

251.705 Untersuchungsmethoden der Denkmalpflege

Teil 4u5, Traditionelle Anstriche und moderne Beschichtungen in der Denkmalpflege

- 1.) Ölanstrich
- 2.) Leimfarbe
- 3.) Kalkanstrich
- 4.) historische Maltechniken
- 5.) Silikatfarben
- 6.) Kunstharzdispersionen
- 7.) Kennzahlen
- 8.) Chemischer Nachweis
- 9.) historische Pigmente
- 10.) Hydrophobierung



Internet Explorer browser window showing a poll on the burgenland.orf.at website. The poll asks: "Abstimmen Welche Farbe soll das Schloss Esterházy bekommen?" (Vote: Which color should the Schloss Esterházy get?). The results are:

- 42,5 % Ich bin für rosa (I am for pink)
- 50,78 % Ich bin für gelb (I am for yellow)
- 6,71 % Ich bin für eine andere Farbe (I am for another color)

Screenshot of the burgenland.orf.at website. The main headline is "Neues Schlossfassade: Rosa oder Gelb?" (New Schloss facade: Pink or Yellow?). The article discusses the general renovation of the Schloss Esterházy facade and the ongoing debate over whether it should be painted pink or yellow. It mentions that the facade was pink in the 17th century but has since been repainted yellow. The article also notes that the renovation work is well advanced and that the facade will look like Schloss Esterházy in the future.

Teil bereits eingerüstet
Seit dem Vorjahr ist ein Teil der Südfassade vom Schloss Esterházy in Eisenstadt eingerüstet. Der Grund sind wissenschaftliche Untersuchungen an der Fassade. Sie laufen im Vorfeld der geplanten Fassadensanierung.

Bewegte und bunte Geschichte
Die Ursprünge von Schloss Esterházy gehen auf eine Burg aus dem 13. Jahrhundert zurück. Im

Ölfarben

Als Reaktion auf die schnell verwitterten Kalkanstriche im Barock und vor allem im 19. Jhd. fallweise eingesetzt. Häufig wurden Steine komplett in heißem Öl getränkt.

2 Methoden: hitzopolymerisiertes Standöl
bleisiccativiertes Leinöl

Chemischer Nachweis durch Bestimmung von Blei im Stein oder mittels UV-Mikroskopie (Ölnachweis).

Beim Härten/Altern entstehen Linoxin und Metallseifen (hydrophobe Wirkung geht verloren), Stein vergilbt

Entfernung von Ölanstrichen:
LM-Kompressen, mechanisch, Laser



Foto: Hans Nimmrichter, BDA



Marmorimitationsanstrich („Polierweiß“)

Foto: Hans Nimmrichter, BDA



Ursprünglich Marmorimitationsanstrich mit Quarzmehl / Bleiweiß („Carrara-Effekt“)

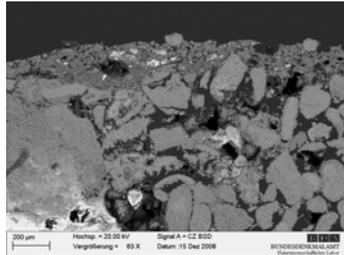
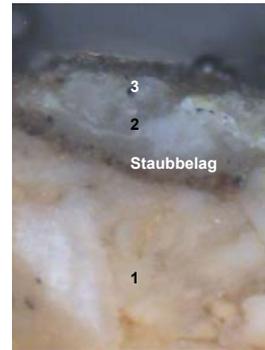
Restauriert mit Silikonharzschlämme



Ölanstriche auf Stein



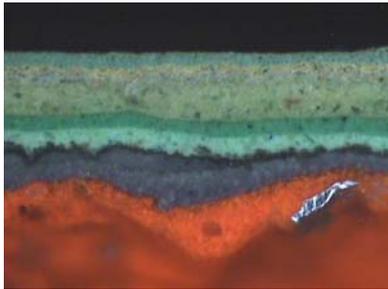
Fotos: Hans Nimmrichter, BDA



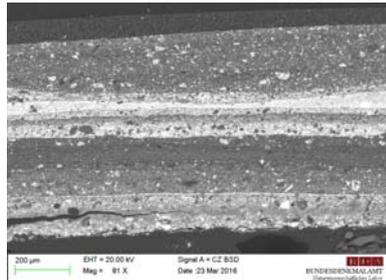
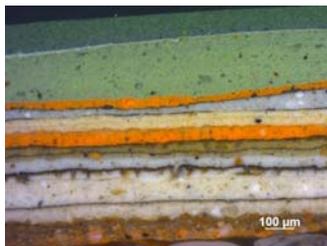
Nachweis von Resten einer historischen Bleiweißfassung bzw. bleisiccativierten Öl imprägnierung mittel Rasterelektronenmikroskop

Wien 1, Kohlmarkt 14 („Demel“), Letzte Restaurierung 1995, alter Ölstrich, Brandschaden 1995, Abbeizung, Kalkfärbelung neu, Öl schlägt jetzt durch, Neufassung mit Dispersion

Ölstriche auf Metall



Korrosionsschutz mit Minium („Mennige“) ab ca. 1850.



Wien 14, Hadikpark, Denkmal Franz Xaver Mayer, Eisen gefasst 1853



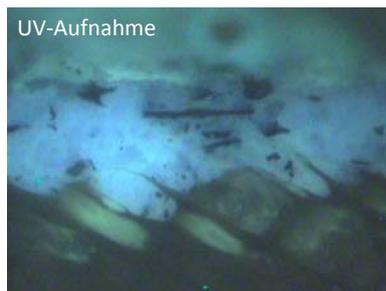
Fotos und Restaurierung: Georg Kolmanitsch



Ölanstrich auf Holz



Querschliff eines grauen Ölanstrichs mit Bleiweiß und Holzkohle auf Holz



Gute Verwitterungsbeständigkeit als bleisiccativiertes Standöl

Moderne Alternativen:

- Alkydharz (lösemittelhaltig)
- Acrylharz (wasserverdünnbar)
- Acryl-Alkyd (wasserverdünnbar)

Cobalt- und Zinksiccative in Leinölfarbe entsprechen zwar Umweltstandards, erreichen jedoch nicht die Verwitterungsbeständigkeit von bleisiccativiertem Leinöl

Bleiweiß ist aufgrund seiner Toxizität grundsätzlich seit 1993 verboten, „Ausgenommen die Verwendung als Künstlerfarbe und als Farbe zur originalgetreuen Restaurierung von Kunstwerken.“

unterschiedliches Alterungsverhalten:

Ölanstrich vs. Kunstharzanstrich



Öl



Alkyd



Dürnstein, NÖ



Foto: H. Paschinger

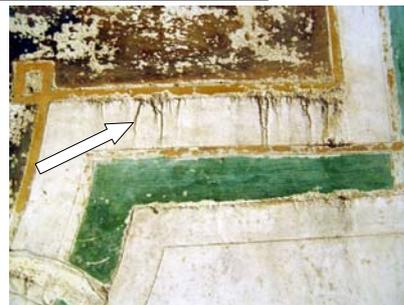


Barockfassung: hellblauer, Bleiweiß-Smalte Anstrich
heute: Silikatfarbe als Volltonfarbe
Farbwirkung geht verloren

Historische Farbwirkung???



Göllersdorf (NÖ), Schloß Schönborn, Orangerie, Ovidzimmer



Öl, Cu-pigment

Öl, Pbw.

Gips, Öl eindiffundiert

Gips

Leimfarben

- Bindemittel: pflanzlicher Stärkeleim
Zelluloseleim (Hydroxiethylcellulose)
z.B. Tapetenkleister: Propylcellulose
tierischer Leim (Proteine), *früher verwendet*
- Füllstoffe: Kreide,
Pfeifenton (Schichtsilikate)
- Pigmente

wasserlöslich, daher nur für
Innenraum geeignet
vor neuem Anstrich abwaschen.

heute weitgehend durch
Dispersionsfarben abgelöst bzw. als
Zelluloseleimfarbe mit
Dispersionszusatz erhältlich
(„Halbdispersion“)



Nachweis über
Fuchsinfärbetest am
Querschliff

korrosionsfreie Untergründe ist Polyester-Spachtelmasse (UP-Spachtel) zu verwenden.

2.4 Wasserverdünnbare Beschichtungstoffe (Beschichtungssysteme) Zu verwenden sind:

2.4.1 für mineralische Untergründe

- **Kalkfarbe**
aus Kalk nach DIN 1060 Teil 1 „Baukalk; Begriffe, Anforderungen, Lieferung, Überwachung“ mit kalkbeständigen Pigmenten bis zu einem Masseranteil von 10%; Kalkfarben sind nicht auf gipshaltigen Untergründen zu verwenden;
- **Kalk-Wellzementfarbe**
als weissen Zement nach DIN 1164 Teil 1 „Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Trübzement; Begriffe, Bestandteile, Anforderungen, Lieferung“ und Kalk nach DIN 1060 Teil 1 mit zementbeständigen Pigmenten; Kalk-Wellzementfarben sind nicht auf gipshaltigen Untergründen zu verwenden;
- **Silikatfarbe**
aus Kalwasserglas (Fixativ) und kalwasserglasbeständigen Pigmenten als Zweikomponentenfarbe; Silikatfarben dürfen keine organischen Bestandteile, z.B. Kunststoffdispersionen, enthalten; Silikatfarben sind nicht auf gipshaltigen Untergründen zu verwenden;
- **Dispersion-Silikatfarbe**
aus Kalwasserglas mit kalwasserglasbeständigen Pigmenten, Zusätzen von Hydrophobierungsmitteln und maximal 5% Mineralstoffsorganische Bestandteile, bezogen auf die Gesamtmenge des Beschichtungstoffes; mit Quarz gefüllte Dispersions-Silikatfarben werden zu Strukturbeschichtungen verwendet; Dispersions-Silikatfarben sind auf gipshaltigen Untergründen nur mit besonderer Grundbeschichtung zu verwenden;
- **Leimfarbe**
aus wasserlöslichen Bindemitteln (Leim) mit Pigmenten und gegebenenfalls Füllstoffen, z.B. Faserstoffen; Leimfarben dürfen keine Zusätze von Kunststoffdispersion enthalten; sie sind nur auf innenflächen zu verwenden;
- **Kunststoffdispersion**
nach DIN 55 347 „Anstrichstoffe und Kunststoffe; Gemeinsame Begriffe“ für farblose Beschichtungen auf innenflächen;
- **Kunststoffdispersionssilikatfarbe (Dispersionsleimfarbe)**
Dispersionsfarben können disperse, pastös oder gefüllt sein; Kunstharzdispersionssilikatfarben für innenflächen müssen nach DIN 53 776 Teil 1 „Kunststoffdispersionssilikatfarben für innenflächen“ wasserbeständig oder schweißbeständig sein; für Außenbeschichtungen sind nur wetterbeständige Dispersionsfarben zu verwenden; für das Überbrücken von Haarrissen sind plastelastische Dispersionsfarben zu verwenden;

- Mehrfarbenauffarbe auf Dispersionsbasis aus unterschiedlich gefärbten Pigmentemulsionen, die sich nach dem Verarbeiten nicht vermischen, sondern einen Spreneffekt bewirken;
- Siliconharzemulsionsfarbe aus Siliconharzemulsionen mit Kunststoffdispersionen, Pigmenten, Füllstoffen und Hilfsstoffen; sie sind wasserabweisend (hydrophob);
- Dispersionslackfarbe aus Kunststoffdispersionen mit wasserlöslichen Lösemitteln sowie Pigmenten und Hilfsstoffen für Beschichtungen mit dem Aussehen von Lackierungen;
- Kunstharzputz nach DIN 18 556 „Kunstharzputze; Begriffe, Anforderungen, Ausführung“;

Kalkfarbe

3000-jährige Tradition

bis ins 19. Jhd. wichtigstes Anstrichsystem

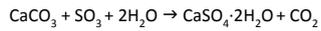
Kalk bindet Pigmente nur bis ca. 5% gut bis 10% fallweise möglich, daher keine starken Farbtöne möglich

Bindemittel: 1) Sumpfkalk (ca. 2 Jahre) als Kalkmilch
2) mit Wasser aufgeschlämmtes Kalkhydrat

Pigmente: alkalibeständig (z.B. kein Bleiweiß, kein Azurit)

Verwitterung durch Vergipsung (bessere Löslichkeit),

Gefahr der Auswaschung von Pigmenten

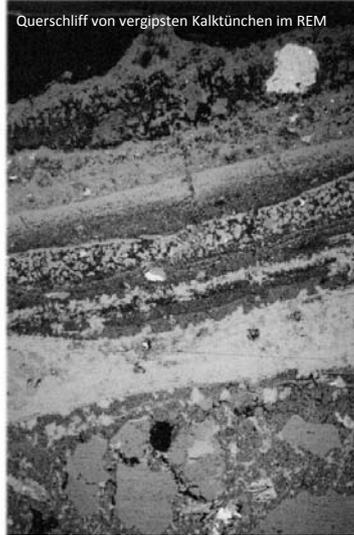


Löslichkeit in Wasser bei RT:

Kalk: 14 mg/l (ohne CO₂)
0,85 g/l (mit CO₂)

Gips: 2,7 – 8,8 g/l (je nach Modifikation)

Querschliff von vergipsten Kalktünchen im REM



OÖ, Bauernhaus, barock
mit über 100 orig. Kalkfärbelungen

Kalkzusätze, **historisch**

Leinölfirnis: Haftvermittler
verbesserte Verarbeitbarkeit
reduzierte Wasseraufnahme (und -abgabe)
erhöhte Verwitterungsbeständigkeit
(längere Lagerfähigkeit)

Kasein: Haftvermittler
erhöhte Verwitterungsbeständigkeit,
jedoch biologisch abbaubar
(luftporenbildender Effekt)



Seife

Paraffin

Harze

(Leim, Zucker, Bier, Melasse,...)

Kalkzusätze, **modern I**

- Kunstharze: Acrylate (Primal AC 33 („Dispersion K9“), Paraloid B72, Polystyrolacrylate...)

verbesserte Verarbeitbarkeit
schnellere Abbindung (nicht Carbonatisierung!)
bessere Haftung zum Untergrund
reduzierte Wasseraufnahme (und -abgabe)
bessere Pigmentbindung
das „5% Problem“ (org. Kohlenstoffgehalt ↔ org. Festkörperanteil ↔

Kunststoffanteil)

- hydraulische BM (NHL, HL, Weißzement)

Härte
Frühfestigkeit, Druckfestigkeit, Haftzugfestigkeit,...

- Überschusswasser: ????? → \$\$\$\$ [CaO + H₂O → Ca(OH)₂] (Daumenregel ca. 50%iger Wasseranteil)

Kalkzusätze, modern II

- Verdickungsmittel (Cellulose, Celluloseether, Na-Polyacrylat)

Vorteile: erhöhter Fließwiderstand → höhere Viskosität → größere Schichtdicken
→ weniger Arbeitsschritte
verhindert Füllstoff/Pigmentsedimentation
Emulgator
reduziert Spritzneigung, bessere Streichfähigkeit (Walzen und Sprühen)
Wasserretentionsmittel zur besseren Carbonatisierung

Nachteile: reduziert die Bindungseigenschaft von Kalk
verschließt Poren
reduziert Diffusionsgeschwindigkeit von CO_2 → langsamere Carbonatisierung
organische Zusätze fördern mikrobielles Wachstum

- Zucker: „natürliche Kohlenhydrate“ bis ca. 2010 in einigen Kalkfarben als Zusatz verwendet („...zur Verbesserung der Auftrageigenschaften...“)

Bsp: Keim Patent DE10052928 (Mai 2002): 6% Saccharose, 14% Titandioxid, 37% Kalkhydrat, 43% Wasser.

Beispiel Technisches Merkblatt, (KEIM-Athenit-lucente)

The image shows a screenshot of a technical data sheet for KEIM Athenit-lucente paint. The document is titled "TM Technisches Merkblatt" and "KEIM Athenit®-lucente Innenfarbe ohne Titandioxid". It includes a KEIM logo and a section "1. Produktbeschreibung" which states that the paint is based on pure, aged lime and white Greek marble powder. It also lists "Materialkenndaten" such as specific weight and vapor diffusion resistance, and "Zusammensetzung" including water, calcium hydroxide, calcium carbonate, natural carbohydrates, and cellulose. The "Farbton" is described as "Kalkweiß".

TM Technisches Merkblatt

KEIM Athenit®-lucente
Innenfarbe ohne Titandioxid

1. Produktbeschreibung

KEIM Athenit-lucente ist eine anwendungsfertige Kalkfarbe gemäß DIN 55945 auf Basis von reinem, mindestens 3 Jahre abgelagertem Sumpfkalk und hochweißem griechischem Marmormehl in klassischem Kalkweiß. Die hochwertigen Rohstoffe und der vollständige Verzicht auf Titandioxid und synthetische Bindemittelzusätze verleihen KEIM Athenit-lucente den klassischen Kalküstereffekt mit der semitransparenten Optik.

Materialkenndaten

- Spez. Gewicht: ca. 1,41 g/cm³
- Dampfdiffusionswiderstand: s, < 0,02 m

Zusammensetzung

Wasser, Kalziumhydroxid, Kalziumcarbonate, natürliche Kohlenhydrate, Cellulose

Farbton

Kalkweiß und in Anlehnung an die KEIM Palette
Produkt-Nr.: 0022 0040 0044

Beispiel Technisches Merkblatt, (RÖFIX SESCO)

RÖFIX Fachberater zu Rate ziehen. Dieser bewertet Objekt und Anstrich gerne zusätzlich hinsichtlich Eignung.

Materialbasis:

- Bindemittel: Sumpfkalk (3 Jahre), Cellulose
- Pigmente: natürliche Erdpigmente, Titandioxid
- Additive: Marmormehl, natürliche Kohlenhydrate
- Wasser

Eigenschaften:

- Hervorragende Verarbeitung
- Hohe Diffusionsoffenheit
- Feuchtigkeitsregulierend
- Gute Haftung
- Hohe Deckkraft
- Wischfest
- Al fresco - Technik bei Kalkputzen möglich
- Unterstützt Abbau von CO₂ (Kohlendioxid) und SO₂ (Schwefeldioxid) in belasteten Umgebungen (Industriegebiete, Einzugsgebiete, aber auch stark frequentierten Räumlichkeiten - bspw. Klassenzimmern, Versammlungsräumen, etc.).

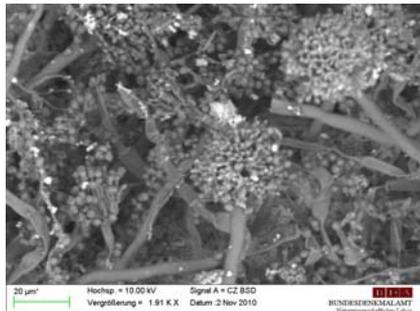
Verarbeitung:



**Verarbeitungs-
bedingungen:** Während der Verarbeitungs- und Trocknungsphase und zwei Wochen danach darf die Umgebungs- bzw. Lufttemperatur nicht unter +5°C sinken. Die Temperatur darf über +25°C nicht ansteigen.

Fertig

Unbekannte Zone

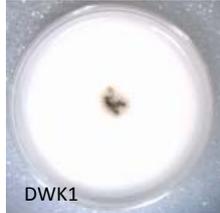


Gefahr der Schimmelpilzbildung auf Kalkfärbelungen mit Zusatz von „natürlichen Kohlenhydraten“

2010



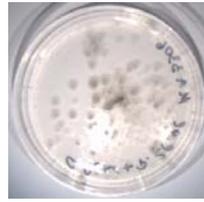
Testreihe von Priv.Doz. Dr. Katja Sterflinger, BOKU:



DWK1



DWK1+P



Cladosporium tenuissimum,
H₂O+P



Kalkfarbe1



Kalkfarbe1+P



Cladosporium tenuissimum,
Kasein



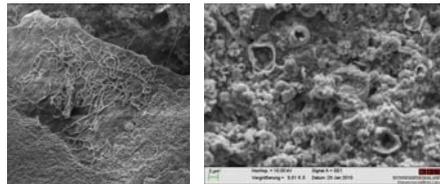
Sumpfkalk



Sumpfkalk+P

Kalkzusätze, modern III

- Biozide: Fungizide, Algizide, Bakterizide,...



- Hydrophobierungszusätze („Nanotechnologie“, Silane, Siloxane, Silikonharze, Silikonöle, Silikone,..)

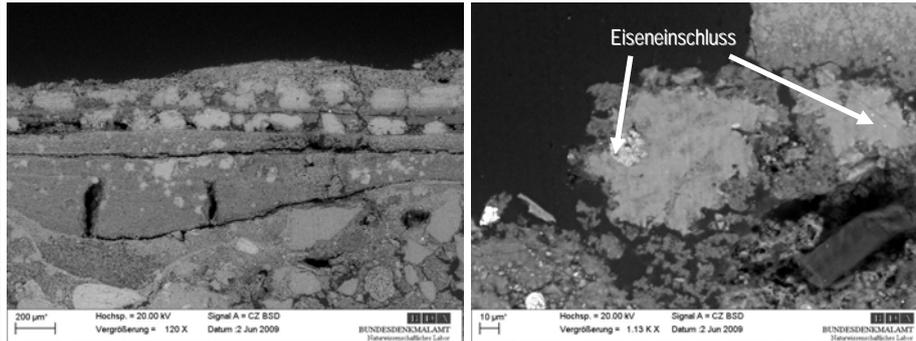
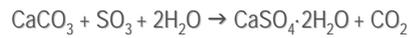


- Hydraulikfaktoren (für schnellere Abbindung)

Lagerzeit von Sumpfkalk: 3 Monate bis 10 Jahre

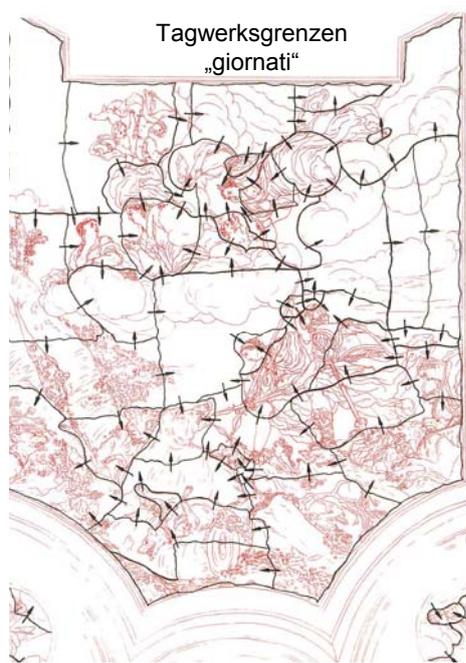
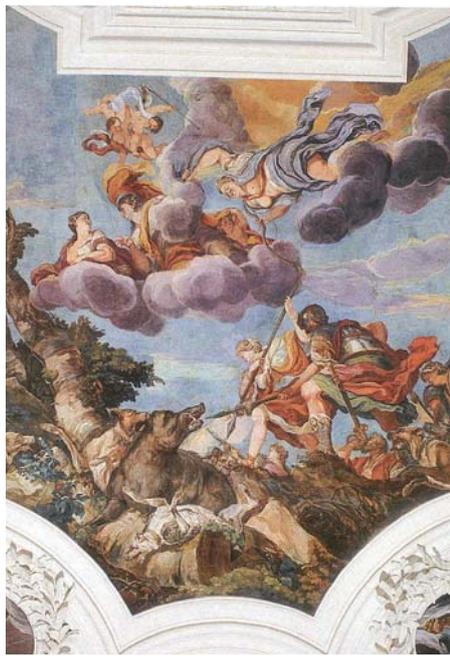
Vorteile einer langen Lagerzeit:

- größere Calcite
- höhere Bindekraft
- höhere Lichtbrechung
- höherer Weißgrad



Historische Maltechniken auf Wand/Putz

- Fresco (fresco bouno, al fresco): Feinputz + Pigment + Wasser
- Fresco mit Seccovollendung („frescosecco“), Fresco + „Retusche“
- Kalksecco: Milch-, Ei-, Leim- oder Kaseintempera
- Kalkkaseinmalerei
- Kalkfresco: Feinputz + Pigment + Kalkmilch/Kalksuspension
- Secco: Pigment + Sumpfkalk
- Öl-Wandmalerei
- Marouflage



Fotos: Ernst Lux; Salzburg, Residenz, Carabiniersaal, Rottmayr: Die calydonische Eberjagd, Barockberichte 34/35

KARTONPAUSE mittels Lochpause (italienisch „spolvero“)



Andrea Verrochio um 1470
(Berlin, Kupferstichkabinett)

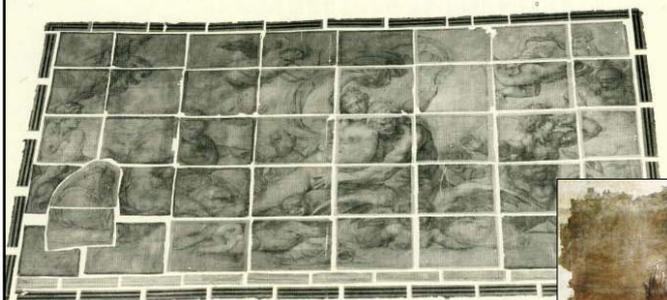


Karton = fertige Entwurfszeichnung
in Originalgröße



Hans Holbein d.J.1527: Thomas Morus (Windsor)

KARTONS: Italien 17. Jh. für Freskomalerei und große Gemälde



Annibale Carracci um 1605, für Gall.Farnese Rom
(London, National Gallery)



Marc Antonio Franceschini, um 1690,
ca. 200 x 180 cm (Orvieto, Dommuseum)

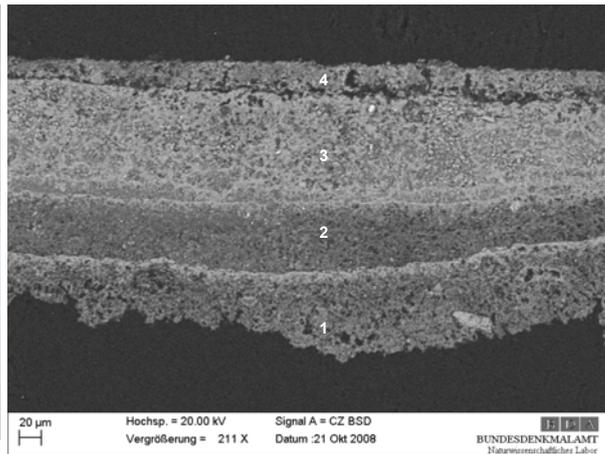
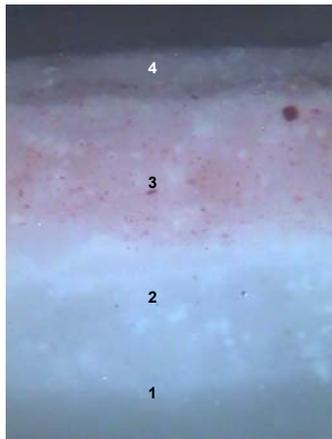
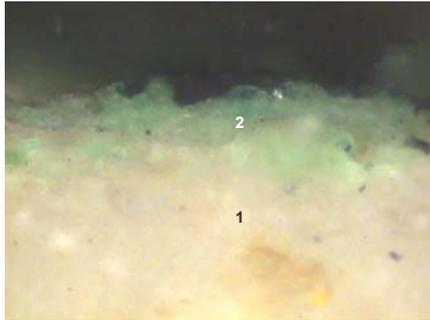


Fotos: Manfred Koller und Herbert Schwaha, Barockberichte 34/35



Krems, NÖ, Gozzoburg, Wandmalereien,
14. Jh, Wappenschild grün

2) 20 µm grün: basisches Kupferchlorid,
wenig/kaum Kalkbindemittel, typ.
Freskoauftrag
1) bindemittelreicher Putz mit
Silikatkörnung um 0,5 mm, Bindemittel Kalk



Kalkmalerei secco

Kalkkasein

Herstellung:

Topfen oder in Wasser vorgequollenes Kaseinpulver + Sumpfkalk oder Kalkhydrat

Kasein (Casein):

Hauptbestandteil von Milcheinweiß (Kuhmilch 83%)

Kasein = aus vernetzten Proteinen bestehende Makromolekül mit keiner einheitlichen Zusammensetzung

Herstellung:

- 1.) Milch entfetten durch Zentrifugieren
- 2.) mit Milchsäurebakterien Milchzucker in Milchsäure umwandeln (pH = 4,6)
- 3.) Kasein gerinnt
- 4.) Trocknen

Vorteile:

- weitgehend wetterfest
- bildet mit Calciumsalzen (Kalk) wasserunlösliche Verbindungen
- guter Klebstoff

Nachteil:

Biologisch abbaubar, d.h. gilbt

Bis in die 1960er
traditionelles Festigungsmittel

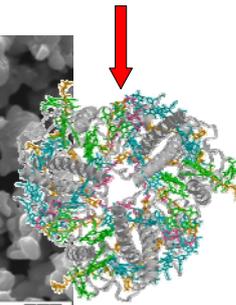
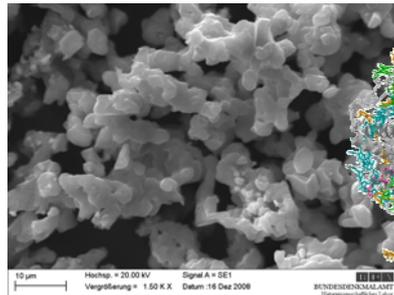
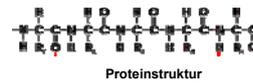


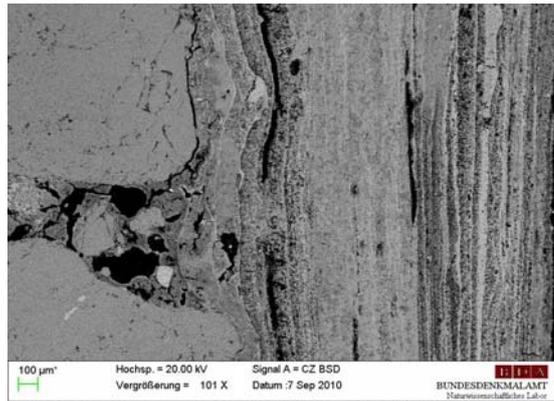
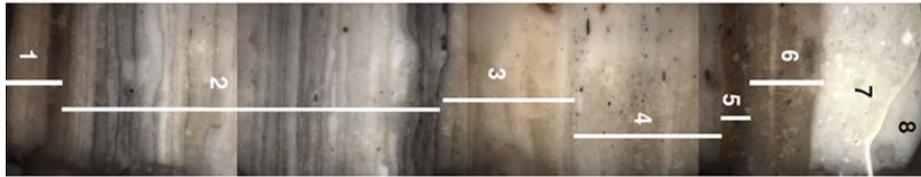
Foto: S. Jackwerth

über 30 Kalkfärbelungen

Letztanstrich mit Silikatfarbe

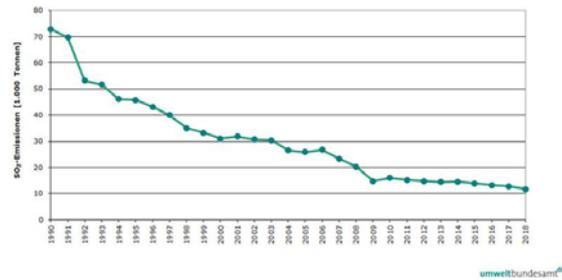
1010 Wien, Singerstraße 13
Außenfassade
Bj 1785

Putz



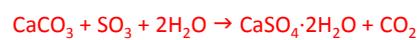
SO₂-Belastung in Österreich

**SO₂-Emissionen
(ohne Kraftstoffexport) 1990 bis 2018**

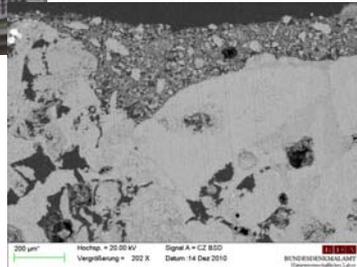


Warum ist die Verripsung an Außenwänden immer stärker?

Grundsätzlich ist SO₂/SO₃ Konzentration in Innen- und Außenräumen gleich hoch, nur außen ist die Luftfeuchtigkeit höher, d.h. die Reaktion läuft außen beschleunigt ab.



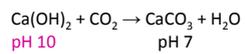
Kalk als Opferschlämme für Stein



Chemische Untersuchungen an Kalk

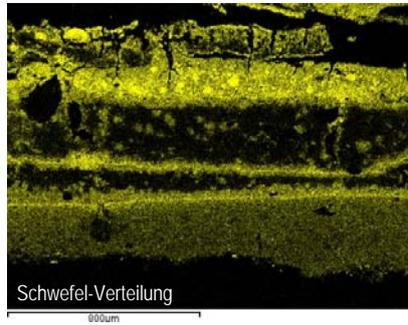
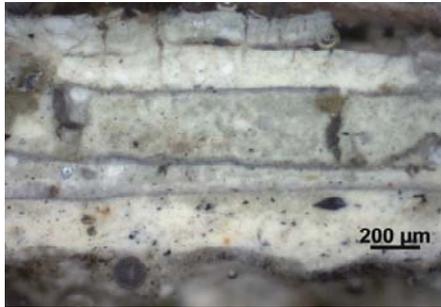
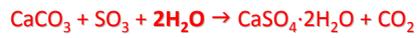
- Test auf hydraulischen Zusatz (NHL bis Zemente)
- Test auf Zusätze (Protein (Kasein), Leinöl, Kunststoffe, KSE, Hydrophobierungen etc.)
- Vergipsung

- Carbonatisierung von Kalk
(Phenolphthaleintest: 1 Spatelspitze (1mm³) in 5 ml Aceton lösen und auf 100ml Wasser verdünnen)



Farbumschlag im alkalischen Bereich
von farblos auf rosa

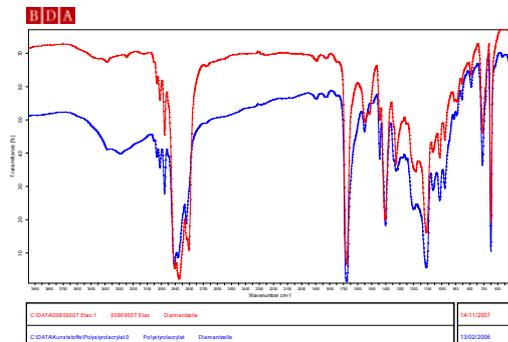




Fouriertransformierte Infrarot Mikroskopie (FTIR)

zur Bestimmung von organischem Kunstharzanteil

nicht deklariertes Polystyrolacrylat in einer „Kalkfarbe“



Auszüge aus Datenblättern

„Anwendungsfertiger acrylatvergüteter Werk trockenmörtel; Bindemittel und Zuschlagstoffe auf rein mineralischer Basis“

„... Trass, Putzsande, Zusätze.“

„Sumpfkalk, mineralische Füllstoffe, Zusätze, Wasser... Nicht im Sockelbereich und nicht für Verfliesung geeignet!... Trocken, kühl frostfrei und verschlossen 6 Monate lagerfähig.“

„Historisch nachgestellter Ersatzmörtel auf Basis NHL 15 und Natursand 0-4 mm mit Abbindeverzögerer... Frei von Portlandzement und organischen Zusätzen.“

„Wasseraufnahmemehmender, mineralischer Kalk/Trass Putz mit guter Wasserdampfdurchlässigkeit.“

Anwendung:

„... nicht im Sockel- und Spritzwasserbereich anwendbar.“

„...geeignet zum Spritzen und Walzen.“

(Zusammenstellung von Maria Milchin)

Silikatfarben

Erfinder: Adolf Wilhelm Keim (1851 – 1913)

Patentschrift 1878 „*Befestigung von Mineralfarben auf Wandputz zur Herstellung von Wandgemälden*“

original „Fixativ“:

- 1,5 T Kieselerdehydrat
- 2 T zerstoßener Marmor
- 5 T Kaliwasserglas
- „Ätzammoniak“

Kaliwasserglas:

Gewinnung: Schmelzen von Quarzsand, Kaliumcarbonat (=Pottasche)

(bereits seit ca. 1800 bekannt, jedoch zahlreiche Rückschläge im 19. Jhdt)
(Erfinder J. N. Fuchs 1818)



Mineralfarbe: „*Malmittel mit ausschließlich oder überwiegend anorganischen Bestandteilen wie Bindemittel, Pigmente, Füllstoffe oder Reaktivstoffe. Die Bindemittel sind entweder Kalk, Zement oder Wasserglas*“

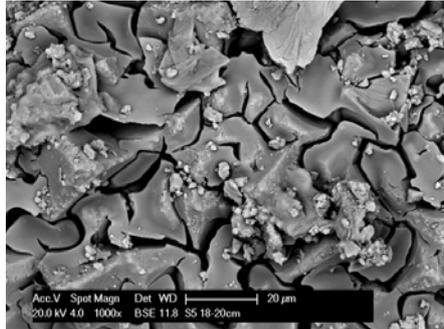
Silikatfarben

(= Wasserglasfarbe = Mineralfarbe = Silikatfarbe)

Keim'sches Prinzip:

Untergrund und Anstrich bilden homogene Masse

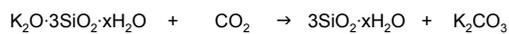
Magerer Putzuntergrund der den Bindungsausgleich durch Kaliwasserglas ermöglicht bzw. vor Auftrag Beseitigung der Sinterschichte



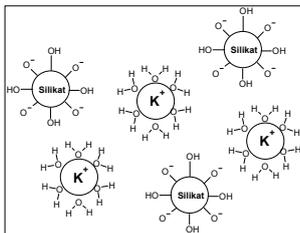
Silikatfarben

3-stufiger Abbindeprozess:

1.) Bildung von Kieselgel durch Reaktion mit Luft-CO₂



Kaliwasserglas + Kohlendioxid → Kieselgel + Kaliumcarbonat



Durch CO₂ wird pH erniedrigt (12 → 10.5), wodurch die elektrostatische Abstoßung abnimmt und die OH-Gruppen kondensieren können.

Durch Reaktion mit vorwiegend 2-wertigen „Pigmentkationen“ (Ca²⁺, Zn²⁺, Ba²⁺, Fe²⁺ etc.) werden Brückenbindungen ausgebildet, was zur Bildung eines Films und zur Fixierung der Pigmente führt:



2.) Reaktion von Wasserglas mit Putz und Pigmenten durch Bildung von Silikaten (schnell)

Die Reaktion mit Ca²⁺ (nicht carbonatisiertes Ca(OH)₂) erfolgt schnell → Grauschleierbildung und Farbablplatzung (Carbonatisierter Untergrund erforderlich!!!)

3.) Verdichtung des Gels durch Verdunstung des gebundenen Wassers (langsam)

→ Aufhellung durch stärkere Reflexion

Silikatfarben (DIN 18363)

- **Zweikomponentensilikatfarben**

Klassische Silikatfarbe, Bindemittel (Wasserglas-„Fixativ“) und Pigmente/Füllstoffe angeteigt in 2 unterschiedlichen Gebinden.

Verarbeitung innerhalb eines Tages.

Mineralischer Untergrund (für Verkiegelungsprozeß), d.h. nicht für Dispersionsuntergrund geeignet

- **Einkomponentensilikatfarben („Dispersionssilikatfarben“, „Organosilikatfarben“), seit 1962**

fertige Mischung aus Wasserglas, Pigment und Kunstharz ($\leq 5\%$ auf Trockenfarbe!)

DIN 18363 / 2.4.6: „5% Dispersionsfeststoffgehalt/Nassfarbe“, für Österreich keine Norm

Nassfarbe enthält ca. 50-60% Wasser, d.h. ($\leq 2,5\%$ auf Nassfarbe)

- **Einkomponentensilikatfarbe mit organ. Anteil $\leq 1\%$ und ohne Hydrophobierung**

- **Solsilikatfarbe**, seit 2002 auf dem Markt

- **Silikat-Lasur**

Maler- und Lackiererarbeiten:

DIN 18 363

korrosionsfreie Untergründe ist Polyester-Spachtelmasse (UP-Spachtel) zu verwenden.

2.4 Wasserverdünnbare Beschichtungsstoffe (Beschichtungssysteme)

Zu verwenden sind:

2.4.1 für mineralische Untergründe

- Kalkfarbe
aus Kalk nach DIN 1060 Teil 1 „Baukalk; Begriffe, Anforderungen, Lieferung, Überwachung“ mit kalkbeständigen Pigmenten bis zu einem Massenanteil von 10%; Kalkfarben sind nicht auf gipshaltigen Untergründen zu verwenden;
- Kalk-Weißzementfarbe
aus weißem Zement nach DIN 1164 Teil 1 „Portland-, Eisenportland, Hochofen- und Traßzement; Begriffe, Bestandteile, Anforderungen, Lieferung“ und Kalk nach DIN 1060 Teil 1 mit zementbeständigen Pigmenten, Kalk-Weißzementfarben sind nicht auf gipshaltigen Untergründen zu verwenden;
- **Silikatfarbe**
aus Kaliwasserglas (Fixativ) und kaliwasserglasbeständigen Pigmenten als Zweikomponentenfarbe; Silikatfarben dürfen keine organischen Bestandteile, z.B. Kunststoffdispersionen, enthalten. Silikatfarben sind nicht auf gipshaltigen Untergründen zu verwenden;
- **Dispersions-Silikatfarbe**
aus Kaliwasserglas mit kaliwasserglasbeständigen Pigmenten, Zusätzen von Hydrophobierungsmitteln und **maximal 5% Massenanteil** organische Bestandteile, bezogen auf die Gesamtmenge des Beschichtungsstoffes; mit Quarz gefüllte Dispersions-Silikatfarben werden zu Strukturbeschichtungen verwendet; Dispersions-Silikatfarben sind auf gipshaltigen Untergründen nur mit besonderer Grundbeschichtung zu verwenden;

Silikatfarben

Kennzahlen und Eigenschaften

Wasserdampfdiffusionswiderstandsfaktor „μ“:

Einkomponentenfarbe: 100 - 300

Zweikomponentenfarbe: 50

Dispersionssilikatfarben:

Etwas verschmutzungsanfälliger als reine Silikatfarben

Vorteile: Bessere Lagerfähigkeit, einfachere Handhabung, keine große Wetterabhängigkeit beim Aushärten, können durch Zusätze hydrophobierend eingestellt werden

(flüchtiger Anteil (H₂O, LM) ca. 50%)

Silikatfarben

Probleme / Nachteile:

- Gefahr der Glanzbildung bei nicht genügend saugfähigem Untergrund bzw. zu hoher Konzentration
- Zersetzungserscheinungen, Schleierbildung
- relativ hart (Rissbildungen), für (weiche) Kalkuntergründe daher wenig geeignet
- „Abdichtung“
- Nicht reversibel, verlustfreie Entfernung nicht möglich (nur Wirbelstrahlverfahren)
- Können nicht beliebig oft wiederholt werden da sonst zu hohe Verdichtung und Spannungsbildung
- Daher keine kontinuierliche Pflege (mehrmaliges Anstreichen) möglich
- Nicht ideal für Dispersionsfarbenuntergründe oder auf hydrophobierten Putzen/Steinoberflächen

Silikatfarben

Bestimmung des Kunstharzanteils bei Einkomponentensilikatfarben

- Gravimetrisch durch Glühverlustbestimmung bei 450°C (üblich)
- Gravimetrisch durch Extraktion mittels Lösungsmittels („Soxhlet-Extraktion“, eher aufwendig)

Firmentrick: Hoher Feststoffanteil (z.B. Schwerspat) beeinflusst den Kunstharzanteil!

Problem: Farben enthalten auch Silikonharzzusätze, flüchtige anorganische Anteile (Wasserglasarten) oder Zelluloseester als Verdickungsmittel (=Thixotropiermittel), die den Glühverlustwert beeinflussen. (beliebte Ausrede bei Firmen)

Diese Additive erreichen in Summe durchschnittlich ca. 1% organischen Festkörperanteil

Achtung bei Verdünnungsmitteln (kunstharzhaltige Wasserlösungen): erhöhen ebenfalls den Kunstharzanteil

Hilfsstoffe:

Netzmittel, Verdickungsmittel

Dispersion

als Kunstharzdispersion

Bindemittel:

Polyvinylacetat (PVAc)
Polyvinylpropionat (PVP)
Polystyrolbutadien („Latexfarben“)
diverse Acrylate (z.B. Polystyrolacrylate)
Alkydharzfarben
Polyurethanlacke.....
in Wasser (oder Lösungsmittel) dispergiert

Nach Verdampfen des Wassers kommt es zu Vernetzungsreaktionen und zu einer Filmbildung

Hilfsstoffe:

Netzmittel, Verfilmungshilfsmittel, Verdickungsmittel, Entschäumer, Weichmacher, Algizide, Fungizide,..

Steigerung der Wasserdampfdurchlässigkeit durch Füllstoffzusatz

„Volltonfarbe“: Dispersionsfarbe mit hohem Pigmentanteil

getrocknete Farbe ist nur mehr in org. LM löslich oder quellbar („Aceton-Test“)

Vorteil: hält fast überall, universell einsetzbar

Nachteile:

hoher thermischer Ausdehnungskoeffizient (Abblättern, Einrollen)
geringe Wasserdampfdurchlässigkeit (Salz- und Frostschäden)

Kunstharzdispersion (als Silikonharzfarbe)

Bei Silikonharzfarben handelt es sich im Prinzip um Dispersionsfarben, denen siliziumorganische Verbindungen als Hydrophobierung zugesetzt werden. Als Bindemittel dienen meist Kunststoffe wie Polyvinylacetat.

Latexfarbe

1) Echte, klassische Latexfarben (historisch)

Bindemittel: natürliches Latex (Milchsaft des Kautschukbaumes bzw. eine Emulsion aus Kautschuk und Wasser).

Dieses verleiht ihnen spezielle, früher sehr rare, Eigenschaften wie Wasserbeständigkeit, Wasserdampfdurchlässigkeit, Elastizität, Glanz etc., macht sie aber auch sehr kostspielig.

Hist. Verwendung: Spitäler, Stiegenhuser

2) Moderne „Pseudo-Latexfarben“

durch den Namen soll lediglich suggeriert werden dass diese Farben Eigenschaften wie die echten Latexfarben aufweisen. Eigentlich gewöhnliche Dispersionsfarben, die sie insbesondere zur Verwendung in hoch beanspruchten, z.B. üblichen Räumlichkeiten (Schule, Spital, Treppenhaus etc.) befähigen.

Besonders gut abwaschbar, d.h. wasserabweisend

ENERGIESPAREN MIT SILICONHARZFARBE

QUELLE: <http://www.srep.com>

Fraunhofer-Gutachten bestätigt Einsparpotenzial



Moderne Silikonharzfarben verringern den Wärmeverlust einer ungeschützten Fassade um bis zu 40 %. Besonders interessant für Denkmalschützer, die kein WDVS einsetzen können und wollen.

Wasser ist ein hervorragender Wärmeleiter. Ein Ziegel mit einem Feuchteanteil von nur 4 % verliert die Hälfte seiner Wärme dämmenden Wirkung.

Silikonharzfarben halten Fassaden länger trocken – und unterstützen damit ideal alle Maßnahmen zur Außenwanddämmung. Das fand auch das Fraunhofer Institut für Bauphysik in Holzkirchen heraus.

An einzelnen Wandbauteilen in Nord- und Süddeutschland wurde der Einfluss von Wasseraufnahme und Diffusionswiderstand berechnet. Hochwertige Silikonharzfarben lieferten in allen Tests hervorragende Ergebnisse:



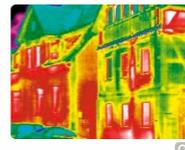
| | Holzkirchen | Hamburg |
|-------------------|-------------|---------|
| Schlagregengruppe | III | II |
| w-Wert | 0,05 – 0,1 | 0,05 |
| sd-Wert | 0,1 | 0,1 |

ENERGIEEINSPARUNG MIT SILICONHARZFARBE (MAX.)

| | | |
|------------------|-------|-------|
| Sandsteinfassade | 13,1% | 6% |
| Vollziegelfache | 39,7% | 18,9% |

Weniger Heizwärme, optimale Energiebilanz

Auch auf die Gesamtenergiebilanz eines Hauses kann sich der Einsatz einer Silikonharzfarbe signifikant auswirken. Allein die Hydrophobierung einer Fassade kann den Gesamtverbrauch der Heizwärme eines Hauses um durchschnittlich 4,6 % senken. Und das vor dem Hintergrund, dass keine weiteren Schritte für eine Optimierung der Energiebilanz eingeleitet werden. Das bedeutet ein hohes Einsparungspotenzial für eine vergleichsweise einfach durchzuführende Maßnahme.



Anwendungsgebiet: Denkmal geschützte Gebäude

Zum Tragen kommen die Vorteile besonders dort, wo Wärmedämmverbundsysteme nicht erwünscht bzw. unmöglich sind – etwa bei Denkmal geschützten Gebäude. Bei alten Gebäude gehören Silikonharzfarben zu den wenigen Mitteln, die man zur Verbesserung der Energiebilanz einsetzen kann. Das spart Heizkosten und schont die Umwelt. Durch die Langlebigkeit des Fassadenanstrichs sparen sich Denkmalschützer beim Einsatz von Silikonharzfarben zusätzlich Renovierungsaufwand. Die Energiesparfarben tragen damit entscheidend zu einer kostengünstigeren und „grüneren“ Energiebilanz von Gebäude bei.

QUELLEN

- „Beurteilung der energetischen Auswirkungen von hydrophobierenden Imprägnierungen und Anstrichen“, IBP-Bericht HTB-13/2007, Juni 2007
- „Hygrothermische Raumklimasimulationen zur Berechnung des Heizenergieaufwandes nach erfolgter Hydrophobierung“, IBP-Bericht RKB-21-2007, November 2007

LINKS

Silikonharzfarbchemie
Wärmedämmverbundsysteme
Wasserabweisend
www.ibp.fraunhofer.de

Schadensklassiker bei Dispersionsanstrichen auf historischen Oberflächen

www.konrad-fischer-info.de



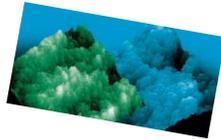
Mauerspinnen: häufig auf Silikonharzfarben beobachtet, jedoch kein 100%iger Indikator für organisches Anstrichsystem.

Kennzahlen von Silikatfarben ???



selbstreinigend

hoch wasserabweisend



Super Abperleffekt



wasserdampfdiffusionsoffen

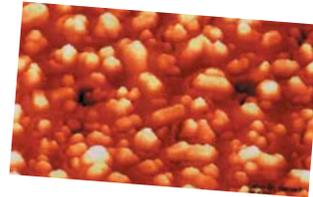
Schlagregendicht



hoch dampfdurchlässig



atmungsaktiv



Mit Nanotechnologie

Kennzahlen von Silikatfarben

Zit. aus Diplomarbeit bei Dr. Bagda (Caparol)
publ. in Bagda und Michel: Farbe & Lack (1995)



Abb. 2: Feuchtehaushalt der Proben, die im Labor im Wechsel 6 h gewässert und 18 h getrocknet wurden

- w-Wert Wasseraufnahmekoeffizient
- sd-Wert Diffusionswiderstand
- V-Wert Verdunstungsrate
- μ -Wert Wasserdampfdiffusionswiderstandsfaktor

Nicht die Farbe ist gut geeignet für historische Oberflächen, die feuchtigkeitsabweisend (hydrophob) ist, sondern die das Wasser möglichst schnell wieder abgeben kann.

Wasseraufnahmekoeffizient (w-Wert)

Kennwert für die Wasseraufnahme eines Stoffes bei unmittelbarem Eintauchen in Wasser.

$$w = \frac{m}{A \cdot \sqrt{t}}$$

w...Wasseraufnahmekoeffizient [kg/(m² h^{0,5})]
 m...Masse [kg]
 t...Zeit [h]
 A...Fläche [m²]

Beschreibt eigentlich die kapillare Sauggeschwindigkeit eines Baustoffs, wird aber häufig als Maß für die kapillare Saugfähigkeit von Baustoffen verwendet. Die Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten erfolgt nach DIN 52617 bzw. DIN-EN 1062.

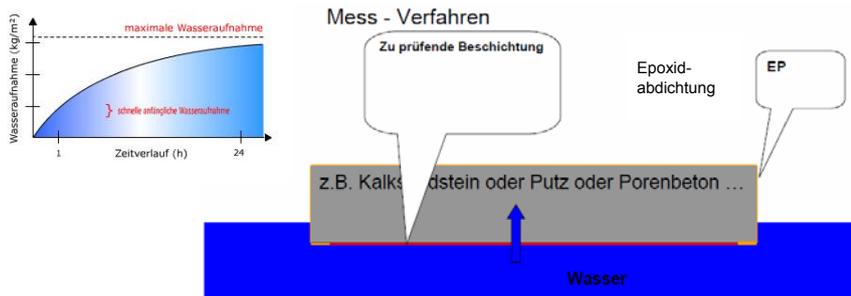
Definition:

Der Wasseraufnahmekoeffizient beschreibt die kapillare Wasseraufnahme eines Baustoffs in kg/m² nach einstündiger Saugzeit, auf den Trockenzustand bezogen. Wenn ein Baustoff einen w-Wert von 0,5 besitzt, dann hat er nach einstündiger Saugzeit eine kapillare Wasseraufnahme von 0,5 Liter pro m², vom Trockenzustand aus gerechnet.

| W-Wert-Klassen „Wasserdurchlässigkeit nach EN 1062“ | | | |
|---|---------|--|-----------------------------|
| | | w-Wert [kg/m ² h ^{0,5}] | W-Wert [g/m ² d] |
| I | niedrig | <0,1 | <490 |
| II | mittel | 0,1 – 0,5 | 490 – 2.450 |
| III | hoch | >0,5 | >2.450 |

w-Werte <0,05 sind mit diesem Verfahren nicht sinnvoll bestimmbar.

Versuchsaufbau zur Ermittlung des w-Wertes



w-Wert [kg/m²h^{0,5}]

Pro Tag: W = w x 24 h^{0,5}

W = w x 4,9 [g/m²d]

Bspe für Umrechnung:

| | | | |
|-----------------------|-----|-----|----|
| l/m ² 24h: | 0,5 | 2,5 | 10 |
| w-Wert: | 0,1 | 0,5 | 2 |

Bspe für Kennwerte w [kg/m²h^{0,5}]

- Ziegel: 20
- Kalkstein: 5 - 10
- Beton: 1 - 3
- Dispersion: 0,05 – 0,2

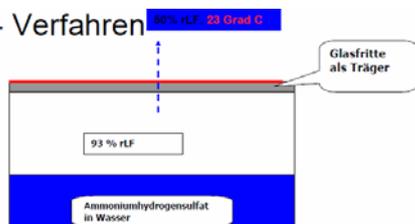
Anm.: Vor der Wägung ist die Oberfläche „sorgfältig zu trocknen“.

V-Wert: Verdunstungsrate

Wie viel Wasser in einer bestimmten Zeit bei 23°C entweichen kann.

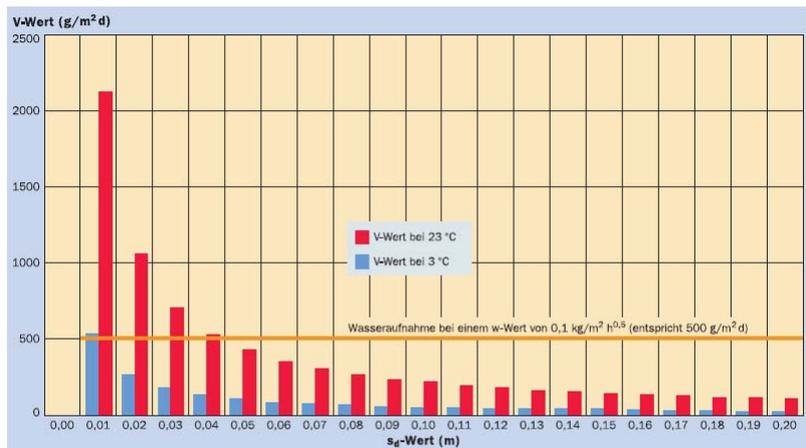
Pro Tag sollte mindestens so viel Wasser ausdiffundieren können als aufgenommen wird.

Mess - Verfahren



V-Wert-Klassen nach EN 1062

| | | V-Wert [g/m ² d] @ 23°C | V-Wert [g/m ² d] @ 3°C |
|-----|---------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| I | hoch | >150 | >37 |
| II | mittel | 15 - 150 | 4 - 37 |
| III | niedrig | <15 | <4 |



Austrocknung eines Anstrichs in Abhängigkeit von seinen s_d-Werten. Je grösser der s_d-Wert, desto schlechter ist die Verdunstungsrate (V-Wert). Bei warmem Wetter (23 °C, rote Säulen) erfolgt die Austrocknung etwa viermal schneller als bei kaltem Wetter (3 °C, blaue Säulen). Die orangefarbene Linie zeigt die kapillare Wasseraufnahme bei einem w-Wert von 0,1 kg/m²h^{0,5}, also einer Wasseraufnahme von 500 Gramm pro Quadratmeter in einem Tag. Damit eine Fassade auf Dauer trocken bleibt, muss der durchschnittliche V-Wert über dem durchschnittlichen w-Wert liegen.

Wasserdampfdiffusionswiderstandsfaktor „ μ “

Der Wasserdampfdiffusionswiderstand gibt an, wie stark ein Baustoff die Diffusion von Wasserdampf behindert und wird in Form der Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ ausgedrückt.

μ ist ein dimensionsloser Materialkennwert, der angibt, um welchen Faktor das betreffende Material gegenüber Wasserdampf dichter ist als eine gleich dicke, ruhende Luftschicht. Je größer die μ -Zahl, desto dampfdichter ist der Baustoff. Die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl kann dabei keine Werte kleiner 1 ($\mu_{\text{Luft}} = 1$) annehmen, jedoch bis Unendlich ansteigen.

Die μ -Zahlen für die gebräuchlichsten Baustoffe werden in der DIN EN ISO 10456 und der DIN 4108-4 beziffert.

Multipliziert man die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl mit der Dicke der Bauteilschicht, so erhält man die wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke (sd-Wert).

Meist besteht ein Bauteil aus mehreren Schichten, so dass die sd-Werte der jeweiligen Schichten addiert werden müssen, um den Diffusionswiderstand des gesamten Bauteils zu errechnen.

Eine genaue Kenntnis über die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahlen einzelner Baustoffe in einem Bauteil ist wichtig zur Vermeidung von Tauwasserausfall und Schimmelbildung.

Wasserdampfdiffusionswiderstandsfaktor „ μ “

| | |
|--------------|--------------|
| Luft | 1 (per def.) |
| Mineralwolle | ca. 1 |
| Kalkputz | ca. 10-30 |
| Holz | ca. 40 |
| Beton | ca. 100 |
| 2K-Silikat: | 50 |
| 1K-Silikat: | 100 – 300 |
| Dispersion: | >200 |

Der μ -Wert von Luft ist mit 1 definiert. Holz hat z.B. gegenüber Luft den 40-fachen Widerstand ($\mu = 40$). Dies bedeutet, dass das Diffundieren einer bestimmten Wassermenge durch das Holz 40-mal so lange dauert wie durch eine Luftschicht gleicher Stärke.

Industrie: „Wenn nicht genug abdampfen kann, machen wir, dass gar nicht erst so viel rein geht.“

→ Hydrophobierung

Hydrophobierung bildet jedoch einen Feuchtfilm auf der Oberfläche. Hydrophobe Oberflächen sind länger feucht als hydrophile Oberflächen (Fraunhofer IBP Holzkirchen)

→ Biogener Befall

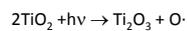
→ Biozide

→ halten nicht lange an Oberflächen

Titanweiß, TiO_2

Photoaktivität von TiO_2 :

Bei Belichtung von Abmischungen mit organischen oxidierbaren Stoffen (z.B. Farbkörpern) tritt Bleichung auf.



Der dabei gebildete atomare Sauerstoff wirkt stark oxidierend (bleichend) auf andere Substanzen.

Erklärung:

TiO_2 fungiert als Halbleiter, es bildet sich bei UV/VIS-Einstrahlung ein Potential von 2,9V aus.

Folgen:

Bindemittel (Kunststoff) wird abgebaut → Farbe krei det
Organische Pigmente können gebleicht werden.
Heute von den Herstellern weitgehend in den Griff bekommenes Problem



Organische Pigmente

1992 KEIM Granital, Ocker 1995 organisches Pigment



www.keimfarben.de

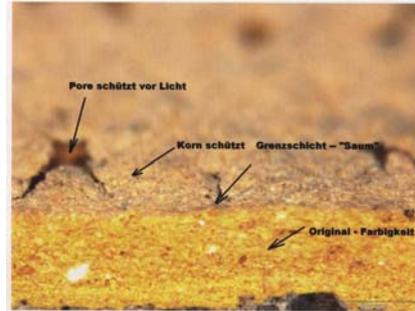


Foto: Ingo Rademacher, Restauo Extra: KEIM-Farbe Werbebroschüre



Linz, Landstraße 28, Sept. 2007 Vorzustand
Foto: BDA



Linz, Landstraße 28, März 2009
Foto: BDA

weiße Pigmente

Bleiweiß
Permanentweiß (Schwerspat)
Zinkweiß
Titanweiß

Verwendung ab

Altertum
1830
1834
1938

**blaue Pigmente**

Azurit
Indigo (natürlich)
Ultramarin (natürlich)
Smalte
Preußischblau (künstlich)
Coelinblau
Cobaltblau
Ultramarin (künstlich)
Phthalocyaninblau
Manganblau

Altertum
Altertum
11. Jhdt.
Ende 15. Jhdt.
1704
1805
1777
1826
1935
1935

**Grüne Pigmente**

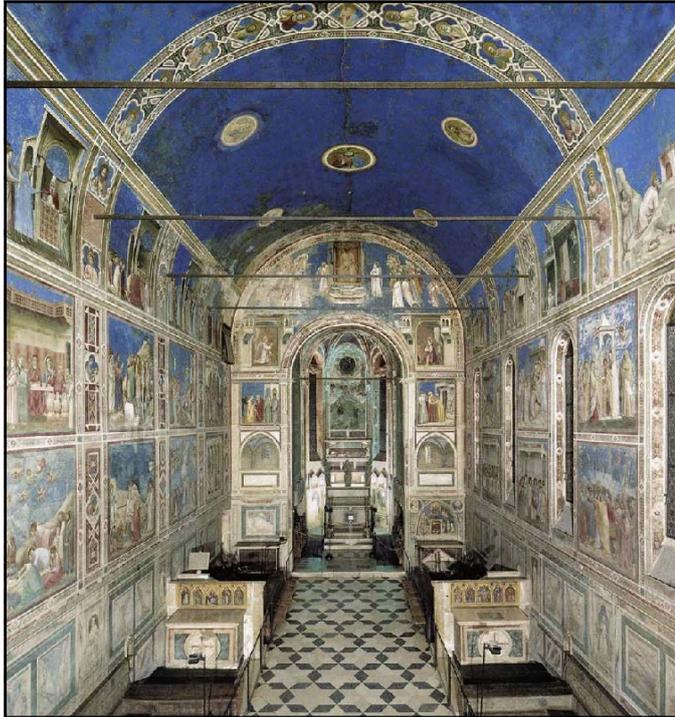
Grüne Erden
Malachit
Grünspan
Schweinfurter Grün
Kobaltgrün
Chromoxydgrün

Altertum
Altertum
Altertum
1805
1830
1830er



Beispiel für Fassungsuntersuchungen in der Denkmalpflege:
Zwettl, NÖ, Stiftskirche
Seitenschiff, Decke, Azuritfassung mit dunkler Unterlegung





Padua, Arena Kapelle
Giotto, 1303-1306

Azurit

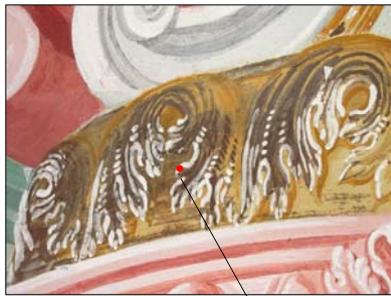
seit der Antike
beständig in Öl, Tempera und Kalk

Mögliche Veränderungen:

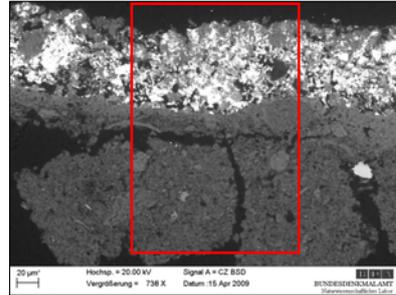
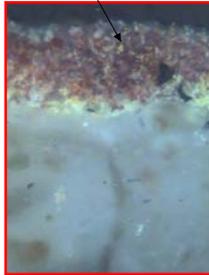
- Sulfidschwärzung mit H_2S (Kasein)
 $Cu(OH)_2 + H_2S \rightarrow CuS + 2 H_2O$
 $CuCO_3 + H_2S \rightarrow CuS + CO_2 \uparrow + H_2O \uparrow$
- Azuritvergrünung:
 Azurit: $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$
 Malachit: $Cu_2(CO_3)(OH)_2$
 Chem. Bedingungen dafür noch nicht geklärt,
 Feuchtigkeit jedenfalls Voraussetzung, hat nicht
 zu tun mit einer evtl. Kalkunverträglichkeit.
 (nicht verwechseln mit Vergrünung durch
 Bindemittelgilbung!)
- Bildung von basischen Kupferchloriden:
 Atacamit: $Cu_2Cl(OH)_3$
 Paratacamit: $CuCl_2 \cdot 3Cu(OH)_3$



Gurk, Ktn, Dom, Wandmalerei



Steiermark, Stift Rein,
Zisterzienserkloster,
Huldigungssaal
Joseph Amonte 1740
Neapelgelbschwärzung



Fotos und Restaurierung: Berzobohaty, Bizzarri, Riff-Podgorschek, Lauth

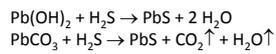
Bleiweiß

(Bleihydroxycarbonat, basisches Bleicarbonat, $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$)

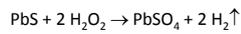
Säureempfindlich, in Ölfarben gut vor Verwitterung geschützt
fallweise auf Naturstein
In Kalk und Wasserglas nicht beständig (nicht alkalifest)
Grundsätzlich seit 1989 EU-weit verboten, Ausnahme für Restaurierungen



1. Verschwärzungsreaktion:



Redoxreaktion:



Da PbSO_4 farblos (weiß) ist, wird das ursprüngliche optische Erscheinungsbild von Bleiweiß wieder hergestellt.

Welcher Anstrich ist der richtige?????

- 3 Prinzipien:
- 1.) nach außen hin diffusionsoffener werden
 - 2.) nach außen hin weicher werden
 - 3.) im System bleiben

Auswahl sollte sich nicht nach der Widerstandsfähigkeit gegen Umwelteinflüsse bzw. der Dauerhaftigkeit orientieren.

Geeignet ist eine Farbe, wenn sie dazu beiträgt, ihr Trägermaterial zu erhalten („Nachhaltigkeit“)

ästhetische Wirkung

langfristige Pflegefähigkeit

langfristig kostengünstige Pflegekostenbilanz

organische BM-zusätze nur in begründeten Fällen anwenden

organischer Anteil jedenfalls $\leq 5\%$ / Trockenfarbe, bzw. $2,5\%$ / Naßfarbe

Nicht maximale Erneuerung sondern minimaler Eingriff zur Bewahrung!

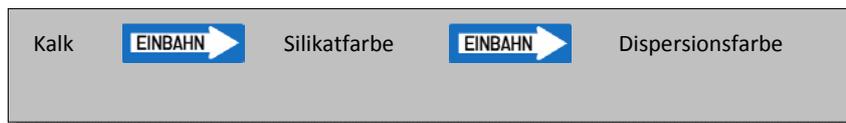
Welcher Anstrich ist der richtige?????

Wirtschaftlichkeit Kalk – Silikat

Kalk: billiges Material, teure Arbeitszeit (3-fach mit Zwischenfeuchten)
Preisanteil des Materials bei Kalk: 0,01%

Silikat: billige Arbeitszeit, „teures“ Material

Faustregel: je größer der Zementanteil im Putz ist, umso mehr kann der Silikatfarbe der Vorzug gegeben werden.



GRUNDSATZ:

„IM SYSTEM BLEIBEN“

Hydrophobierungen

- Substanzen: Silane, Siloxane, Silikonharze (=siliziumorganische Verbindungen)
- wirken wasserabweisend (=hydrophob)
- reagieren chemisch mit mineralischen Baustoffen zu festen Verbindungen
- verfärben den Baustoff nicht
- gute UV- und Witterungsbeständigkeit
- reduzieren die Wasseraufnahme
- vermindern die Wasserdampfdurchlässigkeit nur geringfügig (5-10%)
- Kontroverse: Auswirkung auf Oberflächenschmutz (*Problem häufig in Verb. mit WDVS- Fassaden*)



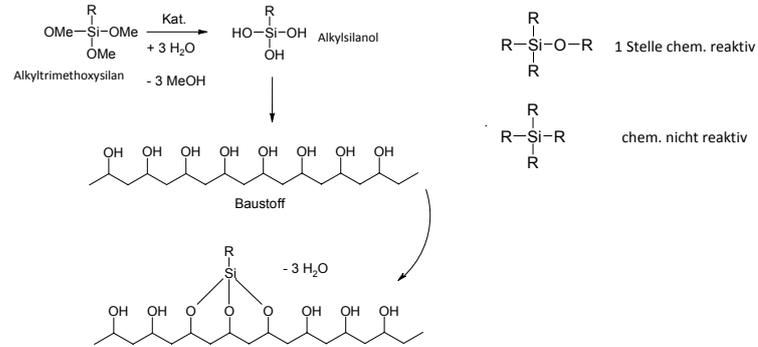


Hydrophobierung: Wirkungsweise

Monomolekulare Form der Polysiloxane bzw. Siloxane
Haben daher gutes Eindringvermögen in einen Baustoff.

Mehrere Silane reagieren zu einem Siloxan

Mehrere Siloxane reagieren zu einem Polysiloxan (Silikonharz)



funktionelle Organosilane als Haftvermittler zwischen mineralischen Materialien (Stein) und Kunststoffen

Größte Probleme:

- Hinterwanderung von Feuchtigkeit und daraus resultierende Folgeschäden
- Geringe Eindringtiefen
- Irreversible Maßnahme
- Frage der weiteren Pflege ist nicht gelöst

Vorher abklären:

- Intakte Wasserführung am Bauwerk
- Aufsteigende Feuchte?
- Fugennetz intakt?
- Hohlräume/Risse?
- Innenseitiges Tauwasser?
- Materialzusammensetzung (saugend/nicht saugend)
- Wasseraufnahmeverhalten
- Bauteilgeometrie
- Exposition
- Salzbelastung
- Klima, Mikroklima
- Restauriergeschichte
- Erhaltungszustand





Stiftskirche Eisgarn, NÖ, März 2009

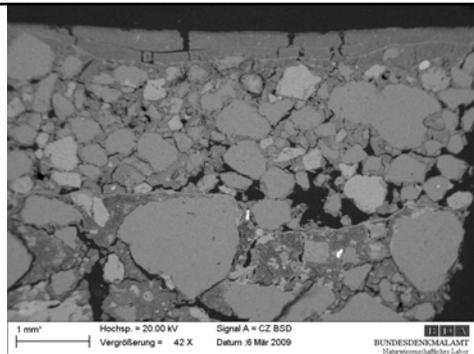
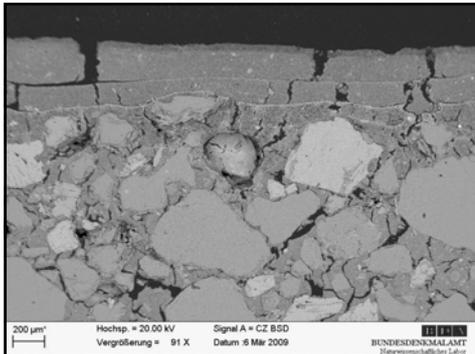
Neue Verputzung mit Kalkputz und Kalkfärbelung

und

anschließender Hydrophobierung

vor ca. 10 Jahren

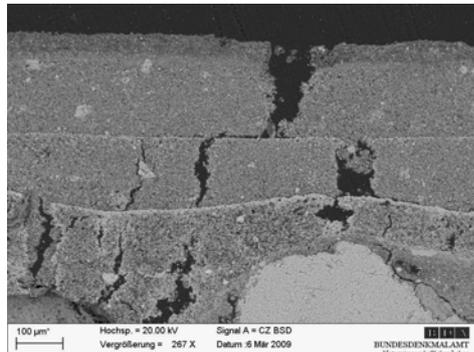
⇒ Schadensbild: Putz fällt in ca. 2 cm dicken Schollen ab



Rasterelektronenmikroskop

Stiftskirche Eisgarn, NÖ, März 2009

Verhärtung der oberen Putz- und Anstrichlagen infolge einer Hydrophobierung.



Hydrophobierung von Stein

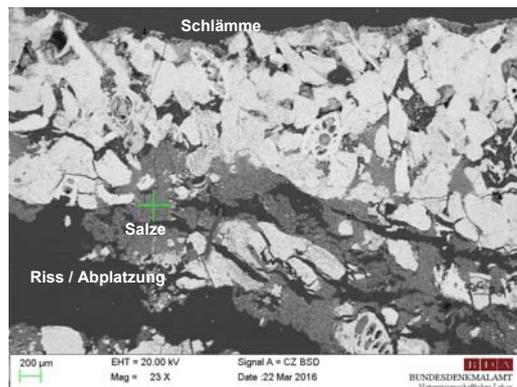


Neunkirchen, NÖ, November 2016

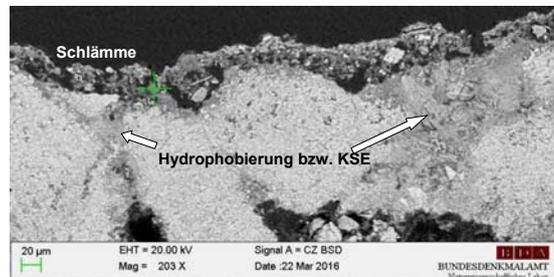
Kalkstein, 1985 hydrophobiert und geschlämmt



Hydrophobierung von Stein



Hydrophobierung von Stein



Farbanalysen

- Farbe lässt sich biegen: → Kunstharzfarbe
- Feuerzeugprobe: Farbe wird schwarz beim Anzünden: → Kunstharzfarbe
- Geruchsprobe in Eprovette (karzinogen): für Polystyrolacrylat
- Farbe löst sich mit Aceton/Wattestäbchen: → Kunstharzfarbe
- Qualitative Identifikation des Kunstharzes: FTIR-Analyse (BDA-Labor)
- Bestimmung des Glühverlustes (% Kunstharzanteil/Trockenfarbe)

Akkreditierte Prüfstellen:

*MA 39, Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien
Rinnböckstraße 15, 1110 Wien*

*ofi Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik
Franz-Grill-Straße 5, Arsenal Objekt 213, 1030 Wien*

*Technische Versuchs- und Forschungsanstalt GmbH der Technischen Universität Wien
Gulßhausstraße 25a, A-1040 Wien*



