



## „Kalk: Stoff, Gewinnung, Herstellung und Anwendung“

Michael Webeling

Sehr häufig wird von Kalk gesprochen, auch wenn nicht wirklich der Branntkalk gemeint ist, sondern Kalksteinmehl, ein Kalkhydrat oder auch diverse Dolomit-Produkte. Daher soll in diesem Beitrag einmal auf die Familie der Kalkprodukte sowie deren Gewinnung und Anwendung eingegangen werden.

### Ein kurzer historischer Abriss zum Thema: „Wie wurde Kalk entdeckt?“

In der Kalkindustrie gibt es die verbreitete Geschichte, dass der Kalk schon vor Jahrtausenden – wie so häufig – per Zufall entdeckt wurde. Die damaligen Jäger und Sammler scharrten sich um eine Feuerstelle, deren Umfassung sie aus herumliegenden Kalksteinen herstellten.

Es war ein großes und starkes Feuer, immer wieder wurde Holz nachgelegt und die Glut bedeckte die Kalksteine. Die Gruppe lagerte mehrere Tage an dem Ort und bevor sie wieder weiterzogen, gab es einen mächtigen Regenschauer. Dabei kam der nunmehr gebrannte Kalk mit dem Regenwasser in Berührung und es setzte die Löschreaktion ein. Diese ist stark exotherm, die Kalkstücke fangen regelrecht an aufzuquellen, voluminöser zu werden und es entsteht ein weißes Pulver – wenn nicht zuviel Wasser zugegeben wird.



**Abbildung 1:** Jäger und Sammler an einer Feuerstelle



**Abbildungen 2 und 3:** Luftaufnahmen Rheinkalk Flandersbach und Steinbruch Rohdenhaus

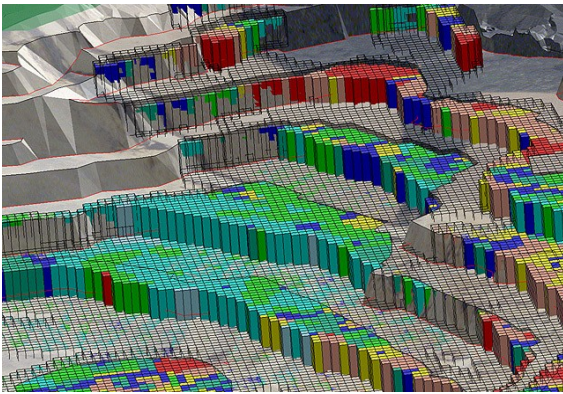
Da bereits unsere Ur-Vorfahren ihre Umwelt genau beobachteten, wurde diese chemische Reaktion bemerkt und als erstes entdeckt, dass dieses weiße Pulver bzw. diese Paste eine prima Farbe war.

Schon hatte man einen multifunktionalen Stoff gefunden, dessen Einsatz bis zum heutigen Tag in den unterschiedlichsten Anwendungen erhalten blieb.

Im Laufe der Jahrtausende ist die Gewinnung von Kalkprodukten natürlich immer mehr industrialisiert worden und selbst High-Tech hat Einzug gehalten.

Schauen wir einmal in das größte Kalkwerk Europas in Wülfrath – das Werk Flandersbach der Rheinkalk-Gruppe – gelegen in dem Städte-Dreieck Düsseldorf-Wuppertal-Essen.

Erst einmal ist es erforderlich, eine Kalklagerstätte gründlich zu erkunden. Dies wird im Wesentlichen durch Probebohrungen im genau definierten Raster durchgeführt. Die Bohrkerns werden zunächst visuell von den Geologen des Lagerstättenwesens begutachtet und kartiert. Dabei helfen die mittels GPS gewonnenen Daten aus den



**Abbildung 4:** Blockmodell des Steinbruchs Rohdenhaus



**Abbildung 5:** Kalksteinwäsche Flandersbach



**Abbildung 6:** Sedimentationsbecken Prangenhau

Bohrungen, die dann in ein Lagerstättenmodell eingepflegt werden. Die ebenfalls aus den Bohrkernen gewonnenen chemischen Analysen vervollständigen das Bild. Wichtig bei der Gewinnung des Kalksteins ist die möglichst vollständige Nutzung des anstehenden Materials und so ist häufig eine sehr konstante, gleichmäßige Qualität viel entscheidender als eine Qualität mit 99,9 % Reinheit. Alle Daten in so einem Blockmodell tragen entscheidend zur Steuerung der Qualität bei und bei der Gewinnung verfeinert sich das Wissen um die Lagerstätte ständig – z. B. aus den Bohrmehlanalysen der Sprenglochbohrungen.

Nach der Sprengung erfolgen noch im Steinbruch eine erste Grobzerkleinerung in Kegelmühlern und der Weitertransport per Band zur sogenannten Wäsche. Die Wäsche kann man sich als überdimensionale Waschmaschine vorstellen. In den einzelnen Trommeln werden anhaftende Verunreinigungen, wie Lehm und sandige Bestandteile, von der Steinoberfläche abgewaschen. Das Waschwasser wird im Kreislauf zu einem Sedimentationsbecken geführt und wiederverwendet.

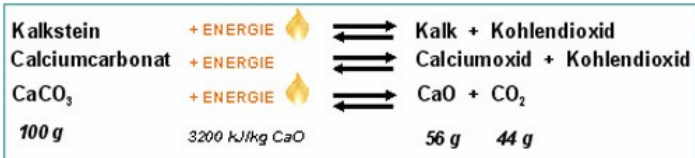
### Kalkbrennen

Der so gewonnene Reinstein kann nun der Klassierung zugeführt werden. Der Stoffstrom teilt sich in die groben Kalksteine für das Schachtofenlager, mittel- große Steine für die Drehrohröfen und sonstige Körnungen, die z. B. weiter zu Kalksteinsplitten oder Steinmehl verarbeitet werden,

Der wohl wichtigste Veredelungsschritt in der Kalkproduktion ist das Kalkbrennen oder auch Calcination genannt. Der Kalkstein wird in den verschiedenen Ofentypen mit zumeist fossilen Energieträgern, wie Erdgas, Braunkohlenstaub, Koks und seit einiger Zeit verstärkt mit erneuerbaren Energieträgern, zu Kalk gebrannt.

Bereits bei der Calcination wird die Qualität des Kalkes gewissermaßen durch die enge Korrelation

zwischen Ofentemperatur und dem sich hierdurch einstellenden Brenngrad vorgeprägt. Hohe Brenntemperaturen ( $> 1.100\text{ °C}$ ) ergeben im Allgemeinen einen Hartbranntkalk, da die einzelnen CaO-Kristalle zu sintern beginnen und die spezifische Oberfläche sich verringert. Durch niedrige Ofentemperaturen lassen sich besonders reaktionsfähige Kalke herstellen, die sich durch eine hohe Porosität sowie kleine CaO-Kristalle auszeichnen.



Schema: „Kalkbrennen“

Abbildungen 7 und 8: Elektronenmikroskopische Aufnahmen von Weichbrand (links) und Hartbrand (rechts)

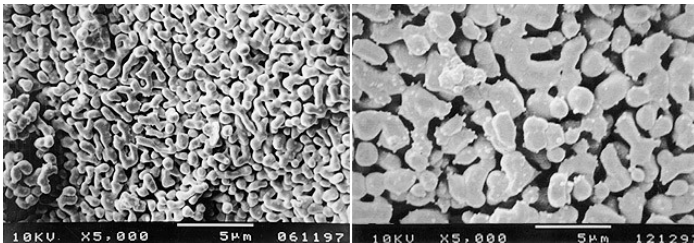


Abbildung 9: Bestimmung der Reaktivität gemäß DIN EN 459



Was bedeutet aber nun Reaktivität bzw. wie wird sie gemessen? Als ein gutes, reproduzierbares Maß für die Reaktivität hat sich die Reaktionsgeschwindigkeit des Kalkes mit Wasser bewährt. Hierbei werden 150 g feingemahlener Branntkalk mit 600 ml exakt auf 20 °C temperiertem Wasser in einem Duwargefäß homogenisiert. Anschließend wird die frei werdende Wärme – indirekt durch Messung der Temperaturerhöhung des Gemisches – bestimmt. Die Zeit bis zum Erreichen von 60 °C stellt die charakteristische Kennzahl dar – Kalke mit einem  $t_{60\text{ °C}}$ -Wert von unter 3 Minuten können als besonders reaktionsfähig bezeichnet werden. Spezielle Hartbranntkalke mit geringer Reaktivität haben eine Hauptanwendung in der Porenbetonherstellung.

### Kalklöschchen

Der nächste, insbesondere für die Baustoffindustrie wichtige Prozessschritt ist die Hydratation des Kalkes zu Kalkhydrat (Calciumhydroxid). Je nach Höhe des hierbei verwendeten Wasserüberschusses erhält man entweder einen Kalkbrei/Kalkpaste oder bei sehr gut dosierter Wassermenge in sogenannten Trockenlöschanlagen ein trockenes, feines Pulver. Die Herstellung von Sumpfkalk wiederum hat eine jahrhundertealte Tradition in der Bauindustrie. So wurden früher große Gruben im Erdreich ausgehoben, diese mit körnigem, grobstückigem Kalk gefüllt und mit Löschwasser im Überschuss versetzt.



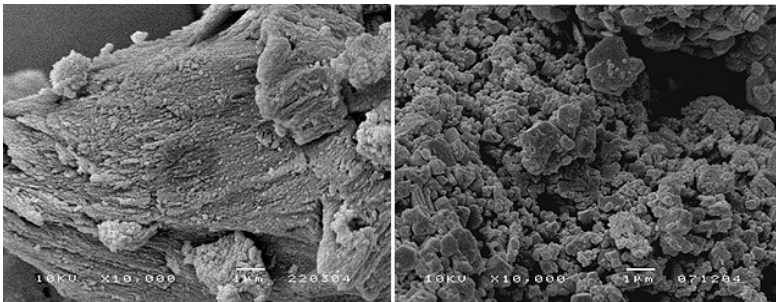
Abbildung 10: Historisches Heißlöschverfahren



Abbildung 11: Heißlöschverfahren in einem Freilicht-Museum

Die Qualität des Sumpfkalkteiges, der manchmal auch als Speckkalk bezeichnet wird, hat insbesondere bei Restauratoren eine schon „kultstatus-artige“ Reputation als der best verfügbare Kalk. Hier wird manchmal vergessen, dass diese in zumeist nur kleinen Volumina hergestellten Produkte einer besonders großen Schwankungsbreite – schon bedingt durch die manuelle Herstellungsweise – unterliegen. Dies hat einen Hersteller nicht ruhen lassen. Nach intensiven Forschungsarbeiten kann nun erstmalig ein industriell hergestellter „Sumpfkalk“ mit 45 % Feststoffgehalt, frei von Zusätzen wie Polymeren und Acrylaten, für diesen besonders anspruchsvollen Kundenkreis angeboten werden (Tradical® SLS45 NP).

Aber es gibt noch andere, ähnliche Herstellungsverfahren in der Denkmalpflege – zum Beispiel das Heißlöschverfahren, bei dem gewässerter Sand lagenweise mit hochreaktivem Stückkalk (Tradical® Q 8/40 HR) geschichtet wird. Es entsteht ein fast trocken gelöschter Kalkspatzenmörtel in einem Arbeitsgang.



**Abbildungen 12 und 13:** Standard-Kalkhydrat (links) und Tradical® SDH (rechts)

Gerade die industrielle Produktion hat in den letzten 35 Jahren deutliche Fortschritte beim Verständnis zum Trockenlöschverfahren gebracht und damit zu gleichmäßigen bzw. stabilen Produktqualitäten von Kalkhydraten, gemäß Baukalk-Norm DIN EN 459 geführt. Ein grob zerkleinerter Branntkalk wird hierbei mit der stöchiometrisch korrekten Wassermenge – zuzüglich dem

Wasserverlust durch Dampf – versetzt und in 1- bis 3-Trog-Löschmaschinen zu Calciumhydroxid umgesetzt. Ein Teil der zur Calcination eingesetzten Energie wird durch die stark exotherme Reaktion des CaO mit dem Wasser wieder frei und bei richtiger Prozessführung entsteht ein Kalkhydrat ohne nennenswerten Gehalt an freiem CaO als trockenes Pulver mit gerade einmal 0,5 % Restfeuchte. Nach der Trockenlöschung erfolgt zumeist eine Art Reinigungsschnitt durch entsprechende Windsichter, in denen eine Klassierung gemäß Größe der Partikel bzw. zum Teil nach Dichte (schwere Sandkörnchen oder auch Reste von Calciumcarbonat) vorgenommen wird.

Aber auch bei der Trockenlöschung können durch die gezielte Beeinflussung der Löschparameter und Ausgangskalke mittlerweile Hydrate erzeugt werden, die sich in ihrer Form oder auch der spezifischen Oberfläche, gemessen nach B.E.T., deutlich von den auf dem Markt befindlichen Kalkhydraten unterscheiden (siehe Abb. 12 und 13). Die spezifische Oberfläche beträgt üblicherweise zwischen 16 und 24 m<sup>2</sup>/g und bei den neuen Produkten kann zwischen 8 m<sup>2</sup>/g und 60 m<sup>2</sup>/g variiert werden. Dies hat massive Auswirkungen auf die Verarbeitbarkeit, die Mikroporosität, die Viskositätsveränderung nach dem Anmachen des Mörtels oder Putzes sowie die Carbonatisationsgeschwindigkeit.

In der nächsten Wochenschau wird dann auf die Anwendungen und Funktionalitäten von Kalkhydrat in Baustoffen eingegangen.

| Kontakt:   | Schlauer Fuchs  |
|--|---|
|  <p><b>Chem. -Ing. (TEng) Michael Webeling</b><br/> Rheinkalk GmbH<br/> Am Kalkstein 1<br/> 42489 Wülfrath<br/> Tel.: +49 (0)2058 17-2126<br/> E-Mail: <a href="mailto:michael.webeling@rheinkalk.de">michael.webeling@rheinkalk.de</a></p> | <p>Unsere Schlaue-Fuchs-Frage zu diesem Beitrag lautete:</p> <p>Wo liegt das größte Kalkwerk Europas?</p> |
|   | <p><a href="http://www.rheinkalk.de/">http://www.rheinkalk.de/</a></p>                                    |