

Kalk oder Zement

Teil 2-Zement, Sichtfachwerk
Kalkputze, Kalkmörtel



Putzreste am Forum Romanum, Rom

Was ist denn nun der Unterschied von Kalk zum Zement?

Zement zählt zu den hydraulisch erhärtenden Bindemitteln.

Dieser Begriff „hydraulisch“ im vorangegangenen Text – Teil 1 - zum Kalk immer wieder aufgetreten, deshalb hier einige Erläuterungen dazu:

„Hydraulisch“ bedeutet nichts anderes als im oder unter Wasser. Mörtel und Betone mit Zement als Bindemittel brauchen keine Luft und damit kein Kohlendioxid um auszuhärten. Die im Zement enthaltenen Mineralien bilden mit dem zugegebenen Anmachwasser neue, unlösliche und feste Kristalle durch Ein- und Anlagerung von Wasser. Das geschieht gleichmäßig über den gesamten Querschnitt des Bauteils, aber in Abhängigkeit von der Temperatur.

Die Erhärtung läuft grob gesagt in drei Phasen ab:

- Die erste Phase ist die Gelbildung. Wassermoleküle lagern sich an die Zementmineralien an, die quellen dabei quasi auf. Man nennt dieses Wasser-Zementgemisch Zementleim. Diese Phase läuft etwa in der ersten Stunde nach dem Anmischen ab und wird Gelbildung genannt. Der Beton bzw. Mörtel nimmt dabei eine puddingartige Konsistenz an, kann aber wieder weich („lebendig“) gerührt werden.
- In der zweiten Phase beginnt das Kristallwachstum, es entstehen mehr oder weniger lange, nadelförmige Kristallformen die sich durchdringen. So entsteht ein festes, in sich verwobenes Netz aus Kristallen die immer mehr zusammenwachsen. Die Festigkeit nimmt stetig zu. Bedingt durch dieses kristalline Verwachsung und die stabilere Bindung der Kristalle ist die Bindemittelmatrix von Zement bedeutend fester als die von reinem Luftkalk mit seinen eher kugeligen Kristallformen. Die Abbindegeschwindigkeit hängt neben der Temperatur vom Aufmahlgrad des Rohstoffes, das sind gebrannte Tonklinker, von der Zusammensetzung des Rohmaterials ab. Die Tonklinker, das sind bis etwa faustgroße Kugeln aus Ton und Kalk, bilden beim Brennen verschiedene Minerale die unterschiedliche Eigenschaften hinsichtlich des Abbindeverhaltens aufweisen. Sie entstehen durch die Entwässerung der Ausgangsmaterialien bei hohen Brenntemperaturen, höher als beim Kalkbrennen. Es passiert etwas Ähnliches wie beim

Brennen von Töpferware oder wie im Schlot eines Vulkans. Wasserhaltige Mineralien werden entwässert. Die stabilen Kristallverbindungen werden mittels Energie geknackt. Dann hängt die Abbindegeschwindigkeit noch von einem Zusatz ab, das ist Gipsstein der beim Mahlen der Klinker nach dem Brennen mit dazugegeben wird. Dieser Gips wirkt als Verzögerer. Nach etwa drei Wochen sind die hauptsächlichlichen Vorgänge der Kristallbildung, also die Erhärtungsphase, abgeschlossen.

- In dieser Phase kommt es auch zu einer Volumenverringerng durch das Einlagern des Anmachwassers und durch das Kristallwachstum. Es entsteht aus dem Zementleim Zementstein, der mit seinen Kristallen die Körner des Zuschlages und die Zementkristalle selbst verbindet. Die wichtigsten Zementmineralien sind Dicalciumsilikat(Belit) und Tricalciumsilikat, Calciumaluminatferrit, dann noch das Tetracalciumaluminat. Unter Zugabe von Wasser bilden sich Silikathydrate und Kalkhydrat. Die Erhärtung muss damit noch nicht abgeschlossen sein, um die Zemente bzw. Beton nach seiner Festigkeit zu klassifizieren wurde ein bestimmter Zeitpunkt im Erhärtungsprozess gewählt, die so. Monosulfatbildung. Er ist das Schrumpfen des Betons/Mörtels abgeschlossen, die Festigkeit nimmt nur noch sehr langsam und in geringem Maße zu.

Das Verdunsten des überschüssigen Anmachwassers und zurückgebliebene Luftblasen vom Mischen schaffen im Zementmörtel ähnlich wie im Kalkmörtel eine Porenstruktur. Diese Porenstruktur ist verantwortlich für die meisten raumklimatischen Eigenschaften wie Kapillarität, Diffusion und Oberflächenfestigkeit. Es ist heute kein Problem mehr diese Eigenschaften je nach Bedarf bzw. speziellem Verwendungszweck zu steuern. Dazu werden die verschiedenen Kalk- und Zementsorten eingesetzt die zur Verfügung stehen. Kalk und Zement ergänzen sich in ihren Eigenschaften. Nur mit einem dieser Bindemittel allein könnten der Bedarf an vielen speziellen Baustoffen nicht gedeckt werden. Zusammen mit anderen Zusätzen werden damit Funktionsputze hergestellt mit denen man so ziemlich alle vorkommenden Anwendungen abdecken kann. Reiner Zementmörtel und reiner

Luftkalkmörtel sind dabei Materialien die auf der einen und auf der anderen Seite einer langen Kette von verschieden zusammengesetzten Mörteln stehen. Beide sind als Mörtel einsetzbar aber eben nur für ganz bestimmte Zwecke. Niemand würde normalerweise auf die Idee kommen im Wohnzimmer eines Einfamilienhauses die Porenbetonwand im Wohnzimmer mit Zementmörtel PIII zu verputzen, dafür ist ein Kalkputz PI CS I oder II besser geeignet.

Normalerweise. Ich hatte mal einen Fall mit einer Trennwand eines Doppelhauses, da musste aus schallschutztechnischen Gründen die Wand mit einem mehrlagigen Zementputz aufgepimpt werden. Es kommt immer darauf an, für was und warum.

Die Frage ist also nicht Kalk oder Zement sondern Kalk und Zement.

Wie kann man die einzelnen Mörtelsorten unterscheiden?

Die einfachste Zuordnung ist die mit der Festigkeit.

Die Höhe des Zementanteils richtet sich nach der Art des Putzes bzw. seiner Festigkeitsklasse.

Putze werden nach der Zusammensetzung in die Gruppen:

- PI Kalkputze
- PII Kalkzementputze
- PIII Zementputze
- PIV Gipsputze

eingeteilt.

Eine weitere Einteilung erfolgt nach Festigkeitsklassen, z.B. CS I, CSII, CSIII, CS IV.

Das entspricht in etwa grob der Einteilung in Kalk-, Kalkzement- und Zementputze. Die Unterschiede in den Festigkeitsklassen werden nicht nur durch Menge und Art der Bindemittel gesteuert, sondern auch durch eine andere Kornabstufung des Zuschlages.

Bei Mauermörtel sind das die Gruppen NM (Normalmörtel) bzw. LM (Leichtmörtel) I, II und IIIa, III und IIIa. Mörtelgruppe I entspricht einem einfachen Kalkmörtel, an die Druckfestigkeit werden keine besonderen Anforderungen gestellt. Die Gruppe II hat eine Festigkeit von bis zu 2,5 bzw. die Gruppe IIIa bis zu 5 N/mm² und entspricht einem Kalkzementmörtel. Die Gruppe III hat eine Festigkeit von max. 10 N/mm² bzw. die Gruppe IIIa von max. 20 N/mm². Die Festigkeitsgruppen bei Putzmörtel entsprechen in etwa diesen Festigkeiten.

Ein weiteres wichtiges Unterscheidungsmerkmal ist das Verhalten gegen Feuchtigkeitsanfall nach denen Putzmörtel klassifiziert werden. Für den Innenbereich also PI spielt das keine Rolle aber für Außenputze. Kalkzementputze können wasserabweisend oder wasserhemmend eingestellt sein, wichtig für den Aufbau von Sockelputzsystemen. Wenn nach ein paar Jahren der neue Sockelputz anfängt zu reißen und hohl zu klingen, lag es dann sicher nicht am bösen Zement im Putz sondern an dem netten jungen Werk tätigen der statt PIIIb (wasserabweisend) einen PIIIa als Unterputz verwendet hat.

Womit wir bei der Frage wären, woher kommt nun der schlechte Ruf von Zement?

Wenn Baumängel auftreten braucht es immer einen Schuldigen. Natürlich ist es mühsam, jeden Fall einzeln und individuell zu betrachten, denn jeder Schadensfall ist einmalig.

Bei einigen spektakulären Schäden war nicht der Zement aber sein falscher Einsatz dafür schuld.

Wir Menschen sind nun mal faul was das Suchen nach Wahrheiten betrifft und bevorzugen einfache induktive Schlüsse.

So braucht man nicht jedes Mal neu nachzudenken. Mit Zement hat man eine dankbare Erklärung dafür, wenn Schäden am Bau auftreten.

Diese Argumentationsweise lässt sich bequem auf alle modernen Baustoffe ausweiten, falls mal kein Zement verbaut wurde.

Eine Zeit lang galt Zement als Wundermittel mit dem man alles lösen konnte.

Er war billig zu haben und wurde von Hobbysanierern in Mengen eingesetzt nach dem Motto; lieber eine Schaufel mehr als zu wenig, es soll ja halten. Diese Schaufel

Zement extra war wie der Extraklecks „guter“ Butter, mit der die Hausfrau das Ende der Notzeiten nach dem letzten Krieg feierte.

Diese Tendenz gab es auch im Bauhandwerk. Das Ergebnis waren bei der Sanierung zu harte Mörtel, die bei Reparaturen an weicherem Bestandsmauerwerk zu Abschalungen und Rissen führten.

Die starren, harten Einfügungen bewegten sich nicht, im Gegensatz zum Bestand. Schon ein zu harter Putz (mit der Schaufel Zement extra) auf einem jetzt zu weichen Putzuntergrund kann zu schalenförmigen Ablösungen führen, der Putz klingt hohl. Nicht der Zement ist schuld sondern der Heimwerker der gegen die alte Putzregel: „Untergrund härter als der Putz darauf“ verstoßen hat.

Ich erwähnte vorhin den Einsatz beim Bau bei von Stadtbefestigungen, in Verbindung mit Gipszusätzen in Mörteln. Wenn solche Bauwerke mit Gips/Kalkmörteln bei einer späteren Sanierung mit Zementmörteln oder Beton in Verbindung gebracht werden sind verheerende Schäden die Folge. Es bildet sich im frisch erhärteten Beton das treibende Mineral Ettringit.

Gips ist in alten Gebäuden häufig zu finden. Wenn dann Zement ins Spiel kommt sind Schäden vorprogrammiert. Da werden Fehlstellen mit Zementmörtel repariert, die alsbald wie Keile das Bestandsmauerwerk auseinandertreiben. Wenn auf alte Bruchsteinwände Betonbauteile wie z.B. Decken aufgelagert werden, können die hohen Auflagerdrücke zu Scherkräften führen die eine Mauerschale des mehrschaligen Mauerwerkes abreißen lassen. Die Auflagertiefe beträgt bei Betondecken etwa 10cm, die Dicke von Bruchsteinwänden etwa einen halben Meter und mehr. Die Wände haben ein niedriges Elastizitätsmodul, das belastete Wandteil verformt sich, das unbelastete nicht. Im Ergebnis dessen riss die innere Wandschale ab, die Decken stürzten ein.



Abriss einer Wandschale, Burg Chinon, Frankreich. Hier reichte schon das Eigengewicht.

Ein weiterer Kritikpunkt sind die angeblichen **schädlichen Beimengungen** die im Zement enthalten sein sollen. Vermutlich stammt dieses Argument von der früher einmal auftretenden „Zementkrätze“, einer allergischen Reaktion mancher Bauarbeiter auf Chromsalze im Zement. Chrom ist eines der Schwermetalle das sich in geringen Spuren, wie fast alle anderen Schwermetalle in jedem natürlichen Gestein finden lässt. Die Gefahr daraus ist für die Verarbeiter von Zement jetzt ausgeschlossen, das Chromoxid stellt jetzt keine allergieauslösende Gefahr mehr dar und der intensive Kontakt mit Zement, wie noch vor ein paar Jahrzehnten ist auf den Baustellen bedingt durch neue Materialien und Verarbeitungstechniken rapide zurückgegangen. Für den Bewohner der Gebäude stellte und stellt Zement in erhärteter Form nie eine Gefährdung hinsichtlich Schadstoffausstoß dar, weder früher noch heute. Bedenkliche bis giftige organische Stoffe werden in den Drehrohröfen der Zementindustrie als Brennstoffe eingesetzt weil die dort herrschenden hohen Temperaturen organische Schadstoffe wie VOC durch Pyrolyse sicher vernichten. Im Endstoff, dem Zement - ist davon nichts mehr zu finden.

Was ist mit Sichtfachwerk?

Hier ist eines der Hauptargumente der Vertreter der Lehre des „reinen“ Kalkmörtels, auf Fachwerk passt nur Luftkalk, am besten Holzgebrannter Sumpfkalk, als Putz.

Aber auch hier ist der Einsatz nicht ohne Probleme, vor allem wenn Bauherren auf „reinen“, also selbstgemischten Luftkalk ohne weitere Zusätze und auf der Basis von Sumpfkalk bestehen.

Durch die kleinen Feldgrößen und die geringe Speichermasse der vergleichsweise dünnen Fachwerkwände kommt es zu großen thermischen Verformungen.

Dazu kommen noch Spannungen die sich aus dem Arbeiten des Gefachholzes ergeben. Dafür ist ein relativ weicher Mörtel mit niedrigem E-Modul geeignet, der spannungsarm, also ohne größeres Schwinden, erhärtet.

Daneben sollte er aber über eine gewisse Elastizität und Biegezugfestigkeit verfügen. Das kann man ohne Zusätze schon nicht mehr sichern.

Man behilft bzw. behilft sich deshalb mit Zusätzen wie Kälberhaaren.

Die geringe Witterungsbeständigkeit von Luftkalkputz kann man bei Fachwerk tolerieren, da dies ohnehin nur in besonders witterungsgeschützten Lagen eingesetzt werden sollte.

Wenn das nicht der Fall ist sind nicht nur Schäden am Putz, sondern am System Fachwerkwand insgesamt vorprogrammiert.

Ist das nun eine Bestätigung der Lehre vom „reinen“ Kalkputz?

Nein.

Moderne Leichtputze (die auch nichts anderes als Luftkalkputze der Gruppe PI bzw. CSI oder CSII sind) verfügen über ähnliche bzw. bessere Eigenschaften. Man muss nur die richtigen Produkte auswählen.

Was ist mit dem salzfreien bzw. salzresistenten „reinen“ Luftkalkputzen?

Man hört immer wieder den Vorwurf, dass zementhaltige Bindemittel bauschädliche Salze beinhalten bzw. beim Abbindeprozess bilden, die nicht nur den Putz, sondern das ganze Bauteil zerstören würden. „Reine“ Luftkalkmörtel würden das nicht tun. Schon hydraulische Kalke mit ihren Anteilen an natürlichem Trass oder Puzzolanen werden in diese schädliche Gruppe eingeordnet.

Auch hier ist wieder ein sehr vereinfachendes Schema zu erkennen: Reiner Luftkalk ist gut, alles was auch nur entfernt in die Richtung Zement geht, selbst wenn es nur kleinste Dosen im Fertigmörtel sind, ist von Übel.

„...es könnte alles so einfach sein... Isses aba nich!“ um mal eine Liedzeile der fantastischen Vier zu zitieren.

Um es vorweg zu sagen: bauschädliche Salze können sich auch bei Luftkalkmörteln im Außenbereich bilden, wenn atmosphärische Schadstoffe aus Verbrennungsgasen wie Schwefel- und Stickoxide an den Kalk gelangen oder schon im Bestandsmauerwerk vorhanden sind. Es entstehen Calciumsulfate bzw. -Nitratre die ein hohes Schadenspotential besitzen. Calciumcarbonat ist das Salz einer schwachen Säure, im Kontakt mit stärkeren Säuren (Schwefelsäure bzw. schwefelige Säure zählen dazu) bildet sich durch eine Ionenaustauschreaktion ein Salz der stärkeren Säure. Aus praktisch wasserunlöslichem Kalkstein wird wasserlösliches Calciumsulfat.

Die chemisch viel stabileren Verbindungen der Calciumsilikathydrate sind dagegen resistenter.

Zerstörungen durch bauschädliche Salze können auch bei Zementmineralien auftreten. Hier sind es Reaktionen die während der Abbindephase an jungen Zementmineralien auftreten können.

Die bekannteste Reaktion ist die Ettringitbildung. Ettringit ist ein Sulfathydrat, das sehr große Mengen an Kristallwasser einlagert und dadurch ein großes Volumen einnimmt.

Es bildet sich während der ersten Tage der Zementerhärtung aus Tonmineralen wie Aluminaten und im Zement enthaltenem Anhydrit.

Das Anhydrit wird während der Zementproduktion in geringen Mengen als Erstarrungsverzögerer zugegeben.

Im weiteren Verlauf der Zementerhärtung bildet sich das Ettringit in ein stabileres, weniger Kristallwasser enthaltene Zementmineral im Zementstein um.

Diese Umwandlung ist u.a. die Ursache für das Schwinden des Betons während der Erhärtungsphase.

Sie ist nach 28 Tagen abgeschlossen.

Wenn in diesem Zeitraum Sulfate an bzw. in den jungen Beton gelangen, setzt die Ettringitbildung wieder ein. Die Volumenvergrößerung sprengt den Zementstein.

Kohlendioxid selbst kann, in Wasser gelöst, als schwache Säure (Kohlensäure) den erhärteten Kalk bei bestimmten Temperatur- und Konzentrationsbedingungen wieder anlösen. Wenn Kalkmörtel durchfeuchtet wird und wieder abtrocknet können solche Lösungs- und Ausfällvorgänge ständig ablaufen; die Bildung von Calciumcarbonat ist in gewissem Sinne reversibel. Auch deshalb sind reine Luftkalkmörtel im bewitterten Bereich schlecht geeignet. Zemente gibt es mittlerweile in sulfatresistenter Ausführung, man muss nur die richtigen Sorte auswählen.

Ein weiteres Schadenspotential besitzen Alkaliverbindungen und amorphe Silikate die über den Zuschlag in den Mörtel gelangen können. Sie können in wasserlöslichen Formen auftreten und ausbluten (Alkali-Silikatreaktion).

Steuern kann man das durch die Auswahl der Rohstoffe und der Zementsorten.

Da bei Werk trockenmörteln bestimmte Zemente mit definierten Eigenschaften und ausgewählte Zuschläge eingesetzt werden kann man also solche Erscheinungen weitgehend unterbinden. Dem Laien fällt das schwer, die Gefährdung zu erkennen und die Rezeptur danach auszurichten. Wer hat denn als Laie schon mal von sulfatresistentem Zement gehört?

Bei natürlich hydraulischen Kalken mit Puzzolanen bzw. Trass muss man Ausbluten durch eine entsprechende Nachbehandlung verringern. Da die Calciumsilikathydratbildung hier viel langsamer als bei Zementen abläuft, wird durch entsprechendes Feuchthalten die Carbonatisierungsreaktion des Kalkhydrates unterbunden bis die Zementsteinbildung abgeschlossen ist. Die erhärteten Mörtel sind dann aber besonders stabil gegen Umwelteinflüsse und bluten nicht aus. Gesteuert wird dieser Prozess durch wasserrückhaltende Mörtelzusätze oder wie früher beim Kalkestrich durch hohe Verdichtung, Anfeuchten und Oberflächenversiegelung.

Sowohl bei Zementen als auch bei natürlich hydraulischen Kalken resultieren Schäden durch Salzbildungen und Auswaschungen durch ungeeignete Wahl der Ausgangsmaterialien bzw. der Putzmischungen und durch mangelnde Nachbehandlung, nicht durch den Zement oder den Trass an sich.

„Bei dem Wiederaufbau der Frauenkirche in Dresden wurden Trassmörtel eingesetzt, deren Alkaligehalte auf unter 0,1% festgelegt wurden...“ (Dr. Uwe Erfurth)

Bei Werk trockenmörteln werden über die Materialauswahl und –zusammensetzung also solche Bauschäden minimiert. Der Handwerker oder Laie, der seinen Mörtel selber mischt ist nicht in der Lage einzuschätzen ob der von ihm gewählte Zuschlag Schadensfreiheit garantiert.

Die wichtigste Zugabe die in fast jedem Werk trockenmörtel steckt ist ein hydraulischer Zusatz, meistens in Form von Weißzement. **Weißzement** wird aus besonders eisenarmen Rohstoffen hergestellt und ist deshalb sehr hell. Das passt gut zu den oben beschriebenen Eigenschaften und hat auch eine psychologische Wirkung. Außerdem sind solche Zemente sulfatresistenter als normaler Portlandzement. Grau aussehender Mörtel, wie bei Zementmörteln oder solchen aus hydraulischen Kalken, suggerieren Zement und damit einen gewissen Bäh- Effekt bei vielen Bauherren. Beim Mauern ist das kein Problem, beim Putzen schon.

Die erforderliche Nachbehandlung in der Erhärtungsphase stellt eine weitere potentielle Schadensquelle dar. Das versucht man über Zusätze so zu steuern das auch bei fehlerhafter bzw. fehlender Nachbehandlung keine Schäden verursacht werden. Erreicht wird das durch wasserspeichernde Stoffe wie z.B. Zellulosen.

Dazu kommen noch eine Reihe weiterer Zusätze, die Festigkeitseigenschaften, Verarbeitung usw. steuern.

Hier ein Beispiel für die Zusätze in einen „Luftkalk“putz der Firma Solubel:

Neben Weißkalkhydrat und kornabgestuften Zuschlägen enthält der Werk trockenmörtel:

- Bis 10% Ziegelmehl und Feinton als Hydraulefaktoren,
- Zucker und Proteine zur Verbesserung der Bindung, der Frühfestigkeit, sowie Witterungsbeständigkeit,
- Fruchtsäuren als Abbindeverzögerer,

- Naturharz als Fließmittel für bessere Maschinengängigkeit und bessere Bindung,
- Borax zur Konservierung,
- Talkum zur besseren Frostbeständigkeit durch Hydrophobie,
- Pottasche zur Steuerung der Putztrocknung,
- Essigsäure Tonerde als Luftporenbildner und als Haftungsverbesserer an Untergründen,
- Natron zur Bildung maschinengängiger Luftporen.

Wie einige dieser Zusätze sich langfristig unter verschiedenen Bedingungen verhalten werden, kann ich nicht einschätzen, das bleibt wohl abzuwarten. Die schnellere, maschinelle Verarbeitung, die solche Zusätze ermöglichen wird mit Nachteilen erkauft, die durch die mehlkornteiche Bindemittelmatrix entstehen.

Ohne solche Zusätze sind reine Luftkalkputze schwerer und diffiziler zu verarbeiten. Vor allem die Nachbehandlung ist problematisch bzw. aufwändig. Das hängt mit dem Abbindeverhalten zusammen.

Im Gegensatz zu hydraulischen Mörteln verläuft die Erhärtungsreaktion bei reinem Luftkalkmörtel langsamer und von der Oberfläche aus ab. Das bereits genannte „Feuchtefenster“ muss gesichert sein.

Man rechnet mit ca. 1mm pro Tag. Ein ca. 15mm dicker Unterputz würde also etwa 2 Wochen brauchen um durchzuhärten. In dieser Zeit steht das Gerüst praktisch nutzlos herum, an der Fassade geht es nicht mehr weiter. Nur die Nachbehandlung passiert am Putz. Der muss vor zu starker Austrocknung durch Sonne und Wind, aber auch vor Schlagregen geschützt werden. Bei zu starker Austrocknung muss befeuchtet werden. Da der Putz von außen nach innen durchhärtet beginnt die äußere, erhärtete Schale bedingt durch das Schrumpfen zu reißen. Das mag bei Unterputz kein Problem darstellen, sehr wohl aber bei einem Oberputz. Dagegen helfen bei einem „reinen“ Kalkputz nur dünnere Putzschichten, mehr Zeit und höherer Aufwand bei der Nachbehandlung. Trotzdem besteht dann die Gefahr der Rissbildung im Oberputz und bei Beregnung ein Ausbluten von nicht erhärtetem Kalkhydrat. Dieses Kalkbluten lässt zwar die Risse nachträglich versintern und damit schließen, aber welcher Bauherr möchte schon an seiner schönen neuen Fassade Risse und

Ausblühungen sehen, genau diese Erscheinungen die er dem „bösen“ Zement zuschreibt und mit dem teuren selbstgemischtem Luftkalkputz verhindern wollte?

Auf einen Unterschied zu früheren bzw. selbstgemischtem Putzen möchte ich hier nochmals verweisen.

Den **Zuschlag**, genauer gesagt die Körnung bzw. die Sieblinie. Im Gegensatz zu schärferen, gröberen Sanden die früher üblich waren kommen heute feinkörnige Zuschläge mit runder Oberfläche zum Einsatz, da solche Körnungen besser maschinengängig sind. Sie entmischen sich weniger und erzeugen weniger Reibung in der Putzmaschine. Dafür verändern solche Zuschläge die Porenstruktur des Putzes und seine Rissneigung negativ. Sie sind ein Zugeständnis an die heute im Neubau üblichen Verarbeitungstechniken.

Was ist mit den Wänden die atmen können?

Das mit den atmenden Wänden ist auch so ein Stereotyp, der sich in den letzten Jahren in der Altbausanierung breitgemacht hat.

Keiner kann es richtig erklären, da es das eigentlich gar nicht gibt aber es klingt gut. Damit verhält es sich so ähnlich wie mit dem vielen Eisen im Spinat, aus irgend einem Grund wird es einfach nachgeplappert obwohl es falsch ist. Die Landser nannten so etwas mal Latrinenparolen. Wände atmen nicht. Wer hat das nun in die Welt gesetzt? Der Begriff der atmenden Wände ist *Max von Pettenkofer* zuzuschreiben, einem erfolgreichen und berühmten Arzt und Physiker im 19.Jahrhundert. Ihm verdanken wir zahlreiche Erfindungen und wissenschaftliche Entdeckungen. In seiner zweiten Lebenshälfte wandte er sich dem neuen Wissenschaftsbereich der Hygiene zu, den er entscheidend prägte. Von ihm stammt z.B. der Begriff der Pettenkoferlinie, das ist der Grenzwert von 1.000mg Kohlendioxid in der Luft der in Aufenthaltsräumen nicht überschritten werden sollte. Neben seinen vielen wissenschaftlichen Leistungen unterlief ihm ein Fehler, das mit der atmenden Wand. Pettenkofer beschäftigte sich mit der Ursache von Infektionskrankheiten, nach der damals herrschenden Theorie wurden solche Krankheiten von schlechter Luft übertragen. Kein Wunder, die Städte und Häuser stanken damals inklusive ihrer Bewohner gewaltig. Er führte u.a. Untersuchungen zum Luftaustausch in Wohnräumen durch. Eine seiner Thesen war das die Wände selber einen gewissen Grundluftaustausch gewährleisten würden. Er

sprach dabei nicht vom Atmen sondern vom Ventilieren der Außenwände. Während seiner vielen wissenschaftlichen Vorträge zu dem Thema veranschaulichte er seine These mit einem eindrucksvollen Experiment: Er klebte in ein kurzes Rohrstück eine Mauerwerksprobe luftdicht ein und blies über ein Mundstück kräftig hinein. An der anderen Seite befand sich eine Düse mit deren Hilfe er eine Kerze durch das Ziegel- bzw. Mörtelstück ausblasen konnte. Das hatte natürlich mit der Realität nichts zu tun, der Druck beim Blasen und die Materialdicke entsprachen in keiner Weise der Realität. Diese Darstellung faszinierte die Zuhörer und prägte sich tiefer ein als die Worte des Vortrages. Herr Dr. Pettenkofer hat durch die Wand geatmet.... Seine These wurde 1886 im Münchner Kalender, einem damals sehr populären Almanach, welches Sebastian Kneipp herausgab verbreitet und fand so Eingang in die breite Menge. Der Text beginnt so: *„Die meisten Menschen glauben, wenn sie in einem Zimmer mit wohl schließenden und verschlossenen Türen und Fenstern sitzen, das sie dann auch von der äußeren Luft abgeschlossen seien. Diese Voraussetzung ist glücklicherweise nicht richtig, denn nicht nur, dass Fenster und Türen nie luftdicht schließen, geht auch Luft durch die Wände ohne unser Wissen und Wollen und verdünnt und reinigt die Zimmerluft....“*.

Dazu noch der Auszug aus einem Artikel mit dem Titel: „Wärmedämmung - was spricht dagegen? „

Erschienen im Bundesbaublatt 1072014 Seite 47

Autor: Hans Weinreuter, Energiereferent der Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz

„Kann eine gedämmte Wand nicht mehr atmen?“

Die These der atmenden Wand- aufgestellt von Max von Pettenkofer im 19.Jahrhundert- wurde bereits 1928 von Dr. Raisch widerlegt. Das Ergebnis seiner Messungen: Eine massive verputzte Außenwand ist luftdicht. Auch der Effekt des Feuchtetransports ist ausreichend untersucht. Durch Diffusionsvorgänge wandert eine gewisse Feuchtemenge durch die Poren einer Wand. Indes sind diese Mengen sehr gering im Vergleich zu den gesamten Feuchtemengen, die im Laufe einer Heizperiode innerhalb eines Wohngebäudes frei werden. Von den 1.000 bis 2.000 Liter, die während einer Heizperiode nach draußen gehen, diffundieren nur etwa 2% durch die Gebäudehülle. Für das Raumklima ist diese Menge nicht relevant....“ Zitat Ende.

Hat sich also was mit atmender Wand. Trotzdem wird dieser Begriff immer wieder gebetsmühlenartig verwendet. Mit der atmenden Wand wird heute im weitesten Sinne auch der Begriff des Diffusionsverhaltens von Baustoffen gemeint.

Das ist die Fähigkeit mit der Gase, zu denen auch Wasserdampf gehört, durch poröse Baustoffe hindurch strömen. Der Motor für solche Gasströme ist der Druck- bzw. Temperaturunterschied an beiden Seiten des porösen Baustoffes.

Beschrieben wird diese Eigenschaft mit der Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl. Sie ist das Vielfache des Diffusionswiderstandes einer Luftschicht von 1m Dicke.

Bei Kalkputz liegt sie um die 5 - 15, bei Zementputz um die 15 - 35, wobei durch gezielte Rezepturen diese Werte in jede gewünschte Richtung verschoben werden können.

Je poröser der Baustoff und je zusammenhängender die Poren, je diffusionsoffener der Baustoff.

Kalk weist im Gegensatz zu Zement da einen Unterschied auf: Beim Abbinden von Kalk entstehen mehr Hohlräume, da der sich bildende Kalkstein ein geringeres Volumen aufweist als das Kalkhydrat. Außerdem verdunstet das überschüssige Anmachwasser. Der Zementleim bildet im Gegensatz dazu Hydratkristalle, die an Volumen zunehmen und Hohlräume im Mörtelgefüge ausfüllen.

Nur bei einer Kristallart ist das anders, den Tricalciumaluminaten. Sie reagieren mit dem zugegebenen Gips und bilden komplexe Hydratkristalle mit einigen Dutzend Wassermolekülen.

Beim weiteren Abbinden des Beton wandeln sie sich unter Wasserabgabe in kleinere Kristalle(Monosulfate) um, sie sind für das Schwinden von Beton und Mörtel verantwortlich.

Wenn man einmal vom Schwinden der Zementmatrix durch die Ettringit-Monosulfatreaktion absieht, ist Zement volumenstabiler als Kalk und bildet daher weniger zusammenhängende Poren.

Zementmörtel weist deshalb eine etwas geringere Diffusionsfähigkeit auf als Kalkputz.

Was hat das nun mit den atmenden Wänden zu tun?

Praktisch nichts(siehe den Auszug aus dem Artikel oben). Ein spürbarer und nennenswerter Luftaustausch findet durch Außenwände nicht statt, schon gar kein

nennenswerter gasförmiger Feuchtetransport von innen nach außen. Luftkalkputze haben eine geringere volumenbezogene Ausgleichsfeuchte als Kalkzementputze, dafür können die etwas mehr Wasser speichern.

Was hat das für Auswirkungen auf das Raumklima?

Praktisch keine.

Viel wichtiger ist die kapillare Leitfähigkeit von Baumaterialien, da damit ein Vielfaches von Feuchte transportiert wird wie mit Diffusion. Mit kapillarer Leitfähigkeit und dem daraus angeleiteten Sorptionsverhalten wird das Raumklima kurzfristig beeinflusst indem Feuchtespitzen aus der Raumluft abgepuffert werden können. Irgendwann muss die Feuchte aus den Baustoffen natürlich wieder raus; das geht aber wieder nach innen, nicht nach außen. Eine Außenwand ist keine Einbahnstraße. Ob im Kalkputz etwas Zement drin ist oder nicht macht keinen Unterschied. Der wäre bei reinem Zementputz zu erkennen, aber auch nur bei extremen Raumluftbedingungen und mangelhafter Dämmung - bloß wer putzt schon seinen Neubau innen mit reinem Zementputz PIII?

Dieser Unterschied wird also völlig überbewertet. Da wirken sich Einrichtungsgegenstände wie Gardinen, Teppiche, Möbel stärker auf das Raumklima aus, denn die puffern ebenfalls Raumluftfeuchte.

Das geht so weit das manche Bauherren glauben das schon die geringen Zugaben von Zement in fertigen Innenputzmischungen diese hochgelobte „Atmungsaktivität“ einer Wand verschlechtern.

Der Glaube, dass mit „reinem“ Kalkputz die Wände trocken bleiben würden und kein Schimmel auftritt ist also falsch. Das hängt nicht davon ab ob pro Raum ein paar Kilo Weißzement im Putz drin sind oder nicht, **sondern von der Art wie geheizt und gelüftet wird**. Die Wand und damit der Wandputz sind kein Depot für überschüssige Luftfeuchte. Wer mehr zum Thema lesen will schaue bitte auf die Seite über atmende Wände meiner Homepage.

Ein paar Worte zum Kalkestrich

Das was heute als wärmedämmender, diffusionsoffener Kalkestrich angeboten wird ist ein Bauteil der im Vergleich mit modernen gedämmten Estrichsystemen in allen Belangen schlecht abschneidet und kaum etwas mit den klassischen Kalkestrichen zu tun hat, die bis Ende des 19.Jh. eingebaut wurden.

Es macht in unserer Klimazone sowohl technisch als auch bauphysikalisch gesehen keinen Sinn, 15 oder 20cm feuchten Kalkmörtel mit organischen Zuschlägen einzubauen.

Die Dämmwirkung ist schlecht bis miserabel im Vergleich zu modernen Aufbauten, die Austrocknungsphase bis zur Belegreife jenseits von Gut und Böse.

Falls man den Estrich oberflächenfertig verwenden will stellt sich schnell die mangelnde Abriebfestigkeit als Nachteil heraus.

Der Hauptgrund dafür ist das Abbindeverhalten von Kalk.

Bei „reinem“ Luftkalk als Bindemittel wäre das Ergebnis schlichtweg inakzeptabel. Es würde Monate dauern bis der Kalk bei der Schichtdicke durchgehärtet wäre. Was mit den organischen Zuschlägen im dauerfeuchten Estrich passiert kann man sich denken. Wer glaubt dass so etwas ja eine seit Jahrhunderten bewährte Bauweise ist der irrt sich. Vor etlichen Jahren las ich eine Frage in einem Bauforum (www.fachwerk.de), da ginge es um so einen Kalk.

Die konsequent ökologisch ausgerichteten Bauherren hatten sich auf Anraten ihres Architekten für einen „wohngesunden“ Kalkestrich entschieden, der vor Ort mit Weißkalkhydrat als Bindemittel angemischt und eingebaut wurde.

Soweit ich mich erinnere ging es um schalenförmige Ausbrüche und Einsenkungen der Oberfläche bei höheren Punklasten.

Das ist natürlich kein Wunder, da noch nach Monaten die tieferen Estrichschichten feucht und nachgiebig sind. Die obere, carbonatisierte Schicht schrumpft und schüsselt im Gegensatz zum darunter liegenden weichen Material.

Die professionell angebotenen Kalkestrichsysteme sind alle auf der Basis von natürlich hydraulischen Kalken oder Kalk mit Zement- bzw. hydraulischen Zugaben hergestellt-hier macht es eher der Name. Ein Trasskalk besteht jeweils etwa zur Hälfte aus latent hydraulischen Verbindungen und Kalkhydrat.

Der Unterschied zu früher liegt wie beim Putz nicht so sehr beim Bindemittel (hydraulischer Kalk) sondern in der Verarbeitung.

Estriche auf der Basis von hydraulischen Bindemitteln wurden schon lange eingesetzt. Im römischen Reich wurden Estriche mit mineralischen Leichtzuschlägen als fußwarme Böden verbaut, neben anderen Bodenkonstruktionen wie Estrichen über Hypokaustheizungen oder Mosaikböden, wie die noch viele Jahrhunderte später in Italien gebauten „Terrazzo in composito“.

Man berief sich dabei nicht auf eine Konstruktionsart oder ein Material die per ideologisches Dekret als die alleinseligmachende Technologie erhoben wurde. Römische Architekten waren Pragmatiker, sie nahmen was verfügbar war und bauten das, was dem Klima und dem Verwendungszweck nach die optimalste Lösung darstellte.

Heute werden solche nachempfundenen Estriche ähnlich wie Beton oder moderne Estriche behandelt; sie werden maschinell gemischt und erdfeucht bis steifplastisch in einer, max. zwei Lagen eingebaut.

Das sah früher anders aus.

Lehm,- Kalk- und Gipsestriche wurden in mühsamer und zeitaufwändiger Arbeit mit hoher Verdichtung und nahezu optimalen Wassergehalten hergestellt. Weiche, nachgiebige organische Zuschläge wie Korkschat, Häcksel oder Sägespäne zur Wärmedämmung gab es nicht.

Das bedeutete schichtweisen Einbau unter hohem Aufwand an Schlägen und Stampfen mit dem Pflögel oder der Pritschbläuel, das waren Schlaghölzer.

„Kalkestrich wird nur noch selten ausgeführt, er ist in Deutschland fast ganz durch den Zementestrich verdrängt worden. Zu seiner Herstellung wird meist ein Gemisch aus kleinen Steinen, Sand und hydraulischem Kalk verwendet. Dieses Gemenge wird auf einer festgestampften Unterlage von Steinen oder Sand in zwei bis drei Lagen ausgebreitet, von denen jede für sich zu stampfen ist, bis sich an der Oberfläche Wasser zeigt. Für die obere Lage verwendet man, wohl auch zur Erzielung größerer Feinheit, ein Gemenge aus 1 Teil Kalkpulver und 2 Teilen feinem, reinem Sand. Nach dem Abrammen ist die obere Lage mit der Maurerkelle zu glätten und der Estrich während der folgenden 3 bis 4 Tage anzufeuchten. Nach völligem Austrocknen ist wieder ebenso wie bei dem Gipsestrich ein- bis zweimaliges Tränken mit Leinöl anzuraten.“ (Adolph Opderdecke, Handbuch des Bautechnikers Band 2 der Maurer, Leipzig 1910).

Das heißt, überschüssiges Anmachwasser wurde ausgetrieben, es entstand ein nahezu ideales Korngefüge. Der hydraulische Kalk hatte bedingt durch die andere Art der Erhärtung so gut wie keine Schrumpfungsneigung, da keine Ettringitbildung erfolgte. Das vorhandene Kalkhydrat wurde praktisch vollständig zu Calciumsilikathydraten umgebaut da kein Kohlendioxid an den Kalk gelangte. Also auch schon früher keinen „reinen“ Kalk, dafür aber eine arbeitsaufwändige Verarbeitung.

Das so ein hochverdichteter historischer Estrich nicht vergleichbar ist mit einem steifplastisch bis erdfeucht eingebautem, mäßig verdichteten modernen Kalkestrich sollte klar sein.

Ich fasse zusammen:

Die immer wieder von privaten Bauherren geforderten „reinen“ Luftkalke als Bindemittel zum Mauern, für Innen- und Außenputze und sogar für Estriche sind für diesen Zweck nicht bis wenig geeignet. Sie haben Ihren Platz als Sumpfkalkteig bei der Denkmalpflege und Restaurierung von Wandflächen im Innenbereich sowie als Rohstoff für Mineralfarben, aber nicht als Außenputz oder Estrichbindemittel im normalen Anwendungsbereich.

Auch früher wurden im überwiegenden Fall keine „reinen“ Kalke verwendet.

Wenn dann im Innenbereich, im Außenbereich bei wenig wetterexponierten Flächen. Ob die Verwendung von Kalken jeder Art bewusst erfolgte oder mehr oder weniger dem Zufall überlassen war bleibt offen, da sie von den jeweiligen Materialien und dem empirischen Wissensstand der Erbauer abhing.

Es gibt heute eine Vielzahl von werkgemischten Trockenmörteln, mit denen jeder denkbare Verwendungszweck abgedeckt werden kann und die dafür besser geeignet sind.

Neu heißt nicht zwingend schlechter.

Mängel entstehen bei falscher Materialwahl und mangelhafter Verarbeitung. Die Art der Verarbeitung und des Einbaues früherer Mörtel unterscheidet sich grundlegend von der heutigen Arbeitsweise. Auch das sorgte für Unterschiede in den Mörteln.

Selbst bei gleicher Zusammensetzung wird ein nach heutigen Methoden gemischter und verarbeiteter historischer Mörtel andere Eigenschaften aufweisen.

Für die Anwendungszwecke privater Bauherren und Selbstbauer, also Außen- und Innenputze, ist Sumpfkalk zwar bedingt verwendbar aber viel zu teuer. Das gehört in die Hände erfahrener Restauratoren, die sich mit dem Fachgebiet in theoretischer und praktischer Sicht auskennen.

Weißkalkhydrat CI 90 entspricht im privaten Bereich am ehesten den Einsatzzwecken, die damit abgedeckt werden sollen.

Ein Sack Weißkalkhydrat kostet im Baumarkt nur ein paar Euro und ist besser für den Heimwerker verarbeitbar.

Egal ob Sumpfkalkteig oder Weißkalkhydrat, selber mischen und Verarbeiten von Putz- und Mauermörtel ist möglich und sinnvoll, aber nur wenn bestimmte Voraussetzungen vorhanden sind, das sind einmal handwerkliche Kenntnisse und dann geeignete Einsatzmöglichkeiten.

Ich habe als gelernter Maurer immer einen Sack Weißkalkhydrat im Keller stehen, damit kann man kleine Putzschäden ausbessern, mal den Keller mit selbst angesetzter Kaseinfarbe streichen, damit die Bettung beim Pflastern stabilisieren oder einen Sack gekauften Trockenmörtel etwas geschmeidiger machen. Wenn der Rest carbonatisiert, kann man den immer noch im Garten zum Düngen verwenden. Selber mischen lohnt sich immer dann wenn der Einsatz von Handwerkern bei Kleinmengen zu teuer und zu umständlich ist, immer eine Fuhre Sand auf dem Grundstück liegt und man selber über Erfahrung im Umgang mit Kalk sowie handwerkliche Grundkenntnisse verfügt - sonst geht auch ein Sack Trockenmörtel, aber bitte die richtige Sorte.

Für professionellen Einsatz, z.B. Fassadenputz oder Innenputz ganzer Häuser ist selbstgemischter Luftkalkmörtel schlichtweg zu teuer, da der Aufwand an Arbeitszeit höher und die gewonnene Qualität niedriger im Vergleich zu werkgemischten Trockenmörteln ist.

Ich glaube kaum das ein Bauherr einen Fassadenputz aus solchem "reinen" Luftkalkputz noch möchte, wenn er erfährt das dessen Haltbarkeit beschränkt ist, in der Struktur Unterschiede zu sehen sind und die Kosten wahrscheinlich doppelt so hoch sein werden wie bei normalem Außenputz.

Zum Schluss noch ein Zitat über die Herstellung von Mörtel aus frischgelöschtem Kalk:

Zitat aus: Francois Cointeraux

Der Lehm- oder die Pise- Baukunst, Seite 120 - 123

Reprint- Verlag Leipzig Reprint der Originalausgabe von 1803

„Die Handlanger machen den Anfang damit, daß jeder von ihnen mit einer Schaufel Kalch aus dem Trog, oder aus der Grube, worin sie ihn zerlassen oder gelöscht haben, heraus nimmt, und ihn an einen reinen Ort hinbringen. Wenn sie vier bis fünf Schaufel-Ladungen von Kalch hier abgeworfen haben, so werfen sie doppelt so viele Schaufel-Ladungen von Sand darüber; und in diesem Augenblick machen sich die Reiber an die Arbeit“.... „Wenn also diese (die Handlanger) den nöthigen Kalch und Sand an den zur Bereitung des Mörtels bestimmten Platz hingebracht haben, so ruhen diese; und die Reiber machen den Anfang, ihn zu reiben, indem jeder mit seiner Krücke darüber hinfährt, und zu gleicher Zeit die Arme und den Leib ausstreckt, hernach sie mit der Schaufel zurück zieht. Es geschieht daher eine unaufhörliche Bewegung mit Bücken und Aufrichten, wobei das Werkzeug in schiefer Lage gehalten wird. Man darf aber nicht glauben, daß die Reiber ihre Krücken zurück ziehen können, wenn sie nicht eine Wendung mit der Hand machen, daher müssen sie beim zurückziehen sie seitwärts wenden, um den Mörtel entweichen zu lassen, welchen sie gegen sich ziehen würden; sonst würden sie dadurch zu sehr ermüdet werden. Durch diese Wendung führen sie die Krücke leicht wieder an sich. Jetzt heben sie diese wieder ein wenig, und fangen von neuem an, sie über den Haufen von Kalch und Sand hingleiten zu lassen, in dem sie sich so sehr wie möglich dagegen stemmen, die Arme und den Leib strecken, sich hernach wieder in die Höhe richten, und diese

Bewegung unaufhörlich machen, bis die Krücken den Kalch und den Sand gut zerrieben und gehörig gegen den Boden gepresst haben.

Nach dieser Arbeit werden wieder die Reiber blosser Zuschauer der Arbeit, und die Handlanger werfen mit ihren Schaufeln den hingebreiteten Mörtel auf einen Haufen. Wenn sie davon so viel wie möglich in eine Pyramiden-Form aufgeworfen haben, so fangen wieder die Reiber ihre Arbeit an, und so geht es weiter. Wenn die Arbeiter merken das der Kalch die Oberhand hat, so werfen sie von Zeit zu Zeit mehrere Schaufel-Ladungen voll Sand hinzu, welche von neuem mit dem Kalch zerrieben werden, bis der Mörtel die verlangte Beschaffenheit hat; und diese Beschaffenheit soll bald angezeigt werden. Wenn dieser Theil des Mörtels gehörig zerrieben und zermalmt ist, so werfen ihn die Handlanger mit ihren Schaufeln in einen Winkel des gereinigten oder gekehrten Platzes, und kehren zu der Grube zurück, um neue Schaufel-Ladungen von Kalch heraus zu nehmen, auf welche sie Sand werfen, die Reiber verfertigen hernach eine zweite Klasse von Mörtel, dann eine dritte, selbst eine vierte, nach dem größeren und geringeren Verbrauch, welche die Maurer, welche in anwenden, damit vornehmen. Dieses ist die beste Art der Zubereitung des Mörtels, jeder Unparteiische und Vernünftige wird es zugeben; man findet bei diesem Verfahren ein gekrümmtes eisernes Werkzeug, gegen welches sich ein Mann mit beiden Händen stemmt, um den Sand mit dem Kalch vollkommen einzurühren und zu zerreiben. Denn welchen anderen Zweck kann man haben, wenn man Mörtel machen will, als den Kalch mit den kleinen Kieseln innig zu verbinden? Dieses ist mehr; denn der Sand ist weiter nichts, als die Vereinigung einer Menge kleiner Kiesel, deren jeder kleine Löcher oder Hohlungen hat, und sich nur sofern an den Kalch hängt, als ein hartes und beständiges reiben den flüssigen Kalch in diese kleinen Hohlungen und unmerklichen Löcher hinein zwingt. Daher kann bei einer groben

Arbeit, wie die Bereitung des Mörtels ist, kein Werkzeug diesen Druck besser bewirken, und die innige Verbindung dieser beiden Materien zu Stand bringen, als die genannte Krücke.“

Georg Böttcher fecit, Januar 2016