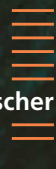


# Lagerstätten nutzbarer Festgesteine in Nordrhein-Westfalen

GÜNTER DRODZEWSKI



Geologischer Dienst NRW





# **Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen**



# Lagerstätten nutzbarer Festgesteine in Nordrhein-Westfalen

GÜNTER DROZDZEWSKI

---

74 Abbildungen

10 Tabellen

1 Karte in der Anlage

---

Alle Rechte vorbehalten

© 2007 Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen  
– Landesbetrieb –  
Postfach 10 07 63 · 47707 Krefeld  
De-Greiff-Straße 195 · 47803 Krefeld  
Fon 02151 897-0 · Fax 02151 897-505  
[poststelle@gd.nrw.de](mailto:poststelle@gd.nrw.de) · [www.gd.nrw.de](http://www.gd.nrw.de)

Anschrift des Autors: Dr. Günter Drozdowski, Erftweg 41, 47807 Krefeld  
Redaktion/Lektorat: Dr. Ludger Krahn, Tamara Höning  
Text-/Bildbearbeitung: Ursula Amend, Elke Faßbender, Elsa Janaczek,  
Ulrike Mittler, Jörg Schardinel

Druck: Joh. van Acken, Krefeld

Printed in Germany/Imprimé en Allemagne

**ISBN 978-3-86029-933-3**

---

## Inhalt

<b>Vorbemerkungen</b> .....	11
<b>Einführung</b> .....	12
<b>Geologische Entwicklung in Nordrhein-Westfalen</b> .....	12
Rheinisches Schiefergebirge mit Ruhrgebiet .....	14
Weserbergland .....	16
Münsterland .....	17
Niederrhein .....	18
<b>Wichtige Festgesteinstypen in Nordrhein-Westfalen</b> .....	19
<b>Vulkanite</b> .....	19
Quarzkeratophyr .....	21
Diabas .....	22
Basalt .....	23
<b>Sedimentgesteine</b> .....	24
Sandstein .....	25
„Grauwacke“ .....	26
Quarzit .....	26
Kalkstein .....	27
Dolomitstein .....	28
Tonstein .....	28
<b>Festgesteine in der Steine-und-Erden-Industrie</b> .....	29
<b>Festgesteine für den Verkehrswege- und Betonbau</b> .....	29
<b>Festgesteine für den Naturwerksteinbau</b> .....	36
<b>Kalkstein und Dolomitstein für die Kalkindustrie</b> .....	38
Kalkstein .....	42
Dolomitstein .....	43
<b>Mergelkalkstein für die Zementindustrie</b> .....	43
<b>Tonstein und Tonmergelstein für die Ziegelindustrie</b> .....	46
<b>Gewinnung und Produktionsmengen</b> .....	47
<b>Substitutionsmöglichkeiten</b> .....	50
<b>Rohstoffsicherung und Lagerstättenerkundung</b> .....	51
Rohstoffsicherung in der Landes-, Regional- und Bauleitplanung .....	51
Genehmigungsverfahren .....	53
Lagerstättenerkundung .....	54

<b>Lagerstätten der Festgesteine</b> .....	55
<b>Vulkanite</b> .....	56
<b>Quarzkeratophyr des Unterdevons im Sauerland</b> .....	56
<b>Diabas des Mitteldevons im Sauerland</b> .....	57
Intrusiv-Diabas .....	57
Effusiv-Diabas und Diabas-Tuff .....	59
<b>Basalt und andere Vulkanite des Tertiärs in der Niederrheinischen Bucht     und im Bergischen Land</b> .....	61
<b>Sedimentgesteine</b> .....	64
<b>Sandstein des Devons im Bergischen Land und im Sauerland</b> .....	64
<b>Sandstein des Oberkarbons im Ruhrgebiet</b> .....	73
<b>Sandstein des Oberkarbons in Ibbenbüren</b> .....	75
<b>Sandstein des Mittleren Buntsandsteins im Weserbergland und in der Eifel</b> ..	76
<b>Sandstein der Kreide im Münsterland</b> .....	78
Anröchter Grünsandstein .....	78
Rüthener Grünsandstein .....	80
<b>Tonstein des Ordoviziums in der Eifel</b> .....	81
<b>Tonstein des Mitteldevons im Sauerland</b> .....	82
<b>Tonstein und Tonmergelstein als Ziegelrohstoff</b> .....	83
Tonstein des Unter- und Mitteldevons .....	83
Tonstein des Oberkarbons .....	84
Tonstein des Juras .....	85
Tonstein der Unterkreide .....	86
Tonmergelstein der Oberkreide .....	87
<b>Kalkstein und Dolomitstein (Massenkalk) des Mittel- und Oberdevons     im Bergischen Land und im Sauerland</b> .....	88
Kalkstein im Raum Wülfrath .....	91
Kalkstein im Raum Heiligenhaus .....	95
Kalkstein im Neandertal .....	96
Kalkstein und Dolomitstein im Raum Bergisch Gladbach .....	97
Kalkstein und Dolomitstein in Wuppertal-Dornap .....	98
Kalkstein und Dolomitstein in Hagen-Halden und Hohenlimburg .....	100
Kalkstein im Hönnetal .....	103
Kalkstein in Warstein .....	105
Kalkstein in Brilon .....	108
Kalkstein und Dolomitstein in Lennestadt-Grevenbrück und Attendorn .....	110
Knollenkalk im Sauerland .....	111
<b>Kalkstein und Dolomitstein des Mittel- und Oberdevons in der Eifel</b> .....	112
Kalkstein im Raum Aachen – Stolberg .....	112
Kalkstein und Dolomitstein in den Eifelkalkmulden .....	114
<b>Kalkstein und Dolomitstein des Unterkarbons in der Eifel und im Sauerland</b> ..	117
Kalkstein und Dolomitstein im Raum Aachen – Stolberg .....	117
Kalkstein im Raum Menden – Sundern .....	121



<b>Kalkstein des Zechsteins bei Marsberg</b> .....	122
<b>Kalkstein des Oberen Muschelkalks im Weserbergland</b> .....	123
<b>Kalkstein des Oberen Juras im Weserbergland</b> .....	124
<b>Karbonatgesteine der Oberkreide im Teutoburger Wald und Münsterland</b> .....	125
Kalkstein und Mergelkalkstein im Teutoburger Wald .....	125
Mergelkalkstein und Kalkmergelstein im Raum Erwitte – Paderborn .....	128
Mergelkalkstein im Raum Beckum .....	130
Kalksandstein in den Baumbergen .....	133
<b>Literatur</b> .....	134
<b>Schriften</b> .....	134
<b>Karten</b> .....	141
<b>Anhang</b> .....	142
<b>Gewinnungsbetriebe von Festgesteinen in NRW</b> .....	143
<b>Erklärung einiger Fachwörter</b> .....	157

## Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1	Geologische Übersicht von Nordrhein-Westfalen .....	13
Abb. 2	Die Perioden der Erdgeschichte mit den wichtigsten nutzbaren Festgesteinen in NRW .....	20
Abb. 3	Effusiv-Diabas, in Rutschfallen verformt .....	22
Abb. 4	Grobkörniger Intrusiv-Diabas im Anschliff und Dünnschliff .....	23
Abb. 5	Säulenbasalt .....	24
Abb. 6	Ibbenbürener Sandstein mit einzelnen Quarz- und Kohlegerölln sowie typischen Liesegang'schen Ringen .....	25
Abb. 7	Mühlenberg-Sandstein („Lindlarer Grauwacke“) mit Seelilienstielgliedern ...	26
Abb. 8	Massenkalk, entstanden aus Riffschutt mit Stromatoporen- und Korallenbruchstücken .....	27
Abb. 9	Fredeburger Dachschiefer mit spitzwinkliger Lage der Schieferung zur Schichtung .....	28
Abb. 10	Straßenkonstruktion, aufgebaut aus mehreren Lagen verschiedener Gesteinskörnungen .....	30
Abb. 11	Vorkommen und Abbaustellen von Hartgestein und anderen Festgesteinen für den Verkehrswege- und Betonbau .....	31
Abb. 12	Fließschema einer modernen Aufbereitungsanlage zur Herstellung gebrochener Festgesteine .....	34/35
Abb. 13	Rohblockgewinnung mittels Loch-an-Loch-Bohrungen für Naturwerksteine ..	36
Abb. 14	Vorkommen und Abbaustellen von Naturwerksteinen .....	37
Abb. 15	Kegelkarst im Massenkalk .....	39
Abb. 16	Vorkommen und Abbaustellen von Rohstoffen für die Kalkindustrie .....	40

Abb. 17	Schematische Darstellung des Produktionsablaufs in einem größeren Kalkwerk .....	41
Abb. 18	Vorkommen und Abbaustellen von Rohstoffen für die Zementindustrie ...	44
Abb. 19	Sprengung im Massenkalk .....	48
Abb. 20	Überdimensionaler Radlader .....	49
Abb. 21	Die Bruchhauser Steine im Sauerland .....	56
Abb. 22	Aktinolith-Asbest .....	58
Abb. 23	Intrusiv-Diabas .....	58
Abb. 24	Abbau von Effusiv-Diabas .....	60
Abb. 25	Basalt des Hühnerberg-Vulkans .....	62
Abb. 26	Zentraler Schlotbereich des Hühnerberg-Vulkans mit Säulenbasalt .....	63
Abb. 27	Rot-grüne Wechselfolge der Brandenburg-Schichten .....	65
Abb. 28	Sandsteine der Mühlenberg-Schichten können seitlich rasch auskeilen und bilden häufig linsenförmige Körper .....	67
Abb. 29	Odenspiel-Grauwacke mit Sattelstruktur .....	68
Abb. 30	Abbau in den Brandenburg-Schichten .....	69
Abb. 31	Gefaltete Raumland-Schichten .....	70
Abb. 32	Dickbankige Sandsteine der Honsel-Schichten mit dünnen Tonschieferzwischenlagen .....	71
Abb. 33	Charakteristische Gesteinsabfolge im Ruhrkarbon: Kohlenflöz und dunkelgrauer Tonstein, darüber hellgrauer Sandstein .....	73
Abb. 34	Ibbenbürener Sandstein, darunter ein Kohlenflöz .....	75
Abb. 35	Die Katzensteine bei Mechernich .....	77
Abb. 36	Wesersandstein .....	77
Abb. 37	Anröchter Grünsandstein .....	79
Abb. 38	Schevenhütter Schiefer .....	81
Abb. 39	Abbau des Fredeburger Dachschiefers .....	82
Abb. 40	Tonsteine der Roten Schichten des Westfals D .....	85
Abb. 41	Tonmergelsteine der Emscher-Mergel-Fazies .....	87
Abb. 42	Korallen und Brachiopoden im Massenkalk .....	88
Abb. 43	Modell eines devonischen Riffs im Massenkalk .....	89
Abb. 44	Werk Flandersbach in Wülfrath (Luftbild) .....	91
Abb. 45	Massenkalk-Lagerstätten und Faltenbau im Raum Wülfrath, Heiligenhaus, Neandertal und Wuppertal-Dornap .....	92
Abb. 46	Höhlenfüllung im Wülfrather Massenkalk .....	93
Abb. 47	Renaturiertes Kalksteinabbaugelände .....	94
Abb. 48	Geologischer Schnitt durch die Massenkalk-Lagerstätte Heiligenhaus ...	96
Abb. 49	Geologischer Schnitt durch die Massenkalk-Lagerstätte Dornap .....	98
Abb. 50	Kalkstein-, Dolomitstein- und Sandsteinvorkommen im Raum Hagen – Arnsberg .....	101
Abb. 51	Steinbruch Donnerkuhle (Luftbild) .....	102
Abb. 52	Steinbruch Asbeck (Luftbild) .....	104
Abb. 53	Geologischer Schnitt durch den Warsteiner Massenkalk .....	106

Abb. 54	Steinbrüche im Warsteiner Massenkalk	107
Abb. 55	Massenkalk- und Diabas-Vorkommen im Raum Brilon	108
Abb. 56	Schacht in der Höhle Malachitdom	108
Abb. 57	Massenkalk-Abbau im Raum Brilon (Luftbild)	109
Abb. 58	Werk Grevenbrück (Luftbild)	111
Abb. 59	Knollenkalk	112
Abb. 60	Massenkalk- und Kohlenkalk-Vorkommen im Raum Aachen – Stolberg	113
Abb. 61	Geologischer Schnitt durch den Massenkalk der Nordeifel	113
Abb. 62	Kalkstein-Mergelstein-Wechselfolge der Cürten- und Dreimühlen-Schichten	116
Abb. 63	Geologischer Schnitt durch die Inde-Mulde bei Stolberg	118
Abb. 64	Geologisches Profil des Kohlenkalks der Nordeifel	119
Abb. 65	Karsthohlräum mit Braunkohlenfüllung im Visé-Kalkstein	120
Abb. 66	Falte im Kulm-Plattenkalk	121
Abb. 67	Abbau von Oberem Muschelkalk	123
Abb. 68	Cenoman-Kalk, Schwarzbunte Wechselfolge und Mergelkalksteine mit Kalksteinen des Turons	126
Abb. 69	Querprofil durch den Teutoburger Wald	127
Abb. 70	Cenoman-Kalk im Teutoburger Wald mit ausgeprägter Sigmoidalklüftung	127
Abb. 71	Vorkommen von Rohstoffen für die Zementindustrie sowie von Anröchter Grünsandstein im Raum Erwitte – Anröchte – Geseke	129
Abb. 72	Erwitter Seenlandschaft mit stillgelegten und aktiven Steinbrüchen der Zementindustrie	130
Abb. 73	Vorkommen von Rohstoffen der Zementindustrie im Raum Beckum	131
Abb. 74	Beckum-Schichten im Aufschluss und im geologischen Profil	132

## Verzeichnis der Tabellen

Tab. 1	Technische Kennwerte von Quarzkeratophyr	21
Tab. 2	Technische Kennwerte von Diabas	22
Tab. 3	Technische Kennwerte von Basalt	23
Tab. 4	Technische Kennwerte von Ruhrsandstein	25
Tab. 5	Technische Kennwerte von devonischem Sandstein	26
Tab. 6	Technische Kennwerte von Massenkalk	27
Tab. 7	Technische Kennwerte von Dolomitstein	28
Tab. 8	Technische Kennwerte von Dachschiefer	28
Tab. 9	Rohsteinförderung in NRW nach Gesteinsarten und Regionen	49
Tab. 10	Faziesseinheiten des devonischen Massenkalks	88

## Anlage

Karte der nutzbaren Festgesteine in Nordrhein-Westfalen



## Vorbemerkungen

Nordrhein-Westfalen ist das bevölkerungsreichste und zugleich auch das rohstoffreichste Land der Bundesrepublik Deutschland. Infolge der günstigen geologischen Verhältnisse und der starken Industrialisierung werden hier jährlich rund 80 Mio. t Lockergesteine – vorwiegend Sand und Kies – sowie ca. 73 Mio. t Festgesteine wie Kalkstein, Dolomitstein, Sandstein, Tonstein und Basalt gewonnen. Steinkohle, Braunkohle und Steinsalz sind weitere wichtige Rohstoffe unseres Bundeslandes.

Gegenstand dieser Veröffentlichung sind die nicht energetischen, oberflächennahen Festgesteine. Für die von der Steine-und-Erden-Industrie genutzten Festgesteine wird auch die Bezeichnung Naturstein gebraucht. Dabei ist zu unterscheiden zwischen

- Natursteinen, die in gebrochener Form als Gesteinskörnungen oder fein gemahlen als Gesteinsmehle verarbeitet werden,  
und
- Naturwerksteinen, aus denen maschinell und/oder handwerklich in geometrische Formen gebrachte Werkstücke (Werksteine) hergestellt werden können.

In der vorliegenden Veröffentlichung wird einführend auf die geologische Entwicklung des Landes Nordrhein-Westfalen und die wichtigsten hier auftretenden Gesteine eingegangen. Anschließend werden die Qualitätsanforderungen vorgestellt, die die Festgesteine als Voraussetzung für ihren Einsatz im Verkehrswege- und Betonbau, im Naturwerksteinbau, in der Kalk- und Zementindustrie und in der Ziegelindustrie erfüllen müssen. Im umfangreichen Lagerstättenkapitel werden alle heute in Abbau stehenden Gewinnungsstätten in Nordrhein-Westfalen geologisch-lagerstättenkundlich beschrieben sowie die Abbausituation und die Verwendung der Rohstoffe erläutert. Die „Karte der nutzbaren Festgesteine in Nordrhein-Westfalen“ (in der Anl.) enthält neben der Darstellung der räumlichen Verbreitung von Festgesteinsvorkommen alle im Lagerstättenkapitel angeführten und fortlaufend nummerierten Betriebe. Eine Liste der Gewinnungsbetriebe mit ihrer Produktpalette und den Adressdaten findet sich im Anhang (S. 143 – 155).

Der Abbau von Bodenschätzen führt in einem dicht besiedelten Bundesland wie Nordrhein-Westfalen zwangsläufig zu Konflikten mit konkurrierenden Nutzungsansprüchen wie der Wohnbebauung, der Wassergewinnung oder dem Schutz von Natur und Landschaft. Die Standortgebundenheit der Rohstoffgewinnung ist in diesem Interessenkonflikt ein gravierender Faktor: Im Gegensatz zu anderen Industriezweigen können Rohstoffbetriebe so gut wie nie verlagert werden, da sie räumlich an den von der Geologie vorgegebenen Standort der Lagerstätte gebunden sind.

Um diesen Konflikt für alle Interessenvertreter zufriedenstellend lösen und die vorhandenen Bodenschätze nachhaltig nutzen zu können, muss man die Gesteine, ihre Lagerstätten und ihre technologischen Eigenschaften genau kennen. Zusätzliche Informationen über die Boden- und Grundwasserverhältnisse sind unerlässlich. Der Geologische Dienst NRW unterhält ein umfassendes Geo-Informationssystem, das entsprechende Daten als Grundlage für Planungs- und Genehmigungsentscheidungen liefert.

Die vorliegende Zusammenstellung vermittelt einen geologisch-lagerstättenkundlichen Überblick dieses volkswirtschaftlich bedeutsamen Wirtschaftszweiges. Sie wendet sich an die Steine- und Erden-Industrie, an Politiker, an Genehmigungs- und Fachbehörden sowie an alle Bürgerinnen und Bürger unseres Landes, die tagtäglich heimische Rohstoffe und daraus hergestellte Produkte nutzen – ohne zu wissen, dass diese Bodenschätze in Nordrhein-Westfalen gewonnen werden.

Der Verfasser ist zahlreichen Personen für die Überlassung von Informationen, Fotos und anderen Unterlagen zu Dank verpflichtet. Besonders danken möchte er Dipl.-Ing. Dieko Dinkgraeve (BTB Beratungs-Team-Bensberg GmbH) für die Überlassung von Gesteinskennwerten sowie Dipl.-Ing. Rainer Westermann (Rheinkalk GmbH) und seinen Mitarbeitern für viele weitere Informationen und die Bereitstellung von Luftbildern. Dipl.-Geogr. Stefan Henscheid (GD NRW) dankt er für die Erstellung von Karten- und Abbildungsentwürfen sowie Gabriele Docktor (GD NRW) für die Reinschrift des Manuskriptes.

## Einführung

### Geologische Entwicklung in Nordrhein-Westfalen

Nordrhein-Westfalen zählt aus geologischer Sicht zu den abwechslungsreichsten Regionen Deutschlands (HESEMANN 1975, GRABERT 1998, Geologisches Landesamt NRW 1995, Geologischer Dienst NRW 2003). Mehr als 500 Mio. Jahre Erdgeschichte sind hier nahezu lückenlos aufgeschlossen (Abb. 1). Die Fülle verschiedener Gesteine birgt daher auch eine große Anzahl von Lagerstätten wie Steine und Erden, Steinkohle, Braunkohle, Steinsalz und Erze. Diese Rohstoffe werden zum Teil seit Jahrhunderten abgebaut und sind auch heute noch – mit Ausnahme der Erze – ein wichtiges Standbein unserer Wirtschaft. Ihre Entstehung ist mit der Erdgeschichte des Landes Nordrhein-Westfalen aufs Engste verknüpft.

Die Erdgeschichte ist geprägt durch stetige, in unseren Augen unendlich langsam ablaufende Veränderungen. So ist die Erdkruste, die aus einer Vielzahl von Kontinentalplatten aufgebaut ist, ständig in Bewegung. Dort, wo die Platten auseinanderdriften, bilden sich Meeresbecken. Wo Platten kollidieren, entstehen durch die dabei wirkenden gewaltigen Kräfte Gebirge. In Nordrhein-Westfalen können die Auswirkungen dreier Gebirgsbildungen beobachtet werden: die kaledonische Gebirgsbildung vor ca. 450 Mio. Jahren, die variszische Gebirgsbildung vor ca. 300 Mio. Jahren und die alpidische Gebirgsbildung vor ca. 80 Mio. Jahren.

Die einzelnen Platten bewegen sich während ihrer Drift durch die verschiedenen Klimazonen, die ihrerseits die Bildung der Gesteine beeinflussen. Der Fossilinhalt in den unterschiedlich alten Gesteinen sowie magnetische Messungen lassen darauf schließen, dass Nordrhein-West-

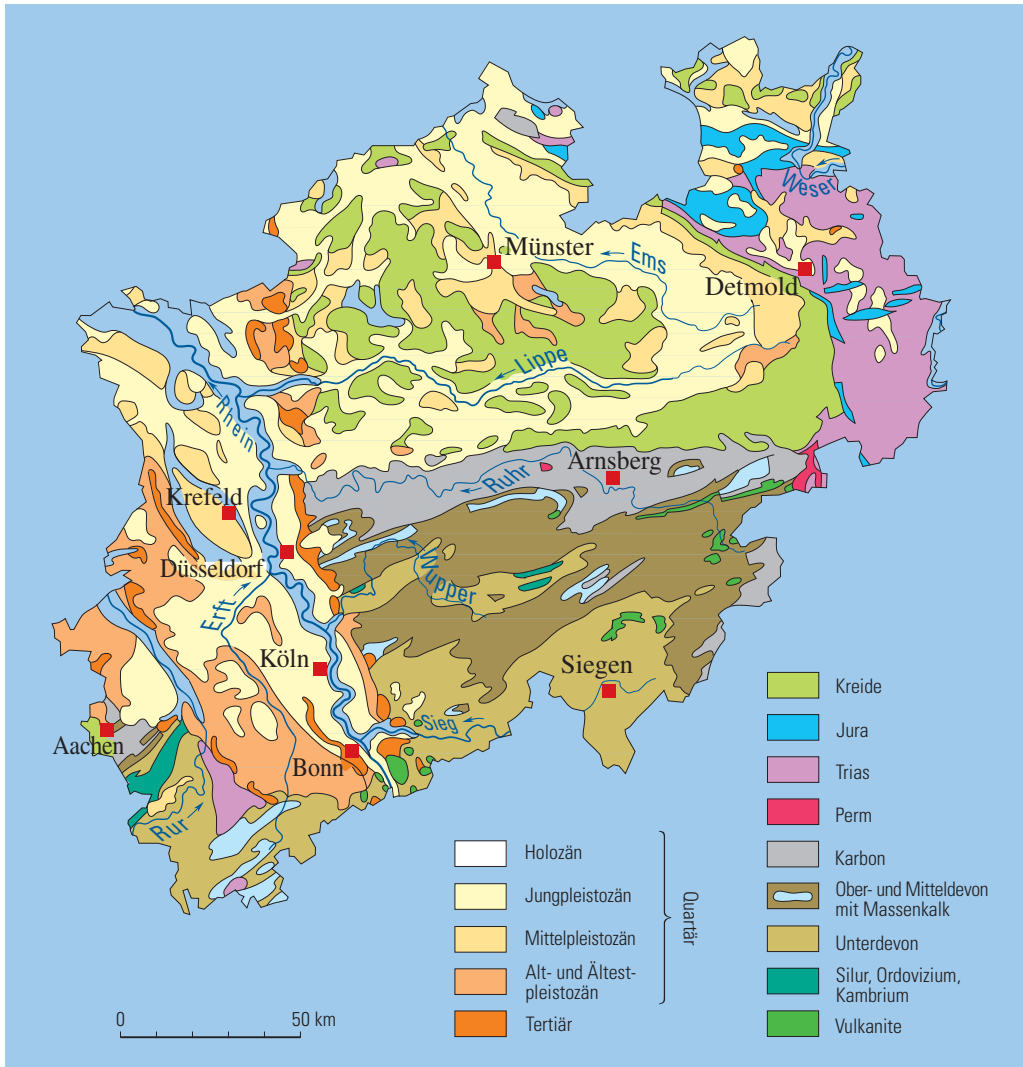


Abb. 1 Geologische Übersicht von Nordrhein-Westfalen

falen im Verlauf der Erdgeschichte von der Südhalbkugel über den halben Globus in seine heutige Lage auf der Nordhalbkugel wanderte. Daraus erklärt sich, dass hier in der Devon-Zeit Rifffalke im warmen Klima des südlichen Wendekreises, in der Karbon-Zeit Kohlenflöze aus tropischen Sumpfwäldern und in der Perm-/Trias-Zeit Salzgesteine und Wüstensedimente im aridem Klima des nördlichen Wendekreises entstanden. Außerdem wirkten sich die Vereisungen der Polkappen durch Meeresspiegelschwankungen auf die Entstehung der Gesteine aus. Während der Vereisungen sank der Meeresspiegel um bis zu 200 m ab, um beim Abschmelzen der Polkappen wieder entsprechend anzusteigen. In Nordrhein-Westfalen herrschten daher während der permokarbonischen Vereisungen kontinentale Sedimentationsbedingungen, im Mesozoikum wegen fehlender Vereisungen vorwiegend marine Sedimentationsbedingungen vor.

Im Landesgebiet lassen sich vier große Naturräume unterscheiden, die in Bezug auf die vorkommenden Gesteine und ihrer geologischen Geschichte einheitlich aufgebaut sind. Es sind dies das Rheinische Schiefergebirge mit dem nördlich anschließenden Ruhrgebiet, das Weserbergland, das Münsterland sowie der Niederrhein.

## Rheinisches Schiefergebirge mit Ruhrgebiet

Das Rheinische Schiefergebirge ist der geologisch älteste Naturraum unseres Landes. Es besteht linksrheinisch aus der Eifel und rechtsrheinisch aus dem Bergischen Land, dem Siegerland und dem Sauerland. Die ältesten Gesteine Nordrhein-Westfalens aus der Kambrium- bis Silur-Zeit (545 – 417 Mio. Jahre v. h.) sind im Hohen Venn, im Bergischen Land und im Ebbengebirge aufgeschlossen. Es sind marine, dunkle Ton- und Sandsteine, die linksrheinisch vor etwa 420 – 450 Mio. Jahren während der kaledonischen Gebirgsbildung, rechtsrheinisch dagegen erst während der variszischen Gebirgsbildung intensiv gefaltet wurden. Ordovizische Gesteine werden am Nordrand des Hohen Venns bei Eschweiler-Schevenhütte abgebaut.

Während der kaledonischen Plattenkollision formte sich aus mehreren Platten der im Norden gelegene Old-Red-Kontinent. In der Devon-Zeit (417 – 358 Mio. Jahre v. h.) entstand am Südrand des Old-Red-Kontinentes auf dem Gebiet des heutigen Rheinischen Schiefergebirges ein lang gestreckter Meerestrog. Aufgrund lang anhaltender Dehnung der Erdkruste rissen im Verlauf des Devons zahlreiche Ost – West verlaufende Verwerfungen auf, die eine ausgeprägte Morphologie des Meeresbodens mit Schwellen und Becken und damit verbunden verschiedenartige Ablagerungsbedingungen der Sedimente schufen. Auch dienten die Verwerfungen als Aufstiegswege von Magmen. Anfangs stiegen kieselsäurereiche Magmen (Quarzkeratophyre) auf. Später überwogen kieselsäurearme, basische Magmen (Diabase). Der Meerestrog nahm insgesamt 5 000 – 10 000 m mächtige, überwiegend tonige Sedimente auf.

Im Devon – besonders im Unterdevon – gehörte das Rheinische Schiefergebirge dem Bereich eines flachen Delta- und Wattengebietes an. Von Norden her schütteten Flüsse vom Old-Red-Kontinent feinkörniges, tonig-sandiges Material in den Meerestrog, der sich von Norden nach Süden in drei Faziesbereiche zunehmender Wassertiefe gliedern lässt:

- die Fazies des inneren Schelfs mit starken Einflüssen aus dem Old-Red-Kontinent, die sich besonders deutlich in den rot gefärbten Sedimenten zeigen
- die Rheinische Fazies des äußeren Schelfs, ein küstennaher, fossilreicher Bewegtwasserbereich mit zum Teil mächtigen Sandsteineinschaltungen
- die Herzynische Fazies des küstenfernen Stillwasserbereiches eines tieferen Meeresbeckens, in dem überwiegend dunkle, tonige Sedimente sowie vereinzelte turbiditische Sandsteinlagen abgelagert wurden

In allen drei Faziesbereichen kommen somit auch Sandsteine vor. Neben der vorherrschend tonig-sandigen Sedimentation der Devon-Zeit bildete sich in der Mittel- und Oberdevon-Zeit am Schelfrand ein ausgedehnter, dem heutigen Großen Barriere-Riff Australiens vergleichbarer Riff-



gürtel. Während eines rund 10 Mio. Jahre währenden Zeitraums bildeten sich mehrere hundert bis über tausend Meter mächtige Riffkalksteine – der sogenannte Massenkalk.

Die verschiedenartigen devonischen Gesteine des Rheinischen Schiefergebirges wie Massenkalk, Sandstein und Diabas bilden heute die Grundlage einer bedeutsamen Steine-und-Erden-Industrie, die sich vor allem wegen ihrer Nähe zum Industriezentrum Ruhrgebiet entwickelte.

Im Anschluss an die Füllung des devonischen Meerestrogos setzte sich während der Karbon-Zeit (358 – 296 Mio. Jahre v. h.) die Sedimentation kontinuierlich fort. Von Süden her drifte zu dieser Zeit allmählich der Gondwana-Kontinent in nördliche Richtung und begann während der einsetzenden Kollision mit dem Old-Red-Kontinent die Ablagerungen des Meerestrogos von Süden nach Norden fortschreitend zum Variszischen Gebirge aufzufalten. Im Süden und Osten des Rheinischen Schiefergebirges lagerten sich daher schon Sandsteine als Abtragungsschutt des entstehenden Variszischen Gebirges ab, während gleichzeitig im Westen bei Aachen an der Küste des Old-Red-Kontinents in einem trocken-heißen Klima der mehrere hundert Meter mächtige sogenannte Kohlenkalk entstand. Seine dolomitischen und kalkigen Gesteine bildeten neben dem Massenkalk die Grundlage eines einst bedeutenden Industriezweiges im Aachener Raum.

Mit dem Vorrücken der variszischen Gebirgsfront während der Oberkarbon-Zeit verlagerte sich der Ablagerungsraum – die variszische Vortiefe – weit nach Norden bis in die heutige Nordsee. Es bildeten sich im Vorland des Variszischen Gebirges ausgedehnte tropische Sumpfwälder, aus denen später infolge tiefer Versenkung die Steinkohlenflöze entstanden.

Das ca. 4 000 m mächtige flözführende Oberkarbon enthält bis 300 Steinkohlenflöze, von denen allerdings nur etwa 50 Flöze dicker als 1 m sind. Das flözführende Oberkarbon tritt am Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges im Ruhrgebiet zwischen Mülheim und Dortmund sowie im Aachener Raum an die Erdoberfläche. Die Oberflächennähe der kohlereichen Schichten hat dort einen einst blühenden Steinkohlenbergbau und eine bedeutsame Schwerindustrie begründet. Gemeinsam mit den Kohlenflözen treten regelmäßig Meter bis Zehnermeter mächtige fluviatile Sandsteine auf. Sie haben noch heute als Naturwerksteine im Ruhrgebiet und bei Ibbenbüren eine wirtschaftliche Bedeutung.

Als vor 300 Mio. Jahren der Südkontinent Gondwana endgültig mit dem Old-Red-Kontinent kollidierte und der Großkontinent Pangäa entstand, wurde der über 10 000 m mächtige Gesteinsstapel aus devonischen und karbonischen Schichten zum breiten Faltegürtel des Variszischen Gebirges umgeformt. Einem Tischtuch gleich wurden die ehemals horizontal abgelagerten Schichten des devonisch-karbonischen Ablagerungsraumes wellenartig auf die Hälfte ihrer ursprünglichen Breite zusammengeschoben. Es bildeten sich mehrere große, Südwest – Nordost verlaufende Sättel und Mulden, die wiederum aus zahllosen kleineren Falten bestehen. Dieser Faltegürtel erstreckt sich durch ganz Mitteleuropa, Frankreich und Großbritannien und lässt sich nach Nordamerika, Spanien und Nordafrika weiterverfolgen. Aus besonders reinen Tonsteinen entstanden infolge der starken tektonischen Beanspruchung Tonschiefer (geschieferte Tonsteine), denen das Rheinische Schiefergebirge seinen Namen verdankt. Bis in die heutige Zeit werden sie als Dachschiefer für die Dach- und Wandverkleidung von Gebäuden eingesetzt.

Im Anschluss an die variszische Faltung erfolgte im Perm eine starke Heraushebung und Abtragung des Gebirges. Nachfolgend wurde der Gebirgsrumpf des Variszischen Gebirges nur noch randlich überflutet und blieb als flaches Hochgebiet weitgehend frei von jüngeren Ablagerungen. Seinen heutigen Mittelgebirgscharakter erhielt das Rheinische Schiefergebirge aber erst vor wenigen Millionen Jahren, als erneut tektonische Hebungen einsetzten und durch Talbildung eine kuppige Landschaft mit Höhen von einigen hundert Metern bis zu 800 m entstand. In dieser Zeit bildeten sich die heutigen Mittelgebirgslandschaften der Eifel, des Bergischen Landes, des Sieger- und des Sauerlandes.

## Weserbergland

Das Weserbergland ist mit seinen Mittelgebirgen Teutoburger Wald, Eggegebirge sowie Weser- und Wiehengebirge die landschaftlich und geologisch abwechslungsreichste Region Nordrhein-Westfalens. Es wird im Wesentlichen aus Gesteinen des Mesozoikums aufgebaut. Eine maßgebliche Rolle bei der Ablagerung der mesozoischen Sedimentgesteine spielte die plattentektonische Öffnung des Ur-Atlantiks, die zu einer Dehnung und nachfolgenden Zerbergung der europäischen Erdkruste führte. Im Norden Nordrhein-Westfalens brach infolgedessen das Nordwest – Südost verlaufende Niedersächsische Becken als Graben ein, dessen Südrand die Osning-Verwerfung im Verlauf des Teutoburger Waldes bildet. In diesem Senkungsraum sind über 4 000 m mächtige Ablagerungen von der Perm- bis zur Quartär-Zeit erhalten.

Während der Perm-Zeit (296 – 251 Mio. Jahre v. h.) wurde bei einem heißen und trockenem Klima der Abtragungsschutt des aufsteigenden Variszischen Gebirges von Süden nach Norden transportiert und anschließend als rote Wüstensedimente abgelagert. Am Ende der Perm-Zeit überflutete im Zechstein ein aus dem Arktisraum vordringendes Flachmeer den Norden unseres Landes. Es bildeten sich neben Karbonatgesteinen bis 400 m mächtige Salzlagerstätten, die allerdings heute tief unter jüngeren Gesteinen verborgen liegen und bei Borth am Niederrhein bergmännisch gewonnen werden. Die Heil- und Mineralwässer des Weserberglandes verdanken ihre Inhaltsstoffe im Wesentlichen der Auslaugung dieser Salzgesteine in der Tiefe.

Das Weserbergland wird hauptsächlich aus Gesteinen der Trias-, Jura- und Unterkreide-Zeit aufgebaut. Während dieses rund 150 Mio. Jahre dauernden Zeitraums herrschte anfangs noch subtropisches bis trockenwarmes Klima. Die meist kontinentalen Gesteine der Trias-Zeit (251 bis 200 Mio. Jahre v. h.) – Tonsteine und Sandsteine, aber auch Gips- und Salzgesteine – sind daher noch überwiegend rot gefärbt. Der Wesersandstein wird bis heute als Werkstein genutzt. In der Muschelkalk-Zeit drang das Meer in diese Wüstenlandschaft vor und es bildeten sich fossilreiche, helle Kalksteine. Früher war der Trochitenkalk ein wichtiger Rohstoff für die Bausteine- und Zementindustrie. Heute wird er ausschließlich als Straßenbaumaterial verwendet.

Im Laufe der Jura-Zeit (200 – 142 Mio. Jahre v. h.) kühlte sich das Klima allmählich ab. Es war eine Zeit der Vorherrschaft des Meeres, in der mächtige graue, tonige Gesteinsfolgen abgelagert wurden. Im Dogger schalten sich auch Eisenerzflöze, im Malm Sandsteine, Kalksteine, Gips- und Salzgesteine ein. Die tonigen Jura-Gesteine haben als Ziegeleirohstoffe Bedeutung, während die harten Sand- und Kalksteine heute kaum noch genutzt werden.

In der Unterkreide-Zeit (142 – 99 Mio. Jahre v. h.) setzte sich die Grabenbildung des Niedersächsischen Beckens verstärkt fort. Im untersten Teilabschnitt wechseln Tonsteine mit Sandsteinen und zwischengeschalteten dünnen Kohlenflözen. Die sogenannte Wealden-Kohle hatte bis in die Nachkriegszeit relativ hohe wirtschaftliche Bedeutung. Darüber folgen mehrere tausend Meter mächtige graue, marine Tonsteine und Mergeltonsteine. Am südlichen Grabenrand des heutigen Teutoburger Waldes lagerten sich gleichzeitig im Verlauf der ehemaligen Küstenlinie 50 – 300 m mächtige Küstensande ab, woraus der als Werkstein bekannte und in der Vergangenheit intensiv genutzte Osning-Sandstein hervorging.

In der Oberkreide-Zeit (99 – 65 Mio. Jahre v. h.) begann im Süden die Alpenfaltung als Folge der Kollision der Afrikanischen mit der Europäischen Kontinentalplatte. Die einengenden Kräfte führten in unserem weit nördlich gelegenen Gebiet aber nicht mehr zur Faltung, sondern zu Bewegungen entlang tief reichender Verwerfungen der Erdkruste. Die Gesteinsschollen zerbrachen und verkippten. Schließlich wurde das Niedersächsische Becken entlang der Osning-Überschiebung am Teutoburger Wald herausgehoben, abgetragen und nach Süden auf das Münsterländer Kreide-Becken aufgeschoben. Entsprechend der Hebung im Norden begann sich im Süden das Münsterländer Kreide-Becken einzusenken und den Abtragungsschutt des nun herausgehobenen Niedersächsischen Beckens aufzunehmen.

Ein wichtiger geologischer und landschaftsprägender Faktor im Weserbergland waren die Gletscher der Kaltzeiten, die vor rund 100 000 Jahren das Gebiet von Norden her überfuhren. Die ehemals hier mehrere hundert Meter mächtigen Eismassen schürften die Erdoberfläche ab und hinterließen, als sie abtauten, ihre Gesteinsfracht. Heute sind daher weite Bereiche mit kaltzeitlichen Lockergesteinen wie Kiessanden und Grundmoräne überdeckt.

## Münsterland

Das Münsterland oder die Westfälische Bucht als Teil des Norddeutschen Tieflands schließt sich unmittelbar südlich an den Teutoburger Wald an und bildet geologisch gesehen eine flache Schüssel aus kreidezeitlichen Gesteinen. Die geologische Entwicklung während der Kreide-Zeit wird maßgeblich vom Geschehen am Teutoburger Wald mit der Osning-Störungszone bestimmt. Während der Unterkreide-Zeit war die Osning-Störungszone eine nach Norden einfallende Bruchzone, an der das Niedersächsische Becken einsank und mehrere tausend Meter mächtige tonige Sedimente aufnahm. Das südlich anschließende Münsterland selbst lag während der Unterkreide-Zeit meistens über dem Meeresspiegel und diente als Sedimentlieferant. Erst am Ende dieses Zeitraums erfolgte ein Meeresspiegelanstieg, der die Küstenlinie vom Teutoburger Wald an den Südrand des Münsterlandes zwischen Duisburg und Brilon verschob. Auch dort bildeten sich einzelne Sandsteinhorizonte. Charakteristisch für diese Sandsteine ist das Mineral Glaukonit, ein Eisen-Aluminium-Silikat von grüner Farbe, das dem Gestein insgesamt eine gelbgrüne oder graugrüne Farbe verleiht. Solche, mehrfach auch in der Oberkreide vorkommenden glaukonitreichen Gesteinshorizonte werden als „Grünsand“ bezeichnet. Bekannte Grünsandsteine wie der Rütthener Grünsandstein und der Anröchter Grünsandstein werden auch heute noch als begehrte Werksteine in zahlreichen Steinmetzbetrieben verarbeitet.

In der Oberkreide-Zeit trat eine Erwärmung des Weltklimas ein und damit verbunden ein erneuter Anstieg des Meeresspiegels. Im tieferen Schelfmeer der Cenoman- und Turon-Stufen bildeten sich überwiegend kalkige Sedimente, die sogenannten Plänerkalke. Es sind Wechselfolgen von 10 – 40 cm dicken, biogenen Kalksteinbänken und dünnen Tonmergelsteinlagen. Die mehrere hundert Meter mächtigen Plänerkalke bilden heute die Grundlage der Kalk- und Zementindustrie am Teutoburger Wald und der Zementindustrie im Raum Geseke – Erwitte – Paderborn. Im Turon des südlichen Münsterlandes schaltet sich in die Plänerkalke der nur 2 m mächtige Anröchter Grünsandstein ein, der zwischen Werl und Geseke seit dem Mittelalter bis heute als Werkstein gewonnen wird.

Während der Oberkreide-Zeit erfolgte am Teutoburger Wald in tektonischer Hinsicht eine Bewegungsumkehr oder Inversion. Das bislang einsinkende Niedersächsische Becken hob sich nun langsam heraus, was zur Freilegung seiner unterkretazischen, tonigen Beckenfüllung führte und deren gleichzeitige Erosion bewirkte. Das nun im Süden einsinkende Münsterland nahm diesen Abtragungsschutt auf und es bildete sich der bis 1 500 m mächtige, aus grauen Tonmergelsteinen bestehende Emschermergel der Coniac- und Santon-Stufe. Diese tonigen Oberkreide-Gesteine des Münsterlandes werden noch heute als Ziegeleirohstoffe genutzt.

Die während der gesamten Oberkreide-Zeit herrschende tektonische Unruhe erreichte an der Kreide/Tertiär-Grenze ihren Höhepunkt mit der Herauspressung des Niedersächsischen Beckens entlang des Teutoburger Waldes. Dies führte zu randlichen Faltungen und Überschiebungen in Richtung auf das Münsterland. Während die Kreide-Schichten im nordwestlichen Teil des Teutoburger Waldes meist flach bis halbsteil auf das Münsterland zu einfallen, lagern sie im südöstlichen Teil oft steil oder überkippt.

Ablagerungen der Kaltzeiten überziehen das Münsterland mit einem mehr oder weniger dünnen Schleier.

## Niederrhein

Die Niederrheinische Bucht – eine bis in die heutige Zeit aktive Senkungszone – greift tief nach Süden in das Rheinische Schiefergebirge hinein. Diese Senkungszone ist Teil eines Störungssystems, das Europa von der zentralen Nordsee her mit Unterbrechungen bis zum Oberrheingraben und dem Rhôneal durchzieht. Bedeutende Verwerfungen wie Viersener Sprung, Erft-Sprung und Rurrand-Sprung bildeten sich aufgrund erdgeschichtlich lang anhaltender plattentektonischer Bewegungen. Sie manifestieren sich noch heute in Erdbeben. Während der Tertiär-Zeit (65 – 2,6 Mio. Jahre v. h.) stiegen vor 20 – 30 Mio. Jahren im Raum Bonn an Verwerfungen der Niederrheinischen Bucht Magmen auf. Dabei kam es zu einer Entmischung der basaltischen Schmelzen. Es entstanden kieselsäurereiche Schmelzen, die gasreich und hoch explosiv waren. Ihre Eruption führte zur Bildung der sogenannten Siebengebirgscaldera, in der sich einige hundert Meter mächtige Trachyttuffe anhäuferten. Erst später drängte sich das trachytische Magma selbst in die mächtigen Tuffmassen hinein und bildete rundliche Quellkuppen wie jene des Drachenfelsens. Noch später stiegen Latite und Basalte auf.

Alle vulkanischen Gesteine des Siebengebirges und linksrheinischer Vorkommen sind seit Jahrhunderten für Bauzwecke genutzt worden. Befestigungsanlagen, Burgen und Schlösser und nicht zuletzt zahlreiche Kirchen wie der Kölner Dom sind unter anderem aus vulkanischem Gestein des Bonner Raumes errichtet worden. Heute steht das Siebengebirge unter Naturschutz.

Die charakteristischen Gesteine des Niederrheins sind die Locker- oder nur wenig verfestigten Gesteine der Tertiär- und Quartär-Zeit. Wichtiges tertiärzeitliches Gestein ist die bis 100 m mächtige Braunkohle, die im tropischen Klima dieses Zeitalters aus einer Sumpfvvegetation entstanden ist. Heute wird dieser Rohstoff in riesigen Tagebauen von bis zu 500 m Tiefe für die Stromerzeugung abgebaut. In der Quartär-Zeit (2,6 Mio. Jahre v. h. bis Jetztzeit) gestalteten die Flüsse Rhein und Maas mit ihrer Materialfracht die Niederrheinlandschaft. Kies- und Sandablagerungen der mächtigen Flussterrassen werden von der Bauindustrie im großen Umfang genutzt. Die Gletscher der Vereisungsphasen beeinflussten den Niederrhein nur randlich, schufen jedoch mit den Stauchendmoränen deutliche landschaftliche Elemente.

## Wichtige Festgesteinstypen in Nordrhein-Westfalen

Die zahlreichen in Nordrhein-Westfalen genutzten Festgesteine weisen eine große Variationsbreite auf. Die meisten Gesteine sind paläozoische und mesozoische Sedimentgesteine. Bei den magmatischen Gesteinen handelt es sich ausnahmslos um Vulkanite. Metamorphe Gesteine fehlen gänzlich, sieht man von den schwach metamorphen Tonschiefern und quarzitischen Sandsteinen ab.

Folgende Gesteinsarten werden in Nordrhein-Westfalen wirtschaftlich genutzt:

- Vulkanite (Erguss- und Ganggesteine) wie Quarzkeratophyr, Effusiv- und Intrusiv-Diabas, Basalt
- Sedimentgesteine wie Sandstein, quarzitischer Sandstein, Kalkstein, Dolomitstein, Mergelkalkstein, Tonmergelstein, Tonstein

Eine stratigrafische Übersicht der wichtigsten in Nordrhein-Westfalen genutzten Festgesteine enthält die Abbildung 2. Den im Folgenden beschriebenen Gesteinsarten sind jeweils Tabellen mit technischen Kennwerten (Tab. 1 – 8) angeschlossen, die an Gesteinen in Nordrhein-Westfalen ermittelt wurden. Für eine vertiefende Betrachtung der Petrografie der Gesteine wird auf die Fachliteratur verwiesen (z. B. MATTHES 1987, MÜLLER 1996).

### Vulkanite

Vulkanite sind durch Austritt des schmelzflüssigen Magmas unmittelbar an der Erdoberfläche entstanden. Infolge der raschen Abkühlung sind Vulkanite durch ein feinkörniges, oft porphyrisches Gefüge gekennzeichnet, d. h. in einer dichten, feinkörnigen oder glasigen Grundmasse lie-

Ära	System		Alter (Mio. Jahre vor heute)	max. Mächtigkeit	Lithologie	nutzbare Festgesteine in NRW	
KÄNOZOIKUM	Quartär	Holozän	2,6	350 m			
		Pleistozän					
	Tertiär	Neogen	500 m				
		Paläogen					
MESOZOIKUM	Kreide	Oberkreide	65	2 000 m		Baumberger Sandstein	
		Unterkreide				1 500 m	Anrächter Grünsandstein Rüthener Grünsandstein
	Jura	Malm	142	550 m		Korallenoolith	
		Dogger		350 m	Porta-Sandstein		
		Lias		> 500 m	Schötmarer Schilfsandstein		
	Trias	Keuper	200	400 m		Trochitenkalk	
		Muschelkalk		250 m	Wesersandstein Wrexener Sandstein		
		Buntsandstein		1 000 m	Karbonatgestein der Werra-Folge		
	PALÄOZOIKUM	Perm	Zechstein	251	600 m		Ibbenbürener Sandstein Ruhrsandstein
			Rotliegend		296	200 m	Kohlenkalk
Karbon		Oberkarbon	358	6 000 m		Kattenfelder Marmor Aachener Blausteine Massenkalk	
		Unterkarbon		500 m	Rensselandia-Sandstein		
Devon		Oberdevon	417	1 000 m		Unnenberg-Sandstein Mühlenberg-Sandstein	
		Mitteldevon		4 000 m	Fredeburger Dachschiefer Odenspiel-Grauwacke		
		Unterdevon		3 000 m	Wahnbach-Sandstein		
Silur		443	?				
Ordovizium		495	> 800 m		Schevenhütter Schiefer		
Kambrium		545	> 1 000 m				

Abb. 2 Die Perioden der Erdgeschichte mit den wichtigsten nutzbaren Festgesteinen in NRW (nach SIMPER 1991, verändert)

gen als Einsprenglinge größere Kristalle. Die meisten vulkanischen Gesteine sind frei von Hohlräumen; lediglich Lavaströme und Auswürflinge in Tuffen führen häufig Blasen- oder Wabengefüge mit einem hohen Anteil an Hohlräumen.

Das Erscheinungsbild vulkanischer Gesteinslagerstätten kann sehr vielfältig sein. Ideale Lagerstätten sind Staukuppen oder Deckenergüsse größerer Mächtigkeiten. Sie zeichnen sich durch eine relativ einheitliche Gesteinszusammensetzung aus. Charakteristisch für viele Vulkanitlagerstätten ist ihre Verengung zur Tiefe – in Richtung auf den Zufuhrkanal („Schlotregion“) – hin. Weniger günstig sind Lagerstätten, in denen neben dichten Laven auch Tuffe oder stark poröse Laven („Lavaschlacken“) sowie Nebengesteinsanteile wie z. B. Kalkstein auftreten. Stratigrafisch ältere vulkanische Deckenergüsse sind häufig gefaltet und von Störungen durchzogen, sodass ihr Abbau wegen der komplizierten Struktur zusätzliche Probleme bereitet. Auch können Lagerstättenpartien durch Verwitterungseinflüsse oder nachträgliche Mineralumwandlungen infolge vulkanisch aufgeheizter Wässer qualitativ beeinträchtigt sein. Dem ist bei einer wirtschaftlichen Nutzung für den Straßenbau am besten zu begegnen, indem neben hochwertigen Edelsplitten und Splitten zusätzlich Mineralstoffgemische produziert werden, für deren Herstellung diese weniger festen Gesteine geeignet sind.

Als Ganggesteine werden magmatische Gesteine bezeichnet, bei denen das schmelzflüssige Magma in einer Krustentiefe bis zu wenigen Kilometern erstarrt ist. Diese auch als Subvulkanite bezeichneten Gesteine zeigen aufgrund des langsameren Abkühlungsvorganges häufig ein größeres Gefüge als die an der Erdoberfläche erstarrten Vulkanite.

Vulkanite sind wegen ihrer günstigen gesteintechnischen Eigenschaften gesuchte Rohstoffe für den Verkehrswege- und Betonbau. In Nordrhein-Westfalen treten überwiegend devonische und karbonische Diabase sowie tertiärzeitliche Basalte auf.

### ***Petrografische Beschreibung und technische Kennwerte:***

#### **Quarzkeratophyr**

Als Quarzkeratophyre werden paläozoische Rhyolithe bezeichnet. Die meist grauen, rötlich oder grünlich grauen Gesteine haben ein porphyrisches Gefüge mit einer dichten bis glasigen Grundmasse und einzelnen größeren Kristallen als Einsprenglinge. Sie sind meist massig, seltener plattig ausgebildet. Hauptbestandteile dieser Gesteine sind die Feldspäte Albit und Plagioklas sowie Quarz.

<b>Tabelle 1</b>		
<b>Technische Kennwerte von Quarzkeratophyr</b>		
Rohdichte	g/cm <sup>3</sup>	2,5 – 2,7
Wasseraufnahme nach DIN 52 103	M.-%	0,2 – 0,7
Druckfestigkeit nach DIN EN 1926	MPa	180 – 300
Biegezugfestigkeit	MPa	15 – 20
Schlagzertrümmerungswert nach DIN 52 115/DIN EN 1097-2	M.-%	11 – 13
Polierresistenz	—	50 – 55
Schleifabnutzung	cm <sup>3</sup> Verlust/50 cm <sup>2</sup>	5 – 8,0

## Diabas

Stark sekundär veränderte paläozoische Gesteine der Basaltfamilie werden im mitteleuropäischen Raum traditionell als Diabase bezeichnet. Nach der modernen Nomenklatur handelt es sich um Metabasalte (STRECKEISEN 1978). Wegen unterschiedlicher technologischer Eigenschaften wird zwischen Effusiv-Diabas und Intrusiv-Diabas unterschieden.

Die Effusiv-Diabase sind meist dunkelgrün bis schwarzgrün, dicht bis mittelkörnig, mitunter auch grobkörnig. Im Unterschied zu den Intrusiv-Diabasen sind sie am Meeresboden frei ausgeflossen (Abb. 3).

Der Mineralbestand der Effusiv-Diabase setzt sich aus Plagioklas, meist mehr oder weniger umgewandelt in albitischen Plagioklas, sowie Augit, teilweise umgewandelt in Amphibol und Chlorit, zusammen.

Falls Olivin vorhanden war, ist dieser meist zu Serpentin umgewandelt. Hinzu kommen sekundär entstandener Kalzit, oft etwas Quarz und Erz.

Durch Feldspateinsprenglinge erhält das Gestein bisweilen ein porphyrisches Gefüge. Grobkörnige Gesteinsvarietäten haben aufgrund der Einlagerung von sperrigen Plagioklasleisten häufig ein charakteristisches Gefüge. Verbreitet sind auch Diabase, die durch das Vorhandensein von kleinen, mit Sekundärmineralien gefüllten Blasen Hohlräumen gekennzeichnet sind (Diabasmandelsteine), sowie geschieferte Tuffe, die häufig schalig absondern (Schalsteine).

Das „Vergrünen“ der ursprünglichen Basalte beruht auf Mineralumwandlungen von Pyroxen und Feldspäten zu Chlorit, Epidot, Amphibol und Kalzit.

Schalsteine haben ein Gefüge aus blässigen Tufffragmenten und karbonati-



Abb. 3  
Effusiv-Diabas (Hauptgrünsteinzug), am Meeresboden in Rutschfallen verformt. Brilon, Werk Am Bilstein (5) (Bildhöhe: 0,5 m)

Tabelle 2  
Technische Kennwerte von Diabas

		Effusiv-Diabas	Intrusiv-Diabas
Rohdichte	g/cm <sup>3</sup>	2,7 – 2,8	2,8 – 2,9
Wasseraufnahme nach DIN 52 103	M.-%	<0,5	<0,5
Druckfestigkeit nach DIN EN 1926	MPa	150	180 – 250
Biegezugfestigkeit	MPa	15 – 25	15 – 25
Schlagzertrümmerungswert nach DIN 52 115/DIN EN 1097-2	M.-%	11 – 16	9 – 15
Polierresistenz	—	55 – 59	56 – 59
Schleifabnutzung	cm <sup>3</sup> Verlust/50 cm <sup>2</sup>	5 – 8,0	5 – 8,0

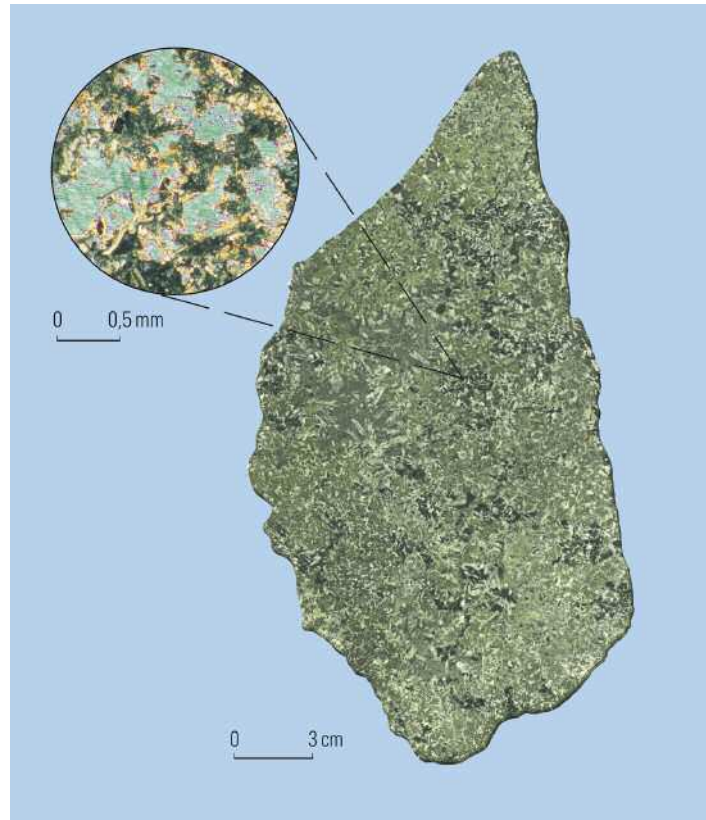


scher Matrix. Der Mineralbestand ist vorherrschend Chlorit, Kalzit und Leukoxen (Titanit).

Die im subvulkanischen Niveau erstarrten Intrusiv-Diabase sind bei strenger Anwendung der neuen Nomenklaturregeln als Mikrognabbro zu bezeichnen (STRECKEISEN 1978). Intrusiv-Diabas ist ein fein- bis mittelkörniges, graues bis schwarz-graues Ganggestein mit gabbroider Zusammensetzung. Es besteht aus wechselnden Anteilen Plagioklas, Amphibol, Pyroxen, Olivin und Biotit (Abb. 4).

Die Intrusiv-Diabase des Sauerlandes haben eine fast völlige Umwandlung erfahren. Vom primären Mineralbestand ist der Augit noch am besten erhalten.

Abb. 4  
Grobkörniger Intrusiv-Diabas im Anschliff (rechts) und Dünnschliff (oben). Das Dünnschliffbild zeigt leistenförmige Feldspatkristalle (hell) und Olivinkristalle (grün). Winterberg, Werk Silbach (3)



## Basalt

Basalt ist das vulkanische Äquivalent des Tiefengesteins Gabbro. Hauptbestandteile sind Plagioklas und Pyroxen. Die dunkle Färbung wird durch Pyroxen und Erz verursacht. Weitere Bestandteile sind Olivin, Amphibol, Feldspatvertreter, Biotit und Quarz.

Tabelle 3  
Technische Kennwerte von Basalt

Rohdichte	g/cm <sup>3</sup>	2,9 – 3,0
Wasseraufnahme nach DIN 52 103	M.-%	0,03 – 0,5
Druckfestigkeit nach DIN EN 1926	MPa	250 – 300
Biegezugfestigkeit	MPa	15 – 25
Schlagzertrümmerungswert nach DIN 52 115/DIN EN 1097-2	M.-%	12 – 17
Polierresistenz	—	45 – 51
Schleifabnutzung	cm <sup>3</sup> Verlust/50 cm <sup>2</sup>	5 – 8,5

Die meist dunkelgrauen bis schwarzen Basalte haben ein dichtes bis mittelkörniges, auch porphyrisches Gefüge, sind sehr hart und haben einen muscheligen Bruch. Charakteristisch sind säulenförmige Erstarrungsformen (Säulenbasalt, Abb. 5). Gelegentlich bilden sich auch schlackige, blasige oder strickartige Erstarrungsformen. Hierdurch entstehen Hohlräume im Gestein, die durch Sekundärbildung von Kalzit,

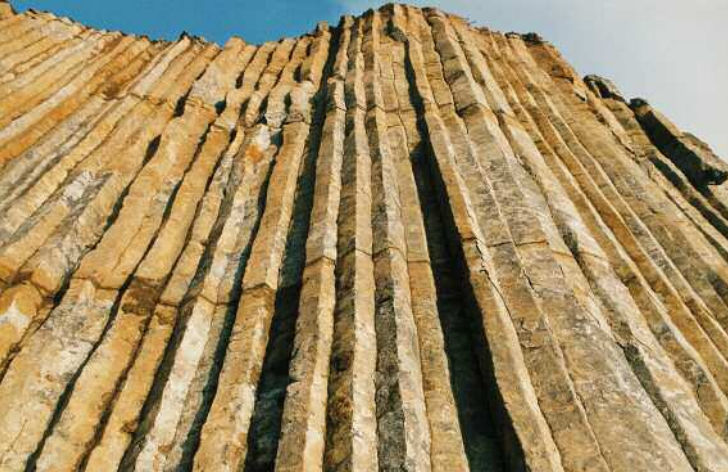


Abb. 5

Säulenbasalt. Linz, Steinbruch Naak (Höhe der Wand: ca. 15 m)

Quarz oder Zeolith ausgefüllt werden können (Mandelsteine). Die geringe Verwitterungsneigung und ihr hohes spezifisches Gewicht machen Basalte zu einem vielseitig nutzbaren Rohstoff.

## Sedimentgesteine

Sedimentgesteine sind aus Verwitterungsprodukten der Erdkruste an der Erdoberfläche, in Gewässern oder im Meer gebildet worden. Nach Art der Ablagerung werden unterschieden:

- klastische Sedimente (z. B. Kies, Sand, Ton) und die durch Verfestigung (Diagenese) aus ihnen hervorgegangenen festen Sedimentgesteine (z. B. Sandstein, Tonstein, manche Kalksteine)

Das Gefüge wird primär bestimmt durch die Schichtung, die Lagerungsdichte des ursprünglich lockeren Materials sowie sekundär durch das nachträglich gebildete Bindemittel (Zement) oder die Kornverzahnung.

- chemische Sedimente und die durch Verfestigung aus ihnen hervorgegangenen Sedimentgesteine

Chemische Sedimente entstehen durch Ausfällung von in Wasser gelösten Stoffen. Bei diesen Gesteinen spielen sich nach der Diagenese meist komplizierte Lösungs-, Ausfällungs- und Umkristallisationsprozesse ab. Entsprechend variabel sind die Gefügeeigenschaften und Porositäten, die sich aus der Verteilung von größeren Komponenten, ursprünglich feinkörnigem Kalkschlamm und nachträglich in den Porenräumen ausgeschiedenem Zement ergeben. Die wichtigsten Vertreter dieser Gesteinsgruppe sind einige Karbonatgesteine (Kalkstein, Dolomitstein), Evaporite (Steinsalz, Kali- und Magnesiumsalze, Anhydrit und Gips) sowie einige Kieselgesteine.

- biogene Sedimente und die durch Verfestigung aus ihnen hervorgegangenen Sedimentgesteine

Biogene Sedimente und Sedimentgesteine sind Anhäufungen tierischer oder pflanzlicher Reste wie einige Kalksteine, die Mehrzahl der Kieselgesteine (z. B. Radiolarite) sowie Torf, Braunkohle und Steinkohle.

## Petrografische Beschreibung und technische Kennwerte:

### Sandstein

Sandsteine bestehen im Wesentlichen aus verfestigten Sanden, also aus Quarz, untergeordnet aus Feldspat, Glimmer und weiteren Mineralien, in dem für Sand charakteristischen Korngrößenpektrum von 0,063 – 2 mm. Das Bindemittel als Matrix und Zement kann kieselig und/oder karbonatisch sein. Tonmineralien und glimmerartige Mineralien wie Illit, Hellglimmer oder

Chlorit, teilweise als diagenetische Neubildungen, sind häufig vorhanden. Wichtig für die Festigkeit eines Gesteins ist die Art der Kornbindung: Je intensiver die Körner miteinander verzahnt sind, desto fester ist das Gestein.

Die Klassifikation der Sandsteine erfolgt einmal nach der Art und dem Anteil der Sandfraktion (z. B. Quarzsandstein), der Korngröße

(Fein-, Mittel- und Grobsandstein) und zum anderen nach dem Bindemittel (kieselig, karbonatisch oder tonig). Das tonige Bindemittel in paläozoischen Sandsteinen ist oft in einen chloritisch-serizitischen Zement umgewandelt und zusätzlich leicht verkieselt.

Unter der noch häufig benutzten Bezeichnung Kalksandstein wird ein karbonatisch gebundenes, aus Quarz- oder Silikatkörnern bestehendes Sedimentgestein verstanden. Kalksandsteine sind durch einen Quarzgehalt > 50 % gekennzeichnet. Da dieser Begriff auch für den künstlich hergestellten Baustoff Kalksandstein verwendet wird, sollten natürliche Gesteine dieser Art besser als karbonatische Sandsteine bezeichnet werden.

Nicht selten sieht man in den Sandsteinen die durch Verwitterungslösungen entstandenen konzentrischen Liesegang'schen Ringe (Abb. 6), die bei Werksteinen als optisch attraktiv gelten.

Abb. 6

Ibbenbürener Sandstein, parallel zur Schichtung gesägt, mit einzelnen Quarz- und Kohlegeröllern sowie typischen Liesegang'schen Ringen. Ibbenbüren, Werk Woitzel (47) (Breite der Platte: ca. 2 m)

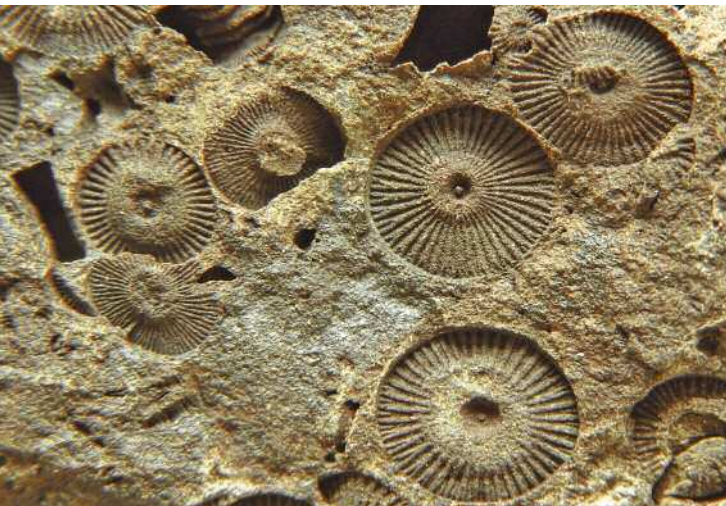


## „Grauwacke“

Grauwacken im mineralogisch-petrografischen Sinn sind schlecht sortierte, grobkörnige, Feldspat führende, meist graugrüne Sandsteine, die Fragmente von quarzitischem Sandstein, Kieselschiefer und Ton-schiefer führen können. In Nord-rhein-Westfalen treten keine echten Grauwacken, wohl aber feldspat-arme Subgrauwacken auf. In der Natursteinindustrie wird abwei-chend von dieser Beschreibung die Bezeichnung „Grauwacke“ traditio-nell häufig auch für tonhaltige, feinkörnige Sandsteine und Schluffsteine des Rheinischen Schiefergebirges verwendet (Abb. 7). In der vorliegenden Veröffentlichung wird jedoch der pe-trografischen Bezeichnung Sandstein

Rohdichte	g/cm <sup>3</sup>	2,5 – 2,7
Wasseraufnahme nach DIN 52 103	M.-%	0,2 – 1,3
Druckfestigkeit nach DIN EN 1926	MPa	150 – 300
Biegezugfestigkeit	MPa	13 – 25
Schlagzertrümmerungswert nach DIN 52 115/DIN EN 1097-2	M.-%	12 – 18
Polierresistenz	—	55 – 63
Schleifabnutzung	cm <sup>3</sup> Verlust/50 cm <sup>2</sup>	10 – 12

vor dem Handelsnamen Grauwacke der Vorzug gegeben, auch wenn sich die devonischen Gesteine petrogra-fisch deutlich von den stratigrafisch jüngeren Sandsteinen unterscheiden.



vor dem Handelsnamen Grauwacke der Vorzug gegeben, auch wenn sich die devonischen Gesteine petrogra-fisch deutlich von den stratigrafisch jüngeren Sandsteinen unterscheiden.

Abb. 7

Mühlenberg-Sandstein („Lindlarer Grauwacke“) mit Seelilienstielgliedern. Lindlar (Durchmesser der Stielglieder: ca. 1 cm)

## Quarzit

Die Bezeichnung Quarzit gilt in strengem Sinne für ein metamorphes, aus quarzreichem Sandstein hervorgegangenes Gestein. Vielfach werden aber auch nicht oder nur schwach metamorphe, stark verfestigte, quarzitisches Sandsteine als Quarzite bezeichnet. Charakteristisch für quarzitisches Sandsteine ist die Korn-an-Korn-Bindung der Quarze und deren Pflasterstruktur. Zementquarzite sind ebenfalls streng genommen keine Quarzite, sondern Sandsteine, die aus eingekieselten Sandkörnern entstanden sind, z. B. die Tertiär-Quarzite.

## Kalkstein

Zu den Karbonatgesteinen werden hier alle Gesteine gezählt, die überwiegend aus den Karbonatmineralien Kalzit  $[\text{CaCO}_3]$  oder Dolomit  $[\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2]$  zusammengesetzt sind. Die Abkürzung Kalk oder Dolomit für das natürliche Gestein wird hier vermieden, weil damit in der Industrie die gebrannten, technischen Produkte bezeichnet werden.

Hauptbestandteil der Kalksteine ist vorwiegend biogener Kalzit, der in Form von Schalen- oder Skelettresten (Abb. 8) oder von ihren fein- bis feinstkörnigen Zerstörungsprodukten – oft unter Beteiligung von gelöstem und wieder ausgefälltem Kalzit – diese Gesteine aufbaut.



Abb. 8 Massenkalk, entstanden aus Riffschutt mit Stromatoporen- und Korallenbruchstücken. Üxheim/Eifel

Kalkstein ist nach dem hier angewandten Einteilungsprinzip ein Karbonatgestein mit höchstens 10 %<sup>1</sup> Beimengungen nicht karbonatischer Mineralien (z. B. Tonmineralien, Quarz, Eisenhydroxide). Die verwendeten Gesteinsbezeichnungen in Abhängigkeit vom Karbonatgehalt sind dem folgenden Schema zu entnehmen:

> 90 % $\text{CaCO}_3$ = Kalkstein	25 – 50 % $\text{CaCO}_3$ = Tonmergelstein
75 – 90 % $\text{CaCO}_3$ = Mergelkalkstein	10 – 25 % $\text{CaCO}_3$ = Mergeltonstein
50 – 75 % $\text{CaCO}_3$ = Kalkmergelstein	0 – 10 % $\text{CaCO}_3$ = Tonstein

Zu den wichtigsten Karbonatgesteinen zählen in Nordrhein-Westfalen die paläozoischen Kalksteine des Massenkalks (Devon) und des Kohlenkalks (Karbon) sowie die mesozoischen Kalksteine der Trias und der Oberkreide. Die größte Verbreitung weisen unter diesen der devonische Massenkalk sowie die Kalksteine und Kalkmergelsteine der Oberkreide auf. Sie haben für die Kalk- und Zementindustrie unseres Landes aufgrund ihrer Lagerstättenpotenziale eine herausragende Bedeutung.

Tabelle 6  
Technische Kennwerte von Massenkalk

Rohdichte	$\text{g/cm}^3$	2,70
Wasseraufnahme nach DIN 52 103	M.-%	<0,5
Druckfestigkeit nach DIN EN 1926	MPa	100 – 150
Biegezugfestigkeit	MPa	5 – 15
Schlagzertrümmerungswert nach DIN 52 115/DIN EN 1097-2	M.-%	22 – 27
Polierresistenz	—	30 – 35
Schleifabnutzung	$\text{cm}^3$ Verlust/50 $\text{cm}^2$	15 – 40

<sup>1</sup> Die im Folgenden angeführten Prozentanteile beziehen sich bei chemischen Analysen auf M.-%, beim Mineralbestand auf Vol.-%.

## Dolomitstein

Hauptbestandteil von Dolomitstein ist das Mineral Dolomit. Reiner Dolomit enthält 30,4 % CaO, 21,8 % MgO und 47,8 % CO<sub>2</sub>. Vielfach haben die Dolomitsteine Beimengungen von Kalzit sowie Tonmineralien und Quarz. Dolomitsteine sind zu meist durch Zufuhr magnesiumhaltiger Lösungen sekundär aus Kalksteinen entstanden.



Abb. 9  
Fredeburger Dachschiefer mit spitzwinkliger Lage der Schieferung (sf) zur Schichtung (ss). Werk Fredeburg (64) (aus HEIß 1993)

Tabelle 7  
Technische Kennwerte von Dolomitstein

Rohdichte	g/cm <sup>3</sup>	2,7 – 2,8
Wasseraufnahme nach DIN 52 103	M.-%	0,2 – 0,6
Druckfestigkeit nach DIN EN 1926	MPa	100 – 150
Biegezugfestigkeit	MPa	6 – 15
Schlagzertrümmerungswert nach DIN 52 115/DIN EN 1097-2	M.-%	22 – 27
Polierresistenz	—	30 – 35
Schleifabnutzung	cm <sup>3</sup> Verlust/50 cm <sup>2</sup>	15 – 40

## Tonstein

Tonstein gehört zu den pelitischen Sedimentgesteinen, für die eine vorherrschende Korngröße von < 0,002 mm charakteristisch ist. Hauptbestandteil der vorwiegend grauen bis schwarzen, seltener grünen und roten Tonsteine sind Tonmineralien. Daneben sind wechselnde Anteile von schluffkörnigem Quarz, Feldspat und Karbonatmineralien zu finden. In geringen Mengen können farbgebende Mineralien wie Hämatit (rot) und Chlorit (grün) sowie organische Substanz (schwarz) fein verteilt in der Gesteinsmatrix auftreten.

Tonsteine des Rheinischen Schiefergebirges sind in der Regel durch eine mehr oder weniger ausgeprägte Schieferung – eine Schar von Trennflächen, die durch tektonischen, gerichteten Druck entstanden ist (Abb. 9) – gekennzeichnet. Besonders reiner und engständig geschieferter Tonstein eignet sich zur Verwendung als Dachschiefer.

Tabelle 8  
Technische Kennwerte von Dachschiefer

Rohdichte	g/cm <sup>3</sup>	2,7 – 2,8
Wasseraufnahme nach DIN 52 103	M.-%	0,5 – 0,6
Druckfestigkeit nach DIN EN 1926	MPa	—
Biegezugfestigkeit	MPa	50 – 80

## Festgesteine in der Steine-und-Erden-Industrie

Festgesteine gehören mit den Lockergesteinen wie Sand, Kies und Ton zu den Steine-und-Erden-Rohstoffen (EGGERT et al. 1986, DROZDZEWSKI 1999). In Nordrhein-Westfalen zählen vor allem Kalkstein, Dolomitstein, Sandstein, Diabas und Basalt zu den nutzbaren Festgesteinen. Sie werden überwiegend als Baurohstoffe im Verkehrswege- und Betonbau eingesetzt sowie für den Naturwerksteinbau. Zu den vielfältigen weiteren Verwendungszwecken zählt der Einsatz von Kalkstein und Dolomitstein in der Kalkindustrie wegen ihrer besonderen physikalischen und chemischen Eigenschaften. Die Kalkindustrie liefert ungebrannte und gebrannte Produkte in die Eisen- und Stahlindustrie, die chemische, Feuerfest- und Glasindustrie sowie in die Landwirtschaft (GOTTHARDT & KASIG 1996). Im Bereich des Umweltschutzes kommen bedeutende Mengen an Kalkstein bei der Rauchgasentschwefelung, der Neutralisation von Abwässern und der Kalkung von Wäldern zum Einsatz. Große Mengen an Mergelkalksteinen werden in der Zementindustrie, an Tonsteinen und Tonmergelsteinen in der Ziegelindustrie eingesetzt.

Der Stellenwert der Steine-und-Erden-Industrie in Nordrhein-Westfalen wird vor allem an der beachtlichen Zahl von Arbeitsplätzen deutlich. Die rohstoffproduzierende Industrie beschäftigt direkt etwa 12 000 Erwerbstätige und zusätzlich mehrere tausend Erwerbstätige im Bereich Rekulтивierung, Maschinenbau, Reparatur und Transport. Von ganz erheblicher Bedeutung ist darüber hinaus die Rohstoffe verwendende und verarbeitende Industrie, die von der Zulieferung mineralischer Rohstoffe abhängig ist und ihrerseits mehr als 300 000 Beschäftigte zählt.

Nachstehend werden die wichtigsten Produktionszweige und Einsatzbereiche für die Steine-und-Erden-Rohstoffe behandelt:

- Festgesteine für den Verkehrswege- und Betonbau
- Festgesteine für den Naturwerksteinbau
- Kalkstein und Dolomitstein für die Kalkindustrie
- Mergelkalkstein für die Zementindustrie
- Tonstein und Tonmergelstein für die Ziegelindustrie

### Festgesteine für den Verkehrswege- und Betonbau

Nordrhein-Westfalen verfügt als bevölkerungsreichstes Bundesland über ein außerordentlich dichtes Straßennetz. Zur Aufrechterhaltung und zum Ausbau dieses Straßennetzes spielen Festgesteine eine wichtige Rolle.

Innerhalb der Gruppe der Festgesteine lassen sich besonders harte Gesteine als Hartgesteine definieren. Maßgeblich für Hartgesteine ist ein Schlagzertrümmerungswert unter 18 %. Der Nutzen einer derartigen Unterscheidung wird beim Einsatz der Rohstoffe im Straßenbau deutlich (Abb. 10). Für die Tragschichten im Straßenunterbau lassen sich in der Regel weniger feste Gesteine einsetzen, beispielsweise Karbonatgesteine. In der Decke sollten dagegen allein Hartgesteine wie Diabas und devonischer Sandstein oder auch kieselige Karbonatgesteine eingesetzt

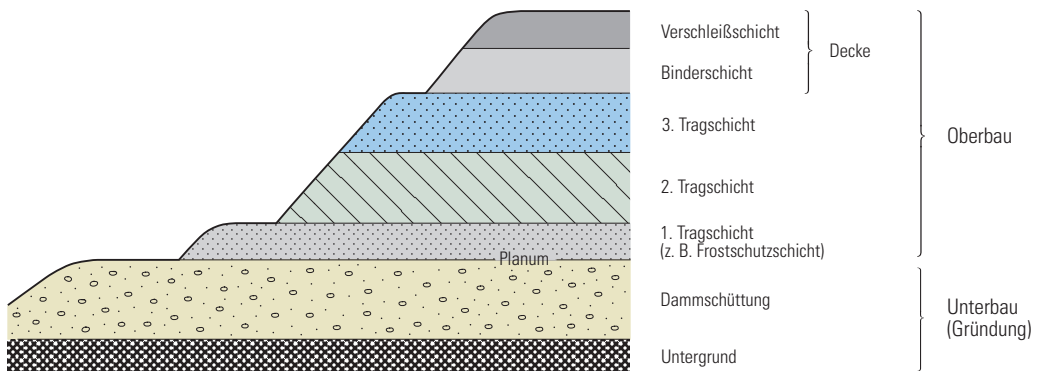


Abb. 10 Straßenkonstruktion, aufgebaut aus mehreren Lagen verschiedener Gesteinskörnungen

werden. Zusätzlich ist zu beachten, dass im obersten Teil der Decke – der Verschleißschicht – keine Karbonatgesteine eingesetzt werden dürfen, selbst wenn sie eine ausreichende Härte aufweisen. Karbonatgesteine sind polierfähig und gewährleisten damit keine nachhaltige Griffigkeit der Fahrbahn (TOUSSAINT 1995).

**Vorkommen:** Die meisten Abbaustellen für Straßenbaustoffe liegen im Sauerland und Bergischen Land, wo besonders feste Gesteine wie Diabas und Sandstein sowie Massenkalk und Kulm-Plattenkalk vorkommen (Abb. 11). Diese Gesteine aus der Devon- und Unterkarbon-Zeit erhielten ihre hohe Festigkeit vor allem infolge einer ehemals tiefen Versenkung während der variszischen Gebirgsbildung. Für die Fragestellung nach geeigneten Rohstoffen für den Straßenbau ergibt sich somit eine klare Tendenz: Je älter die Gesteine sind, desto fester und desto geeigneter sind sie in der Regel für den Einsatz im Straßenbau.

Am Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges, im Münsterland und im Weserbergland tritt fast nur Kalkstein auf, der vorwiegend für den Einsatz in Tragschichten der Straßenkonstruktion geeignet ist. Dazu zählt der Massenkalk des Sauerlandes, des Bergischen Landes und der Eifel. Weil der Massenkalk ein relativ festes Gestein mit Schlagzertrümmerungswerten von 22 – 27 % ist und zudem eine weite Verbreitung aufweist, wird er gern als Straßenbaustoff sowie als Betonzuschlag eingesetzt.

Einen weiteren wertvollen Straßenbaustoff stellt der Kulm-Plattenkalk des Arnberger Raumes dar, dessen oft erheblicher Kieselsäuregehalt günstige Schlagzertrümmerungswerte von 15 – 23 % und ausreichende Polierresistenzen von 48 – 53 bedingt. Dieses Gestein kann aufgrund der zum Teil unter 18 % liegenden Schlagzertrümmerungswerte auch als Hartgestein in Straßendeckschichten eingesetzt werden.

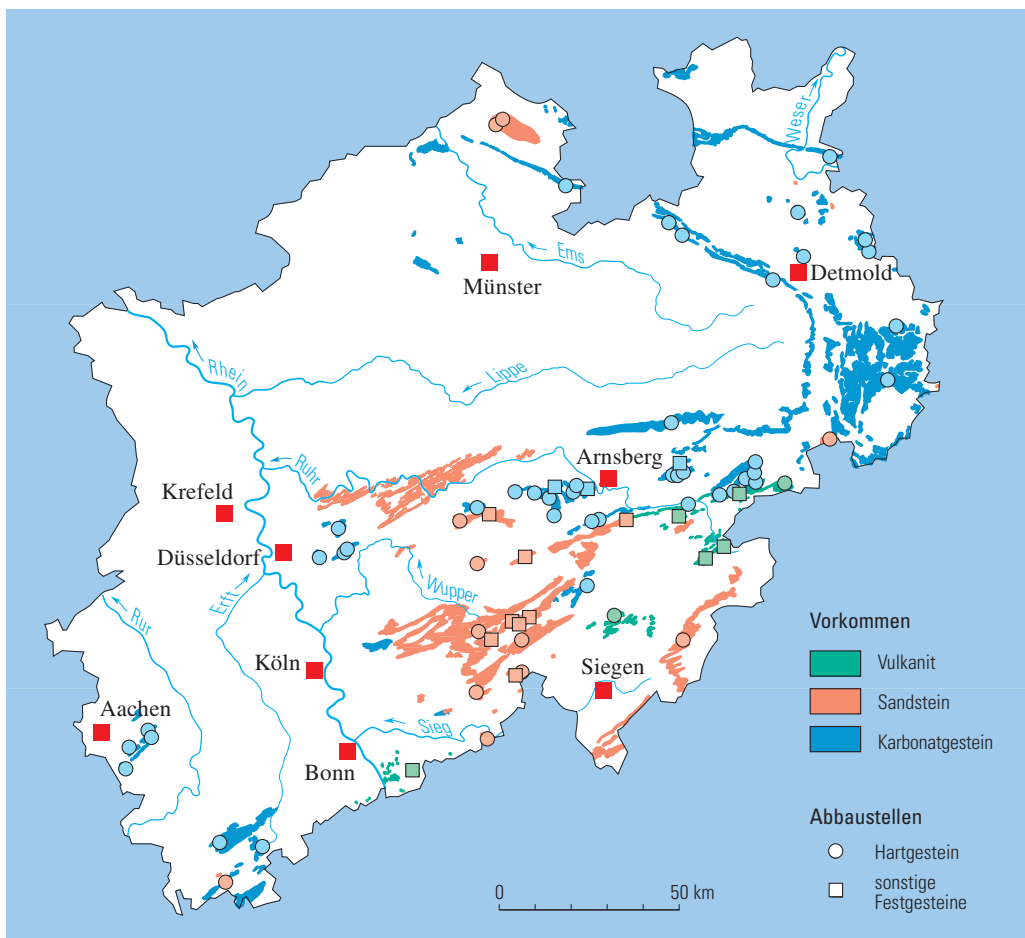
In Ostwestfalen hat der Trochitenkalk des Muschelkalks als Straßenbaustoff eine gewisse Bedeutung. Er wird oftmals mit den darüberliegenden Ceratiten-Schichten abgebaut und vorwiegend als Schüttmaterial eingesetzt. Mergelige Karbonatgesteine der Oberkreide im Münsterland und Teutoburger Wald finden im Straßenbau überwiegend als Gesteinsmehle Verwendung. Kalksteine der Oberkreide am Teutoburger Wald werden nur selten im Straßenbau eingesetzt.



Aufgrund der weiten Verbreitung von geeigneten Gesteinen in Nordrhein-Westfalen ist die Versorgung des Straßenbaus und des Betonbaus mit Rohstoffen, die nicht zu den Hartgesteinen zählen, langfristig als gesichert anzusehen. Die bislang eingetretenen Schließungen von Abbaustellen im gesamten Wiehengebirge und Teilen des Teutoburger Waldes führen zu einer verstärkten Nachfrage dieser Rohstoffe vor allem aus dem Sauerland. Längere Transportwege von 150 km und mehr müssen hierfür in Kauf genommen werden, was natürlich Verteuerungen nach sich zieht.

Weniger positiv stellt sich die Versorgung des Straßenbaus aus Hartgesteinsvorkommen dar (Abb. 11). Es bestehen 29 Abbaustellen im Sauerland und im Bergischen Land, die nicht nur Nordrhein-Westfalen, sondern zusätzlich auch den norddeutschen Raum und die Niederlande mit qualifizierten mineralischen Rohstoffen versorgen. Allerdings liefern nur 15 Abbaustellen

Abb. 11 Vorkommen und Abbaustellen von Hartgestein und anderen Festgesteinen für den Verkehrswege- und Betonbau. Die dargestellten Flächen kennzeichnen Bereiche, in denen entsprechende Lagerstätten auftreten können.



Hartgesteinsmaterial, das sich zum Einbau in Deck- und Binderschichten eignet; davon produzieren 13 Abbaubetriebe Hartgesteinsmaterial für die Verschleißschicht von Straßen für den Schwerlastverkehr.

In der Vergangenheit hat es in Nordrhein-Westfalen zeitweise Verknappungen bei den Hartgesteinen gegeben, sodass Zulieferungen aus weit entfernt liegenden Steinbrüchen erfolgten. Das extremste Beispiel waren Transporte von Grauwackensplitten aus der Lausitz. Aber auch Lieferungen aus dem benachbarten Rheinland-Pfalz können Lieferwege von 200 km per LKW bedeuten.

Bemerkenswert ist auch die Tatsache, dass während der letzten 30 Jahre kaum ein neues Hartsteinwerk eröffnet wurde. Was die Versorgungssituation noch erschwert, ist die Tatsache, dass die Diabaslagerstätten des Sauerlandes als Hartgesteinslieferanten mittel- bis langfristig erschöpft sein werden.

Da in Nordrhein-Westfalen nur wenige Gewinnungsstellen mit begrenzten Vorräten an Hartgestein existieren, kommt der landesplanerischen Sicherstellung von Erweiterungsflächen und möglicher neuer Abbaustellen eine besondere Bedeutung zu.

**Anforderungen und Verwendung:** Gebrochene Festgesteine werden als Schotter, Splitt, Edelsplitt, Brechsand und Edelbrechsand überwiegend im Straßenbau eingesetzt. Außerdem nimmt der Bahn- und der Wasserbau erhebliche Gesteinsmengen in Form von Gleisschottern und Wasserbausteinen auf. Auch Betonzuschläge werden heute zunehmend aus gebrochenen Festgesteinen hergestellt.

Von der Steine-und-Erden-Industrie werden für den Hoch- und Tiefbau vor allem folgende Produkte und Körnungen erzeugt:

- Schotter (32/45, 45/63 mm), Splitt (4/11, 11/22, 22/32 mm), Brechsand (0/4 mm)
- Edelsplitt (2/5, 5/8, 8/11, 11/16, 16/22 mm), Edelbrechsand (0/2 mm)
- korngestufte Mineralstoffgemische („Mineralbeton“) (0/32, 0/45, 0/56 mm)
- Gleisbettungsschotter (31,5/50 mm)
- Ufer-, Schütt- und Wasserbausteine
- Gesteinsmehl (Füller) (0/0,09 mm)
- Schrotten (veraltet; grobe, unklassierte Gesteinsstücke)

Als Splitt/Brechsand wird einfach gebrochenes Gestein, als Edelsplitt/Edelbrechsand mehrfach gebrochenes Gestein bezeichnet. Korngestufte Mineralstoffgemische sind Kornhaufwerke aus Schotter, Splitt, Brechsand und Natursand, deren Korngrößenverteilung eine dichte Aneinanderlagerung der Einzelkörner ermöglicht und die aufgrund rauer Kornoberflächen und scharfkantiger Kornformen ein standfestes, tragfähiges Korngerüst bilden. Mineralstoffgemische werden im Lieferwerk im vorgesehenen Siebschnitt direkt hergestellt oder unter Wasserzugabe aus Einzelkörnungen zusammengesetzt und als einbaufertiges Mischgut zur Herstellung bindemittelfreier Tragschichten für Straßen und Wege verwendet. Gebrochene Festgesteine werden im Straßenbau als ungebundenes oder gebundenes Material eingesetzt.

Die Tragschichten werden aus Mineralstoffgemischen ohne Bindemittel hergestellt. Hierbei dient die unterste Tragschicht in der Regel als Frostschuttschicht. In der Decke werden ausschließlich Edelsplitt, Edelbrechsand und Füller eingesetzt. Besonders hohe Anforderungen an die Gesteinseigenschaften werden bei Deckschichten von Straßen für den Schwerlastverkehr (Bauklassen SV I und II) gestellt. Produktionsstellen, die diese hochwertigen Edelsplitt herstellen, sind in der Produktpalette der angeführten Werke besonders gekennzeichnet.

Das Fließschema einer modernen Aufbereitungsanlage zeigt beispielhaft die Abbildung 12 (S. 34/35).

Grundsätzlich lassen sich für den Verkehrswege- und Betonbau alle grobstückig anfallenden, festen und verwitterungsbeständigen Festgesteine verwenden. Je nach Verwendungszweck spielt die Härte der Festgesteine eine besondere Rolle.

Bei den Qualitätskriterien sind die von der Gesteinsausbildung vorgegebenen Eigenschaften wie Festigkeit, Verwitterungsbeständigkeit, Polierresistenz sowie günstiges Zerkleinerungsverhalten der Gesteine von den aufbereitungsbedingten und damit beeinflussbaren Materialeigenschaften wie Reinheit, Kornform und Kornzusammensetzung zu unterscheiden. Aus dieser Unterscheidung ergeben sich in der Praxis weitere wichtige Vorgaben für die Verwendbarkeit von Festgesteinen. Denn vielfach treten feste Gesteine wie beispielsweise devonische Sandsteine in der Natur in Wechsellagerung mit relativ weichen Tonsteinen auf, was eine Verwendung als qualifizierten mineralischen Rohstoff ausschließt. Bei einer modernen Aufbereitung im Werk lassen sich aber die schädlichen, weichen Beimengungen weitestgehend aushalten und damit qualifizierte Produkte erzielen.

Zur Einhaltung der vorgeschriebenen Qualitätsanforderungen wurde in der Vergangenheit die Mehrzahl der Produktionsbetriebe durch zugelassene Prüfinstitute gütüberwacht. Mit der Einführung der Euro-Normen im Jahre 2004 ist die Fremdüberwachung der Betriebe entfallen. Stattdessen wird die Eigenüberwachung der Betriebe durch zertifizierte Institute lediglich auf Vollständigkeit geprüft. Andererseits werden künftig einige wesentliche Anforderungen neu eingeführt, z. B. die bisher fehlende Anforderung für den Polierwiderstand sowie der Los-Angeles-Versuch zur Bestimmung der Schlag- und Abriebfestigkeit.

Bedeutsam ist die Tatsache, dass die in den Werken hergestellten Gesteinskörnungen zum weit überwiegenden Teil nicht durch die Steinbruchbetriebe selbst, sondern über den Baustoffhandel zu den Abnehmern gelangen. Dies kann in der Praxis zu Erschwernissen bei der Beurteilung der eingesetzten Produkte führen, da Materialprüfungen ausschließlich in den Werken erfolgen und im Baustoffhandel nicht immer eine klare Trennung der aus den verschiedenen Steinbrüchen gelieferten Gesteinskörnungen gewährleistet ist.

Die hauptsächlichen Auftraggeber für den Hoch- und Tiefbau sind Bund, Länder und Kommunen sowie die Deutsche Bahn AG. Die Qualitätsanforderungen sind in umfangreichen technischen Regelwerken von Normen, Richtlinien und technischen Lieferbedingungen niedergelegt (BELLIN 1996, BÖHRINGER 1987, LORENZ & GWOSDZ 2002). Maßgebend für die Durchführungen der Prüfungen an Mineralstoffen sind in der Bundesrepublik Deutschland die entsprechenden Blätter der DIN-Norm, die zunehmend durch die Euro-Norm abgelöst wird. Für die im Folgen-

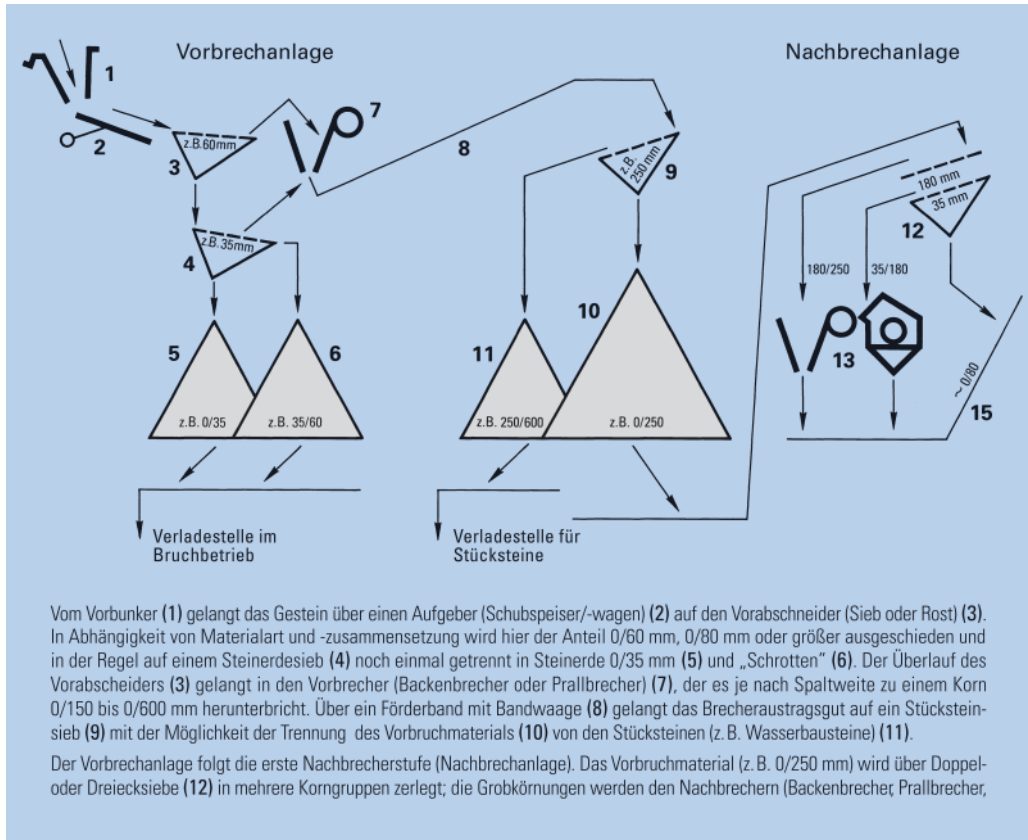


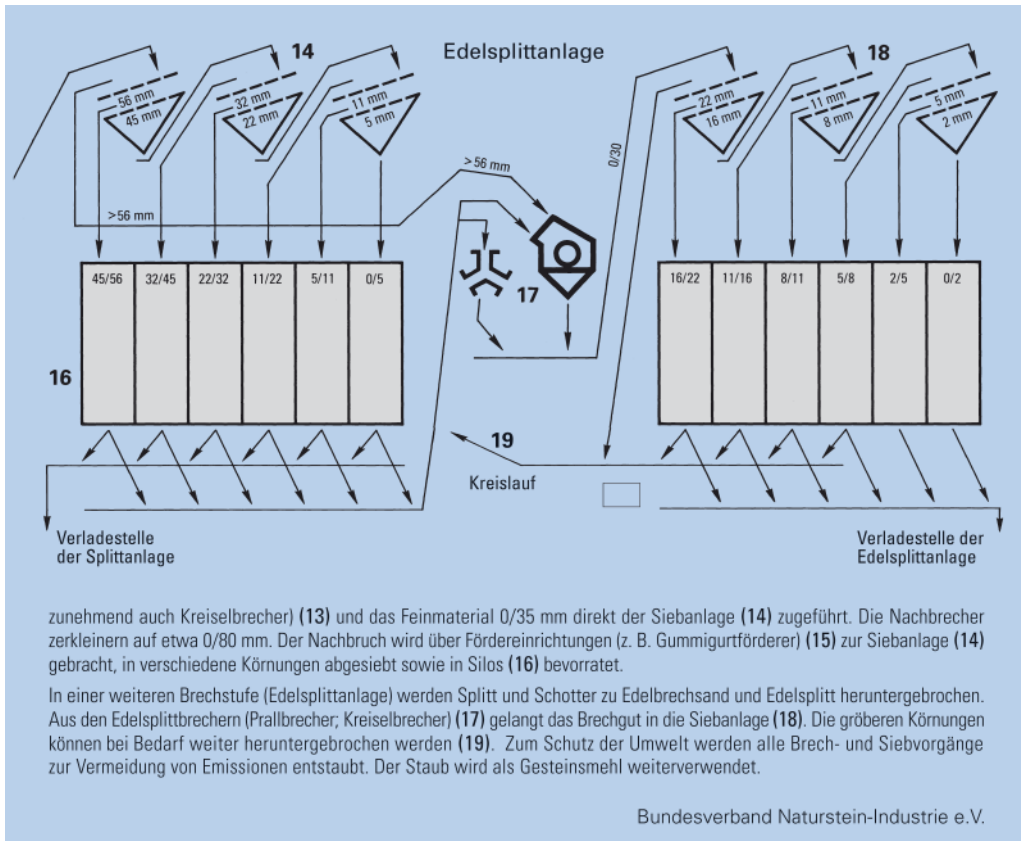
Abb. 12 Fließschema einer modernen Aufbereitungsanlage zur Herstellung gebrochener Festgesteine

den angeführten Normen finden sich im „Handbuch zur geologisch-technischen Bewertung von mineralischen Baurohstoffen“ (LORENZ & GWOSDZ 2003) ausführliche Erläuterungen und Quellenhinweise.

Nachstehend wird auf einige wichtige Anforderungen und Prüfungen hingewiesen. Sie betreffen vor allem die Widerstandsfähigkeit der Gesteine beziehungsweise Mineralstoffe gegen Verwitterung, gegen Schlag und gegen Polieren (Polierresistenz) sowie die Rohdichte.

**Widerstandsfähigkeit gegen Verwitterung:** Die Mineralstoffe müssen ausreichend verwitterungsbeständig sein. Dies betrifft sowohl die Frostbeständigkeit als auch die Raumbeständigkeit. Die Beurteilungsgrundlagen ergeben sich aus DIN EN 1367.

Eine ausreichende Widerstandsfähigkeit gegen Frosteinwirkung ist gegeben, wenn der Wasseraufnahmegrad des Mineralstoffs nicht größer als 0,5 % ist. Im Zweifelsfall ist der Frostwiderstand zu prüfen. An Stelle dieser Prüfung kann beim Material, das gleichzeitig als Betonzuschlag nach DIN 4226 geliefert wird, die Frost-Tau-Wechselbeanspruchung durchgeführt werden. Hinzuweisen ist auf die erhebliche Verringerung der Frostbeständigkeit zahlreicher Gesteine bei Anwesenheit von Taumitteln (z. B. Steinsalz, Glykol, Harnstoff).



Die Raumbeständigkeit ist gegeben, wenn der Mineralstoff keine schädlichen Beimengungen enthält, die quellen, zerfallen, sich lösen oder umsetzen können. Hierzu zählen bestimmte Ton- und Glimmerminerale, Pyrit, Markasit und Gips.

Basaltische Gesteine dürfen keinen Sonnenbrand in schädlichem Ausmaß aufweisen. Sonnenbrand kann im Labor anhand großer, fein geschliffener Gesteinsplättchen durch Kochen in destilliertem Wasser geprüft werden.

**Widerstandsfähigkeit gegen Schlag:** Die Festigkeitseigenschaften für Schotter und Splitt im Straßenbau wurden in der Bundesrepublik Deutschland im Allgemeinen auf ihre Zertrümmerung durch Schlag geprüft. Im Ausland wird statt der Zertrümmerung durch Schlag vorwiegend das Verhalten von Schotter und Splitt auf seine Abriebfestigkeit in einer sich drehenden Prüftrommel („Los-Angeles-Wert“) untersucht. Nach Einführung der Euro-Normen gilt der Los-Angeles-Versuch auch in der Bundesrepublik Deutschland (DIN EN 1097-2, DIN EN 52 115-2).

**Widerstandsfähigkeit gegen Polieren:** Mineralstoffe für Deckschichten oder als Abstreusplitt müssen eine für den jeweiligen Verwendungszweck ausreichende Widerstandsfähigkeit gegen Polieren (Polierresistenz) aufweisen. Die Polierresistenz wird am Splitt 8/10 mm durch den PSV (Polished Stone Value) bestimmt.

**Rohdichte:** Die Rohdichten sind nach DIN EN 1097-6 zu bestimmen. Rohdichten verschiedenartiger Gesteine sind den Tabellen 1 – 8 dieser Veröffentlichung (S. 21 – 28) zu entnehmen.

Für den Einsatz von gebrochenem Naturstein als Ufer-, Schütt- und Wasserbaustein zur Böschungs- und Dammsicherung sind in Bezug auf die oben angeführten Prüfungen vor allem folgende Eigenschaften von Bedeutung: möglichst hohe Trockenrohichte, scharfkantiger Bruch, raue Flächen, dichtes Gefüge sowie eine weitgehend kubische Form, Frostbeständigkeit, ggf. Seewasserbeständigkeit, ferner hoher Widerstand gegen mechanische Beanspruchung (z. B. Druckfestigkeit > 80 MPa). Anforderungen an Ufer-, Schütt- und Wasserbausteine sind der EU-Norm DIN EN 13 383 zu entnehmen.

Die für den Verkehrswegebau aus Festgesteinen erzeugten Produkte eignen sich gleichermaßen auch als Zuschlagstoffe für den Betonbau. Für gebrochene Zuschläge gelten die Bezeichnungen: Brechsand (bis 4 mm), Splitt (4 – 32 mm) und Schotter (32 – 63 mm). Für die Anforderungen sind DIN 4226 „Zuschlag für Beton“ und DIN 1045 beziehungsweise DIN EN 206 „Beton und Stahlbetonbau“ maßgebend (LORENZ & GWOSDZ 2002, 2003).

## Festgesteine für den Naturwerksteinbau

Naturwerksteine sind Natursteine, die in Steinbrüchen als Blöcke abgebaut (Abb. 13) und nachfolgend in Sägegattern zu Platten gesägt oder in anderer Weise weiterverarbeitet werden.

**Vorkommen:** In Nordrhein-Westfalen stellen Sandsteine die größte Gruppe der Naturwerksteine. Karbonatgesteine treten mengenmäßig zurück; geeignete Vulkanite fehlen fast ganz. Zahlreiche Natursteinbetriebe haben in der Vergangenheit ihren Betrieb wegen des zurücktretenden Einsatzes von Naturwerksteinen zugunsten von Beton und anderen Baumaterialien, aber auch wegen der wachsenden Konkurrenz aus dem Ausland eingestellt.



Derzeit stehen in Nordrhein-Westfalen vor allem folgende Gesteine als Werksteine im Abbau: devonische Sandsteine des Rheinischen Schiefergebirges mit Schwerpunkt im Raum Lindlar und Reichshof, Ruhrsandstein und Ibbenbürener Sandstein, Anröchter Grünsandstein sowie im geringeren Umfang Rüthener Grünsand-

**Abb. 13**  
Rohblockgewinnung mittels Loch-an-Loch-Bohrungen für Naturwerksteine (am Beispiel der Gewinnung von Keuper-Sandstein bei Bamberg/Franken)

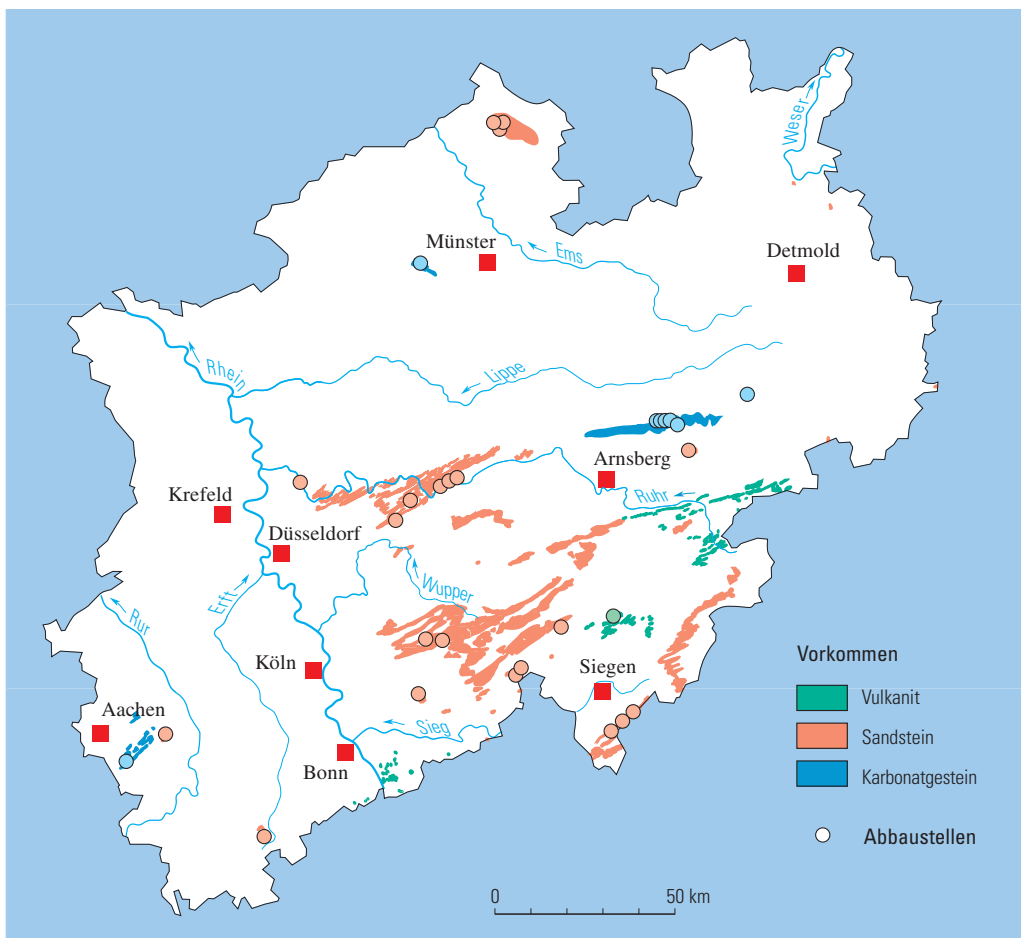
stein, Wesersandstein, Baumberger Sandstein, Fredeburger Dachschiefer, Schevenhütter Schiefer und Aachener Blaustein.

Nicht mehr als Naturwerkstein von den in Nordrhein-Westfalen vorkommenden Sandsteinen genützt werden der Schötmarer Schilfsandstein, der Porta-Sandstein sowie der Osning-Sandstein, von den Karbonatgesteinen der Zechstein-Kalk bei Marsberg, der Kattenfelser Marmor und der Trochitenkalk (s. Abb. 2, S. 20).

Insgesamt verarbeiten heute in Nordrhein-Westfalen rund 35 Betriebe Naturwerksteine aus eigenen Steinbrüchen (Abb. 14).

**Anforderungen und Verwendung:** Naturwerksteine werden für Verblendmauerwerke, für Fensterbänke, Treppenanlagen, Bodenbeläge und dergleichen genutzt. Mengenmäßig tritt die Naturwerksteingewinnung gegenüber der Produktion gebrochener Gesteine stark zurück. Sie

Abb. 14 Vorkommen und Abbaustellen von Naturwerksteinen. Die dargestellten Flächen kennzeichnen Bereiche, in denen Naturwerksteinlagerstätten auftreten können.



spielt dennoch eine wichtige Rolle, wie sich schon aus der relativ großen Anzahl von Betrieben ergibt, auch wenn es sich zum Teil nur um Kleinbetriebe handelt. Insbesondere bei der Restaurierung historischer Stadtkerne in Nordrhein-Westfalen spielen einheimische Naturwerksteine wieder eine zunehmende Rolle (Die Arbeitsgemeinschaft Historische Stadtkerne in NRW 1992).

Eine Hauptanforderung an Naturwerksteine betrifft die Blockgröße (STEIN 1986, LORENZ & GWOSDZ 2003). Sie sollte mindestens 1,5 m<sup>3</sup> betragen, da nur dann die Möglichkeit besteht, ausreichend große Sägeplatten herzustellen. Weiterhin gefordert sind gute Sägbarkeit oder Spaltbarkeit, gute Verwitterungsbeständigkeit, geringe Wasseraufnahme und ausreichende Frostfestigkeit sowie hohe Druck- und Biegezugfestigkeit. Auch die Gesteinsfarbe ist ein wichtiges Kriterium.

Empfohlene Untersuchungen von Naturwerksteinen für die verschiedensten Anwendungsgebiete, Definitionen physikalischer Kennwerte sowie Kurzbeschreibungen der wichtigsten gesteintechnischen Untersuchungsmethoden zur Bewertung von Naturwerksteinen sind bei LORENZ & GWOSDZ (2003: Tab. 3.10) zu finden. Ansonsten gelten für den Naturwerksteinbau gleichermaßen die im Straßenbau durchgeführten Prüfungen.

Generell ist der Nachweis günstig, dass ein angebotener Naturwerkstein schon seit langem verwendet wird und bisher keine nennenswerten Verwitterungsschäden zeigt. Untersuchungen an historischen Bauwerken, Denkmälern und Grabsteinen sind dabei hilfreich (GRIMM 1990, SIMPER 1991). Diesbezügliche Erfahrungswerte haben oft einen höheren Stellenwert als im Labor ermittelte Messwerte. Im Labor können Mineralbestand, chemische Zusammensetzung, Gefüge, Verwitterungsgrad, Korn- beziehungsweise Kristallgröße, Kornform, Kornbindung, spezifisches Gewicht und Rohdichte, Druck- und Biegezugfestigkeit, Porosität, Wasseraufnahme, Frostbeständigkeit, Beständigkeit gegen Säuren, Permeabilität, Wärmeleitfähigkeit, Härte und Neigung zum Ausrosten bestimmt werden. Entsprechende Laboruntersuchungen führt in Nordrhein-Westfalen beispielsweise das Materialprüfungsamt NRW in Dortmund durch.

## **Kalkstein und Dolomitstein für die Kalkindustrie**

Hochreine Kalksteine sind relativ leicht wasserlösliche Gesteine. In Jahrmillionen haben Lösungsvorgänge durch eindringendes Regenwasser die Kalksteine besonders an der Erdoberfläche zersetzt und kuppige Oberflächen geschaffen. Die Vertiefungen zwischen den Kuppen und Kegeln können mit Verwitterungslehm, Sand, Kies, Braunkohle oder seltener mit Eisen- und Manganerz gefüllt sein, die vor dem Abbau aufwendig ausgeräumt werden müssen (Abb. 15). Insbesondere den mächtigen Massenkalk durchziehen außerdem tief reichende, sedimentgefüllte Spalten und Dolinen und stellenweise großräumige Höhlensysteme. Aufsteigende magnesiumhaltige Wässer haben Teile des Riffkalksteins chemisch verändert und aus Kalkstein Dolomitstein entstehen lassen. Großräumige Dolomitisierung hat zu wirtschaftlich bedeutsamen Lagerstätten geführt. Dort, wo die Dolomitisierung von Kluftzonen ausgehend unregelmäßig und kleinräumig auftritt, ist sie eher störend. Hier müssen Kalksteine und Dolomitsteine getrennt abgebaut und verwertet werden.



**Vorkommen:** Zu den wirtschaftlich hochwertigsten Kalksteinen in Nordrhein-Westfalen (Abb. 16) zählt der devonische Massenkalk – ein Riffkalkstein, den hohe Reinheit, große Verbreitung und Mächtigkeiten von einigen hundert Metern bis tausend Meter auszeichnen. Ein vergleichbar hochwertiger Kalkstein kommt im unterkarbonischen Kohlenkalk vor. Diese etwa 200 m mächtigen Kalksteine treten am Nordrand der Eifel zwischen Aachen und Stolberg auf.

Weitere wichtige Kalksteinvorkommen in Nordrhein-Westfalen treten in einem schmalen Streifen zwischen Rheine und Halle am Teutoburger Wald auf. Der rund 50 m mächtige Cenoman-Kalk der Oberkreide führt im Unterschied zum Massenkalk und Kohlenkalk einen gewissen Ton- und Schluffanteil.

**Anforderungen und Verwendung:** Die Verwendung der in Nordrhein-Westfalen vorkommenden Kalksteine ist wegen der hohen Reinheit der meisten Rohstoffe quasi universell. Den Produktionsablauf in einem modernen Kalkwerk zeigt Abbildung 17 (S. 41).

Grundsätzlich ist von zwei Grundstoffen auszugehen: von ungebranntem Kalkstein und von Branntkalk. Kalkstein verändert durch Erhitzen seine chemische Zusammensetzung. Bei Prozesstemperaturen zwischen 900 und 1 400 °C wird der Kalkstein ( $\text{CaCO}_3$ ) in gasförmiges Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) und Kalziumoxid ( $\text{CaO}$  = Branntkalk) zerlegt.

Große Mengen Kalkstein werden in der Eisen- und Stahlindustrie als Naturstein und als Branntkalk gebraucht. Ohne ungebrannten Kalkstein würde aus dem Eisenerz kein Roheisen und ohne Branntkalk aus dem Roheisen kein Stahl. Maßgeblich für die bevorzugte Verwendung von devonischem Massenkalk ist neben den hohen  $\text{CaCO}_3$ -Gehalten von durchschnittlich 97 % das Fehlen von Verunreinigungen in diesem Kalkstein, denn beim Schmelzprozess sollen dem Eisenerz möglichst viele Verunreinigungen entzogen werden. Für die Hochofenwandungen wird zum Schutz vor den hohen Temperaturen in gesinterter Form Dolomitstein eingesetzt. Große Mengen Kalkstein werden darüber hinaus zur Zementherstellung verwendet.

Abb. 15 Kegelkarst im Massenkalk. Vor dem Kalksteinabbau müssen die überlagernden Sande und Lehme aufwendig abgeräumt werden. Wülfrath, Steinbruch Rohdenhaus-Nord (76)



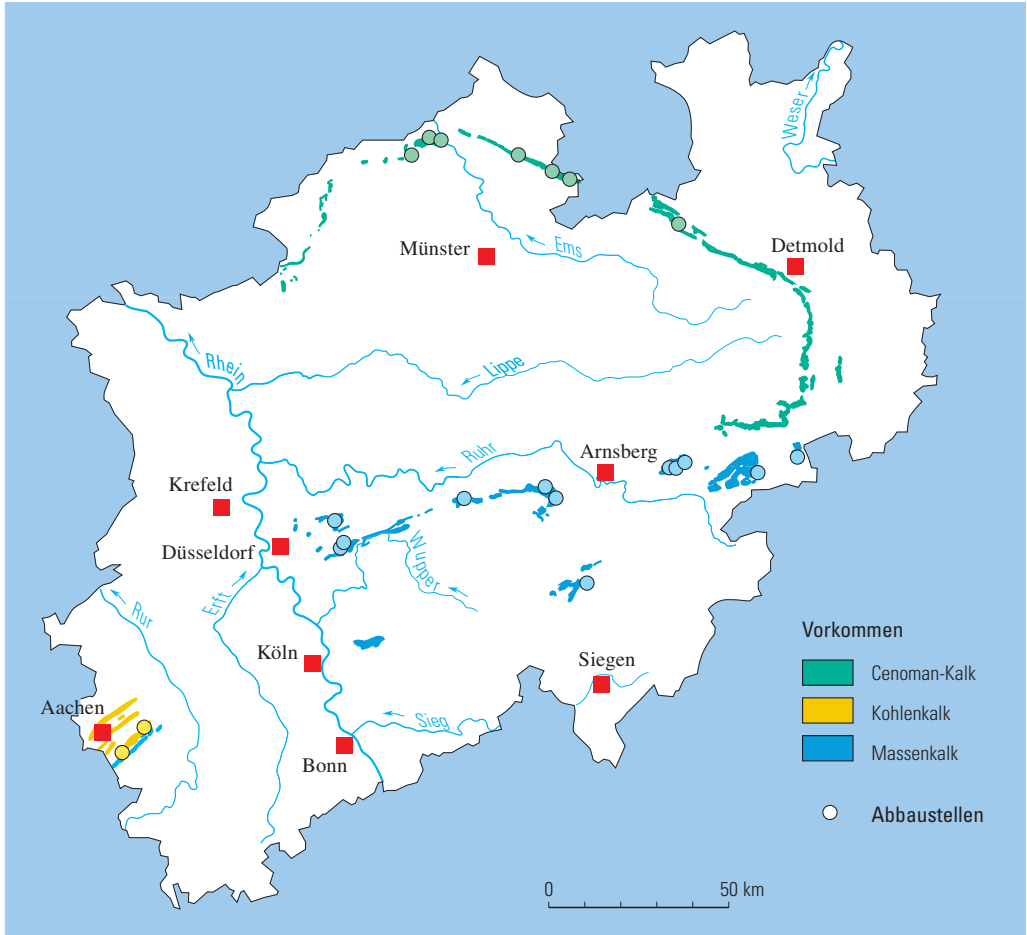


Abb. 16 Vorkommen und Abbaustellen von Rohstoffen für die Kalkindustrie. Die dargestellten Flächen kennzeichnen Bereiche, in denen Lagerstätten von Rohstoffen für die Kalkindustrie auftreten können.

Kalkstein, Dolomitstein und Branntkalk werden in der Landwirtschaft von alters her als Dünger benötigt. Hochreine Kalksteine werden bei der Trinkwasseraufbereitung, Abwasserreinigung und in der Rauchgasentschwefelung eingesetzt. Bei der Rauchgasentschwefelung wird das Schwefeldioxid mit Kalkmilch gebunden; es entsteht als Baustoff verwertbarer Gips. Im Bauwesen werden heute große Mengen Branntkalk und Kalkstein zur Produktion von Werk-Trockenmörtel, als Betonzuschlag, im Straßenbau, für Kalksandstein und Porenbeton verwendet.

Die chemische Industrie setzt Kalkstein als preiswerte Base für die Herstellung von Kalziumverbindungen, als Reaktionsmittel bei chemischen Synthesen, bei chemischen Umsetzungs- und Aufbereitungsverfahren ein. Wichtige Produkte der chemischen Industrie sind Kalkstickstoff (Düngemittel) und Soda. Für die Herstellung von Glas, Papier, Kunststoff, Waschmittel, Seife sowie Nahrungsmitteln wie Zucker wird ebenfalls Kalkstein benötigt. Eine ausführliche Darstellung aller Verwendungsmöglichkeiten von Kalkstein und Dolomitstein findet sich bei FREY (1998).

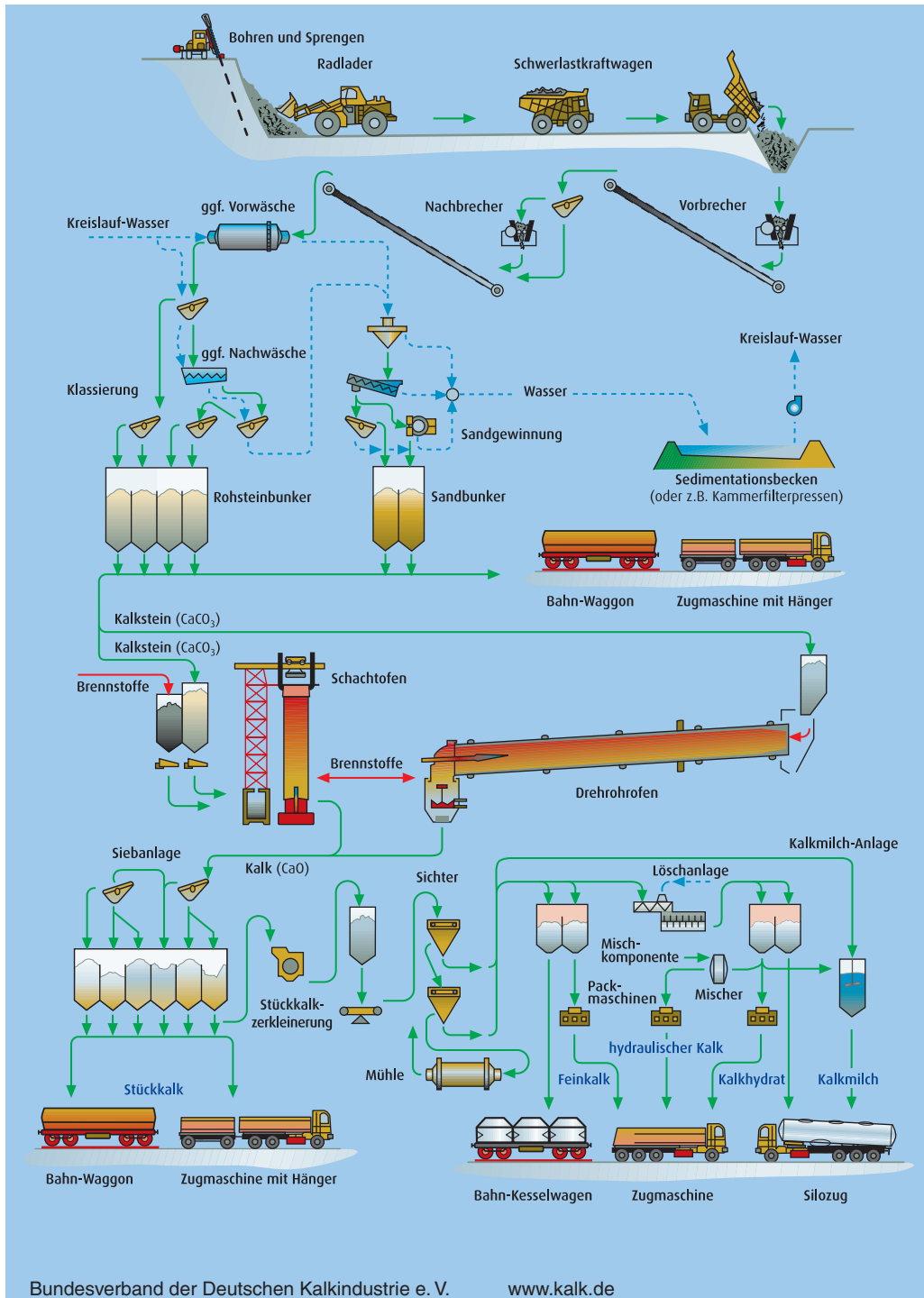


Abb. 17 Schematische Darstellung des Produktionsablaufs in einem größeren Kalkwerk

Im Einzelnen werden ungebrannte Produkte in Form von Stückkalk, Kalksplitt, Kalksand und Kalksteinmehl in der Eisen- und Stahlindustrie, der chemischen Industrie und in der Bauwirtschaft (hier insbesondere im Straßenbau) eingesetzt. In der Luftreinhaltung, der Wasserbehandlung, Land- und Forstwirtschaft wird vor allem Kalksteinmehl verwendet. Von den gebrannten Kalkprodukten werden insbesondere Weißstückkalk, Weißfeinkalk und Weißkalkhydrat in der Eisen- und Stahlindustrie, der chemischen Industrie und in der Bauwirtschaft eingesetzt. In der Luftreinhaltung, der Wasserbehandlung sowie der Land- und Forstwirtschaft kommen vor allem Weißfeinkalk, Weißkalkhydrat sowie Kalkmilch zum Einsatz.

Entsprechend den zahlreichen unterschiedlichen Verwendungszwecken von Karbonatgesteinen sind auch die Anforderungen an die Rohstoffe sehr unterschiedlich. Daher werden in der Regel in Abhängigkeit ihres Verwendungszweckes folgende Parameter erfasst (FREY 1998; LORENZ & GWOSDZ 1998, 2003):

- CaO-Gehalt, Verhältnis CaO/MgO
- Anteil an reaktionsfähigen akzessorischen Mineralien wie Quarz, Tonmineralien sowie an organischer Substanz
- Dichte (Rohdichte, Reindichte, Dichtigkeitsgrad) sowie Porosität der Kalksteine und Dolomitsteine (DIN 52 102, DIN EN 1936)
- Gefüge der Kalksteine und Dolomitsteine
- Frost- und Verwitterungsbeständigkeit (DIN 52 104, DIN 52 106)
- Bestimmung der Biege- und Druckfestigkeit sowie des Sättigungswertes
- Bestimmung von Korngröße und Kornform

## Kalkstein

Die in der Eisen-, Stahl- und chemischen Industrie eingesetzten Rohkalksteine und Branntkalk müssen möglichst rein sein (vgl. auch LORENZ & GWOSDZ 2003: Tab. 4.6):

Silizium	– für Roheisenerzeugung < 1 % SiO <sub>2</sub> im Rohstein
Aluminium u. Eisen	– für Roheisenerzeugung nur Aluminium störend für Herstellung von hochreaktionsfähigem Branntkalk < 0,9 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – für Chlorkalkherstellung < 0,4 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – für Sodaherstellung < 1,5 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – für Glasherstellung < 0,25 % Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 0,3 – 1,0 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Magnesium	– für Herstellung von hochreaktionsfähigem Branntkalk < 2,0 % MgO – für Roheisen- und Stahlherstellung < 5 bzw. < 2,4 % MgO
Schwefel	– für Stahlherstellung < 0,05 % SO <sub>3</sub> – für Glasherstellung < 0,5 % SO <sub>3</sub>
Phosphor	– für Herstellung von Kalziumkarbid < 0,015 % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>

Für Bau- und Düngekalke sind die Anforderungen geringer. Bei den zu Baukalen zu verarbeitenden Kalksteinen werden verschiedene Arten nach DIN 1060 unterschieden. Anforderungen für Düngekalke finden sich in der Düngemittelverordnung.

## Dolomitstein

Dolomitstein weist in Abhängigkeit von seiner Entstehung eine unterschiedliche Struktur, Farbe und Zusammensetzung auf.

Höchste Anforderungen hinsichtlich Reinheit und Sinterfähigkeit werden an Rohstoffe für basische, hochfeuerfeste Produkte gestellt. Die Sintertemperaturen liegen im Allgemeinen zwischen 1 650 und 1 950 °C.

Die Glasindustrie sucht eisenarmen Dolomitstein ( $< 0,25\% \text{ Fe}_2\text{O}_3$ ). Weniger reiner Dolomitstein wird als Magnesiumbranntkalk für Düngezwecke, als halbentsäuerter Dolomit für Wasserreinigungszwecke, als Rohstein im Straßenbau, im Baugewerbe und als Düngemergel verwendet.

Nach den Marktanforderungen werden unterschieden (vgl. auch LORENZ & GWOSDZ 2003: Tab. 4.11):

- Dolomitstein zur Erzeugung hochwertiger Feuerfestprodukte:  
MgO-Gehalt  $> 19\%$   
Fremdoxide  $< 1,5\%$  (entspricht  $< 3,0\%$  im Sinter)  
Für das Sinterverhalten optimal sind  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Gehalte von  $0,2 - 0,5\%$  und  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Gehalte von  $0,2 - 0,3\%$  im Rohstein.  $\text{SiO}_2$ -Gehalte von  $0,2 - 0,5\%$  sind unschädlich.
- Dolomitstein zur Erzeugung von Sinter für Flick- und Stampfmassen:  
MgO-Gehalt  $> 19\%$   
Fremdoxide  $< 3\%$  (entspricht  $< 6\%$  im Sinter)

## Mergelkalkstein für die Zementindustrie

Zement ist ein pulverförmiger Baustoff, der aus Kalkstein und Silikatgemischen (Tonen) durch Brennen, Sintern und Feinstmahlen hergestellt wird und bei Zusatz von Wasser einen Filz unlösbarer Silikatkristalle bildet. Mit Sand und Kies wird Zement durch Hinzufügen von Wasser zu Mörtel oder Beton verarbeitet, die sowohl an der Luft, als auch unter Wasser erhitzen und zu den wichtigsten industriellen Baustoffen gehören.

**Vorkommen:** Der Schwerpunkt der nordrhein-westfälischen Zementindustrie liegt im Münsterland (Abb. 18). An dessen Südrand streichen zwischen Erwitte, Geseke und Paderborn großräumig Kalksteine der Oberkreide aus. Ein 20 – 40 m mächtiges Paket der Unterconiac-Stufe liefert mit Mergelkalkstein einen Rohstoff, der ohne weitere Zusätze direkt zu Zement verarbeitet werden kann. Ein weiterer Schwerpunkt der Zementindustrie liegt im Raum Beckum im Zen-

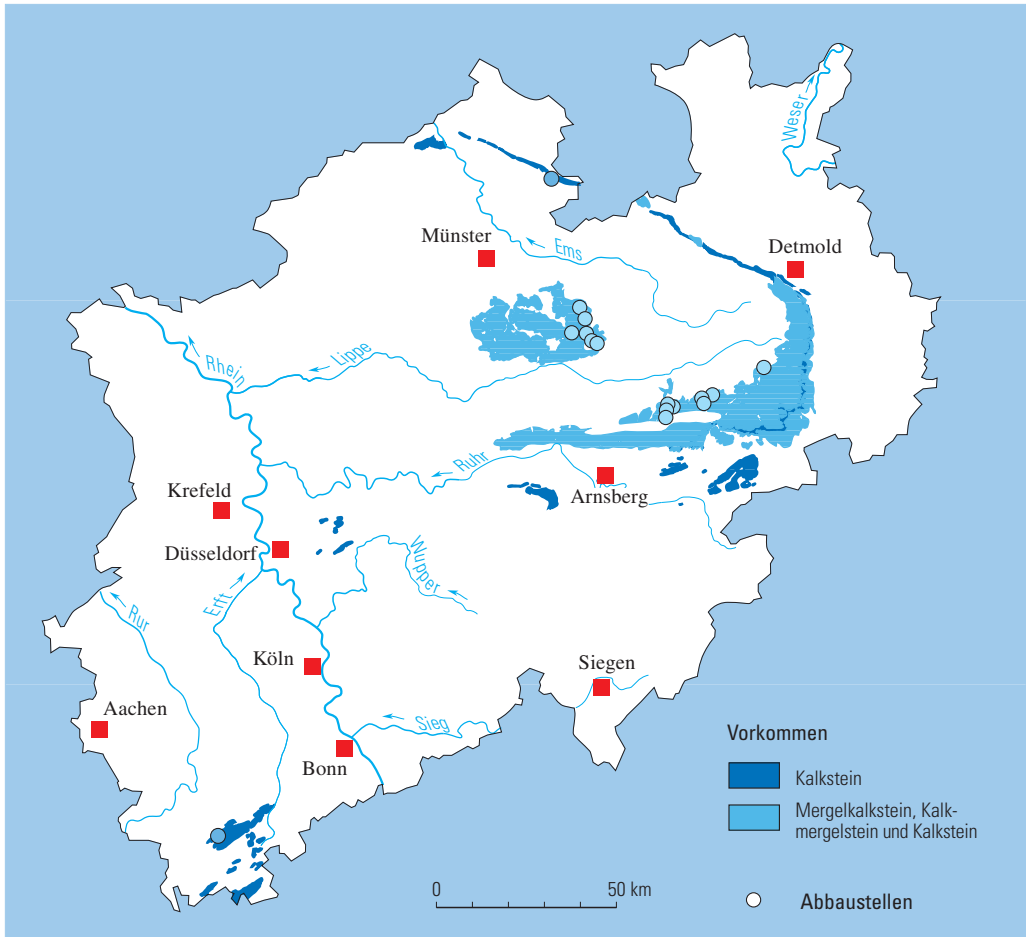


Abb. 18 Vorkommen und Abbaustellen von Rohstoffen für die Zementindustrie. Die dargestellten Flächen kennzeichnen Bereiche, in denen Lagerstätten von Zementrohstoffen auftreten können.

trum des Münsterlandes. Dort eignen sich 10 – 15 m mächtige Mergelkalksteine des Obercampanens zur Zementherstellung, bedürfen jedoch eines Zusatzes von hochreinen Kalksteinen. Weitere Abbaugelände von Zementrohstoffen liegen bei Lengerich im Teutoburger Wald und bei Sötenich in der Eifel.

Insgesamt produziert die nordrhein-westfälische Zementindustrie jährlich über 11 Mio. t Zement und bestreitet damit etwa ein Drittel der deutschen Zementindustrie. Die Bedeutung der Münsterländer Zementproduktion liegt vor allem in der Nähe zum Ruhrgebiet begründet.

**Anforderungen und Verwendung:** Zur Herstellung von Zement ist ein Rohstoffgemisch erforderlich, das je nach Zementsorte vor allem Kalzit, Quarz, Aluminiumoxid (an Tonmineralien gebunden) und in geringen Mengen Eisenoxide enthält. Hierfür eignen sich besonders Kalkmergel- und Mergelkalksteine. Diese Mischgesteine weisen im Idealfall schon von Natur aus die für

den Brennvorgang erforderlichen Gehalte von 75 – 80 %  $\text{CaCO}_3$  und die erforderlichen Quarz- und Tonmineralanteile auf (LOCHER 2000, LORENZ & GWOSDZ 2003). Fehlende Bestandteile lassen sich durch Zuschlagstoffe ausgleichen.

Dolomitische Kalksteine dürfen nicht zur Zementherstellung verwendet werden. Das beim Brennen entstehende Mineral Periklas ( $\text{MgO}$ ) hydratisiert sehr leicht unter starker Volumenzunahme und würde an Bauwerken Schäden verursachen.

Die Rohstoffe werden gemahlen, getrocknet, der gewünschten chemischen Zusammensetzung entsprechend gemischt und homogenisiert. Dieses Rohmehl wird dann bei Temperaturen von 1 400 – 1 500 °C in Drehrohröfen bis zur Sinterung zu sogenannten Zementklinkern gebrannt. Dabei wird zunächst das Kalziumkarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) des Kalksteins in Kalziumoxid ( $\text{CaO}$ ) und Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) zerlegt. Anschließend entstehen neue chemische Verbindungen, die für die hydraulisch bindenden Eigenschaften des Zements verantwortlich sind. Der Zementklinker wird unter Zusatz von Gips und/oder Anhydrit erneut fein gemahlen. Durch Zusatz von Hüttensand, Puzzolan (Trass) oder Ölschieferabbränden lassen sich die Eigenschaften des Zements beeinflussen und damit verschiedene Zementarten erzeugen.

Zement ist ein Massenprodukt, das in großen Mengen vor allem in der Bauindustrie eingesetzt wird. Wegen des relativ geringen Wertes sowohl der Rohstoffe als auch der fertigen Produkte sind weite Transporte unwirtschaftlich. Die Zementindustrie ist daher ausgesprochen standortgebunden und vor allem von geeigneten Rohstoffvorkommen abhängig. Aber auch die Nähe zu den Absatzmärkten spielt eine große Rolle.

An das ofenfertige Rohmehl werden folgende Anforderungen gestellt:

- $\text{CaCO}_3$ -Gehalt      75 – 80 % (einschl. max. 3 %  $\text{MgO}$ )
- $\text{SiO}_2$                       < 15 %
- $\text{Al}_2\text{O}_3$                     < 5 %
- $\text{Fe}_2\text{O}_3$                     < 4 %
- Alkalien                    max. 3 %
- $\text{SO}_3$  und  $\text{P}_2\text{O}_5$  sind schädlich (jeweils < 0,5 %).

Zur Beurteilung des Rohstoffs können folgende Kriterien herangezogen werden:

- Kalkstandard (KSt)  $\frac{100 \text{ CaO}}{2,80 \text{ SiO}_2 + 1,18 \text{ Al}_2\text{O}_3 + 0,65 \text{ Fe}_2\text{O}_3}$

Der Kalkstandard soll bei Normalzement zwischen 90 und 200 Punkten liegen.

- Silikatmodul (SM)  $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3}$

Quotienten zwischen 2,0 und 2,7 sind charakteristisch für geeignete Rohmaterialien.

- Tonerdemodul (TM)  $\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$

Quotienten zwischen 1,5 und 2,5 sind kennzeichnend für günstige Rohmaterialien.

**Zementarten:** Die in der Bundesrepublik Deutschland gültige Zementnorm DIN 1164 umfasst Portlandzement (PZ), Eisenportlandzement (EPZ), Hochofenzement (HOZ) und Trasszement (TrZ). Hauptbestandteile der Normzemente sind Portlandzementklinker, Hüttensand und Trass.

Portlandzement wird hergestellt aus einer bestimmten Rohmischung, die gesintert und anschließend unter Zusatz von Gips und/oder Anhydrit fein gemahlen wird. Die nachstehenden Werte für Portlandzement geben die in konzentrierter Salzsäure löslichen Gehalte, bezogen auf den glühverlustfreien Zement (Mittelwerte), an:

64 % CaO	0,1 % Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
20 % SiO <sub>2</sub>	1,5 % MgO
5 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,5 % SO <sub>3</sub>
6 % Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	

Eisenportlandzement wird hergestellt durch gemeinsames Feinmahlen von mindestens 65 % Portlandzementklinker und höchstens 35 % Hüttensand unter Zusatz von Gips und/oder Anhydrit.

Hochofenzement wird hergestellt durch gemeinsames Feinmahlen von 15 – 64 % Portlandzementklinker und 85 – 36 % Hüttensand unter Zusatz von Gips und/oder Anhydrit.

Trasszement wird hergestellt durch gemeinsames Feinmahlen von 60 – 80 % Portlandzementklinker und 20 – 40 % Trass oder anderen vulkanischen Aschen mit latent hydraulischen Eigenschaften unter Zusatz von Gips und/oder Anhydrit.

## Tonstein und Tonmergelstein für die Ziegelindustrie

Ziegel ist ein Baustoff, der aus tonigen Gesteinen geformt und bei Temperaturen zwischen 900 und 1 100 °C gebrannt wird. Diese Rohstoffe werden in Nordrhein-Westfalen über Tage abgebaut, anschließend gemischt, zerkleinert und im angefeuchteten Zustand zu Rohlingen geformt. Es folgt die Trocknung bei Temperaturen um 100 °C. Der keramische Brand erfolgt im Tunnelofen. Bei Brenntemperaturen oberhalb von 1 000 °C verdichtet sich das Porensystem an der Oberfläche durch Sinterung zu glasartigen Strukturen. Dadurch entstehen Klinker mit besonders großer Dichte und geringer Wasseraufnahmefähigkeit.

**Vorkommen:** Für die Herstellung von Ziegelei-Erzeugnissen sowie von grobkeramischen Erzeugnissen kommen sehr verschiedene tonige Locker- und Festgesteine als Rohstoffe infrage. Nachstehend wird nur das Festgestein Tonstein behandelt.

Tonsteine sind in Nordrhein-Westfalen weit verbreitet und – mit Ausnahme des Niederrheins – in allen Landesteilen anzutreffen. An qualitativ wertvolle Ziegeleirohstoffe werden jedoch relativ hohe Anforderungen gestellt, die bei der Lagerstätten erkundung in der Regel nur durch ein dichtes Bohrraster im Zehnermeterabstand zu belegen sind.

**Anforderungen und Verwendung:** Als Ziegelrohstoffe kommen tonige Gesteine mit mehr oder weniger hohen Eisen- und Kalkgehalten infrage (HATZL & GEHLKEN 2001, LORENZ & GWOSDZ 1997). Der Erweichungspunkt beim Brennen liegt folglich niedrig (niedriger als 1 150 °C). Die



tonigen Massen sollen leicht formbar, wetterfest brennbar und frei von Gips, Pyrit und Kalkknollen sein. Der Kalkgehalt darf 30 % nicht überschreiten.

Bei mergeligen Gesteinen stellt sich in der Regel ab 17 %  $\text{CaCO}_3$  eine gelbe Brennfarbe ein. Ein höherer Gehalt an Eisenmineralien führt zu den typischen Rottönen. Alle Farben hängen aber auch von der Ofenatmosphäre ab. Ungünstige Rohstoffeigenschaften lassen sich durch gezielte produktionstechnische Maßnahmen mehr oder weniger korrigieren.

Die Aussagekraft chemischer Daten von Ziegeleirohstoffen allein ist sehr begrenzt. Bessere Beurteilungskriterien liefern dilatometrische Untersuchungen, die Differential-Thermoanalyse (DTA), thermografimetrische Bestimmungen und die Röntgenbeugungsuntersuchung. Als wichtigste Kriterien zur Beurteilung der Eigenschaften eines Ziegeleirohstoffs kommen in Betracht: lineare Trockenschwindung, Anmachwasserbedarf, Korngrößenverteilung, chemische Zusammensetzung, Mineralbestand, Trockenempfindlichkeit und Brennverhalten (vgl. SCHMIDT 1973).

Das zentrale Forschungs- und Prüfinstitut der Ziegelindustrie ist das Institut für Ziegelforschung Essen e. V.

## Gewinnung und Produktionsmengen

In Nordrhein-Westfalen bestehen zurzeit mehr als 150 aktive Steinbrüche (vgl. „Karte der nutzbaren Festgesteine in Nordrhein-Westfalen“ in der Anl.). Einige große Gewinnungsstätten erreichen Flächengrößen von über 1 km<sup>2</sup>. Die Mehrzahl der Steinbrüche im Festgestein ist jedoch in der Größenordnung von etwa 10 ha (0,1 km<sup>2</sup>). Insgesamt dürften alle aktiven Steinbrüche in Nordrhein-Westfalen demnach etwa 20 km<sup>2</sup> Fläche beanspruchen – dies entspricht ca. 0,05 % der Gesamtfläche unseres Bundeslandes. Dabei ist zu beachten, dass ein Großteil der Flächen nach Beendigung des Abbaus und erfolgter Rekultivierung wieder anderen Nutzungsformen wie Land- und Forstwirtschaft, Erholung oder Naturschutz zur Verfügung steht.

Der Gesteinsabbau für die verschiedenen Steine- und Erden-Produkte erfordert einen erheblichen maschinellen Aufwand. Das Gestein wird in der Regel durch Großbohrlochsprengungen gewonnen (Abb. 19). Dabei wird das Haufwerk bereits auf eine für Verladung und Transport zweckmäßige Korngröße zerkleinert. Die im Zusammenhang mit Sprengungen auftretenden Erschütterungen und deren Wahrnehmbarkeit in der oft dicht besiedelten Nachbarschaft der Rohstoffbetriebe hat für zahlreiche Betriebe eine existenzielle Bedeutung. Wesentlichen Einfluss auf die Sprengerschütterungen haben neben dem Bohrlochdurchmesser und Bohrraster vor allem das angewandte Zündverfahren. Die Sprengtechnik hat in den letzten Jahrzehnten einen enormen Aufschwung erfahren. Wegen der dichten Bebauung wird heute auch die sprengstofflose Gewinnung als reißende, schlagende und schneidende Gewinnung eingesetzt, wo eine geringere Festigkeit der Gesteine dies zulässt. Letzteres trifft generell für die Gewinnung von Ziegeleirohstoffen zu.

Zur Verladung werden Radlader und Hydraulikbagger mit Schaufelvolumen von bis zu 12 m<sup>3</sup> eingesetzt (Abb. 20). Der Transport von der Bruchwand zum Brecher erfolgt durch Schwerlast-

kraftwagen mit bis zu über 90 t Tragfähigkeit. Das geladene Haufwerk wird in den Aufgabetrichter des Vorbrechers abgekippt und läuft bei einigen Anlagen über eine Vorabsiebung, in der Abraumanteile separiert werden, in den Vorbrecher. Dort wird es – je nach Spaltweite – zu einem Korn 0/150 – 0/600 mm heruntergebrochen. Kalksteine, für die eine hochwertige Verwertung vorgesehen ist, werden einem Waschprozess zugeführt, um anhaftende Verunreinigungen wie Sand und Lehm zu entfernen. Dem Vorbrecher folgt die Nachbrechstufe. Die hier erzeugten Körnungen für den Straßen- und Betonbau werden in der Splittanlage durch Siebung in Brechsand-, Splitt- und Schotterkörnungen bis 56 mm getrennt sowie in Silos bevorratet. Ein Teil dieses Materials wird in einer weiteren Brechstufe, der Edelsplittanlage, zu Edelbrechsand und Edelsplitt mit Körnungen bis 22 mm nachgebrochen, klassiert und in Silos gelagert. Mit zunehmenden Verarbeitungsstufen steigt daher infolge der Veredelung die Wertschöpfung der mineralischen Rohstoffe.

Zum Schutz der Umwelt vor Emissionen werden alle Brech- und Siebvorgänge entstaubt. Der Staub wird als Gesteinsmehl (Füller) weiterverwendet. Für den qualifizierten Straßenbau werden darüber hinaus Füller gezielt durch Mahlen hergestellt.

Die amtliche Statistik registrierte 2003 in Nordrhein-Westfalen 153 Gewinnungsbetriebe der Steine-und-Erden-Branche sowie der Salzgewinnung mit insgesamt 4 357 Beschäftigten (Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen 2005). Hinge-

Abb. 19 Sprengung im Massenkalk (im Vordergrund Haufwerk einer früheren Sprengung). Wülfrath, Steinbruch Rohdenhaus-Nord (76)



Abb. 20  
Überdimensionaler Radlader mit einem Fassungsvermögen der Schaufel von 12 m<sup>3</sup>. Wülfrath, Steinbruch Rohdenhaus-Nord (76)

gen hat eine durch das vormalige Ministerium für Wirtschaft und Arbeit des Landes Nordrhein-Westfalen veranlasste ergänzende Erhebung für das gleiche Jahr 435 Unternehmen mit 12 254 Beschäftigten ergeben. Diese großen Unterschiede zwischen beiden Erhebungen ergeben sich aus der Vorgabe für die amtliche Statistik, im



Tabelle 9  
Rohsteinförderung in NRW  
nach Gesteinsarten und Regionen

Gesteinsart	Rohsteinförderung 2003 (Mio. t)
Diabas, Sauerland	3,5
Basalt, Siebengebirge	1,0
Sandsteine des Devons	8,5
Ruhrsandstein	0,2
Ibbenbürener Sandstein	1,0
Sandstein des Buntsandsteins	0,4
Grünsandstein, Anröchte	0,3
Tonstein als Ziegelrohstoff	1,2
Massenkalk, Wülfrath	8,0
Massenkalk, Wuppertal	3,0
Massenkalk, Hagen und Hohenlimburg	3,5
Massenkalk, Hönnetal	6,0
Massenkalk, Warstein	3,5
Massenkalk, Brilon	4,0
Massenkalk, Grevenbrück	1,0
Knollenkalk, Sauerland	1,0
Massenkalk, Eifelnordrand	0,3
Massenkalk, Eifelkalkmulden	0,8
Kohlenkalk, Stolberg	0,4
Kulm-Plattenkalk, Sauerland	4,0
Muschelkalk, Weserbergland	1,6
Kalkstein, Teutoburger Wald	4,2
Zementrohstoffe, Erwitte, Geseke, Paderborn	12,0
Zementrohstoffe, Beckum	4,0

Steine-und-Erden-Sektor nur Betriebe mit zehn und mehr Beschäftigten zu erfassen. Da ein Großteil der Gewinnungsbetriebe in der Steine-und-Erden-Branche weniger als zehn Beschäftigte aufweist, spiegelt die amtliche Statistik die tatsächliche Situation nicht angemessen wider.

Für die vorliegende Publikation wurde die Rohsteinförderung nach Gesteinsarten für Nordrhein-Westfalen recherchiert (Tab. 9). Danach sind hier im Jahre 2003 ca. 75 Mio. t Festgesteine gefördert worden. Nordrhein-Westfalen zählt somit zu den Ländern mit den höchsten Förderzahlen in der Bundesrepublik Deutschland.

Über längere Zeiträume betrachtet schwankt allerdings die Natursteinproduktion infolge wirtschaftlicher Gegebenheiten beträchtlich. Derzeit ist ein deutlicher Produktionsrückgang in der Steine-und-Erden-Industrie zu beobachten.

## Substitutionsmöglichkeiten

Unter Substitution wird hier der Ersatz von Rohstoffen durch andere Materialien verstanden. Zum einen bestehen Substitutionsmöglichkeiten von regional unzureichend vorhandenen oder durch Restriktionen nicht ausreichend verfügbaren Primärrohstoffen durch anderen Naturstein oder Kiessand; zum anderen können Natursteine durch Sekundärrohstoffe wie Eisenhütten-schlacken oder Baureststoffe ersetzt werden.

Die erneute Nutzung von Gesteinen ist seit langem üblich. Schon im Mittelalter wurden neue Gebäude auch mit Steinen verfallener Bauwerke errichtet. So dienten beispielsweise die mittelalterlichen Wehranlagen gleichsam als Steinbrüche für wachsende Städte. Nach 1945 war die Nutzung der Schuttmassen kriegszerstörter Städte oft eine Notwendigkeit. Gebrochene Ziegel lieferten beispielsweise den Rohstoff für Hohlblocksteine. Auf diese Weise wurde der Verbrauch von Primärrohstoffen vermindert und zugleich der knappe Transportraum gespart (LORENZ 1995).

Heute ist die Wiederverwendung von Bauabfällen wie Beton, Mauerwerk und Straßenaufbruch nicht nur ein Gebot der Vernunft, sondern auch eine Forderung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes. Dadurch lässt sich der Bedarf an neuen Rohstoffen und Deponieraum senken.

Zu den am häufigsten eingesetzten Primärrohstoffen im Hoch- und Tiefbau zählen Kalksteine. Ihre Gewinnung stößt in Nordrhein-Westfalen wegen konkurrierender Flächennutzungsansprüchen zunehmend auf Schwierigkeiten. Auch werden die hochreinen Kalksteine, die in der chemischen Industrie, der Eisen- und Stahlindustrie oder im Umweltschutz eingesetzt werden, örtlich knapp. Als Substitute für Kalkstein im Hoch- und Tiefbau kommen Gesteine wie paläozoische Sandsteine und Diabas infrage. Allerdings sind dieser Substitution auch Grenzen gesetzt. Ein höherer Einsatz derartiger Substitute würde die Vorräte dieser Gewinnungsstätten rascher aufbrauchen und so den Flächenbedarf der betreffenden Steinbrüche ansteigen lassen. Außerdem liegt die Mehrzahl der Gewinnungsstätten von diesen Sandsteinen und von Diabas im südlichen Sauerland und somit in einer verkehrsmäßig ungünstigen Lage zum Verbraucher.

Der Straßentransport von Rohstoffen ist ein grundsätzliches Problem. Steine-und-Erden-Produkte sind Massenprodukte. Der Transport dieser Massengüter über 50 km übersteigt in der Regel schon den Materialwert. Jeder überregionale Transport verteuert die Produkte damit unverhältnismäßig. Er ist auch aus ökologischer Sicht problematisch. Zum einen treten Emissionen in Form von  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}_2$  sowie Staub und Lärm auf; zum anderen wird in erheblichem Maße zusätzliche Energie verbraucht. Diese ungünstige Ökobilanz spricht für eine möglichst verbrauchernahe und gegen eine auf wenige Standorte konzentrierte Rohstoffgewinnung.

Grundsätzlich ist aus ökologischen Gründen der Einsatz von Sekundärrohstoffen anstelle von Natursteinen vorzuziehen. Hinsichtlich der zur Verfügung stehenden Mengen an Sekundärrohstoffen und der daraus resultierenden Möglichkeiten zur Substitution von Natursteinen bestehen allerdings häufig unrealistische Vorstellungen. Da in der Regel bereits ein sehr hoher Wiederverwendungsgrad erreicht ist, gibt es nur wenige zusätzliche Möglichkeiten. Heute sind die meisten Gewinnungsstellen von Gesteinen mit Recyclinganlagen ausgestattet. Etwa 80 % des anfallenden Bauschuttes und bis zu 100 % Straßenaufbruch werden wiederverwendet und ersetzen der-

zeit 30 % an Natursteinprodukten (LUGE 1997). Hinzu kommt, dass zum Teil unzureichende Qualitätseigenschaften die Einsatzmöglichkeiten von Sekundärrohstoffen einschränken. Eisenhüttenschlacken weisen dem Naturstein vergleichbare Qualitäten auf. Sie werden daher seit langem im Hoch- und Tiefbau eingesetzt. Bauschutt dagegen ist in der Regel nicht für den qualifizierten Straßenbau geeignet. Der im Steinkohlenbergbau in großer Menge anfallende Abraum (Berge) kommt als Straßenbaustoff wegen seiner hohen Pyritgehalte sowie mangelnder Frostsicherheit nicht in Betracht.

Naturwerksteine, die als Fußbodenbeläge oder Wand- und Fassadenverkleidungen eingesetzt werden, können grundsätzlich durch künstliche Werkstoffe wie Klinker, Feinkeramik, Beton, Stahl oder Aluminium ersetzt werden. Mitunter erfordern jedoch bestimmte architektonische Konzepte und Bauvorschriften – insbesondere im Städtebau oder im innerstädtischen Wegebau – den Einsatz von Natursteinen, sodass den Substitutionsmöglichkeiten Grenzen gesetzt sind. In den vergangenen Jahren ist sogar wieder ein Trend zum verstärkten Einsatz von Naturwerksteinprodukten zu beobachten.

## Rohstoffsicherung und Lagerstätten erkundung

Steine-und-Erden-Rohstoffe sind wegen ihrer vielseitigen Einsatzmöglichkeiten für die Wirtschaft und Bevölkerung von besonderer Bedeutung. Insbesondere die langfristige stabile Versorgung der Bauwirtschaft mit Massenrohstoffen wie Schotter, Splitt sowie Produkten aus Karbonatgesteinen ist eine bedeutsame Aufgabe der Daseinsvorsorge (SCHAREK et al. 1998). Für den wirtschaftlichen Einsatz dieser Massenrohstoffe mit hoher Transportkostenempfindlichkeit sind ihre räumliche Verfügbarkeit in der Nähe der Absatzzentren ausschlaggebend. Rohstoffvorkommen sind von Natur aus mengenmäßig begrenzt und ortsgebunden. Rohstoffsicherung als Sicherung von Flächennutzungsansprüchen ist daher eine grundlegende Aufgabe der Landes- und Regionalplanung.

### Rohstoffsicherung in der Landes-, Regional- und Bauleitplanung

Die Rohstoffsicherung erfolgt in der Bundesrepublik Deutschland in einem mehrstufigen Raumordnungssystem (vgl. PROKSCH 1999). Im Rahmen der raumordnerischen Leitvorstellungen und Ziele des Bundes (1. Stufe) entwickeln die Länder auf der nachgeordneten Planungsebene Pläne und Programme zur landesweiten Gesamtplanung (2. Stufe). Eine weitere Konkretisierung findet auf der Ebene der Regionalplanung statt (3. Stufe). Die unterste Planungsebene stellt die kommunale Bauleitplanung dar (4. Stufe).

Das Raumordnungsgesetz (ROG) bestimmt, dass die räumlichen Voraussetzungen für die vorzorgende Sicherung sowie geordnete Aufsuchung und Gewinnung von standortgebundenen Rohstoffen zu schaffen sind. Das geschieht, indem dazu Programme und Pläne aufgestellt werden (§ 4 Abs. 3 ROG). Die Rohstoffsicherung als vorsorgender Flächenschutz wird hiermit eindeutig Aufgabe der Länder (vgl. BECKER-PLATEN 1994).

Die Rohstoffsicherung beginnt auf der Ebene der Landes- und Regionalplanung, wo Vorgaben für nachgeordnete Planungen entwickelt werden. Belange der Rohstoffsicherung müssen mit den anderen, oftmals konkurrierenden Flächennutzungsansprüchen abgewogen werden. Die getroffenen Festlegungen haben dann planerische Bindungswirkung gegenüber anderen Nutzungsansprüchen und nachgeordneten Planungen. Deshalb ist eine frühzeitige und räumlich konkrete Berücksichtigung der Belange für die Rohstoffsicherung in der Landes- und Regionalplanung zwingend erforderlich.

Aufgabe der Staatlichen Geologischen Dienste ist es, die rohstoffkundlichen Fachdaten für den Abwägungsprozess zu liefern. Nur die Geologischen Dienste verfügen über die unverzichtbare Kenntnis, wo volkswirtschaftlich bedeutsame Rohstoffvorkommen im Untergrund vorhanden sind.

Auf der nachgeordneten Stufe der kommunalen Planung werden – angepasst an die vorgegebenen Ziele der Raumordnung und Landesplanung – Bauleitpläne gemäß Baugesetzbuch (BauGB) aufgestellt (§ 1 Abs. 4 BauGB). Bauleitpläne sind die vorbereitenden Flächennutzungspläne und die verbindlichen Bebauungspläne; bei ihrer Aufstellung ist unter anderem „... die Sicherung von Rohstoffvorkommen ...“ zu berücksichtigen (§ 1 Abs. 5 Nr. 7, 8 BauGB).

Dieses hierarchisch abgestufte Raumordnungssystem gewährleistet, dass sich die jeweils nachgeordnete Ebene den vorgegebenen Leitvorstellungen und Zielen der Raumordnung anzupassen hat; dazu finden zwischen den einzelnen Planungsebenen wechselseitige Abstimmungen statt. In den abgestuften Verfahren zur Aufstellung der jeweiligen Pläne ist die Beteiligung der Träger öffentlicher Belange vorgesehen, zu denen in Nordrhein-Westfalen auf allen Planungsebenen der Geologische Dienst NRW zählt.

Das Land Nordrhein-Westfalen stellt die Ziele der Raumordnung und Landesplanung im Landesentwicklungsplan Nordrhein-Westfalen (LEP NRW in der Fassung der Bekanntmachung vom 11.05.1995 – GV. NW. 1995, S. 532) dar. Während einige Bundesländer die textlichen Ausführungen durch zeichnerische Darstellungen von Gebieten für die Sicherung und Gewinnung von Rohstoffen ergänzen, ist in Nordrhein-Westfalen die räumliche Konkretisierung von Gebieten für die Rohstoffsicherung der Regionalplanung vorbehalten.

Hierzu werden für die einzelnen Bezirksregierungen Regionalpläne aufgestellt, in denen Bereiche für die Sicherung und den Abbau oberflächennaher Rohstoffe ausgewiesen werden. Sie werden in der Regel an den jeweiligen Rohstoffbedarf für einen mittelfristigen Planungszeitraum von 25 Jahren angepasst. Für diese Flächen gilt, dass hier andere Nutzungsansprüche zurücktreten. Wichtige Informationsgrundlage bei der Erarbeitung von Regionalplänen ist die „Karte der oberflächennahen nichtenergetischen Rohstoffe in Nordrhein-Westfalen“, Ausgangsmaßstab 1 : 100 000 (1998).

Besteht über die Aussagen der Landes- und Regionalplanung hinaus kurzfristig ein zusätzlicher Bedarf an einzelfallbezogenen Regelungen raumbedeutsamer Vorhaben, kann ein Raumordnungsverfahren durchgeführt werden. Die Raumbedeutsamkeit ergibt sich nicht zwingend aus der Flächengröße, sondern auch aus den allgemeinen Auswirkungen auf die Umwelt und auf andere Raumnutzungen. Auch wenn die für die Rohstoffgewinnung vorgesehenen Flächen nicht in der Regionalplanung dargestellt sind, bedürfen solche Vorhaben keineswegs immer eines Raum-

ordnungsverfahrens (MOHL 1996). Das Ergebnis eines Raumordnungsverfahrens hat nur planerische Bindungswirkung.

## Genehmigungsverfahren

Die Gewinnung von Steine und Erden als oberflächennahe Bodenschätze geht mit zeitweiliger Flächeninanspruchnahme einher. Sie erfordert die rechtlich abgesicherte Verfügbarkeit über diese im Eigentum des Grundeigentümers stehenden Bodenschätze.

Soweit es sich um bergfreie oder grundeigene Bodenschätze im Sinne des § 3 Bundesberggesetzes (BBergG) handelt, erfolgt die Genehmigung des Abbaus nach den Bestimmungen dieses Gesetzes. Bei den Festgesteinen handelt es sich ausschließlich um grundeigene Bodenschätze, die – im Gegensatz zu den bergfreien Bodenschätzen – im Eigentum des Grundstückseigentümers stehen. Zu den grundeigenen Bodenschätzen gehören Basaltlava (mit Ausnahme des Säulenbasalts), Dachschiefer, Quarzit (soweit sie sich zur Herstellung von feuerfesten Produkten oder Ferrosilizium eignen) und Ton (soweit er sich zur Herstellung von unter anderem feuerfesten oder säurefesten Erzeugnissen eignet). Entscheidend bei der Zuordnung ist dabei die Eigenschaft, nicht die tatsächliche Verwendung.

Der Abbau der übrigen Festgesteine wird auf der Grundlage anderer Fachgesetze genehmigt. In Nordrhein-Westfalen ist dies in erster Linie das Abgrabungsgesetz NRW, das insbesondere die Wiederherrichtung des betroffenen Grundstücks gewährleisten soll.

Entsteht durch den Abbau von Bodenschätzen auf Dauer ein Gewässer, erfolgt die Genehmigung des Abbaus im Rahmen eines Planfeststellungsverfahrens gemäß § 31 Wasserhaushaltsgesetz; der Planfeststellungsbeschluss schließt aufgrund seiner Konzentrationswirkung die Genehmigung nach Abgrabungsgesetz mit ein. Bei Steinbrüchen, in denen Sprengstoff eingesetzt wird, ist eine Genehmigung nach § 19 Bundesimmissionsschutzgesetz und der 4. Bundesimmissionschutzverordnung vorgeschrieben; auch diese Genehmigung hat eine (begrenzte) Konzentrationswirkung, die sich auf die Genehmigung nach Abgrabungsgesetz erstreckt. Erfolgt die Gewinnung eines Bodenschatzes unter Tage, so steht der abbauende Betrieb immer unter Bergaufsicht, unabhängig davon, nach welchem Gesetz der Abbau genehmigt wurde.

Sowohl nach Bundesberggesetz als auch nach Abgrabungsgesetz NRW besteht ein Rechtsanspruch auf Genehmigung, wenn der Antrag die vorgeschriebenen gesetzlichen Voraussetzungen erfüllt. Dazu gehören insbesondere die Beachtung der Ziele der Raumordnung und Landesplanung sowie der Belange der Bauleitplanung, des Naturhaushalts, der Landschaft und der Erholung.

Dabei gewinnt die Standortgebundenheit von Bodenschätzen eine ganz besondere Bedeutung. Denn anders als bei der Rohstoffsicherung sind Ziele der Raumordnung und Landesplanung insbesondere beim Schutz von Landschaft und Natur nicht zwangsläufig standortgebunden.

Der Abbau von oberflächennahen Rohstoffen ist mit einem Eingriff in Natur und Landschaft verbunden. Der Verursacher eines solchen Eingriffs ist nach dem Bundesnaturschutzgesetz ver-

pflichtet, unvermeidbare Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege auszugleichen.

Die Maßnahmen für die vom Gesetz verlangte Rekultivierung oder naturnahe Gestaltung sind Bestandteil der Abbaugenehmigung und werden schon vor Beginn des Abbaus in den Wiederherrichtungsplänen festgelegt. Dabei sollten die Interessen möglichst aller beteiligten Gremien aufeinander abgestimmt und die Vorstellungen des Betreibers, der Planer, der Kommune, des Folgenutzers und der Genehmigungsbehörde berücksichtigt werden. Der Plan ist dabei so auf den Abbau abzustimmen, dass die Lagerstätte möglichst vollständig genutzt und anschließend in die Landschaft wieder eingegliedert werden kann.

Die Wiederherrichtungsplanung bietet eine Möglichkeit, Rückzugsflächen für Flora und Fauna zu schaffen. Für die Planung bedeutet dies ein Abwägen zwischen Folgenutzung – z. B. in Form einer geordneten Agrarlandschaft – und der naturbelassenen Bildung neuer Lebensräume durch Renaturierung. Die Grundvorstellung über Rekultivierung hat sich jedoch zunehmend verändert. Während bisher die land- und forstwirtschaftliche Nutzung und die Schaffung von Freizeit- und Erholungsgebieten im Vordergrund standen, strebt man heute mehr eine Renaturierung der dafür geeigneten Steinbruchflächen an, um zusätzliche ungestörte Lebensräume für Fauna und Flora zu schaffen.

## Lagerstättenerkundung

Mit der grundsätzlichen geologisch-lagerstättenkundlichen Übersichtserkundung des Landes ist in Nordrhein-Westfalen der Geologische Dienst NRW beauftragt. Die konkrete, projektbezogene Untersuchung ist Aufgabe des Unternehmers.

Bevor eine neue Festgesteinslagerstätte erschlossen wird, sind gründliche geologische Untersuchungen durch eng angesetzte Bohrungen oder Schürfe sowie geophysikalische Messungen notwendig. Geologisch-fazielle Kenntnisse der Nachbargebiete – dargestellt beispielsweise in geologischen Karten – sind dabei hilfreich. Folgende Eigenschaften des Gesteinsvorkommens sind zu erkunden:

- Ausdehnung, Mächtigkeit und Lagerung
- petrografische Ausbildung, evtl. auch chemische Zusammensetzung
- Störungen, Klüftung, Lösbarkeit, Wasserführung, Grundwasserstand
- Art und Mächtigkeit des Abraums sowie unbrauchbarer Gesteinspartien
- technische Gesteinseigenschaften in Abhängigkeit vom Verwendungszweck

Die amtliche geologische Landesaufnahme ermöglicht dem Geologischen Dienst NRW die Erarbeitung von rohstoffgeologischen Übersichtskarten. Entsprechende Daten sind zum Beispiel im Informationssystem Rohstoffkarte von Nordrhein-Westfalen 1 : 100 000 [IS RK 100] abgelegt.

Lagerstättenkarten enthalten Angaben über Verbreitung, Qualität und Quantität der verschiedenen Rohstoffe. Sie zeigen Lagerstättenflächen, in denen eine Gewinnung des betreffenden Rohstoffs



derzeit wirtschaftlich interessant sein kann; im Rahmen der Regionalplanung kommen diese Flächen für eine Ausweisung als Bereich für die Gewinnung von Bodenschätzen in Betracht.

Zur Unterstützung dieser Aufgabe sind alle mit mechanischer Kraft betriebenen Bohrungen und geophysikalischen Untersuchungen den Staatlichen Geologischen Diensten zu melden (§§ 3, 4 des Lagerstättengesetzes). Diese Meldepflicht hat dazu beigetragen, dass beim Geologischen Dienst NRW ein Archiv mit umfassenden geologisch-lagerstättenkundlichen Informationen über den Untergrund des Landes vorliegt. Die gemeldeten Bohrergebnisse unterliegen der Geheimhaltungspflicht sowie den allgemeinen gesetzlichen Bestimmungen des Datenschutzes für Geschäfts- und Betriebsgeheimnisse.

## Lagerstätten der Festgesteine

Die Beschreibung der Lagerstätten erfolgt bei den einzelnen Rohstoffen nach ihrem stratigrafischen Alter. Einleitend werden jeweils Aussagen zum stratigrafischen Alter des Rohstoffs, seiner regionalgeologischen Stellung, seiner Entstehung sowie zur Mächtigkeit der Lagerstätte gemacht.

Unter „Gesteinsausbildung“ erfolgen Angaben zur Petrografie des Rohstoffs und zu weiteren Eigenschaften, soweit diese für die wirtschaftliche Nutzung relevant sind. Unter „Abbau und Verwendung“ erfolgen Angaben zu Gewinnungsbetrieben, Rohstofffördermengen, Besonderheiten des Abbaus und Verwendung der abgebauten Gesteine.

Zum Schluss werden die derzeit aktiven Gewinnungsstätten mit ihrer Werksbezeichnung und der Produktpalette aufgeführt. Die darin angeführten Abkürzungen bedeuten:

BK	=	Branntkalk
DO	=	Dolomit
DÜ	=	Düngerkalk
ESP	=	Edelsplitt, Edelbrechsand
ESP o. E.	=	Edelsplitt, Edelbrechsand, geeignet ohne Einschränkung für Deckschichten von Straßen für den Schwerlastverkehr (Bauklassen SV I u. II)
FÜ	=	Füller (Gesteinsmehl)
GE	=	Mineralstoffgemisch
GL	=	Gleisbettungsschotter
SP	=	Schotter, Splitt, Brechsand
UK	=	ungebrannter Kalk
WB	=	Wasserbausteine
WS	=	Naturwerkstein
ZE	=	Zement
ZI	=	Ziegeleiprodukte

Die Anschriften der Gewinnungsbetriebe sind im Anhang (S. 143 – 155) zusammengestellt.

## Vulkanite

### Quarzkeratophyr des Unterdevons im Sauerland

Vor allem im südlichen Sauerland treten in unterdevonischen Schichten saure Vulkanite auf. Sie werden den Quarzkeratophyren zugerechnet. Die größten Mächtigkeiten von bis zu 300 m finden sich südlich Kirchhundem in dem als K4 bezeichneten Horizont des Hauptkeratophyrs zwischen Rimmert-Schichten und Remscheid-Schichten der Ems-Stufe.

Die Albaumer Klippen südlich Kirchhundem gewähren Einblicke in den Aufbau der devonischen Keratophyrdecken (CLAUSEN 1985). Es handelt sich um einen 800 m langen Gesteinszug, der überwiegend aus dichten Quarzkeratophyren besteht und daher der Verwitterung größeren Widerstand entgegensetzt als die umgebenden, einsprenglingsreichen Quarzkeratophyre.

Vom Aussehen her gleicht der Quarzkeratophyr dem Quarzporphyr beziehungsweise Rhyolith. Aus Rhyolith bestehen beispielsweise die Bruchhauser Steine südlich Brilon (Abb. 21). Die imposanten, bis 70 m hohen Felsen sind Reste eines untermeerisch ausgebrochenen Vulkans, dessen quarzreiche und daher zähflüssige Lava deutliche Fließspuren hinterließ. Im Fels eingeregelt Mineralien sowie helle und dunkle Gesteinslagen verdeutlichen diese Fließbewegungen. Die verfestigten Laven wurden variszisch gefaltet und zerbrochen. Wegen ihrer großen Härte hat die junge Erosion die vulkanischen Gesteine aus den weichen Gesteinen der Umgebung herausmodelliert.

**Gesteinsausbildung:** Der Quarzkeratophyr ist ein rötlich graues bis rotbraunes, mittel- bis grobkörniges, porphyrisches Gestein. In der dichten, weißgrünlichen bis rötlichen Grundmasse sind zahlreiche graue Quarz- und fleischrote Feldspateinsprenglinge bis 5 mm Größe eingebettet. Der Mineralbestand besteht zu 64 % aus Grundmasse, 16 % Quarz, 10 % Plagioklas, 8 % Erzminerale und 2 % Glimmer (SIMPER 1991). Die Ausbildung der Vulkanite im Hauptkeratophyr ist sehr wechselhaft. Im Hinblick auf eine Nutzung interessiert vor allem der massiv entwickelte, einsprenglingsrei-



Abb. 21  
Die Bruchhauser Steine im Sauerland: aus Quarzkeratophyr bestehender Erosionsrest eines unter dem Meeresspiegel ausgebrochenen Vulkans

che Quarzkeratophyr. Daneben sind außerdem noch einsprenglingsarme und dichte, felsitische Quarzkeratophyre sowie Tuffe beteiligt. Der Quarzkeratophyr weist eine sehr gute Verwitterungsresistenz auf.

**Abbau und Verwendung:** Einsprenglingsreiche Quarzkeratophyre werden heute nur noch nahe Kirchhundem südlich Würdinghausen in einem kleinen Betrieb für Bruchsteine und Wasserbausteine genutzt. In der Vergangenheit dienten die Quarzkeratophyre vielfach als Werksteine sowie als Pflaster- und Bordsteine. Aus Quarzkeratophyr wurde z. B. die Kirche St. Peter und Paul in Kirchhundem erbaut.

**Gewinnungsstätte:**

- (1) **Werk Würdinghausen** (WS, GE, WB, ESP, SP)

## Diabas des Mitteldevons im Sauerland

### Intrusiv-Diabas

Im Kern des Ostsauerländer Hauptsattels treten in den Schichten des Unteren Mitteldevons lagerförmige Diabase auf. Sie kommen vor allem nördlich Winterberg im Raum Hildfeld – Silbach – Wiemeringhausen sowie südlich Meschede bei Halbeswig vor. Im Raum Winterberg liegen mehrere stillgelegte Steinbrüche wie beispielsweise die Steinbrüche Meisterstein und Iberg bei Siedlinghausen, in denen diese Vulkanite in größerem Gesteinsverband aufgeschlossen sind.

Die Entstehung der intrusiven Diabase hat man sich als subvulkanische Intrusionen von dünnflüssigem, basaltischem Magma in die zur Devon- und Unterkarbon-Zeit noch horizontal liegenden Schichten vorzustellen. Das auf Spalten aus großer Tiefe aufsteigende Magma breitete sich – meistens Schichtfugen folgend – flächenhaft aus, ohne bis zur Erdoberfläche vorzudringen. In der nachfolgenden variszischen Gebirgsbildung wurden die Schichten mit den darin eingeschlossenen Diabaslagern gefaltet und durch Verwerfungen vielfach zerrissen. Dabei wurde das ehemals basaltische Gestein auch mineralogisch verändert. Nach neueren geochemischen Untersuchungen in der Lahn-Dill-Mulde (NESBOR 1997) erfolgten die Intrusionen möglicherweise erst während des Unterkarbons.

**Gesteinsausbildung:** Die Intrusiv-Diabase des Ostsauerländer Hauptsattels haben eine dunkelgrüngraue Farbe und sind vielfach etwas heller gefleckt. Das Gestein ist mikroskopisch aus einem sperrigen Gerüst von Feldspatleisten sowie aus Augit, Hornblende, Chlorit, Serizit, Olivin und untergeordnet aus Titanomagnetit zusammengesetzt. Die Fleckung des Gesteins rührt von bis centgroßen Augitkristallen her, die später als die Feldspäte ausgeschieden wurden und diese partiell umschließen (s. Abb. 4, S. 23). Durch die Mineralien Chlorit und Olivin sind Diabase meist grün gefärbt; im Sauerland werden Intrusiv- wie auch Effusiv-Diabase deshalb auch als Grünstein bezeichnet.

Mächtiger Diabaslager erfuhren während ihrer Abkühlung in den devonischen Sedimentgesteinen eine gravitative Differentiation, wobei sich dunkle, schwerere Mineralien unten absetzten,

hellere, leichtere Mineralien oben. Dabei führte die nach oben wandernde gasförmige Phase zu einer gröber kristallinen Ausbildung der Diabase im oberen Abschnitt. Infolge der Differentiation kann sich der Chemismus der Diabase im unteren Teil, z. B. durch erhöhte MgO-Gehalte, deutlich von dem im oberen Teil unterscheiden.

Sowohl die mineralogische Zusammensetzung als auch die Gefügeeigenschaften verleihen dem Gestein eine hohe Zähigkeit und damit sehr günstige gesteintechnische

Eigenschaften. Dies äußert sich in einem niedrigen Schlagzertrümmerungswert von 10 – 11 %. Außerdem haben Diabaskörnungen eine vorteilhafte „kubische“ Form und auf der Straßendecke eine gute Griffigkeit sowie ausreichende Helligkeit. Die Intrusiv-Diabase eignen sich daher für verschleißfeste Straßendecken sowie für Bahnschotter und Wasserbausteine. Stellenweise können im Diabas Smekтите auftreten. Höhere Anteile dieser Tonmineralien führen zum raschen Zerfall des Gesteins, weshalb dem möglichen Vorkommen von Smektit erhöhte Aufmerksamkeit



Abb. 22 Aktinolith-Asbest, ein faseriges Mineral als Kluftausfüllung im Intrusiv-Diabas. Winterberg, Werk Silbach (3)

Abb. 23 Intrusiv-Diabas, eingeschaltet in steil stehende, geschieferte Tonsteine. Meschede, Werk Halbeswig (2); Blick nach Südwesten



gilt. Außerdem kann insbesondere in mächtigeren Diabaslagern auf Klüften lokal Aktinolith-Asbest auftreten (Abb. 22).

**Abbau und Verwendung:** Zurzeit wird das im Baustoffhandel als Intrusiv-Diabas bezeichnete Gestein im Sauerland an drei Stellen abgebaut. Die Gewinnungsstelle Halbeswig besteht aus drei auf einem Bergrücken ausstreichenden, bis 30 m mächtigen Diabaslagergängen (Abb. 23). Ein noch nicht aufgeschlossenes Vorkommen liegt auf dem Sperrenberg südlich Wiemeringhausen. Ein weiterer Lagergang, der das Ruhrtal zwischen Wiemeringhausen und Niedersfeld quert, stand bis in die 1970er-Jahre auf der östlichen Talseite im Abbau. Das mit steil nach Südosten einfallende Lager ist von Störungen umgrenzt.

Südlich Silbach wird ein über 100 m mächtiger südfallender, überkippt liegender Diabaskörper abgebaut, der in seinem Weiterstreichen nach Osten die Kuppe des Kuhlenbergs bildet. Ein weiteres, 120 m mächtiges Diabaslager, das ebenfalls steil nach Süden einfällt, kommt nördlich Hildfeld am Clemensberg zutage und wird dort in großem Umfang genutzt.

Die Hauptmenge der gewonnenen Intrusiv-Diabase geht als Edelsplitt, Brechsand und Schotter in den Straßenbau, ferner in den Bahn- und Hochbau sowie Wasserbau. Der Intrusiv-Diabas ist ein hochwertiger Rohstoff, der in Asphaltdecken von stark befahrenen Straßen sowie als Bahnschotter eingesetzt werden kann. Infolge seiner günstigen gesteintechnischen Eigenschaften wird er teilweise überregional abgesetzt. Der Abnehmerkreis reicht bis zum linken Niederrhein und bis zur Nordseeküste, wo der Intrusiv-Diabas im Deichbau Verwendung findet.

Die Produktion an Intrusiv-Diabas in Nordrhein-Westfalen betrug im Jahre 2003 insgesamt ca. 2,5 Mio. t.

#### **Gewinnungsstätten:**

- (2) **Werk Halbeswig** (ESP o. E., GL, SP, GE, FÜ)
- (3) **Werk Silbach** (ESP o. E., SP, GE, FÜ)
- (4) **Werk Hildfeld** (ESP o. E., GL, SP, GE, FÜ)

### **Effusiv-Diabas und Diabas-Tuff**

Die Effusiv-Diabase und Diabas-Tuffe, die in dem lang gestreckten Hauptgrünsteinzug zwischen Meschede und Padberg im Nordosten des Sauerlandes auftreten, sind im Gegensatz zu den Intrusiv-Diabas Zeugen eines effusiven Vulkanismus während der Givet-Stufe des Oberen Mitteldevons. Da die vulkanischen Gesteine am Meeresboden ausgeflossen sind, kam es zur Vermischung von massiven Diabas-Laven, Diabas-Tuffen und Sedimentgesteinen. Die Lagerstätten sind infolgedessen oft heterogen aufgebaut.

**Gesteinsausbildung:** Die im Hauptgrünsteinzug vorkommenden Gesteine sind überwiegend aus Tuffen hervorgegangene Gesteinstypen, während kristallin erstarrte Diabase stark zurücktreten (VENZLAFF 1956). Wegen ihrer oft deutlich schiefbrig-schaligen, durch Gebirgsdruck entstandenen Klüftung oder Spaltbarkeit werden die aus Tuffen hervorgegangenen Gesteine auch als Schalsteine bezeichnet. Die Diabas-Tuffe setzen sich aus feinen bis groben Diabaspartikeln

zusammen, die in stark wechselndem Verhältnis mit Kalzit, Chlorit und Quarz verschweißt sind („Diabas-Lapillituff“). Vielfach führen die Schalsteine reichlich bis zentimetergroße, leistenförmige Feldspäte („Kristallschalsteine“). Die für die Verwendung dieser Gesteine wichtigen Festigkeitseigenschaften sind in Abhängigkeit von der mineralogischen Zusammensetzung unterschiedlich, jedoch sind große Partien als günstig zu bewerten.

In den tuffartigen Partien finden sich auch Einlagerungen von feinkristallin erstarrten Diabasen. Sie sind entweder kompakt oder zeigen kleine, mit Kalzit ausgefüllte ehemalige Bläschen („Mandelsteindiabase“). Sehr zurücktretend kommen auch kristalline Diabase mit zentimetergroßen Feldspateinsprenglingen („Diabas-Porphyrite“) vor. Sie sind aus Magmenintrusionen in die ehemals noch lockeren Tuffe hervorgegangen.

**Abbau und Verwendung:** Die westlichste Abbaustelle liegt auf dem Felsberg bei Meschede-Wallen in kompakten Lapillituffen. Ziemlich mächtige Diabas-Porphyrite und Schalsteine wurden im Valmetal südlich Bestwig abgebaut. Das Vorkommen streicht von hier weiter über den Breberg südlich Ostwig.

In großem Umfang wird der Hauptgrünsteinzug am Bilstein zwischen Brilon und Hoppecke abgebaut (s. auch Abb. 55, S. 108). Am Bilstein steht der Abbau in einem steil stehenden bis südlich einfallenden, überkippten Sattelflügel. In der Westhälfte des Steinbruchs ist ein steil stehendes Schieferpaket aufgeschlossen, das Intrusiv-Diabase führte, die mittlerweile abgebaut sind. In der Osthälfte stehen effusive Diabase und Diabas-Tuffe an. Nachdem auch diese Lagerstättenteile weitgehend abgebaut sind, zielt der weitere Abbau auf die östliche Erweiterung am Bilstein, wo allein effusive Diabase und Diabas-Tuffe anstehen (Abb. 24).



In der Lagerstätte „Auf der Burg“ südwestlich Messinghausen sind den Diabas-Tuffen qualitativ hochwertige Diabas-Porphyrite eingelagert, die dort im Abbau standen. Zwischen Rösenbeck und Messinghausen tritt der Grünstein im Kern des Messinghäuser Sattels großflächig zutage. Zurzeit wird hier nur der den Grünstein überlagernde Kalkstein abgebaut; die Diabasingewinnung im Liegenden des Kalksteins ist östlich Messinghausen sowie östlich Rösenbeck jedoch in Aussicht genommen. Unweit entfernt rechts der Diemel steht der Hauptgrünsteinzug bei Niederhof im Abbau.

In mittel- bis oberdevonischen Ton- und Kalksteinen treten in einem Kleinbetrieb nordwestlich Giershagen und in einem stillliegenden Steinbruch mit mitteldevonischen Tonsteinen südlich Padberg Lagergänge von porphyrischen und Mandelsteindiabasen auf. Die Abbauverhältnisse sind infolge der starken Faltung schwierig.

Abb. 24 Abbau von Effusiv-Diabas, im Vordergrund ein Tuffitblock, Brilon, Werk Am Bilstein (5)

Die aus dem Hauptgrünsteinzug gewonnenen Effusiv-Diabase in der Größenordnung von etwa 1 Mio. t/a werden zum überwiegenden Teil als Schotter und Splitt im Straßenbau und Betonbau eingesetzt.

**Gewinnungsstätten:**

- (5) **Werk Am Bilstein** (ESP o. E., SP, GE, FÜ)
- (6) **Werk Felsberg** (ESP o. E., SP, GE, WB, FÜ)
- (7) **Werk Giershagen** (GE)

### **Basalt und andere Vulkanite des Tertiärs in der Niederrheinischen Bucht und im Bergischen Land**

Basaltlagerstätten sind in Nordrhein-Westfalen nur im südlichen Landesteil, vor allem südlich und östlich von Bonn, anzutreffen. Infolge ihrer Härte und Widerstandsfähigkeit gegenüber Verwitterung bilden sie Kuppen in der Landschaft. Altersmäßig werden die Vulkanite in das Oligozän bis Miozän des Tertiärs eingestuft.

In der Vergangenheit wurden in Nordrhein-Westfalen fast alle Basalte als gefragte Rohstoffe ganz oder teilweise abgebaut. Lediglich die Basaltlagerstätte Hühnerberg östlich des Siebengebirges steht derzeit noch im Abbau.

Das Siebengebirge, dessen Kuppen teils aus Basalten (Petersberg) aufgebaut sind, teils aus anderen Ergussgesteinen wie Trachyt (Drachenfels) oder Latit (Wolkenburg), bleibt hier weitgehend außer Betracht, da diese Vorkommen aus Gründen des Natur- und Landschaftsschutzes schon seit langem nicht mehr abgebaut werden. Der einstmalig intensive Gesteinsabbau im Siebengebirge hat zahlreiche hervorragende Geotope zurückgelassen, die uns heute noch einen vorzüglichen Einblick in die Entstehung dieser Vulkanlandschaft gewähren. Besuchenswerte geologische Aufschlüsse im Basaltgestein sind die Oberkasseler Steinbrüche, insbesondere der Basaltgang am Kuckstein mit seinen senkrechten Säulen sowie der Weilberg bei Heisterbacherrott. Dem Weilberg eng benachbart liegt der Stenzelberg, dessen aus Latit bestehendes Gestein im 19. Jahrhundert ein begehrter Naturwerkstein war. Der Trachyt des Drachenfelsens wurde bereits von den Römern abgebaut. Er war vom 11. bis zum 16. Jahrhundert einer der beliebtesten Bausteine für den Kirchenbau, vor allem für den Kölner Dom.

Da heute nur noch Basalt abgebaut wird, beschränken sich die folgenden Ausführungen auf diesen Rohstoff.

**Gesteinsausbildung:** Der Basalt ist schwärzlich grau und bei makroskopischer Betrachtung dicht. Er ist sehr hart und hat einen splittrigen Bruch. Einschlüsse von flaschengrünen Olivinknollen sind häufig. Petrografisch gehören die Basalte zu den Alkali-Olivin-Basalten. Sie bestehen im Allgemeinen aus einer feinkörnigen Grundmasse, die sich aus Augit, Feldspat (leistenförmigem Plagioklas und untergeordnet Alkalifeldspat) und Erz (Titanomagnetit), oft unter Beteiligung von Analcim und/oder Nephelin, zusammensetzt. Darin sind Einsprenglinge von

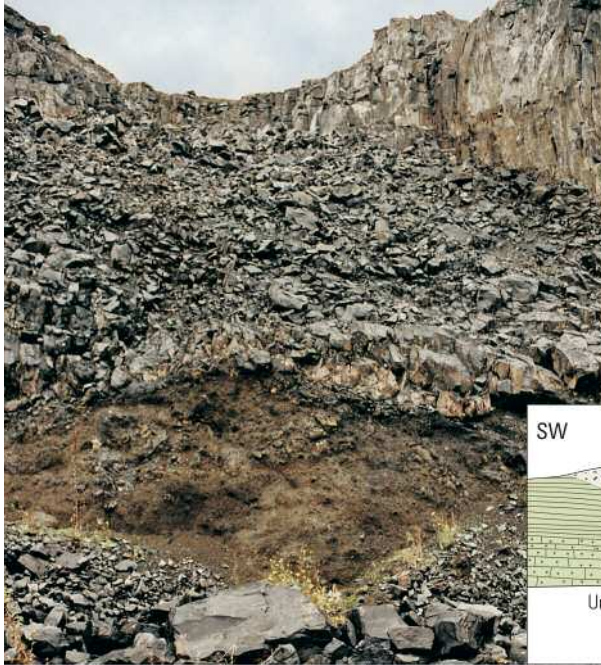
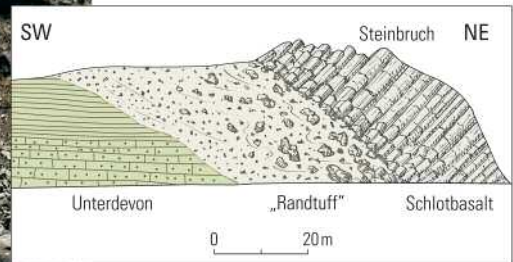


Abb. 25

Basalt des Hühnerberg-Vulkans, unterlagert von „Randtuff“ als Basis der Kraterfüllung. Königswinter, Werk Hühnerberg (8). Zur Erläuterung dient das geologische Profil durch den Kraterand des Eulenbergs bei Uckerath.



Olivin und Augit bis etwa 1 mm Größe eingebettet. Gelegentlich treten Sonnenbrenner auf. Hierbei handelt es sich um lokale Anreicherungen von Nephelin, das an der Luft zu Analcim umkristallisiert und durch Volumenzunahme das Gesteinsgefüge zerstört. Sonnenbrenner-Basalte können allerdings in der Körnung Brechsand durchaus Verwendung finden.

Die Basalte sind in gang-, trichter- oder deckenförmiger Form ausgebildet. Oft entwickelt sich ein Basaltvorkommen in der Tiefe aus einer gangförmigen Spalte, wie sie im Siebengebirge am Kuckstein bei Königswinter beispielhaft zu besichtigen ist. An der Erdoberfläche kommt es dann infolge Entgasung des Magmas und Kontakt mit Grundwasser zum explosiven Herausprengen eines Trichters. Dieser füllt sich zunächst mit vulkanischen Aschen, bis schließlich die aufsteigenden basaltischen Schmelzen den Schlot auffüllen. In vielen Fällen dürften Laven auch über den Schlotrand geflossen sein und sich dann deckenförmig ergossen haben. Diese deckenförmigen Basalte sind jedoch wegen der nachfolgenden Erosion in der Regel heute nicht mehr vorhanden.

Die Absonderung der Basalte ist meist säulig. Die 40 – 60 cm dicken, 4- bis 5-eckigen Säulen stehen senkrecht zur Abkühlungsfläche. So kommen bei trichterförmiger Gestalt der Basaltkörper meilerartige Säulenordnungen zustande. In größeren Schlotfüllungen oder in Deckenresten stehen die Säulen vielfach mehr oder weniger senkrecht (s. Abb. 5, S. 24). Plattige Absonderung findet sich fast nur am Rand der Basalte in einer Stärke bis zu einigen Metern. Sie liegt streng parallel zum Nebengestein.

Eine lagerstättenspezifische Besonderheit stellen die vulkanischen Lockerprodukte am Rand der Basaltvorkommen dar. Beispielhaft sind sie heute am stillgelegten Steinbruch Eulenberg östlich



Königswinter zu sehen (Abb. 25). Dort schaltet sich zwischen Säulenbasalt und unterdevonischem Unterlager eine 30 – 40 m mächtige Lage aus stark vergrustem Basalt ein, der gewöhnlich als „Randtuff“ bezeichnet wird. Es handelt sich um ein schwach verfestigtes Gestein mit einem hohen Anteil an Gesteinsbruchstücken aus Basalt bis Steingröße. Die Entstehung einer derartigen tuffähnlichen Kontaktzone, irrtümlicherweise als „Randtuff“ bezeichnet, wird durch Wasseraufnahme aus dem Sediment bei der Intrusion des Basaltes begünstigt (SCHERP 1969: 36). Als Folge entwickelt sich ein blasenreicher Basalt mit hydrothermalen Mineralbildungen in den Blasenräumen.

Diese „Randtuffe“ stellen offenbar eine weit verbreitete Erscheinung in Basalttrichtern dar. Am Hummelsberg bei Linz am Rhein verursachte 1978 dieser „Randtuff“ als Grenzfläche des Basalts den Einsturz der 120 m hohen Basaltrestwand. Dies führte infolge einer Flutwelle aus dem „Kratersee“ zu erheblichen Schäden an Gebäuden und Personen (KRAUTER et al. 1979).

**Abbau und Verwendung:** Der Hühnerberg bei Willmeroth östlich des Siebengebirges ist die bei weitem größte noch verfügbare Basaltlagerstätte in Nordrhein-Westfalen (Abb. 26). Aus der etwa 700 x 800 m großen, pilzförmigen Basaltkuppe werden erhebliche Mengen Edelsplitt und Schotter für den Straßen-, Beton- und Eisenbahnbau sowie Wasserbausteine für den Export in die Niederlande produziert. Außerdem werden aus dem Basalt verschiedene Sonderprodukte wie Sandstrahlmittel und Bodenverbesserer hergestellt. Aus geschmolzenem Basalt können Pflastersteine und feuerfeste Fasern (Basalt-Wolle) zur Wärme- und Schallisierung hergestellt werden. Die Jahresproduktion beträgt etwa 1 Mio. t.

Nahezu ausgebeutet ist das hiervon unweit nordöstlich liegende Vorkommen auf dem Eulenberg, wo um das Jahr 2000 noch kleinere Basaltmengen für den Neubau der ICE-Strecke Köln – Rhein/Main entnommen wurden.

Von den übrigen zahlreichen Basaltvorkommen des Bonner Großraumes lässt sich nur für die nachfolgend genannten Vorkommen noch eine wirtschaftliche Bedeutung erkennen. Die Vorkommen sind teilweise allerdings klein und meistens früher schon einmal genutzt worden. Linksrheinisch liegen solche Vorkommen südlich Villip, östlich Arzdorf, am Lyngsberg bei Bad Godesberg und am Dächelsberg zwischen Nieder- und Oberbachem. Rechtsrheinisch sind die Vorkommen bei Oberkassel, bei Hartenberg westlich Oberpleis, am Stuxenberg östlich Ober-

Abb. 26 Zentraler Schlotbereich des Hühnerberg-Vulkans mit Säulenbasalt. Königswinter, Werk Hühnerberg (8); Blick nach Osten



pleis und östlich Pleiserhohn zu nennen, ferner die Vorkommen auf dem Dachsberg nördlich Windhagen, nördlich Stockhausen, bei Stein südlich Eitorf, südlich Leuscheid sowie die Basaltkuppe nördlich Happerschoß an der Wahnbach-Talsperre.

**Gewinnungsstätte:**

- (8) **Werk Hühnerberg** (ESP, SP, GE, FÜ, WB)

## Sedimentgesteine

### Sandstein des Devons im Bergischen Land und im Sauerland

In fast allen devonischen Schichtgliedern treten im Rheinischen Schiefergebirge feste, häufig quarzitisches Sandsteine auf, die von großer wirtschaftlicher Bedeutung sind. Im praktischen Gebrauch werden sie vielerorts als „Grauwacke“ bezeichnet, wobei dieser Handelsname jedoch aus petrografischer Sicht nicht gerechtfertigt ist. In der Regel handelt es sich um schwach tonhaltige Feinsandsteine und Grobschluffsteine beziehungsweise um Subgrauwacken. Sie werden daher im Folgenden zusammenfassend als Sandsteine bezeichnet.

Die petrografische Ausbildung der devonischen Sandsteine ist meist recht ähnlich. Dennoch lassen sich einige Horizonte ausmachen, in denen derzeit vorzugsweise abgebaut wird (s. Abb. 2, S. 20). Neben den dort aufgeführten Sandsteinhorizonten bergen weitere Schichtglieder des Devons für die Werkstein-, Schotter- oder Splittproduktion geeignete Sandsteine. Sie stehen aber derzeit wegen zu geringer Mächtigkeiten, zu mächtiger Zwischenmittel oder schlechter Zugänglichkeit nicht in Abbau.

Von den unterdevonischen Schichten führen vor allem die Oberen Siegen-Schichten Sandsteine. Diese Schichtenfolge streicht im Bergischen Land, im südlichen Sauerland und im Siegerland weitflächig aus. Es sind insbesondere zwei Gesteinshorizonte mit derzeit wirtschaftlich genutzten Sandsteinen: die Odenspiel-Grauwacke und der Wahnbach-Sandstein. In den darüber folgenden Ems-Schichten wird der Ems-Quarzit (Höllberg-Schichten) an der Südflanke des Siegen-Sattels zwischen Burbach und Hainichen als Naturwerkstein genutzt. Im Raum Kirchhundem liegt innerhalb der Rimmert-Schichten die quarzitisches Sandsteinfolge des Rimmert-Quarzits.

In den mitteldevonischen Schichten sind die stärksten Sandsteinmassierungen im Raum Gummersbach-Attendorn auf die breite und flache Attendorner Mulde konzentriert. Die sandsteinreichsten Partien treten in der Eifel-Stufe innerhalb der Mühlenberg-Schichten mit dem Mühlenberg-Sandstein („Lindlarer Grauwacke“) und den darüber folgenden Selscheid-Schichten mit dem Unnenberg-Sandstein auf. Im Raum südlich Hagen-Letmathe vertreten die Brandenburg-Schichten den Unnenberg-Sandstein. Sie bestehen aus einer Wechsellagerung von grünlich grauen, feinkörnigen Sandsteinpaketen bis 20 m Mächtigkeit und sandig-schluffigen Gesteinen, die grüngrau, vielfach aber auch rot gefärbt sind (Abb. 27). Auch die im Liegenden der Mühlenberg-Schichten auftretenden Hobräck-Schichten führen nutzbare Sandsteine.

Abb. 27

Rot-grüne Wechselfolge der Brandenburg-Schichten, durchzogen von einer steil stehenden Verwerfung, an der die rechte Scholle infolge Dehnungstektonik um ca. 100 m abgesunken ist. Werk Hagen-Ambröck (26); Blick nach Nordwesten



Im südöstlichen Schiefergebirge liegen in der herzynischen Stillwasserfazies gegenüber der rheinischen Bewegwasserfazies im Nordwesten stark geänderte fazielle Verhältnisse mit nur spärlichen Sandsteineinschaltungen vor. Im Raum Ramsbeck tritt

anstelle des Mühlenberg- und Unnenberg-Sandsteins der Eifel-Quarzit auf. Er streicht beiderseits des Valmetals bei Ramsbeck als sogenannter Hauptquarzit kuppenbildend aus. Südlich Bad Berleburg werden im gleichen stratigrafischen Niveau dünn- bis dickbankige quarzitisches Sandsteine abgebaut.

In den stratigrafisch jüngeren, der Givet-Stufe angehörenden Schichten treten weitere bedeutende Sandsteinhorizonte auf. Sie werden nach dem Fossil *Subrensselandia amygdala*, einem Brachiopoden, als *Rensselandia*-Sandstein bezeichnet. Gleichsinnige Bezeichnungen sind Newberrien-Sandstein und Finnentrop-Sandstein. Besonders mächtig sind diese Gesteine zwischen Bergneustadt und der Listertalsperre. Dort werden ein oberer und ein unterer *Rensselandia*-Sandstein von je etwa 200 m Mächtigkeit unterschieden, die ein gering mächtiger, tonig-sandiger Horizont trennt.

Auch im Raum Plettenberg-Meschede führen die Oberen *Rensselandia*-Schichten recht mächtige Sandsteine. Wie viele andere Sandsteine des Mitteldevons können sie einen geringen Karbonatgehalt führen. Er rührt vornehmlich von beigemengtem Fossilschutt aus zumeist Krinoidenresten her. Der Karbonatgehalt von Sandsteinen in Schichten der Givet-Stufe ist geringfügig höher als der von Sandsteinen der Eifel-Stufe (KUNERT 1964, KRAPP 1967).

Nördlich Plettenberg zeichnet sich im stratigrafischen Niveau der *Rensselandia*-Schichten ein Fazieswechsel ab. Dort werden die sandig-tonigen Schichten mit Einschaltungen einzelner Sandsteine Honsel-Schichten genannt. Lagerstättenkundlich ist der Raum Lüdenscheid – Werdohl von Interesse. Dort tritt eine über 100 m mächtige Sandsteinfolge auf („Sirriner Sandstein“).

Die oberdevonischen Schichten sind verhältnismäßig arm an nutzbaren Sandsteinen. Nur im Raum Hallenberg erreicht der Nehden-Sandstein bauwürdige Mächtigkeiten und stand daher in der Vergangenheit im Abbau.

Die devonischen Sandsteine des Rheinischen Schiefergebirges wurden schon in der Vergangenheit in zahlreichen Steinbrüchen abgebaut. Auch bestehen aufgrund der lebhaften Morphologie entlang der Flusstäler an Talhängen und Straßenböschungen vielfach umfangreiche Aufschlüsse. Als Beispiel sei die Siegtalstraße Hennef – Eitorf genannt, an der infolge moderner Straßenerweiterungen lange, durchgehende Profile entstanden. Eine touristische Besonderheit stellt der Lindlarer Steinhauer-Pfad dar, der im Norden Lindlars im Bereich der Abbaustellen angelegt wurde. Dort wird der interessierte Wanderer mit dem Gesteinsabbau der „Lindlarer Grauwacke“ vertraut gemacht.

**Gesteinsausbildung:** In qualitativer Hinsicht weisen die Sandsteine und quarzitischen Sandsteine kaum Unterschiede auf. Sie sind durchweg sehr witterungbeständig und weisen gute bis sehr gute technische Kennwerte auf (s. Tab. 5, S. 26). Nachteilig wirken sich allenfalls die örtlich auftretenden Ton- oder Schluffstein-Zwischenlagen aus.

Die devonischen Sandsteine sind meist feinkörnig. Die Korngrößen liegen im Mühlenberg-Sandstein vorherrschend bei 0,08 – 0,2 mm Durchmesser, d. h. in der Feinsandfraktion, in den *Rensselandia*-Sandsteinen zwischen 0,03 und 0,07 mm Durchmesser, d. h. in der Grobschlufffraktion. Die Kornsortierung ist in der Regel gut bis sehr gut.

Die Sandsteine setzen sich zu 70 – 80 % aus Quarz, 5 – 20 % aus Feldspat, wenigen Prozenten Gesteinsbruchstücken sowie Glimmer und 15 – 25 % Tonmineralien wie Illit, Serizit und Chlorit zusammen. Das Bindemittel ist kieselig-tonig, zum Teil auch karbonatisch. Die Kornbindung ist je nach Matrix- beziehungsweise Zementgehalt in unterschiedlichem Maß quarzitisches, d. h. kornverzahnt.

Die Farbe der devonischen Sandsteine ist meist grünlich grau oder grau. Die unterschiedlich grünen Farbtöne gehen auf wechselnde Gehalte des grünen Tonminerals Chlorit zurück. Manche Gesteinsvarietäten haben gelbliche und bräunliche Farbtöne, die von der Verwitterung eisenhaltiger Karbonatmatrix herrühren.

In den überwiegend tonig-schluffigen devonischen Schichtfolgen wechseln Ausbildung und Mächtigkeit von Sandsteineinschaltungen sehr rasch. Die Sandsteinfolgen erreichen meist Mächtigkeiten von 100 – 200 m, bleiben aber selten über größere Entfernungen konstant. Beispielsweise fallen die Sandsteine der Mühlenberg-Schichten aus dem Raum Drolshagen in westliche Richtung bis Wiehl auf etwa 15 km Entfernung fast vollständig aus. Die einzelnen Sandsteinpakete – wie der sogenannte Basissandstein und der Hauptsandstein – sind bei Drolshagen 150 bzw. 100 m mächtig. Ursache für die sehr wechselhaften Verhältnisse sind die während der Devon-Zeit herrschenden, stark gegliederten Ablagerungsräume, in die vom unmittelbar nördlich gelegenen Old-Red-Kontinent einzelne Flusssysteme feinkörnige Sand- und Schlammfracht lieferten. Die Sedimente bildeten sich zum einen in weiträumigen Schelfgebieten, in weiter südlich gelegenen Meeresräumen dagegen an abfallenden Schelfkanten, von denen von Zeit zu Zeit sandige Trübeströme in tiefere Senken abglitten. Die devonischen Sandsteinfolgen bauen sich daher in der Regel aus einem rhythmischen Übereinander von stark sandigen Bänken und tonig-schluffigen Zwischenlagen auf (Abb. 28). Die Bankmächtigkeiten schwanken dabei zwischen mehreren Zentimetern (dünnbankig), über einige Dezimeter (mittelbankig) bis einige Meter

(dickbankig). Die tonig-schluffigen Zwischenlagen sind in der Regel geringmächtiger, können aber bereichsweise auch stark anschwellen und dann einen Abbau unwirtschaftlich werden lassen. Wichtig für die Erkundung und Beurteilung wirtschaftlich interessanter Sandsteinlagerstätten ist deshalb das Erkennen toniger Zwischenmittel.

Für die Verwendung als Splitt in Deckschichten von Straßen setzt man gegenwärtig in manchen Fällen Sandsteine mit karbonatischem Bindemittel ein, da sie im Gegensatz zu den meist sehr spröden, kieselig gebundenen Gesteinen elastischer reagieren und den Belastungsdruck durch den Verkehr besser auffangen können. Kieselig-toniges Bindemittel herrscht in den unterdevonischen Gesteinen, karbonatisches Bindemittel in den mitteldevonischen Gesteinen vor.

Die Spaltbarkeit der Sandsteine verläuft etwa senkrecht zur Klüftung mit quaderförmiger Absonderung und ermöglicht auf Arbeit sparende Weise die Gewinnung von Naturwerksteinblöcken, Pflastersteinen etc. Unter anderem stellen die Mühlenberg-Sandsteine das Material für die im Naturwerksteinhandel bekannte „Lindlarer Grauwacke“.

Charakteristisch für die Lindlarer Grauwacke sind schichtige und linsenartige Anreicherungen von Seelilienstielgliedern sowie von Brachiopoden (s. Abb. 7, S. 26). Örtlich können die Mühlenberg-Schichten Mächtigkeiten von insgesamt etwa 250 m erreichen. In Lindlar sind davon ca. 60 m wirtschaftlich gewinnbar.

Die Verwitterungsbeständigkeit der devonischen Sandsteine ist sehr gut.

**Abbau und Verwendung:** In den Steinbrüchen stehen gegenwärtig Wände von 40 – 110 m Höhe in Abbau. In den Werksteinbrüchen bei Lindlar sind die Abbaumächtigkeiten geringer und liegen bei 15 – 30 m.

Derzeit werden überwiegend hochqualitative Straßen- und Gleisbettungsschotter, Betonzuschläge und sonstige Gesteinszuschlagstoffe erzeugt. Insbesondere die Mühlenberg-Sandsteine eignen sich darüber hinaus sehr gut als Werksteine. Sie werden in Lindlar zu Sockelsteinen, Kamineinfassungen, Mauer- und Verblendsteinen, Wand- und Bodenplatten sowie Pflastersteinen verarbeitet. Außerdem ist die Verwertung als Rohbruchsteine für die Errichtung von Gebäudefundamenten, Mauern etc. sowie im Wasserbau möglich.

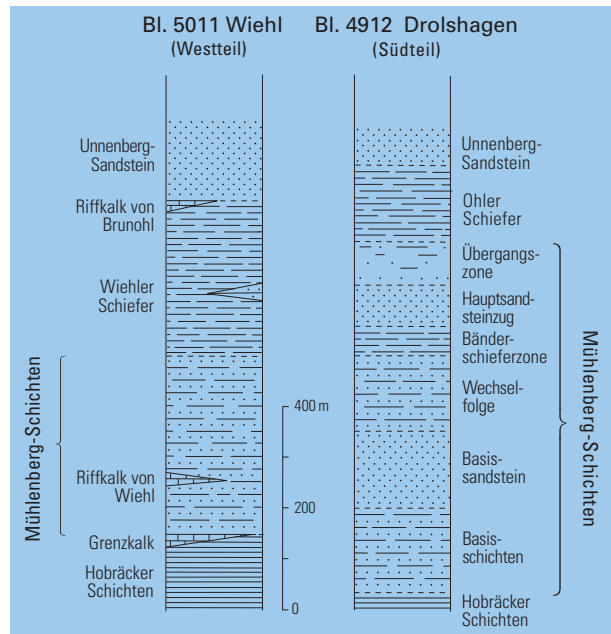


Abb. 28 Sandsteine der Mühlenberg-Schichten können seitlich rasch auskeilen und bilden häufig linsenförmige Körper (GRABERT 1998).



Abb. 29 Odenspiel-Grauwacke mit überschobener Sattelstruktur. Reichshof, Werk Wildbergerhütte (9); Blick nach Westen

In Gesteinen der Siegen-Schichten des Unterdevons produzieren zurzeit vier Betriebe. Schwerpunkt ist das Gebiet der Gemeinde Reichshof zwischen den Ortschaften Odenspiel, Nespen und Wildberger Hütte (Abb. 29). Die Betriebe produzieren Straßenbaustoffe und Betonzuschläge, im geringeren Umfang auch Hammerrechte, Platten und Wasserbausteine. Der Steinbruch nördlich Wenden wird derzeit verfüllt.

Wie die zahlreichen, zum Teil recht großen, aufgelassenen Steinbrüche nahe der Sieg östlich Siegburg zeigen, erfolgte dort in der Vergangenheit eine bedeutende Abbautätigkeit. Wegen der meistens steilen Lagerung und Inhomogenität des Schichtenaufbaus haben diese Vorkommen ihre ehemalige Bedeutung jedoch eingebüßt.

In den Ems-Schichten des Raumes Burbach – Hainichen bestehen in den dort anstehenden quarzitischen Sandsteinen noch mehrere Naturwerksteinbetriebe.

In Gesteinen der Eifel-Stufe und der Givet-Stufe des Mitteldevons produzieren zurzeit 16 Betriebe. Der Gesteinsabbau konzentriert sich auf den Raum Lindlar – Gummersbach – Attendorn. Die Steinbrüche im Mühlenberg-Sandstein nördlich Lindlar („Lindlarer Grauwacke“) existieren schon seit Jahrhunderten. Hier werden heute in drei Betrieben Werksteine gebrochen und größtenteils in gesägter Form weiterverarbeitet. Im kleinen Umfang werden auch östlich Lindlar im Bereich des Felsentals Werksteine hergestellt. Im Felsental zeugen noch große Brüche von einem früheren intensiven Abbau. Aus lagerstättenkundlicher Sicht bietet das Vorkommen noch gute Abbaumöglichkeiten.

Die sehr mächtigen Sandsteine der Eifel-Stufe werden für Zwecke des Straßen- und Betonbaus noch östlich Gummersbach bei Becke – hier in sehr großem Umfang –, ferner bei Büschhof nordwestlich Waldbröl und westlich Drolshagen bei Gipperich abgebaut. Zu erwähnen sind noch eine Reihe von Vorkommen, die heute nicht mehr genutzt werden, in Zukunft aber wieder Bedeutung erlangen könnten. Hervorzuheben sind die Vorkommen im Lambachtal südwestlich Gummersbach, südöstlich Ränderoth bei Osberghausen sowie bei Alperbrück nordwestlich Wiehl. Weitere Vorkommen finden sich südwestlich und nördlich Frielingsdorf, am Wahlberg südlich Klüppelberg, bei Niedergogarten nordwestlich Marienheide, südlich Müllenbach, südlich Rebbelroth und auf dem Igelbusch nordwestlich Waldbröl. Schließlich ist noch ein Vorkommen in den Mühlenberg-Sandsteinen nördlich Rönkhausen zu nennen, das früher im Abbau stand.

In den Brandenburg-Schichten, die im nordwestlichen Rheinischen Schiefergebirge den Unnenberg-Sandstein vertreten, liegt bei Hagen-Ambrock und südlich Letmathe bei Lasbeck (Abb. 30, s. auch Abb. 50, S. 101) je ein Betrieb. Aufgrund ihrer verkehrsgünstigen Lage zum Raum Hagen – Dortmund werden dort trotz der inhomogen aufgebauten Schichtenfolge bedeutende Mengen Straßenbaumaterial erzeugt.

Der Hauptquarzit der Ramsbeck-Schichten, der bis zur Stilllegung der Grube Ramsbeck untertage anfiel und als Straßenbaumaterial eingesetzt wurde, könnte für diesen Verwendungszweck dort zu beiden Seiten des Valmetals auch übertage abgebaut werden.

Abb. 30 Abbau in den Brandenburg-Schichten. Werk Letmathe-Lasbeck (27)





Abb. 31 Gefaltete Raumland-Schichten. Bad Berleburg, Werk Raumland (28); Blick nach Westen

Der im Gebiet Bad Berleburg ausstreichende Untere Quarzit der Raumland-Schichten steht bei Bad Berleburg-Raumland durch einen Betrieb im Abbau, der daraus Straßenbaumaterial produziert (Abb. 31).

Der Abbau in den *Rensselandia*-Sandsteinen konzentriert sich auf den Bereich oberhalb der Listertalsperre zwischen Hunswinkel und Lüdespert, wo mehrere Betriebe arbeiten. Hergestellt werden alle handelsüblichen Körnungen für den Straßenbau und Bahnschotter. Ein noch nicht erschöpftes Vorkommen liegt bei Merklingshausen. Bedeutende Mengen produziert ein Betrieb aus dem am Stentenbergr unmitelbar westlich Bergneustadt gelegenen Vorkommen. Größere Vorräte sind auch noch nördlich Dümmlingshausen unterhalb der Aggertalsperre vorhanden, die nur im geringen Umfang genutzt wurden.

Die *Rensselandia*-Sandsteine, die vom Homert nördlich Plettenberg nach Osten bis Sundern-Allendorf und Sundern-Hagen weitflächig ausstreichend, werden nur im kleinen Umfang abgebaut. Bedeutende Mengen Straßenbaumaterial stellt jedoch in diesen Schichten ein Betrieb im Wennetal bei Bergerhammer her.

In den gleichfalls der Givet-Stufe angehörenden Honsel-Schichten produzieren im Bereich Werdohl – Lüdenscheid zwei Betriebe. Infolge der günstigen Lagerstättenverhältnisse ist südlich Werdohl-Kleinhammer ein bedeutender Abbaubetrieb entstanden (Abb. 32). Es werden alle gängigen Edelsplitt- und Schotterkörnungen erzeugt. Schließlich ist auch ein Abbaubetrieb westlich Lüdenscheid bei Lösenbach zu erwähnen.



Von den insgesamt 28 Betrieben devonischer Sandsteine produzieren 17 Betriebe größtenteils Gesteinskörnungen für den Verkehrswege- und Betonbau. Die Gesamtproduktion beträgt rund 8 Mio. t/a. Elf Betriebe produzieren ausschließlich Naturwerksteine mit einer Gesamtproduktion von etwa 0,5 Mio. t/a.

**Gewinnungsstätten / Produktpaletten:**

- (9) **Werk Wildbergerhütte:** (SP, GE)  
Odenspiel-Grauwacke
- (10) **Werk Nespen** (ESP o. E., SP, GE, WS, WB)  
Odenspiel-Grauwacke
- (11) **Werk Imhausen** (SP, GE)  
Odenspiel-Grauwacke
- (12) **Werk Reichshof-Heidberg** (WS)  
Odenspiel-Grauwacke
- (13) **Werk Much** (WS)  
Wahnbach-Sandstein
- (14) **Werk Wilnsdorf** (WS)  
Höllberg-Schichten (Ems-Quarzit)
- (15) **Werk Wilgersdorf** (WS)  
Höllberg-Schichten (Ems-Quarzit)
- (16) **Werk Netphen** (WS)  
Höllberg-Schichten (Ems-Quarzit)

Abb. 32  
Dickbankige Sandsteine der Honsel-Schichten mit dünnen Tonschieferzwischenlagen.  
Werk Werdohl-Kleinhammer (36)



- (17) **Werk Roter Stein/Olpe** (WS)  
Rimmert-Quarzit
- (18) **Werk Brück** (WS)  
Klerf-Schichten
- (19) **Werk Nümbrecht-Büschhof** (ESP, SP, GE, WB)  
Hobräck-Schichten
- (20) **Werk BGS** (WS)  
Mühlenberg-Sandstein
- (21) **Werk Quirrenbach** (WS, GE)  
Mühlenberg-Sandstein
- (22) **Werk Schiffarth** (WS)  
Mühlenberg-Sandstein
- (23) **Werk Felsental** (WS)  
Mühlenberg-Sandstein
- (24) **Werk Talbecke** (ESP, GE, FÜ, SP)  
Unnenberg-Sandstein
- (25) **Werk Gipperich** (SP, GE)  
Mühlenberg-Sandstein
- (26) **Werk Hagen-Ambrock** (ESP, ESP o. E., SP, GE, FÜ, WB)  
Brandenberg-Schichten
- (27) **Werk Letmathe-Lasbeck** (ESP o. E., SP, GE, FÜ)  
Brandenberg-Schichten
- (28) **Werk Raumland** (SP, GE, FÜ),  
Raumland-Schichten
- (29) **Werk Bergneustadt** (ESP o. E., GL, SP, GE, FÜ, WB)  
*Rensselandia*-Sandstein
- (30) **Werk Scheda** (ESP o. E., SP, GE, FÜ)  
*Rensselandia*-Sandstein
- (31) **Werk Neuenhaus bei Scheda** (ESP o. E., GE, FÜ)  
*Rensselandia*-Sandstein
- (32) **Werk Listertal** (ESP o. E., GL, SP, GE, FÜ)  
*Rensselandia*-Sandstein
- (33) **Werk Hespecke** (ESP o. E., SP, GE, FÜ)  
*Rensselandia*-Sandstein
- (34) **Werk Berge** (ESP o. E., GL, SP, GE, FÜ)  
*Rensselandia*-Sandstein
- (35) **Werk Lösenbach** (ESP, SP, GE, FÜ)  
Honsel-Schichten
- (36) **Werk Werdohl-Kleinhammer** (ESP, ESP o. E., SP, GE, FÜ, GL, WB)  
Honsel-Schichten

## Sandstein des Oberkarbons im Ruhrgebiet

Der Ruhsandstein ist aufgrund seiner geologischen Entstehungsgeschichte eng mit dem Vorkommen von Steinkohle im Ruhrgebiet verbunden. Sandstein und Kohle sind gemeinsame Bildungen einer Landschaft, in der Flüsse mit ihrer Sand- und Schlammfracht die Voraussetzung für das Wachstum von Mooren in einer durch Meeresbuchten und Seen gegliederten Tiefebene schufen. Die Ablagerungsprozesse wurden dabei von der ständigen Absenkung der variszischen Vortiefe, den Meeresspiegelschwankungen und der Anlieferung von Abtragungsschutt aus dem aufsteigenden Hinterland gesteuert. Weite Deltaebenen wurden wiederholt im Vorlandbecken nördlich des Rheinischen Schiefergebirges aufgeschüttet. Heute erkennen wir daher in den Steinbrüchen des Ruhrtals einen zyklischen Aufbau der Oberkarbon-Schichten (Abb. 33). Zuerst liegt in der Regel ein bis mehrere Zehnermeter mächtiges Sandsteinpaket. Darüber folgen feinkörnige Sedimente mit einem Wurzelboden und darüber mit einem Kohlenflöz. Oberhalb der Kohle liegen meist mächtige Tonsteine mit charakteristischer Fossilführung an ihrer Basis. Solche als Zykloteme bezeichneten Sedimentabfolgen sind durchschnittlich 10 – 30 m mächtig und wiederholen sich mehrere hundert Mal.

Die Sandsteinpakete des Oberkarbons bestehen oft aus schräg geschichteten Sandsteinen. In den einzelnen Sandsteinfolgen sind zumeist mehrere in sich verschachtelte Flussgenerationen zu erkennen. Auf Schichtflächen sind oft Stammreste ehemals im Fluss treibender Bäume erhalten, die heute als kohlige Substanz vorliegen. Auch sind in Strömungsrinnen der ehemals verzweigten oder mäandrierenden Flüsse gröbere Geröllmassen abgelagert worden. Diese Einlagerungen in den ansonsten fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen sind in der Regel für eine Natursteingewinnung störend, da sie zu einer Herabsetzung der Festigkeit des Rohsteins führen können.

Neben dem Abbau von Kohle wurde im Ruhrgebiet auch immer der Abbau von Sandstein betrieben, wodurch im Ruhrtal mit seinen günstigen Transportmöglichkeiten zahlreiche Steinbrüche entstanden. Besonders im Raum Witten – Wetter – Herdecke bieten noch heute verschiedene ehemalige Abbaustellen dem Besucher Einblicke in die sandsteinreichen Abschnitte des Ruhr-

Abb. 33  
Charakteristische Gesteinsabfolge im Ruhrkarbon: Kohlenflöz und dunkelgrauer Tonstein als Zeugen einer Moorlandschaft, darüber hellgrauer Sandstein als typische Ablagerung in einem Fluss. Wasserbank-Sandstein. Witten, Steinbruch Rauen (stillgelegt)



karbons. Der bedeutendste unter ihnen ist der Steinbruch Rauen in Witten-Gedern, der als Naturdenkmal ausgewiesen ist. Weitere Aufschlüsse liegen im Muttental, im Geologischen Garten in Bochum-Wiemelhausen sowie an der Kampmannbrücke in Essen-Heisingen (DROZDZEWSKI 2001).

**Gesteinsausbildung:** Der Ruhrsandstein besteht durchschnittlich zu 60 % aus Quarz, je 10 % Feldspat und Gesteinsbrüchstücken, 4 % Muskovit, 15 % Bindemittel sowie diagenetischen Neubildungen. Das Bindemittel des Ruhrsandsteins ist kieselig-tonig. Karbonate sind durch Siderit sowie Dolomit und Ankerit vertreten; der durchschnittliche Gehalt an Siderit beträgt 5,5 % (MENYESCH 1978). Die Farbe des Ruhrsandsteins ist weißlich bis hellgrau. Gelblich bis braun gefärbte Sandsteine gehen auf Oxidation des Siderits und anderer eisenhaltiger Mineralien im Gestein zurück. Sie beschränken sich meist auf die mehr oder weniger verwitterten Oberflächenschichten.

Der Ruhrsandstein weist makroskopisch keinen erkennbaren Porenraum auf. Die Wasseraufnahme beträgt nur 1 – 2 %, woraus sich eine hohe Frostbeständigkeit ableiten lässt.

**Abbau und Verwendung:** Ruhrsandstein ist ein Sammelbegriff für diverse Sandsteine im flözführenden Oberkarbon. Obwohl aufgrund des zyklischen Aufbaus der Oberkarbon-Schichten nahezu jedes Kohlenflöz im Ruhrtal von einem Sandstein unterlagert wird, sind mächtigere und wirtschaftlich nutzbare Sandsteine nur an wenige Kohlenflöze gebunden. Hierzu zählen im Ruhrgebiet im Westfal A und Namur C die Flöze Finefrau, Mausegatt, Sarnsbank, Schieferbank sowie Wasserbank/Neuflöz und Besserdich. Im Namur B liefern besonders der Kaisberg-Sandstein sowie der Sengsbank-Sandstein wertvolle Naturwerksteine.

Der Ruhrsandstein wird heute ausschließlich als Naturwerkstein genutzt (DILLMANN 1998). Das Standartprogramm umfasst Boden- und Fassadenplatten, Blockstufen, Fensterbänke sowie Pflaster- und Mauersteine. Trotz des allgemeinen Rückgangs der Naturwerksteinproduktion bestehen derzeit im Ruhrgebiet noch sechs Betriebe. Die Gesamtproduktion liegt bei etwa 0,2 Mio. t/a.

#### **Gewinnungsstätten:**

- (37) **Werk Bossert** (WS)  
Sengsbank-Sandstein
- (38) **Werk Grandi** (WS)  
Kaisberg-Sandstein
- (39) **Werk Hohensyburg** (WS)  
Kaisberg-Sandstein
- (40) **Werk Albringhausen** (WS)  
Besserdich-Sandstein
- (41) **Werk Oberste** (WS)  
Kaisberg-Sandstein
- (42) **Werk Kassenberg** (WS)  
Neuflöz-Sandstein

## Sandstein des Oberkarbons in Ibbenbüren

Die Ibbenbürener Karbon-Scholle – auch Schafberg genannt – ist tektonisch eine allseits von Störungen begrenzte Scholle innerhalb der Osning-Zone. Hier tritt flözführendes Oberkarbon (Westfal C und D) zutage, dem sowohl nutzbare Sandsteine als auch Tonsteine eingeschaltet sind. Wegen des inselartigen Auftretens von Karbon-Gesteinen innerhalb des norddeutschen Raumes hat das Ibbenbürener Vorkommen neben dem Piesberg bei Osnabrück in wirtschaftlicher wie auch in geowissenschaftlicher Hinsicht überregionale Bedeutung.

Das Ibbenbürener Oberkarbon ist ähnlich zyklisch aufgebaut wie das Ruhrkarbon. Die Schichten sind jedoch wesentlich sandsteinreicher ausgebildet. Sie bestehen aus Wechselfolgen von Zehnermeter mächtigen, dickbankigen, hellgrauen Sandsteinen und nur metermächtigen grauen Ton- und Schluffsteinen mit Kohlenflözen (Abb. 34). Im Oberen Westfal D des Kälberbergs und des Bockradener Grabens sind die Gesteine auch rotviolett gefärbt.



Abb. 34 Ibbenbürener Sandstein, darunter ein Kohlenflöz mit Wurzelboden. Ibbenbüren, Werk Schwabe (46)

Der Ibbenbürener Sandstein stellt Rinnenfüllungen verzweigter Flusssysteme dar. Am Ende der Karbon-Zeit lieferte das im Süden gelegene, sich langsam heraushebende variszische Gebirge riesige Mengen Abtragungsschutt, die teilweise von der Zerstörung der ehemals im Ruhrgebiet abgelagerten Oberkarbon-Schichten stammen. Dies ist vermutlich ein Grund, warum der Ibbenbürener Sandstein keine oder nur verwitterte Feldspäte führt.

**Gesteinsausbildung:** Der Mineralbestand der Sandsteine besteht zu 60 – 70 % aus Quarz, 10 – 15 % Gesteinsbruchstücken, 2 % Muskovit und 15 % Bindemittel. Das Bindemittel ist kieselig-tonig, zum Teil sideritisch. Auf den stark tonigen Anteil der Kornbindung geht die geringere Festigkeit des Ibbenbürener Sandsteins im Gegensatz zum stratigrafisch etwa gleichalten, quarzitären Piesberg-Sandstein zurück, dessen Körner durch sekundäre Verkieselung intensiv miteinander verwachsen sind.

Der Ibbenbürener Sandstein ist hellgrau, auch rostbraun gebändert, fein- bis grobkörnig und im Gegensatz zum Ruhrsandstein deutlich porös. Die Porosität liegt zwischen 8 und 15 %, kann aber auch mehr betragen. Die hohe Porosität ist auf eine spätdiagenetische Zersetzung der Feldspäte zurückzuführen. Der ursprüngliche Feldspatanteil der Ibbenbürener Sandsteine ist kaolinitisiert oder serizitisiert. Diese Umwandlung der Porenausfüllung gibt dem frischen Gestein ein weiß punktiertes Aussehen.

Vielfach durchziehen Lagen aus Quarz- und Kieselschiefergeröllen die Sandsteine. Sie sind bei der Natursteingewinnung zum Teil störend. Charakteristisch für den Ibbenbürener Sandstein ist seine Maserung oder „Flammung“, die auf ringförmige Eisenausscheidungen nach Art der Liesegang'schen Ringe zurückzuführen ist (vgl. Abb. 6, S. 25). Sie ist auch bei anderen Sandsteinen zu beobachten, beim Ibbenbürener Sandstein jedoch besonders deutlich und häufig ausgebildet.

**Abbau und Verwendung:** Der Sandsteinreichtum des Schafbergs führte schon vor Jahrhunderten zum Gesteinsabbau. In der Zeit nach dem 2. Weltkrieg befanden sich auf dem Schafberg etwa 130 Steinbrüche (EBERT 1954: 90).

Heute produzieren drei Betriebe am Kälberberg und Dickenberg Straßenbaustoffe und Betonsplitt, drei weitere Betriebe stellen Naturwerksteine her. Die Gesamtproduktion beträgt rund 1 Mio. t/a. Außerdem beziehen mehrere Ziegeleien Tonsteine aus Steinbrüchen des Schafbergs. Erfreulicherweise hat sich auf der Ibbenbürener Karbon-Scholle eine Kooperation zwischen den verschiedenen Branchen der Steine-und-Erden-Industrie entwickelt, sodass in den Steinbrüchen heute kaum noch Haldenmaterial anfällt.

Wegen seiner besonderen Eigenschaften wie Härte, Wetterfestigkeit und Farbgebung wird der Ibbenbürener Sandstein als Naturwerkstein bis in die heutige Zeit sehr geschätzt.

In der näheren und weiteren Umgebung des Schafbergs legen zahlreiche private und öffentliche Gebäude Zeugnis ab von der Bedeutung des Ibbenbürener Sandsteins, so die Pfarrkirche von Ibbenbüren und die katholische Kirche von Meppen im Emsland oder das Gebäude der Bezirksregierung in Osnabrück.

#### **Gewinnungsstätten:**

- (43) **Werk Kälberberg** (GE, SP, WB, WS, ZI)
- (44) **Werk Ibbenbüren** (SP, GE, WB)
- (45) **Werk Otto** (SP, GE, ZI)
- (46) **Werk Schwabe** (WS)
- (47) **Werk Woitzel** (WS)
- (48) **Werk Merge** (WS)

## **Sandstein des Mittleren Buntsandsteins im Weserbergland und in der Eifel**

Sandsteine des Mittleren Buntsandsteins treten am Nordrand der Eifel und in der Hessischen Senke zutage. Ausgezeichneten Einblick in die Ausbildung des Mittleren Buntsandsteins gewähren die Klippen im Rurtal bei Nideggen und die Katzensteine bei Mechernich (Abb. 35). Die Katzensteine wurden bereits zu römischer Zeit als Bausteine genutzt (SCHUMACHER 1988: 89). Sandsteine des Mittleren Buntsandsteins werden derzeit in Bad Karlshafen, bei Wrexen westlich Warburg sowie in der Eifel bei Schmidtheim abgebaut.

Abb. 35

Die Katzensteine bei Mechernich: Zeugen des Buntsandstein-Abbaus schon zur Römerzeit



**Gesteinsausbildung:** Im Raum Bad Karlshafen stehen plattige bis bankige, gleichmäßig feinkörnige, fluviatile Sandsteine der Karlshafen-Schichten an (LEPPER 1978). Sie sind ca. 30 m mächtig, überwiegend violettbraun bis rötlich braun gefärbt und vielfach schräg geschichtet (Abb. 36). In diesem sogenannten Wesersandstein tritt

neben Quarz als Hauptkomponente (ca. 70 %) und Kalifeldspat (15 – 20 %), Muskovit und ein Tonmineralanteil von ca. 15 % auf. Das Bindemittel ist meist kieselig, mitunter auch karbonatisch oder tonig. Die kieselige Bindung verleiht dem Wesersandstein seine hohe Härte. Die rötliche Färbung rührt von dem Eisenoxid Hämatit her, das die Sandkörner umkrustet. Die Druckfestigkeiten liegen bei 75 – 86 sowie 154 – 165 MPa.

Der Wrexener Sandstein ist gegenüber dem Wesersandstein von Bad Karlshafen deutlich weniger hart. Der braungraue bis violettfarbene, stellenweise rot geflammte, mittelsandige und poröse Sandstein tritt dickbankig bis massig auf. Der Mineralbestand des Wrexener Sandsteins besteht zu 80 % aus Quarz, 10 % Gesteinsbruchstücken, 2 % Feldspat, 1 % Erz und Schwermineralen.

Abb. 36 Wesersandstein: Ablagerungen zahlreicher übereinanderfolgender Flussrinnen. Bad Karlshafen, Werk Westfalentor (49); Blick nach Osten



ralien sowie 3 % Bindemittel. Das Bindemittel ist überwiegend kieselig. Die Porosität kann bis zu 20 % erreichen (SIMPER 1991).

Der Mittlere Buntsandstein südwestlich Blankenheim in der Eifel besteht aus wenig verfestigten, fein- und mittelkörnigen Sandsteinen von 7 m Mächtigkeit und darüber folgenden, mehrere Meter mächtigen Konglomeraten.

**Abbau und Verwendung:** Der Wesersandstein der Karlshafen-Schichten ist wegen seiner guten Spaltbarkeit ein geschätzter Naturwerkstein (LEPPER 1994). Die Spaltbarkeit der sehr glimmerreichen Sandsteine ist zum Teil so ausgeprägt, dass in der Vergangenheit auch Dachplatten – die sogenannten Solling-Platten – hergestellt wurden. Bedingt durch die überwiegend geringen Blockgrößen wird der Wesersandstein heute bevorzugt zu Bossen-Verblendern, Trockenmauersteinen, Pflastersteinen und Gartenplatten verarbeitet. Vor allem auf niedersächsischem Gebiet liegen noch heute zahlreiche Steinbrüche im Wesersandstein.

Die weithin geschätzte Bedeutung des Wrexener Sandsteins als Naturwerkstein für die Bildhauerei, für Fassadenplatten und Restaurierungsarbeiten an Baudenkmälern (GRIMM 1990) tritt im Hinblick auf Produktionsmengen gegenüber dem Wesersandstein deutlich zurück. In Nordrhein-Westfalen wird der Wrexener Sandstein noch am Klusberg bei Wrexen mittels Sprengungen gewonnen, anschliessend gemahlen und als Putz- und Mauersand verwendet.

Die wenig verfestigten Sande des Kieswerks Schmidheim in der Eifel werden als Bausand genutzt, während die gröberen Partien zu Kies (zum Teil gebrochen) und Fertigbeton weiterverarbeitet werden.

Die Gesamtproduktion von Gesteinen des Mittleren Buntsandsteins beträgt etwa 0,4 Mio. t/a.

#### **Gewinnungsstätten:**

- (49) **Werk Westfalentor** (WS)  
Karlshafen- und Trendelburg-Schichten
- (50) **Werk Wrexen** (SP)  
Karlshafen- und Trendelburg-Schichten
- (51) **Werk Schmidheim** (GE, ESP)

## **Sandstein der Kreide im Münsterland**

### **Anröchter Grünsandstein**

Wer Soest aufmerksam durchwandert, wird von einem grünen Baustein fasziniert sein. Nicht nur stattliche mittelalterliche Bauten wie die Kirchen Maria zur Wies und St. Patroklos sowie zahlreiche Profanbauten sind aus diesem leuchtenden Stein erbaut. Selbst Wohnhäuser sind anstelle von Gartenzäunen von breiten, oben rundlich geformten Mauern aus diesem Gestein eingeraht. Es ist der Anröchter Grünsandstein, auch Soest-Grünsand genannt – ein Schichtenpaket der Scaphiten-Schichten des Turons (Oberkreide).



Zur Zeit der Bildung des Anröchter Grünsandsteins zog sich das flache Meer der Oberkreide-Zeit infolge eines kurzfristigen Meeresspiegelabfalls zurück. Während im warmen Meer weiterhin Kalkschlamm ausgefällt wurde, konnten vom südlichen Festland die Flüsse sandigen Verwitterungsschutt aus Karbon-Schichten weit ins Münsterland hineintransportieren. In langsam fließenden Meeresströmungen wurde das vom Festland angelieferte Sediment entlang der Küste von Westen nach Osten verlagert. Dadurch ergaben sich fließende Übergänge in der Gesteinsausbildung. Von Essen bis westlich Soest wurde mergeliger Grünsand abgesetzt, im Soester Raum sandig-kalkige Sedimente – der hier behandelte Anröchter Grünsandstein –, während sich im Paderborner Raum stattdessen überwiegend Kalkstein bildete.

**Gesteinsausbildung:** Der nur etwa 2 m mächtige Anröchter Grünsandstein hat eine sehr konstante Mächtigkeit. Es wird eine untere grüne und eine obere blaue Werksteinbank unterschieden, wobei die grüne Bank als die wertvollere angesehen wird (Abb. 37).

Die Farben der grünen Bank reichen vom schwach gelblichen Resedagrün bis zu einem hellen Blaugrün, die der blauen Bank von Hellblaugrün bis Dunkelblaugrün (BRAUN 1964, SEIBERTZ 1977). Die Färbungen beruhen auf unregelmäßigen Anhäufungen von Glaukonitkörnern. Beide etwa 1 m mächtigen Werksteinbänke werden von einer dünnen Mergelsteinlage getrennt.



Abb. 37 Anröchter Grünsandstein: grüne und blaue Bank mit eisenreichen Kluftbelägen, überlagert von dünnbankigen Kalksteinen (ab weißlicher Lage). Anröchte

Die Werksteinbänke im Raum Anröchte – Klieve bestehen nach Dünnschliffuntersuchungen aus durchschnittlich 64 % Karbonat, 18 % Glaukonit und 17 % Quarzsand; chemische Analysen ergaben dagegen einen salzsäurelöslichen Anteil von weniger als 50 % im Gestein. Daneben kommen als weitere Mineralien in geringer Menge Feldspat und Glimmer vor. Der im Handel auch benutzte Name „Anröchter Dolomit“ ist aus petrografischer Sicht nicht korrekt, da das Gestein keinen Dolomit enthält.

Der Anröchter Grünsandstein zeigt eine undeutliche Feinschichtung. Meistens ist die ursprüngliche Schichtung durch intensive Wühlgefüge zerstört worden, was auf Fress- und Tunnelbauten von Würmern und Krebsen zurückzuführen ist. Die Werksteinbänke sind reich an tierischen und pflanzlichen Resten. Insbesondere geschliffene Platten zeigen eine Unzahl verschiedenster Fossilien im Anschnitt, z. B. Brachiopoden, Muscheln, Seeigel, Krebse, Ammoniten sowie Röhren von Horn-, Kalk- und Kieselschwämmen. Aber auch angewitterte Flächen an Mauern und Wänden lassen die Fossilien deutlich hervortreten.

Die Verwitterungsresistenz des Anröchter Grünsandsteins ist mäßig, zum Teil auch gut (SIMPER 1991).

**Abbau und Verwendung:** Heute konzentriert sich der Abbau auf den Raum Anröchte – Klieve (s. auch Abb. 14, S. 37), wo das Gestein härter und frostbeständiger als im Soester Raum ist. Restaurierungsarbeiten werden daher auch in Soest nur mit Anröchter Grünsandstein durchgeführt.

Die Werksteine werden in einer Tiefe von 5 – 30 m abgebaut. Die Lagerung ist zumeist horizontal oder schwach nach Norden geneigt. Mehrere kleine Steinbruchbetriebe gewinnen die grüne und die blaue Werksteinbank und verarbeiten sie zu gesägten Platten oder „Bossen“ (behauener Naturstein), die vor allem in Nord- und Westdeutschland vertrieben und sogar bis nach Holland und Belgien geliefert werden. Der Anröchter Grünsandstein wird zur Herstellung von Fenster- und Türgewänden, Boden- und Fassadenplatten, Mauersteinen, Verblendern und Grabeinfassungen verwendet. Neben Baustein ist früher auch Bildhauermaterial gewonnen worden. Die über dem Anröchter Grünsandstein gelagerten Kalksteine fanden in der Vergangenheit als Mauerstein Verwendung. Heute werden die Kalksteine in einem Schotterwerk zu Straßenbaustoffen verarbeitet. Der Abraum wird sofort wieder zur Verfüllung der Steinbrüche verwendet.

Die Gesamtproduktion der zehn Naturwerksteinbetriebe dürfte etwa 0,3 Mio. t/a betragen.

#### **Gewinnungsstätten:**

- (52) **Werk Rinsche** (WS)
- (53) **Werk Topp** (WS)
- (54) **Werk Schulte** (WS)
- (55) **Werk Killing & Co.** (WS)
- (56) **Werk Albert Killing** (WS)
- (57) **Werk Jacoby** (WS)
- (58) **Werk Hubert Killing** (WS)
- (59) **Werk Coppius** (WS)
- (60) **Werk Ditz** (WS)
- (61) **Werk Stelbrink** (WS)

### **Rüthener Grünsandstein**

Der Rüthener Grünsandstein tritt im Gebiet von Rüthen und Büren am Südrand der Kreide-Verbreitung in der Alb-Stufe auf. Ebenso wie der Anröchter Grünsandstein wird er als Baustein verwendet.

**Gesteinsausbildung:** Die Mächtigkeit des Rüthener Grünsandsteins beträgt etwa 5 m. Das Gestein unterscheidet sich deutlich vom karbonatischen Anröchter Grünsandstein durch seinen hohen Quarzanteil. Der mittelkörnige Sandstein enthält etwa 77 % Quarz, 13 % Glaukonit, 6 % Gesteinsbruchstücke und 4 % Eisenhydroxide (SIMPER 1991). Das Gestein ist grün meliert, im bergfeuchten Zustand relativ weich und lässt sich daher sehr gut behauen und schneiden. Bei Einwirkung der Atmosphärien wird es hart und splittiger. Nach längerer Zeit kann sich das Ge-

stein durch Verwitterung des Glaukonits schmutzigbraun bis braungrün verfärben. Der Rüthener Grünsandstein ist fein- bis mittelporig und gut sortiert. Er weist eine gute Verwitterungsresistenz auf.

**Abbau und Verwendung:** Viele aufgelassene Steinbrüche zwischen Belecke und Rüthen kündigen von einer einst regen Abbautätigkeit. Zwei nördlich Rüthen liegende Brüche werden je nach Bedarf heute noch sporadisch betrieben. Der Werkstein wird für Fassadenverkleidungen, Treppen, Grabsteine und dergleichen verwendet. Der Rüthener Grünsandstein hat eine besondere Bedeutung für Restaurierungsarbeiten an historischen Bauwerken. Die Rathäuser in Warstein und Brilon, das Gericht in Soest sowie das Friedhofportal in Rüthen sind beispielsweise aus Rüthener Grünsandstein erbaut.

#### **Gewinnungsstätte:**

(62) **Werk Rüthen** (WS)

### **Tonstein des Ordoviziums in der Eifel**

Bei Gressenich befindet sich in Schevenhütte am Nordrand des Hohen Venns die einzige Gewinnungsstätte eines Gesteins, das im Handel als Schevenhütter Schiefer bezeichnet wird. Es gehört den Schichten der Salm-Gruppe (Tremadoc) an.

**Gesteinsausbildung:** Abgebaut werden graugrüne und violett-graue, schluffig gebänderte, dicht erscheinende, geschieferte Tonsteine (Abb. 38). Helle Schluffsteinlagen wechseln mit dunkleren, oft stark ausgedünnten Tonsteinlagen im Millimeter- bis Zentimeterabstand. Die Schieferung hat das Gestein in etwa parallel der Schichtung überprägt. Der Mineralbestand besteht überwiegend aus Quarz sowie Chlorit und Muskovit. Seltener treten Feldspäte und Karbonatklasten auf. Das Bindemittel ist überwiegend tonig mit kieseligem Anteil. Die Verwitterungsresistenz des Schevenhütter Schiefers ist gut (SIMPER 1991).

**Abbau und Verwendung:** Der Schevenhütter Schiefer dient zur Herstellung von Grabsteinen und Natursteinplatten aller Art und wird weiterhin als Bau- und Zierstein bei der Gartengestaltung verwendet.

#### **Gewinnungsstätte:**

(63) **Werk Schevenhütte** (WS)

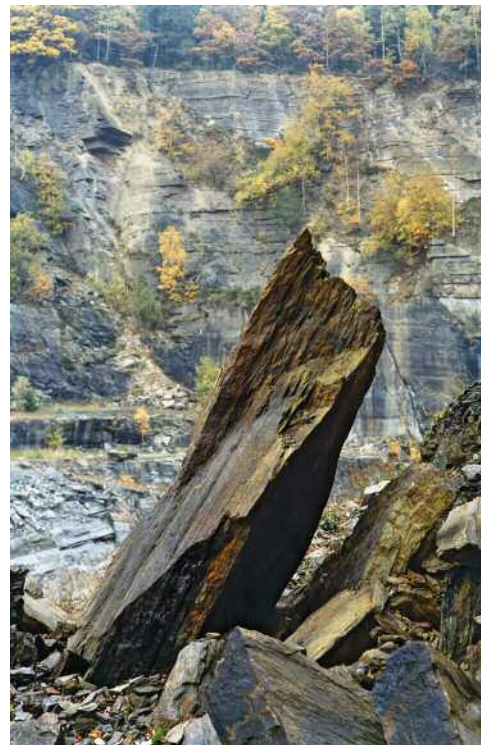


Abb. 38 Schevenhütter Schiefer. Werk Schevenhütte (63)

## Tonstein des Mitteldevons im Sauerland

Geschieferte Tonsteine, die sich zur Verwendung als Dach- und Plattenschiefer eignen, finden sich im Sauerland sowohl in den Fredeburg-Schichten des Unteren Mitteldevons bei Fredeburg, Silbach, Nordenau und Raumland als auch in Schichten des Oberen Mitteldevons bei Nuttlar. Bei den zahlreichen petrografischen und tektonischen Voraussetzungen, die einen gut spaltbaren, verwitterungsbeständigen Dachschiefer ausmachen, sind solche Vorkommen jedoch selten und auf wenige, ca. 10 – 20 m mächtige Partien innerhalb dieser Schichtenfolge beschränkt.

Wichtige Qualitätsmerkmale eines Dachschiefers sind eine gute, ebenflächige Spaltbarkeit, eine möglichst reine petrografische Zusammensetzung und eine einheitliche Farbe. Darüber hinaus wird erwartet, dass er wasserundurchlässig und wetterbeständig ist und sich leicht bohren lässt. Seine gute Spaltbarkeit – gefordert wird eine zwischen 3 – 6 mm liegende Plattendicke – beruht auf der flächigen Einregelung von Schichtsilikaten (Serizit, Chlorit) in die Schieferungsebene. Häufig verleihen Serizitschüppchen den Schieferflächen einen seidigen Glanz.



Abb. 39 Abbau des Fredeburger Dachschiefers mithilfe eines Abreißgeräts. Werk Fredeburg (64) (aus HEIB 1993)

Maßgeblich für die Verwitterungsbeständigkeit eines Dachschiefers ist die Anzahl und Dicke der Glimmerlagen sowie die Struktur. Günstig ist eine kontinuierliche Ausbildung und vollkommene Verbindung der Glimmerlagen. Während der Anteil des Quarzes die Härte des Dachschiefers bestimmt, bewirken kalzitische, dolomitische und sulfidische Beimengungen seine Verwitterungsanfälligkeit. Geringe Gehalte von Karbonaten und Sulfiden können hingegen genommen werden, höhere Anteile können jedoch einen schnellen Zerfall des Schiefers und eine Farb-

änderung durch Ausbleichung zur Folge haben. Andererseits kann die Verwitterungsanfälligkeit von Karbonaten und Sulfiden vermindert sein, wenn sie in das Glimmergefüge geschützt eingebaut sind (HEIB 1993, WAGNER et al. 1997).

**Gesteinsausbildung:** Der Fredeburger Dachschiefer weist einen deutlichen Winkel zwischen Schichtung und Schieferung auf, womit es sich um einen sogenannten Transversalschiefer handelt (s. Abb. 9, S. 28). Er gilt in der Regel als verwitterungsbeständiger als der „Massenschiefer“, bei dem Schichtung und Schieferung parallel zueinander verlaufen.

Petrografisch setzt sich der Fredeburger Dachschiefer aus 36 – 42 % Serizit und Muskovit, 17 – 28 % Chlorit, 26 – 32 % Quarz, 9 – 18 % Kalzit und Dolomit sowie weniger als 2 % Erzminerale – überwiegend Pyrit – zusammen (WAGNER et al. 1997). Es handelt sich um mergelige Tonschiefer mit Quarz- und Karbonatlinsen. Die graublau bis schwarzgraue Farbe der Dach-

schiefer geht im Wesentlichen auf fein verteiltes, zum Teil in Tonmineralien eingebautes organisches Material zurück.

Der Fredeburger Dachschiefer weist fünf bis sechs Glimmerlagen pro Millimeter auf, die untereinander eine unvollkommene bis vollkommene Verbindung aufweisen. Kalzit- und Pyritkristalle sind damit in der Regel durch die netzartig verbundenen Glimmerlagen vor der Verwitterung geschützt. Damit hat sich der Fredeburger Dachschiefer trotz relativ hoher Karbonatgehalte als guter Schiefer erwiesen.

**Abbau und Verwendung:** Während bei Bad Berleburg-Raumland der Dachschiefer ursprünglich im Tagebau gewonnen wurde, ist der Fredeburger Dachschieferbergbau von seinem Beginn im Jahr 1853 im Untertagebetrieb durchgeführt worden. Heute produziert nur noch ein Verbundbergwerk bei Fredeburg, während alle übrigen Schieferbergwerke in Nordrhein-Westfalen ihre Produktion eingestellt haben.

In der Vergangenheit erbrachte der Dachschieferbergbau – trotz der Verwendung wenig brisanter Sprengstoffe – eine nur geringe verwertbare Produktion von 10 – 25 %. Seit einigen Jahrzehnten kann dank eines mechanisierten Abbaus sehr viel wirtschaftlicher produziert werden. So wird untertage das spaltfähige Material in großen Blöcken aus dem Gestein herausgesägt (Abb. 39). Die Verarbeitung der Dachschiefer erfolgt anschließend wie eh und je in den Spalthäusern der Schiefergrube, heute allerdings unter Zuhilfenahme moderner technischer Hilfsmittel.

Neben Dachschiefer, der weitaus den größten Anteil der Gesamtproduktion ausmacht, liefert der Betrieb Wand- und Plattenschiefer, die zum Beispiel als Verblendmaterial, Fußböden, Treppenstufen, Fensterbänke, Schalt- und Schreibtafeln Verwendung finden.

#### **Gewinnungsstätten:**

(64) **Werk Fredeburg (WS)**

## **Tonstein und Tonmergelstein als Ziegelrohstoff**

In diesem Kapitel werden, dem Alter nach geordnet, alle Tonsteine in Nordrhein-Westfalen behandelt, die vor allem in der Ziegelindustrie Verwendung finden. Da diese wegen ihrer weiten Verbreitung früher in großen Mengen eingesetzt wurden, existierten in der Vergangenheit landesweit zahlreiche Abbaustellen. Mit den gestiegenen Ansprüchen an die Rohstoffqualität erfolgte allerdings ein starker Abbaurückgang.

### **Tonstein des Unter- und Mitteldevons**

Zwischen Burscheid und Remscheid treten in einem breiten Streifen geschieferte Tonsteine der Remscheid-Schichten zutage; heute werden sie allerdings nur noch bei Wermelskirchen abgebaut. An der Nordabdachung der Eifel treten südwestlich von Euskirchen bei Satzvey geschie-

ferte Tonsteine der Unterems-Stufe zutage. Sie stehen nördlich des Billiger Waldes im Abbau. Die geschieferten Tonsteine der Raumland-Schichten der Eifel-Stufe werden in einem Betrieb bei Bad Berleburg-Raumland gewonnen.

**Gesteinsausbildung:** Bei Wermelskirchen stehen dunkelgraue bis graublau Tonsteine an. Das Gestein besteht mineralogisch aus 30 % Quarz, 5 % Feldspat, 25 % Serizit und Muskowit, 15 % Chlorit sowie 25 % amorphem Rest (DOLEZALEK 1978). In der Eifel bei Satzvey sind muschelartig brechende, graublau Tonsteine mit eingelagerten Sandsteinen aufgeschlossen.

**Abbau und Verwendung:** Bei Wermelskirchen und bei Satzvey werden überwiegend verwitterte Tonsteine abgebaut. Das Material in Wermelskirchen eignet sich zur Herstellung hochwertiger Verblendklinker in verschiedenen Formen und Farben. Das Material in Satzvey wird für Klinker, Pflasterklinker und Dachpfannen verwendet. Die Gesamtproduktion beider Werke beträgt etwa 100 000 t/a.

Die Tonsteine bei Bad Berleburg-Raumland fallen als Beiprodukt in einem Steinbruch an, der Straßenbaumaterial produziert (s. S. 70). Die Tonsteine werden in einem nahe gelegenen Werk zu Blähschiefer verarbeitet, indem sie fraktioniert und dann bei etwa 1 200 °C Hitze aufgebläht werden. Sie finden Verwendung als Bauzuschlag und für Hydrokulturen. Die Tonsteine von Bad Berleburg-Raumland wurden im 19. Jahrhundert auch als Dachschiefer gewonnen; die Grube Delle liegt in unmittelbarer Nähe des Steinbruchs und kann heute noch als Besucherbergwerk besichtigt werden.

#### **Gewinnungsstätten:**

- (65) **Werk Wermelskirchen** (ZI)
- (66) **Werk Lasko** (ZI)
- (67) **Werk Raumland-Markhausen** (Blähschiefer)

### **Tonstein des Oberkarbons**

Nördlich Ibbenbüren stehen auf der Karbon-Scholle flözführende Schichten des Westfals C und Unteren Westfals D an. Sie werden am Nordrand der Karbon-Scholle und im Bockradener Graben von flözleeren Roten Schichten des Westfals D überlagert. Das Ibbenbürener Oberkarbon ist ausgesprochen sandsteinreich und wechsellagert mit 10 – 20 m mächtigen Tonsteinlagen.

Es werden sowohl die roten als auch die grauen Tonsteine als Ziegelrohstoffe abgebaut. Besonders begehrt sind allerdings die roten Tonsteine wegen der intensiven Rotfärbung der Produkte. Sie stehen im Bockradener Graben und am Kälberberg im Abbau (Abb. 40).

**Gesteinsausbildung:** In den Roten Schichten sind die Tonsteine oft rotviolett, teilweise auch grünlich grau gefärbt; im flözführenden Oberkarbon sind sie grau bis schwärzlich. Die Tonsteine sind stellenweise schluffig, im frischen Zustand ziemlich fest. Der Quarzgehalt beträgt 15 – 30 %; unter den Tonmineralien herrscht Illit vor. Bei den rot brennenden Tonen liegt der Eisengehalt zwischen 8 und 13 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  und ist vorwiegend an Hämatit und Goethit gebunden.

Abb. 40

Tonsteine der Roten Schichten des Westfals D mit dünnen, hellgrauen Sandsteinbänken. Ibbenbüren, Werk Kälberberg (43)



Bei den gelb brennenden Tonsteinen liegt der Eisengehalt bei ca. 2 – 3 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Die Karbonatgehalte der Tonsteine sind mit 1 – 3 % ausgesprochen niedrig.

**Abbau und Verwendung:** Die Tonsteine eignen sich für die Herstellung von Klinkern, insbesondere von Pflasterklinkern. Hierzu werden wegen der unterschiedlichen brenntechnischen Eigenschaften der verschiedenen Tonsteine Mischungen aus mehreren Abbaustellen eingesetzt. Auch sind die Tonsteine des Oberkarbons gesuchte Zuschlagstoffe für Ziegelei-Erzeugnisse aus Tonsteinen anderer Herkunft.

Mehrere Gewinnungsstellen liegen im Bockradener Graben und im Westteil der Ibbenbürener Karbon-Scholle, aber auch Abbaubetriebe für Straßenbaustoffe und Naturwerksteine fördern neben dem Ibbenbürener Sandstein die zwischengelagerten Tonsteine.

Die Ibbenbürener Tonsteinproduktion liegt bei ca. 0,5 Mio. t/a und ist die Rohstoffbasis für die in diesem Raum ansässigen Ziegeleibetriebe. Darüber hinaus werden zahlreiche weitere Ziegeleien in Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und in den Niederlanden aus Ibbenbüren beliefert.

#### **Gewinnungsstätten:**

- (68) **Recker Ziegelwerk (ZI)**
- (69) **Werk AKA-Stradalit (ZI)**

### **Tonstein des Juras**

Tonsteine des Lias und Doggers sind im Hügelland zwischen Teutoburger Wald und Wiehengebirge weit verbreitet. Für die Nutzung als Ziegelrohstoff eignen sich im Allgemeinen nur die verwitterten oder angewitterten, oberflächennahen Tonsteinpartien. Abbauschwerpunkte liegen nördlich Bielefeld im Umkreis von Jöllenbeck und in Hüllhorst bei Lübbecke. Aber auch nördlich Tecklenburg und bei Westerkappeln wird dieser Tonstein immer wieder abgebaut.

**Gesteinsausbildung:** Die dunklen Tonsteine des Lias und Doggers sind zum Teil etwas mergelig und führen Toneisensteingeoden. Die in einzelnen Lagen konzentrierten Geoden stören den Abbau nicht. Der Eisengehalt bedingt die vorherrschend braunrote Farbe der Ziegelsteine. Ton-

mineralogische Untersuchungen (STADLER, zitiert in BÜCHNER & HOFFMANN & JORDAN 1986) an Proben aus dem Bielefelder Raum ergaben folgende durchschnittliche Zusammensetzung des Rohstoffs: 20 – 25 % Quarz, 1 – 5 % Feldspat, 20 – 25 % Serizit-Illit, 15 – 20 % Chlorit, 10 – 20 % Kaolinit, bis 16 % Karbonate (stark schwankende Anteile) und bis 4 % Pyrit.

**Abbau und Verwendung:** Die Jura-Tonsteine sind ein gesuchter Rohstoff für grobkeramische Erzeugnisse wie Klinker, Verblender und Bodenplatten. Sie werden vorwiegend vermischt mit Materialien anderer Herkunft verarbeitet. Die Tiefe der Abbaustellen beträgt im Allgemeinen bis 5 m. Gelegentlich werden auch die liegenden unverwitterten Tonsteine mitabgebaut. Die Vorräte sind beträchtlich; die Abbaumöglichkeiten sind jedoch – nicht zuletzt wegen einer oft starken quartären Überdeckung in dem dicht besiedelten Gebiet – stark eingeschränkt. Die Produktion im Jöllener Raum wird auf 200 000 – 250 000 t/a geschätzt. Die Produktion in den übrigen Gebieten ist deutlich niedriger.

Die im Raum Jöllener geförderten Tonsteine werden in einem relativ großen Umkreis (Soest, Münster, Osnabrück, Hannover, Lemgo) versandt. Sie haben damit für die Rohstoffversorgung der Ziegeleien dieses Raumes eine überregionale Bedeutung. Dies gilt auch für die Gruben nördlich Tecklenburg sowie im Raum Hüllhorst.

#### **Gewinnungsstätten:**

(70) **Werk Hüllhorst** (ZI)

(71) **Werk Jöllener** (ZI)

### **Tonstein der Unterkreide**

Tonsteine der Unterkreide haben bei Ochtrup sowie zwischen Rahden und Stemwede eine relativ große Verbreitung; sie wurden allerdings in der letzten Zeit nur noch von einer Ziegelei genutzt.

**Gesteinsausbildung:** Die schwärzlich grauen Tonsteine führen einzelne, weit durchhaltende Lagen mit Toneisensteingeoden bis Brotlaibgröße. Der Tonstein besteht zu 30 % aus Quarz, 20 % Kaolinit, etwa 15 % Glimmer, 5 – 10 % Chlorit, 6 – 8 % Karbonate (Kalzit, Dolomit), < 3 % Feldspat und < 3 % Pyrit und Goethit. Einlagerungen von karbonatreicheren Geoden werden bei der Gewinnung ausgehalten, weil diese beim Brennen in Branntkalk umgewandelt werden, der im Ziegel häufig zum Abplatzen und damit zu einer Zerstörung des Ziegels führt. Die Gehalte an Schwefel und Kohlenstoff ( $C_{org}$ : 0,5 – 1,0 %) führen beim Brennen zu unerwünschten Blähungen und bereiten Probleme bei der Einhaltung der zulässigen Emmissionswerte.

**Abbau und Verwendung:** Abbau fand bis 2005 in einer Ziegeleigrube in Stemwede-Niedermehnen statt. Der Rohstoff eignet sich für Hintermauerziegel, aber auch für Spezialprodukte wie Steine für Wasserbauten.

#### **Gewinnungsstätte:**

(72) **Werk Stemwede** (ZI)



## Tonmergelstein der Oberkreide

Die im Münsterland weit verbreiteten Tonmergelsteine der Emscher-Mergel-Fazies gehören der Santon- bis Campan-Stufe (Oberkreide) an und sind mehrere hundert Meter mächtig.

**Gesteinsausbildung:** In bergfeuchtem Zustand ist das Gestein schwärzlich grau, durch Verwitterung auch bräunlich verfärbt. Die kompakten, fast ungeschichtet erscheinenden Tonmergelsteine zerfallen an der Luft in unregelmäßige Scherben und bei längerer Einwirkung der Atmosphärrilien zu feinbröckligen, tonig-schluffigen Massen (Abb. 41). Der  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt liegt bei 20 – 30 %, zum Teil auch darüber. Der relativ hohe Karbonatgehalt des Rohmaterials stört nicht, da er sehr fein verteilt ist. Das Karbonat erhöht außerdem die Porosität und bindet das im Rohstoff vorhandene Fluor. Die Verarbeitungseigenschaften der Rohstoffe werden durch Zusätze von Tonstein aus dem Jura (Raum Herford) oder dem Karbon (Raum Ibbenbüren) verbessert.

**Abbau und Verwendung:** Tonmergelsteine der Oberkreide werden derzeit östlich Waltrop, westlich Lüdinghausen und Dülmen-Buldern sowie bei Riedberg-Westerwiehe abgebaut. Sie werden zu Hintermauersteinen (Hochlochziegelsteine) verarbeitet und verkehrsgünstig im Ruhrgebiet abgesetzt. Es werden etwa 200 Mio. Hintermauerziegel im Jahr produziert.

### Gewinnungsstätten:

- (73) **Werk Buldern** (ZI)
- (74) **Werk Rietberg** (ZI)
- (75) **Werk Waltrop** (ZI)

Abb. 41 Tonmergelsteine der Emscher-Mergel-Fazies. Dülmen, Werk Buldern (73)



## Kalkstein und Dolomitstein (Massenkalk) des Mittel- und Oberdevons im Bergischen Land und Sauerland

Die aus Riffen hervorgegangenen und deshalb meist sehr reinen und oft auch sehr mächtigen Kalksteine gehören dem Oberen Mitteldevon bis tiefen Oberdevon an. Sie kommen in Nordrhein-Westfalen am Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges zwischen Wuppertal und Brilon sowie bei Bergisch Gladbach, Attendorn, Lennestadt-Grevenbrück und in der Eifel vor.

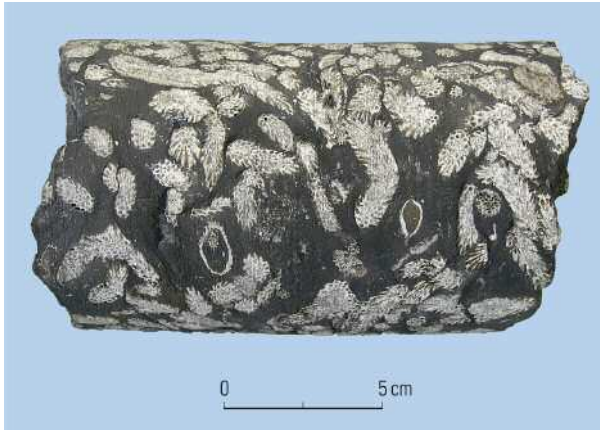


Abb. 42 Korallen und Brachiopoden im Massenkalk. Heiligenhaus, Bohrkern einer Explorationsbohrung

Bezeichnend für den Massenkalk im rechtsrheinischen Schiefergebirge ist das starke Zurücktreten von Mergel- oder Tonsteineinschaltungen. Die Gesteinsfolgen werden meistens ganz von massigen, oft ungeschichtet wirkenden Kalksteinen aufgebaut, die an frischen Bruchflächen wie fossil leer aussehen. Der häufig reiche Fossilinhalt wird gewöhnlich erst an angewitterten Flächen sichtbar. Im Gegensatz dazu ist der Massenkalk des linksrheinischen Schiefergebirges deutlich wechselhafter ausgebildet und daher von weit geringerem wirtschaftlichem Interesse.

Die Riffe des Rheinischen Schiefergebirges haben sich auf sehr flachem, nur wenig geböschtem Meeresboden gebildet. Je nach den Lebensbedingungen siedelten sich hier rasenartig oder flach polsterförmig wachsende Faungemeinschaften, insbesondere Stromatoporen und Korallen (Abb. 42), an. Diese sich flächig ausbreitenden Lebensgemeinschaften werden als Biostrome bezeichnet. Riffstrukturen mit hohen stockförmigen Massen (Bioherme) fehlen weitgehend. Deshalb tritt auch grobklastischer Riffschutt seltener auf.

Partienweise sind im Massenkalk Schnecken und Brachiopodenschalen stark angereichert. Hinzu kommen die oft massenhaft auftretenden Bruchstücke von Seelilien. Im Ganzen gesehen überwiegen am Gesteinsaufbau jedoch Kalksedimente detritogener Natur. Sie füllen die Gesteinsbereiche zwischen dem Biostromen oder bauen bei zurücktretender Fauna ganze Gesteinsfolgen allein auf.

In mehr oder weniger großem Umfang ist der Massenkalk lokal sekundär dolomitisiert. Auch sind die Kalksteine teilweise tiefgründig

Tabelle 10		
Faziesseinheiten des Massenkalks (nach KREBS 1968)		
Entwicklungsstadien	Faziesbezeichnungen	alte stratigrafische Namen (PAECKELMANN 1922)
Riffkuppe	Iberg-Fazies	Iberger Kalk
gegliedertes Riff	Dorp-Fazies	Dorper Kalk
Riffplattform	Schwelme-Fazies	Schwelmer Kalk

verkarstet. Die Karstschlotten sind meist meter- oder auch zehnermetertief mit Sand und tonigem Material verfüllt. Im Wülfrather und Osterholzer Vorkommen sind in jüngerer Zeit Höhlenfüllungen aus der Unterkreide-Zeit nachgewiesen, die bis unter Normalnull reichen (DROZDZEWSKI et al. 1998). Sowohl durch die Dolomitisierung als auch durch die Verkarstung wird der Abbau oft erheblich erschwert und zwingt zu selektiver Gewinnung.

Der Name Massenkalk ist hergeleitet von der alten Sammelbezeichnung für devonische, massige bis dickbankige Riffkalksteine im Rheinischen Schiefergebirge. Nach KREBS (1968) kann der Massenkalk faziell in verschiedene Stadien gegliedert werden, die ein Plattform-, ein Riff- und ein Kuppenstadium enthalten (s. Tab. 10).

Die dort genannten Bezeichnungen nach KREBS (1968) sind keine fest umrissenen biostratigrafischen Einheiten, sondern Fazieseinheiten, die vom Oberen Mitteldevon bis zum tiefen Oberdevon in unterschiedlicher stratigrafischer Position, horizontaler Ausdehnung und Mächtigkeit ausgebildet sind (Abb. 43). Dabei lässt sich im nördlichen Rheinischen Schiefergebirge häufig beobachten, dass sich über einer weit ausgedehnten, flachen Karbonatplattform (Schwelm-Fazies) ein gegliedertes Riff mit Wall- oder Atollcharakter (Dorp-Fazies) aufbaut. Auf den höchsten Teilen oder an den Außenflanken des Riffs können örtlich Kuppen (Iberg-Fazies) aufsitzen.

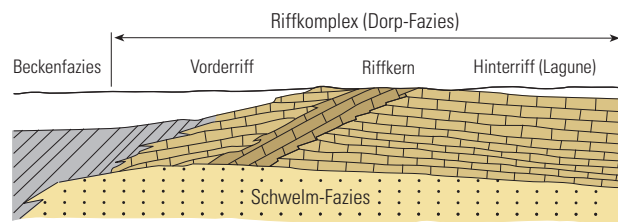


Abb. 43  
Modell eines devonischen Riffs im Massenkalk (nach KREBS 1974)

Da sich die Faziestypen auch durch verschiedene Stoffinhalte und damit verschiedene Nutzungen unterscheiden, werden diese im Folgenden näher beschrieben.

### Schwelm-Fazies

Die Kalksteine der Schwelm-Fazies sind dunkel- bis schwarzgrau, etwas bituminös, tonhaltig, feinkörnig und gut gebankt. Gegenüber der lithologisch sehr differenzierten Dorp-Fazies ist für die Schwelm-Fazies eine eintönige, feinkörnige, dunkle Gesteinsgrundmasse charakteristisch. Mittel- bis hellgraue Farbtöne sind meist durch diagenetische Veränderungen bedingt. Bei einer Dolomitisierung liegen infolge Verwitterung braungelbe bis braungraue Farben vor.

Die Schwelm-Fazies ist durch die Ausbildung von Bankriffen charakterisiert. Sie besteht aus einer Wechsellagerung von biostromalen Riffkörpern, aus Stromatoporen-, Krinoiden- sowie Brachiopodenkalken mit bituminösen Schiefern und Kalksteinen. Lokal können in diesem Stadium der Karbonatentwicklung kleine Bioherme bis 50 m Höhe aufwachsen. KREBS (1968) beschreibt die Karbonate der Bank- beziehungsweise Plattformfazies als flache, gut geschichtete Riffkörper, bestehend aus feinkörnigen, dunklen, häufig bituminösen, fossilreichen Kalksteinen.

Kleine Änderungen der Strömungsrichtung sowie geringe eustatische Meeresspiegelschwankungen führten rasch zu großen Schwankungen in der lithofaziellen Ausbildung der Karbonate. Die Bildung der Karbonatplattform fand im nördlichen rechtsrheinischen Schiefergebirge, wo dieses Entwicklungsstadium hauptsächlich verbreitet ist, in einer Phase der langsamen Absenkung des Meeresspiegels statt.

Die  $\text{CaCO}_3$ -Gehalte der Plattform-Kalksteine schwanken zwischen 94 und 98 %, die Siliziumgehalte aus detritogenem Quarz betragen 1 – 2 %  $\text{SiO}_2$ , die Aluminiumgehalte 1 – 4 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Die Kalksteine der Schwelm-Fazies sind damit gegenüber denen der Dorp-Fazies deutlich unreiner und eignen sich weniger zur Branntkalkherstellung.

### **Dorp-Fazies**

Auf der Riffplattform wuchsen in der höheren Givet-Stufe einzelne Bioherme in Form von Tafel- und Kissenriffen auf. Diese Phase der Karbonatentwicklung bildet in Form der Dorp-Fazies den unteren Teil der Riffkomplexe im eigentlichen Sinne. Die Kalksteine der Dorp-Fazies setzen sich aus hell- bis dunkelgrauen, örtlich auch schwarzgrauen, massigen, dick- bis dünnbankigen, fein- bis grobkörnigen, teilweise sogar Riffgrob- und Riffschutt führenden Gesteine zusammen. Für die Dorp-Fazies sind gegenüber den Karbonaten der Schwelm-Fazies folgende Merkmale charakteristisch: schnelle Korngrößenänderung, höherer Anteil umgelagerter und zerbrochener Riffbildner, zum Teil hoher Anteil des primären, kalzitischen Zements, schnell wechselnde Rundung und Sortierung der Komponenten, An- und Abswellen einzelner Bänke, Aufbereitungshorizonte usw. Diese fazielle Vielfalt ergibt sich aus dem räumlichen Neben- und Übereinander verschiedener Riffareale, die während des Riffstadiums – entsprechend ihrer Position im Riff – durch bestimmte Fossilgemeinschaften und lithofazielle Merkmale gekennzeichnet sind (vgl. Abb. 43):

- ein zentrales Riff (Riffkern)
- eine zum offenen Meer abfallende Riffvorderseite, an deren Fuß sich die Beckenfazies anschließt (Vorderriff)
- eine hinter dem zentralen Riff gelegene Rückseite (Hinterriff)

Der aus der ständigen Abtragung des Riffkerns durch Wellenschlag entstehende Riffschutt wurde teils zur seeseitigen, teils zur lagunenwärtigen Flanke transportiert. Auf diese Weise umgab sich das wachsende Riff mit großen Mengen von Schuttmaterial, welches Vor- und Hinterriff aufbaute. Der Anteil unzerstört gebliebener Gerüstbildner ist sehr klein und übersteigt selten 5 – 10 %. In der flachen, vom Riff umschlossenen Lagune setzte sich anders als im Vorriff gut gerundeter und sortierter Riffschutt ab. Hier entstanden fein gebänderte und gut gebankte Kalksteine. Charakteristisch für die Rifflagunen sind Wechsellagerungen aus feinkörnigen, homogenen Kalksteinen mit Sturmflutlagen aus unsortiertem Riffschutt.

Auch die verschiedenen Bereiche der Dorp-Fazies unterscheiden sich in Bezug auf ihre Stoffinhalte deutlich: Der  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt liegt in der Riffkernzone der Dorp-Fazies mit Werten bis über 98 % bei  $\text{SiO}_2$ -Gehalten von weniger als 1 % erwartungsgemäß am höchsten; in den Hinterriff-Kalksteinen sinkt er auf Werte zwischen 96 und 98 % ab. Die Vorderriff-Kalksteine sind

hingegen durchweg stärker verunreinigt; bei  $\text{CaCO}_3$ -Gehalten von oft weniger als 90 % finden sich in ihnen Siliziumgehalte bis 10 %  $\text{SiO}_2$  und Eisengehalte bis zu 1 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Erhöhte Schwefelgehalte weisen auf lokale Pyritabscheidungen hin.

### Iberg-Fazies

Im Oberdevon (höhere Frasnes-Stufe) können die Riffkörper von biostromaler Kappenfazies überlagert werden. Diese Karbonate – meist in Form von Tafelriffen – gehören der Iberg-Fazies im eigentlichen Sinne an. Die Kalksteine der Iberg-Fazies schließen die Massenkalk-Bildung nach oben hin ab. Es sind Zehnermeter mächtige, hellgraue, grobkörnige Kalksteine mit dem Detritus von vorwiegend rugosen Korallen und Seelilien. Die  $\text{CaCO}_3$ -Gehalte steigen wieder auf über 97 % an. Die Eisenanteile können erhöht sein, ebenso die Siliziumgehalte (bis 2 %  $\text{SiO}_2$ ).

### Kalkstein im Raum Wülfrath

Die Wülfrather Lagerstätte stellt eine der bedeutendsten Kalksteinlagerstätten Deutschlands dar. Das Werk Flandersbach – derzeit das größte Kalkwerk Europas (Abb. 44) – wurde 1903 vom Stahlhersteller August Thyssen gegründet, um den steigenden Bedarf der Eisen- und Stahlindustrie an Kalk- und Kalksteinprodukten im Ruhrgebiet zu decken.

Abb. 44 Wülfrath, Werk Flandersbach (76) (Luftbild: Rheinkalk GmbH, Wülfrath)



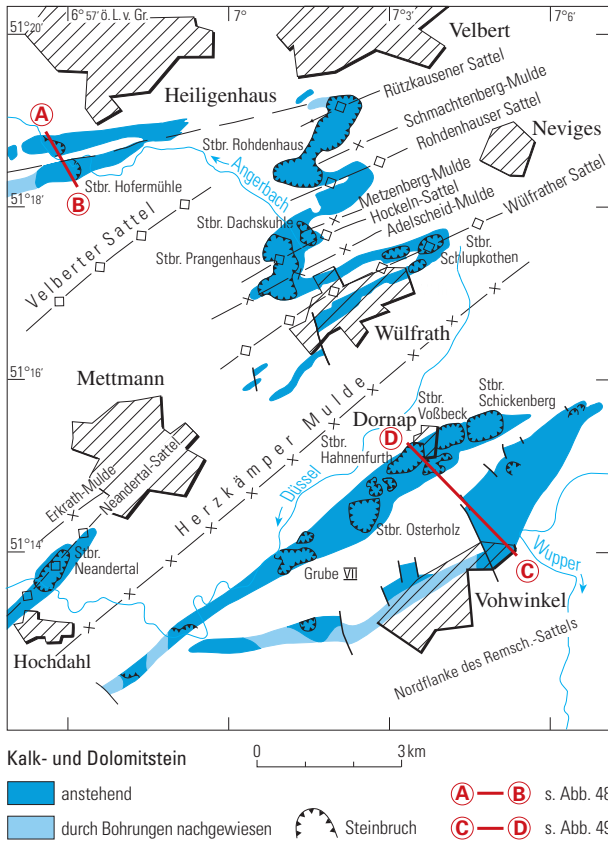


Abb. 45 Massenkalk-Lagerstätten und Faltenbau im Raum Wülfrath, Heiligenhaus, Neandertal und Wuppertal-Dornap (nach VOGLER 1977, verändert)

müssen aufgrund der großen räumlichen Ausdehnung der bestehenden Steinbrüche derzeit rund 7 Mio. m<sup>3</sup>/a Wasser gesümpft werden (GAWLIK 1995).

In Wülfrath selbst zeigt das Niederbergische Museum die Entwicklung der Kalksteingewinnung und die Produktionsbedingungen in der Kalk verarbeitenden Industrie.

**Gesteinsausbildung:** Der Wülfrather Massenkalk gehört insgesamt der Frasnies-Stufe des Oberdevons an und ist damit erst in der Spätphase der Riffbildung im Rheinischen Schiefergebirge entstanden. An der Basis des Massenkalks können 10 – 15 m mächtige, dünn- bis mittelbankige, schwarze Flaserkalken in Schwelm-Fazies auftreten. Die Hauptmasse des 300 – 350 m mächtigen Massenkalks besteht aus massigen, grauen Kalksteinen. Nach STÄDTER (1989) handelt es sich im Wesentlichen um lagunäre Gesteine der Dorp-Fazies. Wegen ihrer ausgeprägten Schichtungslosigkeit trifft auf sie am ehesten die Bezeichnung Massenkalk zu (s. Abb. 19, S. 48). An der Ostflanke des Rützkauener Sattels treten graue, Seelilienreste führende Kalksteine der Iberg-Fazies auf.

Die Wülfrather Massenkalk-Lagerstätte liegt im Kern des Velberter Sattels mit seinen nach Nordosten abtauchenden, weitspannigen Spezialfalten (KARRENBERG 1954). Von Süden nach Norden sind dies der Wülfrather, Rohdenhauser und Rützkauener Sattel sowie die Adelscheid- und Schmachtenberg-Mulde (Abb. 45). Insgesamt erstreckt sich die im Abbau befindliche Lagerstätte über eine Fläche von 4,5 km in Nord-Süd- und 1,5 km in West-Ost-Richtung.

Im Liegenden und Hangenden des Massenkalks treten mit den Honselschichten beziehungsweise mit den Velbert-Schichten mächtige, nicht verkarstungsfähige, tonige Gesteine auf. Da der Massenkalk allseits von diesen gering durchlässigen, wasserabdichtenden Tonsteinen begrenzt wird, ist für den Abbau die Anlage tief reichender Tagebaue möglich. Die Steinbrüche reichen teilweise bis zu 200 m unter Geländeoberkante und damit stellenweise bis unter Normalnull. Allerdings

Der Wülfrather Massenkalk enthält im Durchschnitt 97 %  $\text{CaCO}_3$ , 1 %  $\text{MgCO}_3$  und bis zu 2 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{SiO}_2$ . Der Schwefelgehalt liegt meist unter 0,05 %. Allerdings reichen aus dem Velberter Raum einige Erzgänge in den Wülfrather Massenkalk hinein, die zu einer lokalen, kluftgebundenen Vererzung und damit Erhöhung der Schwefel- und Quarzgehalte der ansonsten hochreinen, qualitativ wertvollen Kalksteine führen können. Dies erfordert generell einen selektiven Abbau.

Die Kalksteine sind von einer unterschiedlich intensiven Verkarstung mit Einlagerungen von Sanden und Tonen betroffen. Die Wülfrather Lagerstätte wird daher im Rahmen des Qualitätsmanagements in regelmäßigen Abständen mittels Kernbohrungen erkundet. Von besonderer geologischer und wirtschaftlicher Bedeutung hat sich der 1996 erfolgte Nachweis eines tief reichenden Höhlensystems aus der Unterkreide-Zeit im Steinbruch Rohdenhaus-Süd erwiesen (Abb. 46). Die umfangreichen Höhlenfüllungen aus Sanden mit Ton- und Holzkohleflözen sowie die Entfestigung des benachbarten Kalksteins sind noch Gegenstand der Erforschung durch den Geologischen Dienst NRW in Kooperation mit weiteren Institutionen (DROZDZEWSKI et al. 1998). Infolge dieses Tiefenkarstes musste der Abbau im Steinbruch Rohdenhaus-Süd vorzeitig aufgegeben und in den Steinbruch Rohdenhaus-Nord verlagert werden.

**Abbau und Verwendung:** Der Wülfrather Kalksteinabbau nahm im Süden seinen Ausgang und verlagerte sich zeitlich mehr und mehr nach Norden. Zu den frühen Abbaustellen zählt unter anderem der im Kern des Wülfrather Sattels gelegene Steinbruch Schlupkothen, der seit den

Abb. 46 Höhlenfüllung im Wülfrather Massenkalk. Wülfrath, Steinbruch Rohdenhaus-Süd (76); Blick nach Westen



1950er-Jahren stillgelegt ist. Infolge Renaturierung und Grundwasseranstieg ist dort inzwischen eine landschaftlich reizvolle Seenlandschaft entstanden (Abb. 47). Das mit einem Rundwanderweg ausgestattete Naturschutzgebiet ist darüber hinaus ein bedeutsames Geotop zur Riffentstehung. Der weitere Kalksteinabbau konzentrierte sich seitdem auf den Bereich der Adelscheid-Mulde mit dem 1,5 km langen und bis 1 km breiten Steinbruch Prangenhause. Nach dem Zweiten Weltkrieg erfolgte auch zunehmend der Abbau in einer ähnlichen Größenordnung im nördlich anschließenden Steinbruch Rohdenhaus-Süd. In beiden Steinbrüchen wurde der Abbau Ende der 1990er-Jahre wegen der Erschöpfung bauwürdiger Vorräte aufgrund zunehmender Verkarstung eingestellt.



Abb. 47 Renaturiertes Kalksteinabbaugebiet. Wülfrath, Steinbruch Schlupkothen (vgl. Abb. 45, S. 92)

Die Rohstoffversorgung für das Werk Flandersbach beruht gegenwärtig ausschließlich auf dem Kalksteinabbau im Steinbruch Rohdenhaus-Nord. Dort sind noch mittel- bis langfristig ausreichende Mengen Kalkstein gewinnbar. Um eine optimale Verfügbarkeit der erforderlichen Kalksteinqualitäten zu erreichen, betreibt das Werk Flandersbach gegenwärtig den Neuaufschluss des Feldes Silberberg im Osten des Steinbruchs Rohdenhaus (s. Abb. 45, S. 92). Dieses Areal stellt die vorerst letzte Reserve für den zukünftigen Kalksteinabbau im Raum Wülfrath dar, da alle anderen Lagerstättenteile mittler-

weile ausgebeutet sind. Möglicherweise kommt als weitere Reserve noch der Restpfeiler zwischen den Steinbrüchen Prangenhause und Dachskuhle infrage, der allerdings teilweise überbaut ist.

Ein Teil der stillliegenden Steinbrüche ist renaturiert (Stbr. Schlupkothen und Stbr. Wülfrath) oder dient als Klärteich (Stbr. Prangenhause) beziehungsweise als Innenkippe (Stbr. Rohdenhaus-Süd).

Die Bedeutung der Wülfrather Kalkindustrie wird in dem Luftbild des Werkes Flandersbach der Rheinkalk GmbH deutlich (s. Abb. 44, S. 91). Im Norden des Werkes befindet sich die Gewinnungsstelle Rohdenhaus-Nord mit der Brecheranlage (Abb. 44: Pkt. 1). Von dort gelangt der gebrochene Kalkstein über eine Bandanlage zur Gesteinswäsche Rohdenhaus (Pkt. 2), wo der Kalkstein von Sand und lehmigen Bestandteilen gereinigt wird. Der gereinigte Kalkstein gelangt zur Klassierung (Pkt. 3) und wird über mehrere Siebanlagen geführt und der Größe nach sortiert. In den sechs Doppelschächten (Pkt. 4) werden die Kornfraktionen von 70 – 100 und



100 – 160 mm bei Temperaturen von 900 – 1 200 °C gebrannt. Die Kapazität beträgt jeweils 500 t täglich. In den vier Drehrohröfen (Pkt. 5) werden die Kornfraktionen von 12 – 55 mm gebrannt. Ihre Kapazität beträgt jeweils 1 000 t Tagesleistung. Für die Branntkalkherstellung hat das Werk Flandersbach somit eine Kapazität von insgesamt 7 000 t Tagesleistung. In der Veredelung (Pkt. 6) wird der Branntkalk, wenn er nicht als Stückkalk verkauft wird, zu feinem Pulver gemahlen. Ein Teil dieses Pulvers wird mit Wasser zu Kalkhydrat „abgelöscht“. In der Verladung (Pkt. 7) verlassen täglich 200 Eisenbahnwaggons und bis zu 300 Lkws das Werk Flandersbach. In Punkt 8 wird Fertigmörtel erzeugt.

Nach wie vor ist die Stahlindustrie im Ruhrgebiet der wichtigste Abnehmer für die Kalkprodukte des Werkes Flandersbach. Rund 80 % des Umsatzes werden durch Branntkalkprodukte erzielt, von denen 55 % an die Eisen- und Stahlindustrie und 20 % an die chemische Industrie abgesetzt werden. Wichtiger Absatzmarkt ist aber auch der Anwendungsbereich Umweltschutz, in dem ebenfalls 20 % der gebrannten Produkte abgesetzt werden. Insgesamt wurden in der Vergangenheit bis zu 10 Mio. t/a Rohstein gewonnen. Die derzeitige Produktion hat einen Rohmaterialbedarf von 8 Mio. t/a.

#### **Gewinnungsstätte:**

(76) **Werk Flandersbach** (UK, BK, DÜ, ESP, SP, GE, FÜ)

### **Kalkstein im Raum Heiligenhaus**

An der Nordflanke des Velberter Sattels liegt südlich Heiligenhaus im Angertal ein Massenkalk-Vorkommen, das sich nach Westen bis in den Raum Ratingen verfolgen lässt. Nach Osten hin, zu der nahe gelegenen Wülfrather Lagerstätte, besteht keine Verbindung (s. Abb. 45, S. 92). Dort ist die Fortsetzung entweder primär durch sandig-tonige Sedimente unterbrochen oder die Unterbrechung ist tektonischer Natur.

Das Vorkommen besteht aus zwei Kalksteinzügen mit einer Mächtigkeit von jeweils ca. 200 m, die sich im Osten zu einem einzigen Zug verbinden. In der Vergangenheit wurden die in den Steinbrüchen Hofermühle-Nord und Hofermühle-Süd unterschiedlich steil nach Norden einfallenden Riffkalkzüge als normale Abfolge interpretiert (KARRENBERG 1965). Beide Kalkzüge haben jedoch ein oberdevonisches Alter, während die zwischengeschalteten Tonschiefer dem Givet angehören (RIBBERT & LANGE 1993). Demnach könnte es sich um einen einzigen Kalkzug handeln, der entlang einer streichenden, nordfallenden Überschiebung verdoppelt ist (Abb. 48).

**Gesteinsausbildung:** Die untersten 15 m des Massenkalks bestehen aus dunkelblaugrauen, dichten, bituminösen Kalksteinen. Darüber folgen mittelgraue, in der Regel dickbankige Kalksteine, die oft fast vollständig von Rifforganismen aufgebaut sind. Aufgrund des gelegentlich mergeligen Bindemittels wittern diese Riffbildner körperlich heraus.

Im höheren Teil des stillliegenden Steinbruchs Hofermühle-Nord schaltet sich in den Massenkalk ein mehrere Meter mächtiger, Kies führender Sandstein ein, der vermutlich von Norden in das Riff geschüttet wurde.

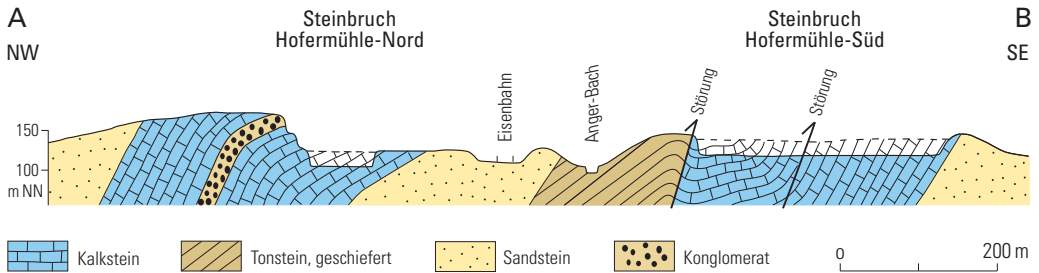


Abb. 48 Geologischer Schnitt durch die Massenkalk-Lagerstätte Heiligenhaus (nach K.-H. RIBBERT, Geol. Dienst NRW; Lage des Schnittes s. Abb. 45, S. 92)

Der Massenkalk des Angertals ist im Durchschnitt weniger homogen aufgebaut als in der benachbarten Wülfrather Lagerstätte. Die  $\text{CaCO}_3$ -Gehalte erreichen teilweise über 95 %, liegen im Durchschnitt jedoch bei etwa 85 %.

**Abbau und Verwendung:** Das Vorkommen stand bis zum Ende des Zweiten Weltkrieges mit zwei Betrieben nördlich und südlich Hofermühle für Zwecke der Eisen- und Stahlindustrie im Abbau. Bei den gestiegenen Qualitätsansprüchen dieser Industrie ist das Vorkommen heute im Wesentlichen als Reserve für Zementrohstoffe von Bedeutung. Ein Untersuchungsprogramm hat 1995 umfangreiche Vorräte nachgewiesen.

### Kalkstein im Neandertal

Das Massenkalk-Vorkommen Neandertal, das zwischen Mettmann und Hochdahl zutage tritt, ist ein isoliertes Vorkommen an der spezialgefalteten Südflanke des Velberter Sattels (SCHRÖDER & TAUPITZ 1965). Der Steinbruch Neandertal selbst liegt an der Südostflanke des Neandertal-Sattels (s. Abb. 45, S. 92).

**Gesteinsausbildung:** Das etwa 250 m mächtige Massenkalk-Profil lässt eine Zweigliederung erkennen. Im unteren, etwa 100 m mächtigen Profilabschnitt sind die meistens dickbankigen Kalksteine überwiegend dunkel, z. T. auch schwärzlich gefärbt. In die dichten, feindetrithischen Kalksteine schalten sich oft Stromatoporenlagen und Rasen ästiger Korallen ein. Besonders die Korallen führenden Bänke treten häufig durch eine dunkle Färbung hervor. Vielfach führen die Bankfugen Tonhäute. In den oberen 150 m des Profils treten vorwiegend hellgraue, gelegentlich auch dunkelgraue, massige Kalksteine von dichter Struktur auf. Auf angewitterten Gesteinsflächen wird eine feine Schichtung sichtbar, aus der sich die Entstehung des Gesteins aus feinkörnigem Detritus erkennen lässt. Nur gelegentlich beobachtet man Stromatoporenknollen oder rasenförmige Korallenkolonien.

In qualitativer Hinsicht ist das Gestein mit den Nachbarvorkommen bei Wülfrath und Dornap vergleichbar, wird jedoch wegen stellenweise erhöhter Silizium- und Aluminiumgehalte nicht mehr zu Brantkalk verarbeitet.

**Abbau und Verwendung:** Das Vorkommen steht nördlich des Neandertals im Abbau und wird vermutlich mittelfristig erschöpft sein. Der gewonnene Kalkstein wird nur noch für den Straßen- und Betonbau eingesetzt. Größere, derzeit nicht genutzte Vorräte liegen noch in der südwestlichen Fortsetzung des Kalksteinzuges auf der südlichen Talseite des Neandertals. Die Förderung von Rohgestein beträgt ca. 0,8 Mio. t/a.

#### **Gewinnungsstätte:**

(77) **Werk Neandertal** (ESP, SP, GE)

### **Kalkstein und Dolomitstein im Raum Bergisch Gladbach**

Die in der Paffrather Kalkmulde verbreiteten, mächtigen Karbonatgesteine des Oberen Mitteldevons und tieferen Oberdevons bauen sich im Wesentlichen aus den etwa 150 – 200 m mächtigen Büchel-Schichten – einem Riffkalkstein vom Typ des Massenkalks –, den darüber folgenden ca. 400 m mächtigen Plattenkalken und den oberdevonischen Refrath-Schichten – einem Riffkalkstein geringerer Mächtigkeit (70 – 80 m) – auf (JUX 1960). Insbesondere die Büchel- und Refrath-Schichten sind vielfach dolomitisiert. Diesen Dolomitsteinen galt in der Vergangenheit das besondere lagerstättenkundliche Interesse. Kalksteine der tiefen Givet-Stufe („Wiedeneest“-Schichten) sind in der Vergangenheit im weiteren Umfeld der Paffrather Mulde bei Linde westlich von Lindlar abgebaut worden.

**Gesteinsausbildung:** Die Büchel-Schichten werden aus hellgrauen bis gelbgrauen, fossilführenden Kalk- und Dolomitsteinen aufgebaut. Eine vermutlich frühdiagenetische Dolomitisierung hat einen Großteil der primären Sedimentstrukturen zerstört.

Der Dolomitstein der Refrath-Schichten ist gelblich braun und dicht bis feinkörnig. Er hat eine bei Dolomitsteinen nur selten anzutreffende Reinheit. Nach KORNACKER (1976) hat das Vorkommen als Mittelwert zahlreicher Analysen folgende Zusammensetzung: 55,00 %  $\text{CaCO}_3$ ; 44,15 %  $\text{MgCO}_3$ ; 0,19 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; 0,17 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 0,16 %  $\text{SiO}_2$ . Die Lagerstätte zählt zu den wenigen deutschen Vorkommen, die den heutigen Qualitätsansprüchen für Sinterdolomit noch genügen.

Die hell- bis dunkelgrauen, detritischen, z. T. bituminösen Plattenkalke sind dünnbankig ausgebildet und haben eine feinkristalline Struktur.  $\text{CaCO}_3$ -Gehalte bis zu 97 % wurden festgestellt.

**Abbau und Verwendung:** Derzeit findet im Raum Bergisch Gladbach keinerlei Abbau statt. Der letzte Abbau wurde 1987 eingestellt. Der Dolomitstein der Büchel-Schichten wurde in dem relativ kleinen Vorkommen an der Hebborner Straße in Bergisch Gladbach als Zuschlagstoff für die Flachglasherstellung abgebaut. Ein größeres Vorkommen zwischen Romaney und Herrenstrunden ist als wichtige Reserve für die zukünftige Versorgung der Industrie mit Feuerfestzeugnissen anzusehen.

Die Plattenkalke wurden in der Vergangenheit vorwiegend als Werksteine für Sakralbauten eingesetzt. Von den Plattenkalken könnte ein Vorkommen bei Spitze im östlichen Teil der Paffrather Mulde in Zukunft wirtschaftliche Bedeutung erlangen.

Der Dolomitstein der Refrath-Schichten stand östlich der Bensberger Straße in Bergisch Gladbach (Grube Cox) im Abbau. Aus dem Vorkommen wurde ein großer Teil der westdeutschen Flachglasindustrie sowie einige Glaswerke im Ausland versorgt. Im Fortstreichen der Refrath-Schichten nach Osten liegen teilweise dolomitisierte Partien vor, die möglicherweise Reserven darstellen.

## Kalkstein und Dolomitstein in Wuppertal-Dornap

Südlich der Herzkämper Mulde, die den Velberter Sattel nach Süden flankiert, taucht der Massenkalk in zwei nach Norden einfallenden Kalksteinzügen wieder auf (GOTTHARDT 1970). Zwischen beiden Kalksteinzügen schalten sich die geschieferten Tonsteine der Osterholz-Schichten ein (Abb. 49). Der südliche Kalksteinzug lässt sich aus dem Raum Gruiten über das Stadtgebiet von Wuppertal bis fast nach Gevelsberg verfolgen. Seine Mächtigkeit beträgt bei Gruiten etwa 200 m. Der nördliche Massenkalk-Zug erstreckt sich von Millrath über Gruiten bis Dornap, wo er unweit nordöstlich des letztgenannten Ortes auskeilt. Bei Dornap ist er etwa 350 bis 400 m mächtig.

Beide Massenkalk-Züge sind stellenweise weitgehend in Dolomitstein umgewandelt (LEUCHS 1985). Das trifft vor allem für den Raum Gruiten zu, wo bis in die 1960er-Jahre der Dolomitstein abgebaut und zu Sinterdolomit verarbeitet wurde. Die Dolomitsteinvorkommen sind wegen zu geringer Vorräte und teilweise auch wegen unzureichender Qualität heute wirtschaftlich uninteressant. Der südliche Massenkalk-Zug ist weitgehend überbaut und damit wirtschaftlich nicht mehr nutzbar. Große Bedeutung hat hingegen noch immer der nördliche Massenkalk-Zug im Bereich von Dornap, wo er im Abbau steht.

Östlich Gruiten ist die Grube 7 heute Teil eines Naturschutzgebietes und bietet als Geotop Einblicke in die Geologie des Massenkalks.

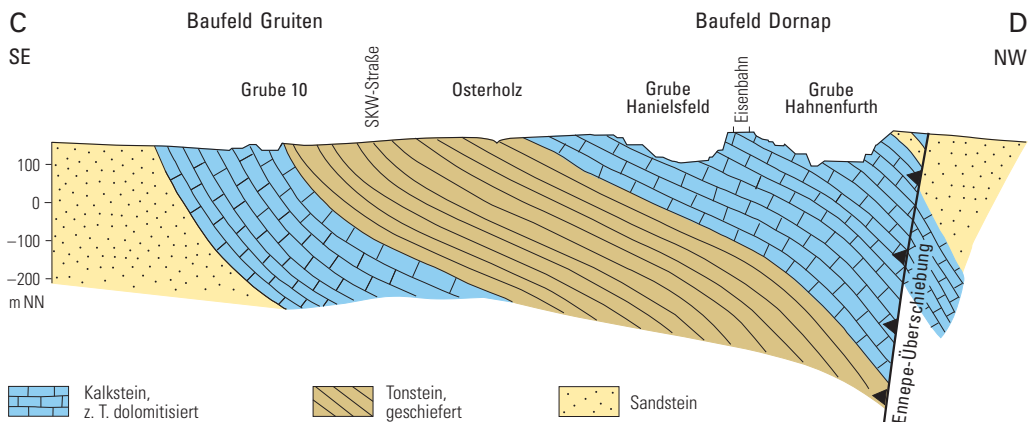


Abb. 49 Geologischer Schnitt durch die Massenkalk-Lagerstätte Dornap (Lage des Schnittes s. Abb. 45, S. 92)

**Gesteinsausbildung:** Im Raum Dornap ist zwischen den großen Tagebauen Osterholz, Hahnenfurth, Vossbeck und Schickenberg der nördliche Massenkalk-Zug lückenlos aufgeschlossen. Zeitlich setzt die Massenkalk-Bildung bei Wuppertal gegenüber dem Wülfrather Vorkommen deutlich früher ein und reicht von der Givet-Stufe bis in die Frasnes-Stufe, was mehr oder weniger für alle östlich anschließenden Massenkalk-Vorkommen des Rheinischen Schiefergebirges zutrifft.

Über den Osterholz-Schichten setzt im nördlichen Massenkalk-Zug die 50 m mächtige Schwelm-Fazies mit schwarzgrauen, dünnbankigen Kalksteinen ein. Die chemische Zusammensetzung zeichnet sich durch schon primär erhöhte Gehalte von über 4 %  $\text{MgCO}_3$ , 5 %  $\text{SiO}_2$  und 1 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  aus. Der Schwefelgehalt von 0,2 %  $\text{SO}_3$  und höher ist an Pyrit gebunden (vgl. LEUCHS 1985).

Über der Schwelm-Fazies folgt die 350 m mächtige Dorp-Fazies mit zunächst 150 m mächtigen hellgrauen, dickbankigen Kalksteinen, die dem Riffkern zugerechnet werden (GOTTHARDT & KASIG 1996). Die  $\text{CaCO}_3$ -Gehalte sind mit 98 % die höchsten der gesamten Massenkalk-Abfolge. Silizium- und Magnesiumanteile betragen jeweils weniger als 0,7 %  $\text{SiO}_2$  beziehungsweise  $\text{MgCO}_3$ .

Darüber folgen weitere 200 m mächtige, grob- und feindetritische Kalksteine der Dorp-Fazies aus dem Hinterriffbereich. Diese Folge zeigt eine wohl ausgebildete Bankung im Meterabstand. Die  $\text{CaCO}_3$ -Gehalte können auf 94 % zurückgehen, während die Siliziumgehalte auf 2,5 %  $\text{SiO}_2$  ansteigen. Parallel dazu nehmen auch die Gehalte an Aluminium, Magnesium und Schwefel geringfügig zu.

Eine darüber folgende lagunäre Fazies hinterließ dünnbankige, tonige Kalksteine und Linsen von schwarzen Tonsteinen, den *Phariceras*-Schiefern, die in etwa die Grenze Mittel-/Oberdevon markieren. Die darüber folgenden 30 m mächtigen Kalksteine der Iberg-Fazies bestehen aus Detritus von Korallen und Seelilien. Die  $\text{CaCO}_3$ -Gehalte steigen wieder auf 97 %. Die Gesamtmächtigkeit des Dornaper Massenkalk-Zuges verringert sich in östlicher wie in westlicher Richtung deutlich.

Die Nutzung der Lagerstätte ist teilweise von einer sekundären Dolomitisierung des Massenkalks beeinträchtigt. In querschlägigen Klüftzonen von mehreren Metern Breite durchziehen Dolomitsteingänge den Massenkalk, die immerhin 25 – 40 % der Produktion ausmachen können.

Auch der Wuppertaler Massenkalk ist deutlich verkarstet. Die Verkarstung beschränkt sich nicht nur auf oberflächennahen Kegelkarst, wie er beispielhaft im Felsenmeer bei Hemer aufgeschlossen ist. Tief reichende Dolinen und Höhlensysteme werden heute durch den Gesteinsabbau freigelegt. Im Steinbruch Schickenberg ist eine oberkreidezeitliche, festländische Höhlenfüllung von einigen Zehnermetern Ausdehnung nachgewiesen. Im Steinbruch Osterholz hat der Abbau mehrere Dolinen, gefüllt mit tertiären Klebsanden, Tonen und Braunkohleflözen, angeschnitten. Diese reichen bis in 60 m Tiefe und stehen vermutlich mit ehemaligen Höhlen in Verbindung, deren Entstehung in die Unter- und Oberkreide-Zeit zurückreicht. Darauf deuten die Meter bis Zehnermeter mächtigen sandigen und tonigen, Holzkohle führenden Höhlenfüllungen, die ca. 100 m unterhalb der Erdoberfläche angetroffen wurden. Die vollständig mit Sedimenten gefüll-

ten Höhlensysteme haben offenbar während der Kreide-Zeit über lange Zeiträume offen gestanden und sind dann nach teilweiser Verfüllung kollabiert, sodass sich über dem Blockwerk aus verstürztem Massenkalk im Tertiär Dolinen entwickelt haben.

**Abbau und Verwendung:** Der Abbau erfolgt in den Steinbrüchen Hahnenfurth und Voßbeck des Werkes Dornap sowie im Werk Osterholz. Der ehemalige Steinbruch Schickenberg dient heute als Klärteich. Die selektive Gewinnung erlaubt einen getrennten Einsatz des Dolomitsteins im Straßen- und Betonbau, während die hochwertigen Kalksteine als ungebrannte und gebrannte Produkte in der Kalkindustrie verwendet werden. Allerdings wird der Kalkstein nur noch im Werk Osterholz gebrannt, während die Produktion von Werk Dornap in Wülfrath gebrannt wird.

Die Gesamtproduktion des Raumes Wuppertal beträgt etwa 3 Mio. t/Jahr.

#### **Gewinnungsstätten:**

(78) **Werk Dornap** (ESP, SP, GE, FÜ)

(79) **Werk Osterholz** (BK, UK, DÜ, ESP, SP, GE, FÜ)

### **Kalkstein und Dolomitstein in Hagen-Halden und Hohenlimburg**

Bei Hagen tritt der Massenkalk westlich des Lennetals infolge überwiegend flacher Lagerung weiträumig zutage. Dort ist der Massenkalk südlich der Ennepe-Überschiebung in großen Partien durch Umwandlungsvorgänge sekundär von Kalkstein in Dolomitstein überführt worden. Der Massenkalk setzt sich sodann nach Osten ohne flächenhafte Dolomitisierung mit geringerer Ausstrichbreite als durchgehender Kalksteinzug bis ins Hönnetal fort (Abb. 50).

Die Fortsetzung des Massenkalk-Zuges ist östlich Hohenlimburg bis Iserlohn wegen bereits zu nahe herangerückter Bebauung nicht mehr nutzbar. In der Vergangenheit wurde der Massenkalk vor allem bei Letmathe abgebaut. Im Stadtmuseum Iserlohn sind Abbau und Verwendung dieses Rohstoffs sowie die im Massenkalk auftretende gangförmige Blei-Zinkvererzung Themen der Ausstellung. Der Massenkalk im Raum Iserlohn birgt auch eine der imposantesten Tropfsteinhöhlen Deutschlands – die Dechenhöhle.

#### **Hagen-Halden**

Die Dolomitsteinlagerstätte Hagen-Halden gilt als die bedeutendste in der Bundesrepublik Deutschland (EGGERT et al. 1986). Auch heute – nach nahezu 100-jährigem Dolomitsteinabbau – liefert die Lagerstätte bedeutende Mengen der begehrten Sinterrohstoffe. Allerdings fallen mittlerweile bei der Gewinnung größere Mengen an Kalkstein an, die andersweitig vermarktet werden.

**Gesteinsausbildung:** Der Dolomitstein liegt im Steinbruch Donnerkuhle der Lagerstätte Hagen-Halden überwiegend flach und biegt nahe der Ennepe-Überschiebung in steile Lagerung um. Er wird von dunklen Tonsteinen des Oberdevons überlagert. Die Lagerstätte verdankt ihre Entstehung besonderen geologischen Verhältnissen. Im Untergrund des Lennetals verläuft in

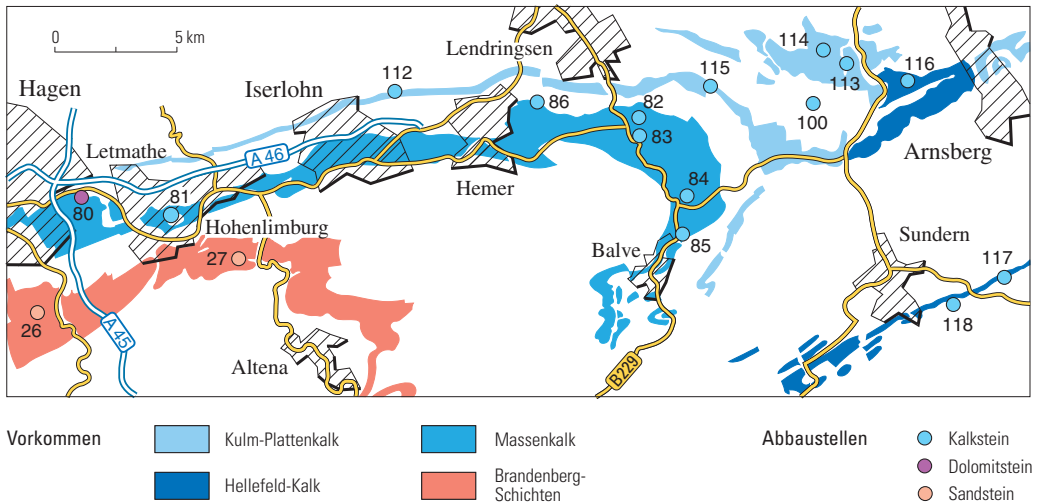


Abb. 50 Kalkstein-, Dolomitstein- und Sandsteinvorkommen im Raum Hagen – Arnsberg

Nordwest-Südost-Richtung der Großholthausen-Sprung. Diese bedeutende Gebirgsstörung stößt im Raum Hagen-Halden auf die quer dazu verlaufende Südwest – Nordost gerichtete Ennepe-Überschiebung, an die der Massenkalk im Norden grenzt. Als Folge tektonischer Bewegungen im Kreuzungsbereich beider Störungen hat sich im Massenkalk ein kompliziertes Mosaik von einzelnen, gegeneinander verschobenen Gebirgsschollen gebildet. In den Störungsbahnen selbst wurde das Gestein aufgelockert und bot so magnesiumhaltigen Lösungen aus dem Untergrund Aufstiegswege. Diese Lösungen führten im Massenkalk zur sekundären Umwandlung des Kalksteins in Dolomitstein. Nach oben hin bewirkten die Tonsteine eine Abdichtung und verhinderten den Aufstieg der mineralisierten Wässer bis zur damaligen Erdoberfläche. Die Dolomitsteinlagerstätte ist daher an die im Norden verlaufende Ennepe-Störung und an den Großholthausen-Sprung gebunden (KARRENBERG 1955). Im größeren Abstand zu diesen Störungen ist die Dolomitisierung nur noch unregelmäßig ausgebildet. Zeitlich lässt sich die Dolomitisierung mehreren aufeinanderfolgenden Phasen zuordnen.

Der Dolomitstein ist dunkelgrau und feinkristallin. Die Kristallitgröße beträgt 0,3 – 0,4 mm. Im qualitativ hochwertigen Dolomitstein entspricht das Verhältnis  $\text{CaO} : \text{MgO}$  im Mittel 1,17 : 1. Die nicht karbonatischen Bestandteile betragen weniger als 1,5 %. Der Hagen-Haldener Dolomitstein eignet sich aufgrund seiner hohen Reinheit vorzüglich für die Herstellung von Sinterdolomit.

**Abbau und Verwendung:** Im derzeit 1,5 km langen, etwa 600 m breiten und über 100 m tiefen Steinbruch Donnerkuhle bei Hagen-Halden (Abb. 51) wird seit dem Jahr 1909 Dolomitstein abgebaut. Die Rohsteinproduktion beträgt bis zu 2,5 Mio. t/a, wovon allerdings nur etwa 0,5 Mio. t/a als Sinterrohstoff eingesetzt werden können. Dolomitqualitäten, die den Anforderungen als Sinterrohstoff nicht genügen, werden zu Straßenbaustoffen und Betonzuschlägen verarbeitet. Teilentsauerter Dolomit, bei dem nur die Kohlensäure des Magnesiumkarbonats ausge-



Abb. 51 Steinbruch Donnerkuhle. Werk Hagen-Halden (80) (Luftbild: Rheinkalk GmbH, Wülfrath)

trieben ist, wird aufgrund seiner hohen Porosität zu Filterkalken in der Abwasserreinigung und Trinkwasseraufbereitung sowie als Düngemittel eingesetzt.

Auf der Basis der hervorragenden Rohstoffsituation hat sich nahe der Lagerstätte ein hoch spezialisiertes Werk für Feuerfestprodukte entwickelt, das neben Dolomitstein auch Magnesit aus ausländischer Produktion verarbeitet. Die Feuerfestprodukte werden weltweit abgesetzt.

Für die Herstellung von Feuerfestprodukten wird Rohdolomit bei Temperaturen bis zu 2 000 °C in zum Teil über 100 m langen Drehrohröfen gesintert. Der Sinterdolomit erhält dabei eine niedrige Porosität und hohe Feuerfestigkeit. Er ist der Ausgangsstoff für eine Reihe hochfeuerfester basischer Produkte, die in Steinformaten, großformatigen Blöcken und Massen in den Schmelz- und Behandlungsaggregaten der Stahlindustrie sowie in den Brennöfen der Zement- und Kalkindustrie verwendet werden.

Neben feuerfesten Steinen und Massen für die Stahl-, Zement- und Kalkindustrie liefert das Werk Hagen-Halden eine Vielzahl von Erzeugnissen für die Roheisenherstellung, die chemische Industrie, die Landwirtschaft, den Straßenbau, das Baugewerbe; ferner Akdolit-Filtermassen für die Wasserreinigung, Magnesiumbranntkalk und Magnesiumfilterkalk für Düngezwecke.

### Hohenlimburg

In der Lenneschleife bei Hohenlimburg südlich des Steltenbergs fällt der Massenkalk-Zug mit ca. 50° nach Norden ein. Seine Mächtigkeit beträgt etwa 700 m; diese verringert sich in östlicher Richtung auf etwa 500 m.



**Gesteinsausbildung:** Neben dickbankigen Gesteinsabschnitten treten immer wieder eng gebankte Bereiche auf. Anders als in Hagen-Halden ist in Hohenlimburg die Dolomitisierung des Massenkalks nur noch unregelmäßig. Mehr oder weniger mächtige Dolomitgänge durchschlagen den Massenkalk-Zug querschlägig. Dolomitstein tritt auch nester- oder stockförmig auf.

**Abbau und Verwendung:** Südlich des Steltenbergs sind noch bedeutende Kalksteinvorräte vorhanden. Wegen der unregelmäßigen Dolomitisierung des Massenkalks wurde früher in der westlichen Nachbarschaft bei Mühlendorf Kalkstein und Dolomitstein getrennt abgebaut und für Branntkalk beziehungsweise Straßenbaustoffe eingesetzt. Das Werk Hohenlimburg stellt heute überwiegend Gesteinskörnungen für den Beton- und Straßenbau her und verfügt über eine Gesteinswäsche. Außerdem werden magnesiumhaltige Düngekalke für die Forst- und Landwirtschaft, Wasserbausteine und in geringem Umfang Zuschläge für die Eisen- und Stahlindustrie hergestellt. Die Jahresproduktion im Raum Hagen-Halden und Hohenlimburg beträgt ca. 3,5 Mio. t.

**Gewinnungsstätten:**

(80) **Werk Hagen-Halden** (DO, DÜ, ESP, SP, GE, FÜ)

(81) **Werk Hohenlimburg** (ESP, SP, GE, DÜ)

## Kalkstein im Hönnetal

Das Massenkalk-Vorkommen, das im Bereich des Hönnetals zwischen Lendringsen und Balve weitflächig ausstreicht, ist an den hier flach nach Nordosten abtauchenden Remscheider Sattel gebunden.

Das ansonsten flache, muldenförmige Hönnetal weist über die gesamte Breite des Massenkalk-Zuges einen schmalen, klammartigen Einschnitt auf, in dem die Hönne verläuft. Steil aufragende Felsen und zahlreiche kleine, stillgelegte Steinbrüche gewähren Einblick in den Aufbau des Massenkalks. Der Einschnitt der Hönne wird von einer intensiven Verkarstung begleitet, die hier seit der Kreide-Zeit wirksam war. An die 40 Höhlen werden im Hönnetal gezählt. Ebenfalls im Zusammenhang mit der Verkarstung des Kalksteins stehen die Schwinden oder Ponore im Wasserlauf der Hönne. Bekannt ist die vollständige Versickerung des Hönnewassers am Bahnhof Binolen.

Heute besteht im Norden östlich der Hönne der große Steinbruch Asbeck (Abb. 52), im Süden bei Beckum die Steinbrüche Sanssouci und Busche. Die Lagerung der Gesteine ist flach geneigt. Mineralisierte Störungen streichen bevorzugt in Nord-Süd-Richtung. Der Gesteinsabbau im über 1 km<sup>2</sup> großen Steinbruch Asbeck hat vielfältige Verkarstungserscheinungen angetroffen. Oberflächennahe Spalten und größere, trichterförmige Dolinen sind mit angewitterten Kieselgesteinen des Unterkarbons sowie mit Grünsanden der Oberkreide gefüllt. In einer schachtartigen Spalte fanden sich sandige Sedimente der Unterkreide (WIRTH 1964) sowie in einer Höhle plattige Karbonate mit großen Kalzitkristallen im darüber gelegenen, ehemaligen Resthohlraum. Im Steinbruch Asbeck fehlen aber auffälligerweise die vielen Höhlen, wie sie vom Hönnetal her bekannt sind. Auch besteht keine ausgeprägte Entwässerung zum Hönnetal hin, sodass der Gesteinsabbau im Steinbruch Asbeck zeitweilig auch unterhalb des Hönneniveaus erfolgen konnte



Abb. 52 Steinbruch Asbeck. In der Mitte der alte Abbau mit Klärteichen, rechts dahinter der aktuelle Abbau. Werk Hönnetal (82). Rechts unten Werk Horst (83) (Luftbild: Rheinkalk GmbH, Wülfrath)

(GOTTHARDT & KASIG 1996). Möglicherweise ist die fehlende hydrologische Verbindung des Steinbruchs zum Hönnetal hin auf Nord – Süd streichende, mineralisierte Störungen zurückzuführen, die eine hydraulische Sperre bewirken. In Nord-Süd-Richtung verläuft auch ein großer Dolomitgang, der den westlichen Steinbruchbereich durchzieht und vermutlich einer bedeutenden Störung folgt. Der Dolomitgang wurde beim Abbau umfahren und blieb als 25 m hohe Gesteinsrippe stehen.

**Gesteinsausbildung:** Die Lagerstätte Hönnetal lässt sich zwischen Deilinghoven und Eisborn in drei Faziesseinheiten gliedern (GOTTHARDT & KASIG 1996):

- Westlich des Hönnetals treten bis zum Balver Wald die etwa 350 m mächtigen Kalksteine der Schwelm-Fazies über lagunären, schwärzlichen Kalkgesteinen am Top der Honsel-Schichten auf. Sie sind dünnbankig, magnesiumreich und unrein. Die Schwelm-Fazies selbst besteht aus gebankten, dunkelgrauen Kalksteinen mit Rasen aus ästigen Stromatoporen und Korallen, wechselnd mit biogenem Detritus und Kalkschlammsedimenten.

Im chemischen Stoffbestand steigt der  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt von etwa 95,5 % in den liegenden Abschnitten auf Mittelwerte bis 97,6 % im Hangenden an. Der Siliziumgehalt nimmt dabei im Mittel von ca. 1,2 auf 0,4 %  $\text{SiO}_2$  und der Magnesiumgehalt von ca. 2,5 auf etwa 1,5 %  $\text{MgCO}_3$  ab. Kalksteine der Schwelm-Fazies stehen bisher nicht im Abbau.

- Östlich des Hönnetals sind Kalksteine der Dorp-Fazies großflächig verbreitet. Sie setzen bereits im Hönnetal im Bereich der Burg Klusenstein ein und bauen eine über 500 m mächtige Folge auf, die im Steinbruch Asbeck des Werkes Hönnetal im Abbau steht. Insgesamt handelt

es sich um Riffkern- und Lagunengesteine. SCHUDACK (1993) untergliedert das Profil im Steinbruch Asbeck in fünf Formationen. Die zyklische Entwicklung verläuft von lagunären, mikritischen Kalksteinen zu Stromatoporen-Riffkalksteinen, dann zu Mikrit-Stromatoporenkalksteinen, schließlich wieder über eine zweite starke Riffphase mit Stromatoporenkalksteinen hin zu einer weiteren lagunären Einheit von mikritischen Kalksteinen. Als Leithorizont innerhalb der Dorp-Fazies tritt ein 15 – 20 m mächtiger Horizont aus schwarzgrauen, teils Pyrit führenden Mergelsteinen auf. Im Steinbruch Asbeck wird er als Abraum aufgehaldet oder im benachbarten Werk Horst zu Straßenschotter verarbeitet.

- Über der Dorp-Fazies ist östlich des Steinbruchs Asbeck bei Eisborn die etwa 150 m mächtige Iberg-Fazies erbohrt worden. Sie besteht aus massigen, hellgrauen Kalksteinen mit ästigen Stromatoporen und Korallen sowie Seelilienresten. Die Siliziumgehalte sind mit über 2 % SiO<sub>2</sub> sowie mit Gehalten an Eisen erhöht (GOTTHARDT & KASIG 1996).

Während die Lagerstätte Hönnetal im Nordteil über 1 000 m mächtig ist, erfolgt in südlicher Richtung bei Balve eine abrupte Verringerung der Mächtigkeit des Massenkalks auf wenige Zehnermeter.

**Abbau und Verwendung:** Die Verarbeitung der Kalksteine zu Branntkalk erfolgt heute im Hönnetal allein im Werk Hönnetal in Oberrödinghausen. Die Kalkprodukte gehen im Wesentlichen in die Eisen- und Stahlindustrie, ferner in die chemische Industrie, die Baustoffindustrie sowie den Umweltschutz. Bei den im Abbau stehenden Kalksteinen des Werkes Hönnetal handelt es sich aufgrund der chemischen und technischen Eigenschaften um äußerst hochwertige Kalksteine.

Die Werke Horst und Sanssouci produzieren überwiegend für den Hoch- und Tiefbau.

Dem Lagerstättenbereich Hönnetal ist ferner noch die Gewinnungsstätte bei Hemer-Becke zuzurechnen, in der Kalkstein ausschließlich für den Straßenbau abgebaut wird. Die Gesamtproduktion im Lagerstättenbereich Hönnetal beträgt ca. 4,5 Mio. t/a.

#### **Gewinnungsstätten:**

- (82) **Werk Hönnetal** (BK, UK, ESP, SP, GE, FÜ)
- (83) **Werk Horst** (ESP, SP, GE, FÜ)
- (84) **Werk Busche** (BK, UK, ESP, SP, GE, FÜ)
- (85) **Werk Sanssouci** (ESP, SP, GE, WB, DÜ)
- (86) **Werk Hemer-Becke** (GE, UK)

#### **Kalkstein in Warstein**

Der Massenkalk von Warstein tritt in zwei Ost – West streichenden Sattelstrukturen zutage. Beide Einheiten werden von der nur etwa 500 m breiten Suttroper Mulde getrennt, deren Kern aus geschiefertem Tonsteinen des Oberdevons besteht (Abb. 53); die Mulde ist auch im Landschaftsbild morphologisch als flache Eintiefung erkennbar. Der schmalere nördliche Kalksteinzug ist

etwa 4 km lang und erstreckt sich von der Alten Kirche in Warstein ostwärts bis zum Lörmecketal. Er stellt eine weit gespannte Sattelaufwölbung dar. Komplizierter ist der südliche Kalksteinzug aufgebaut, der von Warstein bis Kallenhardt reicht. Er ist an mehreren Überschiebungen in nordvergente Schuppen zerlegt und weist wegen der Schichtenwiederholungen einen dreifach breiteren Ausstrich auf. Die Überschiebungsfronten der Schuppen werden oft von einem Kranz schroffer Kalksteinklippen gesäumt. Eine besonders auffällige Überschiebungslinie markiert der Klippenzug, der vom Hillenberg über den Piusberg bis fast zur Hohen Liet reicht. Die Kalksteine sind zumindest im südlichen Kalksteinzug wahrscheinlich mehrere hundert Meter mächtig.

Der Warsteiner Massenkalk ist stark verkarstet und weist alle typischen Karstphänomene wie Höhlen, Dolinen, Trockentäler, Karstquellen, Karren und Kolke auf. Bekannt sind die Bielstein- und die Liethöhle. Die Karsthohlräume sind mit den verschiedensten Sedimenten der Kreide- bis Quartär-Zeit verfüllt (CLAUSEN & LEUTERITZ 1984).

**Gesteinsausbildung:** Die Kalksteine des Warsteiner Sattels sind überwiegend als Plattformkarbonate in mitteldevonischer Schwelm-Fazies ausgebildet. Lediglich am Südrand sind isolierte Vorkommen von oberdevonischen Kalksteinen in Dorp-Fazies zu beobachten.

Der Warsteiner Massenkalk ist massig bis dickbankig und dicht bis feinkristallin. Die Durchschnittswerte von 20 chemischen Analysen ergaben Gehalte von 98 %  $\text{CaCO}_3$  und 1 %  $\text{SiO}_2$ . Alle übrigen Bestandteile lagen unter 1 % (CLAUSEN & LEUTERITZ 1984: 115). Der Warsteiner Massenkalk enthält nur örtlich dolomitische Partien. Er kann jedoch besonders im südlichen Kalksteinzug entlang von Störungen verkieselt sein. In stärker verkarsteten Bereichen treten mit Lehm und Schottern verfüllte Spalten und Schlotten auf, die den Abbau behindern. Außerdem wird der Massenkalk im südlichen Zug von einer nach Süden hin mächtiger werdenden Decke aus Lockersedimenten überlagert, die hier den Abbau stark beeinträchtigt.

Abb. 53 Geologischer Schnitt durch den Warsteiner Massenkalk (nach CLAUSEN 1998, verändert)

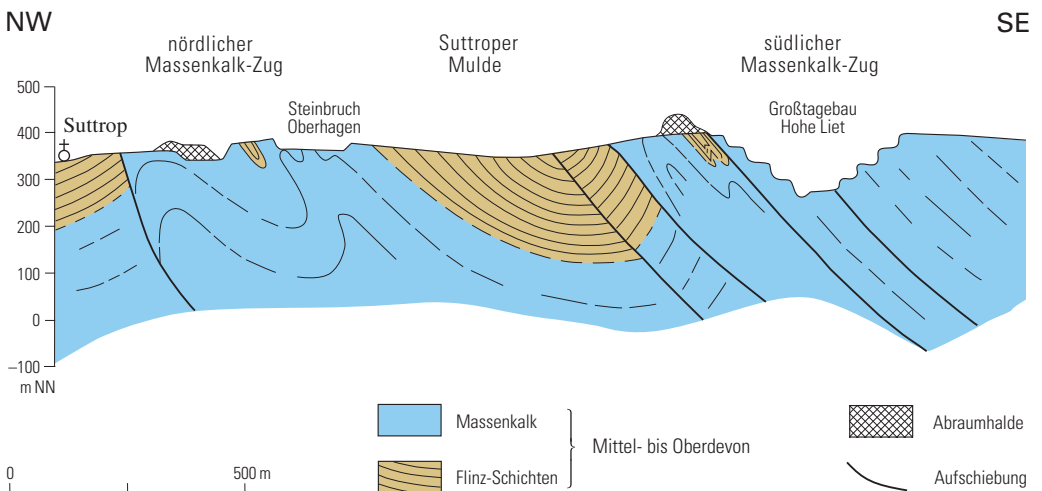


Abb. 54 Steinbrüche im Warsteiner Massenkalk; Blick nach Süden

**Abbau und Verwendung:** Der Warsteiner Massenkalk ist ein begehrter Rohstoff. In beiden Massenkalk-Zügen sind große Steinbrüche entstanden, die das Landschaftsbild prägen (Abb. 54). Die kleinen, um die Jahrhundertwende oft noch von Hand ausgebeuteten Steinbrüche schmiegen sich – heute schon vielfach zugebaut – an die steilen Talränder des die Stadt Warstein durchfließenden Westerbaches.



Da das Grundwasser in Karstgebieten leicht Verschmutzungen ausgesetzt sein kann, erfolgt der Kalksteinabbau auf der Warsteiner Hochfläche grundsätzlich oberhalb des Grundwasserspiegels.

In Warstein und Kallenhardt bauen derzeit vier Betriebe in neun Steinbrüchen den Massenkalk ab. Davon liegt nur ein Betrieb im nördlichen Massenkalk-Zug. Die Gesamtproduktion liegt bei ca. 3 – 4 Mio. t/a, wobei die Produktion der Einzelbetriebe zwischen 0,6 und 1 Mio. t/a schwankt. Der Rohkalkstein wird in der Baustoff- und Grundstoffindustrie eingesetzt. Hauptkunden sind in der Reihenfolge ihrer Bedeutung: die Bauindustrie mit 40 – 50 %, die Zementindustrie mit 25 – 30 %, die Stahlindustrie mit 15 – 20 %, die Futtermittelindustrie mit 5 – 10 % sowie die Glas- und Kraftwerksindustrie mit 5 – 10 %. Obwohl in Warstein ein hochwertiger Kalkstein abgebaut wird, war die Produktion von Branntkalk nie bedeutsam. Warstein ist seit jeher ein wichtiger Lieferant hochprozentigen Kalksteins für die Beckumer Zementindustrie, deren Zementrohstoffe aus den Kreide-Schichten ein leichtes Defizit an  $\text{CaCO}_3$  aufweisen. Alle Betriebe vor Ort bemühen sich, die Absatzverluste der letzten Jahre im Bereich der Bau- und Zementindustrie auf den Grundstoffbereich (Futtermittelindustrie, Glas- und Kraftwerksindustrie) zu verlagern. Für diese Produktionsumstellungen wurden Investitionen in Millionenhöhe vorgenommen.

#### **Gewinnungsstätten:**

- (87) **Werk Kallenhardt** (ESP, SP, GE, FÜ)
- (88) **Werk Hohe Liet** (ESP, SP, GE, WB, FÜ)
- (89) **Werk Kallenhardt (Rüthen)** (ESP, SP)
- (90) **Werk Warstein** (ESP, SP, GE)
- (91) **Werk Hohe Liet** (ESP, SP, GE, FÜ)

## Kalkstein in Brilon

Der Briloner Massenkalk tritt zwischen Altenbüren im Westen und Bleiwäsche im Osten in einer 15 km langen und 6 km breiten Sattelstruktur zutage. Insgesamt besteht das spezialgefaltete Gewölbe aus einer teilweise überkippten Nordflanke und einer flach einfallenden Sattelsüdflanke. In Brilon sind Kalksteine der Schwelm-Fazies 300 m und der Dorp-Fazies 400 m mächtig. Am Ostrand des Briloner Riffs, im Düstertal, steigt die Gesamtmächtigkeit auf 1 400 m an (STEUERWALD 1992). Der Riffkern der Dorp-Fazies erstreckt sich entlang

des Südrandes des Sattels von westlich Brilon über Thülen bis Rösenbeck und Madfeld (Abb. 55). Im Süden schließt sich im Messinghäuser Sattel das Vorriff, im Norden das Hinterriff an. Das Vorkommen hochreiner Kalksteine des Riffkernbereichs am Südrand des Briloner Riffs hat schon frühzeitig zur Konzentration der Abbaubetriebe in diesem Bereich geführt. Allerdings

bestehen auch am Nordrand Reste eines Riffkerns. Daraus lässt sich auf die Existenz eines ehemaligen Atolls schließen (CLAUSEN 1989), wie dies auch für das Attendorner Riff belegt ist.

Die Kalksteine der Briloner Hochfläche sind intensiv verkarrt. Darauf weist schon die von Trockenvegetation bestimmte Landschaft mit ihren Trockentälern, Bachschwinden und Erdfällen hin, die vorherrschend unterirdisch entwässert wird. Hinzu kommen zahlreiche Höhlen, die vor allem in den großflächigen Steinbrüchen des Gebietes angetroffen wurden. Die meisten dieser Höhlen sind klein; es treten jedoch auch einige Großhöhlen auf, wie z. B. das System „Rösenbecker Höhle/Ziegen tempel“ mit über 2 km Gesamtganglänge oder der „Malachitdom“, dessen Zentralhalle ein Gewölbe von 60 x 20 x 7 m bildet (Geologisches Landesamt NRW 1992) (Abb. 56). Andere Karstformen sind trichterförmige Dolinen, die meist 10 – 20 m tief hinabreichen, schachtartige Karstschlotten von großer Tiefe

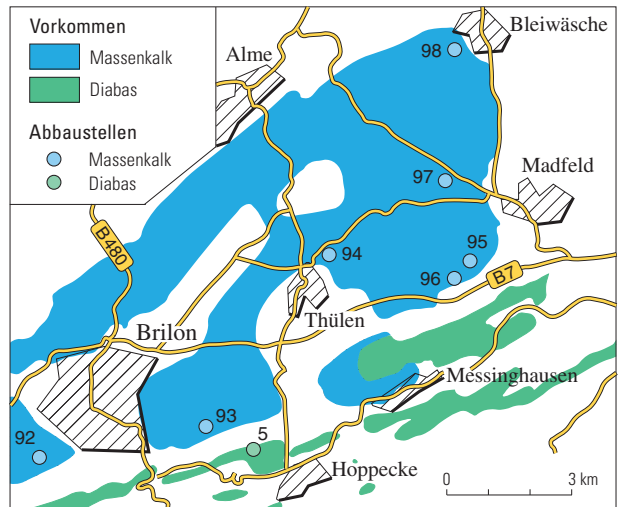


Abb. 55 Massenkalk- und Diabas-Vorkommen im Raum Brilon



Abb. 56 Schacht in der Höhle Malachitdom. Werk Bleiwäsche-Wünneberg (98)

sowie flache Karstwannen. Die Hohlformen sind meist mit jüngeren Sedimenten – vorwiegend pleistozäne Fließerden – gefüllt, die häufig auch Relikte der ehemaligen Oberkreide-Bedeckung des Briloner Massenkalks enthalten. Ihnen stehen isolierte Kalkkuppen gegenüber, die sich als Relikte eines tertiärzeitlichen Kegelkarstes deuten lassen.

**Gesteinsausbildung:** Die biostromalen, gut gebankten Kalksteine der Schwelm-Fazies werden aus einer Wechsellagerung von dunkelgrauen, bituminösen, fossilreichen Kalksteinen und grauen, mikrosparitischen, fossilarmen Kalksteinen der Givet-Stufe aufgebaut. Gelegentlich ist die Einlagerung von dünnbankigen, dunkelgrauen Mergelsteinen zu beobachten. Im westlichen Teil des Briloner Sattels verzahnen sich die dunklen Gesteine der Schwelm-Fazies mit einer ebenfalls givetischen, aber hellgrauen Karbonatgesteinsfazies. Sie ist – wie der größere Teil der Dorp-Fazies – lagunären Ursprungs.

Die Kalksteine der Schwelm-Fazies werden von massigen, hellgrauen, dichten und feinkörnigen Kalksteinen in Dorp-Fazies überlagert. Fossilreiche Partien treten untergeordnet auf. Der überwiegende Teil der Kalksteine der Dorp-Fazies des Briloner Riffs wird als lagunäre Flachwasserbildung des Hinterriffbereichs angesehen (STEUERWALD 1992). Nur im Südostteil des Briloner Sattels bei Rösenbeck treten auch Gesteine des Riffkerns auf, die allerdings in der Geologischen Übersichtskarte der Brilon-Warsteiner Riffkarbonate (BRINCKMANN et al. 1989) noch nicht dargestellt sind.

Der  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt erreicht in der Riffkernfazies 98 %; in einzelnen Bereichen liegt er sogar noch höher. Die Schwefelgehalte sind generell ausgesprochen niedrig. Vielfach treten steil stehende, bis zu mehreren Zehnermetern breite Kalzitgänge auf. Sie werden heute wirtschaftlich nicht mehr genutzt.

Abb. 57 Massenkalk-Abbau im Raum Brilon mit den Werken Rösenbeck (95) und Mühlenbein (96) (Luftbild: Rheinkalk GmbH, Wülfrath)



**Abbau und Verwendung:** Im Bereich östlich Brilon bauen sechs Betriebe, westlich Brilon ein Betrieb Kalkstein ab. Im Hinblick auf die Größe des Vorkommens ist die derzeitige Entnahme von rd. 4 Mio. t/a relativ gering. Der größte Teil der Produktion geht in den Straßen- und Betonbau. Die bedeutendste Abbaufäche liegt im Bereich des Werkes Rösenbeck, dem sich westlich das Werk Mühlenbein anschließt (Abb. 57). Etwa 200 000 t/a werden dem Kalkwerk in Messinghausen für die Branntkalkproduktion zugeführt. Besonders reine Kalksteinmehle gehen in verhältnismäßig großen Mengen in die Glasindustrie, die chemische Industrie und als Füllstoff in die Gummi- und Kabelindustrie. Außerdem findet der Kalkstein als Zementrohstoff und in der Landwirtschaft insbesondere als Futterkalk Verwendung.

**Gewinnungsstätten:**

- (92) **Werk Burhagen** (ESP, SP, GE, FÜ)
- (93) **Werk Brilon-Kirchloh** (UK, ESP, GE)
- (94) **Werk Thülen** (ESP, GE, FÜ)
- (95) **Werk Rösenbeck** (BK, UK, DÜ, ESP, SP, GE, FÜ)
- (96) **Werk Mühlenbein** (ESP, GE)
- (97) **Werk Madfeld** (ESP, GE)
- (98) **Werk Bleiwäsche-Wünneberg** (ESP, SP, GE, FÜ)

**Kalkstein und Dolomitstein in Lennestadt-Grevenbrück und Attendorf**

Während des Oberen Mitteldevons und Unteren Oberdevons bildete sich im Raum Attendorf auf einer Schwelle am Schelfrand der 900 m mächtige Massenkalk der Attendorf-Elsper Doppelmulde. Er ist in Schwelm- und Dorp-Fazies ausgebildet. Die Rekonstruktion des 20 km langen Riffkörpers ergab nach Ausglättung des Faltenbaus die Form eines schmetterlingsartigen Atolls (GWOSDZ 1972: Abb. 14). Infolge der variszischen Faltung und der nachfolgenden Erosion liegt heute das ursprünglich zusammenhängende Atoll in zwei voneinander getrennten Massenkalk-Zügen vor. Im nördlichen Zug stehen zwischen Attendorf und Lennetal vorwiegend Kalksteine der Lagune (Hinterriffbereich), zwischen Lennetal und Fretter vorwiegend Kalksteine des Vorderriffbereichs an. Im südlichen Massenkalk-Zug zwischen Mecklinghausen und Grevenbrück stehen ebenfalls Kalksteine der Lagune an. Sie sind östlich des Lennetals großräumig sekundär dolomitisiert. Dort befindet sich heute bei Grevenbrück die einzige Gewinnungsstätte im Attendorner Riff. Die für eine weitere Nutzung noch zugänglichen Kalksteinvorkommen im Attendorner Riff liegen zwischen Attendorf und Heggen sowie zwischen Helden und Dünschede.

**Gesteinsausbildung:** Der Dolomitstein von Grevenbrück ist feinkristallin bis dicht. Er hat ein nahezu ausgeglichenes stöchiometrisches Verhältnis zwischen Magnesium und Kalzium. Die Gehalte an nicht karbonatischen Bestandteilen liegen allerdings bei 5 – 6 %  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  im Sinter.

**Abbau und Verwendung:** Das relativ große Dolomitsteinvorkommen bei Lennestadt-Grevenbrück östlich der Lenne wird heute gemeinsam von zwei Firmen genutzt (Abb. 58).





Abb. 58 Dolomitsteinabbau im Werk Grevenbrück (99) (Luftbild: Rheinkalk GmbH, Wülfrath)

Der Dolomitstein kommt wegen seiner relativ hohen Gehalte an Silizium, Aluminium und Eisen für eine Verwendung zur Sinterproduktion nach den modernen Grenzwerten nicht mehr infrage. Stattdessen wird er für ungebrannte und gebrannte Produkte in der Stahlindustrie sowie in der Land- und Forstwirtschaft verwendet. Für die Forstkalkung hat der Standort Lennestadt-Grevenbrück eine überregionale Bedeutung. Die Jahresproduktion beträgt rd. 1 Mio. t.

#### **Gewinnungsstätte:**

(99) **Werk Grevenbrück** (ESP, SP, GE, DÜ, BK, UK, DO)

### **Knollenkalk im Sauerland**

Als Knollenkalk oder Kramenzelkalk wird Kalkstein bezeichnet, bei dem Kalksteinknollen lagenweise in mergeligen Kalkstein eingebettet sind (Abb. 59). Er kommt bevorzugt im höheren Oberdevon des Sauerlandes vor und ist etwas jünger als der Massenkalk.

**Gesteinsausbildung:** Das Vorkommen am Effenberg südlich Herdringen ist dickbankig ausgebildet. Auffallend ist die tiefrote Farbe und grünliche Bänderung des Gesteins.

Der dunkelgraue und grauschwarze Knollenkalk von Kattenfels südlich Rütthen hat einen höheren Kalkgehalt als jener vom Effenberg. Er ist schneid-, schleif- und polierfähig und gilt daher als technischer Marmor, so auch die Handelsbezeichnung Kattenfelser Marmor.

**Abbau und Verwendung:** Im Werk Effenberg wird der Knollenkalk als Baustoff für den Straßenunterbau genutzt. Das Werk Kattensiepen bei Rütthen produzierte in der Vergangenheit technischen Marmor in Form von Wand- und Bodenplatten, Fensterbänken und Treppen, zumeist für



Abb. 59 Knollenkalk im stillgelegten Provinzialsteinbruch Drewer bei Rüthen (Höhe der Wand: ca. 2 m)

die Verwendung im Innenbereich, derzeit dient es aber allein zur Herstellung von Straßenbaustoffen. Aufgrund der hohen Festigkeit der Kalksteine können auch Körnungen für hoch beanspruchte Straßendecken produziert werden. Im Jahr 2004 wurden mittels mehrerer Kernbohrungen weitere Vorräte in der östlichen Fortsetzung der Lagerstätte nachgewiesen. Die Kattensiepenener Produktion kann als Entlastung der stark in Anspruch genommenen Warsteiner Lagerstätte gesehen werden. Die Gesamtproduktion beider Betriebe beträgt über 1 Mio. t/a.

**Gewinnungsstätten:**

- (100) **Werk Effenberg** (SP, GE, WB, FÜ)
- (101) **Werk Kattensiepen** (ESP o. E., SP, GE, FÜ)

## Kalkstein und Dolomitstein des Mittel- und Oberdevons in der Eifel

### Kalkstein im Raum Aachen – Stolberg

Linksrheinisch tritt Massenkalk in einem großen Zug am Nordrand der Eifel zwischen Walheim und Gressenich auf und ist dort an der Nordflanke des Venn-Sattels in mehreren Steinbrüchen aufgeschlossen (Abb. 60).

Der Massenkalk gliedert sich zu gleichen Teilen in den mitteldevonischen Unteren Massenkalk (Givet-Riffkalk) und den oberdevonischen Oberen Massenkalk (Frasnes-Riffkalk), getrennt durch den 3 – 5 m mächtigen Grenzschiefer (Abb. 61).

Die insgesamt etwa 250 m mächtige Schichtenfolge streicht infolge Spezialfaltung und einer größeren Störung, der Breinigerberg-Überschiebung, auf einer Breite von bis zu 650 m aus. Die Schichten fallen an der Nordflanke des Venn-Sattels meist steil nach Südosten oder Nordwesten ein.

Einblick in den Schichtenaufbau und die Tektonik der gesamten Schichtenfolge gewähren die stillgelegten Steinbrüche zwischen Walheim und Hahn. In dieser vom Gesteinsabbau veränderten Landschaft ist durch Renaturierung, Restaurierung alter Kalköfen sowie durch das Aufstellen informativer Schautafeln mit dem Kalkofenweg ein Geotop allerersten Ranges entstanden. Wegen der steilen Lagerung der devonischen Kalksteine lassen sich an den Steinbruch-

wänden große Teile der karbonatischen Schichtenfolge in Augenschein nehmen. Zudem ist unterhalb der kleinen Brücke am Kalkofen des östlichen Steinbruchs Walheim die Breinigerberg-Überschiebung aufgeschlossen, die zu einer Verdoppelung des Frasnium-Riffkalkes geführt hat (Abb. 61).

Die Auswertung weiterer Aufschlüsse im Vicht-Tal, der Grubenbilder der ehemaligen Blei-Zink-Erzgrube Breinigerberg (SCHMITZ 1958) sowie des Steinbruchs bei Gressenich ergab, dass es sich bei der Breinigerberg-Überschiebung um keine südvergente Aufschichtung (KNAPP 1978), sondern eine mitgefaltete, nordvergente Überschiebung handelt. Sie setzt bei Walheim ein, vergrößert sich in nordöstlicher Richtung und führt im

Raum Gressenich zu flach deckenförmiger Lagerung der devonischen Kalksteine. Aus dieser neuen Erkenntnis zur Geometrie der Breinigerberg-Überschiebung ergeben sich Einschränkungen für die Tiefenerstreckung des Massenkalk-Vorkommens.

**Gesteinsausbildung:** Der Massenkalk ist dünn- bis dickbankig, dunkelgrau bis dunkelblaugrau und feinkörnig-dicht in seiner Struktur. Der fossilführende Kalkstein enthält weiße, millimeter-

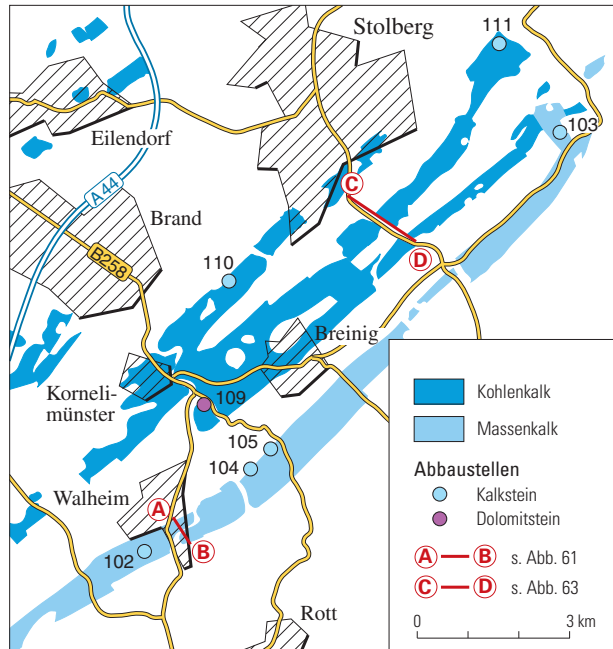


Abb. 60 Massenkalk- und Kohlenkalk-Vorkommen im Raum Aachen – Stolberg

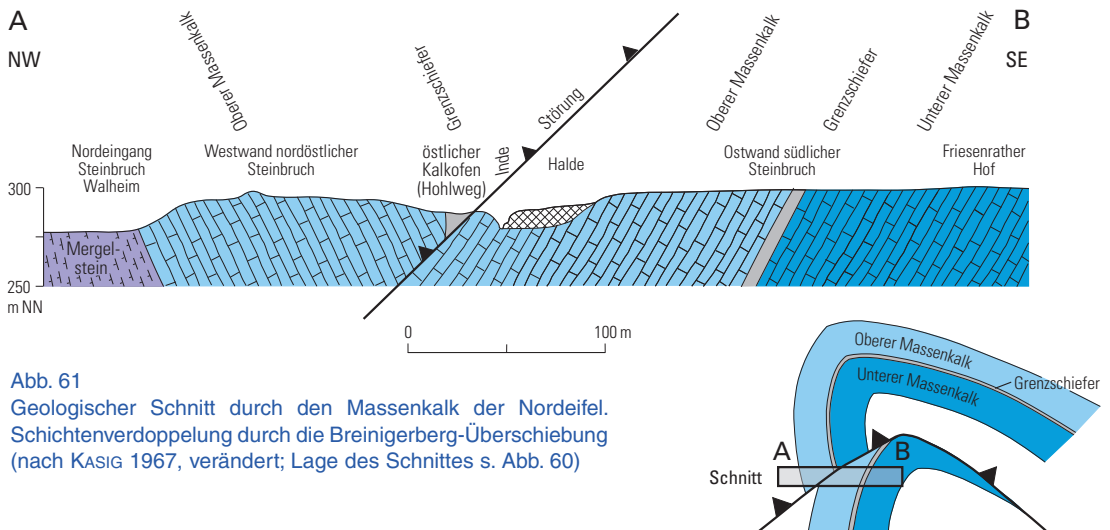


Abb. 61  
Geologischer Schnitt durch den Massenkalk der Nordeifel. Schichtenverdoppelung durch die Breinigerberg-Überschiebung (nach KASIG 1967, verändert; Lage des Schnittes s. Abb. 60)

starke Kalzitadern und verfüllte Hohlräume. Auch Drucklösungsnähte, sogenannte Stylolithen, können zahlreich vorhanden sein.

Der Untere Massenkalk wird vornehmlich von fein geschichteten und von fossilarmen Kalksteinen aufgebaut, die im Idealfall rhythmisch aufeinander folgen. Am Aufbau des Oberen Massenkalks sind dagegen häufiger Biostrome und Riffschutt beteiligt (KASIG 1980 a, REISSNER 1990).

Im Vergleich zu den rechtsrheinischen Massenkalken sind die gleichalten Kalksteine am Nordrand der Eifel deutlich mergeliger ausgebildet. Der  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt liegt nur bei etwa 93 – 95 %. Stellenweise sind die Kalksteine dolomitisiert, insbesondere im unteren Abschnitt im Raum Walheim – Vicht. Die aus Riffen hervorgegangenen Kalksteine führen lagenweise angereicherte, knollige und ästige Stromatoporen sowie Korallen. Örtlich treten diese Fossilien in einer mergelig-tonigen Matrix auf, die einer Weiterverarbeitung zu Natursteinerzeugnissen hinderlich ist (KASIG 1967).

**Abbau und Verwendung:** Von den früher zahlreichen Gewinnungsstätten im devonischen Massenkalk sind nur wenige verblieben. Westlich der stillgelegten Steinbrüche liegt südöstlich Walheim ein aktiver Steinbruch, aus dessen Kalksteinen überwiegend Kalksteinmehle für die Asphaltproduktion sowie für Dachpappen hergestellt werden. Das Werk Gressenich produziert Straßenbaustoffe. Zusätzlich sind noch zwei Naturwerksteinbetriebe in Hahn und Venwegen tätig, die allerdings ihren Naturstein nicht mehr an Ort und Stelle abbauen.

Die Jahresförderung der Gewinnungsstätten beträgt ca. 300 000 t.

#### **Gewinnungsstätten:**

- (102) **Werk Walheim** (ESP, GE, FÜ)
- (103) **Werk Gressenich** (ESP, SP, GE)
- (104) **Werk Hahn** (WS)
- (105) **Werk Venwegen** (WS)

### **Kalkstein und Dolomitstein in den Eifelkalkmulden**

Die neun Kalkmulden der Eifel liegen in einem Gebietsstreifen, der als „Eifeler Nord-Süd-Zone“ bezeichnet wird. In allen Kalkmulden folgen über sandig-tonigen Schichten des Unterdevons kalkig-mergelige Schichten des Mitteldevons. Den obersten Teil der mitteldevonischen Schichten bilden mächtige Dolomitsteine.

Im Gegensatz zum mittel- bis oberdevonischen Massenkalk im rechtsrheinischen Schiefergebirge und am Nordrand der Eifel ist der Schichtenaufbau in den Eifelkalkmulden außerordentlich wechselhaft. Oft ist ein bestimmtes Schichtenglied hier in kalkiger, dort in mergeliger und an dritter Stelle sogar in sandiger Entwicklung vorhanden. Häufig sind die Schichten auch dolomitisiert. Diese Gründe sowie die insgesamt ungünstige Verkehrslage erklären die heute noch relativ geringe wirtschaftliche Nutzung dieser Vorkommen, die sich derzeit auf Kalksteinvorkommen der Sötenicher Mulde und der Blankenheimer Mulde beschränken.

In den Eifelkalkmulden werden jeweils eine Randzone und ein Kerngebiet unterschieden. Die Muldenkerne bestehen aus Kalk- und Dolomitsteinen. In den Randzonen tritt das Liegende dieser Gesteine, eine etwa 400 m mächtige Wechselfolge von Kalksandsteinen, Mergelsteinen und Kalksteinen, zutage.

Die Dolomitsteine der Eifelkalkmulden werden in zwei Gruppen unterschiedlicher Entstehung eingeordnet (QUIRING 1913, REULING 1931). Die erste Gruppe betrifft die schichtgebundenen, frühdiagenetisch im Devon-Meer entstandenen, primären Dolomitsteine (RICHTER 1974). Zu ihnen gehören große Teile der Dolomitsteine des jeweiligen Muldenkerns („Muldenkerndolomit“). Die zweite Gruppe umfasst die erst im Perm und möglicherweise später an der Landoberfläche durch magnesiumhaltige Verwitterungslösungen gebildeten (sekundären) „Geländedolomite“.

Die Dolomitisierung der mitteldevonischen Schichten zeigt unterschiedliche stratigrafische Reichweiten. Sie schließt die Karbonatgesteine nach oben hin ab und reicht unterschiedlich tief. Dabei können die Kalksteine seitlich durch Dolomitsteine vertreten werden. Insgesamt erreicht der Muldenkern-Dolomit Mächtigkeiten zwischen 300 und 500 m.

Die Dolomitsteinvorkommen der Eifelkalkmulden sind als Rohstoffe für Feuerfestprodukte wegen ihrer zu hohen Gehalte an nicht karbonatischen Bestandteilen zurzeit ohne Interesse. Jedoch sind die ausgedehnten Dolomitgebiete durchaus als potenzielle Reserven zu bezeichnen (NÖTTING 1972).

### Sötenicher Mulde

Von den Karbonatgesteinen der Eifelkalkmulden haben vor allem diese Kalksteine eine überörtliche Bedeutung. Die wichtigste Kalksteinlagerstätte liegt beiderseits der Urft bei Rinnen, Sötenich und Keldenich innerhalb der Sötenicher Mulde (Abb. 62). Dort sind die Schichten des höheren Mitteldevons (Givet-Stufe) weithin undolomitisiert geblieben. Vor allem die tonarmen Kalksteine der Cürten- und Dreimühlen-Schichten werden als Straßenbaustoffe im Werk Rinnen abgebaut. Als Rohstoff für das Zementwerk Sötenich dient die gesamte Schichtenfolge von den stärker kalkhaltigen Cürten-Schichten bis zu den tonhaltigen Rodert- und Kerpen-Schichten; sie ergeben in ihrer Mischung ein gutes Ausgangsmaterial für die Zementherstellung.

**Gesteinsausbildung:** Die Schichten setzen sich aus Kalksteinen, untergeordnet auch aus mergeligen Partien zusammen. Die wichtigsten Gesteinstypen sind Korallen-Stromatoporen-Kalksteine (massig, graublau), „Fettkalksteine“ (massig bis dickbankig, hellgrau, schwach bituminös, sehr feinkörnig) sowie mergelige Schluffsteine (bituminös, schwarzgrau). Die nutzbare Mächtigkeit beträgt ca. 140 m.

Der Sollwert für den  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt des Rohsteins für die Zementherstellung ist 76 – 78 %, für Magnesium liegt die Toleranzgrenze bei max. 2,5 % MgO. Da die  $\text{CaCO}_3$ -Gehalte des Rohsteins zwischen 65 – 93 % schwanken, ist für die Aufbereitung des Rohstoffs ein großer Aufwand erforderlich. Die Magnesiumgehalte des Rohsteins liegen meist unter dem Grenzwert. Die Silizium- und Eisengehalte liegen etwas zu niedrig, sodass Sand und Eisen in geringen Mengen zugegeben werden müssen.



Abb. 62 Kalkstein-Mergelstein-Wechselfolge der Cürten- und Dreimühlen-Schichten mit überkippter nordvergenger Sattelstruktur. Stillgelegter Steinbruch Keldenich; Blick nach Osten

**Abbau und Verwendung:** Die Kalksteinlagerstätte am Taubenberg bei Sötenich ist die Rohstoffbasis für das Zementwerk Sötenich. In der 22 ha großen Fläche erfolgt der Abbau bis 90 m Tiefe. Im Jahre 2002 erfolgte am Taubenberg eine weitere Erkundung der Lagerstätte mittels Bohrungen, die eine langfristige Sicherung der Rohstoffbasis des Zementwerks Sötenich zum Ziel hatte.

Der Abbau des im westlichen Teil des Taubenbergs gelegenen Werkes Rinnen reicht in den flach gelegenen Kalksteinen bis in 60 m Tiefe. Die Kalksteine werden für den Straßenbau, für Teermischprodukte sowie für Wasserbausteine gewonnen.

Die Jahresproduktion beider Betriebe beträgt ca. 700 000 t.

Die Ausweisung weiterer Rohstoffflächen ist prinzipiell im Nordostteil der Sötenicher Mulde möglich. Für die Zementherstellung könnten die zwischen Wachendorf und Iversheim auftretenden Kalk- und Mergelkalksteine der Ahrdorf-Schichten Bedeutung erlangen.

#### **Gewinnungsstätten:**

(106) **Zementwerk Sötenich** (ZE)

(107) **Werk Rinnen** (GE)

## Blankenheimer Mulde

Im Bereich der Blankenheimer Mulde treten nur in ihrem südwestlichen Abschnitt zwischen Baasem und Dahlem sowie in ihrem nordöstlichen Teil im Bereich von Roderath-Holzmühlheim und von Tondorf-Buir größere nutzbare Gesteinspartien auf.

**Gesteinsausbildung:** Die nutzbare Gesteinsserie setzt sich im südwestlichen Abschnitt aus mittelbankigen Kalksteinen mit zwischengelagerten dünnbankigen, teils knolligen Kalksteinen und Mergelsteinen zusammen. Sie gehören den Cürten- und Dreimühlen-Schichten der Givet-Stufe an und sind in der Vergangenheit in kleinen Steinbrüchen, z. B. am Ermberg, abgebaut worden. Die  $\text{CaCO}_3$ -Gehalte schwanken etwa zwischen 72 und 95 %.

Im nordöstlichen Bereich treten dickbankige, untergeordnet auch schluffig-sandige Kalksteine und Mergelsteine auf. Die den ca. 50 – 60 m mächtigen Ahrdorf-Schichten zugerechnete Kalksteinfolge ist bei Holzmühlheim tektonisch stark gefaltet und gestört.

**Abbau und Verwendung:** Das Werk Holzmühlheim, das auch weniger kalkreiche Gesteine der Oberen Nohn-Schichten sowie Kalksteine der Unteren Nohn-Schichten abbaut, produziert Straßenbaumaterial und teilweise auch Wasserbausteine. Das Gesteinsvorkommen ist auch als Zementrohstoff geeignet.

In der Asphaltmischanlage des Werks wird das dort gewonnene Material zum Teil mit Basalt gemischt und für Deckschichten im Straßenbau eingesetzt.

### Gewinnungsstätte:

(108) **Werk Holzmühlheim** (ESP, SP, GE)

## Kalkstein und Dolomitstein des Unterkarbons in der Eifel und im Sauerland

### Kalkstein und Dolomitstein im Raum Aachen – Stolberg

Im Unterkarbon ist das Gebiet des Rheinischen Schiefergebirges noch Teil eines vom Meer geprägten Ablagerungsraumes, in dem sich zwei unterschiedliche Faziesbereiche abgrenzen lassen: Im Westen die Kohlenkalk-, im Osten die Kulm-Fazies. Die Kohlenkalk-Fazies ist eine durchweg karbonatische Flachwasserentwicklung, die dem im Norden liegenden Old-Red-Kontinent meerwärts vorgelagert war. Sie enthält nicht, wie ihr Name vielleicht vermuten lässt, Kohlenflöze; vielmehr deutet diese historische Bezeichnung an, dass es sich um Kalksteine aus den Liegendschichten der oberkarbonischen Steinkohle handelt. Der Kohlenkalk ist linksrheinisch etwa 200 m mächtig, während er rechtsrheinisch – bei Ratingen noch vergleichbar mächtig – zwischen Velbert und Wuppertal durch die Gesteine der Kulm-Fazies abgelöst wird.

Zwischen Kornelimünster im Südwesten und Hastenrath im Nordosten streicht der Kohlenkalk infolge von Faltung in drei Nordost – Südwest verlaufenden Zügen aus (s. Abb. 60, S. 113). Die Schichten fallen mittelsteil bis steil nach Nordwesten oder Südosten ein, in den Mulden- und Sattelumbiegungen lagern sie hingegen flach (Abb. 63).

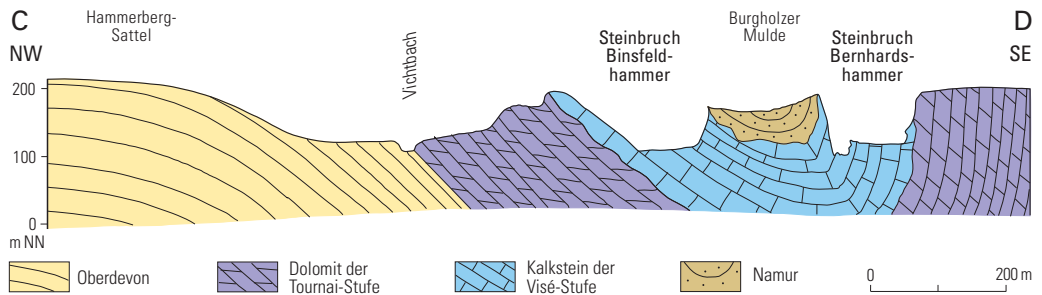


Abb. 63 Geologischer Schnitt durch die Inde-Mulde bei Stolberg (nach KASIG 1980 b, verändert; Lage des Schnittes s. Abb. 60, S. 113)

Die Karbonatgesteine des Unterkarbons sind in einem randlichen, zeitweise evaporitischen Flachmeer entstanden, in dem sich neben Kalksteinen zeitweilig auch vermutlich primäre Dolomitsteine bildeten. Die Dolomitsteine sind an die älteren Partien des Unterkarbons (Tournai-Stufe), die Kalksteine an die jüngeren Partien des Unterkarbons (Visé-Stufe) gebunden (Abb. 64).

Im tieferen Unterkarbon lassen sich zwei dolomitisch ausgebildete Abschnitte unterscheiden, der Untere (helle) Dolomit und der Obere (dunkle) Dolomit. Zwischen beide schalten sich die gering mächtigen *peracuta*-Schiefer (Schiefer von Pont d'Arcole) ein. Von wirtschaftlicher Bedeutung ist lediglich der Obere Dolomit. Die Hangendfläche des Oberen Dolomits ist eine fossile Verkarstungsfläche, die unterschiedlich tief in den Dolomitstein greift und in Hastenrath von gering mächtigem sandigen Material, dem sogenannten Sandstein von Hastenrath, ausgefüllt ist.

Zahlreiche stillgelegte und zwei in Betrieb befindliche Steinbrüche erschließen die Kalksteine der Visé-Stufe. Im stillgelegten Steinbruch Bernhardshammer südlich Stolberg ist der rund 100 m mächtige, steil gelagerte Visé-Kalkstein vorzüglich aufgeschlossen. Er wird im Hangenden wiederum von einer fossilen Verkarstungsfläche begrenzt. Die darüber folgenden Ton- und Sandsteine der Namur-Stufe füllen Zehnermeter tiefe Karstaschen im Kalkstein aus.

**Gesteinsausbildung:** Der bis 100 m mächtige Obere Dolomit ist ein körniges, dunkel gefärbtes, löchrig verwitterndes Gestein. Der dickbankige bis massige Dolomitstein enthält häufig mit Kalzit gefüllte Lösungshohlräume. Im Steinbruch Hastenrath bei Eschweiler ist der Obere Dolomit nur etwa 5 m mächtig.

Im Steinbruch Kornelimünster liegt der mittlere  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt bei 55 % und der  $\text{MgCO}_3$ -Gehalt bei 44,6 %, das heißt es handelt sich um einen reinen Dolomitstein. Der aufbereitete Dolomitstein enthält weniger als 0,3 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Die Kalksteinfolge der Visé-Stufe baut sich nach KASIG (1980 b) aus zwei je 30 – 40 m mächtigen, oolitischen, hochwertigen (bis 98 %  $\text{CaCO}_3$ ) Kalksteinfolgen – der Vaughanites-Oolith und die Coated-Grain-Folge – auf. Eingeschaltet ist eine ebenso mächtige Zyklenfolge aus dichten Kalksteinen mit etwas höheren Verunreinigungen (94 – 95 %  $\text{CaCO}_3$ ; s. Abb. 64). Stellenweise



erreichen die Kalksteine noch günstigere Karbonatgehalte, wobei insbesondere der geringe Eisengehalt bedeutsam ist. Örtlich sind die Kalksteine an Querstörungen und Querklüftzonen sekundär dolomitisiert. Eine derartige Dolomitierungszone durchzieht in Nordwest-Südost-Richtung den stillgelegten Steinbruch Binsfeldhammer. Infolge dieser für die Brantkalkherstellung ungeeigneten, dolomitisierten Gesteine entwickelten sich dort im Streichen des Kalksteinzuges zwei räumlich voneinander getrennte, heute stillgelegte Steinbrüche.

Als Besonderheit für das Aachen – Stolberger Gebiet fand sich im Steinbruch Hastenrath 50 m unter der Erdoberfläche eine größere, mit Braunkohle und Residualsedimenten gefüllte Karstschlotte (Abb. 65). Sie entstand vermutlich während der Oberkreide- oder Alttertiär-Zeit (VIEHOFEN 2002).

Nach Werksangaben hat der mittel- bis dickbankige, graue Kalkstein aus dem stillgelegten Bruch bei Atzenach westlich Büsbach folgende Zusammensetzung: 98,2 – 99,2 %  $\text{CaCO}_3$ ; 0,5 – 0,7 %  $\text{MgCO}_3$ ; 0,24 %  $\text{SiO}_2$ ; 0,1 – 0,3 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; max. 0,08 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

**Abbau und Verwendung:** Wegen seiner Reinheit ist der Dolomitstein der Tournai-Stufe ein hochwertiger Rohstoff. Er wird heute nur noch südöstlich Kornelimünster in einem Steinbruch abgebaut und als ungebranntes Produkt vor allem in der Glasindustrie eingesetzt. Die Größe des Abbaufeldes beträgt ca. 50 ha und die Nutzschiechtmächtigkeit 35 – 40 m. Die Produktion aus dem Werk Kornelimünster geht zu 80 % in die Glas- und zu 10 % in die Düngemittelindustrie, 10 % finden als Füllstoff, beispielsweise für die Teppichbodenherstellung, Verwendung.

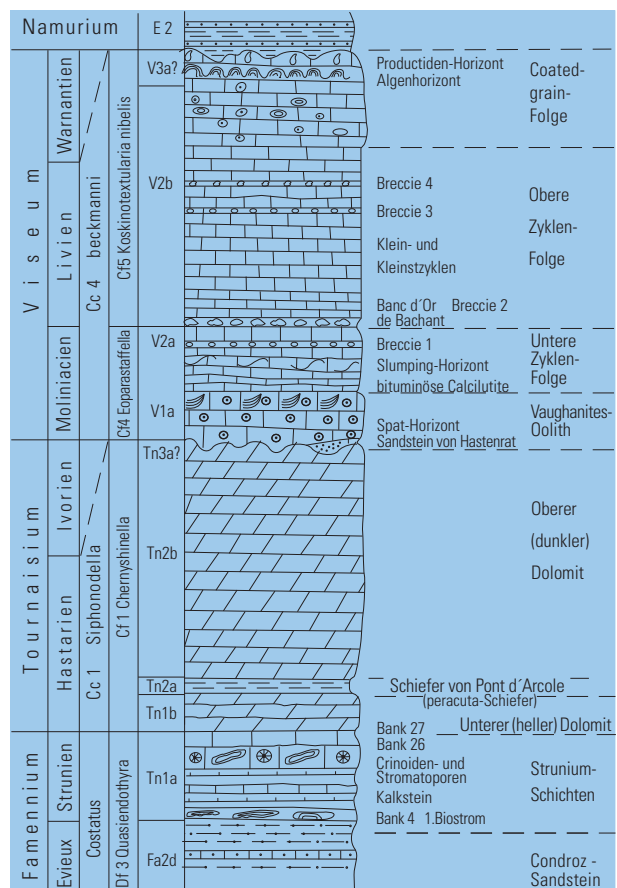


Abb. 64  
Geologisches Profil des Kohlenkalks der Nordeifel (aus KASIG 1980 b)



Abb. 65  
Karsthohraum mit Braunkohlenfüllung im Visé-Kalkstein. Eschweiler, Werk Hastenrath (111); Blick nach Westen

Kommt der Abbau der im Hangenden der Dolomitsteinlagerstätte Kornelminster gelegenen Kalksteine für Straßenbaustoffe zustande, dann ist der Dolomitsteinabbau langfristig gesichert, da hierdurch zusätzliche Dolomitsteinreserven verfügbar würden. Ein weiteres, für industrielle Zwecke

wahrscheinlich geeignetes Dolomitsteinvorkommen befindet sich südlich Stolberg-Büsbach; allerdings ist dort die Bebauung inzwischen recht nahe gerückt.

Eines der beiden verbliebenen Abbaugelände unterkarbonischer Kalksteine liegt westlich Hastenrath. Im östlich vom Kalkwerk gelegenen Steinbruch ist die gesamte, mit 20° flach nach Nordwesten einfallende Kalksteinfolge der Visé-Stufe im Abbau (GOTTHARDT & KASIG 1996: 272). Unmittelbar östlich der Lagerstätte verläuft die Sandgewand-Störung als Begrenzung des Hastenrath-Grabens. Mehrere parallel der Sandgewand streichende Querstörungen zerlegen die Lagerstätte im Steinbruchbereich. Sie sind teilweise dolomitisiert und vererzt, was einen selektiven Abbau erforderlich macht. Westlich des Werkes Hastenrath liegt ein kleinerer Steinbruch, der zeitweilig betrieben wird.

Der Kalkstein wird vorwiegend gebrannt und in der Stahlveredlung im Elektrostahlwerk Weisweiler, bei der Wasseraufbereitung, in Kläranlagen und in der Landwirtschaft eingesetzt. Für die Düngekalk- und Mergelproduktion werden auch Dolomitsteine eingesetzt. Zusätzlich geht die nicht verwertbare Rohsteinförderung in den Straßenbau.

Seit dem Rückzug der Rheinisch-Westfälischen Kalkwerke aus dem Stolberger Raum in den 1970er-Jahren ist ein deutlicher Rückgang der Produktion festzustellen. Derzeit beträgt die Gesamtproduktion etwa 300 000 t/a. Die ehemals großen Gewinnungsstellen im Vichttal (Binsfeldhammer und Bernhardshammer) sind heute Teile eines Naturschutzgebietes. Aus lagerstättenkundlicher Sicht sind dort noch größere Vorräte vorhanden.

Der Kohlenkalk wird – ebenso wie der devonische Massenkalk – wegen seiner im frischen Zustand blaugrauen Farbe landläufig als Blaustein bezeichnet. Als ein in der Vergangenheit begehrter Baustein prägt er die Stadtbilder von Aachen und vieler Ortschaften der Umgebung bis hinein nach Ostbelgien. Charakteristisch ist ein völliges Ausbleichen des Kalksteins an der Außenseite der Bauwerke. Schon nach kurzer Expositionsdauer ergibt sich eine weißgraue Gesteinsfarbe.

**Gewinnungsstätten:**

- (109) **Werk Kornelimünster** (DO)  
Dolomitstein
- (110) **Werk Krauthausen** (GE)  
Kalkstein
- (111) **Werk Hastenrath** (UK, BK, DÜ, GE, DO, FÜ)  
Kalkstein

**Kalkstein im Raum Menden – Sundern**

Im Gegensatz zur Kohlenkalk-Fazies, die von Belgien über Aachen und Stolberg bis in den Velberter Sattel bei Ratingen reicht und durchgehend karbonatisch entwickelt ist, liegen weiter östlich die unterkarbonischen Schichten in Kulm-Fazies vor. Sie beginnt mit tonigen, bituminösen Sedimenten (Liegende Alaunschiefer), die nach oben über den schwarzen Kulm-Kiesel-schiefer in den hellen Kulm-Kieselkalk übergehen. Im Ausstrich zwischen Sundern und Meschede tritt im oberen Abschnitt des Kulm-Kieselkalks eine bis 70 m mächtige, ziemlich reine Kalksteinfolge auf. Sie wird als Hellefelder Kalk bezeichnet. Im Bereich Menden – Neheim-Hüsten fehlt der Hellefelder Kalk. Hier erscheint stattdessen über dem Kulm-Kieselkalk der ca. 100 m mächtige Kulm-Plattenkalk, der in der Bauwirtschaft auch die Bezeichnung „Kulmkiesel“ führt.

**Gesteinsausbildung:** Der Hellefelder Kalk ist dick- bis mittelbankig entwickelt, von dunkelgrauer Farbe und feinkörnig. Häufig finden sich dünne Hornsteineinlagerungen. Die Schichten fallen überwiegend steil nach Norden ein und sind teilweise spezialgefaltet.

Der Kulm-Plattenkalk ist eine Wechselfolge von dünn- bis mittelbankigen, kieselligen, schwärzlich grauen Kalksteinlagen und dünnen, kieselligen Tonsteinzwischenlagen (Abb. 66). Aufgrund der turbiditischen Entstehung des Kulm-Plattenkalks schwankt der Siliziumgehalt von Bank zu Bank außerordentlich. Daher sind auch die Durchschnittswerte von Vorkommen zu Vorkommen stark wechselnd.

Im Liegenden des Kulm-Plattenkalks folgen im Bereich Menden kieselige Kalksteine. Sie zeichnen sich häufig durch eine bunte Färbung aus. Neben



Abb. 66  
Faltenflanke im Kulm-Plattenkalk. Werk  
Müschede (116)

schwarzen Kalksteinen treten grünliche und rötliche, teilweise stark verwitterte, entkalkte Gesteine auf, die wegen fehlender Härte nicht genutzt werden können.

**Abbau und Verwendung:** Der Hellefelder Kalk steht bei Westenfeld und westlich Hellefeld im Abbau, wo er zu Straßenbaumaterial verarbeitet wird.

Der Kulm-Plattenkalk wird im Straßenbau vor allem in der Frostschutzschicht eingesetzt, aber auch in der Straßendecke, ansonsten im großen Umfang im Betonbau. Betriebe befinden sich in Hemer-Griesenbrauck, zwischen Holzen und Eisborn, in Herdringen und bei Müschede.

Die Anforderung an die Aufbereitung des Kulm-Plattenkalks besteht daher vor allem darin, in der Vorabsiebung möglichst viel toniges Material abzutrennen. Wegen der hohen Festigkeit des kieseligen Kalksteins liegt trotz des anhaftenden Tonsteins der Schlagzertrümmerungswert zwischen 15 und 23 %.

Die fünf Betriebe im Kulm-Plattenkalk zwischen Iserlohn und Arnsberg produzieren durchschnittlich 4 – 5 Mio. t/a, die übrigen Betriebe etwa 0,5 Mio. t/a.

#### **Gewinnungsstätten:**

- (112) **Werk Griesenbrauck** (GE, ESP)  
Kulm-Plattenkalk
- (113) **Werk Habel** (ESP, SP, GE)  
Kulm-Plattenkalk
- (114) **Werk Herdringen** (GE)  
Kulm-Plattenkalk
- (115) **Werk Holzen** (ESP, SP, GE)  
Kulm-Plattenkalk
- (116) **Werk Müschede** (ESP, SP, GE)  
Kulm-Plattenkalk
- (117) **Werk Hellefeld** (ESP, SP, GE, WB, WS)  
Hellefelder Kalk
- (118) **Werk Westenfeld** (ESP, SP, FÜ)  
Hellefelder Kalk
- (119) **Werk Bestwig** (GE)  
Kulm-Plattenkalk

### **Kalkstein des Zechsteins bei Marsberg**

Am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges bei Marsberg treten Zechstein-Ablagerungen in Randfaziesausbildung auf. Die im marinen Milieu abgelagerte Sedimentfolge besteht zu einem bedeutenden Teil aus Karbonatgesteinen.

**Gesteinsausbildung:** Im Marsberger Raum ist der Zechstein 1 (Werra-Folge) mit dem Werra-Randkarbonat von wirtschaftlichem Interesse. Im Steinbruch am Bilstein folgt über dem 10 m

mächtigen Stinkkalk der 18 m mächtige, undeutlich gebankte, weißlich bis hellgraue Schaumkalk mit feinporöser Struktur, die durch Auswittern winziger Ooide entstanden ist. Es wurden Porenvolumina bis 33 % und  $\text{CaCO}_3$ -Gehalte bis 99,9 % nachgewiesen. Teilweise ist der Schaumkalk auch dolomitisiert. Schließlich folgen noch Tonsteine und Tonmergelsteine des Werra-Staßfurt-Grenztons und der Hauptdolomit (Zechstein 2, Staßfurt-Folge), die jedoch nicht abgebaut werden.

**Abbau und Verwendung:** Im Raum Marsberg wurden ehemals an verschiedenen Stellen Karbonatgesteine des Zechsteins gewonnen, heute nur noch am Bilstein oberhalb von Niedermarsberg. Die Abbaumächtigkeit der flach liegenden Schichten beträgt dort 30 m. Der Steinbruch am Bilstein produziert heute vor allem gemahlene Düngekalke.

#### **Gewinnungsstätte:**

(120) **Werk Marsberg** (DÜ)

### **Kalkstein des Oberen Muschelkalks im Weserbergland**

Der an zahlreichen Stellen im Lipper Bergland zutage tretende Trochitenkalk des Oberen Muschelkalks wurde in der Vergangenheit wegen seiner Festigkeit und Verwitterungsbeständigkeit in zahlreichen kleinen Brüchen als Werkstein für den örtlichen Bedarf gebrochen. Trotz seiner verhältnismäßig geringen Mächtigkeit steht das Gestein auch heute noch – allerdings nur für Straßenbauzwecke – im Abbau.

Abb. 67 **Abbau von Oberem Muschelkalk. Werk Talle (121); Blick nach Norden**



**Gesteinsausbildung:** Der Obere Muschelkalk besteht aus zwei deutlich unterscheidbaren Einheiten, dem Trochitenkalk und den darüber folgenden Ceratiten-Schichten. Den 7 – 15 m mächtigen Trochitenkalk bauen dickbankige, feinkristalline, graue Kalksteine auf, die viele Schalen-trümmer sowie Krinoidenstielglieder (Trochiten) enthalten. Die Ceratiten-Schichten bestehen aus einer dünnbankigen Kalkstein/Mergelstein-Wechselfolge, in die ein 2,5 – 10 m mächtiger Trochiten führender Kalkstein eingeschaltet ist. Der Anteil an Kalksteinen in dieser Folge nimmt nach oben hin ab. Der Trochitenkalk setzt sich aus 93 – 96 %  $\text{CaCO}_3$ , 1 – 3 %  $\text{MgCO}_3$ , 3 – 4 %  $\text{SiO}_2$ , 1 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  und 0,2 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  zusammen (SICKENBERG 1951).

**Abbau und Verwendung:** Die harten Kalksteine des Trochitenkalks eignen sich zur Herstellung von Splitten, Schottern, Mineralgemischen und von Beton-Zuschlagstoffen. Aus der Wechselfolge von Kalksteinen, Mergelsteinen und Tonsteinen der Ceratiten-Schichten lassen sich örtlich absetzbare Wegebbaumaterialien herstellen. Diese Verwendung kommt überall dort infrage, wo das Verkippen dieser Abraummassen aus Kosten- oder Platzgründen erschwert ist. Der Trochitenkalk wird zurzeit an sechs Stellen abgebaut (Abb. 67). Die Gesamtproduktion beträgt ca. 1,6 Mio. t/a.

**Gewinnungsstätten:**

- (121) **Werk Talle** (GE)
- (122) **Werk Alverdissen** ( SP, GE, FÜ)
- (123) **Werk Detmold-Bentrop** (GE)
- (124) **Werk Barntrup-Sonneborn** ( GE, FÜ)
- (125) **Werk Bremerberg/Höxter** (GE)
- (126) **Werk Erkeln** (GE)

## Kalkstein des Oberen Juras im Weserbergland

Im Wiehen- und Wesergebirge treten Kalksteine der Heersum-Schichten und des stratigrafisch darüber folgenden Korallenooliths zutage, die beide dem Oberen Jura (Malm) angehören.

**Gesteinsausbildung:** Die Heersum-Schichten bestehen aus einer Folge von mittelbankigen, schwach sandigen, feinkörnigen, vorwiegend aus Fossilbruchstücken zusammengesetzten Kalksteinen mit einer Mächtigkeit von 10 – 18 m. Nach oben gehen sie in den sogenannten Wiehengebirgs-Quarzit, einer Schichtenfolge aus quarzitischem Sandstein, kalkigem Sandstein und Mergelkalkstein, über. Die Heersum-Schichten sind – im Gegensatz zum Korallenoolith – östlich der Weser nicht abbauwürdig.

Auf nordrhein-westfälischem Gebiet wurde im Wesergebirge der 7 – 10 m mächtige „Klippenkalk“ im unteren Abschnitt des Korallenooliths genutzt. Es sind sandige, graue bis rötliche, mittel- bis dickbankige Kalksteine, die reich an Quarzkörnern, Schalenbruchstücken und Eisenooi- den bis über 1 mm Größe sind. Darüber folgt das etwa 3 m mächtige Klippenflöz, das als Eisen- erz im Abbau steht. Es wird überlagert vom etwa 6 – 8 m mächtigen Hauptoolith, einem dunkel-

grauen, sehr festen, mittelbankigen, oolithischen Kalkstein aus dicht gepackten Ooiden, Schalenresten und wenigen Quarzkörnern.

**Abbau und Verwendung:** Die ehemals zahlreichen Betriebe im Wiehengebirge sind mittlerweile aus Gründen des Naturschutzes alle stillgelegt. Im nordrhein-westfälischen Anteil des Wesergebirges werden im Tagebau der Grube Wohlverwahrt-Nammen auf der Wülpker Egge neben dem Eisenerz des Klippenflözes noch der Klippenkalk und der Hauptoolith sowie südlich Kleinenbremen in dem Untertagebetrieb der Grube auch der hier 5 m mächtige Hauptoolith gewonnen. Das Gestein wird im Straßenbau verwendet.

**Gewinnungsstätte:**

(127) **Werk Wülpker Egge** (ESP, GL, SP, GE, FÜ)

## Karbonatgesteine der Oberkreide im Teutoburger Wald und Münsterland

Hierzu zählen Karbonatgesteine des Teutoburger Waldes, des Raumes Erwitte – Geseke – Paderborn und des Raumes Beckum – Ennigerloh.

### Kalkstein und Mergelkalkstein im Teutoburger Wald

Basis der Kalk- und Zementindustrie am Teutoburger Wald sind die Schichten des Cenomans und des Turons (HIB 1995, KAPLAN 1992). Es handelt sich um eine insgesamt kalkig-mergelige Schichtenfolge, die sich durch einen Wechsel in ihrer Ausbildung nach lithologischen Gesichtspunkten weiter untergliedern lässt.

Aufgrund der günstigen Lagerstättenverhältnisse und der Vielfalt der auftretenden Karbonatgesteine hat sich am Teutoburger Wald vor allem im Raum Lengerich und Lienen eine bedeutende Kalk- und Zementindustrie entwickelt. Ein weiteres Kalkwerk produziert in Halle. In der nordwestlichen Fortsetzung des Teutoburger Waldes treten südlich Rheine Cenoman-Schichten an den Flanken des Waldhügel-Sattels an die Tagesoberfläche. Westlich anschließend sind sie weitflächig auf dem Thieberg in schwach nach Süden geneigter Lagerung verbreitet und finden weiter westlich auf dem Bilker Berg nördlich Wettringen ihre Fortsetzung.

**Gesteinsausbildung:** Die Kalksteine setzen sich nahezu vollständig aus den Überresten kalkschaliger Meeresbewohner zusammen. Die groben Bestandteile sind Reste von Seeigelstacheln und Muscheln (Austern, Inoceramen), die kleineren Bestandteile sind vor allem Schalen von Foraminiferen. Sie sind eingebettet in eine Grundmasse aus feinem Kalkschlamm, der sich aus kalkschaligen Einzellern, sogenannten Coccolitophoriden, zusammensetzt. Generell gilt, dass das Gestein umso härter und verwitterungsbeständiger ist, je mehr kalkige Komponenten es enthält. Die mergeligen Gesteinspartien enthalten einen deutlich höheren Anteil von Ton und Schluff, der sich aus der festländischen Verwitterung herleitet.



Abb. 68

Cenoman-Kalk, Schwarzbunte Wechselfolge und Mergelkalksteine mit Kalksteinen des Turons (von links nach rechts). Aufgrund von Gebirgsbildungsprozessen liegen hier die jüngeren unter den älteren Gesteinen (überkippte Lagerung). Werk Halle (134); Blick nach Südosten

Das Cenoman ist in seinen tieferen Partien aus gelblichen, tonigen Kalkmergelsteinen aufgebaut. Dieses etwa 50 – 60 m mächtige Schichtpaket wird als Cenoman-Mergel bezeichnet. Darüber folgt der Cenoman-Pläner, ein bis 80 m mächtiges Schichtpaket aus meist unregelmäßig welligen Mergelkalksteinbänken. Er wird überlagert von dem 50 – 60 m mächtigen Cenoman-Kalk, der sich hauptsächlich aus weißen und weißgrauen, festen, welligen Kalksteinbänken aufbaut (Abb. 68). Die  $\text{CaCO}_3$ -Gehalte nehmen vom Cenoman-Mergel (60 %  $\text{CaCO}_3$ ) über den Cenoman-Pläner (85 %  $\text{CaCO}_3$ ) bis zum Cenoman-Kalk auf über 92 %  $\text{CaCO}_3$  zu. Der Cenoman-Kalk stellt deshalb die Rohstoffbasis der Kalkwerke am Teutoburger Wald dar. Er wird von der 22 m mächtigen Schwarzbunten

Wechselfolge überlagert, in der die Cenoman/Turon-Grenze liegt. Über der Schwarzbunten Wechselfolge folgt eine ca. 200 m mächtige Wechselfolge von grauen, feinschichtigen Mergelkalksteinen mit dünnen Kalksteinbänken des Turons (Abb. 68). Die Gesteinsfolge des Turons ist ein idealer Zementrohstoff, der bereits von Natur aus alle wesentlichen Bestandteile im erforderlichen Mengenverhältnis enthält. Die  $\text{CaCO}_3$ -Gehalte betragen im Raum Lengerich zwischen 70 und 82 %. In östliche Richtung steigen die  $\text{CaCO}_3$ -Gehalte in den Turon-Schichten deutlich an.

Die Karbonatgesteine des Teutoburger Waldes erlitten in Folge der spätkreidezeitlichen Inversionstektonik eine intensive mechanische Beanspruchung. Einengende und seitenverschiebende Bewegungen führten zur Aufrichtung der Schichtenfolgen bis zur Überkipfung und zu teilweise erheblichen Überschiebungen, wie im Verlauf der Osning-Überschiebung zu beobachten (Abb. 68, 69). Die Lagerungsformen sind außerordentlich wechselhaft. So fallen südlich von Halle die Schichten flach bis halbsteil nach Südwesten ein, nördlich von Halle sind sie überkippt und fallen dort halbsteil nach Nordosten ein. Im Raum Lengerich tritt wiederum flache bis halbsteilige Lagerung auf, die dort einen großflächigen Abbau erlaubt.

Kleintektonisch bemerkenswert ist am Teutoburger Wald die sogenannte Sigmoidalklüftung. Durch die Anlage von schieferungsähnlichen Flächen bildeten sich linsenförmige Körper, die dachziegelartig übereinanderglitten (Abb. 70). Für den Gesteinsabbau ist diese tektonische Beanspruchung vorteilhaft: Die Spreng- und Ladearbeit wird erleichtert und im Haufwerk fällt ein hoher Anteil an brennfähigen Körnungen an.



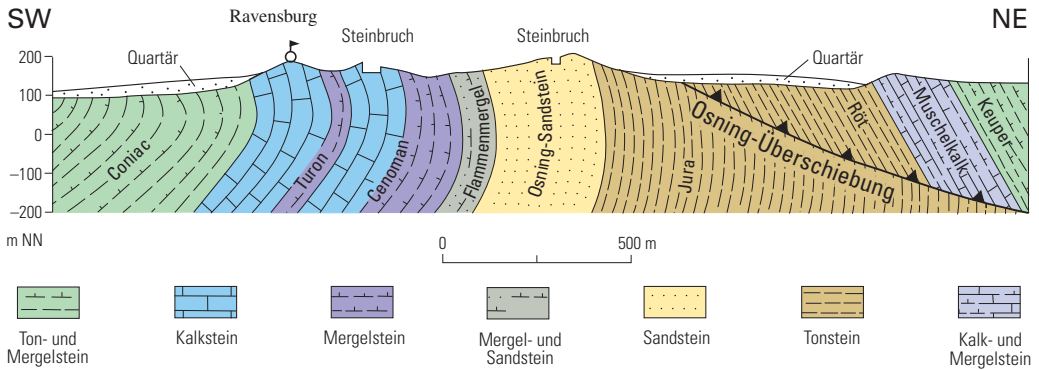


Abb. 69 Querprofil durch den Teutoburger Wald. Gesteine von Jura und Kreide in überkippter Lagerung

**Abbau und Verwendung:** Schwerpunkt des Kalkstein- und Mergelkalksteinabbaus im Teutoburger Wald ist Lengerich mit einem Steinbruch von etwa 1 km<sup>2</sup> Ausdehnung. Aufgeschlossen sind der obere Teil des Cenoman-Pläners, der Cenoman-Kalk sowie die Mergelkalksteine des Turons. Bemerkenswert ist dort eine nordfallende Überschiebungszone von etwa 100 m Schubweite, an der Cenoman- auf Turon-Schichten überschoben sind. Sie besteht teilweise aus mehreren Störungsästen, in deren Bereich infolge von Kalzitmineralisationen die CaCO<sub>3</sub>-Gehalte erhöht sind.

Die Lagerstätte erlaubt die Herstellung von Standardzement, Sonderzement, Baukalk und Kalksteinmehl. Wegen des wechselnden Gehaltes an CaCO<sub>3</sub> eignen sich für diese Produkte jeweils nur die folgenden Schichtenglieder: Schichten des Turons und Cenoman-Pläners für Standardzement, Cenoman-Kalk für Sonderzemente und Baukalk sowie Cenoman-Pläner für Kalksteinmehle. Für sulfatbeständige Zemente, die in Erdöl- und Erdgasbohrungen eingesetzt werden, ist das Werk Lengerich Haupterzeuger.

Die Gesamtabbauemenge der Gewinnungsbetriebe im Teutoburger Wald beläuft sich auf 3,7 Mio. t/a.

Am Waldhügel bei Rheine steht der Nord- und Ostflügel des Waldhügel-Sattels durch einen Betrieb im Abbau. Ein weiterer Betrieb liegt am Thieberg zwischen Neuenkirchen und Rheine. Die nutzbare Mächtigkeit



Abb. 70  
Cenoman-Kalk im Teutoburger Wald mit ausgeprägter Sigmoidalklüftung. Stillgelegter Steinbruch bei Halle; Blick nach Südosten

keit im Cenoman-Kalk beträgt in beiden Bereichen 20 – 30 m. Am Bilkerberg nördlich Wettlingen liegt ein weiteres Kalkwerk. Die Abbaumächtigkeit beträgt hier 12 m. Alle Betriebe stellen in erster Linie gebrannten Industriekalk her, der größtenteils in der Kalksandsteinindustrie verwendet wird. Daneben wird Düngekalk produziert sowie Kalksandsteinmehl für den bituminösen Straßenbau. Der Rohsteinbedarf im Raume Rheine – Wettlingen beträgt ca. 0,5 Mio. t/a.

Als bedeutende Reservefläche für den Kalksteinabbau gilt der Thieberg bei Rheine (Heimer + Herbstreit Umweltplanung & Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung 1997).

Das großflächige Kalksteinvorkommen wurde vom Geologischen Dienst NRW mittels Kernbohrungen umfassend geologisch-lagerstättenkundlich und geochemisch untersucht. Bei den lagerstättenkundlichen Untersuchungen erwies sich das Gamma-Ray-Log als besonders gut geeignetes Bohrlochmessverfahren; so ließ sich der  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt des erbohrten Gesteins nach entsprechender Eichung direkt aus dem Log ableiten.

Nach den Bohrungsergebnissen stehen bis in über 50 m Tiefe die wirtschaftlich interessanten Gesteine des Cenoman-Kalks und des Cenoman-Pläners mit  $\text{CaCO}_3$ -Gehalten von 80 – 88 % an. Im darunter folgenden Cenoman-Mergel nehmen die Karbonatgehalte rasch auf Werte von 70 – 75 % ab. Für eine Nutzung der Lagerstätte kommt vorrangig der östliche Teil des Thiebergs infrage; aufgrund der dort vorhandenen Vorratsmenge ist der Thieberg als eine volkswirtschaftlich bedeutsame Lagerstätte einzustufen.

#### **Gewinnungsstätten:**

- (128) **Werk Wettlingen** (UK, BK, DÜ)
- (129) **Werk Neuenkirchen** (UK, BK, DÜ)
- (130) **Werk Rheine** (UK, FÜ)
- (131) **Werk Dörenthe** (UK, BK, DÜ)
- (132) **Werk Lengerich** (ZE, UK, BK, DÜ, FÜ)
- (133) **Werk Lienen** (UK, BK, DÜ)
- (134) **Werk Halle** (GE)
- (135) **Werk Künsebeck** (UK, BK, GE, SP, FÜ)
- (136) **Werk Freise** (GE)

#### **Mergelkalkstein und Kalkmergelstein im Raum Erwitte – Paderborn**

Grundlage für die Zementindustrie des Raumes Erwitte – Geseke und Paderborn sind die Mergelkalk- und Kalkmergelsteine der *schloenbachi*-Schichten (Unterconiac). Sie werden im Raum Erwitte und Geseke in zahlreichen großen Steinbrüchen für die Zementherstellung abgebaut (Abb. 71). Der Abbau von Kalkstein zu diesem Zweck geht teilweise bis in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts zurück (SKUPIN 1985, 1995).

**Gesteinsausbildung:** Die Mergelkalk- und Kalkmergelsteine der *schloenbachi*-Schichten sind dünn- bis mittelbankig ausgebildet. Besonders auf den Bankfugen sind flaserige Mergellagen

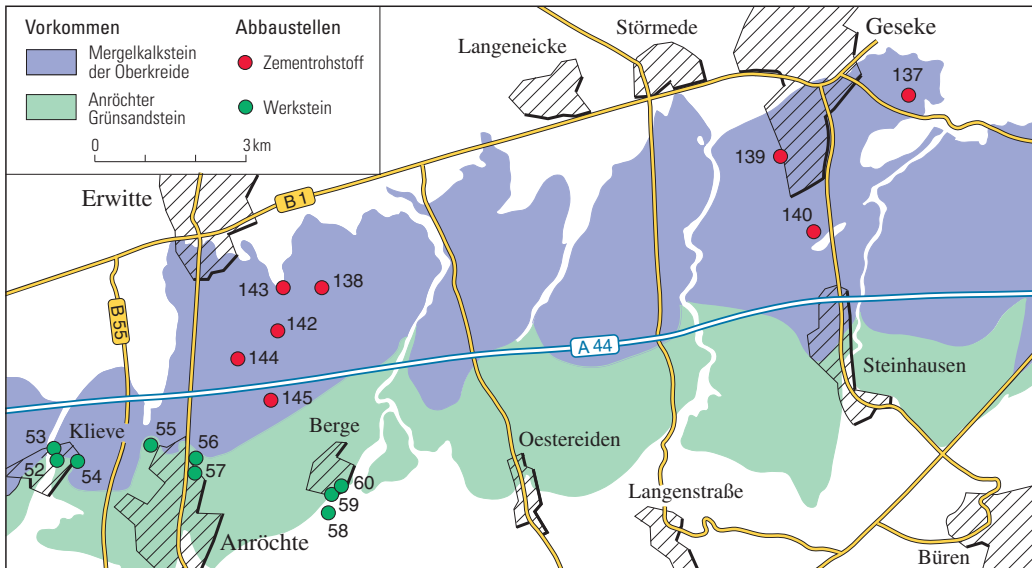


Abb. 71 Vorkommen von Rohstoffen für die Zementindustrie sowie von Anröchter Grünsandstein im Raum Erwitte – Anröchte – Geseke

eingeschaltet. Für die genutzte Schichtenfolge ergibt sich ein durchschnittlicher  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt von 79 %, was etwa dem Sollwert des Zementrohmehls von 76 – 80 % entspricht. Insbesondere aber liegt das für die Zementherstellung erforderliche Mengenverhältnis für Silizium (13,5 – 16 %  $\text{SiO}_2$ ), Aluminium (1,6 – 2,6 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Eisen (0,8 – 1,7 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), Kalziumkarbonat (77,6 – 81,6 %  $\text{CaCO}_3$ ), Magnesiumkarbonat (0,6 – 0,8 %  $\text{MgCO}_3$ ) und Schwefel (0,1 – 0,4 %  $\text{SO}_3$ ) im Raum Erwitte – Geseke schon natürlicherweise ausgewogen vor („Naturzement“). Allerdings kann auf eine sorgfältige Aufbereitung der Rohstoffe nicht verzichtet werden.

**Abbau und Verwendung:** Die nutzbare Mächtigkeit der flach nach Norden einfallenden *schloenbachi*-Schichten liegt im Raum Erwitte bei 18 – 25 m, im Raum Geseke bei 25 – 40 m und im Raum Paderborn bei 25 – 30 m. Im Abbaugbiet Erwitte wird zurzeit von vier Werken etwa 3 Mio. t/a Zement, im Bereich Geseke von drei Werken etwa 2,5 Mio. t/a Zement produziert. Für die Gesamtproduktion von Zement im Raum Erwitte – Paderborn werden ca. 12 Mio. t/a Rohstoffe benötigt.

Die Produktpalette umfasst Portland-, Eisenportland-, Flugasche- und Trasszement sowie Putz- und Mauerbinder. Die Gewinnung von Bruchstein für Bauzwecke spielt heute kaum noch eine Rolle. Infolge des intensiven Abbaus von Zementrohstoffen sind in der unmittelbaren Umgebung der Werke bereits große Flächen ausgebeutet und rekultiviert (Abb. 72). Trotzdem sind die verbleibenden Vorräte noch groß.

Unter den auf der Paderborner Hochfläche weit verbreiteten Mergelkalksteinvorkommen gibt es insbesondere östlich Kirchborchen und östlich Niederntudorf Flächen, die für die Zementherstellung grundsätzlich nutzbar sind.



Abb. 72 Erwitte Seenlandschaft mit stillgelegten und aktiven Steinbrüchen der Zementindustrie (Werksfoto: Spenner Zement GmbH, Erwitte)

### Gewinnungsstätten:

- (137) **Werk Elsa/Geseke** (ZE)
- (138) **Werk Erwitte** (ZE, BK, UK, GE, FÜ)
- (139) **Werk Geseke** (ZE)
- (140) **Werk Milke/Geseke** (ZE)
- (141) **Werk Paderborn** (ZE)
- (142) **Werk Portland-Zementwerke** (ZE)
- (143) **Werk Portland Zementwerke** (ZE)
- (144) **Werk Portlandzementwerk Wittekind** (ZE)
- (145) **Werk Anröchte** (GE, SP)

### Mergelkalkstein im Raum Beckum

Die Rohstoffbasis für die Zementwerke dieses Raumes sind in erster Linie die Beckum-Schichten, in geringerem Umfang auch die überlagernden Vorhelm-Schichten. Beide Schichteinheiten gehören stratigrafisch zum Obercampan. Entsprechend der schwachen, generell nach Westen geneigten Schichtenlagerung treten die Beckum-Schichten im östlichen, die Vorhelm-Schichten im westlichen Lagerstättenbereich zutage (Abb. 73). Da die Beckum-Schichten eine große Zahl an festen Kalksteinbänken enthalten, bilden sie morphologisch den Steilhang nördlich der Lippe bei Doberg sowie die in zahlreiche Kuppen gegliederten Beckumer Berge im Süden und Osten von Beckum.

**Gesteinsausbildung:** Die Beckum-Schichten bauen sich vorwiegend aus grauem, kleinstückig zerfallenem Kalkmergel- bis Mergelkalkstein auf, denen Bankgruppen aus festerem, horizontbeständigen Mergelkalksteinen und Kalksteinen eingelagert sind. Die nutzbare Schichtenfolge beginnt mit der „Grundbank“ und reicht nach oben bis in die „Landbankgruppe“ (Abb. 74). Es sind allochthone Sedimente, die aus Trübeströmen heraus abgelagert wurden und als Leitbänke über größere Distanzen parallelisierbar sind. Stellenweise treten sogenannte „Bärsteine“ auf, das sind schräg gestellte oder gefaltete Mergelkalksteinbänke, die durch Rutschungen am Meeresboden entstanden.

Die nutzbare Mächtigkeit hängt vor allem vom jeweiligen Abtragungsniveau der Beckum-Schichten ab. Entsprechend der generellen Schichtenneigung nimmt sie von Ost nach West von 7 auf 20 m zu. Die durchschnittliche Mächtigkeit liegt zwischen 11 und 13 m, die des Abraums zwischen 1 und 4 m. Der mittlere  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt schwankt zwischen 70 und 74 %.

Die überlagernden Vorhelm-Schichten sind den Beckum-Schichten lithologisch sehr ähnlich. Da Leitbänke hier fehlen und Aufschlüsse selten sind, ist über die Mächtigkeit der Vorhelm-Schichten wenig bekannt. Sie liegt vermutlich zwischen 50 und 100 m. Die  $\text{CaCO}_3$ -Gehalte betragen unter 70 %. Daher werden die Vorhelm-Schichten nur in geringem Umfang abgebaut. Die unterlagernden Stromberg-Schichten des Untercampans sind wegen der niedrigen  $\text{CaCO}_3$ -Gehalte von etwa 50 % wirtschaftlich nicht von Interesse.

**Abbau und Verwendung:** Zurzeit arbeiten auf der Basis der Beckum-Schichten sechs Zementwerke. Ein Werk baut Vorhelm-Schichten ab. Diese Gesteine enthalten zwar alle für die Herstellung von Zement erforderlichen Mineralien, jedoch ist ein Zusatz von etwa 20 – 25 % reinen Kalksteins (vorwiegend Massenkalk aus Warstein) zur Anhebung des  $\text{CaCO}_3$ -Gehaltes auf 78 – 79 % im Rohmehl notwendig. Im Raum Beckum werden rund 3 Mio. t/a Portland-Zement und verwandte hydraulische Zemente produziert. Hierzu werden aus dem Beckumer Raum über 4 Mio. t/a Rohstein sowie über 1 Mio. t Massenkalk aus Warstein benötigt.

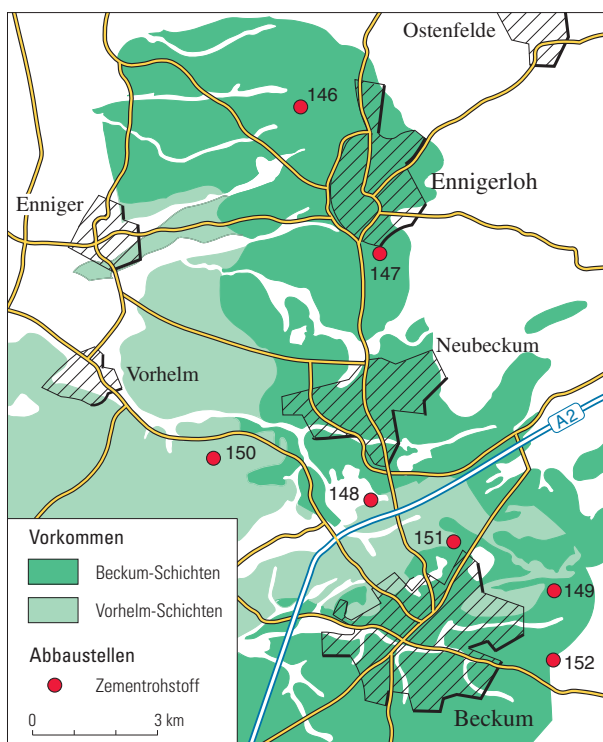
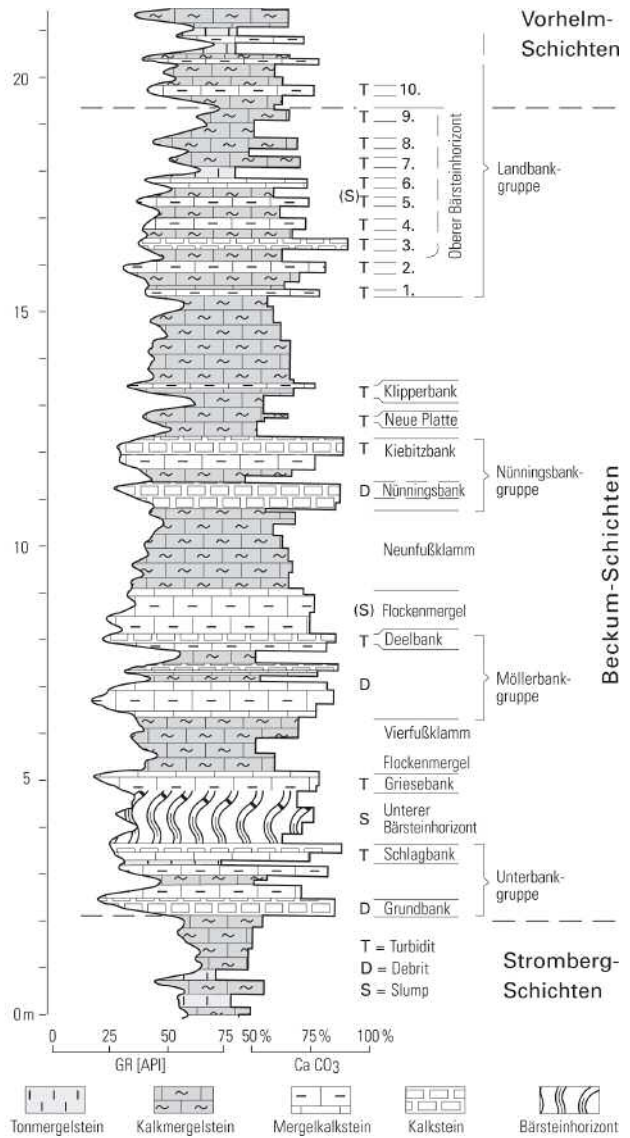


Abb. 73  
Vorkommen von Rohstoffen der Zementindustrie im Raum Beckum

Abb. 74 Beckum-Schichten im Aufschluss (unten) und im geologischen Profil (rechts)



### Gewinnungsstätten:

- (146) **Werk Ennigerloh-Nord** (ZE)
- (147) **Werk Ennigerloh-Süd** (ZE)
- (148) **Werk Neubeckum** (ZE) [Produktion inzwischen eingestellt]
- (149) **Werk Phoenix Zementwerke** (ZE)
- (150) **Werk Ahlen (vormals Bosenberg)** (ZE) [Produktion inzwischen eingestellt]
- (151) **Werk Beckum-Kollenbach** (ZE)
- (152) **Werk Beckum-Mersmann** (ZE)

## Kalksandstein in den Baumbergen

In den Baumbergen zwischen Coesfeld und Münster steht seit über 1 000 Jahren ein Werkstein im Abbau, der als Baumberger Sandstein bekannt ist. Stratigrafisch ist er in das Obere Campan (Oberkreide) einzustufen.

**Gesteinsausbildung:** Das hellgelbe, dickbankige Gestein ist fein- bis mittelkörnig und setzt sich aus etwa 60 % Kalzit, 12 % Quarz, 5 % Glaukonit und wenig Feldspat sowie aus 23 % karbonatisch-tonigem Bindemittel zusammen. Aufgrund seines Kalzitgehaltes ist das Gestein petrografisch als sandiger Kalkstein anzusprechen. Der Baumberger Sandstein ist feinporig mit rund 20 % Porenvolumen.

Die Werksteinbänke sind insgesamt bis zu 5 m mächtig. Sie werden von nicht verwertbaren, mergelig-kalkigen Schichten bis zu 10 m Mächtigkeit überlagert. Die Ausbildung des Werksteins wechselt je nach Vorkommen und Horizont. Die unterste Lage mit 50 – 56 %  $\text{CaCO}_3$  (von den Steinmetzen als „Paol“ bezeichnet) wurde für Kirchpfeiler und Außenmauerwerk, die folgende sehr weiche Lage („Lappen“) mit 66 – 69 %  $\text{CaCO}_3$  für Maßwerkverzierungen und Skulpturen, die obere, sehr feinkörnige, harte Lage („Fließ“) mit 60 – 63 %  $\text{CaCO}_3$  für Flurplatten, Gurte und Bildwerke verwandt (DIENEMANN & BURRE 1929).

**Abbau und Verwendung:** Der leicht bearbeitbare Baumberger Sandstein wurde früher für Kirchenbauten des Münsterlandes, z. B. dem Dom und St. Lamberti in Münster, für Profanbauten wie beispielsweise das Rathaus in Münster, aber auch für bäuerliche Gehöftbauten und Wasserburgen im Umkreis der Baumberge im großen Umfang verwendet. Für Steinmetzarbeiten war der Baumberger Sandstein weit über das Münsterland hinaus bekannt.

Wegen seiner Verwitterungsanfälligkeit wurde der Werkstein lange Zeit nur für Innenarbeiten genutzt. Neuerdings wird durch eine Konservierung des Gesteins (Hydrophobierung) die Wasseraufnahmefähigkeit des Gesteins herabgesetzt und der Stein vor Schadstoffaufnahmen geschützt. Durch den lagegerechten Einbau der Kalksandsteinquader mit einem speziellen Kalkmörtel wird eine längere Lebenszeit des Baumberger Sandsteins unter Verwitterungseinfluss erreicht. Im Rahmen der Renovierungsmaßnahmen historischer Gebäude zeichnet sich wieder eine steigende Nachfrage nach Baumberger Sandstein ab.

Von den zahlreichen, jetzt zum Teil bereits verkippten Steinbrüchen in den Baumbergen werden heute nur noch zwei Brüche unweit des Longinusturmes in geringem Maße zur Herstellung von gesägten Werksteinen für den Innen- und Außenbau genutzt. Einer wesentlichen Erweiterung des Sandsteinabbaus in den Baumbergen steht der Landschaftsschutz entgegen.

### Gewinnungsstätten:

(153) **Werk Fark** (WS)

(154) **Werk Dirks** (WS)

## Literatur

### Schriften

- Baugesetzbuch (BauGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 27.08.1997 (BGBl. I S. 2 141), zuletzt geändert durch Gesetz vom 17.12.1997 (BGBl. I S. 3108).
- BECKER-PLATEN, J. D. (1994): Raumordnung und Landesplanung als Instrument der Rohstoffsi-  
cherung im Bereich oberflächennaher Lagerstätten. – Steinbruch u. Sandgrube, **12**: 26 – 32;  
Hannover.
- BELLIN, P. (1996): Straßenbautechnisches Wörterbuch (STRAWÖ). – 437 S., 5 Abb.; Köln  
(Forsch.-Ges. Straßen- u. Verkehrswes., FGSV).
- BÖHRINGER, P. (1987): Steine und Erden aufbereiten und bewerten. – 327 S., 271 Abb., 50 Tab.;  
Hannover (Schlüter'sche).
- BRAUN, F.-J. (1964): Die „grünen“ und „blauen“ Werksteinbänke von Anröchte und Klieve aus  
den Scaphitenschichten der Turonserie. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **7**: 479 – 486,  
2 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Krefeld.
- BRINCKMANN, J.; CLAUSEN, C.-D.; MÜLLER, H.; STOPPEL, D. (1989): Geologische Übersichts-  
karte der Brilon-Warsteiner Riffkarbonate und ihre Umrahmung. – In: CLAUSEN, C.-D.;  
MACHEL, H.-G.; MALMSHEIMER, K. W.; MENSINK, H.; MÜLLER, H.; SCHAEFFER, R.; SRITZKE,  
R.; WERNER, W. (1990): Zur Geologie des Briloner Riffs, Tl. 1. – Geol. Jb., **D 95**: 330 S.,  
41 Abb., 11 Tab., 17 Taf., 2 Kt.; Stuttgart (Schweizerbart).
- BÜCHNER, M.; HOFFMANN, K.; JORDAN, R. (1986): Die Tongruben der Ziegeleien im Unter-Pliens-  
bachium (Lias gamma) der weiteren Umgebung von Bielefeld, ihre Geologie und Betriebs-  
geschichte. – Veröff. Naturkd.-Mus. Bielefeld, **1**: 57 S., 35 Abb., 5 Tab., 5 Taf.; Bielefeld.
- CLAUSEN, C.-D. (1985): Die Albaumer Klippen. – In: CLAUSEN, C.-D.; KAMP, H. VON; LUSZNAT,  
M.; MÜLLER, H.; THÜNKER, M.; VÖGLER, H.: Erläuterungen zu Blatt C 5114 Siegen. – Geol.  
Kt. Nordrh.Westf. <1 : 100 000>, Erl., **C 5114**: 80 S., 18 Abb., 3 Tab.; Krefeld.
- CLAUSEN, C.-D. (1989): Devon. – In: CLAUSEN, C.-D.; DEUTLOFF, O.; KNAPP, G.; KÜHN-VELTEN,  
H.; MICHEL, G.; MÜLLER, H.; SKUPIN, K.: Erläuterungen zu Blatt C 4718 Korbach. – Geol.  
Kt. Nordrh.Westf. <1 : 100 000>, Erl., **C 4718**: 104 S., 22 Abb., 3 Tab.; Krefeld.
- CLAUSEN, C.-D. (1998): Warstein. – In: KAMP, H. VON, mit Beitr. von CLAUSEN, C.-D.;  
DROZDZEWSKI, G.; HISS, M.; KOCH, M.; KÜHN-VELTEN, H.; LEUTERITZ, K.; MÜLLER, H.;  
STEUERWALD, K.; THOME, K. N.: Erläuterungen zu Blatt C 4714 Arnsberg, 2. Aufl. – Geol.  
Kt. Nordrh.Westf. <1 : 100 000>, Erl., **C 4714**: 79 S., 19 Abb., 3 Tab.; Krefeld.
- CLAUSEN, C.-D.; LEUTERITZ, K. (1984): Erläuterungen zu Blatt 4516 Warstein. – Geol. Kt.  
Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **4516**: 155 S., 20 Abb., 14 Tab., 3 Taf.; Krefeld.
- Die Arbeitsgemeinschaft Historische Stadtkerne in NRW (1992): Historische Stadtkerne in Nord-  
rhein-Westfalen. Eine Dokumentation. – 325 S., zahlr. Abb.; Wuppertal (Ley & Wiegandt).



- DIENEMANN, W.; BURRE, O. (1929): Die nutzbaren Gesteine Deutschlands und ihre Lagerstätten mit Ausnahme der Kohlen, Erze und Salze, Tl. 2: Feste Gesteine. – V + 485 S., 45 Abb., 20 Tab.; Stuttgart (Enke).
- DILLMANN, O. (1998): Der Ruhrsandstein. – Naturstein, **12**: 62 – 67, 11 Abb.; Ulm.
- DOLEZALEK, B. (1978): Nutzbare Lockergesteine in Nordrhein-Westfalen. – 96 S., 11 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Krefeld (Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf.).
- DROZDZEWSKI, G. (1999), mit Beitr. von BARTH, W.; BRAUER, R.; DOBNER, A.; FUHRMANN, R.; GRANITZKY, K.; GRUBERT, A.; HÄFNER, F.; LAGALLY, U.; LANGE, H.; LANGER, A.; LEHMANN, U.; LEIBER, J.; LOBST, R.; LUGE, J.; MÜLLER, W.; PALME, G.; PAWLITZKY, M.; POSCHLOD, K.; PROKSCH, W.; SCHRÖDER, N.; SPERLING, TH.; STEIN, V.; THUM, H.; VOGLER, H.; WANNER, TH.; WEINELT, W.; WEINIG, H.: Gewinnungsstätten von Festgesteinen in Deutschland, 2. überarb. und erg. Aufl. – 194 S., 29 Abb., 3 Tab., 1 Kt. in der Anl.; Krefeld (Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf.).
- DROZDZEWSKI, G. (2001): Geotope im Ruhrgebiet. – scriptum, **8**: 53 – 69, 12 Abb.; Krefeld.
- DROZDZEWSKI, G.; HARTKOPF-FRÖDER, CHR.; LANGE, F.-G.; OESTERREICH, B.; RIBBERT, K.-H.; VOIGT, ST.; WREDE, V. (1998): Vorläufige Mitteilung über unterkretazischen Tiefenkarst im Wülfrather Massenkalk (Rhein. Schiefergebirge). – Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforsch., **44**: 53 – 66, 9 Abb.; München.
- EBERT, A. (1954): Geologie der Ibbenbürener Karbonscholle. – Geol. Jb., **14**: 113 S., 23 Abb., 2 Tab., 6 Taf.; Hannover.
- EGGERT, P.; HÜBNER, A. J.; PRIEM, J.; STEIN, V.; VOSSEN, K.; WETTIG, E. (1986), unter Mitarb. von SCHRÖDER, N.; ZIMMER, R.: Steine und Erden in der Bundesrepublik Deutschland – Lagerstätten, Produktion und Verbrauch. – Geol. Jb., **D 82**: 3 – 879, 17 Abb., 156 Taf.; Hannover.
- FREY, M.-L. (1998): Zusammenhänge zwischen Branttkalk- und Kalkstein-Eigenschaften: Formulierung, quantifizierende Beschreibung und funktionelle Verknüpfung von Eigenschaften (Devon von Aachen-Walheim, Linksrheinisches Schiefergebirge). – Aachener geowiss. Beitr., **29**: 246 S., 103 Anl.; Aachen.
- GAWLIK, A. (1995): Veränderungen in den hydrogeologischen Verhältnissen des Velberter Sattels (Niederbergisches Land) durch Kalksteinabbau und Besiedelung. – Diss Univ. Essen, **1995**: IV + 152 S., zahlr. Graf.; Essen.
- Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen [Hrsg.] (2003): Geologie im Weser- und Osnabrücker Bergland. – 219 S., 59 Abb., 18 Tab., 6 Farbtaf.; Krefeld.
- Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen [Hrsg.] (1992): Der Malachitdom. Ein Beispiel interdisziplinärer Höhlenforschung im Sauerland. – 304 S., 136 Abb., 21 Tab., 16 Fototaf., 1 Taf. in der Anl.; Krefeld.
- Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen [Hrsg.] (1995): Geologie im Münsterland. – 195 S., 50 Abb., 6 Tab., 1 Taf.; Krefeld.

- GOTTHARDT, R. (1970): Riffkalksteine aus dem Mitteldevon des Rheinischen Schiefergebirges und dem Dogger Luxemburgs. – Geol. Mitt., **10**: 41 – 60; Aachen.
- GOTTHARDT, R.; KASIG, W. (1996): Karbonatgesteine in Deutschland. – Rohstoff, Nutzung, Umwelt. – 420 S.; Düsseldorf (Beton-Verl. GmbH).
- GRABERT, H. (1998): Abriss der Geologie von Nordrhein-Westfalen. – VII + 351 S., 204 Abb., 11 Tab.; Stuttgart (Schweizerbart).
- GRIMM, W.-D. (1990): Bildatlas wichtiger Denkmalgesteine der Bundesrepublik Deutschland. – Bayer. L.-Anst. für Denkmalpfl., Arbeitsh., **50**; München.
- GWOSDZ, W. (1972): Stratigraphie, Fazies und Paläogeographie des Oberdevons und Unterkarbons im Bereich des Attendorn-Elsper Riffkomplexes (Sauerland, Rheinisches Schiefergebirge). – Geol. Jb., **A2**: 71 S., 23 Abb., 5 Tab., 1 Taf.; Hannover.
- HATZL, T.; GEHLKEN, P.-L. (2001): Mineralische Rohstoffe in der Ziegelindustrie – Wichtige Parameter in der täglichen Praxis des Geowissenschaftlers. – Ziegelindustrie internat., **11**: 23 – 32 [Tl. 1]; **12**: 20 – 26, 2 Abb., 4 Tab. [Tl. 2]; Walluf (Bauverl.).
- Heimer + Herbstreit Umweltplanung, Bochum; Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin (1997): Nutzungskonflikt Kalksteinabgrabung – Naturschutz. – 1 524 S., zahlr. Abb., Tab. u. Kt.; Bochum. – [Gutachten im Auftr. des Minist. für Umwelt, Raumordn. u. Landwirtschaft. Land Nordrh.-Westf.]
- HEIB, K. (1993): Lagerstättenkundliche Übersichtsuntersuchung und materialkundliche Charakterisierung der westfälischen Schiefergruben zur Entwicklung eines materialkundlichen Anforderungsprofils. – 213 S., zahlr. Abb.; Bochum (Zollern-Inst. beim Dt. Bergbau-Mus., DMT-Ges. für Lehre u. Bildung). – [Schlussber. im Rahmen des Technologieprogr. Bergbau; unveröff.]
- HESEMANN, J. (1975): Geologie Nordrhein-Westfalens. – Bochumer geogr. Arb., **2**: 416 S., 255 Abb., 122 Tab., 11 Taf.; Paderborn (Schöningh).
- HIB, M. (1995): Kreide. – In: Geologie im Münsterland: 41 – 63, 11 Abb.; Krefeld (Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf.).
- JUX, U. (1960): Die devonischen Riffe im Rheinischen Schiefergebirge. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **110**, Tl. I: 186 – 258, 7 Abb., Taf. 9 – 27; Tl. II: 259 – 392, 18 Abb., Taf. 28 – 30; Stuttgart.
- KAPLAN, U. (1992): Die Oberkreide-Aufschlüsse im Raum Lengerich/Westfalen. – Geol. u. Paläont. Westf., **21**: 7 – 37, 9 Abb., 3 Taf.; Münster/Westf.
- KARRENBERG, H. (1954): Zur Stratigraphie und Tektonik des Velberter Sattels. – Geol. Jb., **69**: 11 – 26, 6 Abb.; Hannover.
- KARRENBERG, H. (1955): Die Durchfahrung der Ennepe-Störung im neuen Stollen der Dolomitwerke Wülfrath in Hagen-Halden. – Geol. Jb., **71**: 405 – 422, 9 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Hannover.

- KARRENBERG, H. (1965): Das Alter der Massenkalk im Bergischen Land und ihre fazielle Vertretung. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **9**: 695 – 722; Krefeld.
- KASIG, W. (1967): Biofazielle und feinstratigraphische Untersuchungen im Givetium und Frasnium am Nordrand des Stavelot-Venn-Massivs. – Diss. RWTH Aachen: 177 S.; Aachen.
- KASIG, W. (1980 a): Cyclic sedimentation in a Middle-Upper Devonian shelf environment in the Aachen region, F. R. G. – Meded. Rijks geol. Dienst, **32** (3): 26 – 29, 3 Abb., 3 Taf., 1 Anl.; Haarlem.
- KASIG, W. (1980 b): Zur Geologie des Aachener Unterkarbons (linksrheinisches Schiefergebirge, Deutschland.). Stratigraphie, Sedimentologie u. Paläogeographie des Aachener Kohlenkalks und seine Bedeutung für die Entwicklung der Kulturlandschaft im Aachener Raum. – Habil-Schr. RWTH Aachen: 253 S.; Aachen.
- KNAPP, G. (1978), mit Beitr. von HAGER, H.: Erläuterungen zur Geologischen Karte der nördlichen Eifel 1 : 100 000, 2. Aufl. – Geol. Kt. nördl. Eifel <1 : 100 000>, Erl.: 152 S., 9 Abb., 9 Tab., 1 Taf.; Krefeld (Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf.).
- KORNACKER, R. (1976): Kalkstein und Dolomit – Rohstoffe für die Glasherstellung. – Glastechn. Ber., Z. Glaskde., **49**: 4 – 11, 4 Abb., 3 Tab.; Frankfurt/Main.
- KRAPP, L. (1967): Eine Neugliederung des oberen Mitteldevons (Givet-Stufe) im zentralen Teil der Attendorn-Elsper Doppelmulde zwischen Neu-Listernol, Bonzel und Heggen (Rheinisches Schiefergebirge, Deutschland). – Münstersche Forsch. Geol. u. Paläont., **2**: 137 S., 21 Abb., 16 Tab., 14 Taf.; Münster/Westf.
- KRAUTER, E.; HÄFNER F.; DILLMANN, W.; FENCHEL, W. (1979): Der Felssturz bei Linz/Rhein am 2. Dezember 1978. – Ber. 2. nat. Tag. Ing.-Geol.: 175 – 182, 7 Abb.; Fellbach.
- KREBS, W. (1968): Reef development in the Devonian of the eastern Rhenish Slate Mountains, Germany. – Alberta Soc. Petrol. Geol., **2**: 295 – 306; Calgary. – [Int. Symp. Devonian System, Calgary 1967]
- KREBS, W. (1974): Devonian carbonate complexes of Central Europe. – In: LAPORTE, L. F. [Hrsg.]: Reefs in time and space. – Spec. Publ. Soc. Econ. Paleont. and Mineral., **18**: 155 – 208, 25 Abb., 10 Tab.; Tulsa/Oklahoma.
- KUNERT, N. (1964): Das untere Mitteldevon zwischen Olpe und Attendorn im südlichen Sauerland. – Diss Univ. Münster: 99 S., 27 Taf., 3 Kt.; Münster.
- Landesentwicklungsplan Nordrhein-Westfalen (LEP NRW) (1995) in der Fassung der Bekanntmachung vom 29.06.1994 (GV. NW. S. 474/SGV. NW. 230).
- LEPPER, J. (1978), mit Beitr. von KNAPP, G.; MÖKER, H.; NEUMANN-REDLIN, CHR.; OELKERS, K.-H.; ROHDE, P.; SCHLÜTER, W.; STEIN, V.: Erläuterungen zu Blatt 4322 Karlshafen. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **4322**: 190 S., 14 Abb., 11 Tab., 6 Taf.; Krefeld.
- LEPPER, J. (1994): Die Niedersächsischen Naturwerksteine mit besonderer Berücksichtigung des Wesersandsteins. – N. Arch. Niedersachs., **2**: 35 – 41, 1 Abb., 3 Tab.; Göttingen.

- LEUCHS, W. (1985): Beziehungen zwischen Verquarzung und Dolomitisierung der devonischen Riffkalke von Dornap bei Wuppertal. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1985**: 129 – 152; Stuttgart.
- LOCHER, F. (2000): Zement. Grundlagen der Herstellung und Verwendung. – Düsseldorf (Verl. Bau u. Technik).
- LORENZ, W. (1995): Planvolle Ressourcennutzung von Industriemineralen, Steinen und Erden als Teil des Umweltschutzes. – Z. angew. Geol., **41**: 98 – 105, 1 Abb., 3 Tab.; Hannover.
- LORENZ, W.; GWOSDZ, W. (1997): Bewertungskriterien für Industriemineralien, Steine und Erden. Tl. 1: Tone. – Geol. Jb., **H 2**: 3 – 108, 8 Abb., 62 Tab.; Hannover.
- LORENZ, W.; GWOSDZ, W. (1998): Bewertungskriterien für Industriemineralien, Steine und Erden. Tl. 2: Karbonat- und Sulfatgesteine. – Geol. Jb., **H 4**: 3 – 97, 21 Abb., 47 Tab.; Hannover.
- LORENZ, W.; GWOSDZ, W. (2002): Bewertungskriterien für Industriemineralien, Steine und Erden. Tl. 5: Gesteinskörnungen, Kies, Sand und gebrochener Naturstein. – Geol. Jb., **H 8**: 3 – 247, 74 Abb., 125 Tab.; Hannover.
- LORENZ, W.; GWOSDZ, W. (2003): Handbuch zur geologisch-technischen Bewertung von mineralischen Baurohstoffen. – Geol. Jb., Sonderh., **SH 16**: 498 S., 103 Abb., 301 Tab.; Hannover.
- LUGE, J. (1997): Übersichtskarte oberflächennaher mineralischer Rohstoffe in Sachsen-Anhalt 1 : 400 000. – Halle/S. (Geol. L.-Amt Sachs.-Anhalt).
- MATTHES, S. (1987): Mineralogie. Eine Einführung in die spezielle Mineralogie, Petrologie und Lagerstättenkunde. – 444 S., 164 Abb., 2 Taf.; Berlin, Heidelberg (Springer).
- MENYESCH, W. (1978): Zur Petrographie und Diagenese der oberkarbonischen Sandsteine des Ruhrgebiets. – Diss. Univ. Bochum: 145 S., 42 Abb.; Bochum.
- Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen [Hrsg.] (2005): Rohstoffsicherung in Nordrhein-Westfalen. – Arbeitsbericht; Düsseldorf. – [Unveröff.]
- MOHL, M. (1996): Die oberirdische Gewinnung von Bodenschätzen in der Raumordnung, Landes- und Regionalplanung unter besonderer Berücksichtigung des nordrhein-westfälischen Rechts. – 52 S.; Köln. – [Rechtsgutacht. im Auftr. des Fachverb. Kies u. Sand, Mörtel u. Transportbeton Nordrh.-Westf. e. V. sowie des Wirtschaftsverb. Natursteinindustr. Nordrh.-Westf., Niedersachs., Rheinld.-Pfalz e. V.]
- MÜLLER, F. (1996): Gesteinskunde, 5. Aufl. – 252 S., zahlr. Abb. u. Tab.; Ulm (Ebner).
- NESBOR, H.-D. (1997): Petrographie der vulkanischen Gesteine. – In: BENDER, P.; LIPPERT, H.-J.; NESBOR, H.-D.: Erläuterungen zu Blatt 5216 Oberscheld. – Geol. Kt. Hessen <1 : 25 000>, Erl., **5216**, 2. Aufl.: 159 – 207; Wiesbaden.

- NÖTTING, J. (1972): Erkundung der Eifelmulden im Gebiet von Nordrhein-Westfalen in bezug auf nutzbare Gesteine; Übersichtskartierung dieser Gesteinsvorkommen im Bereich der Natursteingewinnung und -verarbeitung in der Zo. – Prüf.-Arb. 2. Staatsexam.; Krefeld (Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf.). – [Unveröff.]
- PAECKELMANN, W. (1922): Der mitteldevonische Massenkalk des Bergischen Landes. – Abh. preuß. geol. L.-Anst., N. F., **91**: 112 S.; Berlin.
- PROKSCH, W. (1999): Rohstoffsicherung. – In: DROZDZEWSKI, G., mit Beitr. von BARTH, W.; BRAUER, R.; DOBNER, A.; FUHRMANN, R.; GRANITZKY, K.; GRUBERT, A.; HÄFNER, F.; LAGALLY, U.; LANGE, H.; LANGER, A.; LEHMANN, U.; LEIBER, J.; LOBST, R.; LUGE, J.; MÜLLER, W.; PALME, G.; PAWLITZKY, M.; POSCHLOD, K.; PROKSCH, W.; SCHRÖDER, N.; SPERLING, Th.; STEIN, V.; THUM, H.; VOGLER, H.; WANNER, Th.; WEINELT, W.; WEINIG, H.: Gewinnungsstätten von Festgesteinen in Deutschland, 2. überarb. und erg. Aufl.: 194 S., 29 Abb., 3 Tab., 1 Kt. in der Anl.; Krefeld (Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf.).
- QUIRING, H. (1913): Eifeldolomit und altriadische Verebnung. – Cbl. Mineral., Geol. u. Paläont., **1913**: 269 – 272; Stuttgart.
- Raumordnungsgesetz (ROG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 18.08.1997 (BGBl. I S. 2081), zuletzt geändert durch Gesetz vom 15.12.1997 (BGBl. I S. 2902).
- REISSNER, B. (1990): Stratigraphische und fazielle Untersuchungen im Mittel- und Oberdevon des Aachener Raumes, Nordeifel, Rheinisches Schiefergebirge. – Diss. RWTH Aachen: 179 S., 53 Abb., 12 Tab., 21 Taf.; Aachen. – [Unveröff.]
- REULING, H. Th. (1931): Dolomit-Studien im Devon der Eifel. – Senckenbergiana, **13** (5/6): 271 – 298, 6 Abb.; Frankfurt/M.
- RIBBERT, K.-H.; LANGE, F.-G. (1993): Klastika und Carbonate im Mittel- und Oberdevon des Velberter Sattels. – In: Exkursionsführer / 145. Hauptversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Exk. A1: 5 – 16, 10 Abb.; Krefeld (Geol. L.-Amt Nordrh.- Westf.). – [Hauptversamml. Dt. Geol. Ges. <145., 1993, Krefeld>]
- RICHTER, D. K. (1974): Entstehung und Diagenese der devonischen und permotriassischen Dolomite in der Eifel. – Contr. Sediment., **2**: II + 101 S., 48 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.
- SCHARECK, G.; BRAUS, H.-P.; HAHN, U.; PAHL, G. (1998): Voraussichtliche Nachfrage nach Primärrohstoffen bis zum Jahre 2040. – In: Sicherung oberflächennaher Rohstoffe. – Inform. zur Raumentwickl., **4/5**: 219 – 225, 1 Tab.; Bonn (B.-Amt Bauwes. u. Raumordn.).
- SCHERP, A. (1969): Kontakterscheinungen. – In: SCHRÖDER, E., mit Beitr. von HERBERHOLD, H.; KAMP, H. VON; SCHERP, A.: Erläuterungen zu Blatt 5210 Eitorf. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **5210**: 92 S., 12 Abb., 6 Tab., 5 Taf.; Krefeld.
- SCHMIDT, H. (1973): Rohstoffkenndaten der verschiedenen Erzeugnisarten der Ziegelindustrie. – ZI Ziegelindustrie, **6**: 212 – 216, 2 Abb., 8 Tab.; Bonn.
- SCHMITZ, J. G. (1958): Das Vichtbachtal, ein tektonisches Profil am Nordwestabfall des Venn. – Decheniana, **111**: 59 – 71, 6 Abb.; Bonn.

- SCHRÖDER, G.; TAUPITZ, K.-CH. (1965): Fazies und Tektonik des Devons bei Hochdahl (Niederbergisches Land). – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **9**: 677 – 694, 2 Abb., 4 Taf.; Krefeld.
- SCHUDACK, M.-E. (1993): Karbonatzyklen in Riff- und Lagunenbereichen des devonischen Massenkalkkomplexes von Asbeck (Hönnetal, Rheinisches Schiefergebirge). – Geol. Paläont. Westf., **26**: 77 – 106, 19 Abb.; Münster.
- SCHUMACHER, K.-H. (1988): Geographische Analyse der baulichen Verwendung von Natursteinen in der Eifel. – Aachener geogr. Arb., **20**: 276 S., zahlr. Abb.; Aachen.
- SEIBERTZ, E. (1977): Litho-, Bio-, Ökostratigraphie, Sedimentologie und Tektonik im Soester Grünsand (oberes Mittelurcon, südliches Münsterland). – Geol. Jb., **A 40**: 61 – 113, 19 Abb., 2 Taf.; Hannover.
- SICKENBERG, O. (1951): Steine und Erden (vulkanische und metamorphe Gesteine, Quarzite, Sandsteine, Grauwacken, Konglomerate, Kalke, Dolomite, Mergel und Schiefer). – Schr. wirtschaftswiss. Ges. Stud. Niedersachs., N. F., **5** (1): 328 S., 81 Abb.; Bremen-Horn.
- SIMPER, M. A. (1991): Die Naturwerksteine Nordrhein-Westfalens und Verwitterungserscheinungen historischer Bausteine am Beispiel dortiger Grabdenkmäler. – Münchner geol. H., **3**: 227 S., 72 Abb., 39 Tab., 4 Taf.; München.
- 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.
- SKUPIN, K. (1995), mit Beitr. von JÄGER, B.; MICHEL, G.; SCHNEIDER, F. K.; VIETH-REDEMANN, A.: Erläuterungen zu Blatt 4316 Lippstadt. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. <1 : 25 000>, Erl., **4316**: 162 S., 18 Abb., 8 Tab., 2 Taf.; Krefeld.
- STÄDTER, T. (1989): Mikrofazielle Strukturverhältnisse und Diagnose der Wülfrather Kalksteinlagerstätte (Devon, Rheinisches Schiefergebirge). – Fazies, **21**: 57 – 98; Erlangen.
- STEIN, V. (1986): Steine und Erden. – In: BENDER, F. [Hrsg.]: Angewandte Geowissenschaften, Bd. IV, Untersuchungsmethoden für Metall- und Nichtmetallrohstoffe, Kernenergieerohstoffe, feste Brennstoffe und bituminöse Gesteine: 161 – 192, 6 Abb., 11 Tab.; Stuttgart (Enke).
- STEUERWALD, K. (1992): Das geologische Umfeld des Malachitdoms. – In: Der Malachitdom. Ein Beispiel für interdisziplinäre Höhlenforschung im Sauerland: 19 – 30, 4 Abb.; Krefeld (Geol. L.-Amt Nordrh. Westf.).
- STRECKEISEN, A. L. (1978): Classification and Nomenclature of Volcanic Rocks, Lamprophyres, Carbonatites and Melilitic Rocks. – N. Jb. Mineral., Abh., **134** (1): 1 – 14; Stuttgart. – [IUGS Subcomm. on the Systematics of Igneous Rocks]
- TOUSSAINT, A. (1995): Zusammenstellung von Daten zur Polierresistenz von Mineralstoffen. – Naturstein-Industrie, **1**: 10 – 17, 14 Abb., 4 Tab., Anh.; Köln.
- VENZLAFF, H. (1956): Das geologische Bild des Hauptgrünsteinvulkanismus im nordöstlichen Sauerland. – Geol. Jb., **72**: 241 – 293, 9 Abb., 2 Taf.; Hannover.

- VIEHOFEN, A. (2002): Paläobotanische Juwelen aus einer Karsthöhlenfüllung bei Aachen. – Archäol. Rheinld., **2001**: 19 – 22; Stuttgart.
- VOGLER, H. (1977): Nutzbare Festgesteine in Nordrhein-Westfalen. – 65 S., 11 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Krefeld (Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf.).
- WAGNER, W.; BAUMANN, H.; NEGENDANK, J. F. W.; ROSCHIG, F. (1997): Geologische, petrographische, geochemische und gesteinsphysikalische Untersuchungen an Dachschiefen. – Mainzer geowiss. Mitt., **26**: 131 – 185, 15 Abb., 12 Tab.; Mainz.
- WIRTH, W. (1964): Über zwei Unterkreiderelikte im nördlichen Sauerland. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **7**: 403 – 420, 5 Abb., 1 Taf.; Krefeld.

## Karten

- Karte der oberflächennahen nichtenergetischen Rohstoffe in Nordrhein-Westfalen, Ausgangsmaßstab <1 : 100 000> (1998). – Hrsg. Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf.; Krefeld. – [Teil der CD-ROM „Schutzwürdige Böden/Oberflächennahe Rohstoffe in Nordrhein-Westfalen“]
- Karte der oberflächennahen Rohstoffe <1 : 200 000>, mit Erl. – Hrsg. Geol. L.-Ämter B.-Rep. Deutschld. u. B.-Anst. Geowiss. u. Rohstoffe; Hannover.
- Blatt CC 3902 Lingen (1995)
  - Blatt CC 3910 Bielefeld (1992)
  - Blatt CC 3918 Hannover (1989)
  - Blatt CC 4702 Düsseldorf (1995)
  - Blatt CC 4710 Münster (Westf.) (1995)
  - Blatt CC 4718 Kassel (1996)
  - Blatt CC 5502 Köln (1996)
  - Blatt CC 5510 Siegen (2001)
- Lagerstätten I – Steine und Erden – (1973). – Dt. Planungsatlas, **1** (5): 1 Kt. <1 : 500 000>, mit Textbeil. – Hrsg. Akad. Raumforsch. u. Landesplan., Bearb. PIEPER, B.; Hannover (Jänecke).

## Anhang



## Gewinnungsbetriebe von Festgesteinen in NRW

Die Angaben zu den Gewinnungsbetrieben stellen eine Momentaufnahme im Jahr 2007 dar. Auch wenn sich viele Firmenbezeichnungen, Adressen oder Telefonnummern rasch ändern können, so dürften die Betriebe leicht erreichbar bleiben, wenn man die neuen Medien wie insbesondere das Internet nutzt. Die Nummern der Gewinnungsstätten sind identisch mit den Nummern im Text, auf den Abbildungen und auf der Karte in der Anlage.

Bei der Produktpalette bedeuten die angegebenen Abkürzungen:

**BK** = Brantkalk; **DO** = Dolomit; **DÜ** = Düngekalk; **ESP** = Edelsplitt, Edelbrechsand; **ESP o. E.** = Edelsplitt, Edelbrechsand, geeignet ohne Einschränkung für Deckschichten von Straßen für den Schwerlastverkehr (Bauklassen SV I u. II); **FÜ** = Füller (Gesteinsmehl); **GE** = Mineralstoffgemisch; **GL** = Gleisbettungsschotter; **SP** = Schotter, Splitt, Brechsand; **UK** = ungebrannter Kalk; **WB** = Wasserbausteine; **WS** = Naturwerkstein; **ZE** = Zement; **ZI** = Ziegeleiprodukte

### (1) Werk Würdinghausen

**WS, GE, WB, ESP, SP**

Egon Behle Bauunternehmung GmbH & Co. KG  
Auf dem Niedern Bruch 7  
57399 Kirchhundem  
Tel.: 02723 9747-0  
Fax: 02723 9747-47

### (2) Werk Halbeswig

**ESP o. E., GL, SP, GE, FÜ**

Diabaswerk Halbeswig GmbH & Co. KG  
Korzerter Straße 18  
42349 Wuppertal  
Tel.: 0202 4044-0  
Fax: 0202 4044-30

### (3) Werk Silbach

**ESP o. E., SP, GE, FÜ**

Basalt-AG  
Bergisch-Westerwälder Hartsteinwerke  
Bergfreiheit 2  
59955 Winterberg  
Tel.: 02983 8001

### (4) Werk Hildfeld

**ESP o. E., GL, SP, GE, FÜ**

Mitteldeutsche Hartstein-Industrie GmbH  
Am Clemensberg 11  
59955 Winterberg  
Tel.: 02985 9754-0  
Fax: 02985 9754-17

### (5) Werk Am Bilstein

**ESP o. E., SP, GE, FÜ**

Deuba-Baustoffe GmbH & Co. KG  
Am Bilstein  
59929 Brilon  
Tel.: 02961 8006  
Fax: 02961 50791

### (6) Werk Felsberg

**ESP o. E., SP, GE, WB, FÜ**

Diabaswerk Berge  
Am Felsberg  
59872 Meschede-Berge  
Tel.: 02903 41270

### (7) Werk Giershagen

**GE**

Diabaswerk Giershagen GmbH & Co. KG  
Rimbecker Straße 58  
34414 Warburg  
Tel.: 05642 5025

### (8) Werk Hühnerberg

**ESP, SP, GE, WB, FÜ**

Rheinische Provinzial-Basalt- und Lavawerke GmbH  
Kölner Straße 22  
53489 Sinzig/Rhein  
Tel.: 02642 401-0  
Fax: 02642 401145

- (9) Werk Wildberghütte**  
**SP, GE**  
 Basalt AG  
 Bergisch-Westerwälder Hartsteinwerke  
 Siegener Straße 2A  
 51580 Reichshof  
 Tel.: 02297 674  
 Odenspiel-Grauwaacke
- (10) Werk Nespen**  
**ESP o. E., SP, GE, WS, WB**  
 Günter Jaeger Steinbruchbetriebe GmbH  
 Lüsberger Straße 2  
 51580 Reichshof-Nespen  
 Tel.: 02297 342  
 Fax: 02297 7242  
 Odenspiel-Grauwaacke
- (11) Werk Imhausen**  
**SP, GE**  
 Basalt-AG  
 Bergisch-Westerwälder Hartsteinwerke  
 51570 Windeck  
 Tel.: 02292 5316  
 Odenspiel-Grauwaacke
- (12) Werk Reichshof-Heidelberg**  
**WS**  
 Steinbruchbetrieb Becker & Ringsdorf GmbH  
 Bergstraße 8  
 51580 Reichshof-Heidelberg  
 Tel.: 02297 1655  
 Odenspiel-Grauwaacke
- (13) Werk Much**  
**WS**  
 A. Kleu  
 Steinbruchbetriebe Much  
 Huven 40  
 53804 Much  
 Tel.: 02245 2620  
 Wahnbach-Sandstein
- (14) Werk Wilnsdorf**  
**WS**  
 Heinz Kettner Steinbruchbetrieb  
 Mühlenstraße 10  
 57234 Wilnsdorf  
 Tel./Fax: 02739 2686  
 Höllberg-Schichten (Ems-Quarzit)
- (15) Werk Wilgersdorf**  
**WS**  
 Alfred Baumgarten  
 In der Gasse 8  
 57237 Wilnsdorf-Wilgersdorf  
 Tel.: 02739 1707  
 Höllberg-Schichten (Ems-Quarzit)
- (16) Werk Netphen**  
**WS**  
 Heinrich Groos Steinbruch-Fuhrunternehmen  
 Schlossstraße 1  
 57250 Netphen  
 Tel.: 02737 91929  
 Höllberg-Schichten (Ems-Quarzit)
- (17) Werk Roter Stein**  
**WS**  
 Josef Brüser Natursteinwerk  
 Westfälische Straße 83  
 57462 Olpe  
 Tel.: 02761 63548  
 Rimmert-Quarzit
- (18) Werk Brück**  
**WS**  
 Erwin Brück Grauwaacke-Vertriebs-GmbH  
 53902 Eicherscheid  
 Tel.: 02253 8678  
 Klerf-Schichten
- (19) Werk Nümbrecht-Büschhof**  
**ESP, SP, GE, WB**  
 Schretzmair KG  
 Büschhof 50  
 51588 Nümbrecht  
 Tel.: 02293 1693  
 Fax: 02293 7320  
 Hobräck-Schichten
- (20) Werk BGS**  
**WS**  
 BGS GmbH  
 Bergische Grauwaacke Steinbruchbetrieb GmbH  
 Brungerststraße 21  
 51789 Lindlar  
 Tel.: 02266 90122-0  
 Fax: 02266 90122-13  
 Mühlenberg-Sandstein

- (21) **Werk Quirrenbach**  
**WS, GE**  
 Heinrich Quirrenbach  
 Naturstein Produktions- u. Vertriebs GmbH  
 Eremitage 6  
 51789 Lindlar  
 Tel.: 02266 4746-0  
 Fax: 02266 4746-47  
 Mühlenberg-Sandstein
- (22) **Werk Schiffarth**  
**WS**  
 Otto Schiffarth Steinbruch GmbH & Co. KG  
 Eremitage 2  
 51789 Lindlar  
 Tel.: 02266 47193-0  
 Mühlenberg-Sandstein
- (23) **Werk Felsental**  
**WS**  
 Wintersberg oHG, Gebr.  
 Steinbruch Hagen  
 51789 Lindlar  
 Tel.: 02266 5414  
 Mühlenberg-Sandstein
- (24) **Werk Talbecke**  
**ESP, GE, SP, FÜ**  
 Basalt AG  
 Bergisch-Westerwälder Hartsteinwerke  
 Niedernhagener Straße 16  
 51643 Gummersbach  
 Tel.: 02261 92860  
 Fax: 02261 63338  
 Unnenberg-Sandstein
- (25) **Werk Gipperich**  
**SP, GE**  
 Steinbruchbetrieb Günter Jung GmbH  
 Gipperich 1  
 57489 Drolshagen  
 Tel.: 02763 342  
 Mühlenberg-Sandstein
- (26) **Werk Hagen-Ambrock**  
**ESP, ESP o. E., SP, GE, WB, FÜ**  
 Cemex Kies & Splitt GmbH  
 Gebiet NRW  
 Dornaper Straße 18  
 42327 Wuppertal  
 Tel.: 02058 9601-0  
 Fax: 02058 9601-60  
 Brandenburg-Schichten
- (27) **Werk Letmathe-Lasbeck**  
**ESP o. E., SP, GE, FÜ**  
 Carl Risch Naturstein GmbH  
 Postfach 10 30 65  
 45030 Essen  
 Tel.: 0201 72081-0  
 Fax: 0201 72081-18  
 Brandenburg-Schichten
- (28) **Werk Raumland**  
**SP, GE, FÜ**  
 Steinwerk Raumland Böhl GmbH  
 Tretebach 1  
 57319 Bad Berleburg-Raumland  
 Tel.: 02751 954290  
 Raumland-Schichten
- (29) **Werk Bergneustadt**  
**ESP o. E., GL, SP, GE, WB, FÜ**  
 Schotterwerk Clemens GmbH & Co. KG  
 Klosterstraße 62 – 64  
 51645 Gummersbach  
 Tel.: 02261 2904810  
*Rensselandia*-Sandstein
- (30) **Werk Scheda**  
**ESP o. E., SP, GE, FÜ**  
 Basalt AG  
 Bergisch-Westerwälder Hartsteinwerke  
 Zum Höchsten  
 57489 Drolshagen  
 Tel.: 02763 6028  
*Rensselandia*-Sandstein
- (31) **Werk Neuenhaus bei Scheda**  
**ESP o. E., GE, FÜ**  
 Robert Schulte Steinbruch GmbH  
 Heerstraße 26  
 57489 Drolshagen-Scheda  
 Tel.: 02763 60384  
 Fax: 02763 492  
*Rensselandia*-Sandstein
- (32) **Werk Listertal**  
**ESP o. E., GL, SP, GE, FÜ**  
 Basalt AG  
 Bergisch-Westerwälder Hartsteinwerke  
 58540 Meinerzhagen  
 Tel.: 02358 1017  
*Rensselandia*-Sandstein

- (33) Werk Hespecke**  
**ESP o. E., SP, GE, FÜ**  
 Steinbruch Albus GmbH & Co. KG  
 57489 Drolshagen  
 Tel.: 02763 6825  
 Fax: 02763 840983  
*Rensselandia*-Sandstein
- (34) Werk Berge**  
**ESP o. E., GL, SP, GE, FÜ**  
 Basalt AG  
 Bergisch-Westerwälder Hartsteinwerke  
 Zur Winnschla  
 59872 Meschede-Berge  
 Tel.: 02903 590  
*Rensselandia*-Sandstein
- (35) Werk Lösenbach**  
**ESP, SP, GE, FÜ**  
 Basalt AG  
 Betrieb Lösenbach  
 Lösenbacher Landstraße 141  
 58515 Lüdenscheid-Lösenbach  
 Tel.: 02351 79166  
 Honsel-Schichten
- (36) Werk Werdohl-Kleinhammer**  
**ESP, ESP o. E., SP, GE, GL, WB, FÜ**  
 Cemex Kies & Splitt GmbH  
 Gebiet NRW  
 Dornaper Straße 18  
 42327 Wuppertal  
 Tel.: 02058 9601-0  
 Fax: 02058 9601-60  
 Honsel-Schichten
- (37) Werk Bossert**  
**WS**  
 Karl-Heinz Bossert Natursteinbetrieb  
 Landsberge  
 45549 Sprockhövel  
 Tel.: 02339 4502  
 Sengsbank-Sandstein
- (38) Werk Grandi**  
**WS**  
 Steinbruchbetriebe Grandi GmbH  
 Attenbergstraße 25a  
 58313 Herdecke  
 Tel.: 02330 2827  
 Fax: 02330 4013  
 Kaisberg-Sandstein
- (39) Werk Hohensyburg**  
**WS**  
 Theodor Imberg GmbH & Co. KG  
 Steinbruch und Werk  
 Hohensyburgstraße 75a  
 44265 Dortmund  
 Tel.: 0231 774160  
 Kaisberg-Sandstein
- (40) Werk Albringhausen**  
**WS**  
 Wilhelm Külpmann GmbH & Co. KG  
 Ruhrsandsteinbrüche  
 Zechenweg 20  
 58300 Wetter  
 Tel.: 02335 7421  
 Fax: 02335 7424  
 Besserdich-Sandstein
- (41) Werk Oberste**  
**WS**  
 Oberste KG Steinbruchbetrieb  
 Untere Dorfstraße 31  
 44265 Dortmund-Buchholz  
 Tel.: 02304 6230  
 Kaisberg-Sandstein
- (42) Werk Kassenberg**  
**WS**  
 Hermann Rauen GmbH & Co.  
 vorm. Steinhandel Rauen  
 Felsenstraße 32  
 45479 Mülheim an der Ruhr  
 Tel.: 0208 41980  
 Fax: 0208 411091  
 Neufilöz-Sandstein
- (43) Werk Kälberberg**  
**GE, SP, WB, WS, ZI**  
 Hollweg, Kumpers & Co. KG  
 Hafenstr. 43  
 48432 Rheine  
 Tel.: 05971 9893-0  
 Fax: 05971 81151
- (44) Werk Ibbenbüren**  
**SP, GE, WB**  
 Westermann GmbH & Co. KG  
 Okereistraße 7  
 49479 Ibbenbüren  
 Tel.: 05459 8294  
 Fax: 05459 8265

- (45) **Werk Otto**  
**SP, GE, ZI**  
Heinrich Otto GmbH & Co. KG  
Schnetkamp-Moritz-Weg  
49509 Recke  
Tel.: 05453 98053
- (46) **Werk Schwabe**  
**WS**  
Friedhelm Schwabe GmbH Natursteinbetriebe  
Grenzweg 10  
49479 Ibbenbüren  
Tel.: 05451 2964
- (47) **Werk Woitzel**  
**WS**  
E. u. G. Woitzel Natursteinbetrieb GmbH &  
Co. KG  
Recker Straße 68  
49479 Ibbenbüren  
Tel.: 05451 9636-0  
Fax: 05451 9636-55
- (48) **Werk Merge**  
**WS**  
Merge Naturstein Werk GmbH  
Rheiner Straße 280  
49479 Ibbenbüren  
Tel.: 05451 9438-0  
Fax: 05451 9438-23
- (49) **Werk Westfalentor**  
**WS**  
Natursteinwerk  
Jürgen Bunk GmbH & Co. KG  
Brückenstraße 10  
34385 Bad Karlshafen  
Tel.: 05672 9998-0  
Fax: 05672 9998-99  
Karlshafen- und Trendelburg-Schichten
- (50) **Werk Wrexen**  
**SP**  
Nolte Bauunternehmen GmbH & Co. KG  
Florianweg 10  
34414 Warburg  
Tel.: 05641 7904-0  
Karlshafen- und Trendelburg-Schichten
- (51) **Werk Schmidtheim**  
**GE, ESP**  
Kies Bandemer & Co. Eifel-Quarz-Werke GmbH  
Haus Bandemer 1  
54518 Niersbach  
Tel.: 06575 9515-0  
Fax: 06575 9515-55
- (52) **Werk Rinsche**  
**WS**  
Rinsche GmbH Natursteinwerk  
Grabbenweg 1  
59609 Anröchte  
Tel.: 02947 3333
- (53) **Werk Topp**  
**WS**  
Natursteinbetrieb Topp Marmor GmbH  
Grabbenweg 7  
59609 Anröchte-Klieve  
Tel.: 02947 3626  
Fax: 02947 4233
- (54) **Werk Schulte**  
**WS**  
Schulte GmbH & Co. KG  
Natursteinbetrieb  
Bergerstraße 37  
59609 Anröchte  
Tel.: 02947 291  
Fax: 02947 4221
- (55) **Werk Killing**  
**WS**  
Killing & Co. GmbH  
Natursteinbetrieb  
59609 Anröchte  
Tel.: 02947 4202  
Fax: 02947 785
- (56) **Werk Albert Killing**  
**WS**  
Albert Killing Natursteinbetrieb GmbH  
Lippstädter Straße 22  
59609 Anröchte  
Tel.: 02947 97670
- (57) **Werk Jacoby**  
**WS**  
Eberhard Jacoby GmbH & Co. KG  
Natursteinwerk  
Lippstädter Straße 13  
59609 Anröchte  
Tel.: 02947 207

**(58) Werk Hubert Killing****WS**

Anröchter Dolomitstein  
Hubert Killing GmbH  
Michaelisweg 13  
59609 Anröchte-Berge  
Tel.: 02947 4282  
Fax: 02947 4479

**(59) Werk Coppius****WS**

Ernst A. Coppius Naturstein GmbH  
Kantstraße 24  
59609 Anröchte  
Tel.: 02947 3480

**(60) Werk Ditz****WS**

Franz Ditz Natursteinwerk  
Rüthener Straße 15  
59609 Anröchte  
Tel.: 02947 89611

**(61) Werk Stelbrink****WS**

Johannes Stelbrink Steinbruchbetrieb  
Haarener Straße 3  
33154 Salzkotten-Niederntudorf  
Tel.: 02955 6503

**(62) Werk Rüthen****WS**

Rüthener Grünsandstein-Werk Kirsch GmbH  
Sauerdrift 9  
59602 Rüthen  
Tel.: 02952 1661  
Fax: 02952 3185

**(63) Werk Schevenhütte****WS**

Kaspar Müller Schevenhütter Naturstein GmbH  
& Co. KG  
Daensstraße 55  
Schevenhütte  
52224 Stolberg (Rhld.)  
Tel.: 02409 1021

**(64) Werk Fredeburg****WS**

Schiefergruben Magog GmbH & Co. KG  
Bad Fredeburg  
Alter Bahnhof 9  
57392 Schmallenberg  
Tel.: 02974 96200  
Fax: 02974 962020

**(65) Werk Wermelskirchen****ZI**

Zippa-Klinker  
Paul Zippmann GmbH & Co. KG  
Wüstenhof 16  
42929 Wermelskirchen  
Tel.: 02196 7205-0

**(66) Werk Lasko****ZI**

Lassmann Kommandite  
Bahnhofstraße 41  
56422 Wirges  
Tel.: 02602 9439-0

**(67) Werk Raumland-Markhausen****Blähschiefer**

BERWILIT-Wittgensteiner Blähschiefer GmbH  
& Co. KG  
Am Heßlar 17  
57319 Bad Berleburg-Raumland  
Tel.: 02751 5012  
Fax: 02751 51963

**(68) Recker Ziegelwerk****ZI**

Berentelg & Hebrok  
Mettinger Straße 135  
49509 Recke  
Tel.: 05453 9305-0

**(69) Werk AKA – Stradalit****ZI**

Pflasterklinkerwerke GmbH & Co. KG  
Hopstener Straße 65  
49479 Ibbenbüren  
Tel.: 05451 94240  
Fax: 05451 942477

- (70) Werk Hüllhorst**  
**ZI**  
Dachziegelwerke Meyer-Holsen GmbH  
Tonstraße 78  
32609 Hüllhorst  
Tel.: 05744 940-0  
Fax: 05744 940-100
- (71) Werk Jöllenbeck**  
**ZI**  
Stork-Tongruben- u. Transportunternehmen GmbH  
Umlandstraße 9  
32120 Hiddenhausen  
Tel.: 05223 8974
- (72) Werk Stemwede**  
**ZI**  
Ton- und Ziegelwerke Werner Flörke KG  
Niedermehner Straße 36  
32351 Stemwede
- (73) Werk Buldern**  
**ZI**  
Wienerberger Ziegelindustrie GmbH  
Röder 59  
48249 Dülmen  
Tel.: 02590 94550
- (74) Werk Rietberg**  
**ZI**  
Wienerberger Ziegelindustrie GmbH  
Westerwieher Straße 340  
33397 Rietberg-Westerwiehe  
Tel.: 05244 90390
- (75) Werk Waltrop**  
**ZI**  
Baustoffwerke Hüning GmbH  
Hauptstraße 1  
59399 Olfen-Vinum  
Tel.: 02595 9640
- (76) Werk Flandersbach**  
**UK, BK, DÜ, ESP, SP, GE, FÜ**  
Rheinkalk GmbH & Co. KG  
Meiersberger Straße (Tor 1)  
42489 Wülfrath  
Tel.: 02058 17-0  
Fax: 02058 17-3438
- (77) Werk Neandertal**  
**ESP, SP, GE**  
Kalksteinwerk Neandertal GmbH  
Laubach 30  
40822 Mettmann  
Tel.: 02104 9791342  
Fax: 02104 9791343
- (78) Werk Dornap**  
**ESP, SP, GE, FÜ**  
Rheinkalk GmbH  
Ladebühner Straße 12  
42327 Wuppertal  
Tel.: 02058 7885-0  
Fax: 02058 7885-109
- (79) Werk Osterholz**  
**BK, UK, DÜ, ESP, SP, GE, FÜ**  
Kalkwerke H. Oetelshofen GmbH & Co. KG  
Hahnenfurth 5  
42327 Wuppertal  
Tel.: 02058 891-0  
Fax: 02058 891-201
- (80) Werk Hagen-Halden**  
**DO, DÜ, ESP, SP, GE, FÜ**  
Rheinkalk Hagen-Halden GmbH & Co. KG  
Dolomitstraße 10  
58099 Hagen-Halden  
Tel.: 02331 3754-4  
Fax: 02331 3754-603
- (81) Werk Hohenlimburg**  
**ESP, SP, GE, DÜ**  
Hohenlimburger Kalkwerke GmbH  
Oeger Straße 39  
58119 Hagen  
Tel.: 02334 9298-0  
Fax: 02334 9298-89
- (82) Werk Hönnetal**  
**BK, UK, ESP, SP, GE, FÜ**  
Rheinkalk GmbH  
Kalköfenstraße 18 – 22  
58710 Menden-Oberödginghausen  
Tel.: 02379 92-0  
Fax: 02379 92-205

- (83) Werk Horst**  
**ESP, SP, GE, FÜ**  
Hartkalksteinwerk Horst  
Horst 4  
58802 Balve-Eisborn  
Tel.: 02379 229
- (84) Werk Busche**  
**BK, UK, ESP, SP, GE, FÜ**  
Rheinkalk GmbH  
Postfach 13 40  
42480 Wülfrath
- (85) Werk Sanssouci**  
**ESP, SP, GE, WB, DÜ**  
Kalkwerke Sanssouci GmbH & Co. KG  
Wocklumer Allee 1a  
58802 Balve  
Tel.: 02375 20289  
Fax: 02375 632
- (86) Werk Hemer-Becke**  
**GE, UK**  
Hartkalksteinwerk  
Stricker & Weiken GmbH & Co. KG  
Kreisstraße 48  
59581 Warstein-Suttrop  
Tel.: 02902 8055-0  
Fax: 02902 8055-88
- (87) Werk Kallenhardt**  
**ESP, SP, GE, FÜ**  
Westkalk GmbH & Co.  
Kreisstraße 50  
59581 Warstein-Suttrop  
Tel.: 02902 978500
- (88) Werk Hohe Liet**  
**ESP, SP, GE, WB, FÜ**  
Westkalk  
Vereinigte Warsteiner Kalksteinindustrie GmbH  
& Co. KG  
Kreisstraße 50  
59581 Warstein-Suttrop  
Tel.: 02902 97850-0  
Fax: 02902 97850-88
- (89) Werk Kallenhardt (Rüthen)**  
**ESP, SP**  
H. Brühne Baustoff- und Transport GmbH &  
Co. KG  
Nuttlarer Pfad 14  
59581 Warstein  
Tel.: 02902 97540
- (90) Werk Warstein**  
**ESP, SP, GE**  
H. Brühne Baustoff- und Transport-GmbH &  
Co. KG  
Steinbruch Im Kliev  
59602 Rüthen  
Tel.: 02902 655
- (91) Werk Hohe Liet**  
**ESP, SP, GE, FÜ**  
Steinwerke F. J. Risse GmbH & Co. KG  
Hauptstraße 34  
59581 Warstein  
Tel.: 02902 97830  
Fax: 02902 59063
- (92) Werk Burhagen**  
**ESP, SP, GE, FÜ**  
Briloner Hartsteinwerke GmbH & Co. KG  
In der Einsel 1  
59929 Brilon  
Tel.: 02961 3299
- (93) Werk Brilon-Kirchloh**  
**UK, ESP, GE**  
Spenner Zement GmbH & Co. KG  
Hüchtchenweg  
59597 Erwitte  
Tel.: 02943 986-0  
Fax: 02943 986-222
- (94) Werk Thülen**  
**ESP, GE, FÜ**  
Sauerländer Hartkalkstein-Industrie GmbH  
Am Clemensberg 11  
59955 Winterberg  
Tel.: 02985 9754-0  
Fax: 02985 9754-17
- (95) Werk Rösenbeck**  
**BK, UK, DÜ, ESP, SP, GE, FÜ**  
Rheinkalk Messinghausen GmbH & Co. KG  
Warburger Straße  
59929 Brilon-Messinghausen  
Tel.: 02963 9669-0  
Fax: 02963 9669-40
- (96) Werk Mühlenbein**  
**ESP, GE**  
Mühlenbein Verwaltungs-GmbH & Co. KG  
Altenfilsstraße 13  
59929 Brilon-Rösenbeck  
Tel.: 02963 96620



**(97) Werk Madfeld****ESP, GE**

DEUBA-Baustoffe GmbH & Co. KG  
Almerstraße  
59929 Brilon  
Tel.: 02991 1077

**(98) Werk Bleiwäsche-Wünneberg****ESP, SP, GE, FÜ**

Sauerländer Hartkalkstein-Industrie GmbH  
Am Cemensberg 11  
59955 Winterberg  
Tel.: 02985 9754-0  
Fax: 02985 9754-17

**(99) Werk Grevenbrück****ESP, SP, GE, DÜ, BK, UK, DO**

Rheinkalk Grevenbrück GmbH  
Siegener Straße 1  
57368 Lennestadt-Grevenbrück  
Tel.: 02721 9257-0  
Fax: 02721 9557-99

**(100) Werk Effenberg****SP, GE, WB, FÜ**

Heinrich Ebel GmbH & Co. KG  
Gut Habbel 1  
59757 Arnsberg  
Tel.: 02932 96890  
Fax: 02932 968998

**(101) Werk Kattensiepen****ESP o. E., SP, GE, FÜ**

Steinbruch Kattensiepen GmbH  
Kattensiepen  
59602 Rüthen  
Tel.: 02952 89240

**(102) Werk Walheim****ESP, GE, FÜ**

[Produktion inzwischen eingestellt]  
EUROVA Industrie GmbH  
52224 Stolberg/Rheinld.

**(103) Werk Gressenich****ESP, SP, GE**

BSR Naturstein-Aufbereitungs-GmbH  
Rüst 30  
52224 Stolberg/Rheinld.  
Tel.: 02402 9895-0

**(104) Werk Hahn****WS**

Hans Gier  
Hahnerstraße 23  
52076 Aachen  
Tel.: 02408 58495

**(105) Werk Venwegen****WS**

Steinbruch Peter Stienen  
Hahner Straße  
52076 Aachen  
Tel.: 02408 5248  
Fax: 02408 58371

**(106) Zementwerk Sötenich****ZE**

Lafarge Zement GmbH  
Rinner Straße 27  
53925 Kall-Sötenich  
Tel.: 02441 9911-0

**(107) Werk Rinnen****GE**

Schotterwerk Manfred Weiß GmbH & Co. KG  
Sötenicher Straße 4  
53925 Kall-Rinnen  
Tel.: 02441 1574

**(108) Werk Holzmühlheim****ESP, SP, GE**

Scheiff GmbH & Co. KG  
Tief- und Straßenbau  
53881 Euskirchen-Kirchheim  
Tel.: 02255 9404-0

**(109) Werk Kornelimünster****DO**

Max Blees GmbH  
Philipsstraße 4  
52068 Aachen  
Tel.: 0241 553035-37  
Fax: 0241 554623  
Dolomitstein

**(110) Werk Krauthausen****GE**

Lambert Hoven GmbH & Co. KG  
Steinkaulplatz 10  
52076 Aachen-Kornelimünster  
Tel.: 02408 2201-02  
Fax: 02408 2272  
Kalkstein

- (111) Werk Hastenrath**  
**UK, BK, DÜ, GE, DO, FÜ**  
 Hastenrather Kalkwerke  
 Wwe. W. Meyer GmbH & Co. KG  
 Albertstraße 57 A  
 52249 Eschweiler  
 Tel.: 02403 25076  
 Kalkstein
- (112) Werk Iserlohn-Griesenbrauck**  
**GE, ESP**  
 Wilhelm Weber GmbH & Co. KG  
 Karl-Zahn-Straße 11  
 44141 Dortmund  
 Tel.: 0231 557222-0  
 Fax: 0231 557222-22  
 Kulm-Plattenkalk
- (113) Werk Habbel**  
**ESP, SP, GE**  
 Heinrich Ebel GmbH & Co. KG  
 Gut Habbel 1  
 59757 Arnsberg-Herdringen  
 Tel.: 02932 96890  
 Fax: 02932 968998  
 Kulm-Plattenkalk
- (114) Werk Herdringen**  
**GE**  
 Heinrich Ebel GmbH & Co. KG  
 Gut Habbel 1  
 59757 Arnsberg-Herdringen  
 Tel.: 02932 96890  
 Fax: 02932 968998  
 Kulm-Plattenkalk
- (115) Werk Holzen**  
**ESP, SP, GE**  
 Calcit Edelsplitt Produktions GmbH & Co. KG  
 Deinstrop 1  
 59757 Arnsberg  
 Tel.: 02379 633  
 Kulm-Plattenkalk
- (116) Werk Müschede**  
**ESP, SP, GE**  
 Lanwehr Naturstein GmbH & Co. KG  
 Am Langen Stück 1  
 59757 Arnsberg  
 Tel.: 02932 899100  
 Fax: 02932 8991020  
 Kulm-Plattenkalk
- (117) Werk Hellefeld**  
**ESP, SP, GE, WB, WS**  
 Rudolf Hilgenroth GmbH & Co. KG  
 Straßenbaustoffe, Transportbeton  
 Zum Broich  
 59846 Sundern-Hellefeld  
 Tel.: 02934 9626-0  
 Fax: 02934 9626-26  
 Hellefelder Kalk
- (118) Werk Westenfeld**  
**ESP, SP, FÜ**  
 Westenfelder Steinindustrie GmbH & Co. KG  
 Unter der Hardt 9  
 59846 Sundern-Westenfeld  
 Tel.: 02933 2086  
 Hellefelder Kalk
- (119) Werk Bestwig**  
**GE**  
 Mitteldeutsche Hartsteinindustrie GmbH  
 Am Clemensberg 11  
 59955 Winterberg  
 Tel.: 02985 9754-0  
 Fax: 02985 9754-17  
 Kulm-Plattenkalk
- (120) Werk Marsberg**  
**DÜ**  
 Westf. Muschelkalk-Steinbruch  
 Joh. Blome GmbH & Co. KG  
 Oesterstraße 24  
 34431 Marsberg  
 Tel.: 02992 8169
- (121) Werk Talle**  
**GE**  
 Hermann Vollmer GmbH & Co. KG  
 Bauunternehmung und Steinbruchbetrieb  
 Hollwieser Straße 35a  
 32602 Vlotho-Valdorf  
 Tel.: 05733 87170  
 Fax: 05733 871717
- (122) Werk Alverdisen**  
**SP, GE, FÜ**  
 Alverdisser Steinbruchbetriebe  
 Schaumburger Steinbrüche GmbH & Co. KG  
 Hellenweg 3  
 32683 Bartrup-Alverdisen  
 Tel.: 05263 94610  
 Fax: 05263 946161

**(123) Werk Detmold-Bentrup****GE**

Heinz Schiewe KG  
Lemgoer Straße 315  
32758 Detmold  
Tel.: 05231 31133  
Fax: 05231 34017

**(124) Werk Barntrup-Sonneborn****GE, FÜ**

Heinz Schiewe KG  
Lemgoer Straße 315  
32758 Detmold  
Tel.: 05231 31133  
Fax: 05231 34017

**(125) Werk Bremerberg/Höxter****GE**

Gebr. Altmiks OHG  
Krämerstraße 2  
37671 Höxter-Bödexen  
Tel.: 05271 8133

**(126) Werk Erkeln****GE**

Franz Bielefeld  
Schotterwerk-Transporte  
Sonnenbreite 20  
33034 Brakel  
Tel.: 05648 427  
Fax: 05648 580

**(127) Werk Wülpker Egge****ESP, GL, SP, GE, FÜ**

Barbara Erzbergbau GmbH  
An der Erzgrube 9  
32457 Porta Westfalica  
Tel.: 0571 7956-0  
Fax: 0571 7956-12

**(128) Werk Wettringen****UK, BK, DÜ**

Kalkwerk Wettringen  
Schencking GmbH  
Bilker Straße 30  
48493 Wettringen  
Tel.: 02557 200  
Fax: 02557 7398

**(129) Werk Neuenkirchen****UK, BK, DÜ**

Breckweg  
Otto GmbH & Co. KG  
Neuenkirchener Straße 400  
48432 Rheine  
Tel.: 05971 16024-0  
Fax: 05971 16024-77

**(130) Werk Rheine****UK, FÜ**

Rheinkalk Mittel GmbH & Co. KG  
Anne-Frank-Straße 99  
48431 Rheine  
Tel.: 05971 16029-0  
Fax: 05971 16029-29

**(131) Werk Dörenthe****UK, BK, DÜ**

Kalkwerke Dörenthe  
H. Wallmeyer & Söhne GmbH & Co. KG  
Am Sportplatz 31  
49545 Tecklenburg  
Tel.: 05455 1090  
Fax: 05455 1845

**(132) Werk Lengerich****ZE, UK, BK, DÜ, FÜ**

Dyckerhoff AG (Zementsparte)  
und Rheinkalk Lengerich GmbH (Kalksparte)  
Lienener Straße 89  
49525 Lengerich  
Tel.: 05481 31-0  
Fax: 05481 31-398

**(133) Werk Lienen****UK, BK, DÜ**

Schencking Kalk- und Kalksandsteinwerke GmbH  
& Co. KG  
Holperdorper Straße 45  
49536 Lienen  
Tel.: 05483 7392-0

**(134) Werk Halle****GE**

Dimac GmbH Steinbruchbetrieb  
Hansastraße 83  
49134 Wallenhorst  
Tel.: 05407 501275

- (135) Werk Künsebeck**  
**UK, BK, GE, SP, FÜ**  
Kalk- und Mergelwerke H. Müller GmbH & Co. KG  
Kalkstraße 8  
33790 Halle/Westf.  
Tel.: 05201 8731-0  
Fax: 05201 8731-20
- (136) Werk Freise**  
**GE**  
Freise & Co. GmbH  
Mergelweg 6  
32832 Augustdorf  
Tel.: 05237 979080
- (137) Werk Elsa/Geseke**  
**ZE**  
HeidelbergCement AG  
Hölterweg 43  
59590 Geseke  
Tel.: 02942 503-0  
Fax: 02942 503-41
- (138) Werk Erwitte**  
**ZE, BK, UK, GE, FÜ**  
Spanner Zement GmbH & Co. KG  
Hüchtchenweg  
59597 Erwitte  
Tel.: 02943 986-0  
Fax: 02943 986-22
- (139) Werk Geseke**  
**ZE**  
Dyckerhoff AG  
Schneidweg 28 – 30  
59590 Geseke  
Tel.: 02942 596-0  
Fax: 02942 596-390
- (140) Werk Milke/Geseke**  
**ZE**  
HeidelbergCement AG  
Bürener Straße 46  
59590 Geseke  
Tel.: 02942 503-0  
Fax: 02942 503-41
- (141) Werk Paderborn**  
**ZE**  
HeidelbergCement AG  
Am Atlaswerk 16  
33106 Paderborn  
Tel.: 05251 7106-0  
Fax: 05251 7106-66
- (142) Werk Portland-Zementwerke**  
**ZE**  
Gebr. Seibel GmbH & Co. KG  
Bahnhofstraße 40  
59597 Erwitte  
Tel.: 02943 9757-0  
Fax: 02943 9757-57
- (143) Werk Portland Zementwerke**  
**ZE**  
Seibel u. Söhne oHG  
Berger Straße 100  
59597 Erwitte  
Tel.: 02943 9732-0  
Fax: 02943 9732-29
- (144) Werk Portlandzementwerk Wittekind**  
**ZE**  
Hugo Miebach Söhne KG  
Hüchtchenweg 1  
59597 Erwitte  
Tel.: 02943 893-0  
Fax: 92943 893-153
- (145) Werk Anröchte**  
**GE, SP**  
Schotterwerk Westereiden GmbH & Co. KG  
Erwitter Straße 30  
59609 Anröchte  
Tel.: 02947 3921  
Fax: 02947 5293
- (146) Werk Ennigerloh-Nord**  
**ZE**  
HeidelbergCement AG  
Zur Anneliese 11  
59320 Ennigerloh  
Tel.: 02524 29-301  
Fax: 02524 29-172

**(147) Werk Ennigerloh-Süd****ZE**

HeidelbergCement AG  
Neubeckumer Straße 92  
59320 Ennigerloh  
Tel.: 02524 29-804  
Fax: 02524 29-802

**(148) Werk Neubeckum****ZE**

[Produktion inzwischen eingestellt]

**(149) Werk Phoenix Zementwerke****ZE**

Krogbeumker GmbH & Co. KG  
Stromberger Straße 201  
59269 Beckum  
Tel.: 02521 847-0  
Fax: 02521 847-50

**(150) Werk Ahlen (vormals Bosenberg)****ZE**

[Produktion inzwischen eingestellt]

**(151) Werk Beckum-Kollenbach****ZE**

Cemex WestZement GmbH (ehem. Readymix)  
Am Kollenbach 27  
59269 Beckum  
Tel.: 02521 157-0  
Fax: 02521 157-247

**(152) Werk Beckum-Mersmann****ZE**

Cemex WestZement GmbH (ehem. Readymix)  
Lindenkamp 1 – 3  
59269 Beckum  
Tel.: 02521 9334-0  
Fax: 02521 9334-10

**(153) Werk Fark****WS**

Wilh. Fark GmbH  
Steinmetzbetrieb Natursteine  
u. Renovierungsarbeiten  
Poppenbeck 11  
48329 Havixbeck  
Tel.: 02507 1400

**(154) Werk Dirks****WS**

Dirks  
Beerlager Straße 20  
48727 Billerbeck  
Tel.: 02543 23210



## Erklärung einiger Fachwörter

**Ammoniten**, ausgestorbene Kopffüßer mit spiralgewickeltem Gehäuse (Ordovizium bis Kreide)

**Anhydrit**, Mineral- und Gesteinsbezeichnung (Kalziumsulfat,  $\text{CaSO}_4$ )

**arid**, trockenes Klima, bei dem die Verdunstung größer ist als der Niederschlag

**Aufschluss** (geologisch), Stelle, an der Gestein unverhüllt zutage tritt. Aufschlüsse können durch die Kräfte der Natur (z. B. Felsen) oder künstlich durch den Menschen geschaffen werden (z. B. Steinbrüche).

**Basalt**, geologisch junges, basisches, vulkanisches Ergussgestein, überwiegend aus den Mineralien der Feldspatgruppe sowie Augit, Olivin und Magnetit (entstanden im Tertiär und Quartär)

**Bauklasse**, Einteilung zur Dimensionierung des Oberbaus von Straßen aufgrund der Verkehrsbelastung

**Becken** (geologisch), ein größerer Sedimentationsraum mit meist schüsselförmig gelagerten → Schichten

**Belemniten** („Donnerkeile“), ausgestorbene Kopffüßer mit ins Innere der Weichteile verlagertem Schale (Jura bis Kreide). Erhalten ist meist nur ein kegelförmiger Teil der Schale, das Rostrum.

**biogen**, von Lebewesen stammend

**Bitumina**, natürliche, aus Kohlenwasserstoffen bestehende, brennbare Stoffe von bräunlicher bis schwärzlicher Farbe, die bei Umwandlungsprozessen organischer Substanzen entstehen; in vielen Gesteinen enthalten

**bituminös**, Bitumina enthaltend

**Bohrkern**, Gesteinszylinder, der durch drehendes Ausbohren eines Ringraumes in das Bohrgestänge hineingewonnen wird. Am Bohrkern können die durchbohrten Gesteinsschichten untersucht werden.

**Brachiopoden**, Armfüßer, bilateralsymmetrische Meerestiere mit zweiklappigem Gehäuse, äußerlich oft muschelähnlich (Kambrium bis Gegenwart)

**brackisch**, im Grenzbereich zwischen Süß- und Salzwasser

**Branntkalk**, entweder aus → Kalkstein, → Dolomitstein oder auch Mergelkalkstein/Kalkmergelstein durch Brennen zwischen 1 000 und 1 200 °C hergestellt

**Brekzie**, verfestigtes → Sedimentgestein, das hauptsächlich aus eckigen Gesteinsbruchstücken besteht

**brekziös**, zerbrochen, aus eckigen Mineral- oder Gesteinsbruchstücken bestehend

**Bruch**, sichtbare Trennfläche im Gestein

**Bruchschollentektonik** (Bruchtektonik), Zerlegung der Erdkruste in einzelne, an → Verwerfungen verstellte → Schollen

**Caldera**, kesselartige Vertiefung an Vulkanen; entstanden durch Einsturz über entleertem Magmenherd oder durch explosiven Ausbruch

**Cephalopoden** (Kopffüßer), höchstentwickelte Weichtiere, zu deren Klasse die ausgestorbenen → Ammoniten oder → Belemniten sowie der noch heute vorkommende *Nautilus* und die Tintenfische gehören (Kambrium bis Gegenwart)

**Deckgebirge**, die nicht oder wenig gefalteten → Sedimente, die einen tiefgründig abgetragenen, intensiv gefalteten, älteren Unterbau überlagern

**Delta**, dreieckförmige Aufschüttung an der Mündung eines fließenden Gewässers in ein breites, stehendes Gewässer, deren Oberfläche zum stehenden Gewässer hin flach abfällt

**Detritus**, Gesteinsschutt, meist körnig

**Diabas**, geologisch altes, basisches, vulkanisches Ergussgestein, überwiegend aus den Mineralien Plagioklas und Augit, entstanden vorwiegend im Devon

**Diagenese**, Sammelbegriff für alle Vorgänge, die zur Verfestigung von → Sedimenten und damit zur Bildung von → Sedimentgesteinen führen, z. B. von → Kalkstein aus Kalkschlamm

**Differenziation (magmatische)**, a) Liquidation = Trennung eines Stammmagmas (Schmelze) in mehrere unmischbare Teilmagmen; b) Kristallisationsdifferenziation = Trennung von Magma (Schmelze) und bereits festem Material

**Diskordanz**, ungleichsinnige Lagerung von Gesteinsschichten, bei → Sedimentgesteinen z. B. winkeliges Abstoßen der → Schichtung gegenüber einer überlagernden Schichtenfolge

**Doline**, trichterförmige Eintiefung der Erdoberfläche in → Karstgebieten, die sich bei einem Einsturz der Decke eines unterirdischen Lösungshohlrums in Kalk- und Salzgesteinen bildet

**Dolomitisierung**, sekundäre Umwandlung von Kalzit ( $\text{CaCO}_3$ ) in Dolomit ( $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$ ), mit einer Volumenabnahme des Gesteins einhergehend

**Dolomitstein, Dolomit**, Mineral- und Festgesteinsbezeichnung (Kalziummagnesiumkarbonat,  $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$ )

**Druckfestigkeit**, rechnerische Druckspannung von Probekörpern beim Bruch infolge axialer Druckbelastung

**Einfallen** (Fallen), Neigungswinkel einer Fläche (z. B. Schichtfläche) gegenüber der Horizontalen. Zur genauen Raumlagebestimmung einer Fläche wird außerdem das → Streichen gemessen.

**Ergussgestein**, → Vulkanit, → magmatisches Gestein, durch Auskristallisation (Erstarrung) aus dem irdischen Schmelzfluss (Magma) entstanden

**Erosion** (Abtragung), ausfurchende und abtragende Wirkung von Wasser, Wind oder Eis

**Evaporit**, bei der Eindampfung von Lösungen durch chemische Abscheidung entstandenes Gestein (z. B. Salzgestein)

**effusiv**, durch Erguss gebildet (→ Ergussgestein)

**Exploration**, Erkundung neuer bergbaulicher Abbaufelder oder Lagerstättenteile

**Falte** (geologisch), Auf- und Abbiegung von geschichtetem Gestein. Eine Falte setzt sich aus einem → Sattel und einer → Mulde zusammen. Falten können durch gebirgsbildende Vorgänge entstehen (→ Orogenese).

**Faltungsphase**, Zeitabschnitt, in dem stärkere gebirgsbildende Vorgänge abgelaufen sind

**Fazies**, Gesamtheit der gesteinskundlichen und fossilinhaltlichen Merkmale, die ein Gestein charakterisieren; gibt Auskunft über Entstehungsbedingungen und Bildungsräume der Gesteine und Gesteinsfolgen

**Feinkalk**, fein gemahlener, gebrannter Kalk

**Festgestein**, verfestigtes Gestein, das im bergfeuchten Zustand durch Fingerdruck nicht verformbar ist

**Flöz**, Gesteinsschicht, die wirtschaftlich wichtige Stoffe (z. B. Kohle, Salz, Erze) enthält oder fast gänzlich aus ihnen besteht

**fluviatil**, durch einen Fluss erzeugt oder abgelagert

**Fossilien**, Versteinerungen vorzeitlicher Pflanzen und Tiere oder von deren Lebensspuren

**Geode**, kugelig bis linsenförmiger, stark verfestigter Gesteinskörper (Konkretion) als Einlagerung im → Sedimentgestein

**Geologie**, Lehre vom Aufbau des Erdkörpers sowie von den Kräften und Vorgängen, die verändernd auf die Gestalt der Erde wirken; ebenso die Lehre von der geschichtlichen Entwicklung der Erde und des Lebens auf der Erde

**Geophysik**, Teilgebiet der Geowissenschaften, befasst sich mit den physikalischen Vorgängen und Erscheinungen in und auf der Erde und deren Ausdeutung; nutzt die physikalischen Eigenschaften der Erdkruste zur Klärung des Aufbaus des Erdkörpers

**Geotop**, Naturschöpfung, natürlicher Landschaftsteil oder geologischer Aufschluss, der Kenntnis über die Entwicklung der Erde oder des Lebens vermittelt

**Geschiebe**, vom Gletscher- oder Inlandeis transportierte, unsortierte Steine und Blöcke, die in → Moränen abgelagert wurden. Nach der Gesteinsart unterscheidet man Kristallin- (z. B. Granit, Gneis) und Sedimentgeschiebe (z. B. Sandstein, Kalkstein), nach dem Herkunftsort nordische (aus Skandinavien und dem Ostseeraum) und einheimische Geschiebe.

**Gips**, Mineral- und Gesteinsbezeichnung (Kalziumsulfat,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

**Glaukonit**, glimmerartiges, dunkelgrünes Mineral (Fe-Al-→Silikat), das sich im → marinen Bereich bildet

**glazial**, durch Eis bedingte Erscheinungen in Kaltzeiten



**glazigen** → glazial

**Goniatiten**, paläozoische → Ammoniten

**Graben** (geologisch), Gesteinsscholle, die an → Verwerfungen gegenüber ihren Nachbarschollen relativ abgesenkt wurde

**Grauwacke**, graue bis graugrüne Sandsteine mit hohem Anteil an Quarz, Feldspat und Gesteinsbruchstücken

**Grundmoräne**, meist ungeschichteter und unsortierter, von Ton über Sand bis zu Steinen und Blöcken reichender Gesteinsschutt, der sich an der Basis von Gletschern oder Inlandeis abgelagert

**Haufwerk**, aus dem Gebirgsverband herausgebrochenes, zertrümmertes Gestein

**Hauptterrasse**, zwischen ca. 2,4 Mio. und 780 000 Jahren vor heute abgelagerter Terrassenkörper

**Hangendes**, das eine Bezugsschicht überlagernde Gestein; im → stratigrafischen Sinne: geologisch jünger als die Bezugsschicht

**Horizont**, kleinste geologische Zeiteinheit, durch einheitlich definierbare Faunen oder Gesteine charakterisiert

**Horst** (geologisch), Gesteinsscholle, die an → Verwerfungen gegenüber ihren Nachbarschollen relativ herausgehoben wurde

**hydraulischer und hoch hydraulischer Kalk**, beide Arten erhärten vorwiegend hydraulisch. Sie werden aus Kalkstein, Dolomitstein oder Mergelkalkstein durch Brennen unterhalb der Sintergrenze mit oder ohne Zusatz von latent hydraulischen Stoffen (z. B. Hochofenschlacke, Trass) oder durch fabrikmäßiges Vermischen von Luftkalk beziehungsweise Wasserkalk mit latent hydraulischen Stoffen hergestellt.

**Hydrogeologie**, Teilgebiet der angewandten Geologie, befasst sich mit dem Wasserinhalt der Gesteine und Gesteinsfolgen sowie mit der Erschließung und dem Schutz des Grundwassers

**Inkohlung**, Umbildungsprozess pflanzlicher Stoffe zu Kohle. Innerhalb dieses Prozesses wird der Kohlenstoff gegenüber den ebenfalls in der Ursprungssubstanz befindlichen Mengen von Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff immer stärker relativ angereichert.

**Intrusion, intrusiv**, Eindringen von Magma in die Erdkruste

**Inversion**, Bewegungsumkehr, z. B. Aufwölbung und Heraushebung ehemaliger Sedimentationströge, Einsinken ehemaliger Hochgebiete

**Känozoikum**, die Quartär- und Tertiär-Zeit umfassende erdgeschichtliche Neuzeit

**Kalkhydrat**, im Werk zu Pulver gelöschter Kalk

**Kalksandsteine**, aus Quarzsand und Branntkalk im Verhältnis von etwa 12 : 1 unter Wasserzugabe hergestellt. Nach Zwischenlagerung in Reaktionsbehältern löscht der Branntkalk zu Kalkhydraten ab. In automatischen Pressen wird anschließend das Gemisch bei Drücken bis zu 25 MPa zu Rohlingen geformt, die dann in Autoklaven bei etwa 16 bar und 160 – 220 °C gehärtet werden.

**Kalkstein, Kalk**, graues bis weißes, vorwiegend aus Kalziumkarbonat bestehendes, sedimentäres → Festgestein, CaCO<sub>3</sub>-Gehalt 90 – 100 %

**Karbonatgestein**, Sedimentgestein mit einem Gehalt an karbonatischen Mineralien (Kalzit, Dolomit etc.) von mehr als 50 %

**Karst**, bildet sich in Gebieten mit löslichen Gesteinen wie vor allem → Kalkstein, → Gips oder → Anhydrit. Mit der chemischen Lösung und Auswaschung des Gesteins durch Niederschlags- und Grundwasser entstehen unterirdische Hohlräume (Karstschlotten, Karsthöhlen). Das Niederschlagswasser und das in Schlucklöchern (Schwinden) versinkende Oberflächenwasser sammelt sich in unterirdischen Wasserläufen (Karstgrundwasser), die in Karstquellen wieder zutage kommen.

**Keratophyr**, grünlich graues, vulkanisches Ergussgestein mit < 20 % Quarzgehalt, entstanden vorwiegend im Unterdevon

**klastisch**, Beschreibung für → Sedimente; durch mechanische Zerstörung (→ Verwitterung) anderer Gesteine (Trümmergestein) entstanden

**Kluft**, eine das Gestein und die → Schichtung durchziehende, mehr oder weniger geöffnete Fuge, an der keine Bewegung stattgefunden hat

**Konglomerat**, verfestigtes → Sedimentgestein, das hauptsächlich aus gerundeten Gesteinsbruchstücken (Geröllen) besteht

**Konkretion**, unregelmäßig geformter, aus Mineralaggregaten zusammengesetzter Körper im Gestein (kugelig, knollig, linsenförmig, plattig). Konkretionen bilden sich aus zirkulierenden Lösungen, die an einer Stelle im Gestein, an der ein Kristallisationskeim vorhanden ist, zur Ausscheidung kommen.

**Lagerstätte**, natürliche Anreicherung nutzbarer Minerale, Gesteine, Erdöl oder Erdgas, die nach Größe und Inhalt für eine wirtschaftliche Gewinnung in Betracht kommt

**lagunär**, Bezeichnung für Vorgänge und Ablagerungen in Lagunen

**Liegendes**, das eine Bezugsschicht unterlagernde Gestein; im stratigrafischen Sinne: geologisch älter als die Bezugsschicht

**Liesegang'sche Ringe**, ringförmige, periodische Fällungen von Salzen beim Hindurchdiffundieren durch den Porenraum von Sandsteinen. Die Ausfällung eisenhaltiger Lösungen geht im Verwitterungsbereich im Allgemeinen von Klüften aus, da diese am wegsamsten für Lösungen sind. Die Lösungen dringen dann ringförmig ins Innere der Sandsteine vor.

**limnisch**, Bezeichnung für Vorgänge und Ablagerungen in Südwasserseen

**Lithologie**, oft für Sedimentpetrologie gebrauchter Ausdruck, aber mit Betonung der Lithofazies, d. h. des faziellen Wechsels der Gesteinsausbildung innerhalb einer bestimmten stratigrafischen Einheit

**Lockergestein**, unverfestigtes Gestein

**Los-Angeles-Wert**, Maß für die Widerstandsfähigkeit von Mineralstoffen genormter Korngrößenverteilung infolge der Zusammenwirkung verschiedener Beanspruchungen wie Abrieb, Schlag und Mahlen in einer rotierenden Stahltrommel mit Stahlkugeln (in % der Ausgangsprobe). Je kleiner der Wert, desto höher ist der Widerstand der Gesteinskörnung gegen die genannten Beanspruchungen.

**Luftkalk**, Branntkalk, der durch Karbonathärtung erhärtet, nicht aber unter Wasser

**Mächtigkeit**, bergmännische Bezeichnung für die Dicke von Gesteinsschichten

**Magmatit, magmatisch**, aus Magma (Gesteinschmelze im Erdinnern) infolge vulkanischer Aktivität durch Erstarrung entstandenes Gestein wie z. B. Basalt

**marin**, Bezeichnung für Vorgänge und Ablagerungen im Meer

**Massenkalk**, stratigrafischer, fazieller oder auch petrografischer Begriff in der geologischen Beschreibung von massig aufgebauten Kalkgesteinen, zumeist Riffgesteinen (z. B. des Devons); häufig reich an Höhlen

**massig**, ungebankt, kompakt

**Matrix**, Gesteinsteile geringer Korngröße innerhalb eines Gesteinskörpers, sodass sie sich deutlich von den übrigen Gesteinsteilen abheben. In Vulkaniten wird sie auch als Grundmasse bezeichnet.

**Mergel**, Sediment, bestehend aus Ton und Kalk

**Mergelstein**, graues bis weißes, sedimentäres → Festgestein, CaCO<sub>3</sub>-Gehalt 25 – 75 %

**Metamorphose, metamorph**, Überprägung von Gesteinen in der Erdkruste durch Druck- und Temperaturänderungen mit Umgestaltung des Mineralbestandes und oft auch des Gefüges; durch Metamorphose verändert

**Mesozoikum**, das die Kreide-, Jura- und Trias-Zeit umfassende Erdmittelalter

**Mineral**, bezüglich seiner physikalischen und chemischen Beschaffenheit stofflich einheitlicher, natürlicher Bestandteil der Gesteine, der sich häufig durch eine gesetzmäßig gebildete Form (Kristallzeichnung) auszeichnet

**Mineralisierung/Mineralisation**, Vorgang der Mineralbildung, z. B. von organischer in anorganischer Substanz

**Moräne**, meist unsortierter Gesteinsschutt, der von Gletschern oder Inlandeis abgelagert wurde (→ Stauchendmoräne)

**Morphologie**, Oberflächenform einer Landschaft

**Mulde** (geologisch), geometrischer Begriff für eine nach unten (konkav) gekrümmte Gesteinsfolge

**Olivin**, olivgrünes, gelbliches, bräunliches, selten graues oder farbloses, einfach zusammengesetztes Mineral, das aus den Elementen Silizium, Sauerstoff, Magnesium und Eisen besteht

**Ooid**, kugelförmiger, im Wasser entstandener Körper aus Kalk oder anderen Stoffen, bei dem sich um einen Kern konzentrische Schalen gebildet haben, Durchmesser meist 0,1 – 2 mm

**Oolith**, Gestein, das aus zahlreichen Ooiden zusammengesetzt ist

**organogen**, organischen Ursprungs

**Orogenese**, Gebirgsbildung. Ein besonders typisches Formenbild der Orogenese ist die Schichtenfaltung in Sättel und Mulden.

**Paläontologie, paläontologisch**, Lehre von den pflanzlichen und tierischen Organismen (Fossilien) der erdgeschichtlichen Vergangenheit, oft für eine relative Altersbestimmung von Gesteinen herangezogen; die Paläontologie betreffend, auf ihr beruhend

**Paläozoikum**, das die Kambrium-, Ordovizium-, Silur-, Devon-, Karbon- und Perm-Zeit umfassende Erdaltertum

**Petrografie, petrografisch**, Beschreibung der Gesteine nach Zusammensetzung, Gefüge und Vorkommen; gesteinsbeschreibend

**Pläner**, küstennahes, kalkiges Sediment der Oberkreidezeit; besteht aus einer Wechselfolge von dünnen Kalksteinbänken mit zwischengeschalteten Mergelsteinlagen

**Pluton**, Tiefengesteinskörper von erheblicher Größe, der innerhalb der Erdkruste aus magmatischen Schmelzen erstarrt ist

**Polierbarkeit**, Neigung eines Gesteins, unter Straßenverkehr glatt gerieben zu werden

**Polierwert** (polished stone value, PSV), Maß für den Polierwiderstand von Gesteinskörnungen wie Splitt. Der Polierwert (dimensionslose Zahl) wird in einem Poliergerät und durch nachfolgenden Vergleich mit dem PSV eines speziellen Diabases ermittelt. PSV-Werte über 65 kennzeichnen hoch polierresistente Gesteine.

**Porenraum**, Hohlraum eines Gesteins oder Bodens, der mit Gasen oder Flüssigkeiten gefüllt ist

**Porphy**, Gefügebezeichnung für Vulkanite und Plutonite mit ungleichförmiger Korngrößenverteilung; größer körnige Einsprenglinge stecken in einer feinkörnigen, dichten oder glasigen Grundmasse

**Prospektion**, Suche nach Lagerstätten oder auch Untersuchung bereits bekannter Lagerstätten

**Rohstoff**, ein unbearbeitetes, ursprüngliches Gestein, welches als natürliches Vorkommen in der Erdkruste auftritt und durch Gewinnungs- und Produktionsprozesse nutzbar gemacht werden kann. Entweder kann der Rohstoff direkt verbraucht werden (Energieträger wie Kohle, Erdöl) oder er geht stofflich in ein Fertigprodukt ein (z. B. Sand in der Glasindustrie). Es können Locker- und Festgesteinsrohstoffe sowie energetische und nicht energetische Rohstoffe unterschieden werden. Bei der Klassifizierung von Rohstoffen steht in erster Linie die für ein Endprodukt erforderliche Qualität im Vordergrund. Die wirtschaftliche Bedeutung von Vorkommen spielt bei der Klassifizierung von Rohstoffen keine Rolle.

**Salinar**, Gesteinskomplex, der überwiegend aus Salzgestein aufgebaut ist

**Sand**, Lockergestein aus mindestens 40 % Mineralkörnern der Korngrößenklassen von 0,06 – 2 mm (Feinsand 0,06 – 0,2 mm; Mittelsand 0,2 – 0,6 mm; Grobsand 0,6 – 2 mm)

**Sattel** (geologisch), geometrischer Begriff für eine nach oben (konvex) gekrümmte Gesteinsfolge

**Schelf**, Flachmeerbereich bis 200 m Wassertiefe. Er wird noch zur Kontinentalmasse gerechnet und umrahmt diese in unterschiedlich breitem Gürtel.

**Schicht** (Gesteinsschicht), durch Ablagerung entstandener Gesteinskörper von erheblicher flächenhafter Ausdehnung. Die obere und untere Begrenzung einer Schicht bezeichnet man als Schichtfläche.

**Schichtung**, charakteristische Lagerungsform der → Sedimentgesteine, schichtige Absonderung von Gesteinen, z. B. bedingt durch den Wechsel im Gesteinsmaterial, Veränderung der Korngröße, Änderungen im Ausfüllungstyp oder durch eine Pause in den Ablagerungsvorgängen (in diesem Fall ergibt sich eine **Schichtlücke** oder → Diskordanz). Bei Deltaablagerungen, in Fließgewässern und bei Windablagerungen (z. B. Dünen) entsteht durch Anlagerung hinter Hindernissen **Schrägschichtung**.

**Schieferung**, parallel gerichtetes, engständiges Flächengefüge, überwiegend in tonigen Gesteinen durch tektonische Beanspruchung oder metamorphe Überprägung entstanden. Schieferungsflächen verleihen den Gesteinen meist eine bevorzugte Spaltbarkeit.

**Schlagzertrümmerungswert**, Maß zur Bestimmung der Widerstandsfähigkeit von Splitt oder Kies gegen Zertrümmerung beim Schlagversuch in Prozent der Ausgangsprobe. Je kleiner der Wert, desto höher der Widerstand der Gesteinskörnung gegen Schlag.

**Schluff**, klastisches → Lockergestein aus mindestens 40 % Mineralkörnern der Korngrößenklasse 0,002 bis 0,06 mm

**Scholle** (tektonisch), durch Verwerfungen umgrenztes Stück der Erdkruste. Aneinandergrenzende Schollen wurden vielfach in verschiedene Richtungen zueinander bewegt. Die Grenze zwischen zwei Schollen wird als Schollenrand bezeichnet.

**Schräg-, Diagonal- und Kreuzschichtung**, nicht horizontale → Schichtung, die im Bereich von Deltabil-dungen und fließenden Gewässern oder in bewegter Luft an der Leeseite von Hindernissen in den sich ablag-ernden Sedimentmassen ausgebildet wird

**Sediment, Sedimentgestein**, Absätze aus → Verwitterungsprodukten älterer Gesteine, die durch Wasser, Wind oder Eis transportiert und abgelagert werden oder sich aus wässrigen Lösungen ausscheiden. Es gibt unverfestigte („lockere“) und verfestigte Sedimente beziehungsweise Sedimentgesteine wie z. B. Sand und Sandstein.

**Sedimentation**, Ablagerung oder Abscheidung von → Sedimenten (Verwitterungsprodukte von Gesteinen, Reste von Lebewesen, chemische Ausfällungsproduk-te). Je nach Art des transportierenden Mediums unter-scheidet man z. B. die Sedimentation durch Wind (äoli-sche S.), Eis (glaziale S.), Flüsse (fluviale S.), in Seen (limnische S.) oder im Meer (marine S.).

**Seelilien (Krinoiden)**, pflanzenähnliche Meerestiere aus der Klasse der Stachelhäuter (verwandt z. B. mit den Seeigeln; Kambrium bis Gegenwart). Der meist am Mee-resboden verankerte Stil trägt einen fünfstrahligen Kelch.

**Senkungszone**, Bereich der Erdkruste, der infolge → tektonischer Vorgänge entlang von → Verwerfungen, meist über lange Zeiträume hinweg, relativ zur Umge-bung einsinkt (z. B. die Niederrheinische Bucht)

**Siderit**,  $\text{FeCO}_3$ , wichtiges Eisenerzmineral

**Silikat**, Salz der Kieselsäure

**Sinterbildung**, meist zellig-poröses, vorwiegend kar-bonatisches Locker- oder Festgestein an Grundwasser-austritten

**Sinterdolomit**, Produkt aus Dolomitstein; entsteht beim Sintervorgang von mindestens 1 700 °C zumeist in Drehrohröfen, wobei das ursprüngliche mineralische Gefüge unter Bildung neuer Mineralphasen verloren geht

**Stauchendmoräne**, Gletscher können aufgrund ihrer Eigenmasse und kinetischen Energie Gesteine des Untergrundes vor ihrer Stirn zu Falten oder Schuppen auf-stauchen.

**Steine und Erden**, industriell verwertbare Locker- und Festgesteine, z. B. Sand, Kies, Kalkstein, Diabas

**Steinsalz**, Mineral- und Gesteinsbezeichnung (Natriumchlorid, NaCl)

**Störung**, → Verwerfung, Trennfuge im Gestein, an der eine Verstellung der beiden angrenzenden → Schollen stattgefunden hat (Ab-, Auf- und Überschiebung sowie Horizontal- und Diagonalverschiebungen)

**Stratigrafie**, Schichtenbeschreibung, Teilgebiet der Geologie, befasst sich mit der Untersuchung und Beschreibung der Gesteine, ihrer anorganischen und organischen Merkmale und Inhalte zur Festlegung der zeitlichen Aufeinanderfolge der Gesteinsschichten

**Streichen**, Schnittspur einer geneigten Fläche (z. B. Schichtfläche) mit einer gedachten horizontalen Ebene. Zur genauen Raumlagebestimmung einer Fläche wird außerdem das → Einfallen bestimmt.

**Stromatoporen**, Kolonie bildende, vermutlich zu den Schwämmen zählende Meerestiere, die – ähnlich wie Korallen – ein kalkiges Skelett absonderten und damit Riffe bilden konnten (Kambrium bis Kreide, hauptsächlich Silur bis Devon)

**Tagebau**, Form der Rohstoffgewinnung, bei dem die Lagerstätte von der Erdoberfläche aus abgebaut wird. Die Gewinnung kann nass oder trocken erfolgen.

**Tektonik**, Teilgebiet der Geologie, befasst sich mit den Bewegungsvorgängen in der Erdkruste und den dadurch hervorgerufenen Lagerungsverhältnissen der Gesteine (z. B. Faltenbau, Schollenbau)

**Ton**, → sedimentäres Lockergestein aus mindestens 40 % Mineralkörnern der Korngrößenklasse < 0,002 mm

**Trachyt**, vulkanisches Ergussgestein aus einer feinkörnigen Grundmasse und großen, gut ausgebildeten Feldspäten

**Trochiten**, Seelilienstielglieder

**Trübestrom**, Suspension aus großen Mengen von → Sedimentteilchen, die untermeerische Hänge mit großer Geschwindigkeit hinabgleitet

**Tuff**, verfestigtes, vulkanisches Auswurfprodukt verschiedenster Korngrößen

**Turbidit**, aus einem → Trübestrom abgelagerter → Sedimentkörper

**Überschiebung**, tektonische Störungsform, bei der sich an einer flach einfallenden Bewegungsfläche eine Gesteinsscholle über eine andere geschoben hat (→ Verwerfung)

**Variszisches Gebirge, variszische Gebirgsbildung**, während der karbonisch-permischen Gebirgsbildung entstandenes, zentraleuropäisches Faltengebirge, das in der Perm- und Trias-Zeit eingeebnet wurde; Teilstücke des Gebirgsrumpfes (z. B. Rheinisches Schiefergebirge) sind heute infolge Hebungen an der Erdoberfläche sichtbar; die zur Bildung des Variszischen Gebirges führenden → tektonischen Prozesse

**Vergenz, vergent**, Bezeichnung für die Kipprichtung geneigter Falten

**Verkarstung**, natürliche chemische Auflösungs- und Zersetzungsprozesse an (leicht) löslichen Gesteinen (z. B. → Kalkstein, → Dolomitstein, → Gips, → Steinsalz) durch Wasser

**Verwerfung**, Verschiebung zweier Gesteinsschollen an einer Bruchfläche

**Verwitterung**, Zerstörung, Zersetzung oder Umwandlung von Gesteinen und Mineralien an oder nahe der Erdoberfläche durch exogene Kräfte wie Sonnenstrahlung, Frost, Wasser (und seinem Lösungsinhalt), Wind, atmosphärische Gase oder Organismen. Die Stärke der Kräfte ist abhängig vom jeweiligen Klima.

**Vulkanit, vulkanisches Gestein** (→ Ergussgestein), → Magmatit, entstanden aus an der Erdoberfläche erstarrten Magmen, die aus tieferen Teilen der Erdkruste oder dem oberen Erdmantel in klüftigen, → tektonischen Schwächezonen nach oben dringen, z. B. Basalt, Diabas, Trachyt

**Wasserkalk**, Verfestigung durch Zusammenwirken von Karbonathärtung und hydraulischer Härtung; hergestellt aus mergeligem Kalkstein durch Brennen unterhalb der Sintergrenze

**Weichbranntdolomit**, hergestellt aus dolomitischen Gesteinen durch Brennen unterhalb der Sintergrenze

**Weißkalk**, hergestellt aus möglichst reinem, kohlen-saurem Kalkstein durch Brennen unterhalb der Sintergrenze (1 300 °C)

**Zement** (technisch), fein gemahlenes hydraulisches Bindemittel, das mit Zugabewasser sowohl an der Luft als auch unter Wasser erhärtet und nach dem Erhärten wasserbeständig ist

**Zement** (petrografisch), chemisch entstandene Ausfüllung des Porenraumes von Sedimentgesteinen



ISBN 978-3-86029-933-3

