Einführung in die Mineralfarben

Inhalt

Der Begriff der Beschichtung 3

Was bedeutet mineralisch? 4

Der chemische Kreislauf der mineralischen Bindemittel 5

Der Kalk als Bindemittel 6 - 7
Die Aufbereitung des Luftkalkes als Bindemittel 8
Der Abbindevorgang des Luftkalkes (Carbonatisierung) 9
Traditionelle Kalkputze 10
Die Maltechniken a fresco und a secco 11
Das Salzbildepotential des Kalkes 12

Der Quarz als Bindemittel 13
Die Herstellung von Kaliwasserglas als Bindemittel 14
Die Abbindung von Kaliwasserglas (Verkieselung) 15
Die reine Silikatfarbe (Zweikomponentensilikatfarbe) 16 - 17
Die Dispersionssilikatfarbe 18
Die Kieselsolfarbe 19
Wässerige Wandfarben im Überblick 20

Der Feuchtehaushalt mineralischer Farben 21
Die physikalischen Grössen zur Beschreibung des Feuchtehaushaltes 22
Sd-Wert 23
W-Wert 24
V-Wert 25

Die mineralische Optik 26 - 27

Der Begriff der Beschichtung

Unter dem Begriff der Beschichtungen sind im folgenden Beitrag Wand- bzw. Fassadenbeschichtungen zu verstehen. Es handelt sich hierbei um Putze, Abriebe, Schlämmen, Farben und Lasuren, wobei den Farben besonderes Augenmerk geschenkt wird. Im mineralischen Bereich sind die Grenzen zwischen diesen einzelnen Beschichtungsarten nicht immer eindeutig zu ziehen, so zum Beispiel zwischen Putz und Schlämme oder Farbe und Lasur.

Die Funktion dieser Beschichtungen ist eine zweifache: Zum einen gestalten und zieren sie die Architekturoberfläche durch ihre Struktur und ihr Colorit. Zum anderen schützen sie die Bausubstanz. Man spricht in diesem Zusammenhange von Opferschichten. Der Anstrich opfert sich durch Verwitterung 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 abbauen und nicht als versprödeter, abblätternder Sondermüll anfallen. Mineralische Putz- und Farbsysteme weisen diesbezüglich die besten Eigenschaften auf. Sie erlauben der Architektur ein Altern in Würde.

Putze und Anstrichstoffe werden durch ihr Bindemittel definiert; z. B. Kalk-Putz, Kunstharz-Putz, Leim-Farbe, Dispersions-Farbe, Ölfarbe, Silikat-Farbe. Das Bindemittel bestimmt hauptsächlich die Eigenschaften einer Beschichtung. Unter der Vielzahl verschiedenartiger Bindemittel weisen die mineralischen ganz spezifische chemische, physikalische und ästhetische Eigenschaften auf. Diese werden im Folgenden beschrieben.

1

2

Was bedeutet mineralisch?

In der Chemie unterscheidet man allgemein zwischen anorganischen und organischen Verbindungen. Die mineralischen Verbindungen sind allesamt anorganischer Natur.

Auch bei den Bindemitteln für Putz und Farbe unterscheidet man zwischen mineralischen und organischen. Mineralische Beschichtungen sind solche mit einem mineralischen Bindemittel. Bei mineralischen Farben stehen als Bindemittelbasis der Kalk ($CaCO_3$) oder der Quarz (SiO_2) zur Verfügung.

Mineralische Verbindungen (1)

Basieren auf Mineralien. Diese bilden das Glied zwischen Molekülen und Gesteinen:
Atom - Molekül - Mineral - Gestein - Erdkruste

Ein Gestein kann aus einem oder mehreren Mineralien bestehen. Granit setzt sich beispielsweise zusammen aus den Mineralien Feldspat, Quarz und Glimmer.

Organische Verbindungen (2)

Basieren auf der Chemie der Kohlenwasserstoffe. Kohlenwasserstoffe werden primär von Pflanzen durch Photosynthese gebildet. Neben den natürlich organischen gibt es auch künstlich (=synthetische) organische Verbindungen.

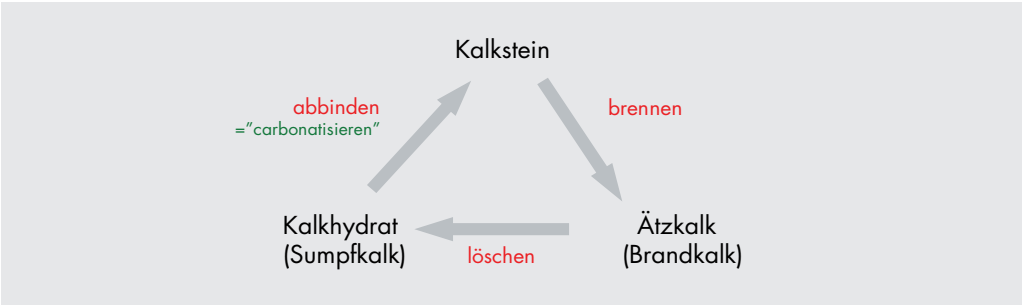
So bezeichnet man beispielsweise sowohl Naturharze wie auch synthetische Kunstharze als organisch, weil sie Kohlenwasserstoffe enthalten.

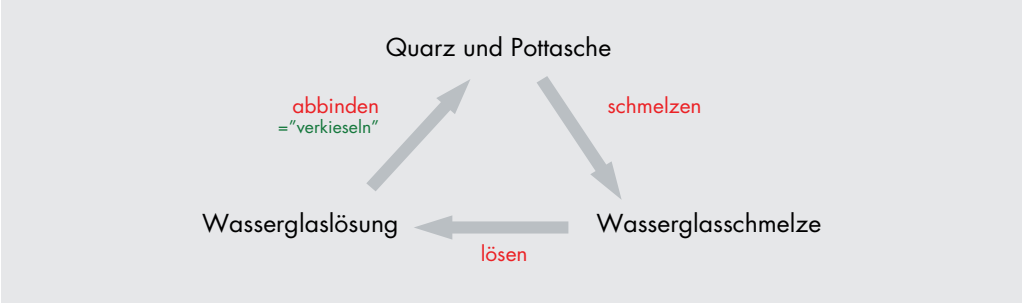
Der chemische Kreislauf mineralischer Farbbindemittel

Kalk und Quarz werden bergmännisch gewonnen und dienen als Basis zur Herstellung von Bindemitteln für Putz und Anstrich. Diese Mineralien durchlaufen vom Abbau über die Formulierung zum Bindemittel bis zur ihrer Abbindung einen chemischen Kreislauf. An dessen Ende steht eine chemisch wieder identische Verbindung wie der Rohstoff: Kalk wird zu Kalk, Quarz zu Quarz. Man spricht vom Kreislauf der mineralischen Bindemittel. Die Abbindung der mineralischen Bindemittel erfolgt demnach als chemische Reaktion.

Zuschlagstoffe, Pigmente und Untergrund werden chemisch miteinander verbunden. Die Untergründe müssen für diese Reaktion auch mineralischer Natur sein: Stein, Kalk- oder Zementputz, Beton.

Gegenüber den Mineralfarben bindet die Mehrheit der organischen Farben physikalisch, das heisst durch „kleben" ab. Daher neigen diese zu bauphysikalisch eher problematischen Filmbildungen und sind langfristig schwieriger oder gar nicht renovierbar.





Der Kalk als Bindemittel

Kalk kommt in der Natur als Kalkstein, Marmor, Kreide, div. Mineralien (z.B. Kalkspat) vor. Es ist das älteste mineralische Bindemittel, das schon die alten Chinesen, Ägypter, Griechen und Römer verwendeten. Man unterscheidet zwischen:

„Der Kalk" existiert nicht, sondern eine Vielzahl verschiedener Kalktypen. Als Farbbindemittel eignet sich aber nur magnesiumarmer Luftkalk.

Luftkalk

Luftkalk bindet als $Ca(OH)_2$ (= Bindmittel) an der Luft durch Aufnahme von CO_2 = Carbonatisierung (siehe Kalkreislauf). Nur magnesiumarmer Luftkalk eignet sich als Farbbindemittel.

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

Dolomitkalk / $CaCO_3$ $MgCO_3$
ca. 50 % $MgCO_3$

Hydraulischer Kalk = Wasserkalk

Der hydraulische Kalk wird aus tonhaltigem Kalkgestein gewonnen, zusätzliche Bestandteile sind Ca-Silikate und Ca-Aluminate. Der Abbindevorgang erfolgt zunächst unter fester Einbindung von Wassermolekülen (Hydratation) in die Kristallstruktur (Kristallwasser), weswegen hydraulische Bindemittel auch unter Wasser abbinden können. Weiter bindet der hydraulische Kalk auch durch Carbonatisierung ab. Hydraulische Kalke bilden Calciumsilikathydrate - CSH.

Bild links: Kalkstein $CaCO_3$,
Bild Mitte: historischer Kalkofen,
Bild rechts: Sumpfkalk $Ca(OH)_2$

Kalk = Mineral, Gestein, Bindemittel, Füllstoff, Pigment, Filterstoff, Futtermittelzusatz

Trasskalk

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 Salz bildende Alkalien enthalten (Kalium, Natrium), deren Gehalt für die Verwendung von Trass als Mörtelbeimischung wegen der sonst eintretenden Salzbildung 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 richtig abbindet.

Einteilung nach DIN 1060 (Kalknorm)

Weisskalk (Zahl entspricht dem Gehalt an Calciumhydroxid in %)

Weisskalk 90
Weisskalk 80
Weisskalk 70

Dolomitkalk (Zahl entspricht dem Gehalt an Calciummagnesiumcarbonat in %)

Dolomitkalk 85
Dolomitkalk 80

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

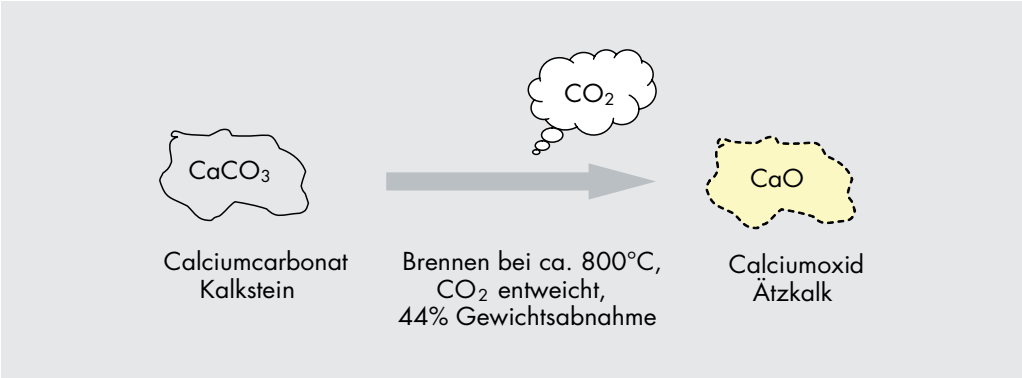
Hydraulischer Kalk 2
Hydraulischer Kalk 3,5
Hydraulischer Kalk 5

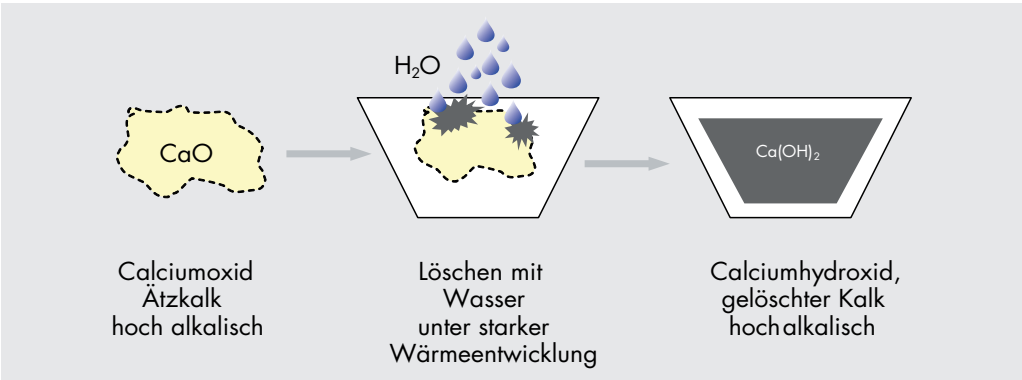
Die Aufbereitung des Luftkalkes als Bindemittel

Bei Wasserzugabe von 35 Gewichtsprozenten entsteht Kalkhydratpulver (Trockenlöschen).

Bei Wasserzugabe von bis zu 55 Gewichtsprozenten entsteht Kalkbrei oder Sumpfkalk (Nasslöschen).

Bei höherer Wasserzugabe entsteht trübe, weisse Kalkmilch, welche filtriert oder dekantiert Kalksinterwasser ergibt. Kalksinterwasser ist eine klare, gesättigte Calziumhydroxidlösung.



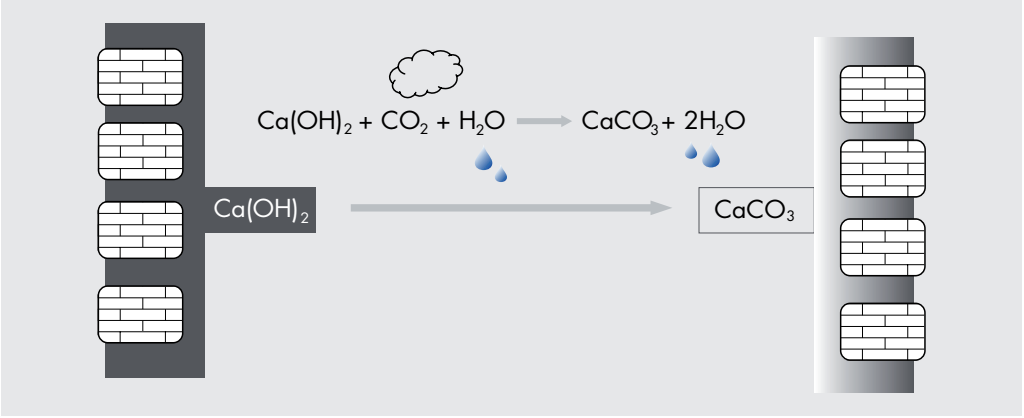


Der Abbindevorgang des Luftkalkes (Carbonatisierung)

Durch CO_2-Aufnahme aus der Luft bindet der Kalk von aussen nach innen ab; er carbonatisiert. Dazu braucht er Feuchte. Zu frühes Trocknen führt zu mangelhafter Bindung.

Der Kalk brennt auf. Andererseits behindert permanente Feuchte den CO_2-Zutritt und damit auch die Abbindung.

Bezeichnungen von Calciumcarbonat und Calciumhydroxid	
$CaCO_3$	**$Ca(OH)_2$**
Calciumcarbonat	Calciumhydroxid
Weisskalk	Weisskalkhydrat (Pulver)
Feinkalk	Sumpfkalk (Brei)
Stückkalk	Grubenkalk
Luftkalk	Kalkbindemittel



Traditioneller Kalkputz hat die Farbe bzw. das „Lokalkolorit“ des regionalen Kalkgesteins

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 Kalkvorkommens das Gestein weiss, gräulich, gelblich oder rötlich vorliegt, war den Putzen und Kalktünchen der Gegenden, wo Kalk abgebaut wurde, ein charakteristisches Lokalkolorit eigen.

Traditioneller Kalkputz hat die Farbe bzw. das „Lokalkolorit“ des regionalen Kalkgesteins

Meist beinhaltet Kalkstein natürliche hydraulische Bestandteile (z. B. Ton). Da diese mit Wasser abbinden, können solche hydraulischen Kalke nicht eingesumpft gelagert werden. Der gebrannte Kalk wurde früher entsprechend direkt auf der Baustelle eingesumpft (starke Wärmeentwicklung) und in noch warmem Zustand verarbeitet (Warmputz). Diese Warmputze sind oft härter und beständiger als reine Sumpfkalkputze. An historischer Bausubstanz findet man, entgegen weit verbreiteten Meinungen, überwiegend Putze mit hydraulischen Komponenten. Reine Sumpfkalkputze bildeten die Ausnahme.

Reine Sumpfkalkputze, d.h. Putze ohne hydraulische Anteile, binden relativ langsam 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, die Sinterschicht. Diese kann so dicht sein, dass der weitere CO_2-Zutritt in den Kalkputz behindert wird und sich der Abbindevorgang (Carbonatisierung) dadurch stark verlangsamt. Sinterschichten können mechanisch oder chemisch durch Absäuern entfernt werden. Reine Kalkputze brauchen eine gewisse Schichtdicke, um nicht frühzeitig auszutrocknen; ebenso sollten sie ab einer gewissen Schichtdicke, wegen der Frostgefahr des Herbstes, vor der zweiten Jahreshälfte appliziert werden.

Frescomalerei im Kloster St. Georg in Stein am Rhein

Die Maltechniken a fresco und a secco

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.

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 sieben Prozent mit kalkechten Pigmenten abgetönt werden.

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

Das Salzbildepotential des Kalkes

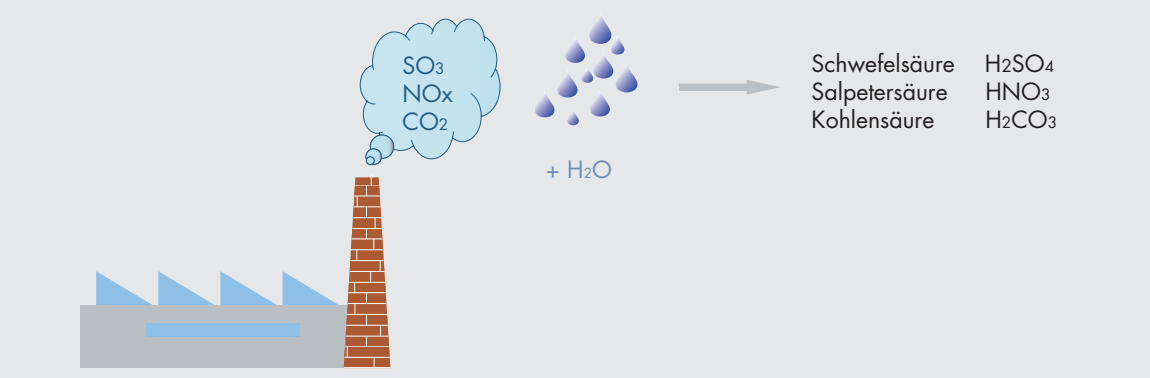
Silikatfarbe ist härter und beständiger, Kalkfarbe weicher aber dafür chemisch weniger stabil weil der Kalk mit Säuren reagiert

Immer wieder werden in Fachdiskussionen Kalk- und Silikattechnik als sich konkurrenzierend dargestellt. Diese Diskussionen sind nicht zielführend, da jede der Techniken ihre spezifischen Eigenschaften mit Vorzügen und Nachteilen aufweist. Die Techniken ergänzen sich.

Die Verbrennungsgase Schwefeldioxid, Stickoxid und Kohlendioxid zusammen mit Wasser ergeben Säuren, die wiederum mit Kalk bauschädliche Salze bilden.

Sämtliche entstehenden Salze können in gelöster Form durch Kapillaraktivität ins Mauerwerk aufgenommen werden. Die Salzbildung ist durch Kristallisation mit einer Volumenausdehnung verbunden, was zu Abplatzungen führt. Die gebildeten Salze sind hygroskopisch (= wasseranziehend) und sorgen so für Mauerfeuchte, was auch zu Abplatzungen durch Frost führen kann. Durch die Wasserlöslichkeit der sich bildenden Salze können stark säurebelastete Kalkanstriche und Putze, insbesondere jene ohne hydraulische Zusätze, frühzeitig abwittern. Aufgrund des deutlich gesunkenen Schwefelgehaltes der Luft weisen Kalkanstriche an Fassaden seit ca. 1980 wieder eine bessere Gebrauchstauglichkeit auf.

Vorteil von Kalk in Innenräumen:
Extrem hohe Schadstoffabsorbtion nach den oben beschriebenen Chemismen. Schwefel- und Stickoxide werden im Innenraum durch Kalkputze innerhalb von kurzer Zeit irreversibel gebunden. Hier spielt die Wasserlöslichkeit der Reaktionsprodukte von Kalk und Säuren keine Rolle.
Schimmelwidrig aufgrund der anfänglichen Alkalität, Offenporigkeit, Hydrophilie und der anorganischen Materie.



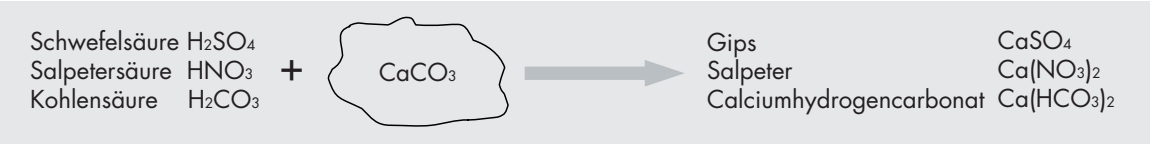


Bild links: Kaliwasserglas ungelöst
Bild oben: Keim'sche Farbpulver

Der Quarz als Bindemittel

Quarz oder Kieselsäure, chemisch SiO_2, ist ein sehr häufiges Mineral.

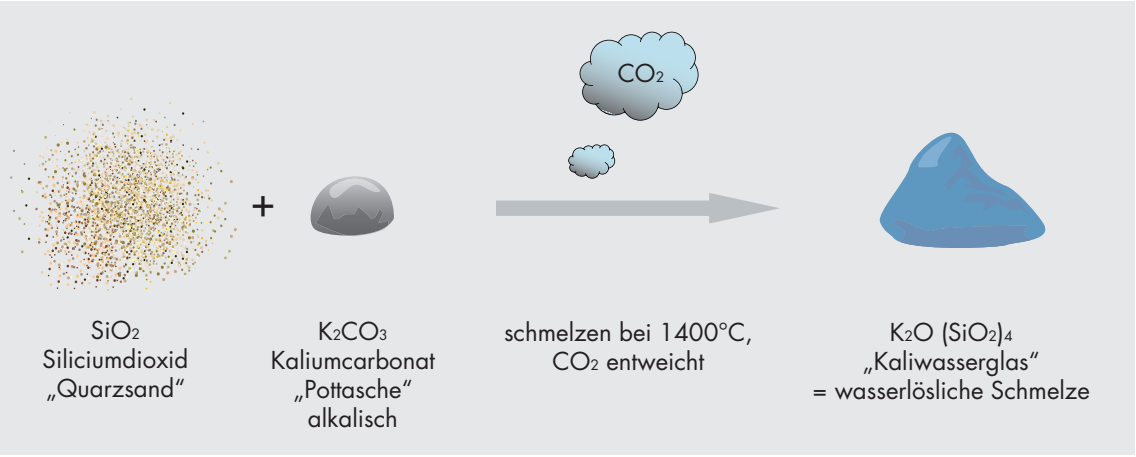
In der Natur kommt es als Gestein, Quarzsand oder Kristall vor. In Kombination mit anderen Mineralien bildet SiO2 diverse andere Gesteinsarten. Granit besteht z.B. aus Feldspat, Quarz und Glimmer. Quarz ist ein hartes, säurebeständiges Mineral, das in Form von Sand vielseitig eingesetzt wird z.B. als Zuschlagstoff für Putze, als Füllstoff, als Strahlmittel, etc.

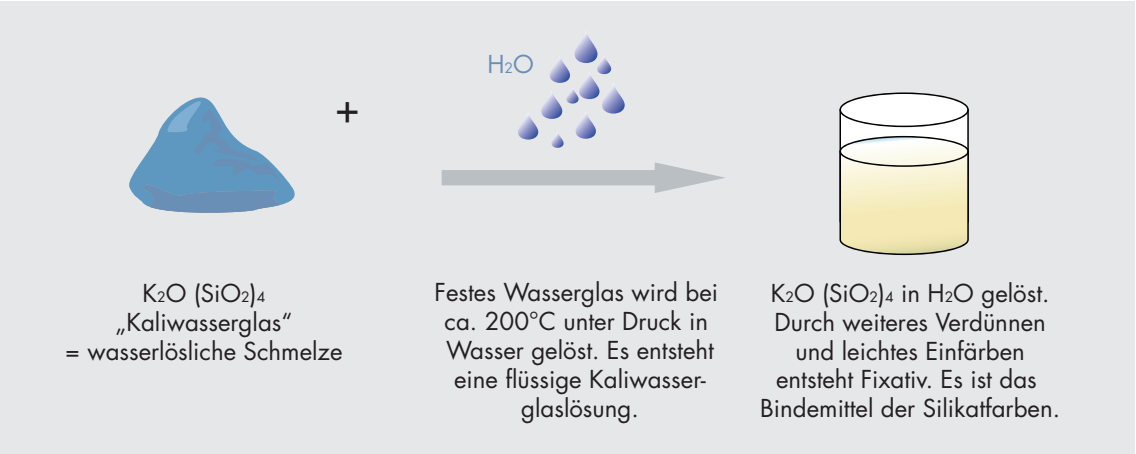
Quarz bildet aber auch den Ausgangsstoff für die Glasproduktion. Seit dem späten Mittelalter verstand man es, Quarz auch zu Wasserglas zu schmelzen, fand aber wohl keine rechte Verwendung dafür. Die Wassergläser haben die spezifische Eigenschaft, wasserlöslich zu sein. Es gibt Natrium- und Kalium- und Lithiumwasserglas. Als Bindemittel für Putze und Farben eignet sich nur das Kaliumwasserglas, auch Kaliumsilikat genannt. Farben und Putze, die so gebunden sind, nennt man Silikatfarben bzw. Silikatputze.

Adolf Wilhelm Keim, Forscher und Handwerker aus München und Wegbereiter der Silikattechnik (= Wasserglastechnik), prägte den Begriff der Mineralfarbe für Kaliwasserglas gebundene Farben. Mit der Patentierung seiner Keim'schen Mineralfarben im Jahre 1878 verhalf er dem Kaliwasserglas als Bindemittel für Farben und Putze zum Durchbruch. Seine herausragende Leistung bestand allerdings nicht nur in der gezielten Verwendung von Kaliwasserglas, sondern in der Formulierung mineralischer Pulver verschiedenster Farbe, die, mit Kaliwasserglas gemischt, die legendäre Keim'sche Mineralfarbe ergeben.

Die Herstellung von Kaliwasserglas als Bindemittel

Quarzsand und Kaliumcarbonat werden zusammen geschmolzen. Daraus ergibt sich ein wasserlösliches Glas. Daher stammt die Bezeichnung Wasserglas. Wird dieses Glas dann unter Druck bei ca. 200 Grad gelöst, entsteht flüssiges Wasserglas. Die Kaliwasserglaslösung dient als Bindemittel für die Silikatfarbe und wird auch als Fixativ bezeichnet.





Der Abbindevorgang von Kaliwasserglas (Verkieselung)

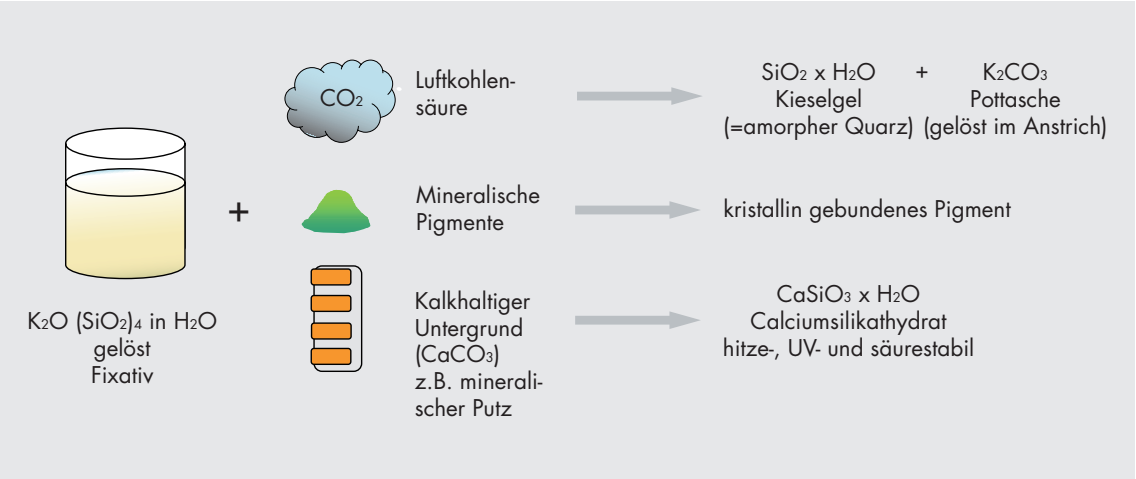
Achtung: reine Silikatfarben können nur mit mineralischen und saugfähigen Untergründen abbinden.

Besonders geeignet sind Trasskalkputze, Kalkzementputze, Kalkputze (wenn gut carbonatisiert), Beton und gewisse Natursteine. All diese Untergründe enthalten Kalk ($CaCO_3$) als chemischen Reaktionspartner für das Kaliwasserglas. Mineralische Pigmente (Metalloxide) und mineralische Füllstoffe reagieren ebenfalls mit dem Kaliwasserglas. So entsteht unter Aufnahme von Luftkohlensäure (CO_2), ein äusserst licht-, hitze- und säurebeständiger reinmineralischer Anstrich.

Den dreifachen Abbindevorgang von Silikatfarben nennt man Verkieselung.

Es entsteht unter anderen Verbindungen wieder Kieselsäure (SiO_2); damit schliesst sich der Quarzkreislauf.

Da Pigment sowie mineralische Füllstoffe chemisch mit dem Bindemittel (Kaliwassergals) reagieren, wird diese Farbe in zwei Komponenten geliefert; in Farbpulver und Fixativ. Man nennt deshalb dieses System auch Zweikomponenten-Silikatfarbe. Die beiden Komponenten werden erst vor der Verarbeitung zusammengebracht (eingesumpft).



Die reine Silikatfarbe (Keim'sche A-, B-, und C-Technik)

Aufgrund der Säureempfindlichkeit des Kalkes gingen zu Zeiten der Industrialisierung immer wieder Fassadenmalereien in Kalktechnik frühzeitig verloren, was den Ruf nach einer beständigeren Technik laut werden liess. Adolf Wilhelm Keim entwickelte gegen Ende des 19. Jahrhunderts die Silikatfarbe als chemisch stabilere Alternative zur Kalktechnik, zunächst aber nur für Ziermalereien.

A-Technik

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, wie bei der Kalkfrescotechnik, 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.

B-Technik

Die **B-Technik**, Keim-Dekorfarben, geht einen Schritt weiter. Hier werden Farbpulver (= Pigment und Füllstoffe) und 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 maximal drei bis fünf Tagen verarbeitet werden. Sobald die Farbe auf den mineralischen Untergrund kommt, beginnt sie binnen weniger Stunden irreversibel abzubinden. Das Verhältnis von Farbpulver und Fixativ muss ausgewogen und der Saugfähigkeit des Untergrundes angepasst sein. Bei zu geringem Fixativanteil neigt der Anstrich zum Kreiden, bei zu hohem Anteil zu sehr dichten, harten und glänzenden Verglasungen.

C-Technik

Die **C-Technik**, Keim-Purkristalat, ist mit der B-Technik 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 Malerarbeiten ausgeführt. Mit der C-Technik war es erstmals möglich, grosse Fassadenflächen in einem intensiven und beständigen Farbton (rot, gelb, blau, ...) zu streichen. Diese coloristischen Möglichkeiten wurden erstmals in der Architekturbewegung der Zwanziger Jahre Die farbige Stadt in grösserem Umfange umgesetzt. Exponenten dieser Bewegung sind Bruno Taut, Otto Rudolf Salvisberg, Le Corbusier

Ein Farbkonzept der späten 20er Jahre des letzten Jahrhunderts, daneben das entsprechende Keim'sche Farbpulver.

Dispersionssilikatfarben

Die Dispersionssilikatfarbe (Organosilikatfarbe)

Aufgrund der raschen Entwicklung der Petrochemie in den letzten Jahrzehnten haben immer mehr organische Verbindungen in der Putz- und Anstrichstechnologie Anwendung gefunden. Putze mit organischen Bestandteilen eignen sich aber nur bedingt oder überhaupt nicht für eine reine Silikatfarbe, deren Bindemittel (Wasserglas) einen reinen mineralischen Untergrund als chemischen Reaktionspartner braucht. Um auch auf teilweise organisch gebundene Putze streichen zu können, wurde die Dispersionssilikatfarbe (Bezeichnung nach DIN), in der Schweiz auch Organosilikatfarbe genannt, entwickelt.

Dieser Farbtyp enthält einen organischen dispergierten Bindemittelzusatzt (Acrylbinder) und in der Regel auch hydrophobierende (= wasserabweisende) Bestandteile. In der Deutschen Industrie Norm DIN 18.363 2.4.1. wird der gesamte organische Anteil einer Dispersionssilikatfarbe auf max. fünf Masseprozente beschränkt. Damit ist gewährleistet, dass der bauphysikalisch wichtigste Aspekt der reinen Silikatfarbe, nämlich die hohe Dampdiffusionsfähigkeit, nicht beeinträchtigt wird. Bis zu einem organischen Anteil von fünf Prozent entsteht noch keine dampfdiffusionshemmede Filmbildung in der Anstrichsmatrix.

Die Kieselsolfarbe

Eine neuartige Bindemittelkombination weist die Sol-Silikatfarbe auf. Hier kommt eine von Keimfarben patentierte, stabilisierende Kombination aus Kieselsol (≈ vorverkieseltes Wasserglas mit reduziertem Alkalianteil) und klassisches Wasserglas zum Einsatz. Diese neue Kombination ergibt eine gesteigerte Bindekraft bzw. eine hervorragende Haftung auch auf organischen Hintergründen. Da Keim'sche Kiselsolfarben auch mit einen organischen Anteil von weniger als fünf Prozenten formuliert sind, können sie als Dispersionssilikatfarben nach DIN bezeichnet werden.

Sol-Silikatfarbe

Wässerige Wandfarben im Überblick

Merke: Siliconharzfarben sind siliconharzhaltige Dispersionsfarben.

Farben mit einem höheren Dispersionsanteil als fünf Prozent müssten laut DIN als Dispersionsfarben bezeichnet werden. Diese Norm ist in der Schweiz bekannt, aber nicht verbindlich, weswegen unter der Bezeichnung Mineralfarbe oder Silikatfarbe fälschlicherweise alle möglichen, mitunter sogar rein organisch gebundenen Farbsysteme (wie z.B. die Siliconharzfarbe) angeboten werden.

Unter der chemischen Reaktion der Verkieselung binden jedoch ausschliesslich Silikatfarben und Dispersionssilikatfarben (= Mineralfarben) ab.

Silikatfarben	Dispersionssilikatfarbe Kieselsolfarbe	Siliconharzfarben	Dispersionsfarben
nach DIN definiert: 0% organischen Anteile	nach DIN definiert: organischer Anteil < 5%	nicht definiert	nicht definiert
2 Komponenten (Farbpulver + Fixativ) A-, B- und C-Technik z.T. anwendungsfertig	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	auf min. Untergründen keine Grundierung erforderlich	auf min. Untergründen Grundierung erforderlich	auf min. Untergründen Grundierung erforderlich

Der Feuchtehaushalt mineralischer Farben

Es muss zwischen historisch-traditionellen und modernen Techniken unterschieden werden.

Ausschlaggebend für die Gebrauchstauglichkeit von Putz und Farbe ist ihr spezifischer Feuchtehaushalt.

An historischer Bausubstanz werden im Fassadenbereich üblicherweise rein mineralische Beschichtungen verwendet (Kalkputz, Kalkfarbe oder reine Silikatfarbe). Diese Beschichtungen sind in der Regel wassersaugend (=hydrophil) und sehr dampfdiffusionsoffen.

Die im Vergleich zur heutigen Technologie verwendeten grossen Putzschichtdicken von z. T. mehreren Zentimetern und ihrem spezifischen Porengefüge können auch mit grösseren Wassermengen gut umgehen. Schäden durch Frost oder Kondensationsfeuchte sind eher selten.

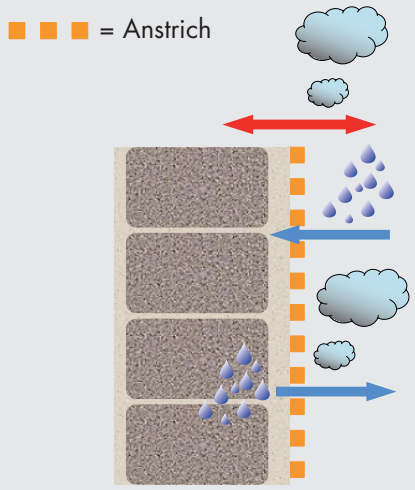
In der heutigen Beschichtungs- und Wärmedämmtechnologie wird die Opferschicht Putz auf ein Minimum an Schichtdicke reduziert. Dies bedeutet, dass besonderes Augenmerk auf den Feuchtehaushalt des Beschichtungsaufbaus gelegt werden muss. Hinterfeuchtungen, die zu Frostschäden führen, sind zu vermeiden, weshalb moderne Putze und Anstriche durchweg wasserabweisend (=hydrophob) formuliert sind.

Die pysikalischen Grössen zur Beschreibung des Feuchtehaushaltes

W – Wert
(Wasseraufnahme in Liter/m2x24h)

Sd – Wert
(Dampfdiffusionswiderstand in Metern)

V – Wert
(Dampfdiffusionsstromdichte = „Trocknung" in Gramm Wasser /24h bei 23°C)



Der Sd-Wert beschreibt den Dampfdiffusionswiderstand der Farbe bzw. Beschichtung

Der W-Wert beschreibt die Wasseraufnahme der Farbe (flüssig).

Der V-Wert beschreibt die Wasserabgabe durch die Farbe (dampfförmig).
Er ist abhängig vom Sd-Wert:
V-Wert = 21/Sd-Wert bei 23°C.

Sd-Wert = Dampfdiffusionsfähigkeit in Metern

Der Sd-Wert errechnet sich aus dem Produkt von μ und s.

μ = Konstante, die besagt, wievielmal dichter als Luft ein Stoff ist.
s = Schichtdicke (in Metern)

Sd-Wert = μ x s (m)

Der sd-Wert gibt an, welcher Luftschichtdicke der Dampfdiffusionswiderstand eines Baustoffes entspricht (in Metern).

Beispiel:
Reinsilikatfarbe sd-Wert 50 x 0,0002 m = 0,01 m.

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

W-Wert = Wasseraufnahmekoeffizient (Wasseraufnahme)

Wasseraufnahmekoeffizient in kg Wasser/m2 x √h

Die Wasseraufnahme, ausgedrückt im W-Wert, besagt, wie viel flüssiges Wasser bei Dauerberegung in den Untergrund während 24 Stunden eindringt. Stark Wasser aufnehmende (= hydrophile) Beschichtungen haben einen hohen W-Wert, Wasser abweisende (= hydrophobe) Beschichtungen haben einen niedrigen W-Wert. Man spricht von einem hydrophoben Untergrund, wenn w < 0,5 ist. Mineralische Beschichtungen sind von Natur aus eher Wasser aufnehmend, können aber durch den Einsatz von hydrophobierenden Zusätzen wasserabweisend ausgerüstet werden.

Multiplizert man den W-Wert (Herstellerangabe) einer Beschichtung mit 5 (≈√24) so weiss man, wie viel Wasser bei Dauerberegnung in 24 Stunden pro Quadratmeter Oberfläche aufgenommen wird.

Beispiel:
W-Wert = 0,1
ergibt 0,5 kg Wasseraufnahme pro m2 in 24 h (hydrophob)
W-Wert = 0,6
ergibt 3,0 kg Wasseraufnahme pro m2 in 24 h (hydrophil)

V-Wert = Wasserdampfdiffusionsstromdichte (Austrocknung)

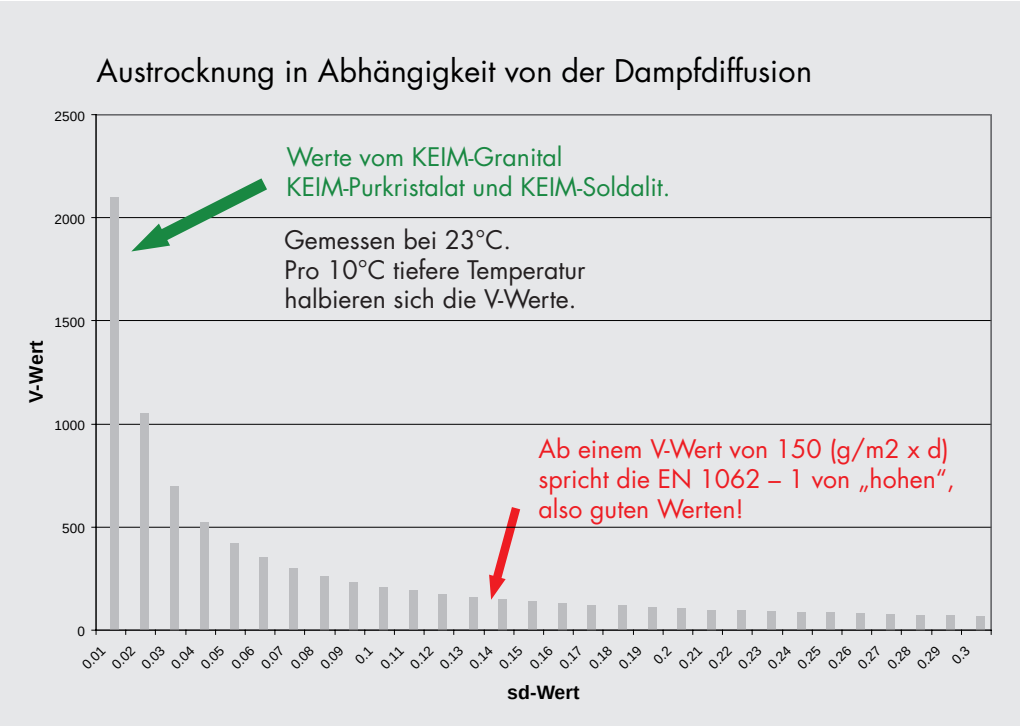
V-Wert-in Gramm-Wasser/m2 x 24h

Der V-Wert ist vom Sd-Wert abhängig und gibt an, welche Menge flüssigen Wassers in Gramm pro Quadratmeter und Tag verdunsten können.

V-Wert = 21/sd-Wert

Beispiel für eine reine Mineralfarbe: Sd-Wert = 0,01 m: V-Wert = 21/ 0,01 = 2100g (m2xTag)

Die Berechnung des V-Wertes bezieht sich auf Laborbedingungen bei 23 Grad. Pro 10 Grad tieferer Temperatur halbiert sich der V-Wert. Entsprechend der unerreichten Dampfdiffusionsfähigkeit von Mineralfarben ist auch deren Fähigkeit zur Austrocknung unerreicht hoch.



Die mineralische Optik

Mineralische Bindemittel schliessen im Gegensatz z.B. zu Dispersionen 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. Filmbildende Bindemittel dagegen reflektieren das Licht eher abgedunkelt und diffus.

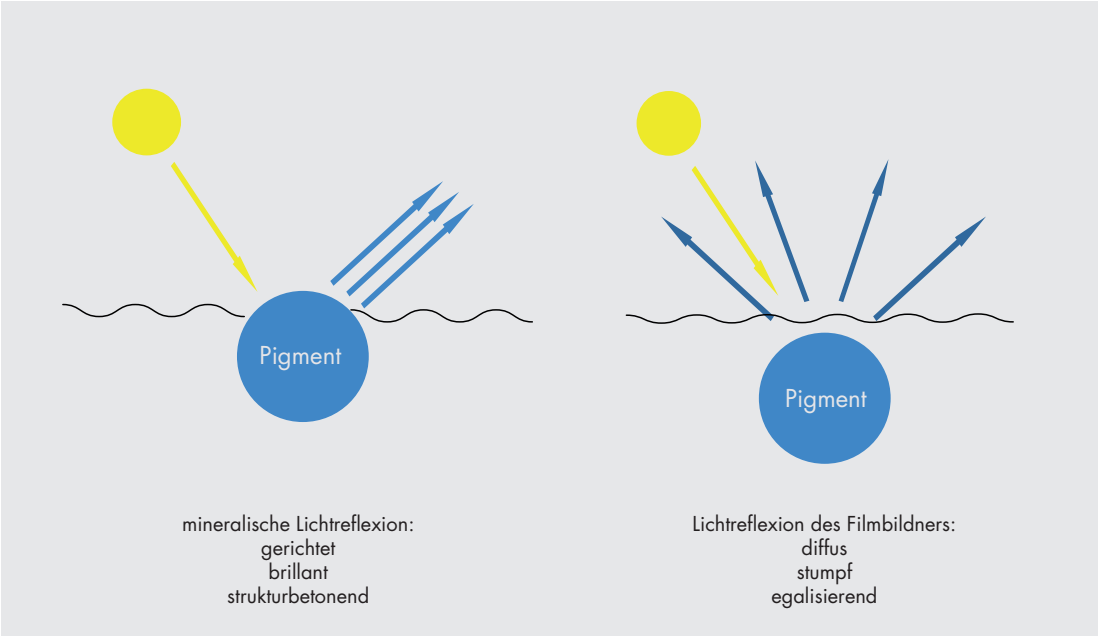


Bild links: Mineralfarben wirken strukturbetonend. Bild rechts: Charakteristisches Bild einer auftrocknenden Reinsilikatfarbe.

Bild links: Charakteristische Lichtreflexion der Reinmineralfarbe am Dreikönigshaus in Trier. Bild unten: Mineral- und Kalkfarben leuchten kristallin.