CSC Conservation Science Consulting Sàrl

Massnahmen

Christine Bläuer

Steine und Mörtel / Massnahmen /1

Konservierungsmassnahmen

Bauliche Massnahmen, Bauunterhalt

Präventive Massnahmen

Eingreifende Massnahmen

- Reinigung
- Salzreduktion
- Stein- und Putzersatz
- Festigung
- Hydrophobierung
- Oberflächenschutz

Steine und Mörtel / Massnahmen /2

Herangehensweisen an Erhaltungsmassnahmen - geordnet nach abnehmender Wirksamkeit („Arnold Hierarchie“)

Präventive Massnahme – richtet sich gegen die Ursachen (z.B. Schutzdach)

Passive Massnahme – richtet sich gegen die Aktivierungsmechanismen (z.B. Klimakontrolle)

Konservierung – (ver)stärkt das Objekt (d.h. das Material)

Restaurierung – vertuscht/tarnt die Schäden

nach Sharon Cather (2003): Assessing causes and mechanisms of detrimental change to wall paintings. In: R. Gowing and A. Heritage (Eds) Conserving the painted past: developing approaches to wall painting conservation. Post-prints of a conference organised by English Heritage, London 2-4 December, London. (Übersetzung Bläuer Böhm)

Steine und Mörtel / Massnahmen /3

Massnahmen

verändern die Umgebungsbedingungen in der Art, dass sie dem Objekt weniger schaden – präventive Massnahmen

oder

verändern das Material in der Art, dass es die Umgebungsbedingungen besser erträgt – eingreifende Massnahmen

Steine und Mörtel / Massnahmen /4

Für präventive Konservierungsmassnahmen müssen die Umgebungsbedingungen* genau bekannt sein – d.h. gemessen werden

* Bezüglich der vorhandenen Materialien und Verwitterungsagenzien

Steine und Mörtel / Massnahmen /5

Für eingreifende Konservierungsmassnahmen müssen die *Materialeigenschaften genau bekannt sein – d.h. gemessen werden

* Bezüglich der vorhandenen Umgebungsbedingungen und den zu verwendenden Konservierungsmitteln

Steine und Mörtel / Massnahmen /6

Bauliche Massnahmen

Statik

Roveredo GR, Burgruine Boggiano

Isolierung gegen
Feuchtigkeit von oben

Bauunterhalt

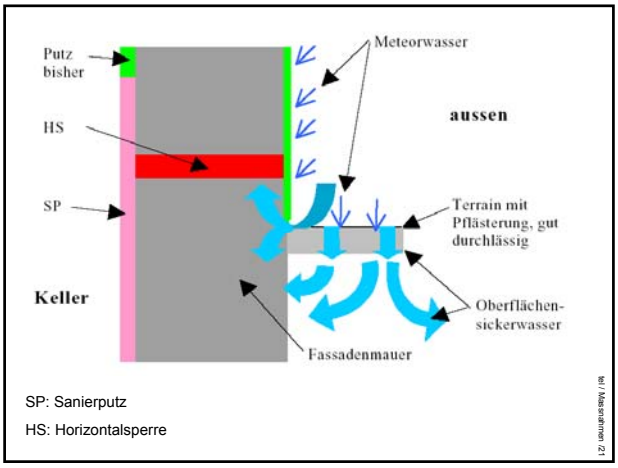
Haus in Dresden

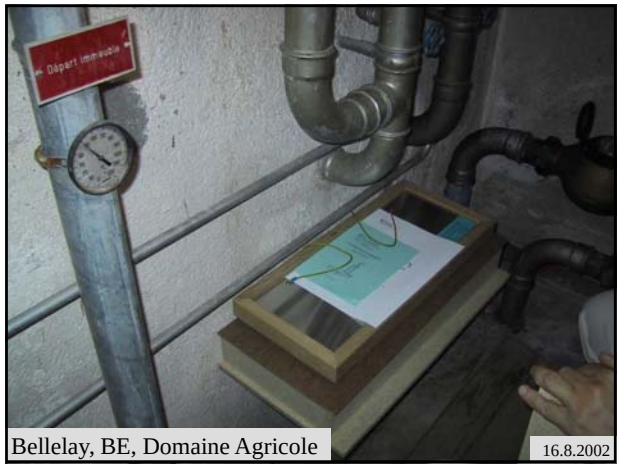
Bild in Südostschweiz 11.10.02

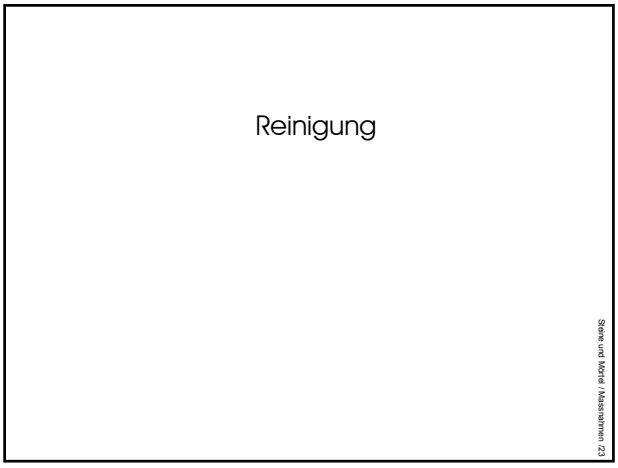
Zillis GR, St. Martin,
Schutzdach über Christophorus

Grundfeuchte

Chur, Süsswinkelgasse,
12.1.2011
Steine und Mörtel / Massnahmen /19


Putz
bisher
HS
SP
Keller
Meteorwasser
aussen
Terrain mit
Pflästerung, gut
durchlässig
Oberflächen-
sickerwasser
Fassadenmauer
SP: Sanierputz
HS: Horizontalsperre
tel / Massnahmen /21

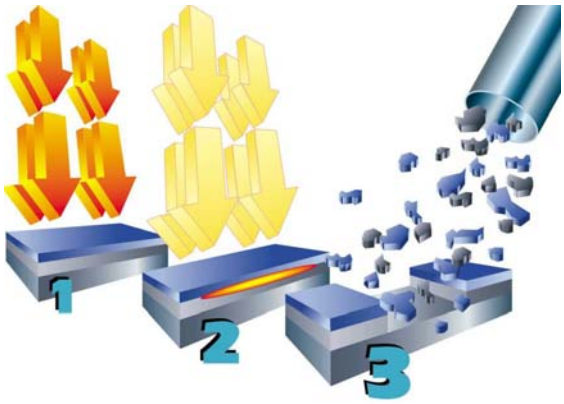

Bellelay, BE, Domaine Agricole
16.8.2002


Reinigung
Steine und Mörtel / Massnahmen /23

Arlesheim, BL
29.4.2003

Florenz

Bern, Münster, Obernkirchener Sandstein



Download 20.4.07: http://www.jetlaser.de/E/download.htm

Steine und Mörtel / Massnahmen /27

/tel / Massnahmen /28

Friedensengel, München

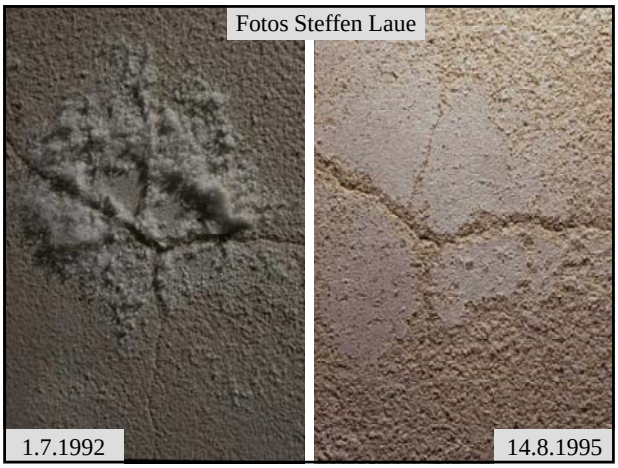
Vor (6) und nach (7) Reinigung mit:
1. überheissem Wasser
2. Reinigungkompresse mit Na-EDTA
(di-Natriumsalz der Ethylendiamintetraessigsäure)

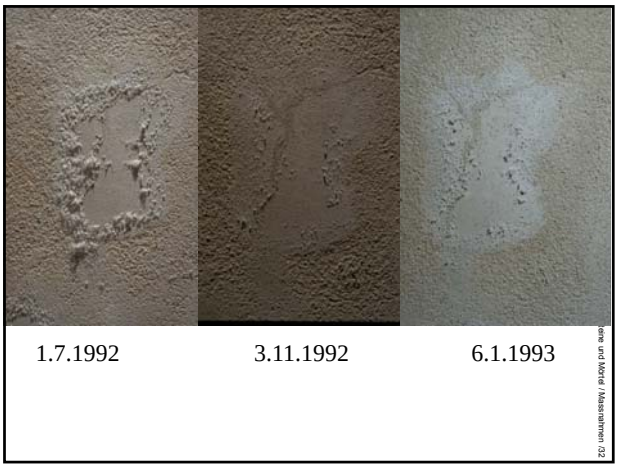
aus Weber, H. (1982): Konservierung und Restaurierung von Naturstein. Sonderdruck aus „Das Deutsche Malerblatt“, Heft 8/82 und 9/82

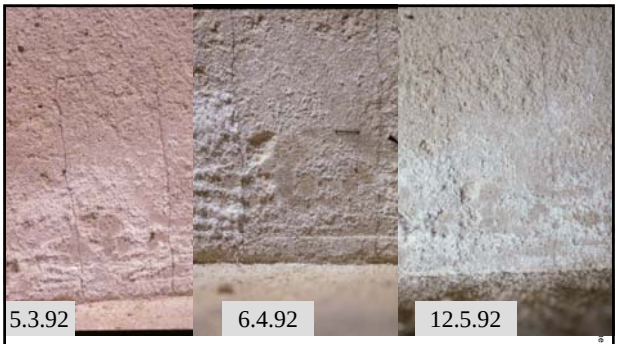
ne und Mörte / Massnahmen /29

Salze und Salzüberwachung

Steine und Mörte / Massnahmen /30



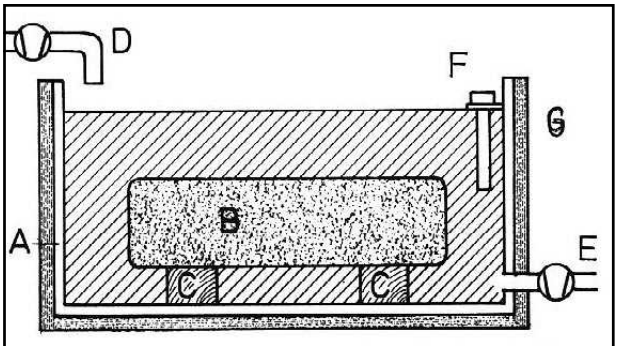




Fotos Klaus Häfner

Fotos Klaus Häfner

Salzreduktion



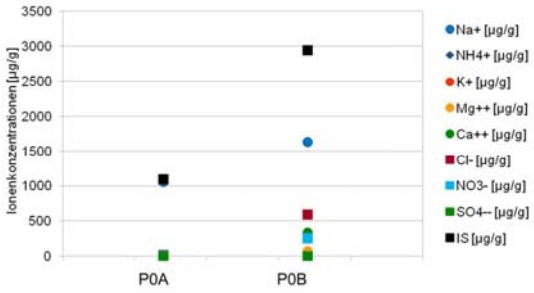
Download 20.4.2007:
http://www.baufachinformation.de/denkmalpflege.jsp?md=1987057100530

Versuchsreinigung eines Details an einer 19Jh Zementstuckfassade mit Ammoniumkarbonat in Ton- und Zellstoff-Kompresse

Lehmkompresse auf Mamorstatue

Download 20.4.2007:
http://www.buildingconservation.com/articles/poultices/poultice.htm

Steine und Mörtel / Massnahmen 37



Kompresse mit quellfähigen Tonmineralien
P0A: frisches Kompressenmaterial
P0B: verwendetes Kompressenmaterial

Steine und Mörtel / Massnahmen 38

bei der Ausgrabung 1956/57

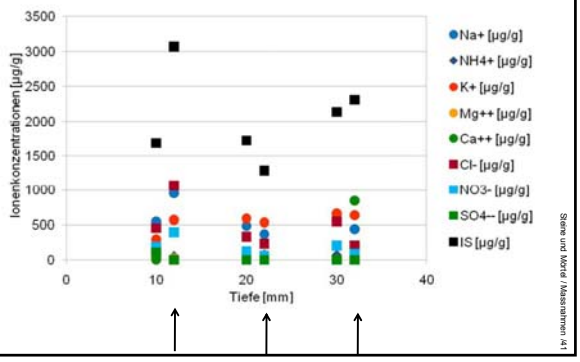
aus Sulser & Claussen (1978)

Steinsarkophag

Steine und Mörtel / Massnahmen 39

Steine und Mörtel / Massnahmen 40

Salzanalysen an Bohrpulvern von 2 neben einander liegenden Bohrungen im Innern des Sarkophages vor und nach (Pfeile) den Entsalzungsversuchen mittels Tonmineralhaltigen Kompressen und Vakuumwaschen



Steine und Mörtel / Massnahmen 41

Stein und Putzersatz

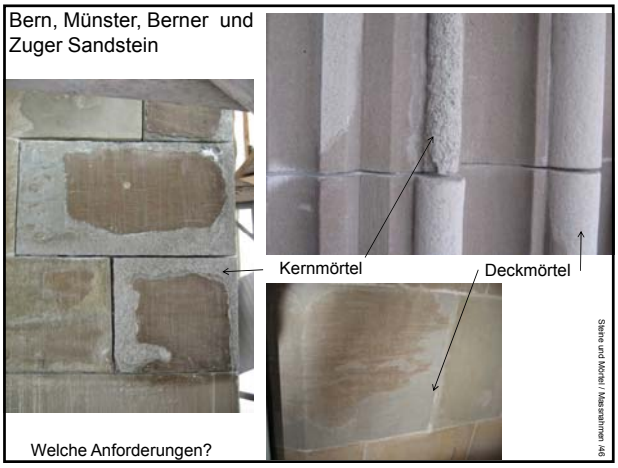
Flicken, Reparieren

Steine und Mörtel / Massnahmen 42

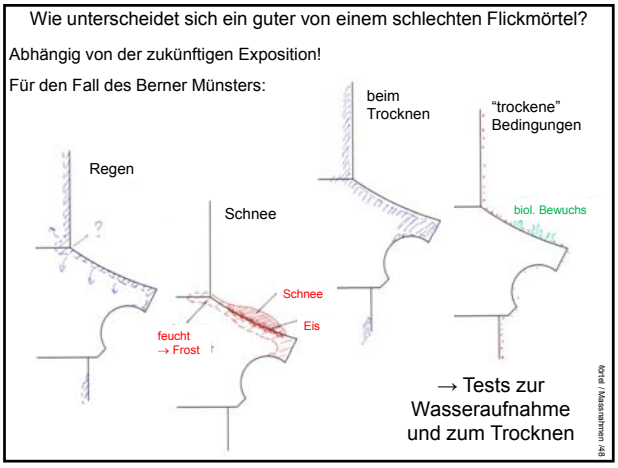
Bern, Münster, Chorpfeiler, Flicke
13.4.2003

Bern, Münster, Vierungen und Flicke

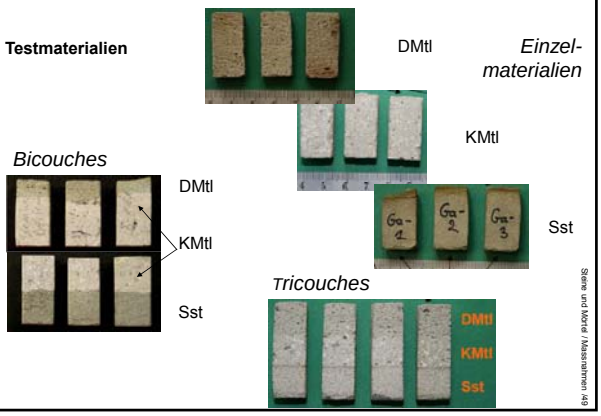
Flickmörtel


Bern, Münster, Berner und Zuger Sandstein
Kernmörtel
Deckmörtel
Welche Anforderungen?
Steine und Mörtel / Massnahmen /46

D4


Wie unterscheidet sich ein guter von einem schlechten Flickmörtel?
Abhängig von der zukünftigen Exposition!
Für den Fall des Berner Münsters:
Regen
Schnee
beim Trocknen
“trockene” Bedingungen
biol. Bewuchs
Schnee
Eis
feucht
→ Frost
→ Tests zur Wasseraufnahme und zum Trocknen
Körte / Massnahmen /48

Testmaterialien



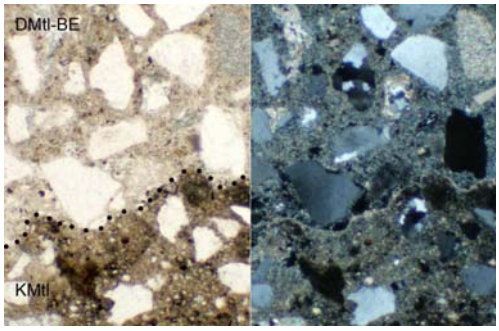
Einzel-materialien

Bicouches

Tricouches

Steine und Mörtel / Massnahmen /49

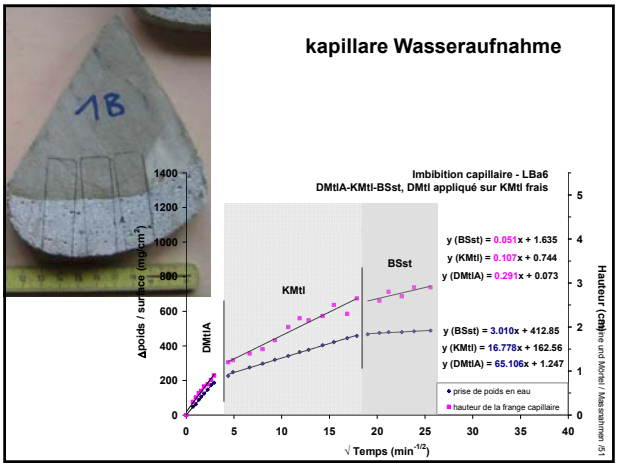
Thin section microscopy



Left polarized light, right crossed polarisers, image height 1.3 mm.

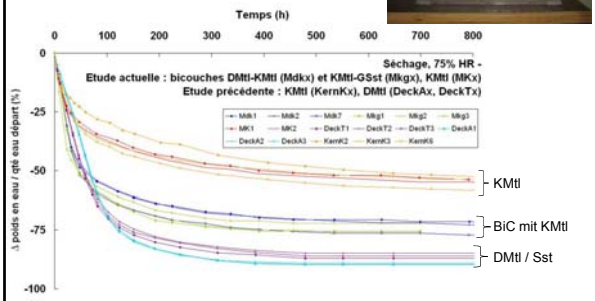
Steine und Mörtel / Massnahmen /50

kapillare Wasseraufnahme



Steine und Mörtel / Massnahmen /51

Trocknen 75% rel. Feuchte



Steine und Mörtel / Massnahmen /52

Resultate

Modelliermörtel gut auf Steinmaterialien abgestimmt,
aber:

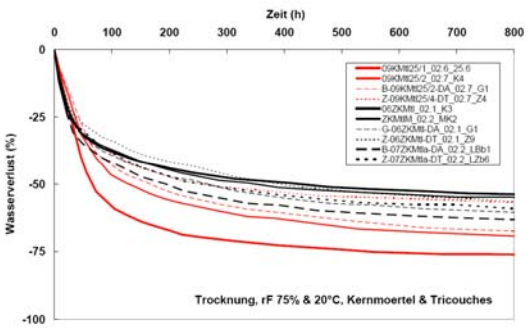
	Sst-BE	Sst-Zug	KMtl	DMtl-BE	DMtl-Zug
Drying 200h at 75% rh	82	77	43	83	79
Drying 400h at 75% rh	86	82	50	89	84

deshalb:
- Gute Überdeckung des Kernmörtels mit Deckmörtel (besonders an +/- horizontalen Flächen)
- Vermeidung von stagnierendem Wasser
- Dübel

und:
- Versuche mit abgeänderten Mörtelrezepten (zuerst Verarbeitbarkeit geprüft, erst danach Labortests)

Steine und Mörtel / Massnahmen /53

Resultate der neuen Rezepte



schwarz : originaler KMtl
rot: neuer KMtl

Ausgezogene Linien: Einzelmaterial KMtl
Gestrichelte Linien: Tricouches

Steine und Mörtel / Massnahmen /54

Chur, GR, Stadtgarten, 19.2.2005

Steine und Mörtel / Massnahmen /55

Flickmörtel auf St Triphonkalk

Steine und Mörtel / Massnahmen /56

Bildhauerische Steinkopie

Steine und Mörtel / Massnahmen /57

Festigung

Steine und Mörtel / Massnahmen /58

Jede Festigung hat das Ziel, einen zu schwachen Verband in einem Baumaterial so zu verstärken, dass seine Festigkeit dem bestimmten Zweck genügt.

Steine und Mörtel / Massnahmen /59

Festigungsaufgaben

bis cm gross

- Baugrundinjektion
- statische Schäden Mauerwerk

cm bis mm gross

- Schalenbildung
- Putzablösungen

kleiner als mm

- aufgelockertes Gestein
- mürber Verputz
- ablösende Malschichten

Steine und Mörtel / Massnahmen /60

Festigung von Rissen und Hohlräumen

Grabmal von Salis Friedhof Daleu, Chur

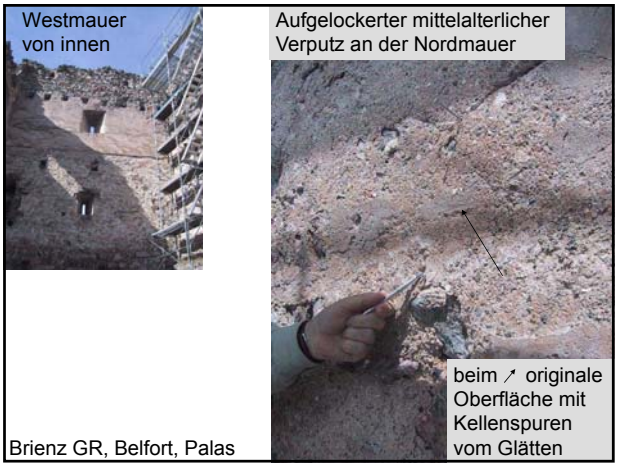
Chur Obere Gasse 31

Putzablösungen mit ↗ markiert

Luzern, Museggmauer, Luegislandturm

Putzablösung

Bern, Bibliotheksgässli, aufgelockerter Berner Sandstein



Westmauer von innen

Aufgelockerter mittelalterlicher Verputz an der Nordmauer

beim ↗ originale Oberfläche mit Kellenspuren vom Glätten

Brienz GR, Belfort, Palas

Anforderungen an die Festigungsmittel

a) Eine genügende Festigkeit vermitteln
b) Den ästhetischen und stilistischen Eindruck nicht stören
c) Weitere Restaurierungs- und Konservierungsmassnahmen nicht verhindern
d) Spätere Festigungen mit anderen Mitteln nicht verhindern
e) Den Zerfall durch Verwitterung nicht beschleunigen

Steine und Mörtel / Massnahmen /68

Zusatzbedingungen an die Mittel bei rein konservierenden Massnahmen:

möglichst witterungsbeständig sein
thermische und hygrische Ausdehnung ähnlich dem Wirtmaterial
keine Schadstoffe enthalten oder solche im Stein, Mörtel oder Farbanstrich erzeugen
Wasserhaushalt nicht zu stark beeinflussen

Zusätzliche Anforderungen an Imprägniermittel:

genügende Eindringtiefe
keine zu harte und spröde Oberfläche verursachen
kein Oberflächenverschluss für Wasser und Wasserdampf

Steine und Mörtel / Massnahmen /69

Festigungsmittel

bis cm-gross	cm bis mm	kleiner als mm
Mörtel	Schlämmen Suspensionen	Lösungen Schmelzen
Mineralische Festigungsmittel		
Kalk, Kalk-Zement-, Zementmörtel, Kalk-Trass-Mörtel	Kalkteig, Kalkmilch, Zementschlämmen, Zementmilch	Kalkwasser Wasserglas Fluate
Kunststoffe		
Kunststoffmörtel: verschiedene Kunstharze mit Zuschlägen		Kunstharze: Harze verschiedener Viskosität Kunstharzlösungen
Organosilikate Kieselsäureester (Silicone, Silane)		
Spezialmörtel	**Schnell abbindende** Materialien	Kieselsäureethylester Flexibilisierte KSE Silicasol
Flüchtige Bindemittel		
		unpolare zyklische Kohlenwasserstoffe
Naturharze, Teer, u.a.		

haben nur geringe Bedeutung

/70

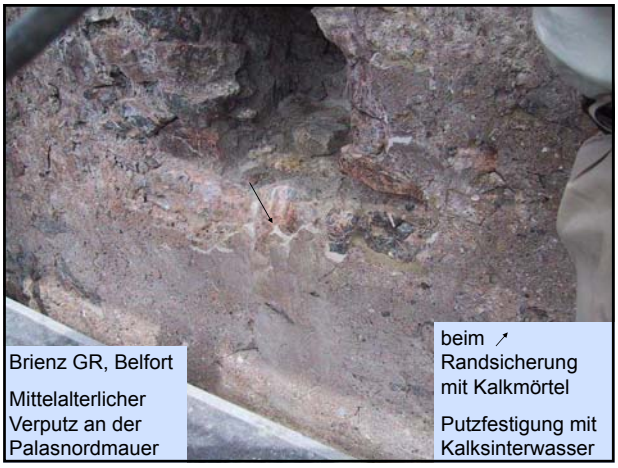
Imprägnierung

Kalksinterwasser

Anwendung:
Festigung von Kalkverputzen

Probleme:
geringe Löslichkeit von $Ca(OH)_2$; (1.85g/L bei 0° C)
hoher Wassereintrag
Kalkschleier auf Oberfläche (Wandmalerei)
keine nachgewiesen Festigungswirkung

Steine und Mörtel / Massnahmen /71



Neue Produkte auf Kalkbasis

- Dispergiertes Weisskalkhydrat
- Kolloidales Calciumhydroxid, Nanokalk (Markenname = CaloSil®) – sehr feinteiliges Calciumhydroxid in alkoholischer Lösung

Wasserglas

Herstellung:

Schmelzen

$Me_2CO_3 + SiO_2 \rightarrow Me_4SiO_4$

wobei Me = Natrium, Kalium, (Lithium)

Lösen

$Me_4SiO_4 + 3H_2O \leftrightarrow 4Me^+ + 3OH^- + H_3SiO_4^+$

pH der Lösung > 12!

Abbinden

$2Me^+ + CO_2 + H_2O \leftrightarrow Me_2CO_3$

Bildung des SiO_2-Gels durch Abspalten von Wasser

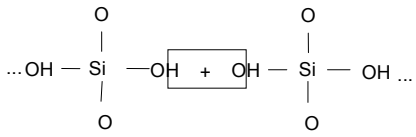


Foto Klaus Häfner

Fluate

wasserlösliche Salze der Fluorokieselsäure
allgemeine Formel $Me[SiF_6]$
(Me = z.B. Na_2 oder Me = Mg, Pb, Al, Zn)
Verwendet als saure, wässrige Lösung (giftig)

z.B. Mg-Fluat:

Festigung von Zement

$MgSiF_6 + 2Ca(OH)_2 \rightarrow 2CaF_2 + MgF_2 + SiO_2$

Fluate mit Kalk

$MgSiF_6 + 2CaCO_3 \text{ -> } 2CaF_2 + MgF_2 + SiO_2 + 2CO_2$

Bild aus: Vierl, P. (1984): Putz und Stuck. Herstellen, Restaurieren. Georg D.W. Callwey, München. S. 143

Steine und Mörtel / Massnahmen /79

Bild aus: Vierl, P. (1984): Putz und Stuck. Herstellen, Restaurieren. Georg D.W. Callwey, München. S. 145

Steine und Mörtel / Massnahmen /80

Steine und Mörtel / Massnahmen /81

Fluat auf Gipsmörtel

$$MgSiF_6 + CaSO_4.2H_2O + 2CaCO_3 + 5H_2O \rightarrow$$

$$3CaF_2 + MgSO_4.7H_2O + 2SiO_2 + CO_2$$

Steine und Mörtel / Massnahmen /82

Steinfestiger müssen:

- flüssig sein, damit sie gut aufgesaugt werden können
- bis dorthin eindringen wo eine zusätzliche Festigkeit benötigt wird (tief oder auch nicht!)
- fest werden (am richtigen Ort)
- Die petrophysikalischen Eigenschaften auf keine unerwünschte Art und Weise ändern

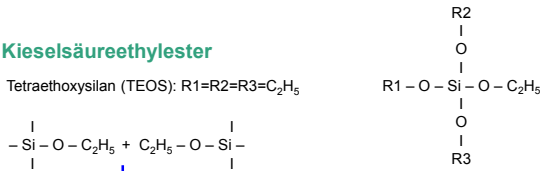
Beispiel:

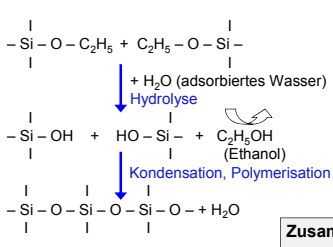
Kieselsäureethylester (KSE)

Steine und Mörtel / Massnahmen /83

Kieselsäureethylester

Tetraethoxysilan (TEOS): R1=R2=R3=C_2H_5





Zusammenfassung

R. braucht Katalysator = oft Sn
R. braucht Wasser = adsorb. Wasser
Reaktionsprodukt = SiO_{2aq} ≈ Silikagel

Steine und Mörtel / Massnahmen /84

Verkaufsprospekt 1985

Prospekt Wacker-Chemie GmbH, München, August 1985: Fassadenimprägnierung mit Silicon-Bautenschutzmitteln, S. 6

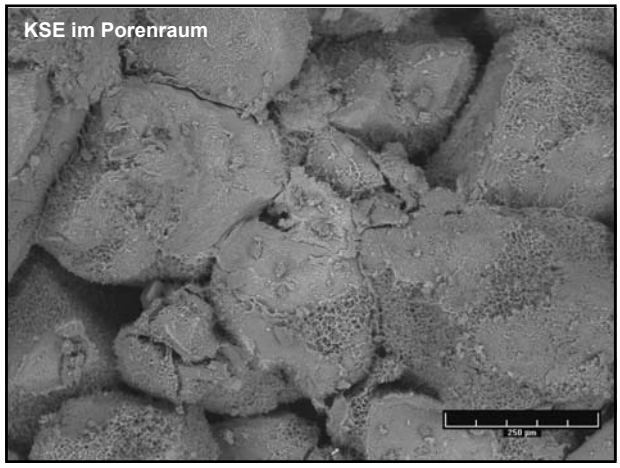
Steine und Mörtel / Massnahmen 85

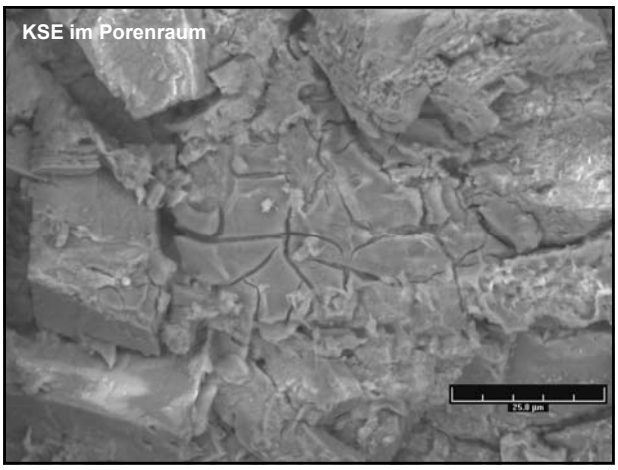
Applikation
2010

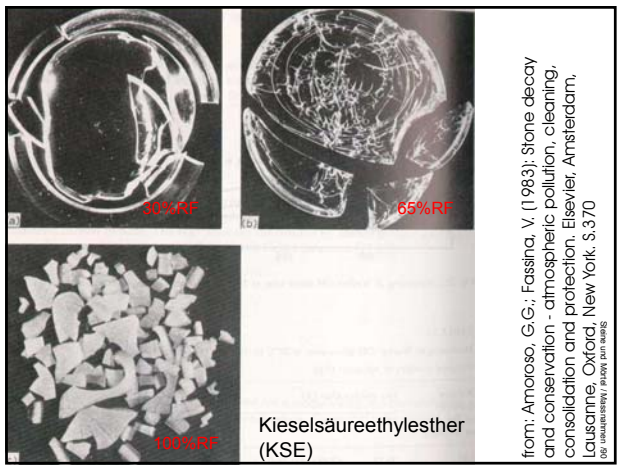
Steine und Mörtel / Massnahmen 86

Kieselsäureethylester

Steine und Mörtel / Massnahmen 87







Kieselsäureethylesther
(KSE)

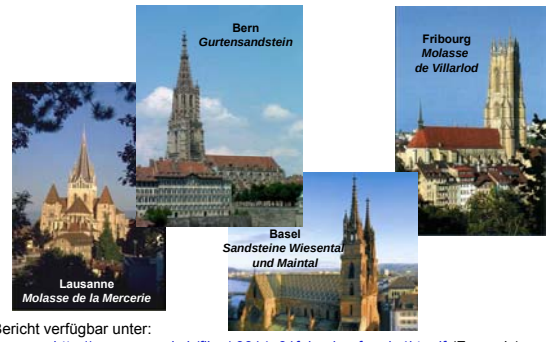
from: Amoroso, G.G.; Fassina, V. (1983): Stone decay and conservation - atmospheric pollution, cleaning, consolidation and protection. Elsevier, Amsterdam, Lausanne, Oxford, New York. S.370

Steine und Mörtel / Massnahmen 90

sog. nicht hydrophobierender KSE

Projet de contrôle et de suivi des consolidations

Projekt Nachkontrolle von Festigungsmassnahmen



Bericht verfügbar unter:

http://www.cscsarl.ch/files/r0014_01f_bs_be_fr_vd_4kt.pdf (Français)

http://www.cscsarl.ch/files/r0014_01d_bs_be_fr_vd_4kt.pdf (Deutsch)

Verwitterungsformen

Münster Basel

Verwitterungsformen

Münster Bern

Verwitterungsformen

Cathédrale
de Fribourg

Verwitterungsformen

Cathédrale de
Lausanne

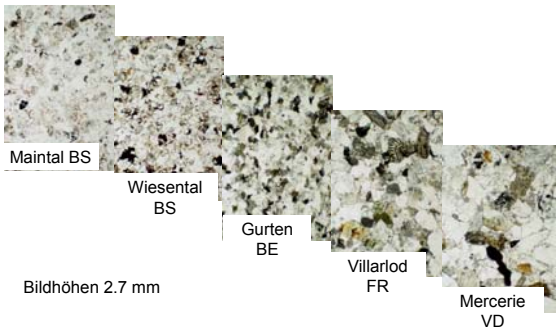
Durch die Münster/Kathedralen gewählte Festiger:

Steinfestiger OH 100 von Sax :
BS, FR und LSN

FUNCOSIL Steinfestiger 300 von Remmers : BE

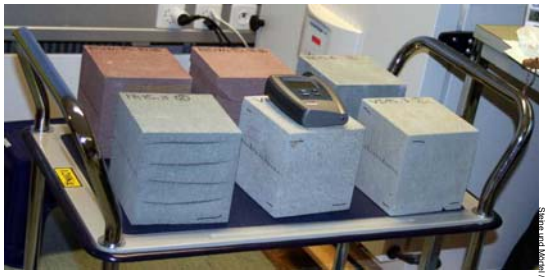
Steine und Mörtel / Massnahmen /97

Charakterisierung der Sandsteine



Bildhöhen 2.7 mm

Steine und Mörtel / Massnahmen /98



Steine und Mörtel / Massnahmen /99

Gesamtporosität

$$P_o t = \frac{Vp}{Vt} \times 100 = \frac{Vt - Vs}{Vt} \times 100 \quad [\%]$$

$$P_o t = \frac{P_{d2} - P_{ds}}{P_{d2} - P_{d1}} \times 100 \quad [\%]$$

P_{ot} = Porenanteil [Vol-%]

P_{d1} = Gew. unter Wasser (hydrostati. Wägung) [kg]

P_{d2} = Gew. gesättigte Probe [kg]

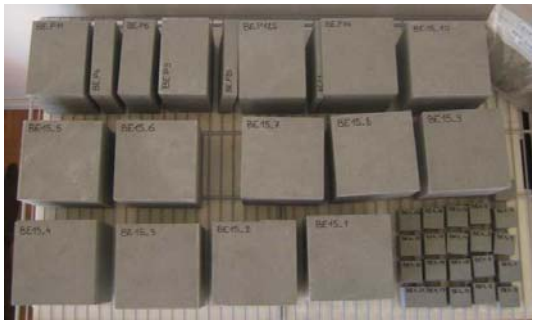
P_{ds} = Trockengewicht [kg]

Steine und Mörtel / Massnahmen /100

Gesamtporosität

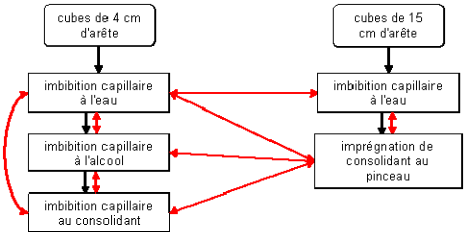
	# Proben	Mittelw. (%)	Std. Abw. (%)	Min. (%)	Max. (%)
BS / Maintal	10	**16**	0.2	15.4	16.0
BS / Wiesental	18	**20**	3.2	13.8	23.1
BE / Gurten	21	**16**	0.2	15.9	16.6
FR / Villarlod	20	**16**	0.2	15.6	16.0
VD / Mercerie	14	**12**	1.8	8.6	12.9

Steine und Mörtel / Massnahmen /101



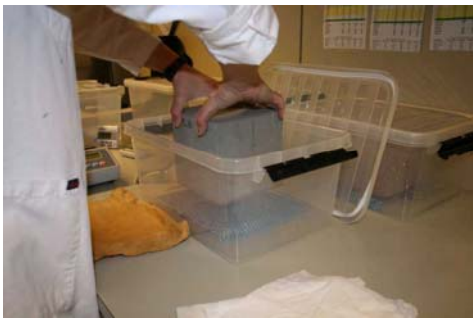
Steine und Mörtel / Massnahmen /102

Kapillarität für:
Wasser,
Alkohol,
Festiger



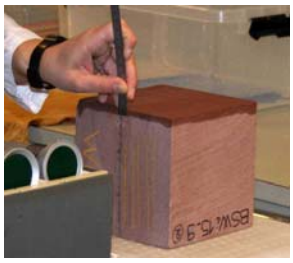
Kapillarität für:
Wasser,
Alkohol,
Festiger mit Pinsel

Steine und Mörtel / Massnahmen /103

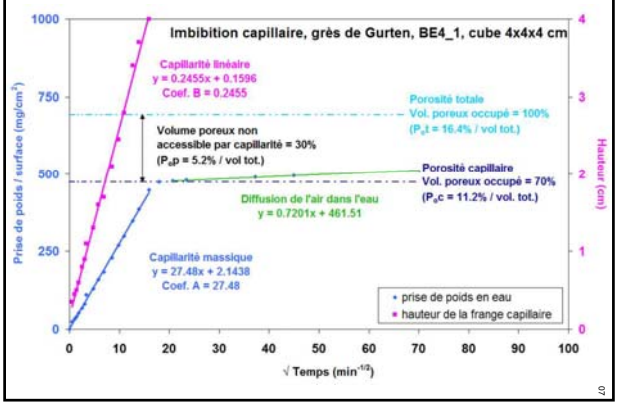


Steine und Mörtel / Massnahmen /104

Steine und Mörtel / Massnahmen /105



Steine und Mörtel / Massnahmen /106



07

Kapillarität des Festigers bei Applikation mit Pinsel

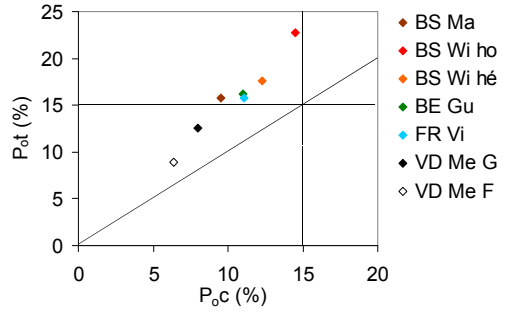
Steine und Mörtel / Massnahmen /108

Steine und Mörtel / Massnahmen /109

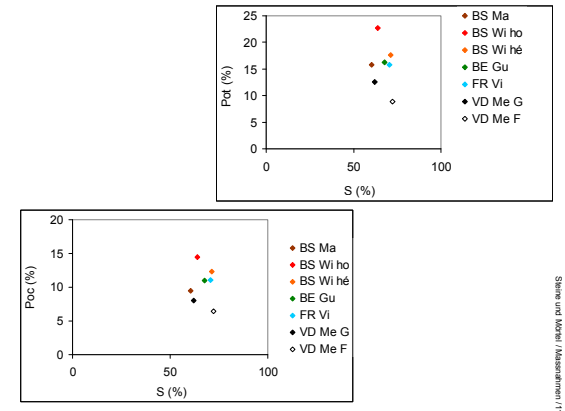
Würfel 4x4x4	Kapillarporosität P_oc (%)			Sättigungskoeff. S (%)		
	Wasser	Alkohol	KSE	Wasser	Alkohol	KSE
BS Maintal	10	9	9	60	60	59
BS Wiesental hom.	15	15	15	64	65	64
BS Wiesental het.	12	12	13	71	65	63
BE Gurten	11	11	10	68	69	64
FR Villarlod	11	11	11	71	70	67
VD Mercerie grob	8	8	8	64	63	60
VD Mercerie fein	6	6	6	72	72	68

Table 29. Vergleich Kapillarporosität (P_oc) und Sättigungkoeffizienten (S) gemessen beim kapillaren Saugen von Wasser, Alkohol und Festiger an Würfeln von 4 x 4 x 4 cm^3 der verschiedenen Sandsteine.

Steine und Mörtel / Massnahmen /110



smahmen /111



Steine und Mörtel / Massnahmen /112

Kapillarkoeff. A' (l/m^2.h$^{1/2}$)	Wasser / Saugen		Alkohol / Saugen	Festiger / Saugen	Festiger / Pinseln
	4x4x4	15x15x15	4x4x4	4x4x4	15x15x15
BS Maintal	2.31	2.43	1.27	1.49	1.05
BS Wiesental hom.	7.92	-	3.61	4.28	-
BS Wiesental het.	1.56	2.01	1.47	1.51	-
BS Wiesental hom. + het.	-	-	-	-	0.92
BE Gurten	2.08	2.24	1.37	1.90	1.06
FR Villarlod	2.69	2.41	1.77	2.24	1.35
VD Mercerie grob	2.20	-	1.34	1.66	-
VD Mercerie fein	1.05	-	0.66	0.79	-
VD Mercerie fein + grob	-	1.48	-	-	0.82

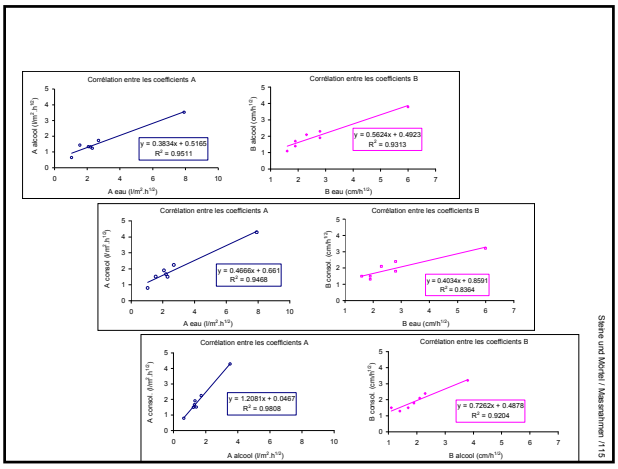
Tabelle 31. Vergleich der volumenspezifischen Kapillarkoeffizienten (A') ausgedrückt als l/m^2.h$^{1/2}$, gemessen für die verschiedenen Sandsteine durch kapillares Saugen (/ Saugen) resp. durch Aufpin-seln (/ Pinseln) mit Wasser, Alkohol oder Festiger, auf Würfeln mit Kantenlänge 4 (4x4x4) oder 15 cm (15x15x15).

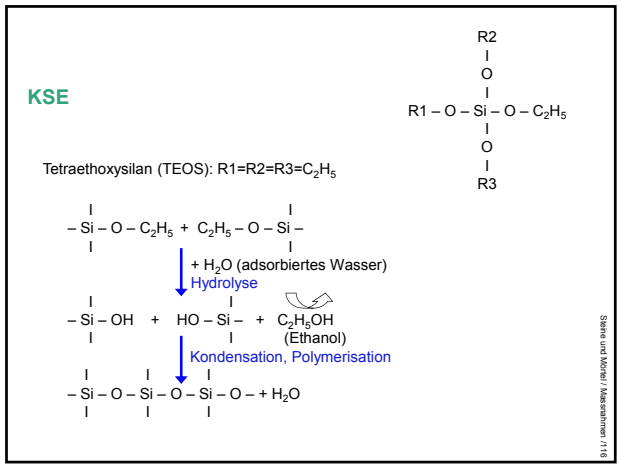
Steine und Mörtel / Massnahmen /113

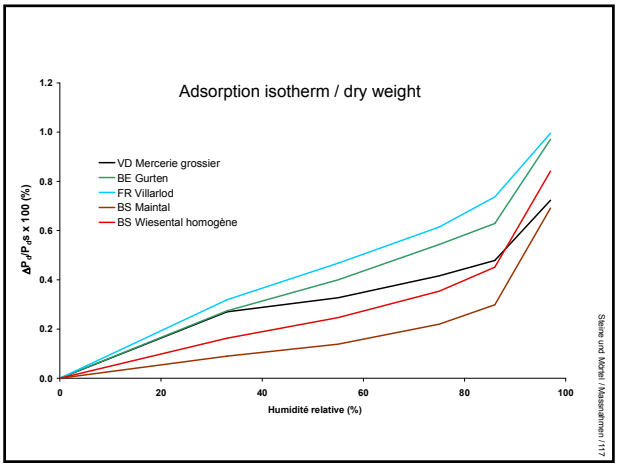
Kapillarkoeff. B (cm/h$^{1/2}$)	Wasser / Saugen		Alkohol / Saugen	Festiger / Saugen	Festiger / Pinseln
	4x4x4	15x15x15	4x4x4	4x4x4	15x15x15
BS Maintal	2.8	2.8	1.9	1.8	1.2
BS Wiesental hom.	6.0	-	3.8	3.2	-
BS Wiesental het.	1.9	1.8	1.4	1.3	-
BS Wiesental hom. + het.	-	-	-	-	0.9
BE Gurten	1.9	2.2	1.7	1.5	1.3
FR Villarlod	2.3	2.3	2.1	2.1	1.6
VD Mercerie grob	2.8	-	2.3	2.4	-
VD Mercerie fein	1.6	-	1.1	1.5	-
VD Mercerie fein + grob	-	1.9	-	-	1.3

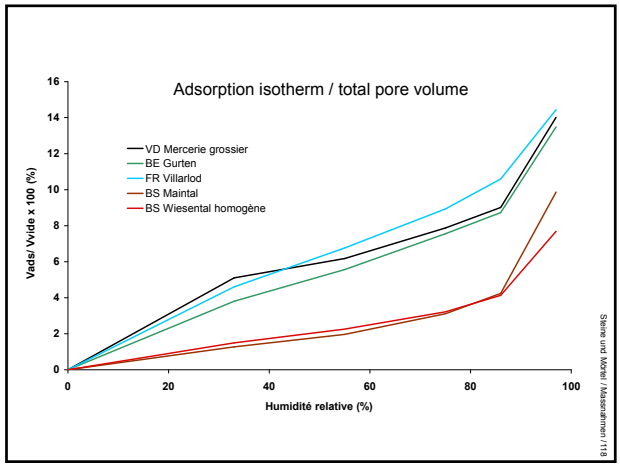
Tabelle 33. Vergleich der linearen Kapillarkoeffizienten (B) in cm/h$^{1/2}$, gemessen für die verschiedenen Sandsteine durch kapillares Saugen (/ Saugen) respektive durch Aufpinseln (/ Pinseln) mit Wasser, Alkohol oder Festiger, auf Würfeln der Kantenlänge 4 (4x4x4) oder 15 cm (15x15x15).

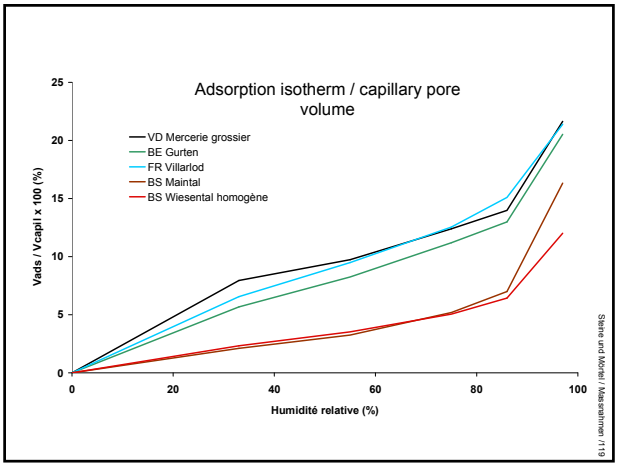
Steine und Mörtel / Massnahmen /114

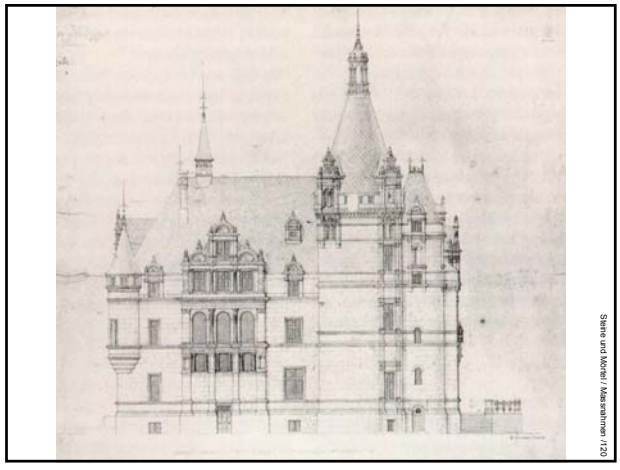

Corrélation entre les coefficients A
y = 0.3834x + 0.5165
R² = 0.9511
A eau (l/m².h^1/2)
A alcool (l/m².h^1/2)
Corrélation entre les coefficients B
y = 0.5624x + 0.4923
R² = 0.9313
B eau (cm/h^1/2)
B alcool (cm/h^1/2)
y = 0.4666x + 0.661
R² = 0.9468
A consol. (l/m².h^1/2)
y = 0.4034x + 0.8591
R² = 0.8364
B consol. (cm/h^1/2)
y = 1.2081x + 0.0467
R² = 0.9808
A alcool consol. (l/m².h^1/2)
y = 0.7262x + 0.4878
R² = 0.9204
Steine und Mörtel / Massnahmen /115

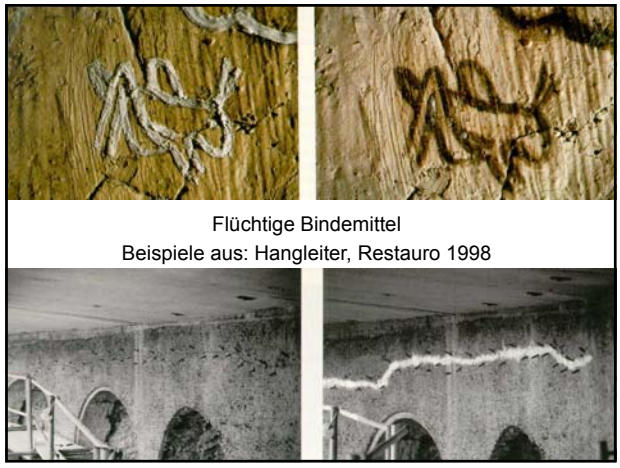

KSE
Tetraethoxysilan (TEOS): R1=R2=R3=C2H5
R1 – O – Si – O – C2H5
R2
R3
– Si – O – C2H5 + C2H5 – O – Si –
+ H2O (adsorbiertes Wasser)
Hydrolyse
– Si – OH + HO – Si – + C2H5OH
(Ethanol)
Kondensation, Polymerisation
– Si – O – Si – O – Si – O – + H2O
Steine und Mörtel / Massnahmen /116


Adsorption isotherm / dry weight
ΔPv/Psat x 100 (%)
Humidité relative (%)
VD Mercerie grossier
BE Gurten
FR Villarlod
BS Maintal
BS Wiesental homogène
Steine und Mörtel / Massnahmen /117


Adsorption isotherm / total pore volume
Vads/ Vvide x 100 (%)
Humidité relative (%)
VD Mercerie grossier
BE Gurten
FR Villarlod
BS Maintal
BS Wiesental homogène
Steine und Mörtel / Massnahmen /118


Adsorption isotherm / capillary pore volume
Vads / Vcapil x 100 (%)
Humidité relative (%)
VD Mercerie grossier
BE Gurten
FR Villarlod
BS Maintal
BS Wiesental homogène
Steine und Mörtel / Massnahmen /119


Steine und Mörtel / Massnahmen /120



Flüchtige Bindemittel
Beispiele aus: Hangleiter, Restauro 1998

Kunstharze Kunstharzlösungen

Acrylische Polymere
z.B. Paraloid B 72
Polymetacrylat (PMA),
Ploymethylmetacrylat (PMMA), etc.

Spezialfall: Acrylharzvolltränkung (AVT)

Acrylate oder Polyesterharze dürfen vor der AVT nicht verwendet werden

Steine und Mörtel / Massnahmen /127

Steine und Mörtel / Massnahmen /129

Steine und Mörtel / Massnahmen /130

Hannover, Herrnhäuser Gärten,

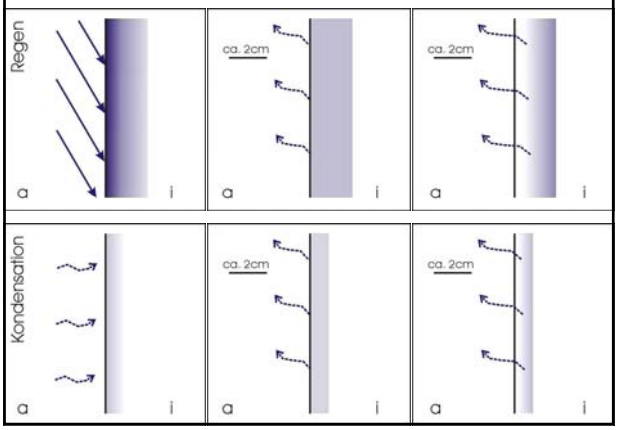
Steine und Mörtel / Massnahmen /134

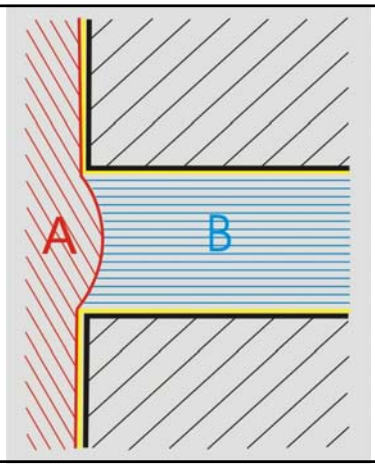
5.9.2004

Hydrophobierungen und hydrophobe Baumaterialien

Steine und Mörtel / Massnahmen / 133

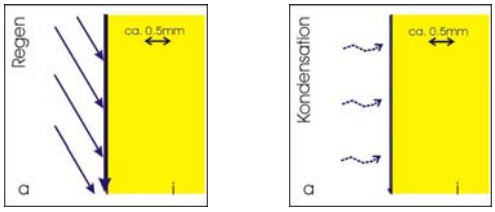
Regen und Kondensation auf unbehandelten poröse Baumaterialien





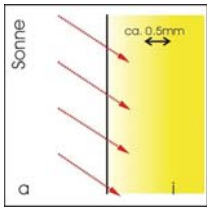
Steine und Mörtel / Massnahmen / 135

Frisch hydrophobierte Flächen



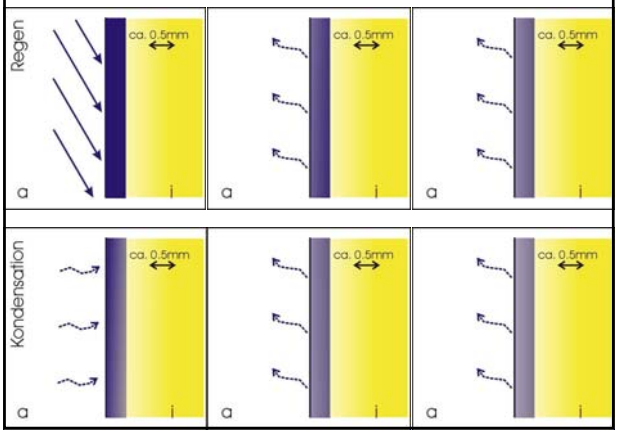
Steine und Mörtel / Massnahmen / 136

Einfluss von UV-Strahlung Hydrophobierung



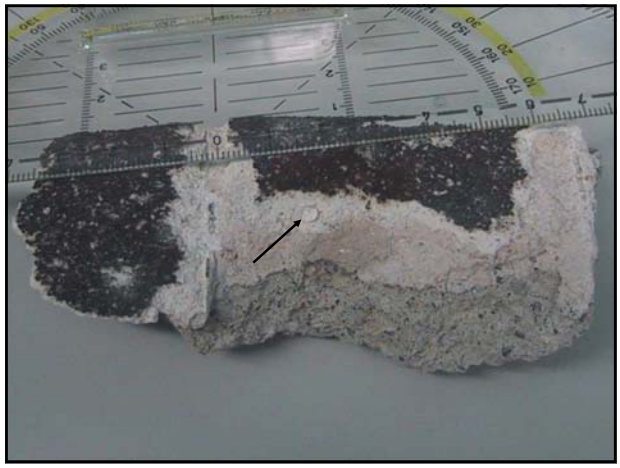
Steine und Mörtel / Massnahmen /139

Regen oder Kondensation bei oberflächlich abgebauter Hydrophobierung



Wengi b. Büren a.A.

Fotos: Hans-Jörg Gerber, Dipl. Restaurator, Nidau, CH



Fotos: Hans-Jörg Gerber, Dipl. Restaurator, Nidau, CH

Steine und Mörtel / Massnahmen /144

Kirche Oberuzwil, SG

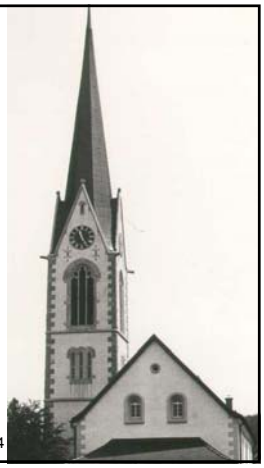
Steine und Mörtel / Massnahmen /145

Steine und Mörtel / Massnahmen /146

Kirche Oberuzwil, SG

Steine und Mörtel / Massnahmen /147

23.6.1970



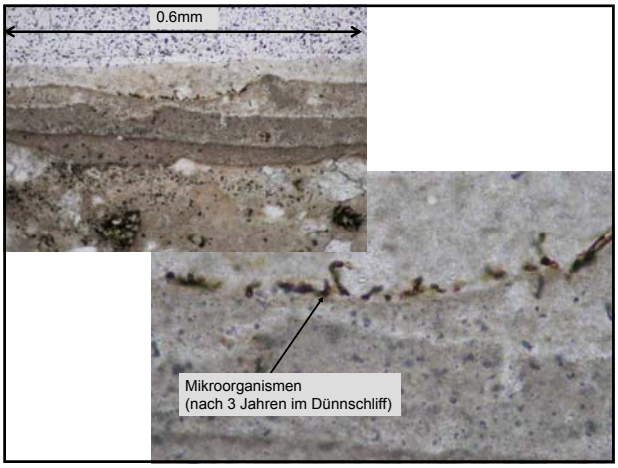
8.7.1974

29.7.2003

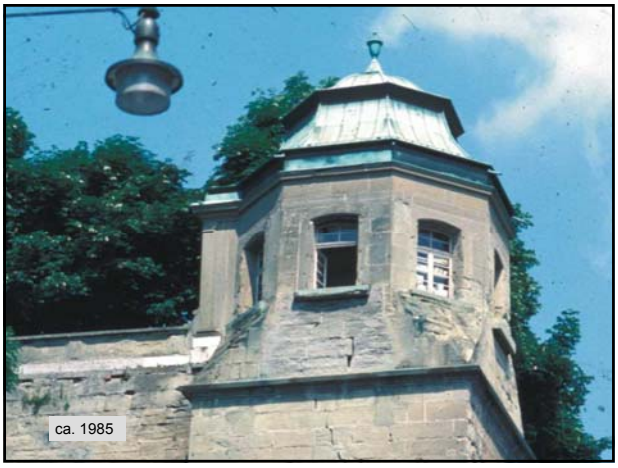
Steine und Mörtel / Massnahmen /149

Steine und Mörtel / Massnahmen /150

Steine und Mörtel / Massnahmen /152


0.6mm
Mikroorganismen
(nach 3 Jahren im Dünnschliff)

3.6.1988


ca. 1985

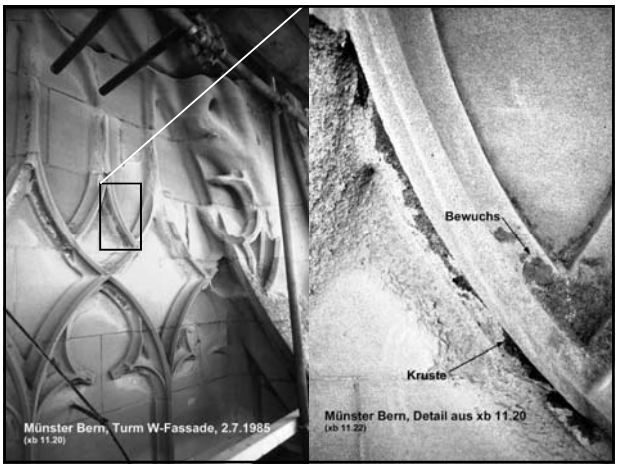
15.4.2004
15.4.2004

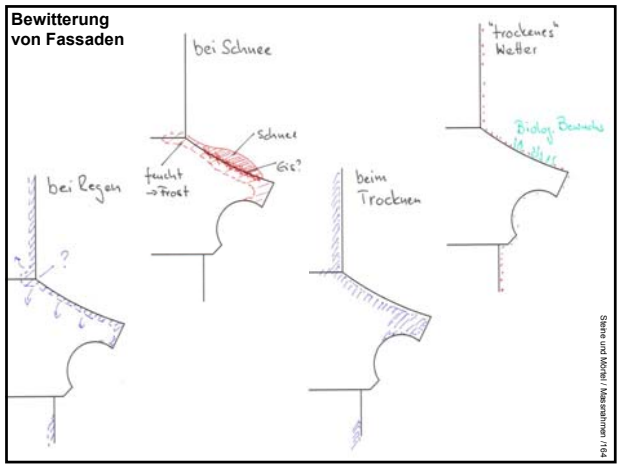
Spitalgasse Bern, 15.4.2004

Schutzanstriche

Bern, Münster

Schutzanstriche auf Bernersandstein


Bewuchs
Kruste
Münster Bern, Turm W-Fassade, 2.7.1985
(xb 11.20)
Münster Bern, Detail aus xb 11.20
(xb 11.22)


Bewitterung
von Fassaden
bei Schnee
Schnee
Eis?
feucht
→Frost
bei Regen
?
beim
Trocknen
"trockenes"
Wetter
Biolog. Bewuchs
Steine und Mörtel / Massnahmen /164

18.9.2002

18.9.2002
Steine und Mörtel / Massnahmen /166

18.9.2002
Steine und Mörtel / Massnahmen /167

böl m. Bleiweiss
Halböl
kommerzielle Schlämme
unbehandelt
lböl mit Bleiweiss + mech. Schäden

Testmethoden

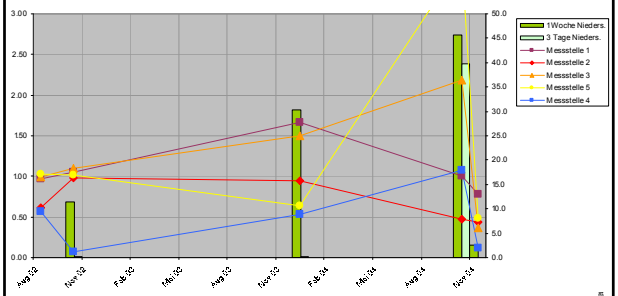
Regelmässig
- Beobachtung
- Fotos
- kapillare Wasseraufnahme (blau)
- kapillare Alkoholaufnahme (ret)

1 bis 2 mal
- Oberflächenproben
- Bohrkerne
- Flicken

Kapillarität

Steine und Mörtel / Massnahmen /169

Kapillarität an Körper No. 2



blaue Linie = Messung mit Wasser; andere Farben = Ethanol
Grüne Säulen = Regenmenge in der Woche vor der Messung

uhmen /170

Keine Behandlung

15.4.2004 (nach 1.5 Jahren) 9.9.2009 (nach 7 Jahren)

Steine und Mörtel / Massnahmen /171

Halböl

15.4.2004 (after 1.5 years) 9.9.2009 (nach 7 Jahren)

Steine und Mörtel / Massnahmen /172

Halböl mit Bleiweiss

15.4.2004 (nach 1.5 Jahren) 9.9.2009 (nach 7 Jahren)

Steine und Mörtel / Massnahmen /173

Halite + mech. damages

15.4.2004 (nach 1.5 Jahren) 9.9.2009 (nach 7 Jahren)

Steine und Mörtel / Massnahmen /174

Kommerzielle Schlämme

15.4.2004 (nach 1.5 Jahren)

9.9.2009 (nach 7 Jahren)

Steine und Mörtel / Massnahmen / 175

Nach der Restaurierung, Okt. 2009, Bild P. Völkle

präventive Konservierung

Steine und Mörtel / Massnahmen / 177

Stockholm 1.7.2004

Steine und Mörtel / Massnahmen / 178

Für alle Massnahmen gilt das

Prinzip des minimalen Eingriffs

Das heisst, es wird versucht einen eingestellten, mehr oder weniger stabilen Zustand so wenig als möglich und nur soweit wirklich notwendig zu verändern

Steine und Mörtel / Massnahmen / 179