

## Kalkputzregeln

Diese Regeln dienen als Richtschnur zur Verarbeitung von Kalkmörtel. Jeder Verarbeiter ist angewiesen sich auf das Kalkprodukt und den Untergrund einzustellen. Die Anlage von Probeflächen ist notwendig. Eine Entbindung aus der Haftung ist nicht gegeben! Die Verarbeitungsrichtlinien sind zu beachten.

## Definition

Gebrochenes Kalkgestein wird in Schachtöfen mit Kohle oder Erdgas zu Stückkalk (Branntkalk) gebrannt, bei Temperaturen von ca. 900-1100°C. Je nach Zusammensetzung des Rohgesteins entstehen verschiedene Kalk-Bindemittel. Sehr reine Kalke (CL90, CL 80) werden als Luftkalke bezeichnet. In aller Regel wird der Branntkalk mit Wasserdampf zu Kalkhydrat oder mit Wasser zu Sumpfkalk gelöscht. In beiden Fällen handelt es sich i.w. um Calciumhydroxid –  $\text{Ca(OH)}_2$ , das über die Karbonatisierung erhärtet. Mergelige Kalke kennzeichnet höhere Gehalte an Quarz und Ton. Hiermit steigt der Hydraulefaktor und damit die Fähigkeit unter Wasser abzubinden. Man spricht hier von Wasserkalk, hydraulisch und hoch hydraulischem Kalk. Typische Vertreter sind hier natürliche hydraulische Kalke (NHL) der Druckfestigkeitsklasse 2.0, 3.5 und 5.0 (MPa nach 28 Tagen). Höher hydraulisch ist der Romankalk und Romazement. Derzeit wohl einzige industrielle Produktion des Romazements ist in Grenoble.

KALKART	BESCHREIBUNG	END DRUCK- FESTIGKEIT  (MPa)	AN- STEIF- ZEIT  (min)	ANWENDUNG
CaO	Branntkalk  Feinkalk  Stückkalk	≈ 2 - 5	> 10	Fassade und Innen  1-2 lagiger Putz, Kalkspatzenmörtel mit Stückkalk, Injektionen, Kalkboden
$\text{Ca(OH)}_2$  CH	CL 90, CL 80  Kalkhydrat	≈ 0,5 - 1,5	> 60	Fassade (bedingt) und Innen  3-lagiger Putz
$\text{Ca(OH)}_2$  CH	CL 90, CL 80  Sumpfkalk	≈ 0,5 - 2	> 60	Fassade (bedingt) und Innen  3-lagiger Putz, Kalkglätte, Kalkschlämme

CL 70 / NHL 2	Wasserkalk	≈ 1 - 3	> 60	Fassade und Innen 3-lagiger Putz, Tadelakt
NHL 3.5 NHL 5.0	natürlicher hydraulischer Kalk	≈ 3 - 10	> 60	Fassade und Innen 2-3-lagiger Putz, Kalkboden / Terrazzo
Roman Kalk  (vergleich- bar NHL 10)	Mischung aus NHL und Romanzement	≈ 10 - 25	15-60	Fassade und Innen (bedingt)  1-2 lagiger Putz  Sockelputz, Fugenmörtel, Fassadenzug, Ornamente, Kalkboden / Terrazzo
Roman- zement	Natürlicher Belit- Schnellzement	≈ 15 - 30	< 15	Ornamente, Gussmassen, Klebemörtel, seewasserbeständige Mörtel
HL	Kalk mit Zement oder Puzzolanen gemischt	≈ 2 - 15	> 30	Fassade und Innen  2-3 lagiger Putz

Als HL(hydraulic lime) werden Mischungen von Kalk mit Zement oder puzzolanischen Stoffen wie Vulkanasche/Traß oder Ziegelmehl bezeichnet.

Zemente werden im Drehrohrföfen bei Temperaturen über 1300°C gebrannt. Dabei entstehen Hochklinkerphasen, die im Kalk nicht oder untergeordnet durch Überbrannt enthalten sein können. Diese Phasen ergeben die hohe Festigkeit und geringe Kapillarität des Zementes.

Abmischungen der Kalkarten sind möglich und je nach Zielvorgabe sinnvoll, wie z.B. beim Romankalk.

## Bauphysik

Kalkputze und -anstriche weisen im Vergleich zu den meisten Putz- und Farbsystemen die niedrigsten Diffusionswiderstände (effektivster Durchgang von Wasserdampf), höchsten Wasseraufnahmefähigkeiten (Transport von flüssigem Wasser/kapillarer Wassertransport) und schnellster Rücktrocknung auf. Damit kommt es permanent zu einem Austausch von Wasserdampf und kapillarem Wasser im Baustoff. Dies führt zu einer optimalen Regulierung des Raum-Innenklimas und im kapillarschlüssigen Verbund von Mauerwerk und Putz (monolithische Bauweise) zu einer dauerhaften Rücktrocknung des Mauerwerks. Ein durch Bewitterung verursachter Feuchtestau wird verhindert.

Luftkalk und NHL-Putze kennzeichnet eine geringe Härte (Biege- und Zugfestigkeit) im Vergleich zu Kalk-Zement- oder Zementputzen und ist dadurch elastischer und die bessere Wahl für porosiertes Ziegelmauerwerk. Wärmedämmende Eigenschaften ergeben sich somit zum einen über die permanente Rücktrocknung bis zur Ausgleichsfeuchte (ca. 2 Gew%). Zum anderen lässt sich die Wärmeleitzahl durch poröse Zuschläge wie z.B. Perlit senken. Diese Eigenschaften treten ein, wenn Putz und Anstrich kapillarschlüssig (kraftschlüssig) aufgebracht werden. Zwischenräume / Flächen aus Luft, oder kapillar-dichteren Baustoffen wie Zementprodukte, organisch vergütete Kleber, Spachtelmassen, Haftvermittler, Dispersionsfarben sowie Mineral- und Silikatfarben mit höher dispergierten Anteilen begrenzen die positiven Eigenschaften des Kalkes im Aufbau einer Wand.

Bei permanenten Mauerwerksschäden durch Feuchtigkeit, Salz, Seewasser, exponierter Bewitterung sowie Tau-Frost-Resistenz sind hoch hydraulische NHL-Kalke oder Romankalk – eine Abmischung von NHL und Romanzement (Chaux Prompt) die bessere Wahl.

Kalkanstriche reinigen die Raumluft, sind antibakteriell, elektrostatisch neutral und führen über die Alkalität zu einer Desinfizierung (Anstrich in Stallungen). Dies minimiert die Anhaftung von Schmutzpartikel (Fogging), Verschimmelung oder Veralgung der Oberfläche. Gleichfalls wird eine Besiedelung der Fassade durch die Mauerspinne zurückgedrängt. Im Außenbereich wird im Vergleich zu Dispersionsilikatfarben eine entschieden bessere Rücktrocknung der Kalkputze erreicht. Zusätzlich bildet die Malschicht ein Kalkdepot für den darunterliegenden Kalkputz. Witterungsbeding eindringendes Wasser löst in geringen Mengen Kalk und verfestigt Putz und Farbe.

Da der Brechungsindex von Kalk und Wasser eng beieinander liegt, als der von Wasser und Titandioxid (typisches Weißpigment in dispergierten Farben), erscheinen Kalkfassaden bei Wetterumschlägen oder nach direkter Beregnung durch die Wasseraufnahme dunkler. Einsetzende Rücktrocknung führt wiederum zur ursprünglichen Farbgebung.

## Erhärtingsreaktionen

Der Kalkkreislauf beschreibt die chemischen Reaktionen im Luftkalk. Dort wird ueber das Brennen CO<sub>2</sub> aus dem Kalkstein ausgetrieben. Hierdurch entsteht Calciumoxid, der als Branntkalk bezeichnet wird. Anschliessendes Loeschen fuehrt zum stark basischen Calciumhydroxid. Beim Mischen des Moertels wird der Baukalk (Calciumhydroxid) mit Sand und Wasser gemischt. Das Wasser reagiert mit dem CO<sub>2</sub> aus der Luft zu Kohlensaeure (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) die zu Hydrogenkarbonat zerfaellt (HCO<sub>3</sub>). Ueber diesen Zwischenschritt reagiert das Calcium mit dem CO<sub>2</sub> aus der Luft. Dieser Vorgang wird auch als Karbonatisierung bezeichnet. Bei der Haertung bildet sich wieder Calciumkarbonat unter Abgabe von Wasser und ueberschuessigem CO<sub>2</sub>.

Die Karbonatisierungsfront im applizierten Moertel erfolgt mit ca. 10 mm pro Jahr in die Tiefe. Die Anbindung des CO<sub>2</sub> erfolgt unter Bildung von Hydrogenkarbonat Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Dies ist der zeitlich bestimmende Schritt, ueber die diffusionsgesteuerte Anbindung des CO<sub>2</sub> aus der Luft. Daher dürfen Kalkputze nur kontrolliert langsam trocknen. Ein zu schnelles Abtrocknen fuehrt zu einem Verbrennen und Abkreiden des Kalkes. Verbleibt das Wasser zu lange im Mörtel, wird dieser nicht fest.

<b>KALK – KREISLAUF</b>				
	→	<b>Erhaertung / Steinbruch</b>	↓	
	H <sub>2</sub> O & CO <sub>2</sub> Abgabe	<b>Kalkputz / Kalkstein</b> <b>CaCO<sub>3</sub> Calciumkarbonat</b>	CO <sub>2</sub> Abgabe	
	<b>Karbonatisierung</b>		<b>Brennvorgang</b>	
	CO <sub>2</sub> - Aufnahme aus der Luft		ca. 800-1000°C	
	<b>Hydrogenkarbonat</b> <b>Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>		<b>Branntkalk</b> <b>CaO Calciumoxid</b>	
	↑	<b>Hydratation</b>	← H <sub>2</sub> O Aufnahme	
		<b>Löschvorgang</b>		

	<i>2x CO<sub>2</sub></i>  <i>Aufnahme</i>	<b>Kalkhydrat / Sumpfkalk</b>  <b>Ca(OH)<sub>2</sub></b> <b>Calciumhydroxid</b>		
--	---	--	--	--

Das Ansteifen des Kalkmörtels an der Wand kann einige Stunden bis Tage dauern und ist i.w. abhängig vom Saugverhalten des Untergrundes, Geschwindigkeit der CO<sub>2</sub>-Aufnahme und der Hydraulizität des Kalkes.

Wasserkalk, NHL-Kalke, Romankalk und Romanzement/Prompt beinhalten hydraulische Phasen und erhärten damit auch unter Wasser. Ebenso puzzolanische Kalke, die eine Reaktion zwischen Kalkhydrat, Wasser und gebrannten Silizium- / Aluminium-Verbindungen erwirken. Die Wahl des Kalk-Bindemittels, sowie die Auswahl von Füllstoff und Sand, wie mögliche Additiva (Kasein, Armierungsfaser, Ziegelmehl, Holzkohle, etc..) beeinflussen wesentlich Qualität, Anwendungsgebiet und Dauerhaftigkeit eines Kalkmörtels. Dies in Bezug auf Adhäsion, Kohäsion, Druck- und Zugspannung, Elastizität, Putzstärke, Rissverhalten, Kalkausblühungen, Resistenz gegen Witterung, Umwelteinflüsse und Mauerwerksschäden.

Während der Verarbeitung und beginnenden Erhärtung von Kalk dürfen die Temperaturen nicht unter 5°C und beim Kalkanstrich nicht unter 10°C fallen.

## Putze

In der Anwendung ist zwischen Innenfläche, Fassade und feuchtegeschädigtem Mauerwerk (aufsteigender Feuchte, Salzbelastung, Kondensfeuchte, etc.) zu unterscheiden. Kalkputze werden im klassischen 3-Lagen Kalk-Sand-Putz Verfahren aufgebracht: diese sind Spritzbewurf, Unterputz und Oberputz. Mit Branntkalk, NHL oder Romankalk lassen sich auch 1-2 lagige Putze realisieren. Kalkputze benötigen einen festen, saugenden, schmutz- und trennschichtfreien Untergrund. Die Untergründe sind entsprechend ihrer Wasseraufnahmefähigkeit gut vorzunässen. Stark saugende Untergründe stärker, schwächer saugende geringer. Vor dem Putzauftrag darf kein Wasser auf der Oberfläche stehen. Weiterhin ist jede Putzlage ausreichend nass zu halten (Gartenspritze, Wasserschlauch). Untergründe mit geringer Festigkeit können mit einer Feinputzschlämme (Patschuk) eingestrichen werden. Hierdurch wird der Untergrund effektiver gebunden. An Fassaden ist Sorge zu tragen, dass über Windzug und Sonneneinstrahlung dem Kalkmörtel nicht zu schnell das Wasser entzogen wird. Vorbeugend können nasse Jutebahnen vorgehängt werden. In Innenräumen soll für einen mäßigen Luftaustausch ohne Zugluft gesorgt werden. Kalkputze sind von der untersten bis zur obersten Putzlage weicher einzustellen. Dies geschieht über das Verhältnis von Bindemittel zu Zuschlag.

MÖRTEL-RICHTREZEPTUREN (Angabe in Raumteilen)	KALK	SAND/FÜLLSTOFF	HINWEIS
Spritzbewurf	1	3	70% deckend
Unterputz	1	3 - 4	
Oberputz	1	4 - 5	

Auf der Putzoberfläche bildet sich in der Regel eine Sinterschicht, die durch Bindemittelanreicherung an der Oberfläche (Verreiben, Glätten) verstärkt wird. Diese Trennschicht muss vor nachfolgendem Putzauftrag aufgeraut werden. Insbesondere bei Fassaden kann hierdurch die oberste Putzschicht abplatzen. Da während des Abbindeprozesses Wasser aus dem Kalkputz entweicht, sind Schrumpfrisse möglich. Sackrisse, Fettrisse und Schwindrisse sind Kennzeichen dafür, dass die Materialmischung nicht optimal auf den Untergrund abgestimmt ist. Sofern die Oberfläche durch den Oberputz geschlossen bleibt, stellen Hohlstellen oder derartige Rissphänomene keinen Fehler dar. Daher ist der Oberputz nach dem Ausreißen des Unterputzes aufzubringen. An der Fassade ist darauf zu achten, daß Risse im Unterputz nicht zu groß sind. Trotz Kalk-Oberputz können sich diese nach der Bewitterung über unterschiedliche Rücktrocknung abzeichnen. Statische Risse entstammen aus dem Untergrund und zeichnen Bewegungen im Mauerwerk wieder, wie Kerbrisse (diagonal zur Maueröffnung), Fugenrisse (Fugenverband nachzeichnend) oder Setzungsrisse (Bewegung ganzer Gebäudeteile). Derartige Risse können trotz Einhaltung der Kalkputzregeln auftreten. Im Vorfeld können hier Kellenschnitte, Schattenfugen oder Armierungsgewebe eingebettet werden. Zu harte Kalkputze entwickeln nach Wochen bis Jahren feine senkrecht zueinander stehende Rissysteme.

RISS-TYP	BESCHREIBUNG	URSACHE
Schrumpfriss / Fettriss	120° - Winkel	Wasserverlust, zu viel Bindemittel / Füllstoff, zu dick
Schwindriss	120° - am Rand hohlliegend	schlechte Mischung, zu wenig gewässert, zu dick
Sackriss	nach unten absackend	Mörtel zu schwer, schlechte Adhäsion

Druckfestigkeits-Riss	120° - Winkel, Ausnahme Würfelbruch an hist. Romanzement	hohe Druckfestigkeit, hohes Elastizitäts-Modul  zu wenig gewässert
Statischer / Konstruktiver Riss	Setzungsrisse, Fugenrisse, Kerbrisse	Bewegung in der Wand, Gebäudeteil, Fußboden

Armierungsgewebe sind in der Kalkputztechnik in den oberen Bereich des Unterputzes einzulegen. Die Gewebe sollen Materialgrenzen ca. 20 cm überlappen und sind gegen Kerbrisse diagonal aufzubringen. In der Regel handelt es sich um kalkresistente, kunststoffummantelte Glasfasergewebe, mit einer Maschenweite von ca. 2 cm oder darüber. Schrumpf-, Fett-, Sack- und Schwindrisse sind daher auf folgende Parameter zurückzuführen: Kalk-Sand-Wasser Verhältnis, Saugverhalten des Untergrundes, Sieblinie, Korngröße, Putzstärke und Art und Umfang des Nachwässerns, bzw. der Bewitterung. Generell sollten Sande mit einer ausgewogenen Verteilung von Fein-Mittel und Grobanteilen gewählt werden. Auch ungewaschene Sande können verwendet werden, sofern kein besonders hoher Tonanteil vorhanden ist. Hierfür dient folgender Test: Sand mit Wasser aufrühren, haben sich die Tonpartikel nach 8 h abgesetzt ist der Lehmanteil kein Nachteil. Allgemein hat sich die einfache Regel bewährt, dass das Größtkorn vom Sand mit ca. 1/3 der Putzstärke gleichzusetzen ist. Sinnvoll ist die Ausführung eines Putzkeils. Nach dem Ansteifen / Erhärtung lässt sich ablesen, ab welcher Putzstärke Risse auftreten.

Putzstrukturen sind das Ergebnis von Mörtelkonsistenz, Werkzeug und Saugverhalten des Untergrundes, siehe nachfolgende Tabelle:

Putzart	Werkzeug	Mörtelkonsistenz
Rieselwurf	Maurerkelle	wässrig
Klosterputz/Waschputz	Malerbürste	lederhart
Reibeputz	Reibeblech / Schwamm	lederhart
Kratzputz	Nagelblech	lederhart
Waschputz	Bürste / Wasserschlauch	lederhart-druckfest

Kellenschlag	Glättkelle	weich
Glättputz	Glättkelle	weich-lederhart
Rappputz	Kellenkante	weich
Marmorino / Stucco lustro	Venezianische Kelle	weich-lederhart
Tadelakt	Venezianische Kelle, Polierstein	weich-lederhart

## Innenputze

Kalkputze werden Innen im klassischen 3-Lagen Kalk-Sand-Putz aufgebracht. Der Oberputz ist dann aufzubringen, wenn der Unterputz gerissen ist. Dies ist stark abhängig vom Saugverhalten des Untergrundes (z.B. bei Ziegelmauerwerk nach ca. 1 Tag). Eine schnellere Karbonatisierung kann im Innenbereich durch Zuführung von Kohlendioxid erfolgen (Holzkohlegrill, Gasflaschen). Hier müssen die Sicherheitsvorschriften unbedingt eingehalten werden. Möglich sind auch Kalkoberputze auf bestehende Untergründe, sofern diese mineralisch, saugend, fest, tragfähig und frei von Trennschichten sind. Nicht tragfähige Untergründe wie z.B. Tapeten können nicht verputzt werden.

Putzträger über Holzuntergründe (Massivholz) im Fachwerk sollten neben dem Holz befestigt werden. Generell ist davon auszugehen, daß Holzuntergründe im Vergleich zum Kalk verzögert rücktrocknen. Erst wenn die Rücktrocknung des Holzes stattgefunden hat und sich die Risse im Unterputz entwickelt haben kann mit den Oberputzarbeiten begonnen werden. Nicht direkt zu verputzende Untergründe sind OSB-, Span- oder MDF-Platten. Schilfrohr- und Holz-Weichfaserplatten lassen sich 3-lagig mit Armierungsgewebe verputzen. Der Bereich Trockenbau ist für die Kalktechnik relativ neu. Gipskarton ist hier aufgrund des Dehnverhaltens die schlechtere Wahl. Besser sind faserarmierte Gipsplatten oder zementgebundene Perliteplatten. Grundsätzlich müssen hier die Verarbeitungsrichtlinien des jeweiligen Herstellers eingehalten werden und eine Freigabe in Bezug auf die Verputzung mit einem Kalk-Oberputz ist notwendig. Dies betrifft insbesondere die Art der Befestigung und Armierung. Eine Rissbildung entlang der Plattenstöße muss vor dem Verputzen auszuschließen sein. In aller Regel werden die Platten mit einem geeigneten Haftvermittler oder einer Gewebespachtelung versehen. Zement- oder magnesitgebundene Holzspanplatten (Heraklith), Putzträger wie Stauss / Ziegelrabit, Schilfrohr oder Rippenstreckmetall sind 3-lagig zu verputzen. Bei den Holzspanplatten ist im Unterputz ein Armierungsgewebe einzubetten (Herstellervorschriften beachten).

## Außenputz/Fassade

Mögliche Untergründe sind Bausteine und Natursteine, sowie Altbestände von Kalk- oder hydraulischen Kalkputzen. Bei einem Mischmauerwerk mit Holzspanplatten oder Steinen ist darauf zu achten, dass diese magnesitgebunden sind. Trennschichten wie Dispersionsfarben oder Kalkanstriche sind zuvor zu entfernen. Bei einem Mischmauerwerk mit Betonteilen, Heraklith oder Polystyrol ist ein Armierungsgewebe bis ca. 20 cm über die Grenze mit einem Armierungsmörtel einzubetten. Kalkaußenputze sind 3-lagig aufzubringen, mit einer Gesamt-Mindestauftragsstärke von 20 mm. Hierbei sollte ein Kalkbindesystem beibehalten werden, abgestimmt auf den Untergrund. Die Standzeit des Unterputzes beträgt 1 Tag pro 1 mm Auftragsstärke. Ggf. ist vor dem Oberputz eine vorhandene Kalksinterhaut aufzurauen.

Der Sockel kann mit einem Kalkputz gearbeitet werden, sofern eine Drainage oder Rollierung vorliegt und keine Putzbrücke über ein Mauersperrband geschaffen wird. Bereiche in denen sich Regenwasser sammeln kann (Fußbodenplatten bis an das Mauerwerk, etc.), sind mit einem konventionellen Sockelputzsystem zu versehen, ebenso Sockelbereiche, die eine Dämmung mit Polystyrol oder Styrodur aufweisen.

Der Auftrag eines Kalk-Oberputzes auf Kalk-Zement oder Beton ist aufgrund unterschiedlicher Wasseraufnahmefähigkeiten nicht ratsam. Bei Tau-Frostwechsel ist mit einem Abplatzen des Oberputzes zu rechnen. Hervorstehende Bauteile wie Fensterbänke, Stützmauern etc. sind mit Decksteinen, NHL-Putzen oder einer Verblechung zu versehen.

Wärmedämmverbundsysteme in Kalktechnik sind möglich mit Schilfrohrplatten, armiertem 3-Lagenputz mit Kalk-Sand oder Kalk-Leichtputz mit Perlit.

Gefache mit Lehmputz können mit Kalk-Unterputz / Oberputz und oder Sumpfkalkanstrich ausgeführt werden. In beiden Fällen ist darauf zu achten, daß die erhöhte Holzfeuchte über das Anmachwasser des Lehmputzes abgeklungen ist und Fugen entlang der Gefache mit dem vorhandenen angefeuchteten Lehmputz geschlossen werden. Anschließend ist mit Kalkwasser (gesättigte Calciumhydroxid-Lösung, 2 gr Sumpfkalk auf 1 ltr. Wasser) zu grundieren. Auf einem rauh abgezogenen Lehm-Unterputz kann dann ein Kalk-Oberputz aufgebracht werden. Bei Kalkanstrich auf Lehm-Oberputz ist ebenfalls vorab zu grundieren.

## **Sanierung von Feuchteschäden**

Grundsätzlich sind kapillar aufsteigende Mauerfeuchte, Kondensfeuchte und Wasserschäden voneinander zu unterscheiden. Zuerst muss die Feuchteursache ermittelt werden. Erst dann kann in Bezug auf die Vorschädigung, Wandaufbau

und zukünftige Nutzung des Gebäudes der Putzaufbau abgestimmt werden. Hier ist dringend ratsam einen kompetenten Sanierungsberater einzuschalten.

Aufsteigende Mauerfeuchte: Altes Mauerwerk kennzeichnet in aller Regel eine fehlende Horizontal- und Vertikalsperre, bzw. diese sind bereits defekt. In Folge dessen transportiert die kapillare Saugwirkung Feuchtigkeit und mauerschädigende Salze an die Putzoberfläche. In der Verdunstungszone (in aller Regel ist dies der Altputz) kommt es zur Anreicherung von Salzen, indem Wasser verdunstet und die Salze auskristallisieren. Eine Sanierung mittels Kalkputz ist hier äußerst effektiv, da hiermit die erhöhte Mauerfeuchte bereits im Sockelniveau und darunter über die Putzschicht entweichen kann. Dies insbesondere, wenn zuvor dichtere, z.B. zementäre Putze an der Wand waren. Feuchtes Mauerwerk weist Materialfeuchten ab ca. 8 bis über 20 Gew% auf. Somit können mehrere 100 ltr. Wasser in einem Kubikmeter Mauerteil enthalten sein. Nachdem das Wasser lediglich verdunsten kann, verläuft die Rücktrocknung langsam und kann sich über mehrere Jahre hinziehen. In dieser Zeitspanne können die Kalkputze mit Porenwasser gefüllt sein und erhärten zeitverzögert. Die endgültige Ausgleichsfeuchte des Kalkputzes ergibt sich als Funktion von Luftfeuchte, evtl. eintretender Kondensfeuchte, Feuchtegehalt des Mauerwerks und der Salzkonzentration. Ein Abklingen der Mauerfeuchte bzw. Materialfeuchte des neuen Kalkputzes auf 2 Gew% ist somit nur bedingt zu erwarten und von der Vorschädigung und begleitenden Maßnahmen wie Drainage, Opferputz, Dachvorstand, Heiz- und Lüftechnik, etc. abhängig.

Das Mauerwerk ist freizulegen und die Fugen sind gut auszukratzen und abzusaugen. Damit die mit abgeschlagenen Salze entfernt werden, ist die Baustelle gut zu säubern. Bei starker Versalzung empfiehlt sich der Auftrag eines Opferputzes. Hierbei wird eine möglichst fette Kalk-Sandmischung mit Cellulose vermischt und grob aufgebracht. Da die Salze in das jeweils nasse Milieu wandern, sollte der Opferputz noch im nassen Zustand (innerhalb einer Woche) entfernt werden. Hierdurch wird eine zunehmende Entsalzung des Mauerwerks erreicht. In gleicher Weise können historische Putzschichten entsalzt werden.

Abhängigkeit von der Restfeuchte kann es beim Wieder-/Neuverputz mit Kalk zu unterschiedlichen Schadensbildern an der Putzoberfläche kommen:

1. Salzmobilisation aus dem Mauerwerk/Altputz über das Anmachwasser. In aller Regel genügt es die Salze abzukehren.

2. In Partien erhöhter Mauerfeuchte (Sockelbereiche) führt das Saugverhalten des Kalkputzes zu immer wieder kehrenden Salzausblühungen. Gleichfalls erscheint der Sumpfkalkanstrich dunkler. Erdberührte Bereiche historischer Gebäude sollten nur dann abgedichtet werden (Dichtmassen, Lehmschlag), wenn mit drückender Nässe zu rechnen ist. Andernfalls ist eine dauerhaft

funktionstüchtige Drainage auszuführen. Sockelbereiche historischer Gebäude, ausgeführt in Kalktechnik, sind grundsätzlich als Wartungszonen anzusehen. Längere bis lange Standzeiten liefern natürliche hoch hydraulische Kalk-Mörtel, mit belitreichem NHL (NHL 3.5, 5.0) oder Romankalk.

Kondensfeuchte entsteht i.w. über die Nutzung im Gebäude und dem Lüftungs- und Heizverhalten. An taupunktunterschreitenden Oberflächen/Bauteilen kommt es zur Kondensation von Wasser, was einer Verschimmelung von hauptsächlich organischen Bestandteilen (Dispersionsfarbe, Tapeten, etc.) zur Folge hat. Es sind Dispersionsanstriche oder Tapeten zu entfernen und durch stärker wasserpuffernde Kalkputze, sogenannte Antikondensationsputze, auszutauschen und mit einer Kalkmilch zu streichen.

Neubaufeuchte kann ebenfalls zu einem Feuchtetau auf den Bauteilen führen. Daher empfiehlt sich jeden Neubau mit Sumpfkalk zu streichen, um einer Schimmelbildung vorzubeugen.

Wasserschäden sind einerseits relativ leicht zu lokalisieren und abzustellen. Andererseits können bereits größere Mengen an Wasser in die Gebäudeteile eingedrungen sein. Daher kann es nötig sein, nasse Putzbereiche auszutauschen und mit Kalkputz und -Anstrich zu versehen, um eine schnellere Rücktrocknung zu erzielen.

### **Kalkanstrich**

Mittel der Wahl ist hier Sumpfkalk. Bei harten oder dichten Untergründen wie Natursteinen oder Dispersionsfarben (Innen) sind effektive Lösungen mit einem hellen NHL-Kalk (z.B. Calix Blanca) möglich.

Streichbare Untergründe sind Kalkputze, Kalk-Zement-Putze, Gips-Putze und Lehmputze, sowie Beton (nur Innen). Bedingt möglich ist ein Kalkanstrich bei sehr dichten oder stark hydrophilen Untergründen wie Gipskartonplatten oder gipsgebundene Faserplatten. Nicht möglich ist das Streichen von Sumpfkalk auf Dispersionsfarben, Ölanstrichen und Tapeten. Als Werkzeug ist eine Malerbürste mit langem feinen Naturhaarbesatz das Optimale. Damit Kalkanstriche nicht oder nur gering kreiden (abfärben) ist auf eine langsame Trocknung (s.o.) zu achten. Auch kann der Kalkmilch Marmormehl zugegeben werden. In jedem Fall empfiehlt es sich die Malschicht nachzuwässern. Die Kalkmilch ist jeweils auf das Saugverhalten des Untergrundes durch Wasserzugabe einzustellen. Richtwert ist, dass der Anstrich mindestens 10 min. auf der Oberfläche nass stehen bleibt. Zu unterscheiden ist zwischen der freskal ("nass in nass") aufgetragenen Kalkmilch in den noch frischen Oberputz und dem Anstrich auf bereits trockenem Verputz oder älteren Kalkanstrichen (Secco-Technik).

Freskale Malschichten sind haltbarer, weil diese zusammen mit dem Oberputz erhärten. Anstriche in Fresco-Technik können bereits mit einem Anstrich deckend aufgebracht werden. Bei Kalkanstrichen auf bereits abgetrockneten Untergrund (Secco) ist es sinnvoll den Untergrund gut vorzunässen. Secco-Anstriche sind je nach Untergrundbeschaffenheit und bei guter Sumpfkalk-Qualität nach 2 bis 3 Anstrichen deckend. Die Zugabe von Leinölfirnis (bis 1 %) sollte im unverdünnten Kalk erfolgen. Dies führt zu einer Verseifung und macht den Kalkanstrich geringfügig dichter und ist ein probates Mittel für Kalk-Lasur-Untergründe. Richtwerte zum Verdünnen von Sumpfkalk:

MALSCHICHTEN	FRESCO (Sumpfkalk : Wasser)	SECCO (Sumpfkalk : Wasser)
1. Auftrag	ca. 1 : 2 bis 1 : 3	ca. 1 : 3 bis 1 : 5
2. Auftrag	ggf. ca. 1 : 3 bis 1 : 4	ca. 1 : 2 bis 1 : 3 + Leinölfirnis
3. Auftrag	-	ca. 1 : 4 bis 1 : 5

Kalklasuren werden stärker mit Wasser verdünnt und sind "nass in nass" (freskal) aufzubringen. Zur Einfärbung sind kalkechte Pigmente zu verwenden, Vorsicht bei Ultramarin! Die erzielende Farbe ist nach dem Trocknen ersichtlich (Musterfläche mit Föhn trocknen).

### **Sicherheitshinweise**

Gelöschter Kalk ist hoch alkalisch (Xi) und sollte daher nicht auf die Haut und in die Augen gelangen, daher Hände und Haut eincremen. Kalkspritzer im Auge sind sofort mit einer Augenspülung (0,9% Kochsalzlösung) zu behandeln, auf der Haut sofort mit Wasser zu entfernen und es ist ein Arzt zu konsultieren.

Verätzungen an der Haut koennen mit schwacher Säure neutralisiert werden, Wasserbad aus 2 ltr. Wasser und einer halben ausgepressten Zitrone.

Copyright Dr. Norbert Höpfer

Dipl. Mineraloge

[www.romankalk.webs.com](http://www.romankalk.webs.com)

Oktober 2012