



Diana Holzwarth
diana.holzwarth@icp-ing.de
www.icp-ing.de

Bauen im Bestand – Einblicke in ein interdisziplinäres Arbeitsfeld aus Sicht der Voruntersuchung, Planung und Bauüberwachung

Since 1991

Engineering for a Better Tomorrow

16. Bauen im Bestand – ein
interdisziplinäres Arbeitsfeld

17. April 2024

Beruflicher Überblick

- Studium: TU Karlsruhe und Johannes-Gutenberg-Universität Mainz
 - Institut für Steinkonservierung e. V.
 - EGID Université Bordeaux III
 - Freiberuflich tätig / Elternzeit
 - Asendorf Bauchemie Consult GmbH
 - KuA Ingenieurgesellschaft mbH
 - ICP Rhein-Main GmbH
- Dozentin UAS Frankfurt am Main
Fb1 - Zukunftssicheres Bauen

Dr. rer. nat. Diana Holzwarth
Geschäftsführerin

Sachkundige Planerin für die Instandsetzung von Betonbauteilen Urk. Nr. K-000089/19
Bauen im Bestand, Instandsetzung von Naturstein, Mauerwerk, Beton
ICP Rhein-Main GmbH

 Berner Str. 34b, 60437 Frankfurt am Main
Deutschland

 diana.holzwarth@icp-ing.de

Bauen im Bestand

- Historisch / Altbau / Denkmalschutz
- Infrastruktur und Industriebau
- Parkhäuser und Tiefgaragen
- Umnutzung
- Rückbau

Materialien

- Holz
- Lehm
- Naturstein
- Ziegel- Klinker Mauersteine
- Stahl
- Beton

Für alle Gebäude, Bauteile und Materialien gilt

Je besser die Grundlagenermittlung umso einfacher die Planung und Bauausführung.

Da Bauen im Bestand meistens Überraschungen birgt hilft eine gründliche Untersuchung diese zumindest zu minimieren.

Ziel der Maßnahme definieren:

Erhalt der Originalsubstanz durch z.B.

Schutz und Abdichtung
Ertüchtigung
Entsalzung

Instandsetzung

Wiederherstellung und Ertüchtigung
Verbesserung
Nachbildung

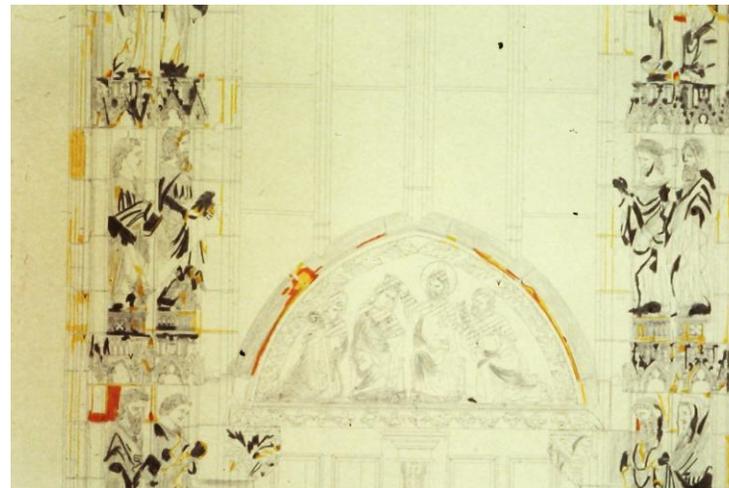
Die Untersuchungsmethoden und das Team sind dem Baustoff und dem Instandsetzungsziel anzupassen.

- Schadstoffanalytik, Radar, Mikroskopie, Labore und Prüfanstalten etc.
- Fachplaner, Kunsthistoriker, Denkmalschutzbehörde, Restauratoren, Statiker etc.

Erhalt der Originalsubstanz - Schadenskartierung / Dokumentation

LEGENDE DER TYPEN 1-18

-  unverwittert oder unverändert; kein erkennbarer Schaden, steinmetznäßige Oberfläche vorhanden
-  8744 Absanden; Materialverlust in einzelnen Körnern
-  8754 Schuppenbildung; Materialverlust in dünnen, flächig zusammenhängenden Kornaggregaten.
-  8748 Schalenbildung; festes, zusammenhängendes, flächiges Stück, das sich komplett ablöst.
-  8757 Abbröckeln; Materialverlust in einzelnen Brocken, ohne daß eine Schale sichtbar ist.
-  8727 Aufblättern; schichtparalleles Ablösen von flächigen Körpern.
-  8791 Verschmutzung; auf der Steinoberfläche anhaftende Fremdpartikel, z.T. locker anhaftend, mechanische Ablagerung.
-  8791 feste, verdichtete Oberfläche; fest haftender Belag Sinne einer "Patina"
-  8749 Kruste; chemisch und mechanisch entstandene, auf der Steinoberfläche anhaftende Schicht, fest haftend oder sich ablösend.
-  8743 Alveolarverwitterung, Wabenstruktur, Reliefbildung.-
-  Biogener Aufwuchs; sichtbare biologische Besiedlung durch Algen, Flechten, Moose, Farne etc.
-  Reliefbildung, an der z.T. kein Materialverlust zu erkennen ist.
-  Ausbruch, Fehlstellen; mechanische Schäden, nicht verwitterungsbedingt.
-  Risse, statische Risse, Fehlstellen in Stein, verwitterungsbedingte Risse, Fehlstellen in Stein.
-  Verfärbung; Bleichung oder andere sichtbare chemische Veränderungen in Stein.
-  Salzkrusten oder Salzausblühungen; rein chemisch entstandener, weißer Belag auf der Oberfläche oder unter Schuppen oder Schalen.



© Holzwarth

Erhalt der Originalsubstanz – Materialherkunft und Materialkennwerte

Herkunft der Materialien und Eigenschaften

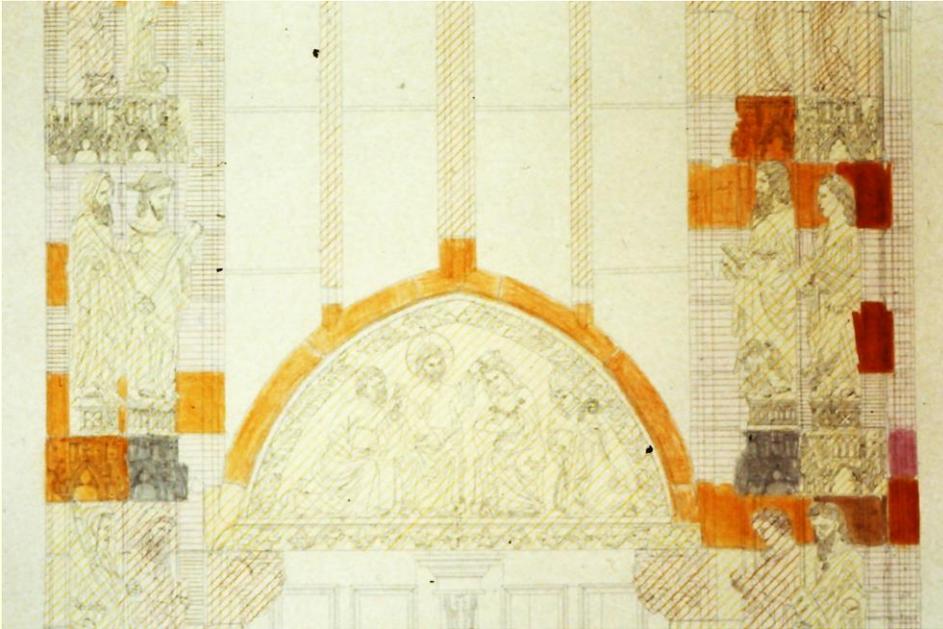
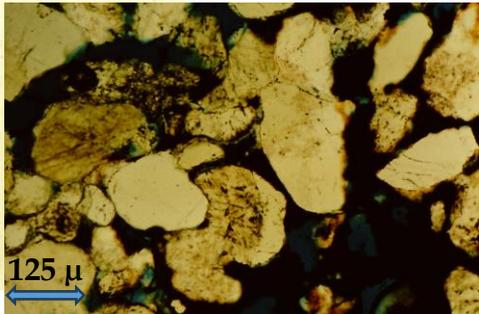
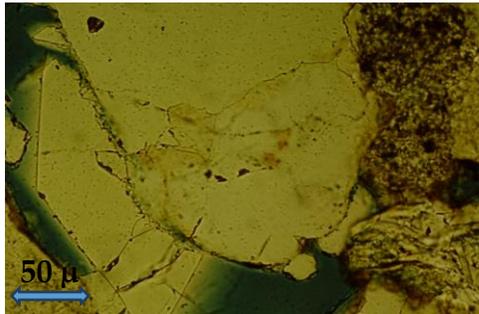
ANLAGE III
LEGENDE DER STEINVARIETÄTEN "WEIß" 1-3
UND "ROT" 1-4

"WEIß" VARIETÄTEN

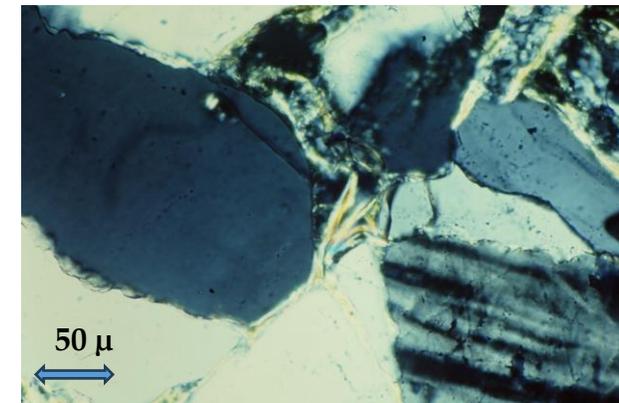
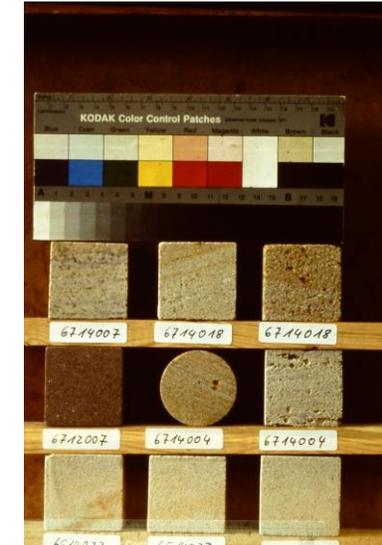
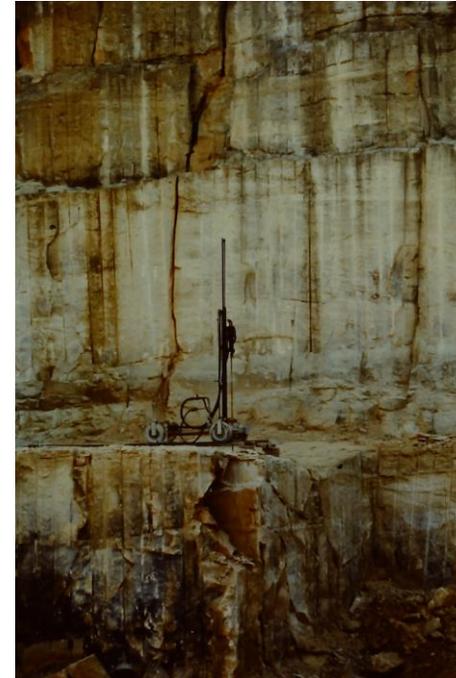
-  8744 Varietät 1.1
-  8744 Varietät 1.2
-  8754 Varietät 1.3
-  8754 Varietät 1.4
-  8745 Varietät 1.5
-  8745 Varietät 1.6
-  8739 Varietät 2
-  8791 Varietät 3

"ROTE" VARIETÄTEN

-  8727 Varietät 1.1
-  8727 Varietät 1.2
-  8727 Varietät 1.3
-  8756 Varietät 2
-  8738 Varietät 3
-  8748 Varietät 4

© Holzwarth



Erhalt der Originalsubstanz – Materialherkunft und Materialkennwerte

Kennwerte

- Gesteinsart, -typen, -herkunft
- Bindungsarten
- Wasseraufnahme w-Wert, WaN, WaV
Porosität, Dichte, Sättigungsbeiwert
- Permeabilität, Durchlässigkeitsbeiwert
- Mörtelzusammensetzung (+ Werte s. Gestein)
- Farbfassungen (Polychromie)
- Recherchen zu Bau und Umbau
- u.v.m

Beteiligte

- Eigentümer
- Denkmalbehörde
- Wissenschaftler für
Schadensanalytik
Naturstein
Mörtel
Festigungsverfahren
- Kunsthistoriker
- Restauratoren
Naturstein
Festigungsverfahren
Farbfassungen

Erhalt durch Ertüchtigung, Entsalzung und Abdichtung

Ersatz oder zusätzliche Bewehrung

- Bestimmung der Materialien
Sandstein mit angesetztem bewehrtem Mörtel
- Überprüfung der Schädigung
- Entfernen lockerer Teile
- Entrostet bzw. Entfernen der Bewehrung
- Schlitze ziehen, Abstand nach Vorgabe des Statikers
- Einlegen und verkleben neuer Bewehrung
- Mineralischer Verschluss
- Teilweise Vierungen anbringen
- Instandsetzung Dach und Wasserführung

Ziel Verkehrssicherheit
Dauerhaftigkeit
Erscheinungsbild



Beteiligte

Eigentümer/ Betreiber
Denkmalschutzbehörde
Fachplaner Naturstein
SkP Betoninstandsetzung
Statiker
Architekt
Steinmetz und Betonbauer
Dachdecker

Erhalt durch Ertüchtigung, Entsalzung und Abdichtung

28 Stützen unter extremer Belastung,
keine statische Reserve

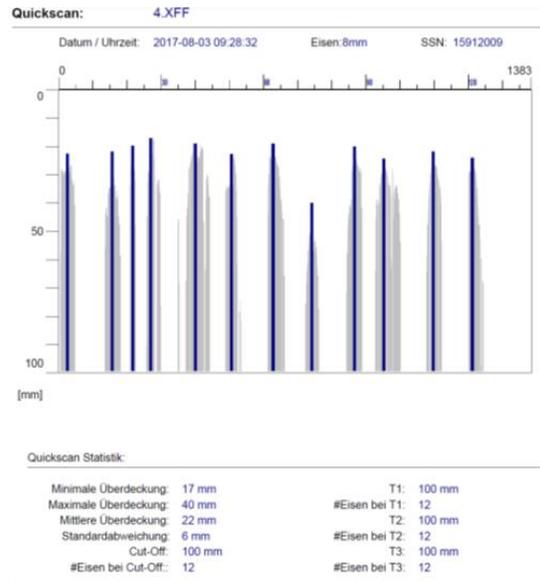
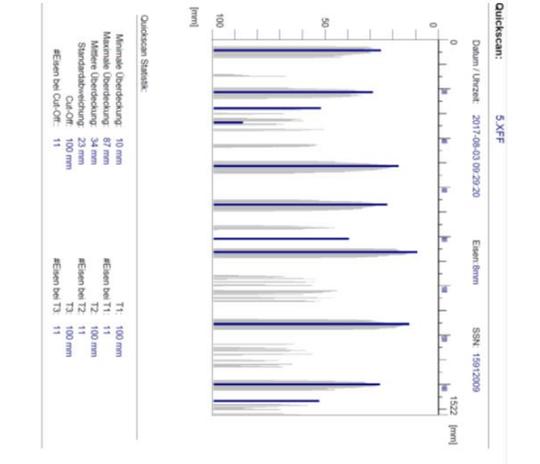


Ø 45 cm

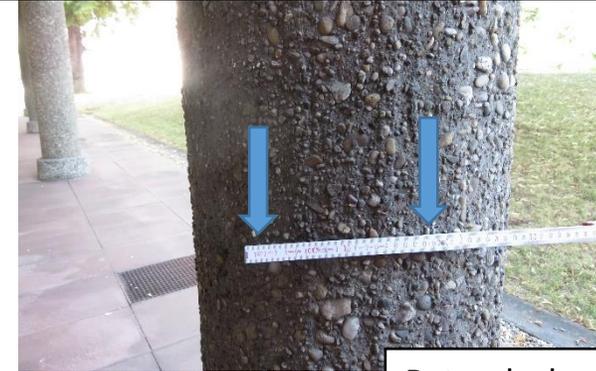
© Holzwarth

Betongüte C50/60

Hilti Ferroskan Holzwarth/Prager



Abstand Stabbewehrung 20 cm (Ø 22mm)



Betondeckung 0 – 25 mm

Abstand Wendelbewehrung 5-5,5 cm (Ø 12mm)



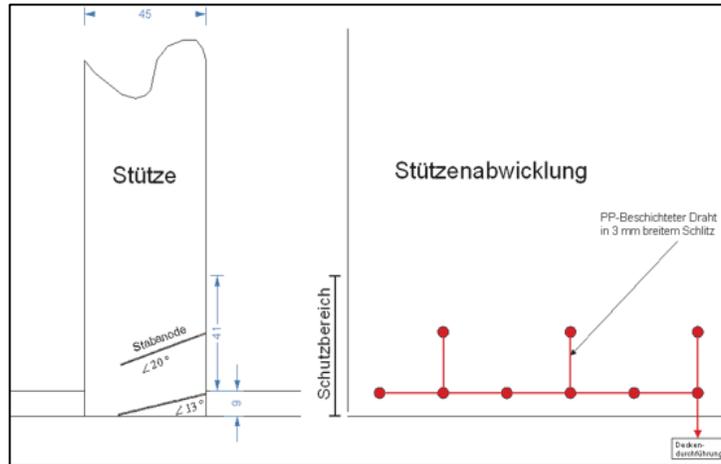
Hochauflösende
Radaruntersuchung
IGP (G. Patitz)

Betondeckung 30 – 84 mm

Bestandspläne nur teilweise verifiziert

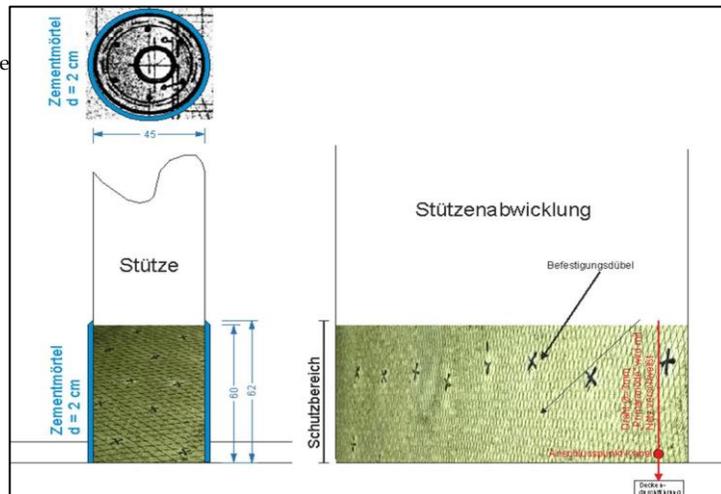
Erhalt durch Ertüchtigung, Entsalzung und Abdichtung

Kathodischer Korrosionsschutz



KKS
Stabanoden

mehrere
Bohrungen



KKS Band-
bzw. Netzanode

mehrere
Bohrungen

© KKS Planung Pruckner

Elektrochemische Entsalzung



nur eine
Anschlussstelle
Bauteilöffnung



© KKS Ausführung Instakorr GmbH

Erhalt durch Ertüchtigung, Entsalzung und Abdichtung

Erfolg der Entsalzung (3 Zyklen)

Chlorid Konzentration auf Bewehrungsniveau

Ø 0,8	→	0,2 [M.-%]
max. 1,4	→	0,4 [M.-%]

Weitere Ziele Erhöhung Dauerhaftigkeit
Schutz vor Carbonatisierung

Transparentes Oberflächenschutzsystem
OS2 zweifach aufgetragen (ergibt nach den
Ergebnissen der Bachelorarbeit von J. Ott
annähernd eine OS4 Wirkung).

Zusätzliches **Monitoring** ist dennoch notwendig,
da die Vorgehensweise außerhalb der Richtlinien
und Normen der Betoninstandsetzung liegt.

Beteiligte

- Staatliches Hochbauamt
- Denkmalbehörde
- Projektsteuernder Architekt
- Statiker
- SkP Betoninstandsetzung
- Materialtechnische Untersuchungen (Spezialisten und Materialprüfanstalt)
- Vergabe einer Bachelorarbeit zur Wiederherstellung von Waschbeton
- Fachplaner KKS
- Schadstoffgutachter (Genehmigung Verfahren und Materialien)
- Fachbetrieb für die Durchführung von KKS und Elektrochemischer Entsalzung
- Fachbetrieb für Betoninstandsetzung

Erhalt durch Ertüchtigung, Entsalzung und Abdichtung

Schäden und Grundlagenermittlung

Mauerwerk

- ist einschalig oder mehrschalig mit unregelmäßigen oder geregelten „Stoß- und Lagerfugen“.
- Unterschiede bewirken angepasste Abdichtungsverfahren.
- Bestandsuntersuchung entsprechend aufwendig



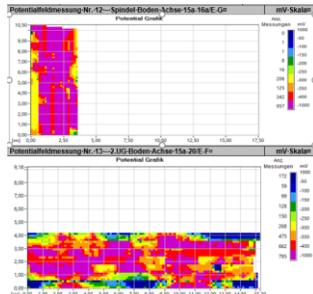
© Holzwarth

Betonbauteile

sind ebenfalls vielfältig und sind daher ebenfalls unterschiedlich zu betrachten.

Es gelten einige der oben genannten Kriterien

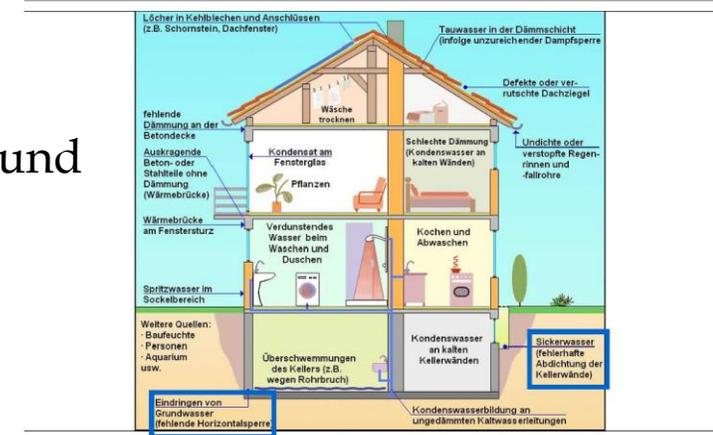
Hinzu kommen u. a. die Vorgaben aus der TR Instandhaltung (Mai 2020)



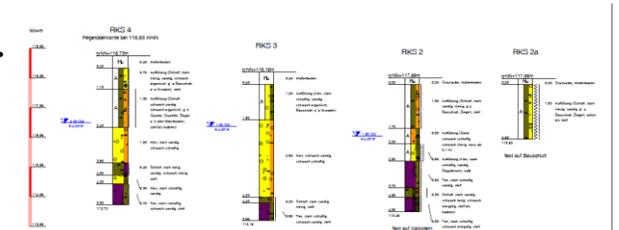
© Holzwarth

- Betrachtung des Umfelds
- Freilegen von Putz zur Beurteilung des Aufbaus und der Fugensituation
- Bohrkerne zur Feststellung von Dicke und Aufbau etc.

„Wasser“: Grundwasser



Prof. Klaus Köehler TransForm, Institut für Altbauerneuerung an der HTWSaar



Rammsondierung, Grundwassermessung

© Westhaus

Baugrundinstitut Dr.-Ing. Westhaus GmbH Am der Mering 12 55252 Mainz-Aachen Tel: 09354 140-100 Fax: 09354 140-404	Bauherr: Bauherr: „Lutherer“ GmbH Zur Schillingstraße 100/101 55128 Mainz	Projekt: 2.1
		Projekt-Nr.: 0719-7846/08-140719 Datum: 4.4.2018 Merkmal: 1.00 Planbezeichnung: Bestandsaufnahme Bemerkung: Dr.-Ing. T. Westhaus

Erhalt durch Ertüchtigung, Entsalzung und Abdichtung

Feuchtemessung mit Mikrowellentechnik
Micromoist (Holzwarth/Prager)

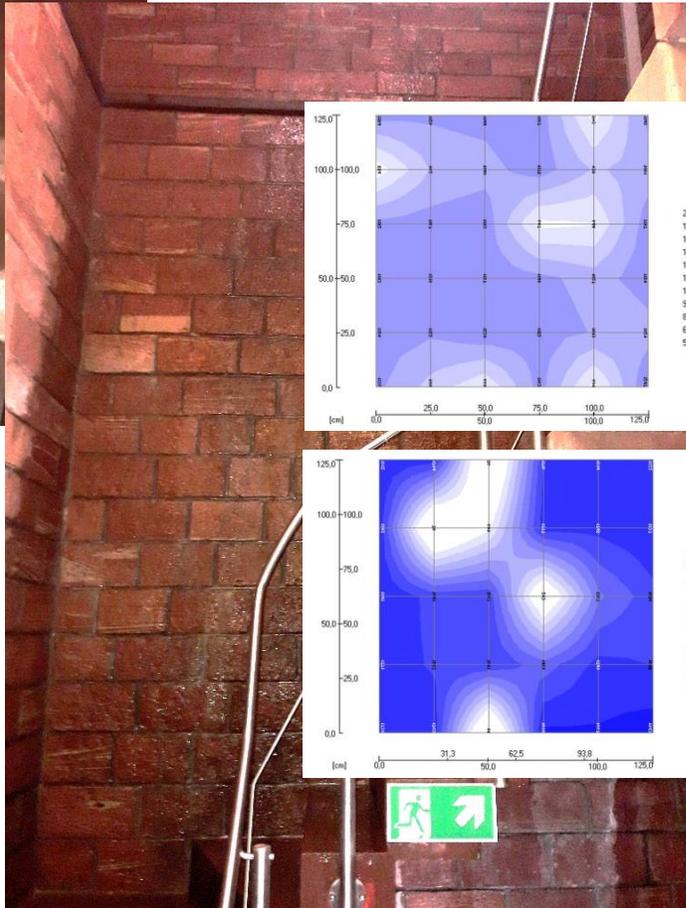
Ergebnisse aus Schurf und Bodengutachten lassen Außenabdichtung nur bis max. 2,50 m Tiefe zu.

Daher Entscheidung für eine Schleierinjektion



Tiefe unter
GK = 6 m

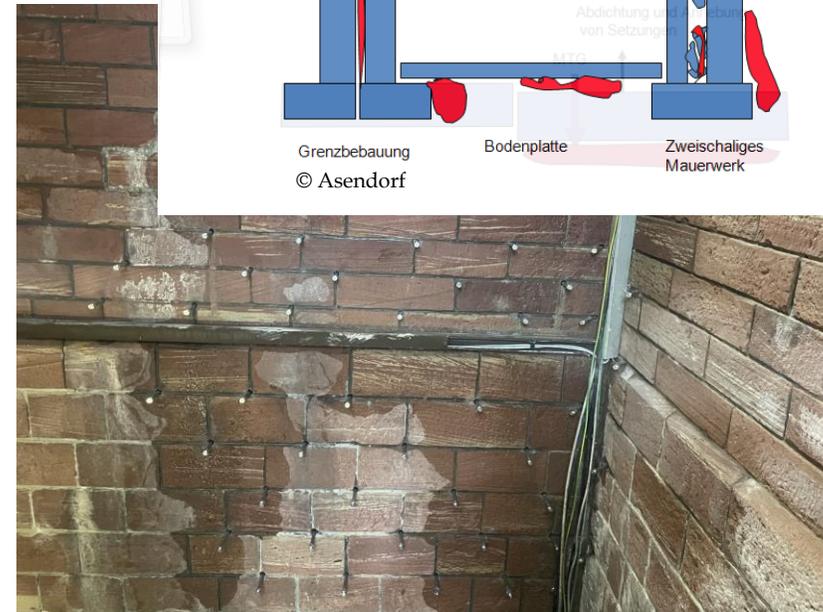
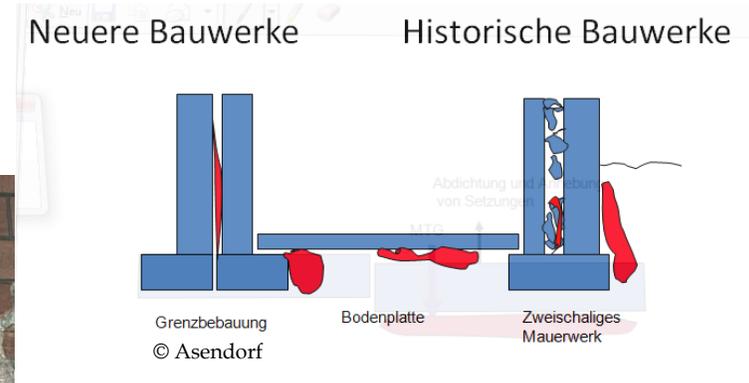
© Kisse



Bauteiltiefe

9-11 cm

11-30 cm



© Holzwarth

16. Bauen im Bestand

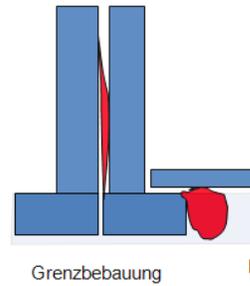
Erhalt durch Ertüchtigung, Entsalzung und Abdichtung

Betonanbau direkt an Altbau mit Natursteinsockel

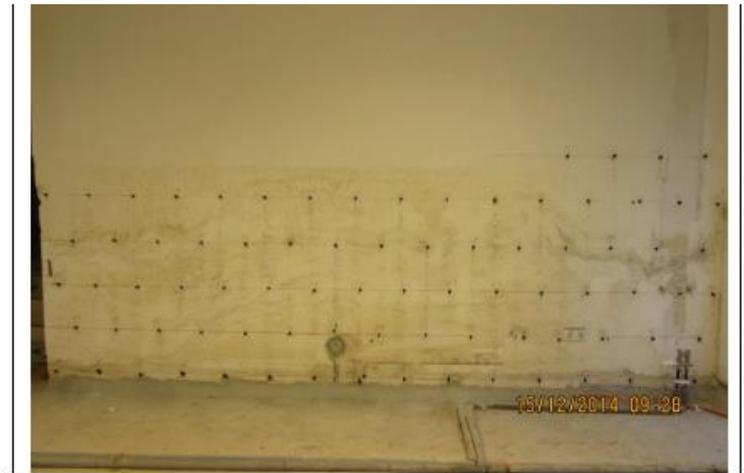
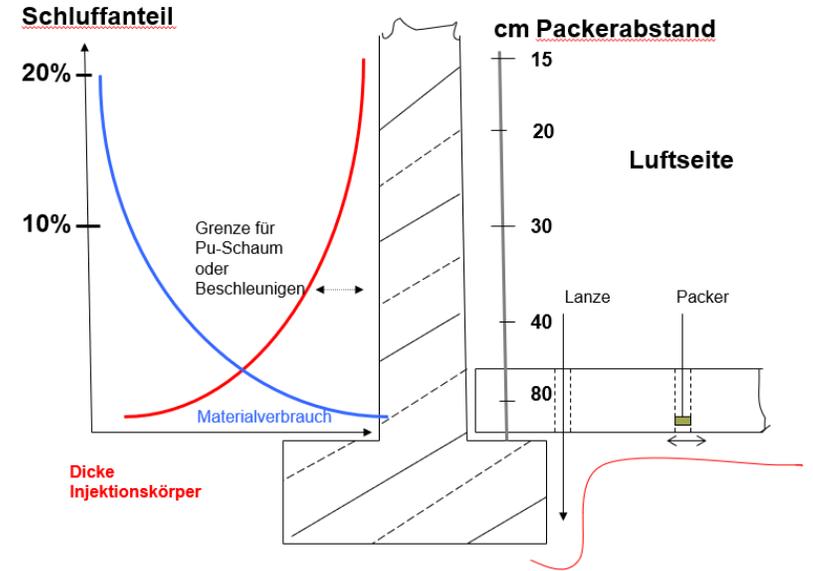
Schleierinjektion



Neuere Bauwerke



© Asendorf



Erhalt durch Ertüchtigung, Entsalzung und Abdichtung

Flankierende Maßnahmen:
Weiße Wanne im Übergang Alt-/Neubau/



© Holzwarth

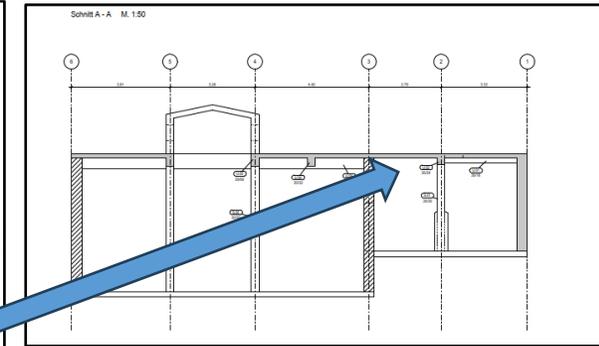
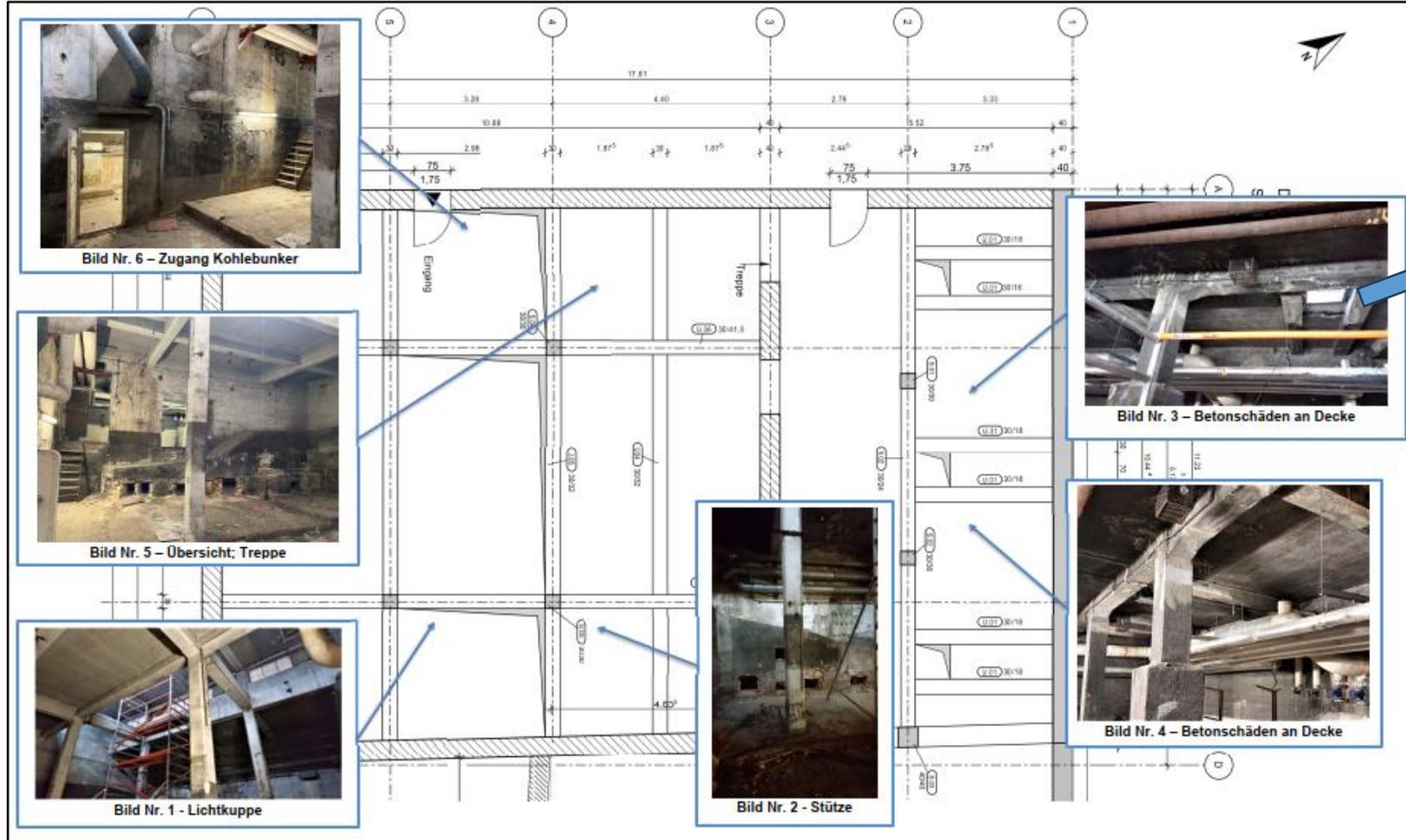


© Holzwarth

Außenbereich Fugen- / Außenabdichtung

Erhalt durch Ertüchtigung, Entsalzung und Abdichtung

Denkmalgerechte Abdichten und Instandsetzung, Heizzentrale 3, Heimatsiedlung Frankfurt a. M., 1927-34 „Neues Frankfurt“



Ziele :

**Aufmaß und Planerstellung
Betoninstandsetzung**

Korrosion durch schlechte Betongüte
Altbetonklasse 1-2, Carbonatisierung,
geringe Betondeckung, Rauchgase,
Risse

Wiederherstellung der Abdichtung

Unklar, ob Platten Originalbestand
Wiederverwendung des alten
Plattenbelags bei PAK Belastung wurde
ausgeschlossen

Erhalt durch Ertüchtigung, Entsalzung und Abdichtung

Vorausgehende Ertüchtigung der Bausubstanz durch angepasste Betoninstandsetzung

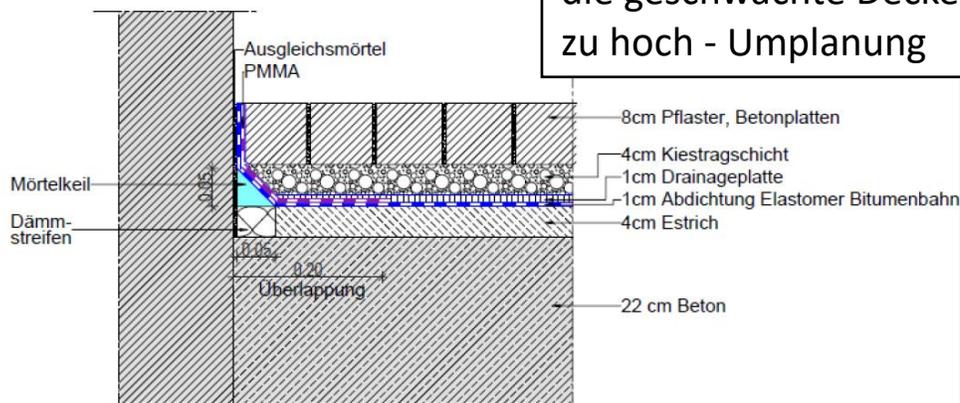


Summe PAK = 47.600 mg/kg
Grenzwert ≥ 400 mg/kg

Benzo(a)pyren = 1.900 mg/kg
Grenzwert ≥ 50 mg/kg



Detail
Abdichtung der Decke des Kohlebunkers
M: 1/5



Geplanter Aufbau war für die geschwächte Decke zu hoch - Umplanung

© Holzwarth

Erhalt durch Ertüchtigung, Entsalzung und Abdichtung



Tiefgarage einer WEG mit **bauzeitlich bedingten Schäden**
Klassische Betonuntersuchung und Instandsetzungsplanung:
 Betongüte, Oberflächenzug, Betondeckung, Chloride,
 Carbonatisierung.

Ziel: Instandsetzung, Abdichtung, Beschichtung bei geringer
 Betondeckung.

Einbeziehung eines **Statikers** wegen fehlender Planunterlagen
 und der korrodierten Erdbebenbänder.

Nr.	Bauteil	Cl-Gehalte bez. auf Zementgewicht		
		Cl-Gehalt [M.-%]	Cl-Gehalt [M.-%]	Cl-Gehalt [M.-%]
		Bohrtiefe 0 – 20 mm	Bohrtiefe 20 – 40 mm	Bohrtiefe 40 – 60 mm
1	Stütze	0,37	0,09	0,08
2	Bodenplatte	0,94	1,03	0,65
3	Bodenplatte	0,18	0,08	0,08

Chloridkonzentration in M.-% bez. auf die Zementmasse: 0,5 bis 0,99 M.-% ab 1,00 M.-%

Erhalt durch Ertüchtigung, Entsalzung und Abdichtung



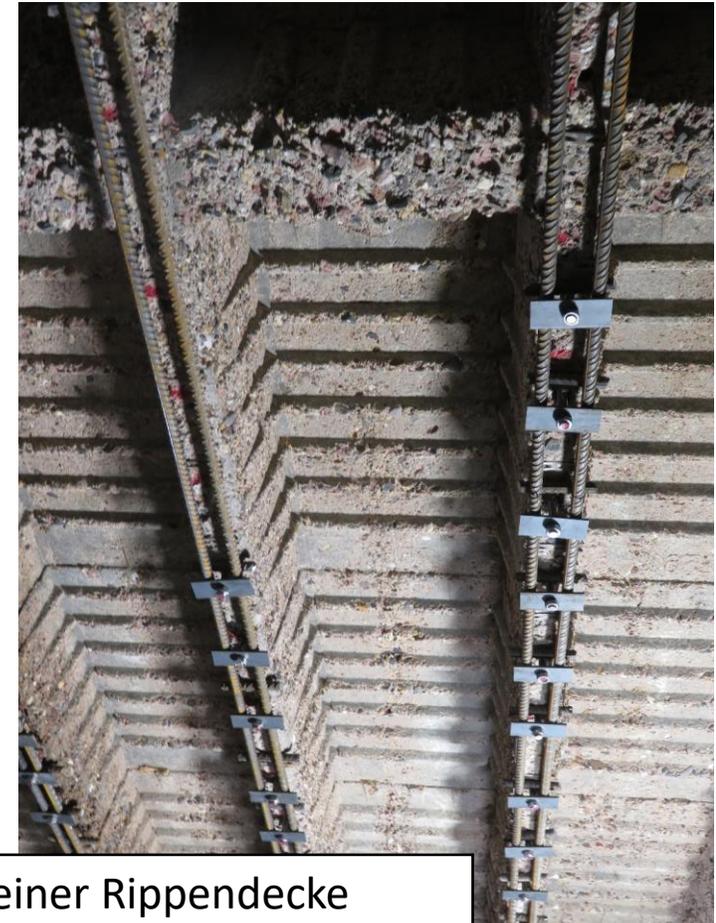
Erscheinungsbild nach Betoninstandsetzung und Abdichtung mit einem OS10

© Holzwarth



Abdichtung der Kellerräume im Anschluss an die Rampe steht noch aus.
Die Ursache (Wasserzufluss) ist bisher unklar

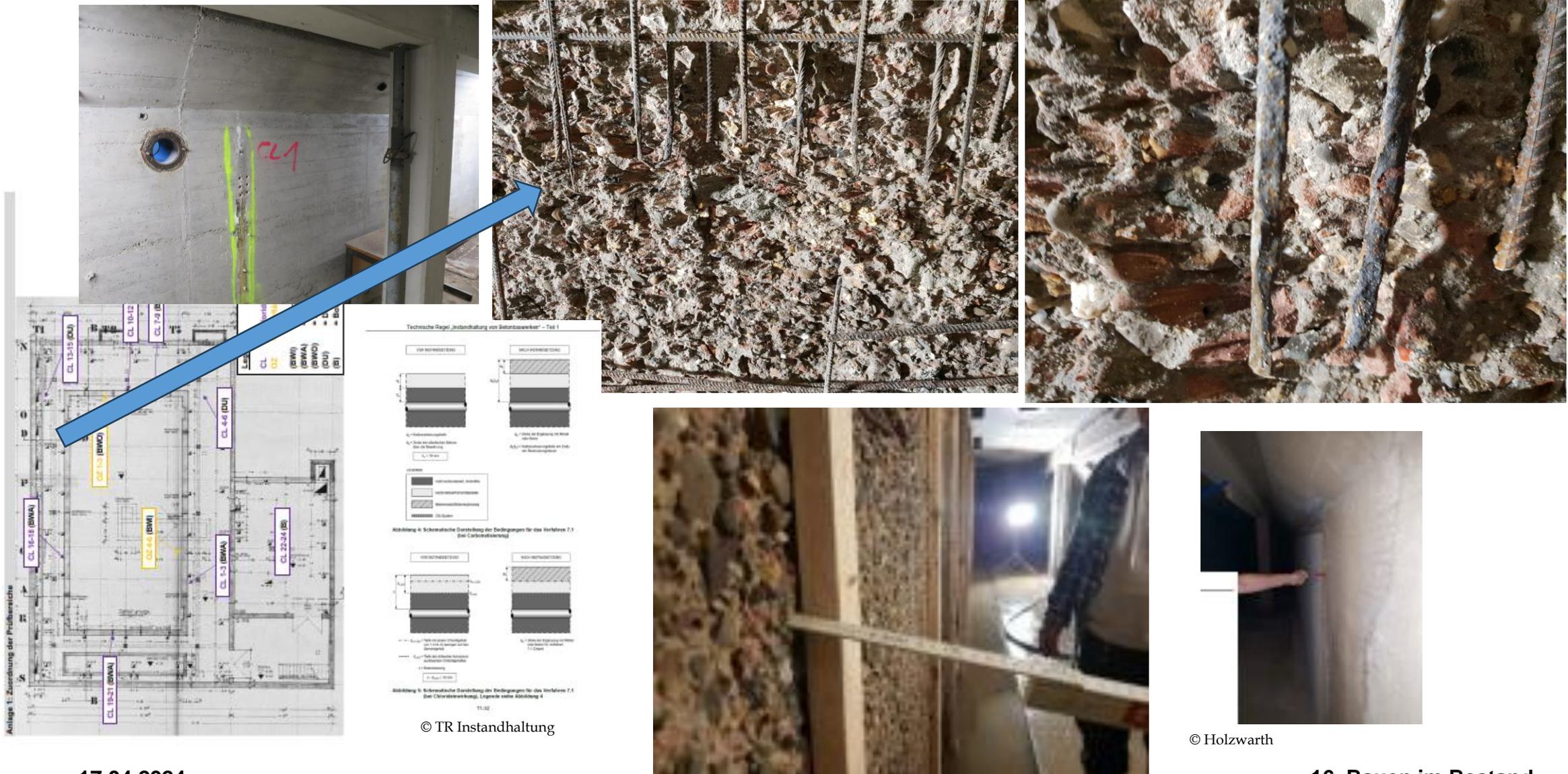
Wiederherstellung / Modernisierung



© Holzwarth

Ertüchtigung einer Rippendecke
zur Aufnahme einer Dachbegrünung.
SKP-Betoninstandsetzung, Statiker

Wiederherstellung / Modernisierung - Betondeckungserhöhung

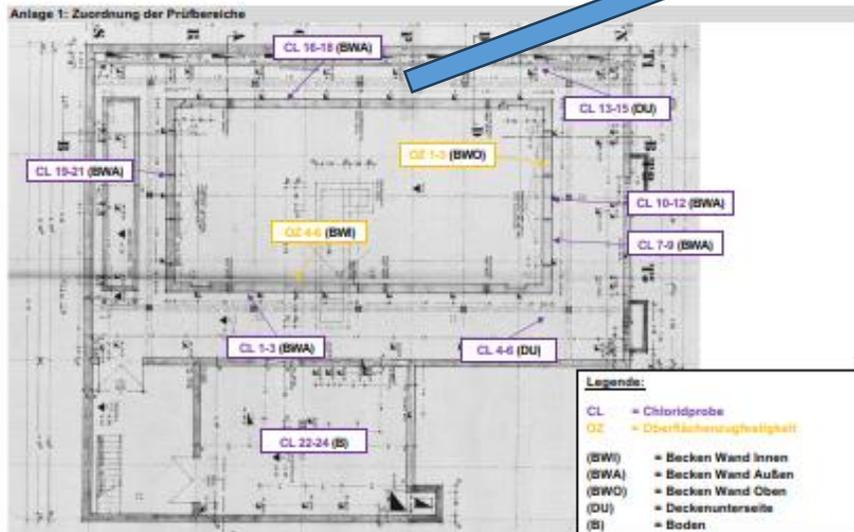
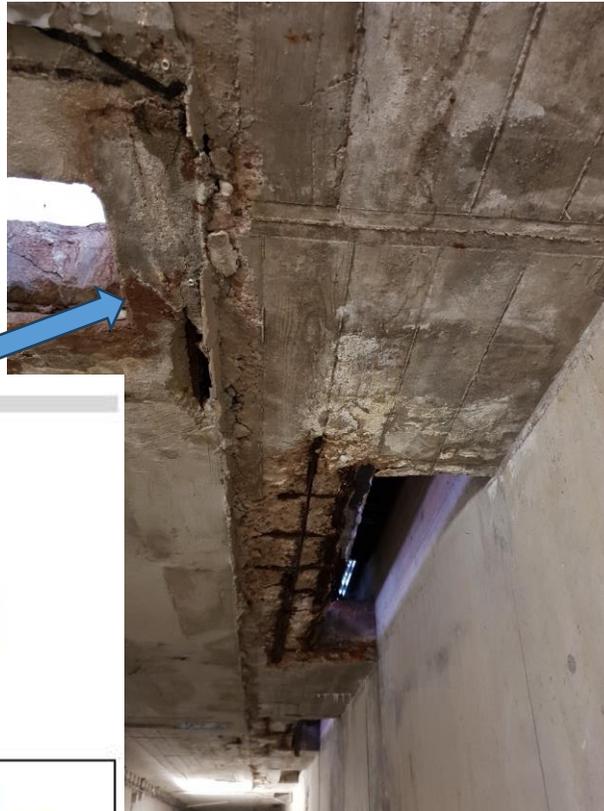


17.04.2024

16. Bauen im Bestand

Wiederherstellung / Modernisierung - Teilweiser Rückbau und Neuaufbau (mit Vorgaben Ing. Schwimmbadtechnik)

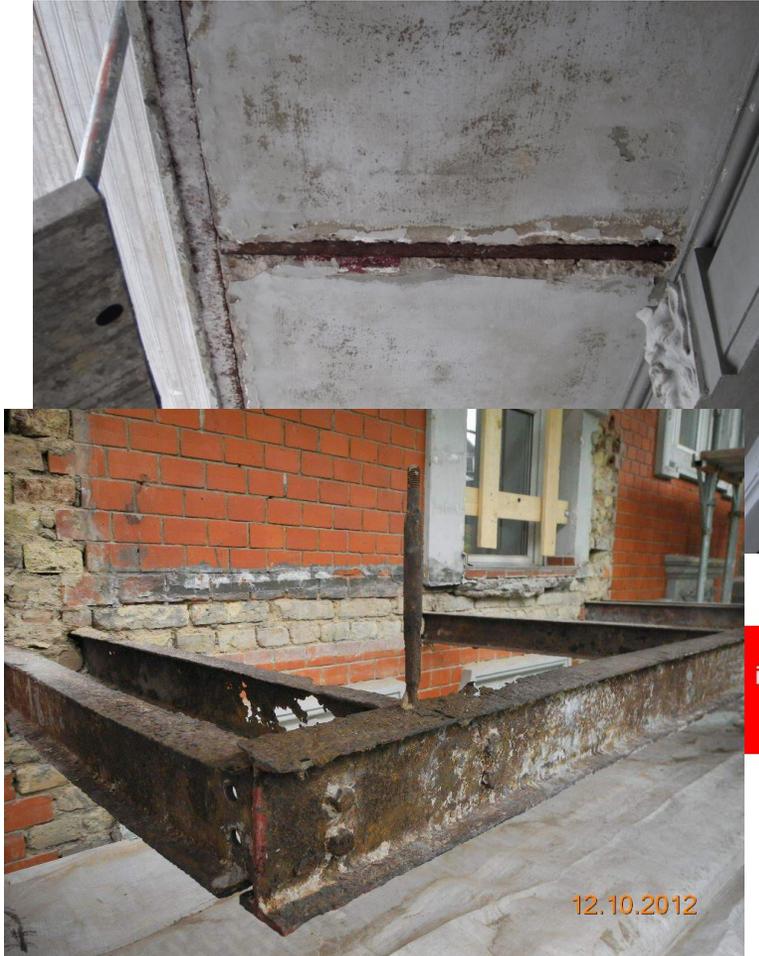
Kalksandstein vor der Lüftungsschacht sollte nicht entfernt werden. Cl Analyse der Decke führte dann doch zu Rückbau und zu Ersatz eines Bereichs der Decke.



Wiederherstellung / Nachbildung



© Holzwarth



Goebenstraße 5: Balkon 1. OG, links
12.10.2012 R. Zeitler

Die Untersuchung der Tragkonstruktion erfolgt schrittweise, soweit möglich zerstörungsfrei oder über Sondieröffnungen. Bestätigt sich der Verdacht der starken Korrosion ist ein totaler Rückbau nicht zu vermeiden.

Wiederherstellung / Nachbildung

Vorsichtiger Rückbau zur Gewinnung von Vorlagen für die Neuanfertigungen



© Holzwarth



Prüfung auf Wiederverwendung



Konsole Gewicht 120 kg

Erfassung des Gewichtes der Aufbauten und Konsolen

Wiederherstellung / Nachbildung

Statische Berechnungen und Vorgaben



120 kg



f) Lastannahmen (neu)

- Nutzlast auf Balkonen: $q_k = 4,0 \text{ kN/m}^2$ (400 kg/m²)
- Eckpfosten (massiv): $G_k = 4,0 \text{ kN}$ (400 kg)
- Geländer (massiv): $g_k = 2,8 \text{ kN/m}$ (280 kg/m)
- Geländer (Metall): $g_k = 0,5 \text{ kN/m}$ (50 kg/m)
- Konsolen (abgehängt): $G_k = 0,25 \text{ kN}$ (25 kg)

© Zeitler

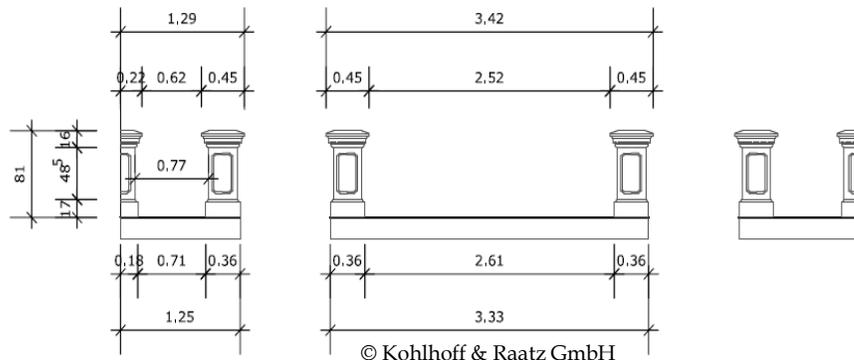
25 kg



Wiederherstellung / Nachbildung



© Holzwarth



Auflagerung des Profils (2) in MW-Wand:

Klinker - MW ————— Bruchstein - MW

Stiife $t = 5\text{mm}$
(analog ①)

② HE-A 100

Vergießen mit
schrumpffreiem
Vergussbeton

Stahlaufleger
(Bestand)

Hinweise:

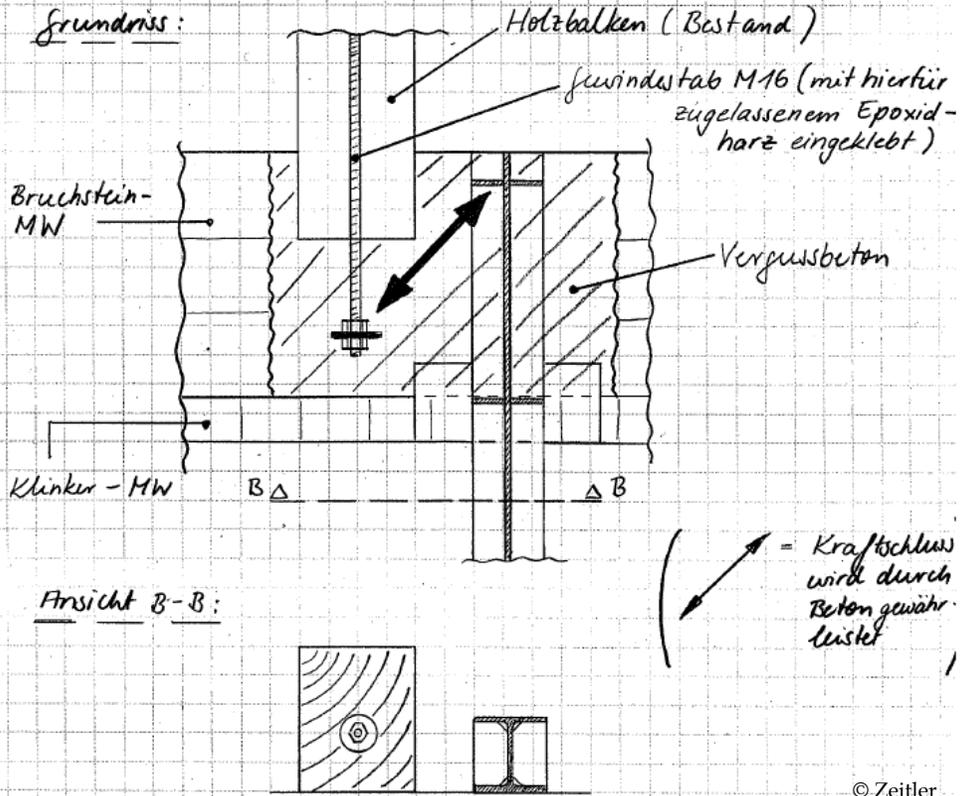
- Das Profil (HE-A 100) soll etwa bis $\frac{2}{3}$ der Wanddicke reichen.
- Horizontale Anbindung (konstruktiv) am Bestand erforderlich, s. S. 11.

© Zeitler

- Stabilisierung des Mauerwerks
- Einbindung der Tragkonstruktion für die Kragplatten
- Werkplanung der Verzapfung der Aufbauten

Wiederherstellung / Nachbildung

Anschluss (konstruktiv) an den Bestand: (Vorschlag)



© Holzwarth

Anschluss, Verankerung der Stahlprofile über Gewindestangen in den Balkenköpfen

Fazit

Bauen im Bestand gelingt am besten
in einem auf das Projekt abgestimmten Team.

Interdisziplinär von Beginn an.

Bauherren, Behörden, Architekten,
Fachingenieure, Wissenschaftler,
Restauratoren, Fachfirmen u. V. m.

Ansonsten fühlt man sich zuweilen
alleine 😊.



© Desoi GmbH

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!



Diana Holzwarth

diana.holzwarth@icp-ing.de

www.icp-ing.de

**Bauen im Bestand – Einblicke in ein interdisziplinäres Arbeitsfeld
aus Sicht der Voruntersuchung, Planung und Bauüberwachung**

Since 1991

Engineering for a Better Tomorrow

16. Bauen im Bestand – ein
interdisziplinäres Arbeitsfeld

17. April 2024