

Denkmalgerechter Umgang mit Sichtbetonoberflächen in der österreichischen Denkmallandschaft

Johann Nimmrichter
Abteilung für Konservierung und Restaurierung
Klagenfurt, 6.10. 2022,

Beton(Stein)restaurierung: betrifft:
Betonskulpturen, unter Schutz stehende
Betonbauten,....
hauptsächlich durch Restaurator:innen
mitunter auch in Zusammenarbeit mit
Architekt:innen, Bauingenieur:innen und
Betonproduktentwickler:innen,
Naturwissenschaftler:innen



Betonsanierung im Bauwesen (z.B.
Wohnbau, Tunnelbau, Straßen,
Industrieanlagen) hauptsächlich durch
Bauingenieur:innen, Architekt:innen
Betonproduktentwickler:innen und
Baufirmen



Definition

Als Sichtbetonobjekte werden in der österreichischen Denkmalpflege jene Kunstwerke und Architekturobjekte bezeichnet, bei denen durch bewusst gestaltete Betonoberflächen der Charakter der Gesamterscheinung formal und ästhetisch geprägt wird. Diese willentliche Oberflächengestaltung ist Bestandteil des Objektes und dadurch erhaltenswert. Diese Betonflächen bleiben für die Betrachter:innen in ihrer spezifischen Erscheinung sichtbar. Statische Belange sind für die Definition nicht relevant, obwohl eine einwandfreie Statik immer gewährleistet sein muss.

Die Sichtbetonoberfläche als Träger der Aussage

Sie ist dadurch Grundlage für ein denkmalgerechtes Erscheinungsbild.

Dies hat Konsequenzen für die Konservierung/Restaurierung.





Die ästhetischen Konsequenzen der Anwendungen von Sichtbeton liegen im Erscheinungsbild des Objektes, und zwar vor allem in der Wirkung der überlieferten, bewusst angelegten Oberflächenstruktur und Oberflächengestaltung. Durch Alterungsprozesse kann es zu Abänderungen dieser Oberflächen kommen, in diesem Zusammenhang wird die Wertigkeit der ursprünglichen Sichtbetonoberflächenerscheinung zugunsten eines alterswertigeren narrativen Erscheinungsbildes verschoben.

Entstehungszeitlich konzipierte Oberflächen können manchmal auch den reduzierten geschädigten Oberflächen gegenübergestellt werden.

Wird bei der Festlegung des Restaurierziels für Sichtbetonoberflächen die Alterswertigkeit zu sehr von einem negativen Schadensausmaß (Schadenspotential) begleitet, kann bei der Maßnahmensetzung nur eine bedingte Alterswertigkeit erhalten werden





Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege

Hans Knesl

Das Erscheinungsbild von Sichtbetonoberflächen wird in erster Linie durch die **bewusste Feinausformung der Gußhaut/Zementhaut/Schalhaut** und die gewünschte Färbung des Betons „farbiger Beton“ erreicht.

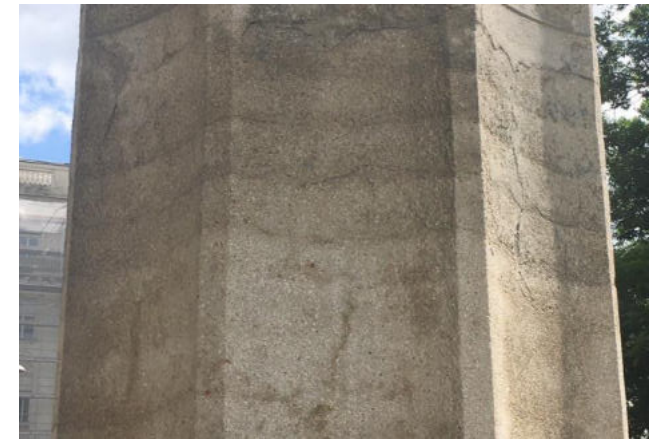
Bewusst erstellte Schalungsmaterialien (gemaserte Schalungsbretter, ornamentierte Schalungen, etc.) ermöglichen hier viele Gestaltungsmöglichkeiten.

Auch die Betongusstechnik ermöglicht primär ablesbare gewünschte Oberflächenerscheinungen. So ermöglicht z.B. ein sehr trocken ausgeführter Stampfguss Schichtungserscheinungen, die wie Gesteinslagen wirken.



bda.gv.at

Markthalle Hofbauerplatz Graz



Säule Russendenkmal Wien

Säule 19.Jh. Weiz

Mechanisch ausgeführte Nach –oder Abarbeitungsschritte der Betonoberflächen, welche bewusst nach dem Betongussprozess erfolgen, ermöglichen zusätzliche Erscheinungsformen des Sichtbetons (z.B. gespitzte, scharrierte, gestockte, gestrahlte Oberfläche u.v.m....).

Auch dünne Farblagen, die die Ausformung der Gußhaut nur minimal verändern, lassen sich noch als Sichtbetonoberflächen interpretieren, obwohl hier schon eine zusätzliche Beschichtung vorliegt.

Diese zusätzlichen Überformungen, die Bestandteil des ursprünglichen Schaffungsprozesses sind, erweitern die stilistischen und formalen Möglichkeiten des Sichtbetons.



Bundesdenkmalamt

generell sind als Grundlage jeder Konservierung, Restaurierung oder Sanierung von Sichtbetonobjekten in der Denkmalpflege Begriffsklärungen, Systematiken und Strategien notwendig.

- **Begriffsglossar:**
Erklärung von Begriffen wie: Sichtbeton, Stampfbeton, Kunststein, Gußhaut, Schalhaut, Rüttelbeton, Zementhaut, Zementmilch, Romanzement, Hüttenzement, Portlandzement, Zuschlag, Gesteinskörnung, Additive,
- **Bildglossar zur Bestandserfassung:**
Erfassung von Bezeichnungen: primäre und sekundäre Bearbeitungsspuren, Schalungsabdruck, Zementhautbeschaffenheit, Strukturmängel, Farbigkeit, Überarbeitung,.....
- **Bildglossar zur Schadenserfassung:**
 - Schäden an der Oberfläche wie Absanden, Verfärbung, Versinterung, Krustenbildung, Lunker, vegetative Beläge,...
 - Schäden die in die Tiefe gehen: Haarrisse, Risse, Abschuppungen, Abschaltungen, Abplatzungen, Hohlstellen, Ausbrüche,
 - tiefreichende Schäden, die die Statik gefährden, Brüche, große Risse, tiefreichende Abplatzungen, Fehlstellen, Versagen von Armierungen.....

Zudem gilt es auch interdisziplinär zu bewerten, was ist überhaupt als Schadensbild einzuordnen und welche Schadensphänomene gilt es zu unterbinden und wodurch kann eine konservatorische Wirkung erreicht werden.

Wichtige wissenschaftliche Grundlagen und Voraussetzungen zur nachhaltigen Behandlung von Sichtbetonoberflächen:



1. naturwissenschaftliche Feststellungen, welche eine denkmalgerechte Behandlung zulassen:

„Die Materialitäten müssen bekannt sein“

Zementarten: Weißzement, Hüttenzement, Portlandzement, Romanzement, Sorelzement,.....

Füllstoffe inkl. Eigenheiten: Kies, Schotter, Gesteinsart und deren Parameter, Sieblinie, etc.....

Zusatzstoffe: Fasern, Kunststoffpartikel, diverse andere Materialien

Additive: Frostschutz, Porenbildner, Farbstoffe, Pigmente, zusätzliche Binder (z.B. Acrylate), etc.

Die Eigenschaften/Eigenheiten der zu behandelnden Betonoberflächen/Substanzen sollten bekannt sein bzw. müssen diese durch Untersuchungen erst definiert werden (Wasseraufnahme- und abgabe, Dilatationen, Porositäten, Festigkeitswerte, Dichte,.....).

z.B.

- Wie tief hat bereits eine Karbonatisierung des Betons stattgefunden?
- Die Bewertung des Betonmaterials hat in Hinblick auf ihre Brauchbarkeit und ihre Statik zu erfolgen
- Die Lokalisierung und Bewertung der Bewehrungen ist durchzuführen (Georadar, Hohldetektoren, Sehschlitze,.....)
- Ein objektbezogenes Schadensglossar ermöglicht eine brauchbare Dokumentation für einen zielorientierten Maßnahmenkatalog
- Erfassung und damit verbundene Beurteilung älterer Sanierungsmaßnahmen.

2. historisch - ästhetische Kriterien für das Restaurierziel

Die ästhetische ursprüngliche Erscheinung steht meist mit dem alterswertigen Erscheinungsbild in einem Spannungsfeld.

Zudem wirken auch der Funktionswert und der Erhaltungszustand in denkmalgerechte Abwägungen ein:

Was kann so bleiben wie es durch die Zeitschiene geworden ist und was ist zu tun, um es nicht zu verlieren, weil es ohne Veränderung manchen Ansprüchen nicht mehr gerecht werden kann?

Dies kann am ehesten durch dynamisch denkmalgerechte Bewertungssysteme interdisziplinär entschieden werden



Neuwert, Materialwert, Alterswert, Gebrauchswert, Erinnerungswert, Funktion, Authentizität, Ästhetik, Bedeutung, historischer Wert, Stimmungswert

Entscheidungsmatrix

historisch-ästhetische Kriterien im praktischen Bezug
(dynamisches denkmalgerechtes Bewertungssystem)

technisch- konservatorisches →
Erfordernis

objektspezifische Indikation
Oberflächenduktus als
Träger der Information

← historisch – ästhetische
Zielsetzung



materialtechnische und ästhetische
Anforderungen an die Oberfläche und
aller darunterliegenden Materialien
= konservatorische Eignungen

Definition der Oberflächensprache und der Materialeigenschaften



Wahl der Rezeptierung, der Materialitäten und Ausführungsart/form
im Hinblick auf die denkmalgerechte Zielvorstellung

Vorraussetzung der Sichtbetonkonservierung:
„die statische Vertretbarkeit“



Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



Genua



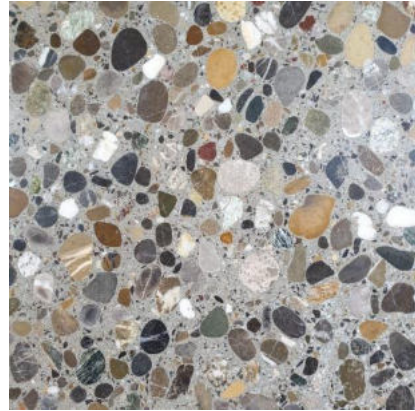
Hier darf und kann es keine statischen Risiken geben. Es steht stets der Schutz für Menschen im Vordergrund. Dadurch muss leider oft rigoros interveniert werden und es kann zum Austausch ganzer Betonpartien und Bewehrungssysteme kommen. Wichtig ist hier dann die authentische Wiederherstellung der Betonoberflächen (geplanter Duktus der Oberfläche)
vgl. Natursteinmauerwerk

einige Grundlagen der statischen Berechnungen, bzw. Normen in ihren aktuellen Fassungen.

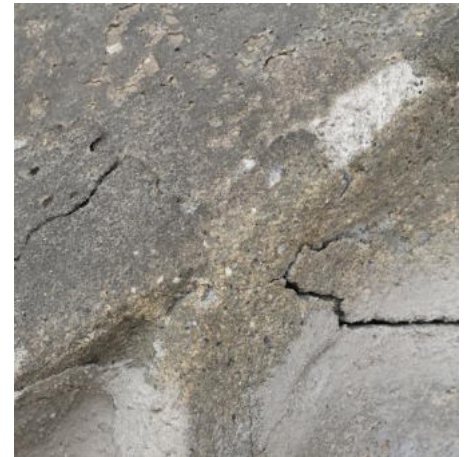
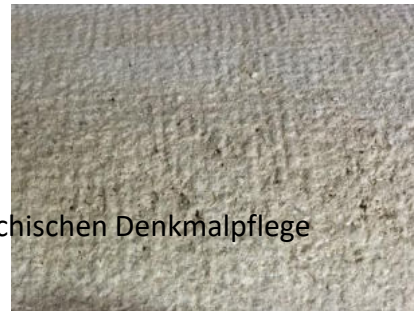
- . ÖNorm B & EN 1990 Eurocode Grundlagen der Tragwerksplanung
- . ÖNorm B & EN 1991-1-1 Eurocode 1 Teil 1: Einwirkungen auf Tragwerke
- . ÖNorm B & EN 1991-3 Eurocode 1 Teil 3: Schneelasten
- . ÖNorm B & EN 1991-4 Eurocode 1 Teil 4: Windlasten
- . ÖNorm B & EN 1991-1-7_2014_09_01 Eurocode 1 Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen, außergewöhnliche Einwirkungen
- . ÖNorm B & EN 1992-1 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
- . ÖNorm B & EN 1993 Eurocode 3-1-1: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahlbauten
- . ÖNorm B & EN 1993-1-8 Eurocode 3: Berechnung von Anschlüssen
- . Eurocode 3 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Band 1: Allgemeine Regeln und Hochbau, DIN EN 1993-1-1 mit Nationalem Anhang Kommentare und Beispiele
- . Eurocode 3 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Band 2: Anschlüsse, DIN EN, 1993-1-8 mit Nationalem Anhang Kommentare und Beispiele
- . ÖNorm EN 1090 Teil 1-3: Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken
- . Eurocode 3 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Band 1: Allgemeine Regeln und Hochbau, DIN EN 1993-1-1 mit Nationalem Anhang Kommentare und Beispiele
- . Eurocode 3 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Band 2: Anschlüsse, DIN EN, 1993-1-8 mit Nationalem Anhang Kommentare und Beispiele
- . ÖNorm B & EN 1995-1-1 Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten: Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
- . **Önorm 1504**
- . ÖNorm B4706 Instandsetzung von Betontragwerken
- . ÖBV- Richtlinie Erhaltung und Instandsetzung von Bauten aus Beton und Stahlbeton , Österreichische Bautechnik Vereinigung, Wien 2019

„Das denkmalwerte Erscheinungsbild der Sichtbetonoberfläche ist individuell und daher je nach Einzelfall zu definieren“

U
R
S
P
R
Ü
N
G
L
I
C
H



A
L
T
E
R
S
W
E
R
T
I
G



 Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege

gibt es Farbüberzüge? wie z.B. Silikon-, Acryl-, Polymer-, Zement-, Epoxyfarbe..... oder andere Oberflächenbeschichtungen?

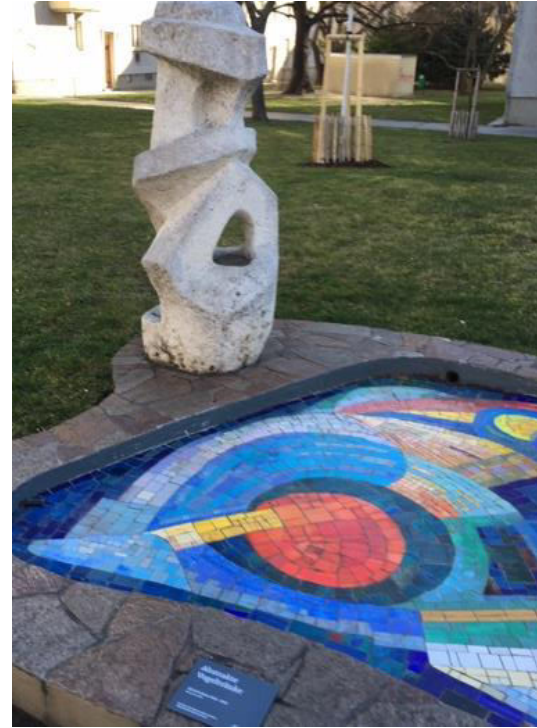


Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege

Eva Mazzucco 1969, Reimo Wukonig 1973, Rudolf Schwarz 1961-63,

Bundesdenkmalamt

oder aber auch Applikationen wie Mosaik, Gläser,
Terrazzo,....



bda.gv.at

Robert Oerley 1908, Alfred Hrdlicka, H. Schwarz 1959

Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege

generell gibt es in der Sichtbetonsanierung zwei Bereiche

1. Die Substanzsanierung als solches, die sich vor allem mit der materiellen Bestandsfähigkeit auseinandersetzt.
Vergleich: Gemälderestaurierung: Kann quasi mit der restauratorischen Behandlung des Bildträgers gleichgesetzt werden. (Betonzusammensetzung, Bewehrungseisen,...)
2. Die konservatorische restauratorische Behandlung der Sichtbetonoberflächen, welche sich mit der Oberflächenbeschaffenheit/-bearbeitung auseinandersetzt.
Vergleich: Gemälderestaurierung: Malschichtenbehandlung, oft sind hier neben diversen Restaurierungsschritten Retuschen meist unverzichtbar.
Beim Gemälde sind oft zweidimensionale Retuschen notwendig; bei der Sichtbetonrestaurierung sind es dreidimensionale Retuschen (Oberflächenstruktur und Farbe)

Zur generellen Verständigung ist eine **einheitliche Erklärung** der wichtigsten Begriffe des Bereiches Sichtbeton Voraussetzung : Es gibt einige Regelwerke/**Begriffsglossare** (z.B. nach A. Escher, Landesamt für Denkmalpflege Baden Württemberg)

Begriff	Definition	Anmerkungen	Quellen	Normen/ weiterführende Verweise
Sichtbeton	„Unter „Sichtbeton“ werden im Allgemeinen Betonflächen verstanden, die für den Betrachter als Oberfläche sichtbar bleiben und an die hinsichtlich des Aussehens besondere Anforderungen gestellt werden.“	Gestaltung durch bewusste Materialzusammensetzung, ausgewählte Schalung und Nachbearbeitung möglich. Funktionsorientierte, betonsichtige Oberflächen können, je nach Oberflächenqualität, ebenfalls unter Sichtbeton verstanden werden.	VDZ-Zement Taschenbuch, Hrsg.: Verein Deutscher Zementwerke e.V., Düsseldorf 2002, S. 491 bzw. DBV/VDZ-Merkblatt Sichtbeton, Broschüre der Deutschen Beton- und Zementindustrie, 2015	DIN 18217 Betonoberflächen und Schalhaut weiterführende Quellen zur Oberflächengestaltung: VDZ Zement-Merkblatt: Hochbau H8, Sichtbeton – Techniken der Flächengestaltung, 2009
Betonwerkstein	„Sammelbegriff für Bauteile (Werkstücke) aus bewehrtem oder unbewehrtem, unter Verwendung von Zement und mineralischen Gesteinskörnungen hergestelltem Beton.“	Ein bearbeitetes Formstück einer definierten Größe aus Beton. Weitere Bezeichnungen: Betonformstein	DIN V 18500:2006-12(Vornorm)	DIN V 18500:2006-12(Vornorm)
Kunststein	Künstlich erzeugter, mineralischer Baustoff	Kunsteine wurden ab 1913 als Betonwerkstein bezeichnet	Vorerst eigene Definition	
Zementhaut	Dünne Schicht, welche sich durch eine herstellungsbedingte Bindemittel- und Feinstoffanreicherung (Zementstein) an der Betonoberfläche bildet.		Vorerst eigene Definition	
Schalhaut	Bestandteil des Schalungssystems, welche die Kontaktfläche zum Beton bildet.		Vorerst eigene Definition	
Gesteinskörnung	„Allgemein versteht man unter einer <i>Gesteinskörnung</i> ein körniges Material für die Verwendung im Bauwesen. Gesteinskörnungen können natürlich oder industriell hergestellt oder recycelt sein.“	Gesteinskörnung wurde in der Europäischen Norm als Synonym für Zuschlag bzw. Zuschlagstoff eingeführt und wird anhand der Materialeigenschaften unterschieden und benannt. Man unterscheidet unter Angabe der Korngrößen nach feiner ($\varnothing \leq 4 \text{ mm}$), grober ($\varnothing \geq 4 \text{ mm}$) und gemischter Gesteinskörnung.	VDZ-Zement Taschenbuch, Hrsg.: Verein Deutscher Zementwerke e.V., Düsseldorf 2002, S. 239 VDZ Zement-Merkblatt: Betontechnik B2, Gesteinskörnung für Normalbeton, 2012, S. 1	DIN EN 206-1 DIN 1045-2:2008-07 Gesteinskörnungen für Beton nach DIN EN 12620



Bestand - Zustand - Schaden

Grundsätzlich können zweierlei Arten von Schäden festgestellt werden (A. Escher)

1. Schäden bedingt durch Herstellung und altersbedingte Veränderungen **OHNE** Einschränkung der Lebenserwartung
2. Schäden bedingt durch Herstellung und altersbedingte Veränderungen **MIT** Einschränkung der Lebenserwartung





geringer Oberflächenverlust



Schalenbildung/Ablösung der Gußhaut



Oberflächenverlust



Krustenbildung außen



Krustenbildung Rissöffnung



Sinterbildung unter Beschichtung



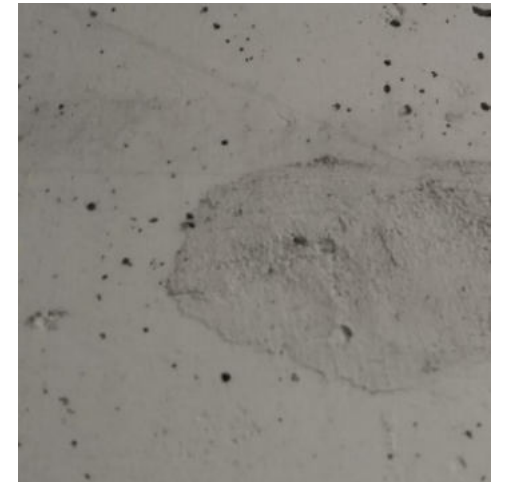
Hohlstellenbildung (Rost)



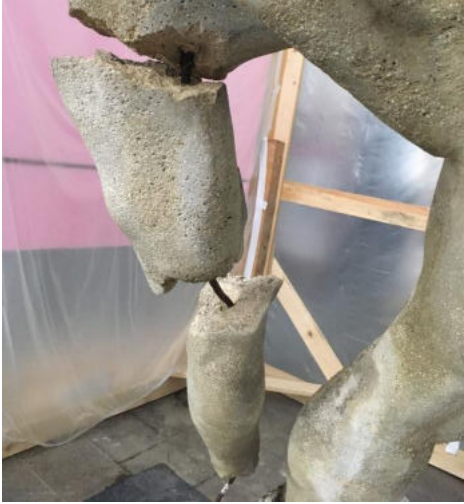
Abspregung bis 4cm



Abspregung (bedenklich!)



mit Beschichtung u. Reparatur



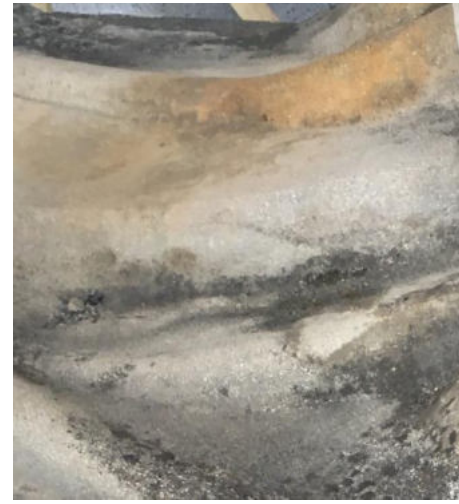
Fehlstellen bei Skulpturen



vegetative Beläge



geringer Verlust d. Auswaschung



Verfärbung d. Auswaschung



Würfelbruch (Winddruck)



Risse (Statik u. Rost)



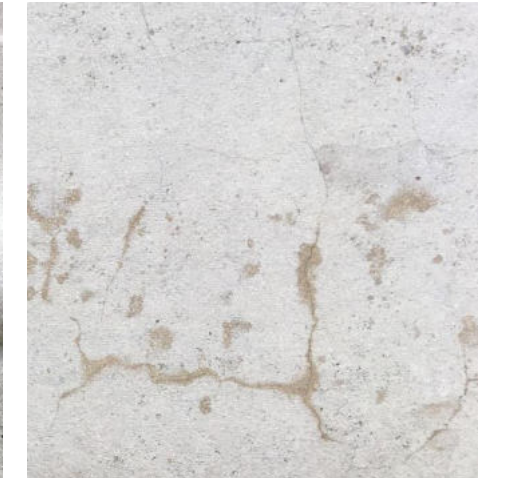
Risse (Statik)



Rinnsuren



Verfärbung (Cu)



Rissystem



Graffiti



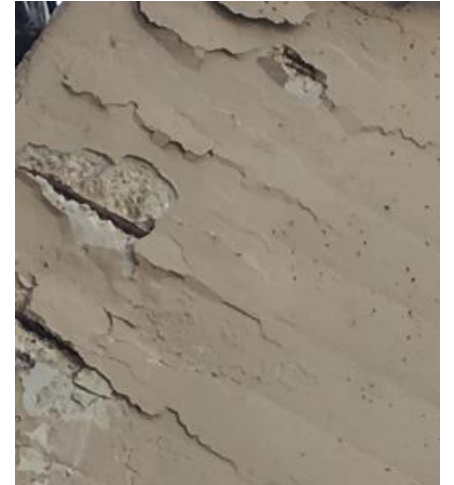
missglückte Reparatur



Vegetation und Rissbild



zu fester Betonüberzug



sonst. sekundärer Überzug



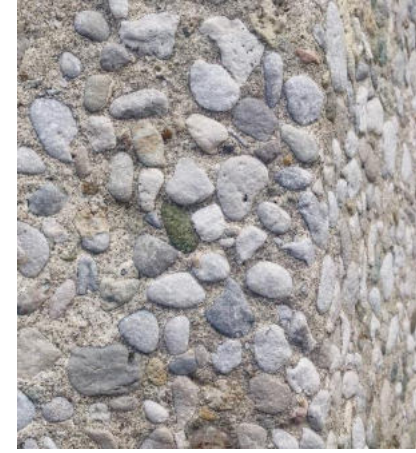
Fassung mit Sichtbetonduktus



dichter Moosbelag



sich zersetzender Beton



ausgewaschener Waschbeton




Haarrissbildung

Das zu erstellende Schadensglossar soll sich stets an den vorgefundenen Schadensbildern orientieren und soll die schwerwiegenden Schäden erkennbar aufzeigen, um zielorientiert Schadenssituationen einordnen zu können.

objektbezogenes
Bestandsglossar

Bildglossar – Bestandserfassung (nach A.Escher)




z.B. aktuelles Projekt
vom Landesamt für
Denkmalpflege Baden
Württemberg,
MA Almuth Escher

Hauptgruppe	Einzelform	Differenzierung	Definition & Anmerkungen	Bild/ Symbol
	Bauzeitliche Bearbeitungsspuren	Steinmetz- bearbeitung	Steinmetzartige Bearbeitungsspuren: Spitzen, Stocken, Scharrieren, etc., auch diverse Strahlmöglichkeiten	
	Unbeabsichtigte, visuelle Struktur- mängel bzw. -phänomene	Rinnsale	Entmischung der Gemengekomponenten in schmalen, vertikalen Bahnen	
		Kiesnester	Verlust des Zementleims; flächiges Hervortreten der Gesteinskörnung	
		Lunker	Luft einschlüsse, die beim Einbringen des Betons entstehen	
Farbigkeit	Farbtonunterschiede im Beton	wolkig	Ineinander über gehende Farbveränderungen	
Überarbeitung	Ergänzungen	Beschichtungen		



objektbezogenes
Schadensglossar













Bildglossar – Schadenserfassung (nach A.Escher)

Hauptgruppe	Einzelform	Differenzierung	Definition	Foto
Verlust/ Fehlstelle	Rückwitterung/ Aufrauhung	Abmehlen	Haptisch wahrnehmbarer Feinstkornverlust	
		Absanden	Haptisch wahrnehmbarer Verlust größerer Zuschlagskörnung	
	Ablösung	Abschuppen	Verlust kleinteiliger, schichtiger Konglomerate, Mürbzonenbildung möglich	
		Abschalen/ Hohlstelle	Verlust größerer, schichtiger Konglomerate, Mürbzonenbildung möglich	
		Abbröckeln bis Abscherben, je nach Betonelelastizität	Verlust von Konglomeraten	
	Ausbruch/Abplatzung	Anthropogen	Verluste durch äußere Gewalteinwirkung, bspw. Stoß- u. Kantenbereiche	
		Fertigungsfehler	Verluste durch mangelhafte Herstellung oder in Kombination mit Armierung zu geringer Betonüberdeckung	

z.B. aktuelles Projekt
vom Landesamt für
Denkmalpflege Baden
Württemberg,
MA Almuth Escher



Kartierungssystematik

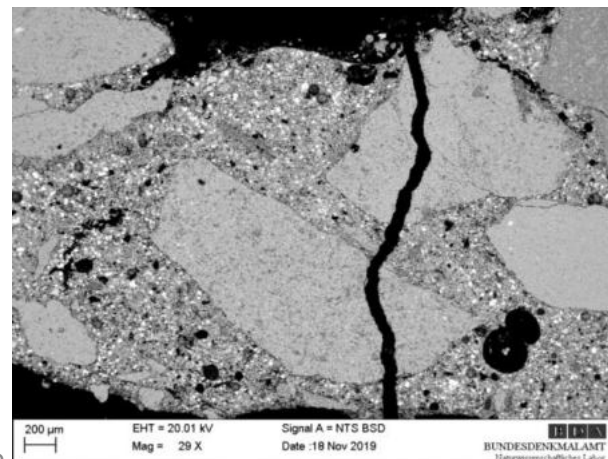
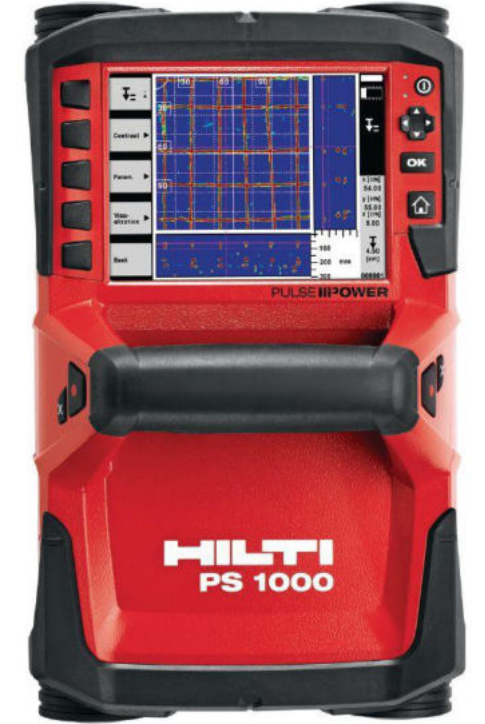
Schaden	Anmerkung	Signatur	Farbton
		Linie, Schraffur oder Fläche	Kennzeichnung
Rückgewitterte Oberfläche	durch Rückwitterung entstanden -> Vergleich zu sandender Stein-OF	Schraffur	 RAL 1016 NCS 0570-G90Y Stabilo 87/215
Schuppenbildung	Ablösung kleiner Schuppen und Schollen	Schraffur	 RAL 2008 NCS 0585-Y60R Stabilo 87/235
Schalenbildung/ Hohlstelle	Ablösung von mm bis cm dicken Schalen	Schraffur	 RAL 3002 NCS 2070-R Stabilo 87/318
Fehlstelle	Ausbruch, Abplatzung	Fläche	 RAL 3015 NCS 1040-R10B Stabilo 87/355
Haarriss	Rissbreite < 1mm		 RAL 2008 NCS 0585-Y60R Stabilo 87/235
Riss	Rissbreite > 1mm		 RAL 3002 NCS 2070-R Stabilo 87/318
Salzausblühung	z.B. bauschädliche Salze		 RAL 9005 NCS — Stabilo
Pflanzen		Fläche	 RAL 6017 NCS 4050-G30Y Stabilo 87/575
Biogene Besiedlung	Algen, Moose, Flechten, Schimmel	Schraffur	 RAL 6005 NCS 7020-B90G Stabilo 87/520

z.B. aktuelles Projekt
vom Landesamt für Denkmalpflege Baden
Württemberg,
MA Almuth Escher

Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege

Untersuchungen im speziellen für Sichtbetonoberflächen (inkl. Mehrstoffsystem Beton)

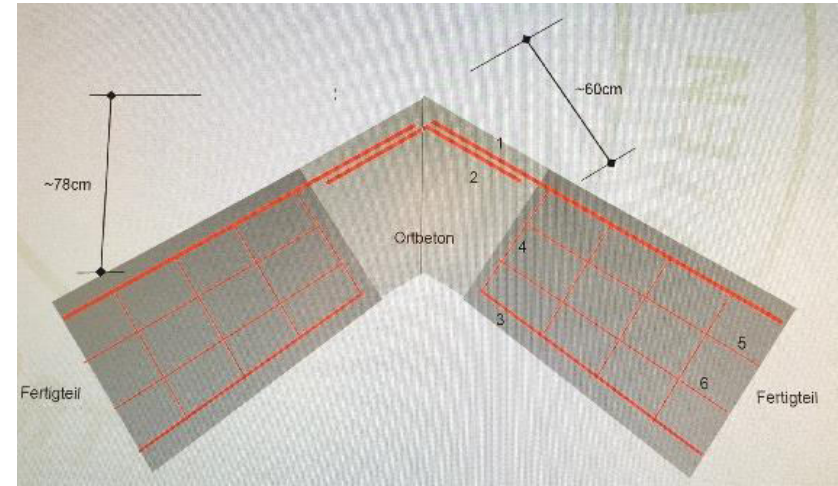
- Oberflächenbeurteilen mit freiem Auge
- Oberflächenbeurteilung mit haptischer Hilfestellung (Wischtest etc.)
- Hohlraumdetektion (Schalungskugel)
- Radaruntersuchung (z.B. mit Hilti PS 1000 X-Scan) bis 40 cm. Findet Bewehrungen, Spanndrähte, Rohre, Kabel, Hohlräume etc.
- magnetische Induktion, Ferroskan (z.B. Hilti PS 300)
- Bestimmung des Karbonatisierungshorizonts im Beton
- Bestimmung diverser Materialeigenschaften (chemische und physikalische) wie vorhin schon erwähnt mittels Laboranalysen.
- Thermographie
- Ultraschalltomografie u.a.



Beispiele



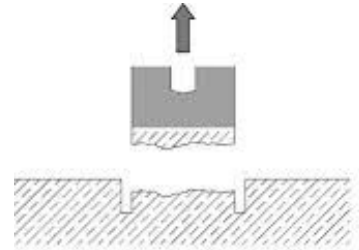
Severin Mair Rekonstruktion der Armierung mit Ferro Scan
Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



Günther Fleischer ÖFI, Markthalle Hofbauerplatz mit Radarscan



Materialtests mit geeigneten Restaurierungsbetonen und anderen Restaurierungsmaterialien, z.B. Festiger, Zementschlämmen, Spezialkleber, Haftbrücken, Hydrophobierung, Inhibitoren, Klebebetone,



Festlegung von geeigneten Restaurierungsmaterialien.

Es gibt zahlreiche Firmen die ähnliche Produkte anbieten:

Mapei, PCI, BASF, REMMERS, Sika, AVENARIUS AGRO, ARDEX, SOPRO,



Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege

Lesehilfen zur Erkennung diverser Reparaturzemente/Betone; welche gibt es am Markt?, auch als Grundlage zur Erstellung eigener Betonergänzungsmassen (in diesem Beispiel eines der die Fa.Sika).

Zementbezeichnungen

ÖNORM EN 197-1

CEM II / A-S 32,5 R
CEM II / A-V 32,5 R
CEM II / A-L 32,5 R
CEM II / A-M (S.V.L) 32,5 R
CEM II / A-S 42,5 R
CEM II / A-V 42,5 R
CEM II / A-M (S.V.L) 42,5 R
CEM I / 32,5 R HS*
CEM I / 42,5 R HS*
CEM I / 52,5 R
CEM II / B-S 32,5 R
CEM III / A 32,5 R
CEM II / B-M (S.V.L) 32,5 R (auch N)
CEM II / B-V 32,5 R (auch N)

HS* Bezeichnung noch nicht geregelt

Bezeichnung der Zusatzstoffmengen

CEM I	Nur Zumahlung < 5%
CEM II / A	Zumahlung von 6 bis 20% Masse
CEM II / B	Zumahlung von 21 bis 35% Masse
CEM III / A	Zumahlung von 36 bis 65% Masse (nur S)

Bezeichnung der Zusatzstoffarten

S	Hüttensand
V	Silikatische Flugasche
W	Kalkreiche Flugasche
D	Mikrosilica
L, LL	Kalkstein (TOC < 0,5 % Masse)
M	Mixture mit Angabe der Komponenten, z.B.: M (S, V, L)

Bezeichnung der Festigkeitsklasse

32,5	DF 28 T	Minimum: 32,5 MPa	Maximum: 52,5 MPa
42,5	DF 28 T	Minimum: 42,5 MPa	Maximum: 62,5 MPa
52,5	DF 28 T	Minimum: 52,5 MPa	Maximum: unbegrenzt

Druckfestigkeiten für Erst- und Konformitätsprüfung

Festigkeitsklasse	Konformitätsprüfung	
	Einzelprüfung	MW von 3 EP*
C 8/10	7	15
C 12/15	12	20
C 16/20	18	26
C 20/25	23	31
C 25/30	29	37
C 30/37	36	44
C 35/45	45	45
C 40/50	50	58
C 45/55	56	64
C 50/60	61	69
C 55/67	69	77
C 60/75	75	83
C 70/85	85	93
C 80/95	96	104
C 90/105	107	115
C 100/115	117	125

* In der Reihe (Kriterium 1 gem. Tabelle 14 der ÖNORM B 4710-1)

Die Werte beziehen sich auf die Mindestdruckfestigkeit von 15 cm Würfeln (N/mm²) bei Lagerung nach ÖNORM B 4710-1.

Expositionsklassen

XD	Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko
XC	Korrosion ausgelöst durch Karbonatisierung
XW	Wasserundurchlässigkeit (drückendes Wasser)
XD	Korrosion verursacht durch Chloride
XF	Frostangriff mit und ohne Taumittel
XA	Chemischer Angriff
XM	Verschleiß

Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko

Planung	Anforderung für GK22
X0	Unbewehrte Fundamente ohne Frost Stahlbeton in Gebäude < 35% rel. Luftfeuchtigkeit
	C20/25

Korrosion ausgelöst durch Karbonatisierung

Planung	Anforderung für GK22
XC1	Permanent trocken (Wohn- und Bürobereich) Permanent nass (Fundamente im Grundwasser)
	W/B ≤ 0,70 Bindemittel ≥ 260 kg/m ³
XC2	Nass, selten trocken (Hallenbäder, Viehställe) Langzeit wasserbenetzte Betonoberflächen, Fundamente im Grundwasserwechselbereich
	W/B ≤ 0,65 Bindemittel ≥ 260 kg/m ³
XC3	Mäßige Feuchte Innenräume mit hoher Luftfeuchtigkeit (z. B. in gewerblichen Küchen, Bädern, Viehställen), vor Regen geschützter Beton im Außenbereich
	W/B ≤ 0,60 Bindemittel ≥ 280 kg/m ³
XC4	Wechselnd nass und trocken Außenbauteile mit direkter Beregnung
	W/B ≤ 0,55 Bindemittel ≥ 300 kg/m ³

Wasserundurchlässigkeit (drückendes Wasser)

Planung	Anforderung
XW1	Wasserdruckhöhe bis 10 m Wasserbauten und dichte Betonbauwerke mit mäßigem Wasserdruck
	W/B ≤ 0,6 Bindemittel ≥ 280 kg/m ³
XW2	Wasserdruckhöhe über 10 m Wasserbauten und dichte Betonbauwerke mit hohem Wasserdruck
	W/B ≤ 0,5 Bindemittel ≥ 300 kg/m ³

Korrosion durch Chloride

Planung	Anforderung
XD1	Mäßig feucht chloridhaltige Sprühnebel
	W/B ≤ 0,55 Bindemittel ≥ 300 kg/m ³
XD2	Nass, selten trocken Schwimmbäder, chloridhaltige Industrieabwasser
	W/B ≤ 0,55 Bindemittel ≥ 300 kg/m ³
XD3	Wechselnd nass, feucht chloridhaltige Wasser / Sprühnebel Parkdecks*, Fahrbahndecken
	W/B ≤ 0,45 Bindemittel ≥ 320 kg/m ³

* Nur mit zusätzlichem Oberflächenschutz

Frostangriff mit und ohne Taumittel

Planung	Anforderung
XF1	Mäßige Wassersättigung ohne Taumittel, senkrechte und über 5% geneigte Flächen, die Regen und Frost ausgesetzt sind, Untersichten
	W/B ≤ 0,55 Bindemittel ≥ 300 kg/m ³
XF2	Mäßige Wassersättigung mit Taumittel senkrechte und geneigte Flächen mit hoher Feuchtigkeit und Taumitteln (z. B. Brückenpfeiler)
	W/B ≤ 0,50 + 2,5% bis 6,5% LP Bindemittel ≥ 320 kg/m ³
XF3	Hohe Wassersättigung ohne Taumittel, waagrechte u. unter 5% geneigte Flächen mit Frostbeanspruchung (z.B. Klaranlagen)
	W/B ≤ 0,55 + 2,5% bis 6,5% LP Bindemittel ≥ 300 kg/m ³
XF4	Hohe Wassersättigung mit Taumittel, senkrechte und waagrechte Betonoberflächen, die Taumitteln und taumittelhaltigem Spritzwasser und Frost ausgesetzt sind (z. B. Fahrbahndecken, Leitwände)
	W/B ≤ 0,45 + > 4,0% LP + 4,0% bis 8,0% LP Bindemittel ≥ 340 kg/m ³

Chemischer Angriff

Planung (Dauerbelastung)	Anforderung
XA1	Chemisch schwacher Angriff* lösend XA1L treibend XA1T
	W/B ≤ 0,55 Bindemittel ≥ 300 kg/m ³ Treibend: CEM I (max. 3% C ₃ A) CEM II C ₃ A-frei, CEM III
XA2	Chemisch mäßiger Angriff* lösend XA2L treibend XA2T
	W/B ≤ 0,45 Bindemittel ≥ 360 kg/m ³ Treibend: CEM C ₃ A-frei Lösend: Zuschlag ≤ 4 mm CO ₂ ≤ 15%
XA3	Chemisch starker Angriff* lösend XA3L treibend XA3T HL-SW
	W/B ≤ 0,34 + Silikastaub Lösend: Zuschlag ≤ 4 mm CO ₂ < 5% Treibend: CEM C ₃ A-frei Bindemittel = 430 kg/m ³ Silikastaub-Gehalt 7% der Zementmasse

* Gem. Tabelle 2, ÖNORM B 4710-1

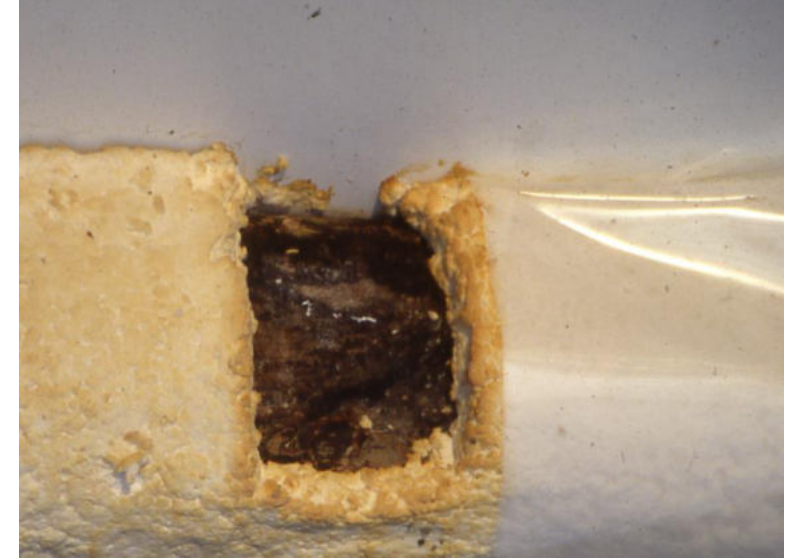
Verschleißbeanspruchung

Planung	Anforderung
XM1	Mäßig z.B. Wohnstraßen
	W/B ≤ 0,55 ≥ C25/30, Bindemittel ≥ 300 kg/m ³ 20 cm ³ /50 cm ² (Bohne)
XM2	Schwer z.B. Hauptverkehrsstraßen, schwere Stapler
	W/B ≤ 0,45 ≥ C25/30, Bindemittel ≥ 340 kg/m ³ Zuschlag ≤ 4 mm CO ₂ ≤ 15% 15 cm ³ /50 cm ² (Bohne)
XM3	Extrem z.B. Kettenfahrzeuge, Tosbecken
	W/B ≤ 0,45 ≥ C35/45, Bindemittel ≥ 340 kg/m ³ Zuschlag ≤ 4 mm CO ₂ ≤ 15% 12 cm ³ /50 cm ² (Bohne)

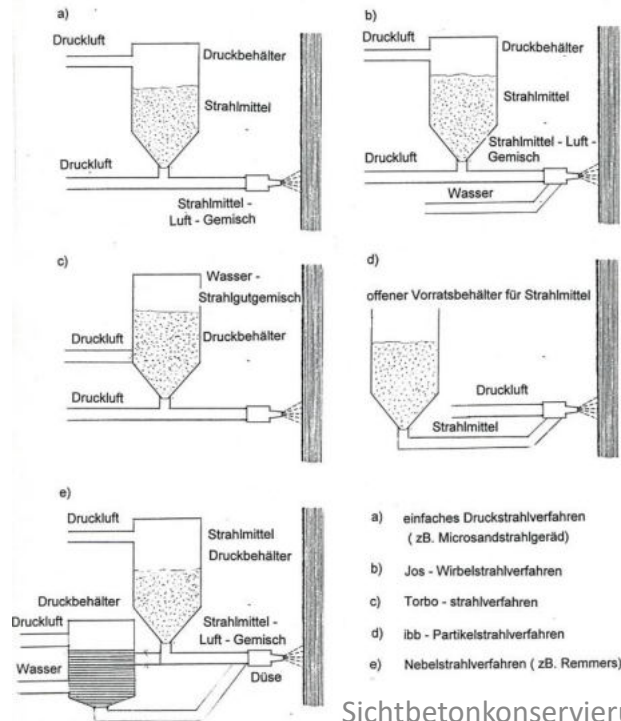
1. grafische und fotografische Erfassung des Mehrstoffsystems Beton samt Oberflächen (A. Escher)
2. Anlegen von Musterflächen



3. Betonreinigung: Wasserdampfstrahltechniken, Sandstrahltechniken, Reinigungsfolien, Hochdruckwasserstrahltechniken, Lasertechniken, chemische Reinigung, Kompressen,.....

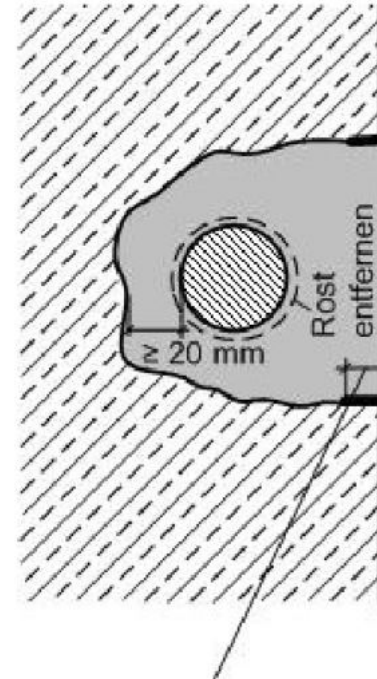


Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege

Freilegung und Hinterarbeitung rostender Bewehrungen



Vorschneiden
(bei Verwendung von Instandsetzungs-
mörtel mindestens 5 mm, an-
sonsten mindestens 10 mm)



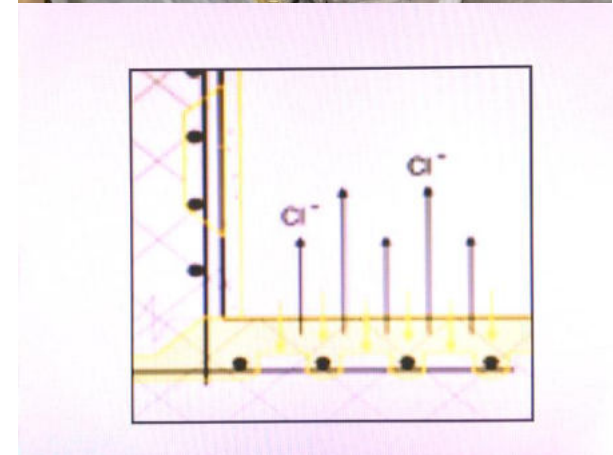
Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



Rostentfernung bei
Bewehrungen

Vorbeugende Beschichtungen als nachhaltiger Rostschutz: effektive Beschichtungen enthalten Aktivpigmente, die als Inhibitoren wirken oder dank ihrer Alkalität eine passive Umgebung schaffen. Obwohl bei der Applikation dieser Produkte eine gewisse Vorsicht geboten ist, sind diese Beschichtungen (z.B. SikaT Mono Top-910 N) (gemäß ÖNORM EN 1504-7) weniger anfällig auf Applikationsfehler als Beschichtungen nach dem Barriereprinzip. (z.B. handelsübliche Rostschutzfarben bzw. auch Bleiseife)

vgl. KORROSIONSIHIBITOR (z.B. Sika® FerroGard®-903 Plus oder CORTEC -MCI® -2020)



4. Konsolidierung verbliebener Oberflächenbereiche, welche aufgrund der Bedeutung der Oberfläche nicht durch Reinigung entfernt worden ist (z.B. durch KSE-Steinfestiger)
5. Isolierung der Bewehrungseisen und Haftbrückenaufbau
6. geeignete Verkleben und Armierung von bedenklichen Rissen
7. Auffüllen von Fehlstellen/Ausbrüchen/Abplatzungen/etc. mit angepassten Reparaturbetonmörteln mit geeigneten Haftbrücken (Zuschlagsstoffe, Faserverstärkung,.....), etc. die Oberfläche der Ergänzungen ist durch „dreidimensionale Retuschen“ in **Duktus und Farbe** dem Betonoberflächenbestand anzupassen



8. Ansetzen und Fixierung von vorher ausgewählten Schalungsmaterial, sowie fachgerechtes Ausgießen/Ausstampfen/Auffüllen,...von Betonersatzbereichen.



9. bei Bedarf Behandlung mit Korrosionsinhibitoren zur Reduktion der Karbonatisierungsbereiche im Beton (um die Eisen herum)
10. bei Bedarf Retusche mit geeigneten Pigmenten und Bindemitteln.
11. aufgrund der Verwendung von Inhibitoren können Beschichtungen entfallen und sind gemeinsam mit einer hydrophobierenden Imprägnierung (transparent) als ausreichende Maßnahme anzusehen um zusätzliche Beschichtungen nicht applizieren zu müssen. **Dadurch kann die gültige Norm, welche Beschichtungen wie OS1 bis OS2 vorschreibt, auch erfüllt werden.**

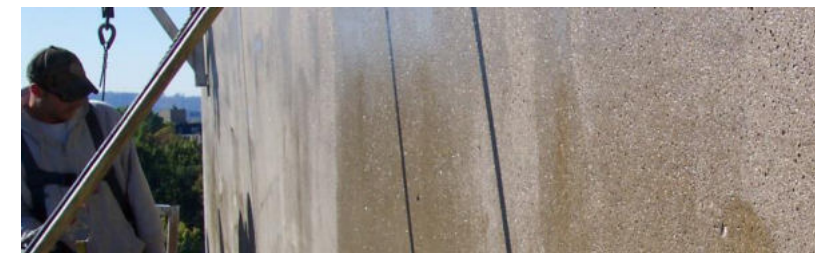
- **Zur KARBONATISIERUNG:** Kohlendioxid (CO_2) in der Atmosphäre reagiert mit dem Kalziumhydroxid in der Porenlösung des Betons. $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$. Durch diese Reaktion sinkt der pH-Wert des Betons, wodurch die, vor Korrosion schützende Begrenzung des Sauerstoffgehaltes (an der Kathode) durch Sättigung oder Oberflächenbeschichtung, Passivierungsschicht auf dem Stahl zerstört wird.
- Gegenmaßnahme Korrosionsinhibitoren:
- anodische Reaktionen an der Stahlbewehrung werden durch das Ausschließen von Sauerstoff verhindert. Dem Frischbeton zugegebene oder nachträglich auf der Betonoberfläche applizierte Inhibitoren bilden auf der Stahloberfläche einen Schutzfilm gegen das Eindringen von Sauerstoff.

(Sika bzw. MCI – Cortec Corporation siehe Infoblätter)

generell galt bis dato stets OS 1 bis OS2 für einen reduzierten Beschichtungsauftrag

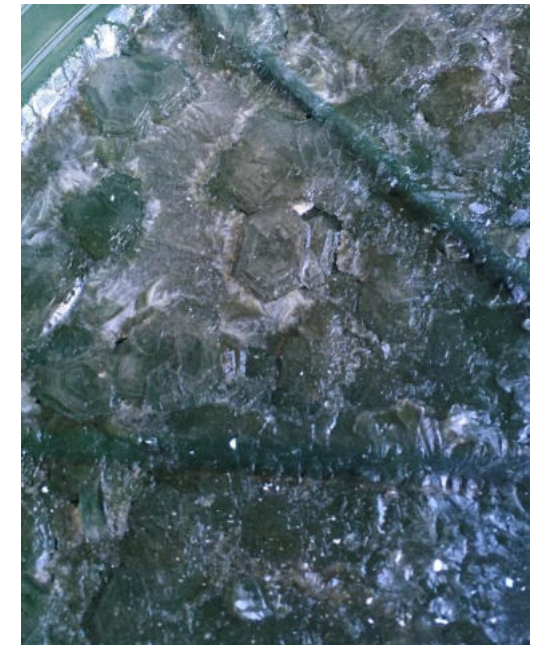
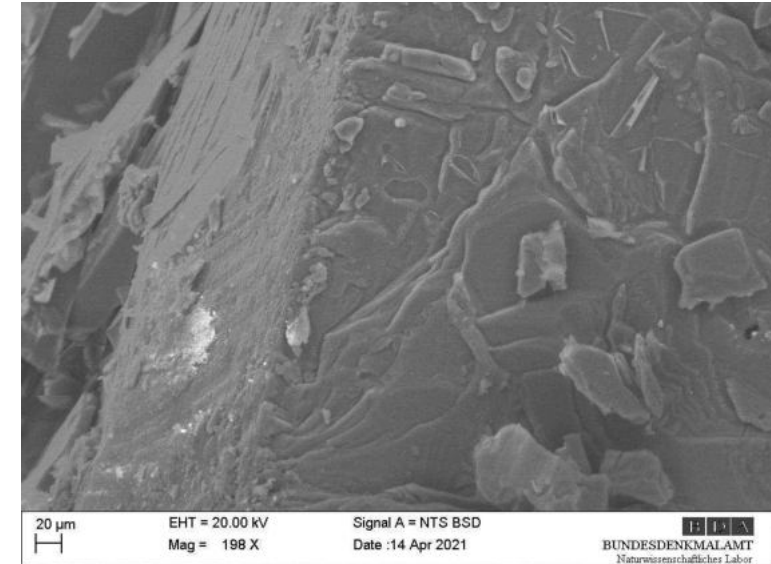
(OS = Oberflächenschutzsysteme).

Mit Inhibitoren und Hydrophobierung kann dieselbe Schutzwirkung garantiert werden wie z.B. OS1 siehe auch ÖNORM EN1504 u. öbv R. ausreichende Evaluierungen über längere Zeiträume hinweg fehlen allerdings noch in der Fachliteratur (Ausnahme WIFI St. Pölten, Rest. 2013, K. Wedenig)



Bemerkungen zum Korrosionsinhibitor FerroGard 903 seitens des naturwissenschaftliche Labors des BDA im Arsenal

- Inhibitoren (Amin-Ethanol, Iminodiethanol zu jeweils 3%)
- Die Wirkung beruht auf dem Prinzip des passiven Korrosionsschutzes:
- Der hohe pH-Wert dieser beiden Verbindungen verhindert eine weitere Oxidation des bereits gerosteten Eisens da diese Reaktion nur im sauren und neutralen Milieu erfolgen kann. Im Gegensatz zu anderen Verfahren, wo Laugen (zB Natronlauge) mit dem Eisen in Kontakt treten, bilden die beiden o.g. Substanzen keine Schadsalze aus, weshalb auch eine spätere nachteilige Reaktion durch Ausbildung eines Salzkristallisationsdruckes ausgeschlossen werden kann.
- Amin-Ethanol und Iminodiethanol jeweils 3%ig in Wasser
- Aus Sicht des BDA Labors ist die Funktionsweise damit erklärt und das Produkt als Korrosionsinhibitor geeignet.



Instandsetzungsprinzipien für Beton

für die Baubranche

- gegen das Eindringen von Stoffen
- Wasserhaushaltsregulierung
- Reprofilierung
- Verstärkung
- Erhöhung des physikalischen Widerstandes
- Erhöhung des chemischen Widerstandes

für die denkmalgerechte Instandsetzung

- Wertigkeiten
- Restaurierziele
- Zustandsermittlung
- Materialienkennwerte
- Maßnahmenplanung

In Deutschland besteht seit 1907 der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton (e.V. ist ein Fachgremium zur Förderung des Betonbaus). Und dieser gibt die DAfStb-Richtlinie heraus

Generell gelten für die Sichtbetonkonservierung ähnliche denkmalgerechte ästhetische Herangehensweisen, wie in der Steinkonservierung. Daraus erklärt sich auch die Forderung der Denkmalpflege zur Restaurierung von wertvollen Sichtbetonoberflächen Steinrestaurator:innen, sowohl für die Planung als auch für die Durchführung einzubeziehen.

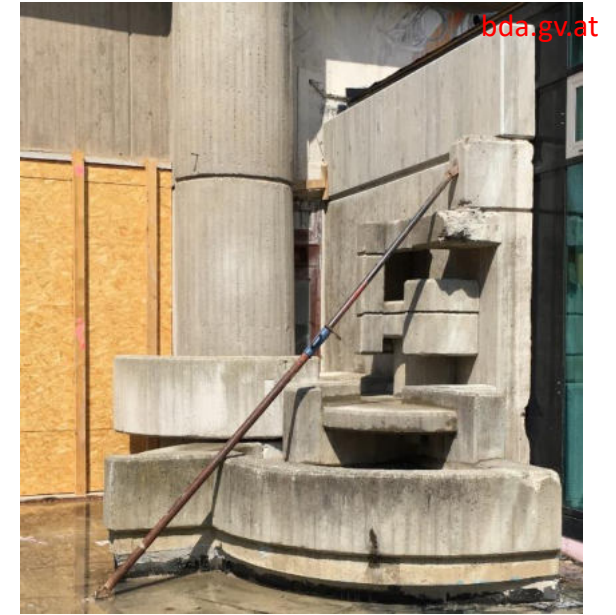
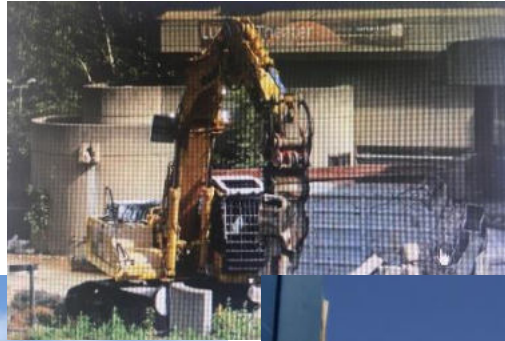
BEISPIELE

von aktuellen und evaluierten Betonsanierungsprojekten mit Schwerpunkt Sichtbetonoberflächen
In Österreich

Dank an: Mag. Klaus Wedenig, Mag. A. Hackel, Mag. Susi Leiner, Mag. Anna-Maria Tuby, Mag. Monte Wienerberg, MA Almuth Escher, Mag. Lisa Fischer, Dipl.Ing. Elmar Hess, Dr. Günther Fleischer (OFI), Rest. Nikola Vujasin, Steinmetzmeister Thomas Staudacher, Ing. Markus Lassy, Dr. Robert Linke, Dr. Farkas Pinter, Mag. Kristina Kopic, Dipl.Ing. Barbara Keiler, Dipl.Ing. Steffi Scheil, Dipl.Ing. Sylvia Schönolt, Mag. Michael Tasch, Mag. Susanne Hayder, Dipl.Ing. Margit Kohlert, Dipl.Ing. Franz Forstlechner, Dipl.Ing. Herbert Berchtold, Dipl.Ing. Adolf Wilfing, Bauamt der Stadt Graz, MA 7 der Stadt Wien, Landesamt für Denkmalpflege Baden Württemberg, Bauamt der Erzdiözese Wien, Bauamt der Diözese Vbg., Bundesdenkmalamt: Abt. Stmk., Abt. NÖ, Abt. Bgld., Abt. Vbg., Abt. Wien, Abt. Ktn, Naturwissenschaftliches Labor, Dipl.Ing. Stefan Krispel (TU-Wien Smart Minerals)
Spezialfirmen im Betonbereich wie Fa. Sika, Mapei, Hilti, PCI, Remmers u.v.a.



Kulturzentrum Mattersburg,
Brutalismus,
von Herwig Udo Graf (1973-76)
Restaurierung 2021
Unterschutzstellung 2020



Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege







Durchgeführte Maßnahmen an den Stahlbetonflächen (lt. Restaurierbericht K. Wedenig):

1. Reinigung

- Die Reinigung der Sichtbetonflächen von biogenem Bewuchs erfolgte mit Wasser ohne weitere Zusätze unter Zuhilfenahme von Dampfstrahlgeräten (Fa.Kärcher) mit jeweils auf den Untergrund abgestimmten Druck. Die Attikafläche ist mit Bitumen überzogen, daher war dort eine Reinigung mit Mikrosandstrahlverfahren notwendig.
- Eine Biozidbehandlung erfolgte auf allen Flächen mit Antigrün. Abschließend wurde erneut mittels Dampfstrahlgeräten gereinigt.

2. Konservierung

- Nach dem Austrocknen wurden alle bearbeiteten Oberflächen 2x mit Sika Ferro Gard-903 Plus gestrichen.
- Rostschutzbehandlung der verbleibenden Bewehrungen bzw. Armierungen: Sämtliche Eisenteile wurden mit Drahtbürsten sorgfältig gereinigt und anschließend mit Öl-Bleiminium-Farbe beschichtet. Tieferliegende Armierungen wurden mit Owatrol Öl soweit als möglich behandelt.

3. Ergänzungsmaßnahmen

- Die Ergänzungsmaßnahmen wurden mit vor Ort gemischten und angepassten Betonmörtel durchgeführt. Das Mischungsverhältnis bestand aus 3T verschiedenen Sanden (Sandgruben Rohrdorfer Wiener Neustadt und Wimpassinger Sand grau Fa. Schraufstaedter; Körnung 0-4mm), 1T versch. Zemente (Portlandzement, Fa. Baunit 32,5 und LaFarge ‚Der Blaue‘ Spezialzement CEM I 52,5 R) vermischt mit Wasser und wurde sofort auf die gereinigten Oberflächen aufgetragen. Danach wurden sandgestrahlte Hölzer zur Imitation der Schalungsoberflächen aufgebracht und nach dem Anziehen mit der Modellier- spachtel die Struktur und Oberfläche an den angrenzenden Bestand angepasst.

4. Patinierung

- Die Patinierung erfolgte dort wo notwendig mit stark verdünnter Silikonharzfarbe und Pigmenten (Umbra grün, gelber Ocker, Zinkweiß, Eisenoxidschwarz und Spuren von Eisenoxidrot).
- Abschließend erfolgt eine Hydrophobierung auf der Sichtbetonergänzung

(Info: Fa. Wedenig)



Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege

Oberflächenbehandlungsexpert:innen sind gefragt
keine Beschichtungen 😊

Graz, Hofbauerplatz, Markthalle von Franz Forstlechner (1972), eine provisorische Sanierungsmaßnahme mit Kunstharzfarbe wann?, 2019 Unterschutzstellung;
2020/21 Befunderhebung und Proberestaurierung durch das BDA Abteilung für Konservierung und Restaurierung, Arsenal;
geplante Umsetzung 2022/23 mit dem Bauamt der Stadt Graz



Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



teilweise tiefreichende Schäden, die statische Gutachten erforderten



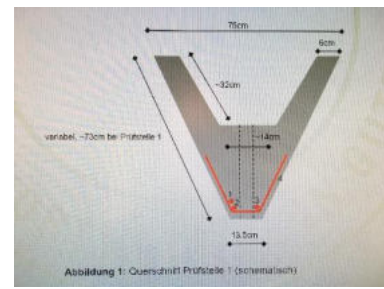
Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



Abbildung 1: Querschnitt Prüfstelle 1 (schematisch)

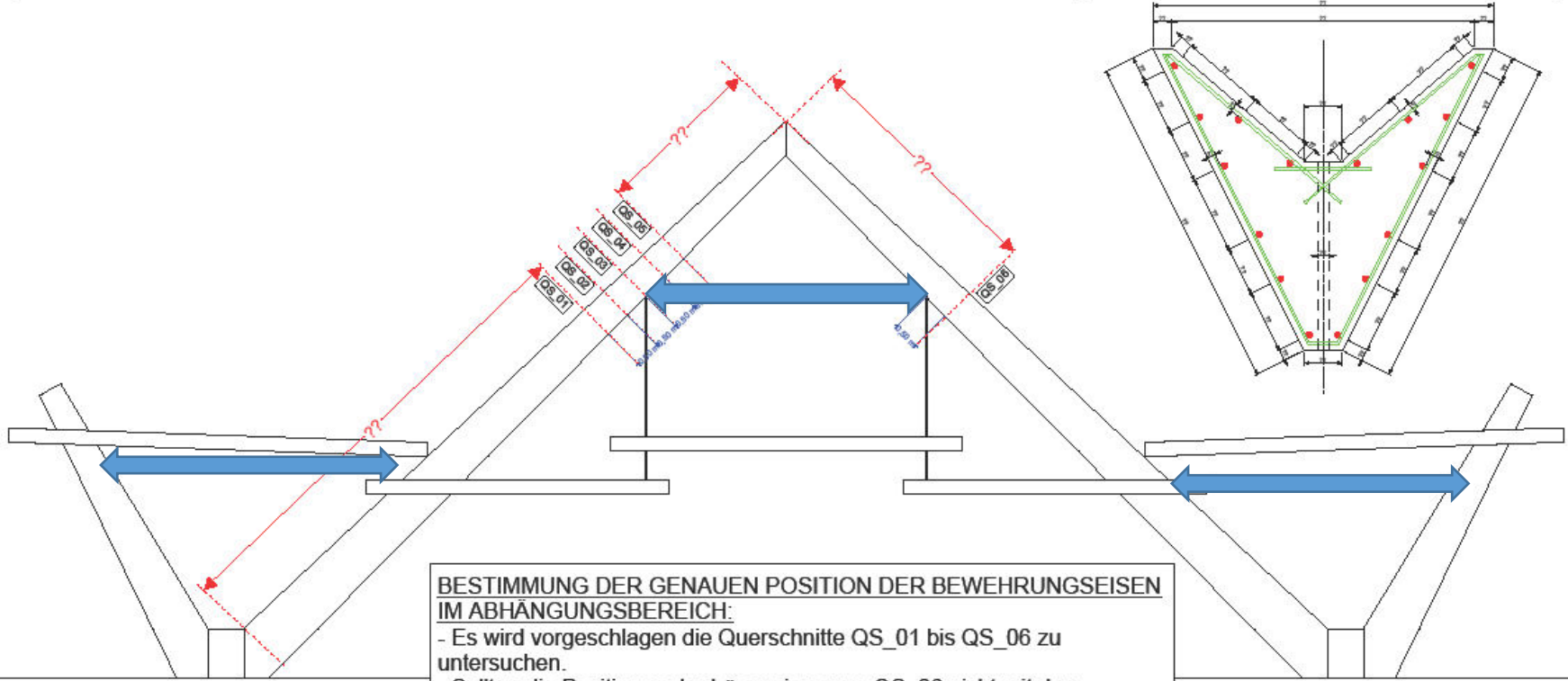
Tabelle 1: Bewehrung Prüfstelle 1

Nr.	Durchmesser [mm]	Zustand	Betondeckung [mm]		Karbonatisierungstiefe [mm]
			unten	seitlich	
1	Ø 14	R1	50	44	3 bis 8
2	Ø14	R1	36	33	
3	Ø14	R1	37	48	
4	Bu Ø 8/14-20cm	R1	21	27	



MARKÜBERDACHUNG HOFBAUERPLATZ GRAZ

ERFORDERLICHE ABMESSUNGEN IN DEN
EINZELNEN QUERSCHNITTEN
(EISENVERTEILUNG ANGENOMMEN):



**BESTIMMUNG DER GENAUEN POSITION DER BEWEHRUNGSEISEN
IM ABHÄNGUNGSBEREICH:**

- Es wird vorgeschlagen die Querschnitte QS_01 bis QS_06 zu untersuchen.
- Sollten die Positionen der Längseisen von QS_06 nicht mit den Positionen von QS_03 übereinstimmen, so sind die Positionen QS_01 bis QS_05 auch aus dem zweiten Träger zu vermessen (Überprüfung ob symmetrisch ausgeführt)!
- Die zu untersuchenden Querschnitte sollte ca. je 0,5m von der Aufhängung entfernt sein. Dieser Abstand sollte gegeben falls angepasst werden falls Bewehrungsprünge vorhanden sind.
- Es werden von allen im Querschnitt Längseisen die genaue **Position** am Querschnitt, die **Überdeckung** sowie der **Durchmesser** benötigt!
- Die genaue Position der vermessenen Querschnitte am Träger ist **anzugeben!**

2 statische Gutachten

Ein Gutachten würde zu massiven Vergrößerungen der Tragekonstruktion führen, bzw. zum Abriss.

Ein Gegengutachten ermöglicht den Erhalt mit Hilfe einer minimalen statischen Stützkonstruktion

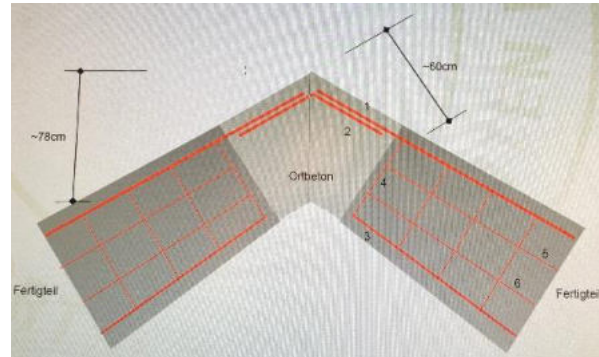
Folgende Punkte sind bei der Betonsanierung in Betracht aus der Sicht des Statikers (E.Hess) in Betracht zu ziehen:

- . Es sind alle Rahmen zu sanieren.
- . Das Dach sollte für die Sanierung entfernt werden.
- . Die Rahmen sind während der Sanierung zu unterstützen.
- . Die Betonüberdeckung aller Rahmen sollte überprüft werden.
Dies kann den Umfang der zu sanierenden Bereiche eingrenzen.
- . Der Betonabtrag hat möglichst erschütterungsfrei zu erfolgen!
- . In schadhaften Bereichen mit zu geringer Betonüberdeckung ist eine Korrosionsschutzbeschichtung der Bewehrung erforderlich
(vgl. ÖNorm B 4706:2015 Kap. 7.7.4 (2) siehe auch ÖNormen 1504-7(Inhibitoren) bzw. ÖNormen 1504-2 (Oberflächenbehandlungssysteme)).



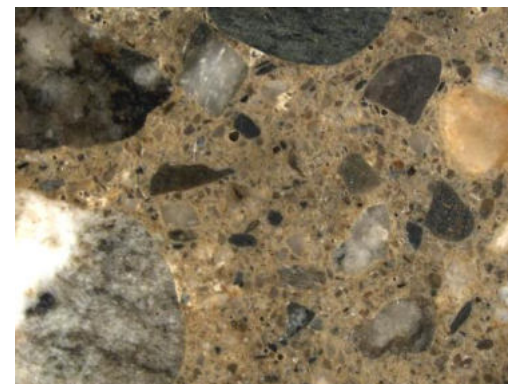
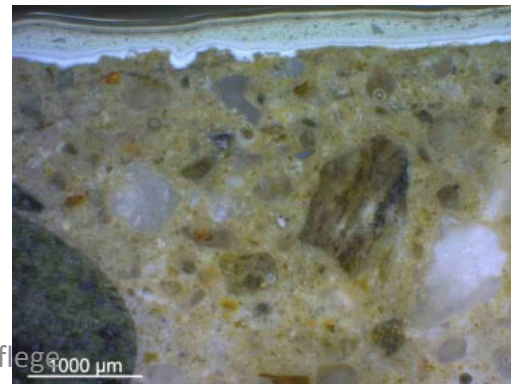
Tabelle 2: Bewehrung Prüfstelle 2

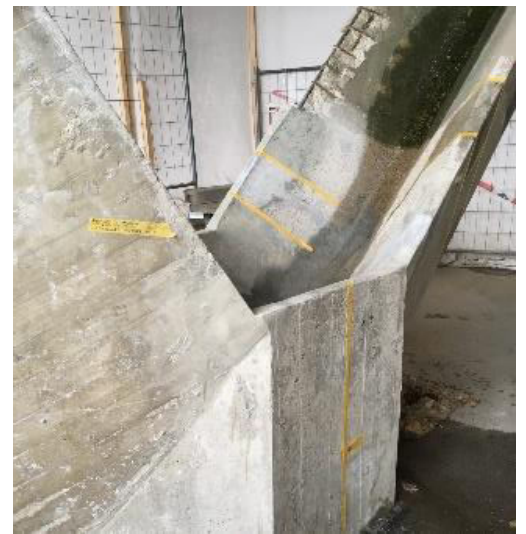
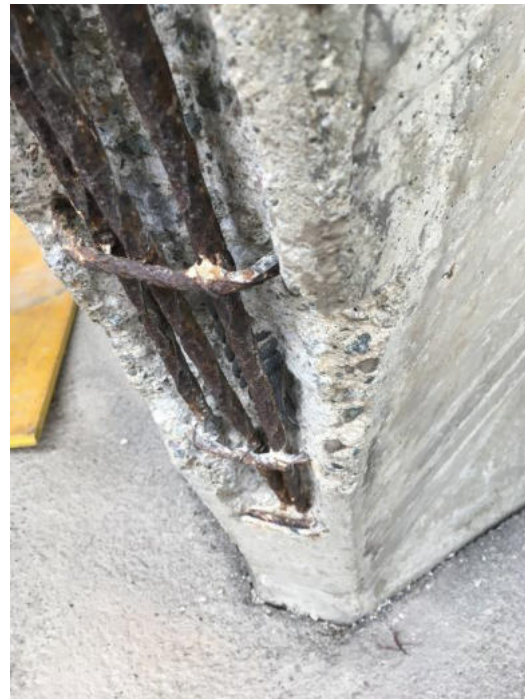
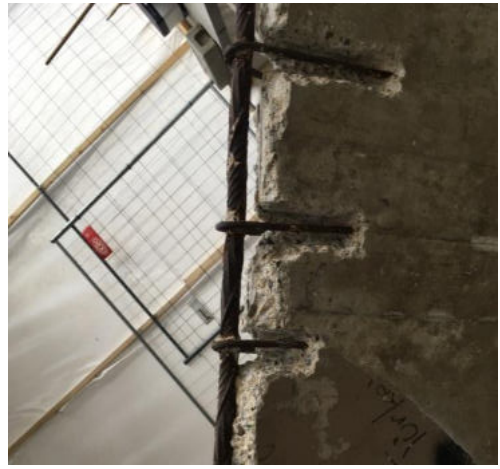
Nr.	Durchmesser ¹ [mm]	Zustand	Betondeckung [mm]	Karbonatisierungstiefe [mm]
1	Ø 22 (20,6 -21,8)	R1-R2	27 bis 30	3 bis 5
2	Ø 22	R1-R2	7	
3	Ø 14	R1	13 bis 18	
4	Bü Ø 8/14-17cm	R2	5 bis 10	
5	Ø 8	R2	19	
6	Ø 8 (6,9)	R2	25	



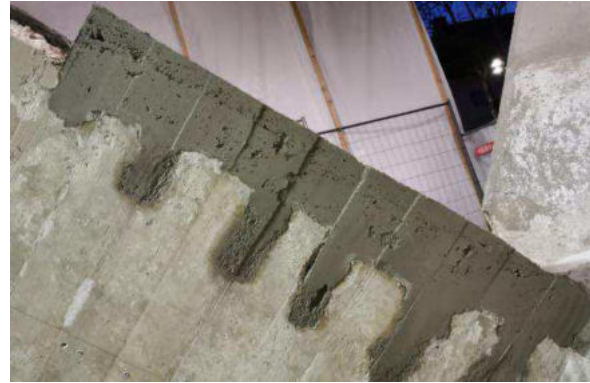
Ferroskan, Karbonatisierungstiefe, Eisenbestimmung, Betonaufbau, Sieblinie,....

Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege





Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



BUILDING TRUST 

PRODUKTDATENBLATT
Sika MonoTop®-412 Eco

R4-INSTANDESETZUNGSMÖRTEL MIT SEHR HOHER STANDFESTIGKEIT UND REDUZIERTEM CO₂-FUSSABDRUCK CE 

<p>BESCHREIBUNG</p> <p>Sika MonoTop®-412 Eco ist ein zementgebundener, kunststoffmodifizierter, feinstverleibter, selbstverleibender, anstrichreifer Reparaturmörtel mit maximaler Abbindezeit von 30 Minuten für die CO₂-Fußabdruckreduzierung der Klasse R4 nach EN 1504-1 erfüllt.</p> <p>ANWENDUNG</p> <p>• Instandsetzung von Betontragwerken (Prüfung 3, Varianten 3.1 & 3.2 nach EN 1504-1)</p>	<p>VORTEILE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reduzierter CO₂-Fußabdruck • Klasse R4 nach EN 1504-1 • Selbstverleibend • Handlich und maschinell verarbeitbar • Bis zu 120 mm in einem Anstrichschicht auftragbar • Ausgesiebtes Schutzverleibmaterial • Gute Verarbeitbarkeit • Ausgezeichnete Haftung am Untergrund (keine Haftlöcher erforderlich) • mehr Frost- und Frosttautoleranzfähigkeit • Breitenbande RT
---	--

Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



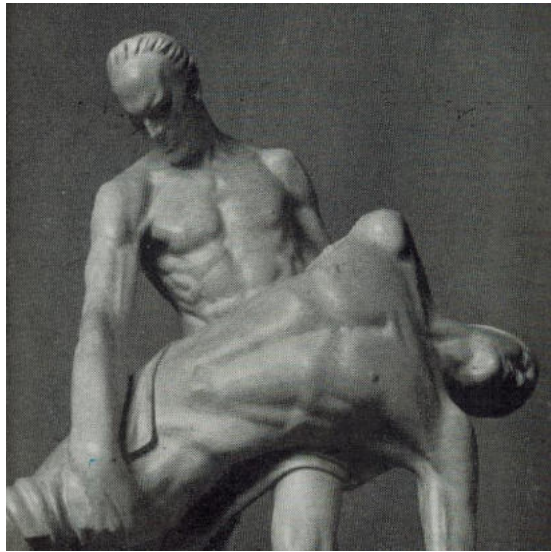
Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



Zur Zeit wird ein Leistungsverzeichnis samt Kostenschätzung erarbeitet
Team: Architekten der Stadt Graz und Steinrestauratorinnen. Ausschreibung ist für Frühjahr 2022 geplant.



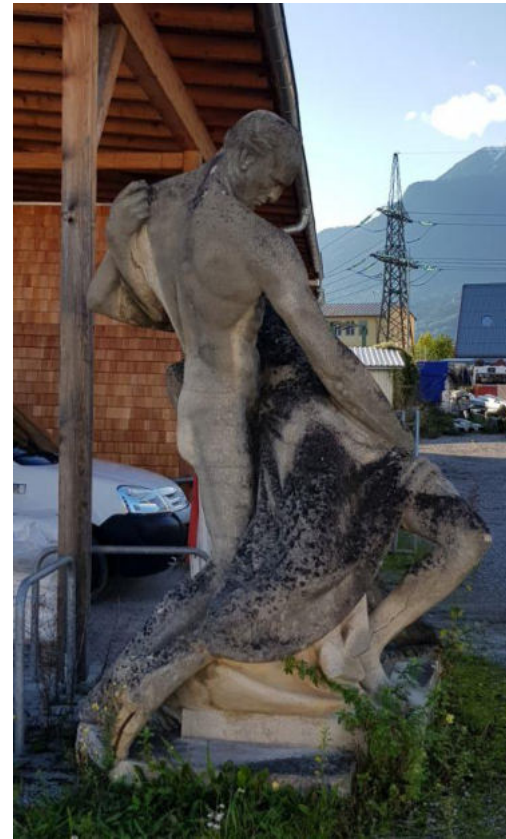
Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



Oesterr. Kriegerdenkmal für Budapest

Der Auftrag für das österreichische Kriegerdenkmal in Budapest wurde dem Bildhauer **Eduard Föderl** zuteil. Der junge österreichische Künstler ist ein Schüler Müllners und Rom-Preisträger. Er arbeitete vorher unter Hanak am Monumentalwerk für Ankara mit. Im Institut für Konservierung und Technologie bildete er sich unter der Leitung Eigenbergers und ergänzte alte Plastiken. In der letzten Zeit schuf er eine Bronzestatuette des Bundesministers Dr. Pernitz.

Das Modell des Kriegerdenkmals für Budapest vereint zwei überlebensgroße, nackte Gestalten: Ein Krieger trägt seinen gefallenen Kameraden aus dem Schlachtgetümmel.

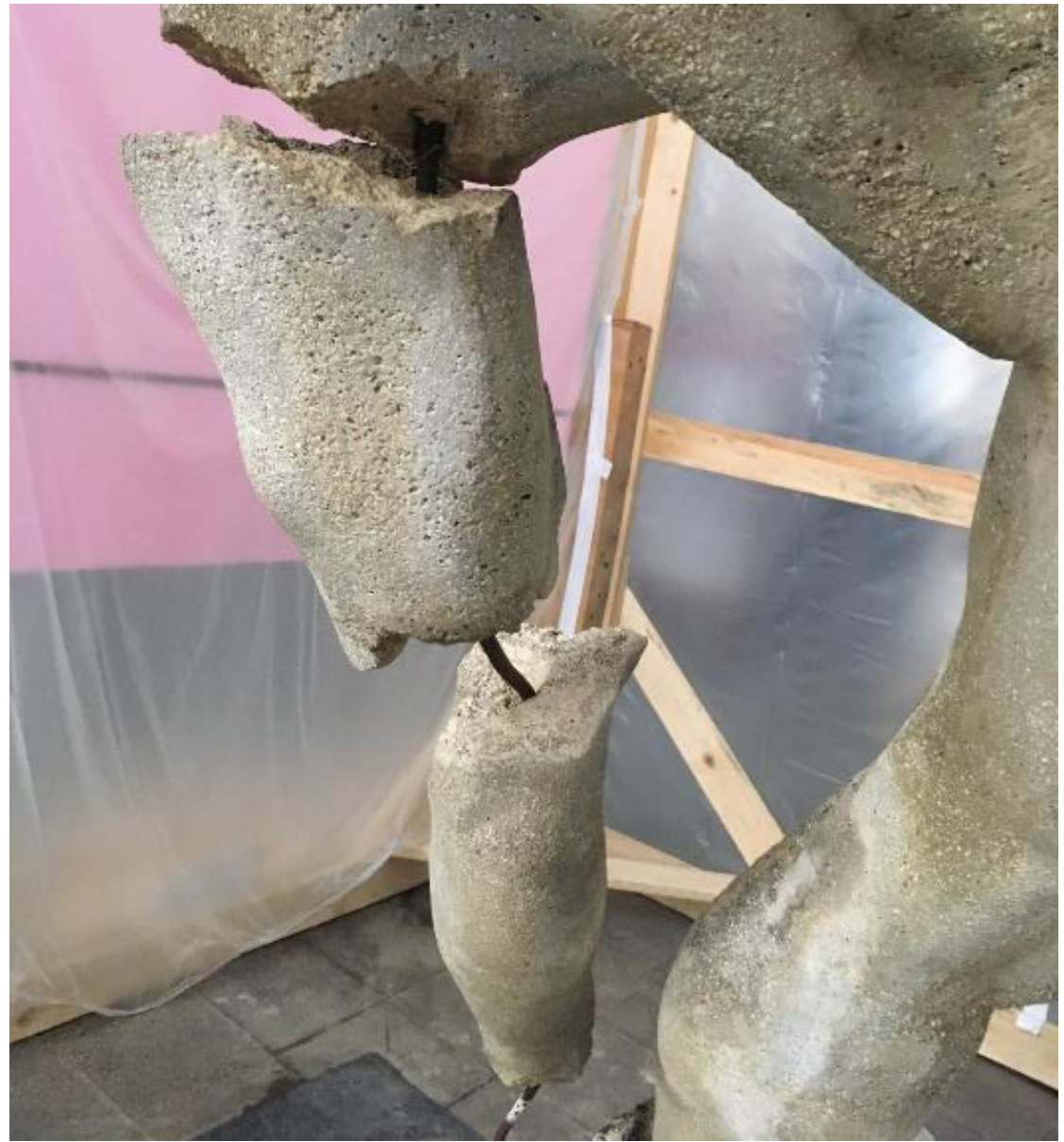


Ödenburger Zeitung 4.März 1937

Männerpieta

(eigentlich): „Denkmal des unbenannt Beerdigten“ oder „Gefallene“ von Prof. E. Föderl 1937 im diskussionswürdigen Stil der Zeit angefertigt. Beauftragung kurz vor dem Anschluss an Hitlerdeutschland. Es handelt sich hierbei um einen Stampfguss mit verlorener Form; 5 Tonnen und 3 Meter hoch

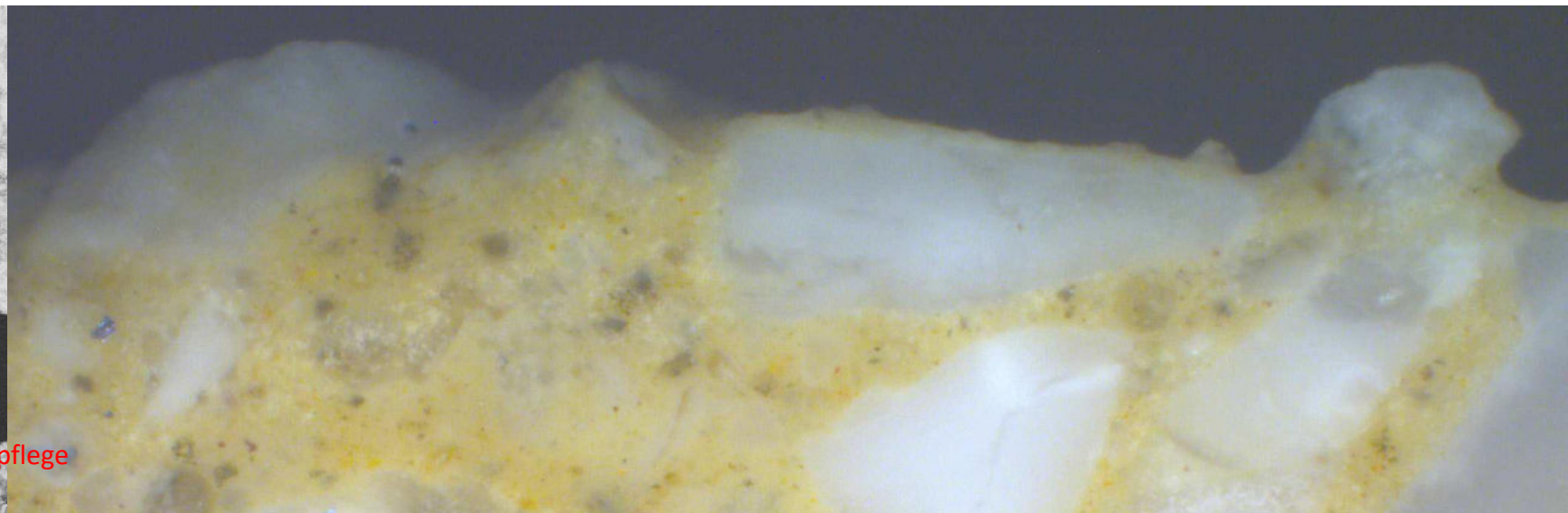
Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



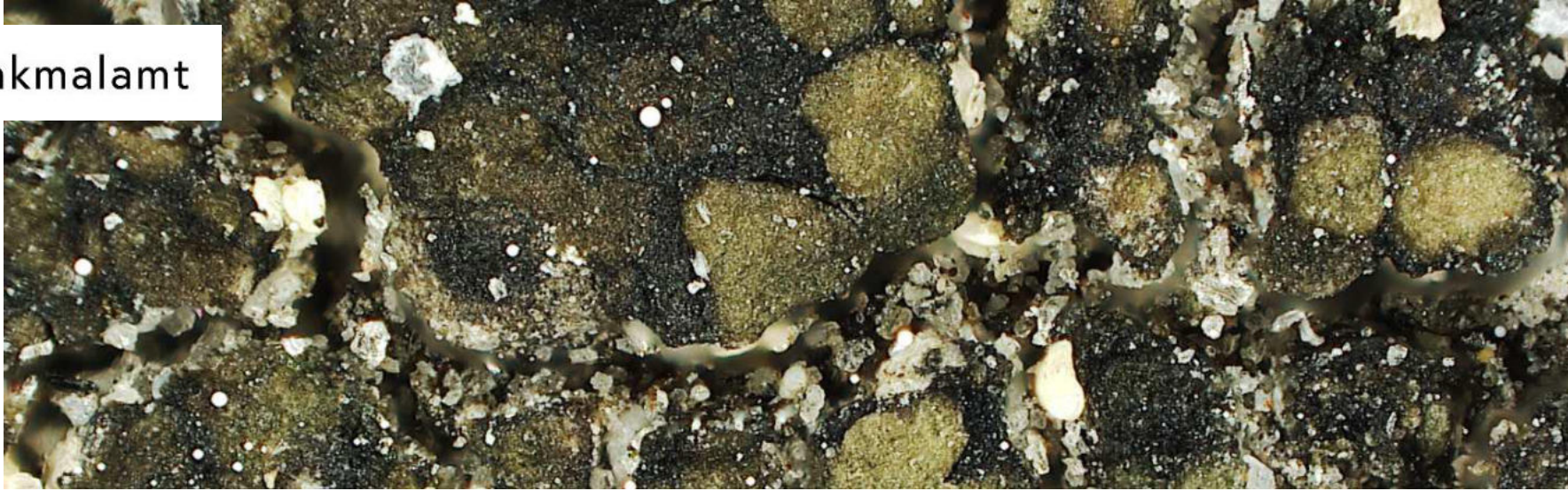
Haarrissysteme und kleine Lunker (wo darüber die Gußhaut verloren ging) zahlreiche mechanische Schäden

Materialprobe mit teilweise gereinigter Oberfläche

Feinkörnige Betonmischung bestehend aus Grauzement (Portlandzement) und weißer Karbonatkörnung bis ca. 4 mm Korngröße (in der Probe). Der Zuschlag besteht aus gebrochenem, dichtem Kalkstein (Korngröße 0,1 – 2 mm sowie Überkorn bis ca. 4 mm). Zahlreiche Fossilien erkennbar (Leithakalkstein). Das Bindemittel zeigt zahlreiche hydraulische Reststrukturen (Aluminatferrite als dunkle Punkte in nachstehender Abb. 1 erkennbar). Darüber hinaus ist das Bindemittel mit Gelbocker gelblich eingefärbt und gibt (gab) der Betonmischung entstehungszeitlich offensichtlich den Anschein einer Kalksteinoberfläche. Zusätzlich sind im Bindemittel zahlreiche Luftblaseneinschlüsse erkennbar, die offensichtlich beim Mischen/Gießen entstanden sind. Im Gegensatz zu Probe 684/20 konnten bei dieser Probe keine Ettringitbildungen oder sonstige Sulfatsalze beobachtet werden. Das Gefüge wirkt stabil und zeigt auch an der Oberfläche keine Frostschäden oder sonstige Degradationserscheinungen. Eine ähnliche Betonanmischung findet sich auch beim Figurenfries von A. Hanak bei der Villa Ast am Wörthersee (siehe spätere Folien)

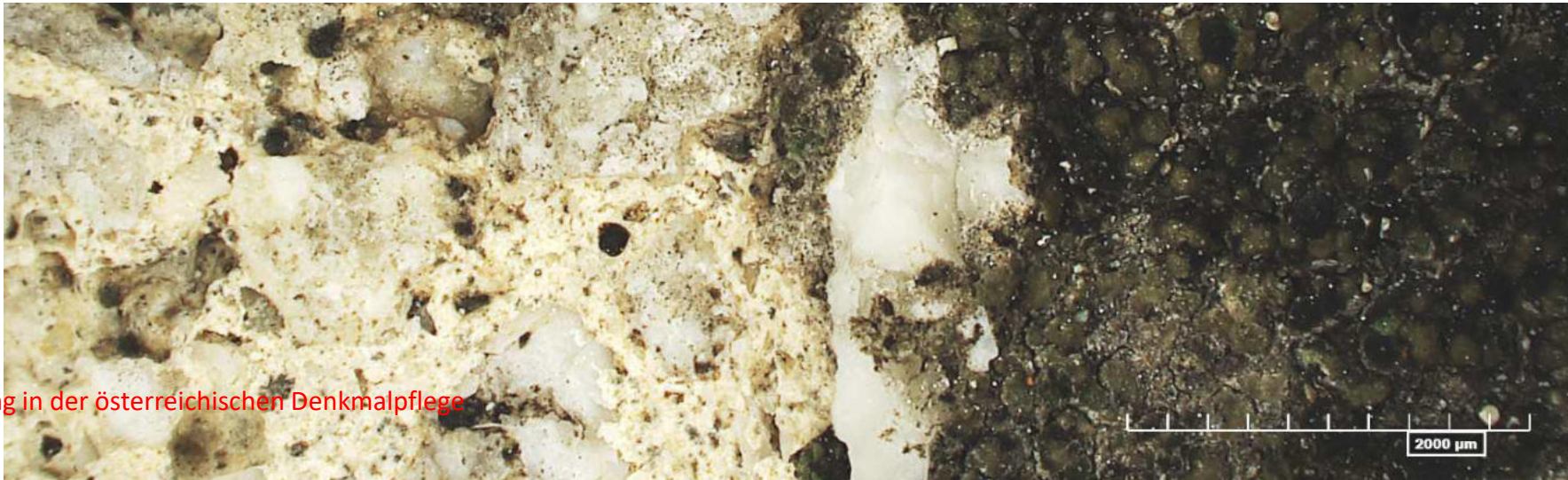


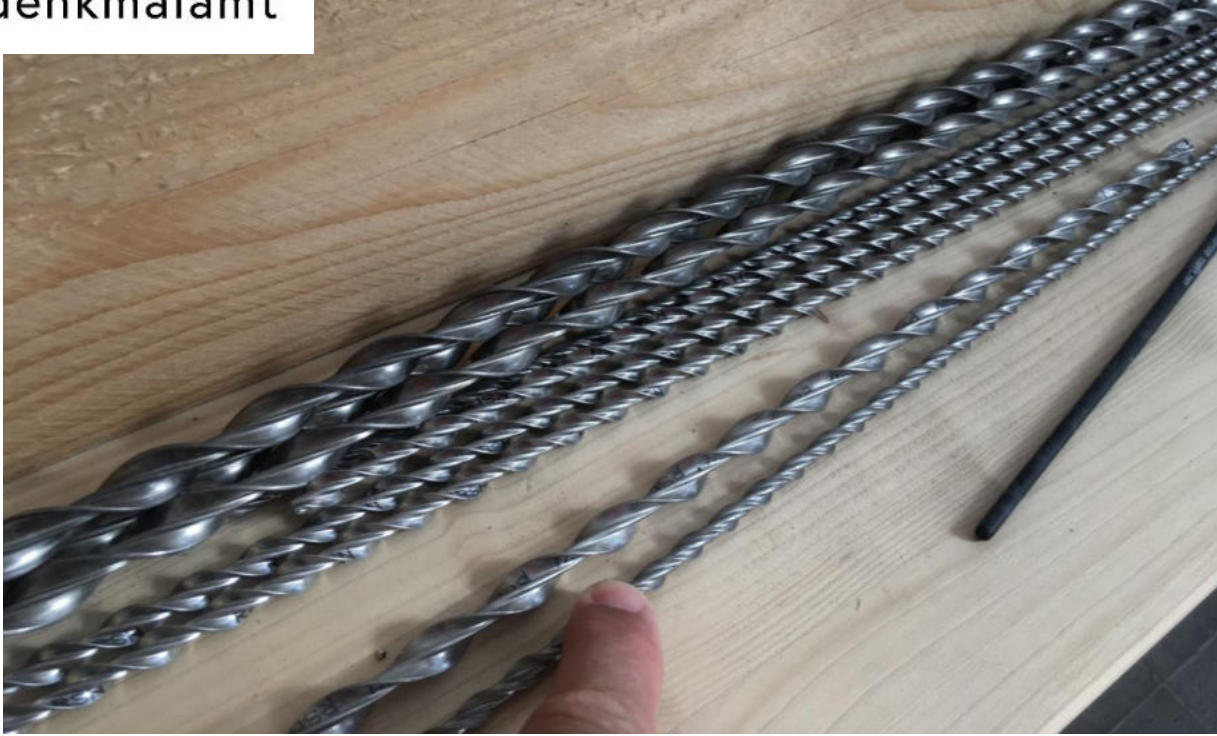
Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



Bei näherer Vergrößerung erkennt man in der 3D-mikroskopischen Aufnahme eine feinteilige Rissbildung der Schmutzauflagen. Dieses Krakelee bietet den Mikroorganismen optimale Lebens- bzw. Rückzugsbedingungen, weshalb eine Entfernung zweckdienlich erscheint.

Ein Vergleich der gereinigten und der ungereinigten Oberfläche in der 3Dmikroskopischen Aufnahme zeigt ein zufriedenstellendes Ergebnis der Dampfstrahlreinigung.





Armierungsmaterial gedrehte
Spannungseisen von Rhodia,
Brutt saver, Rubinstein,....

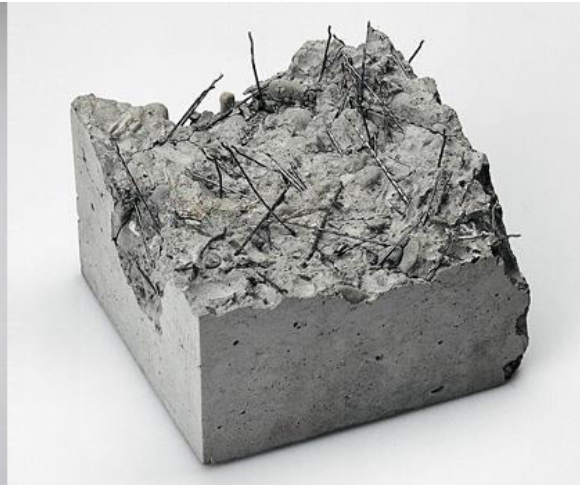
diverse Faserzemente

Sanierungsbetone mit hoher Festigkeit
und Dehnungsfähigkeit (Mapei) sowie
Faserzusätze

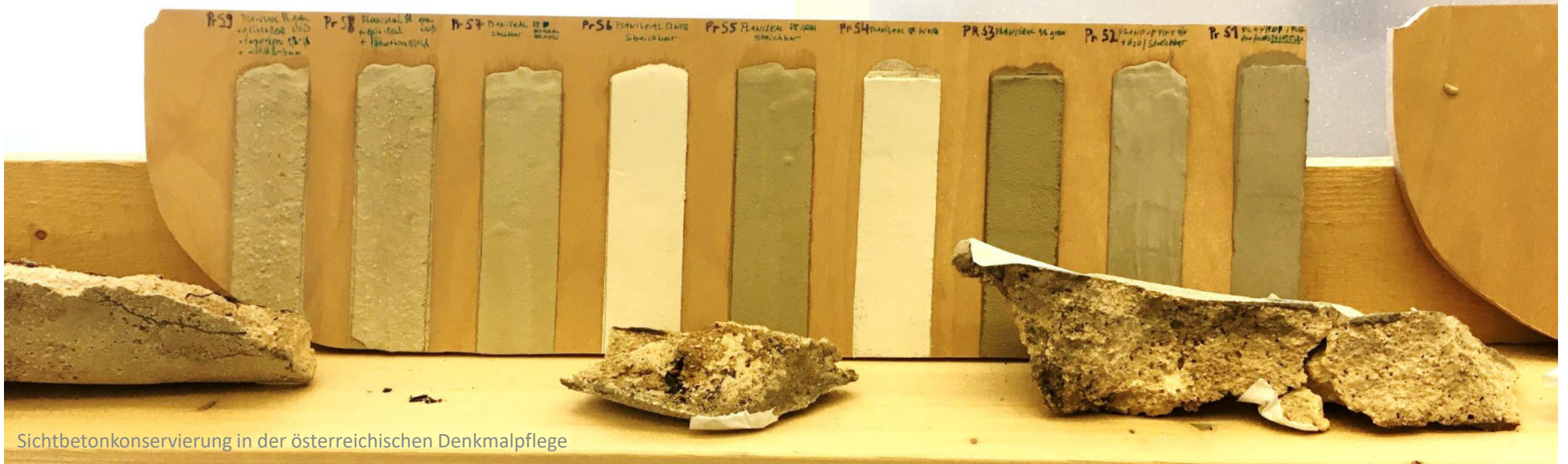
Abdeckbeton zur ästhetischen
Annäherung (Mapei) (mit zusätzlichen
Sanden und Pigmenten sowie anderen
Selbstanmischungen)

Ferrogard – 903 Plus (Sika)

Zementschlämme für partielle
Retuschen und Haarrissverschließung
(mit unterschiedlichen Zuschlägen)



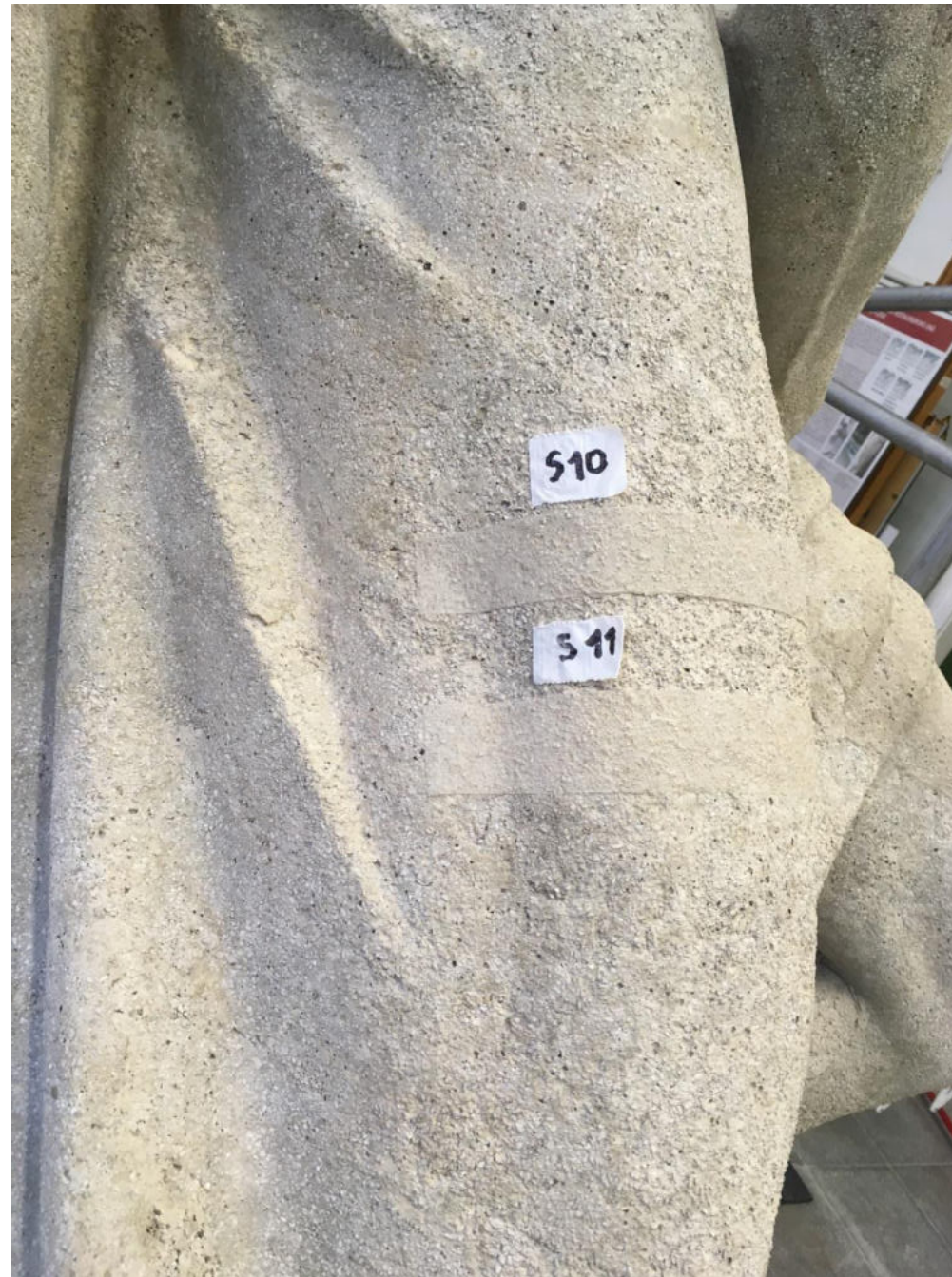
Beschichtungsproben für
partielle/punktueller
Oberflächenschließung



Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege





Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



Die Maßnahmen werden 2022 abgeschlossen sein. Das Denkmal wird wieder am Innsbrucker Soldatenfriedhof aufgestellt werden.

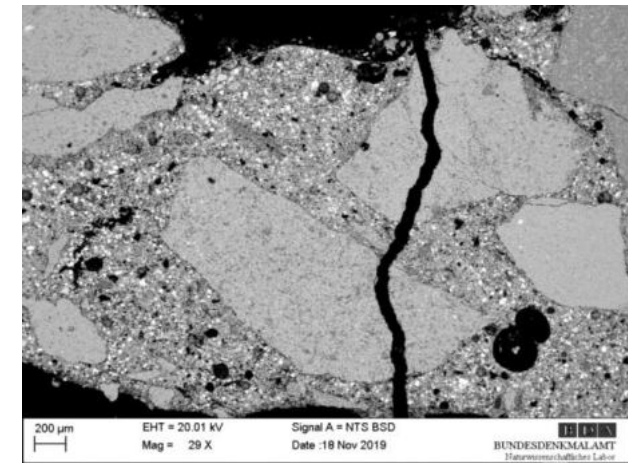
Die inhaltliche Auseinandersetzung von Austrofaschistischer Stilausformulierung soll auch noch als Information vor Ort angebracht werden.

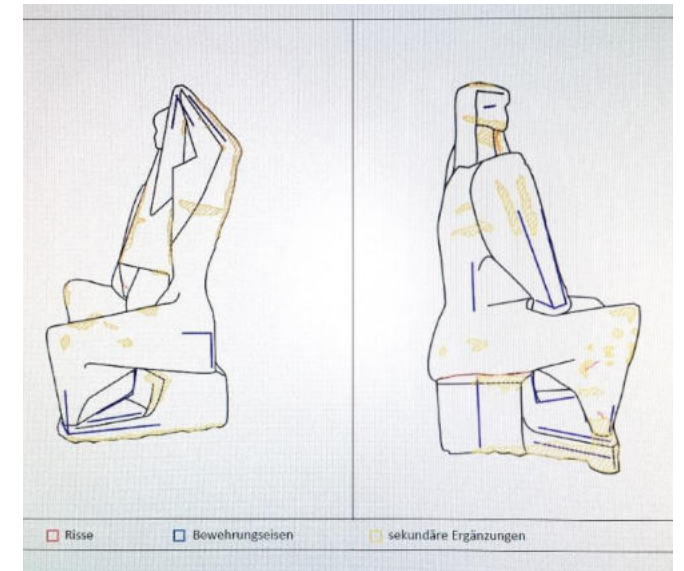
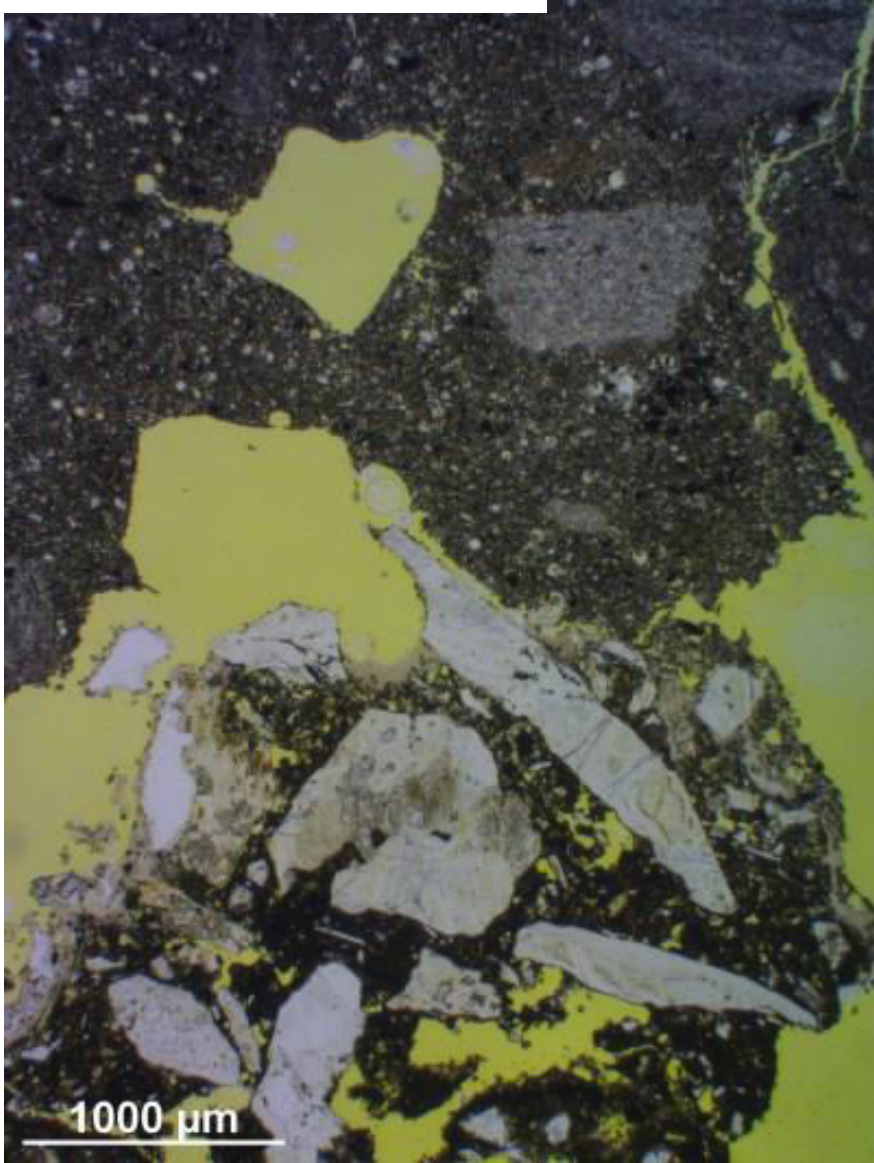




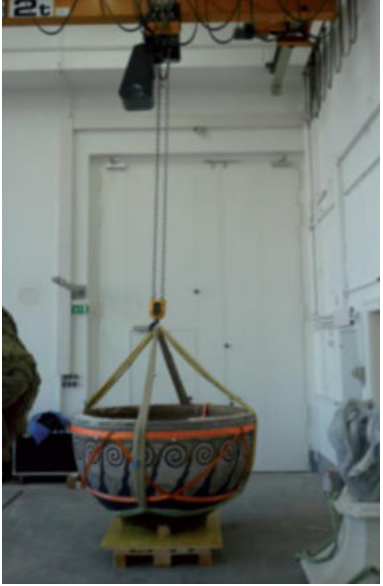
Durch Oberflächenreduktionen kann es zu Missinterpretationen der Darstellung kommen. Z.B. Gesicht des Mandolinenspielers von Wander Bertoni (1949). „flächig aufgebrachte Mikroanböschungen“ oder „Mikrokittungen“ können Lesbarkeit wieder herstellen, ohne Oberflächen um einen Alterswert/Abnutzungswert zu bringen.

Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege





Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege

Wien, Secession, Vasen von Robert Oerley um 1898,
Restaurierung N. Vujasin u. BDA in der
Abt.f.Kons.u.Rest.d.BDA im Arsenal Wien
von 2008 - 11





Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



zur Stabilisierung der Form bedurfte es einer tragenden Stützkonstruktion



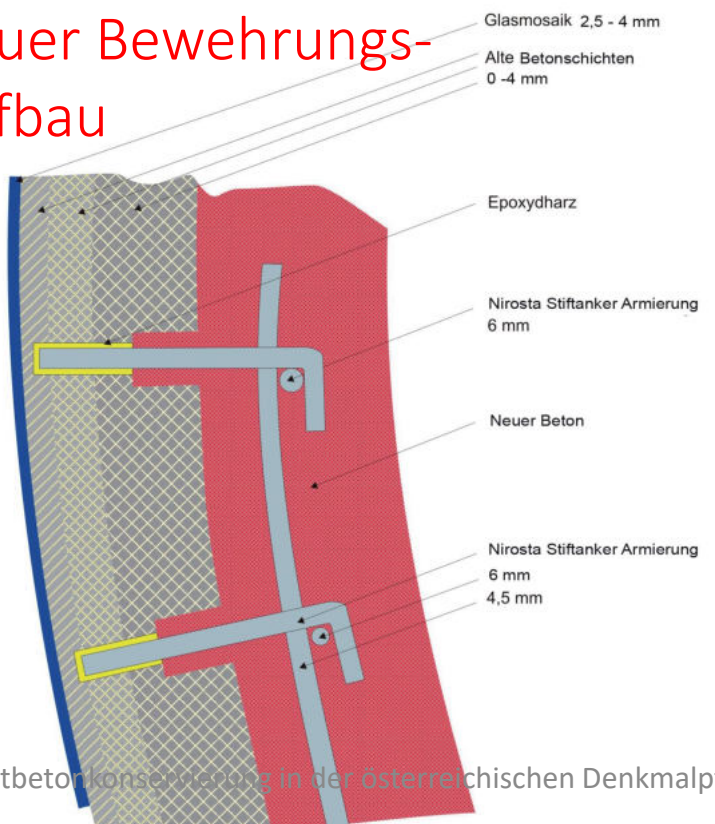
Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



Bewehrungsentfernung

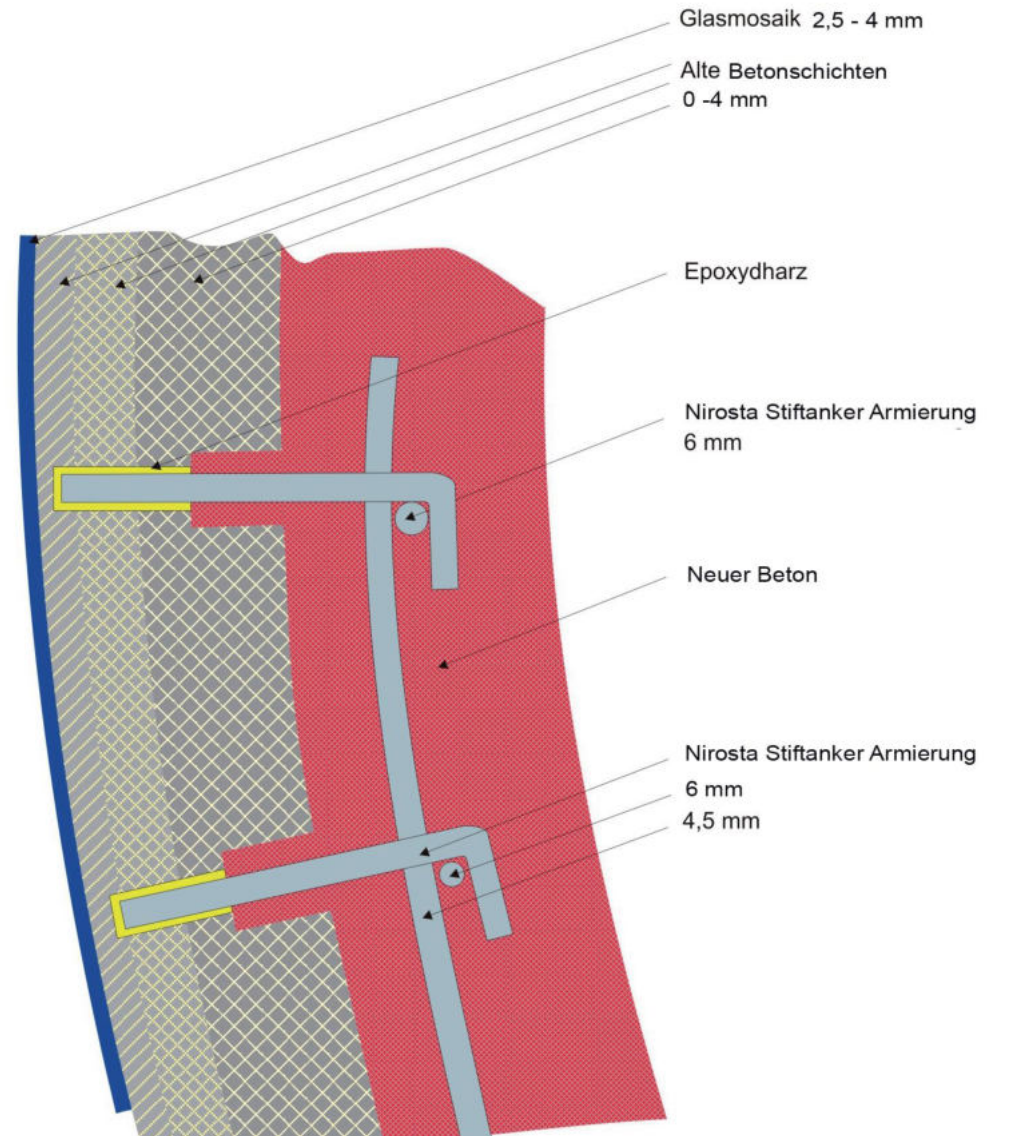


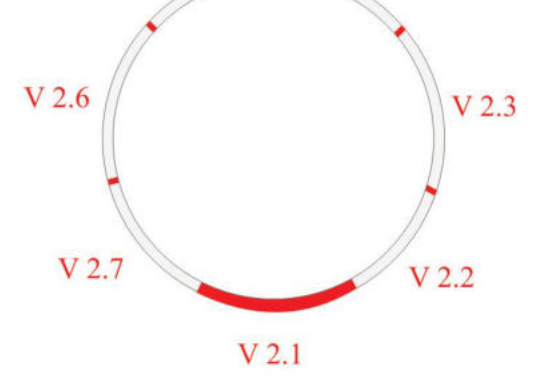
neuer Bewehrungs- aufbau





Betonauffüllung mit Profilform





-  Neuemosaik
-  Fehlstelle
-  Altergenzung
-  Injektion
-  Risse
-  Durchgehende Risse
-  Neuversetztemosaiksteine
-  Kobalt
-  Gold

Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege

2021



Russendenkmal am
Schwarzenbergplatz
in Wien.

Stampfbetongussan-
lage, 1945,

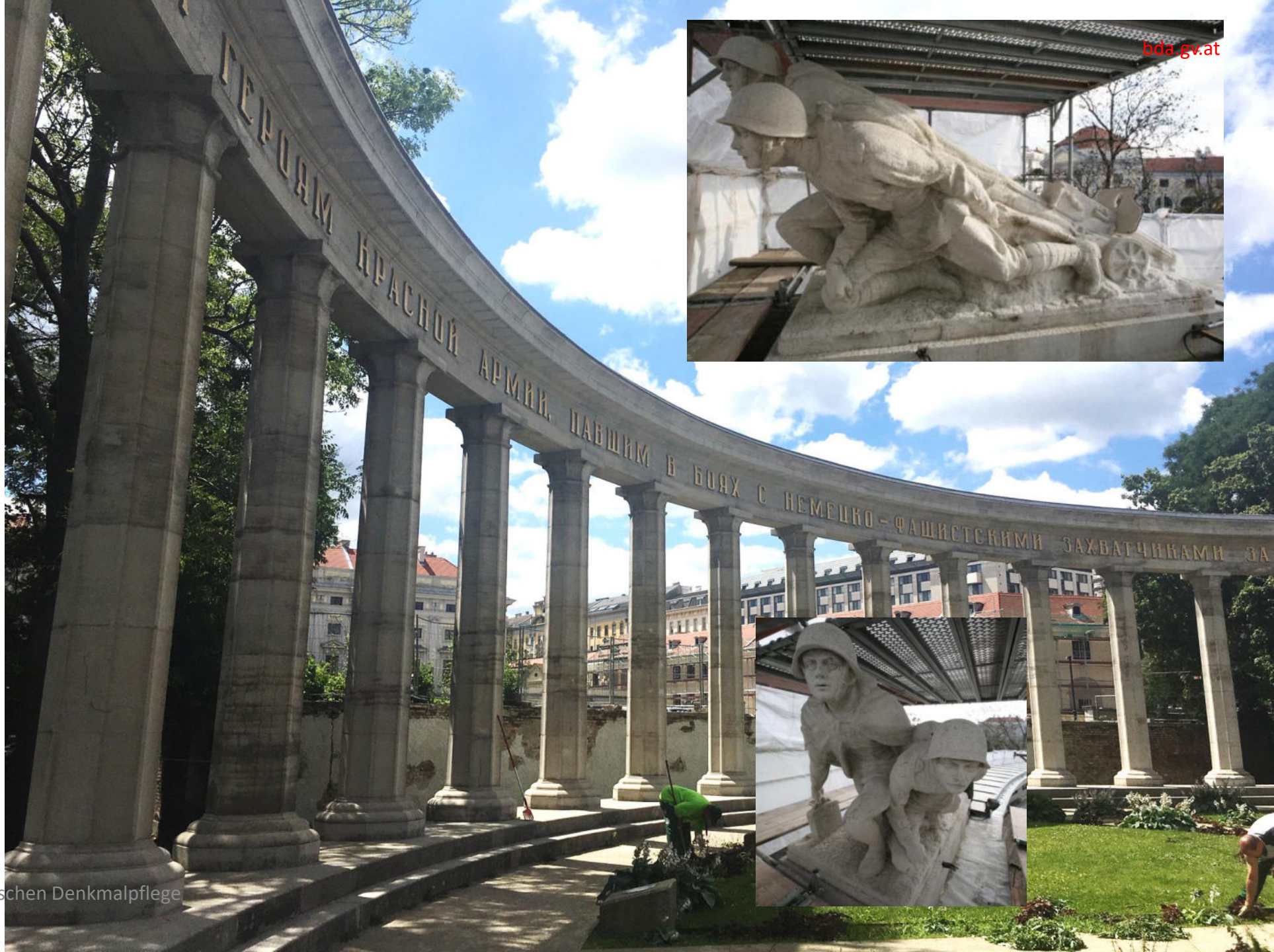
Entwurf: Major G.G.Jakowlew

Bildhauer: Leutnant M.A.Intisarjan

zahlreiche neue Schäden und viele
schadhafte Reparaturen,

Restaurierungen: 1956(?) und 1986(?)

Russendenkmal am
Schwarzenbergplatz
in Wien.
Stampfbetongussan-
lage
Restaurierung 2009
Fa. K. Wedenig



Russendenkmal am Schwarzenbergplatz in Wien, Stampfbetongussanlage 2009



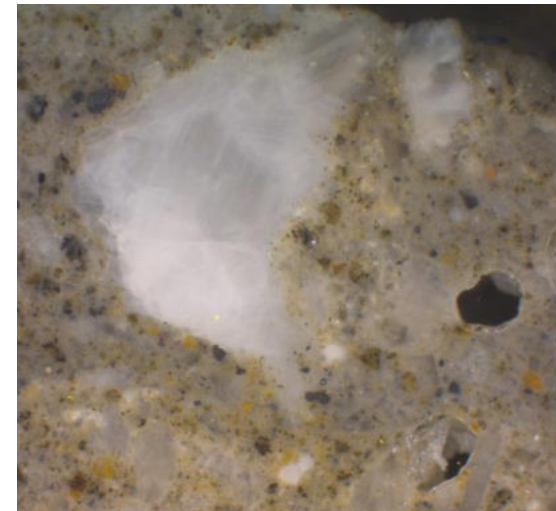


Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



Betonfries von A.Hanak

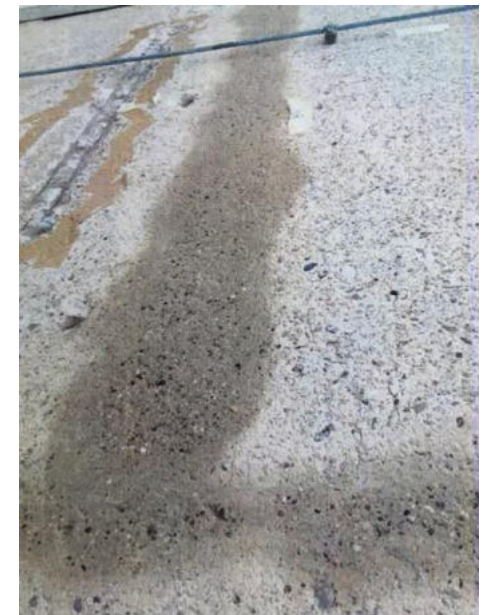
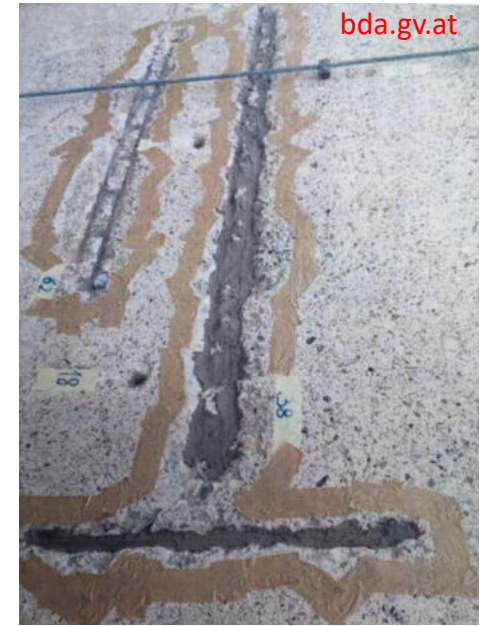
Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



WIFI St.Pölten, errichtet 1964, K. Schwanzer
Musterrestaurierung 2013, Fa. K. Wedenig,
Evaluierung, BDA 2021



Fensteroberkante



Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



- Freilegen und Abnahme loser Teile
- Öffnen der Haarrisse, Festigen mit drucklosen Injektagen, Schließen mit auf den Bestand abgestimmten Ergänzungsmassen
- Tropfnasen Vorderseite:
 - Abnahme loser Teile
 - Entrosten der Eisen
 - Isolieren der rostenden Teile
 - Aufbringen einer Haftbrücke
 - Armierungen mit Nirostaeisen bei größeren Fehlstellen
 - Ergänzen der Tropfnasen mit Hilfe einer Schalung
- Tropfnasen Rückseite:
 - Abnahme loser Teile
 - Entrosten der Eisen
 - Isolieren der rostenden Teile
 - Aufbringen einer Haftbrücke
 - Armierungen mit Nirostaeisen bei größeren Fehlstellen
 - Ergänzen der Tropfnasen mit Hilfe einer Schalung
- Entfernen alter Ergänzungen, Rekonstruktion mit auf den Bestand abgestimmten Ergänzungsmassen, Imitation der Maserung, farbliche Anpassung mit Retuschen



Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



Für 2022/23 ist der Restaurierungsstart der gesamten Anlage geplant

Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



Pfarrkirche Staatz, NÖ geweiht 1907,
von Viktor Siedek (Fellmer und Helmer)
Außenrestaurierung 2001/03 (Rest. Heinz Stöffler)
Abbildungen 2021





Sichtbetonkonserverierung in der österreichischen Denkmalpflege

Bundesdenkmalamt

Pötzleinsdorf, Wien Turm der Pfk. v. Karl Schwanzner, 1961 – 63;
Rest. 2021/22; Fa. Pummer, div. Baufirmen, Dipl.Ing. S. Donaubaueer,
Arch. Pech, Ing. A. Wilfing, Dipl.Ing. W.Salcher..., Restaurierung 2020/21



Bundesdenkmalamt

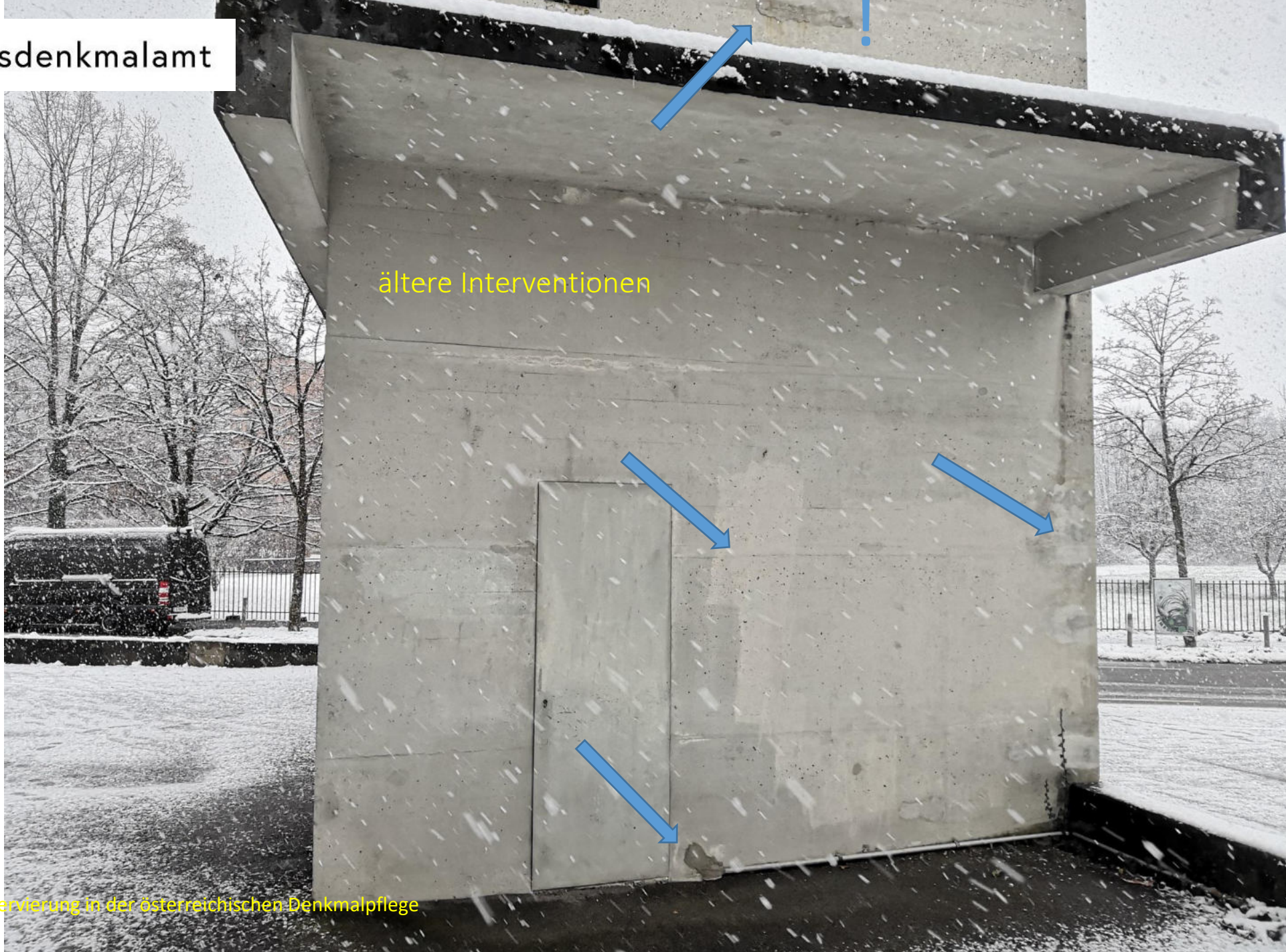
St.Kolumban 1962 -66 von Hans Burtcher, Restaurierung
des freistehenden Kirchturms 2022

Dank an Thomas Staudacher für Bilder und Drohnenfilm



Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege





ältere Interventionen



Schadensbilder (vorerst):

- alte Kittungen samt Retuschen
- Salzausblühungen
- Verschmutzung (organisch und anorganisch)
- abblätternde Zementfarbe
- Sinterbildung
- Rückstau der Feuchte hinter Zementfarbe
- **Hohlstellenbildung aufgrund rostender Eisen**





Schäden mit und ohne Relevanz

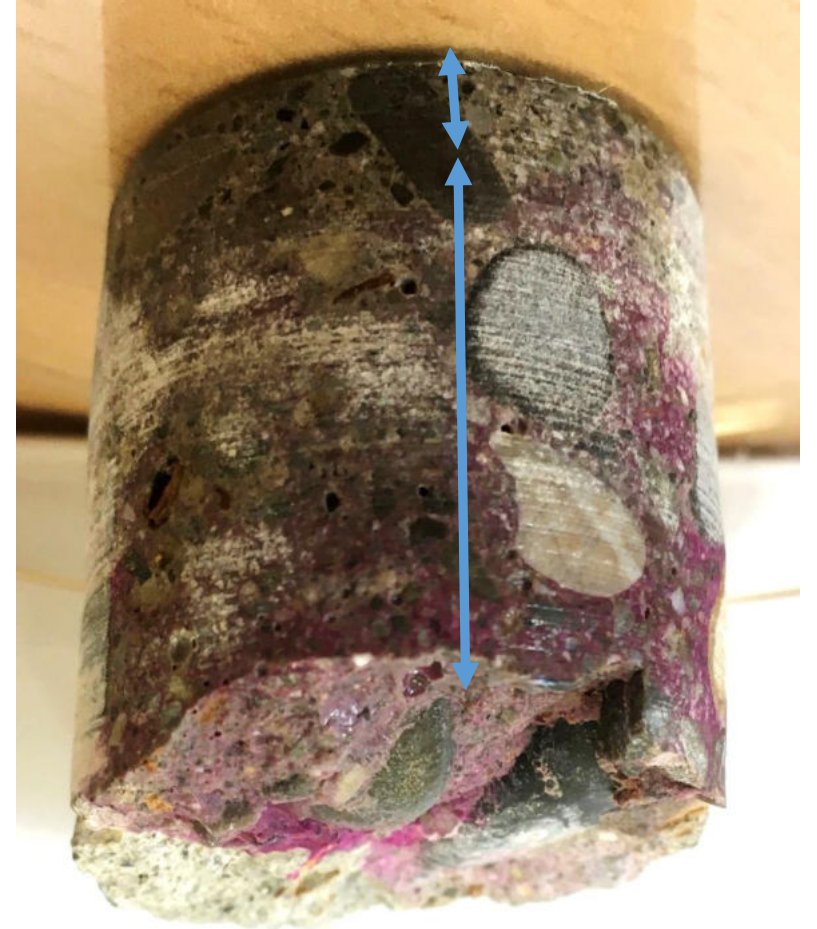


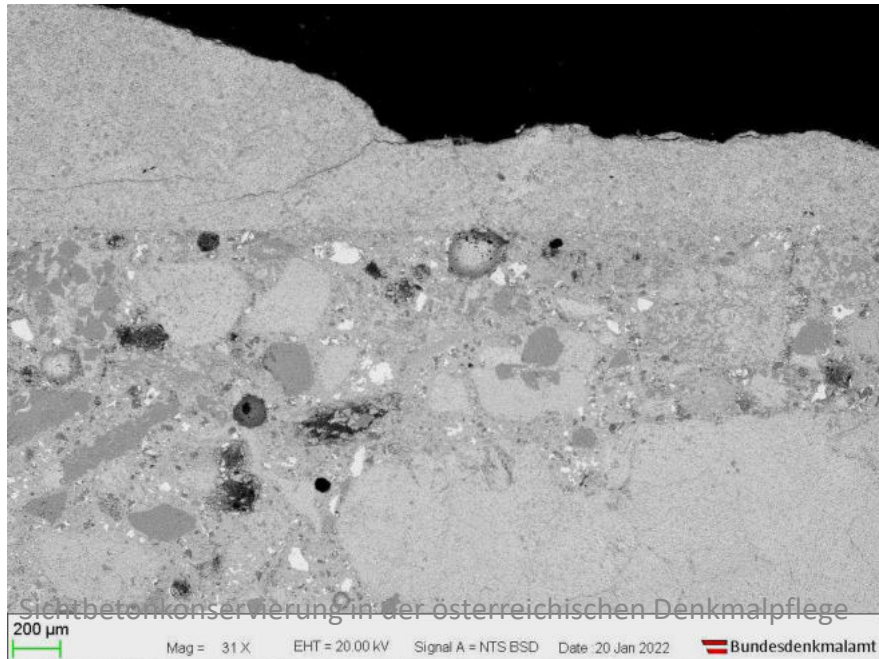
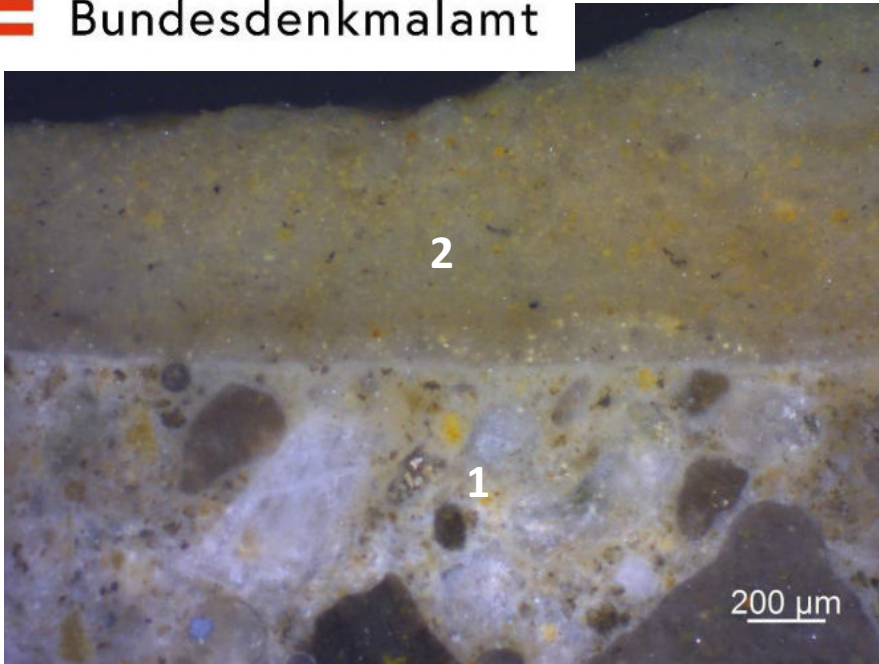


Links:
Probekörper für
Laborauswertungen



rechts:
Beprobung mit
Phenolphthalein zeigt das
die Karbonatisierung
des Betons lediglich 2 -5mm
in die Tiefe reicht





20/22: Bohrkern aus dem Hauptfeiler mit Bewehrung

1) Bewehrter Betonguss mit gerundeter Silikat- und Kalzitkörnung bis in den Zentimeterbereich reichend sowie Mn-haltigem Hüttensand in Portlandzementbindung. Im Bindemittel konnte mehrfach Holzmehl nachgewiesen werden, das vermutlich als Wasserretentionsmittel zugesetzt worden ist. Vereinzelt sind auch Ocker-ähnliche Zuschläge erkennbar, bei denen es sich (theoretisch?) um farbgebende Komponenten handeln könnte. Die Matrix ist sehr kompakt, an der Oberfläche zeigen sich kleine Luftporeneinschlüsse. In der REM-Aufnahme erkennt man am Querschliff eine dünne, ca. 1 mm starke Carbonatisierungsschicht bestehend aus carbonatisiertem Hydroxid.

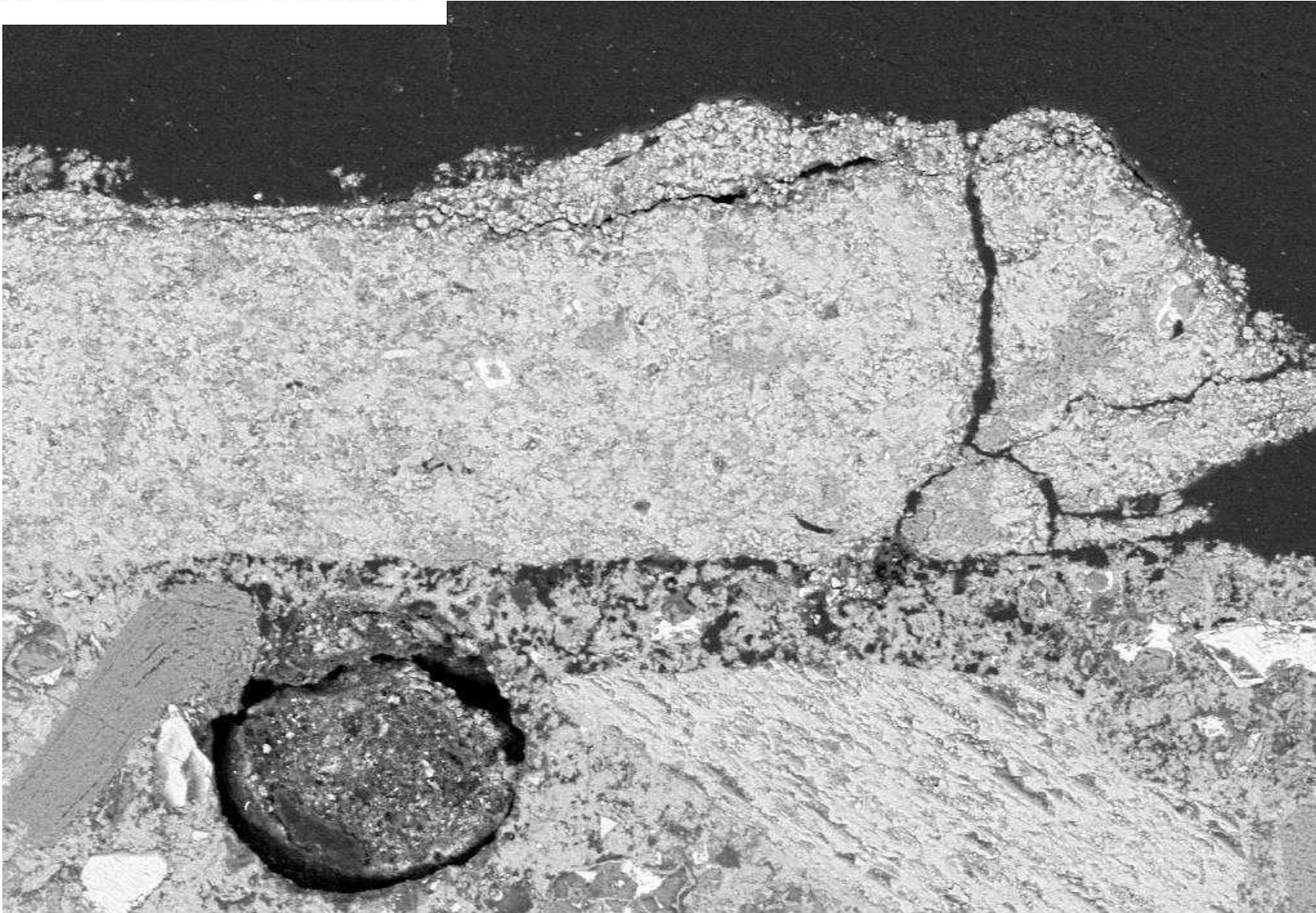
2) 500 μm ockerfarbige Zementschlämme mit etwas Gelbocker pigmentiert

Bei anderen Proben konnte auch noch eine Silikonharzfarbe Analysiert werden (Reparatur?).



Hauptproblem:
Einige Bewehrungsseisen liegen sehr nahe der Oberfläche, mitunter nur 3 mm !!!!!
darunter
siehe Probe, welche auch dem BDA
übermittelt worden ist.
Anhand der Proben kann eine ungefähre
Karbonatisierungstiefe bis um 5 mm fest-
gestellt werden. Vermutlich wird sie
weiter oben am sogar Turm etwas tiefer
hineinreichen.
Durch die Karbonatisierung ist das
Bewehrungsseisen durch das alkalische
Milieu geschützt. Wo dies aufgehoben
ist startet das Rosten des Eisens

eine ca 1 -2mm starke Zementschlümme befindet sich an der Oberfläche



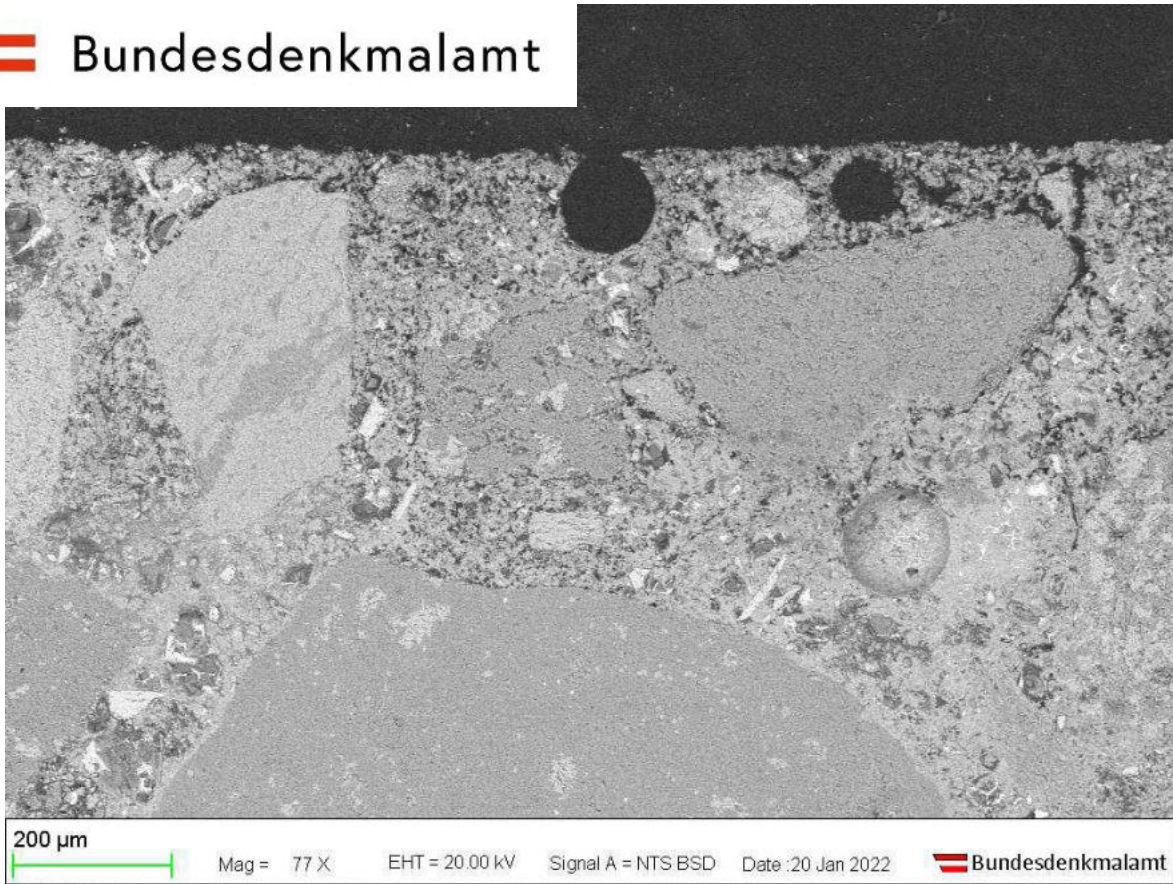
Zementschlämme

Karbonatisierungszone

Beton/Zuschlag

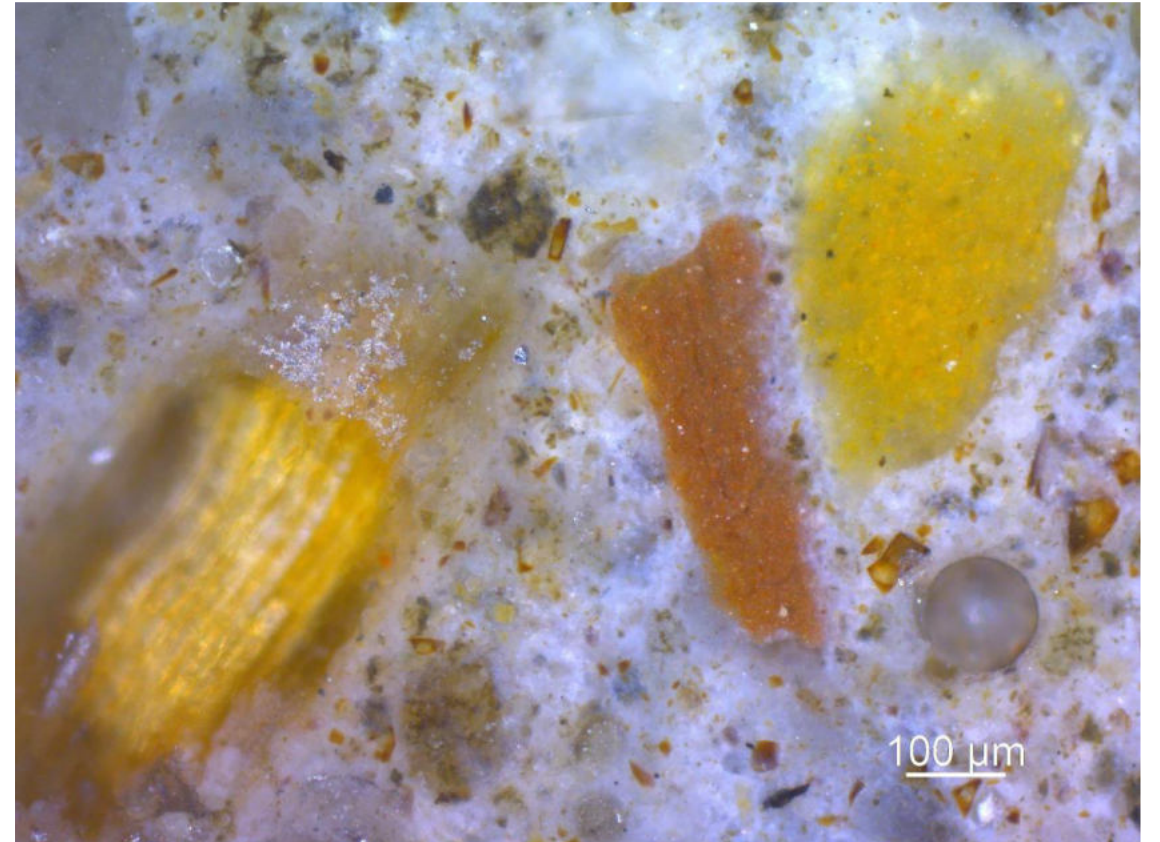
100 μm

Sichtbetonkonservierung in der österreichischen 20.00 km² Qualifikationszone
Mag. 144x Entwerfer: 20.00 km² Qualifikationszone
Signal A = NTS BSD Date: 20 Jan 2022



dort wo die Zementschlämme bzw. auch die dünne Gußhaut weggewittert ist, zeigen sich kleine runde Luftbläschen

Ockerpigmente weisen auf einen bewusst eingefärbten Beton hin



Voraussetzung zur Restaurierung:

Recherche bzgl. vorangegangener Sanierungsmaßnahmen (erfolgt gerade!)

Massenermittlung und planliche Schadenserfassung (tw. hilfreich Drohnenfilm) (erfolgt in den nächsten Wochen wird aber auch gleich mit der Gerüstung stattfinden)

Erstellung eines Restaurierziels, dass in Abstimmung mit den notwendigen Maßnahmen zu passieren hat.

(Dies ist aber erst nach der Musterfläche, die bald in Angriff genommen wird möglich)

d.h. es wird dann ein Leistungsverzeichnis mit genauer definiertem Restaurierziel geben.

Die Materialität ist demgemäß festzulegen.

Weitere Musterflächen sind fortwährend als Orientierungshilfe anzulegen.



einige Fragen:

Ist eine Untersuchung aller Oberflächen, hinsichtlich der Hohlstellen erforderlich? JA

Ist eine Zementschlämme vertretbar? . eher nur partiell

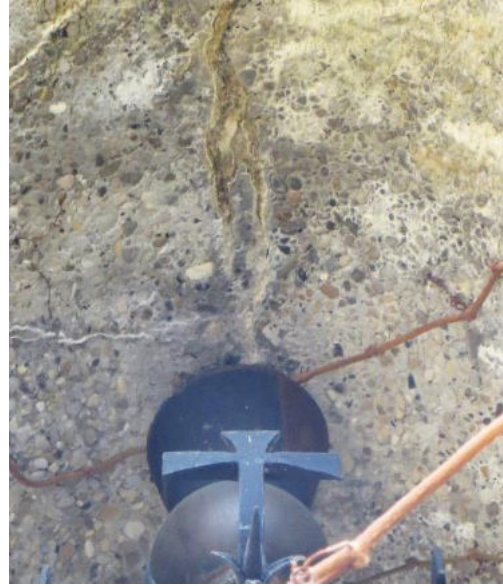
Ist der Einsatz von Inhibitoren sinnvoll? JA, weil die Bewehrungseisen aufgrund der geringen Betondicken nahe der Betonoberfläche liegen.

Ist für die „dreidimensionale Retusche“ unbedingt ein/e Restaurator:in oder feinfühlige/r Oberflächenspezialist:in notwendig? JA - Ja weil nur Oberflächenspezialist:innen stets die Wertigkeit der OF nicht außer Acht lassen.

Ein diesbezügliches Team wurde vom Bauamt bereits jetzt zusammengestellt (akadem. Restaurator, Steinmetz in der Denkmalpflege, Baumeister in der Denkmalpflege, u. Mitarbeiter:innen des Bauamtes und BDA)

Zur Zeit wird eine Musterarbeit angelegt - 2023 wird diese evaluiert - Umsetzung

Kriegerdenkmal Wolfurt, 1929/30 Alfons Fitz



Sichtbetonkonservierung in der österreichischen Denkmalpflege



Danke für Eure/Ihre Aufmerksamkeit

Johann Nimmrichter

Abteilung für Konservierung und Restaurierung

johann.nimmrichter@bda.gv.at