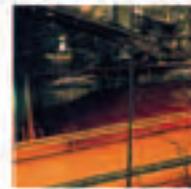
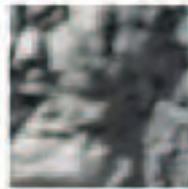
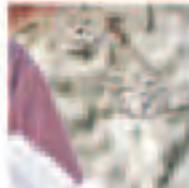
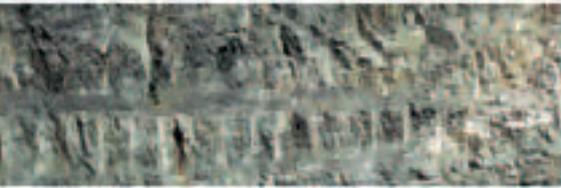




Kalk®

Innovativ seit Jahrtausenden.



Alles hat nur so viel
Wirklichkeit und Aussicht auf
Bestand, als es gut ist.

Emil Oesch



Kalk®
Innovativ seit Jahrtausenden.

© 2003

Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie e.V.

Annastraße 67 – 71 · 50968 Köln

Tel. +49 (0) 2 21 93 46 74-0

Fax +49 (0) 2 21 93 46 74-10/-14

www.kalk.de

Alle Rechte vorbehalten

Konzeption, Gestaltung und Produktion:

Freitag! Werbeagentur und Verlag GmbH, Wuppertal

Verlag Bau + Technik GmbH, Erkrath



Anröchter Dolomit, gespalten und geschnitten, 1991, 280 x 110 x 90 cm



Anrächter Dolomit, geschnitten und gespalten, 1991, 2teilig: je 220 x 110 x 30 cm



Anrächter Dolomit, gespalten und geschnitten, 1991, 5teilig: je ca. 300 x 110 x 90 cm

„Ich hole Material aus den Steinbrüchen. Und jeder Steinbruch ist wie ein Buch mit sieben Siegeln.“

„Ich höre auf die erfahrenen Steinbruchmeister. Nur sie wissen aus ihrer langjährigen Praxis und aus der Überlieferung vorangegangener Meister, wie die Steinrohlinge aus dem „Gebräch“ zu ziehen sind, treffsicher in dem, was ich suche, und ohne große Materialverluste.“

Das Gebräch ist die freigelegte Schicht, aus der es sich lohnt, einzelne Steinquader herauszuholen. Sie sind unterschiedlich hoch und ergiebig, eine Fundstelle an Gestein, wie es durch die gewaltigen Kräfte der Erdgeschichte geschichtet, aufgestellt oder verworfen wurde. Die im Gebräch vorhandenen horizontalen und vertikalen natürlichen Risse müssen kalkuliert werden, wenn die Bohrungen angesetzt werden, in die eine genau bemessene Menge Schwarzpulver eingelassen wird. Damit werden meist unförmige Steinrohlinge herausgesprengt.

Die Rohlinge sind zuerst zu wild und voller versteckter „Stiche“ (Risse), die ein ungeübtes Auge kaum entdecken kann. Es gehört Glück dazu, einen Rohling zu finden, der durch weitere Abspaltungen zu einem ruhigen Quader zugerichtet werden kann. Er wird in die Lage gebracht, in der er später als Skulptur stehen oder liegen soll.

Zu diesem Zeitpunkt ist die Entscheidung schon gefallen, welches Thema und welche seiner Variationen ich einsetzen will.

Es wird die Standfuge angezeichnet, die den Stein in die Balance bringt und auf der sich alle weiteren Spaltungen und Schnitte logischerweise aufbauen. Diese Linien werden auf allen Seiten des Quaders markiert. Der Steinbruchmeister übernimmt den wei-

teren Herstellungsprozess im Sägewerk. Der Einsatz von Werkzeugen und Maschinen macht mich wieder von den Fertigkeiten und Erfahrungen, auch von den Traditionen der Arbeiter abhängig.



Ulrich Rückriem im Anrächter Steinbruch, 1978

Zuletzt werden die einzelnen Teile der Skulptur wieder zu einem Ganzen zusammengesetzt. Dies ist der Augenblick, in dem ich beurteilen und entscheiden kann, ob die Skulptur meinen Vorstellungen entspricht. Korrekturen sind nicht möglich. Fehler, die den Gesamteindruck nicht verändern, akzeptiere ich – etwa, wenn ein Spaltungs- oder Schnittverlauf unerheblich von der vorher aufgezeichneten Linie abweicht.

Der Stein verlässt das Steinsägewerk als Skulptur.“

Ulrich Rückriem, September 1994

Biografie des Künstlers

1938
geboren am 30. September in Düsseldorf

1957 – 1959
Steinmetzlehre in Düren

1959 – 1961
Geselle an der Dombauhütte in Köln, gleichzeitig Studium an der Kölner Werkkunstschule bei Ludwig Gies

1963 – 1968
Beginn der Arbeit als freischaffender Künstler; lebt bis 1968 in Nörvenich bei Düren, dort entstehen erste Skulpturen durch Teilen und wieder Zusammenfügen von Steinblöcken

1969
Umzug nach Mönchengladbach, wo er bis 1975 ein gemeinsames Atelier mit Blinky Palermo hat

1972
Teilnahme an der documenta 5

1974 – 1984
Professur für Bildhauerei an der Hochschule für Bildende Künste in Hamburg; Einzelausstellungen 1977 im Van Abbemuseum Eindhoven, 1978 im Museum Folkwang Essen, im Städtischen Kunstmuseum Bonn und 1983 im Centre Georges Pompidou in Paris; 1978 Teilnahme an der Biennale Venedig und 1982 an der documenta 7

1984 – 1988
Professur für Bildhauerei an der Kunstakademie Düsseldorf; Einzelausstellungen 1987 in der Kunstsammlung Nordrhein-Westfalen Düsseldorf, im Kölnischen Kunstverein, im Städtischen Museum Abteiberg in Mönchengladbach; 1987 Teilnahme an der documenta 8 und der Ausstellung Skulptur Projekte in Münster, 1988 Hamburger Bahnhof, Berlin, 1989 Palacio de Cristal, Madrid

1987 – 2002
Ateliers in Clonegal, Irland und Agon, Normandie

1988 – 1992
Professur an der Staatlichen Hochschule für Bildende Künste in Frankfurt, Städelschule

Einzelausstellungen 1991 in Genf, Centre d'Art Contemporain, in Winterthur, Kunstmuseum, 1992 in Ingolstadt, Kunsthalle Esplanade, in Essen, Bauhütte Zeche Zollverein anlässlich der documenta 9

Seit 1993
Einzelausstellungen in Leeds (England), Kirkstall Abbey, in Barcelona, Fundació Espai Poble Nou, in Essen, Halle Zeche Zollverein, 1994 in Berlin, Ägyptisches Museum, in Rommerskirchen-Sinceden: Eröffnung der Skulpturen-Hallen Ulrich Rückriem, 1995 in München, Lenbachhaus, in Huesca, Pyrenäen: Landschaftsprojekt auf einer Hochebene, 1997 in Amsterdam, Stedelijk Museum, 1998 in Berlin, Neue Nationalgalerie, in Manchester Teilnahme an der Art Transpennine 98, 2000 in Nürnberg, Neues Museum, 2002 in Bonn, Kunstmuseum, 2003 in Den Haag, Gemeentemuseum

1998 Piepenbrock Preis für Skulptur, Berlin

2001 Rheinischer Kulturpreis der Sparkassen Kulturstiftung Rheinland

Ulrich Rückriem lebt und arbeitet in Köln

Prolog

Der Bildhauer Ulrich Rückriem1

Kalk und seine Geschichte

Der vielseitige Rohstoff.....6

Kalk im Einsatz

Eisen und Stahl.....12
Hochbau.....16
Straßenbau.....24
Trinkwasseraufbereitung.....32
Umweltschutz.....36
Land-, Forst- und Teichwirtschaft.....46
Kalk im Alltag.....50

Kalkproduktion

Ursprung und Abbau.....56
Brennen und Veredeln.....66

Umweltverantwortung

CO₂-Minderung, Transport, Rekultivierung74

Kalk als Arbeitgeber

Der Mensch im Mittelpunkt.....82

Kalk- und Mörtelforschung

Netzwerk der Innovationen.....86

Güteschutz

Normierung und Qualitätssicherung.....90

Kalk und seine Verbände

Die Kölner Kalkorganisationen94

Bildnachweis.....99

Der vielseitige Rohstoff



Naturfreunde verbinden mit dem Wort Kalk die Kreidefelsen von Rügen, die weißen Klippen von Dover, die Sinterterrassen von Plittwitz oder die Zauberwelt der Tropfsteinhöhlen. Mineraliensammler erfreuen sich der natürlichen Schönheit der mineralischen Form des Kalks, des Calcits, und der Versteinerungen, die sie in oft mühseliger Suche in Steinbrüchen finden.

Im Alltag begegnet jedem Menschen Kalk in vielen verschiedenen Formen und meistens, ohne dass er ihn wahrnimmt: in der Zahnpasta, in Tabletten, im Asphalt, in Farben und Lacken, im Glas und in vielen anderen Produkten des täglichen Lebens. Auch ist es weitgehend unbekannt, dass der Mensch ohne das Mineral Kalk absolut haltlos wäre – Kalk verleiht nämlich den Knochen ihre Festigkeit.

Der Durchschnittsbürger kommt mit dem Produkt Kalk nur in ganz seltenen Fällen – z. B. in Baustoffen – wahrnehmbar in Berührung und kann deshalb die



Sinterablagerungen in der Schillat-Höhle, Schaumburger Land

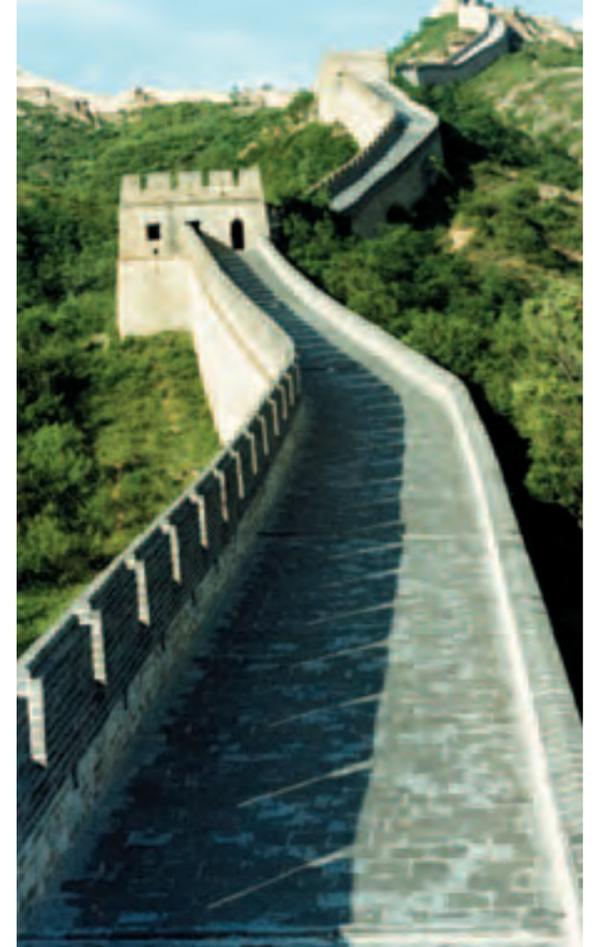
Bedeutung des Grundstoffes Kalk nicht bewerten. Fast immer ist der Kalk, im fertigen Produkt aufgegangen, nicht mehr erkennbar.

Sein Wirkungsbereich ist die Produktion: Die Herstellung von Eisen und Stahl, Gold, Silber, Kupfer, Uran, vieler chemischer Produkte und Lebensmittel ist ohne Kalk nicht denkbar. Der Einsatz in der Bauwirtschaft reicht vom Straßenbau bis zum Grundstoff für die Kalksandstein-, Porenbeton- und Mörtelproduktion. In der Landwirtschaft wird seine Bedeutung als lebensspendendes Mineral besonders deutlich.

Mensch und Kalk

Der Mensch der Frühzeit hatte eine intensivere Beziehung zu seiner Umwelt und zu den Vorteilen der natürlichen Elemente. Deshalb entdeckte er auch rasch die Vorteile von Kalk für viele seiner Lebensbereiche. Und so arbeitet er seit Jahrtausenden mit Kalkstein und Kalk, dem gebrannten Produkt. Archäologen entdecken immer neue Zeugnisse bei den Kulturvölkern der Erde. Allerdings weiß niemand genau, wann der Mensch zum ersten Mal entdeckt hat, dass Kalkstein gebrannt und mit Wasser gelöscht zum Tünchen und zur Mörtelherstellung verwendet werden kann. Kalkmörtelfunde in der Ost-Türkei zeigen aber, dass diese Kenntnisse schon vor rund 14.000 Jahren angewandt wurden.

Kalk war auch für die Autoren der Bibel ein Begriff. An mehreren Stellen werden Kalkmörtel und Kalktünche erwähnt und zu Gleichnissen verwendet. Dies ist sicher ein Zeichen für einen schon in biblischen Zeiten hohen Bekanntheitsgrad von Kalkanwendungen. Kalk war bereits im Altertum als Werk- und Hilfsstoff in den Gerbereien, Färbereien, bei der Kosmetikherstellung, bei der Glas- und Keramikherstellung, als Farbstoff, als Düngemittel und sogar als Heilmittel in allen Teilen der damals bekannten Welt zu finden.



Für den Bau der Chinesischen Mauer wurden bereits Kalkprodukte eingesetzt



Der Kalkofen am Eskesberg



Bei den Römern im Einsatz

Eine Kalkfabrik aus der Zeit um 200 n. Chr. mit bereits überregionaler Bedeutung konnte von 1966 bis 1969 bei Bad Münstereifel ausgegraben und teilweise rekonstruiert werden. Versuchsweise wurde sogar ein originalgetreu nachgebauter Ofen wieder in Betrieb genommen. Er lieferte hervorragenden Baukalk. Zwar war der Kalkeinsatz in Deutschland bereits vor den Römern bekannt, die systematische und gezielte Nutzung als Baustoff wurde jedoch erst von den großen römischen Baumeistern eingeführt.

Erst die Römer erreichten bei der Brenntechnik für Kalk einen Standard, der fast industriellem Niveau gleichkommt. Diese Technik wurde über das gesamte römische Imperium verbreitet: In den Kolonien wurden der Branntkalk wie auch der Ziegel im Wesent-

Via Appia in Rom



Künstlerische Darstellung eines Kalkofens

lichen von Legionären hergestellt. Sogar der Beruf des Kalkbrenners, des *magister calcariarum*, wird von vielen Inschriften auf Weihesteinen aus römischer Zeit mit Namen und Portrait überliefert. Kalköfen römischer Bauart sind auch in Deutschland ausgegraben worden.

Die Kalkrune – Symbol der Wandlung

Das Wissen der Antike geriet im Mittelalter weitgehend in Vergessenheit. Den Alchimisten aber diente Kalk immer wieder als Stoff für ganz besondere Einsätze. Er war ihnen so wichtig, dass sie ihm sogar ein eigenes Zeichen – die Kalkrune – widmeten. Diese Kalkrune symbolisierte das Geheimnisvolle, das sie mit dem Zusammenwirken der Wärme und dem chemischen Umwandlungsprozess von Kalkstein zu Kalk und dann wieder zu Kalkstein verbanden.



Das Logo des Bundesverbandes der Deutschen Kalkindustrie (rechts) erinnert an das alte Zeichen für Kalk, das die Alchimisten verwandten (links).

Erst in den letzten beiden Jahrhunderten wurde dann das antike Wissen über die Kalkverarbeitung wieder entdeckt und durch neuere Forschungen ergänzt. Hier muss vor allem Justus von Liebig genannt werden.

Im Zuge der industriellen Entwicklung in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entstanden viele Kalkwerke, die den hohen Bedarf der aufstrebenden Industrie an Kalk für viele Einsatzzwecke decken mussten. Im Vordergrund standen dabei die Roh-eisen- und Rohstahlerzeugung. Hier kamen die Rohstoffe Kalkstein und Branntkalk in großen Mengen zum Einsatz. Die bäuerlichen Kalkbrennereien entwickelten sich zu einer leistungsfähigen Kalkindustrie.

Kalk ist ein Schlüsselement unseres Lebens und wird es auch bleiben. In industriellen Produkten erleichtert es unser Leben, in medizinischen Produkten und bei der Trinkwasseraufbereitung erhält es Leben, und im Umweltschutz sichert es das Leben der zukünftigen Generationen.

Glänzender Auftritt:

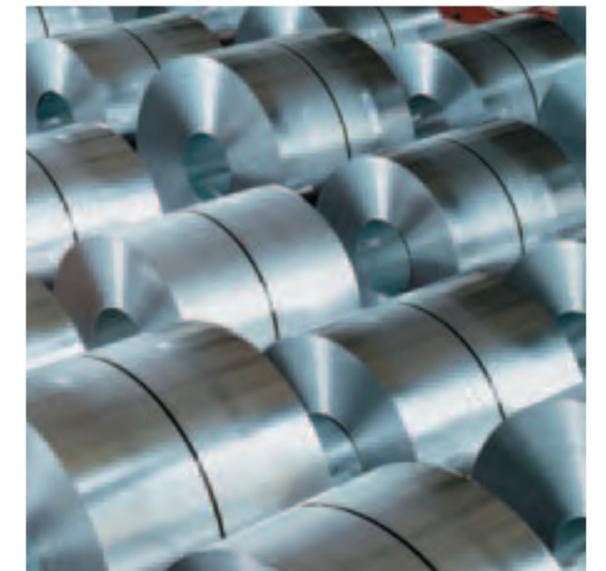


Eisen und Stahl

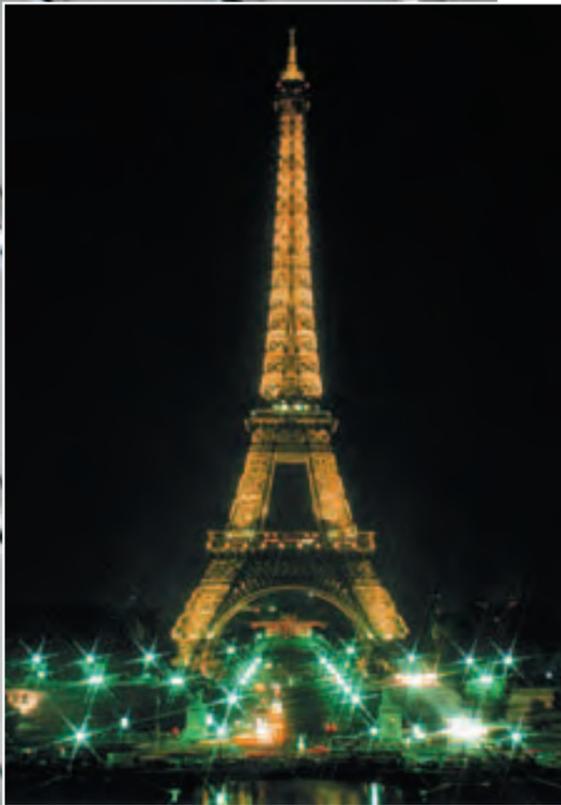


Mit Beginn des 19. Jahrhunderts wurde die Stahlindustrie zu einem führenden Motor der gesamten industriellen Entwicklung. Trotz der gestiegenen Bedeutung der Kunststoffe sind und bleiben Eisen und Stahl durch ständige Weiterentwicklung der Stahlsorten unersetzliche Werkstoffe mit größter Bedeutung. Rund ein Drittel der gesamten Branntkalkproduktion in Deutschland wird in die Eisen- und Stahlindustrie

geliefert, wo hochwertige Kalkprodukte bei der Produktion von Eisenerz, Roheisen oder Rohstahl eingesetzt werden und diese von unerwünschten Nebenbestandteilen reinigen.



Vasco Da Gama Brücke in Lissabon, Portugal



Mit Beginn des 19. Jahrhunderts wurde die Stahlindustrie zu einem führenden Motor der gesamten industriellen Entwicklung. Trotz der gestiegenen Bedeutung der Kunststoffe sind und bleiben Eisen und Stahl durch ständige Weiterentwicklung der Stahlsorten unersetzliche Werkstoffe mit größter Bedeutung.

Hier nur einige Schlaglichter, die das Innovationspotenzial der Stahlindustrie aufzeigen:



- ▶ Im Bereich der Architektur war in den letzten Jahren eine regelrechte Renaissance des Stahls festzustellen. Eine Vielzahl von Industrie- und Wohnbauten zeugen davon.
- ▶ Im Automobilbau wurde das Projekt ULSAB – Ultraleichte Stahlkarosserie umgesetzt, das eine Gewichtsersparnis von 25 % bei einem Mittelklassefahrzeug bei gleichzeitig verbesserten Sicherheitskennwerten (Festigkeit, Crashverhalten etc.) erbracht hat.
- ▶ Aufbauend auf der 100%igen Recyclingfähigkeit wurde das Konzept der Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit entwickelt.
- ▶ Mehr als 90 % der heutigen Stahlsorten sind in den letzten 10 Jahren entwickelt worden.
- ▶ Drastische Produktivitätssteigerung der Stahlindustrie in den letzten 10 Jahren.
- ▶ Recycling / Wiederverwendung der Nebenprodukte, wie Schlacken.

Das Element Eisen kommt in der Natur nicht in „gediegenem“ Zustand vor. Man muss es aus Eisenerzen gewinnen. Diese Eisenerze sind sauerstoffhaltige Verbindungen des Eisens (Eisenoxide, Eisenhydroxide), die mit anderen Stoffen vermischt sind.

Rund ein Drittel der gesamten Brannkalkproduktion in Deutschland wird in die Eisen- und Stahlindustrie geliefert. In den Prozessen der Eisen- und Stahlindustrie reinigen hochwertige Kalkprodukte das Roheisen oder den Rohstahl.

Eine Vielzahl von auf den speziellen Anwendungsfall angepasster Kalk- und Dolomitprodukte spielt bei der Herstellung dieser hochqualitativen Werkstoffe eine sehr wichtige Rolle und bindet ungewünschte Nebenbestandteile ab.

Reines Roheisen kann man nur gewinnen, wenn man das freie Eisen aus dieser Umgebung herausschmilzt. Dazu benutzt man Hochöfen, in die möglichst reine Erze eingebracht werden. Da der Hochofenprozess nur stückiges Material verträgt, werden Brannkalk, Kalkhydrat und Kalksteinmehl auf dem Sinterband beim Stückigmachen von Feinerz eingesetzt.

Im Hochofen bindet der Kalk die Nebenbestandteile des Erzes in leicht schmelzbarer Schlacke, die sich einfach vom Eisen trennen lässt. Diese leichte, flüssige, kalkhaltige Hochofenschlacke enthält die mineralischen Verunreinigungen der Erze und des Koks. Kalk hat so das flüssige Roheisen von störenden Bestandteilen befreit.

Für die Herstellung einer Tonne Roheisen werden ca. 10 bis 20 kg Brannkalk und ca. 100 bis 200 kg Kalkstein verwendet.

Roheisen ist spröde und kann weder gewalzt noch geschmiedet werden. Roheisen wird daher entweder zu Gusseisen verarbeitet, oder es geht zur Veredelung in die Stahlwerke, die den größten Teil der Roheisenproduktion übernehmen.

Zwei Verfahren zur Stahlherstellung sind heute besonders wichtig, das Blasstahlverfahren (Oxygen) und das Elektrostahlverfahren. Bei beiden ist der Einsatz von Brannkalk unumgänglich: Er dient vorwiegend dazu, aus dem Roheisen und auch dem Schrott die schädlichen Begleitstoffe wie Silicium, Phosphor und Schwefel in der Schlacke zu binden. Bei den genannten Stahlherstellverfahren benötigt man etwa 40 bis 60 kg Brannkalk je Tonne Stahl.

Für die Produktion von besonderen Stahlqualitäten mit extrem niedrigen Schwefelgehalten werden in der Sekundärmetallurgie zusätzlich Kalk und Dolomit in die Gießpfanne zugegeben. Die erneute Schlackenbildung in der Sekundärmetallurgie reduziert die Schwefelgehalte je nach Anlagentechnik nahezu vollständig und auf Basis spezieller Kalk- und Dolomitprodukte.

Darüber hinaus werden Kalk- und Dolomitprodukte in allen Produktionsschritten der Eisen- und Stahlerzeugung für den Umweltschutz eingesetzt, z. B. in der Rauchgasreinigung oder bei der Neutralisation von Abwässern.

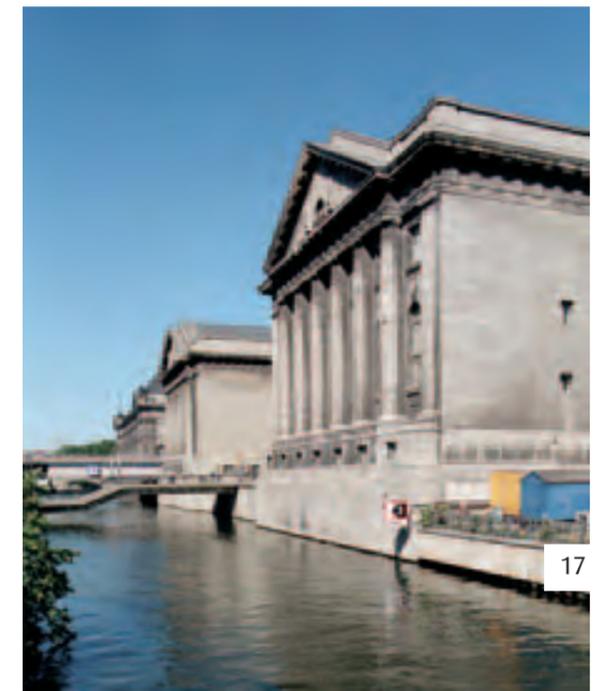
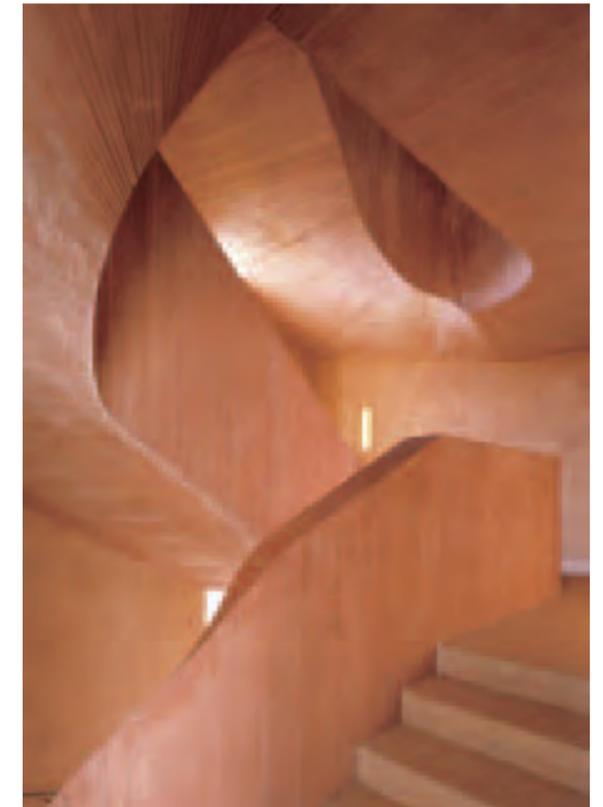
Die Anforderungen an die Reinheit des Kalks – er soll bei der Eisen- und Stahlproduktion ja die Verunreinigungen des Erzes und des Roheisens aufnehmen – sind außerordentlich hoch. Deshalb werden für diesen Einsatzzweck nur hochwertige Kalke verwendet, die mit aufwändigen Verfahren hergestellt werden. Je geringer die Nebenbestandteile des Kalks, umso wirkungsvoller kann der Kalk seine Aufgabe als reinigendes basisches Element wahrnehmen. Neben dem Reinheitsgrad müssen auch der Kornaufbau und die Reaktionsfähigkeit der Kalk- und Dolomitprodukte auf den jeweiligen Anwendungsfall abgestimmt sein.

Hier zeichnet sich die Kalkindustrie als kompetenter Partner der Stahlindustrie in hohem Maße in Service und Produktinnovationen aus – jetzt und in Zukunft.

Der Stoff, aus dem die (T)räume sind

Der älteste Kunde der Kalkindustrie ist das Baugewerbe. Viele historische Bauwerke und auch Highlights moderner Architektur wären ohne Kalk als Baustoff nie entstanden. Er findet als Kalksandstein oder Porenbetonstein Anwendung im Mauerbau und hält als Mörtel die Steine zusammen. Als Gesteinskörnung wird er verschiedenen Baustoffen zugegeben, im Beton schafft er besonders hohe Festigkeiten und reduziert die Wärmeentwicklung in massigen Bauteilen. Als Zusatzstoff im Beton verbessert er dessen Eigenschaften, und durch seine vielfältige Farbgebung schafft er auch bei der Gestaltung von Sichtbeton positive Effekte.

In Kalk zu Hause



Kalksteinbrüche – Abdrücke unserer Städte

Ein bedeutender Kalksteinbruch in Brandenburg wird oft als Negativabdruck der Stadt Berlin bezeichnet. Das zeigt, wie eng die Beziehung des Steins zur Baubranche ist. Kalk findet auf verschiedene Weise Anwendung bei Bauten aller Art.



Kalkputze prägten schon im Mittelalter weithin sichtbar das Erscheinungsbild der Burgen



Die Marksburg, wie sie heute aussieht. Teilweise wurde der Kalkputz wiederhergestellt, der früher die ganze Burg hell und freundlich erscheinen ließ.

Eine der ältesten Anwendungen von Kalk ist das Anmischen von Mörtel auf der Baustelle, wie es seit Jahrtausenden üblich ist. Viele Beispiele zeigen, wie haltbar Kalkmörtel und -putze sind. Die Römer verwendeten sie ebenso wie Griechen, Ägypter, Inder und Chinesen.

Wie die meisten Industrieprodukte ist auch der Kalk für das Baugewerbe seit den 30er-Jahren genormt. Heute ist die europäische Baukalknorm EN 459 die Grundlage für alle Kalkarten. Sie legt u.a. die Anforderungen für Baukalk fest.

Hart durch Wasser oder Luft

Nach dem Erhärtungsverhalten der Baukalke werden zwei große Gruppen, die Luftkalke und die hydraulischen Kalke, unterschieden. Während die Gruppe der Luftkalke, zu denen auch die Dolomitzalke gehören, ausschließlich durch die CO_2 -Aufnahme aus der Luft erhärten, erhärten die hydraulischen Kalke vorwiegend hydraulisch, d.h. auch unter Wasser.

Die Baukalke können auch hinsichtlich ihrer chemischen Anforderungen unterschieden werden. Baukalk kann

- ungelöscht und gemahlen als Feinkalk,
- ungelöscht und ungemahlen als Stückkalk sowie
- in gelöschter Form als Kalkhydrat

geliefert werden.

Nur noch sehr selten sieht man einen Maurer, wie er den Mörtel nach herkömmlicher Art anrührt: Mit der Schaufel füllt er Sand, Kalk, manchmal auch Zement oder Gips in die Mischmaschine ein. Sie werden so lange durchgerührt und mit Wasser vermengt, bis ein verarbeitungsfähiger Mörtel zum Mauern oder Putzen entsteht.



Restaurierung: Ausmalung der Knöffler Gruft in Dresden mit Kalk-Kaseinfarben

Die Herstellung und Verarbeitung von Mörtel ist immer mehr mechanisiert worden. Die entscheidende Innovation für den Bau in den letzten Jahrzehnten war jedoch die Erfindung des Werk-trockenmörtels. Werk-trockenmörtel ist die Sammelbezeichnung für Mörtel zum Mauern oder Putzen, der in einem Mörtelwerk fabrikmäßig hergestellt und anschließend an die Baustelle transportiert wird, um dort mit Wasser zu gebrauchsfertigem Mörtel angemischt zu werden.

Werksgemischte Mörtel sind hochwertige Baustoffe, die speziell auf die vielseitigen Bedürfnisse der Bauherren und Baustofflieferanten zugeschnitten sind. Sie werden in Säcken oder transportablen Silos angeliefert.

Ausgewählte Beispiele für chemische Anforderungen an Baukalk nach EN 459-1

Baukalkart	CaO + MgO	MgO	CO ₂	SO ₃	Freier Kalk
CL 90	≥ 90	≤ 5	≤ 4	≤ 2	
DL 85	≥ 85	≥ 30	≤ 7	≤ 2	
HL 2				≤ 3	≥ 8
NHL 2				≤ 3	≥ 15
HL 5, NHL 5				≤ 3	≥ 3

Angaben in Massenanteilen [%]



Kalkstein – das Beste für den Beton

Beton besteht aus den drei Komponenten Zement, Wasser und Gesteinskörnung. Gebrochener und zu Edelsplitt oder Edelbrechsand aufbereiteter Kalk- und Dolomitstein hat sich als Gesteinskörnung für Beton besonders bewährt. Er erfüllt die besonderen Anforderungen der EN 12620 – Gesteinskörnungen für Beton.

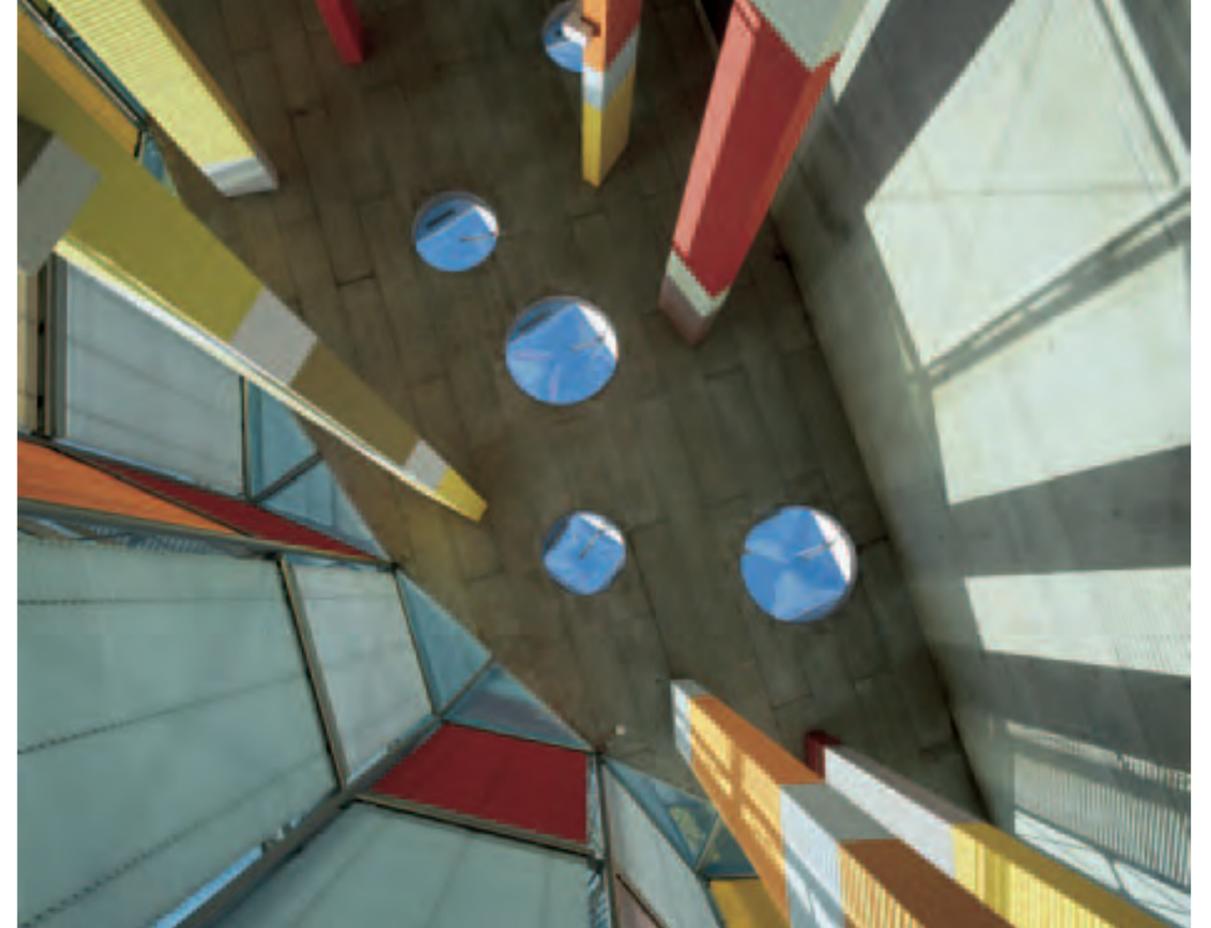
Beton mit Kalkstein und Dolomitstein als Zuschlag erreicht hohe Druck-, Biegezug- und Spaltzugfestigkeiten. Der Grund: Kalkstein geht durch die enge Verwandtschaft mit dem Bindemittel Zement eine besonders haltbare Verbindung ein. Bemerkenswert ist die schnelle Entwicklung hoher Festigkeiten, die Grünstands- und Frühfestigkeit. Betonfertigteile mit Kalkstein als Gesteinskörnung können früher ausgeschalt werden, weil der Beton schneller fest wird. Das spart Zeit und Geld.

Positive Effekte

Die geringe Wärmedehnung der Gesteinskörnung aus Kalkstein ist bei Massenbeton, wie er zum Beispiel



Modernes Bauwerk aus Sichtbeton mit Kalkstein



Auch außergewöhnliche Gestaltungsformen sind mit Kalkstein möglich

im Talsperrenbau verwendet wird, vorteilhaft. Daher führt die geringe Wärmedehnung bei Hitzeentwicklung zum vermehrten Einsatz von Kalksteinkörnungen überall dort, wo Beton hohen Temperaturen ausgesetzt ist. Damit ist die Sicherheit der Menschen in solchen Gebäuden besonders gewährleistet. Bauteile mit erhöhtem Feuerwiderstand können mit Kalksteinbeton wirtschaftlicher dimensioniert werden.

In Sichtbeton kann Kalkstein als Gesteinskörnung optisch interessante Effekte schaffen und als gestaltendes Element wirken, da er in verschiedenen Farben auftritt.

Außerdem bietet die ständige Güteüberwachung von Kalksteinkörnungen für Beton eine der besten Voraussetzungen für einen dauerhaften Beton.

Kalksteinmehl als häufig eingesetzter Betonzusatzstoff verbessert gezielt bestimmte Eigenschaften des

Betons. Im Portlandkalksteinzement ist er genormter Bestandteil des Bindemittels.

Geformte Mauersteine aus Kalk

Von den wichtigsten Innovationen in der Baugeschichte sind zwei besonders hervorzuheben: Die Erfindung des Kalksandsteins und des Porenbetons haben sich auf die Bauweisen nachhaltig positiv ausgewirkt. Die Besonderheit dieser weißen, kalkgebundenen Steine liegt darin, dass sie nur aus natürlichen Stoffen bestehen und keinen Brennprozess durchlaufen müssen.

Der Name gibt bereits Aufschluss über die Zusammensetzung des Kalksandsteins: Feinkalk, Sand und Wasser werden innig durchgemischt und ergeben eine Rohmasse, die in großen Pressen zu Steinen geformt wird. Diese gepressten „Rohlinge“ werden



anschließend in Druckkessel, die „Autoklaven“, gefahren und unter Dampfdruck bei Temperaturen zwischen 160 und 220 °C gehärtet.

Diese Art der Härtung wird technisch als Hydrothermalsynthese bezeichnet. Das bedeutet nichts anderes, als dass aus der Reaktion von Kalk und Quarzsand neue Kristalle hoher Festigkeit entstehen. Sie geben dem Kalksandstein seine Dichte und Stabilität. Außen- und Innenwände aus Kalksandstein bleiben auch bei Feuer standfest.

Pro 1.000 Normalsteine rechnet man mit einem Verbrauch von ca. 200 bis 300 kg Branntkalk. Jeder dritte in der Bundesrepublik verwendete Mauerstein ist ein Kalksandstein.

Attraktiv und leise: Kalksandstein

Die hohe Maßhaltigkeit und die weiße Farbe haben diese Steine für die Architekten attraktiv gemacht. So werden sie als gestaltendes Bauelement eingesetzt, zum Beispiel für Sichtmauerwerk innen und außen. Künstlich gebrochene Kalksandsteine ergeben ganz besondere Strukturen, die den Bauten Individualität verleihen.

Ein wichtiger technischer Vorteil von Kalksandstein ist die hohe Schalldämmung. Der massive Stein schluckt allen Lärm.

Die Wände gleichen durch das Kapillarverhalten und durch ihr Speichervermögen kurzfristige Schwankungen von Temperatur und Feuchtigkeit aus. Damit erreicht man ein gesundes, gleichmäßiges Wohnklima.

Leicht und warm: Porenbeton

Gegenüber dem Kalksandstein wirkt der Porenbeton wie ein Leichtgewicht. Aus den Zutaten Quarzsand, Kalk, Wasser und Zement entsteht durch die Zugabe von etwas Aluminium ein völlig anderer Baustoff.

Die Mischung aus gemahlenem Quarzsand sowie den Bindemitteln Kalk und Zement wird mit Wasser zu einem dünnflüssigen Brei zusammengemischt. Dem wird dann Aluminiumpulver zugegeben, das mit dem Wasser und dem Kalk reagiert – es entsteht Wasserstoff, der Millionen kleinster Poren bildet. Dadurch schäumt die Mischung zu einem Block auf. Nach dem Ansteifen und vor dem Härten wird der Porenbetonblock durch leichte Bandsägen zerschnitten. Die Steine erhalten die gewünschten Maße.

Der natürliche Kalk gibt diesem Baustoff seine wichtigste Eigenschaft: Hervorragende Wärmedämmung bei geringem Gewicht. Die Luft in den beim Aufschäumen gebildeten kleinen Poren ist die beste Isolation und hält die teure Heizwärme im Raum fest, gleicht aber Feuchtigkeitsschwankungen aus und sorgt damit für ein gesundes Raumklima.

Porenbeton ist auch ein guter Schalldämpfer, denn seine Poren absorbieren den Schall, ohne ihn zu reflektieren. Außerdem ist Porenbeton gemäß Norm nicht brennbar. Je Kubikmeter Porenbeton werden etwa 150 bis 175 kg Branntkalk benötigt.



Die hohe Schalldämmung ist ein besonderer Vorteil der Kalksandsteine



Der natürliche Kalk gibt dem Porenbeton seine wichtigste Eigenschaft: Hervorragende Wärmedämmung bei geringem Gewicht



Die beste Idee seit
Erfindung des Rades

Kalk im Straßenbau

Wenn Kalk unter die Räder gerät, dann tut er das als Bestandteil von Asphalt oder Beton im Verkehrswegbau. In Straßen und anderen befahrbaren Flächen eingebaut verbessert Kalk die Baustoffe so, dass sie der täglichen Belastung durch PKWs, LKWs, Züge oder Flugzeuge über sehr lange Zeit ausgezeichnet standhalten können. Und unter dieser Oberfläche bildet oft ein Gemisch aus Kalkstein und Mineralien die so

genannte Trag- oder Frostschuttschicht. Bereits vor dem Bau von Straßen oder Häusern trägt Kalk zu deren Haltbarkeit bei, wenn er vor dem Verdichten des Untergrundes in diesen eingefräst wird. Er entzieht dem Boden überflüssiges Wasser, macht ihn fester und frostbeständiger und verbessert damit nachhaltig die Tragfähigkeit des Bodens.



Kalk und Kalkstein – nur in der Straße unter den Rädern

Straßen stellen nicht nur die Versorgung der Menschen mit allen wichtigen Gütern sicher. Sie fördern auch die Kontakte und den Meinungs austausch der Menschen untereinander und leisten der sozialen Entwicklung der Gemeinschaft Vorschub. Straßen ermöglichen die berufliche Mobilität und bringen die Menschen in der Freizeit der Natur näher.



Straßen müssen dauerhaft sein, sie müssen Frost- und Witterungsbelastungen widerstehen. Häufige Instandsetzungsmaßnahmen führen aufgrund der zwangsläufig entstehenden Staus zu kaum bezifferbaren volkswirtschaftlichen Schäden. Außerdem müssen die Straßen gut ausgebaut sein und sich in Natur und Landschaft einpassen.

Der Einsatz von Kalk und Kalkstein im Straßenbau hat sich seit Jahrtausenden bewährt. Das gilt für alle Arten von Straßen, von der Autobahn bis zum Fußweg. Kalk verbessert z. B. die Eigenschaften von Asphaltstraßendecken so, dass sie auch den harten Beanspruchungen dichten Innenstadtkverkehrs auf Dauer gewachsen sind. Das gilt auch für andere Verkehrsflächen wie Parkplätze, Betriebshöfe, Flugplätze, Gleisanlagen etc.

Solider Unterbau und frostsichere Tragschicht

Kalkstein findet in allen Schichten des Straßenbaus Verwendung. Gebrannte Kalkprodukte verfestigen und verbessern den Untergrund oder Unterbau von Straßen und schaffen eine solide Unterlage für den Straßenoberbau.

Der Straßenoberbau beginnt (auf dem Unterbau) mit den Tragschichten. Die unterste Schicht, die so genannte erste Tragschicht oder Frostschutzschicht, besteht aus Kalksteinmineralgemisch; dafür werden Kalksteine unterschiedlicher Größe nach einer definierten Sieblinie zusammengestellt.

Auf die Frostschutzschicht werden weitere Tragschichten aufgebracht, die entweder ungebunden oder mit bituminösen oder hydraulischen Bindemitteln gebunden sind.

Stabile Deckschicht

Die Oberfläche einer Straße bilden entweder eine Asphaltbinder- und Asphaltdeckschicht oder eine reine Betondecke. Für alle diese Schichten sind Kalkstein und Kalksteinmehl gut geeignet. Kalkstein und Bitumen haben eine genauso hervorragende Haftfähigkeit zueinander, wie Kalkstein und Zement. Aus diesem Grunde sind Kalksteinmehl und Kalkstein in vielen Fahrbahnbefestigungen aus Asphalt und Beton zu finden. Die strenge Güteüberwachung, der alle Kalkprodukte unterliegen, garantiert für die Qualität des eingesetzten Materials.

Das gesamte Netz der Straßen in Deutschland hat eine Länge von ca. 627.000 km. Dieses Gesamtnetz unterteilt sich in die Straßenklassen Autobahnen (ca. 11.000 km), Bundesstraßen (ca. 41.000 km), Land- und Kreisstraßen (ca. 179.000 km) und Gemeindestraßen (ca. 396.000 km). Nur für die Bundes-Autobahnen (BAB) ist die Verteilung der verschiedenen Deckenarten bekannt. Gussasphaltdecken haben



einen Anteil von 46 %, Betondecken einen Anteil von 28 % und Asphaltbetondecken von ca. 26 %. Aus der eigenen Anschauung heraus weiß jeder Autofahrer, dass in den anderen Straßenklassen der Anteil der bituminös gebundenen Decken noch weitaus höher ist als auf den Bundesautobahnen. Asphalt ist somit der für den Straßenbau – speziell für die Straßen-decken – in Deutschland am meisten verwendete Baustoff.

Der Gebrauchswert dieser Asphaltbefestigungen ist hinsichtlich ihres Widerstandes gegenüber bleibender Verformung, z. B. Spurrinnen, Rissbildung und Verschleiß, in starkem Maße von den Eigenschaften der verwendeten Komponenten Mineralstoffe und Bitumen abhängig.

Stark gegen Wasserschäden

Neben den Komponenten des Asphalts spielt natürlich auch die Bauweise der Schicht eine Rolle. Durch die Einwirkung von Wasser auf Asphalt kann der Haftverbund zwischen den verwendeten Mineralstoffen und den eingesetzten Bindemitteln derart geschwächt werden, dass es zu einer Trennung der beiden Komponenten kommt (Stripping). Dieser Vorgang führt zu einem zunehmenden Festigkeitsverlust und erhöht den Verschleiß (Substanzverlust). Hierdurch kommt es zu einer stark verkürzten Nutzungsdauer der Asphaltbefestigung und damit verbunden zu höheren wirtschaftlichen Aufwendungen.

Aus Ergebnissen früherer Untersuchungen des Bundesverbandes der Deutschen Kalkindustrie ist die quellungshemmende Wirkung des Kalks durch freie Calciumionen im Asphalt erwiesen. Nach amerikanischen Untersuchungen kann das Haftvermögen (Adhäsion) zwischen den Mineralstoffen und den Bindemitteln sowie das Alterungsverhalten (oxidative Alterung) des bituminösen Mörtels durch Zugabe von Kalkhydrat im Asphalt verbessert werden.



Mobil durch Kalk

Jüngere Untersuchungen der Forschungsgemeinschaft Kalk und Mörtel belegen, dass durch die Zugabe von Kalkhydrat vorhandene freie Calciumionen dieses Quellen verhindern können. Auch die Haftung des Bitumens am Gestein wird deutlich verbessert. Die Zugabe von nur 2 % Kalkhydrat reduziert Quellung und Zugfestigkeitsverlust eines Asphaltbetons um je rd. 50 %. Die Wirkung der feinen Kalkhydrate im Füller sorgt außerdem für mehr Stabilität der Asphaltdecke und setzt damit der Spurrinnenbildung mehr Widerstand entgegen. Dies wird darüber hinaus durch den positiven Einfluss des Kalkhydrats auf die Alterung des Asphalts unterstützt: Das Bindemittel Bitumen versprödet langsamer.

Seit Herbst 2000 werden diese im Labor gefundenen Erkenntnisse an zwei neu gebauten Strecken im normalen Straßenverkehr überprüft. Im Januar 2002 wurden die ersten Proben entnommen. Die vorliegenden Ergebnisse sind überaus positiv. Der Einsatz von Kalkhydrat im Asphalt führt nachweislich zu einer Verbesserung der Asphalteeigenschaften in Bezug auf das Langzeitverhalten: Die Lebensdauer der Asphaltbefestigungen auf den besonderen Beobachtungsstrecken verlängert sich durch die Zugabe von Kalkhydrat. Man kann mit Fug und Recht behaupten, dass Kalk die Zahl der Straßenbaustellen reduziert und letztendlich den Verkehrsfluss fördert.



Die Asphaltdeckschicht mit Kalkstein wird aufgebaut



Kalkstein und Kalk werden in allen Schichten des Straßenbaus eingesetzt

Ohne Schieflage: Kalk verfestigt und verbessert Böden

Nicht nur auf, auch unter der Straße leistet der Kalk gute Dienste. Denn jede Straße, jeder Platz braucht eine solide Unterlage. Aber oft ist das Erdreich nicht tragfähig genug. Zu trockene oder zu nasse Böden lassen sich auch mit schweren Walzen nicht verdichten. Die Folgen unzureichender Tragfähigkeit von Böden sind am berühmten Turm von Pisa abzulesen.



Befüllen eines Streufahrzeuges zur Bodenverbesserung mit Kalk

Um solche Entwicklungen zu verhindern, muss der Boden vor dem Bauen qualitativ verbessert und verfestigt werden.

Dafür wurde bereits im Altertum die Methode der Bodenverbesserung und Bodenverfestigung mit Kalk eingesetzt. Schon die Römer und Chinesen wussten, dass Kalk dem Boden Wasser entzieht und so die Tragfähigkeit des Bodens verbessert. Im Endeffekt wird der Boden dauerhaft fest, unempfindlich gegen das Eindringen von Wasser und somit frostbeständig. Untersuchungen an Straßenunterbauten, die mit Kalk verbessert oder verfestigt wurden, zeigen auch noch nach Jahrzehnten eine dauerhaft höhere Stabilität des Untergrundes.



Vergraben und Verdichten spart Energie

Die Technik ist heute hoch entwickelt. So wird der Kalk mit speziellen Fräsen in den Boden eingemischt. Dabei ist die Dosierung abhängig von den spezifischen Verhältnissen vor Ort. Anschließend wird der Boden mit Walzen (Schafffußwalzen) verdichtet. Durch die chemischen und physikalischen Prozesse zwischen Kalk und Bodenbestandteilen entsteht eine neue Bodenstruktur.

Der Vorteil der Bodenstabilisierung mit Kalk liegt nicht nur darin, dass diese Methode relativ preisgünstig ist, sondern auch in der Verbesserung des Bodens vor Ort. Er braucht nicht durch andere Böden

ausgetauscht zu werden. Damit entfallen der Abtransport und die Deponierung von vielen Tausenden oder Millionen Kubikmetern ungeeigneten Bodens und der Antransport neuer Baustoffe. Die Umwelt wird entlastet.

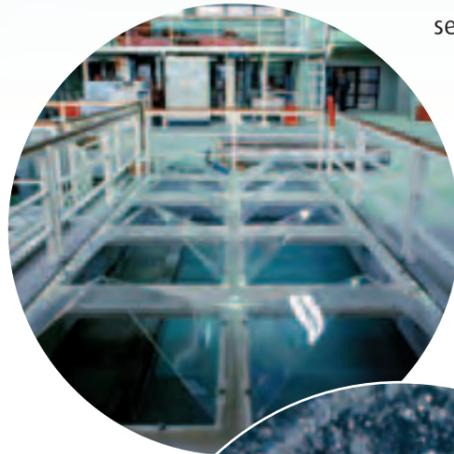


klare Sache:

mit Kalk sind
alle Wasser
gewaschen

Kaum bemerkt, spielt das Wasser für alle Menschen, Tiere und Pflanzen eine lebenserhaltende Rolle. Doch bevor es durch unsere Leitung oder in unser Glas fließt, durchläuft es einen mehrstufigen Aufbereitungsprozess. Unser Trinkwasser wird aus Grund- oder Oberflächenwasser gewonnen. Je nach Ausgangshärtegrad wird es dann unter Zugabe von Kalk weicher oder härter gemacht, auch der pH-Wert wird neutralisiert. Mit Hilfe verschiedener Kalkprodukte werden Schwermetalle, wie z. B. Blei und Cadmium, aus dem Wasser entfernt und gebunden, so dass sie gut entsorgt werden können.





Auch wer bei Reichtum zuerst an Gold, Häuser oder Aktien denkt, weiß genau, dass er mit diesen Gütern allein nicht überleben kann. Ohne Wasser ist kein Mensch, aber auch kein Tier und keine Pflanze auf Dauer lebensfähig. So besagt auch Artikel I der Wassercharta des Europarates: „Ohne Wasser gibt es kein Leben, Wasser ist ein kostbares, für den Menschen unentbehrliches Gut.“

Trinkwasser wird aus Grund- und Oberflächenwasser gewonnen. In der Regel erfolgt eine Aufbereitung des Rohwassers zu gebrauchsfertigem Trinkwasser, da es entweder zu weich oder zu hart ist und Metallverbindungen oder Keime enthalten kann.

Bei sehr hartem Wasser ist ein hoher Kalkgehalt vorhanden, so dass sich beim Erhitzen Kesselstein (Calciumcarbonat) bildet und ausfällt. Dies führt zur Belagbildung an Wärmeüberträgern und zur Verstopfung von Leitungen.

Andererseits ist bei sehr weichem Wasser Kohlensäure vorhanden, die Rohrleitungen korrodieren.

Bei der Trinkwasseraufbereitung spielt Kalk eine große Rolle. In drei Verfahrensschritten wird er ver-

wendet und sorgt damit für eine gute Qualität des Wassers:

- ▶ Enthärtung – Ausfällung der Härtebildner,
- ▶ Aufhärtung – Abbinden der überschüssigen Kohlensäure,
- ▶ Neutralisation – Einstellung eines neutralen pH-Wertes.

In Deutschland wird Trinkwasser sehr häufig aus dem Grundwasser gewonnen. Das Grundwasser ist aber in verschiedenen deutschen Regionen zunehmend mit Schwermetallen belastet. Die öffentliche Wasserversorgung durch Grundwasser ist daher in Zukunft nur sichergestellt, wenn es funktionierende Aufbereitungsverfahren zur Entfernung dieser Schwermetalle gibt. In einem Forschungsvorhaben wurde nachgewiesen, dass bei der Aufbereitung von Rohwasser das Verfahren der Schnellentcarbonisierung mit Kalkprodukten hervorragend zur Entfernung von Nickel, Blei und Cadmium sowie von Eisen geeignet ist.

Die Forschungsgemeinschaft Kalk und Mörtel e.V. und das Rheinisch-Westfälische Institut für Wasserfor-



schung gemeinnützige GmbH haben im Rahmen dieses mit Mitteln des BMWi durch die AiF geförderten Forschungsvorhabens gemeinsam diese Untersuchungen durchgeführt.

Bei industriellen Abwässern ist die Entfernung von Schwermetallen längst Stand der Technik. Die Elimination von Schwermetallen aus kontaminierten Grund- und Oberflächenwässern für die Trinkwasserversorgung bereitet dagegen Probleme, weil die Ausgangskonzentrationen der Schwermetalle im zu behandelnden Wasser zumeist weit

unter den Konzentrationen von bereits gereinigten industriellen Abwässern liegen.

Außerdem sind die zu behandelnden Wassermengen in der Trinkwasseraufbereitung sehr viel größer als in industriellen Abwasserreinigungsanlagen.

Das Verfahren der Schnellentcarbonisierung bietet hervorragende Voraussetzungen dafür, die Schwermetalle zum überwiegenden Teil in Calciumcarbonatpellets einzubinden. Sie fallen damit in einer gut zu entsorgenden Form an.

Reine Luft,
sauberes Wasser:

Das Allheilmittel



Kalk übernimmt in der Umwelt viele Aufgaben. Er eignet sich nicht nur durch seine Eigenschaften, sondern gerade auch auf Grund seines natürlichen Vorkommens für den universellen Einsatz im Umweltschutz und wird allgemein akzeptiert. Bei der Reinigung von Abgasen sorgt Kalk für eine möglichst niedrige Belastung der Luft mit Schadstoffen und die Einhaltung von festgelegten Emissionswerten. Kranke Bäume können durch eine Bodenkalkung geheilt werden, die den pH-Wert des Bodens anhebt; eine Rauchgasentschwefelung mit Kalk wirkt anschließend einer weiteren Versauerung der Böden entgegen. In Kläranlagen reinigt Kalk die Abwässer und entfernt dabei die Rückstände aus Haushalten, Lebensmittel aufbereitenden Betrieben, medizinischen Einrichtungen und Industrie.

Kalk im Umweltschutz

Am Ende des 20. Jahrhunderts hat sich nicht nur in der breiten Öffentlichkeit ein Bewusstsein für den schonenden Umgang mit der Umwelt entwickelt, sondern auch in der nationalen und europäischen Politik wurden über die Gesetzgebung viele Weichen gestellt, um die Biosphäre zu schützen.

Die Biosphäre gliedert sich in die klassischen Bereiche Wasser, Luft und Boden. Diese Bereiche stehen in einem intensiven Stoffaustausch, so dass der Eintrag von Schadstoffen durch menschliches Handeln soweit wie möglich zu reduzieren ist. Die ganzheitliche Betrachtung führt unwillkürlich zur Forderung nach naturnahen Produktionsverfahren.

Kalk ist besonders geeignet für einen dementsprechenden Einsatz, denn er kommt aus der Umwelt, wird für den Schutz der Umwelt eingesetzt und eignet sich auch danach zu einem Wiedereinsatz in der Umwelt nach dem Motto: Aus der Umwelt – für die Umwelt – in die Umwelt.

Säubernde Eigenschaften

Die Allgemeinbezeichnung Kalk steht für eine Reihe von Kalkprodukten, die durch Aufbereitung und Veredelung natürlicher Carbonatgesteine hergestellt



Modernes Großkraftwerk



werden. Hauptbestandteil der Carbonatgesteine ist Calciumcarbonat. Man unterscheidet ungebrannte (Carbonate), gebrannte (Oxide) und gelöschte (Hydroxide) Kalkprodukte. Mittlerweile werden mehr als 20 % der gesamten Branntkalkproduktion für den Einsatz im Umweltschutz geliefert.

Das große Einsatzspektrum von Kalkprodukten im Umweltschutz lässt sich erklären durch die:

- basischen Eigenschaften (Neutralisierung von Säuren),
- Bildung wasserunlöslicher Produkte (Bildung unlöslicher Verbindungen mit den meisten chemischen Stoffen),
- Wasser entziehende Wirkung (Verfestigung wasserhaltiger Schlämme),
- hygienisierende Wirkung (keimtötende Bedingungen),
- carbonisierende/entcarbonisierende Wirkung (Einstellung der Wasserhärte).

Kalkeinsatz in der Abgasreinigung

Die Erzeugung von Energie aus fossilen Brennstoffen ist immer mit Emissionen verbunden. Dabei entstehen neue Verbindungen der Stoffe, welche die Natur im fossilen Brennstoff vereint hat. Bei der Verbrennung können je nach Einsatzmaterial und Feuerungsaggregat die folgenden Verbindungen über den Abgasweg in die Luft gelangen:

- saure Gase (Chlorwasserstoff und andere Halogenwasserstoffe, Schwefeldioxid),
- Stickstoffoxide (Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid),
- Kohlenstoffoxide (Kohlenmonoxid, Kohlendioxid),
- gasförmige Metallverbindungen (z. B. Quecksilber),
- organische Spurenstoffe (Dioxine, Furane),
- Staub.

Für alle diese Stoffe hat der Gesetzgeber Emissionsgrenzwerte erlassen, die in jedem Fall eingehalten werden müssen.



Beispiel einer Rauchgasreinigungsanlage

Reinigungsverfahren

Mit Kalk und seinen Veredelungsprodukten lassen sich in verschiedenen Verfahren die sauren Gase, die gasförmigen Metallverbindungen und die organischen Spurenstoffe aus dem Abgas entfernen. Die Wahl des geeigneten Verfahrens richtet sich nach der Rohgasbelastung, der zu erzielenden Abscheideleistung und dem Verwertungsweg des aus der Abgasreinigung gewonnenen Reaktionsproduktes.



Kalk mindert die Boden- und Wasserversauerung und erhöht damit die Widerstandsfähigkeit des Waldes

Man unterscheidet:

- das Trockenadditivverfahren, bei dem Kalk mit dem Brennstoff in den Feuerraum eingebracht wird, um die Schadstoffbindung schon am Entstehungsort einzuleiten,
- das Trockensorptionsverfahren, bei dem Kalk in den Abgasstrom eingedüst und das Reaktionsprodukt über Filter zurückgehalten wird,
- das Sprühabsorptions- oder Quasitrockenverfahren, bei dem eine wässrige Kalksuspension in den Abgasstrom eingedüst wird und das Reaktionsprodukt über Filter zurückgehalten wird, sowie
- das Nasswaschverfahren, bei dem die Abgasinhaltsstoffe mittels Wasser unter Zusatz von Kalk ausgewaschen und die gelösten Reaktionsprodukte anschließend aus dem Waschkreislauf entfernt werden.

Der Wald braucht Kalk

Mitte der 70er-Jahre schreckte eine Nachricht die Deutschen – schon immer mit einem besonders engen Verhältnis zu „ihrem“ Wald ausgestattet – auf: Der Wald stirbt. Ganze Wälder zeigten die deutlichen Zeichen eines Calcium- und Magnesiummangels, der durch die Versauerung des Bodens entsteht. Den Grund für die Versauerung fand man schnell in den jahrzehntelangen extremen Schwefeldioxid- und Stick-



oxidemissionen unserer Zivilisation. Hohe Investitionen in eine funktionierende Rauchgasentschwefelung mit Kalk konnten jedoch nur die zukünftige Versauerung verhindern – zur Behebung der schon vorhandenen Schädigungen bedurfte es einer ergänzenden Methode.

Heilung und Vorsorge

Mit der Waldkalkung – seit jeher zur Steigerung der Forsterträge bekannt – entwickelte die Forstindustrie in enger Zusammenarbeit mit der Kalkindustrie und ihrem Verband ein probates Mittel, den Kalk- und Magnesiummangel schnell zu beheben und den Boden wieder zu beleben. Durch eine pH-Wert-Anhebung, also eine Aufkalkung der Waldböden, kann die

Widerstandsfähigkeit der Bäume erheblich erhöht werden. Je nach Standort werden die Düngemitteltypen Kohlensäurer Kalk, Kohlensäurer Magnesiumkalk oder Kohlensäurer Magnesiumkalk mit Phosphat verblasen oder mit dem Hubschrauber über den Wäldern verstreut. Alle Versuche zeigen, dass die Vitalität der Bäume steigt. Die dem Boden entzogenen Nährstoffe werden ersetzt. Die Humusqualität wird entscheidend verbessert.

Der Waldboden ist nicht nur für das Wachstum der Pflanzen wichtig, er filtert auch das Regenwasser und entscheidet damit über die Qualität des Trinkwassers, das häufig aus den Böden großer Waldgebiete gewonnen wird. Deswegen spricht man heute richtiger von der Boden- und Wasserschutzkalkung, statt von der Waldkalkung.

Auch wenn mittlerweile die schädlichen Emissionen drastisch reduziert werden konnten, lagert im Boden durch die jahrzehntelange Belastung noch eine schwere Hypothek. Deshalb werden auch heute pro Jahr rund 1% der Waldfläche (ca. 110.000 ha) durch modernste Verblasegeräte mit etwa 500.000 t kohlenstoffsaurem Kalk versorgt.

Kalkeinsatz in der Abwasserreinigung

In der Wassercharta des Europarates heißt es im Artikel V: „Verwendetes Wasser ist den Gewässern in einem Zustand zurückzuführen, der die weitere Nutzung für den öffentlichen wie für den privaten Gebrauch nicht beeinträchtigt.“

Die Quellen für die Verunreinigung von Wasser sind im kommunalen Bereich vor allem Rückstände aus Haushalten:

- Körperpflege und Hygiene,
- Spülabfälle,
- Wäsche, Reinigungsmittel,
- Fäkalien.

Daneben gibt es Rückstände aus Lebensmittel aufbereitenden Betrieben (Schlachthof, Milchverarbeitung, Brauereien, Landwirtschaft usw.) und medizinischen Einrichtungen (Krankenhäuser, Arztpraxen usw.). Weiterhin gibt es Industrieabwässer, die, je nach Branche, die unterschiedlichsten chemischen Rückstände enthalten können.

Zur Einhaltung der europäischen Charta ist es daher unerlässlich, die umweltbelastenden Inhaltsstoffe aus dem Abwasser zu entfernen. Solche Stoffe sind u.a.:

- Säuren,
- Metallverbindungen,
- organische Schadstoffe,
- geruchsintensive Stoffe,
- anorganische Salze (z. B. Phosphat, Sulfat, Stickstoffverbindungen usw.).



Stufenweise Klärung

Die Abwasserreinigung wird meist in Kläranlagen durchgeführt und durchläuft dabei mehrere Stufen. In der mechanischen ersten Stufe werden durch Rechen, Sandfang und Vorklärbecken grobe Bestandteile, Sand und absetzbare Stoffe abgetrennt. Die biologische zweite Stufe bringt die restlichen gelösten Abwasserbestandteile in Kontakt mit Bakterien, Ein- und Mehrzellern. Diese Mikroorganismen leben vom Abbau der organischen Stoffe und vermehren sich dabei (Belebtschlamm).

Für den Einsatz von Kalk kommen vor allem die folgenden Verfahren in Frage:

- Neutralisation (Bindung von Säuren),
- Fällung (Entfernung von Metallverbindungen und anorganischen Salzen sowie Adsorption organischer Schadstoffe),
- Entfärbung (Adsorption von Farbstoffen),
- Stabilisierung (Unterstützung der biologischen Prozesse),
- Strippung (Wiedergewinnung von Ammoniak).

Als Rückstand aus der Abwasserreinigung verbleibt ein Schlamm, der überwiegend aus dem Belebtschlamm (Mikroorganismen) der Abwasserreinigung besteht und auf Grund seiner Inhaltsstoffe als Dünger für die Landwirtschaft geeignet ist.

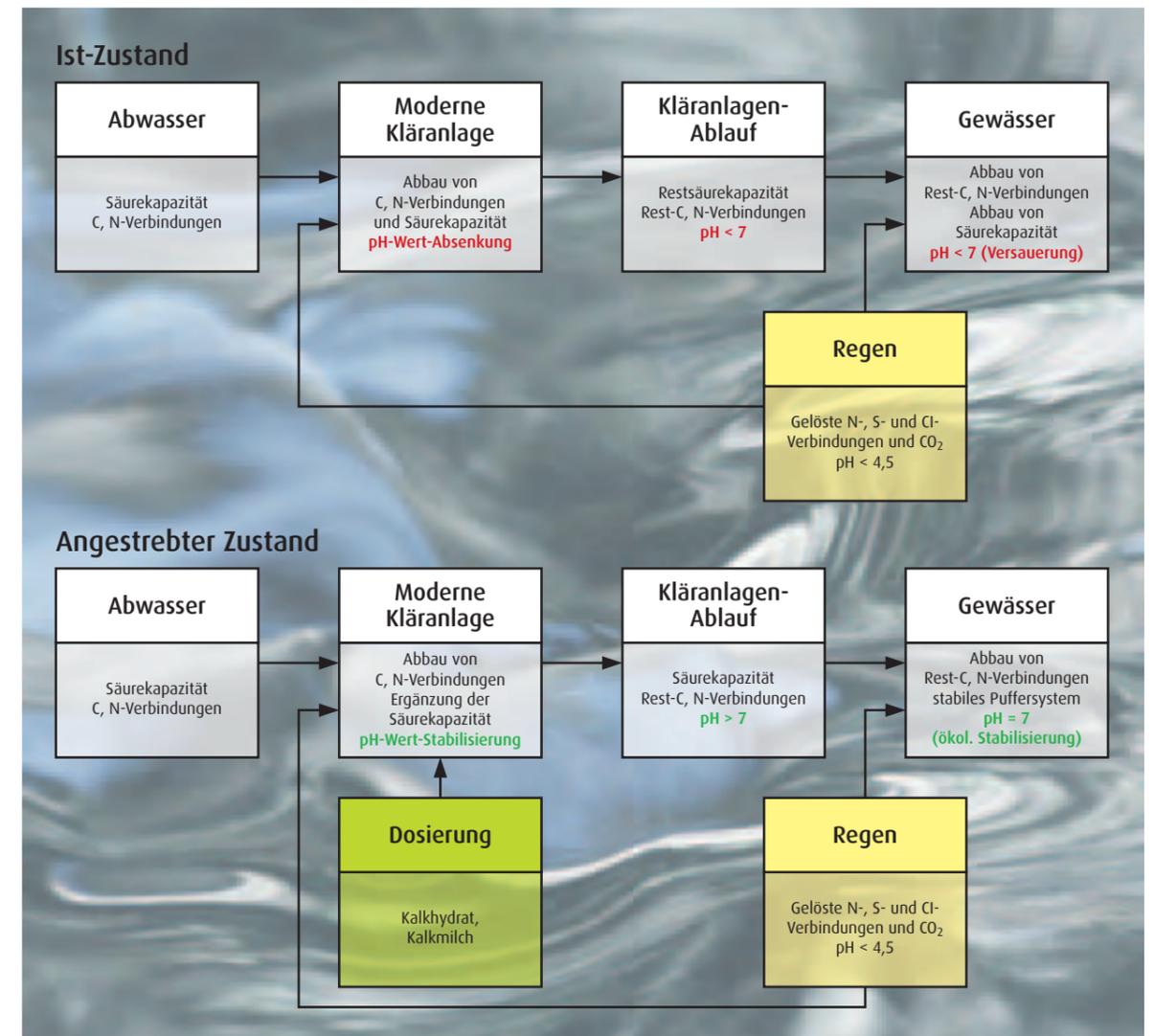


In der Kläranlage kann Kalk als natürlicher Wasserinhaltsstoff in allen Stufen der Abwasserreinigung zugegeben werden

Verbesserung der Gewässerökologie

Bei der Bewirtschaftung von Gewässern gibt das neue Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vor, dass eine Beeinträchtigung ihrer ökologischen Funktion vermieden werden soll, um eine nachhaltige Entwicklung zu gewährleisten.

Die unzureichende Pufferung von Kläranlagenabläufen, in Verbindung mit sonstigen Säureinträgen (saurer Regen), führt im Gewässer zu empfindlichen Störungen der dort stattfindenden biologischen Vorgänge. In der Folge kommt es zur pH-Wert-Absenkung und damit zur Freisetzung von Schwermetall- und Aluminium-Ionen aus der mineralischen Bodensubstanz. Eine Anhebung bzw. Ergänzung der verbrauchten Säurekapazität (Hydrogencarbonatkonzentration) in Kläranlagenabläufen kann diesem Trend entgegenwirken. Durch eine gezielte Dosierung von Kalkhydrat lässt sich die Säurekapazität in Kläranlagenabläufen anheben, um so dem nachgeschalteten Gewässer genügend Pufferkapazität gegen eine Versauerung mitzugeben. Gegenüber anderen Verfahren



Ökologische Stabilisierung von Gewässern durch Kalkzugabe in der Kläranlage

bietet sich hier der Vorteil, dass das zur Bildung von Hydrogencarbonat benötigte CO_2 in der Belebungsstufe der Kläranlage entsteht. Somit lässt sich eine auf den nachgeschalteten Vorfluter abgestimmte Anhebung der Säurekapazität erreichen.

In nebenstehender Grafik werden die momentanen Auswirkungen von Kläranlagenabläufen am Beispiel des Ist-Zustands dargestellt. Durch den Abbau von Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen tritt eine Versauerung und damit eine pH-Wert-Absenkung auf.

Die Reststickstoff- und Kohlenstoffeinträge (gem. den gültigen Einleitbedingungen) bewirken im Gewässer einen weiteren mikrobiellen Abbau und damit eine weitere Abnahme der Säurekapazität. Die Darstellung des angestrebten Zustands zeigt, dass durch Zugabe von Kalkhydrat in der Kläranlage zusammen mit dem mikrobiell gebildeten CO_2 die Puffersubstanz Calciumhydrogencarbonat entsteht und somit der pH-Wert und letztlich die Ökologie im nachgeschalteten Gewässer stabilisiert werden kann.



Der Feld-, Wald- und Wiesenspezialist

Wirkstoff: Kalk.

Das Element Calcium ist ein unentbehrlicher Nährstoff für alle Pflanzen. Die Fruchtbarkeit eines landwirtschaftlich genutzten Bodens hängt neben dem Humusgehalt vor allem von einem ausgewogenen Kalkgehalt ab.

In jedem Jahr werden pro Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche rund 300 bis 450 Kilogramm CaO durch Niederschläge ausgewaschen. Die Pflanzen entziehen bei ihrem Wachstum weitere 50 Kilogramm CaO pro

Hektar. Ohne regelmäßigen Ersatz dieser Verluste würden die Böden bald unfruchtbar.

Deshalb ist die regelmäßige Kalkung in der Landwirtschaft seit dem 18. Jahrhundert normal. Denn Kalk neutralisiert saure Böden. Er beeinflusst die Bodenreaktion günstig, schädliche Säuren werden gebunden, Humus wird durch Kalk wieder aufgebaut. Die Fruchtbarkeit steigt an.



Außerdem beeinflusst Kalk die physikalischen Eigenschaften der Ackerkrume: Der Boden wird aufgelockert. Die Oberfläche kann auch nach starken Regenfällen nicht verschlämmen oder verkrusten.

Nur kalkreiche Böden bieten die Bedingungen, die die Bildung von Kleinlebewesen begünstigen. Ohne Kleinlebewesen ist aber eine Verbesserung des Bodens nicht möglich.



Bodensäuren müssen durch Naturkalk regelmäßig neutralisiert werden

Menschliche und tierische Organismen benötigen das Element Calcium als wesentlichen Bestandteil zum Beispiel des Knochengerüsts. Einseitige, kalkarme Ernährung kann zu Knochenerweichung und -brüchigkeit führen.

In der Landwirtschaft setzt man als Futterkalke gemahlene kohlen-saure (also ungebrannte) Kalke ein. Wie beim Düngekalk werden vom Gesetzgeber an die Zusammensetzung besondere Güteanforderungen gestellt.

Der in der Landwirtschaft übliche Kalkanstrich in den Ställen schützt vor Seuchen und Krankheiten, denn Kalk desinfiziert und hygienisiert. Die Viren, Salmo-



In der Teichwirtschaft wird Kalk zur Hygienisierung und Neutralisierung eingesetzt

nellen, Kolibakterien und das Ungeziefer in der Gülle werden durch Kalkzugabe ebenso vernichtet. Damit kann die Gülle gefahrlos auf die Felder aufgebracht werden.

Auch in der Teichwirtschaft wird Kalk für vielfältige Hygienisierungsmaßnahmen eingesetzt. Seine wichtigste Bedeutung neben der Neutralisierung der Gewässer liegt in der Vernichtung der für den Fischbesatz schädlichen Parasiten und damit in einer Verbesserung des Gesundheitszustandes der Fische.



Bei der Ernte zeigt sich der Erfolg

Mindestens
100 x täglich:

Das Leben ist Kalk



Seit Jahrhunderten bereits setzen die chemische Industrie und ihre Vorläufer in der Alchimie Kalk als besonders preiswerte Base für die Herstellung von anorganischen oder organischen Calciumverbindungen, als Reaktionsmittel bei chemischen Synthesen, zur Veränderung von pH-Werten, bei chemischen Umsetzungen, physikalisch-chemischen Aufbereitungsverfahren und zur Neutralisation ein. Kalk ist fast überall: In Zahnpasta, Seife

und Toilettenpapier begegnet er uns genauso wie in Butter oder Zucker. Das Waschmittel wie auch die Farbstoffe in unserer Kleidung enthalten Kalk; ebenso Dünge- oder Schädlingsbekämpfungsmittel, mit denen wir den Garten pflegen. Auch viele Nahrungsmittel, die Kopfschmerztablette, der Lederschuh und das Bier zum Feierabend werden unter Einsatz von Kalk produziert.



Kalk in der chemischen Industrie

Bei Temperaturen zwischen 1.800 und 2.100 °C werden Branntkalk und Kohle verschmolzen, und es entsteht Calciumcarbid. Für eine Tonne Calciumcarbid werden etwa 940 bis 990 kg Branntkalk benötigt.

Calciumcarbid ist zwar heute nicht mehr so bedeutend wie noch vor wenigen Jahren und Jahrzehnten. Das gilt vor allem für die chemische Industrie der ehemaligen DDR. Aber immer noch ist Calciumcarbid oder Kalkstickstoff ein bedeutender Grundstoff für die Herstellung von Düngemitteln, Acetylen (zum Schweißen) und vielen Kunststoffen (organische Synthese).

Kalk und Soda

Soda, Na_2CO_3 , ist ein bedeutender Grundstoff der modernen Industrie. Für die Herstellung von Glas, Waschmitteln, Seifen und Nahrungsmitteln wird sie ebenso verwendet wie für die Färberei und Bleicherei. Wir finden sie aber auch bei Farben, zum Beispiel Ultramarin, in Katalysatoren, Schädlingsbekämpfungsmitteln, in Zellulose oder anderen Stoffen.

Soda wird aus Steinsalz (NaCl) und Kalkstein in einem komplizierten chemischen Fällungs- und Filtrationsprozess gewonnen. Zur Erzeugung einer Tonne Soda werden 1.100 bis 1.250 kg Kalkstein verbraucht. Allein eine Million Tonnen Kalkstein gehen jährlich an



Zur Seifenherstellung wird Kalk benötigt

die deutschen Sodaproduzenten. Sie brennen daraus Kalk, da sie sowohl den Kalk als auch das frei werdende CO_2 in ihrem Produktionsprozess benötigen.

Kalk ist überall – jeden Tag

Die Fülle der Einsatzmöglichkeiten von Kalk in der chemischen Industrie lässt sich kaum beschreiben. Kalk ist notwendig zur Herstellung von

- ▶ Zitronensäure (Grundstoff für die Limonadenindustrie, aktive Reinigungssubstanz in Waschmitteln),
- ▶ mehrwertigen Alkoholen, Klebstoffen, Lacken, Farben und Pharmazeutika,
- ▶ Propylenoxid (unverzichtbarer Weichmacher in der Kunststoffindustrie),
- ▶ Kalkseifen (wichtiger Rohstoff für die Papierindustrie, für die Kunststoffindustrie; Schmier- und Gleitmittel in der Metallindustrie),
- ▶ synthetischen Gipsen für die Gipsabdrücke beim Zahnarzt,
- ▶ Glanzpigmenten, zum Beispiel für hochwertige Kunstdruckpapiere.
- ▶ Chemisch gefälltes Calciumcarbonat, das Calciumpräzipitat, begegnet uns in vielen Produkten des täglichen Bedarfs wie Zahnpasta, Kosmetika, Papier, Gummiwaren, Mineralfarben und Arzneimitteln.
- ▶ Zellstoff wird unter Einsatz von Calciumhydrogensulfit aus Holz gewonnen. Bei dieser Grundchemikalie wird der Kalkstein (wie bei der Soda) meist direkt in den Fabriken gebrannt.
- ▶ Für die Haarlockerung der getrockneten Tierhäute wird Kalk verwendet. Das heißt, bevor Lederwaren zum Verkauf gelangen, sind bereits 4 bis 8 kg Kalkhydrat pro 100 kg Tierhaut eingesetzt worden.



- ▶ Auch bei der Herstellung vieler Nahrungs- und Genussmittel wie Butter, Bier und Wein ist Kalk in der einen oder anderen Form beteiligt.

Kalk in der Glasherstellung

Aus einem Gemisch von Quarzsand, Soda, Pottasche und Kalkstein wird in der Glaswanne bei Temperaturen um 1.450 °C Glas erschmolzen. Kalk macht dabei als Härtebildner das Glas hart und dicht.

Für die Herstellung von einer Tonne Glas werden zwischen 200 und 350 kg Kalkstein benötigt.

Kalk und Zucker

Für die Zuckerindustrie ist Kalk unentbehrlich. Der auf 60 °C erwärmte dunkelgraue Rohsaft z. B. aus Zuckerrübenschnitzeln wird mit Kalkmilch versetzt. Bei dieser Vorkalkung flocken Nichtzuckerstoffe, vor allem Eiweiß, aus.



Glas: Ohne Kalk nicht möglich

Bei der nachfolgenden Hauptkalkung wird der Saft dann noch einmal mit Kalk versetzt (pro 100 t Saft braucht man 1 Tonne Kalk). Bei gleichzeitiger Kohlendioxidzuführung verbindet sich der Kalk zu Carbonatkristallen, die die ausgeflockten Nichtzuckerstoffe umhüllen. Sie werden anschließend ausfiltriert.



Auch in der Zuckerindustrie ist Kalk unentbehrlich

Das notwendige Kohlendioxid wird durch das Brennen des Kalksteins zu Kalk in der Zuckerfabrik selbst hergestellt.

Rund 800.000 t Kalkstein werden in den Zuckerfabriken pro Jahr verarbeitet. Das bedeutet, pro Tonne Rüben werden etwa 30 kg Kalk eingesetzt, je Tonne Rohzucker etwa 190 kg.

Weitere industrielle Verwendungen

Die Beispiele ließen sich auch für den industriellen Bereich beliebig fortsetzen:

- ▶ So verhindern im Steinkohlenbergbau Staubsperren aus Kalksteinmehl die Ausbreitung von Grubenexplosionen; Bergbaumörtel und -beton auf Kalkbasis sind für den Grubenausbau unentbehrlich.
- ▶ Bei der Raffination von Erzen zu Nichteisenmetallen (z. B. Kupfer, Gold, Silber, Uran, Magnesium, Aluminium) werden Kalksteinmehle zur Aufbereitung und Kalk als Neutralisationsmittel eingesetzt.
- ▶ Bei der Erdölförderung wird Kalksteinmehl zur Konditionierung der Bohrflüssigkeit gebraucht.



In vielen keramischen Glasuren findet Kalk Verwendung

An aerial photograph of a large-scale quarry and processing plant. The quarry is a deep, terraced excavation with multiple levels of rock. A network of dirt roads winds through the site. In the foreground, a large yellow truck is parked on a dirt road. The background shows a lush green landscape with rolling hills and a small town in the distance. The sky is clear and blue.

Der Schatz zu unseren Füßen

Ein Geschenk der Natur

Aus kleinsten Lebewesen, die vor Jahrmillionen auf den Meeresgrund gesunken sind, hat sich im Laufe der Zeit Massenkalk gebildet. Beim Abbau dieses Rohstoffs geht man sehr behutsam vor, jede mögliche Abbaustätte wird vorab beurteilt. Geophysikalische Methoden und Kernbohrungen geben Aufschluss über die Qualität des Gesteins, eine Kartierung erleichtert den Abbau im Hinblick auf Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit.

Die Genehmigungsbehörden wägen alle anstehenden Interessen gegeneinander ab, bevor sie die Stätte für den Abbau freigeben.

Nachdem der Abraum abgetragen ist, kann das Gestein gesprengt und als Haufwerk verladen werden. Der Kalkstein wird gesäubert und anschließend sortiert.

Rohstoff aus Knochen und Schalen

Die meisten Kalksteinlagerstätten in Deutschland sind vor Jahrmillionen in ehemaligen Meeren entstanden. Skelette und Schalen von Lebewesen, die an der Meeresoberfläche lebten, sanken nach ihrem Tod auf den Meeresgrund und setzten sich dort als Kalkschlamm ab. Teilweise reagierte dieser Schlamm mit magnesiumhaltigen Wässern zu Dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Im Laufe der Zeit verfestigte sich der Schlamm zu dem Massenkalk, wie er heute in modernen Betrieben landschaftsschonend abgebaut wird.



Ammonit, ca. 170 Mio. Jahre alt

In anderen Gebieten bildete sich Kalkstein aus Riffkalken, die Korallen oder Kalkalgen im Flachseebereich aufbauten.

Auch im Süßwasser kann Kalkstein entstehen: in Form von Tropfsteinen, Sinterkrusten, Travertin und Seekreide. Sie haben aber im Vergleich zu den weit verbreiteten Meereskalken keine wirtschaftliche Bedeutung.

Gut für Umwelt und Wirtschaft

Der Abbau dieses wertvollen Rohstoffs der Natur aus den Kalksteinlagerstätten kann nur

sinnvoll unter Berücksichtigung verschiedener Faktoren erfolgen:

- Wirtschaftlichkeit,
- Umweltverträglichkeit,
- Qualität.

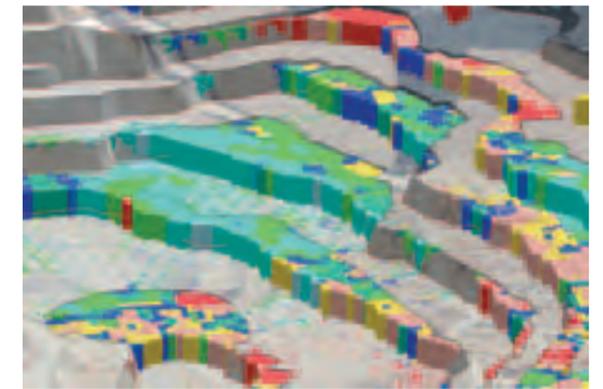
Diese Faktoren hängen maßgeblich von den natürlichen Gegebenheiten des Gesteins ab. Deshalb ist der genaue Kenntnisstand über die Kalksteinlagerstätten von entscheidender Bedeutung. Einlagerungen von Fremdgesteinen, Schlotten mit sandig-tonigen Sedimenten und andere Störungen, aber auch unterschiedliche Qualitäten des Rohsteins können den Abbau erheblich beeinträchtigen.

Erkundung der Lagerstätte

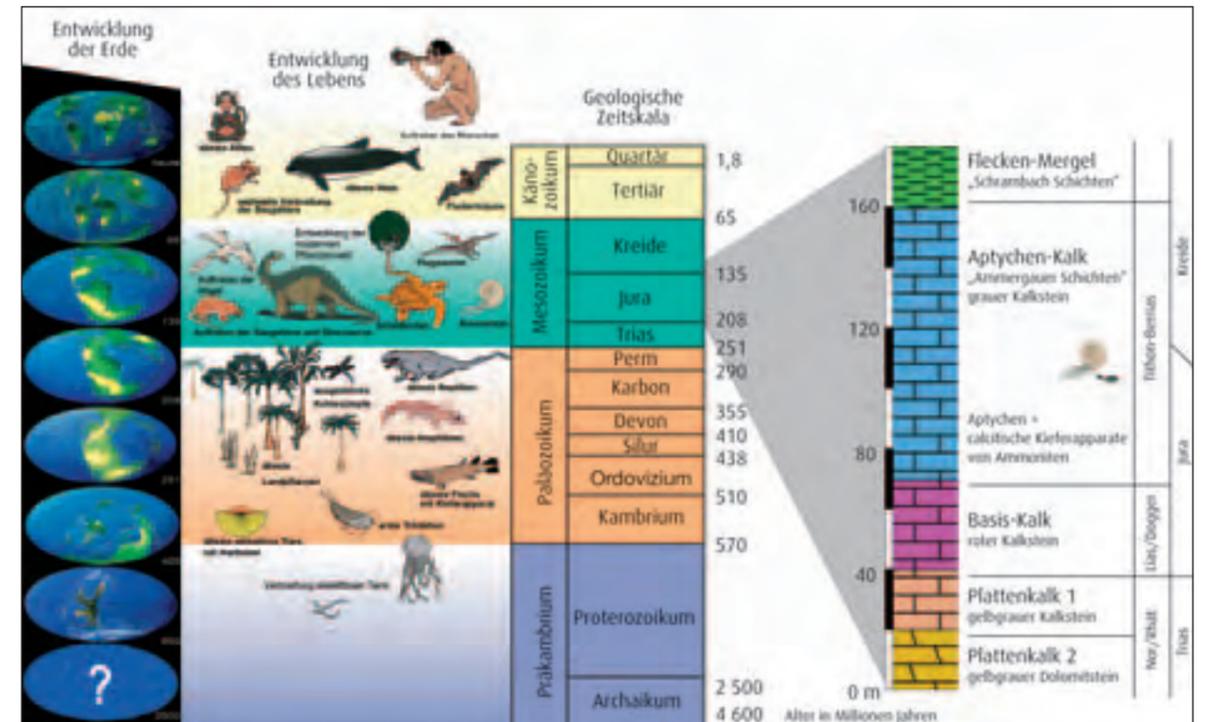
Der erste Schritt für den Kalksteinabbau ist deshalb die Exploration, d.h. die Erkundung der Lagerstätte. Mit modernen geophysikalischen Methoden wie Geoelektrik und Seismik wird die Lagerstätte erforscht.

Anschließend werden Kernbohrungen in genau berechnetem Raster bis in Tiefen von 350m niedergebracht. Die Lagerstätte wird kartiert, am Computer werden dreidimensionale Modelle entwickelt und auf ihre wirtschaftliche Abbaufähigkeit hin untersucht.

Gleichzeitig mit der Abbauplanung werden alle administrativen Schritte für die Eröffnung und den Betrieb eines Kalkwerks vorbereitet. Dabei ist eine Vielzahl von Gesetzen, Verordnungen und Verwaltungsvorschriften zu beachten.



Virtuelle Lagerstättenmodelle ermöglichen die optimale Ressourcennutzung



Alter von Kalk- und Dolomitgesteinen



Alle Interessen werden abgewogen

Die Genehmigungsbehörden prüfen die vorgelegten Unterlagen sehr genau. Dabei muss eine Vielzahl von Gesetzen, Verordnungen und sonstigen behördlichen Bestimmungen beachtet werden. So hat die Kalkindustrie nicht nur die immissionsschutzrechtlichen Vorschriften (Reinhaltung von Luft und Wasser, Minderung von Lärm und Erschütterungen) zum Schutz der Anwohner einzuhalten, sondern auch die Vorschriften des Natur- und Landschaftsschutzes.



Per Satellit kann die Qualitätsbeurteilung der Lagerstätte erfolgen

Die Anforderungen aus der Wasserwirtschaft fließen ebenso in die Planung ein wie auch die Straßen- und Verkehrsplanung und andere Vorschriften.

Die Werke der traditionsreichen Kalkindustrie sind fest in den Kalkregionen verwurzelt. Eigentümer und Mitarbeiter wohnen in der Regel in direkter Nachbarschaft des Kalkwerks. Deshalb besteht ein lebhaftes

Eigeninteresse an einem umweltschonenden Betrieb der Abbaustätte. Gleichzeitig trägt man aber auch Verantwortung für Arbeitsplätze und die Versorgung der Volkswirtschaft mit dem wichtigen Rohstoff Kalk. Beides kann durch überzogene Forderungen gefährdet werden.



Wenn alle erforderlichen Genehmigungen vorliegen, kann der Abbau beginnen.

Abräumen der Deckschichten

Fast alle Kalksteinlagerstätten in Deutschland sind von Deckschichten wechselnder Mächtigkeit überlagert. Sie müssen erst abgeräumt werden, bevor der Kalkstein abgebaut werden kann. Dieser Abraum wird mit Planiertrauben, Baggern oder Schaufelladern abgetragen und entsprechend den abgrabungsrecht-



Abbauplanung vor Ort

lichen Vorschriften geordnet abgelagert. Die Regeln für die Anlage und den Betrieb von Abraumhalden sind streng. Sie werden direkt in die Planungen zur Rekultivierung oder Renaturierung einbezogen. Während des Betriebs eines Steinbruchs dienen die Halden als Lärm- und Sichtschutz. Deshalb werden sie schon kurz nach dem Anlegen begrünt.

Nach der Abraumbeseitigung beginnt der eigentliche Kalksteinabbau. In der Regel wird der Kalkstein im Tagebau gewonnen. Es werden stufenförmige Abbausohlen entsprechend der Topografie der Lagerstätte gebildet.

Besondere Aufmerksamkeit fordert dabei die Wasserhaltung. Alles geschieht unter größtmöglicher Beachtung aller Interessen des Umwelt- und Naturschutzes. So wird zum Beispiel das abgepumpte Grundwasser zum Waschen der Steine verwandt und als Brauchwasser im Betriebskreislauf eingesetzt.



Großbohrlochmaschine

Baggern oder Sprengen?

Nur wenige Betriebe, meist in Kreidevorkommen im norddeutschen Raum, können ohne Sprengung abbauen. Die weiche Kreide wird dann mit Eimerkettenbaggern oder aber durch Schrappen mit Hydraulikbaggern gewonnen. In den meisten Betrieben muss das anstehende Gestein hingegen durch Sprengung gelöst werden.

Die Sprengverfahren sind im Laufe der Zeit immer weiter verfeinert worden, um die Gefahren durch den Sprengstoffeinsatz zu reduzieren und um die Erschütterungen zu minimieren. Heute werden je nach Topographie und mineralogischer Zusammensetzung des Steins die verschiedensten Sprengverfahren angewendet: Großbohrlochverfahren, Flächensprengun-

gen, Sprengen mit einem oder mehreren, teilweise elektronischen Zündern usw.

Gebohrt, gefüllt, gezündet

Allen Sprengverfahren ist jedoch gemein, dass mit Großbohrlochmaschinen in regelmäßigen Abständen Löcher mit Durchmessern von ca. 95 mm in den Stein gebohrt werden. Diese Bohrlöcher werden mit Sprengstoff gefüllt und anschließend mit elektrischen Zündern versehen. Die Sprengstoffe sind gegen



Durch Sprengung wird das Gestein gelöst

Schlag und Stoß unempfindlich; die Mischung der Einzelkomponenten Ammoniumnitrat und Diesel erfolgt am Bohrloch. Erst die elektrische Zündung löst die Explosion aus. Durch diese Sicherheitsmaßnahmen konnte die Unfallgefahr in diesem Arbeitsbereich drastisch reduziert werden.

Die Zünder in den Sprenglöchern (manchmal mehrere in einem Sprengloch) werden im Tausendstel-Sekunden-Abstand gezündet. Auch wenn für den Beobachter die Zündung scheinbar überall gleichzeitig erfolgt – er vernimmt auch nur einen Detonationsknall – bewirkt diese kurze Verzögerung eine Reduzierung der Erschütterung in der Umgebung auf ein Minimum.



Laden des Haufwerks

Abtransport

Durch die Sprengung wird das Gestein leicht angehoben und fällt als grobstückiges Haufwerk in unterschiedlicher Korngröße am Fuß der Wand zusammen. Nur wenige übergroße Gesteinsbrocken, die Knäpper, müssen nachträglich zerkleinert werden. Dies erfolgt meist durch eine rund 10 t schwere Eisenkugel, die von einem Bagger oder Radlader auf rund 5 m Höhe angehoben und dann auf den Knäpper fallen gelassen wird.

Der gesprengte Stein, das Haufwerk, wird vor der Wand durch Bagger (im Wesentlichen bewegliche Hydraulikbagger) oder schwere Radlader aufgenommen und auf Schwerlastkraftwagen (SKW) geladen. Ein großer Radlader zum Beispiel nimmt mit jeder Schaufel rund 5 m³ Stein auf. Das entspricht einem

Gewicht von mehr als 10 t. Der derzeit größte Radlader hebt sogar ein Gewicht von 30 t.

SKW unterschiedlicher Größe transportieren das Haufwerk zum Brecher. Große SKW befördern eine Nutzlast von mehr als 100 t bei einer Fahrt.



Über Bandanlagen wird das gewonnene Material transportiert

Zerkleinern des Haufwerks

Im Brecher wird durch schlagende oder drehende Bewegung der Stein auf eine definierte Korngröße zerkleinert. Teilweise sind mehrere Brecher hintereinander geschaltet. Die Härte des Gesteins, die angestrebte Korngrößenverteilung und die täglich zu bewältigende Rohsteinmenge bestimmen Art, Größe und Konstruktion des Brechaggregats.

Dabei unterscheidet man z. B. zwischen Kreiselbrechern, Backenbrechern und Kniehebelbrechern.

In den meisten Kalkwerken lassen sich die Feinstanteile und die Verunreinigungen durch Absieben vom Stein trennen.

In anderen Werken ist dem Brechen ein Waschvorgang nachgeschaltet, der sicherstellt, dass alle Fremdbestandteile entfernt



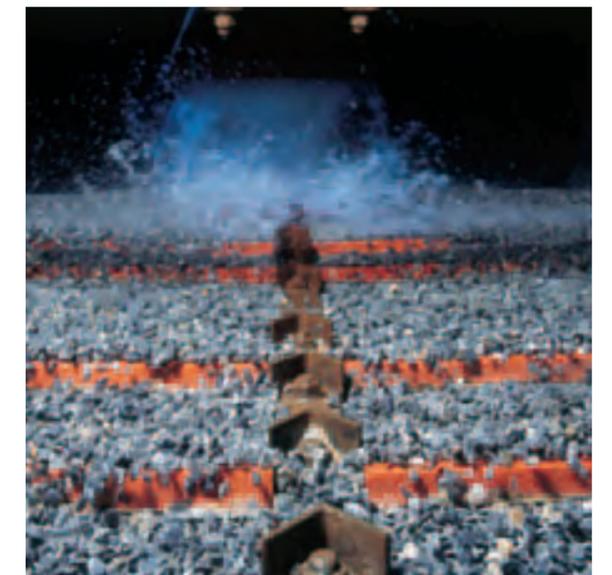
Der Blick in den Steinbruch zeigt deutlich den terrassenförmigen Abbau

werden. In diesem Fall durchlaufen die Kalksteine eine Waschtrommel und werden anschließend über Siebanlagen geleitet, so dass Verunreinigungen und Feinstanteile mit dem Wasser abfließen können. Das Wasser wird in einen Klärteich geleitet, wo sich die Feststoffe absetzen können. Das reine Betriebswasser kann wieder dem Wasserkreislauf des Werks zugeführt werden.

Nach Korngrößen sortiert

Das gereinigte Korngemisch wird auf Siebanlagen nach Korngrößen klassiert, d.h. sortiert. Ständig rotierende, exzentrisch gelagerte oder mit Unwuchtgewichten versehene Wellen versetzen die großen Siebkästen mit unterschiedlich großen Maschenweiten in starke Schwingungen. Das Korngemisch wandert auf diese Weise über die Gitter und wird in verschiedene Größen, die Kornfraktionen, zerlegt.

Nach dieser Klassierung wird das Steinmaterial nach Verwendungsbereichen getrennt. Die Körnungen werden gelagert und zum Teil nachgebrochen. Teilweise wird der Rohstein gemahlen.

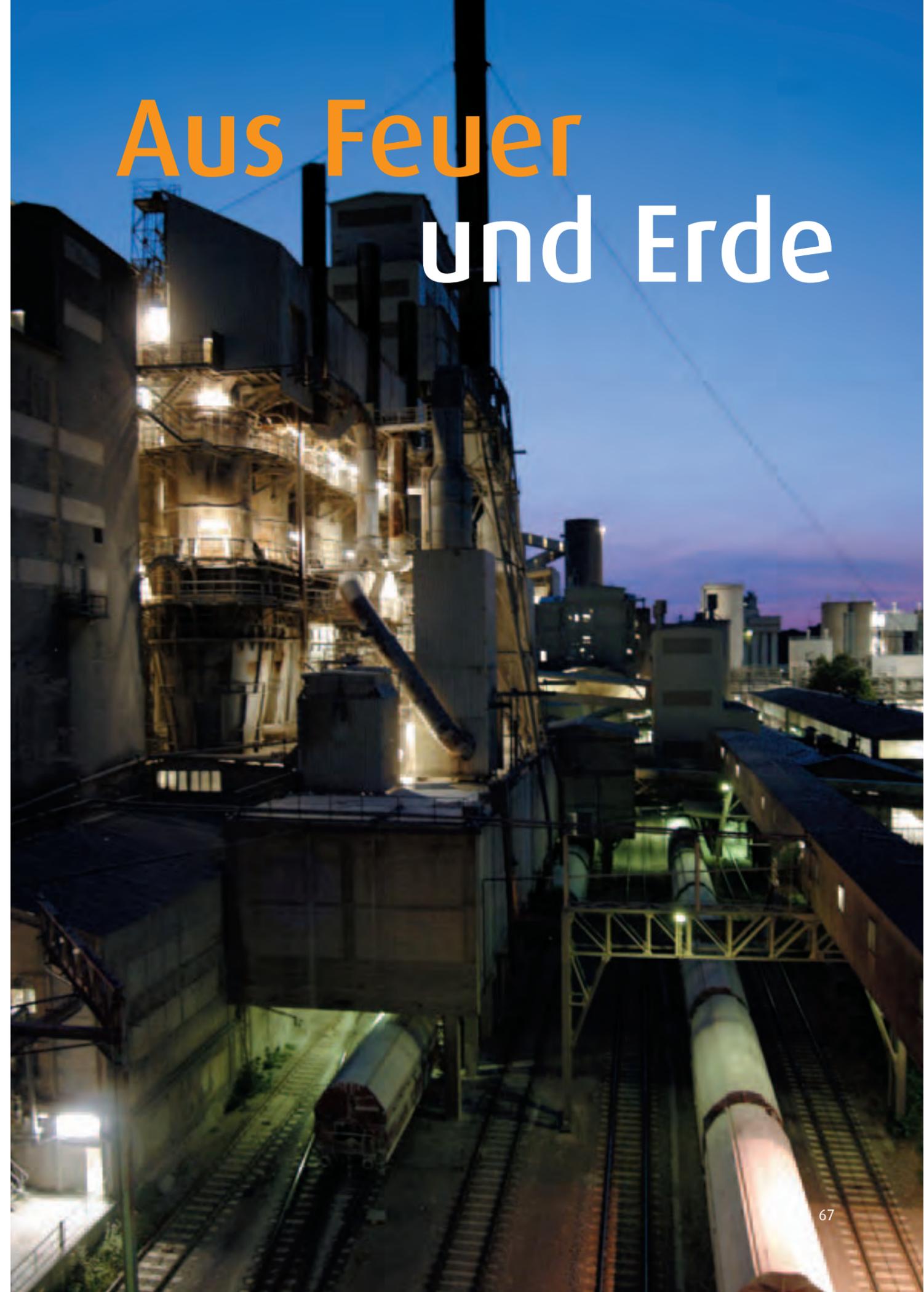


Das Gestein wird gewaschen und sortiert



Vom Rohstoff zum Werkstoff:

Ein Teil des Kalks wird ungebrannt verkauft und direkt als Schotter, Splitt, Sand oder Mehl verwendet. Für die meisten Anwendungen muss der Kalk jedoch gebrannt werden. Diese Methode ist zwar seit Jahrtausenden bekannt, doch ist der Brennprozess zwischenzeitlich in vielerlei Hinsicht optimiert worden, so dass Energie gespart und die Umwelt geschont werden können. Die Art des eingesetzten Kalksteins, der Brennstoff und die Höhe der Brenntemperatur sowie die Verweiltemperatur im Ofen sind Parameter, die das Ergebnis entscheidend beeinflussen. Die Qualität des Branntkalks kann anhand physikalischer und chemischer Kenndaten genau bestimmt und durch zahlreiche Prüfverfahren gesichert werden. Auch die Forderungen einiger Industriezweige nach speziellen Eigenschaften des Kalks werden so erfüllt. Der Teil, der nicht als Stückkalk verkauft wird, erfährt durch weiteres Mahlen und das so genannte Löschen eine Veredelung zu feinem Pulver, dem Kalkhydrat.



Aus Feuer und Erde



Kalkstein und Kalksteinmehl

Der klassierte und der gemahlene Rohstein können direkt nach dem Abbau bereits verkauft werden. Sie gehen als ungebrannter Kalkstein in großen Mengen als Schotter, Splitt und Sand in den Straßenbau. In ebenfalls bedeutenden Mengen kommt pulverfein gemahlenes Kalksteinmehl für die verschiedensten industriellen Zwecke zum Einsatz. Zu nennen ist hier besonders die Verwendung von Kalksteinmehl als Betonzusatzstoff, im Umweltschutz und in der Landwirtschaft.

Ein großer Teil des Kalksteins wird aber in definierter Korngröße den Brennbetrieben des Kalkwerks zugeführt. Das Prinzip des Kalkbrennens ist seit Jahrtausenden bekannt. Allerdings haben sich die Öfen seither erheblich verändert: Die Kontrolle des Brennprozesses ist optimiert und die Brennzeit verkürzt worden. So haben die modernen Brennaggregate nur noch das Prinzip mit den von den Archäologen ausgegrabenen Öfen gemeinsam. Vom Aussehen und von der Technik her sind sie nicht miteinander vergleichbar.



Das gebrochene Material wird zur Weiterverarbeitung mit einer Bandanlage transportiert



Leitstand zur Steuerung einer Ofenanlage



Blick auf eine Ofenanlage eines Kalkwerkes

Auf Maß gebrannt

Kalkstein und auch der verwandte Dolomitstein verändern durch Erhitzen ihre chemische Zusammensetzung. Bei Temperaturen zwischen 900 und 1.200 °C wird der Kalkstein (CaCO_3) in gasförmiges Kohlendioxid (CO_2) und Calciumoxid (CaO = Branntkalk) zerlegt. Der chemische Vorgang beim Dolomitstein ist ähnlich.

Die Wünsche der Verbraucher stehen bei der Herstellung des Branntkalks im Vordergrund. Für Baukalke besteht eine spezielle europäische Kalknorm, die

DIN EN 459. Sie legt die verschiedenen physikalischen und chemischen Kenndaten von Kalk- und Dolomitprodukten fest, beschreibt aber auch die Prüfverfahren für die Qualitätssicherung. Mit diesen Kalktypen können zwar die meisten Kundenwünsche befriedigt werden, doch viele Abnehmer – vor allem die Eisen- und Stahlindustrie, aber auch die chemische Industrie – stellen darüber hinaus spezifische Anforderungen, damit der Kalk für ihren Einsatzzweck die idealen Eigenschaften aufweist.



Brech-, Sieb- und Klassieranlage

Genauere Dosierung der „Zutaten“

Die Einhaltung dieser Anforderungen bei jeder Auslieferung verlangt bei den unterschiedlichen naturgegebenen physikalischen und chemischen Eigenschaften des Rohsteins eine ausgefeilte Produktionstechnik. Die Höhe der Brenntemperatur, die Verweildauer des Kalksteins im Ofen und die Art des eingesetzten Brennstoffs werden so variiert, dass das Endprodukt den Anforderungen optimal genügt. So entstehen Kalkprodukte mit hoher Qualität und Gleichmäßigkeit. Voraussetzung ist, dass bereits im Steinbruch der „richtige“ Kalkstein für den Brennprozess ausgewählt wird. Dieser selektive Abbau ist sehr aufwändig, weil an mehreren Stellen gleichzeitig abgebaut werden muss.

Die Kalkindustrie ist eine energieintensive Industrie. Im Zuge der industriellen Entwicklung haben sich verschiedene Ofentypen für die Kalkindustrie herausgebildet; dabei standen sowohl die Energieeinsparung als auch die nachhaltige Nutzung des Vorkommens und die Qualität des Endproduktes immer im Vordergrund der Entwicklung. Grundsätzlich werden zwei Typen unterschieden: die Schachtofen und die Drehrohröfen.



Siebanlage

Rutschen im Schachtofen

Im Schachtofen, einem senkrecht stehenden zylinderähnlichen Brennaggregat, werden die stückigen Kalksteine oben auf der Gichtbühne – rund 30 m über dem Erdboden – aufgegeben. Beim langsamen Rutschen durch die Vorwärmzone werden die heißen Gase des Ofens genutzt, um die Rohsteine aufzuheizen. Damit kann der Energieeinsatz deutlich reduziert werden. In der eigentlichen Brennzone wird der Kalkstein entsäuert, d.h. ihm wird das natürlich enthaltene CO_2 entzogen. Der nunmehr gebrannte Kalk sinkt weiter nach unten, durchläuft die Kühlzone und wird am Ende des Schachtofens abgezogen.

Für den Brennprozess können alle festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffe eingesetzt werden. Dabei werden die festen Brennstoffe wie Kohle und Koks dem Kalkstein vor der Beschickung zugemischt, während die übrigen Brennstoffe in der Brennzone zugeführt werden. Die Brenner können ausgetauscht werden, so dass je nach Anforderung des Produktes die einzelnen Brennstoffe ausgetauscht werden können. Verschiedene Brennstoffe können auch in Kombination genutzt werden.

Rotieren im Drehrohröfen

Im Gegensatz zum fest stehenden, senkrechten Schachtofen sind Drehrohröfen leicht geneigte zylindrische Rohre, die sich um ihre Längsachse drehen. Die Länge eines solchen Ofens kann bis zu 120 m betragen. Die Durchmesser liegen zwischen 4 und 5 m. Bei diesem Ofentyp wird der Kalkstein am leicht erhöhten Ende aufgegeben und durch die Drehbewegung langsam den Ofen. Dabei wird er



Schachtofenanlage



Drehrohröfen

langsam erwärmt und schließlich entsäuert. Am Ende des Ofens wird der fertige Branntkalk über einen Kühlrost oder Kühltschacht abgezogen.

Wegen der hohen Temperaturen sind die Brennagregate mit feuerfesten Steinen (Dolomit- oder Magnesitsteinen, Schamotte) ausgemauert. Für jede einzelne Zone des Ofens wird diese feuerfeste Innenauskleidung einzeln berechnet. Sie muss in regelmäßigen Abständen erneuert werden.

Ziel der Produktion ist es, eine möglichst gleichmäßige Qualität des Branntkalks bei möglichst großer Schonung der Umwelt zu erreichen. Deshalb werden am Austrag ständig Proben gezogen und analysiert. Die Emissionen werden kontinuierlich gemessen.

Die Veredlung

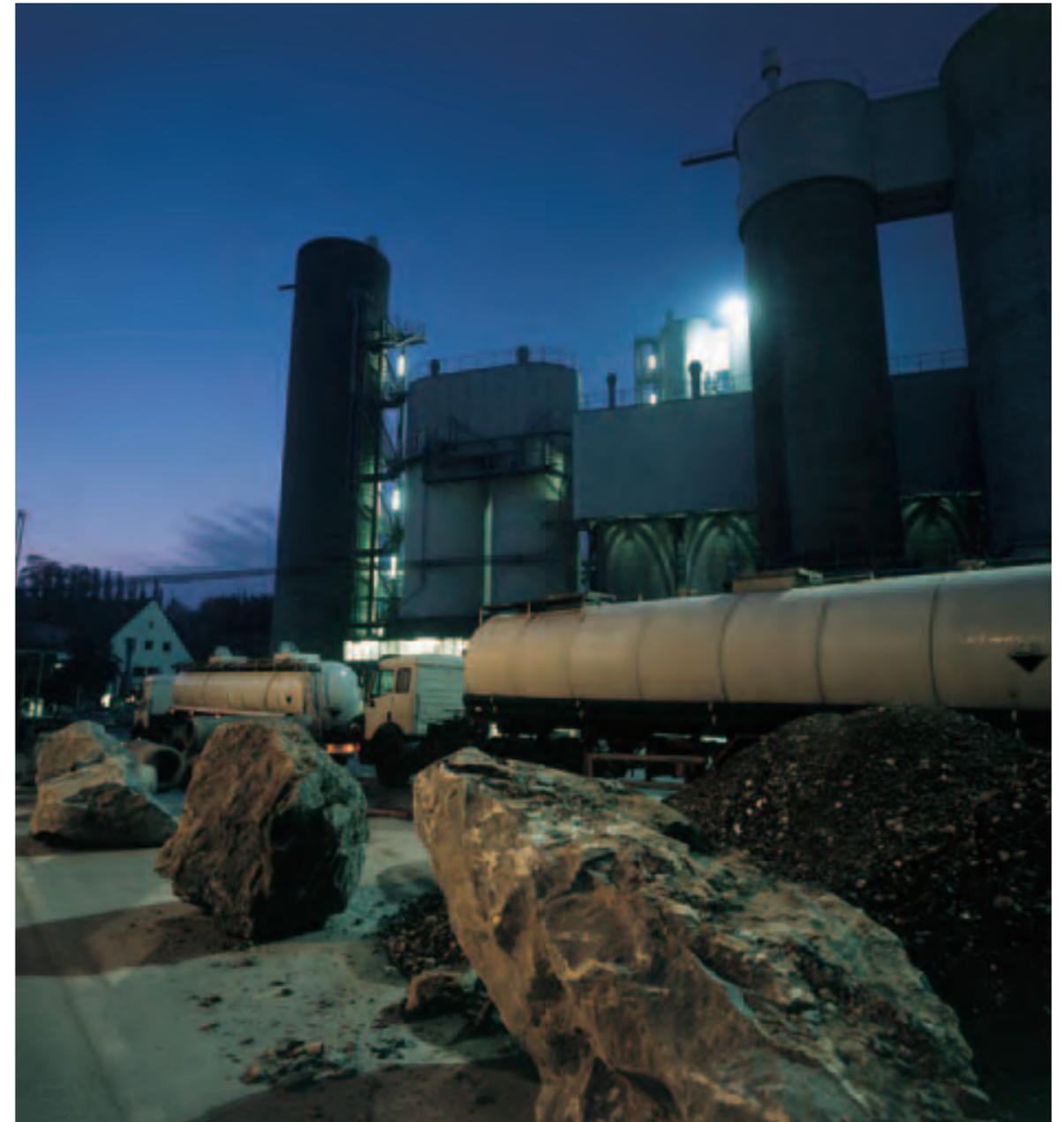
Der Branntkalk verlässt den Ofen in Stücken („stückig“). Nach einer Grobzerkleinerung in Prall- und Hammermühlen wird ein Teil als Stückkalk verkauft (ca. 25 % der Produktion). Der Rest wird in Mühlen verschiedenster Konstruktion zu Feinkalk gemahlen oder zu Kalkhydrat weiterverarbeitet.



Verladung von Fertigprodukten

Kalkhydrat entsteht durch die Reaktion von Branntkalk mit Wasser; der Kalk wird „gelöscht“. Dieser chemische Vorgang der Hydratation setzt Wärme frei. Branntkalk (CaO) und Wasser (H_2O) setzen sich spontan zu Kalkhydrat (Ca(OH)_2 = Calciumhydroxid) um. Beim Ablöschen von nur 100 g Calciumoxid entsteht ausreichend Wärme, um einen Liter Wasser um ca. 25 °C zu erwärmen.

Für den Löschvorgang werden in der Kalkindustrie spezielle Löschrmaschinen eingesetzt, die „trocken löschen“. Das heißt, die zugesetzte Wassermenge wird genau so dosiert, dass als Endprodukt ein trockenes Pulver entsteht.



Produktion und Verladung rund um die Uhr

Wie gut man seinen einzigen Lieferanten behandeln sollte:

Der Natur verpflichtet



Im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung trägt jeder Wirtschaftszweig die Verantwortung für seine Produktion und deren Auswirkungen auf die Umwelt. Die Kalk-

industrie nimmt diese Verantwortung sehr ernst: Durch umfangreiche Investitionen wurden der Energieeinsatz je produzierter Tonne Kalk und der brennstoffbedingte CO₂-Ausstoß in beträchtlichem

Ausmaß gesenkt. Beim Vertrieb bleiben die Transportwege möglichst kurz und ein zunehmender Silo-transport ermöglicht eine weitgehende Reduzierung der Verpackungsmaterialien. Die Renaturierung und

Rekultivierung nach der Ausschöpfung der Abbau-stätten werden bereits bei Antragstellung eingeplant und bieten anschließend vielen seltenen Pflanzen und Tierarten einen angemessenen Lebensraum.

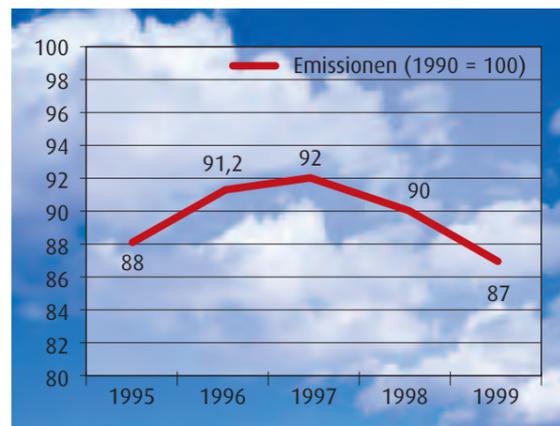
CO₂-Minderung – Erfolge für Kalkindustrie und Umwelt

Im Rahmen der gemeinsamen Erklärung der deutschen Wirtschaft hat sich die deutsche Kalkindustrie verpflichtet, die spezifischen brennstoffbedingten CO₂-Emissionen je Tonne Kalk für den Zeitraum 1990 bis 2005, bezogen auf das gesamte Bundesgebiet, um bis zu 15 % zu reduzieren.

Obwohl die langfristigen Investitionszyklen bei kapitalintensiven Industrien wie der Kalkindustrie Minderungserfolge oftmals nur mit „langem Atem“ ermöglichen, hat die Kalkindustrie in den vergangenen Jahren eine Reihe von Maßnahmen zur Erreichung des CO₂-Minderungszieles durchgeführt. So wurden allein 1998 in diese Maßnahmen fast 35 Mio. DM investiert.

Diese Investitionen der deutschen Kalkindustrie haben sich auf die Emissionsbilanzen überaus erfolgreich ausgewirkt:

- Der spezifische Energieeinsatz je Tonne Kalk konnte in den elf Jahren zwischen 1990 und 2001 um 7 % von 5,4 Gigajoule auf 5,0 Gigajoule je Tonne gesenkt werden. Damit ist die auf eine Tonne Kalk bezogene Emission des aus dem Brennstoff erzeugten CO₂ um 10 % zurückgegangen, und zwar von 0,452 t CO₂ auf 0,408 t CO₂.



CO₂-Minderung der Kalkindustrie

- Die deutsche Kalkindustrie konnte den gesamten brennstoffbedingten CO₂-Ausstoß zwischen 1990 und 2001 um insgesamt fast 20 % von 3,2 Mio. t auf 2,6 Mio. t reduzieren.

Der Weg zum Verbraucher

Kalk und Kalkprodukte müssen in der gleichen Qualität beim Kunden ankommen, in der sie die Produktion im Kalkwerk verlassen haben. Verpackung und Transport erfordern deshalb besondere Beachtung. Während Kalkstein sehr schwer ist und damit besonderer Transporteinrichtungen bedarf (ein Kubikmeter Kalkstein wiegt 2 bis 2,7 t), ist Kalksteinmehl wegen der staubförmigen Gestalt nur im geschlossenen Behältnis zu transportieren. Dies kann in Silo-LKW, in speziellen Transporteinrichtungen der Bahn oder in Säcken erfolgen.

Bei Kalkhydrat und besonders beim Branntkalk muss darauf geachtet werden, dass der Zutritt von Luft und Feuchtigkeit verhindert wird; sonst erfolgt entweder ein vorzeitiges Abbinden oder der Branntkalk wird gelöscht und verändert damit seine chemische Zusammensetzung. Insofern sind auch hier ausschließlich geschlossene Transporteinrichtungen erforderlich.

Wenig Verpackung und kurze Strecken

Weil die Absatzstruktur sehr unterschiedlich ist, variieren auch Verpackung und Transportwege. Die Mehrzahl der Produkte wird heute über LKW oder Silotransporteinrichtungen der Bahn, aber auch mit dem Schiff transportiert. Der geringere Teil geht als Sackware zum Verbraucher. Die Paletten sind in der Regel durch Folien gegen Witterungseinflüsse geschützt.

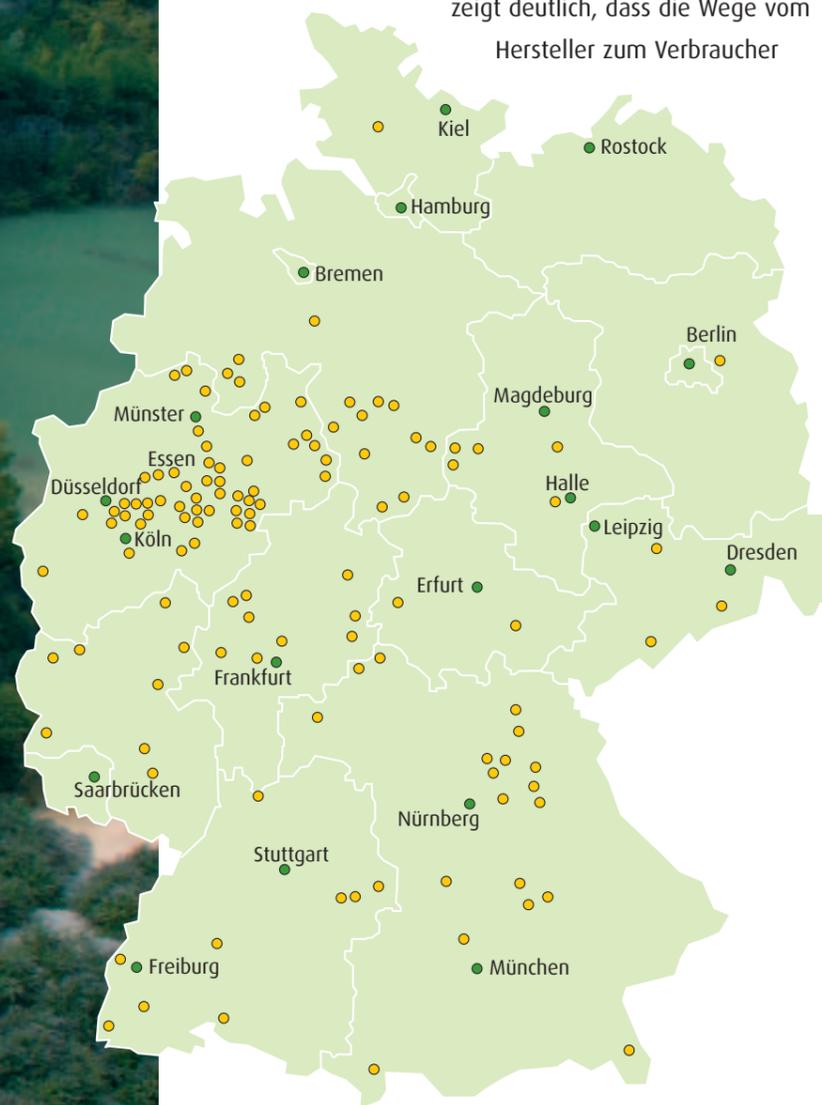


Bahnverladungsanlage

Besonderer Abfüll- und Transportbehälter bedarf die Kalkmilch (eine Kalkhydratsuspension). Einige Verbraucher, zum Beispiel aus dem Umweltschutz oder der Papierindustrie, bestellen eine gebrauchsfertige „slurry“, um die Weiterverarbeitung in ihren Betriebsstätten zu erleichtern.

Je aufwändiger die Entsorgung der erforderlichen Verpackungsmaterialien in Zukunft wird, desto häufiger werden wohl die Abnehmer dem Bezug in Siloeinrichtungen den Vorzug geben. Damit fällt kein Verpackungsmaterial mehr beim Verbraucher an, das teuer entsorgt werden muss.

Eine Karte mit den Standorten der Mitgliedswerke zeigt deutlich, dass die Wege vom Hersteller zum Verbraucher



Mit dem Silofahrzeug zum Verbraucher



Kalkwerk im Einklang mit der Natur



Die ausgewaschenen Feststoffe setzen sich im Klärteich ab. Das Reinwasser geht wieder in den Betrieb zurück.

überall in der Bundesrepublik kurz sind, da es in fast allen Regionen Kalkwerke gibt. Aber auch die Regionen ohne eigene Kalksteinvorkommen können preiswert und auf kurzen Wegen versorgt werden.

Steinbrüche – Paradiese aus Menschenhand

Jedes Wirken des Menschen bedeutet auch einen Eingriff in die Natur. In der Urzeit bedingte die Anlage von wirtschaftlich genutzten Flächen das Roden der Wälder. Ein weiteres Grundbedürfnis des Menschen, das Bauen, benötigt Rohstoffe, die in der Natur gewonnen werden. Aufgrund der zunehmenden Bevölkerung bedürfen diese Eingriffe in die Natur strenger Regeln. Im Idealfall stellen diese Regeln ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen den Grundbedürfnissen

des Menschen – nämlich Nahrung, Bauen und Lebensunterhalt – und dem Schutz der Umwelt her.

Ohne abgrabungsrechtliche Genehmigung mit genau definierten Auflagen zur landschaftsgerechten Rekultivierung oder Renaturierung der abgebauten Flächen darf heute kein Steinbruch betrieben werden. Die Rekultivierung von Steinbruchflächen, Klärteichen und Abraumphalden erfordert hohe finanzielle und technische Anstrengungen. Diese Aufgabe hat die Kalkindustrie seit jeher als eine besondere Verpflichtung empfunden, lange bevor gesetzliche Vorschriften in den Bundesländern erlassen wurden. Die Kalksteinbrüche nehmen zwar Flächen in Anspruch, bereichern aber nach der Rekultivierung bzw. Renaturierung Landschaft, Fauna und Flora.



Expo-Projekt „steinzeichen steinbergen“



Blick vom „Jahrtausendblick“ im Erlebnispark „steinzeichen steinbergen“



Haus der Religionen mit Skulpturen aus Kalkstein

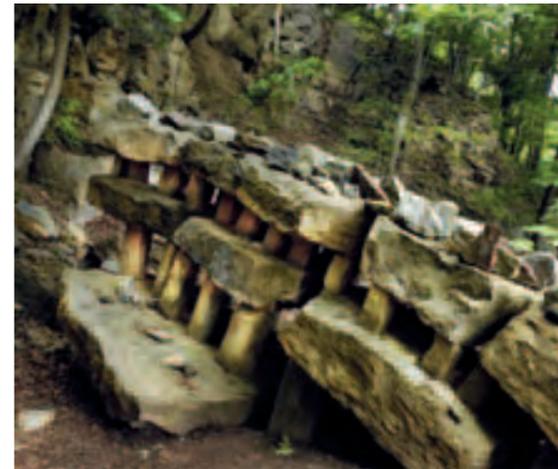
Beispielhafte Nachnutzung

Der Erlebnispark „steinzeichen steinbergen“ im Schaumburger Land dokumentiert eindrucksvoll die Faszination und Unerschöpflichkeit von Kalkstein als kultureller Wegbegleiter der menschlichen Entwicklungsgeschichte. Die Freizeiteinrichtung demonstriert in beispielhafter Weise die gelungene kulturelle Nachnutzung einer Industrielandschaft.

Der international renommierte Düsseldorfer Architekt Prof. Günter Zamp Kelp, bereits Erbauer des Neanderthalmuseums, schuf anlässlich der EXPO 2000 auf der Kammlinie einer Felswand das Wahrzeichen der Anlage, eine circa 30 m hohe Freitreppe mit Kalksteinsockel und einer Aussichtsplattform aus Stahl und Glas, die einen atemberaubenden Blick über das Umland freigibt, und daher ihren Namen „Jahrtausendblick“ nur zu Recht verdient.

Bildhauer aus fünf Erdteilen haben den Park mit steinernen Kunstwerken bestückt. So hat der neuseeländische Künstler Chris Booth eine archaisch anmutende Kalkstein-Skulptur geschaffen, die sich nicht nur nahtlos in das auf dem Gelände entstandene Biotop einfügt, sondern zudem noch einer Vielzahl von Wildtieren Unterschlupf bietet.

In dem aus Kalkstein erbauten „Haus der Religionen“ sind allen Weltreligionen Skulpturen aus Kalkstein gewidmet, die um einen wasserspendenden Brunnen gruppiert sind, als Symbol des alle Menschen verbindenden Lebenselixiers.



„Steinbergen Strata“ von Chris Booth

Die Einrichtung soll ein sichtbares Zeichen setzen für Achtung, Toleranz und Verständigung unter den Menschen verschiedener Kulturen, Weltanschauungen, Religionen und ihre gemeinsame Verantwortung für die Zukunft der Welt.

Auswertungshilfe im Regeldickicht

Die vielen gesetzlichen Bestimmungen zum Umweltschutz lassen sich von den Unternehmen kaum noch überblicken. Deshalb werden die teilweise äußerst komplizierten Regelungen in Ausschüssen und Arbeitskreisen des Bundesverbandes der Deutschen Kalkindustrie für die betriebliche Praxis gesichtet und bedarfsgerecht ausgewertet. Die Gremien setzen sich aus Fachleuten der Werke zusammen.

Die Einrichtung, Wartung und Überwachung der durch behördliche Auflagen geforderten Umwelteinrichtungen bei den Brennöfen und den anderen Aggregaten der Kalkindustrie, aber auch die Rekultivierung und Renaturierung abgebauter Flächen verursachen hohe Kosten. Die umweltschutzbedingten Auflagen machen heute bis zu 25 % der Investitionskosten in einem Kalkwerk aus.



Der Mensch
im Mittelpunkt



Die 5000 wichtigsten Argumente

Auch für die rund 5000 Menschen, die in den Abbau-
stätten und nachgelagerten Produktionsstätten



beschäftigt sind, trägt
die Kalkindustrie eine
besondere Verantwor-
tung. In den letzten
zwanzig Jahren hat das
verstärkte Engagement

im Bereich Arbeitssicherheit zu einem massiven
Rückgang von Arbeitsunfällen geführt.

Spezielle Arbeitssicherseminare sollen die Mit-
arbeiter zu mehr Eigenverantwortung motivieren und
sie für kritische Situationen und Vorgänge sensibili-
sieren. So kann in den meisten Fällen einem Unfall
vorgebeugt werden. In zwei staatlich anerkannten
Berufen führen Ausbilder den Nachwuchs an die
Anforderungen der Branche heran. In internen Schu-
lungen werden die Kenntnisse der Mitarbeiter immer
wieder aufgefrischt und an den aktuellen Stand der
Technik angepasst.



Arbeitssicherheit im Fokus

Die Arbeitsbedingungen in der Kalkindustrie waren in den letzten Jahrzehnten einem sehr großen Wandel unterzogen. So konnte die Unfallhäufigkeit 2002 auf 60 % des Wertes aus 1990 gesenkt werden.

Besonders schwere Unfälle sind zu einer Seltenheit geworden. Die Gründe liegen in:

- dem Übergang von manuellen Tätigkeiten zur Mechanisierung und Automatisierung der Arbeitsabläufe und
- dem starken Engagement des Bundesverbands der Deutschen Kalkindustrie und seiner Mitgliedsunternehmen für die Arbeitssicherheit.

In den Unternehmensprozessen hat der Mensch – nicht nur auf Grund der Einführung neuer Produktions- und Managementsysteme – immer mehr an Bedeutung gewonnen.

Motiviert und sensibilisiert

Der Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie greift die Belange der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes auf und entwickelt branchenspezifische Lösungen für die Mitgliedsunternehmen.

Der präventive Ansatz zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen unter Berücksichtigung aller Arbeitsschutzvorschriften zielt insbesondere auf die Motivation und die Sensibilisierung der Mitarbeiter ab. In Zusammenarbeit mit der Steinbruchs-Berufsgenossenschaft werden Arbeitssicherheits-Seminare speziell für die Kalkindustrie konzipiert, in denen unterschiedliche Zielgruppen geschult werden. Staatliche und berufsgenossenschaftliche Vorschriften zum Arbeitsschutz wurden durch industriespezifische Regelwerke ergänzt. Traditionelle Ansätze zur Verbesserung der betrieblichen Gesundheitssituation werden im regelmäßigen Erfahrungsaustausch mit artverwandten Industriezweigen kritisch überprüft.

Vorsprung durch Schulung

Preis, Service und Know-how sind entscheidende Wettbewerbsinstrumente. Produktion zu einem niedrigen Preis bedeutet in Deutschland den Einsatz modernster Technik, die nur von hochqualifiziertem Personal bedient werden kann. Service und Know-how setzen einen Wissensstand der Mitarbeiter voraus, der ständig auf hohem Niveau gehalten werden muss. Der stetige Innovationsprozess in den Werken der Kalkindustrie sowie der Wandel in der Arbeitsorganisation und in den technischen, kaufmännischen und auch sozialen Kompetenzen der Mitarbeiter führen dazu, dass heute qualifizierte Mitarbeiter gerade auch in solchen Bereichen benötigt werden, die vormals eher eine Domäne der ungelerten oder angeleiteten Arbeitskräfte waren. Deshalb wurden die branchenspezifischen und staatlich anerkannten Ausbildungsberufe „Verfahrensmechaniker/in in der Steine- und Erden-Industrie“ und „Aufbereitungsmechaniker/in“ geschaffen, die seit 1992 angeboten werden.

Weiterbildung nach Maß

Interne Schulungen sowie die in Zusammenarbeit mit der Zementindustrie durchgeführte Ausbildung zu Industriemeistern vermitteln industriespezifisches Know-how und bilden damit qualifizierte Nachwuchskräfte für die Kalkindustrie aus. Hierbei können interessierte Unternehmen auf die Erfahrung des Bundesverbands der Deutschen Kalkindustrie zurückgreifen. Durch die Tätigkeit in internationalen und nationalen Ausschüssen haben die Mitarbeiter des Verbandes einen kompletten Überblick über den Stand der Technik und der Normung. Die Aktivitäten als Fremdüberwacher und Gutachter ermöglichen ihnen einen neutralen Einblick in die Problematik der Industrie.

Diese Tatsachen machen den Verband zum kompetenten Partner bei der Durchführung von Seminaren und Schulungen zu:

- Fremdüberwachung (Bauregellisten),
- Wärmedämmverbund-Systeme (WDVS),
- Naturstein, speziell Kalkstein,
- Inhalte und Umsetzung europäischer Normen, z. B. EN 459 – Baukalke, EN 12518 – Trinkwasser,
- neue Anforderungsnormen für Gesteinskörnungen,
- neue Prüfverfahren für Gesteinskörnungen,
- Einsatz von Kalkhydrat im Asphalt,
- Bodenstabilisierung.

Die Referenten sind erfahrene Branchenexperten, Qualitätsmanager und Fachauditoren.



Einfälle statt Zufälle: Innovationen brauchen Forschung



Weich-, Mittel- und Hartbranntkalk
in 3000-facher Vergrößerung



Forschung ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für Innovation. Neben der anwendungs- und produktbezogenen Forschung der Unternehmen ist dafür auch die Gemeinschaftsforschung in der Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen von großer Bedeutung. Dabei werden Themenvorschläge aus den Unternehmen unabhängig geprüft. Sind sie für die Praxis relevant und die erwarteten Ergebnisse für alle Mitglieder von Nutzen, werden die Fragestellungen bearbeitet. Auch durch die Verwertung der Ergebnisse in Normen und technischen Regelwerken und den Imagezuwachs ergeben sich auf diesem Weg Vorteile für die gesamte Branche.



Forschung



Modernes Kalklabor

Die wichtigen Forschungen zu stofflichen, gefügekundlichen und physikalischen Zusammenhängen sind auch von hohem öffentlichen Interesse. Deshalb ist die Forschungsgemeinschaft Kalk und Mörtel e.V. Mitglied der Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen (AIF) und wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) finanziell gefördert. Die Zusammenarbeit mit dem Institut für Kalk- und Mörtelforschung (IKM), mit Hochschulinstituten, Maschinenbauern und Anlagebetreibern schafft weitere Synergieeffekte.



Bestimmung des Calciumgehaltes

Der Themenkatalog wird nach dem bottom-up-Prinzip zusammengestellt: Die Themenvorschläge kommen aus den Unternehmen selbst. Arbeitsgruppen, Arbeitskreise und Fachausschüsse konkretisieren dann die Fragestellungen. Damit ist bei allen Vorhaben die Praxisrelevanz gewährleistet.

Bei der Zusammenstellung des Themenkatalogs wird stets darauf geachtet, dass alle Mitglieder vom Ergebnis der von der AIF geförderten Forschung profitieren – überregional und unabhängig von der Betriebsgröße.

Die Forschungsgemeinschaft füllt damit die Lücke zwischen der Grundlagenforschung an den Hochschulen und der Produktentwicklung der Unternehmen.

Die Organisation ermöglicht es, auch umfangreiche Forschungsvorhaben zielgerichtet und effektiv durchzuführen und die Ergebnisse auf kurzem Weg in die Praxis umzusetzen.

Darüber hinaus finden die Resultate der Forschungsarbeit Eingang in die Normen und technischen Regelwerke. Sie dienen als fundierte Argumentationshilfe bei Gesprächen mit Behörden und Hochschulen und sind Teil der Weiterbildung der Mitarbeiter.

Nicht zu unterschätzen ist die Tatsache, dass die Gemeinschaftsforschung hilft, das Image der Kalkindustrie als innovative Branche zu manifestieren und so die Suche nach qualifiziertem Nachwuchs zu erleichtern.

Marshall-Pressen für
Straßenbaustoffe





Güteschutz sichert Kontinuität

Qualität mit System



Qualitätssicherung ist nicht nur eine Forderung nationaler und europäischer Normen. Qualität ist auch ein wichtiges Instrument im Wettbewerb der Marktteilnehmer und dient dem Verbraucherschutz. Die Qualitätssicherung in der Kalkindustrie basiert auf den nationalen und europäischen Normen sowie der RAL-Gütesicherung und garantiert allen Verwendern im In- und Ausland einen gleich bleibend hohen Qualitätsstandard.

Qualitätszeichen: RAL

Um eine Qualitätssicherung auf höchstem Standard zu gewährleisten, haben sich die Unternehmen der Kalkindustrie zum Teil schon vor Jahrzehnten entschlossen, einen Güteschutz auf der Basis von RAL-Gütesymbolen einzuführen.

Dies ist besonders wichtig vor dem Hintergrund, dass sowohl das europäisch vorgeschriebene CE-Zeichen als auch das Übereinstimmungszeichen in Deutschland keine Qualitätszeichen darstellen. Im Zusammenwirken mit unabhängigen Institutionen und staatlichen Stellen hat die Kalkindustrie die Aufgabe der Gütesicherung – auch im Sinne des Verbraucherschutzes – in der Vergangenheit bestens durchgeführt. Das System hat sich bewährt.

Partner der Kalkindustrie, auch bei der Aufstellung von Anforderungen und einheitlichen Prüfverfahren, sind

- ▶ das Deutsche Institut für Normung in Berlin,
- ▶ das Deutsche Institut für Bautechnik in Berlin,
- ▶ die Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen in Köln und
- ▶ das Deutsche Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung, der RAL in St. Augustin.

Europäische Normung

Die Arbeiten zur Umsetzung der nationalen Standards in europäische Normen sind bereits abgeschlossen oder stehen vor dem Abschluss. Das betrifft sowohl die europäische Baukalknorm als auch die Normen für die Gesteinskörnungen, die Einsatzstoffe für die Wasserqualität u.a. In dieses System einbezogen werden auch die bisherigen Qualitätsüberwachungssysteme der deutschen Kalkindustrie mit der ausgeprägten Eigen- und Fremdüberwachung durch neutrale Institutionen.

Dieses System hat auch im gemeinsamen Europa Bestand. Damit wird auf dem europäischen Markt die Qualität der von der deutschen Kalkindustrie gelieferten Produkte durch Gütesymbole dokumentiert:

- ▶ Baukalk EN 459,
- ▶ Kalkstein für Beton, Kalkstein für den Straßenbau,
- ▶ Kalksteinmehl als Füller und Düngekalk,
- ▶ Werk-Trockenmörtel.

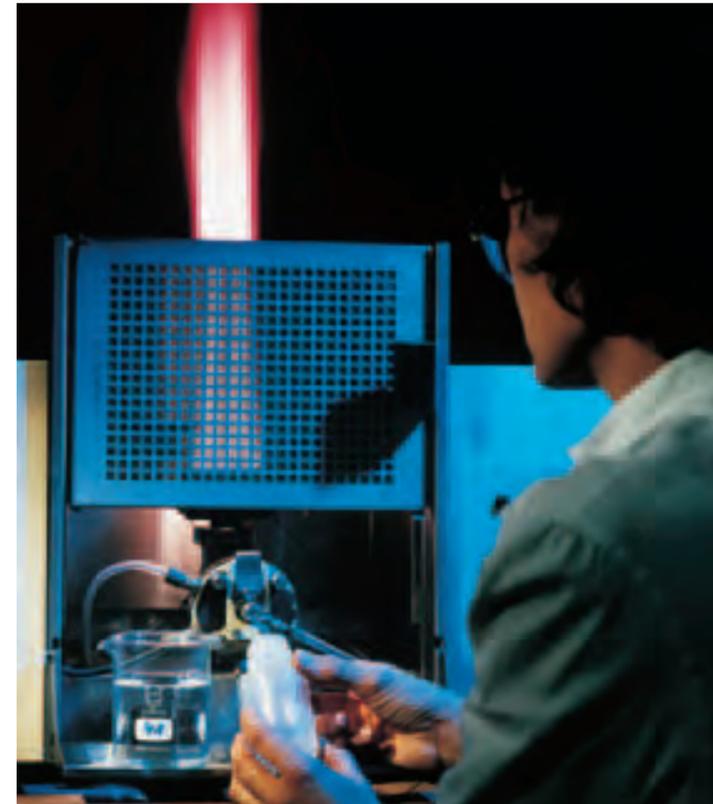
Ein wesentlicher Teil der Untersuchungen wird im Rahmen der Gemeinschaftseinrichtungen in Köln durch die Gütegemeinschaft Naturstein, Kalk und Mörtel e.V. und das Institut für Kalk- und Mörtelforschung e.V. (IKM) durchgeführt. Damit ist auch garantiert, dass die Erkenntnisse aus der regelmäßigen Überwachung ihren Eingang in die wissenschaftliche Forschung und in die Beratung finden.



Druckfestigkeitsprüfung für Mörtel



Probenaufschluss



Chemische Analyse von Kalken



Die Kölner Kalkorganisationen:

Kompetenz im Verbund

Schon Ende des 19. Jahrhunderts schlossen sich die Unternehmen der Kalkindustrie zu einer Interessensgemeinschaft zusammen. Grundgedanke war dabei eine Bündelung der Energie: Absatzprobleme, Forschungsaufgaben und der nötige Informationsaustausch schienen gemeinsam effektiver zu bewältigen zu sein. In den 50 Jahren, die seit der Nachkriegs-Neugründung des Bundesverbands der Deutschen Kalkindustrie vergangen sind, hat der Verband diesen Gedanken fortgeführt. Auf Landes- und Bundesebene werden die Interessen der Kalkindustrie vor Politik und Wirtschaft vertreten. Die Ergebnisse aus Forschung, Normenarbeit und Qualitätssicherung sind allen Mitgliedern zugänglich. Das Engagement wirkt in zwei Richtungen weiter: Zum einen werden in verschiedenen Interessensgruppen innerhalb des Verbands spezielle Fragestellungen behandelt, zum anderen ist der Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie ein starkes Mitglied im europäischen und im internationalen Kalkverband.

Seit Beginn der industriellen Produktion haben sich die Unternehmen der Kalkindustrie in ihrem Bestreben nach einer gemeinschaftlichen Interessenvertretung zusammengeschlossen und Vereinigungen gegründet, die allen Unternehmen dieser Branche dienen. Gemeinsam sollten der Absatz gefördert, die wissenschaftliche Forschung vorwärts getrieben, Rationalisierungsbestrebungen unterstützt und gute Verbindungen zwischen den Unternehmen zum Zwecke allgemeinen Informationsaustausches hergestellt werden.

Die eigenständige Interessenvertretung der Kalkindustrie begann 1892, als sich die Sektion Kalk vom „Deutschen Verein für Fabrication von Ziegeln, Tohwaren, Kalk und Cement“ trennte und eigene Organisationsformen ausbildete.

Nach dem Krieg haben sich die Kalkwerke der Bundesrepublik Deutschland am 23.06.1953 in Bad Homburg zum

Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie e.V.

zusammengeschlossen.

Der Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie sieht sich als Standesvertretung der Deutschen Kalkindustrie gegenüber Politik und Behörden. Er hat seine Hauptaufgaben in der Einflussnahme auf die Gesetzgebung, um die Interessen der Kalkindustrie wirkungsvoll zu vertreten.

In der Vergangenheit hat der Kalkverband als Vertreter der mittelständischen Kalkindustrie stets neue Wege für die Durchsetzung der Interessen gefunden. So ist die Präsenz bei den Spitzenorganisationen der deutschen Wirtschaft verstärkt worden, um bei allen für die Kalkindustrie relevanten Fragen bereits im Vorfeld der Diskussion eingebunden zu sein. Gleichzeitig hat der Kalkverband stets Möglichkeiten gesucht, Koalitionen zu bilden, um mit größerer Durchschlagskraft agieren zu können. Das beginnt bereits auf der Landesebene und hier insbesondere über die gute fachliche Zusammenarbeit mit den Landesverbänden des Natursteinverbandes, mit denen der Kalkverband im Deutschen Gesteinsverband (DGV) positiv zusammenarbeitet.

Der Bundesverband hat es sich stets zur Aufgabe gemacht, die politische Interessenvertretung nicht mit substanzlosem „Klinkenputzen“ zu verwechseln. So ist der Kalkverband bemüht, bei allen Aussagen das Renommee als kundiger und anerkannter Verband zu erhalten. Zu diesem Sachverstand gehört die Notwendigkeit, mehr denn je den Hintergrund aus Forschung, Qualitätsüberwachung und Normenarbeit beizubehalten und auszubauen.

Im Kalkverband haben sich die Düngekalk liefernden Mitgliedsfirmen zur Düngekalkhauptgemeinschaft (DHG) zusammengeschlossen. Zu den Aufgaben der DHG gehört insbesondere die Bearbeitung düngemittelrechtlicher Fragen.

Die Forschungsgemeinschaft Kalk und Mörtel e.V. dient als gemeinnützige Institution ausschließlich der Forschung und Entwicklung für Produkte und Kunden ihrer Mitgliedswerke.

Eine Vielzahl von Forschungsthemen ist dabei auf die Bereiche Rohstoffsicherung und Umweltschutz aber auch Bau gerichtet und damit von erheblichem öffentlichen Interesse.

Das Institut für Kalk- und Mörtelforschung e.V. (IKM) konzentriert sich als unabhängige, gewerblich tätige Institution auf die Prüfung von Produkten, die Durchführung von Fremdaufträgen und die Beratung.

Die Gütegemeinschaft Naturstein, Kalk und Mörtel e.V. ist für eine Vielzahl von Produkten der Mitglieder und Kunden von den deutschen und europäischen Behörden als Güteüberwachungsstelle anerkannt. Für eine Reihe von Produkten der Kalkindustrie und verwandter Industrien ist sie zusätzlich im Bereich der freiwilligen Produktzertifizierung tätig. Mit der GG-Zert verfügt die Gütegemeinschaft zudem über eine akkreditierte QM-Zertifizierungsstelle.

Die Einbindung der Industrie und damit auch ihrer Organisationen in die internationale Entwicklung ist in den letzten 20 Jahren immer stärker geworden. Der Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie hat deshalb an der Gründung des internationalen Kalkverbandes und des europäischen Kalkverbandes teilgenommen.

Der Europäische Kalkverband (EuLA – European Lime Association) soll die europäischen Interessen der Kalkindustrie koordinieren. Aufgrund der wirtschaftlichen Stärke der Kalkindustrie in Deutschland ist der Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie heute das stärkste Mitglied innerhalb des europäischen Kalkverbandes.

Bildnachweis

Wir danken allen Personen und Unternehmen, die uns freundlicherweise mit Bildmaterial unterstützt haben.

Seite	Copyright
Titel	BVK; Rheinkalk GmbH, Wülfrath; Goodyear GmbH & Co. KG, Köln
1 – 3	Werner J. Hannappel, Essen
6	Rheinkalk GmbH, Wülfrath; Norvliit Werbeagentur, Düsseldorf; Verlag Bau + Technik GmbH, Erkrath; Kalkwerke H. Oetelshofen, Wuppertal; Getty Images
8	BVK
9	oben: visipix.com, Foto: Ronald Raefle, Bern unten: Rheinkalk GmbH, Wülfrath
10	Verlag Bau + Technik GmbH, Erkrath
11	BVK
12	oben links und rechts: ThyssenKrupp Steel AG, Duisburg unten: Markus Bollen, Bergisch Gladbach Hintergrund: Getty Images
13	ThyssenKrupp Steel AG, Duisburg
14	links: MEV Verlag, Augsburg rechts: ThyssenKrupp Steel AG, Duisburg
16	Getty Images
17	links oben und unten: Verlag Bau + Technik GmbH, Erkrath rechts oben: Jüdisches Museum Berlin; Foto: Jens Ziehe, Berlin rechts Mitte: Verlag Bau + Technik GmbH, Erkrath rechts unten: Alexander Hartmann, Berlin
18	Deutsche Burgenvereinigung e.V., Braubach/Rhein
19	oben: Atelier Gulde, Dresden Grafik: BVK
20 – 21	Verlag Bau + Technik GmbH, Erkrath
23	links: KS Info GmbH, Hannover rechts oben: Bundesverband Porenbeton- industrie e.V. rechts Mitte: Verlag Bau + Technik GmbH, Erkrath rechts unten: KS-Quadro e.V., Durmersheim
24	Hintergrund: Getty Images
25	links: Goodyear GmbH & Co. KG, Köln rechts oben und unten: MEV Verlag, Augsburg
26	Norvliit Werbeagentur, Düsseldorf
27	Bild 1: Stehr Baumaschinen GmbH, Schwalmatal Bild 2: BVK Bild 3: Dyckerhoff AG, Wiesbaden Bild 4: Stehr Baumaschinen GmbH, Schwalmatal
29	oben: Norvliit Werbeagentur, Düsseldorf unten links und rechts: IFM Dr. Schellenberg Rott- weil GmbH, Rottweil

Seite	Copyright	Seite	Copyright
30	Stehr Baumaschinen GmbH, Schwalmatal	65	oben: Norvliit Werbeagentur, Düsseldorf unten: Rheinkalk GmbH, Wülfrath
31	Norvliit Werbeagentur, Düsseldorf	66 – 67	Rheinkalk GmbH, Wülfrath
32 – 33	Getty Images, außer: Aufbereitungsbecken: Zweckverband Landeswasserversorgung, Stuttgart	68	FELS-WERKE GmbH, Goslar
34	hinten links: Zweckverband Landeswasserversorgung, Stuttgart vorne rechts: Zefa	69	links oben: Rheinkalk GmbH, Wülfrath rechts oben: FELS-WERKE GmbH, Goslar unten: Brühne Gruppe, Warstein
35	BVK	70	Rheinkalk GmbH, Wülfrath
36 – 37	MEV Verlag, Augsburg	71	oben: Werk Kaltes Tal unten: Rheinkalk GmbH, Wülfrath
38	Verlag Bau + Technik GmbH, Erkrath	72 – 75	Rheinkalk GmbH, Wülfrath
39	oben: Norvliit Werbeagentur, Düsseldorf unten: BVK	76	Grafik: BVK
40	BVK	77	Rheinkalk GmbH, Wülfrath
41	MEV Verlag, Augsburg	78	BVK
42	Freitag! Werbeagentur und Verlag GmbH, Wuppertal	79	links: Rheinkalk GmbH, Wülfrath rechts oben: FELS-WERKE GmbH, Goslar rechts unten: Verlag Bau + Technik GmbH, Erkrath
43 – 45	BVK	80 – 81	BVK
46 – 47	Getty Images	82	Rheinkalk GmbH, Wülfrath; Getty Images
48	Kalkwerk Hufgard GmbH, Hösbach	83	Kalkwerke H. Oetelshofen GmbH & Co., Wuppertal
49	links: Rheinkalk GmbH, Wülfrath rechts: Norvliit Werbeagentur, Düsseldorf	85	Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., Hannover
50 – 51	Getty Images, außer: ganz rechts: Südzucker AG, Mannheim	86	REM-Aufnahmen: BVK
52	PalmArt Kunst & Kommunikation e.V., Köln	87	Rheinkalk GmbH, Wülfrath
53	Bild 1: John Foxx Images Bild 2: Verlag Bau + Technik GmbH, Erkrath Bild 3 und 4: Getty Images	88	oben: SCHAEFER KALK KG, Diez unten: BVK
54	MEV Verlag, Augsburg	89	BVK
55	oben: Pfeifer & Langen KG, Köln unten: Deutsche Steinzeug Keramik GmbH, Ötzingen	90 – 91	Getty Images
56 – 57	Hintergrund: BVK SKW: Goodyear GmbH & Co. KG, Köln	93	links: Norvliit Werbeagentur, Düsseldorf rechts oben: BVK rechts unten: Rheinkalk GmbH, Wülfrath
58	BVK	94 – 95	Freitag! Werbeagentur und Verlag GmbH, Wuppertal
59	oben: Rheinkalk GmbH, Wülfrath unten: Verlag Bau + Technik GmbH, Erkrath		
60	Rheinkalk GmbH, Wülfrath		Unser Dank gilt dem Fossilien- und Mineraliensammler Erwin Hintze, der uns eine Vielzahl von Calciten und Ammoniten zu Fotozwecken zur Verfügung gestellt hat.
61	oben: Norvliit Werbeagentur, Düsseldorf unten: Rheinkalk GmbH, Wülfrath		Wir bedanken uns bei dem Höhlenforscher Hartmut Brepohl, der uns Aufnahmen von Calciten, Fossilien und Sinterablagerungen in der Schillat-Höhle ermöglicht hat.
62	FELS-WERKE GmbH, Goslar		
63 – 64	Rheinkalk GmbH, Wülfrath		



Kalk®
Innovativ seit Jahrtausenden.