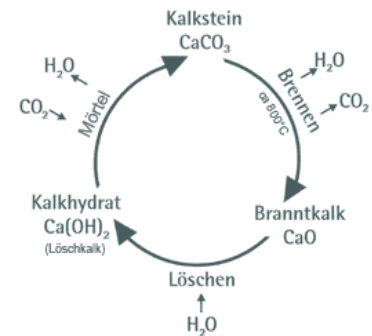


Kalkmörtel

Bestandteile: reiner Kalk (CaCO_3) als Bindemittel und Sand als Zuschlagsstoff

Brennen des Kalksteins:

Kalkstein wird bei ca. 800°C gebrannt. Dabei wird CO_2 aus dem Kalk abgespalten und entweicht als Gas. Es bleibt CaO zurück. Die Kalksteinstücke sehen nach dem Brand unverändert aus, sind aber viel leichter. Der gebrannte Kalk CaO wird als Stückkalk oder gemahlen als Pulver gelagert.

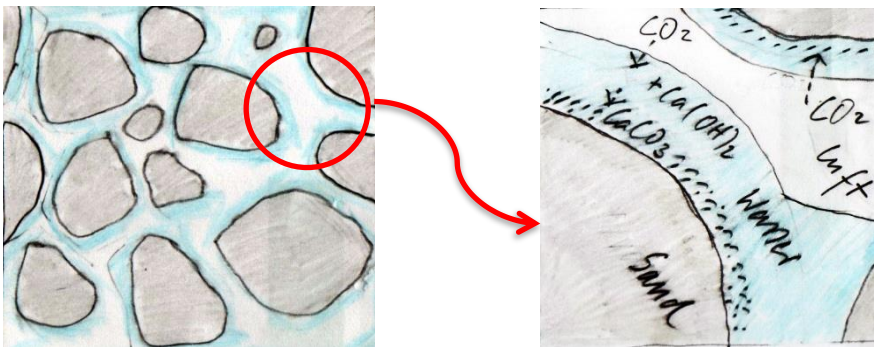


Herstellung von reinem Kalkmörtel

Zur Herstellung wird Kalk (Bindemittel) und Sand (Zuschlagsstoff) gemischt und als Mörtel appliziert. Es gibt verschiedene Verfahren, Kalkmörtel herzustellen:

Löschen des Kalkes. Wird der gebrannte Kalk mit Wasser gelöscht, entsteht **Calciumhydroxid Ca(OH)_2** . Es wird Hitze freigesetzt und es ergibt sich eine Volumenvergrößerung von ca. 2 bis 2.5.

Abbinden / Karbonatisierung. Das Abbinden des Kalkes erfolgt, indem sich das **Kalziumhydroxid Ca(OH)_2** mit dem CO_2 aus der Luft mit zu reinem Kalkstein CaCO_3 verbindet. Damit diese Reaktion optimal ablaufen kann, muss sowohl CO_2 in den Mörtel gelangen (via Luft), als auch genügend Feuchtigkeit vorhanden sein, damit gelöstes Kalziumhydroxid vorhanden ist. Für das Abbinden ist es also wichtig, dass der Mörtel nicht vollständig austrocknet aber auch nicht völlig durchnässt ist. Eine regelmässige Befeuchtung der Oberfläche während rund einem Monat ist ideal. Die Umgebungstemperatur sollte nicht unter 5°C fallen.



Die Aushärtung erfolgt von der Oberfläche her abnehmend gegen innen. Das bedeutet, dass im Endzustand der Mörtel eine harte Oberflächenschicht aufweist, die gegen innen immer weicher wird.

Hydraulischer Kalk: Beinhaltet neben dem Kalk auch Mineralien, die gleich wie Zement hydraulisch abbinden. Diese Mineralien sind natürlichen Ursprungs. Beim Brennen des Kalks werden sog. Puzzolane (Vulkanaschen, Tuff, Tonmineralien etc.) mitgebrannt. Hydraulischer Kalk bindet teilweise hydraulisch ab, teilweise durch Karbonatisierung.

Vorteile Kalkmörtel

- Festigkeit ist nicht grösser als Naturstein.
- Längere Verarbeitbarkeit als Zementmörtel
- Dampfdiffusion nicht eingeschränkt.
- Steine lassen sich problemlos vom Mörtel trennen und können wiederverwendet werden

- Natursteinmauern sind als Bauwerke ohne Bewegungsfugen gebaut. Bewegungen, die durch Temperatur- und Feuchtigkeitsänderungen und Schwinden entstehen, müssen im Mauerwerk aufgenommen werden können. Wenn der Mörtel eine höhere Festigkeit als der Naturstein aufweist, wird der Stein als schwächeres Bauteil brechen. Der verwendete Mörtel sollte deshalb nicht eine höhere Festigkeit erreichen als die Natursteine, da anderenfalls Schäden an den Natursteinen zu erwarten sind.
- Der verwendete Mörtel sollte die Wasserverdunstung aus dem Mauerwerk nicht behindern. Zementmörtel sind weitgehend diffusionsdicht. Wasser, das ins Mauerwerk eingedrungen ist, ist durch den Zementmörtel an der Verdunstung gehindert.
- Der verwendete Mörtel sollte zukünftige Sanierungen ermöglichen. Kalkmörtel entwickelt eine geringere Haftung auf Naturstein als Zementmörtel. Beim Abbruch einer Kalkmörtelmauer lassen sich die Steine ohne Probleme vom Mörtel trennen.

Nachteile Kalkmörtel

- Lange und aufwendige Nachbehandlung (Abdecken, Feuchthalten) zur Gewährleistung der Karbonatisierung.

Herstellung von Kalkmörtel, Varianten

Heisskalkmörtel	Trocken gelöschter Kalkmörtel	Sumpfkalkmörtel
Löschen des gebrannten Kalkes (als Stückkalk oder gemahlen) direkt im Sand beim Anmachen des Mörtels.	Löschen des gebrannten Stückkalkes im Sandhaufen. Bei Bedarf wird Sand und gelöschter Kalk abgestochen und gemischt. Eine Restmenge Wasser muss zugegeben werden.	Löschen und Lagern des gebrannten Kalkes unter Wasser als Sumpfkalk. Bei Bedarf wird Sand mit Sumpfkalk gemischt und als Mörtel appliziert.
Mörtel bei Verarbeitung warm/heiss	Mörtel bei Verarbeitung kalt	Mörtel bei Verarbeitung kalt
Historische Verwendung als Mauerwerksmörtel, Grund- und Ausgleichsputz. Gewölbemauerwerk, Vergussmörtel	Historische Verwendung Mauerwerksmörtel, Grund- und Ausgleichsputz	Historische Verwendung Deckputz, Stukkaturen
Eigenschaften: Hoher Bindemittelanteil möglich. Schnelles Ansteifen, dadurch weniger Wartezeit beim hochziehen des Mauerwerks. Gute Haftung. Geringe Schwindrisssbildung. Dicke Schichtstärken möglich. Tendenziell höhere Festigkeit.	Eigenschaften: Hoher Bindemittelanteil möglich.	Eigenschaften: Sumpfkalk kann unter Wasser unbegrenzt gelagert werden, ohne abzubinden.
Rezeptur Kalk zu Sand 1:3 bis 1:5 (Volumen) Durch die Volumenvergrößerung des Kalkes während dem Löschvorgang, ergibt sich eine Mischung die ca. 1:3 beträgt.	Rezeptur Kalk zu Sand 1:3 bis 1:5 (Volumen) Durch die Volumenvergrößerung des Kalkes während dem Löschvorgang, ergibt sich eine Mischung die ca. 1:3 beträgt.	Rezeptur Kalk zu Sand 1:4 bis 1:6 (Volumen)
Verwendung Mauerwerk, Stopfmörtel, Ausgleichsputz, Verputz	Verwendung Mauerwerk, Stopfmörtel, Ausgleichsputz, Verputz	Verwendung Feine Verputze, Stukkaturen

Applikationsregeln für Kalkmörtel

Vorbereitung des Untergrundes

Entfernen des alten bestehenden Mörtels. Reinigen des Mauerwerks mit Staubsauger, ölfreier Druckluft und Wasser. Es sollte kein Hochdruckreiniger verwendet werden, da mit diesem Gerät der verbleibende rel. Weiche Kalkmörtel weggespült wird. Besser ist die Verwendung eines Gartenschlauches. Damit der Mörtel optimal haften kann muss der Untergrund sauber, frei von Staub und losen Teilen sein. Aller Bewuchs durch Moos und Flechten muss entfernt werden.

Vornässen

Die Oberfläche muss vor den Mörtelarbeiten ausreichend **vorgenässt** werden, damit der Untergrund dem neuen Mörtel nicht zu viel Feuchtigkeit entzieht. Auch kann so das gelöste Kalziumhydroxid des Mörtels via Porenwasser in die Poren des Untergrundes eindringen. Dies erhöht den Verbund Mörtel-Untergrund.

Bindemittel / Kalkanteil

Das Bindemittel sollte alle Hohlräume im Zuschlagsstoff (Sand) füllen, ohne die einzelnen Sandkörner auseinanderzuschieben. Der Hohlraumanteil eines Sandes kann gemessen werden indem trockenem Sand Wasser zugefügt wird, bis er beginnt zu schwimmen.

Besteht ein Überschuss an Bindemittel, steigt das Risiko von Schwindrissbildung. Bei zuwenig Bindemittel erreicht der Mörtel zuwenig Festigkeit.

Beim heissgelöschten Kalkmörtel werden Mischungsverhältnisse (Volumen) von 1:3 (England) bis 1:5 (Deutschland) erwähnt. 1:3 erscheint eher zu «fett». Ein Mischungsverhältnis von 1:4 bis 1:5 realistisch. Es ist zu berücksichtigen, dass beim Heisslöschen der Volumenanteil des Kalkes zunimmt, ca. um das 2 bis 2.5 fache.

Wasseranteil Mischung:

Regel: Sowenig Wasser wie möglich, soviel Wasser wie nötig. Mehr Wasser führt zu grösserem Schwindmass. Test: Anwerfen des Mörtels an die Kübelwand. Wenn er haftet, ist die Mischung genügend geschmeidig / feucht.

Zuschlagsstoff / Sand

Das grösste Korn des verwendeten Sandes sollte nicht grösser als die kleinste Fugenweite des Mauerwerks sein. Der Sand sollte eine gute Siebkurve aufweisen, d.h. er sollte eine ausgeglichene Korngrössenverteilung aufweisen.

Schwinden / Rissbildung

Je dicker das Mörtelpacket ist, das eingebaut wird, desto grösser ist die Tendenz zur Rissbildung. Es empfiehlt sich in dicken Mörtelpartien möglichst viele zusätzliche Steine einzubauen (Einpassen ganzer, ohne Mörtel stabil liegender Steine. Falls dies nicht möglich ist, werden die Steine mit mit rostfreien Gewindestangen / rostfreien Gittern fixiert). Grundsätzlich ist es besser, den Kalkmörtel in mehreren dünnen Schichten aufzutragen. Für den Einbau von dicken Mörtelpartien (beim Stopfen von Fugen) ist heissgelöschter Kalkmörtel eher geeignet. Sumpfkalkmörtel ist hier anfälliger für die Bildung von Schwindrissen. In den ersten Tagen kann die Oberfläche des applizierten Kalkmörtels nochmals bearbeitet werden. Wird die Oberfläche gekratzt, wird die Oberfläche nochmals verdichtet. Kleine Schwindrisse werden geschlossen. Die sich bildende Sinterhaut aus Kalk wird entfernt und die Sandkörner der Oberfläche freigelegt, damit die Farbe des Sandes sichtbar wird.

Kontrolle Klima

Für den Einbau von Kalkmörteln gilt, dass die Umgebungstemperatur über 5°C liegen sollte.

Nachbehandlung

Alle Mörtel müssen nach dem Einbau je nach Witterungslage und Standort feuchtgehalten werden. Insbesondere für Kalkmörtel (reiner Kalkmörtel oder hydraulischer Kalkmörtel) gilt:

Die Verfestigung des Kalks durch Karbonatisierung dauert mehrere Wochen und kann nur erfolgen, wenn im Mörtel ausreichend Feuchtigkeit vorhanden ist. Dies bedeutet, dass ein frisch eingebauter Kalkmörtel vor Austrocknen (Wind, Sonne) geschützt werden muss. Normalerweise werden frisch vermörtelte Flächen abgedeckt (z.B. mit Jute) und regelmässig befeuchtet.

Frost-/Tausalzbeständigkeit

Die Frost- / Tausalzbeständigkeit von Mörtel hängt unter anderem vom Porenvolumen im Mörtel ab. Ein grösseres Porenvolumen erhöht die Frost- / Tausalzbeständigkeit. Salz- und Eiskristalle haben mehr Platz zum Wachstum, bevor sie das Gefüge des Mörtels zerstören. Eine Möglichkeit, das Porenvolumen zu vergrössern ist die Beimischung eines porösen Zuschlagstoffes: Tuffsand.

Sicherheitshinweise

Ungelöschter und gelöschter Kalk ist stark alkalisch. Bei der Arbeit mit Kalkmörteln müssen daher folgende Sicherheitsmassnahmen beachtet werden

Schutz der Augen: Schutzbrille tragen, Gepufferte Augenspülung bereithalten

Schutz der Haut: Vor der Arbeit die Hände mit Hautschutzsalbe gründlich eincremen.

Baustellenmischungen

Unterschieden werden Mischverhältnisse in Gewichts- oder Volumenprozent. Auf der Baustelle ist ein Abmessen in Behältern (Volumen) einfacher als wenn die Bestandteile gewogen werden müssen.

Umrechnungswerte von Gewichts- in Volumen-%:

Hydr. Kalk	(1 Sack à 50 kg = 55 ltr)	(1 Liter = ca. 0.78kg)
Zement	1 Sack à 50 kg = 43 ltr	
Tuff	1.25 kg = 1 Liter	
Sand:	1 Liter = ca. 1.2 - 1.5 kg	

Mischungen mit Sumpfkalk

	Sumpfkalk	Sand 0-8mm	Tuff-Sand 0-3mm
	Volumen-Teile	Volumen-Teile	Volumen-Teile
Mauermörtel:	1	2	2
Ausfugen:	1	2	2

(ev. auch Mischungen 1:3)

Mischungen mit ungelöschtem gebranntem Stückkalk (trocken gelöschter Kalkmörtel)

Holzrahmen ca. 1 x 2m, unten gegen Erdreich offen

Mischung 1 Teil gebrannte Kalksteine auf 6 (-8) Teile Sand (3 Teile gewaschen, 3 Teile tonig). Dies entspricht nach dem Löschen einer Sumpfkalkmischung von 1:3 bis 1:4.

Sand und Kalk in Lagen einbringen (meist 6 Kübel Sand, 1 Kübel Kalk)

Oben alles abdecken mit Sand, kein freiliegender Kalk

Sehr viel Wasser, eher als Sprühregen, Schlauch manchmal in den Haufen stecken. Wasser nachgeben. Wenn Wasser unten bei der Form rauskommt ist es ok.

Ein Fass stückkalk hat 200 kg. Auf eine Palette passen 400 kg (Preis Transport pro Palette Fr. 150.-).

Eine Tonne Kalk kostet Fr. 350.- bis 450.-

Ein Fass Kalk ergibt ca. 800l Mörtel und man kann als innerer Mauermörtel ca. 10 m² Mauerwerk (0.6m) realisieren.

Mischungen mit ungelöschtem gebranntem Stückkalk für die sofortige Verarbeitung (Heisskalk)

	Gebrannter Stückkalk	Sand (Zuschlagsstoff)
	Volumen-Teile	
Mauermörtel:	1	4 (ev. 5) (3 wird in engl. Quellen erwähnt, scheint zu fett)

Der Stückkalk wird bei der Wasserzugabe für das Mischen gelöscht und löst sich auf. Durch die Volumenvergrößerung des Kalkes beim Löschvorgang steigt der Bindemittelanteil im fertigen Mörtel. Es muss so lange gemischt werden bis sich der Stückkalk ganz aufgelöst hat. Es sollten keine ungelöschten Kalkstückchen im Mörtel vorhanden sein.

Mischungen mit hydraulischem Kalk

Stonewall's
Gerhard Stoll
Dipl. Arch. ETH/SIA, Trockensteinmaurer
Hüeblistrasse 28
CH-8636 Wald
+41(0)55 246 34 55
+41(0)78 761 38 18
info@stonewalls.ch
www.stonewalls.ch



- **Mischverhältnis Mauer am Graben, Lenzburg:**

	Hydraulischer Kalk	Sand 0-8mm	Tuff-Sand 0-3mm
	Volumen-Teile	Volumen-Teile	Volumen-Teile
Mauermörtel:	1	2	1
Ausfugen:	1	1	1

Verbrauch / Kalkulation

Nachkalkulation Mauer Graben: Mörtelverbrauch Mauerwerk: 295 l/ m3 fertige Mauer
Mörtelverbrauch Ausfugen: 3 l/m2 fertige Mauer

Mörtelbedarf Mauerwerk (Richtwerte Literatur):

Sehr lagerhafte Steine: 250 Liter Mörtel / m3 fertiges Mauerwerk

Weniger lagerhafte Steine: 280 Liter Mörtel / m3 fertiges Mauerwerk

Unregelmässige Steine: 300 -350 Liter Mörtel / m3 fertiges Mauerwerk

Mörtelbedarf Stopfen / Ausfugen: 15 Liter Mörtel /m2 fertige Fläche

Aus diesen Werten kann der Bedarf an Kalk und Sand vorausberechnet werden, die untenstehenden Werte geben je einen m3 fertigen Mörtel:

NHL		Sand		Mischung
Gewicht kg	Volumen	Gewicht	Volumen	
500 kg	550 ltr.	1400 kg	1100 ltr	1:2
370 kg	407 ltr.	1500 kg	1200 ltr.	1:3
300 kg	330 ltr.	1625 kg	1300 ltr	1:4

Bezugsquellen Materialien

Hydraulischer Kalk

Hydraulischer Kalk der Firma Otterbein NHL 5

Jura-Cement-Fabriken AG.
Werk *Wildegg*.
Talstrasse 13. 5103 *Wildegg*.
Tel.: 062 887 76 66

Sand

0-8er Sand Typ „Hallwil“ des Kieswerks Lenzburg

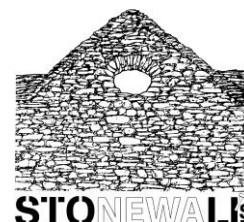
Kieswerk Lenzhard
Rodungsstrasse 31
5600 Lenzburg
Tel: +41 062 888 41 81
Fax: +41 062 888 41 82

Tuffsand

Tuffsand 0-3mm

REHM Kies- & Betonwerk GmbH & Co. KG
Weiherweg 3

Stonewall's
Gerhard Stoll
Dipl. Arch. ETH/SIA, Trockensteinmaurer
Hüeblistrasse 28
CH-8636 Wald
+41(0)55 246 34 55
+41(0)78 761 38 18
info@stonewalls.ch
www.stonewalls.ch



D-79807 Lottstetten
Telefon 0049 7745 / 92 85-30
Telefax 0049 7745 / 92 85-33
info@rehm.bz

Jute

Jutegewebe H305 200cm 305g/m2

Relianz AG
Stationsstrasse 43
CH-8906 Bonstetten
Tel. +41 44 701 82 82
Fax. +41 44 701 82 99
relianz@relianz.ch
www.jutec.ch

Stonewall's
Gerhard Stoll
Dipl. Arch. ETH/SIA, Trockensteinmaurer
Hüeblistrasse 28
CH-8636 Wald
+41(0)55 246 34 55
+41(0)78 761 38 18
info@stonewalls.ch
www.stonewalls.ch



Zementmörtel

Bestandteile : Kalk- und Tonmineralien.

Herstellung: Die Mineralien werden fein gemahlen und bei hohen Temperaturen (ca. 1400 °C) gebrannt.

Hydraulisches Abbinden: Das Abbinden erfolgt auch unter Wasser und unter Luftabschluss. Aus den im Anmachwasser gelösten Mineralien wachsen Kristalle, die mit zunehmendem Abbinden einen dichten Filz rund um die Zuschlagstoffe bilden.

