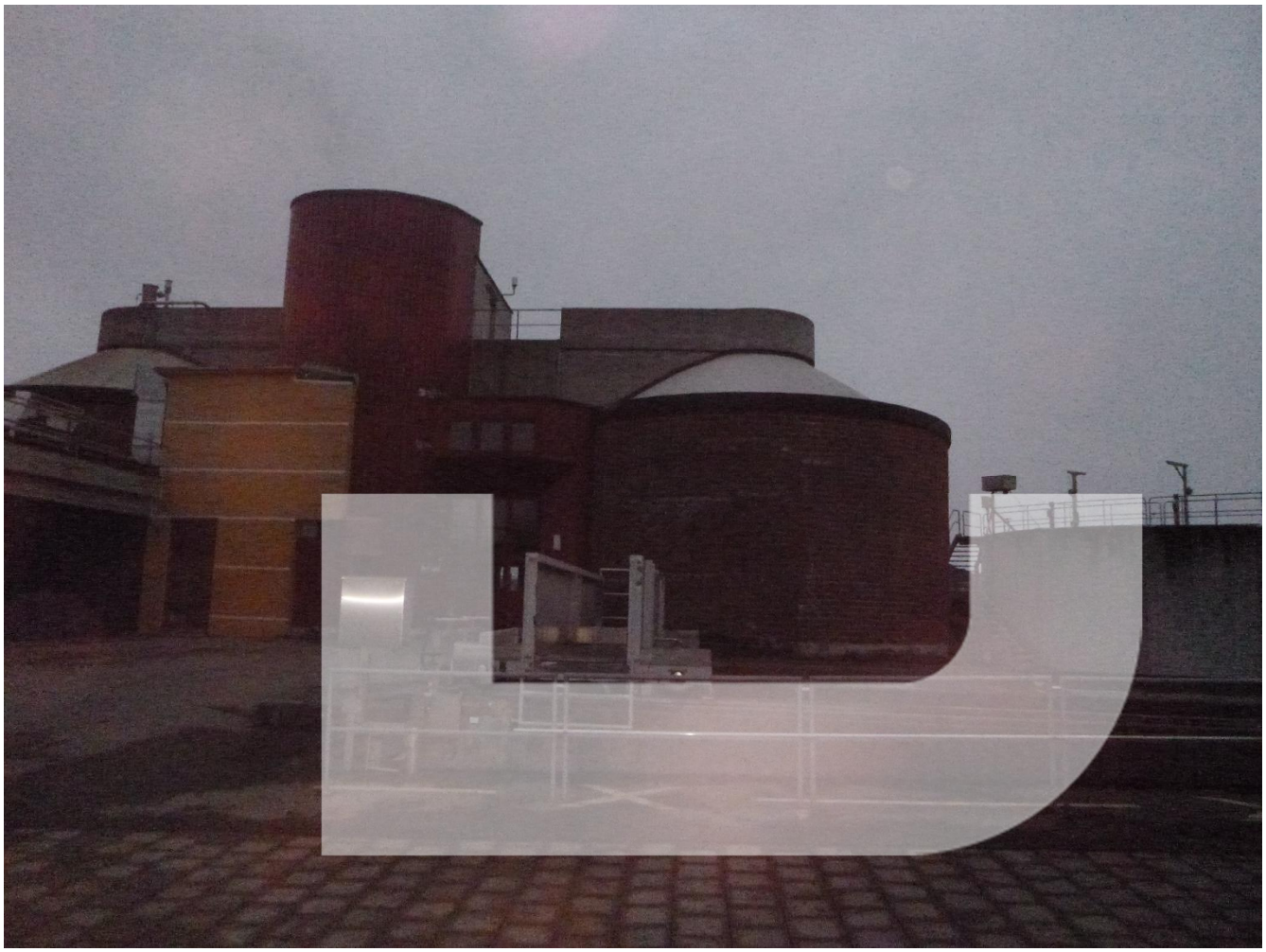


Zweckverband ARA Untermarch, Lachen
Kanton Schwyz

ARA Untermarch
Zustandsuntersuchung NED

Technischer Bericht

Objekt Nr. 1938.25
Winterthur, 2. März 2018

HUNZIKER BETATECH

EINFACH.
MEHR.
IDEEN.

Impressum:

Projektname:	ARA Untermarch
Teilprojekt:	Zustandsuntersuchung Nacheindicker
Erstelldatum:	8. Februar 2018
Letzte Änderung:	2. März 2018
Autor:	Hunziker Betatech AG Pflanzschulstrasse 17 8400 Winterthur
	Tel. 052 234 50 50 E-Mail: info@hunziker-betatech.ch
	Dave Levy, Christoph Rüesch Koref. Urs Huggenberger
Datei:	Q:\Projekte\1900\1938\1938.25 Zustandsuntersuchung Faulung\04 Berichte\180208 Bericht Zustandsuntersuchung NFR.docx

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeines 3
1.1 Ausgangslage 3
1.2 Ziele 3
1.3 Grundlagen 3
1.4 Abgrenzung 3
2 Zustandsuntersuchung 4
2.1 Übersicht Zustandsuntersuchung 4
2.2 Visuelle Zustandserfassung 6
2.3 Messresultate 11
2.4 Sondieröffnungen 12
2.5 Bohrkerne 13
3 Beurteilung und Massnahmenvorschläge 16
3.1 Boden / Trichter 16
3.2 Wände 16
3.3 Decke 17
3.4 Dach 17
3.5 Dachaufbau 17
4 Massnahmenübersicht mit Kostenschätzung ± 20 % 18
4.1 Variante 1 18
4.2 Variante 2 20
4.3 Variante 3 22
5 Risiken 24
6 Beilagen 24

1 Allgemeines

1.1 Ausgangslage

Die Hunziker Betatech AG erhielt den Auftrag, den Nachfaulraum auf der ARA Untermarch materialtechnologisch zu untersuchen.

Die Ergebnisse sind im nachfolgenden Bericht zusammen gefasst.

1.2 Ziele

Das Ziel der Abklärung ist eine detaillierte Zustandsanalyse mit Aussagen zu den vorhandenen Schadensmechanismen (mit Schwergewicht auf die Baustruktur / Materialtechnologie) und den notwendigen Sanierungsmassnahmen.

Da der Nachfaulraum isoliert werden soll, werden drei Varianten aufgezeigt welche mit dem bestehenden Gebäude machbar sind.

Im Weiteren wird eine Liste mit den notwendigen Massnahmen für die Instandsetzung einschliesslich einer Kostenschätzung mit ± 20%erstellt. Das Dokument stellt die Grundlage für das weitere Vorgehen dar.

1.3 Grundlagen

Normen und Richtlinien:

[1] Normen SIA 260 und 262 (2013), SIA 261 (2014), SIA 358 (2010)
[2] Normen SIA 269 und SIA 269/1 (2011)
[3] SN EN 13791 (2007) Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder Bauwerksteilen

Objektspezifische Grundlagen:

[5] Visuelle Untersuchung und Probeentnahmen vor Ort vom 17. und 18. Januar 2018
[6] Prüfbericht Nr. A-46‘309-1 LPM AG, 19.02.2018

1.4 Abgrenzung

Es wird ausschliesslich eine materialtechnologische Zustandsuntersuchung des Nachfaulraum durchgeführt. Eine statische Nachrechnung des Bauwerkes ist nicht Bestandteil dieses Auftrages.

2 Zustandsuntersuchung

2.1 Übersicht Zustandsuntersuchung

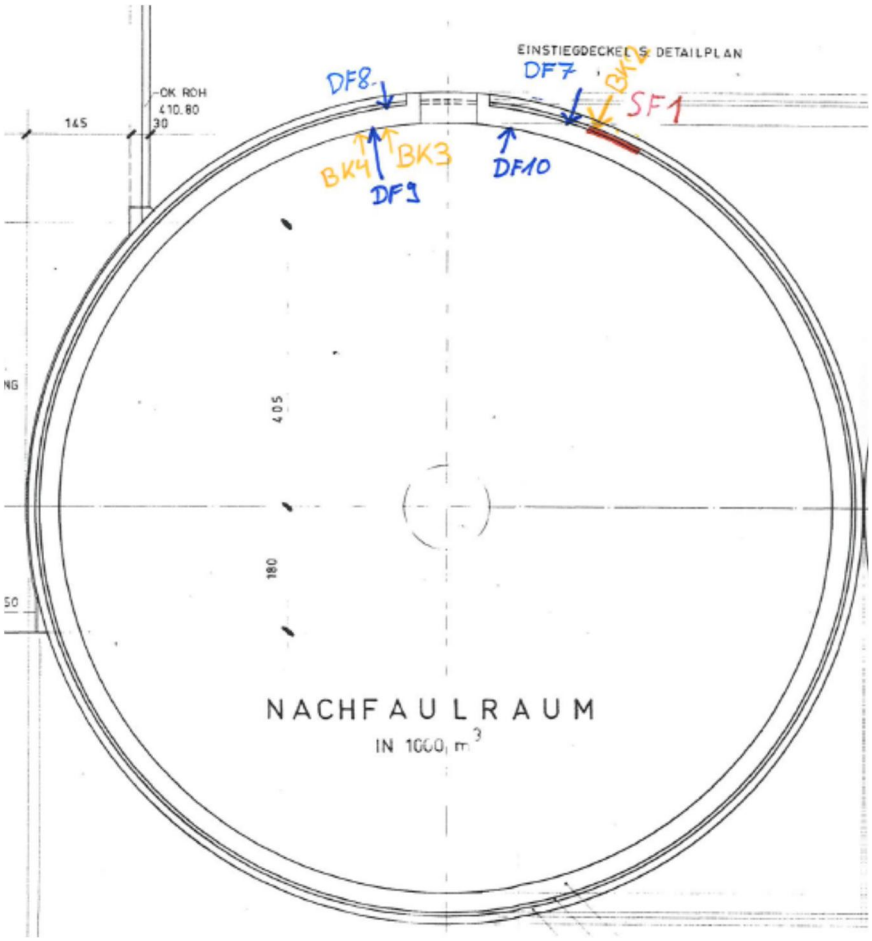


Abbildung 2-1: Untersuchungen Erdgeschoss und im Nacheindicker

Legende:

BK	Bohrkern	BÜ	Bewehrungsüberdeckung
SF	Sondierfenster	DF	Druckfestigkeit

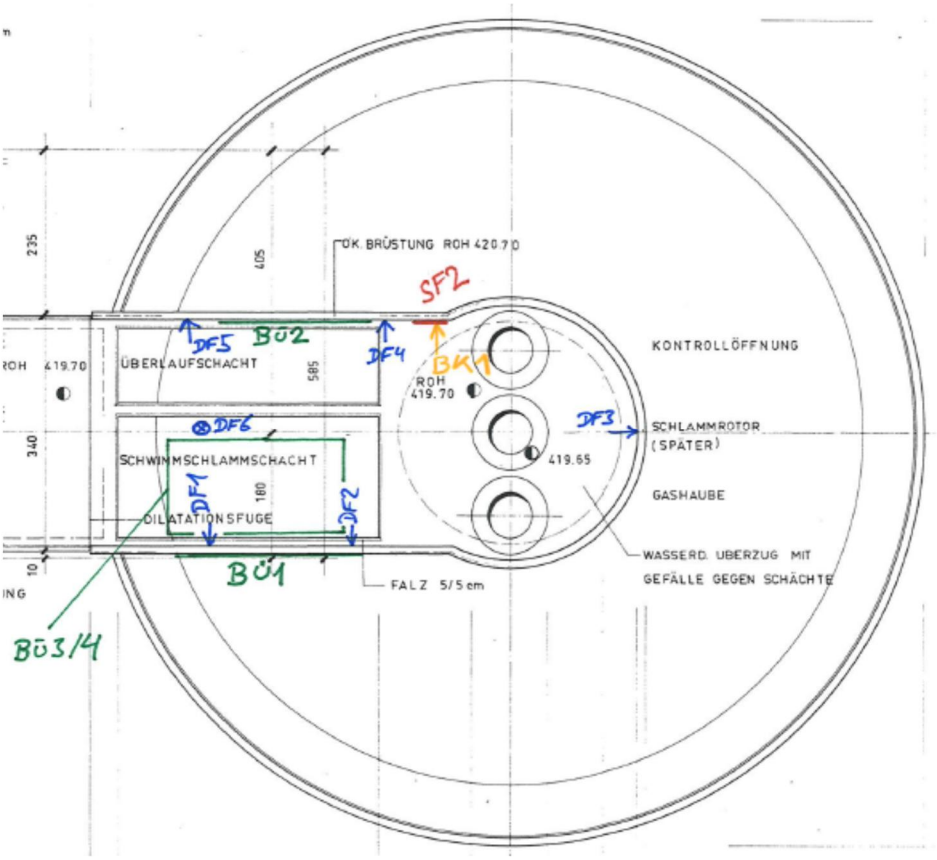


Abbildung 2-2: Untersuchungen auf dem Nacheindicker

Legende:

BK	Bohrkern	BÜ	Bewehrungsüberdeckung
SF	Sondierfenster	DF	Druckfestigkeit

2.2 Visuelle Zustandserfassung

2.2.1 Boden / Trichter

Der Boden des Nacheindickers (NED) verläuft trichterförmig von einer Grundfläche mit 1.20m Durchmesser über eine Höhe von 5.80m bis auf den Innendurchmesser von 11.00m.

Durch Sondierungen wurde festgestellt, dass auf dem Konstruktionsbeton ein Zementüberzug aufgebracht worden ist. In einer Tiefe von ca. 30mm wurde ein Netz eingelegt. Da gemäss den bestehenden Plänen ein wasserdichter Zementüberzug von 30mm eingebaut wurde, ist sehr wahrscheinlich davon auszugehen, dass das Netz auf den Konstruktionsbeton verlegt wurde um während dem Einbringen die Stabilität zu gewährleisten.

Am Boden wurden mehrere Risse (ca. 15 Stk.) festgestellt, diese weisen eine durchschnittliche Länge von 1.00m auf. Dir Risse sind mehrheitlich feucht. Ein paar sind leicht Wasserführend. Ob das Wasser durch den Konstruktionsbeton drückt, oder nur zwischen dem Konstruktionsbeton und Überzug verläuft ist nicht ersichtlich.

Ausser der Wassereintritte sind keine Schadstellen am Boden ersichtlich.

Abbildung 2-3: Wasserführende Risse am Boden

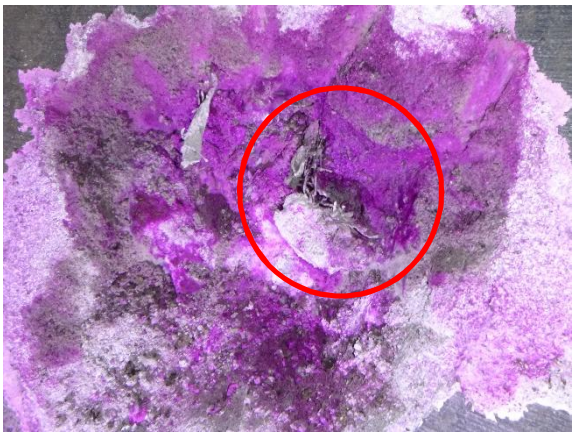


Abbildung 2-4: Ersichtliches Netz im Sondierfenster

2.2.2 Wände

Innenseite

Die Wände konnten während der Untersuchung nur vom Boden abgestellten Leitern und ab dem Mannsloch begutachtet werden.

An den Wänden sind Ablagerungen ersichtlich, welche eine visuelle Aufnahme und Beurteilung der Betonoberflächen verunmöglicht.

Es sind jedoch keine grösseren Schadstellen wie Abplatzungen oder Risse festgestellt worden.

Abbildung 2-5: Ansicht Wände

Abbildung 2-6: Ablagerungen an den Wänden

Aussenseite

Der Aufbau der Wände auf der Aussenseite des Nacheindicker besteht aus 30cm Konstruktionsbeton, 4cm Steinwollplatten und 12cm Vormauerung. Die Betonoberfläche konnte, aufgrund der Vormauerung, nicht beurteilt werden.

Neben dem Einstieg (Mannsloch) in den NED ist ein Riss von ca. 80cm Höhe sichtbar.

An einer Stelle wurden vier Steine der Vormauerung entfernt, in diesem Bereich wurde der Aufbau sichtbar und es konnte ein Bohrkern entnommen, sowie ein Sondierfenster erstellt werden.

Die Steinwollplatten wurden mit einem Kleber (schwarz) auf die Betonoberfläche des NED befestigt. Dieser ist sehr spröde und bröckelt teilweise bereits.

Die Vormauerung ist visuell in einem annehmbaren Zustand, sie weisst keine Beschädigungen oder Schadstellen auf. Jedoch sind grossflächige Ausblühungen ersichtlich. Eventuell stammen diese von Undichtigkeiten im Dachbereich, oder die Steine saugen Regenwasser auf, so dass beim Austrocknen die Ausblühungen entstehen.

Abbildung 2-7: Entfernte Vormauerung

Abbildung 2-8: Riss neben Einstieg

Abbildung 2-9: Ansicht Vormauerung mit Ausblühungen

Abbildung 2-10: Übergang Beton / Vormauerung

2.2.3 Decke

Aufgrund der Höhe konnte die Decke nicht genauer untersucht werden. Grosse Schadstellen wie Abplatzungen konnten visuell jedoch keine festgestellt werden.

2.2.4 Dach Nacheindicker

Der Dachaufbau des NED konnte nicht untersucht werden. Aufgrund des Alters ist der Aufbau jedoch zu erneuern.

2.2.5 Dachzugang

Boden

Der Zugang zum Dach des Nacheindickers erfolgt durch das Treppenhaus des Zwischengebäudes über den Steg. Die Oberfläche ist stellenweise mit Gitterrosten abgedeckt die restliche Fläche ist mit einem wasserdichten Überzug von 20-40mm überzogen.

Die Gitterroste weissen Korrosionsstellen auf. Der Überzug weisst Abrasionen sowie Risse auf.

Abbildung 2-11: Ansicht Zugang Turm

Abbildung 2-12: Ansicht zum Zwischengebäude

Abbildung 2-13: Korrodierter Gitterrost

Abbildung 2-14: Risse im Überzug

Brüstungen / Absturzsicherung

Die Absturzsicherung auf dem Zugang zum Dach des NED's besteht einerseits aus einer 15 cm dicken Betonbrüstung sowie einem Metallgeländer. Diese weisen eine ungenügende Höhe von 99 cm auf, gemäss der heute gültigen Normen ist die Mindesthöhe 110 cm.

An der Brüstung sind ausserdem mehrere Schadstellen wie Risse und korrodierte Bewehrungen ersichtlich. Die Oberfläche weist zudem Betonerosionen des Erosionsgrad EB2 auf.

Abbildung 2-15: Ungenügende Höhe der Absturzsicherung.

Abbildung 2-16: Risse in Brüstung

Abbildung 2-17: Ausbruch an Brüstung

Abbildung 2-18: Korrodiertes Bewehrungseisen

2.3 Messresultate

Die folgenden Messresultate wurden mit Prüfinstrumenten direkt vor Ort ermittelt:

Druckfestigkeit					
	Gemessene Werte vor Ort / Ist-Werte [N/mm²]				
Messstelle	Anzahl	Min. Wert:	Mittelwert	Max. Wert	Standard-abweichung
DF1; Dachkrone	10	22	28.3	33	± 4.7
DF2; Dachkrone	10	26	33.7	40	± 4.5
DF3; Dachkrone	10	27	35.2	40	± 4.3
DF4; Dachkrone	10	26	32.3	39	± 4.6
DF5; Dachkrone	10	24	30.6	35	± 3.3
DF6; Dach Boden	10	19	22.8	29	± 2.8
DF7; NFR Wand aussen	10	20	23.4	29	± 2.8
DF8; NFR Wand aussen	10	22	23.6	28	± 1.8
DF9; NFR Wand innen	10	19	23.2	31	± 4.0
DF10; NFR Wand innen	10	15	21.0	29	± 5.0
Beurteilung: Die gemessenen Werte sind aufgrund der Betonerosionen auf dem Dachzugang sowie der Ablagerungen und Spachtelung stark verfälscht. Die effektiven Werte sind deutlich höher.					

Bewehrungsüberdeckung					
	Gemessene Werte vor Ort / Ist-Werte [mm]				
Messstelle	Anzahl	Min. Wert:	Mittelwert	Max. Wert	Standard-abweichung
BÜ1, Dachkrone aussen	41	15	21.5	64	± 9.1
BÜ2, Dachkrone innen	87	4	34.2	68	± 11.8
BÜ3, Dach, 4.Lage	34	11	63.4	95	± 32.4
BÜ4, Dach, 3.Lage	194	26	88.1	95	± 9.9
Beurteilung: Gemäss SIA Norm 262 (2013) wird für ein Beton XC2 (langzeitig wasserbenetzte Oberfläche) eine Bewehrungsüberdeckung von 35 mm ± 10 mm verlangt. Die Überdeckungen (Mittelwert) der Dachkrone auf der Aussenseite sind demnach ungenügend, auf der Innenseite sind diese gut. Auf dem Dach wurde ein Überzug von 20-40mm Stärke aufgebracht, welche der Bewehrungsüberdeckung zusätzlich vergrössert. Die gemessenen Werte des Dachs sind demnach ebenfalls gut.					

Karbonatisierungstiefe		
Nr.	Messstelle	Tiefe
Messung 1:	SF1, NFR Wand aussen	ca. 5 mm
Messung 2:	SF2; Dach	ca. 5 mm
Bemerkungen: Die Karbonatisierung ist noch nicht weit fortgeschritten und hat die mittlere Bewehrungs-überdeckung noch nicht erreicht.		

2.4 Sondieröffnungen

Zur Überprüfung der vorhandenen Bewehrung wurde auf der Aussenseite sowie an der Dachkrone des Nacheindickers ein Sondierfenster erstellt:

Sondierfenster					
Messstelle	Karbonatisierungstiefe	Bewehrungsüberdeckung	Korrosionsgrad	Korrodierte Oberfläche	Querschnittsverlust
SF1; NFR Wand aussen	ca. 5 mm	1. Lage: 53 mm (ø 12)	2	0 %	0 %
		2. Lage: 68 mm (ø 26)	2	0 %	0 %
SF2; Dach	ca. 5 mm	1. Lage: 23 mm (ø 8)	2	0 %	0 %
		2. Lage: 48 mm (ø 10)	2	0 %	0 %

Korrosionsgrad:
0 blank
1 wenige Rostpunkte
2 Rostflecken, lokaler geringer Abtrag
3 Vollständig rostig, geringer Abtrag
4 Querschnittsverminderung, Lochfrass

Abbildung 2-19: Sondierfenster 1, Aussenseite

Abbildung 2-20: Sondierfenster 2, Dachkrone

2.5 Bohrkerne

Folgende Bohrkerne wurden zur Prüfung im Labor entnommen:

Bohrkerne						
Nr.	Entnahmeort	Länge	Aufbau	Betongefüge	Karbonati-sierung	Bewehrung
BK1	Dach	105 mm	Beton	Beton kompakt	ca. 5 mm	-
BK2	NED Wand aussen	80 mm	Beton / ca. 2 mm Spachtelung	kompakt, einzelne Lunkern	ca. 5 mm	-
BK3	NED Wand innen	100 mm	Beton / ca. 1 mm Spachtelung	kompakt, einzelne Lunkern	ca. 5 mm	-
BK4	NED Wand innen	100 mm	Beton / ca. 1 mm Spachtelung	kompakt, einzelne Lunkern	ca. 5 mm	-

2.5.1 Laborresultate

Druckfestigkeit					
Probe Nr.	Bauteil	Rohdichte [kg/m³]	Druck-festigkeit [N/mm²]	ø / Höhe [mm]	Prüfdatum
BK 1	Dachkrone	2415	90.3	45.4 / 45.6	09.2.2018
BK 4	NED Wand innen	2463	89.1	45.4 / 45.6	09.2.2018
Bemerkung: Die Druckfestigkeit des Betons ist als sehr gut einzustufen.					

Karbonatisierungstiefe				
Probe Nr.	Karbonatisierungstiefe in mm			Bemerkungen
	Min	Mittel	Max	
BK 1	<1 mm	4 mm	9 mm	9 mm im Bereich eines feinen Risses
BK 2	bis 0.3 mm			Im Spachtel
	0.8 mm bis 3.8 mm			Unter Spachtel, im Riss Bereich bis 7mm
BK 3	0.5 mm bis 1.5 mm			Im Riss Bereich bis 8 mm
Bemerkung: Die Karbonatisierung ist noch nicht weit fortgeschritten und hat die mittlere Bewehrungsüberdeckung noch nicht erreicht.				

Mikroskopische Gefügebeurteilung						
Systemaufbau:		Zementgebundener Spachtel, Stärke 1 - 2 mm auf Tragbeton				
Probe		Verdichtung	Verbund	Korn	Zementstein	Poren
BK 2 ,Aussenseite NED (0 - 26mm)	Spachtel Zementgebundenl	Direkt unter der Oberfläche gut.	Etliche Feinlunker.	Silikatische Gesteinskörnung, gebrochen, Grösstkorndurchmesser 0.3mm.		Etliche Feinlunkern im Verbundbereich.
	Betonkonzept	Lokal mit Feinlunkern und weitern Verdichtungsstörungen.	Rissablösungen und Kapillarstörungen im Verbund Gesteinskörnung und Zementstein.	Gesteinskörnung mehrheitlich karbonatisch. Grobe Gesteinskörner überwiegend gerundete Kornformen, feine Gesteinskörner überwiegend kubisch bis scharfkantig gebrochen. Kornqualität gut mit wenigen porösen und gerissenen Gesteinskörnern.	Ungleichmässige mittlere Bindemittelkapillarität mit geschätztem w/z-Wert um 0.50.	Gleichmässige Verteilung der Makroporosität als isolierte Grobporen.
	Verbund Spachtel - Tragbeton	Leicht gestörter Verbund zwischen dem Spachtel und dem Tragbeton infolge erhöhter Anzahl an feinen Poren und Feinlunkern innerhalb des Spachtels im Verbundbereich.				
	Gesamtbeurteilung: Gesamthaft leicht gestörte Betonqualität.					

Mikroskopische Gefügebeurteilung						
Systemaufbau:		Bis 1.2mm dicke kristalline Ablagerungen auf kunststoffvergütetem Spachtel mit Stärke 0.5 - 1.0 mm und Tragbeton.				
Probe		Verdichtung	Verbund	Korn	Zementstein	Poren
BK 3 Innenseite NED (0 - 26mm)	Spachtel Kunststoff-vergütet	Mittlere Verdichtung geprägt durch feine Einzelporenbildung		Gerundete und gebrochene Gesteinskörnung. Grösstkorndurchmesser 0.3 mm.		Ungleichmässige geringe bis mittlere Kapillarporosität.
	Beton-konzept	Gute Verdichtung mit isolierten Fein- und Grobporen und wenig Feinlunkern.			Portlandzementklinker mit hohen Hydrationsgrad, >90%.	Ungleichmässige mittlere Kapillarporosität.
	Verbund Spachtel - Tragbeton	Guter Verbund ohne wesentliche Störungen.				
	Gesamtbeurteilung: Gesamthaft leicht gestörte Betonqualität.					

3 Beurteilung und Massnahmenvorschläge

3.1 Boden / Trichter

Bei den im Boden festgestellten Rissen, ist nicht klar zuzuordnen, ob diese nur im Überzug vorhanden sind oder bereits im Konstruktionsbeton beginnen. Um die gewünschte Isolation anbringen zu können muss der gesamte Überzug entfernt werden, so könnten die Risse auch Konstruktionsbeton Injiziert werden.

Im Anschluss wird auf den Konstruktionsbeton ein Ausgleichsmörtel (ca. 10mm) sowie eine Spachtelung (ca. 3mm) vollflächig eingebaut. Zum Schutz wird eine Epoxid-Beschichtung über die gesamte Fläche appliziert. Die Isolation (ca. 80mm Schaumglas, muss vom Bauphysiker noch definiert werden) welche über den gesamten Bodenbereich zu verlegen ist, wird mit einer faserverstärkten Mörtelschutzschicht von 50mm gegen die mechanische Beanspruchung geschützt.

Der gesamte Aufbau, wird bis auf die Höhe des Terrainverlaufs hinauf gezogen.

3.2 Wände

Die Wände weisen auf der Innenseite des Nacheindickers keine visuell sichtbaren Beschädigungen und Schadstellen wie Abplatzungen auf. Der auf den Tragbeton applizierte Spachtel hat einen guten Verbund, weisst jedoch mehrere Risse auf.

Der Konstruktionsbeton auf der Aussenseite konnte, aufgrund der Vormauerung nicht bzw. nur sehr lokal beurteilt werden. Das Resultat des Labors weist auf einen gestörten Verbund des Spachtels mit dem Tragbeton hin.

Infolge einer gewünschten wärmetechnischen Dämmung des Nacheindickers, gibt es drei mögliche Varianten die Wände zu sanieren und zu isolieren.

3.2.1 Variante 1

Die erste Variante sieht auf der Innenseite einen vollflächigen Abtrag des Spachtels sowie der Zementhaut des Konstruktionsbetons vor. Im Anschluss wird eine neue Spachtelung (ca. 3mm) als Untergrund für die Dämmung (80mm Schaumglas, muss vom Bauphysiker noch definiert werden) appliziert. Auf die Isolation wird zum Schutz eine Epoxid-Beschichtung aufgebracht.

Auf der Aussenseite werden keine Sanierungen durchgeführt. Es wird lediglich auf die bestehende Vormauerung eine neue Metallfassade montiert.

3.2.2 Variante 2

Bei der zweiten Variante werden auf der Innenseite der Spachtel sowie die Zementhaut vollflächig abgetragen. Danach wird eine neue Spachtelung (ca. 3mm) sowie eine Epoxid-Beschichtung appliziert.

Die Isolation wird auf die bestehende Vormauerung angebracht und mit der neuen Metallfassade abgedeckt.

3.2.3 Variante 3

Die dritte Variante sieht auf der Innenseite dieselben Sanierungsmassnahmen vor wie bei Variante 2. Da heisst, Spachtel- und Zementhautabtrag, neue Spachtelung ca. 3mm sowie eine Epoxid-Beschichtung.

Auf der Aussenseite, wird die gesamte Vormauerung inkl. der bestehenden Dämmschicht (40mm Steinwolle) abgebrochen. Danach wird die Oberfläche auf Schadstellen und Beschädigungen überprüft, so dass lokale Betonsanierungen falls notwendig durchgeführt werden können.

Danach wird der gesamte Nacheindicker mit einer Dämmung isoliert und mit der neuen Metallfassade eingekleidet.

3.3 Decke

Die Decke von Nacheindickern ist nach unseren Erfahrungen in einem ähnlichen Zustand wie die Wände. Wir empfehlen an der Decke eine vollflächige Betonsanierung inkl. einer Applikation einer Beschichtung.

Eine Isolation ist nur auf der Aussenseite des Nacheindickers vorgesehen.

3.4 Dach

Aufgrund des Alters empfehlen wir den gesamten bestehenden Dachaufbau abzubrechen und anschliessend wieder neu zu erstellen.

3.5 Dachaufbau

Der auf dem Steg aufgebrachte Überzug weisst teils Risse auf. Diese können nicht einzeln Saniert werden. Somit muss der gesamte Überzug erneuert werden.

An den Brüstungen sind mehrere Risse sowie Erosionen von bis zum Erosionsgrad EG2 festgestellt worden. Im erstellten Sondierfenster ist ersichtlich dass die Korrosion der Bewehrung bereits weiter fortgeschritten ist. Aufgrund der festgestellten Beschädigungen muss die gesamte Brüstung vollflächig saniert werden.

Um die Oberflächen gegen die Witterung zu schützen, und somit eine längere Lebensdauer zu erhalten empfehlen wir, die gesamte Oberfläche mit einer zementöse Beschichtung zu überziehen.

Die Höhe der Brüstung sowie des Geländers ist mit ca. 1.00m gemäss der heutigen Normen ungenügend. Die Höhe muss mindestens 1.10m Betragen. Die Geländer sind demnach zu ersetzen und auf den Brüstungen muss ein Handlauf aufgesetzt werden.

Die Gitterroste sind infolge der Korrosion zu ersetzen.

4 Massnahmenübersicht mit Kostenschätzung ± 20 %

4.1 Variante 1

Bauteil		Massnahmen	Ausmass		Ansatz	Kosten
		Baustelleneinrichtungen	1	pl	20’000	Fr. 20’000.00
		Installationen, Geräte	1	pl	15’000	Fr. 15’000.00
		Qualitätssicherung	1	pl	3’000	Fr. 3’000.00
		Vorarbeiten, Gerüste	1	pl	60’000	Fr. 60’000.00
Boden		Entfernen Zementüberzug	150	m²	60	Fr. 9’000.00
		Rissinjektionen	30	m	200	Fr. 6’000.00
		Ausgleichsmörtel 10mm	150	m²	60	Fr. 9’000.00
		Spachtelauftrag, 3mm	150	m²	50	Fr. 7’500.00
		Beschichtung	150	m²	50	Fr. 7’500.00
		Schaumglass, 80mm	150	m²	230	Fr. 34’500.00
		Mörtelschutzschicht, 50mm	150	m²	275	Fr. 41’250.00
Wände	innen	Spachtel- /Zementhautabtrag	255	m²	50	Fr. 12’750.00
		Spachtelauftrag, 3mm	255	m²	50	Fr. 12’750.00
		Schaumglass, 80mm	255	m²	230	Fr. 58’650.00
		Beschichtung	255	m²	50	Fr. 12’750.00
	aussen	Metall Fassade	290	m²	120	Fr. 34’800.00
Decke		Spachtel- /Zementhautabtrag	115	m²	50	Fr. 5’750.00
		Spachtelauftrag, 3mm	115	m²	50	Fr. 5’750.00
		Beschichtung	115	m²	50	Fr. 5’750.00
Dach		Abbruch	120	m²	120	Fr. 14’400.00
		Neuer Dachaufbau	120	m²	240	Fr. 28’800.00
		Dachrandabschluss	40	m	300	Fr. 12’000.00
Dachaufbau	Boden	Entfernen Überzug 20-40mm	30	m²	60	Fr. 1’800.00
		Neuer Überzug 20-40mm	30	m²	40	Fr. 1’200.00
	Brüstung	Spachtel- /Zementhautabtrag	45	m²	50	Fr. 2’250.00
		Rissinjektionen	15	m	200	Fr. 3’000.00
		Spachtelauftrag, 3mm	45	m²	50	Fr. 2’250.00
	Sicherung	Neue Handläufe für Brüstungen	20	m	120	Fr. 2’400.00
		best. Geländer demontieren, mit Handlauf erhöhen und neu verzinken inkl. Montage	10	m	300	Fr. 3’000.00
		Zwischentotal				Fr. 432’800.00
		Unvorhergesehenes 10%				Fr. 43’280.00
		Total				Fr. 476’080.00
		MWST. 7.70 %				Fr. 36’658.16
		Sanierungskosten inkl. MWSt., gerundet (exkl. Honorare)				Fr. 512’700.00

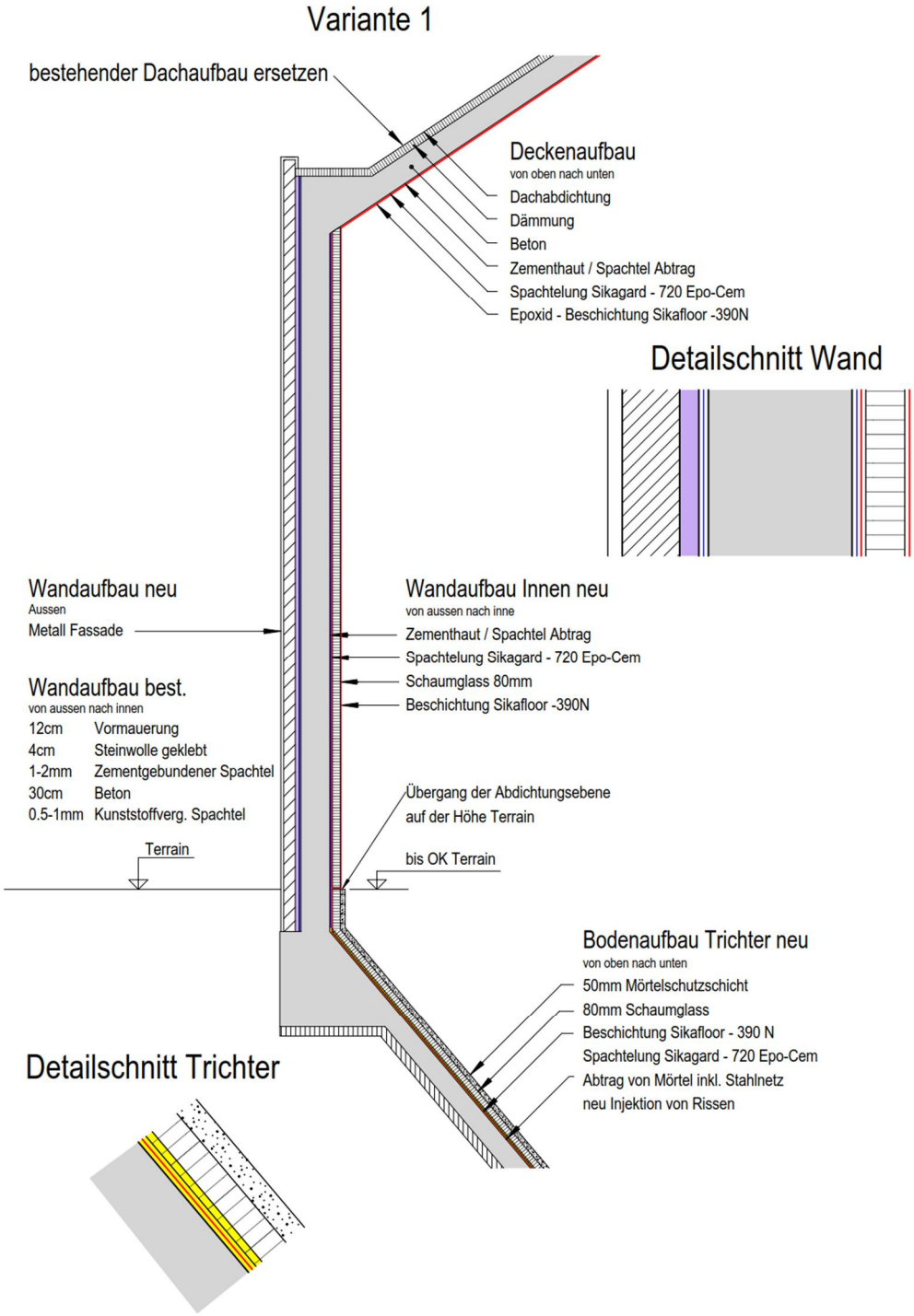


Abbildung 4-1: Variante 1

4.2 Variante 2

Bauteil		Massnahmen	Ausmass		Ansatz	Kosten
		Baustelleneinrichtungen	1	pl	20’000	Fr. 20’000.00
		Installationen, Geräte	1	pl	15’000	Fr. 15’000.00
		Qualitätssicherung	1	pl	3’000	Fr. 3’000.00
		Vorarbeiten, Gerüste	1	pl	60’000	Fr. 60’000.00
Boden		Entfernen Zementüberzug	150	m²	60	Fr. 9’000.00
		Rissinjektionen	30	m	200	Fr. 6’000.00
		Ausgleichsmörtel 10mm	150	m²	60	Fr. 9’000.00
		Spachtelauftrag, 3mm	150	m²	50	Fr. 7’500.00
		Beschichtung	150	m²	50	Fr. 7’500.00
		Schaumglass, 80mm	150	m²	230	Fr. 34’500.00
		Mörtelschutzschicht, 50mm	150	m²	275	Fr. 41’250.00
Wände	innen	Spachtel- /Zementhautabtrag	255	m²	50	Fr. 12’750.00
		Spachtelauftrag, 3mm	255	m²	50	Fr. 12’750.00
		Beschichtung	255	m²	50	Fr. 12’750.00
	aussen	Neue Dämmmung	290	m²	70	Fr. 20’300.00
		Metall Fassade	290	m²	120	Fr. 34’800.00
Decke		Spachtel- /Zementhautabtrag	115	m²	50	Fr. 5’750.00
		Spachtelauftrag, 3mm	115	m²	50	Fr. 5’750.00
		Beschichtung	115	m²	50	Fr. 5’750.00
Dach		Abbruch	120	m²	120	Fr. 14’400.00
		Neuer Dachaufbau	120	m²	240	Fr. 28’800.00
		Dachrandabschluss	40	m	300	Fr. 12’000.00
Dachaufbau	Boden	Entfernen Überzug 20-40mm	30	m²	60	Fr. 1’800.00
		Neuer Überzug 20-40mm	30	m²	40	Fr. 1’200.00
	Brüstung	Spachtel- /Zementhautabtrag	45	m²	50	Fr. 2’250.00
		Rissinjektionen	15	m	200	Fr. 3’000.00
		Spachtelauftrag, 3mm	45	m²	50	Fr. 2’250.00
	Sicherung	Neue Handläufe für Brüstungen	20	m	120	Fr. 2’400.00
		best. Geländer demontieren, mit Handlauf erhöhen und neu verzinken inkl. Montage	10	m	300	Fr. 3’000.00
		Zwischentotal				Fr. 394’450.00
		Unvorhergesehenes 10%				Fr. 39’445.00
		Total				Fr. 433’895.00
		MWST. 7.70 %				Fr. 33’409.92
		Sanierungskosten inkl. MWSt., gerundet (exkl. Honorare)				Fr. 467’300.00

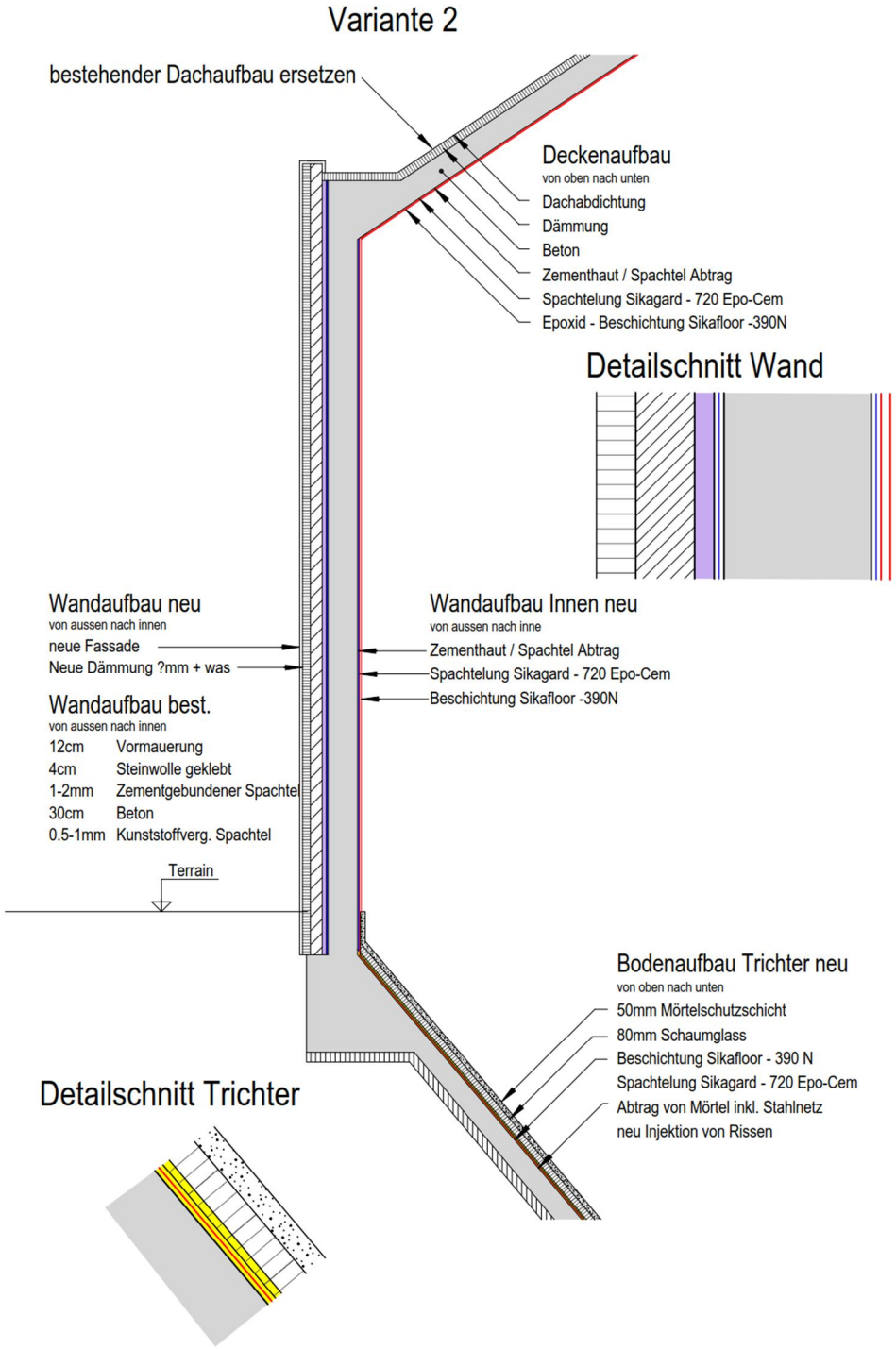


Abbildung 4-2: Variante 2

4.3 Variante 3

Bauteil		Massnahmen	Ausmass		Ansatz	Kosten
		Baustelleneinrichtungen	1	pl	20'000	Fr. 20'000.00
		Installationen, Geräte	1	pl	15'000	Fr. 15'000.00
		Qualitätssicherung	1	pl	3'000	Fr. 3'000.00
		Vorarbeiten, Gerüste	1	pl	60'000	Fr. 60'000.00
Boden		Entfernen Zementüberzug	150	m²	60	Fr. 9'000.00
		Rissinjektionen	30	m	200	Fr. 6'000.00
		Ausgleichsmörtel 10mm	150	m²	60	Fr. 9'000.00
		Spachtelauftrag, 3mm	150	m²	50	Fr. 7'500.00
		Beschichtung	150	m²	50	Fr. 7'500.00
		Schaumglass, 80mm	150	m²	230	Fr. 34'500.00
		Mörtelschutzschicht, 50mm	150	m²	275	Fr. 41'250.00
Wände	innen	Spachtel- /Zementhautabtrag	255	m²	50	Fr. 12'750.00
		Spachtelauftrag, 3mm	255	m²	50	Fr. 12'750.00
		Beschichtung	255	m²	50	Fr. 12'750.00
	aussen	Abbruch Vormauerung & Dämmung	290	m²	80	Fr. 23'200.00
		lokale Betonsanierung	1	pl	20'000	Fr. 20'000.00
		Neue Dämmmung	290	m²	70	Fr. 20'300.00
		Metall Fassade	290	m²	120	Fr. 34'800.00
Decke		Spachtel- /Zementhautabtrag	115	m²	50	Fr. 5'750.00
		Spachtelauftrag, 3mm	115	m²	50	Fr. 5'750.00
		Beschichtung	115	m²	50	Fr. 5'750.00
Dach		Abbruch	120	m²	120	Fr. 14'400.00
		Neuer Dachaufbau	120	m²	240	Fr. 28'800.00
		Dachrandabschluss	40	m	300	Fr. 12'000.00
Dachaufbau	Boden	Entfernen Überzug 20-40mm	30	m²	60	Fr. 1'800.00
		Neuer Überzug 20-40mm	30	m²	40	Fr. 1'200.00
	Brüstung	Spachtel- /Zementhautabtrag	45	m²	50	Fr. 2'250.00
		Rissinjektionen	15	m	200	Fr. 3'000.00
		Spachtelauftrag, 3mm	45	m²	50	Fr. 2'250.00
	Sicherung	Neue Handläufe für Brüstungen	20	m	120	Fr. 2'400.00
		best. Geländer demontieren, mit Handlauf erhöhen und neu verzinken inkl. Montage	10	m	300	Fr. 3'000.00
					Zwischentotal	Fr. 437'650.00
					Unvorhergesehenes 10%	Fr. 43'765.00
					Total	Fr. 481'415.00
					MWST. 7.70 %	Fr. 37'068.96
					Sanierungskosten inkl. MWSt., gerundet (exkl. Honorare)	Fr. 518'500.00

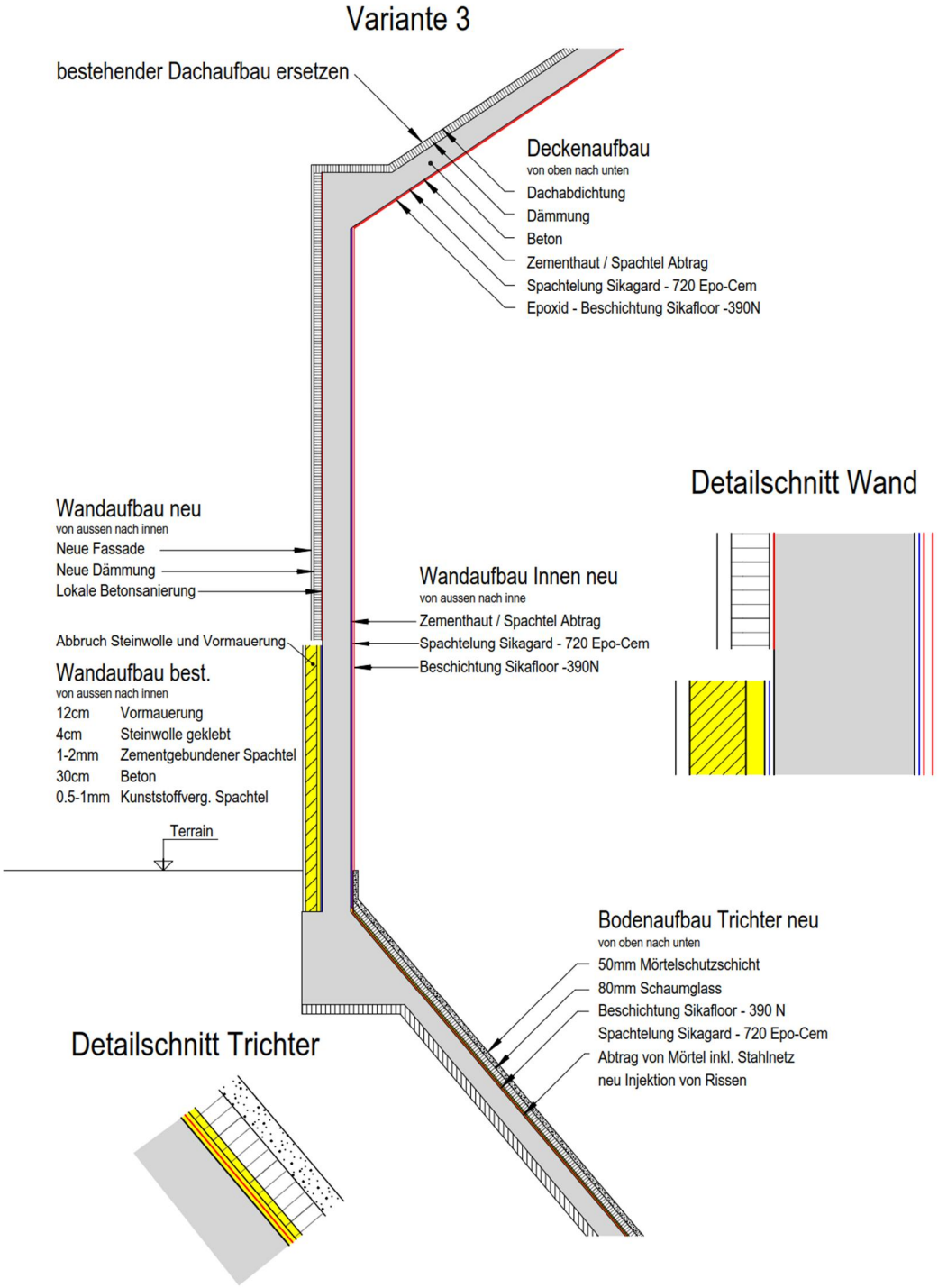


Abbildung 4-3: Variante 3

5 Risiken

Folgende Risiken können auftreten

- Grosse Undichtigkeiten nach Abtrag des Zementüberzugs am Boden des Nacheindickers, könnten zu aufwendigeren Abdichtungsarbeiten als bisher angenommen führen.
- Untersuchungen wie Kernbohrungen und Labor sind jeweils punktuelle, stichprobenähnliche Untersuchungen. Ein Beton kann sehr inhomogen aufgebaut sein, daher gibt eine Kernbohrung nicht immer Aufschluss über das gesamte Bauwerk.
- Aufgrund der entnommenen Bohrkerne ergibt sich ein Bild über den Zustand der Spachtelung innerhalb und ausserhalb des Nacheindickers. Da dies jedoch nur punktuelle Aufnahmen sind, kann der gesamt Zustand der Spachtelung starke Abweichungen aufweisen.

6 Beilagen

- Untersuchungsbericht A-46‘309-1, LPM AG vom 19.02.2018

Winterthur, 2. März 2018
dl / uh

HUNZIKER BETATECH

Hunziker Betatech AG
Pflanzschulstrasse 17
8400 Winterthur

LPM AG
Tannenweg 10
5712 Beinwil am See

062 771 55 55

LPM
DER SICHERE WERT.

Untersuchungsbericht **A-46´309-1**

Objekt **1938.25 ARA Untermarch**

Bauteil **Nacheindicker**

Im Auftrag von
Zweckverband ARA Untermarch
Abwasserreinigungsanlage
Aastrasse 30
8853 Lachen SZ

Erteilt durch
Hunziker Betatech AG
Herr David Levy
Pflanzschulstrasse 17
8400 Winterthur

Auftrag
Mikroskopische Gefügeuntersuchung sowie Bestimmung der Bohrkerndruckfestigkeit und der Karbonatisierungstiefe

SWISS ACCREDITATION sas.admin.ch STS 0021

Probeneingang : 02.02.2018
Ausgeliefert : 19.02.2018

Matthias Zweifel

Prüfbericht A-46´309-1

1. Auftragsbeschreibung

Mit dem Untersuchungsauftrag vom 1. Februar 2018 erteilte Herr David Levy, Hunziker Betatech AG, Pflanzschulstrasse 17 in 8400 Winterthur, der LPM AG den Auftrag, an dem am 2. Februar 2018 per Post zugestellten Probenmaterial des oben genannten Objektes die unter *2. Verwendete Prüfverfahren* aufgeführten Prüfungen durchzuführen. Dem Probenmaterial war ein detailliertes Prüfprogramm beigelegt, mit Angabe, an welchen Prüfkörpern jeweils die vorgesehenen Prüfungen durchzuführen sind.

2. Verwendete Prüfverfahren

300.3	Mikroskopische Untersuchung am Dünnschliff, detailliert, eigenes Verfahren	AA 301
401	Prüfung der Druckfestigkeit von Bohrkernproben aus Bauwerken, SN EN 12504-1	AA 401
526	Bestimmung der Karbonatisierungstiefe von Beton, (Phenolphthaleintest), SN EN 14630	AA 526

3. Probenmaterial

3.1 Probenbezeichnung

Das Probenmaterial bestand aus 4 Bohrkernen mit einem Durchmesser von 45 mm und Bohrkernlängen von 85 - 105 mm. Die Bohrkerne wurden seitens des Auftraggebers mit 1, 2, 3 und 4 gekennzeichnet, wobei der Bohrkern Nummer 1 gemäss Angaben von Herrn David Levy, Hunziker Betatech AG aus dem Dachaufbau, Nummer 2 aus der Aussenseite und Nummer 3 und 4 aus der Innenseite des Nacheindickers entnommen wurden.

Fotodokumentation Probenmaterial

Foto 1
Probenmaterial bei Laboreingang

Bohrkern-ø 45 mm
Bohrkernlängen 85 - 105 mm

Die Aufzeichnung des Probenmaterials mit der Anordnung der Prüfkörper befindet sich im Anhang des Prüfberichts.

4. Prüfresultate

Hinweis: Alle Resultate beziehen sich ausschliesslich auf die aufgeführten Prüfkörper und Messstellen.

4.1 Bohrkern-Druckfestigkeiten — *AA 401*

Prüfkörper-bezeichnung	ø / Höhe mm	Prüfdatum	Rohdichte kg/m³	Druckfestigkeit N/mm²
1	45.4 / 45.6	09.02.2018	2415	90.3
4	45.4 / 45.6		2463	89.1

4.2 Karbonatisierungstiefe — *AA 526*

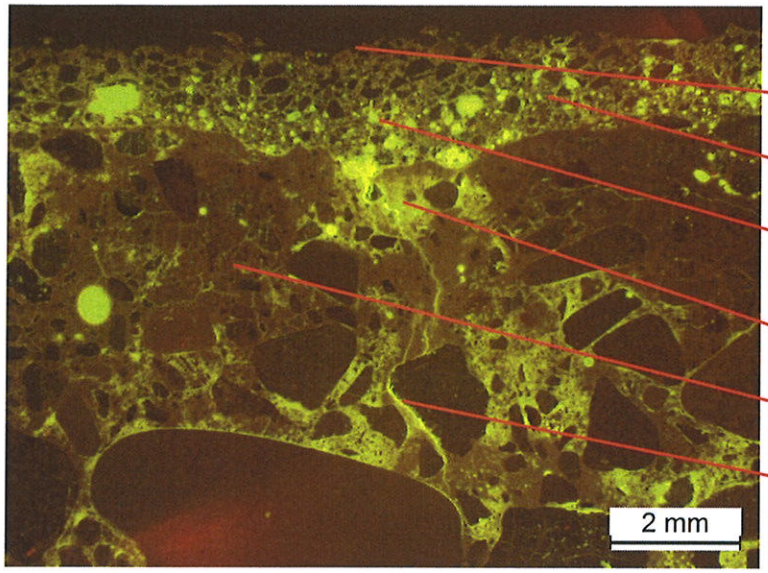
Prüfkörper-bezeichnung	Karbonatisierungstiefe mm			Bemerkungen
	min	Mittel	max	
1	<1	4	9	9 mm im Bereich eines feinen Risses

4.3 Mikroskopische Gefügeuntersuchung — *AA 301*

4.3.1 Prüfkörper 2 Aussenseite NED (0-26 mm):

Analysierte Eigenschaften	Beschreibung / Befund
Systemaufbau	Zementgebundener Spachtel, Stärke 1 - 2 mm auf dem Tragbeton.
Materialkonzept	Spachtel mit silikatischer Gesteinskörnung, gebrochen, Grösstkorndurchmesser 0.3 mm. Tragbeton mit mehrheitlich gerundeten bis kubischen Gesteinskörnern zu rund 4/5 aus karbonatischen Mineralien. Mehlkornfraktion teilweise gebrochen, oft gerundet. Bindemittel Portlandzementklinker, fast vollständig hydratisiert.
Beschreibung Gefügestruktur	Leicht erodierte Spachteloberfläche mit wenigen lokalen Bindemittelauslösungen. Lokal ist der Spachtel bis in eine Tiefe von 0.3 mm karbonatisiert, dieselben Stellen weisen auch Schmutzeinlagerungen auf. Der Spachtel ist direkt unter der Oberfläche gut verdichtet, weist im Verbundbereich allerdings etliche Feinlunkern auf. Die Tragbetonoberfläche ist kaum erodiert und die Zementhaut stellenweise intakt. Die Karbonatisierungstiefe unter dem Spachtel beträgt 0.8 - 3.6 mm, im Bereich eines versinterten Mikrorisses bis 7 mm. Beton mit kompaktem Gefügeaufbau, lokal mit Feinlunkern und weiteren Verdichtungsstörungen. Gleichmässige Verteilung der Makroporosität als isolierte Grobporen, Luftporengehalt ungefähr 1.0 Vol.-%. Ungleichmässige mittlere Bindemittelkapillarität mit geschätztem w/z-Wert um 0.50. Mittlere, meist senkrecht zur Oberfläche verlaufende Mikrorisse mit Rissbreite w < 0.010 mm sowie Rissablösungen und Kapillarstörungen im Verbund Gesteinskörnung - Zementstein.
Verbund Spachtel - Tragbeton	Leicht gestörter Verbund zwischen dem Spachtel und dem Tragbeton infolge erhöhter Anzahl an feinen Poren und Feinlunkern innerhalb des Spachtels im Verbundbereich.
Gesamtbeurteilung Gefügequalität	Gesamthaft leicht gestörte Betonqualität

Typische mikroskopische Gefügeaufnahme



Prüfkörper 2

Oberfläche

Spachtel

Feinlunkern und kugelige Einzelporen im Verbundbereich

Riss mit Bindemittelauslösungen

Mikrorissbildung

Rissablösung

Aufnahme im Fluoreszenzlicht

4.3.2 Prüfkörper 3 Innenseite NED (0-26 mm):

Analysierte Eigenschaften	Beschreibung / Befund
Systemaufbau	Bis 1.2 mm dicke kristalline Ablagerungen auf kunststoffvergütetem Spachtel mit Stärke 0.5 - 1.0 mm und Tragbeton.
Oberfläche und Spachtel	Kompakter Spachtel aus gerundeter und gebrochener Gesteinskörnung, Grösstkorndurchmesser 0.3 mm, aus vorwiegend silikatischen Mineralien. Mittlere Verdichtung geprägt durch feine Einzelporenbildung. Ungleichmässige geringe bis mittlere Kapillarporosität. Leicht erodierte Oberfläche mit einzelnem Riss senkrecht zur Oberfläche bis in mehr als 30 mm Tiefe, Rissbreite im Spachtel ≤ 0.030 mm. Riss lokal mit kristallinen Verschmutzungen verfüllt und mit karbonatischen Flankenablagerungen ausgekleidet. Guter Verbund zur Tragbetonoberfläche ohne wesentliche Störungen.
Tragbeton	Schalungsglatte Oberfläche, Karbonatisierungstiefe 0.5 - 1.5 mm, im Rissbereich und bei Groblunkern bis 8 mm. Riss senkrecht zur Oberfläche bis in mehr als 30 mm Tiefe mit Rissablösungen um grobe Gesteinskörner, Rissbreite w ≤ 0.12 mm, Riss lokal versintert. Wenige unorientierte Mikrorisse in der Zementsteinmatrix. Gute Verdichtung mit isolierten Fein- und Grobporen und wenig Feinlunkern, Luftporengehalt ≤ 1.0 Vol.-%. Ungleichmässige mittlere Kapillarporosität mit geschätztem w/z-Wert von 0.50 - 0.55. Bindemittel Portlandzementklinker mit hohem Hydratationsgrad, > 90 %.
Gesamtbeurteilung Gefügequalität	Gesamthaft leicht gestörte Betonqualität

Typische mikroskopische Gefügeaufnahme

Prüfkörper 3

Oberfläche mit kristallinen Ablagerungen

Spachtel

Riss mit Schmutzeinlagerungen

Schalungsglatte Betonoberfläche

Schmutzeinlagerung

Karbonatisierte Bindemittelmatrix

Aufnahme im Polarisationslicht + Rot I

LPM AG
Labor für Prüfung und Materialtechnologie
Abteilung Erhaltung von Bauwerken

Matthias Zweifel

Ruedi Herren

SWISS ACCREDITATION sas.admin.ch STS 0021

Verteiler: Original und Rechnung an Hunziker Betatech AG, Herr David Levy, Pflanzschulstrasse 17, 8400 Winterthur

Rechnung ausgestellt auf Zweckverband ARA Untermarch, Abwasserreinigungsanlage, Aastrasse 30, 8853 Lachen SZ

Hinweis: Dieser Bericht darf ohne schriftliche Genehmigung der LPM AG nur als Ganzes und nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Anhang

Laboreingabeblatt

Laboreingabeblatt A - 46'309-1

Zuständiger Gutachter: MZ
Datum Laboreingang: 7.2.18
Datum Kontrolle Prüfkörper: 8.2.18
Datum Laborausgang:

Abteilung: BJ
Visum Gutachter: MZ
Visum Gutachter: MZ
Visum Gutachter:

LPM

Prüfungen	Probenummern/Prüfbeginn						Datum Visum
LPM Code	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr.	Nr.	
300.5		X	X				
401.1	X			X			
526	X						
Bohrkernlänge	BK ø 46	BK ø 45	BK ø 45	BK ø 45	BK ø	BK ø	
	526/1	DS2 X	DS3 X				
5	401.1/1			401.1/4			5
10	L=10.5	L=8.5	L=10.5	L=10.5			10
15		Schwarzanstrich	Bestichflag				15
20							20
25							25