



# Problemfelder bei der Betoninstandsetzung an denkmalgeschützten Bauwerken

Dipl.-Geol. Martin Sauder

Von der IHK des Saarlandes öffentlich bestellter und  
vereidigter Sachverständiger für Schäden an sowie  
Restaurierung und Sanierung  
von Naturstein und mineralischen Baustoffen



Institut für **B**austoffuntersuchung und **S**anierungsplanung GmbH

Saargemünder Straße 33 • 66119 Saarbrücken

Tel.: 49 681 49031 • Fax: 49 681 49055

E-Mail: [martin.sauder@ibs-sauder.de](mailto:martin.sauder@ibs-sauder.de) • Web: [www.ibs-sauder.de](http://www.ibs-sauder.de)

# Meine Themen

- Betoninstandsetzung in der Denkmalpflege: Besonderheiten
- Was macht die denkmalwerte Oberfläche aus?
- Unterschiede zur RiLi bzw. EN 1504
- Prinzipielle Vorgehensweise bei der Betonrestaurierung
- Beispiel: Rohstoffbunker im Weltkulturerbe Völklinger Hütte
- Schlussfolgerungen zur Herangehensweise



# Betoninstandsetzung „as usual“

Oberflächenschäden durch Bewuchs und Vergrünung sowie durch carbonatisierten Beton mit korrodierter Bewehrung.

Untergrundvorbereitung

Freilegen von Schadstellen

Entrosten und Korrosionsschutz

Reprofilieren

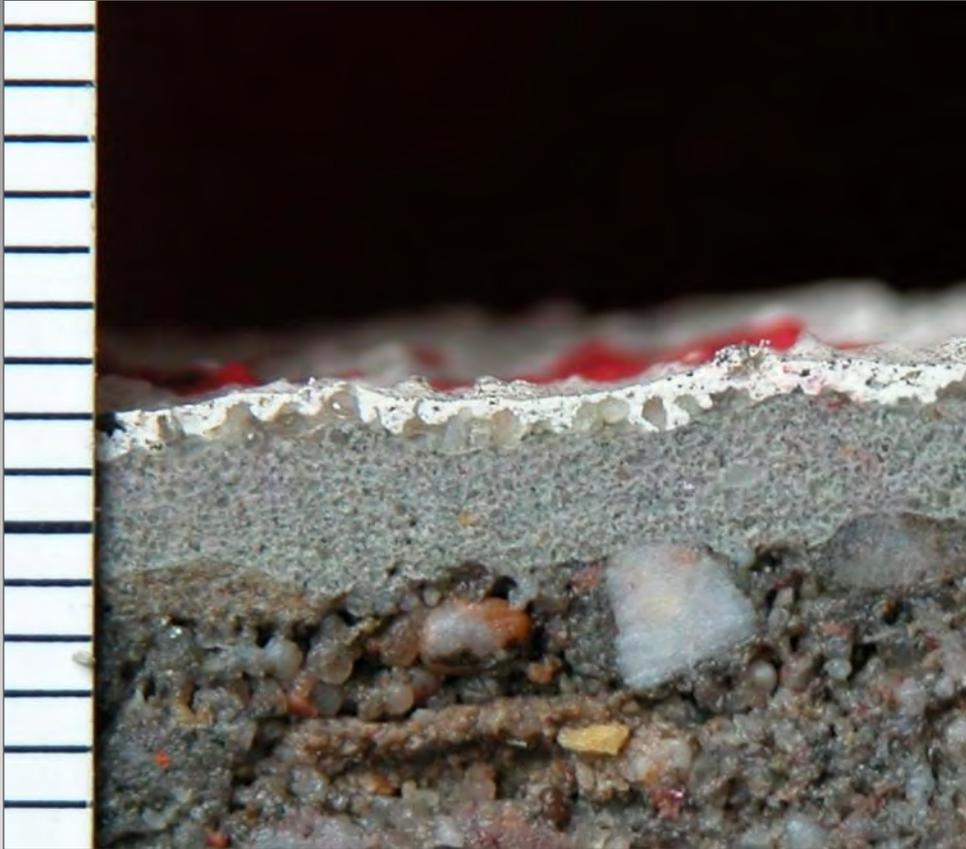
Je nach Schädigungsgrad

Oberflächenschutz durch Dünnputz und Beschichtung

# Die typische Schadstelle im Hochbau



# Betoninstandsetzung eines Baudenkmals 1985



Altbetonoberfläche ist nach Untergrundvorbehandlung nicht mehr vorhanden.

PCC-Spachtelüberzug in einer Stärke von 2-4- mm

Grundierung mit Quarzsandabstreuung

Mehrlagiger elastifizierter Anstrich.

# Baudenkmal aus Stahlbeton (1956)



# Denkmalwerte Oberfläche

- Alle Besonderheiten und Strukturen, die vom Planer gewollt
- Alle Besonderheiten und Strukturen, die vom Verarbeiter verursacht wurden.
- Auch Mängel, Lunken, Fehlstellen etc. sind „Besonderheiten“, die zum Baudenkmal dazu gehören.
- Im Laufe der Standzeit eingetretene Strukturen: Ausbrüche, Einschüsse etc., die nicht zu Folgeschäden führen

# Denkmalwerte Oberfläche

- Das Bauwerk ist das Denkmal.
- Die gesamte Oberfläche ist somit Teil des Baudenkmals und stellt so etwas wie die „Haut“ des Denkmals dar, auf der sich alle besonderen Eigenschaften zeigen.
- Diese „Haut“ ist daher zu erhalten.
- Prinzipiell wird verfahren wie an einem Denkmal aus Naturstein: Hier ist das Material mit seiner bearbeiteten Oberfläche Zeugnis der Zeit und der Herstellung. Beides wird also bei der Restaurierung entweder erhalten oder aber originalgetreu wieder hergestellt.

# Daraus resultierende Grundprinzipien

- Alle Besonderheiten und Strukturen, die vom Planer gewollt
- Alle Besonderheiten und Strukturen, die vom Verarbeiter beim Bauverursacht wurden.
- Auch Mängel, Lunker, Fehlstellen etc. sind „Besonderheiten“, die zum Baudenkmal dazu gehören.
- Im Laufe der Standzeit eingetretene Strukturen: Ausbrüche, Einschüsse etc., die nicht zu Folgeschäden führen

# Baudenkmal aus Stahlbeton (1965)



# Gründerzeitvilla mit Natursteinfassade



# Restaurierung Naturstein

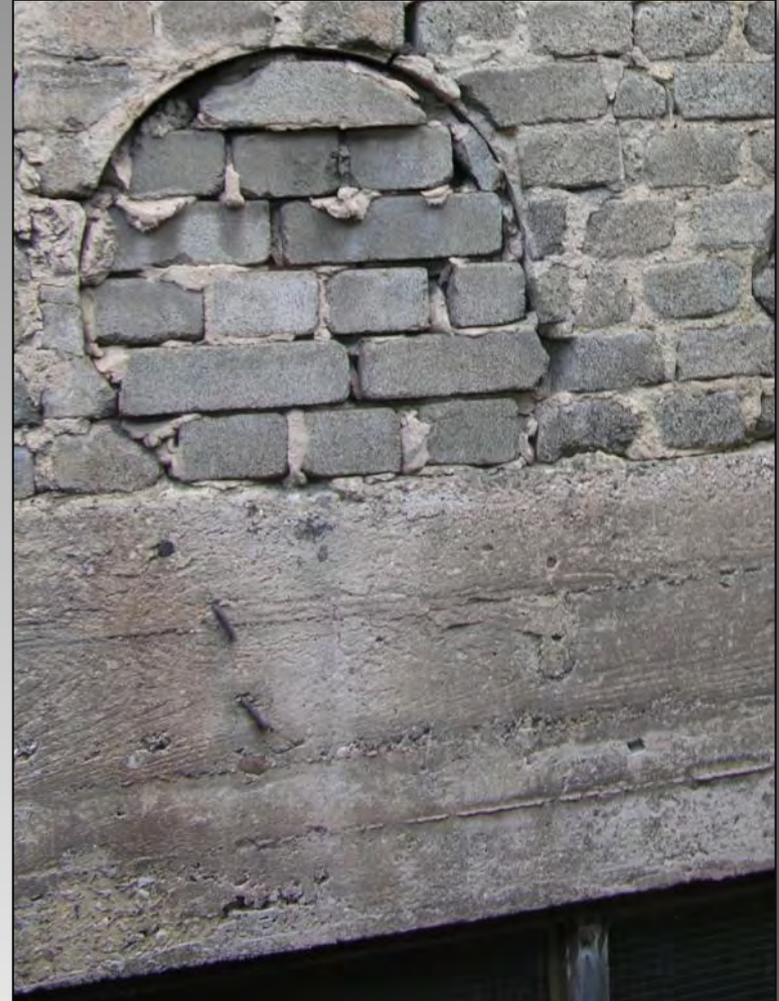


Fehlstellen werden passgenau identischem Material wiederhergestellt

Die Bearbeitung der Oberflächen wird exakt und mit gleichem Werkzeug nachvollzogen.

Die Abmessungen und Querschnitte der Bauteile bleiben erhalten.

# Denkmalwert?



# Denkmalwert?



# Was ist erhaltenswert?

- Baunähte aus verschiedenen An- und Umbauphasen
- Unterschiedliche Materialien oder Steinformate, sofern sie keine Folgeschäden verursachen
- Bauteilöffnungen aller Art
- Oberflächenstrukturen wie Schalungsstruktur, Poren und Lunker, selbst Kiesnester!
- Infolge Korrosion abgelöste Betonschalen
- Farbton und Zusammensetzung des Betons
- Farbton der Oberfläche infolge Ablagerungen, Verwitterung etc.

# Für die einen ist es kaputter Beton....



# Was ist hier erhaltenswert?



# Da war noch was mit Statik!



# Fragen der Standsicherheit

- Die Standsicherheit muss gewährleistet bleiben oder gewährleistet werden.
- Daher kann eine „kosmetische“ Behandlung der Oberfläche in keinem Falle die konstruktive Instandsetzung ersetzen.
- Es ist eine Abstimmung erforderlich zwischen dem erforderlichen Umfang der Sanierung des Tragwerks und der denkmalgerechten Restaurierung.
- Daher: Eine Auseinandersetzung mit dem Spannungsfeld der denkmalgerechten Restaurierung und der Erhaltung von Tragfähigkeit und Standsicherheit beginnt bereits bei der Vorarbeiten

# Grundsätze der „Betonrestaurierung“

- Örtliche Schadstellen werden möglichst nicht erweitert, so dass die Originalflächen nur minimal angegriffen werden.
- Eine flächendeckende Untergrundvorbereitung der Oberflächen erfolgt nicht, da dies alle hier vorhandenen „Zeitzeugen“ unwiederbringlich zerstören würde.
- Korrodierte Bewehrung wird nur mit kleinstmöglichem Gerät freigelegt. Großflächiges Öffnen der historischen Oberfläche mittels grobem Pressluft- oder Elektrowerkzeug erfolgt nicht.
- Vorhandene Betonschalen, abgelöst durch korrodierende Bewehrung, werden möglichst erhalten und an gleicher Stelle wieder eingebaut.

# Grundsätze der „Betonrestaurierung“

- Die vorhandene Oberflächenstruktur des Originals ist zu dokumentieren und originalgetreu wiederherzustellen. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf Schalungsstruktur, Breite der Schalbretter, Schalungsstöße, Fehlstellen und Lunker an der Oberfläche.
- Standardisierte PCC-Mörtel werden nicht verwendet, da sie weder in Farbton, Kornverteilung noch Bindemittel dem Original entsprechen können.
- Die Rezeptur des Originalbetons ist zu ermitteln und der Reparaturmörtel bzw. –beton wird dieser Zusammensetzung angepasst

# Grundsätze der „Betonrestaurierung“

- Der Farbton des Reparaturmörtels wird möglichst durch entsprechende Auswahl von Zementen und Zuschlägen nachgestellt. Soweit möglich wird auf die Zugabe von Farbpigmenten verzichtet.
- Der Farbton des Restaurierungsbetons wird dem unverwitterten Altbeton angepasst, nicht dem stark verfärbten und oft inkrustierten Beton der Oberfläche.
- Eine flächendeckende Überarbeitung mit zementgebundenen Spachtelschichten erfolgt nicht.
- Muss aus Gründen der Standsicherheit ein Spritzbeton eingesetzt werden, geschieht dies entsprechend DIN 18551 bzw. EN 14487. Die eigentliche Oberfläche wird jedoch mit einem „Restaurierungsbeton“ reprofiliert.

# Vorarbeiten



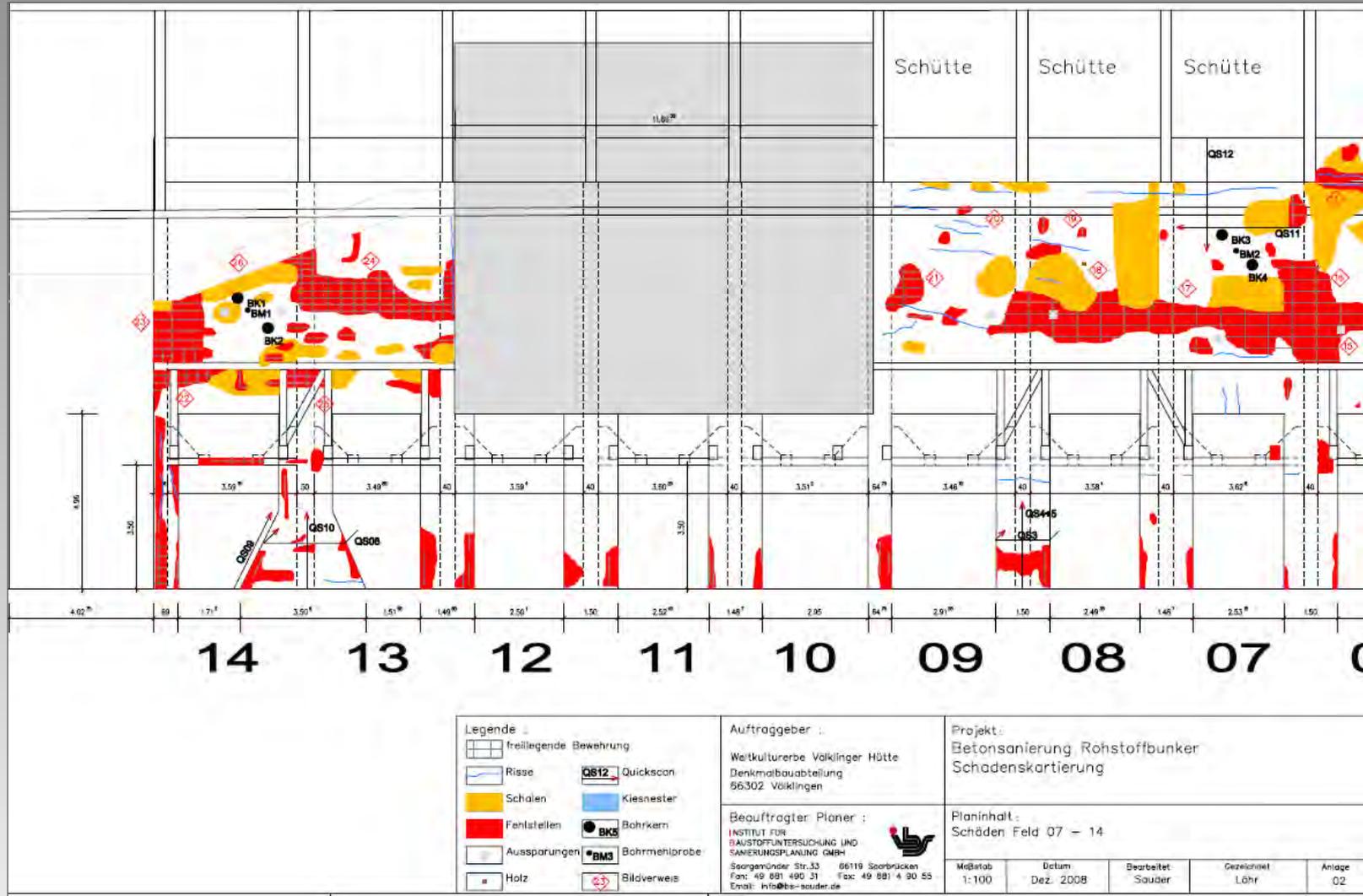
Voruntersuchungen und Planung folgen den gleichen Prinzipien wie bei einem Denkmal aus Naturstein oder Mauerwerk:

- Schadenskataster
- Materialproben
- Ermittlung der Baustoffeigenschaften
- Restaurierungskonzeption in Abstimmung mit der Denkmalpflege

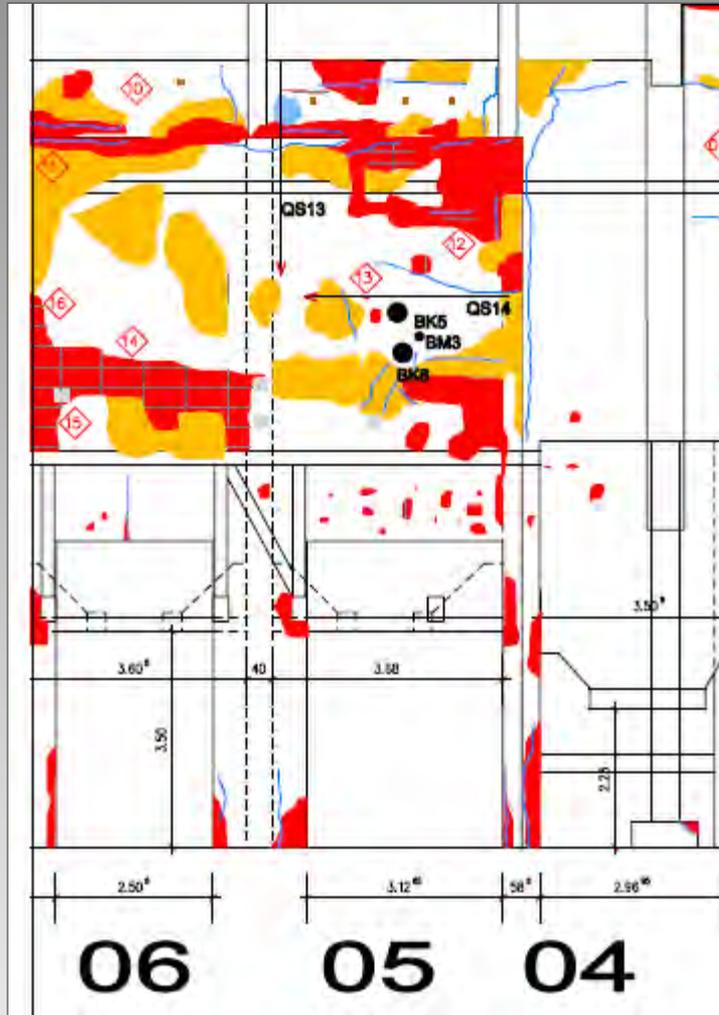
# Unser Beispiel: Rohstoffbunker Völklinger Hütte



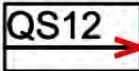
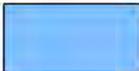
# Schadenskataster



# Ausschnitt des Schadenskatasters



## Legende :

	freiliegende Bewehrung		Quicksan
	Risse		Kiesnester
	Schalen		Bohrkern
	Fehlstellen		Bohrmehlprobe
	Aussparungen		Holz
	Holz		

# Betonrezeptur

Vorgaben zur Betonzusammensetzung nach Modalanalyse des Originalbetons

Material	Körnung (mm)	Anteil [M.-%]	Materialgruppen
Hochofenschlacke	> 16	17%	31%
	08 - 16	12%	
	04 - 08	2%	
Kiese und Sande	> 16	3%	54%
	08 - 16	6%	
	04 - 08	9%	
	02 - 04	10%	
	01 - 02	8%	
	<01	17%	
Bindemittel	CEM III	3%	15%
	CEM III/A 42,5 N	12%	
Summe		88%	100%
Zusätze:	Luftporenbildner		1,5%
	Fließmittel		2%

Daraus wird dann die Rezeptur abgeschätzt und an verschiedenen Musterkörpern erprobt, bevor es zum Einbau kommt

# Ermittlung der Sieblinie



Sieblinie des Betons war aufgrund der zu hohen Anteile an säurelöslicher Schlacke nicht aus der Analyse zu gewinnen.

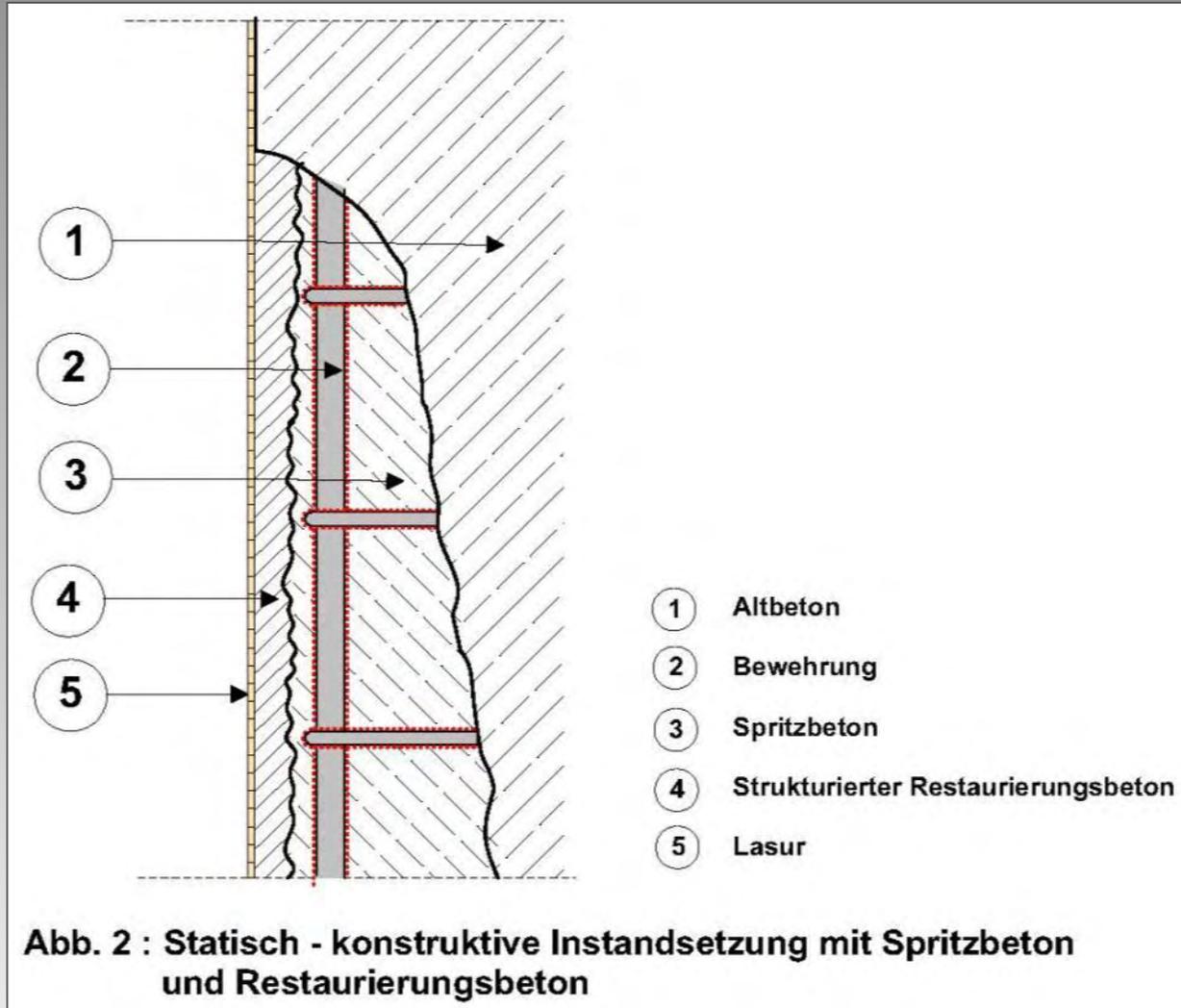
Vorgehensweise:

Bestimmung des so genannten Modalbestandes durch Bildauswertung an vielen Scheiben der Proben.

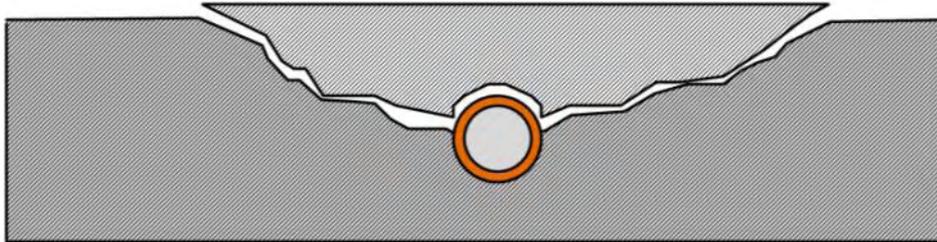
Daraus lässt sich näherungsweise die Sieblinie bestimmen.

(Probenbreite im Bild: 10 cm)

# Regelaufbau bei Spritzbeton-Instandsetzung

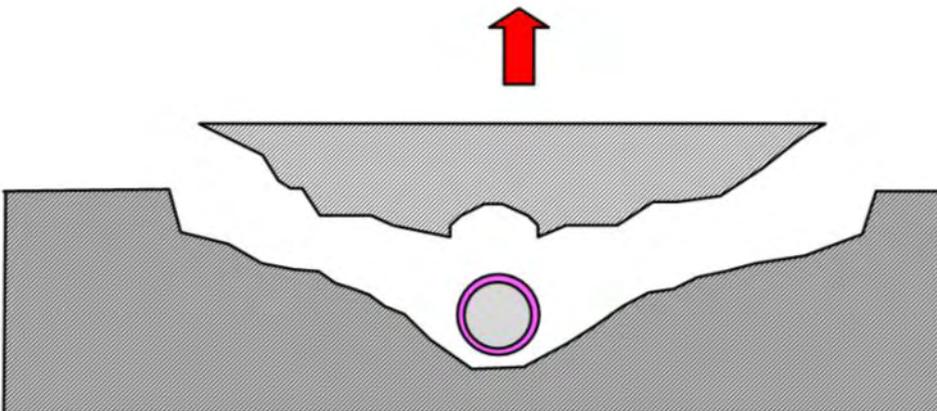


# Replatzierung von Schalen -1-



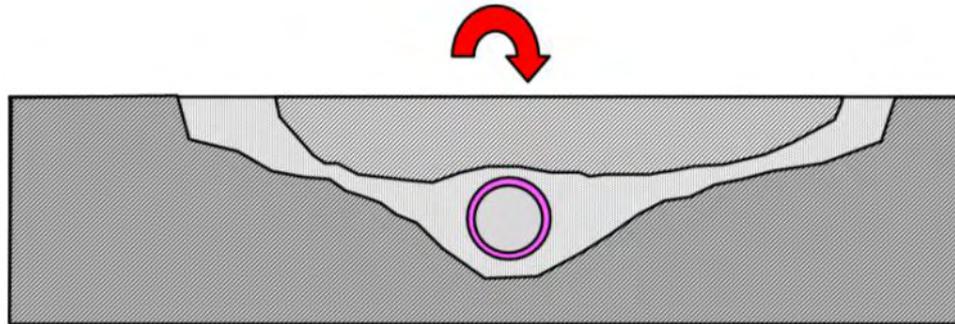
**Schadensbild:**

**Durch Korrosion des Stahls infolge Carbonatisierung abgesprengte Überdeckung der Bewehrung**



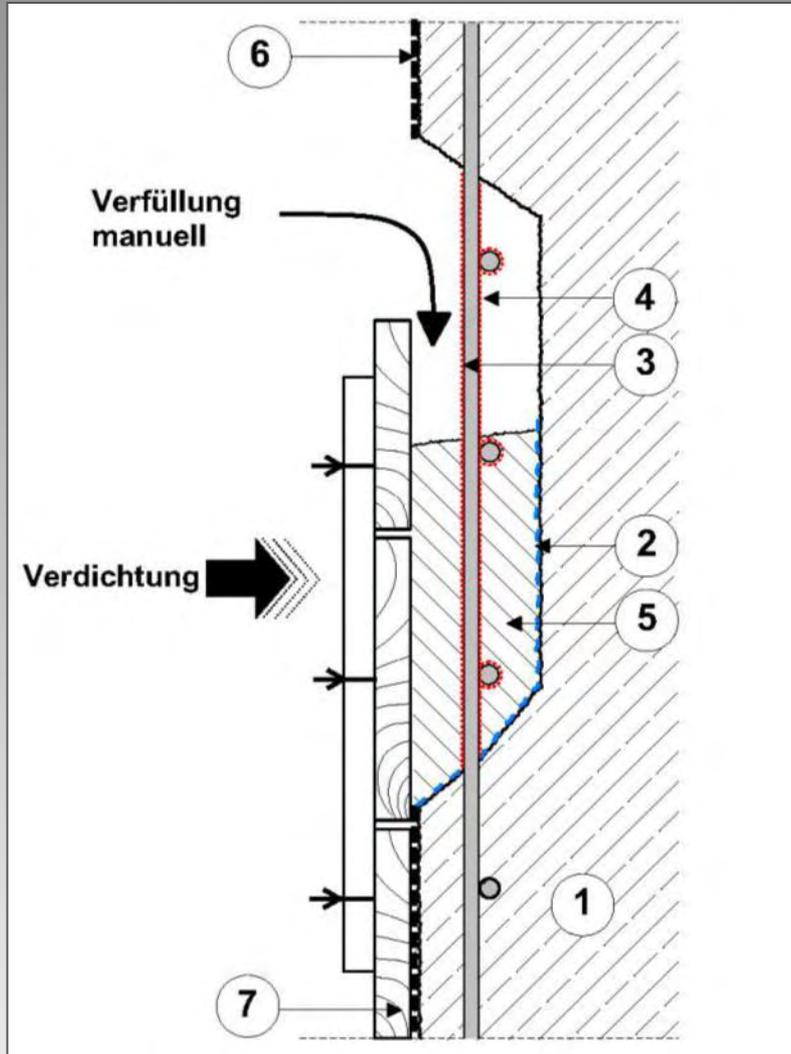
- **Sichern der abgelösten Schale,**
- **Egalisieren des Untergrunds,**
- **Scharfkantiges Vorbereiten der Ränder der Fehlstelle,**
- **Entrosten und Korrosionsschutz der Bewehrung.**

# Replatzierung von Schalen -2-



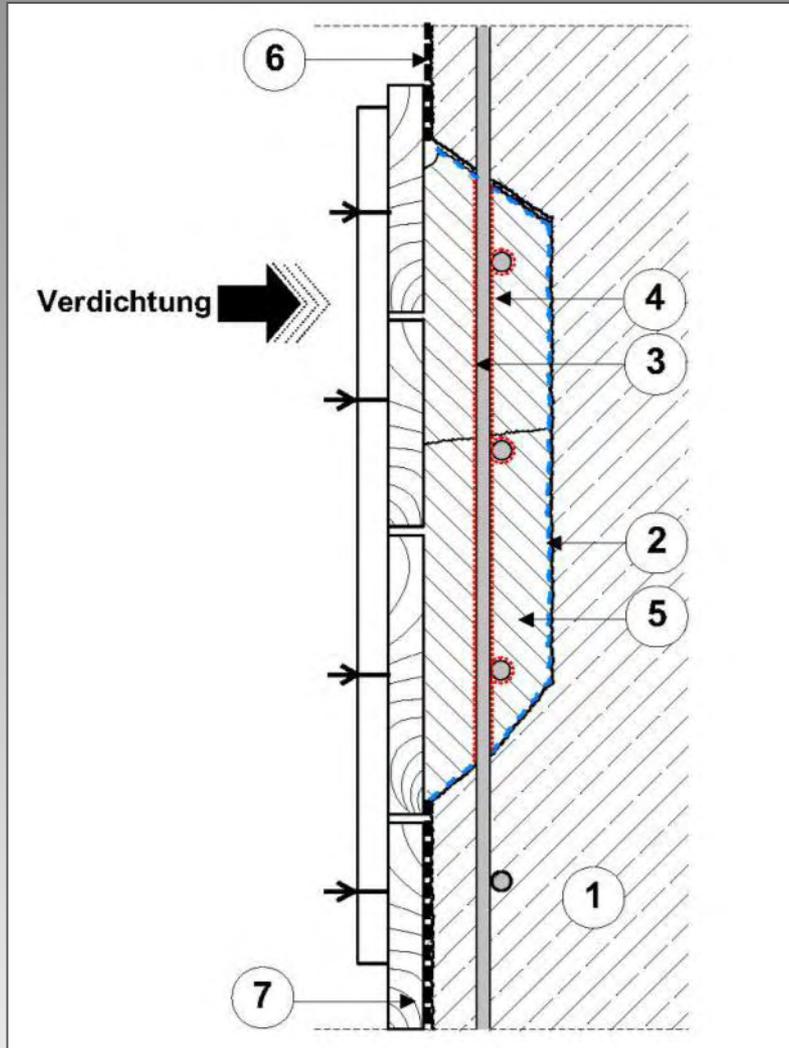
- Einbau von Haftmörtel
- Egalisieren der Schalenrückseite
- Wiedereinbau der Schale
- Anpassen des Zwischenraums mit Reparaturmörtel
- Angleichen der Oberfläche

# Reprofilierung von Fehlstellen - Schritt 1



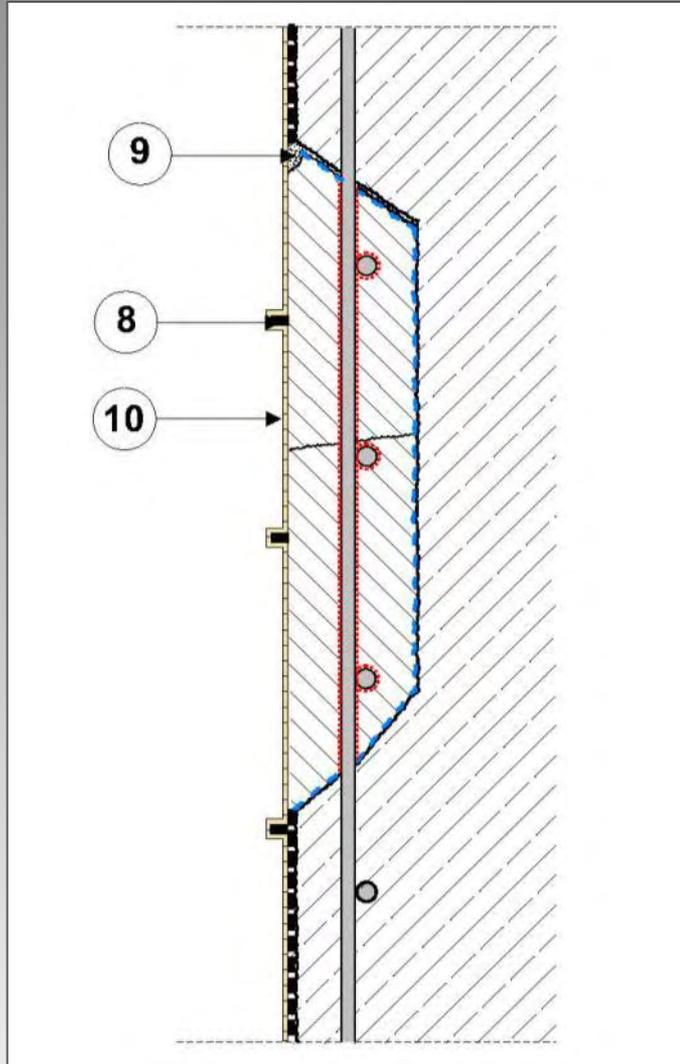
- ① Altbeton
- ② Haftschlämme
- ③ Bewehrung
- ④ Korrosionsschutz
- ⑤ Reparaturbeton
- ⑥ Abdichtung
- ⑦ Brettschalung
- ⑧ Schalungsgrate
- ⑨ Nachbearbeitete Lunkerstellen
- ⑩ Lasur

# Reprofilierung von Fehlstellen - Schritt 2



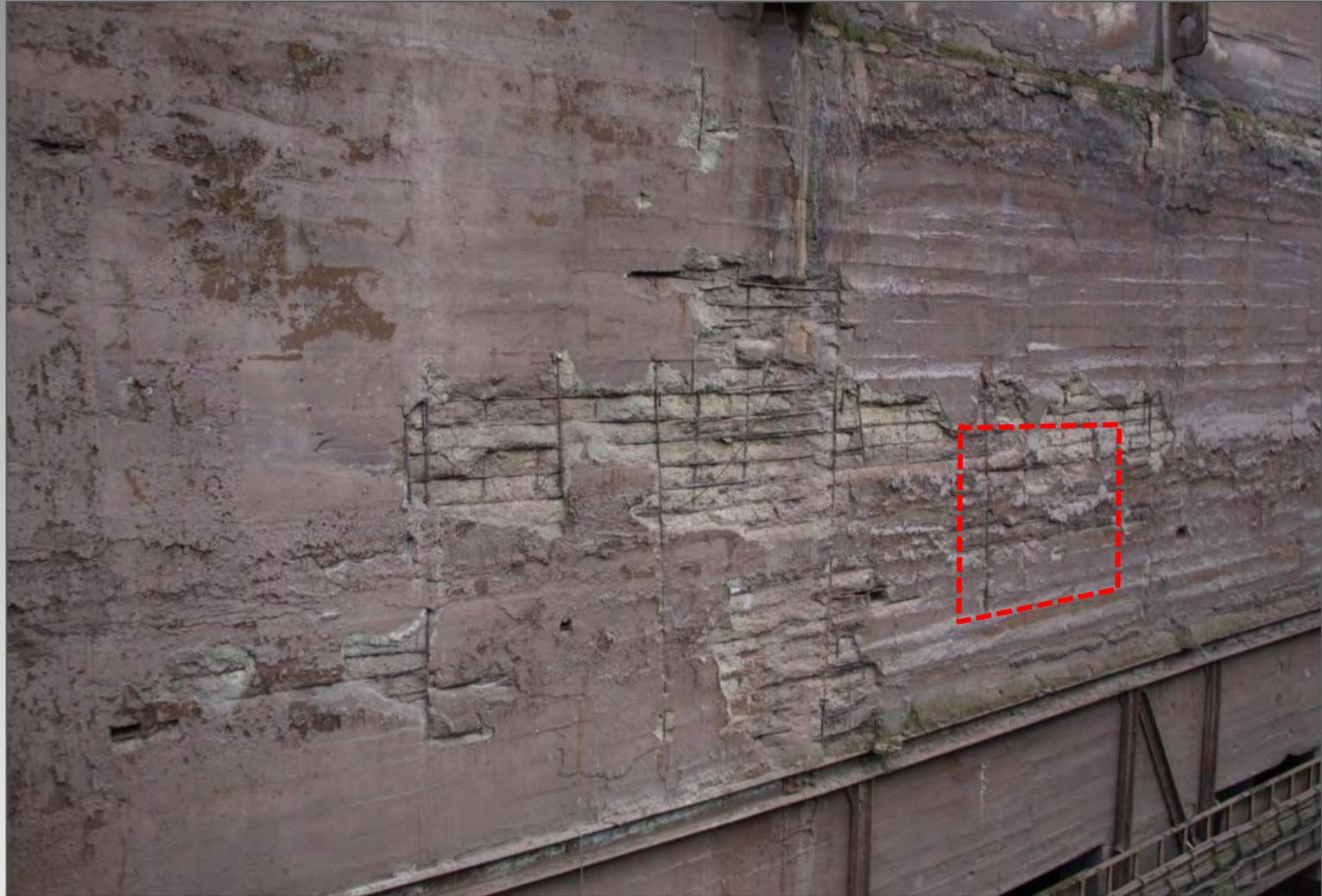
- ① Altbeton
- ② Haftschlämme
- ③ Bewehrung
- ④ Korrosionsschutz
- ⑤ Reparaturbeton
- ⑥ Abdichtung
- ⑦ Brettschalung
- ⑧ Schalungsgrate
- ⑨ Nachbearbeitete Lunkerstellen
- ⑩ Lasur

# Fertigstellung der Reprofilierung

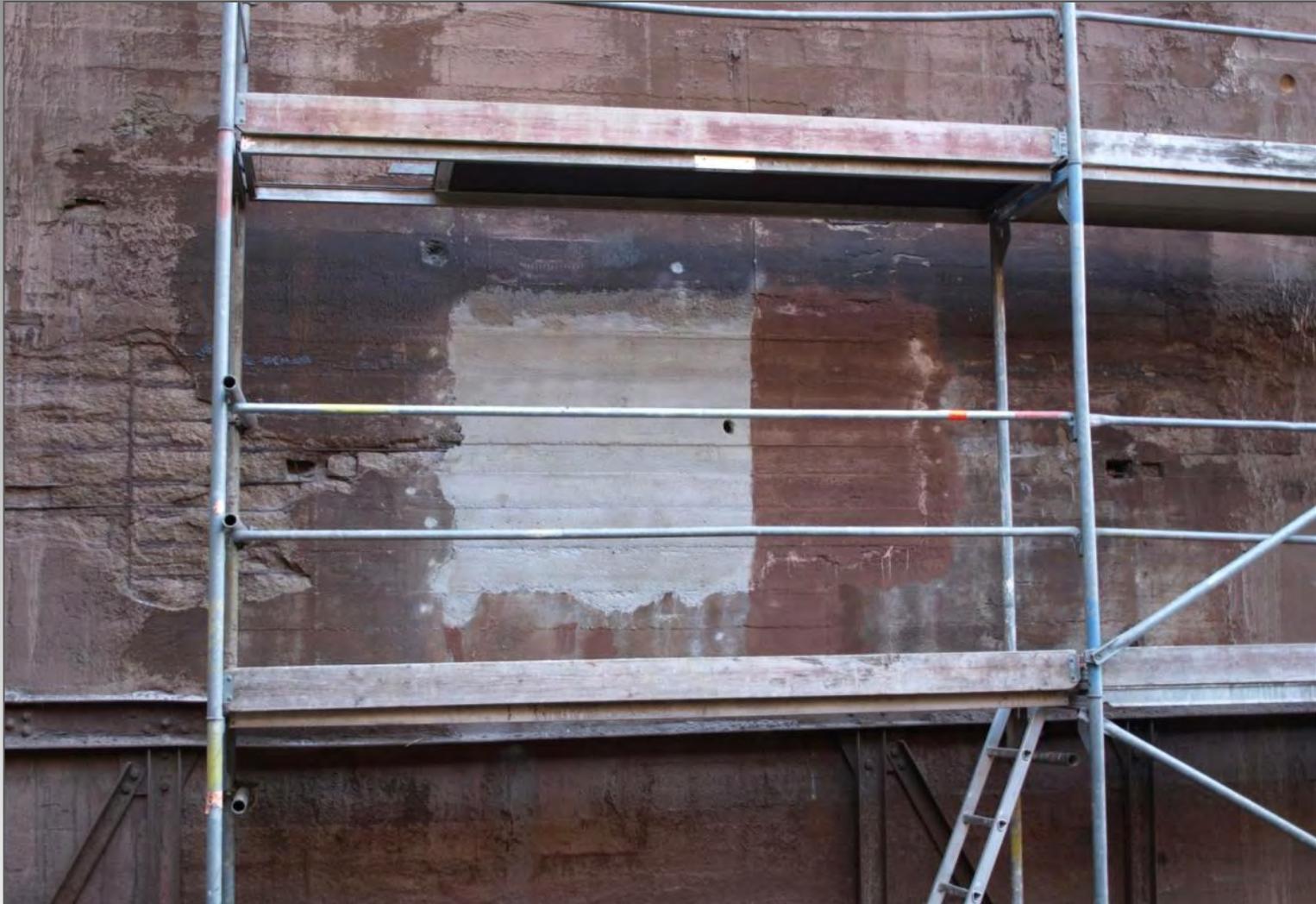


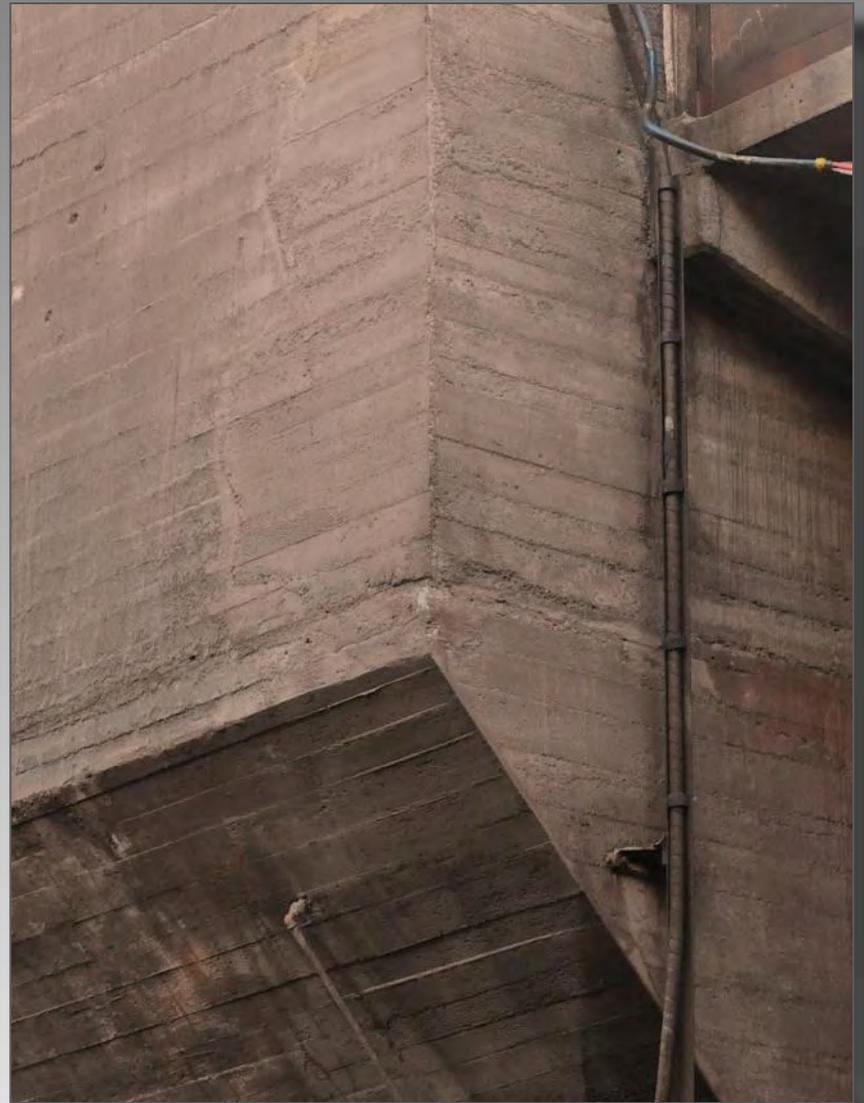
- ① Altbeton
- ② Haftschlämme
- ③ Bewehrung
- ④ Korrosionsschutz
- ⑤ Reparaturbeton
- ⑥ Abdichtung
- ⑦ Brettschalung
- ⑧ Schalungsgrate
- ⑨ Nachbearbeitete Lunkerstellen
- ⑩ Lasur

# Vor der Betonrestaurierung



# Musterfläche





# Brettschalungsstruktur originalgetreu



# Brettschalungsstruktur originalgetreu



# Nach der Restaurierung



# Wiederhergestellte Oberfläche



# Detail der Reprofilierungen



