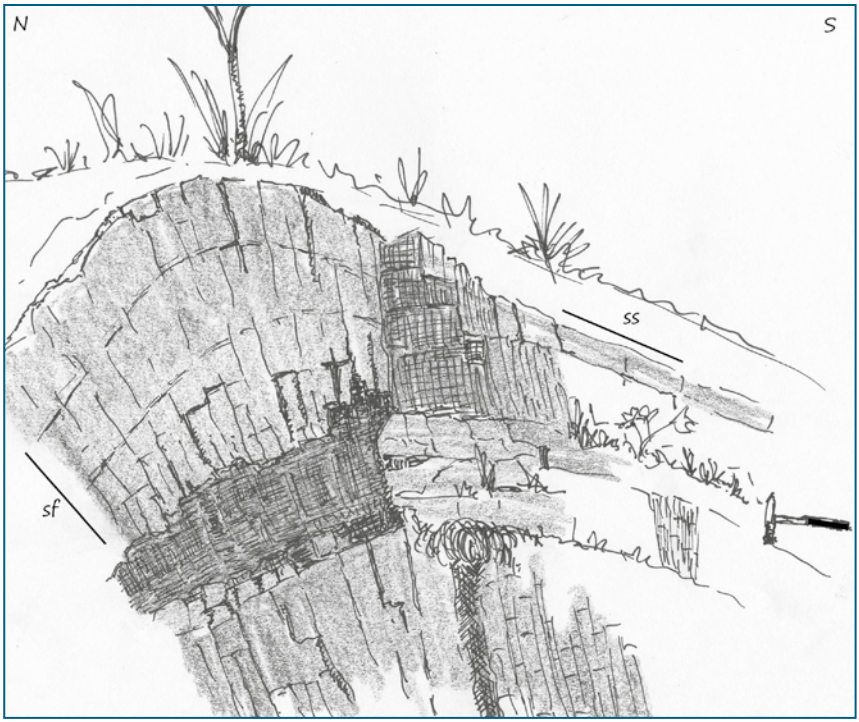


Abb. 36. Detail von Abb. 35. Sattelkern mit Dasberg-Sandsteinen an einem kleinen Bergsporn oberhalb der Mülmecke. Zu sehen sind Verdickungen der Schichten im Sattelkern durch plastische Materialwanderungen aus den Sattelflanken sowie eine gut ausgebildete Fächerstellung der Schieferung (sf = Schieferung, ss = Schichtung, Maßstab=Hammer).

Abb. 37. Blick vom Ortsausgang Schweinsbühl nach Deisfeld in Richtung Westen auf die Doppelkuppe des Emmerich (vgl. Abb. 35), bestehend aus Kieselkalken. Diese sind mit Buchenwald bestanden, dazwischen sind auf der Wiese Alaunschiefer der Kiesel-Alaun-Formation zu finden. Die Sattelstruktur (Luftsattel) aus Abb. 35 ist hier aus der entgegengesetzten Richtung anhand der Morphologie zu erahnen.

6.8. Störungen mit unregelmäßigen Falten

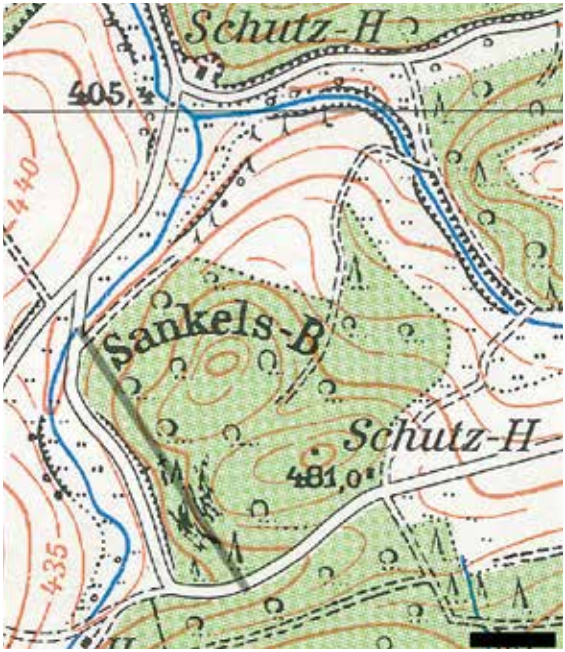


Abb. 38. Detail aus TK 25 Blatt 4618 Adorf (Datengrundlage: HVBG). Profil am Hangweg des Sankelsberg südlich der Schutzhütte Benkhausen. (ca. 51°19'20.N/8°47'17.E)

Ein guter Ausgangspunkt für dieses interessante Wegprofil ist die Schutzhütte bei 481,0 am Waldrand, die man gut von Flechtdorf (im Osten), aber auch über die Benkhauser Grillhütte von Norden über einen Fahrweg erreichen kann (Abb. 38). Am besten finden sich die Kulm-Tonschiefer am Weganschnitt zu Beginn des Profils (Abb. 39). Es folgen disharmonisch gefaltete Kulm-Kieselkalke und dann, an schönen Klippen hervorragend aufgeschlossen, die Alaunschiefer der Kiesel-Alaunschiefer-Formation. Letztere sind in schönen Spezialfalten zu sehen mit Schichtung und Schieferung in Fächerstellung und leichter Neigung der Falten nach NW (Abb. 40). Die Nordflanke des Kieselkalksattels ist abgeschert und somit sind die Alaunschiefer und Teile der Reste von Kieselkalken auf die Kulm-Tonschiefer-Formation in mehreren Überschiebungsbahnen überschoben (Abb. 39). Im gesamten Störungsbereich finden sich disharmonisch gefaltete Kieselkalke (Bsp. Abb. 41) und die typischen zerbrochenen Gesteinstrümmer, die z.T. wieder mit Quarzen verheilt sind. Diese streichende Störung/Aufschiebung wurde in ihrer weiter westlichen Fortsetzung bei Eimelrod beschreiben (Kap. 6.7) und ist Teil einer größeren Störungsbahn von SW nach NE (siehe Profil in Paeckelmann, 1979). Geht man weiter nach Norden in Richtung Sankelsberg, so sieht man wieder eine ansteigende Morphologie, die durch mehrere, relativ harte Kalksteinbänke der Rhenaer Kalke erklärbar sind. Sie bilden auch die Kuppe des Sankelsberg (Abb. 39), sind jedoch nur als härtere Einschaltungen in den weicheren Kulm-Tonschiefern zu finden.

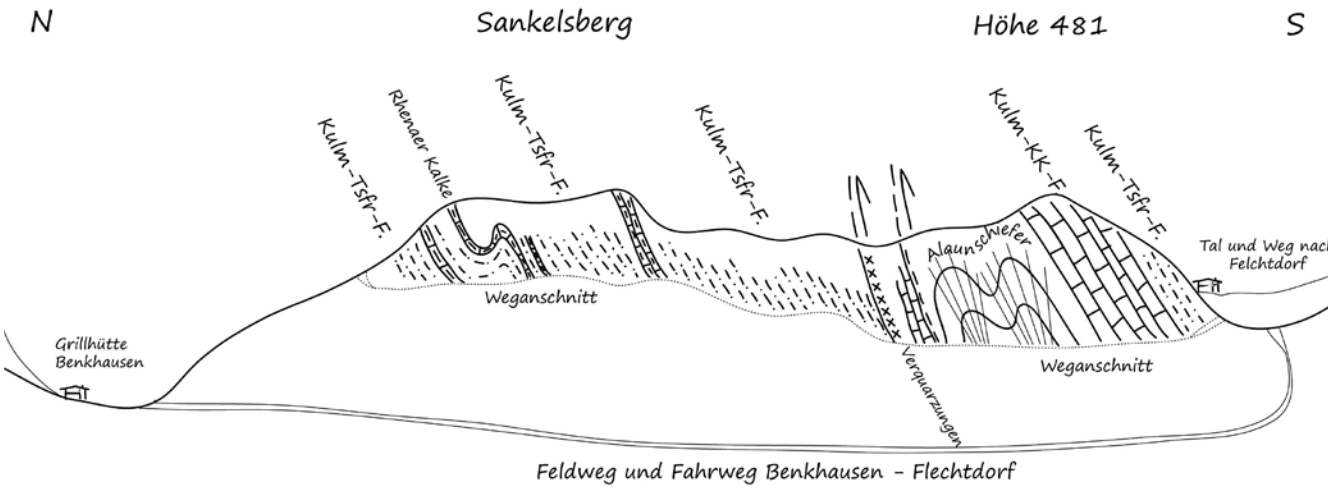


Abb. 39. Weganschnitt mit Profil zwischen Höhe 481 m und dem Sankelsberg. Zu sehen ist eine unterkarbonische Abfolge mit spezialgefalteten Alaunschiefern und Kieselkalken im Süden (Abb. 40), die in mehreren Störungsbahnen auf die Kulm-Tonschiefer-Formation aufgeschoben sind. Im Bereich des Sankelsberg sind zahlreiche dunkelgraue grobkörnige Kalkbänke (Rhenaer Kalke) mit Spezialfaltungen aufgeschlossen. Gesamtlänge des Profils ca. 500 m, Einzelstrukturen sind nicht maßstabsgerecht.

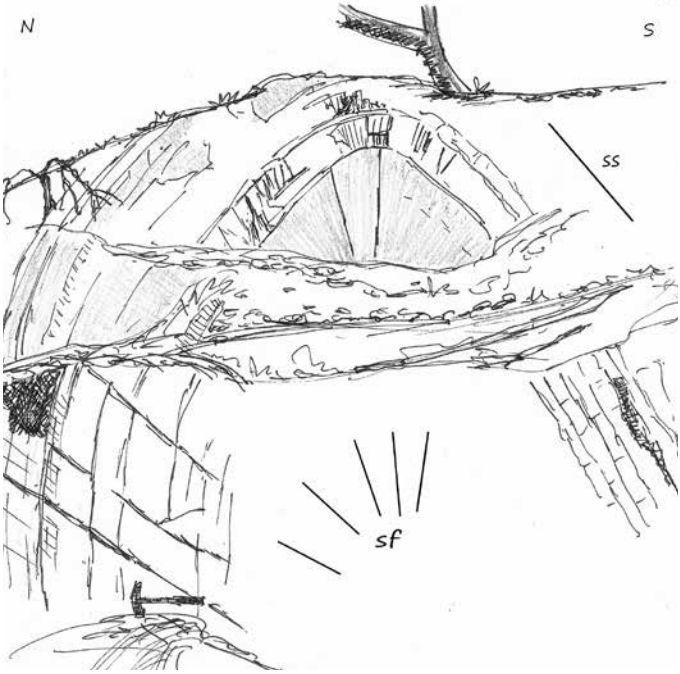


Abb. 40. Detail aus Abb. 39 mit schöner Sattelstruktur in den Alaunschiefern (Kiesel-Alaun-Formation) im Weganschnitt südlich des Sankelsbergs. Schichtung (ss) und Schieferung (sf, in Fächerstellung) im leicht NW vergenten Sattel sind gut zu erkennen. (Maßstab = Hammer).

Abb. 41. Unregelmäßige (disharmonische) Spezialfalten in Kieselkalken im Störungsbereich (südlicher Teil des Profils Abb. 39), die man auch als Knickfalten bezeichnen kann.

6.9. Versetzte Bergzüge aus Kieselkalk

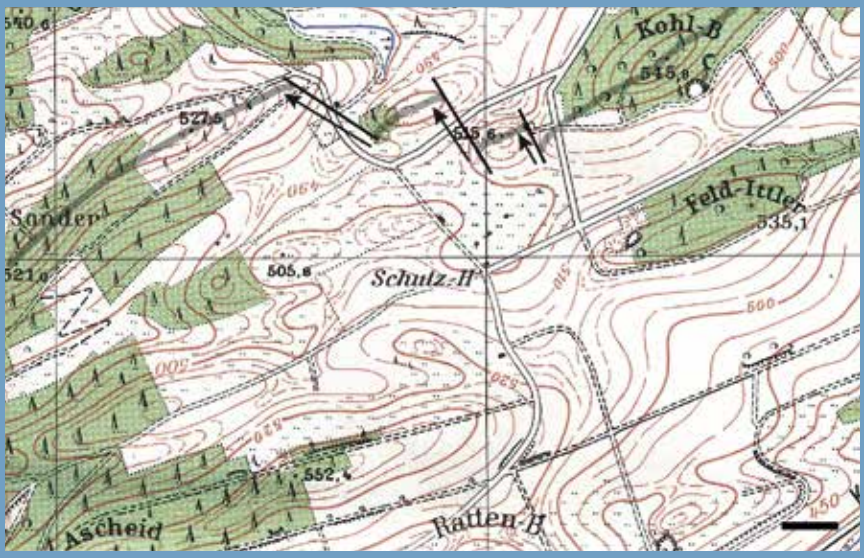


Abb. 42. Detail aus TK 25 Blatt 4618 Adorf, NE Deisfeld (Datengrundlage: HVBG). Der Sander-Bergzug mit Kuppe 527,5 mit Kieselkalken (grau markiert) ist über zwei kleine Bergkuppen (u.a. 515,6) zum Kohlberg hin quer zum Streichen durch Querstörungen versetzt (schwarze Linien). Pfeile geben die tektonischen Bewegungen (relativ) an, die durch den Versatz der Kieselkalkrücken angezeigt werden. Die Störungsbereiche sind durch Talungen morphologisch gut zu erkennen (Balken=ca. 100m).

Abb. 43. Blick vom Ascheid nach Osten auf die bewaldeten Kuppen des Kohlberg (links), Feld-Ittler und Lenscheid (rechts). Sie bestehen am Top aus harten Kieselkalken, die morphologisch hervortreten (Abb. 42). Äcker und Wiesen im Vorder- und Mittelgrund bestehen aus Kulm-Tonschiefern. Im dunstigen Hintergrund ist die ebene Adorfer Zechstein-Hochfläche zu sehen, heute mit zahlreichen Windrädern bestanden.

Einen schönen Überblick über die typische Landschaft der Diemelseee-Region bietet sich vom Ascheid (Abb. 43). Langgestreckte Kieselkalkzüge (Kohlberg-Schmittenberg-Vommel-Gr. Staudenberg; Feld-Ittler-Lenscheid, Abb. 42) wechseln mit SW-NE verlaufenden Tälern, überwiegend bestehend aus weicheren Kulm-Tonschiefern mit verschiedenen Einschaltungen anderer Gesteinstypen, z.B. den Rhenaer Kalken. Letztere sind schön zu sehen in einem kleinen Steinbruch südlich des Kohlberges (Abb. 42). Sie sind Härtlinge und treten innerhalb der Kulm-Tonschiefer im Gelände als kleine Kuppen hervor. Kieselkalke sind als Härtlinge noch deutlicher von der Natur als spitze Bergzüge herauspräpariert, meist sind sie von Buchenwäldern bestanden. Die Gesteine sind hart und splittrig, sie klirren beim Anschlagen mit dem Hammer, vor allem die Radiolarite. Im Gegensatz dazu sind wir auf dem Ascheid auf einer schwach hervortretenden Kuppe, die mit Kiefern bestanden ist. Hier stehen so genannte Kulm-Grauwacken und Grauwackenschiefer (Abb. 10), also eher sandig-tonige und damit siliziklastische Bildungen an. Westlich des Kohlberges sind in die typischen Bergzüge aus Kieselkalken nahezu abgeschnitten bzw. versetzt. Dafür sind geologische Querstörungen verantwortlich. Der Bergzug Kohlberg-Höhe 515,6 setzt sich geologisch am Sander fort, dazwischen liegt noch eine kleine bewaldete Bergkuppe aus Kieselkalk (Abb. 42). Von der Höhe 515,6 bietet sich ein guter Überblick über die Geologie und Morphologie.

6.10. Ein berühmtes geologisches Profil mit Fossilien

Der Steinbruch südlich von Benkhausen mit der Grillhütte ist ein schönes Ausflugsziel (Abb. 38, 51°19’36.N/8°47’20.E). An einer Südflanke einer größeren Sattelstruktur mit der Dasberg-Formation im Zentrum fallen hier die Kieselkalke (Kieselkalk-Formation) und die Ton-Siltsteine (Kulm-Tonschiefer-Formation) nach Süden hin ein (Abb. 44). Die Wechsellagerung der Kieselkalk-Formation von Kalkigen und kieseligen Lagen ist auch hier hervorragend durch eine deutliche Bänderung des Gesteines im cm-Bereich zu sehen. Die aufliegenden schiefrigen Gesteine der Kulm-Tonschiefer-Formation beinhalten einige Meter aus fossilreichen Posidonien-Schiefern (berühmte Fossilfundstätte mit Hinweistafel). Neben der zahlreich vorkommenden Muschel von Posidonia, einer dünnschaligen, schwimmenden Art (Abb. 45), finden sich so genannte Goniatiten (Cephalopoden, paläozoische Kopffüßler, Abb. 45). Hierbei handelt es sich um meist kleinere Arten wie *G. striatus*. Daneben finden sich noch Pflanzenabdrücke und seltener auch kleine Trilobiten (Dreilapperkrebse) bzw. nur kleine Teile (z.B. Kopf- und Schwanzschilde) dieser Organismen (Abb. 45). Es handelt sich um ausgestorbene Meeresbodenbewohner des Erdaltertums. Lagenweise sind diese Trilobitenteile sehr angereichert, so dass man von ‚Trilobiten-Friedhöfen‘ sprechen kann (wie immer diese auch entstanden sind?). Sucht man in der Schutthalde unterhalb der Tafel einige Minuten lang, so ist für jeden etwas an Fossilien zu finden.
Innerhalb der fast schwarzen Schiefer (sog. Liegende Alaunschiefer) der unteren Kulm-Tonschiefer-Formation finden sich oberhalb der Fossiltafel mehrere, einige

cm dicke, sehr mürbe, tonig-gelbliche Lagen/Schichten, die auch für den Geologen schwierig zu finden und zu erkennen sind (Abb. 44). Es handelt sich hierbei um stark verwitterte vulkanische Aschen. Sie sind Zeugen eines submarinen Vulkanismus im Unter-Karbon, der Aschen im Rhenoherzynischen Meeresbecken abgelagert hat. Diese submarin verwitterten vulkanischen Aschen heißen Beddelhäuser Tuffite und sind aus dem Edergebiet bekannt (Beddelhausen, Kellerwald). Submariner Vulkanismus im Unterkarbon ist typisch für das südliche Rheinische Schiefergebirge.

Eine weitere interessante Besonderheit von überregionaler Bedeutung in diesem Geotop sind 2-3 hellgraue, dm-dicke Kalksteinbänke im südlichen Teil des Aufschlusses, die viele Cephalopoden (Goniatiten), allerdings nur einer Art führen und bei Geologen als crenistria-Kalksteine (nach dem Goniatiten *G. crenistria)* bekannt sind (Abb. 44, 45). Es sind feinkörnige (mikritische) Cephalopodenkalke, die sich bis nach England verfolgen lassen und dort zeitgleich auftreten, was relativ ungewöhnlich ist. Diese Gesteine sind Gegenstand zahlreicher wissenschaftlicher Publikationen, vor allem über die Entstehungsbedingungen der crenistria-Kalke unter sauerstoffreichen Bedingungen innerhalb einer Abfolge (Alaunschiefer bis Kulm-Tonschiefer, Abb. 10), die eher auf langanhaltende, sauerstoffarme Ablagerungsbedingungen hinweisen.

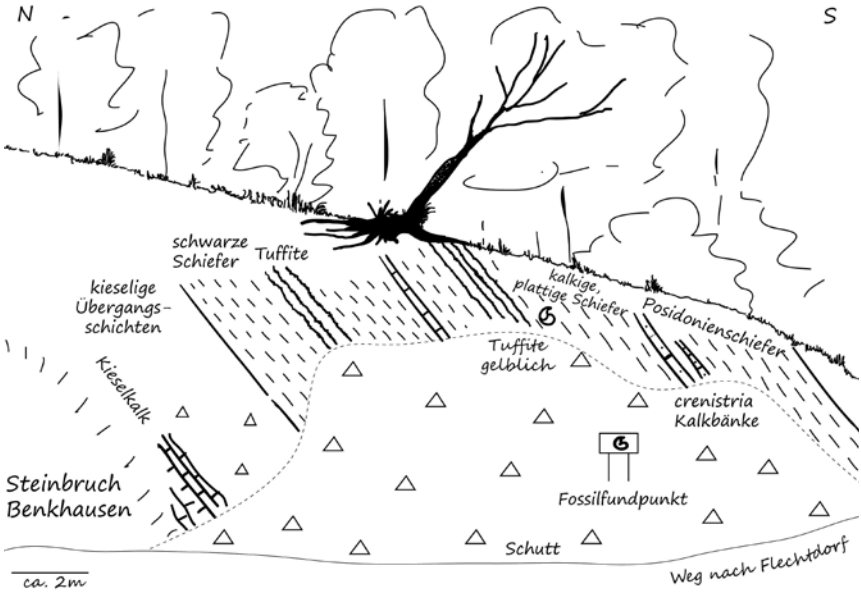


Abb. 44. Südlicher Teil des Steinbruches an der Grillhütte Benkhausen (Abb. 38) mit geologischem Profil und dem Fossilfundpunkt in den Posidonien-Schiefern und Kalken. Abgebaut wurden hier Kieselkalke. Es folgen kieselige Übergangsschichten, schwarze alaunhaltige Schiefer mit Tuffiten (Beddelhäuser Tuffite, gelbliche Lagen), sowie 2-3 besondere Kalkbänke (crenistria-Kalke) innerhalb der Kulm-Tonschiefer-Formation.

Abb. 45. Typische Fossilien von der Basis der Kulm-Tonschiefer-Formation (Posidonien-Schiefer-Folge mit crenistria-Kalken (Abb. 10, 44), die im Steinbruch Benkhausen gefunden werden. *Posidonia sp.* (**a**), kleine Goniatiten. (**b**), *Goniatites crenistria* aus der crenistria-Kalkbank (**c**) und zahlreiche Kopf-/Schwanzschilde von Trilobiten (**d**).

Treffliche wandeln ein Leben,
Nicht das Erdreich verwüstend
Mit Gewalt der Hände
Noch das Meergewässer ...

F. Hölderlin (Pindars Olympische Hymnen)

7. Ausgewählte und zitierte Literatur

Mattauer, M. (2002). Berge und Gebirge.
Werden und Vergehen geologischer Großstrukturen. Schweizerbart, Nägele und Obermiller, Stuttgart, 191 S. www.schweizerbart.de/9783510651849,

Murawski, H. und Meyer, W. (2010). Geologisches Wörterbuch.
Springer, Spektrum, 12. Auflage, Berlin, Heidelberg, New York, 220 S.

Rothe, P. (2005). Die Geologie Deutschlands. 48 Landschaften im Portrait.
Primus Verlag, 224 S.

Regionale Geologie von Deutschland und dem Rheinischem Schiefergebirge: Geologischer Dienst NRW (2017, mit versch. Beiträgen).
Geologie im Rheinischen Schiefergebirge, Teil 3: Sauer- und Siegerland, Acken Verlag, Krefeld, 243 S.

Grabert, H. (1998). Abriss der Geologie von Nordrhein-Westfalen, Schweizerbart, Stuttgart, 351 S.

Meschede, W. (2015). Geologie Deutschlands. Ein prozessorientierter Ansatz. Springer Spektrum Lehrbuch, Berlin, Heidelberg, 249 S.

Schmidt, H., und Plessmann, W. (1961). Sauerland, Sammlung Geologischer Führer, Gebr. Bornträger, Berlin, 151 S.

Gursky, H.-J. (1997). Die Kieselgesteine des Unter-Karbons im Rhenoherzynikum. Sedimentologie, Petrographie, Geochemie und Paläozeanographie.
Geol. Abh. Hessen, Wiesbaden, Band 100, 117 Seiten.

Kaplan, U. (2018). Die Steine des Doms, Kap. III.3. Aus: Metropolitankapitel Paderborn (Hrsg.), Der Paderborner Dom, Geschichte-Architektur-Ausstattung, Michael Imhoff Verlag, S. 237-251.

GEOPARKLITERATUR:

Geopark Waldeck-Frankenberg (Hrsg.). Zwischen den Grenzen. Führer durch den Geopark Waldeck-Frankenberg. Bing und Schwarz, Korbach. 80 S.

Radaktion Fossilien (2017). Der Nationale Geopark GrenzWelten. Fossilien, Journal für Erdegeschichte, Sonderheft, 64 Seiten.

SPEZIALLITERATUR:

Buggisch, W. (1972). Zur Geologie und Geochemie der Kellwasserkalke und ihrer begleitenden Sedimente (Unteres Oberdevon). - Abh. Hess. L.-Amt Bodenforsch., 62, 68 S., Wiesbaden.

Cloos, H. (1955). Geologische Strukturkarte der Mittelgebirge. Geol. Rundsch., 44, 480.

Denckmann, A. (1895). Zur Stratigraphie des Ober-Devon im Kellerwalde und in einigen benachbarten Devon-Gebieten. Jb. Kgl. Preuss. Geol. L.-Anst. und Bergakad. F. 1894, 15, 8-64, Berlin.

Becker et al. (2017). The Frasnian/Famennian boundary in shelf basin facies north of Diemelsee-Adorf. Forsch. Geol. Paläont. Münster, 108, S. 220-231.

Piecha, M. (1993). Stratigraphie, Fazies und Sedimentpetrographie der rhythmisch und zyklisch abgelagerten, tiefoberdevonischen Beckensedimente im Rechtsrheinischen Schiefergebirge (Adorf-Bänderschiefer). Band 163, 151 S., Courier Forschungsinst. Senckenberg, Frankfurt.

Wichern et al. (2023). Astronomically-paced climate and carbon-cycle feedbacks in the lead-up to the Late Devonian Kellwasser Crisis. Climate of the Past, Discussions, https://doi.org/10.5194/cp-2023-58.

Einsele, G. (1963). ‚Convolute Bedding' und ähnliche Sedimentstrukturen im rheinischen Oberdevon und anderen Ablagerungen. Neues Jahrbuch Geologie Paläontologie, Abhandlungen, 116 (2), 162-198.

Franke, W. (1991). Devon und Unterkarbon des Waldecker Landes - Ein Paläogeographischer Querschnitt. Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins (OGV), Neue Folge, 73, 57-78.

Kuenen, Ph. und Sanders, J.E. (1956). Sedimentation phenomena in Kulm and Flözleeres greywackes, Sauerland and Harz, Germany. American Journal of Science, 254, 649-671.

Meischner, K.D. (1964). Allodapische Kalke, Turbidite in Riff-nahe Sedimentationsbecken. In: A.H. Bouma and A. Brouwer (Eds.) Developments in Sedimentology, 3, Turbidites. Elsevier, Amsterdam, 156-191.

Paeckelmann, W. (1979). Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Blatt Nr. 4618 Adorf, 2 Aufl., Hess. LA. f. Bodenforschung (heute HVBG), Wiesbaden.

Schandelle, R. (2014). Schätze der Giershagener Unterwelt. Hrsg. Knappenverein ‚Glück Auf' Giershagen e.V. Bocksberger Druck und Verlagsgesellschaft. Marsberg, 339 S.

Schindler, E. (1990). Die Kellwasser-Krise (hohe Franse Stufe, Ober-Devon). Göttinger Arbeiten zur Geologie und Paläontologie, 46, 115 S.

Schneider, J. (1996). Ein geologischer Streifzug in der Region Benkhausen. In Baus, K., Bearbeitung und Zusammenstellung, 925 Jahre Benkhausen – Festschrift zum Jubiläumsjahr 1997. Verlag W. Bing, Korbach, S. 35-41.

Wedekind, R. (1913). Die Goniatitenkalke des unteren Oberdevon vom Martenberg bei Adorf. Sitz.- Ber. Naturforsch. Freunde, Berlin, 1913 (1), 23-7, Berlin.

Anhang 1. Glossar

Adorfium
Teil/Stufe des Ober-Devon im Rheinischen Schiefergebirge, Typuslokaliät, definiert in Adorf am Martenberg

Biostratigraphie
Teilgebiet der ->Stratigraphie, relative zeitliche Einordnung der Ablagerungen mit ->Leit-Fossilien

Cephalopoden
Kopffüßler, Weichtiere, verwandt mit heutigen Tintenfischen, langgestreckt oder eingerollt, ->Goniatiten

Conodonten
zähnchenähnliche Mikro-Organismen, die in der Stratigraphie des Paläozoikums für die relative Datierung (Bio-Stratigraphie) eine große Rolle spielen. Heute ausgestorben und den Wirbeltieren nahe stehend

Crinoiden
Stielglieder von Seelilien (Echinodermen, Stachelhäuter), die im Paläozoikum und Mesozoikum oft gesteinsbildend auftreten (Crinoidenkalke)

Deckgebirge
Weitgehend horizontal gelagerte Schichten des Paläo-Mesozoikums (hier Perm und Trias) auf dem älteren, gefalteten Grundgebirge (hier Devon-Karbon)

Diabas
unter Einwirkung des Meerwassers entstanden, alter paläozoischer und vergrünter Basalt

Disharmonische Falten
unregelmäßige Falten, meist im Bereich von Störungen/Abscherhorizonten

Diskordanz
Zeitliche Lücke zwischen Grundgebirge und Deckgebirge. Stoßen die älteren Schichten in einem Winkel an die jüngeren, spricht man von einer Winkel-Diskordanz. Bei der variskischen Diskordanz beträgt die zeitliche Lücke ca. 40-50 Millionen Jahre

Flinz (Fleins, Flöz)
Flinzkalke, bankige, flözähnliche, dunkel-bis blaugraue, grobkörnige ->Crinoidenkalke des Mittel-Ober-Devon. Aus ->Turbiditen entstanden

Formation
(Gesteinsformation): In einer geologischen Karte darstellbarer und damit lithostratigraphisch einheitlicher, charakteristischer Gesteinsverband, der sich über ein größeres Gebiet verfolgen lässt

Goniatiten
paläozoische Gruppe der Kopffüßler (->Cephalopoden), mit den ‚Ammoniten' verwandt

Grauwacke
grauer Sandstein mit Tonmatrix und darin schwimmenden Quarzkörnern, aus ->Turbiditen entstehend, Anzeiger für Gebirgsbildungen

Grundgebirge
gefaltetes, älteres, hier variskisches Gebirge aus dem Devon-Karbon unter dem ->Deckgebirge

Grünstein -> Diabas

Hemipelagisch
küstenferner, am Kontinentalhang liegender mariner Sedimentationsraum (oft mit Ton-Siltsteinen und Turbiditen)

Kellwasser-Ereignis
eines der fünf großen Aussterbe-Ereignisse in der Erdgeschichte (‚Big Five'), im Ober-Devon (obere Adorf-Stufe). Auch als Kellwasser-Krise oder KW-Event bezeichnet. Typuslokation im Kellwassertal am Okerstausee, Altenau, Harz

Kulm
aus dem englischen Karbon stammender Begriff (Kulm-Becken)

Leitfossilien
Leit-Organismen für eine bestimmte Stufe (Alter), meist hartschalig, für die Bio-Stratigraphie entscheidend

Lithologie
petrographische Merkmale der Gesteine, Gesteinsbeschreibung

Lithostratigraphie
Relative Einstufung der Gesteine anhand petrographischer Merkmale (->Formation) ohne Nutzung von Fossilien (->Biostratigraphie)

Metamorphose
Umwandlung von Gesteinen unter veränderten Druck- und Temperaturbedingungen, oft verbunden mit Gebirgsbildungen (->Orogenesen). Meeresboden-M. (= Metasomatose) ist die Umwandlung z.B. von Basalten zu ->Diabasen

Metasomatose ->Metamorphose

Orogenese
Gebirgsbildung, Gesteine werden durch plattentektonische Vorgänge wie ein Tischtuch zusammengeschoben und gefaltet, z.T. metamorphisiert und geschiefert (z.B. ->variskische Orogenese)

Paläogeographie
Land- und Meerverteilung in der geologischen Vergangenheit

Plattentektonik
Bewegung von relativ starren Erdplatten (Lithosphäre) auf dem z.T. plastischen Erdmantel (Asthenosphäre)

Posidonien
Gruppe von Muscheln (z.B. *Posidonia becheri*), die gesteinsbildend im unteren Teil der Kulm-Tonschiefer auftreten (Posidonien-Schiefer)

Quarzit
sehr hartes, splittriges Gestein überwiegend aus Quarz, silikatisch gebunden

Radiolarien
kieselige, SiO_2*nH_2O (opal) bildende, marine Mikro-Organismen, die im Paläozoikum und Mesozoikum gesteinsbildend auftreten (->Radiolarite)

Radiolarit
aus ->Radiolarien bestehendes Gestein, sehr hart

Rhenoherzynikum
geol. Begriff, der das Rheinische Schiefergebirge und den Harz umfasst, beide sind variskisch (weitgehend im Ober-Karbon) gefaltet

Schichtlücke (Hiatus)
Zeitraum, in dem keine Ablagerungen zu finden sind, sei es aufgrund von Nicht-Sedimentation oder Erosion

Schieferung, Schiefer
Gesteine mit engständigem (mm und sub-mm-Bereich) Parallelgefüge aufgrund tiefgehender Versenkung im Zuge einer Gebirgsbildung, gerichtete Ausregelung von Mineralen (oft Glimmer) senkrecht zum Druck

Siliziklastika
siliziklastische Ablagerungen, klastische, oft quarzreiche und/oder tonige Sedimente (z.B. Sandsteine, Tonschiefer, Grauwacken)

Stratigraphie
Wissenszweig der Geowissenschaften, der die Gesteine anhand verschiedener Merkmale zeitlich einordnet. Grundlage zur Rekonstruktion der Erdgeschichte

Tentakuliten
ausgestorbene tütenförmige, kalkschalige Mikro-Organismen (wenige mm lange Mollusken), zu den Weichtieren gehörend, wichtig für die ->Bio-Stratigraphie der Devonzeit

Transgression
Übergreifen des Meeres auf ältere Schichten bzw. auf ein vorher gefaltetes Grundgebirge, oft durch typische Sedimente (Konglomerate) gekennzeichnet

Trilobiten
ausgestorbene, marine, bodenlebende Dreilapperkrebse, ->Leitfossilien im Paläozoikum

Turbidite
aus Trübeströmen entstandene Meeres-Ablagerungen (Sedimente) im Bereich der Kontinentalhänge, z.T. -> silizikla-stisch (quarzhaltig, Grauwacken) oder karbonatisch (Kalkturbidite)

Variszikum
das paläozoisch (karbonisch) gefaltete Gebirge (variskische, oder variszische Faltung), Name von germanischem Stamm der Variscier in Nord-Europa

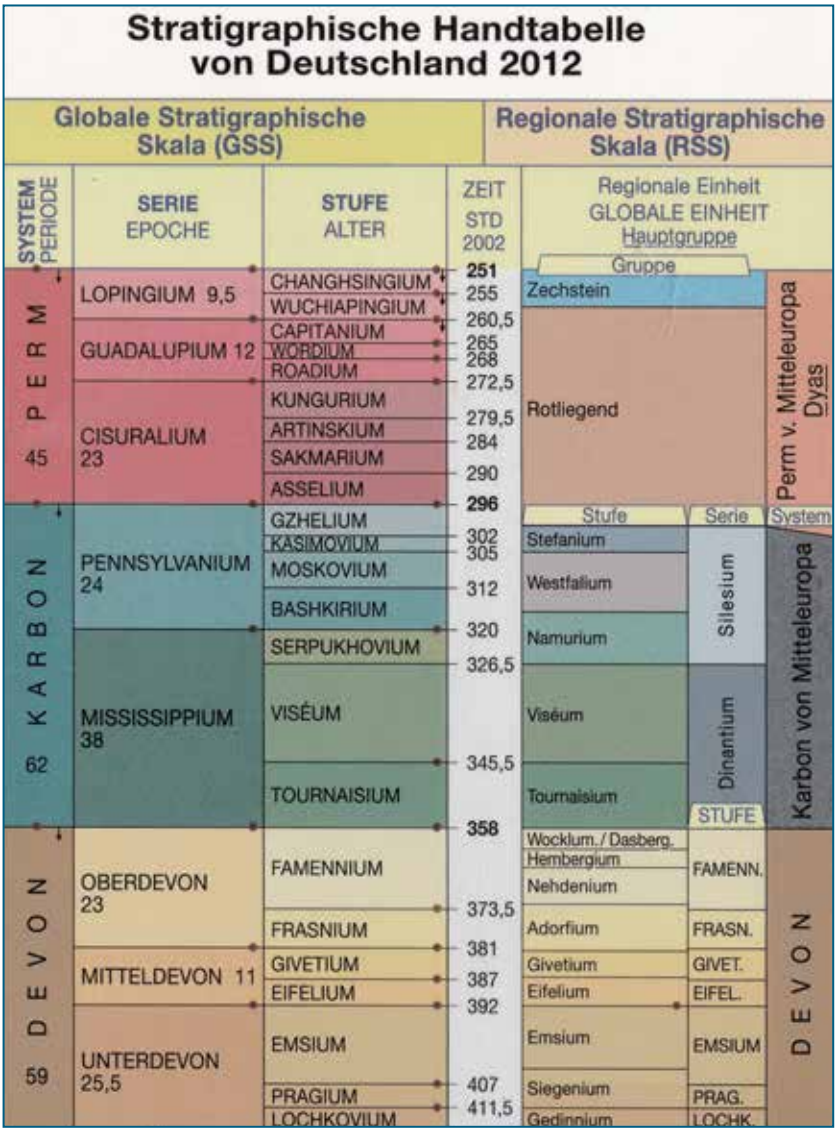
Vergenz
Neigung von Faltenstrukturen (vergente Falten), bei gerichtetem Druck entstehend, variszische Falten im Sauerland sind i.d.R. NW-vergent

Winkeldiskordanz ->Diskordanz

Wulstsandsteine
spezielle, wulstig verformte Sandsteine, kugelig absondernd, durch Porenwasseraustritte bei schneller Sedimentschüttung (->Turbidite) entstanden

Anhang 2.

Stratigraphische Tabelle von Deutschland für das Paläozoikum, mit den Systemen Devon, Karbon und Perm. Es wird in eine globale und eine regionale Skala unterschieden. In letzterer erschient auch die Stufe des Adorfium im Ober-Devon (Ausschnitt aus Beiblatt ZDGG, 163/4, 2012; www.schweizerbart.de/journals/zdgg).



Anhang 3.

Geologische Schichtenfolge im östlichen Sauerland zusammen mit großräumigen Ereignissen im Devon-Karbon. Die Grundlage dieser Tabelle sind Arbeiten von Franke (1991).

SYSTEM	*STUFE*	*Mio J.v.H.*	*Formation/Folge/ Gesteine*	*Hauptgesteins-typen*	*Überregionale/ globale Ereignisse*
PERM		*250*	*Zechstein-Folgen*	*Kalksteine, Gipse*	*Transgression*
			Rotliegend-Abfolgen	*rote Sand-, Silt- und Tonsteine in lokaler Ausbildung*	*Hebung, Erosion*
					Variskische
			WINKEL-D.	***SCHICHTLÜCKE***	
KARBON	*Visé-Namur*	*300*	*Grauwacken-F.*	*Sandsteine (GW) und Schiefer*	***Faltung***
	Visé		*Kulm-Tonschiefer-F.*	*Posidonienschiefer, Rhenaer Kalke, z.T. fossilreich*	
	Visé		*Kulm Kieselkalk-F.*	*bunte Radiolarite mit Kalkturbiditen wechsellagernd*	*Sedimentation im Kulmbecken*
	Tournai		*Kiesel-Alaunschiefer-F.*	*schwarze Alaunschiefer, schwarze Lydite*	
	Tournai				*Hangenberg-Ereignis*
DEVON	*Wocklum*	*360*		*Hangenberg-Schiefer*	
	Dasberg		*Dasberg-F.*	*grünliche Schiefer, Wulstsandsteine, z.T. mit Kalkknöllchen*	
	Hemberg		*Hemberg-F.*	*Rote Schiefer mit Kalkknollen*	
	Nehden		*Nehden-F.*	*graue Schiefer*	
	Adorf (internat. Frasne)		*Adorf-F.*	*gelbliche, kalkige Bänderschiefer, Cephalopodenkalke, Kellwasserkalke*	***Kellwasser-Ereignis***
	Givet-Adorf		*Flinz- bzw. Padberg-F.*	*dunkelgraue Flinzkalke mit schwarzen Schiefern*	*Riffbildungen am Schelfrand, Vulkan-Schwellen*
	Givet	*385*	*Hauptgrünstein-F.*	*grünliche Diabas-Kissen, Tuffite, Ganggesteine*	*Becken und Schwellen*
	Eifel		*Tentakuliten-F. mit Nensten-Quarzit*	*schwarze kalkige Schiefer, z.T. fossilireich, Sandsteine*	*Dehnung und Vulkanismus*
	Eifel		*Eisenberg-F.*	*Sandsteine mit Schiefern*	*Schüttungen aus Norden (Old Red)*
			Wissenbach- F.	*Graue Schiefer*	

Anhang 4.

Kartenausschnitt (TK 50 Korbach, L 4718) mit dem Diemelsee im NW und Korbach im SE. Exkursionsziele sind mit Rechtecken markiert (-> Detailkarten). Gut zu sehen sind SW-NE streichende Bergzüge im mittleren Teil (Datengrundlage HVBG).

Anhang 5.

Häuserwand in Flechtdorf (Küsterhaus) mit verschiedenen Gesteinstypen. Häufig wurden ebenflächige Kieselkalke oder Lydite aus dem Unterkarbon zum Häuserbau verwendet.

DANKSAGUNG

Mein besonderer Dank gilt Kim Peis (formals Leiterin des Geoparks GrenzWelten) für die kompetente Unterstützung und die gute Zusammenarbeit bei der Anfertigung dieses Wanderführers. (1. Auflage)

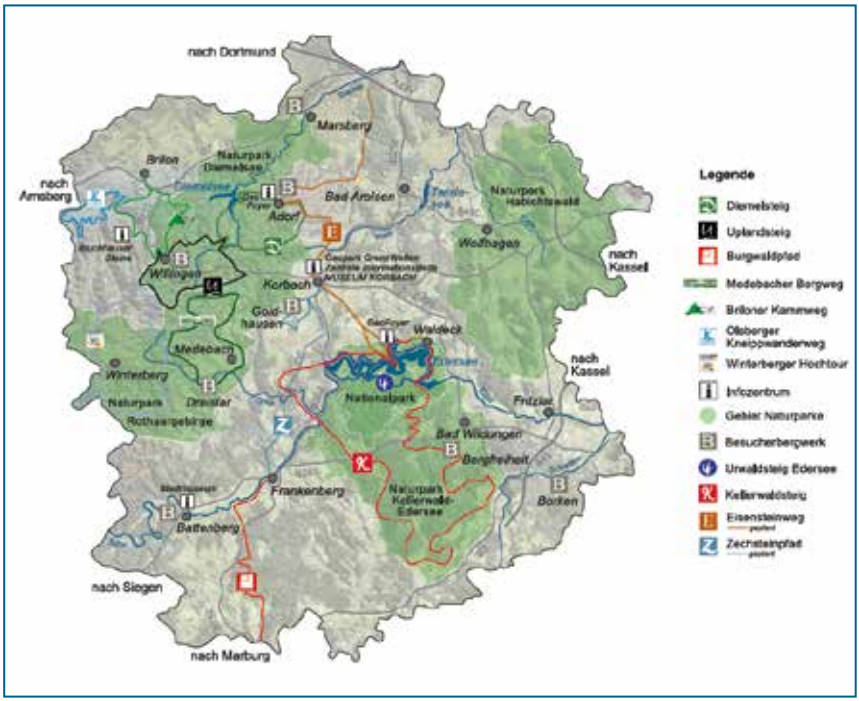
Für die Anregung und die Unterstützung bei der neuen Auflage danke ich dem neuen Geoparkleiter Dr. Georg Bresser.

Mein Dank gilt auch den Verlagen/Personen, dem OGV und dem HVBG für die Nutzungsmöglichkeit von Abbildungen und Karten.

Ich danke der Lange Werbeagentur (Korbach) für die kreative Umsetzung der Vorlage.

Gerhard Fischer, geboren am 23.11.1955, ist Geowissenschaftler und Meeresgeologe am Fachbereich Geowissenschaften und MARUM der Universität Bremen. Seine Diplomarbeit über das Paläozoikum der Marokkanischen Meseta wurde an der TU Darmstadt angefertigt. Anschließend studierte er Marine Geowissenschaften in Kiel und Bremen. Die Dissertation über stabile Kohlenstoffisotope in antarktischem Plankton und Sedimenten wurde 1989 abgeschlossen.

Danach war er im Sonderforschungsbereich 261 sowie an mehreren Gemeinschaftsprojekten der Deutschen Forschungsgemeinschaft an der Universität Bremen tätig. Gerhard Fischer arbeitete wissenschaftlich am marinen Kohlenstoffkreislauf in nordwestafrikanischen Auftriebsgewässern und gab Lehrveranstaltungen zur Allgemeinen Geologie und Meeresgeologie an der Universität Bremen. Seit September 2021 ist er im Ruhestand.



Übersichtskarte des Geoparks GrenzWelten © M. Müllenhoff www.geo-present.de

Ansprechpartner

Projektbüro Nationaler Geopark GrenzWelten
Dr. Georg Bresser

Auf Lülingskreuz 60
34497 Korbach
Tel.: 05631-954-1512
E-Mail: geopark@lkwafkb.de
www.geopark-grenzwelten.de

NATIONALER
GEOPARK

GRENZWELTEN
GeoPark

Impressum

Projektbüro Nationaler Geopark *Grenz*Welten
Ansprechpartner Dr. Georg Bresser

Auf Lülingskreuz 60
34497 Korbach
Tel.: 05631-954-1512
E-Mail: geopark@lkwafkb.de

Text: Dr. Gerhard Fischer (Geowissenschaften, Univ. Bremen)
Gestaltung und Druck: Lange Werbeagentur, Korbach.
2. Auflage

Scan mich