

Die mineralischen Bindemittel Kalk und Quarz

Das vorliegende Papier stellt die Mineralien Kalk und Quarz in ihrer Funktion als Bindemittel für Putze und Anstriche vor. Es beschreibt deren Eigenschaften in chemischer, physikalischer und ästhetischer Hinsicht. Auch würdigt es den Beitrag mineralischer Beschichtungen in der Architekturentwicklung vor allem im 20. und 21. Jahrhundert. So soll dem Leser eine Hilfe an die Hand gegeben werden, sich in den mitunter recht verwirrenden Begrifflichkeiten der mineralischen Beschichtungstechniken leichter zurechtzufinden und ihnen damit vertrauter – vielleicht auch etwas neugieriger – zu begegnen.

I. Einleitung

1. Kurze Hommage an das mineralische Element in der Architektur

Unsere Deutschlehrerin sagte einmal im Unterricht, der Mensch solle sich zunächst um Steine, dann um Pflanzen, dann Tiere und schliesslich um Menschen kümmern. Diese Aussage verblüffte uns. Sich um Pflanzen, Tiere und Menschen zu kümmern ist ja nichts Aussergewöhnliches. Wie aber sollte man sich um tote Steine kümmern? Aus dieser Verblüffung erwuchs allmählich ein leiser Zweifel. Sollte es sich bei Mineralien tatsächlich um unbelebte Materie handeln, wie in anderen Fächern gelehrt? Was ist lebendig und was nicht? Welche Zeiträume soll man ins Auge fassen, um das eine anzunehmen und das andere auszuschliessen? Durch langjährige Erfahrung mit mineralischen Baustoffen, insbesondere durch den Umgang mit Putzen, Kalk- und Silikatfarben, bin ich zur Überzeugung gelangt, dass der Mensch, ohne sich dessen immer bewusst zu sein, beim Bauen und Gestalten mit Mineralien mit diesen in einem *Dialog* steht. Die Basis für einen schöpferischen Dialog mit der Umwelt sind aber immer menschliche Offenheit und Neugier.

In Sagen und Mythologien werden bisweilen solche «Mineral-Dialoge» beschrieben, wobei hier das Mineralische oft durch Zwerge repräsentiert wird. Sie wohnen in Felsen oder unter der Erde und gelten als Träger der Erdenweisheit, daher ihr grosser Kopf. Ihr langer Bart weist darauf hin, wie erfahren und alt – steinalt – sie sind. Auch wenn diese Vertreter des Mineralischen bisweilen Schabernack treiben (vielen Handwerkern ist solches auf Baustellen schon widerfahren), treten sie gegenüber dem Menschen doch meist hilfreich und ausgesprochen dienstbar in Erscheinung. Diese Hilfsbereitschaft beschreibt die Sage der «Heinzelmännchen zu Köln» besonders anschaulich. Aber nicht nur aufgrund von Sagendeutung, auch durch menschheitliche und persönliche Erfahrung wissen wir, dass das mineralische Element dem Menschen seit jeher dienstbar gewesen ist: sei es als schützender Fluchtort in einer Felsenhöhle, sei es als Hausfundament. Mit Steinen, Kies oder Sand lassen sich Mauern schichten und verbinden oder Strassen anlegen. Weiter kann man Mineralien zu Beton giessen, zu Glas ziehen oder zu Keramik formen. Als Putz geben sie Struktur an Wänden und Fassaden, als Kalk- oder Silikatfarbe schützen und schmücken sie diese. Alles zum Nutzen des Menschen – seit alters her.

2. Was bedeutet mineralisch?

In der Chemie unterscheidet man allgemein zwischen organischen und anorganischen Verbindungen:

Organische Verbindungen basieren auf der Chemie der Kohlenstoffe bzw. der Kohlenwasserstoffe. Letztere werden ursprünglich in der Natur von Pflanzen durch Photosynthese gebildet. Neben den natürlich organischen gibt es auch künstlich veränderte (synthetische) organische Verbindungen. So bezeichnet man zum Beispiel sowohl Naturharze wie auch Kunstharze als organisch, weil sie Kohlenwasserstoffe enthalten.

Mineralische Verbindungen sind allesamt anorganischer Natur. Die Erdkruste besteht aus Mineralien. Diese bilden das Glied zwischen Molekülen und Gesteinen: Atom – Molekül – Mineral – Gestein – Erdkruste. Ein Gestein kann aus einem oder mehreren Mineralien bestehen. Granit zum Beispiel setzt sich aus den Mineralien Feldspat, Quarz und Glimmer zusammen. Durch Schmelz-, Glüh- und Mischprozesse können auch künstlich mineralische Stoffe erzeugt werden wie zum Beispiel Keramik, Zement oder eben verschiedene Bindemittel auf Kalk- und Quarzbasis.

natürlich
organisch



natürlich
mineralisch



künstlich
organisch



künstlich
mineralisch



3. Der Begriff der Beschichtungen

Unter dem Begriff der *Beschichtungen* sind im Folgenden Wand- bzw. Fassadenbeschichtungen zu verstehen. Es handelt sich hierbei um Putze, Abriebe, Schlämme, Farben, Tünchen und Lasuren. Im mineralischen Bereich sind die Grenzen zwischen diesen einzelnen Beschichtungsarten nicht immer eindeutig zu ziehen, so zum Beispiel zwischen Putz und Schlämme oder Schlämme und Farbe, Farbe und Tünche oder Farbe und Lasur. Sie unterscheiden sich oft lediglich durch ihre Korngrösse oder Auftragsdicke.



Fassadendetail Villa Patumbah in Zürich, Silikatmalerei auf Kalkputz um 1885. Hier wurde die Silikatfarbe als Lasur aufgetragen, was eine überaus plastische Wirkung erzeugt.

Putze und Anstrichstoffe werden durch ihr *Bindemittel definiert* und sinnvollerweise auch eingeteilt; z. B. Kalk-Putz, Kunstharz-Putz, Leim-Farbe, Dispersions-Farbe, Öl-Farbe, Silikat-Farbe. Das Bindemittel bestimmt primär die Eigenschaften einer Beschichtung.

Unter der Vielzahl verschiedenartiger Bindemittel weisen die mineralischen ganz spezifische chemische, physikalische und ästhetische Eigenschaften auf. Sie werden im Folgenden eingehend beschrieben.

II. Kalk als Bindemittel

1. Der Begriff Kalk

Chemisch: Calciumcarbonat (CaCO_3)

Kalksteine sind meist durch Lebewesen abgelagerte, also biogene Sedimentgesteine, die ganz oder zum überwiegenden Teil aus dem chemischen Stoff Calciumcarbonat (CaCO_3) bestehen. Hierbei unterscheidet man zwischen den Mineralien Calcit und Aragonit. Kalkstein tritt, je nach Entstehungsart, in vielen verschiedenen Formen und Farben auf. Natürliches Vorkommen als Sedimentgestein: Kalkstein, Marmor, Kreide sowie in diversen verwandten Mineralien (z. B. Kalkspat).



Im täglichen Sprachgebrauch bezeichnet man oftmals recht undifferenziert Mineralien, Gesteine, Sande, Bindemittel, Füllstoffe, Weisspigment oder Farbe einfach als «Kalk».

Aufgrund seiner chemischen Eigenschaften eignet sich Kalk als Bindemittel für Putze und Farben. Kalk ist das erste mineralische und chemisch reaktiv abbindende Bindemittel, das von Menschen eingesetzt wurde. Kalk fand schon zu vorchristlicher Zeit Verwendung in den Gebieten des heutigen Chinas und im Mittelmeerraum. Wahre Meister im Umgang mit dem Bindemittel Kalk waren die Römer.

2. Einteilung verschiedener Kalkarten im Bauwesen

a) Allgemeine Einteilung

Luftkalk:

Weisskalk CaCO_3 mit max. 5 % Verunreinigung (MgCO_3 = Magnesiumcarbonat)

Dolomitmalk CaCO_3 mit ca. 50 % MgCO_3

Abbindung als $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Calciumhydroxid = Bindemittel) an der Luft durch Aufnahme von CO_2 = Carbonatisierung (siehe Kalkkreislauf).

Hydraulischer Kalk = Wasserkalk:

Gewonnen aus tonhaltigem Kalkgestein, zusätzliche Bestandteile sind Ca-Silikate und Ca-Aluminate. Der Abbindevorgang erfolgt zunächst unter fester Einbindung von

Wassermolekülen in die Kristallstruktur (=Hydratation), weswegen hydraulische Bindemittel auch unter Wasser abbinden können. Das im hydraulischen Bindemittel fest eingebundene Wasser nennt man Kristallwasser. Weiter bindet der hydraulische Kalk wie der Luftkalk auch durch Carbonatisierung ab. Hydraulische Kalke bilden sogenannte Calciumsilikathydrate (CSH).

Trasskalke:

Trass ist vulkanisch (Tuff) oder durch Meteoreinschlag entstandenes Glas. Trass enthält Kieselsäure (SiO_2) und bildet bei der Abbindung schwerlösliche und säurestabile Calciumsilikathydrate (CSH). Trass kann salzbildende Alkalien enthalten (Kalium, Natrium), deren Gehalt für die Verwendung von Trass als Mörtelbeimischung wegen der sonst eintretenden Salzkristallbildung unter 0.1 % bleiben sollte. Durch die Beimischung alkaliarmen Trasses zum Luftkalk erhält man äusserst resistente Putze, die aber nach der Verarbeitung keinesfalls frühzeitig austrocknen dürfen, da sonst die CSH-Bildung nicht vollständig abläuft und der Putz dadurch nicht vollständig abbinden kann.

b) Einteilung nach der DIN 1060 (Kalknorm), neu DIN EU 459

Weisskalk 90 (Zahl entspricht dem Gehalt an Calciumhydroxid in %)

Weisskalk 80

Weisskalk 70

Dolomitkalk 85 (Zahl entspricht dem Gehalt an Calciummagnesiumcarbonat in %)

Dolomitkalk 80

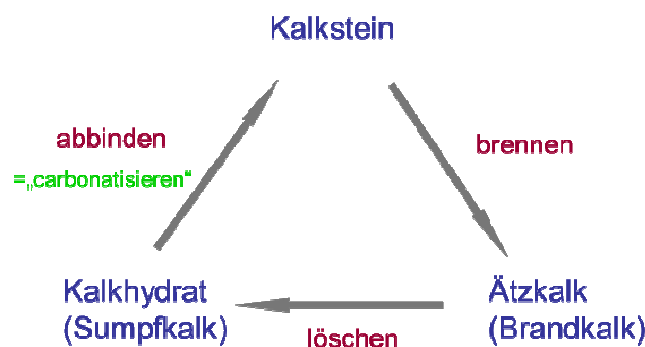
Hydraulischer Kalk 2 (Zahl entspricht der Druckfestigkeit in N/mm^2)

Hydraulischer Kalk 3,5

Hydraulischer Kalk 5

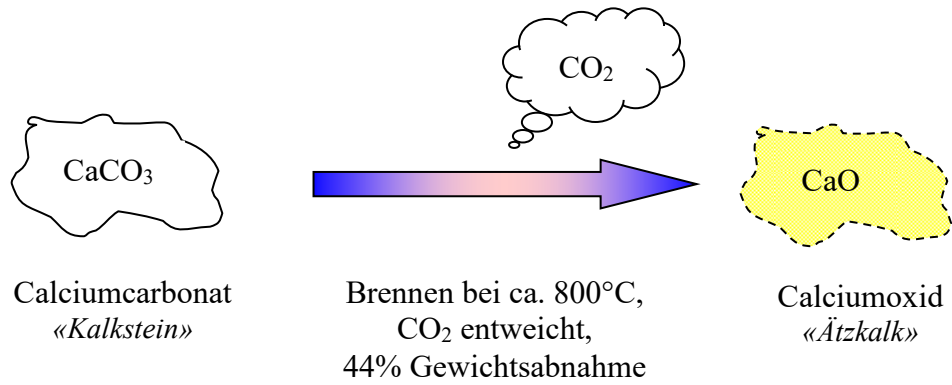
Merke: «Der Kalk» existiert nicht, jedoch eine Vielzahl verschiedener Kalktypen. Als Farbbindemittel eignet sich aber nur magnesiumarmer Luftkalk.

3. Der Kreislauf des Luftkalks als Bindemittel in Überblick



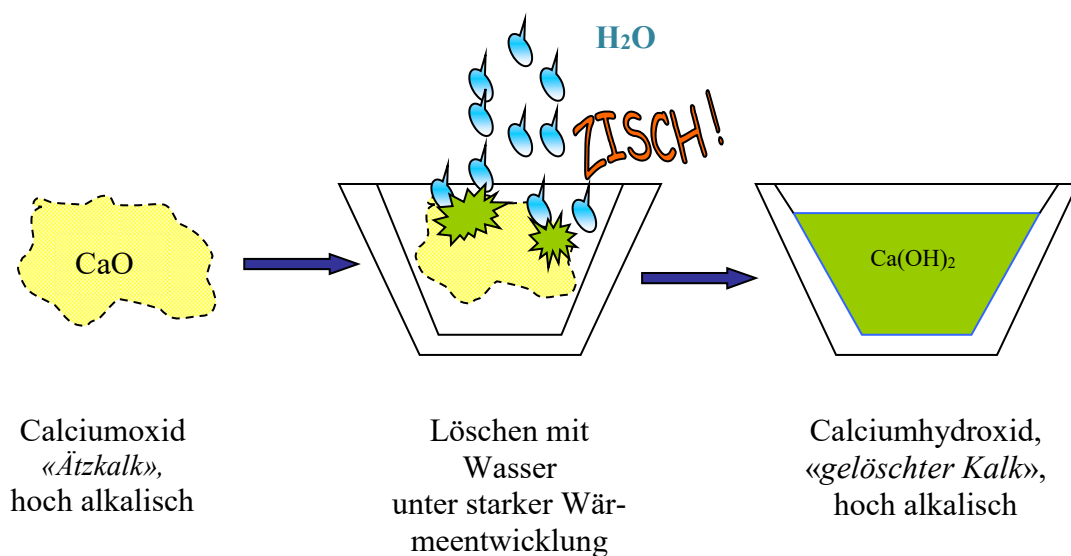
4. Der Kreislauf des Luftkalks als Bindemittel im Detail

a) Das Brennen



Nachgebauter historischer Kalkofen, Kalkbrand bei ca. 800 Grad Celsius

b) Das Löschen





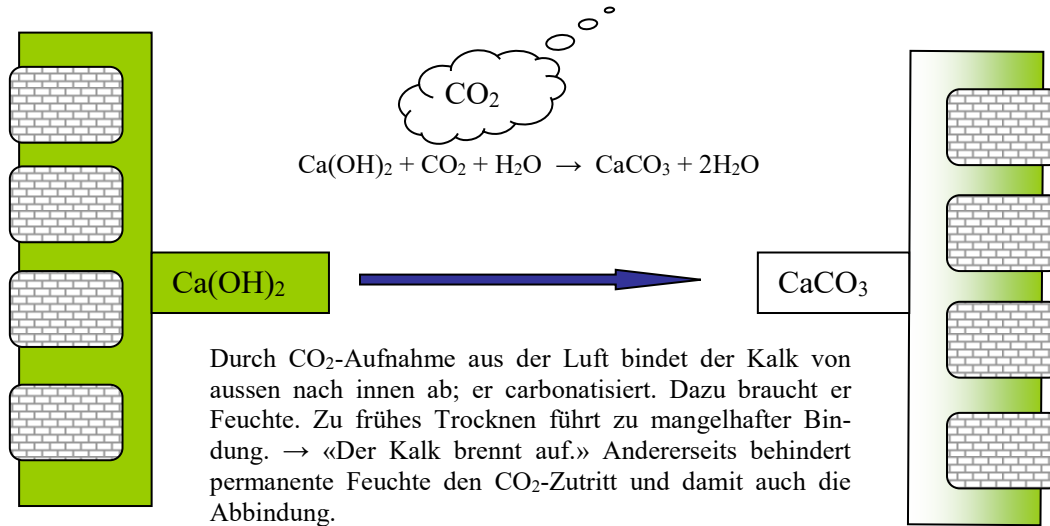
Gebannter Kalk wird gelöscht. Ein Schulprojekt der Maurerlehrlinge des Berufsbildungszentrums Bruneck. Insbesondere die Augen sind wegen der hohen Alkalität vor Spritzern zu schützen.



Industriell nassgelöschter und gelagerter Kalk: «Sumpfkalk»

- Bei Wasserzugabe von 35 Gew.% entsteht Kalkhydratpulver (Trockenlöschen).
- Bei Wasserzugabe von >55 Gew.% entsteht Kalkhydratbrei auch Sumpfkalk genannt (Nasslöschen).
- Bei höherer Wasserzugabe entsteht trübe, weisse «Kalkmilch», welche filtriert oder dekantiert Kalksinterwasser ergibt. Kalksinterwasser ist eine klare, gesättigte Calciumhydroxidlösung. Kalksinterwasser kann zur leichten Putzfestigung oder als Vorbehandlung für Kalkanstriche eingesetzt werden.

c) Der Abbindevorgang des Luftkalks in Mörtel und Anstrich



5. Benennung von Calciumcarbonat und Calciumhydroxid

Calciumcarbonat CaCO_3 : Weisskalk, Feinkalk, Stückkalk, Luftkalk

Calciumhydroxid Ca(OH)_2 : Weisskalkhydrat (Pulver), Sumpfkalk (Brei), Grubenkalk

6. Traditionelle Kalkputze

Calciumhydroxid vermengt mit Sand dient als Putzbindemittel. Aufgrund der sehr kostspieligen Transporte wurden früher meist lokale Kalkvorkommen verwendet. Da je nach Reinheit des natürlichen Kalkvorkommens das Gestein weiss, gräulich, gelblich oder rötlich ist, war den Putzen und Kalktünchen der Gegenden, wo Kalk abgebaut wurde, ein charakteristisches «Lokalcolorit» eigen.

Meist beinhaltet Kalkstein natürliche hydraulische Bestandteile. Da diese mit Wasser abbinden (Hydratation), können solche hydraulischen Kalke nicht eingesumpft gelagert werden. Der gebrannte Kalk wurde entsprechend direkt auf der Baustelle eingesumpft (starke Wärmeentwicklung) und in noch warmem Zustand verarbeitet. Daher auch die alte Bezeichnung «Warmputz». Diese Warmputze sind oft härter und beständiger als reine Sumpf- bzw. Luftkalkputze. Auf historischer Bausubstanz findet man, entgegen weitverbreiteter Meinungen, überwiegend Putze mit hydraulischen Komponenten.

Reine Sumpfkalkputze, d. h. Putze ohne hydraulische Anteile, binden relativ langsam und ausschliesslich von aussen nach innen ab, wobei sich an der Oberfläche durch Feuchtetransport Calciumhydroxid konzentriert und dort abbindet. So entsteht eine harte, transparente und glänzende Kalkschicht, auch «Sinterschicht» genannt. Diese kann so dicht sein, dass der weitere CO_2 -Zutritt in den Kalkputz behindert wird und sich der Abbindevorgang – die Carbonatisierung – dadurch stark verlangsamt. Sinterschichten

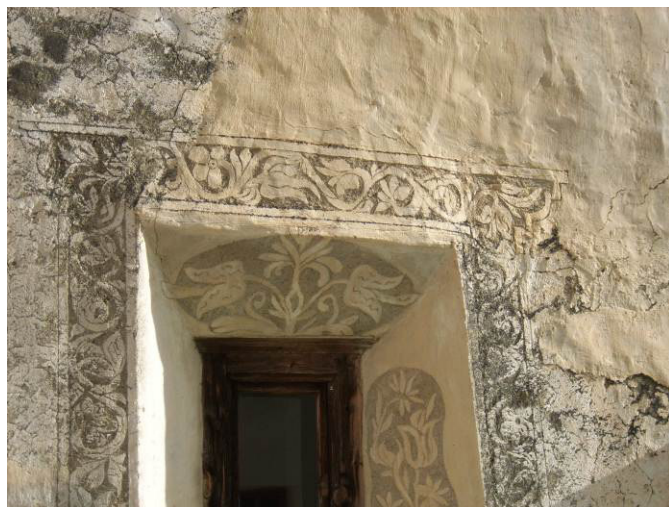
können mechanisch oder chemisch durch Absäuern («Ätzen») entfernt werden. Reine Kalkputze brauchen eine gewisse Schichtdicke, um nicht frühzeitig auszutrocknen, auch «Aufbrennen» genannt. Ebenso sollten sie wegen der Frostgefahr im Herbst vor der zweiten Jahreshälfte appliziert werden.

7. Fresco- und Seccomaltechnik

Bei der *Frescotechnik* werden in Wasser angeteigte alkalistabile = «kalkechte» mineralische Pigmente oder Kalkmilch auf den noch frischen Kalkputz gestrichen. Die Pigmentbindung erfolgt durch die Carbonatisierung des Kalkes. Bei der «Kristallisation» lagern sich Carbonatkristalle um die Pigmente und schliessen diese in der oberflächlichen Sinterschicht ein. In der Sixtinischen Kapelle findet sich eine der bekanntesten Frescomalereien weltweit.

Bei der *Seccotechnik* wird Kalkmilch (s. o.) auf den abgebundenen Kalkputz gestrichen. Gründliches Vornässen und Nachnässen mit Kalksinterwasser erhöht die Beständigkeit des Anstrichs. Der Kalk kann bis etwa 7 % mit kalkechten Pigmenten abgetönt werden.

Ein Anstrich in Frescotechnik ist beständiger als einer in Seccotechnik, weil durch den frischen Putz mehr Bindemittel für die Pigmentbindung zur Verfügung steht.



links: Detail aus dem Fresco «il concerto» um 1570 von Giovanni Antonio Fasolo

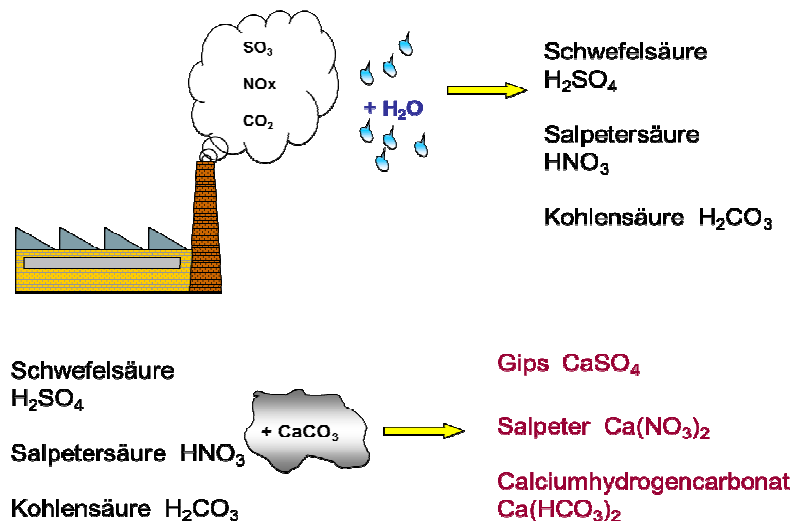
rechts: Detail eines historischen Sgraffitos (Kratztechnik auf eingefärbtem Kalkputz) in Guarda

8. Organische Beimischungen

Um die Verarbeitbarkeit und Haltbarkeit von Kalkputzen und -farben günstig zu beeinflussen, wurden dem Kalkbindemittel seit jeher gerne auch tierische oder pflanzliche Substanzen beigemischt. Hierbei ist besonders das traditionell häufig eingesetzte Casein (fettarmes Milcheiweiss) zu erwähnen. Auch Zucker oder Öle können dem Kalk zugegeben werden. Seit den 1960er Jahren wird Kalkbeschichtungen verbreitet dispergierter Acrylbinder beigemischt. In der Regel erhöhen solche organische Zusätze die Festigkeit der Beschichtungen. Heutzutage werden in Ermangelung verbindlicher

Normen viele Kalk-Fertigprodukte angeboten, die sich aufgrund ihres hohen Acrylanteils jedoch eher wie Kunststoffputze oder Dispersionsfarben verhalten.

9. Das Salzbildungspotential des Kalkes



Durch die Verbrennungsgase Schwefeldioxid, Stickoxid und Kohlendioxid entstehen mit der Luftfeuchte Säuren, die wiederum mit Kalk bauschädliche Salze bilden. Salze können in gelöster Form durch Kapillaraktivität ins Mauerwerk aufgenommen und transportiert werden. Die Salzkristallbildung ist mit einer Volumenausdehnung verbunden, was zu Abplatzungen von Putz- oder Farbschichten führen kann. Die kristallinen Salze sind hygroskopisch (= wasseranziehend) und sorgen so für Mauerfeuchte und damit ev. zu Abplatzungen durch Frost. Säurebelastete Kalkanstriche und Putze, insbesondere jene ohne hydraulische Zusätze, können durch die Salzbildung frühzeitig abwittern. Es ist allerdings zu beachten, dass insbesondere die Luftbelastung durch Schwefelabgase in den letzten Jahrzehnten sehr zurückgegangen ist. Entsprechend werden kalkhaltige Steine (wie z. B. Sandsteine), Putze und Anstriche heute deutlich weniger belastet als zu Zeiten der Industrialisierung.

Diese chemische Reaktionsfähigkeit von kalkgebundenen Putzen und Farben mit Säuren bringt aber in Innenräumen deutliche gesundheitliche Vorteile:

- Schadstoffabsorption in der Raumluft nach den gleichen Chemismen. Hier spielt die Wasserlöslichkeit der Reaktionsprodukte von Kalk und Säuren keine Rolle.
- Schimmelwidrig und desinfizierend aufgrund der Alkalität im frischen Zustand und anorganischen Materie.

10. Ästhetische und gesundheitliche Aspekte von Kalkbeschichtungen

Kalkoberflächen weisen seit jeher eine charakteristische und faszinierende Leuchtkraft auf.



links: Detail aus der Sixtinischen Kapelle



rechts: Kalkfassade in Malans

Kalk als Bindemittel kann heutzutage gemäss seiner chemischen Zusammensetzung oder seiner physikalischen Eigenschaften normiert und qualitativ gleichbleibend geliefert werden. Dennoch handelt es sich beim Bindemittel Kalk um ein sehr naturnahes Halbfertigprodukt, das äusserst vielseitig in Putzen, Spachtelmassen, Schlämmen, Farben und Tünchen eingesetzt werden kann.

Mineralisch gebundene Beschichtungen wirken gegenüber organisch gebundenen strukturbetonend. Das bedeutet, dass bei der Verarbeitung sorgfältig und achtsam vorgegangen werden muss, um unerwünschte Ansätze und dergleichen zu vermeiden. Darüber hinaus reagiert Kalk mit variierenden Helligkeitsgraden auf verschiedene Untergründe und die klimatischen Bedingungen während und nach der Verarbeitung. Damit entzieht sich Kalk – zumindest in ästhetischer Hinsicht – industrieller Normierung und beliebiger Reproduzierbarkeit; stattdessen bieten Kalkputze und -farben dem engagierten Planer und Verarbeiter ein unerschöpfliches Mass an gestalterischen Möglichkeiten in Struktur- und Farbwirkung.

Darüber hinaus sind Kalkputze und -farben baubiologisch vollkommen unbedenklich. Lediglich bei der Verarbeitung sind Haut und Augen zu schützen aufgrund der hohen Alkalität im frischen Zustand. Nach dem Abbinden (Carbonatisierung) sind Kalkbeschichtungen jedoch annähernd ph-neutral und befördern aufgrund ihrer Offenporigkeit ein gesundes Wohnklima.

III. Quarz als Bindemittel

1. Der Begriff Quarz

Quarz, chemisch SiO_2 , ist das zweithäufigste Mineral der Erdkruste. In der Natur kommt es als Gestein, Quarzsand oder Kristall vor. In Kombination mit anderen Mineralien bildet SiO_2 diverse andere Gesteinsarten. Es ist ein hartes, säurebeständiges Mineral, das vor allem in Form von Sand vielseitig eingesetzt wird, z. B. als Zuschlagstoff für Putze, als Füllstoff, als Strahlmittel etc.

Quarz bildet aber auch den Ausgangsstoff für die Glasproduktion. Seit dem späten Mittelalter versteht man es, Quarz auch zu sogenanntem *Wasserglas* zu schmelzen, fand aber damals wohl keine rechte Verwendung dafür. Die Wassergläser haben gegenüber anderen Gläsern die spezifische Eigenschaft, *wasserlöslich* zu sein. Es gibt Natrium- und Kalium- und Lithiumwasserglas. Als Bindemittel für Putze und Farben eignet sich unter Berücksichtigung aller Aspekte am besten das Kaliumwasserglas, auch *Kaliumsilikat* genannt. Farben und Putze, die so gebunden sind, nennt man *Silikatfarben*, *Wasserglasfarben*, oder *-putze*.



links: Quarzsandgewinnung in Sachsen-Anhalt

rechts: Wasserglasschmelze, eine Schmelze bestehend aus Quarzsand und Kaliumcarbonat

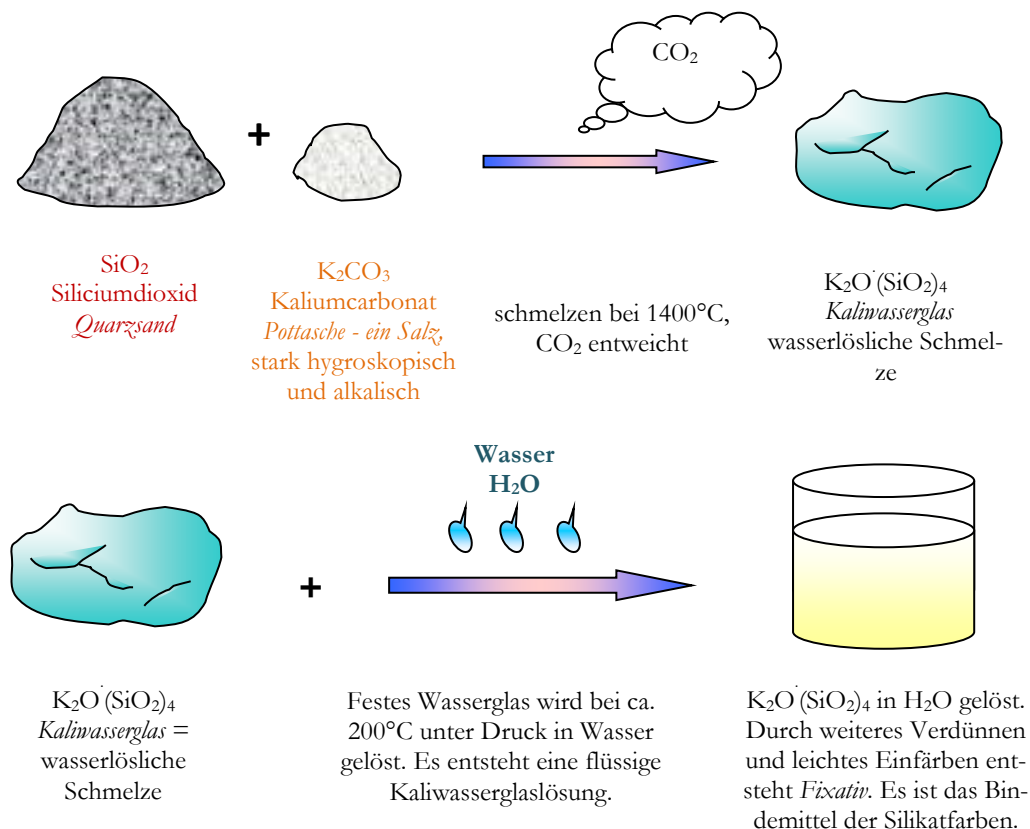
2. Das Auftauchen der Silikatfarben = Mineralfarben

Ab Mitte des 19. Jh. begann die aufkommende chemische Industrie gezielt Farben zu entwickeln und insbesondere eine Reihe neuer, synthetischer Pigmente herzustellen. Bezüglich des Bindemittels darf die auf dem Mineral Quarz basierende Wasserglas-Technik als einzige wirkliche Neuerung jener Ära gelten. Wasserglas verbindet sich in einer kristallinen Struktur stabil mit mineralischen Untergründen und mineralischen Pigmenten. Resultat ist ein sehr beständiges Anstrichmaterial für den Wand- und Fassadenbereich: die *Silikat-* oder auch *Mineralfarbe*. Mit der *Bewegung der farbigen Stadt* in den 1920er Jahren avancierte die bis anhin nur für Dekormalereien verwendete Silikatfarbe zum technischen Standard an der Fassade. Etwas pointiert könnte man sagen: Die Silikatfarbe ist die «Mutter aller Industriefarben». Sie wird bis heute einerseits unverändert, andererseits für Anwendungen auf modernen Untergründen angepasst, produziert und angeboten.

3. Adolf Wilhelm Keim und die Keim'schen Mineralfarben

Adolf Wilhelm Keim (1851-1913), gelernter Töpfer und Chemiker aus München, war nicht, wie oft angenommen, Erfinder der Wasserglastechnik, sondern deren wichtigster Wegbereiter. Mit der Patentierung seiner *Keim'schen Mineralfarben* im Jahre 1878 verhalf er dem Kaliwasserglas als Bindemittel für Farben zum Durchbruch. Seine herausragende Leistung bestand allerdings nicht einfach in der gezielten Verwendung von Kaliwasserglas, sondern in der Formulierung mineralischer Farbpulver, bestehend aus synthetischen mineralischen Pigmenten mit Zuschlagstoffen wie Flussspat, Quarzmehl oder Calzitmehl. Solche Farbpulver, mit Kaliwasserglas gemischt, ergeben die Silikatfarbe. Keim prägte damals den Begriff der «Mineralfarbe» für seine mit Kaliwasserglas gebundenen Farben. Aus heutiger Sicht ist dieser Begriff etwas verwirrend, weil natürlich auch Kalkfarben mineralischer Natur sind. Man beachte aber: Wie von Teilen der Farbindustrie gerne propagiert, handelt es sich bei den seit gut dreissig Jahren angebotenen «Silikonharzfarben» um eine Weiterentwicklung der Dispersionsfarben, nicht um Mineralfarben; Silikonharz ist selbstredend kein Mineral.

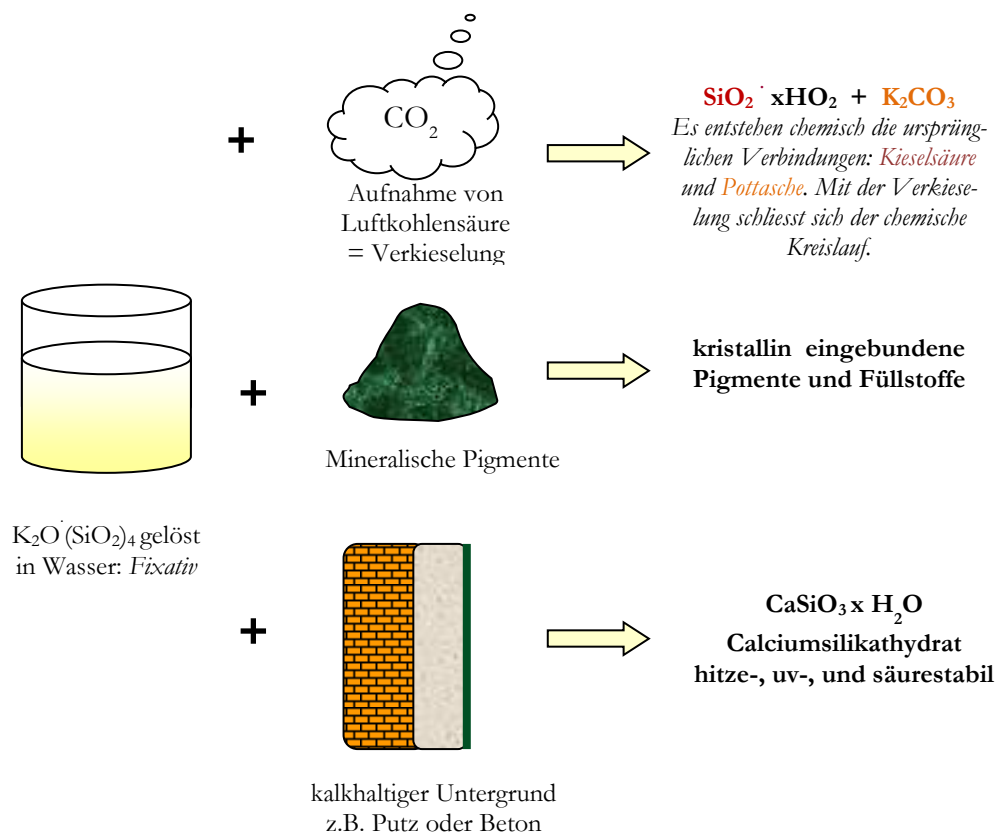
4. Die Herstellung von Kaliwasserglas als Bindemittel



Quarzsand und Kaliumcarbonat werden zusammengeschmolzen. Daraus ergibt sich ein wasserlösliches Glas. Daher stammt die Bezeichnung Wasserglas. Wird dieses Glas unter Druck bei ca. 200 Grad gelöst, entsteht flüssiges Wasserglas. Die Kaliwasserglaslösung

dient als Bindemittel für die Silikatfarbe und wird auch, seit A. W. Keim, als *Fixativ* bezeichnet.

5. Die Abbindung von gelöstem Kaliwasserglas = *Verkieselung*



Bei der Abbindung von Kaliwasserglas als Farbbindemittel findet eine dreifache chemische Reaktion mit Kohlensäure, Farbpulver und mineralischem Untergrund statt. So entsteht eine äusserst stabile Verbindung zwischen dem Untergrund und der Silikatfarbe. Den Abbindeprozess der Silikatfarbe nennt man «Verkieselung».

Der hier dargestellte Chemismus bezieht sich auf die *rein* mineralische Silikatfarbe. Sie wird auch «Zweikomponenten-Silikatfarbe» genannt, weil sie in zwei Komponenten geliefert wird: Fixativ und Farbpulver. Die Komponenten werden vor der Applikation angemacht. Die Farbe hat eine Topfzeit von mehreren Tagen, bei geschlossenem Gebinde sogar Wochen. Sie kann nur auf reinmineralischen Untergründen wie hydraulischen Kalkputzen, Kalk-Zementputzen, Beton oder gewissen Natur- oder Kunststeinen eingesetzt werden. Luftkalkputze sind latent zu weich. Auf nicht bzw. teilweise mineralischen Untergründen wie z. B. vergüteten oder wasserabweisenden Putzen müssen Dispersionssilikatfarben oder Kieselsolfarben verwendet werden. Die reine Zweikomponenten-Silikatfarbe ist auf einen benetzbaren und saugfähigen mineralischen Untergrund angewiesen.

Mit 1:1 bis 1:4 in Wasser verdünntem Fixativ können sandende oder geschwächte mineralische Putze und Anstriche gefestigt werden = «vorfixieren bzw. nachfixieren». Hierbei ist darauf zu achten, dass nicht zu konzentriert fixiert wird, um eine Krustenbildung, auch «Verglasung» genannt, zu vermeiden.

6. Die A-, B-, und C-Technik der reinen Silikatfarbe nach Keim

Da Kalk mit Säuren reagiert, gingen zu Zeiten der Industrialisierung immer wieder Fassadenmalereien in Kalktechnik frühzeitig verloren; dies aufgrund der damals lokal extremen Luftverschmutzung v. a. durch Schwefel. So wurde der Ruf nach einer beständigeren Technik laut. A. W. Keim entwickelte gegen Ende des 19. Jahrhunderts die Silikatfarbe als chemisch stabilere Alternative zur Kalktechnik, zunächst aber nur für Dekor- und Kunstmalereien. Diese Neuerung in der Dekormaltechnik stiess anfänglich nicht überall auf Begeisterung, sahen darin doch manche Traditionalisten und Industriekritiker eine Verfremdung der klassischen Kalkfreskomalerei. Andere begrüßten die Keim'schen Mineralfarben als willkommene, zukunftsweisende Antwort auf die gerade durch die Industrialisierung hervorgerufene Problematik der Luftqualität durch Abgase und die daraus sich ergebenden Schäden an den Fassadenmalereien.

Interessant ist ferner die Tatsache, dass der gelernte Töpfer A. W. Keim im August 1878 ein königlich bayrisches Patent für seine Arbeit erhielt, im selben Monat wie der französische Gärtner Joseph Monier (1823-1906) eines für seine Erfindung des Eisenbetons in Frankreich. So wurden seit den Anfängen Betonbauten oft mit Silikatfarben gestrichen.

Die A-Technik (Keim-Künstlerfarben) lehnt sich vom Arbeitsablauf her noch an die Kalkfresko-Technik an. Zwar wird auf einem schon abgebundenen mineralischen Putz, dem «Malgrund», gearbeitet, doch werden auch hier, analog der Kalkfreskotechnik, nur in Wasser angeteigte mineralische Pigmente appliziert. Diese werden nach Fertigstellung der Malerei mit verdünntem Fixativ mehrfach besprüht und damit eben fixiert. Das heisst, bei der A-Technik sind eigentlicher Malvorgang und Bindevorgang noch völlig voneinander getrennt. Malereien in A-Technik sind eher selten und stammen meist aus den Anfängen der Silikattechnik ca. 1880 bis 1900. Sie unterscheiden sich chemisch nicht von der B- und C-Technik. Durch beliebiges Verdünnen der Farbe mit einer angemessenen Fixativlösung können sehr dünne und durchscheinende Farbschichten aufgetragen werden. Dies ermöglicht dem Künstler eine sehr plastisch wirkende Maltechnik.

Die B-Technik (Keim-Dekorfarben) geht einen Schritt weiter. Hier werden das Farbpulver und das Fixativ vor der Applikation miteinander eingesumpft und anschliessend verarbeitet. Aufgrund der oben beschriebenen chemischen Reaktion zwischen den zwei Komponenten kann die eingesumpfte Farbe nur während einigen Tagen verarbeitet werden. Sobald die Farbe auf den mineralischen Untergrund kommt, bindet sie binnen weniger Stunden irreversibel ab. Das Verhältnis von Farbpulver und Fixativ muss ausgewogen und der Saugfähigkeit des Untergrunds angepasst sein. Bei zu geringem Fixativanteil neigt der Anstrich zum Kreiden, bei zu hohem Anteil zu Verglasungen.



Rütlichschwur und Schlacht am Morgarten, gemalt 1890 von Ferdinand Wagner (1847-1927) am Rathaus Schwyz, restauriert 1990 und seither unterhalten durch Fontana & Fontana, Jona.

In ganz Europa, besonders aber in der Schweiz, zeugen zahlreiche originale Kunst- und Dekormalereien aus der vorletzten Jahrhundertwende von der nachhaltigen Qualität der Silikat-Technik: Rathaus Basel, Rathaus Schwyz, diverse Fassaden in der Luzerner Altstadt, Villa Patumbah in Zürich, Altstadt Stein am Rhein u. v. m. Bald lernte man die Vorzüge dieser Technik nicht nur in der Dekor-, sondern auch in der Flachmalerei schätzen.

Die C-Technik (Keim-Purkristalat) ist mit der B-Technik fast identisch, nur werden hier gröbere Pigmente und Füllstoffe verwendet. Im Gegensatz zur B-Technik, die für Dekormalereien bestimmt ist, werden in der C-Technik grossflächige Anstriche als Schutzbeschichtung ausgeführt. Mit der C-Technik war es erstmals möglich, Fassadenflächen in intensiven und beständigen Farbtönen zu streichen. Die neuen coloristischen Möglichkeiten der Mineralfarbe bildeten die Grundlage für die Architekturbewegung *Die Farbige Stadt* der 1920er Jahre. Damals entstehende Arbeitersiedlungen suchten sich durch ihre zum Teil intensive Farbigkeit von den weiss-grauen Bürgerbauten abzusetzen – Farbe auch als gesellschaftspolitisches Ausdrucksmittel. Exponenten jener farbigen Epoche sind u. a. die Architekten Bruno Taut, Martin Wagner, Otto Rudolf Salvisberg, Le Corbusier, der Künstler Augusto Giacometti oder der Zürcher Stadtbaumeister Herman Herter.



links: Keim'sche mineralische Farbpulver

rechts: Marktplatz von Osnabrück um 1926. Ein typisches Beispiel für die «Bewegung der Farbigen Stadt»

Bis in die Gegenwart werden viele denkmalgeschützte Profan- und Sakralbauten, darunter auch Betonbauten, mit der reinen Silikatfarbe gestrichen. Neuerdings wird diese seit 140 Jahren fast unveränderte Farbe auch auf modernen Fassadenwärmedämmungen eingesetzt, weil sie aufgrund ihrer idealen bauphysikalischen Qualitäten deutlich weniger zu Veralgungen neigt als organisch gebundene Beschichtungen. Darüber hinaus benötigen Silikatfarben weder Weichmacher, Biozide noch organische Lösemittel.



Seit 140 Jahren bewährt: Reinsilikatfarbe an historischer und modernster Architektur

Fassade Stift Melk in Niederösterreich und Wohnüberbauung Kirchenfeldmatt in Muri Aargau

7. Die Dispersionssilikatfarbe

Aufgrund der rasanten petrochemischen Entwicklung der letzten Jahrzehnte haben immer mehr organische Verbindungen auch in der Putz- und Anstrichtechnologie Einzug gehalten. Putze mit organischen Bestandteilen eignen sich aber nur bedingt oder überhaupt nicht als Träger für die reine Silikatfarbe, deren Bindemittel einen reinen mineralischen Untergrund als chemischen Reaktionspartner benötigt. Um auch auf teilweise organisch gebundene Putze streichen zu können, wurde von Keim um 1962 die *Dispersionssilikatfarbe* (Bezeichnung nach DIN 18.363.2.4.1.), in der Schweiz auch «*Organosilikatfarbe*» genannt, entwickelt.

Dieser Farbtyp enthält einen organischen dispergierten Bindemittelzusatz (Acrylbinder) und in der Regel auch hydrophobierende (= wasserabweisende) Bestandteile. In der Deutschen Industrie Norm DIN 18.363 2.4.1. wird der organische Anteil einer Dispersionssilikatfarbe auf max. fünf Massenprozent beschränkt. Damit ist

gewährleistet, dass der bauphysikalisch wichtigste Aspekt der reinen Silikatfarbe, nämlich die hohe Dampfdiffusionsfähigkeit, nicht beeinträchtigt wird. Bis zu einem organischen Anteil von fünf Prozent entsteht noch keine dampfdiffusionshemmende Filmbildung in der Anstrichmatrix. Dispersionssilikatfarben werden anwendungsfertig (einkomponentig) geliefert und sind in der Verarbeitung etwas anspruchsloser als die Silikatfarben, weswegen sie heute weit verbreitet sind.



1. Dispersionssilikatfarbe mit einer goldfarbenen Lasur auf einem organisch vergüteten Mineralputz

8. Die Kieselol-Silikatfarbe

Eine neuartige silikatische Bindemittelkombination weist die *Kieselolfarbe* auf. Sie wurde im Jahr 1999 erstmals in der Schweiz eingeführt. Hier kommen eine stabilisierte Kombination aus Kieselol (= noch flüssiges, aber zum Teil schon vorverkieseltes Wasserglas mit reduziertem Alkalianteil) und klassisches Wasserglas zum Einsatz. Aufgrund der Vorverkieselung entwickelt Kieselol weniger Spannung auf dem Untergrund. Dadurch ist die Kieselolfarbe gegenüber der Reinsilikatfarbe kaum auf einen saugfähigen Untergrund angewiesen. Dies ergibt eine hervorragende Haftung auch auf nichtmineralischen Untergründen. Damit eröffnen sich für die Silikattechnik ganz neue Anwendungsgebiete. Kieselolfarben können auch auf rein organischen Untergründen wie Kunststoffputzen oder Dispersionsfarben eingesetzt werden. Im Jahr 2011 stellte das Haus Keim als Weltneuheit eine patentierte Kieselolfarbe sogar für Holz vor, die in Kombination mit einer langöligen Grundierung auch die entsprechenden Euro-Normen für den Holzschutz erfüllt.



Keim'sche Kieselfarbe auf einem organischen Deckputz und auf einer Holzfassade (rechts)

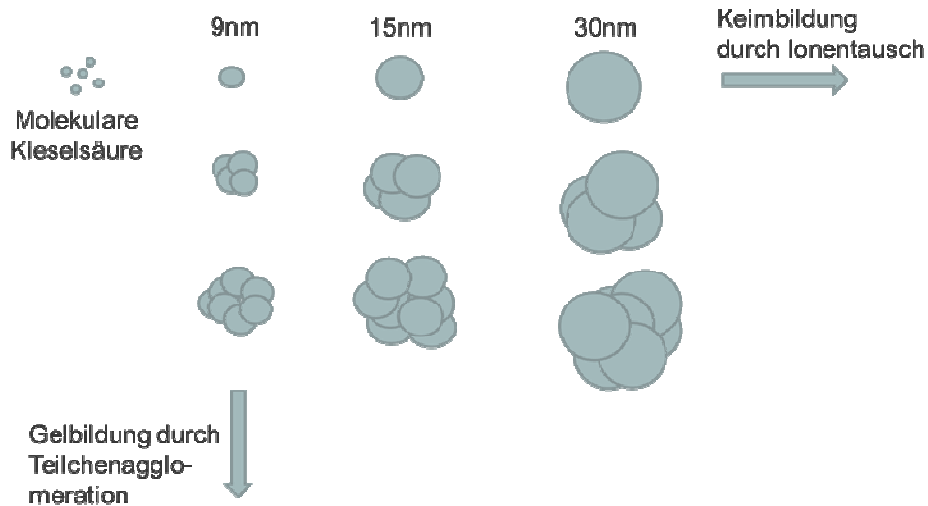
Kieselsole sind reinmineralische wässrige kolloid-disperse Lösungen von amorphem Siliciumdioxid (SiO_2). Dieses liegt in Form von untereinander unvernetzten, kugelförmigen Einzelpartikeln vor. Die durchschnittliche Partikelgrösse beträgt je nach Typ 5 bis 75 nm. Spezialtypen mit noch grösseren oder noch kleineren Partikeln können massgeschneidert hergestellt werden. Kieselsole entstehen durch Aufwuschprozesse aus molekular gelöster Kieselsäure. Sie werden nicht durch Redispergieren von festem, feinverteiltem, amorphem Siliciumdioxid hergestellt. Deshalb kann die Anwesenheit von kristallinen Siliciumdioxidbestandteilen ausgeschlossen werden.



Konfektionierung von Kieselsole: Reinmineralische Kieselsole (Flüssigkeiten) können unterschiedlich gross konfektionierte Teilchen beinhalten (5nm-75nm). Sie sind dadurch schon optisch unterscheidbar. Je grösser die Teilchen, desto trüber die Kieselsole.

Kieselsole werden aus molekularer Kieselsäure durch Ionentausche hergestellt und können bezüglich ihrer Teilchengrösse, je nach Einsatzgebiet, gezielt konfektioniert werden. So gibt es heute eine ganze Palette verschiedener Kieselsole, die in der chemischen Industrie nicht nur als Farbbindemittel, sondern gerade im Hightech-

Bereich (zum Beispiel bei der Herstellung von Touchscreens u. v. m.) verschiedenartigste Anwendung finden.



9. Die häufigsten Fassaden- und Wandfarben im Überblick

Silikatfarben	Dispersionssilikatfarbe Sol-Silikatfarbe*	Silikonharzfarben (organisch gebunden)	Dispersionsfarben (organisch gebunden)
nach DIN 18 363 definiert: 0% organischen Anteile	nach DIN 18.363 definiert: organischer Anteil < 5%	nicht definiert	nicht definiert
zwei Komponenten (Farbpulver+Fixativ) A-, B-, und C-Technik	eine Komponente anwendungsfertig	eine Komponente anwendungsfertig	eine Komponente anwendungsfertig
Pigmente und Füllstoffe rein mineralisch	Pigmente und Füllstoffe rein mineralisch	Pigmente und Füllstoffe mineralisch und oder organisch	Pigmente und Füllstoffe mineralisch und oder organisch
Abbindung rein mineralisch (chemisch)	Abbindung überwiegend mineralisch (chemisch), teils organisch (physikalisch)	Abbindung rein organisch (physikalisch)	Abbindung rein organisch (physikalisch)
auf min. Untergründen keine Grundierung erforderlich, bzw. wenn, als Untergrundfestigung	auf min. Untergründen keine Grundierung erforderlich	auf min. Untergründen Grundierung erforderlich	auf min. Untergründen Grundierung erforderlich
		Merke: Silikonharzfarben sind silikonharzhaltige Dispersionsfarben, aber keine Mineralfarben.	

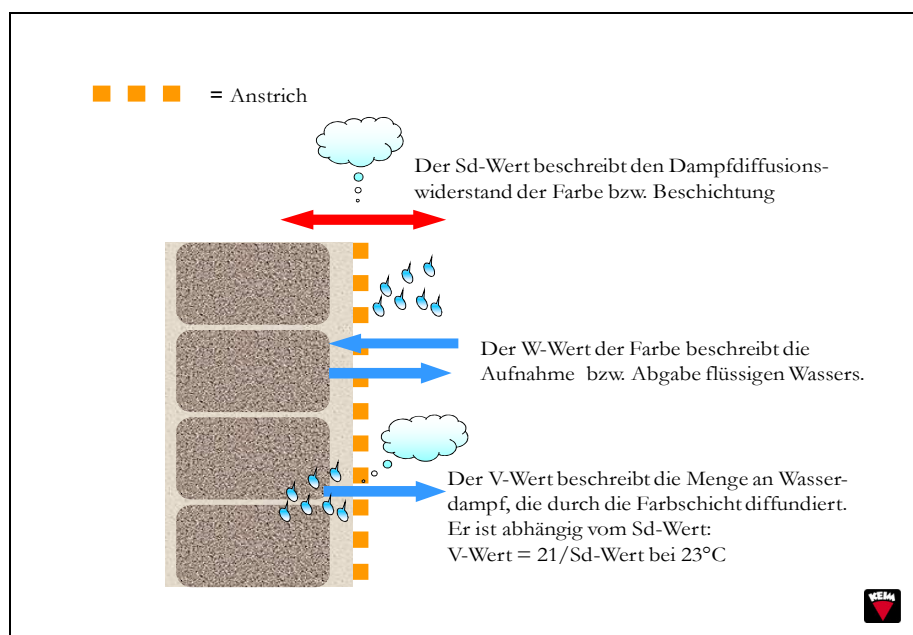
*die „Sol-Silikatfarbe“ ist in der DIN 18 363 nicht erwähnt, lässt sich dort aber auch einordnen.

10. Bauphysikalische Überlegungen zu Putz und Anstrich

Die für die Gebrauchstauglichkeit der Bauwerkshülle wohl wichtigste Kerngrösse ist der Feuchtehaushalt der Beschichtungen. Nach jahrtausendalter positiver Erfahrung mit hydrophilen (wasseraufnehmenden) mineralischen Baustoffen vollzog sich mit dem Auftreten kunststoffgebundener Beschichtungen ein Paradigmenwechsel: Die Fachwelt war sich nun in weiten Teilen einig, dass Feuchteaufnahme durch Beregnung vermieden werden sollte. «Fassadenschutz = Wasserschutz» ist bis heute die verbreitete Devise. So werden seit gut 30 Jahren besonders organisch gebundene Putze und Farben hydrophob (wasserabweisend) ausgerüstet – ihre Bindemittel würden bei zu starker Durchfeuchtung aufquellen und dadurch frostempfindlich. Hydrophobierungsmittel bremsen die kapillare Wasseraufnahme, was, für sich betrachtet, durchaus zu begrüßen ist. Sie bremsen aber entsprechend auch die *Rücktrocknung*. Einmal hinterfeuchtete hydrophobe Beschichtungen trocknen deshalb viel langsamer aus als hydrophile, weil eben auch der kapillare Rücktransport gebremst ist.

In den letzten Jahren wird darüber hinaus einem anderen Phänomen vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt: Auf hydrophoben und gedämmten Oberflächen bildet sich in der kalten Jahreszeit bei Taupunktunterschreitung gerne ein Wasserkondensat, das vom Untergrund – eben wegen der Hydrophobierung – nicht absorbiert werden kann. Diese Tauwasserbildung ist die Hauptursache für den häufigen Algen- und Pilzbefall auf modernen Wärmedämmsystemen. Daher werden diese nicht nur hydrophob, sondern meist auch biozid ausgerüstet. Zur Lösung dieses Problems können – gerade auch auf Wärme-dämmungen – dickschichtige mineralische Deckputze mit Reinsilikatfarben eingesetzt werden. Diese sind hydrophil und biozidfrei.

11. Beschreibung des Feuchtehaushalts von Farben anhand von Sd-Wert, V-Wert und W-Wert gemäss DIN 1062-1



a) Sd-Wert – Dampfdiffusionsfähigkeit

Einheit des Sd-Wertes: Meter m

Der Sd-Wert gibt an, welcher Luftschichtdicke der Dampfdiffusionswiderstand eines Baustoffs entspricht. Er errechnet sich aus dem Produkt von μ und s:

$$\text{Sd-Wert} = \mu \times s \text{ (m)}$$

μ = Materialkonstante, die besagt, wievielfach dichter ein Stoff als Luft ist.

s = Schichtdicke (in Metern)

Beispiel Sd-Wert einer Reinsilikatfarbe: $50 \times 0,0002 \text{ m} = 0,01 \text{ m}$.

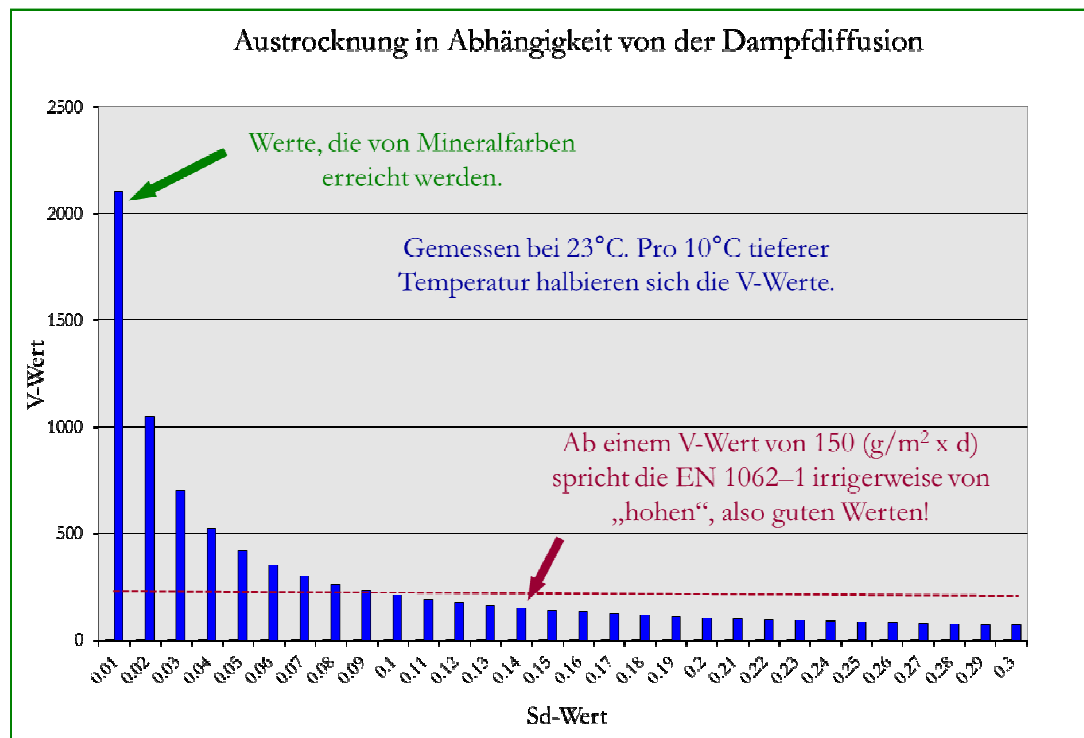
Mineralische Beschichtungen sind porös und unerreicht dampfdiffusionsfähig. Organisch gebundene Beschichtungen können leicht zehn- bis zwanzigmal dichter sein.

b) V-Wert – Wasserdampfdiffusionsstromdichte

Einheit des V-Wertes: $\text{Gramm}_{\text{Wasser}}/\text{m}^2 \times 24 \text{ h}$

$$\text{V-Wert} = 21/\text{Sd-Wert}$$

Der V-Wert ist vom Sd-Wert abhängig und gibt an, welche Menge Wassers in Gramm pro Quadratmeter und 24 Stunden durch eine Beschichtung diffundieren bzw. «verdunsten» kann. Dies bei 23 Grad Celsius.



Der Zusammenhang von Sd-Wert und V-Wert. Bei Mineralfarben können demnach über zwei Liter Wasser pro m^2 und 24h verdunsten, bei den meisten andern Farbtönen ein Bruchteil davon. (Quelle Dr. Uwe Erfurth, Welden)

Diffusionsoffene Beschichtungen lassen bei Durch- oder Hinterfeuchtung eine schnellere Austrocknung zu als diffusionshemmende. Aus obenstehender Grafik ist leicht ersichtlich, dass Sd-Werte $>0,02\text{m}$ die Dampfdiffusionsfähigkeit von Beschichtungen massiv beeinträchtigen. Dennoch werden laut Euro-Norm EN1062-1 Sd-Werte bis zu $0,14\text{m}$ als «hoch dampfdiffusionsfähig» bezeichnet. Aufgrund dieser EN können fast alle auf dem Markt erhältlichen Fassaden- und Wandfarben als «hoch dampfdiffusionsfähig nach EN» bezeichnet werden. Ein klassisches Beispiel für Industrie-Lobbying in einem Normenwerk. Darüber hinaus sind silikatgebundene Systeme den organisch gebundenen (selbst bei vergleichbaren Sd- und V-Werten) in punkto Trocknungsgeschwindigkeit überlegen, weil das Bindemittel nicht aufquillt.

c) W-Wert – Wasseraufnahmekoeffizient (kapillare Wasseraufnahme/ -abgabe)

Einheit des Wasseraufnahmekoeffizients: $\text{kg Wasser}/\text{m}^2 \times \sqrt{24\text{h}}$

Die Wasseraufnahme, ausgedrückt im W-Wert, besagt, wie viel *flüssiges* Wasser bei Dauerberegnung in den Untergrund während 24 Stunden aufgrund der Kapillaraktivität eindringt. Stark Wasser aufnehmende (= hydrophile) Beschichtungen haben einen hohen W-Wert, Wasser abweisende (= hydrophobe) Beschichtungen haben einen niedrigen W-Wert. Mineralische Beschichtungen sind von Natur aus Wasser aufnehmend, können aber durch den Einsatz von hydrophobierenden Zusätzen wasserabweisend ausgerüstet werden.

Multipliziert man den W-Wert (Herstellerangabe) einer Beschichtung mit Faktor 5 ($\approx\sqrt{24}$), so erhält man die Menge Wasser, die bei Dauerberegnung in 24 Stunden pro Quadratmeter Oberfläche kapillar aufgenommen wird.

Beispiel:

W-Wert = 0,1 ergibt 0,5 kg Wasseraufnahme pro m^2 in 24 h (hydrophob)

W-Wert = 0,6 ergibt 3,0 kg « (hydrophil)

W-Werte $\leq 0,1$ gelten als hydrophob, W-Werte $\geq 0,5$ gelten als hydrophil.

Beim Umgang mit der Frage, ob hydrophobe oder hydrophile Beschichtungen zum Einsatz kommen sollen, muss technisch zwischen historisch-traditionellen und modernen Techniken unterschieden werden:

An *historischer* Bausubstanz werden im Fassadenbereich üblicherweise rein mineralische Beschichtungen verwendet. Diese Beschichtungen sind in der Regel wassersaugend (= hydrophil) und sehr dampfdiffusionsoffen. Die im Gegensatz zum heutigen Putzstandard verwendeten *dicken* Putzschichten von z. T. mehreren Zentimetern mit ihrem relativ grossvolumigen Porengefüge können auch bei Frost mit grösseren Wassermengen gut umgehen, weil die Poren dem Sprengdruck des gefrierenden Wassers genügend Raum bieten. Schäden durch Frost oder Kondensationsfeuchte sind daher selten.

In der *modernen* Beschichtungs- und Wärmedämmtechnologie wird in der Regel die Opferschicht Putz auf ein Minimum an Schichtdicke reduziert. Dies bedeutet, dass

besonderes Augenmerk auf den Feuchtehaushalt des Beschichtungsaufbaus gelegt werden muss. Hinterfeuchtungen, die zu Frostschäden führen, sind zu vermeiden, weshalb moderne Putze und Anstriche durchweg wasserabweisend (= hydrophob) formuliert werden.

12. Zur Alterung, Renovierung und Restaurierung von Silikatfarben

Die Funktion von Putz und Anstrich ist eine zweifache: Zum einen gestalten und zieren sie die Architekturoberfläche durch Struktur und ihr Kolorit. Zum anderen schützen sie die Bausubstanz. Man spricht in diesem Zusammenhang auch gerne von „Opferschichten“. Der Anstrich opfert sich dem Putz, der Putz opfert sich seinerseits in längeren Zyklen dem Mauerwerk. Es ist sinnvoll, zum Schutz der Bausubstanz Opferschichten zu wählen, die sich durch allmählichen Abtrag bzw. Verwitterung abbauen und nicht als versprödeter, abblättrender Sondermüll anfallen. Mineralische Putz- und Farbsysteme weisen diesbezüglich ideale Eigenschaften auf. Sie erlauben der Architekturoberfläche das sprichwörtliche Altern in Würde.



Verschiedene Alterung: Silikatfarbe verwittert, Dispersionsfarbe versprödet (rechts).

Aufgrund der festen chemischen Verbindung zwischen Untergrund und Silikatfarben können diese nicht abblättern. Sie bilden eine Schicht, die nicht entfernt, wohl aber mehrfach artgleich überstrichen werden kann. Renovationszyklen von 30 bis 50 Jahre sind keine Seltenheit. Es gibt bis heute keine nachhaltigere Fassadenbeschichtung als einen mineralischen Putz, kombiniert mit einer Reinsilikatfarbe. Aber auch Dispersions-silikatfarben und Kieselsofalten weisen in aller Regel längere Renovationszyklen auf als organisch gebundene Farben.

Bezüglich der Restaurierung und Konservierung muss nun unterschieden werden zwischen Silikatfarbe als grossflächige Opferschicht, wie gerade beschrieben, und der Silikatfarbe als Basis von Kunst- und Dekormalereien. Hier sollte ja die Farbe möglichst lange erhalten bleiben und möglichst lange nicht verwittern. Entsprechend wurden und werden Dekormalereien gepflegt, indem man sie reinigt, stellenweise retuschiert und gelegentlich festigt bzw. nachfixiert. Letzteres ist mit einer Wasserglaslösung gut möglich, aber Nachfixierungen sind wegen der faktischen Irreversibilität des Bindemittels nicht ungefährlich. An vielen historischen Malereien in Silikattechnik sind Überfixierungen mit Wasserglas zu beobachten. Diese sind meistens durch unsachgemässe Festigungen bei wiederholten Interventionen entstanden. Solche Überfixierungen, auch Verglasungen genannt, führen zu einer harten Kruste, die glänzig-dunkel oder, aufgrund mikroskopisch

feiner Risse, als milchiger Schleier auftreten. Schon A. W. Keim hat in zahlreichen seiner Publikationen auf die Gefahr der Überfixierung bei Silikatmalereien hingewiesen (A. W. Keim, Technische Mitteilungen für Malerei, ca. 1890, www.technischemitteilungen.com).

Oftmals steht man bei der Restaurierung von Silikatmalereien aber auch vor dem Problem, dass die Malschicht an sich noch fest, jedoch der Malträger (Putz) darunter mürbe ist. Hier wird, nach heutigem Kenntnisstand, am besten der Untergrund mit Kieselsäureester gefestigt, und bei Bedarf werden Hintergiessungen zur Stabilisierung des Malträgers vorgenommen.

Selbstverständlich ist es technisch möglich, Silikatmalereien mit der A- oder B-Technik zu überarbeiten, jedoch muss man sich der Irreversibilität der Intervention bewusst sein. Sollte aus restauratorischen Überlegungen eine gewisse Reversibilität gewünscht sein, ist eine Dispersionssilikatfarbe zur Überarbeitung geeigneter, da ihr organischer Anteil (Acrylbinder) mit Abbeizer später einmal geknackt werden kann. Noch reversibler wären Reinacrylat- oder, im Innenbereich, Leimfarben. Diese haben natürlich ein anderes Erscheinungsbild als die Silikatfarbe. Welches Bindemittel nun in welcher Situation am geeignetsten ist, kann hier nicht allgemein gültig angegeben werden.

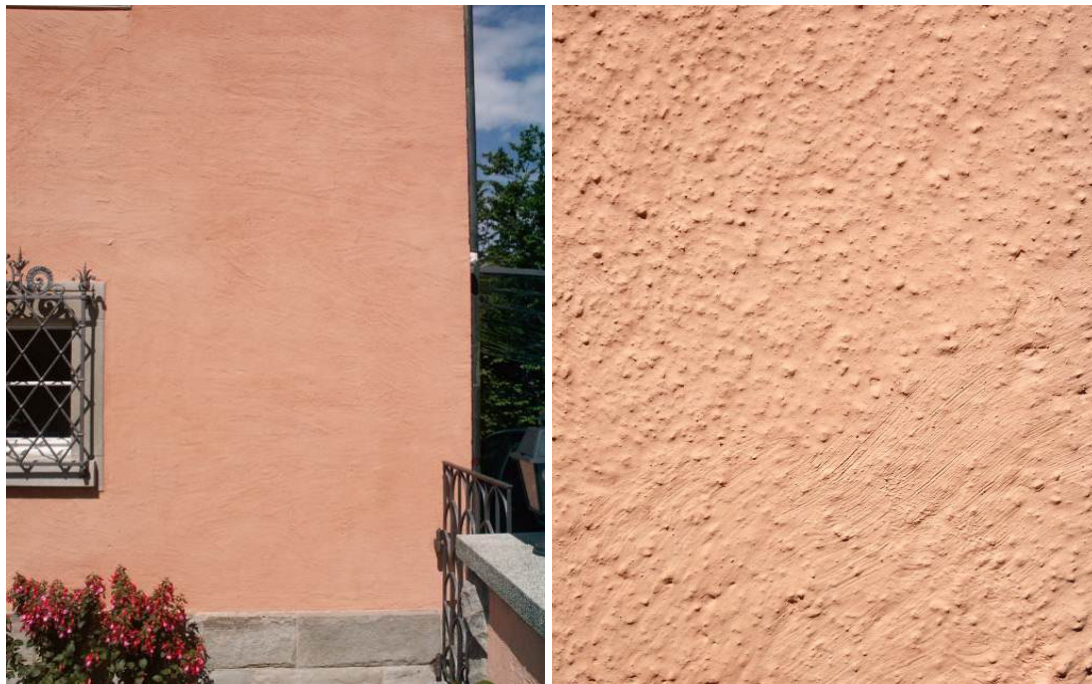


Sich milchig abzeichnende Verglasungen aus früheren Interventionen am Rathaus Schwyz. Sie sind irreversibel. Solche Malereien bedürfen eines fachkundigen und behutsamen Unterhalts, gerade um Verglasungen, Überfixierungen oder Ausblühungen zu vermeiden und die Beständigkeit und Leuchtkraft der Malerei, wie hier auch 130 Jahren nach ihrer Entstehung, zu erhalten. Bild: Fontana&Fontana, Jona

13. Die optische Wirkung von Mineralfarben

Mineralische Bindemittel schliessen im Gegensatz z. B. zu Dispersionen und Silikonharzfarben die Pigmente nicht in einen Film ein, sondern lassen die Lichtstrahlen direkt auf das Pigment treffen, von wo sie in einem bestimmten Winkel kristallin reflektiert werden. Der Originalton des Pigments wird kaum verändert. Dispersion als Bindemittel umschliesst dagegen das Pigment mit einem organischen Film, wodurch das Licht eher abgedunkelt, diffus und strukturegalisierend reflektiert wird.

Die kristalline Lichtreflexion vor allem der reinen Silikatfarbe wirkt hingegen strukturbetonend. Diese Strukturbetonung sorgt einerseits für eine faszinierend leuchtende Optik, andererseits stellt diese Farbe höhere Ansprüche bei der Verarbeitung. Während Dispersionssilikatfarben und Kieselsoolfarben problemlos gerollt werden können, sollte die Reinsilikatfarbe am besten mit der Bürste x-förmig im Kreuzschlag nass-in-nass verarbeitet werden. Eine Applikation im Spritzverfahren ist auch möglich und auf groben Putzstrukturen sogar zu empfehlen.



Silikatfarben haben latent ein wolkiges Erscheinungsbild und wirken strukturbetonend.

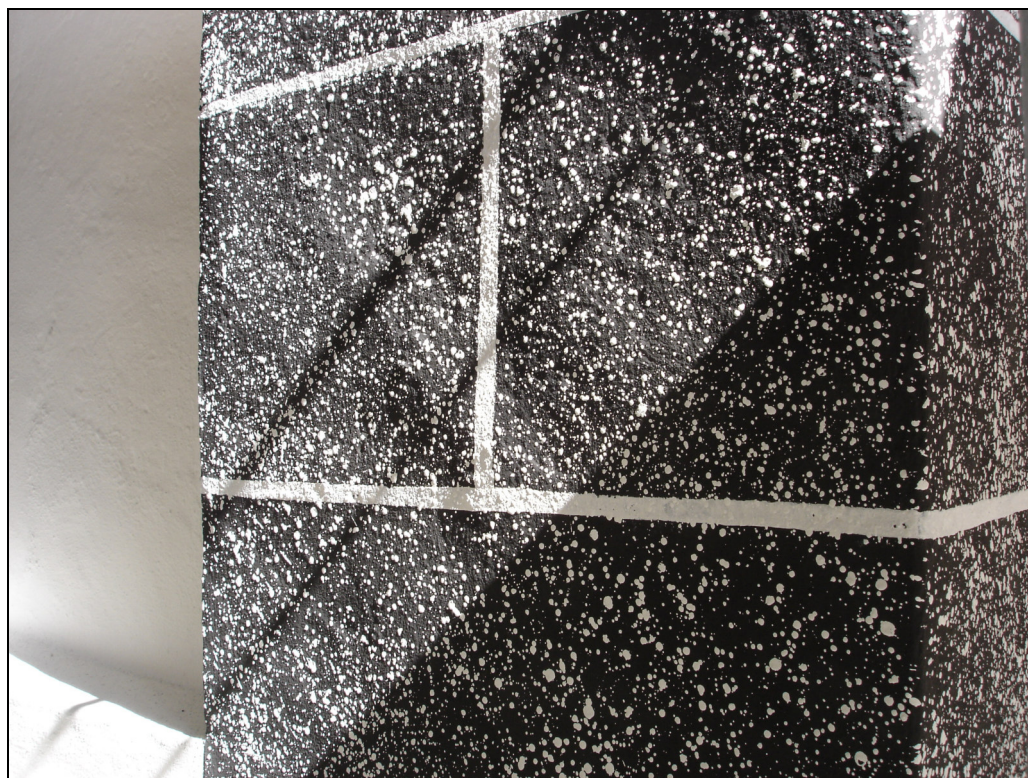
Es liegt in der Natur vieler Mineralien, dass sie bei Befeuchtung abdunkeln und beim Trocknen wieder aufhellen. Diese Eigenschaft ist uns beim Betrachten von beregnetem Beton, Kies oder Naturstein völlig vertraut und wird auch nicht als störend empfunden. Auch Mineralfarben, insbesondere die reine Silikatfarbe, dunkeln entsprechend ab und hellen wieder auf. Von zahlreichen Farbherstellern wird diese Eigenschaft gerne pathologisiert und als «Neigung zur Fleckigkeit» bezeichnet. Da aber Mineralfarben weder thermoplastisch sind, noch sich elektrostatisch aufladen, bleiben an ihnen über Jahre und Jahrzehnte deutlich weniger Schmutz- und Feinstaubpartikel haften als an organisch gebundenen Farben und Putzen.

14. Silikatische Schlämmen, Farben und Lasuren

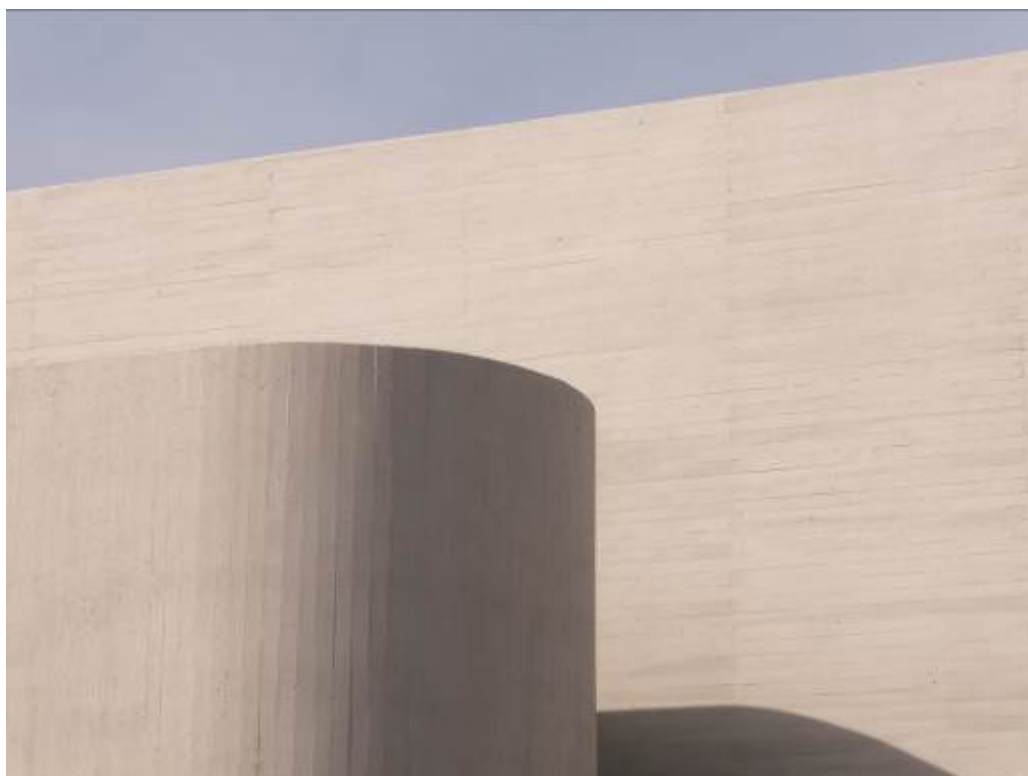
Wie bei der Einführung des Begriffs Beschichtung schon angedeutet, können Silikatfarben, durch Zugabe von Feinsand auch als strukturgebende Schlämmen eingesetzt werden. Mittels Verdünnung mit einer Fixativlösung können sie aber auch tünchenartig (der Begriff „Tünche“ kommt ursprünglich aus der Kalktechnik) oder als *Lasuren* verarbeitet werden. Insbesondere die Möglichkeit der Lasurtechnik prädestiniert, neben dem Kalkfresko, die Silikatfarbe für die Dekormalerei im muralen Bereich. Verblüffend dreidimensional wirkende gegenständliche Darstellungen faszinieren den Betrachter. Es ist aber auch möglich, mit Silikatlasuren grossflächig zu arbeiten, sei es zur farblichen Gestaltung von ganzen Bauwerken oder zum Beispiel im zunehmend wichtigen Bereich der Betonkosmetik.



Modernes Trompe-l'oeil in Dispersionsilikatfarbe von Anne Ramseier, Genève



Schwarze Silikatschlämme mit weisser Sprenkeltechnik auf mineralischem Putz



Moderne Anwendung: Betonkosmetik in silikatischer Lasurtechnik

Zusammenfassung

In der Beschichtungstechnik gibt es Materialien, die sich seit Jahrhunderten oder gar Jahrtausenden bewährt haben. Dazu zählen vor allem Kalkputze, Kalkfarben, Ölfarben (organisch) und seit gut 140 Jahren die Silikatfarbe. In dieser Gruppe der als klassisch zu bezeichnenden Beschichtungen handelt es sich bei der Silikatfarbe als einzige um ein originäres Industrieprodukt. Als patente Antwort auf die damalige Industrieproblematik der zunehmenden Luftverschmutzung und deren sichtbaren Auswirkungen auf die Fassadenmalereien ist die Silikatfarbe im vorletzten Jahrhundert entwickelt worden und wird noch heute unverändert angeboten. Mit dem verbreiteten Aufkommen der Kunstharze und Dispersionsfarben zu Beginn der 1960er-Jahre wurde es ruhiger um die Silikatfarbe. Ihre Vorzüge schätzten in jener Zeit noch am ehesten Denkmalpfleger und Restauratoren – der Tradition und Nachhaltigkeit von Berufs wegen verpflichtet.

Aus der reinen Silikatfarbe entwickelten sich, den modernen (Misch-)Untergründen angepasst, die Dispersionssilikatfarbe (ab 1962) und die Kieselsolfarbe (ab 1999). Allen drei Typen ist mit dem Kalk gemein, dass sie chemisch abbinden und keine organischen Lösemittel, Weichmacher oder Biozide enthalten. Diese ökologischen Vorzüge, zusammen mit ihren idealen bauphysikalischen Eigenschaften und den vielfältigen gestalterischen Möglichkeiten, sorgen dafür, dass die geschichts-trächtigen Kalk- und vor allem die Silikatbeschichtungen auch heute überall da eine wichtige Rolle spielen, wo hohe Anforderungen an die Nachhaltigkeit und Ästhetik verputzter und gestrichener Architekturoberflächen im Alt- und Neubau gestellt werden.

Literaturquellen

A. W. Keim gründete 1886 die *Deutsche Gesellschaft zur Förderung rationeller Malverfahren*. Das offizielle Publikationsorgan der Gesellschaft waren die *Technischen Mitteilungen für Malerei*. Sie erschienen monatlich von 1885 bis 1942. A. W. Keim war von 1885 bis zu seinem Tod 1913 deren Herausgeber und Chefredakteur. Diese wertvolle Quelle mit ihren 11'000 Seiten zu Fragen der Mal- und Bautechnik jener Zeitspanne steht inzwischen digitalisiert und mit texterkennender OCR-Suchmaschine zur freien Verfügung unter www.technischemitteilungen.com

- Schweizerisches Institut für Kunstwissenschaft, Zürich
- Hochschule der Künste, Bern
- Bibliothek des Deutschen Museums, München
- Universität der Künste, Berlin
- Netherlands Cultural Heritage Agency (RCE), Amsterdam.

1997 fand an der ETH in Zürich eine dreitägige Fachtagung zum Thema *Erfahrungen mit der Restaurierung von Mineralfarbenmalereien* statt. Die Sammlung sämtlicher Vorträge wurde in Buchform publiziert: Institut für Denkmalpflege an der ETH Zürich, *Mineralfarben – Beiträge zur Geschichte und Restaurierung von Fassadenmalereien und Anstrichen*, vdf Hochschulverlag 1998

Dissertation von Dr. Kathrin Kinseher, Akademie der bildenden Künste, München: «Womit sollen wir malen?», Farben-Streit und maltechnische Forschung in München, Ein Beitrag zum Wirken von Adolf Wilhelm Keim, erschienen 2014, ISBN 978-3-935643-59-7