



Geotope in Nordrhein-Westfalen

Zeugnisse der Erdgeschichte



Geologischer Dienst NRW



Umschlagbild:
Blick von Südwesten auf die Externsteine

Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen

Geotope in Nordrhein-Westfalen

Zeugnisse der Erdgeschichte

Krefeld 2008



1. Aufl. 2001
2. Aufl. 2003

Topographische Kartenausschnitte

Rasterdaten der Topographischen Karte 1 : 50 000, veröffentlicht mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes Nordrhein-Westfalen, Bonn, 2001.

Geotope in Nordrhein-Westfalen – Zeugnisse der Erdgeschichte
3., überarbeitete Auflage 2008

Alle Rechte vorbehalten

© 2008 Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen – Landesbetrieb –
De-Greiff-Straße 195 · 47803 Krefeld
Postfach 10 07 63 · 47707 Krefeld
Telefon 02151 8970 · Telefax 02151 897505
E-Mail: poststelle@gd.nrw.de
Internet: <http://www.gd.nrw.de>

Redaktion: Dr. Rainer Wolf und Dr. Arnold Gawlik

Druck: Stünings Medien GmbH · Krefeld

ISBN 978-3-86029-972-2

Vorwort

Der Grund unter unseren Füßen ist in vielfacher Hinsicht das Fundament unseres täglichen Lebens – er ist Baugrund, liefert Rohstoffe und Trinkwasser oder ist Standort für die landwirtschaftliche Nahrungsmittelproduktion. Zusammensetzung und Struktur des Bodens wie auch der Gesteine bleiben jedoch meist unserem Blick und damit auch dem Bewusstsein verborgen. Sie erschließen sich oft nur dem Geowissenschaftler, der den Untergrund erforscht.

Deshalb ist es wichtig, diejenigen Orte in der Landschaft, die Einblick in den geologischen Bau der Erde und in ihre erdgeschichtliche Entwicklung geben, zu schützen, zu pflegen und Besuchern zugänglich zu machen. Solche Orte sind Geotope – natürliche oder künstliche Gesteins- und Erdaufschlüsse, Landschaftsformen und Naturschöpfungen von besonderer Seltenheit und Schönheit wie Felsklippen, Steinbrüche, Höhlen oder auch Quellen.

Geotope sind Teil des Naturerbes. Sie sind Archive der Entwicklungsgeschichte des Lebens und Zeugnisse der Erdgeschichte. Natur und Umwelt in allen ihren Erscheinungsformen zu erhalten und zu schützen, muss ebenso selbstverständlich werden wie der Erhalt unseres kulturellen Erbes.

Die Erfassung, Beschreibung und Bewertung von Geotopen ist eine wichtige Aufgabe der Geologischen Dienste in den Bundesländern. Besonders bedeutende Geotope können als Natur- oder Bodendenkmale nach den gesetzlichen Regelungen geschützt werden. Seinen eigentlichen Zweck erfüllt der Geotopschutz jedoch erst, wenn es mithilfe anschaulicher Aufschlüsse gelingt, das Bewusstsein der Bürger für die Erdgeschichte zu wecken und ihren Blick auf die Bedeutung zu lenken, die der Boden und der geologische Untergrund für viele Belange des menschlichen Lebens besitzen.

Dazu will die vorliegende Broschüre mit einigen prägnanten Beispielen ausgewählter Geotope beitragen, die sich auch als Ausflugs- und Exkursionsziele anbieten.



Prof. Dr. Josef Klostermann

Direktor des Geologischen Dienstes Nordrhein-Westfalen

Inhalt

- 7** Zwei Seiten der Natur – Geosphäre und Biosphäre
- 8** Was ist ein Geotop?
- 9** Landschaften aus erster und zweiter Hand
- 11** Wer weiß Bescheid?
- 12** Sind Geotope geschützt?
- 14** Geotopschutz – eine Aufgabe für die Öffentlichkeit
- 15** Geotope in Nordrhein-Westfalen – eine Auswahl
- 41** Schriftenverzeichnis

Geotope in Nordrhein-Westfalen – Zeugnisse der Erdgeschichte

Mit dem Wachstum von Industrie und Gewerbe, der Ausdehnung der Städte und der damit verbundenen zunehmenden Zersiedelung der Landschaft wird die natürliche Umwelt des Menschen immer stärker eingeschränkt. Es ist deshalb eine wichtige politische Aufgabe, bestimmte Bereiche der Natur vor Eingriffen und Nutzungen durch den Menschen zu schützen und für künftige Generationen zu erhalten. Unter Natur wird allgemein die Gesamtheit dessen verstanden, was an organischen und anorganischen Erscheinungen ohne Zutun des Menschen existiert. Der Mensch ist genauso Teil der Natur wie Tiere, Pflanzen, Gewässer und Gesteine, Landschaften oder einzelne Landschaftsteile bis hin zu Naturereignissen, die schlagartig seine Lebensbedingungen verändern können. Man unterscheidet zwei Elemente: die belebte und die unbelebte Natur.

Geotope – auch wenn sie das Leben vergangener Zeiten dokumentieren – gehören heute der unbelebten Natur an. Sie sind Teil des erdgeschichtlichen Naturerbes. Geotope können durch menschliche Eingriffe, aber auch durch natürliche Einwirkungen wie zum Beispiel Verwitterung oder Pflanzenbewuchs in ihrem Bestand gefährdet sein. In der Regel sind sie unersetzlich oder nur mit großem Aufwand wiederherstellbar. An dem Schutz sowie der Erhaltung und Pflege bedeutender Geotope besteht daher ein öffentliches Interesse.

Zwei Seiten der Natur – Geosphäre und Biosphäre

Die Formen und Bildungen der unbelebten Natur sind Inhalt der **Geosphäre**. Hierzu gehören der feste Erdkörper unter unseren Füßen mit seinen verschiedenartigen Gesteinen, die Lufthülle, die die Erde umgibt, und schließlich auch das Wasser auf der Erde, das mit den Ozeanen den größten Teil der Erdoberfläche einnimmt. Die geologischen Kräfte der Erde, der Kreislauf des Wassers und die vielfältigen Erscheinungen von Klima und Witterung stehen in einem unaufhörlichen Wechselspiel und beeinflussen sich gegenseitig. Durch die Kräfte des Erdinnern werden Gebirge an der Erdoberfläche aufgefaltet. Niederschlag, Frost und Wind zerstören die Gesteine und modellieren die Landschaft. Feine Gesteinsbestandteile bilden die Böden, auf denen sich Pflanzen ansiedeln können. Die Abtragungsprodukte längst vergangener Gebirge wer-



Eine durch Verwitterung entstandene Kluft in einem geschieferten Tonstein bietet neuen Lebensraum.

den schließlich in Meeren abgelagert und bilden dort junge Gesteine, die wieder in den ewigen Kreislauf der Natur einbezogen werden. Hohlräume in Gesteinen bieten Wege und Speicher für das Grundwasser. Wasserstauende Gesteine zwingen das Grundwasser zum Austritt in Quellen. Flüsse und Seen entstehen.

Nur dort, wo die Wechselwirkungen innerhalb der Geosphäre die entsprechenden Voraussetzungen schaffen, kann sich organisches Leben entwickeln: Die Geosphäre bietet daher die Rahmenbedingungen für die Entstehung der Biosphäre.

Der Begriff **Biosphäre** erfasst die belebten Bereiche der Erde. Dazu gehören die Lebensräume aller Lebewesen, also der Pflanzen und Tiere, aber auch des Menschen. Besonders in den letzten Jahrzehnten ist das Bewusstsein

für die komplizierten gegenseitigen Beziehungen innerhalb der belebten Natur gestiegen. Es sind dies die Beziehungen zwischen den einzelnen Pflanzen und Tieren, die Lebensgemeinschaften bilden, aber auch zwischen ihnen und ihrer unbelebten Umwelt. Die Lehre von diesen Zusammenhängen ist die Ökologie. Die Lebensräume von derartigen Lebensgemeinschaften werden als Biotope bezeichnet. Gerade die Erfahrungen im Naturschutz haben gezeigt, dass es wenig sinnvoll ist, nur bestimmte Tier- und Pflanzenarten unter Schutz zu stellen, wenn ihr jeweiliges Umfeld weiter bedroht wird. Der biologische Naturschutz hat sich daher vom reinen Artenschutz zum Biotopschutz weiterentwickelt.

In dem Maße, wie sich die Bedingungen der Geosphäre allmählich verändern, ändern sich auch die Lebensbedingungen auf der Erde. Die belebte Natur ist daher einem ständigen Anpassungsprozess an die äußeren Bedingungen unterworfen, der einerseits zur Entstehung neuer Arten von Lebewesen führt, gleichzeitig aber auch das Aussterben von alten, nicht mehr anpassungsfähigen Arten bedingt. Über große Zeiträume gesehen ist die Natur also keineswegs statisch fest gefügt, sondern unterliegt einem ständigen Wandel.

Was ist ein Geotop?

Die Veränderungen der Natur werden erkennbar, wenn man es versteht, die Spuren der Vorzeit zu deuten, die überall in den erdgeschichtlichen Ablagerungen enthalten sind. Fossilien – die versteinerten Reste von Tieren und Pflanzen – geben dem Menschen ein Bild vom Leben der Vorzeit. In den Gesteinen lässt sich auch das Klima vergangener Epochen ablesen. Gefaltete oder zerbrochene Gesteinsschichten dokumentieren höchst dramatische Veränderungen der Erdkruste. Nur wenn man eine Vorstellung von der erdgeschichtlichen Vergangenheit entwickelt, wird man in der Lage sein, die heutige Welt zu verstehen und Veränderungen richtig zu deuten. Die Schlüssel hierzu sind die Geotope.

So wie die Ökologen den Biotop als den Bereich definiert haben, in dem die biologischen Zusammenhänge erkennbar werden, haben auch die Geologen den Begriff des Geotops entwickelt:

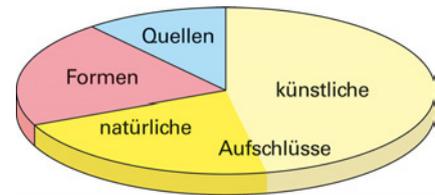
Geotope sind erdgeschichtliche Bildungen, die Erkenntnisse über die Entwicklung der Erde oder des Lebens vermitteln. Sie umfassen einzelne Naturschöpfungen und natürliche Landschaftsteile sowie Aufschlüsse von Gesteinen, Böden, Mineralien und Fossilien.



Zerstörung eines Geotops durch gut gemeinte Naturschutzmaßnahmen (Wuppertal, ehemalige Ziegeleigrube Uhlenbruch). Die ca. 8 m hohe Abbauwand zeigte das einzig vorhandene, zusammenhängende Profil des Namurs A in Nordrhein-Westfalen. Außerdem war dort die bedeutende Ennepestörung aufgeschlossen. Im Zuge der Rekultivierung der Abgrabung wurde die Wand bis dicht unter die Verwitterungszone aufgefüllt und auf dem künstlichen Planum – unmittelbar vor dem verbliebenen Gesteinsaufschluss – ein Feuchtbiotop angelegt. Der bedeutende geologische Aufschluss ist durch diese Anlage einer „künstlichen Natur“ fast vollständig zerstört worden.

Geotope können prinzipiell jede Dimension besitzen. Unter den Begriff fallen räumlich eng begrenzte Aufschlüsse wie Steinbrüche oder Felswände, ebenso aber auch größere Landschaftsteile, wenn sie die erdgeschichtliche Entwicklung deutlich werden lassen. So ist zum Beispiel die Vulkanlandschaft des Siebengebirges ein zusammenhängender Geotop und wurde unter diesem Aspekt schon früh unter gesetzlichen Schutz gestellt.

Auch Sand- und Kiesschichten sind häufig wichtige Zeugen der Vorzeit, können sie doch auf die Existenz alter, längst verschwundener Flusssysteme hindeuten oder Hinweise auf die Klimaveränderungen während der Eiszeiten geben. Auch ganz junge Landschaftsformen wie etwa die verlandenden Altwasserschlingen des Rheins im Niederrheinischen Tiefland sind Zeugen der ständigen dynamischen Veränderungen der Erde.



Verteilung der Geotoptypen in Nordrhein-Westfalen

Grundsätzlich können die Geotope in drei Gruppen eingeteilt werden: Aufschlüsse, Formen und Quellen. Dabei sind unter Formen alle Landschaftsformen und Bildungen an der Erdoberfläche zusammengefasst, die durch natürliche Vorgänge entstanden oder im Verlauf der Erdgeschichte verändert worden sind.

Landschaften aus erster und zweiter Hand

Das Landschaftsbild wird in starkem Maße von der Zusammensetzung und Struktur des geologischen Untergrundes geprägt. Ebenso wie sich das flache Niederrheinische Tiefland durch eine lang anhaltende Absenkung des Untergrundes und die Auffüllung der dadurch entstehenden Senke mit den jungen Ablagerungen des Rheins und seiner Nebenflüsse erklären lässt, spiegelt das bewegte Bild der Mittelgebirgslandschaften die Vielfalt der dort vorkommenden härteren und weicheren Gesteinsschichten wider, die der Verwitterung unterschiedlichen Widerstand entgegengesetzten. Gerade in einem dicht besiedelten und hoch industrialisierten Land wie Nordrhein-Westfalen greift aber auch der Mensch in immer stärkerem Maße in das geologische Geschehen ein. Meist sind es scheinbar unbedeutende Abgrabungen und Auffüllungen des Bodens beim Rohstoffabbau, die in ihrer Masse aber doch das Landschaftsbild verändern. An anderer Stelle, so zum Beispiel bei der Gewinnung von Braunkohle im Rheinischen Braunkohlenrevier, kommt es zur völligen Umgestaltung der Landschaft. Es werden Halden aufgeschüttet, die – wie beispielsweise die Sophienhöhe bei Jülich – das Ausmaß kleiner Berge erreichen können. Durch wassergefüllte Tagebaurestlöcher entsteht ein ganz neues Landschaftsbild, das durchaus von hohem Wert sein kann, wie der Naturpark Ville zeigt.

Ebenso wie es heute Landschaften aus erster und zweiter Hand gibt, lassen sich auch die als Geotope ausgewiesenen Aufschlüsse in natürliche und künstliche Aufschlüsse trennen.

Natürliche Landschaftsformen und natürliche geologische Aufschlüsse

Obwohl das Land Nordrhein-Westfalen dicht besiedelt ist und wirtschaftlich intensiv genutzt wird, ist es reich an natürlichen oder nur wenig veränderten Landschaftsformen. Diese gehören einer der drei Hauptgruppen von Geotopen an.

Die Formenvielfalt geht auf unterschiedliche Ursachen zurück. Besonders augenfällig sind Verwitterungsformen, die als Felstürme oder Felsklippen in den Mittelgebirgen auftreten. Auch die heute sichtbaren vulkanischen Formen wurden durch die Verwitterung mitgestaltet oder überhaupt erst sichtbar gemacht. Durch Lösung und Auslaugung bestimmter Gesteine entstanden Erdfalle und Tropfsteinhöhlen. Flüsse haben sich tief in das Gebirge



Durch Erosion entstandener natürlicher Aufschluss (Lausebach bei Bad Berleburg)

Künstliche geologische Aufschlüsse

Landschaften und einzelne Landschaftsbestandteile werden seit Jahrtausenden durch den Menschen beeinflusst. Besiedlung, Wegebau, Landwirtschaft und Rohstoffgewinnung haben vor allem die belebte Natur nachhaltig verändert und den Lebensraum für Pflanzen und Tiere eingengt. Zugleich wurden aber auch gerade durch die Rohstoffgewinnung die anschaulichsten künstlichen Aufschlüsse geschaffen, die Einblick in den geologischen Untergrund geben. Diese neuen Geotope stellen mit ihren Fels- oder Schotterflächen und Feuchtbereichen wertvolle Sekundärbiotope dar. Ebenso können durch Straßenbau oder sonstige künstliche Bodenveränderungen wichtige Geotope geschaffen werden.

Die aufgeschlossenen Gesteine liefern zahlreiche Informationen über die Umwelt und die Lebensbedingungen zur Zeit ihrer Entstehung. Oft sind es Ablagerungen längst vergangener Meere, die immer wieder die Kontinente überflutet haben. Wechselnde Wassertiefe und Sedimentzufuhr führten zur Ablagerung unterschiedlicher Sedimente. Diese bilden heute differenzierte Gesteins-

eingeschnitten und imposante Durchbrüche geschaffen. Die eiszeitlichen Gletscher stauchten den Untergrund zu hohen Wällen auf und hinterließen tonnenschwere Findlinge. In geologisch jüngster Zeit wehte der Wind Dünen und Deckschichten aus Sand und Staub auf. Die natürlichen Landschaftsformen sind häufig Basis eines intensiven Tourismus und bilden einen wichtigen Wirtschaftsfaktor speziell in abgelegenen und industriell wenig erschlossenen Gebieten.

Neben den Landschaftsformen ermöglichen natürliche geologische Aufschlüsse tiefe Einblicke in die Vergangenheit der Erde. Dort treten an der Erdoberfläche die sonst durch Pflanzenbewuchs verdeckten Gesteine oder Böden zutage. Solche natürlichen Aufschlüsse können sehr klein sein – zum Beispiel Anschnitte von Festgestein in Bachbetten der Mittelgebirge –, sie können aber auch riesige Flächen einnehmen wie die Felspartien im tief eingeschnittenen Rurtal in der Eifel.

Die Steinbrüche der Quarzitwerke Raumland bei Bad Berleburg bieten Einblick in 380 Millionen Jahre alte Meeresablagerungen. (Foto: H. W. Dreisbach, Bad Berleburg)



schichten. Die Gesteinsstrukturen und versteinerte Lebewesen dokumentieren Tiefseebereiche, Korallenriffe, Strände, aber auch Flussläufe oder Wüsten. Lagern die Gesteinsschichten nicht mehr waagrecht, sondern sind verstellt, zu Falten deformiert, zerbrochen oder durch Verwerfungen versetzt, belegen sie gebirgsbildende Vorgänge. In besonderen Fällen stößt man auf Erze und Mineralien. Relativ selten sind Aufschlüsse von Lockergesteinen wie Sand und Kies oder Bodenaufschlüsse, da diese sehr schnell der Verwitterung und Abtragung zum Opfer fallen.

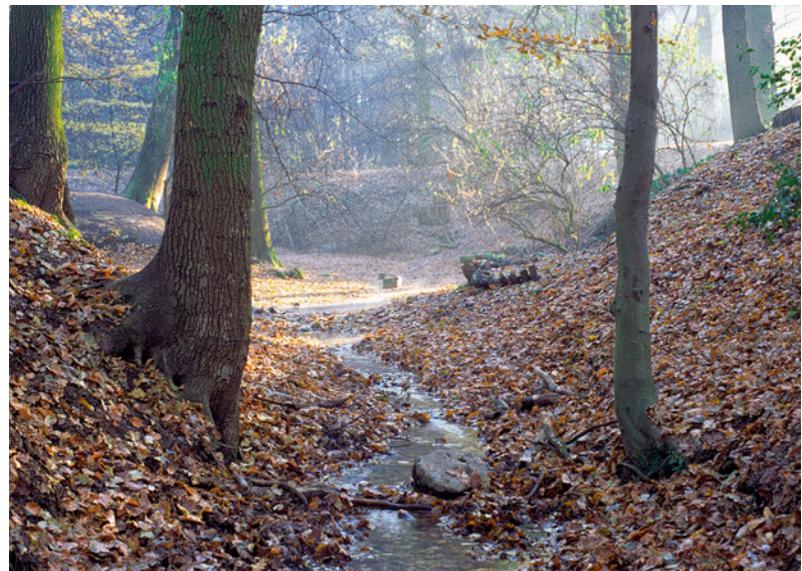
Quellen

Als örtlich begrenzte natürliche oder künstlich geschaffene Grundwasseraustritte bilden Quellen die dritte Hauptgruppe der Geotope. Ihre Einstufung als Geotop ist im Zusammenwirken des Grundwassers mit besonderen geologischen Verhältnissen begründet, die es dem Wasser ermöglichen, gerade an dieser Stelle den Untergrund zu verlassen.

Besonderes Interesse erwecken zumeist Quellen, die den Anfang eines größeren Flusses markieren. Die Erwartungen des Besuchers werden jedoch meistens enttäuscht, weil diese Quellen oft klein und unscheinbar sind oder sich nur als diffuse Vernässungsstellen präsentieren. Die sprichwörtlich „sprudelnden Quellen“ sind eher selten. Meistens sind es dann sogenannte Karstquellen, denen über Hohlräume im Karstgestein größere Wassermengen

zufließen. Bei den meisten Quellen in Nordrhein-Westfalen handelt es sich um Süßwasserquellen. Es existieren aber auch einige natürliche Mineralwasser- und Thermalwasserquellen, aus denen mineralisierte oder warme Tiefenwässer zutage treten. Die meisten Mineralquellen wurden künstlich gefasst, um sie nutzbar zu machen, oder aber sie wurden sogar erst durch Bohrungen künstlich geschaffen. Im Vergleich zu anderen Bundesländern ist Nordrhein-Westfalen reich an Mineralwasser-, Thermalwasser- und Solequellen.

Perennierende Quelle an der Grenze zwischen tertiärzeitlichen Schluffen und der kiesig-sandigen Hauptterrasse (Tal der sieben Quellen bei Straelen, Niederrhein)



Wer weiß Bescheid?

Geotope werden bei den Außenarbeiten des Geologischen Dienstes NRW seit Jahrzehnten erfasst und dokumentiert. In der Regel geschieht das im Rahmen der geologischen und bodenkundlichen Landesaufnahme, das heißt, die Dokumentation der Geotope ist ein Nebenprodukt der geowissenschaftlichen Kartierung. In Einzelfällen, zum Beispiel im Vorfeld der Landschaftsplanung, werden auch Auftragskartierungen durchgeführt, um in erster Linie den Zustand der registrierten Geotope zu überprüfen.

Schutzwürdige Geotope werden seit 1980 in einem Kataster registriert, das Teil eines landesweiten Landschafts-Informationssystems ist. Es ist das „Kataster der aus geowissenschaftlicher Sicht schutzwürdigen Objekte in Nordrhein-Westfalen“ (Geotop-Kataster). Dieses

Kataster wird vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (www.lanuv.nrw.de) und dem Geologischen Dienst NRW (www.gd.nrw.de) gemeinsam geführt. Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW erarbeitet in diesem Zusammenhang die Grundlagen der Landschaftsplanung, erfasst geschützte Flächen und Landschaftsbestandteile und betreut sie wissenschaftlich. Der Geologische Dienst NRW als geowissenschaftliche Fachstelle des Landes kartiert, beschreibt und bewertet die Geotope. Auskünfte über den Inhalt des Geotop-Katasters, zum Beispiel im Rahmen der Landschafts- und Bauleitplanung, geben sowohl das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW als auch der Geologische Dienst NRW.

Sind Geotope geschützt?

Geotope können aufgrund ihrer wissenschaftlichen und erdgeschichtlichen Bedeutung oder wegen ihrer Eigenart, Seltenheit und Schönheit als schutzwürdig eingestuft und in das Kataster der aus geowissenschaftlicher Sicht schutzwürdigen Objekte in Nordrhein-Westfalen aufgenommen werden. Ein gesetzlicher Schutz ist damit noch nicht verbunden. Dieser wird erst erreicht, wenn die betreffenden Objekte nach den Vorschriften des Landschaftsgesetzes als Naturdenkmale, Naturschutzgebiete oder Landschaftsschutzgebiete festgesetzt werden. Das geschieht in den Landschaftsplänen der Kreise und kreisfreien Städte oder durch Einzelverordnung der Bezirksregierungen. Fast die Hälfte der im Kataster der aus geowissenschaftlicher Sicht schutzwürdigen Objekte in Nordrhein-Westfalen registrierten Geotope ist bereits durch Festsetzungen nach dem Landschaftsgesetz geschützt.

Werden in einem Geotop Zeugnisse tierischen und pflanzlichen Lebens aus erdgeschichtlicher Zeit gefunden, handelt es sich also um eine Fundstelle von Fossilien, kann der Geotop auch nach den Regelungen des Denkmalschutzgesetzes als Bodendenkmal geschützt werden. Zuständig für die Durchführung des Denkmalschutzgesetzes sind die Gemeinden und Städte als Untere Denkmal-schutzbehörden.



Bergung und Dokumentation einer fossilführenden tertiären Schicht in einer von Verkipfung bedrohten Sandgrube (Erkrath-Pimpelsberg) durch das Rheinische Amt für Bodendenkmalpflege, Bonn
(Foto: R. Gerlach, Bonn)

Möglichkeiten für den Schutz besonderer Böden bieten das Bundes- und das Landesbodenschutzgesetz. Böden, die zum Beispiel vergangene tropische oder eiszeitliche

Klimaabschnitte dokumentieren, sind Archive der Naturgeschichte. Sie können nach dem Landesbodenschutzgesetz als Bodenschutzgebiet ausgewiesen und so dauerhaft

Naturdenkmale (Beispiel)



Schutzstatus der Geotope in Nordrhein-Westfalen

bewahrt werden. Auch die Erhaltung von Dokumenten der Kultur- und Nutzungsgeschichte, wie zum Beispiel von mittelalterlichen Wölbäckern, ist so möglich. Diese Bodendokumente müssen – im Gegensatz zu den übrigen Geotopen – nicht aufgeschlossen oder von der Oberfläche aus erkennbar sein.

Der Geologische Dienst NRW schlägt schutzwürdige Objekte vor und berät die zuständigen Behörden bei den Schutzverfahren. Er stellt Informationen zu Geotopen bereit, veröffentlicht seine Arbeitsergebnisse und präsentiert sie bei Ausstellungen. So trägt er dazu bei, den Bürgern Geologie und Erdgeschichte näherzubringen.

Schutzwürdige Böden – mehr als Geotope

Böden sind nicht nur als Archive der Natur- und Kulturgeschichte, sondern auch wegen ihrer Funktion zum Beispiel als Standort für die pflanzliche Nahrungsproduktion, als Filter für das Grundwasser und als Biotop erhaltenswert. Der Gesetzgeber hat Verbote erlassen, um spezielle Gefährdungen wie Bodenverdichtungen und Erosion zu vermeiden. Hierdurch wird der Boden jedoch nicht generell vor konkurrierenden Nutzungen wie Rohstoffgewinnung, Verkehrswegebau oder Wohnbebauung geschützt.

Nur wenn Böden eine der genannten Funktionen in besonderem Maße erfüllen, ist eine Ausweisung als Bodenschutzgebiet oder ein Objektschutz im Rahmen der Regionalplanung möglich. Um die Potenziale der Böden zu beurteilen, hat der Geologische Dienst NRW die „Karte Schutzwürdige Böden in Nordrhein-Westfalen“ im Ausgangsmaßstab 1 : 50 000 erarbeitet. In dieser Karte werden Böden ausgewiesen, die sehr hohe landwirtschaftliche Erträge erzielen, seltene Lebensgemeinschaften tragen oder erhaltenswerte Archive der Naturgeschichte darstellen. Die Karte hat als Bodenschutzbeitrag in die Gebietsentwicklungsplanung Eingang gefunden.

Auch bei Detailplanungen wird dem Bodenschutz Rechnung getragen. Der Geologische Dienst NRW hat bereits mehr als 55 % der Waldfläche und 70 % der landwirtschaftlich genutzten Flächen in Nordrhein-Westfalen im



Tief reichender Podsol aus eiszeitlichen Sandablagerungen in einer bäuerlichen Abgrabung (Velen bei Gescher, Krs. Borken)

Maßstab 1 : 5 000 aufgenommen. Im Auftrag des Landesbodenschutzgesetzes werden diese Daten in das Fachinformationssystem Bodenkunde überführt. Sie stehen dort für die Umsetzung des Bundesbodenschutzgesetzes zur Verfügung. Diese Erhebungen bilden die Grundlage für kommunale Planungen wie die Bauleitplanung. So können schützenswerte Bodenareale, wie zum Beispiel Niedermoorrinnen, die ohnehin nur mit erheblichem Aufwand bebaubar wären, bei Planungen berücksichtigt und erhalten werden.

Zugewachsener Karbon-Aufschluss am Ebberg bei Schwerte in Westfalen

Geotopschutz und Biotopschutz – ein Konflikt?

Viele schützenswerte Geotope sind auch als Biotope interessant. Gerade auf Felsen und Steilwänden, in alten Steinbrüchen, an Quellen oder auf Geröllhalden finden sich spezialisierte und deshalb seltene Pflanzen- und Tiergemeinschaften. Im Landschaftsgesetz von Nordrhein-Westfalen werden deshalb einige dieser Bereiche ausdrücklich als geschützte Biotope festgeschrieben.

Im Einzelfall kann es dabei durchaus zu Konflikten zwischen den Zielen des Geotop- und des Biotopschutzes kommen: Während der Biologe ein Interesse daran hat, dass sich auf einer Felswand Moose und Flechten, später auch höhere Pflanzen und die entsprechende Tierwelt ansiedeln, ist es für den Erhalt der Anschaulichkeit des Geotops notwendig, eben gerade das Überwachsen der Felswand zu verhindern. In manch einem alten Steinbruch, der wegen seiner anschaulichen Einblicke in den erdgeschichtlichen Werdegang immer wieder von Wissenschaftlern und Studenten der Geologie aufgesucht wird, siedeln sich seltene Pflanzen oder Tiere an, die empfindlich auf Störungen reagieren.

Diese Konflikte lassen sich nicht pauschal regeln. Ein Automatismus, dass grundsätzlich die eine oder die andere Seite Vorrang genießt, wird dem Anliegen des Naturschutzes nicht gerecht. Hier gilt es sorgfältig abzuwägen. In den meisten Fällen wird sich ein Kompromiss finden lassen, der beiden Seiten gerecht wird. So ist es beispielsweise sinnvoll, ein Felsgebiet während der Brut- und Aufzuchtzeit der dort nistenden Greifvögel zu sperren, während es in der übrigen Zeit frei begangen werden kann. Häufig reicht es aus, nur einen Teil einer Felswand vom Bewuchs zu befreien, um die geologische Schichtenfolge sichtbar zu machen, während sich in den anderen Teilen des Aufschlusses die Vegetation unbeschadet entfalten kann.



Geotopschutz – eine Aufgabe für die Öffentlichkeit

Das Land Nordrhein-Westfalen nimmt mit fast 3 500 erfassten Geotopen eine Spitzenstellung unter den Bundesländern ein. Mit der wachsenden Anzahl der im Geotopkataster Nordrhein-Westfalen registrierten Objekte steigen auch die Anforderungen an die Datenpflege. Sie ist für die Qualität des Katasters von entscheidender Bedeutung. Veralterte Einträge sind regelmäßig zu entfernen, die Inhalte an aktuelle Richtlinien anzupassen und benutzerfreundlich zu präsentieren. Nach über 25 Jahren Bestand bedarf das Kataster einer Überarbeitung und einer Darstellung in einem modernen Geo-Informationssystem.

Verbesserungsbedarf besteht auch in der rechtlichen Stellung der Geotope. Während Biotop eine zentrale Rolle im Landschaftsgesetz von Nordrhein-Westfalen einnehmen, sind dort Geotope bisher gar nicht genannt. Die Bedeutung von Geotopen als Anschauungsobjekte über den Aufbau und die Entwicklung der Erde ist nur indirekt über den Schutz aus „erdgeschichtlichen Gründen“ berücksichtigt. Berechtigte Interessen des Geotopschutzes gegenüber dem Biotopschutz sind daher oft nur schwer durchsetzbar. **Geotope und Biotop sollten gleichrangig behandelt werden.** Es wird angeregt, den Begriff des Geotops in das Landschaftsgesetz aufzunehmen und die spezifischen Belange des Geotopschutzes gegen die des Biotopschutzes abzugrenzen, wie das in anderen Bundesländern bereits geschehen ist. Eine fundierte Datenbasis, kompetente wissenschaftliche Bearbeitung und eine gesicherte rechtliche Stellung sind die Voraussetzungen, um die Zeugnisse der Erdgeschichte zu bewahren.

Der **Tag des Geotops**, der seit 2002 bundesweit immer am dritten Sonntag im September veranstaltet wird, bietet eine besondere Gelegenheit, zahlreiche – auch sonst nicht zugängliche – Geotope unter fachkundiger Führung zu besuchen. Weitere Informationen dazu sind über die Fachsektion Geotop der Deutschen Geologischen Gesellschaft (www.geo-top.de), die Akademie der Geowissenschaften zu Hannover (www.geoakademie.de) und über die staatlichen Geologischen Dienste der einzelnen Bundesländer (www.infogeo.de) erhältlich. Für Nordrhein-Westfalen wird der Tag des Geotops vom Geologischen Dienst NRW organisiert.

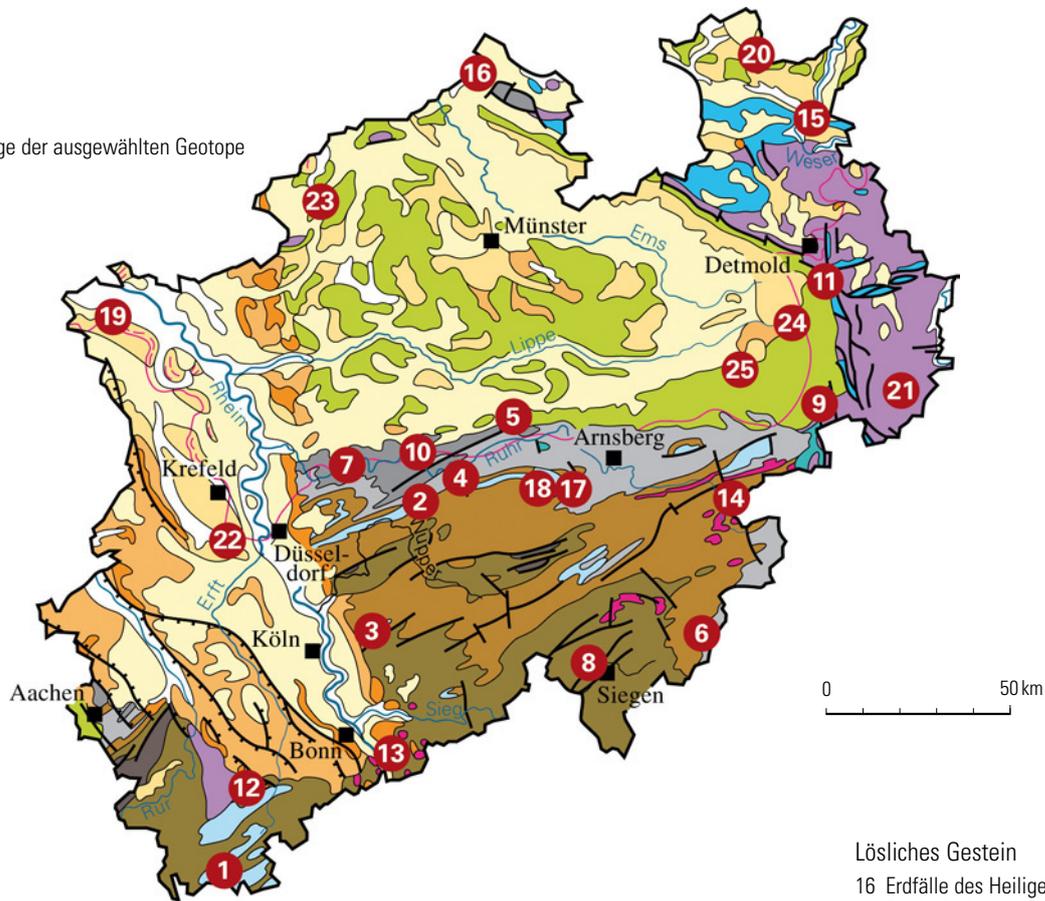
Eine erhebliche Aufwertung erfährt der Geotopschutz durch die Einrichtung Nationaler GeoParks. Diese Initiative geht auf ein Programm der UNESCO zurück, das seit 2002 mit Förderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung auch in Deutschland umgesetzt wird. Mit dem Titel „Nationaler GeoPark“ können Regionen ausgezeichnet werden, die über herausragende geologische Sehenswürdigkeiten verfügen, diese pflegen, der Öffentlichkeit zugänglich machen und erklären. Hierdurch soll einerseits das Verständnis und Bewusstsein in der Bevölkerung für die Bedeutung der Geologie und der Geotope gestärkt werden. Andererseits erfährt die Region eines Nationalen GeoParks eine Aufwertung, die sich beispielsweise in einer Zunahme des (Geo-)Tourismus auch wirtschaftlich positiv auswirkt. In Nordrhein-Westfalen besteht zurzeit der Nationale GeoPark Ruhrgebiet, der besonders die große Bedeutung der Bodenschätze für die kulturelle und wirtschaftliche Entwicklung der Region thematisiert (www.geopark-ruhrgebiet.de). Der Nationale GeoPark „Terra Vita“ hat sein Zentrum im niedersächsischen Osnabrücker Bergland; er erstreckt sich aber im Bereich des westlichen Teutoburger Waldes auch auf nordrhein-westfälisches Gebiet (www.naturpark-terravita.de). Im Ostsauerland wird die Gründung eines dritten GeoParks vorbereitet, der vom Waldecker Bergland in Hessen bis in den Raum Brilon reichen soll (www.geopark-waldeck-frankenberg.de).

Geotope in Nordrhein-Westfalen – eine Auswahl

In Nordrhein-Westfalen sind fast 3 500 Geotope registriert und nach einheitlichen Kriterien beschrieben. Allerdings ist der geowissenschaftliche Wert und der Erhaltungszustand der bekannten Geotope sehr unterschiedlich. Viele Lokalitäten, zum Beispiel Steinbrüche oder ausgewiesene Naturschutzgebiete, sind nicht ohne weiteres zugänglich, sei es wegen der Gefahren, die von ihnen ausgehen, oder wegen Betretungsverboten.

Die folgende Auswahl zeigt die Vielfalt der in Nordrhein-Westfalen vorkommenden Geotope. Dabei konnten zahlreiche Objekte nicht gewürdigt werden, deren wissenschaftliche Bedeutung, Seltenheit oder hervorragende Schönheit hinter den ausgewählten nicht zurücksteht. Die beschriebenen Geotope sind in der Regel für die Öffentlichkeit zugänglich und anhand der beigefügten Kartenausschnitte auffindbar.

Lage der ausgewählten Geotope



Land und Meer in geologischen Aufschlüssen

- 1 Korallenriff bei Schmidheim
- 2 Meeresrand bei Haßlinghausen
- 3 Oberdevonische Lebenswelt bei Bergisch Gladbach
- 4 Die Fossilien von Hagen-Vorhalle
- 5 Meeresvorstoß bei Frömern

Auf Biegen und Brechen

- 6 Gefaltete Kieselschiefer bei Beddelhausen
- 7 Überschiebung in Essen-Heisingen
- 8 Die Siegener Hauptaufschiebung am Häusling

Boden-Schätze

- 9 Bleikuhlen bei Blankenrode
- 10 Bergbau im Muttental

Felsen und Klippen

- 11 Externsteine bei Horn-Bad Meinberg
- 12 Katzensteine bei Mechernich

Erloschene Vulkane

- 13 Siebengebirge und Rodderberg bei Bonn
- 14 Bruchhauser Steine bei Brilon

Flussdurchbrüche

- 15 Weserdurchbruch an der Porta Westfalica

Lösliches Gestein

- 16 Erdfälle des Heiligen Feldes
- 17 Feldhohöhle im Hönnetal
- 18 Felsenmeer bei Hemer

Zeugen der Eiszeit

- 19 Stauchmoräne bei Kleve
- 20 Der Große Stein von Tonnenheide

Archiv Boden

- 21 Wölbäcker in Ostwestfalen
- 22 Donk beim Ingmannshof
- 23 Landschaftsarchiv im Münsterland

Wasser aus der Tiefe

- 24 Die Jordanquelle in Bad Lippspringe
- 25 Solequellen in Salzkotten

Meeresrand bei Haßlinghausen

Kreis:	Ennepe-Ruhr-Kreis
Stadt:	Sprockhövel
TK 50:	L 4708 Wuppertal
Lage:	R 87 570, H 88 620

Am Südrand des Ruhrreviers, bei Haßlinghausen, liegt der Steinbruch Weuste der Firma Bossert, die als einer der letzten Natursteinbetriebe die Werksandsteine der oberdevonischen Sprockhövel-Schichten nutzt. Auch stehen hier, in der sogenannten Herzkämper Mulde, die ältesten Kohle führenden Schichten des Ruhrkarbons an.

Zum Geotop gelangt man über den Lagerplatz des Steinbruchs. Die dort gelagerten gesägten Sandsteinblöcke und -platten zeigen sehr schön die Struktur des meist feinkörnigen Gesteins. Der Weg biegt nach links abwärts um und führt von Südwesten her in das Steinbruchgelände hinein. Linker Hand ist ein mächtiges Sandsteinpaket aufgeschlossen, das von einer tonigen „chaotischen“ Lage überdeckt wird. Es handelt sich hier um die Füllung eines eingestürzten Abbauhohlraums. Wahrscheinlich ist an dieser Stelle das Flöz Sengsbänksgen abgebaut worden. Der darunter liegende Sandstein, der hier gewonnen wird, wäre demnach der Sengsbänksgen-Sandstein. Etwas höher in der linken Steinbruchwand ist noch Flöz Sengsbank zu erkennen. Die rechte Steinbruchwand wird von steil einfallenden Schichtflächen gebildet, die im vorderen Teil fossile Pflanzen in Form von Drifthölzern enthalten. Im hinteren Teil der Steinbruchwand ist eine große Schichtfläche in einem Feinsandstein aufgeschlossen. Sie zeigt in einmaliger Weise das Wellenrippelmuster eines ehemaligen Gewässerbodens. Diese Rippelwand wurde in den 1980er-Jahren als Naturdenkmal unter Schutz gestellt. Im Laufe der Zeit lösten sich durch eindringendes Regenwasser, Frostsprengung und Pflanzenwurzeln einzelne Teile der Felswand und sie drohte allmählich völlig zu

verfallen. In Zusammenarbeit zwischen dem Geologischen Dienst NRW und der Unteren Landschaftsbehörde des Ennepe-Ruhr-Kreises wurde die Wand teilweise saniert und der überhängende, akut absturzgefährdete Teil mit einer Betonplombe vor weiterem Verfall geschützt.



Die Abfolge der unterschiedlichen Gesteine zeigt die rasch wechselnden Ablagerungsbedingungen am Rande des Oberkarbon-Meeres: Ein Teil der Ablagerungen entstand unter mehr oder weniger tiefer Wasserbedeckung, die Driftholzlagen weisen auf zeitweilig höhere Strömungsgeschwindigkeiten hin. Innerhalb kurzer Zeitspannen verlandeten die Gewässer und ermöglichten die Ausbreitung von Kohlemooren.

Wellenrippeln auf einer Schichtfläche der tiefen Sprockhövel-Schichten (Namur C) im Steinbruch Weuste



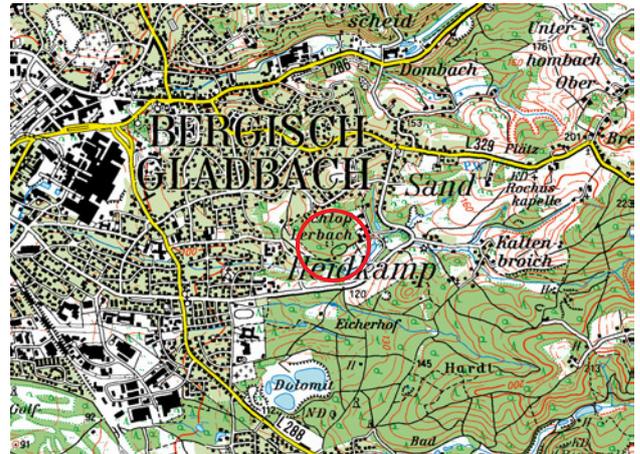
Oberdevonische Lebenswelt bei Bergisch Gladbach

Kreis:	Rheinisch-Bergischer Kreis
Stadt:	Bergisch Gladbach
TK 50:	L 5108 Köln-Mülheim
Lage:	R 80 900, H 50 430

Die Bergisch Gladbach-Paffrather Mulde gehört zu den klassischen Devon-Gebieten im Rheinischen Schiefergebirge. Bereits vor 225 Jahren erschien die erste paläontologische Schrift über Fossilfunde aus dieser Mulde. Weltweit berühmt wurden hier einige Fundstellen durch bestens erhaltene Fischfossilien in den Plattenkalken. Entscheidend für die hervorragende Erhaltung der Fossilien ist die geringe Inkohlung der Gesteine in diesem Raum.

Heute sind viele der klassischen Aufschlüsse leider zerstört. Sie wurden in dem stark besiedelten Gebiet überbaut oder werden als Freizeitgelände genutzt. Einer der schönsten noch erhaltenen Aufschlüsse ist der Steinbruch im Park des heutigen Schlosshotels Lerbach am südlichen Rand von Bergisch Gladbach. Der Aufschluss bietet interessante Einblicke in die Lebenswelt des oberdevonischen Meeres. Er wurde unter Leitung des Geologischen Dienstes NRW und mit finanzieller Unterstützung des Rheinischen Amtes für Bodendenkmalpflege freigelegt und detailliert untersucht.

In dem kleinen Steinbruch sind etwa 16 m der insgesamt bis 60 m mächtigen oberdevonischen Hombach-Schichten aufgeschlossen, die nur hier der detaillierten Beobachtung zugänglich sind. Die Gesteine – es handelt sich um graue bis fast schwarze, gut gebankte Mergel- und Kalksteine – sind durch Einengungstektonik intensiv gefaltet. Die Kalksteinbänke erreichen eine Mächtigkeit von bis zu 1 m und treten wegen ihrer größeren Widerstandsfähigkeit gegenüber der Verwitterung deutlich hervor. Die



Mergelsteinlagen sind dagegen meist geringer mächtig und springen in der Steinbruchwand zurück.

Große Bedeutung hat der Steinbruch wegen der dort vorkommenden reichen fossilen Fauna und Flora. Besonders auffallend sind die flach gedrückten Goniatiten, Verwandte der heutigen Tintenfische. Meist erreichen die hier gefundenen Goniatiten einen Durchmesser von wenigen Zentimetern, doch kommen auch große Exemplare bis zu einem

Durchmesser von 12 cm vor. Häufig sind auch die Brachiopoden. Vor allem in den mergeligen Lagen kommen Linguliden vor, während in den kalkigen Horizonten vollkörperlich erhaltene Terebratuliden überwiegen. Stratigraphisch von Interesse sind die ebenfalls zu den Brachiopoden ge-



Flach gedrückter Goniatit *Manticoceras* sp. in Periostr-Erhaltung (Durchmesser ca. 4 cm) aus dem genannten Steinbruch

gehörenden Rhynchonelliden. Zu den Seltenheiten gehören Muscheln, Trilobiten und Fischreste.

Neben den großen, makroskopisch erkennbaren Fossilresten beherbergt das Gestein auch eine große Fülle an unterschiedlichen Mikrofossilien. Hierzu gehören Conodonten, Scolecodonten, Acritarchen und Grünalgen. Die reichlich vertretenen Sporen stammen von Pflanzen des Festlandes. Mit ihrer Hilfe lässt sich die zur damaligen Zeit bereits vielfältige Vegetation des Festlandes rekonstruieren.

Gefaltete Mergel- und Kalksteine der oberdevonischen Hombach-Schichten im Steinbruch beim Schlosshotel Lerbach

Die Fossilien von Hagen-Vorhalle

Stadt: Hagen
TK 50: L 4710 Hagen
Lage: R 00 600, H 95 200

Im ehemaligen Ziegeleisteinbruch von Hagen-Vorhalle liegt einer der bedeutendsten Geotope Nordrhein-Westfalens. Der Steinbruch schließt Tonsteine mit eingeschal-



Geißelskorpion *Prothelyphonus naufragus*, die älteste derzeit bekannte Art, gefunden im genannten Steinbruch (Foto: C. Brauckmann, Clausthal-Zellerfeld)

teten Sandsteinlagen auf. Sie dokumentieren die geologische Stufe des Namurs B (Ziegelschieferzone) aus der Zeit des Oberkarbons. Aufgrund sedimentologischer Untersuchungen, aber auch wegen der dort auftretenden Fossilien, werden die Ablagerungen als küstennahe Bildungen im Karbon-Seeer gedeutet. Sie entstanden vielleicht in einer Bucht oder Lagune. Die Sandsteinbänke werden als Sturmsandlagen gedeutet.

Der Steinbruch von Hagen-Vorhalle ist ein Fossilienfundpunkt von überragender Bedeutung. Es wurden dort sowohl Überreste von Meereslebewesen wie von Landbewohnern geborgen: Zu den Ersteren gehören die relativ häufigen Goniatiten, ausgestorbene Verwandte der heutigen Tintenfische. Ihre Gehäuse wurden wahrscheinlich



aus dem offenen Meer in die beschriebene Bucht verdriftet. An Zeugnissen des nahen Landes sind Pflanzenreste verschiedener Art am häufigsten. Weltgeltung hat der Aufschluss jedoch als Fundpunkt fossiler Insekten und Spinnentiere gefunden. Bei systematischen Ausgrabungen durch das Westfälische Amt für Bodendenkmalpflege, Münster, und andere Institute wurden bisher weit über 100 Exemplare gefunden, die sich auf 15 verschiedene Arten verteilen. Die Insekten sind oft hervorragend erhalten und von teilweise beeindruckender Größe. Man nimmt an, dass die Tiere während eines Unwetters auf das offene Wasser getrieben wurden und dort zu Grunde gingen. Die Fossilien werden heute zum Teil im Ruhr-Museum in Essen aufbewahrt.



Gefaltete Schichten des Namurs B im ehemaligen Ziegeleisteinbruch von Hagen-Vorhalle. Der Aufschluss ist bekannt für das Vorkommen karbonzeitlicher Insekten.

Über seine Bedeutung für die Paläontologie hinaus ist der Aufschluss auch aufgrund der hier anzutreffenden Faltenbilder und Gebirgsstörungen in der geologischen Fachwelt berühmt. Wegen seiner wissenschaftlichen Bedeutung wurde der Steinbruch als Bodendenkmal unter Schutz gestellt.

Meeresvorstoß bei Frömern

Kreis: Unna
 Stadt: Fröndenberg
 TK 50: L 4512 Unna
 Lage: R 13 600, H 08 940

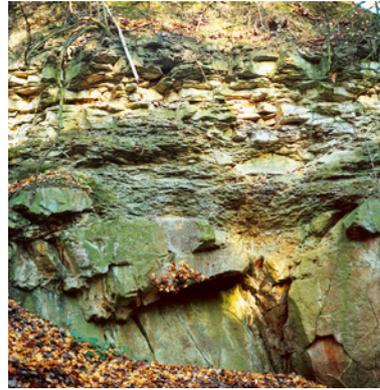
Lagern verschieden alte Gesteinsschichten mit unterschiedlichem Schichteinfallen übereinander, so bezeichnet der Geologe diese Situation als Diskordanz. Derartige Erscheinungen bilden wichtige Zeitmarken für die Geologie, denn sie zeigen, dass es nach Ablagerung der älteren Schichten, aber noch vor Ablagerung der jüngeren zu gebirgsbildenden Bewegungen gekommen ist, die das ältere Schichtenpaket verstellt haben. Die bedeutendste in Nordrhein-Westfalen zu beobachtende Diskordanz ist die zwischen den vor ca. 300 Millionen Jahren gefalteten



Schichten des Erdaltertums (variszische Gebirgsbildung) und ihrem jüngeren Deckgebirge. Dieses Deckgebirge wird in weiten Teilen des Ruhrgebiets und im Münsterland von Ablagerungen des Oberkreide-Meeres gebildet, das vor ca. 100 Millionen Jahren bis an den Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges vordrang. Hier klappt in der geologischen Überlieferung eine Lücke von rund 200 Millionen Jahren, über die kaum Aussagen möglich sind.

Der kreidezeitliche Meeresvorstoß auf gefaltete Schichten des Oberkarbons ist in drei Steinbrüchen an der Straße von Frömern nach Ostbüren südlich von Unna dokumentiert. Als tiefste Schicht tritt dort ein massiver Sandstein auf, der wahrscheinlich dem ältesten Teil des flözführenden Oberkarbons (Namur C) angehört.

Die Grenzfläche zwischen den Karbon-Schichten und den auflagernden Sedimenten



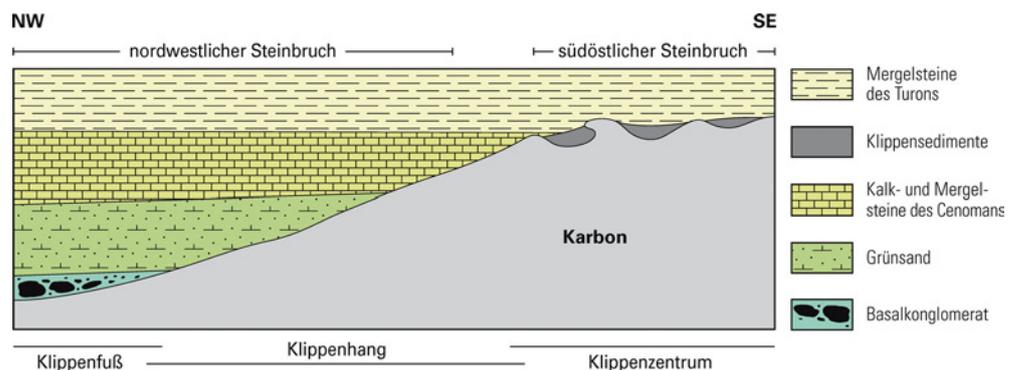
Mit Klippensedimenten des Cenomans ausgefülltes Strudeloch im oberkarbonischen Sandstein des südöstlichen Steinbruchs Frömern. Die Klippensedimente werden von Mergelsteinen des Turons überlagert.

der Kreide-Zeit zeigt ein deutliches Relief: Im südöstlichen Steinbruch liegt sie fast 10 m höher als im nordöstlichen. Im südöstlichen Steinbruch ist damit eine Klippe oder zumindest eine Untiefe im Kreide-Meer dokumentiert. In die Klippe aus karbonzeitlichem Sandstein sind Strudelöcher eingetieft, die auf das anbrandende Meer zurückgehen. Teilweise wurden entlang von Trennflächen auch rinnenförmige Vertiefungen im Sandstein angelegt.

In den Strudelöchern und Rinnen haben sich grobe Sandsteingerölle erhalten, die stellenweise von fossilen Algen überkrustet sind. Daneben finden sich auch Brauneisensteingerölle und fossilreiche Kalksteine. Diese Gesteine gehören dem tiefsten Teil der Oberkreide – dem Cenoman – an. Am Klippenfuß sind die gleich alten Sedimente anders ausgebildet: Dort wurde über einer dünnen Geröllschicht (Basalkonglomerat) Grünsand abgelagert. Es folgen mergelige Gesteine des jüngeren Cenomans, die nach oben immer kalkiger werden, ein Hinweis darauf, dass die Wassertiefe allmählich zunahm. Nach einem kurzfristigen Meeresrückzug wurde schließlich auch die Untiefe endgültig vom Kreide-Meer überflutet.

Weitere bekannte Aufschlüsse, in denen die Auflage von Schichten der Oberkreide auf gefaltetem Untergrund zu beobachten ist, liegen im Geologischen Garten in Bochum sowie in Steinbrüchen am Kassenberg in Mülheim an der Ruhr.

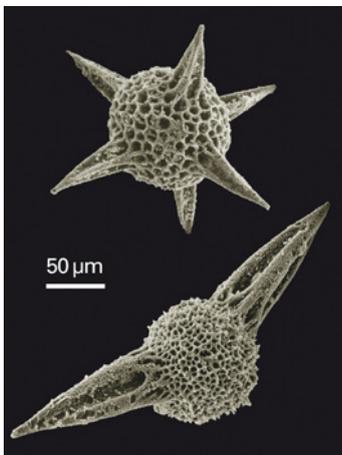
Schematisch zusammengesetzter Profilschnitt durch den Steinbruch Frömern (Profillänge ca. 150 m, stark überhöht)



Gefaltete Kieselschiefer bei Beddelhausen

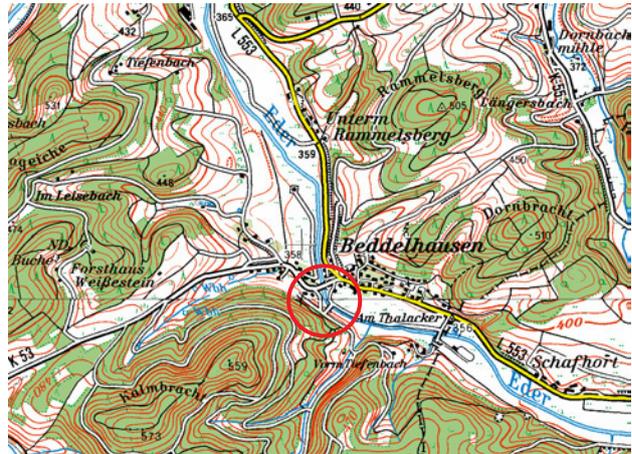
Kreis: Siegen-Wittgenstein
 Stadt: Bad Berleburg
 TK 50: L 5116 Biedenkopf
 Lage: R 64 080, H 51 570

Südlich der neuen Ederbrücke sind in einem aufgelassenen Steinbruch bei Beddelhausen im Sauerland dunkelgrau bis dunkelgrüne, sehr harte Gesteine aufgeschlossen. Sie werden als Kieselschiefer oder auch als Radio-



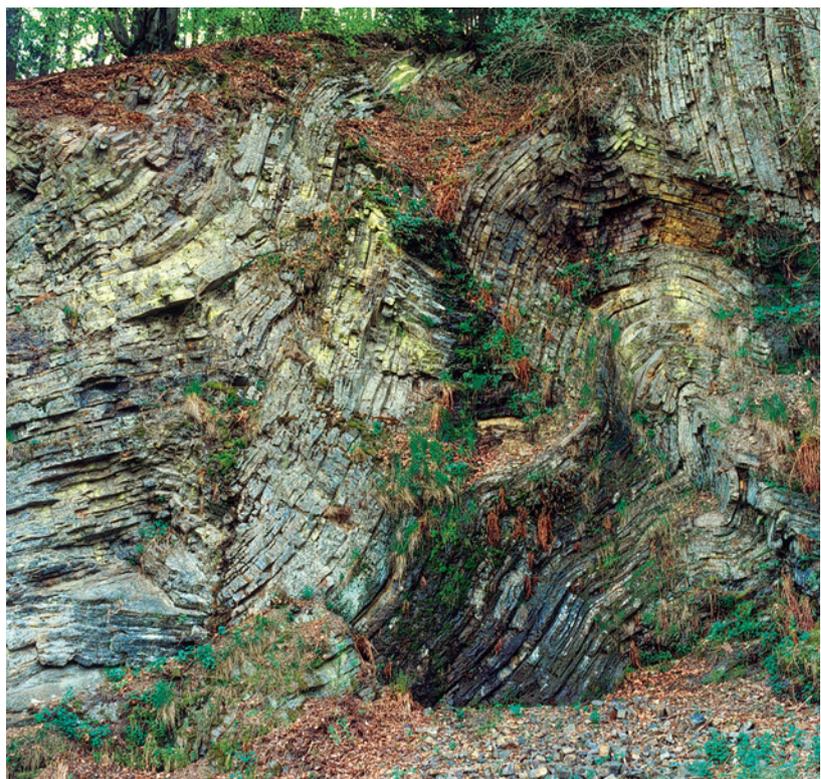
Radiolarien *Entactinia vulgaris* und *Belowea variabilis*
 (Foto: A. Braun, Bonn)

larite bezeichnet, da sie unzählige Überreste von einzelligen Kleinstlebewesen, den Radiolarien, enthalten. Diese Fossilien, deren Skelett aus Kieselsäure besteht, sind mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen. Die bis zu 10 cm mächtigen Kieselschieferbänke werden durch millimeter- bis zentimeterdünne Tonlagen voneinander getrennt. Hierbei handelt es sich um verwitterte vulkanische Aschen. Ihr Auftreten belegt eine vulkanische Aktivität zur Zeit des Unterkarbons. Die Schichtenfolge ist während der variszischen Gebirgsbildung intensiv gefaltet worden. Im Steinbruch ist der Übergangsbereich zwischen einer steil gestellten Sattelflanke und einer Mulde aufgeschlossen. Im Einzelnen sind zahlreiche Spezialfalten zu erkennen, wobei besonders die Faltungsunterschiede in den verschiedenen übereinander liegenden



Schichtenpaketen auffällig sind. Man spricht hier von disharmonischer Faltung. Begleitet wird die intensive Faltung von mehreren Überschiebungen, die als Bewegungsflächen zum Ausgleich zwischen den unterschiedlich gefalteten Bereichen beitragen. Ein disharmonisches Faltenbild, wie es hier im kleinen Maßstab auftritt, ist für viele Bereiche des Rheinischen Schiefergebirges auch im großen Rahmen typisch.

Wegen seiner Bedeutung für die zeitliche Gliederung des Unterkarbons und der beeindruckenden Faltenstrukturen wurde der Steinbruch als Naturdenkmal unter Schutz gestellt.



Gefaltete Kieselschiefer des Unterkarbons in dem aufgelassenen Steinbruch bei Beddelhausen

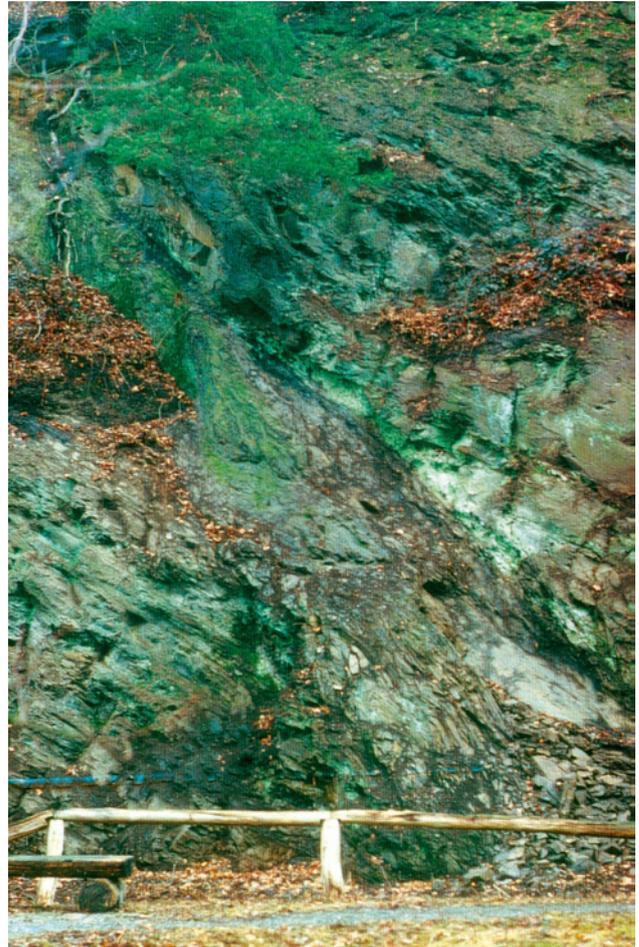
Überschiebung in Essen-Heisingen

Stadt:	Essen
TK 50:	L 4508 Essen
Lage:	R 72 860, H 97 280

In der Böschung des Betriebsgeländes der ehemaligen Steinkohlenzeche Carl-Funke, direkt am Nordufer des Baldeneysees in Essen-Heisingen gelegen, ist die bedeutendste Störung des Ruhrkarbons – die Sutan-Überschiebung – aufgeschlossen. Diese Störung tritt am Südweststrand des Ruhrbeckens bei Kettwig in den Bereich des flözführenden Karbons ein. Sie ist von dort über eine Strecke von mehr als 100 km zu verfolgen, ehe sie zwischen Hamm und Ahlen ausläuft. Den größten Verwurf erreicht die Störung nördlich von Dortmund, wo die Schichtenfolge um mehr als 900 m bankrecht verworfen wird. Die Bergbauaufschlüsse reichten im zentralen Ruhrgebiet nirgends so tief, dass die Wurzelzone dieser großen Überschiebung angetroffen worden wäre. Das obere Ende der Sutan-Überschiebung wurde in Aufschlüssen der Zeche Erin in Castrop-Rauxel nachgewiesen.

Die Sutan-Überschiebung passt sich, ebenso wie die meisten anderen großen Überschiebungen, in ihrem Verlauf dem Faltenbau der Schichten an. Dies wurde früher so gedeutet, dass diese Störungen schon vor der Gebirgsfaltung vorhanden waren und dann zusammen mit den ursprünglich flach lagernden Schichten gefaltet wurden. Neuere Untersuchungen haben jedoch ergeben, dass Faltung und Überschiebungsvorgang gleichzeitig abgelaufen sind.

Verglichen mit der Bedeutung der Störung ist ihr Erscheinungsbild im Aufschluss an der ehemaligen Zeche Carl-Funke überraschend unscheinbar. Immerhin ist hier an



Aufschluss der Sutan-Überschiebung auf dem Gelände der ehemaligen Zeche Carl-Funke

Schubweite auf der Störungsfläche von etwa 1 300 m entspricht. So stehen südlich der Störung sandige Gesteine der Unteren Witten-Schichten an. Diese wurden auf den

Bereich der Girondelle-Flöze der Oberen Witten-Schichten überschoben, die nördlich der Störung anstehen. Damit lagern dort nun ältere Schichten über jüngeren. Der Aufschluss ist heute Bestandteil des Geologischen Wanderweges der Stadt Essen und wurde dementsprechend mit Erläuterungstafeln versehen.



der nur wenige Dezimeter mächtigen, mit ca. 45° nach Südosten hin einfallenden Störungszone die Schichtenfolge um rund 350 m bankrecht verworfen, was einer

Die Siegener Hauptaufschiebung am Häusling

Kreis:	Siegen-Wittgenstein
Stadt:	Siegen
TK 50:	L 5114 Siegen
Lage:	R 31 400, H 37 450

In einem stillgelegten Steinbruch am Häusling in Siegen ist eine der bedeutendsten Störungen des Rheinischen Schiefergebirges aufgeschlossen: die Siegener Hauptaufschiebung.

Der Verlauf dieser großen, rund 140 km langen Störung ist von der Eifel über das Rheintal bis nach Siegen lückenlos gesichert. In Siegen spaltet sie in drei Äste auf, die nach Nordosten bis in den Raum Erndtebrück im Rothaargebirge verfolgt werden können. Die Bedeutung der Siegener Hauptaufschiebung für den Bau des Rheinischen Schiefergebirges ergibt sich jedoch nicht nur aus ihrer Länge, sondern vor allem aus ihrer enormen Tiefenerstreckung. Seismische Untersuchungen machen wahrscheinlich, dass die schaufelförmig gebogene Störungsfläche bis in die untere Erdkruste, das heißt mehrere Zehnerkilometer tief, reicht.

Der ehemalige Steinbruch am Nordhang des Häuslings ist einer der seltenen Aufschlüsse der Siegener Hauptaufschiebung. Auf einer Breite von etwa 500 m quert die in fünf Teilstörungen aufgespaltene Hauptaufschiebung den Häusling. Die parallel Südwest – Nordost verlaufenden Störungen versetzen dort die geologische Schichtenfolge um insgesamt mehr als 3 000 m. Dem großen Versatzbetrag ist es zu verdanken, dass am Häusling Gesteine sehr unterschiedlichen Alters in enger Nachbarschaft zueinander auftreten.



Im Steinbruch selbst ist die am weitesten im Nordwesten gelegene Teilstörung aufgeschlossen. Die im südlichen Teil des Steinbruchs anstehenden Ton-, Schluff- und Sandsteine gehören der mittleren Siegen-Stufe der Devon-Zeit an (Freudenberg-Schichten). Durch die Aufschiebung, die gut in der Felswand zu sehen ist, sind diese älteren Gesteine auf jüngere Tonsteine der oberen Siegen-Stufe (Ahe-Schichten) geschoben worden. Die



Störungsbahn selbst verläuft in Südwest-Nordost-Richtung und fällt relativ steil mit 80° nach Südosten ein. Durch gewaltigen Gebirgsdruck wurden die beteiligten Schichten beiderseits der Störung ebenfalls steil gestellt. Ursprünglich lagerten diese vor rund 390 Millionen Jahren entstandenen Schichten horizontal. Steil gestellt und an der Siegener Hauptaufschiebung versetzt wurden sie erst viele Millionen Jahre später im Verlauf der variszischen Gebirgsbildung. Heute zerfallen die Gesteine bröckelig und zeigen damit an, dass ihre sonst übliche Festigkeit durch starke gebirgsbildende Kräfte zerstört worden ist.

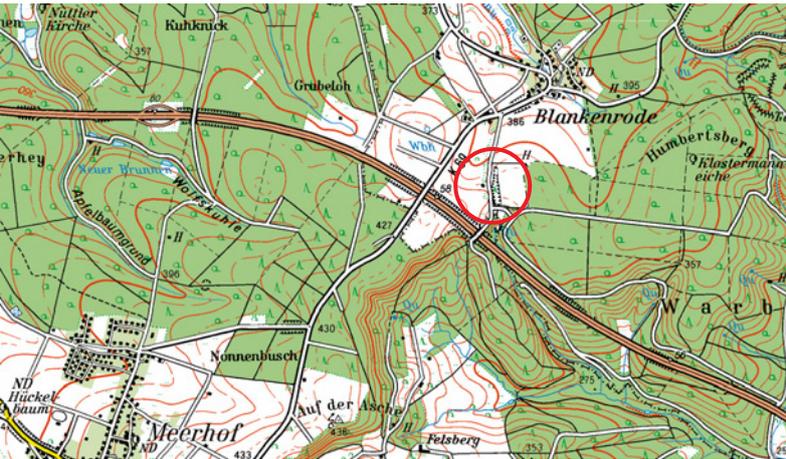
Die Siegener Hauptaufschiebung wird zusätzlich von Nordwest – Südost gerichteten Querstörungen durchschlagen. Im Siegerland sind zahlreiche Erzgänge an diese Querstörungen gebunden. Die Anlage des Steinbruchs am Häusling geht wahrscheinlich auf die Frühzeit der Erzgewinnung zurück, als man bei der Suche nach Erz Störungszonen oberflächennah freilegte.

Die Siegener Hauptaufschiebung mit steil stehenden devonischen Schichten der Siegen-Stufe im ehemaligen Steinbruch am Häusling

Bleikuhlen bei Blankenrode

Kreis:	Paderborn
Stadt:	Lichtenau
TK 50:	L 4518 Marsberg
Lage:	R 93 450, H 10 900

Südlich von Blankenrode im Kreis Paderborn liegt das Naturschutzgebiet Bleikuhlen. Lesesteine mit Bleiglanz



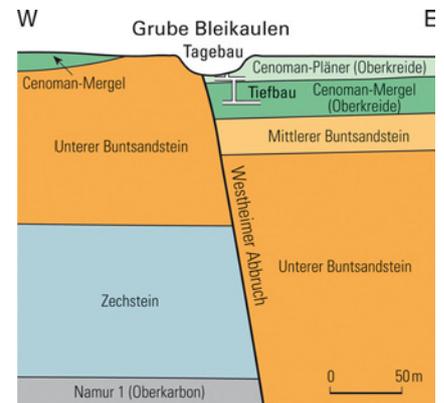
und Galmeierzen zeugen dort von einem historischen Bergbau auf Blei und Zink, der über mehrere Jahrhunderte umgegangen ist. Die Vererzung ist an eine Nord – Süd verlaufende Gebirgsstörung, den Westheimer Abbruch, gebunden. Die Störung gehört zum Randbruchsystem des Rheinischen Schiefergebirges gegen die Hessische Senke im Osten und verwirft Karbonatgesteine der Oberkreide (Cenoman) gegen Sandsteine des Unteren Buntsandsteins. Die Störungsbahn diente als Aufstiegsweg für mineralhaltige Lösungen, die sich im engeren Störungsbereich auf den Karbonatgesteinen vorwiegend als Bleiglanz absetzten. Die Karbonatgesteine wurden zudem auf



einigen Zehnermetern Breite mit Zinkmineralien imprägniert und zu Galmeierz umgewandelt.

Der Bergbau auf dieser Lagerstätte reicht vermutlich bis in das 12. Jahrhundert zurück und steht wohl in engem Zusammenhang mit der Gründung der nahe gelegenen, heute nur noch als Wüstung erkennbaren Burg Blankenrode. Zunächst richtete sich der Bergbau ausschließlich auf die Bleierze, die im Tagebaubetrieb bis etwa 1745 gewonnen wurden. Ab Mitte des 19. Jahrhunderts wurde die Bergbautätigkeit zusätzlich mittels Schächten und Stollen wieder aufgenommen, wobei jetzt die mit Zinkgehalten von bis zu 35 % recht reichen Galmeierze in den Mittelpunkt des Interesses rückten. Absatzschwierigkeiten führten aber bereits 1884 wieder zur Stilllegung des Bergbaus. Den Versuchen, während des Ersten Weltkriegs und in den 1920er-Jahren den Bergbau wieder aufzunehmen, war kein Erfolg beschieden.

Vom alten Bergbau zeugt heute noch der ehemalige Tagebau, dessen Wandungen – wenn gleich teilweise verstürzt – grob die geologische Situation erkennen lassen. Nach Nordnordwesten zu sind entlang des Westheimer Abbruchs auf etwa 1 500 m Erstreckung noch Aufschürfungen und alte Pingenzüge zu



Geologischer Schnitt durch die ehemalige Grube Bleikaulen südlich von Blankenrode

erkennen. In südlicher Richtung sieht man mehrere ausgedehnte Halden. Die Bleikuhlen haben inzwischen auch in Botanikerkreisen internationale Beachtung gefunden. Auf den schwermetallhaltigen Böden findet sich mit seinen blauen bis rötlich violetten Blüten das Galmeiveilchen, das als endemische Art in Europa nur an dieser Stelle wächst und von Mai bis Oktober blüht.

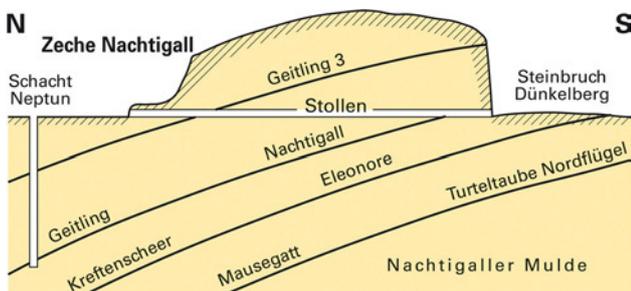
Reste des historischen Blei- und Zinkerztagebaus Bleikaulen

Bergbau im Muttental

Kreis:	Ennepe-Ruhr-Kreis
Stadt:	Witten
TK 50:	L 4508 Essen
Lage:	R 91 200, 99 900

Das Muttental liegt in Witten-Bommern, südlich der Ruhr. Die geologischen Aufschlüsse im Muttental sind Teil eines rund 9 km langen Bergbaurundweges, in dessen Verlauf zahlreiche Objekte der über 450-jährigen Bergbaugeschichte vorgestellt werden. Diese reichen vom mittelalterlichen, einfachen Kohlengraben der Bauern über den Stollen- und Erbstollenbau bis hin zum Tiefbau der Zeche Nachtigall, die bis 1892 in Betrieb war. Neben zahlreichen unmittelbaren Bergbauzeugen wie Halden, Stollenmundlöcher oder historische Gebäude findet man entlang des gut beschilderten Wanderweges auch Rekonstruktionen ehemaliger Schachtanlagen oder kann der Trasse der ehemaligen Muttentalbahn folgen, einem der ältesten Schienenwege Europas.

Im Muttental tritt auch ein Teil der Unteren Witten-Schichten des Oberkarbons zutage. Im Schacht Helene der ehemaligen Zeche Nachtigall ist die rund 100 m mächtige



Geologischer Schnitt durch den Nachtigallstollen (aus KOETTER 1998)

Schichtenfolge in flacher Lagerung aufgeschlossen. Sechs Kohlenflöze mit insgesamt 5 m Kohle wurden in diesem Abschnitt angetroffen. Die vom Abbau bevorzugten dickeren Kohlenflöze Geitling, Kreftenscheer und Mausegatt treten dort in einem nur 50 m mächtigen Schichtenabschnitt auf. Dies bot gute Voraussetzungen für den frühen Steinkohlenbergbau; die Flöze wurden flächendeckend abgebaut.

Die geologischen Aufschlüsse im Gebiet des Muttentals konzentrieren sich auf die Umgebung von Schloss Steinhausen, den Ziegeleisteinbruch Dünkelberg und den Ruhrhang bei der Burgruine Hardenstein. Hier soll der imposante Ziegeleisteinbruch am Ausgang des Muttentals

Schichtenfolge des flözführenden Oberkarbons im ehemaligen Ziegeleisteinbruch Dünkelberg. Den oberen Teil des Aufschlusses bildet der dickbankige Finefrau-Sandstein, darunter ist das Flöz Geitling 3 zu sehen.



kurz beschrieben werden: Im ehemaligen Ziegeleisteinbruch Dünkelberg steht die Schichtenfolge vom Geitling-1-Sandstein bis zum Finefrau-Sandstein an. Die Oberkante des Steinbruchs bildet der feste Finefrau-Sandstein. Er enthält Gerölle, große Treibhölzer und Sedimentmerkmale eines verzweigten Flusssystemes. Darunter folgt das Kohlenflöz Mentor, das auch als Flöz Geitling 3 bezeichnet wird. Das 0,3 m mächtige Flöz ist deutlich in der oberen Steinbruchwand erkennbar. Es schließt nach unten mit einem sandigen Wurzelboden ab. Bis zur Steinbruchsohle schließt sich eine Abfolge von vorwiegend tonigen Gesteinen an, die hier gebrochen wurden. Sie wurden in der Ziegelei Dünkelberg verwertet, die auf dem Gelände der ehemaligen Zeche Nachtigall angesiedelt war (heute Industriemuseum). Die Verbindung zwischen dem Steinbruch und der Ziegelei war der Nachtigallstollen. Eine Besichtigung des 130 m langen heutigen Besucherstollens ist empfehlenswert. Dort sind verschiedene bergmännische Ausbauten und die im Steinbruch aufgeschlossene Schichtenfolge zu sehen. Die Besichtigung ist nur mit Führung möglich.



Externsteine bei Horn-Bad Meinberg

Kreis:	Lippe
Stadt:	Horn-Bad Meinberg
TK 50:	L 4118 Detmold
Lage:	R 94 500, H 48 200

Die Externsteine sind das wohl spektakulärste erdgeschichtliche Monument des Teutoburger Waldes. Wandert man von Holzhausen aus über den Kamm des Bärensteins, so tauchen am Ende des Bergrückens in einer weiten Lichtung plötzlich mehrere bis zu 38 m steil aufragende Felspfeiler auf. Es handelt sich um Sandsteine aus der Unterkreidezeit (Osning-Sandstein). Bei genauerer Untersuchung erkennt man, dass die Schichten nahezu senkrecht stehen. Der ehemals untere Teil des Sandsteins ist nach Nordosten der Stadt Horn zugekehrt. Von dorthier die Felsmauer querend, schreitet man in immer jüngere Schichten der Kreide-Stufe hinein. Was an flach liegenden Elementen des Felsens sichtbar ist, sind die Trennfugen. Ebenso jene senkrechten Brüche, welche die Felsmauer quer zerschneiden und von denen aus sich die Auflösung in einzelne Türme und Pfeiler vollzog. Ausgelöst durch Erdkrustenbewegungen mit einer südwestlich gerichteten Einengung wurden die ursprünglich horizontal gelagerten Schichten an der Wende der Kreide/Tertiär-Zeit vor ca. 65 Mio. Jahren aufgefaltet und senkrecht gestellt. Hohe Niederschläge und tropische Temperaturen bewirkten in der Folgezeit eine hochgradige Verwitterung und Auswaschung der Gesteine, wobei die härteren Sandsteine zu Felsrippen skelettierten.



Nachgewiesen ist, dass bereits in der späten Altsteinzeit (um 10 000 v. Chr.) Rentierjäger die Sandsteinfelsen zum Schutz aufgesucht haben, wie zahlreiche Gerätefunde aus Feuerstein beweisen. Im Naturschutzgebiet Externsteine stehen insgesamt 13 einzelne Felspfeiler, von denen die drei im äußersten Nordwesten gelegenen von menschlicher Hand zu einem einzigartigen Kulturdenkmal ausgestaltet wurden. Einer der Sandsteinfelsen trägt ein in seine Außenwand gehauenes 3,6 x 5 m großes Relief mit der Kreuzabnahme Christi, entstanden um das Jahr 1145. Im Inneren befindet sich ein System von drei miteinander verbundenen Grotten. Vor dem Felsen wurde in anstehendes Gestein ein Trogbogengrab hineingearbeitet.

Der kreidezeitliche Osning-Sandstein hat auch an anderen Stellen des Teutoburger Waldes und im Eggegebirge imposante Felsbildungen hervorgebracht, so zum Beispiel das „Hockende Weib“ in den Dörenther Klippen bei Brochterbeck oder die Teutoniaklippen bei Borlinghausen.

Blick von Nordosten auf die Externsteine. Rechts unten sind die Eingänge zu den Grotten sowie das Relief mit der Kreuzabnahme Christi zu erkennen.



Katzensteine bei Mechernich

Kreis: Euskirchen
 Stadt: Mechernich
 TK 50: L 5306 Euskirchen
 Lage: R 48 750, H 07 700

Die landschaftlich sehr reizvolle rote Felsgruppe der Katzensteine bei Mechernich-Burgfey zeigt den Mittleren Buntsandstein in einer außergewöhnlichen, fast geröllfreien Gesteinsausbildung. Zwar beginnt das aufgeschlossene Gesteinsprofil an der Straße mit schwach Geröll führenden Sandsteinen; der



Spuren der römischen Werksteingewinnung aus dem ersten nachchristlichen Jahrhundert auf der Felsgruppe der Katzensteine

größere Teil der Felsbildung wird hingegen von lebhaft schräg geschichteten Sandsteinen aufgebaut. Sie werden aufgrund ihrer Schichtungsmerkmale, vor allem der großdimensionalen Schrägschichtungsformen, als durch den Wind abgelagerte Dünenande gedeutet. Die Einfallsrichtung der Schrägschichtungsblätter weist auf eine damalige Windrichtung von Süden nach Norden hin.

Im Vergleich mit anderen Aufschlüssen des Buntsandsteins im Raum Mechernich, wie überhaupt in der Mechernicher Trias-Senke, dokumentieren die Katzensteine eine spezielle Ablagerungsform aus einer wüstenhaften Phase der Erdgeschichte vor etwa 245 Millionen Jahren. In dieser Zeit erstreckte sich in Nord-Süd-Richtung eine etliche Kilometer breite Sedimentationsrinne zwischen dem ardennisch-gallischen Festland im Westen und der Rheinischen Masse im Osten. Dort transportierten in verwilderten Flussbetten periodisch fließende Ströme das Abtragungsmaterial



der angrenzenden Bergländer. In trocken gefallenem Bereich der Stromrinne wurden zuvor vom Fluss transportierte Sande durch den Wind umgelagert. Die unterschiedlichen Schichtmächtigkeiten im Mittleren Buntsandstein lassen darauf schließen, dass sich das Gebiet der heutigen Katzensteine am östlichen Rand der Stromrinne befunden haben muss. Dort wurden die Dünenande von den Flussarmen nicht mehr erreicht und blieben so erhalten. Später wurden sie dann von vergleichsweise gering mächtigen Gerölmassen der Hauptstromrinne überschüttet. Zu Konglomerat verfestigt, bilden diese Gerölle das sogenannte Deckkonglomerat des Mechernicher Bergbaugesbiets. Es ist an der Oberkante eines nahe gelegenen Steinbruchs sehr gut zu sehen.

Aber nicht nur sedimentologische Details aus lange zurückliegenden Erdzeitaltern sind an den Katzensteinen zu beobachten. Die dortigen Sandsteine sind schon in römischer Zeit als Werksteine genutzt worden. Abbauspuren und archäologische Funde geben davon Zeugnis.

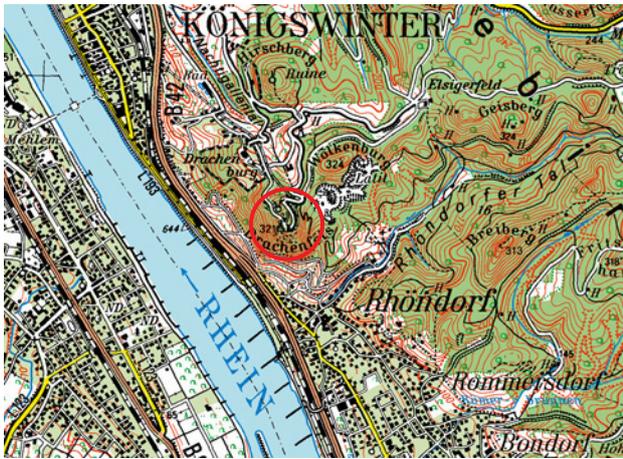


Die Felsgruppe der Katzensteine

Siebengebirge und Rodderberg bei Bonn

Kreis:	Rhein-Sieg-Kreis
Stadt:	Königswinter
TK 50:	L 5308 Bonn
Lage:	R 85 600, H 15 000

Die Erdgeschichte des größten Vulkangebiets auf nordrhein-westfälischem Boden beginnt in der Tertiär-Zeit, im ausgehenden Oligozän. Vor etwa 25 Millionen Jahren

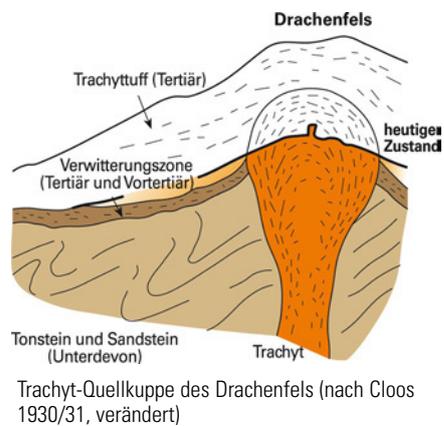


drangen basaltische Gesteinsschmelzen aus dem Erdmantel in die höheren Teile der Erdkruste ein. Sie benutzten dabei tief reichende Spaltensysteme, die das Rheinische Schiefergebirge in bestimmten Richtungen durchziehen und die auch an der Bildung der Niederrheinischen Bucht beteiligt gewesen sind. Beim Magmenaufstieg kam es zu einer Entmischung: Quarzreichere Schmelzen entstanden, die als trachytisch bezeichnet werden. In einer ersten vulkanischen Phase waren die Magmen gasreich und explosiv. Große Mengen vulkanischer Aschen und Schlacken wurden ausgeworfen. Sie bildeten den im heutigen Siebengebirge und darüber hinaus verbreiteten Trachyttuff. In die mächtigen Tuffmassen drängte sich in einer zwei-

ten Phase das trachytische Magma selbst hinein und erkaltete in Form von rundlichen Quellkuppen oder auch von Gesteinsgängen, die knapp unter der Erdoberfläche stecken blieben.

Der Drachenfels ist einer der „Trachyt-Vulkane“, welche die markante Bergkette von Drachenfels – Schallenberg – Geisberg – Jungfernhardt – Lohrberg – Perlenhardt bilden. Die heutige Gestalt des Drachenfelses ist aber erst sehr viel später (vor rund 2,5 Mio. Jahren) entstanden, als das Rheinische Schiefergebirge sich zu heben begann. Der Rheinstrom schnitt sich infolgedessen in den Untergrund ein und präparierte dabei die Quellkuppe aus ihrem Tuffmantel heraus. Auch die anderen vulkanischen Kuppen des Siebengebirges, deren Magmen in einer dritten Eruptionsphase aufstiegen, sind auf diese Weise entstanden. Es sind dies die Wolkenburg und der Stenzelberg, die aus dem intermediären Gestein Latit bestehen, und schließlich Petersberg, Nonnenstromberg sowie der Kleine und Große Ölberg, die aus dem quarzärmsten Gestein des Siebengebirges, dem Basalt, aufgebaut sind.

Alle vulkanischen Festgesteine des Siebengebirges sind seit Jahrhunderten für Bauzwecke genutzt worden. Schon vor der Mitte des 18. Jahrhunderts setzten erste Schutz-



Trachyt-Quellkuppe des Drachenfels (nach Cloos 1930/31, verändert)

strebnungen für das von den Naturgelehrten und Reisenden der damaligen Zeit hochgelobte Vulkangebiet ein. So konnte 1836 der völlige Abbau der Drachenfels-Kuppe gerade noch verhindert

werden. Die schon aufgetretenen Felsabbrüche gefährdeten aber die Burgruine des Drachenfelses dauerhaft und mussten zwischen 1971 und 1973 durch umfangreiche ingenieurtechnische Maßnahmen gesichert werden.

Die tief reichende Zerspaltung des Gesteinsuntergrundes hat auch in geologisch jüngster Zeit auf der dem Siebengebirge gegenüberliegenden Rheinseite die Bildung eines Vulkans begünstigt. Es ist der Rodderberg bei Bonn-Mehlem, der noch sehr deutlich seine vulkanische Struktur mit einer kraterartigen Vertiefung und einem Wall aus basaltischen Schlacken und Tuffen erkennen lässt.



Blick vom Rodderberg auf das Siebengebirge mit dem Drachenfels im Zentrum

Bruchhauser Steine bei Brilon

Kreis:	Hochsauerlandkreis
Stadt:	Olsberg
TK 50:	L 4716 Brilon
Lage:	R 68 350, H 87 650

Im Herzen des Sauerlandes erhebt sich südlich von Brilon der 727 m hohe Istenberg. Auf seinem Nordwesthang überragen mehrere markante Felsen die Kronen des Hainbuchenwaldes: die Bruchhauser Steine. Frühe Besiedlungsspuren zeugen von der kulturhistorischen und strategischen Bedeutung dieses Areals für die Menschen.



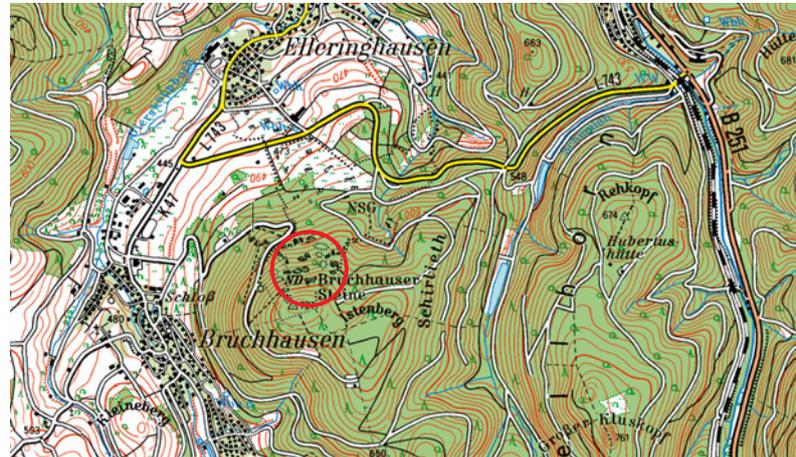
Der Feldstein bietet einen guten Rundblick über die Höhen des Sauerlandes.

Mit nahezu 92 m Höhe über Gelände ist der Bornstein der imposanteste Felsen der Bruchhauser Steine. Namengebend ist eine natürliche Wasseransammlung auf dem Gipfelplateau. Auf der Nordseite des 72 m hohen Ravensteins sind verfestigte Aschen und Bomben eines explosiven Vulkanausbruchs erhalten. Der Goldstein erreicht eine Höhe von 60 m über Gelände. Weiße und goldgelb schimmernde Quarzadern im Gestein gaben dem Felsen den Namen. Die Vorfahren glaubten, dass dort Gold verborgen wäre. Der Feldstein stellt den höchsten Punkt des Istenberges dar, ist aber mit nur 45 m über Gelände der niedrigste Felsen. An seinem Fuß liegen kleine und große Gesteinsblöcke so verteilt, als hätten Zyklopenhände mit



Die markanten Bruchhauser Steine am Nordwesthang des Istenberges (von links nach rechts: Bornstein, Goldstein, Ravenstein, Feldstein)

Bauklötzen gespielt. Der Feldstein ist über gesicherte Felsstufen zu ersteigen. Von dort ergibt sich ein Rundblick über die Sauerländer Berge bis in das Münsterland. Bei günstiger Fernsicht ist der Teutoburger Wald zu erkennen.



Die Bruchhauser Steine bestehen aus Vulkangestein, dem Rhyolit beziehungsweise Quarzporphyr. Sie sind die Relikte eines Vulkans, der vor rund 385 Millionen Jahren auf dem Grund des Devon-Meeres ausbrach: Entlang von Schwächezonen in der Erdkruste stieg an Spalten glutflüssiges Magma aus dem Erdinneren empor. Bei Berührung mit dem Meerwasser kam es zu gewaltigen Explosionen. Quarzreiche Lava drang empor. Diese zähflüssige Schmelze erstarrte dann domartig über der Ausbruchsstelle. Eingeregelt Minerale sowie helle und dunkle Gesteinslagen geben heute noch Hinweise auf Fließbewegungen der zähflüssigen Lava.

Vor etwa 300 Millionen Jahren wurde der Bereich des heutigen Rheinischen Schiefergebirges von einer Gebirgsbildung erfasst. Unter großem Druck wurden die verfestigten Gesteine zusammengeschoben, verfaltet und zerbrochen. So entstand ein Gebirge, dessen Gipfel anfangs weitaus höher emporragten als heute. Im Laufe der Jahrmillionen verlor das Rheinische Schiefergebirge durch das Zusammenspiel von Verwitterung und Abtragung

wieder an Höhe, bis zum heutigen Niveau. Das harte Gestein der Bruchhauser Steine widerstand stärker der Abtragung als die weichen Ton- und Sandsteine der Umgebung. So wurden die Bruchhauser Steine nach und nach aus ihrer Umhüllung herausmodelliert.

Weserdurchbruch an der Porta Westfalica

Kreis:	Minden-Lübbecke
Stadt:	Porta Westfalica
TK 50:	L 3718 Minden
Lage:	R 94 500, H 90 250

Der Blick vom Kaiser-Wilhelm-Denkmal am östlichsten Punkt des Wiehengebirges über die Westfälische Pforte richtet sich auf das Tal der Weser und das gegenüberliegende Wesergebirge. Man erkennt, wie der Fluss mit



einer tiefen Kerbe das Gebirge durchbrochen hat, um anschließend ungehindert über die Norddeutsche Tiefebene dem Meer zuzufließen. Es stellt sich die Frage, wieso gerade an dieser Stelle und zu welcher Zeit die Weser den Durchbruch durch den Gebirgsriegel geschafft hat.

Einer der Gründe ist ein Süd – Nord gerichtetes Lineament – eine Schwächezone –, das sich vom Egge-Gebirge kommend bis in den Raum Minden erstreckt. Eine weitere Schwächung des Gebirges ist durch unterirdische Aus-

laugung von Salzen bedingt. Die entstandenen Hohlräume brachen nach, was eine Auflockerung der überlagernden Gesteinsschichten zur Folge hatte. Senkungen der Geländeoberfläche wurden nach dem Weserdurchbruch durch jüngere Ablagerungen aufgefüllt. Ungewöhnlich mächtige Sand- und Kiesvorkommen im Bereich des Durchbruchs weisen darauf hin. Gesicherte Erkenntnis ist, dass der Weserdurchbruch im Eiszeitalter, spätestens während der Elster-Vereisung, erfolgt sein muss. Denn bis zum Vereisungsbeginn folgte die Weser ihrem alten Lauf bis Hameln und umging damit den Gebirgszug. Das vordringende Inlandeis blockierte den Weg des Flusses jedoch nach Norden und die Weser suchte sich einen neuen Abfluss in dem Längstal südlich des Wesergebirges. An der Porta schließlich nutzte sie die vorgegebene Schwächezone des Gebirgszuges und querte das Wiehen-Wesergebirge.

Auffällig ist die Asymmetrie der Hänge des Wesergebirges. Der Nordhang des Gebirgszuges passt sich den flach nach Norden einfallenden jurazeitlichen Schichten an. Dagegen fällt der Südhang viel steiler ab. Die Schichtenfolge unterschiedlich harter Gesteine wurde dort durch die Kräfte der Verwitterung und Abtragung durchschnitten. Der Hang ist durch steil stehende Trennflächen im Gestein vorgezeichnet, wobei härtere Schichten markante Stufen bilden.

Ein weiterer markanter Flussdurchbruch im Norden des Landes ist der Emsdurchbruch bei Rheine. Auch dort wird ein Gebirgsriegel durchbrochen, in diesem Fall die Ausläufer des Thiebergs. Und auch dort ist es eine geologische Störungszone – der sogenannte Emsprung –, die das Gebirge geschwächt und dem Fluss zum Durchbruch verholfen hat.

Der Durchbruch der Weser durch das Wiehen-Wesergebirge bei Porta Westfalica. Am linken Gebirgshang ist das Kaiser-Wilhelm-Denkmal zu sehen. (Foto: Stuttgarter Luftbild Elsäßer GmbH)



Erdfälle des Heiligen Feldes

Kreis: Steinfurt
 Gemeinde: Hopsten
 TK 50: L 3710 Rheine
 Lage: R 06 700, H 02 800

Am 14. April 1913 ereignete sich nordwestlich von Ibbenbüren ein seltenes Naturereignis. Neben der nach Hopsten führenden Landstraße brach plötzlich die Erde ein. Innerhalb von wenigen Stunden entstand dort, wo eben noch ein Acker war, ein See von rund 300 m Durchmesser und über 15 m Tiefe. Es war kein Zufall, dass sich der Erdfallsee gerade dort bildete. In seiner Umgebung finden sich zahlreiche Senken, Tümpel und der größte natürliche See Nordrhein-Westfalens: das Große Heilige Meer.



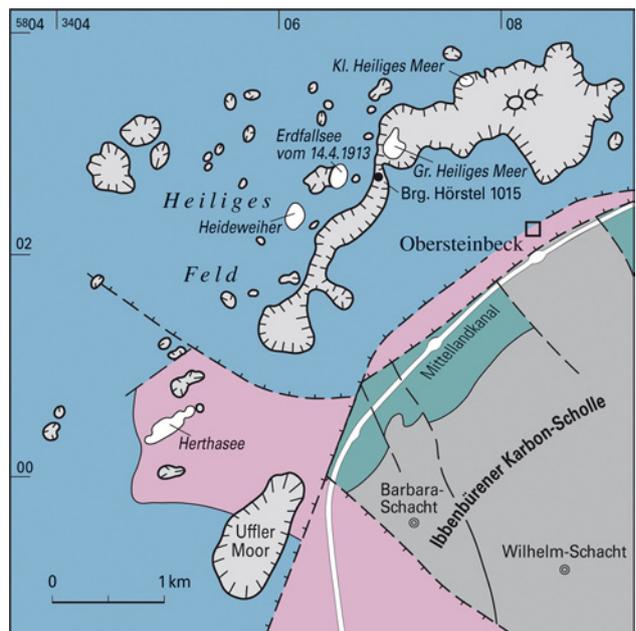
noch ab. Die Absenkung verläuft aber in der Regel langsam und stetig. Sie wird nach und nach durch quartärzeitliche Ablagerungen ausgeglichen, die im Senkungsgebiet rund 50 m mächtiger sind, als in seiner Umgebung.



Wassergefüllter Erdfall nördlich des Großen Heiligen Meeres

Der Erdfallsee und seine Umgebung sind heute Teil des Naturschutzgebiets „Großes Heiliges Meer“. Das Landesmuseum für Naturkunde in Münster betreibt dort eine biologische Außenstation und ein Informationszentrum. Die Senken, Erdfälle und Seen liegen in einer reizvollen Heidelandschaft. Sie sind durch Rundwanderwege erschlossen und mit Erläuterungstafeln versehen.

Die Seen und Geländevertiefungen liegen in einem rund 12 km² großen Senkungsgebiet, dem Heiligen Feld. Der tiefere Untergrund wird dort von Salz führenden Gesteinen aufgebaut. Es ist der jura- und kreidezeitliche Mündersmergel, der bis zu 130 m mächtige Steinsalzlager und andere lösliche Gesteine enthält. An einigen Stellen, bevorzugt auf geologischen Störungszonen, an denen das Gestein zerrüttet und besonders wasserwegsam ist, erreichen Grundwasserzuflüsse das Salz und lösen es. Es entstehen unterirdische Hohlräume bis hin zu großen Höhlen und Kavernen, die plötzlich einbrechen können und das darüber lagernde Gestein nachsacken lassen. Die größeren Erdfälle entstanden an Kreuzungspunkten solcher Störungszonen. Alle Senken, Erdfälle und Seen des Heiligen Feldes sind auf die Auslaugung von Salzen im Untergrund zurückzuführen. Das Gebiet senkt sich auch heute



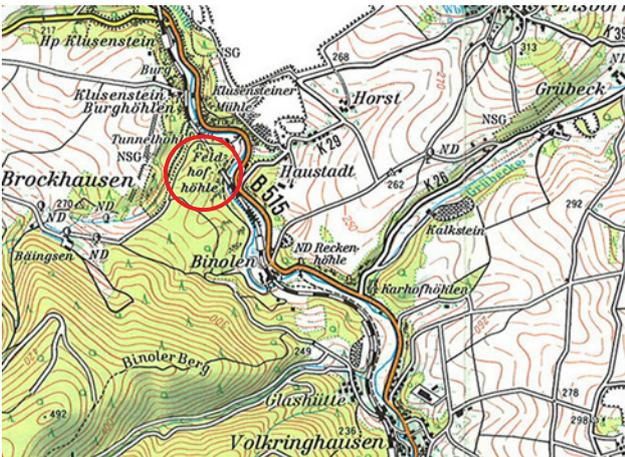
Die Geologie in der Umgebung des Senkungsgebiets „Heiliges Feld“ (quartärzeitliche Deckschichten sind nicht dargestellt)

Jura Trias Zechstein Oberkarbon Erdfall

Feldhofhöhle im Hönnetal

Kreis: Märkischer Kreis
 Gemeinde: Balve
 TK 50: L 4712 Iserlohn
 Lage: R 20 107, H 95 326

In den Kalksteinvorkommen Nordrhein-Westfalens sind über tausend Höhlen bekannt. Die meisten von ihnen sind klein und unscheinbar; es kommen aber auch kilometerlange Gangsysteme und prächtige Tropfsteinhöhlen vor.



Höhlen entstehen dadurch, dass Kalkstein unter bestimmten Bedingungen in CO_2 -haltigem Wasser löslich ist; ein Vorgang, der als Verkarstung bezeichnet wird. Höhlen haben eine große wissenschaftliche Bedeutung für Geologen, Archäologen und Biologen. Viele Objekte des Höhleninhalts sind sehr empfindlich gegen mutwillige oder versehentliche Beschädigung, sodass heute die allermeisten Höhlen zu ihrem Schutz verschlossen sind. Da Höhlen aber von jeher den Menschen fasziniert haben, besteht in der Bevölkerung großes Interesse daran, die unterirdische Welt mit eigenen Augen zu sehen. In



Blick aus der Feldhofhöhle

Nordrhein-Westfalen bieten neun Schauhöhlen die Möglichkeit, einen Einblick in die vielfältige Höhlenwelt zu gewinnen und die geologische Entwicklung dieser Naturscheinungen verstehen zu lernen.

Einige Höhlen in Nordrhein-Westfalen sind aber auch ohne Weiteres frei zugänglich und stellen deshalb beliebte Wanderziele dar. Als Beispiel hierfür sei die Feldhofhöhle genannt, die etwas nördlich des Balver Ortsteils Binolen im romantischen und viel besuchten Hönnetal liegt. Das tief in den mitteldevonischen Massenkalk eingeschnittene Hönnetal ist reich an Höhlen und anderen Karsterscheinungen wie zum Beispiel auch Bachschwinden und Karstquellen. Auch die Hönne selbst verliert beim Bahnhof Binolen Wasser an den Untergrund, sodass sie dort in trockenen Sommern fast vollständig austrocknen kann.

Die Feldhofhöhle liegt etwa 35 m über dem Hönnetal, ein Hinweis auf ein relativ hohes Alter der Höhlenbildung. Neben dem großen Eingangsportal hat sie noch einen kleineren Nebeneingang. Der breite Hauptgang der Höhle erstreckt sich fast geradlinig annähernd 100 m weit in den Berg hinein. Ein großer Teil der Höhlensedimente wurde im 19. Jahrhundert abgegraben und wegen seines Phosphat-Gehalts als Dünger auf den umliegenden Feldern genutzt. Dabei und bei späteren systematischen Ausgrabungen wurden zahlreiche Funde von Knochen (vor allem des Höhlenbären), aber auch von Steinwerkzeugen aus der Mittel- und Jungsteinzeit gemacht. Vom ursprünglichen Tropfsteinschmuck der Höhle sind heute nur noch geringe Reste erhalten.



Massenkalk im Hönnetal

Felsenmeer bei Hemer

Kreis:	Märkischer Kreis
Stadt:	Hemer
TK 50:	L 4712 Iserlohn
Lage:	R 15 530, H 94 700

Das Felsenmeer bei Hemer im nördlichen Sauerland ist ein in Deutschland einmaliger Geotop. An der Oberfläche des hier anstehenden mitteldevonischen Massenkalks hatte sich im feuchtwarmen Klima der Tertiär-Zeit eine Kegelkarstlandschaft gebildet, die mit ausgedehnten Höhlen im Untergrund verbunden ist. Dadurch, dass diese Karstlandschaft während der Eiszeiten durch Lössaufwehungen plombiert wurde, blieb sie bis heute erhalten. Sie wurde erst in geologisch jüngster Zeit durch Verwitterung und Abtragung teilweise wieder freigelegt.

Der Massenkalk selbst ist im Bereich des Felsenmeeres mit Roteisenstein vererzt. Durch Verwitterung und Umlagerung des eisenhaltigen Kalks kam es zur Bildung sek-

undärer Eisenerzlagerstätten im Lehm der Karstschlotten. Die Eisenerze wurden seit dem frühen Mittelalter bis zum Jahre 1871 wirtschaftlich genutzt, wobei die Bergleute oftmals natürliche Höhlen ausräumten, erweiterten oder als Transportwege benutzten. Ober-



Durch Bergbau genutzter Karsthohlraum im Felsenmeergebiet (Foto: H.-W. Weber, Hemer)

irdisch hinterließ der Bergbau Schachtöffnungen, Stollenmundlöcher und Halden. Nach der allmählichen Einstellung des Bergbaues entwickelte sich ab der Mitte des 19. Jahrhunderts ein Buchenhochwald. Das heutige Felsenmeer ist also über Tage wie unter Tage ein komplexes Gemisch aus einer Natur- und einer Kulturlandschaft.

Seit 1968 steht das Felsenmeer unter Naturschutz. Bis zum Jahr 1988 war es aber frei zugänglich. Bedingt durch die zahlreichen Spaziergänger und Kletterer konnte sich zwischen den einzelnen Klippen kaum Bewuchs bilden. Im Jahr 1988

Blick in das kleine Felsenmeer; im Vordergrund herauspräparierte Karstkegel



wurde das Gelände dann umzäunt. Die Besucher wurden auf einen Rundweg verwiesen, der außen um das schluchtartige, insgesamt ca. 3 km² große Gebiet herumführt. Zusätzlich wurden Büsche gepflanzt, um die Begrünung des Geländes zu beschleunigen. Als Folge dieser Maßnahmen hat sich mit den Jahren ein üppiger



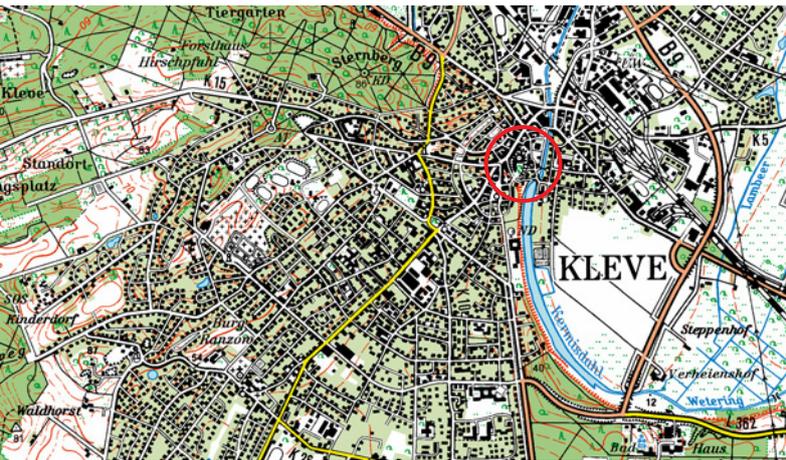
Pflanzenbewuchs entwickelt, unter dem nun die Felslandschaft allmählich zu verschwinden droht. Durch diese Entwicklung entsteht zwar einerseits eine Art Urwald, was aus biologischer Sicht begrüßt wird; der eigentliche und einmalige Charakter des Felsenmeeres als Karst- und Bergbaulandschaft geht hierdurch möglicherweise unwiederbringlich verloren.

Aufgabe des Naturschutzes ist es, die „besondere Eigenart“ eines Gebietes zu bewahren. Beim Pflegekonzept für das Felsenmeer müssen die Interessen des Geotopschutzes, des Biotopschutzes und, wegen der montanhistorischen Relikte, auch der Bodendenkmalpflege in Einklang gebracht werden. Die auf dem unmittelbar angrenzenden Areal stattfindende Landesgartenschau 2010 und die Nachfolgenutzung dieses Geländes stellen den Naturschutz im Felsenmeer vor eine weitere große Herausforderung.

Stauchmoräne bei Kleve

Kreis:	Kleve
Stadt:	Kleve
TK 50:	L 4302 Kleve
Lage:	R 09 620, H 39 180

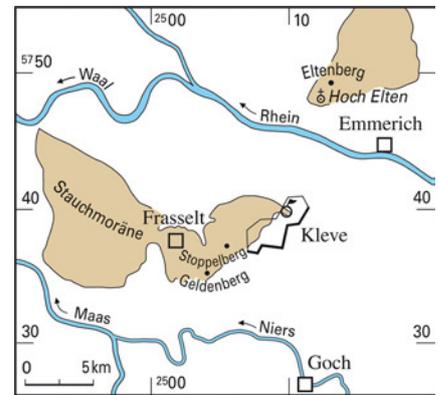
Fährt man westlich des Rheins auf der Autobahn A 57 von Krefeld nach Kleve, so quert man immer wieder



Höhenrücken. Mit einer durchschnittlichen Höhenlage um +50 m NN liegen diese Erhebungen rund 25 m über dem Niveau der Niederterrasse des Rheins. Es sind dies die Stauchendmoränen und Sander des linken Niederrheins, die zu den landschaftlich schönsten Gebieten dieser Region gehören und den Erholung Suchenden zu Wanderungen einladen. Die Stauchendmoränen und Sander entstanden vor rund 200 000 Jahren durch den Vorstoß des Inlandeises, das während der sogenannten Saale-Kaltzeit mit seinen Ausläufern bis an den Niederrhein reichte. An seiner Stirn wurden die hart gefrorenen, sandigen und kiesigen Ablagerungen des Rheins teilweise

mit den darunter liegenden Schichten aus der Tertiär-Zeit zusammengeschoben und aufgetürmt. Die im Gletscher-eis mitgeführten Sand- und Kiesmassen wurden beim Auftauen jenseits dieses Stauchwalls in Form eines flachen Schüttungskörpers, des Sanders, abgesetzt.

Die Stadt Kleve mit ihrem Wahrzeichen, der Schwanenburg, liegt am Südeinde eines besonders hoch aufgetürmten Stauchmoränenrückens. Dieser erstreckt sich von Kleve über den Stoppelberg (+91,4 m NN) und Geldenberg (+88,2 m NN) halbkreisförmig bis nach Frasselt. Der Verlauf des Stauchmoränenrückens gibt dabei die Form einer ehemals an dieser Stelle vorhandenen Gletscherzunge wieder. Das Innere der Stauchmoränen ist nur selten zu beobachten. Wo dies – etwa in Kies- oder Baugruben – der Fall ist, erkennt man durch den Druck des Eises zerscherzte, manchmal steil gegen den ehemaligen Eisrand gestellte Schichten der ehemals horizontal gelagerten Lockergesteine.



Verlauf der Stauchmoräne bei Kleve

Aus dem Geschiebeinhalt lässt sich ableiten, aus welchem Bereich Skandi-naviens das Eis seinen Weg genommen hat. Kristallineschiebe, wie zum Beispiel Granite, der Regionen Stockholm, Uppland und Småland belegen eine mittel- bis südschwedische Herkunft des Eises. Auf dem weiten Weg durch Norddeutschland wurden auch zahlreiche andere Gesteine vom Eis aufgenommen. Das Geologische Museum Kleve im Klever Schwanenturm präsentiert

eine umfangreiche Sammlung derartiger eiszeitlicher Geschiebe sowie vergleichendes Material aus deren Herkunftsgebieten in Skandinavien.



Der historische Kupferstich von P. C. N. Dufour aus dem Jahre 1752 zeigt die Stauchmoräne bei Kleve mit der Schwanenburg. Im Hintergrund rechts ist ein weiterer Rest des einst zusammenhängenden Stauchmoränenwalls mit dem Eltenberg und der Abtei Hoch Elten zu sehen. (Abb.: Museum Kurhaus Kleve, Sammlung Robert Angerhausen)

Der Große Stein von Tonnenheide

Kreis:	Minden-Lübbecke
Stadt:	Rahden
TK 50:	L 3518 Uchte
Lage:	R 79 810, H 09 955

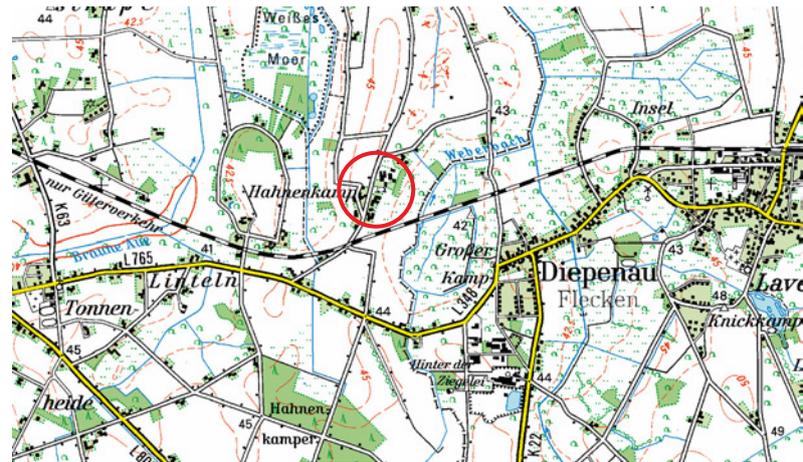
Tonnenschwer ist der Steinkoloss von Rahden-Tonnenheide, der im äußersten Norden des Landes nahe der niedersächsischen Grenze zu finden ist. Mit 9 m Länge, 7 m Breite, 3 m Höhe und einem Gewicht von ca. 270 t ist er der größte Findling Nordrhein-Westfalens. Rechnet man die 20 – 30 t Gestein hinzu, die bereits in früherer Zeit abgesprengt und zum Bau einer Mühle verwendet wurden, so dürfte das Gewicht sogar bei 300 t gelegen haben. Dementsprechend wird er als herausragendes Naturdenkmal Jahr für Jahr von zahlreichen Besuchern bestaunt.

Bis 1915 war der Findling zum größten Teil im Erdreich verborgen. Danach wurde er erstmals freigelegt und vermessen. Hebungversuche scheiterten jedoch. Ein zweiter durch die Gemeinde Tonnenheide im Jahre 1972 veranlasster Versuch scheiterte ebenfalls. Erst 1981 war es so weit. Nachdem ein Fachwerkspeicher versetzt und damit Platz für die Hebungaktion geschaffen war, wurde der Findling mithilfe zweier Kräne gehoben und um rund 80 m auf das Gelände des Hofes Klasing in der Bauerschaft Hahnenkamp versetzt. Die Kosten für die Bergung und Aufstellung des Steins beliefen sich auf 100 000 DM.

Der 1981 geborgene Große Stein von Tonnenheide zieht immer wieder zahlreiche Besucher an.



Woher der Findling stammt, darüber streiten sich die Gelehrten noch heute. Es handelt sich bei dem grauen, feinkristallinen Gestein um einen Biotitgranit, der entweder aus der südschwedischen Provinz Blekinge oder aus der Gegend um Uppsala in Mittelschweden stammt. Nach neuester Auffassung soll es ein Väjö-Granit aus Småland in Südschweden sein. Die Heimat des Großen Steins liegt jedenfalls rund 1000 km von Rahden ent-



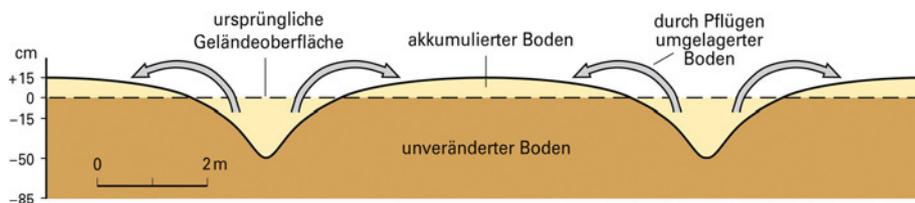
fernt. Seine Reise nach Süden hat vor rund 200 000 Jahren stattgefunden, als riesige Gletscher von Skandinavien nach Mitteleuropa vorstießen und ihre aus dem Untergrund aufgenommene Gesteinsfracht dort am Ende der Eiszeit zurückließen.

Wölbäcker in Ostwestfalen

Kreis: Höxter
 Stadt: Borgentreich
 TK 50: L 4320 Bad Driburg
 Lage: R 14 350, H 21 700

Im Mittelalter und in der frühen Neuzeit wurde der Ackerbau auf weniger ertragreiche Standorte ausgedehnt. Hiermit gingen oft Neugründungen von Orten einher, die später – vor allem als Folge von Kriegen und verheerenden Seuchen dieser Zeit – wieder verlassen wurden. In abgelegenen Bereichen blieben jedoch markante Zeugnisse der spätmittelalterlichen Ackerbautechnik erhalten: die Wölbäcker.

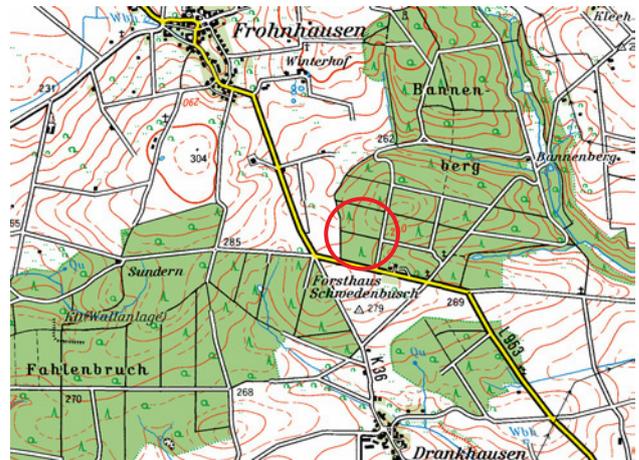
Wölbäcker sind parallel angeordnete, oft mehrere hundert Meter lange, im Querschnitt uhrglasförmig erhobene Hügelbeete mit dazwischenliegenden Rinnen. Typische Beetrücken sind je nach Region 3 – 20 m breit und bis zu



Schema eines historischen Wölbäckers

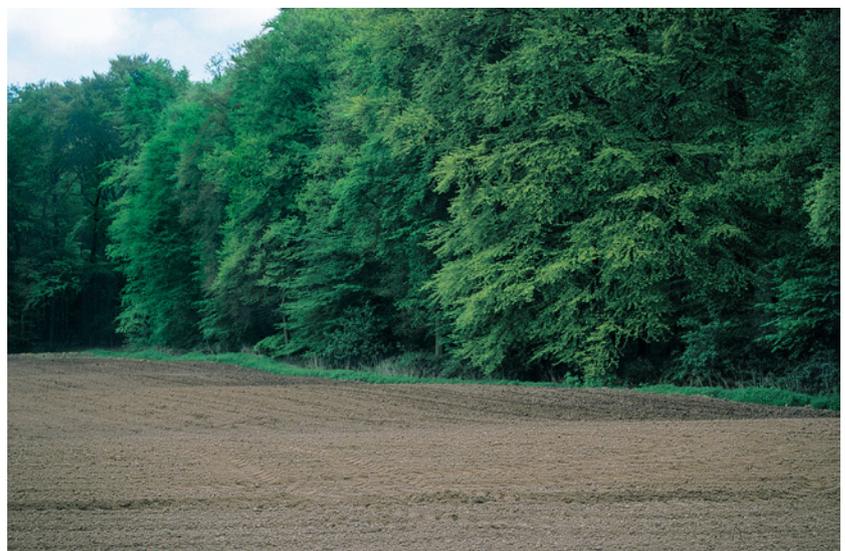
1,30 m hoch. Ihre Entstehung geht auf die Verwendung des Beetpflugs und das Bestreben, einen von Staunässe freien oberen Bodenbereich zu erhalten, zurück. Der Beetpflug konnte, anders als moderne Wendepflüge, den Boden nur in eine Richtung wenden und versetzen. Daher wurde beim Pflügen in der Beetmitte begonnen. Auf dem Rückweg wurde der Boden gegen die zuerst umgeworfene Scholle gepflügt. Im weiteren Verlauf wurden alle weiteren Schollen gegen die zuvor aufgeworfenen gewendet. Durch jahrelang gleich verlaufendes Pflügen entstand so die gewölbte Beetflur, die von der nächsten durch eine grabenartige Senke getrennt war. Da das Wenden des Pfluges mühselig war, wurde versucht, möglichst lange Flurstücke anzulegen.

Ein frisch eingesätes Feld zeigt heute noch die gewölbte Struktur der historischen Hügelbeete.



In der Region Brakel – Borgentreich, nordwestlich von Borgholz, liegt eines der größten Wölbäckerfelder Deutschlands. Durch die neuzeitliche Nutzung der dortigen Hochflächen wurden sicherlich viele Wölbäcker eingeebnet. Von einer intensiven ackerbaulichen Nutzung der Hochflächen im Mittel-

alter zeugen aber auch in den Talungen aufgespülte Bodenschichten sowie archäologisch nachgewiesene mittelalterliche Siedlungen. Das Alter der Hügelbeete übersteigt selten 700 Jahre. Bei Borgholz sind über 500 m lange Beetreihen teilweise sehr gut erhalten. Die Hügelbeete sind hier stellenweise nur 3 m breit, der Höhenunterschied zu den seitlichen Rinnen beträgt heute noch etwa 50 cm.



Donk beim Ingmannshof

Kreis:	Viersen
Stadt:	Willich
TK 50:	L 4704 Krefeld
Lage:	R 39 600, H 78 050

Am Niederrhein sind Donken charakteristische Landschaftselemente, die oft als flache Kuppen oder Rücken aus den grundwassernahen Niederungen herausragen. Sie weckten durch ihre besonderen Standortbedingungen bereits in vorgeschichtlicher Zeit das Interesse der Menschen. Auf ihnen konzentrierte sich die frühe Beackerung und Besiedelung, was sich in einigen Ortsnamen, wie zum Beispiel Wachtendonk, widerspiegelt.

Im Tal der Niers sind zwischen Kaarst und Grefrath zahlreiche Donken perlschnurartig aufgereiht. Ihre Entstehung reicht in die letzte Eiszeit zurück. Damals floss ein Seitenarm des Rheins über das spätere Nierstal nach Norden ab und grub sich mehrere Meter tief in die Mittelterrassenebene ein. Dabei blieben zahlreiche Donken als inselartige Reste zurück, zu denen auch die Donk beim Ingmannshof in Willich-Schiefbahn gehört. Dort liegt über kiesigen Sanden des Rheins eine dünne Decke aus Löss, einer Windablagerung der letzten Eiszeit. Nach oben hin geht der Löss in Flugsand über. Auch dieser zeugt von kräftigen Westwinden, die aus den Niederungen Sand ausbliesen und auf den höher gelegenen Donken wieder absetzten.

Als das Klima vor etwa 10 000 Jahren wärmer wurde und die Bewaldung einsetzte, wurden die Donken als Rast- und Lagerplätze für die Jäger und Sammler der Mittelsteinzeit genutzt. Von hier aus unternahmen sie ihre Streifzüge in die sumpfigen Niederungen, wo die allmählich verlandenden Altarme des Rheins zum Fischfang einluden. Auch die Bauern der Jungsteinzeit suchten die Donken immer wieder auf, da die sandigen Böden leichter zu bearbeiten waren als die schwereren Lössböden der be-



nachbarten Mittelterrasse. Abschläge und andere Feuersteinartefakte zeugen auch heute noch von ihrem Wirken. Im Mittelalter setzte dann eine Plaggenwirtschaft ein, die vermutlich bis zum 19. Jahrhundert andauerte. Dabei wurde in den feuchten Niederungen die Krautschicht einschließlich ihrer Wurzelmasse und Resten des Oberbodens abgestochen und – vermischt mit Stallung – zur Düngung auf die nährstoffarmen Sandböden aufgebracht. Die natürlichen Böden wurden allmählich von einer sandigen Deckschicht begraben. Es entstand der seltene Bodentyp Plaggenesch.

Bei Willich-Schiefbahn ist unter der Plaggenauflage noch der ursprüngliche Boden – ein grundwasserbeeinflusster Pseudogley – erhalten. Graue Bodenfarben unter dem humosen Oberboden weisen auf Staunässe ein. Verstärkt wurde die Vernässung durch Grundwasser im tieferen Unterboden. Heutzutage sind die Sandböden durch die verbreiteten Grundwasserabsenkungen deutlich trockener geworden.



Kartoffelanbau auf der Donk vom Ingmannshof. Die Staunässe im Untergrund der Sandböden macht sich auch heute noch durch eine stellenweise eingeschränkte Befahrbarkeit bemerkbar.

Landschaftsarchiv im Münsterland

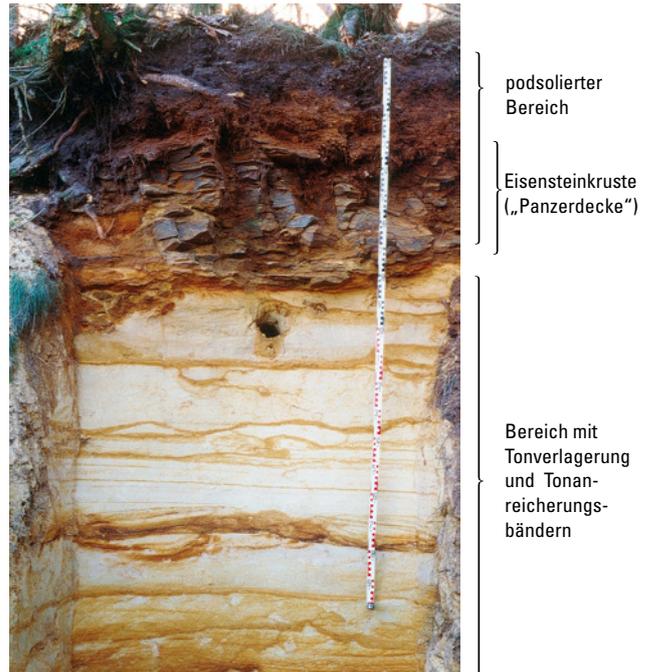
Kreis:	Borken
Stadt:	Ahaus
TK 50:	L 3906 Vreden
Lage:	R 21 50, H 74 000

Im westlichen Münsterland liegt zwischen Alstätte und Ottenstein ein Bodenaufschluss, in dem rund 130 Millionen Jahre Landschaftsentwicklung dokumentiert sind. Es ist der Geotop „Jammertal“. In seiner Art ist dieser Geotop einmalig, denn in der Regel dokumentieren Bodenaufschlüsse nur kurze erdgeschichtliche Abschnitte. Selten sind es mehr als 10 000 Jahre.

Schon der dort auftretende Bodentyp, ein Bänderparabraunerde-Podsol, stellt eine Seltenheit dar. Der Boden hat sich im Bereich des Gildehaus-Sandsteins entwickelt. Dieser Sandstein – eigentlich muss man von Sand sprechen, denn durch Verwitterungsvorgänge wurde das Gestein entfestigt – ist im unteren Profilbereich aufgeschlossen. Der Gildehaus-Sandstein wurde in der Unterkreidezeit in der Alstätter Bucht am Rand eines Meeresbeckens abgelagert. In der Folgezeit, insbesondere während des Tertiärs, bildete der Sandstein die Oberfläche einer Landschaft, die unter subtropischen bis tropischen Klimabedingungen intensiver Verwitterung ausgesetzt war. Davon zeugt der rostbraune, steinige Horizont über dem entfestigten Sandstein. Es handelt sich um Abscheidungen von Brauneisenstein, die auch als Eisenschwarten bezeichnet werden. Die intensiven Verwitterungsprozesse zerstörten die Minerale des Sandsteins, selbst Quarz wurde gelöst und weggeführt. Übrig blieb das Eisen, das schließlich zu einem Erzvorkommen angereichert wurde. Mit einem Eisengehalt von 20 – 22 % ist es allerdings nicht abbauwürdig.

Brauneisensteinhorizont durch Frost gesprengt und jüngere Bodenbildungen füllten die Frostspalten auf.

Bis heute andauernde junge Bodenbildungsprozesse sind sowohl über als auch unter der Eisensteinkruste dokumentiert. Oben hat sich ein nährstoffarmer, stark saurer Boden entwickelt. Der bodenbildende Prozess, bei dem es unter anderem zur Zerstörung von Tonmineralen und intensiver Stoffverlagerung kommt, wird hier als Podso-



Bänderparabraunerde-Podsol im Geotop Jammertal bei Hörsteloe

lierung bezeichnet. Unterhalb der Eisensteinkruste wurden dagegen Tonminerale neu gebildet, nach unten verlagert und in einzelnen Bändern angereichert. Heute beeinflusst auch der Mensch die Bodenbildungsprozesse. Chemische Untersuchungen belegen eine aktuelle Bodenversauerung, die auf die Nutzungsbedingungen zurückzuführen ist.



Nach der warmen Tertiär-Zeit folgten die Eiszeiten. Auch sie sind in dem Geotop dokumentiert. Denn als die nördlichen Gletscher nach Mitteleuropa vorstießen, wurde der

Die Jordanquelle in Bad Lippspringe

Kreis:	Paderborn
Stadt:	Bad Lippspringe
TK 50:	L 4318 Paderborn
Lage:	R 88 055, H 38 940

Die Jordanquelle ist eine der vielen Karstquellen entlang der westfälischen Quellenlinie zwischen Dortmund und Bad Lippspringe. Jedoch werden in kaum einer anderen Quelle die hydrogeologischen Zusammenhänge in der Umrandung des Münsterländer Kreide-Beckens so deutlich. Das Niederschlagswasser versinkt in den gut durchlässigen, verkarsteten Kalksteinen der Oberkreide und fließt als Grundwasser in Richtung Beckenzentrum. An der Grenze zu weitgehend wasserundurchlässigen Tonmergelsteinen, dem sogenannten „Emscher-Mergel“, staut sich das Grundwasser und tritt in zahlreichen Karstquellen wieder zutage.

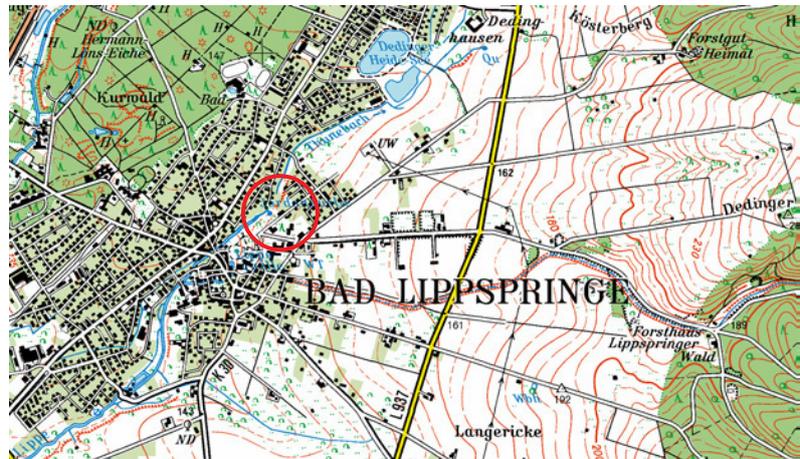
Die Besonderheit der Jordanquelle ist ihre schnelle Reaktion auf Starkniederschläge. Die unmittelbar aus einer Karstspalte austretende Hauptquelle sprudelt dann bis zu einem halben Meter über den üblichen Wasserspiegel empor. Das Karstgrundwasser tritt nicht nur in den beiden ummauerten Quellbecken aus, sondern bahnt sich seinen Weg an vielen verschiedenen Stellen durch die gering

Reaktion der Jordanquelle auf ein Starkregenereignis. Am 14. und 15. März 1994 fielen 44 mm Niederschlag – das sind etwa 75 % des monatlichen Durchschnitts. Die Aufnahme stammt vom 6. April 1994.



mächtige Lockergesteinsbedeckung der näheren Umgebung. In solchen Fällen trübt sich das Wasser der Quelle durch Schwebstoffe, die aus dem lehmigen Boden des Einzugsgebiets in den Grundwasserleiter eingetragen werden.

Streng genommen ist die Jordanquelle eine intermittierende Karstquelle. In extremen Trockenzeiten versiegt sie nämlich. Dies geschah zuletzt im Jahre 1976. Etwa 500 m entfernt liegt die Lippequelle, eine perennierende, also dauernd fließende Karstquelle. Durch Anstau des Quell-



teiches der Lippequelle um ca. 30 cm lässt sich die Jordanquelle „wieder beleben“. Der Name der Jordanquelle erinnert an die Sachsentaufe im Jahre 776, die Karl der Große in der Nähe vollzogen haben soll. Er bezieht sich auf den Fluss Jordan in Palästina, in dem die ersten Christen getauft wurden.

Solequellen in Salzkotten

Kreis: Paderborn
 Stadt: Salzkotten
 TK 50: L 4316 Lippstadt
 Lage: R 72 955, H 25 390

Der Hellweg zwischen Dortmund und Paderborn ist eine alte Handelsstraße, die ihre Entstehung der Sole im Untergrund des Münsterländer Kreide-Beckens verdankt.

Die am Hellweg austretenden Salzquellen lieferten jahrhundertlang den Rohstoff für die Siedesalzerzeugung und begründeten damit den Wohlstand der Sälzerorte am Hellweg. Salinen bestanden in Unna-Königsborn, Werl, Soest, Sassendorf, Westernkotten und Salzkotten. Mit zu-



Einer der zahlreichen Soleaustritte im Naturschutzgebiet Sültsoid

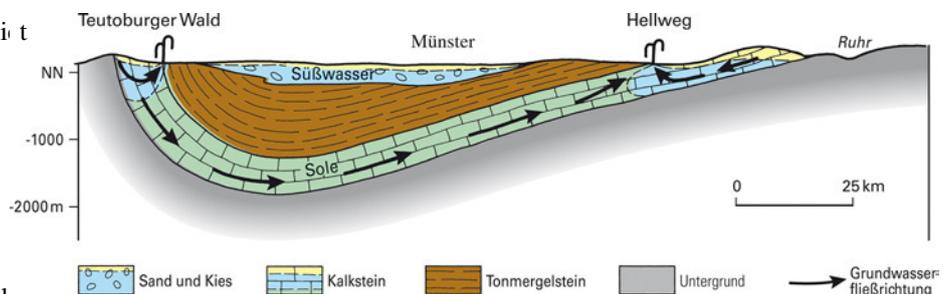


len herum sind völlig vegetationslos. Erst randlich stellt sich eine salzliebende Florengesellschaft ein, unter anderem mit Strandaster und Stranddreizack. Menge und Lösungsinhalt der Sole ändern sich mit dem Stand des südlich angrenzenden Grundwassers im offenen Karst. Nach ergiebigen Niederschlägen fließt die Sole infolge des steigenden Druckes, den die Süßwasserkalotte ausübt, reichlicher und höher konzentriert aus. Das Wasser ist kristallklar, hat eine Temperatur von 12 – 14 °C und Salzgehalte zwischen 14,9 und 35,3 g/l NaCl. Die Soleaustritte verrotten sich meist durch das in ihrer Umgebung ausgefällte braune Eisenoxid.

nehmender Ausdehnung des Steinkohlenbergbaus nach Osten und der damit verbundenen Förderung und Ableitung des salinaren Grubenwassers versiegte eine Salzquelle nach der anderen.

Die Quellen im Naturschutzgebiet Sültsoid südlich von Salzkotten sind die östlichsten und letzten heute noch bestehenden natürlichen Solequellen Nordrhein-Westfalens. Es handelt sich um ein Quellgebiet mit zahlreichen kleinen und kleinsten Soleaustritten. Die Flächen um die Quel-

Das Grundwasserfließmodell verdeutlicht die Entstehung der Quellen am Hellweg.



Schriftenverzeichnis

Allgemeine Literatur

- Ad-hoc-Arbeitsgruppe Geotopschutz (1996): Arbeitsanleitung Geotopschutz in Deutschland. Leitfaden der Geologischen Dienste der Länder der Bundesrepublik Deutschland. – Angew. Landschaftsökol., **9**: 105 S., 1 Abb., 2 Tab., 20 Fotos; Bonn-Bad Godesberg.
- ALBERTS, B.; HILDEN, H. D. (1988): Erdgeschichtliche Denkmale. – In: Geologie am Niederrhein: 100 – 107, 1 Abb.; Krefeld (Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf.).
- FIEBER, B. (1997): Rechtsgrundlagen des Geotopschutzes in Deutschland : Eine Bestandsaufnahme und Handlungsbedarf. – Schr.-R. dt. geol. Ges., **5**: 36 – 40; Hannover.
- GAWLIK, A. (1999): Schutzwürdige Geotope in Nordrhein-Westfalen. – Schr.-R. dt. geol. Ges., **7**: 42 – 43; Hannover.
- GAWLIK, A.; WREDE, V. (2002): Geotopschutz im Ballungsraum. – scriptum, **9**: 39 – 43, 9 Abb.; Krefeld.
- GERLACH, R. (1997): Paläontologische Bodendenkmalpflege : Wie ein Kulturgüterschutz dem Geotopschutz nützt. – Natur- u. Landschaftskde., **33**: 12 – 21, 2 Abb.; Möhnesee-Körbecke.
- Gesetz zum Schutz und zur Pflege der Denkmäler im Lande Nordrhein-Westfalen (Denkmalschutzgesetz – DSchG) vom 11. März 1980. – Gesetz- u. Verordnungsbl. Land Nordrh.-Westf., **1980**: 226 – 230; Düsseldorf.
- Gesetz zur Sicherung des Naturhaushalts und zur Entwicklung der Landschaft (Landschaftsgesetz – LG), Neufassung vom 21. Juli 2000. – Gesetz- u. Verordnungsbl. Land Nordrh.-Westf., **2000**: 567 – 587; Düsseldorf.
- LOOK, E.-R.; JUNKER, B. (2003): „Tag des Geotops“ – Präsentation geologischer Sehenswürdigkeiten. – Schr.-R. dt. geol. Ges., **25**: 24 – 30, 8 Abb.; Hannover.
- MATTIG, U.; LOOK, E.-R.; RÖHLING, H.-G. [Hrsg.] (2003): Richtlinien Nationale GeoParks in Deutschland. – Schr.-R. dt. geol. Ges., **30**: 34 S.; Hannover.
- STEUERWALD, K. (2007): Wo Erdgeschichte greifbar wird – Geotope – Geowissen zum Anfassen. – scriptum, **14**: 24 – 27, 2 Abb.; Krefeld.
- WREDE, V. (1997): Geotopschutz in Nordrhein-Westfalen : Ziele, Möglichkeiten, Probleme. – Natur- u. Landschaftskde., **33**: 1 – 12, 5 Abb.; Möhnesee-Körbecke.
- WREDE, V.; MÜGGE, V. (2004): Der GeoPark Ruhrgebiet – Konzept für einen GeoPark im urbanen Gebiet. – Schr.-R. Dt. Ges. Geowiss., **36**: 27 – 35, 9 Abb.; Hannover.

Korallenriff bei Schmidtheim

- RIBBERT, K.-H. (1983), mit Beitr. von GRÜNHAGE, H.; SCHALICH, J.; WOLF, M.: Erläuterungen zu Blatt 5505 Blankenheim. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **5505**: 101 S., 18 Abb., 3 Tab., 1 Taf.; Krefeld.
- STRUVE, W. (1961): Das Eifeler Korallenmeer. – Aufschluss, Sonderh., **10**: 81 – 107, 12 Abb., 1 Tab.; Heidelberg.

Meeresrand bei Haßlinghausen

- DROZDZEWSKI, G.; JUCH, D.; SÜSS, M. P.; WREDE, V. (1996): Das Karbon des Ruhrbeckens : Sedimentation, Struktur, Beckenmodell. – Terra nostra, **96** (7): 43 – 61, 13 Abb.; Köln.

Oberdevonische Lebenswelt bei Bergisch Gladbach

- HARTKOPF-FRÖDER, C.; HILDEN, H.-D. (2000): Als Lerbach noch im urzeitlichen Devon-Meer lag : Ein kleiner Steinbruch im Schloß-Park macht 380 Millionen Jahre sichtbar. – Rhein.-berg. Kalender, **70**: 53 – 58, 7 Abb.; Bergisch Gladbach.
- HERBIG, H.-G.; WEBER, H. M. (1997): Der mitteldevonische Riffzyklus im Bergischen Land – von der siliziklastischen Rampe zum Karbonatschelf. – Terra nostra, **97** (3): 51 – 67, 14 Abb.; Köln.
- SCHRÖTER, J. S. (1777): Von den versteinerten Amoniten und Terebratuliten, besonders von den Terebratuliten im Bergischen und in der Eifel. – Abh. Ver. naturwiss. Erforsch. Niederrh., **2**: 335 – 404, 4 Taf.; Halle/Saale.

Die Fossilien von Hagen-Vorhalle

- BRAUCKMANN, C.; SCHÄFER, A.; DROZDZEWSKI, G.; WREDE, V. (1993): Stratigraphie, Sedimentologie und Tektonik im Oberkarbon des Subvariscikums. – In: Exkursionsführer / 145. Hauptversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Exk. A **3**: 25 – 40, 17 Abb.; Krefeld. – [Hauptversamml. Dt. Geol. Ges. <145., 1993, Krefeld>]
- DROZDZEWSKI, G.; WREDE, V. (1994): Faltung und Bruchtektonik – Analyse der Tektonik im Subvariscikum. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **38**: 7 – 187, 101 Abb., 2 Tab., 2 Taf.; Krefeld.
- HENDRICKS, A. [Hrsg.] (2005): Als Hagen am Äquator lag : Die Fossilien der Ziegeleigrube Hagen-Vorhalle. – 222 S.; Münster/Westf. (Westf. Museum f. Naturkunde).
- WREDE, V. (2007): Gesteinsfalten und Insekten von Weltrup – Der Ziegeleisteinbruch Hagen-Vorhalle im Sauerland – In: LOOK, E.-R.; QUADE, H. [Hrsg.]: Faszination Geologie: 44 – 45, 4 Abb.; Stuttgart.

Meeresvorstoß bei Frömern

HISS, M. (1982): Cenoman-Transgression und kleinräumige Faziesänderungen der Transgressionsedimente am Beispiel des Geologischen Gartens in Bochum und der Steinbrüche bei Frömern (Westfalen). – Münsterische Forsch. Geol. u. Paläont., **57**: 137 – 162, 11 Abb.; Münster/Westf.

HISS, M.; MUTTERLOSE, J.; KAPLAN, U. (2008): Die Kreide des östlichen Ruhrgebiets zwischen Unna und Haltern. – Jber. u. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F., **90**: 187 – 222, 21 Abb.; Stuttgart.

Gefaltete Kieseliefer bei Beddelhausen

HOMRIGHAUSEN, R. (1978): Das Oberdevon und Unterkarbon im SW-Teil der Wittgensteiner Hauptmulde (do I – cd III, Rheinisches Schiefergebirge). – Z. dt. geol. Ges., **129** (1): 115 – 129, 4 Abb., 2 Tab.; Hannover.

PIECHA, M. (2006): Die Kieselieferfalten bei Beddelhausen – ein Nationaler Geotop im Wittgensteiner Land. – Wittgenstein – Blätter des Wittgensteiner Heimatvereins, **94**: 145 – 148, 3 Abb.; Bad Laasphe.

PIECHA, M. (2007): Fossiler Meeresgrund in Falten. – In: LOOK, E.-R.; QUADE, H. [Hrsg.]: Faszination Geologie: 62 – 63, 3 Abb.; Stuttgart.

Überschiebung in Essen-Heisingen

BRAUCKMANN, C.; SCHÄFER, A.; DROZDZEWSKI, G.; WREDE, V. (1993): Stratigraphie, Sedimentologie und Tektonik im Oberkarbon des Subvariscikums. – In: Exkursionsführer / 145. Hauptversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Exk. A **3**: 25 – 40, 17 Abb.; Krefeld. – [Hauptversamml. Dt. Geol. Ges. <145., 1993, Krefeld>]

BRIX, M. (2008): Karbonaufschlüsse bei Essen. – Jber. u. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F., **90**: 137 – 148, 9 Abb.; Stuttgart.

HAHNE, C. [Hrsg.] (1958): Lehrreiche geologische Aufschlüsse im Ruhrrevier. – 172 S., 92 Abb.; Essen (Glückauf).

MEYER, D. E. (1982): Der geologische Wanderweg am Baldeneysee im Ruhrtal bei Essen. – Mitt. geol. Ges. Essen, **10**: 7 – 21, 5 Abb.; Essen.

Die Siegener Hauptaufschiebung am Häusling

LUSZNAT, M. (1978), mit Beitr. von KAMP, H. VON; REHAGEN, H.-W.; REINHARDT, M.; SCHERP, A.; WIRTH, W.; WOLF, M.: Erläuterungen zu Blatt 5015 Erndtebrück. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **5015**: 149 S., 12 Abb., 6 Tab., 5 Taf.; Krefeld.

PILGER, A. (1954): Zur Stratigraphie und Tektonik des Siegener Hauptsattels. – N. Jb. Geol. u. Paläont., Mh., **1953**: 218 – 255; Stuttgart.

THÜNKER, M. (2001), mit Beitr. von KRAHN, L.; KOCH, U.; VIETH, A.: Erläuterungen zu Blatt 5114 Siegen. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **5114**, 2. Aufl.: 171 S., 18 Abb., 6 Tab., 3 Taf.; Krefeld.

Bleikuhlen bei Blankenrode

ERNST, W. (1968): Das Violetum calamariae westfalicum, eine Schwermetallpflanzengesellschaft bei Blankenrode in Westfalen. – Mitt. flor.-soz. Arb.-Gem., N. F., **13**: 263 – 268, 2 Abb., 3 Tab.; Rinteln (Todenmann).

FARRENSCHON, J.; SKUPIN, K. (1991), mit Beitr. von DAHMARENS, H.; JÄGER, B.; MICHEL, G.: Erläuterungen zu Blatt 4419 Kleinenberg. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **4419**, 2. Aufl.: 176 S., 15 Abb., 11 Tab., 1 Taf.; Krefeld.

WREDE, V. (1997): Geotopschutz in Nordrhein-Westfalen: Ziele, Möglichkeiten, Probleme. – Natur- u. Landschaftskde., **33**: 1 – 12, 5 Abb.; Möhnesee-Körbecke.

Bergbau im Muttental

DROZDZEWSKI, G.; KOETTER, G. (2008): Geologie und Bergbau im südlichen Ruhrgebiet: das Muttental bei Witten. – Jber. u. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F., **90**: 287 – 316, 16 Abb.; Stuttgart.

KOETTER, G. (2001): Bergbau im Muttental. Geologie und Geschichte des Wittener Bergbauwanderwegs. – 198 S.; Witten

DROZDZEWSKI, G.; WREDE, V. (2007): Seit 450 Jahren Steinkohlenbergbau an der Ruhr – Im Muttental bei Witten. – In: LOOK, E.-R.; QUADE, H. [Hrsg.]: Faszination Geologie: 52 – 53, 2 Abb.; Stuttgart.

Externsteine bei Horn-Bad Meinberg

DAHM, H.-D.; DEUTLOFF, O.; KLOSTERMANN, J.; KNAPP, G.; KÜHN-VELTEN, H.; MICHEL, G.; SKUPIN, K. (1985): Erläuterungen zu Blatt C 4318 Paderborn. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 100 000>, Erl., **C 4318**, 2. Aufl.: 60 S., 15 Abb., 2 Tab.; Krefeld.

FARRENSCHON, J. (1989): Geologische Revisionsaufnahme des Blattes 4119 Horn-Bad Meinberg – Warum stehen die Schichten an den Externsteinen seiger? – Lippische Mitt. Gesch. u. Landeskd., **58**: 257 – 283, 7 Abb., 1 Tab.; Detmold.

FARRENSCHON, J. (1990), mit Beitr. von DUBBER, H.-J.; HEUSER, H.; MICHEL, G.: Erläuterungen zu Blatt 4119 Horn-Bad Meinberg. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **4119**, 2. Aufl.: 195 S., 13 Abb., 13 Tab., 1 Taf.; Krefeld.

Katzensteine bei Mechernich

Katzensteine (1990). – In: Geographisch-Kartographisches Institut Meyer [Hrsg.]: Meyers Naturführer, Eifel: 58 – 59; Mannheim (Meyers Lexikonverl.).

MADER, D. (1983): Aeolische und fluviatile Sedimentation im Mittleren Buntsandstein der Nordeifel. – N. Jb. Geol. u. Paläont., Abh., **165**: 254 – 302, 6 Abb.; Stuttgart.

RIBBERT, K.-H. (1995): Der Buntsandstein der Mecherlicher Trias-Senke. – Mainzer geowiss. Mitt., **24**: 237 – 252, 5 Abb., 2 Tab.; Mainz.

Siebengebirge und Rodderberg bei Bonn

BURGHARDT, O. (1979): Siebengebirge – Landschaft im Wandel. – 64 S., 30 Abb., 2 Tab., 1 Kt.; Krefeld (Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf.).

CLOOS, H. (1930/31): Das Siebengebirge. – Nachr.-Bl. rhein. Heimatpfl., **2**: 55 – 59, 4 Abb.; Düsseldorf.

FRECHEN, J. (1971): Siebengebirge am Rhein – Laacher Vulkangebiet – Maargebiet der Westeifel : Vulkanologisch-petrographische Exkursionen. – Samml. geol. Führer, **56**: 195 S., 46 Abb., 5 Tab.; Berlin.

VIETEN, K. (1996): Tertiärer Vulkanismus im Mittelrheingebiet. – Terra nostra, **96** (7): 63 – 82, 6 Abb., 1 Tab.; Köln.

Bruchhauser Steine bei Brilon

STEUERWALD, K. (1996): Die Bruchhauser Steine – ein Denkmal mit Vergangenheit. – Geol. Jb., **A 144**: 43 – 53, 1 Abb., 3 Taf.; Hannover.

Weserdurchbruch an der Porta Westfalica

DEUTLOFF, O.; KÜHN-VELTEN, H.; MICHEL, G.; SKUPIN, K. (1982): Erläuterungen zu Blatt C 3918 Minden. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 100 000>, Erl., **C 3918**: 80 S., 17 Abb., 2 Tab.; Krefeld.

ROHDE, P. (1994): Weser und Leine am Berglandrand zur Ober- und Mittelterrassen-Zeit. – Eiszeitalter u. Gegenwart, **44**: 106 – 113, 2 Abb.; Hannover.

Erdfälle des Heiligen Feldes

THIERMANN, A. (1975), mit Beitr. von BRAUN, F. J.; KALTERHERBERG, J.; REHHAGEN, H.-W.; SUCHAN, K. H.; WILL, K.-H.; WOLBURG, J.: Erläuterungen zu Blatt 3611 Hopsten. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **3611**: 214 S., 21 Abb., 9 Tab., 5 Taf.; Krefeld.

THIERMANN, A. (1987), mit einem Betr. von KOCH, M.: Erläuterungen zu Blatt C 3910 Rheine. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 100 000>, Erl., **C 3910**: 68 S., 14 Abb., 2 Tab.; Krefeld.

TIETZE, O. (1914): Der Erdfall vom 14. April 1913 in der Gemeinde Hopsten (Kreis Tecklenburg). – Jb. kgl. preuß. geol. L.-Anst., Abh., **34** (1): 648 – 657, 3 Abb.; Berlin.

Feldhoffhöhle im Hönnetal

DASSEL, W.; WREDE, V. (2000): Schauhöhlen in Nordrhein-Westfalen. – Natur- u. Landschaftskde., **36**: 5 – 15, 12 Abb., 1 Tab.; Krefeld.

GÜNTHER, K. (1961): Vorgeschichtliche Funde aus den westfälischen Höhlen. – [In:] Karst und Höhlen in Westfalen und im Bergischen Land. – Hagener Beitr. Gesch. u. Landeskde, **3**: 261 – 283; Hagen.

ROSENDAHL, W., WREDE, V. (2001): Karsterscheinungen und Geotopschutz im nördlichen Sauerland. – scriptum, **8**: 85 – 98, 12 Abb.; Krefeld.

WREDE, V. (1996). Höhlenschutz als Teil des Geotopschutzes. Erfahrungen aus dem Geologischen Landesamt Nordrhein-Westfalen. – Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher, **42**: 72 – 74; München.

Felsenmeer bei Hemer

ALBERS, H.-J. (1984): Notizen zur Entstehung des sogen. Felsenmeeres von Hemer. – In: EK, C.; PFEFFER, K.-H. [Hrsg.]: Le Karst Belge – Karstphänomene in Nordrhein-Westfalen. – Kölner geogr. Arb., **45**: 551 – 556, 1 Abb.; Köln.

HÄNISCH, W. (1990): Tausendjähriger Eisenerzbergbau im Nordsauerland. – Anschnitt, **42**: 204 – 206, 2 Abb.; Bochum.

HOFSTÄTTER-MÜNCHENBERG, J. (1984): Iserlohner Kalksenke. – In: EK, C.; PFEFFER, K.-H. [Hrsg.]: Le Karst Belge – Karstphänomene in Nordrhein-Westfalen. – Kölner geogr. Arb., **45**: 527 – 539, 6 Abb., 1 Tab.; Köln.

WREDE, V. (1999): Zum Konflikt Biotopschutz/Geotopschutz : Naturschutz am Felsenmeer bei Hemer (Nordrhein-Westfalen). – Schr.-R. dt. geol. Ges., **7**: 110 – 111; Hannover.

WREDE, V. (2007): Bizarre Landschaft voller Rätsel – Das Felsenmeer bei Hemer im Sauerland. – In: LOOK, E.-R.; QUADE, H. [Hrsg.]: Faszination Geologie: 50 – 51, 3 Abb.; Stuttgart.

Stauchmoräne bei Kleve

KLOSTERMANN, J. (1997): Stauchmoränen bei Kleve. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 100 000>, Erl., **C 4302**: 50 – 54, 2 Abb.; Krefeld.

KLOSTERMANN, J. (1997): Bad Kleve – Heilquellen in den Stauchmoränen am linken Niederrhein. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 100 000>, Erl., **C 4302**: 73 – 77, 3 Abb.; Krefeld.

STEEGER, A. (1952): Die Endmoränenlandschaft zwischen Krefeld und Nymwegen (Vortragsreferat). – Z. dt. geol. Ges., **103**: 116 – 117; Hannover.

THOME, K. N. (1958): Die Begegnung des nordischen Inlandeises mit dem Rhein. – Geol. Jb., **76**: 261 – 308, 11 Abb.; Hannover.

Der Große Stein von Tonnenheide

SCHALLREUTER, R. (1987): Geschiebekunde in Westfalen. – Geol. u. Paläont. Westf., **7**: 5 – 13, 1 Abb., 1 Taf.; Münster/Westf.

SPEETZEN, E. (1998): Findlinge in Nordrhein-Westfalen und angrenzenden Gebieten. – 172 S., 43 Abb., 9 Tab., Anh. mit 111 Kurzbeschr. u. Fotos, 1 Anl.-Taf.; Krefeld (Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf.).

Wölbäcker in Ostwestfalen

BARTUSSEK, I. (1982): Die gewölbten Ackerbeete in der historischen Landwirtschaft : Ihre Relikte und Nachwirkungen in der Gegenwart. – Dipl.-Arb. Univ. Göttingen: 204 S., 38 Abb., 6 Tab., 8 Beil.; Göttingen. – [Unveröff.]

Donk beim Ingmannshof

KLOSTERMANN, J. (1995): Die geologische Entwicklungsgeschichte. – In: Natur und Landschaft im Kreis Neuss. – Schr.-R. Kreis Neuss, **19**: 11 – 30, 12 Abb., 3 Tab., 1 Kt.; Neuss.

MERTENS, H. (1961): Plaggenböden am Niederrhein. – Westf. Forsch., **14**: 99 – 105, 1 Taf., 1 Kt.; Münster/Westf.

MERTENS, H. (1972): Rätseln niederrheinischer Böden auf der Spur. – Niederrhein, **39** (3): 61 – 70, 13 Abb.; Krefeld.

THOME, K. N. (1985): Die Niers und ihr Tal – Heutige Gestalt und Entstehung aus geologischer Sicht. – In: Viersen. Beiträge zu einer Stadt: 7 – 11, 5 Abb.; Viersen (Ver. Heimatpfl. e.V.).

Landschaftsarchiv im Münsterland

DAHM-ARENS, H. (1972), mit Beitr. von PIETZNER, H.: Entstehung der Eisenschwarten in den Kreidesanden Westfalens. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **21**: 133 – 142, 3 Abb., 1 Tab., 4 Taf.; Krefeld.

HISS, M. (1995): Kreide. – In: Geologie im Münsterland: 41 – 65, 11 Abb.; Krefeld (Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf.).

KEMPER, E. (1992), mit Beitr. von BURGH, J. VAN DER: Die tiefe Unterkreide im Vechte-Dinkel-Gebiet. – Losser (Sticht. het Staringmonum.).

SCHRAPS, W. G. (1972): Braungelbe Bänderungen in oberkretazischen und pleistozänen Sanden. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **21**: 143 – 150; Krefeld.

Die Jordanquelle in Bad Lippspringe

GEYH, M. A.; MICHEL, G. (1974): Isotopen- und Hydrochemie des tieferen Grundwassers im Raum Paderborn. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **20**: 67 – 78, 5 Abb., 2 Tab.; Krefeld.

KOCH, M.; MICHEL, G. (1972), mit Beitr. von SCHRÖTHER, R.; VOGEL, K.: Erläuterungen. – Hydrogeol. Kt. Kreis Paderborn <1 : 50 000>: 84 S., 15 Abb., 5 Tab., 2 Taf.; Krefeld.

SKUPIN, K. (1982), mit Beitr. von MERTENS, H.; MICHEL, G.; SEIBERTZ, E.; WEBER, P.: Erläuterungen zu Blatt 4218 Paderborn. – Geol. Kt. Nordrh. Westf. <1 : 25 000>, Erl., **4218**: 140 S., 19 Abb., 15 Tab., 2 Taf.; Krefeld.

Solequellen in Salzkotten

FISCHBACH, P. (1983): Karstwasserbewegung und Salzwasser/Süßwasser-Grenze am Haarstrang zwischen Soest und Salzkotten (SE-Westfalen, NW-Deutschland) in ihrer Bedeutung für die Trinkwassergewinnung. – Diss. Westf. Wilhelms-Univ. Münster: 132 S., 30 Abb., 8 Tab., 4 Taf.; Münster/Westf.

KÖHLER, E. (1981): Zur Karsthydrologie des Raumes Salzkotten-Upsprunge. – Decheniana, **134**: 317 – 322, 3 Abb.; Bonn.

SKUPIN, K. (1985), mit Beitr. von DAHM-ARENS, H.; MICHEL, G.; WEBER, P.: Erläuterungen zu Blatt 4317 Geseke. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **4317**: 155 S., 16 Abb., 12 Tab., 2 Taf.; Krefeld.

Festgestein		System	Zeitalter (Serie)	Alter in Mio. Jahren	Lockergestein		
nutzbarer Rohstoff	Verwendung (Beispiele)				nutzbarer Rohstoff	Verwendung (Beispiele)	
		Quartär	Holozän	2,6	Kies, Sand, Schluff, Lehm	Bausand, Betonzuschlag, Kalksandstein, Ziegel, Grobkeramik	
			Pleistozän		Kies, Sand, Schluff, Lehm, Ton, Mergel	Betonkies, Bausand, Frostschutzmaterial, Füllsand, Kalksandstein, Ziegel, Grobkeramik	
		Tertiär	Pliozän		Quarzkies, Quarzsand, Ton	Ziegel, Grobkeramik, Betonzuschlag, Filterkies	
			Miozän		Weißer Quarzkies, Quarzsand(Glassand), Glimmerton	Ziegel, Grobkeramik, Glassand, Keramiksand, Gießereisand	
			Oligozän		Quarzsand (Glassand), Sand (Formsand), Mergelsand, Ton	Bausand, Kalksandstein, Reinigungsmittel, Kunststoff- und Farbenindustrie	
		Eozän und Paleozän	65	Ton	Ziegelindustrie, Keramik		
Kalkstein, Mergelkalkstein, Kalksandstein, Grünsandstein	Baukalk, Zementherstellung, Werksteine, Baustoffe, Restauration	Kreide	Oberkreide	142	Sand, Quarzsand (Glassand), Mergelsand	Ziegel, Grobkeramik, Glassand, Keramiksand, Gießereisand, Bausand, Kalksandstein, Reinigungsmittel, Kunststoff- und Farbenindustrie	
Tonmergel, Tonstein	Ziegel (Klinker), Grobkeramik, Wand- und Bodenfliesen, Wasserbausteine		Unterkreide		Ton	Ziegelindustrie, Keramik	
Kalk-, Mergelkalk-, Kalkmergel-, Kalksandstein	Straßenbaustoff, Zementindustrie	Jura	Malm	200			
Kalksandstein, Tonstein	Straßenbaustoff, Ziegelindustrie		Dogger		Ton	Ziegelindustrie, Keramik	
Tonstein	Ziegelindustrie		Lias		Ton	Ziegelindustrie, Keramik	
Tonstein	Ziegelindustrie	Trias	Keuper	251	Ton	Ziegelindustrie, Keramik	
Kalkstein	Straßenbaustoff		Muschelkalk				
Sandstein	Natursteinindustrie		Buntsandstein				
Kalkstein	Betonzuschlag, Straßenbaustoff, Düngekalk	Perm	Zechstein	296			
			Rotliegend				
Sandstein	Werkstein, Straßenbaustoff, Feuerfestprodukte	Karbon	Oberkarbon	358	Tonstein (entfestigt)	Ziegel (Klinker)	
Kalkstein, Dolomitstein	Straßenbaustoff, Glasrohstoff, Branntkalk		Unterkarbon				
Kalkstein, Sandstein	Straßenbaustoff, Werkstein, Zement-, Stahlindustrie, Feuerfestprodukte, Glas	Devon	Oberdevon	417	Tonstein (entfestigt)	Ziegel (Klinker)	
Kalkstein, Dolomitstein, Tonstein, Tonmergelstein, „Grauwacken“-Sandstein, Diabas			Mitteldevon		Tonstein (entfestigt)	Ziegel (Klinker), Bodenplatten	
„Grauwacken“-Sandstein, Quarzkeratorphyr			Unterdevon		Tonstein (entfestigt)		
		Kambrium bis Silur		443			
					495	Tonstein (entfestigt)	Ziegel
					545		

