

Kalk in Wien – Lehren aus der Denkmalpflege für die Reparatur der Fassade von Altbauten

Ivo Hammer

Re:pair Festival, Volkskunde Museum Wien

Sonntag, 30. Oktober 2022, 13:30-14:30

Ökonomische Umwälzungen in Richtung kurzfristige Kalkulation und unbedachter Verbrauch von Ressourcen führten auch in der Bautechnik zu dramatischen Veränderungen hinsichtlich Materialien, Techniken und ästhetischen Präferenzen. Materialien werden im Labor ‚designed‘ und sind entsprechend teuer. Handwerkliche Qualifikation wird ersetzt durch die selektive ‚Intelligenz‘ der Baustofffirmen, die handwerkliche Tradition der Herstellung und der Reparatur geriet in Vergessenheit.

Die in der Denkmalpflege von Konservatoren-Restauratoren gewonnenen Kenntnisse sind nicht für die Konservierung von Denkmälern, sondern generell auch für Erhaltung und Reparatur von Altbauten nutzbar. Auch in Wien begann man vor 40 Jahren an einzelnen Objekten wieder mit nachhaltiger Pflege mit Kalk.

Fassade Materialien



Wien 1, Singerstrasse 18, um 1720, Kalkfassade (1986), Sockel später mit Dispersionsfarbe gestrichen. Foto: 2020

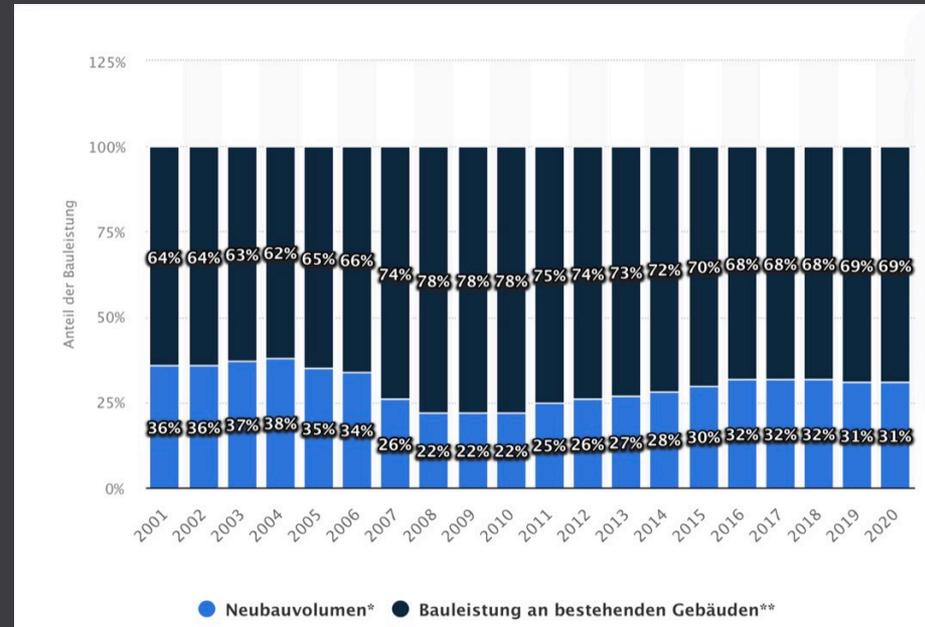


Wien 1, Michaelerplatz: Michaelerkirche, 13.-18. Jh.; Kleines Michaelerhaus, um 1750, 1848; Hofburg, Michaelertrakt, 1889-93; Michaelerhaus von Adolf Loos, 1910.

Reparatur und Adaption von Altbauten **2 Drittel** der Bautätigkeit



Wien 1, Herrengasse



Denkmale historischer Technologie

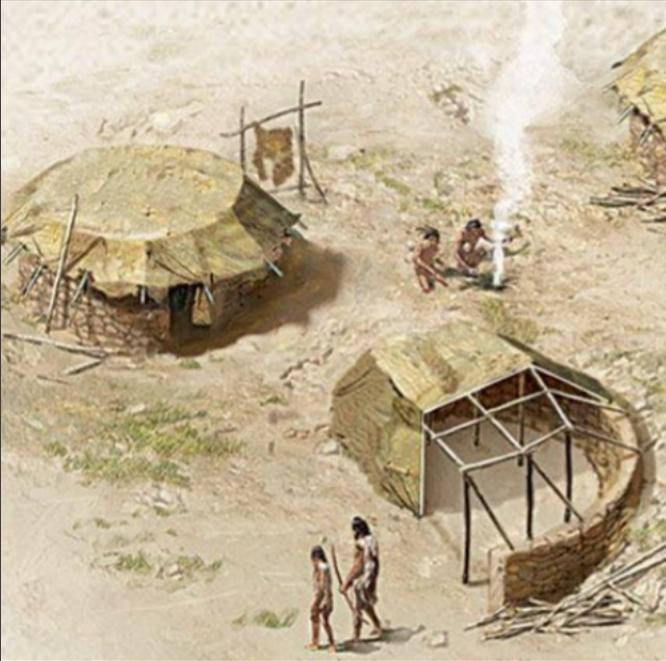


Wien 1, Singerstraße 18, Fassade ca. 1720. Reparatur mit traditioneller Kalktechnik 1986. Die erste mit Kalk reparierte Fassade in Wien, nachdem die traditionelle Kalktechnik zugunsten von Kunstharzfarben 15 Jahre auch in der Denkmalpflege nicht mehr angewandt wurde, Foto: Ivo Hammer, Mai 2020



Brünn, Haus Tugendhat 1930, Fassade mit dünnem Kalkanstrich 2011. Foto: Jong Song Kim

Kalkmörtel im „Fruchtbaren Halbmond“ seit dem Paläolithikum



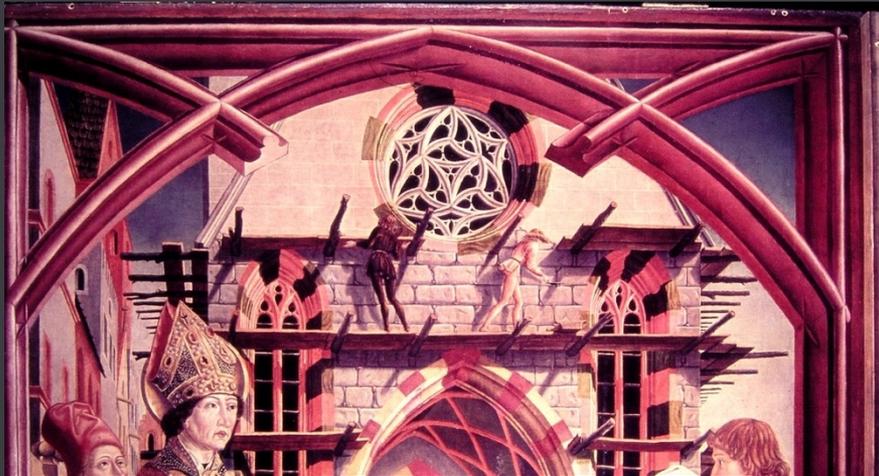
Ain Malaha, (heutiges Nord-Israel), Natufien, 11000 v. u. Z.,
Bruchsteinmauern, Gefäße unter Verwendung von gebranntem Kalk,
Kalk-Estriche?



Göbekli Tepe (heutige Türkei, in der Nähe von Urfa, dort, wo heute Krieg
geführt wird), Tempel um 12000 - 6000 v. u. Z., Estriche aus poliertem
Kalkmörtel



Krems, Passauer Hof, Turm, originale Putzoberfläche um 1300, Reparatur 15. Jh.

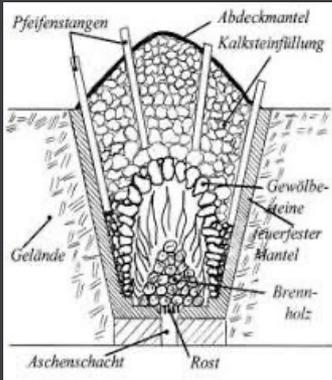
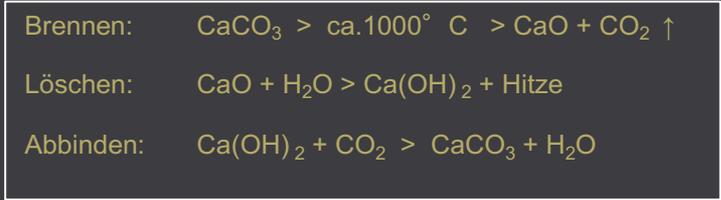
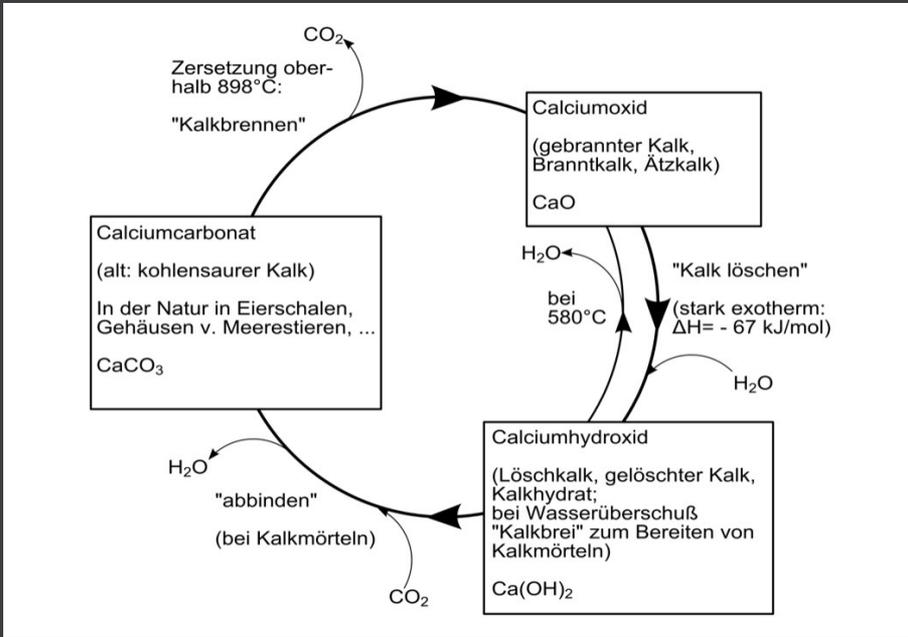


St. Wolfgang, Pacheraltar, 1481, Detail: Netzriegelgerüst



Melk, Stiftskirche, Fassade von Jakob Prandtauer, 1702-1726, Zustand 1977

Kalkkreislauf



Schema eines historischen Kalk-Brennofens

„Kaltes Herz“, Nicht ganz bis ins Innere erhitzter Branntkalk. Dieser Teil ist nicht löschar

Historischer Kalkofen in Val Caltgera, Tujetsch
<https://www.historia-tujetsch.ch/images/galerien/tujetsch/Kalkbrennen.pdf>

Resilienz von Kalkmörtel: „Kalkspatzen“ als Kalkdepot



Historische, bis heute in manchen Ländern geübte Form des „Trockenlöschens“: Der Löschkalk (CaO) mit Sand aufgeschichtet und dann mit dem Sand gelöscht.



Dürnstein, Burg, Kapelle, Nordwand außen, 13. Jh., verdichtete Fugen, geglätteter Putz möglicherweise ursprünglich, oder 14. Jh.?

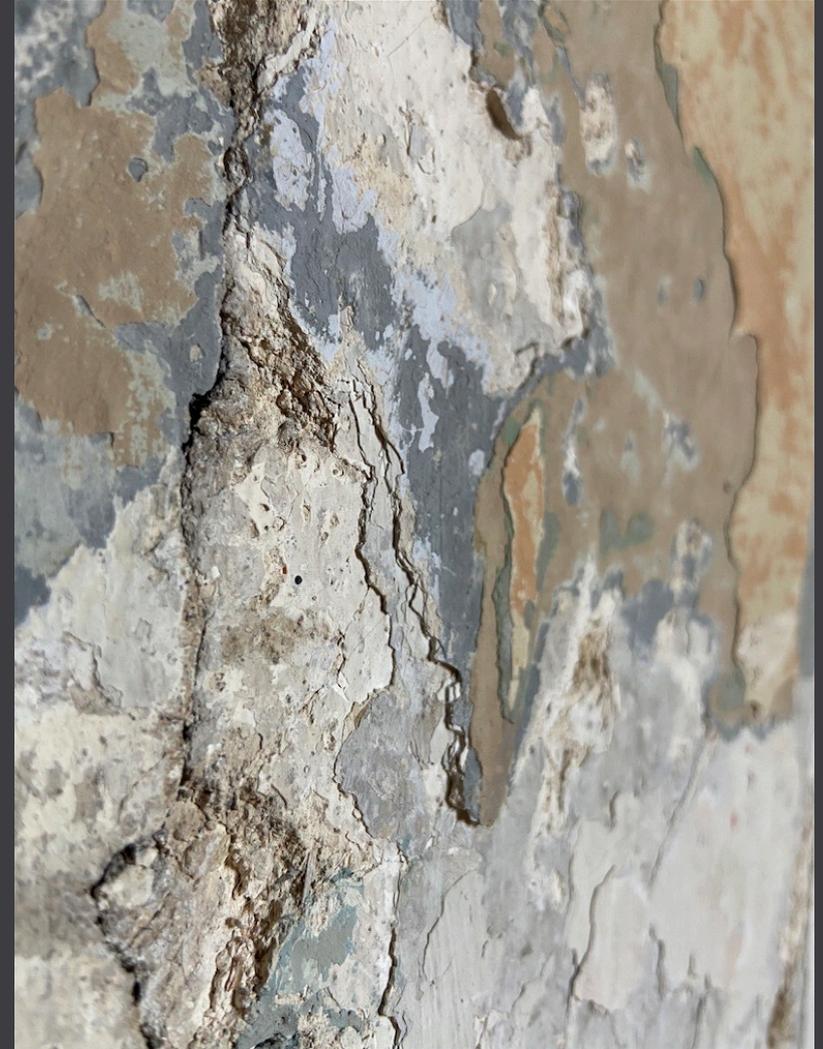


Detail des Putzes: Kalkspatzen, Ziegelsplitt, ungewaschener Sand; „trocken“, d. h. mit dem Sand gelöschter Kalk. Diese Putze haben häufig ein Mischungsverhältnis von Kalk und Sand von 1:1,5 - 2

Tradition der periodischen Pflege mit Kalkfarbe



Johannes Vermeer, Die kleine Straße in Delft, 1650/60) Amsterdam, RM



Weimer, Jakobskirche (Goethes Hochzeitskirche), geweiht 1721, Turmkammer, Schichtenpaket. Foto: 2020

REPARATUR:

- TECHNISCHE PFLEGE (GEBRAUCHSWERT)
- ÄSTETISCHE ERNEUERUNG (SCHÖNHEIT, TAUSCHWERT)



Grades, Kärnten, Filialkirche, 15. Jh., nach



Grades, Kärnten, Filialkirche, 15. Jh. Technologie und Ökonomie (Ressourcenschonung: Holz, Putz): Wiederverwendung der Netzriegellöcher)



St. Wolfgang, Pacheraltar, 1481, Detail: Netzriegelgerüst

Historische Tradition der Reparatur



Wien 1, Singerstraße 18, Fassade ca. 1720. Reparatur mit traditioneller Kalktechnik 1986. Die erste mit Kalk reparierte Fassade in Wien, nachdem die traditionelle Kalktechnik zugunsten von Kunstharzfarben 15 Jahre auch in der Denkmalpflege nicht mehr angewandt wurde, Foto: Ivo Hammer, Mai 2020



Detail mit Freilegungsprobe.

Verlust der traditionellen Handwerkstradition in den 60er Jahren des 20. Jh.



Traditionelle Kalkfassade, Rekonstruktion der durch die Nazi-Armee zerstörten Städte, 60er Jahre 20. Jh. (Die bewundernswerte polinische Handwerkstradition) Olsztyn / Allenstein.



Moderne grelle Farben, die Kunstharz und Titanweiß enthalten. Warszawa /Warschau 2010, Academy of Fine Arts, Rektorat , Photo: 2010

Film-bildende moderne Farbmaterialien



Klagenfurt, ca. 1980: Die Südfassade ist durch thermische Dilatation stärker beschädigt als die Westfassade (Scherspannung)



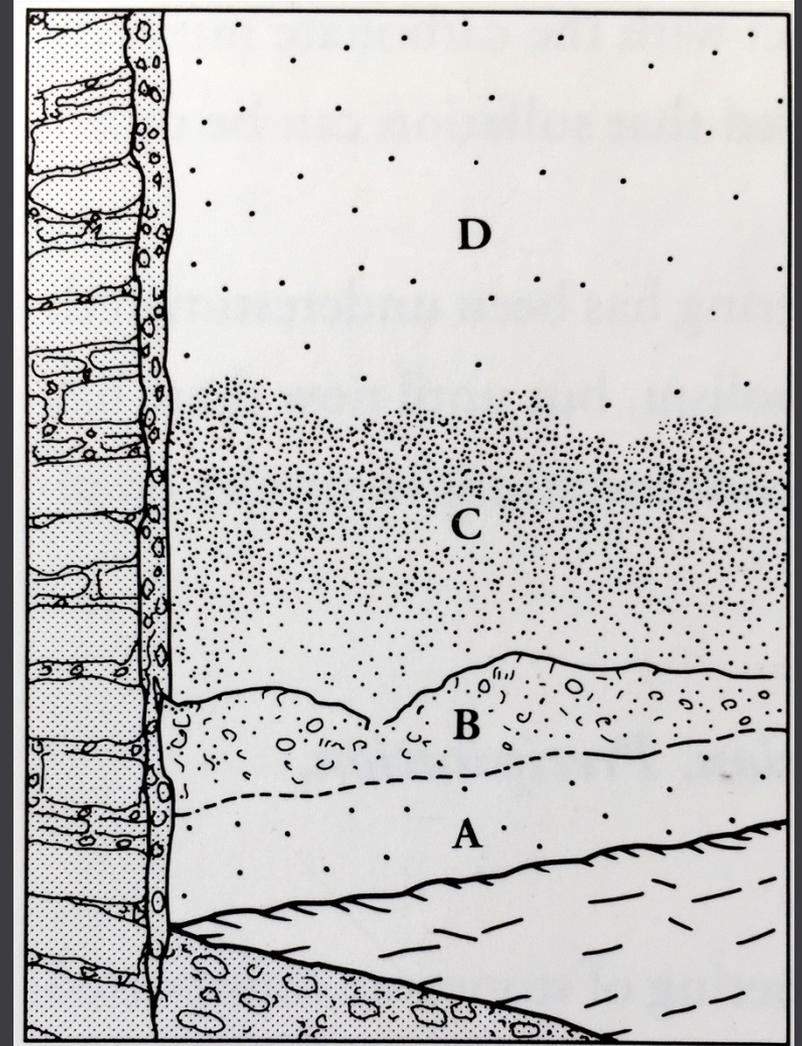
Wien, Schottenkirche, ca. 1980: die Fassade des 17. Jhs., 1892 umgestaltet, wurde in den siebziger Jahren des 20. Jhs. mit zu hartem Kalk-Zementputz und einer Dispersionsfarbe erneuert und zeigt entsprechend Risse. Durch eine undichte Dachrinne sind Salze an der Oberfläche konzentriert. Die Salze beschädigen die Oberfläche des Putzes und führen zu Adhäsionsmängeln des Anstrichs.

Warum sind historische Kalkfassaden erhalten geblieben?
Verwitterungsbedingungen

„Aufsteigende“ Feuchtigkeit



Venedig steht im Salzwasser. Gleichgewicht von Kapillarer Infiltration und Trocknungsgeschwindigkeit. Verdunstungsgrenze in ca. 50 cm Höhe



Thermische Kondensation



Landschloss Parz bei Grieskirchen / OÖ, Wandmalerei um 1580, nach Restaurierung 1987

Tab.1: Maxima (MAX), Minima (MIN) und maximale Tagesschwankungen der Temperatur (AMP), Frostwechseltage (FWT) und Eistage (ET) an und vor der Fassade für die verschiedenen Jahreszeiten.

	FASSADE					UMGEBUNG				
	MAX	MIN	AMP	FWT	ET	MAX	MIN	AMP	FWT	ET
SOMMER	40.2	7.5	25.0	0	0	32.7	5.9	18.7	0	0
HERBST	38.0	-7.3	25.0	7	7	25.1	-8.6	16.0	7	13
WINTER	28.6	-8.9	26.1	40	0	13.6	-10.5	13.5	36	15
FRÜHLING	33.5	-1.6	26.7	5	0	22.7	-1.3	16.7	14	0

Tab.2: Benetzungsereignisse an der Fassadenoberfläche in Parz für die verschiedenen Jahreszeiten. NS= Niederschlag

	SOMMER	HERBST	WINTER	FRÜHLING
Tage mit Benetzung	56	40	60	50
Stunden mit Benetzung	378	242	643	318
Benetzungsereignisse	54	37	75	48
Benetzungsereignisse mit NS	29	28	49	39
Benetzungsereignisse ohne NS	25	9	26	9



Forschungsprojekt EUROCARE 992 MURALPAINT, Manfred Bogner: Bauphysikalische Messungen 1993-1994

Hygroskopie (Wasseranziehung durch Salze)

Gleichgewichtsfeuchtigkeit der Salzmischungen (RLF und Temperatur): oft ca. 65 – 70 % RLF



bauphysikalische Daten: (orientierend)

Klima (Temperatur, Relative Luftfeuchtigkeit RLF, Windrichtung, Sonneneinstrahlung, Feuchtigkeit (Infiltration, thermische Kondensation, Hygroskopizität), elektrische Leitfähigkeit der Oberfläche, Kapazitätsmessung hinsichtlich der Mauerfeuchtigkeit, Heizung, Nutzung, etc. Diese Daten können, soweit erforderlich, für einen ersten Überblick von Konservatoren-Restauratoren erhoben werden.

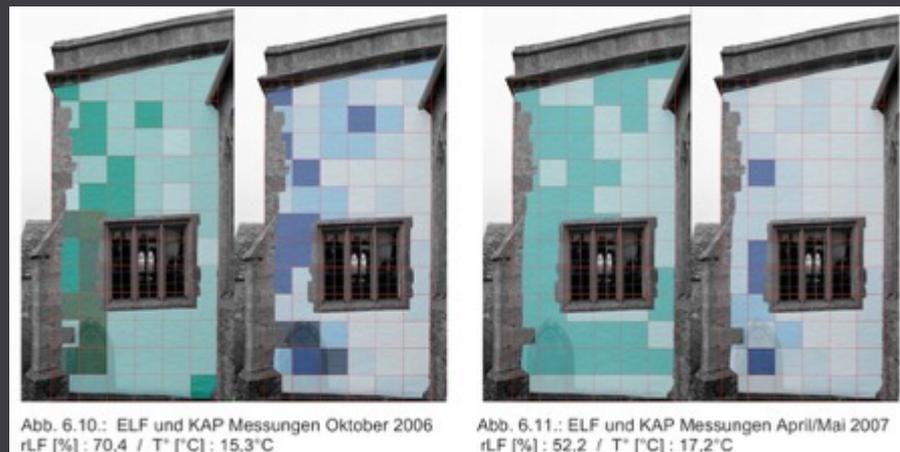
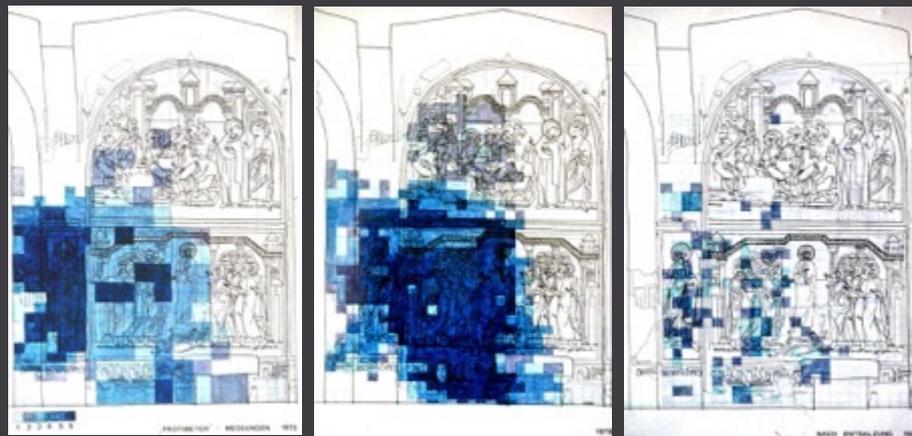
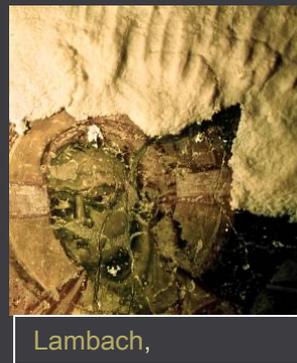


Abb. 6.10.: ELF und KAP Messungen Oktober 2006
rLF [%] : 70,4 / T° [°C] : 15,3°C

Abb. 6.11.: ELF und KAP Messungen April/Mai 2007
rLF [%] : 52,2 / T° [°C] : 17,2°C

Inglesham, St. John the Baptist, 13-16 Jh., EF und KAP Messungen 2006, 2007, HAWK /Teeken



Lambach,

Lambach, Stiftskirche, ehem. Läuhaus, Wandmalerei um 1080, Periodische Messung der elektrischen Leitfähigkeit der Oberfläche: (li.) 1972 (M. Koller): Infiltration von mit Salzen belastetem Wasser links vom Pfeiler; (Mitte) 1979: Drei Jahre nach Entfernung der Infiltrationsquelle haben sich die Salze durch hygroskopische Feuchtigkeit beträchtlich ausgebreitet und Schäden verursacht; (re.) 1981: Nach 4 Salzverminderungskompressen (li. unten, 1980) ist die Salzkonzentration soweit reduziert, daß bei periodischer Pflege keine Schäden mehr auftreten. BDA / Hammer

Unterscheidung von infiltrierender Feuchtigkeit (Boden, undichte Leitungen, undichtes Dach) und / oder Oberflächen-Feuchtigkeit (thermische Kondensation und / oder hygroskopische Feuchtigkeit)

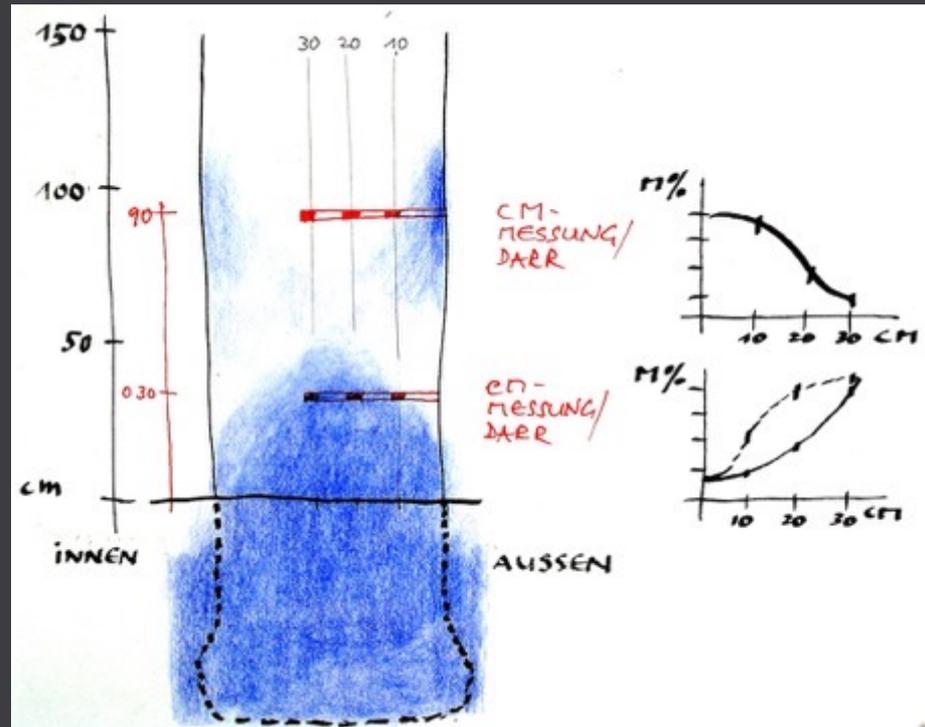


MESSGERÄT

bauphysikalische Daten: (orientierend)

Klima (Temperatur, Relative Luftfeuchtigkeit RLF, Windrichtung, Sonneneinstrahlung, Feuchtigkeit (Infiltration, thermische Kondensation, Hygroskopizität), elektrische Leitfähigkeit der Oberfläche, Kapazitätsmessung hinsichtlich der Mauerfeuchtigkeit, Heizung, Nutzung, etc.

Diese Daten können, soweit erforderlich, für einen ersten Überblick von Konservatoren-Restauratoren erhoben werden.

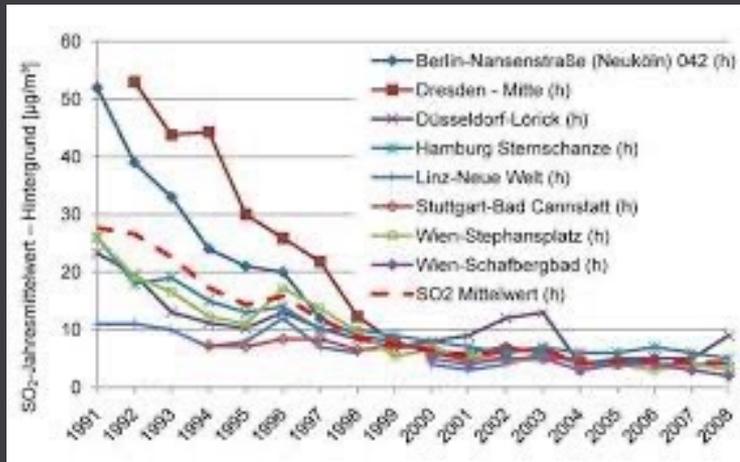


Calcium Carbide Messung

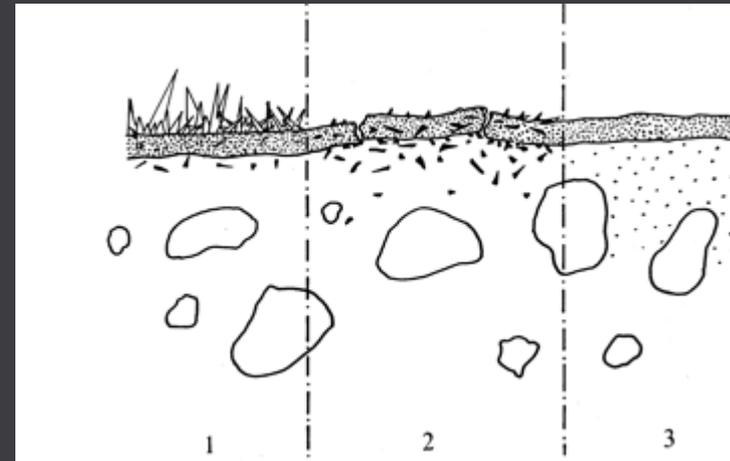
Ort / Objekt		Konservator						
Place, object		Kalk - Messung (Carbide-messung) - Bohr. Mauerfeuchte						
		Restaurator / Ausführender		Bohrmaschine / Bohrer: Ø		Datum:		
		performer		drill		date		
St. / Pos. no.	Messpunkte - Bohrlokalisierung, Tiefe mm.	Tiefenmeter	Bodenart / Bohrer	Bohrlochtiefe / cm / Bohrtiefe - mm	Wasserdruck / kg/cm ²	Wasserdruck / kg/cm ²	Bohrerart / Material nach Art. / Farbe	
Pos. no.	Localisation drill hole	Data	Condition, Max. Damage 4 phenomena steps	Depth Gr. drill hole from-to	Sample	% moist pressure	Kind of cuttings, colour	

Formblatt für die CM-MESSUNG

Luftverschmutzung: SO_x („Saurer Regen“)

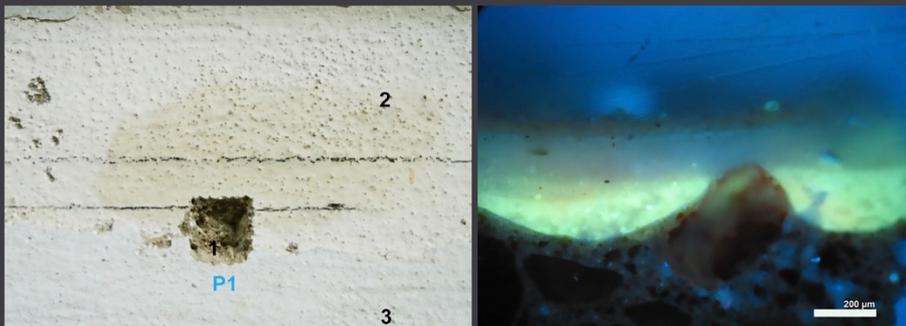


Rückgang der SO₂-Immissionen in den letzten 20 Jahren



1: Kristallisation löslicher Salze an der Oberfläche.

2: Kristallisation von Gips in der Nähe der Oberfläche (nach Mauro Matteini, 1991)



Brno, Haus Tugendhat, 1930, Vergipsung der Putzoberfläche, Untersuchung 2004 (HAWK/Hitzler)

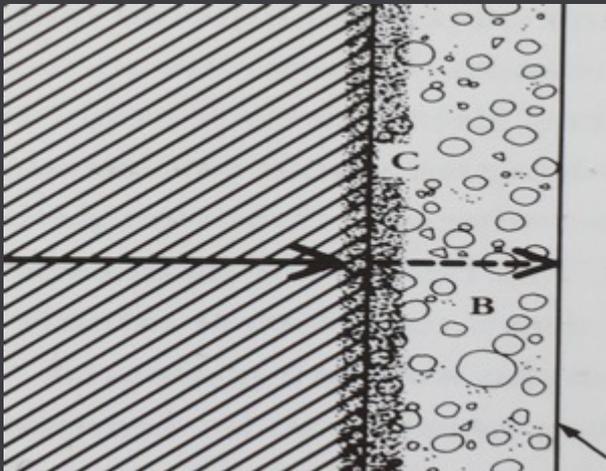
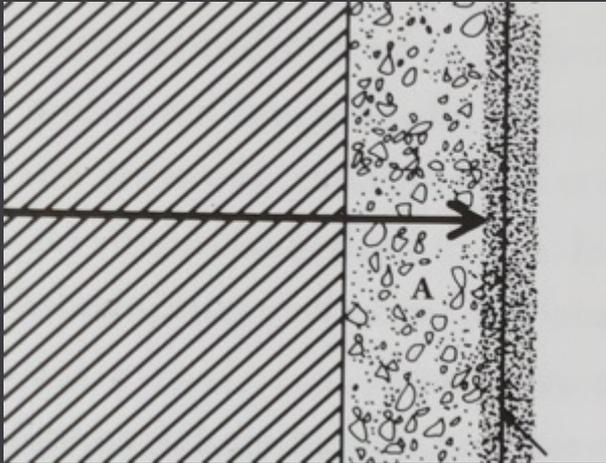


Krams, Ursulakapelle, 1991, Reinigungsprobe mit Ammoniumcarbonat



Weissenkirchen, Pfarrkirche, Hauptturm, Putz 1502, Zustand 1989: Vergipsung, Schäden an beschädigtem Gesims

Ort der Salzkristallisation, Trocknungsgeschwindigkeit
1l H₂O in flüssiger Form entspricht 1 Kubikmeter Wasserdampf



Salzwedel, Sachsen-Anhalt, Marienkirche (Hansekirche), 2. H. 14. Jh., südliches Seitenschiff, nach der Restaurierung 2007, Detail: Durch die hydrophile Porosität der Kalktünche können lösliche Salze an der Oberfläche ausblühen, ohne (zunächst) Schaden anzurichten (solange die Oberfläche nicht verkrustet ist). Diese Kristalle kann man abkehren.

Herrschende Zerstörerische Praxis:

Nicht kompatible Materialien

Ungeeignete Normen (Druck der Baustofffirmen)

Mangelndes Bewusstsein von der Bedeutung der Oberfläche als integraler Bestandteil von Architektur

Ästhetische Normen, die an der Warenästhetik, am Neuheitswert orientiert sind, nicht am Gebrauchswert

Mangelnde Ausbildung von Architekten und Kunsthistorikern

Mangelnde Regelausbildung von Handwerkern (Berufsschulen, HTL etc.)

Teilung von Kunst-Konservierung und -Restaurierung und Architektur-Restaurierung im Bundesdenkmalamt

Zement



Maria Straßengel, Wallfahrtskirche Mi. 14. Jh., Putzreparatur in den Dreissiger Jahren (1934?) mit Zementputz

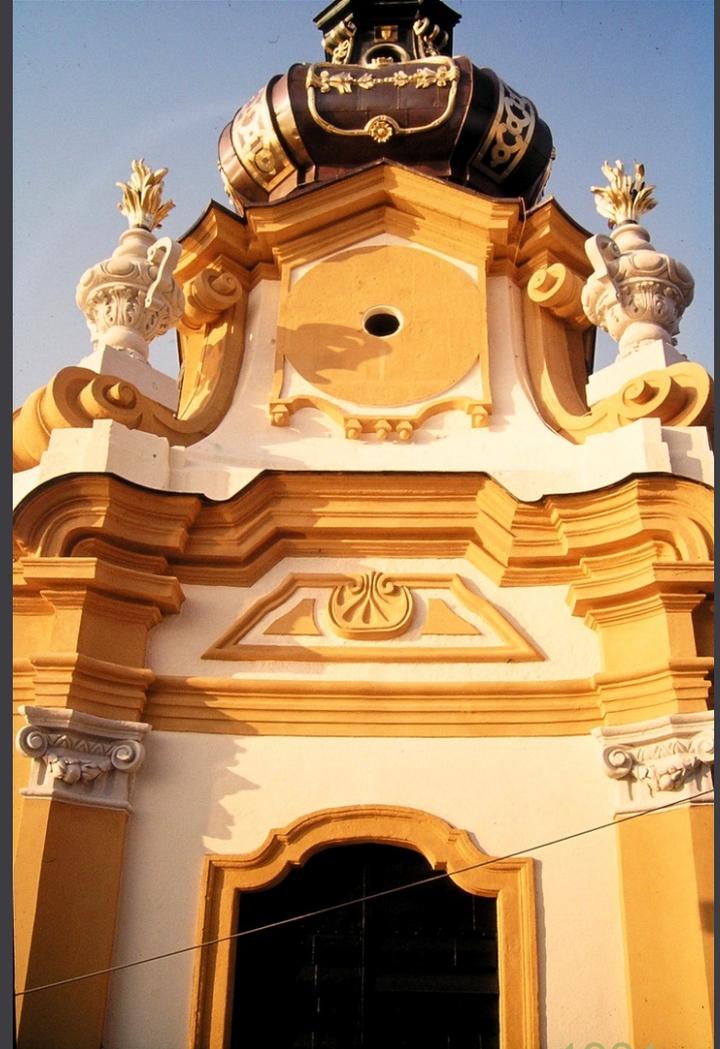


Feste Hohensalzburg, Verputz 16. Jh. repariert mit Zementmörtel (Dreissiger Jahre 20. Jh.)

Aktuelle Situation: Authentizität vernichtet

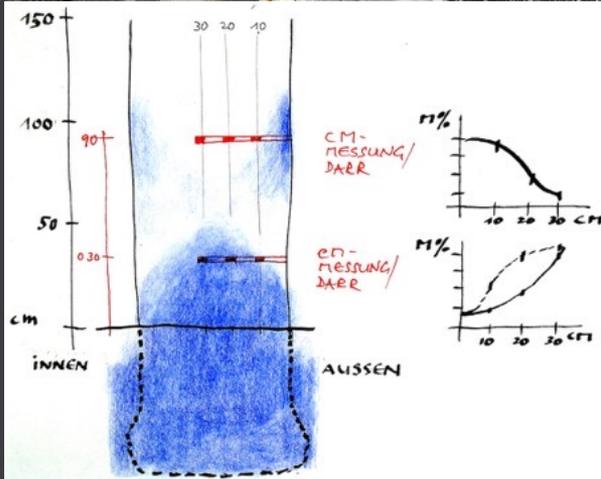


Melk, Stiftskirche, Fassade von Jakob Prandtauer, 1702-1726,
Zustand 1977



Melk, Stiftskirche, Südturm. Der Putz der Nullfläche wurde ca. 1981 erneuert und mit einer Kunstharz enthaltenden Kaliwasserglasfarbe gestrichen mit dem Arguemnt, dass man sonst für die Haltbarkeit der Fassade nicht garantieren könne.. Der Farbbefund war gelb. Die rötliche Farbe entsprach der Vorliebe de Abtes.

Sinnlose und zerstörerische „Sanierung“



„Zementvorspritzer“ (nach Norm, hier aber noch dichter)

„Trockenlegung“ durch Horizontalisierung (Keller wird feuchter, Krocknungsblockade); Kosten!

Folge eines filmbildenden Anstrichs:

Zerstörung des Originalen Putzes durch Salzkristallisation hinter der Oberfläche. Die Filmbildende Farbe fällt gemeinsam mit dem originalen Putz ab.



Dessau, Meisterhaus Klee-Kandinsky, 1926, filmbildende Fassadenfärbelung von 1994 auf dem Originalputz

Konservierungswissenschaftliche Untersuchung

ausgeführt durch KonservatorInnen-RestauratorInnen: mit interdisziplinärer Kooperation: Material / Technik, Zustand



Kartierung des Umfangs der Erhaltung des originalen Fassadenputzes
Brno, Tugendhat House 1930, HAWK 2004

1 Zustand: Umfang der Erhaltung, gut erhaltene Teile, Schadensphänomene

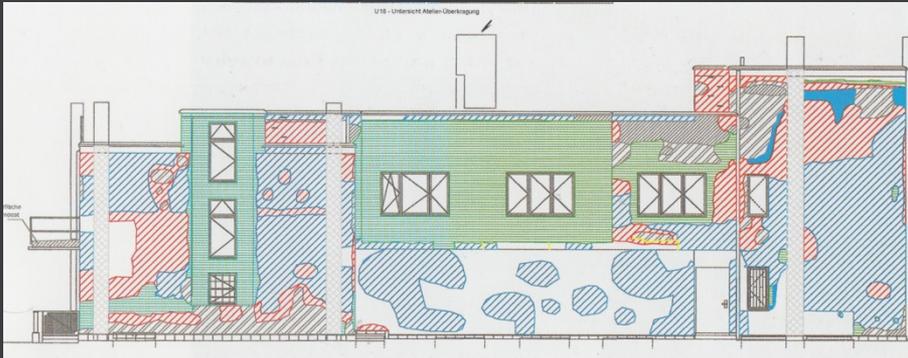
(Verwitterung):

Hohlstellen, Risse, Fehlstellen, Festigkeit und Haftung, Ausblühung von Salzen, Farbveränderungen, Mikroorganismen, etc.; Verteilung und Intensität der Schäden

ursprüngliche Oberfläche

spätere (gewollte, historisch signifikante) Veränderungen: Bauphasen

(Gestaltung) - Reparatur (Schichten)



Dessau, Meisterhaus Muche-Schlemmer, 1926, Kartierung der Verputzschäden durch Konservator-Restaurator Peter Schöne, 12/2000



Leiben / Niederösterreich, 17th Jh., Innenhof, Ostfassade, Bundesdenkmalamt / Tinzl 1996. Kartierung der Schadensphänomene, in 4 Kategorien klassifiziert, entsprechend der Art der Schadensphänomene und entsprechend dem zu erwartenden Arbeitsaufwand.

Konservierungswissenschaftliche Untersuchung
Maßnahmenvorschläge: WER macht WAS?

KonservatorIn-Restauratorin

Z.B.

FIXIERUNG, KONSOLIDIERUNG (FESTIGUNG)

SALZVERMINDERUNG, GIPSUMWANDLUNG

KONFEKTIONIERUNG ERGÄNZUNGSMÖRTEL

KONFEKTIONIERUNG KALKTÜNCHEN

SUPERVISION HANDWERK

MONITORING

Handwerker

Z. B.

REINIGUNG (SANDSTRAHL, DAMPFSTRAHL,
NADELHAMMER)

VERPUTZKOMPRESSE

VERPUTZERGÄNZUNG

TÜNCHEN

K-R: Konsolidierung (Festigung)

Nanokalk, „Fluat“



Li: Eindringverhalten Sumpfkalk mit Wasser (nicht dispergiert)
Mi: Eindringverhalten Sumpfkalk in 1-Propanol (nicht dispergiert)
Re: Mit dem Handmixer in 1-Propanol dispergierter Kalk
Phenolphthalein-Test
HAWK/Benno Vogler 2005



Kalk, dispergiert mit 1-propanol (oder Iso-Propanol) und pigmentiert mit Sandaufschlämmung



FLUAT:

Hexa-Fluor-Silikat (KEIM Technik), Behandlung der Oberfläche mit Ätzflüssigkeit

Dieser Arbeitsschritt, den ich 1981 in die Kalktechnik eingeführt habe, hat folgende Effekte:

- Öffnung bzw. Erhöhung der Porosität der Oberfläche, d.h. Beseitigung des trennenden Effekts von Carbonatkrusten
- Desinfektion (Wachstumshemmung schadensrelevanter Mikroorganismen)
- Leichte konsolidierende Wirkung auf den Verputz
- Hydraulischer Effekt auf die folgende Tünche bzw. auf die Putzausbesserungen.

K-R: Fixierung



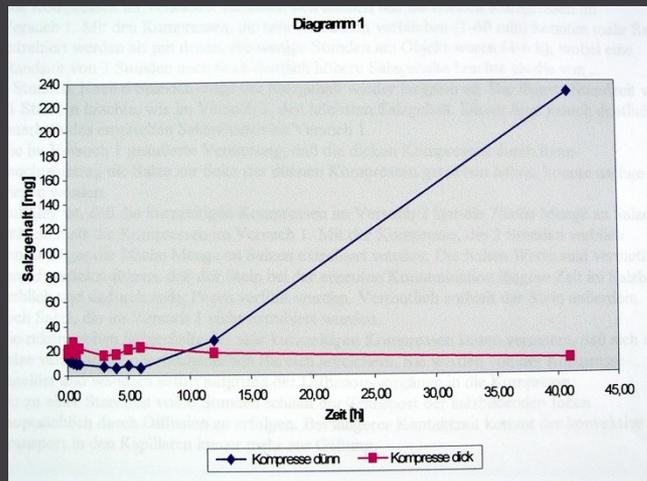
K-R und oder Handwerker: Salzverminderung



Forchtenstein 1993. Mit Kalkmörtel stabilisierte Zellstoffkomprese

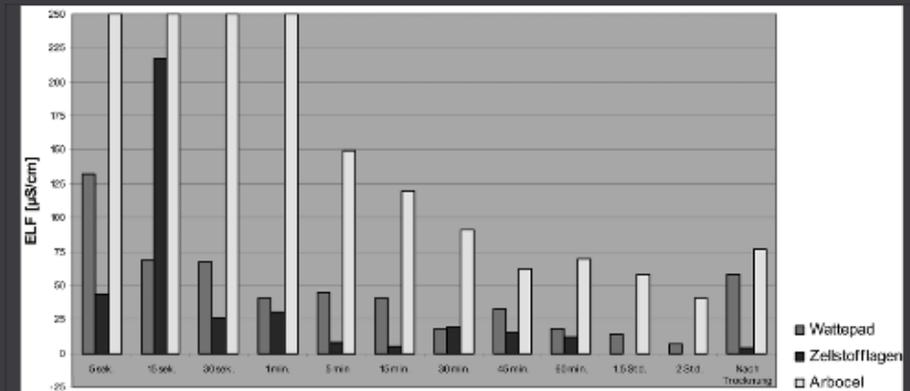


Dürnstein 1986. Verputzkomprese, mit Zellstoff stabilisierte Komprese, Zellstoffkomprese.



Alexandra Lieberum und Carola Schirlitz, Untersuchung der Salzverteilung an Oberflächen unterschiedlicher Porosität mittels Kompressen am Beispiel der Westwand von Joch 7 des Kreuzgangs von St. Michaelis in Hildesheim, Facharbeit zum Diplom, HAWK, FB K, Studienrichtung Wandmalerei/Architekturoberfläche (Prof. Dr. Ivo Hammer), Februar 2000

Ivo Hammer, Kalk in Wien. Reparatur der Fassade von Altbauten. Lehren aus der Denkmalpflege



Test zum Nachweis der Effizienz von Kurzzeitkompressen mit verschiedenen Kompressenmaterialien: Wattepad, Zellstofflagen, ARBOCEL mit Japanpapier. Der Salztransport ist in der ersten Minute am höchsten, die ARBOCEL Komprese zeigt die höchste Effizienz (Diagramm: HAWK/ Elodie Rossel 2007)

K-R und Handwerker: GIPSUMWANDLUNG / SALZVERMINDERUNG



Brno, Haus Tugendhat, Auftrag eine Ammoniumcarbonat-Kompresse mit der Traufel, 2011 (Fa. KODIAK, Michal Pech)



Ergebnis der Gipsumwandlung mit Ammoniumcarbonat 2004



Abnahme der Kompresse zur Gipsumwandlung, 2011

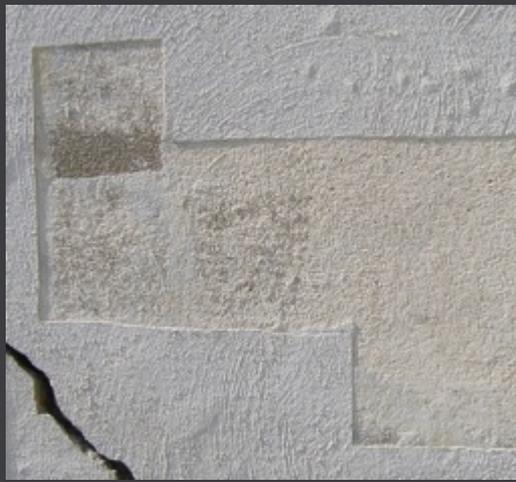


Ergebnis der Gipsumwandlung 2011

K-R und Handwerker: Entwicklung der Reinigungsmethode: mechanische Methoden



Nadelhammer



Schonender Sandstrahl (JOS-Verfahren)



Pneumatischer Mikromeißel („Hummel“)



Pneumatischer Mikromeißel („Biene“)



Industrieller Sandstrahl



Kryostrahl

K-R und Handwerker: Entwicklung der Reinigungsmethode: chemisch-physikalische Methoden



Dampfstrahl: Reinigung, Desinfektion, Salzverminderung



Kompressen: mit Wasser, mit Ammoniumcarbonat



Heißluft: Entfernung der Disprnsionsfarbe (ohne giftige Lösungsmittel)



Braunlage, Sanatorium Dr. Barner, 1912-14, Albin Müller, Probefelder
HAWK/Vogler, Wellner 2004

Mörtelkonfektionierung: Sand



Braunlage2004



Inglesham 2007



Mörtelkonfektionierung: Kalk, Sandaufschlämmung, Kalksplitter (kein industrielle hergestellter Trockenmörtel)



Pilotarbeit (Kooperation KonservatorInnen-RestauratorInnen und Handwerker)
 Kooperation Handwerker: Nass in Nass (Vorpatschokkieren und Verputzerganzung)



Salzburg, Feste Hohensalzburg, Reckturm, Putz 16. Jh., Pilotarbeit 1991



Weissenkirchen, Pfarrkirche, Hauptturm, Putz 1502, Reparatur 1991



Weissenkirchen, Pfarrkirche, Hauptturm,
 Putz 1502, Reparatur 1991



Forchtenstein, Esterhazy-Burg,
 Maurer, 1993



Weissenkirchen, Teisenhofer Hof (1522), Schule (16. Jh.), Pfarrkirche
 (14. Jh. und 1502), nach Restaurierung 1991

Kalkanstrich



Brno, Haus Tugendhat, traditionelle Pflege mit dünner Kalktünche, 2011



Brno, Haus Tugendhat, traditionelle Pflege mit dünner Kalktünche, 2011

HANDWERKERSCHULUNG

Wiedergewinnen von verlorenen Kenntnissen und Fähigkeiten



WIFI ÜBELBACH, ca. 1986 (in 16 Jahren 470 Maurer, Maler und Bauingenieure)



Hard bei Bregenz, Handwerkerschulung BDA, WKÖ, 1996

Kalkfassade nach 12 Jahren



Hard bei Bregenz, Mittelweiherburg, 16. Jh., Reparatur 1996, Foto: 2004



Hard bei Bregenz, Mittelweiherburg, 16. Jh., Reparatur 1996, Foto: 2004

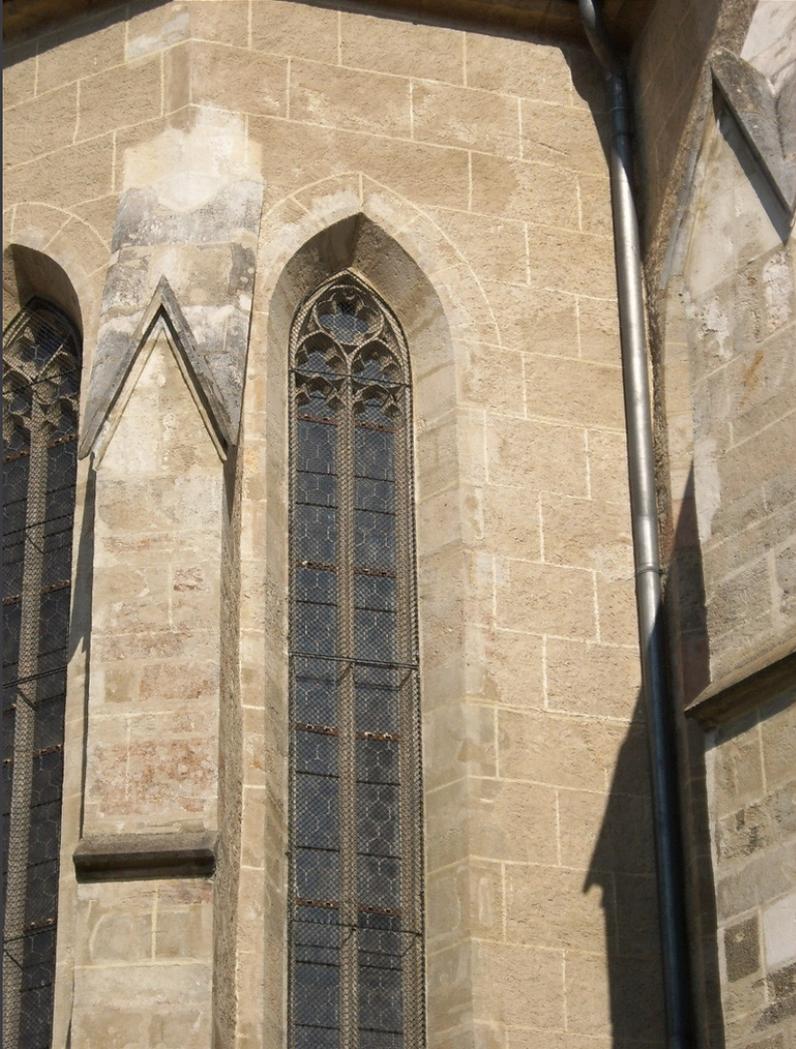
Denkmalpflege als paradigmatische Form des nachhaltigen Umgangs mit Altbauten



Wien 1, Singerstraße 18, Fassade ca. 1720. Reparatur mit traditioneller Kalktechnik 1986. Die erste mit Kalk reparierte Fassade in Wien, nachdem die traditionelle Kalktechnik zugunsten von Kunstharzfarben 15 Jahre auch in der Denkmalpflege nicht mehr angewandt wurde, Foto: Ivo Hammer, Mai 2020

- **intelligente Nutzung** (kulturelle Bedürfnisse, gegen Habsucht und Spekulation)
- effiziente **Pflege** und Werterhaltung, d. h. historische Tradition materialkompatibler periodischer Pflege
- **Ressourcenschonung**: Vermeidung von (langfristigem) Energieverlust: sanfte Adaption an neue Nutzungsbedürfnisse statt Neubau
- **Reparaturfähigkeit** von alten Bauten und Bauteilen aufgrund ihrer technologischen und ästhetischen Charakteristika sehen und nutzen
- Wiederverwendung von Materialien bei der Rekonstruktion und Adaption (**Recycling**). Altbauten ca. 95%, Neubauten ca. 4%
- **Trennfähigkeit** und unbedenkliche Deponierung von nicht mehr verwendbaren Materialien
- **Nachhaltigkeit**: Lebensdauer von Gebäuden und deren Oberflächen, wenn sie regelmäßig gepflegt und repariert werden, keine beschleunigte Alterung (Obsoleszenz) wie z. B. bei Wärmedämmung.

Putz-Konservierung und Restaurierung (Rekonstruktion, Reparatur)



Maria Straßengel, ursprünglicher Putz Mitte 14. Jh., Konservierungs-Reparatur mit Kalk 1981-84, Foto: ca 1990



Feldkirch-Levis, Magdalenenkirche, 14. Jh., Fassade. Putzrestaurierung mit Kaliwasserglas 1975 durch Kurt Scheel. Erste Putzkonservierung in Österreich!



Schwallenbach/Wachau, Fialkirche, ursprünglicher Putz 15. Jh., Konservierung – Reparatur 1985

Kooperation Konservator-Restaurator und Handwerker



Grades, Filialkirche, 15. Jh., vom Kirchenmaler Campidell (Walter und Werner) in traditioneller Kalktechnik restaurierte (reparierte) Fassade, 1986. Foto 1987?



Grades, Filialkirche, während Pilotarbeit K-R (BDA/ Hammer, Berzobohaty) 1986

Kalk in Wien 1986



Wien 1, Singerstraße 18, Fassade ca. 1720, Kalkglätte, Kalkstuck, Gliederungen Ocker, Nullfläche steinfarben weiß. Konservierungs-Reparatur in Kalktechnik 1986. Die Verwendung der Kalktechnik war in Wien nach 1972 14 Jahre unterbrochen.



Foto: Mai 2020

Kalk auf 1028 m Seehöhe



St. Lambrecht/Steiermark, Stiftskirche, Türme 13. Jh., erste Aufstockung 15. Jh., 2. Aufstockung (auf 60 m!) um 1650 (Domenico Sciassia), Pilotarbeit 1987, nach Konservierung-Reparatur, Foto ca. 1990



während der Pilotarbeit (Kirchenmaler Richard Leodolter+) 1987. Die Putzflächen wurden nach der Fertigstellung der Reparatur mit Kaliwasserglas besprüht („zur Sicherheit“)

Kalk auf 815 m



Fusch an der Großglocknerstraße, Pfarrkirche , Kirchturm 13. Jh.,
Dekoration in Kalkmalerei 18. Jh., Konservierung – Reparatur 1991



Detail: Rekonstruktion der Kalk-Freskomalerei

Wiedereinführung der in der Region verloren gegangenen Kalktechnik an kapitalen Objekten



Salzburg, Feste Hohensalzburg, Reckturm, Pilotarbeit 1991, Konservierungs-Reparatur 1992. Gesamtfläche der Fassade: 23 000 m²



Flurling, Tirol, Risgebäude, einzige als Bauwerk erhaltene Humanistenbibliothek in Europa, (Risliberey), um 1500, nach Konservierungs-Restaurierung 1993

Pilotarbeit – weitere Ausführung durch Handwerker



Schloss Leiben, Fassade 17. Jh., 1995: Die Gemeindearbeiter reparierten die Fassade nach der Methodik der Pilotarbeit.



Leiben / Niederösterreich, Schloss, 15.-19. Jh., Fassade 17. Jh., Turm: Pilotarbeit 1994



Filialkirche St. Klementen bei Kappel am Krappfeld, Kärnten, Karner, 2. H. 16. Jh., Fassadenrestaurierung (Ivo Hammer mit Studierenden der HAWK) 2008

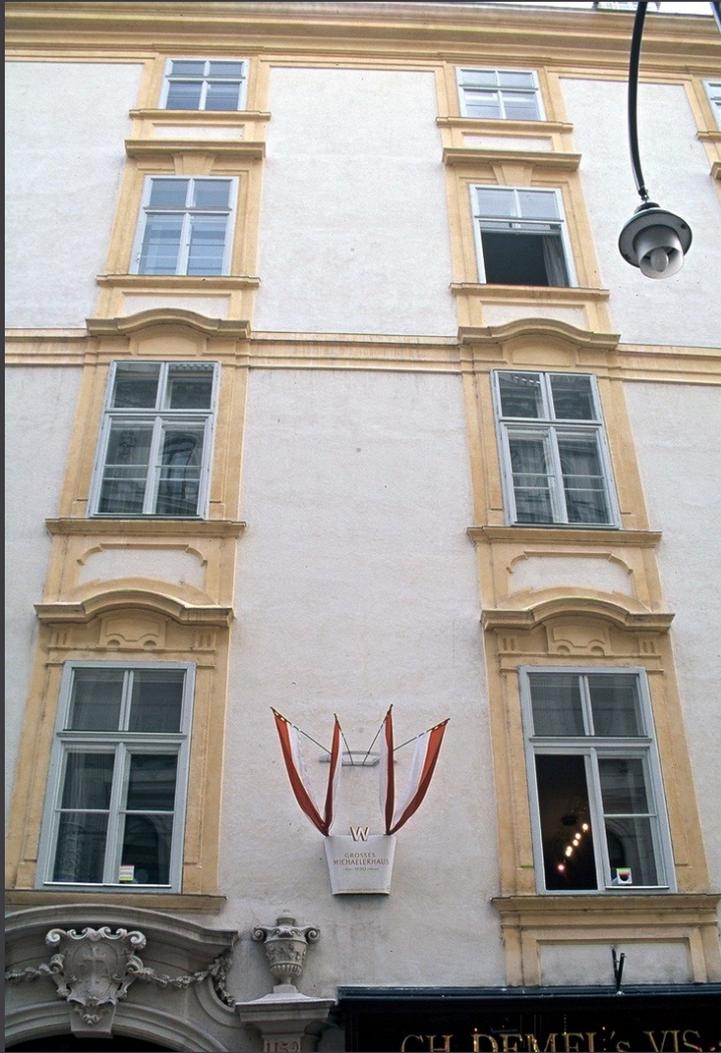


St. Klementen, Karner, Fassade, Detail, Vorzustand, 2008



Detail der rekonstruierten Quadermalerei 2.H. 16. Jh., 2008

Kalk in Wien und Linz



Wien, Kohlmarkt 11, Großes Michaelerhaus, 1724, Fassade 2.H. 18. Jh.,
Süddachse, 1993 Kalkfärbelung auf repariertem Putz



Linz, Hauptplatz, Hauptplatz, Kalkfreskofassaden auf erneuertem Putz;
1994 (Tinzi, Weissenbach)



Wien, Michaelerplatz, Großes Michaelerhaus (Kohlmarkt 11); Michaelerkirche, 13. Jh., Teils Haustein, teils Ziegel. Umgestaltung der Fassade 1792 von E. Koch. Untr geringen Resten des Putzes von 1792 zwei Lagen mittelalterlicher Putzschlämmen. Nach 1945 geriebener KZM Putz. Turm 1598. Portalvorbau Antonio Beduzzi. Engelssturz von Lorenzo Mattielli. Restaurierung 1992-2000, Kalk, österr. Trass 5%, Kalkfärbelung



Wien 1, Stallburg, um 1565, Fassaden 16. / A. 17. Jh., Reparatur in Kalktechnik (Christa Linsinger, Fa. Kallinger) 1992/93

Fassade, soziale Unterschiede

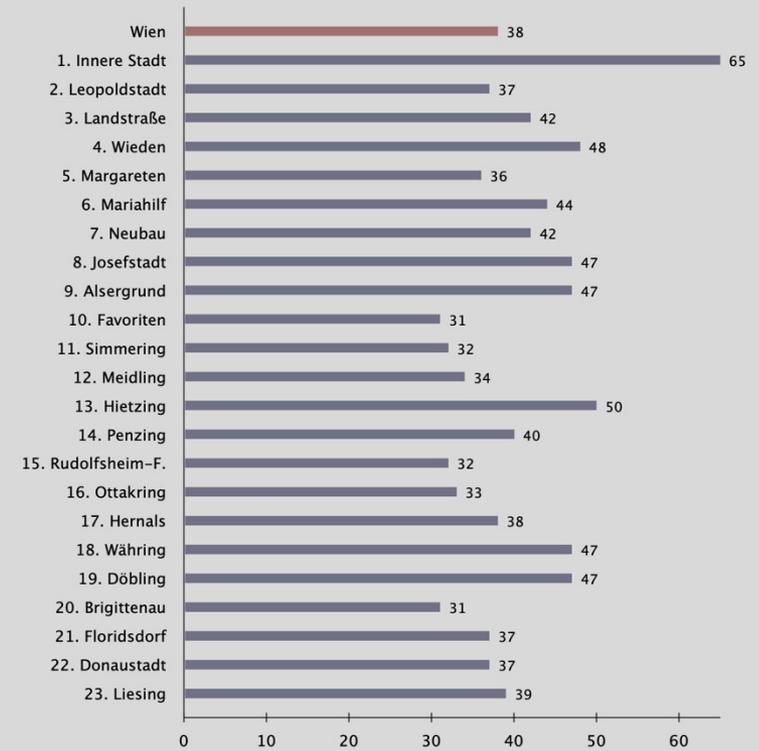


Wien, Hofburg, Josefsplatz, 21.5.2020 (Lockdown)

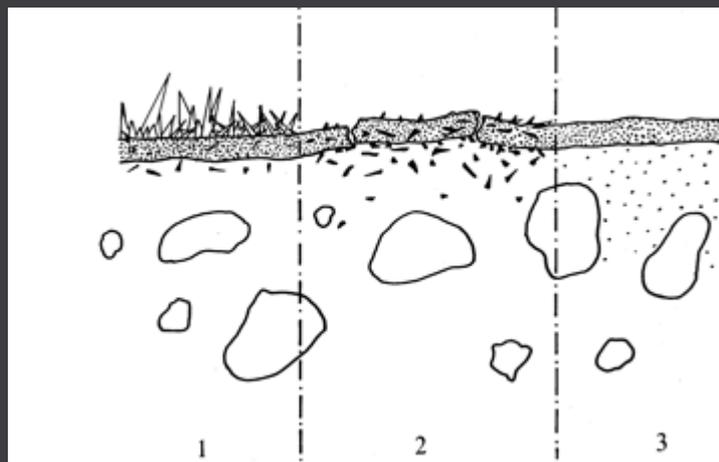
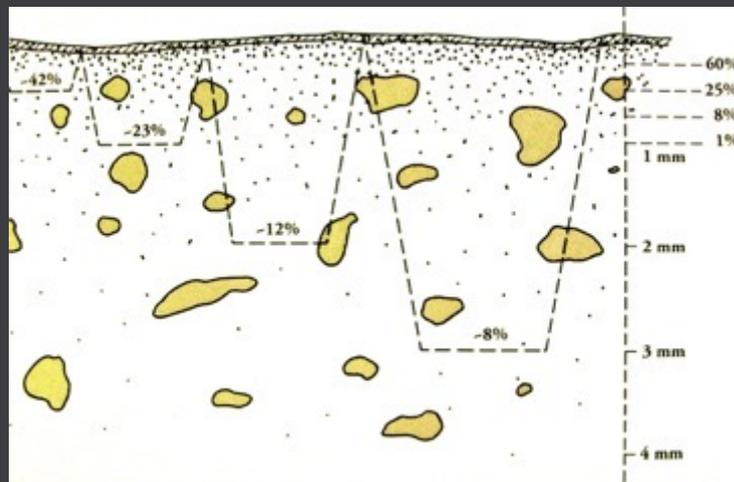


Wien 1220, Donaustadt, Doningasse

Durchschnittliche Wohnnutzfläche pro Person in m2 in Wien 2011



Quelle: Statistik Austria



sale	solubilità molare		solubilità dei s. relativa al Gesso
sali molto solubili			
NH ₄ NO ₃	10.4	(17.5°C)	696
NaNO ₃	7.2	20° »	483
CaCl ₂ ·6H ₂ O	7.02	» »	468
K ₂ CO ₃	5.57	» »	372
NaCl	5.32	» »	355
(NH ₄) ₂ SO ₄	4.88	» »	325
NH ₄ Cl	4.79	» »	319
KCl	3.74	» »	249
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	2.9	» »	196
KNO ₃	2.8	» »	184
NH ₄ HCO ₃	2.31	» »	154
Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	2.08	» »	139
MgCl ₂ ·6H ₂ O	1.87	» »	125
Na ₂ CO ₃ ·10H ₂ O	1.51	» »	101
MgSO ₄ ·7H ₂ O	1.37	» »	91
K ₂ SO ₄	0.62	» »	41
Ba(NO ₃) ₂	0.34	» »	23
sali parzialmente solubili			
CaSO ₄ ·2H ₂ O	0.015	20° »	1.00 (Gesso)
MgCO ₃	0.005	12° »	0.34
sali quasi insolubili			
CaCO ₃	9.6×10 ⁻⁵	20° »	6.4×10 ⁻³
BaCO ₃	8.7×10 ⁻⁵	» »	5.8×10 ⁻³
CaC ₂ O ₂ ·H ₂ O	4.5×10 ⁻⁵	» »	3.0×10 ⁻³
BaSO ₄	1.03×10 ⁻⁵	» »	6.8×10 ⁻⁴

hydrophile Porosität der Kalk-Oberfläche



Salzwedel, Sachsen-Anhalt, Marienkirche (Hansekirche), 2. H. 14. Jh., südliches Seitenschiff, nach der Restaurierung 2007. 2007 Konservierung des historischen Putzes mit Ammoniumcarbonat-Kompressen (ca. 500 qm!). Ausmalung mit traditioneller Kalktechnik, Pigmente: Sandaufschlammung, Ziegelmehl, Holzkohle (Foto: Hammer 2010)



Salzwedel, Detail: Durch die hydrophile Porosität der Kalktünche können lösliche Salze an der Oberfläche ausblühen, ohne (zunächst) Schaden anzurichten (solange die Oberfläche nicht verkrustet ist). Diese Kristalle kann man abkehren

Zerstörerische Praxis, Praxis der Zerstörung



Potsdam-Neubabelsberg, Virchowstr. 23, Haus Urbig, 1917, Architekt:
Ludwig Mies van der Rohe, Renovierung („Wiederherstellung“)

1996, historischer Putz abgeschlagen

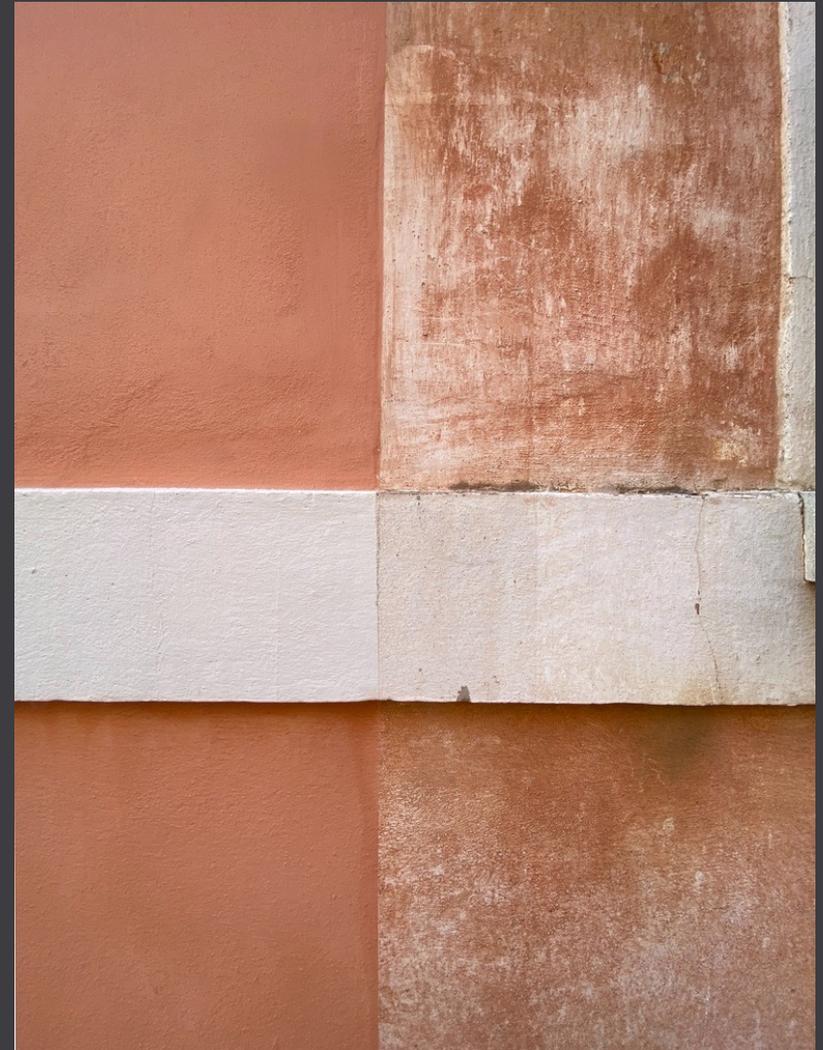


Detail: Rest des historischen Kratzputzes, ein durchgefärbter rosafarbener
„Edelputz“ (TERRANOVA)

Moderne Titanweiß Farben, z. B. „Organosilikat“ (Kaliwasserglas mit <5% Kunstharz)
Alt = schäbig? Materialkompatible Pflege und Reparatur!

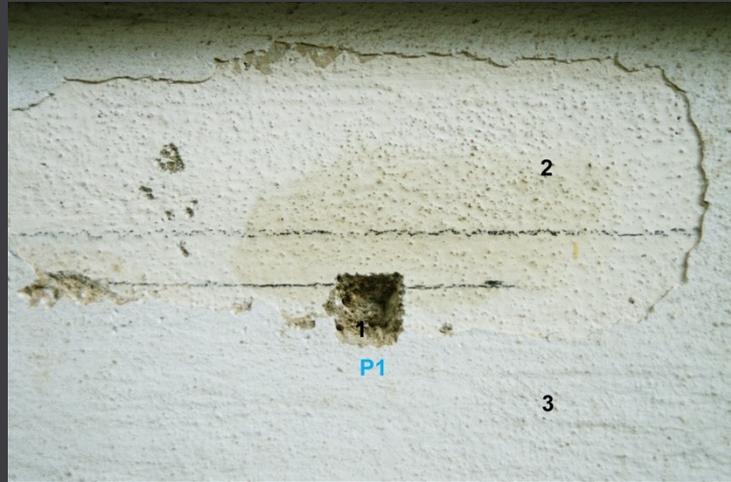


Ravenna, Via Mura di San Vitale, Museo Nazionale. Foto: 10/ 2021



Detail: re. Alte Kalkfarbe, teilweise abgewittert; li. Moderner Anstrich mit einer Farbe, die Titanweiß enthält und dadurch stark deckend ist. Wahrscheinlich eine „Organosilikatfarbe“

Konservierungswissenschaftliche Untersuchung Materialanalyse (z. B. Vergipsung der Oberfläche)



Gut erhaltene Teile

1 Zustand: Umfang der Erhaltung, gut erhaltene Teile, Schadensphänomene

(Verwitterung):

Hohlstellen, Risse, Fehlstellen, Festigkeit und Haftung, Ausblühung von Salzen, Farbveränderungen, Mikroorganismen, etc.; Verteilung und Intensität der Schäden

ursprüngliche Oberfläche

spätere (gewollte, historisch signifikante) Veränderungen: Bauphasen

(Gestaltung) - Reparatur (Schichten)

Brno, Fair Grounds, Josef Gocár, Pavillion of the Akadamy of Fine Arts
Prague, 1928, Photo: 2003

IBHK, Institut für angewandte Wissenschaft und Kunst, Mikroskopische Untersuchungen
Fachbereich Konservierung und Restaurierung, Buchverlag, Weinhandelsverlagshaus
Hochschule Fachhochschule zum Oberrain, Dornbirn, 2003

Befunddatenblatt P1

Bauwerk: Haus Tugendhat erbaut 1928-30
 Bauplan-Nr.: NW-81, Projekt-Nr.: HT-P1 Bearbeitet: Christine Hölzer

Abb.: Grundriss des Hauses, hier: Position des Musters an Nordfassade, Stich nach Grundrisslinie

Abb.: Nordfassade des Hauses, hier: Position des Musters, Stich nach Plan (1:200)

KODAK Color Control Patches

Abb.: Befundfoto HT-P1, NordFas. 03_038

Befundstelle	Material	Vermerk
0	Mauerwerk	vermutlich Ziegel
01	Putzschicht	vermutlich Kalkputzschicht
1	Putz	vermutlich Kalkputz (grünlich)
2	Putz	vermutlich Kalkputz (gelblich-weiß)
3	Putz	vermutlich Kalkputz (weiß)
4	Anstrich	vermutlich Dispersionsanstrich (weiß)

Haus Tugendhat, NW-facade, 2003 (regard the alterations, gypsum)

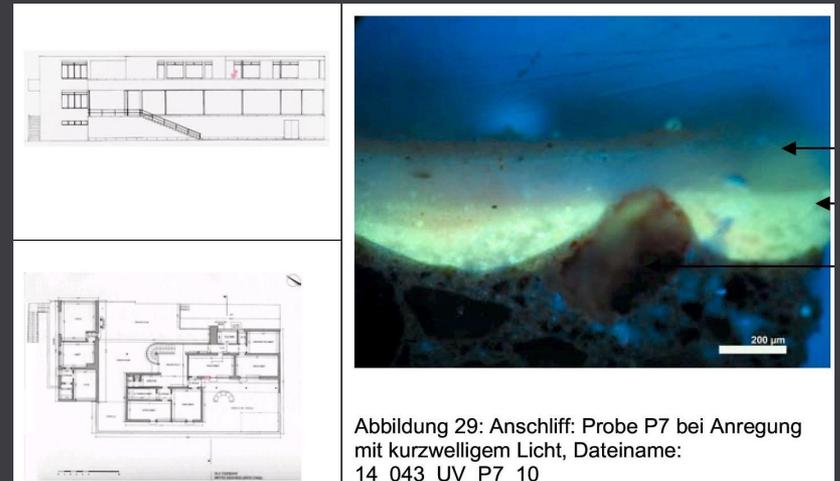


Abbildung 29: Anschliff: Probe P7 bei Anregung mit kurzwelligem Licht, Dateiname: 14_043_UV_P7_10

Effizienz von Salzverminderungskompressen

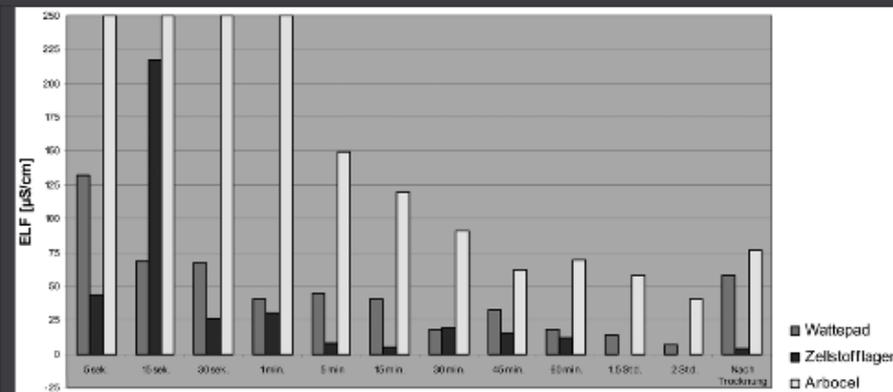
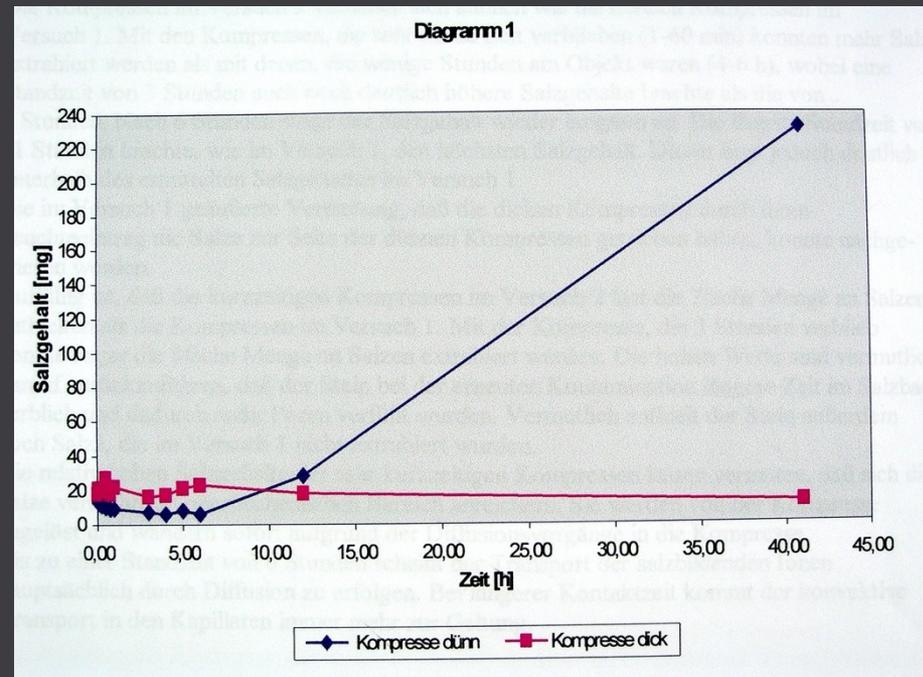


Abb. 3: Test zum Nachweis der Effizienz von Kurzzeitkompressen mit verschiedenen Kompressenmaterialien: Wattepad, Zellstofflagen, ARBOCEL mit Japanpapier. Der Salztransport ist in der ersten Minute am höchsten, die ARBOCEL Komresse zeigt die höchste Effizienz (Diagramm: HAWK/ Elodie Rossel 2007)



Alexandra Lieberum und Carola Schirlitz, Untersuchung der Salzverteilung an Oberflächen unterschiedlicher Porosität mittels Kompressen am Beispiel der Westwand von Joch 7 des Kreuzgangs von St. Michaelis in Hildesheim, Facharbeit zum Diplom, HAWK, FB K, Studienrichtung Wandmalerei/ Architekturoberfläche (Prof. Dr. Ivo Hammer), Februar 2000

Kalk, Hydraulefaktoren



Historische, bis heute in manchen Ländern geübte Form des „Trockenlöschens“: Der Löschkalk (CaO) mit Sand aufgeschichtet und dann mit dem Sand gelöscht. Die Feinanteile des ungewaschenen Sandes reagieren hydraulisch mit dem gelöschten Kalk (Kalkhydrat: $\text{Ca}(\text{OH})_2$)



Hydraulischer Anteil und Pigmentierung der Kalktünche durch Sandaufschlämmung



Traditionelle Form des Kalklöschens



Çatalhöyük, Anatolien, Türkei, Siedlung ca. 7 400–6 200 v. Chr., „building 80, South Area“, Ausgrabung 2010. Mauern aus Lehmziegeln, Kalkputz auf einem Grundputz aus Lehm mit StrohhäkSEL, Kalk-Estriche (Foto: www.flickr.com/catalhoyuk)

Vorpaschokkieren und Verputzen (Kelle): Kapillarkontakt, Abziehen, Verdichten

