



Ingenieurbüro Matthias Witzel

PRÜFEN – PLANEN – ÜBERWACHEN

Lange Straße 11
44579 Castrop-Rauxel
Tel. 02305 – 778 12

Untersuchungsbericht

Nr.: 1091

Auftraggeber:	Gemeinde Eitorf Amt für Bauen und Umwelt Gebäudewirtschaft und Hochbau Markt 1, 53783 Eitorf
Vertreten durch:	Herr Hanns-Friedrich Kröhne
Objekt:	Hermann- Weber-Bad Am Eichelkamp 14 53783 Eitorf
Bauteile:	Betonbauteile
Auftrag gemäß Angebot vom:	20.07.2012



Dieser Prüfbericht umfasst 26 Seiten inkl. Prüfzeugnis im Anhang. Der Prüfbericht bezieht sich ausschließlich auf die am 19.07.2012 durchgeführte Bauwerksbegehung und die am 29.08.2012 durchgeführte Bauwerksuntersuchung am o. g. Bauwerk.

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines	2
2.	Begriffserläuterungen	3
2.1	Karbonatisierung	3
2.2	Korrosion	3
2.2.1	Flächige Korrosion	3
2.2.2	Lochfraßkorrosion	3
2.3	Korrosionsverhalten von Zink	4
2.4	Untersuchungsverfahren	4
3.	Bezeichnungen und Prüfstellen	5
4.	Augenscheinliche Prüfung	5
5.	Betondeckung und Karbonatisierungstiefe	17
6.	Betondruckfestigkeit	21
7.	Chloridgehalte	21
7.	Stemmprouben	24
8.	Zusammenfassung und Wertung der Ergebnisse	24
9.	Literatur	25

1. Allgemeines

An den Betonbauteilen des Kellergeschosses sind z. T. erhebliche Schäden aus Bewehrungskorrosion feststellbar Ziel der Untersuchung des Bauwerks soll es sein, die Ursachen und den Umfang der Schäden zu ermitteln, um auf dieser Grundlage eine technisch sinnvolle und wirtschaftliche Instandsetzungskonzeption erarbeiten zu können.



Bilder 1.1 und 1.2: Hermann-Weber-Bad Eitorf (Quellen: Google earth und Homepage des Hermann-Weber-Bades)



2. Begriffserläuterungen

In den folgenden Abschnitten sind einige Begriffe erläutert, um das Verständnis der Schadensmechanismen zu erleichtern. Vereinfacht kann man sagen, dass alle „künstlich“, z. B. durch Energiezufuhr, erzeugten Baustoffe das Bestreben haben, in ihre Ausgangsform zurückzukehren, dies bedeutet, dass Zement durch Karbonatisierung wieder zu Kalkstein, Stahl durch Korrosion wieder zu Eisenerz „zurückkehren“ will.

2.1 Karbonatisierung

Häufig sind Mängel an Stahlbetonbauteilen auf Karbonatisierung zurückzuführen. Bei der Hydratation des Zements entsteht das feindispers ausfallende Kalziumhydroxid $\text{Ca}(\text{OH})_2$, das für die hohe Alkalität des Zementsteins mit einem pH-Wert > 12 verantwortlich ist. Dieses Kalziumhydroxid nimmt jedoch im Lauf der Zeit Kohlensäure aus der Luft auf und wird in CaCO_3 umgewandelt, dies hat ein Absenken des pH-Werts auf etwa 9 zur Folge. Während die Bewehrung im Stahlbeton bei vollständiger Umhüllung mit Zementstein durch die hohe Alkalität auch bei Anwesenheit von Feuchtigkeit und Sauerstoff wirksam vor elektrochemischer Korrosion geschützt ist, ist dies im Bereich des karbonatisierten Betons nicht mehr der Fall. Die Folge ist, dass bei Anwesenheit von Feuchtigkeit (z.B. bei Außenbauteilen, die dem Regen ausgesetzt sind oder bei häufig wiederkehrender hoher Luftfeuchtigkeit) die Bewehrung oberflächlich rosten kann, dies ist mit einer Volumenvergrößerung und – bei Behinderung – mit einem Absprengen der Betondeckung verbunden. Je nach Dichtigkeit des Zementsteins (w/z-Wert abhängig) kann die Kohlensäure aus der Luft einige Millimeter bis wenige Zentimeter in den Beton eindringen (Karbonatisierungstiefe).

Der Fortschritt der Karbonatisierung hängt im Wesentlichen von den Faktoren Alter, Porosität und Umgebungsbedingungen des Bauteils ab:

- Alter des Betons - Die Karbonatisierungsgeschwindigkeit verringert sich mit zunehmendem Betonalter nach dem Wurzel-Zeit-Gesetz. Auf Grund dieses Zusammenhangs lassen sich Aussagen zum Karbonatisierungsfortschritt treffen.
- Porosität des Betons - Aufgrund der größeren Oberfläche karbonatisieren poröse Betone schneller als dichte Betone.
- Umgebungsbedingungen des Bauteils – Für die Karbonatisierung sind relative Luftfeuchten zwischen 50 und 70 % am günstigsten. Ständig wassergesättigte und vollständig trockene Baustoffe karbonatisieren praktisch nicht. Dies erklärt, warum Außenbauteile, die vor direkter Niederschlagseinwirkung geschützt sind, schneller karbonatisieren als dem Regen ausgesetzte Bauteile.

2.2 Korrosion

Grundsätzlich sind die flächige Korrosion und die Lochfraßkorrosion zu unterscheiden. Beide Korrosionsarten können sich bei Vorliegen ungünstiger Umgebungsbedingungen überlagern.

2.2.1 Flächige Korrosion

Flächige Korrosion der Bewehrung im Hoch- und Tiefbau ist in der Regel auf Karbonatisierung und den dadurch nicht mehr gegebenen Korrosionsschutz zurückzuführen (s. Abschnitt 2.1).

2.2.2 Lochfraßkorrosion

Aus der Oxidschicht des passivierten Metalls wird Sauerstoff durch Chloridionen verdrängt. Durch Anlagerung von weiteren Chloridionen entsteht ein Bereich, der nicht mehr durch eine Oxidschicht geschützt ist. Diese Stelle bietet nun einen Angriffspunkt für Korrosion.



Folgende Mechanismen fördern die Lochfraßkorrosion:

1. Ins "Loch" kommt weniger Sauerstoff, dadurch wird die Repassivierung behindert. Da der Sauerstoffgehalt außerhalb des Lochs wesentlich größer ist als im Loch, bildet sich außerdem ein Konzentrationselement
2. Das kleine Loch bildet die Anode, die restliche Oberfläche die Kathode. Da die Korrosionsgeschwindigkeit durch die Größe der Kathode bestimmt wird, schreitet die Reaktion mit großer Geschwindigkeit voran.
3. Das gelöste Metall im Loch bildet z. B. mit Chloridionen Salze. Durch Hydrolyse entstehen Hydroniumionen. Dadurch wird der Elektrolyt im Loch sauer.

Die Lochfraßkorrosion ist i. d. R. lokal begrenzt und baut im Gegensatz zur Korrosion aus Karbonatisierung erst im sehr weit fortgeschrittenen Stadium genügend Sprengdruck auf, um die Betondeckung abzusprengen. Diese Tatsache führt dazu, dass auch Standsicherheitsgefährdende Schäden augenscheinlich z. T. nicht erkannt werden.

Lochfraßkorrosion kann ebenso durch Lokalelementbildung erfolgen. Dies ist der Fall, wenn korrosionsgeschützte Stahlteile unmittelbar an nicht korrosionsgeschützte angrenzen, z. B. bei angelöster oder beschädigter Verzinkung oder unsachgemäßer Instandsetzung.

2.3 Korrosionsverhalten von Zink

Verzinkung wird als Korrosionsschutz für Stahlbauteile eingesetzt. Verzinkte Bauteile werden häufig einbetoniert. Zink überzieht sich an der Luft mit einer matten, graublauen Patina, einem wasserunlöslichen basischen Zinkkarbonat. Zink ist empfindlich gegen Säuren und Basen, dies bedeutet, dass Zink im alkalischen Milieu des Betons angelöst wird und so die Korrosionsschutzfunktion für den Stahl verliert.

2.4 Untersuchungsverfahren

Neben der augenscheinlichen Untersuchung des Gebäudes kamen folgende Prüfgeräte und -verfahren zum Einsatz:

- Bestimmung der Karbonatisierungstiefe:
Die Karbonatisierungstiefe wird mit einem Indikator (Phenolphthalein) festgestellt. Kommt es an einem frisch ausgebrochenen Betonstück nach dem Einsprühen mit dem Indikator zu einem Farbumschlag, ist der Beton nicht karbonatisiert.
- Prallhammer Typ Schmidt N in Anlehnung an DIN 1048:
Dieses Gerät - nach dem Entwickler auch Schmidthammer genannt - dient zur zerstörungsfreien Prüfung der Druckfestigkeit von Beton. Mit einer definierten Federkraft wird ein Bolzen auf die Oberfläche geschlagen und deren Rückprallstrecke gemessen. Einflussfaktoren auf das Messergebnis sind:
 - Karbonatisierung: Sie wirkt Festigkeit steigernd auf die Randzone und muss bei der Ermittlung der Ergebnisse berücksichtigt werden
 - Feuchtigkeit: Wasser wirkt dämpfend auf den Schlag, so dass nasse Bauteile keine aussagefähigen Ergebnisse liefern
 - Oberflächenbeschaffenheit: Bei sehr rauen Oberflächen (z. B. Waschbeton) erhält man keine aussagefähigen Ergebnisse
 - Schlagrichtung: Die Schlagrichtung wird ergebnisabhängig in DIN 1048 berücksichtigt
- Bestimmung der Betondeckung mit einem elektromagnetischen Verfahren:
Über die Stärke der Induktion des Stahls bei Überföhrung mit einem Elektromagneten kann auf die Betondeckung zuröck geschlossen werden. Maßgebliche Einflussfaktoren



sind hier der Durchmesser des gemessenen Stahls, Stahlbündelungen oder Kreuzungspunkte.

- Entnahme von Bohrmehlproben und Untersuchung auf den quantitativen Chloridgehalt mit dem Kaltaufschlussverfahren (Küvettentest LCK)
- Stemmproben zur Ermittlung des Bewehrungszustandes

3. Bezeichnungen und Prüfstellen

In den beiden Grundrissplänen sind die Bezeichnung der Räume im folgenden Bericht sowie die Prüfstellen eingezeichnet.

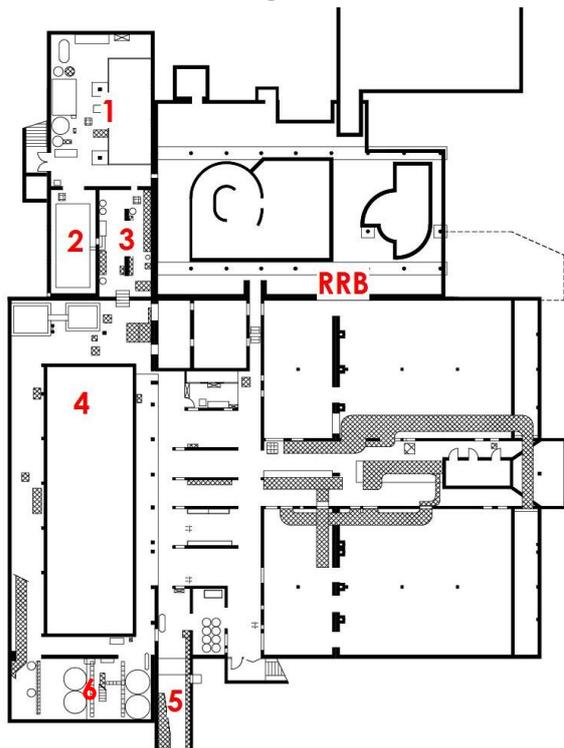


Bild 3.1 Raumbezeichnungen im Bericht

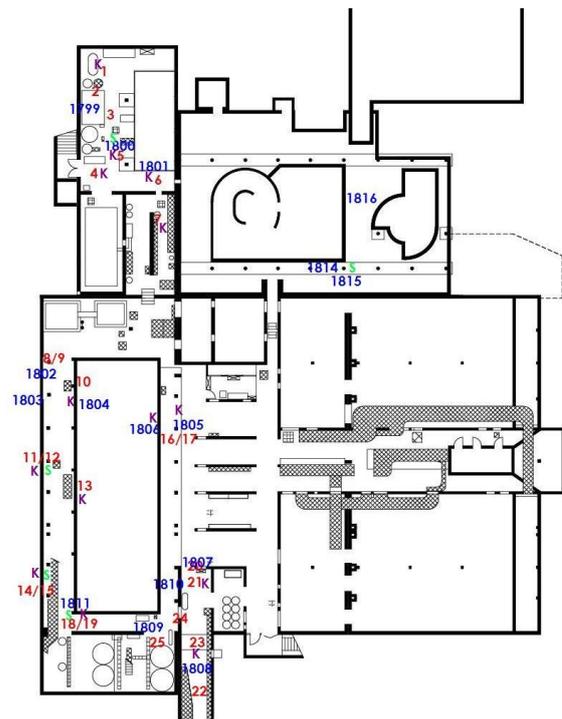


Bild 3.2: Prüfstellen: rot = Chlorid, blau = Betondeckung, lila = Karbonatisierung, grün = Stemmprobe

4. Augenscheinliche Prüfung

Bei der Augenscheinlichen Prüfung fielen vor allem folgende Punkte auf:

Raum 1: Großflächige Abplatzungen über korrodierender Bewehrung an der Decke und dem Unterzug, Außerdem Ausblühungen auf der Betonoberfläche und ein größerer Verdichtungsfehler an der Wand zu Raum 2



Bilder 4.1 und 4.2: Bewehrungskorrosion an der Decke Raum 1



Bilder 4.3 bis 4.8: Bewehrungskorrosion mit Abplatzungen an der Decke Raum 1 in unterschiedlichen Ausprägungen und Stadien

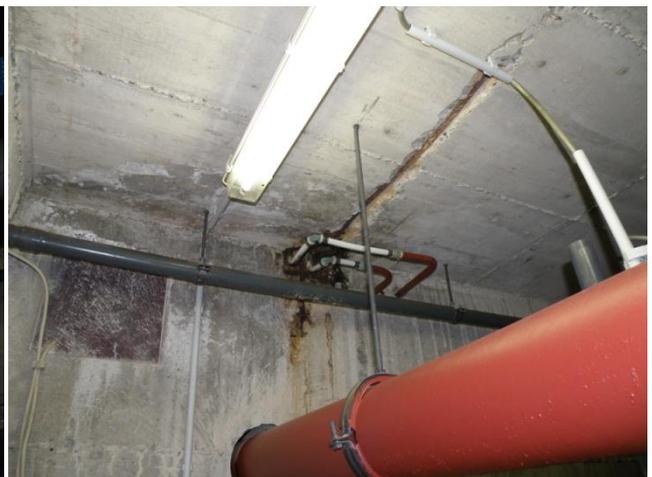


Bilder 4.9 und 4.10: Bewehrungskorrosion am Unterzug



Bilder 4.11 und 4.12: Bewehrungskorrosion infolge Verdichtungsfehler / Kiesnest an der Wand zu Raum 2

Raum 2: Abplatzungen über korrodierender Bewehrung an der Decke und Ausblühungen



Bilder 4.13 und 4.14: beginnende Bewehrungskorrosion und Ausblühungen in Raum 3



Bilder 4.15 und 4.16: Ausblühungen infolge Undichtigkeiten in Raum 2

Raum 3: Abplatzungen über korrodierender Bewehrung an der Decke



Bilder 4.17 bis 4.20: z. T. erhebliche Bewehrungskorrosion in Raum 3



Bilder 4.21 bis 4.24: z. T. erhebliche Bewehrungskorrosion in Raum 3

Raum 4: Abplatzungen über korrodierender Bewehrung an vorwiegend an Stützenfüßen und Teilen der Decke, massive Abplatzungen am Deckenrand zu Raum 6 mit nahezu vollständig freiliegender Bewehrung scheinbar ständig stehendes Wasser im Gang zur Außenwand



Bilder 4.25 und 4.26: Stehendes Wasser im Gang an der Außenwand und deutlich erkennbare aufsteigende Feuchtigkeit



Bilder 4.27 bis 4.32: Abplatzungen über korrodierender Bewehrung an Stützenfüßen und am Wandfuß der Außenwand



Bilder 4.33 bis 4.35: Eckstütze am Schwimmbecken vor und nach der Stemmprobe, deutliche Schalenbildung Diese Ecke wurde bereits in der Vergangenheit reprofiliert, ohne die Ursache des Schadens abzustellen



Bilder 4.36 bis 4.39: Korrosion und Feuchtigkeit im Bereich des alten Schwimmbeckens



Bilder 4.40 und 4.41: Rostfahnen im Bereich von Wanddurchführungen des Schwimmbeckens



Bilder 4.42 bis 4.45: Feuchtstellen an Stützenköpfen, z. T. mit korrodierender Bewehrung



Bilder 4.46 bis 4.49: Wandsdurchbruch mit erheblicher Bewehrungskorrosion



Bilder 4.50 bis 4.52: Freiliegende Bewehrung am Plattenende der Decke zu Raum 6 mit ungünstig angeordneter Rohrleitung



Bild 4.53: Stolpergefahr durch eine defekte Abdeckung eines Gullys

Raum 5: Abplatzungen über korrodierender Bewehrung an der Decke und am Unterzug zu Raum 4, hier deutlich erkennbare Lochfraßkorrosion



Bilder 4.54. und 4.55: Korrosion an der Decke Raum 5



Bilder 4.56 und 4.57: Bewehrungskorrosion am Unterzug zwischen Raum 4 und 5



Bilder 4.58 und 4.59: Bewehrungskorrosion am Unterzug zwischen Raum 4 und 5 deutlicher Lochfraß an den Bügeln und in schwächerer Form an der Tragbewehrung

RRB: Stalaktitenbildung an Durchdringungen und nicht fachgerecht ausgeführte Injektion an einer Anschlussfuge Kantenabplatzung an einem Stützenkopf.



Bilder 4.60 bis 4.4.63: Stalaktitenbildungen an der Decke des RRB



Bilder 4.64: Stalaktitenbildung an der Decke des RRB



Bild 4.65 Abplatzung an der Kante eines Stützenkopfes, vermutlich Kantenpressung



Bilder 4.66 und 4.67: unsachgemäße Injektion einer Anschlussfuge mit offensichtlich fehlender Verdämmung der Fuge

Eingangstreppe: Abplatzungen über korrodierender Bewehrung im Wesentlichen an der Unterseite.



Bilder 4.68 bis 4.70: Abplatzungen an der Eingangstreppe

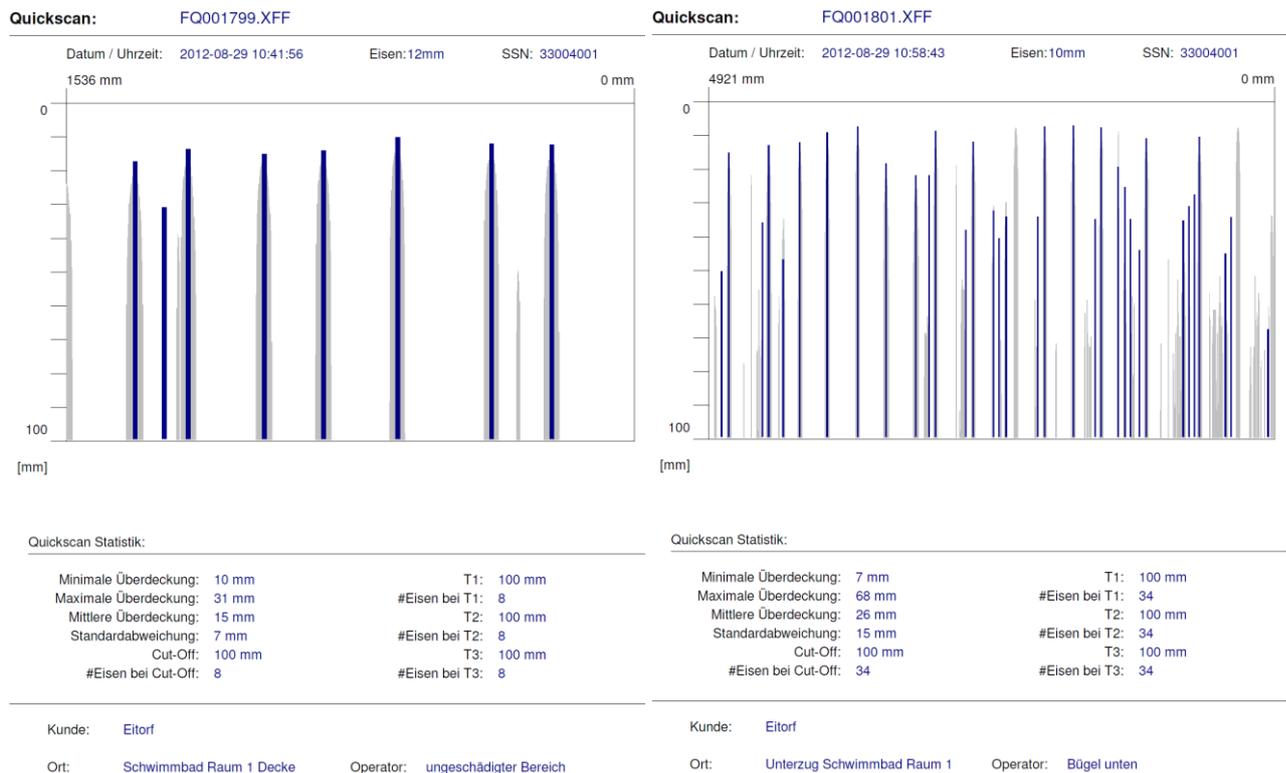


5. Betondeckung und Karbonatisierungstiefe

Die Betondeckung wurde zerstörungsfrei mit einem elektromagnetischen Verfahren (Hilti Ferroskan FS 200) bestimmt. Zur Abschätzung der Gefährdung aus Karbonatisierung wurde die Karbonatisierungstiefe mit dem Indikator Phenolphthalein bestimmt.

Die Karbonatisierungstiefe liegt in den Räumen 1 bis 6 an Wänden, Unterzügen und Decken bei 25 mm bis 40 mm, an den Fertigteilstützen neben dem Schwimmbecken in Raum 4 bei 5 mm bis 10 mm, an den Bauteilen im RRB bei 2 mm bis 5 mm.

Die Ergebnisse der Betondeckungsmessungen sind in den folgenden Grafiken dargestellt.



Bilder 5.1 und 5.2 Betondeckungsmessungen Raum 1 Decke bzw. Unterzug

In den übrigen Bereichen der Decke des Raums 1 liegt sehr viel Bewehrung bereits frei, hier betrug die Betondeckung ebenfalls etwa 10 mm bis 15 mm. Die Karbonatisierungstiefe der Decke beträgt etwa 30 mm bis 40 mm, dies bedeutet, dass (nahezu) die gesamte Deckenbewehrung im karbonatisierten Bereich liegt.

In den Räumen 2 und 3 hat sich eine Betondeckungsmessung erübrigt, da auch hier die Bewehrungslage augenscheinlich festgestellt werden kann, sie liegt ähnlich, wie im Raum 1 bei 10 mm bis 30 mm. Auch die Werte für die Karbonatisierung sind hier ähnlich.



Quickscan: FQ001802.XFF



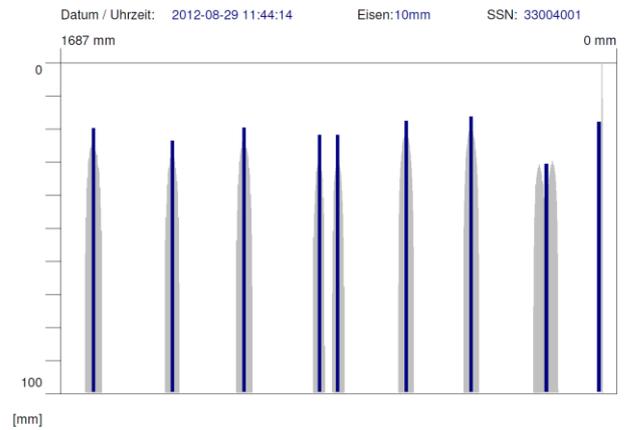
Quickscan Statistik:

Minimale Überdeckung: 16 mm	T1: 100 mm
Maximale Überdeckung: 32 mm	#Eisen bei T1: 7
Mittlere Überdeckung: 22 mm	T2: 100 mm
Standardabweichung: 6 mm	#Eisen bei T2: 7
Cut-Off: 100 mm	T3: 100 mm
#Eisen bei Cut-Off: 7	#Eisen bei T3: 7

Kunde: Eitorf

Ort: Schwimmbad Raum 4 Stütze außen Operator: Bügel

Quickscan: FQ001803.XFF



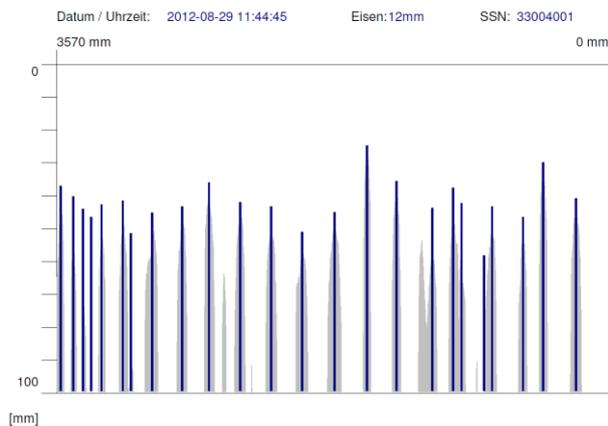
Quickscan Statistik:

Minimale Überdeckung: 17 mm	T1: 100 mm
Maximale Überdeckung: 31 mm	#Eisen bei T1: 9
Mittlere Überdeckung: 21 mm	T2: 100 mm
Standardabweichung: 4 mm	#Eisen bei T2: 9
Cut-Off: 100 mm	T3: 100 mm
#Eisen bei Cut-Off: 9	#Eisen bei T3: 9

Kunde: Eitorf

Ort: Schwimmbad Stütze außen Operator: Bügel

Quickscan: FQ001804.XFF



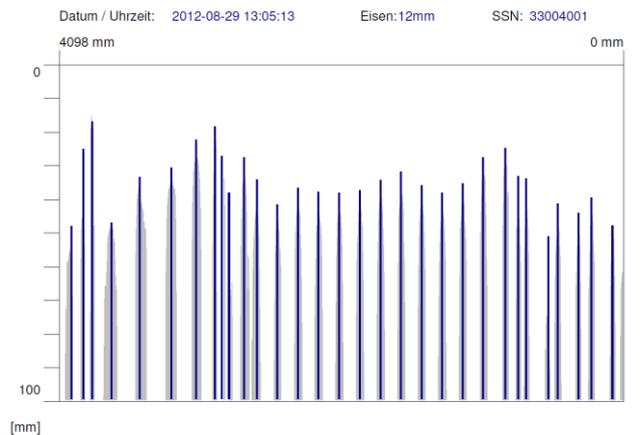
Quickscan Statistik:

Minimale Überdeckung: 25 mm	T1: 100 mm
Maximale Überdeckung: 59 mm	#Eisen bei T1: 24
Mittlere Überdeckung: 42 mm	T2: 100 mm
Standardabweichung: 7 mm	#Eisen bei T2: 24
Cut-Off: 100 mm	T3: 100 mm
#Eisen bei Cut-Off: 24	#Eisen bei T3: 24

Kunde: Eitorf

Ort: Schwimmbad, Wand Schwimmbecken Operator: Vertikalbewehrung

Quickscan: FQ001806.XFF



Quickscan Statistik:

Minimale Überdeckung: 17 mm	T1: 100 mm
Maximale Überdeckung: 51 mm	#Eisen bei T1: 31
Mittlere Überdeckung: 35 mm	T2: 100 mm
Standardabweichung: 8 mm	#Eisen bei T2: 31
Cut-Off: 100 mm	T3: 100 mm
#Eisen bei Cut-Off: 31	#Eisen bei T3: 31

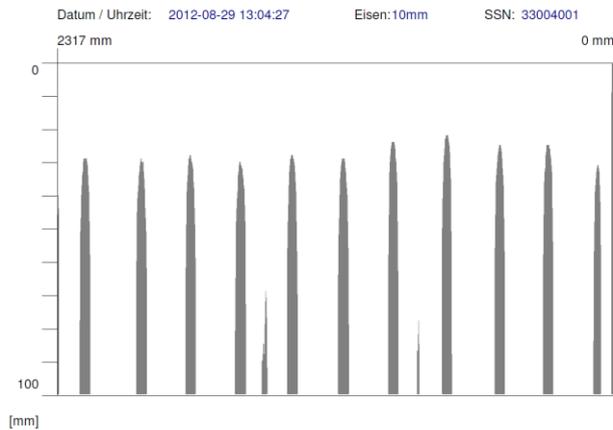
Kunde: Eitorf

Ort: Schwimmbad Raum 4 Operator: Vertikalbewehrung Schwimmbecken

Bilder 5.3 bis 5.6: Ergebnisse der Betondeckungsmessungen Raum 4, oben Stützen Außen, unten Wände Schwimmbecken Vertikalbewehrung



Quickscan: FQ001805.XFF



Quickscan Statistik:

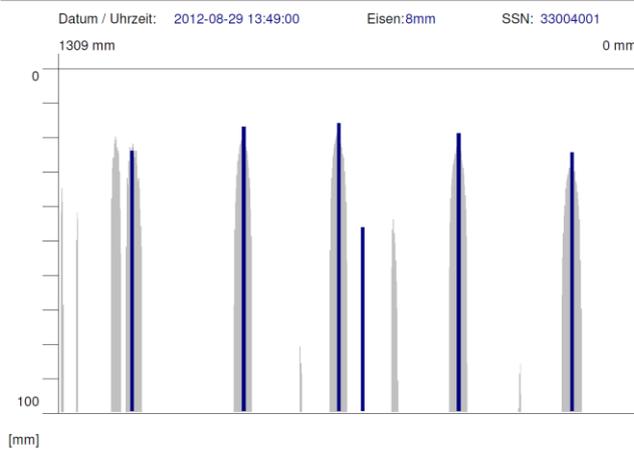
Minimale Überdeckung: 0 mm	T1: 100 mm
Maximale Überdeckung: 78 mm	#Eisen bei T1: 15
Mittlere Überdeckung: 32 mm	T2: 100 mm
Standardabweichung: 19 mm	#Eisen bei T2: 15
Cut-Off: 100 mm	T3: 100 mm
#Eisen bei Cut-Off: 15	#Eisen bei T3: 15

Kunde: Eitorf

Ort: Schwimmbad Raum 4

Operator: Decke

Quickscan: FQ001807.XFF



Quickscan Statistik:

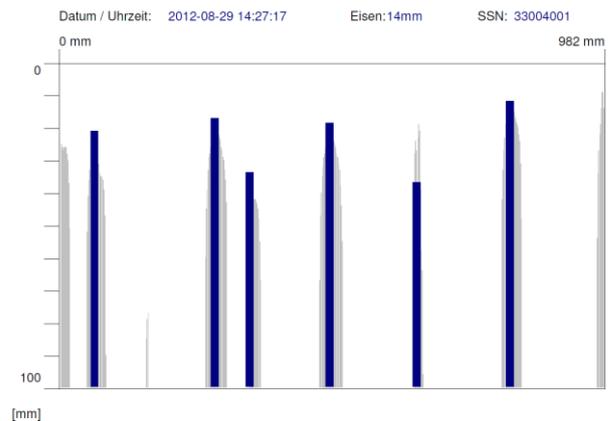
Minimale Überdeckung: 16 mm	T1: 100 mm
Maximale Überdeckung: 46 mm	#Eisen bei T1: 6
Mittlere Überdeckung: 24 mm	T2: 100 mm
Standardabweichung: 11 mm	#Eisen bei T2: 6
Cut-Off: 100 mm	T3: 100 mm
#Eisen bei Cut-Off: 6	#Eisen bei T3: 6

Kunde: Eitorf

Ort: Schwimmbad Raum 4

Operator: Unterzug zur Raum 5 ungesch.

Quickscan: FQ001809.XFF



Quickscan Statistik:

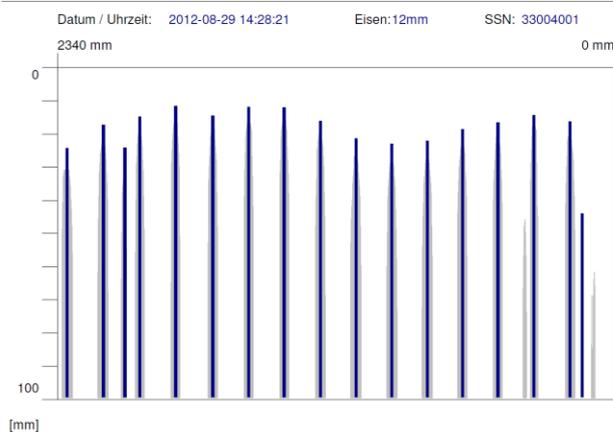
Minimale Überdeckung: 12 mm	T1: 100 mm
Maximale Überdeckung: 37 mm	#Eisen bei T1: 6
Mittlere Überdeckung: 23 mm	T2: 100 mm
Standardabweichung: 10 mm	#Eisen bei T2: 6
Cut-Off: 100 mm	T3: 100 mm
#Eisen bei Cut-Off: 6	#Eisen bei T3: 6

Kunde: Eitorf

Ort: Schwimmbad Decke Raum 4

Operator: vor Raum 6

Quickscan: FQ001811.XFF



Quickscan Statistik:

Minimale Überdeckung: 12 mm	T1: 100 mm
Maximale Überdeckung: 44 mm	#Eisen bei T1: 17
Mittlere Überdeckung: 19 mm	T2: 100 mm
Standardabweichung: 8 mm	#Eisen bei T2: 17
Cut-Off: 100 mm	T3: 100 mm
#Eisen bei Cut-Off: 17	#Eisen bei T3: 17

Kunde: Eitorf

Ort: Schwimmbad Wand Raum 4

Operator: unter Durchbruch

Bilder 5.7 bis 5.10: Ergebnisse der Betondeckungsmessungen Raum 4, oben Decke, unten Unterzug und Wand



Quickscan Statistik:

Minimale Überdeckung: 12 mm	T1: 100 mm
Maximale Überdeckung: 15 mm	#Eisen bei T1: 6
Mittlere Überdeckung: 13 mm	T2: 100 mm
Standardabweichung: 1 mm	#Eisen bei T2: 6
Cut-Off: 100 mm	T3: 100 mm
#Eisen bei Cut-Off: 6	#Eisen bei T3: 6

Kunde: Eitorf

Ort: Decke Raum 5 Schwimmbad Operator: ---

Bild 5.11: Decke Raum 5 Raummitte



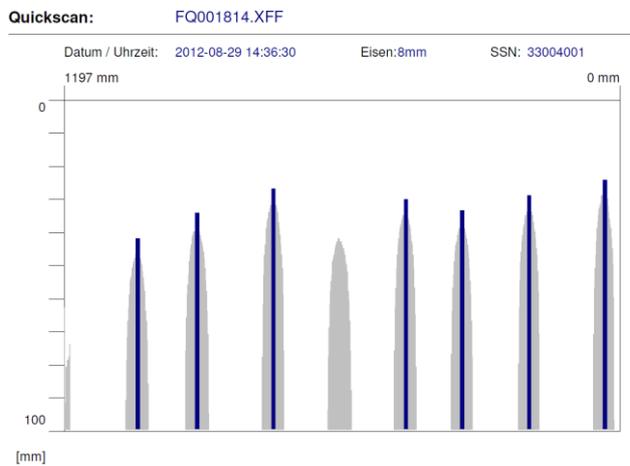
Quickscan Statistik:

Minimale Überdeckung: 20 mm	T1: 100 mm
Maximale Überdeckung: 61 mm	#Eisen bei T1: 35
Mittlere Überdeckung: 32 mm	T2: 100 mm
Standardabweichung: 10 mm	#Eisen bei T2: 35
Cut-Off: 100 mm	T3: 100 mm
#Eisen bei Cut-Off: 35	#Eisen bei T3: 35

Kunde: Eitorf

Ort: Schwimmbad RRB, Unterzug Operator: Bügel unten

Bild 5.12: Unterzug RRB unter neuem Schwimmbecken

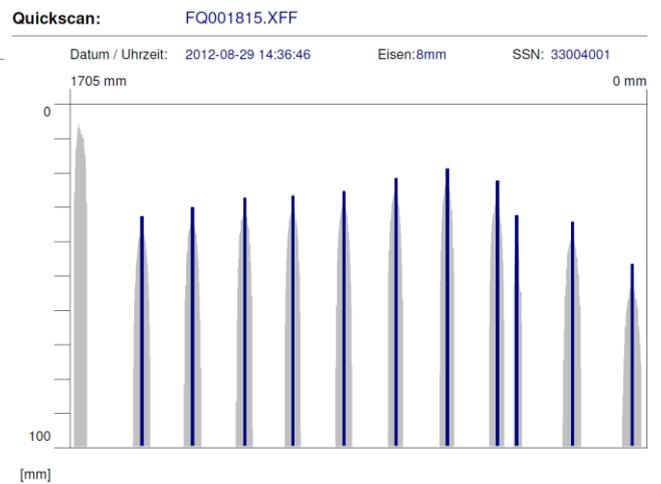


Quickscan Statistik:

Minimale Überdeckung: 24 mm	T1: 100 mm
Maximale Überdeckung: 42 mm	#Eisen bei T1: 7
Mittlere Überdeckung: 31 mm	T2: 100 mm
Standardabweichung: 6 mm	#Eisen bei T2: 7
Cut-Off: 100 mm	T3: 100 mm
#Eisen bei Cut-Off: 7	#Eisen bei T3: 7

Kunde: Eitorf

Ort: Schwimmbad RRB Stütze Operator: ---



Quickscan Statistik:

Minimale Überdeckung: 19 mm	T1: 100 mm
Maximale Überdeckung: 47 mm	#Eisen bei T1: 11
Mittlere Überdeckung: 29 mm	T2: 100 mm
Standardabweichung: 8 mm	#Eisen bei T2: 11
Cut-Off: 100 mm	T3: 100 mm
#Eisen bei Cut-Off: 11	#Eisen bei T3: 11

Kunde: Eitorf

Ort: Schwimmbad RRB Stütze Operator: Bügel

Bilder 5.13 und 5.14: Bügel Stütze mit Kantenschaden



Bilder 5.15 bis 5.19: Beispiele Karbonatisierungstiefenbestimmung

6. Betondruckfestigkeit

Die Betondruckfestigkeit wurde nach Abschleifen der Oberfläche zerstörungsfrei mit dem Prallhammer Typ Schmidt N bestimmt um einen Anhaltswert über die Festigkeit des Betons der unterschiedlichen Bauteile zu erhalten. Bei den Stützen am alten Schwimmbecken und den Stützen im Regenrückhaltebecken ist die Karbonatisierung gering genug, um nicht berücksichtigt werden zu müssen. Bei allen anderen Bauteilen ist die Karbonatisierung so weit fortgeschritten, dass mit diesem Prüfverfahren normkonformes Ergebnis erreicht wird, das Ergebnis kann lediglich als Anhaltswert zur Einstufung dienen.

Der Beton sämtlicher Bauteile mit Ausnahme der Fertigteilstützen kann nach dieser Prüfung in die Festigkeitsklasse B 25 bzw. C25/30 eingestuft werden. Die Fertigteilstützen können in die Festigkeitsklasse B55 bzw. C 50/60 eingestuft werden. Die Einzelergebnisse sind dem Prüfzeugnis im Anhang zu entnehmen.

7. Chloridgehalte

Zur Abschätzung der Gefährdung aus chloridinduzierter Korrosion wurden Bohrmehlproben aus repräsentativen Bauteilen entnommen. Die Tiefenstufen wurden vor Ort anhand der Bewehrungslage festgelegt.

Nach dem DBV-Sachstandsbericht /10/ und der DAfStb-Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen /1/ beträgt der kritische, Korrosion auslösende Chloridgehalt für Stahlbeton im nicht karbonatisierten Bereich 0,5 % bezogen auf die Zementmasse. Nach DIN 1045 /3/ liegt der Grenzwert für den Chloridgehalt bei 0,4 % bezogen auf die



Zementmasse. Bei der Chloridkorrosion handelt es sich um eine Lochfraßkorrosion. Diese ist i. d. R. lokal begrenzt und baut im Gegensatz zur Korrosion aus Karbonatisierung erst im sehr weit fortgeschrittenen Stadium genügend Sprengdruck auf, um die Betondeckung abzusprengen.

Die Ergebnisse der Chlorid-Untersuchung sind in Tabelle 7.1 zusammengefasst. Kritische Chloridgehalte sind farblich unterlegt, hierbei wurde die Karbonatisierung berücksichtigt (grün), da im karbonatisierten Beton eine chloridinduzierte Korrosion deutlich früher beginnt. Die Chloridgehalte wurden anhand von entnommenen Bohrmehlproben bestimmt. Die Umrechnung vom Bezug Beton auf den Bezug zum Zement geschah unter der Annahme einer Rohdichte von 2,4 kg/dm³ und eines Zementgehaltes von 350 kg/m³ für die Fertigteile und einer Rohdichte von 2,25 kg/dm³ und eines Zementgehaltes von 300 kg für die übrigen Bauteile.

Nr.	Bauteil	Lage	Entnahmetiefe cm	Chloridgehalt nach DAfStb auf		
				Lösung	Beton	Zement
1	Decke Raum 1	Schwallbeckenraum hintere Ecke links Schadbereich	0 - 2	27,10	0,03 %	0,3 %
			2 - 4	32,20	0,04 %	0,3 %
			4 - 6	22,60	0,03 %	0,2 %
2	Decke Raum 1	rechts neben Plattenabscheider	0 - 2	8,30	0,01 %	0,1 %
			2 - 4	13,60	0,02 %	0,1 %
			4 - 6	10,20	0,01 %	0,1 %
3	Decke Raum 1	neben Rohrdurchführung (feucht)	0 - 2	4,84	0,01 %	0,0 %
			2 - 4	12,30	0,02 %	0,1 %
			4 - 6	11,30	0,01 %	0,1 %
4	Decke Raum 1	neben Eingang Schadbereich	0 - 2	25,90	0,03 %	0,2 %
			2 - 4	9,34	0,01 %	0,1 %
			4 - 6	8,45	0,01 %	0,1 %
5	Unterzug	zweites Feld vom Eingang 1/3-Punkt von unten	0 - 2	14,10	0,02 %	0,1 %
			2 - 4	3,86	0,00 %	0,0 %
			4 - 6	4,89	0,01 %	0,0 %
6	Decke Raum 1	vor Durchgang zu Raum 3 Schadbereich	0 - 2	20,10	0,03 %	0,2 %
			2 - 4	6,91	0,01 %	0,1 %
			4 - 6	6,88	0,01 %	0,1 %
7	Decke Raum 3	neben Rohrdurchführung oberhalb Durch- gang	0 - 2		0,00 %	0,0 %
			2 - 4	23,90	0,03 %	0,2 %
			4 - 6	20,10	0,03 %	0,2 %
8	Stütze Raum 4	an Außenwand Stütze 1, h = 10 cm	0 - 2	130,00	0,16 %	1,1 %
			2 - 4	24,30	0,03 %	0,2 %
			4 - 6	19,50	0,02 %	0,2 %
9	Stütze Raum 4	an Außenwand Stütze 1, h = 25 cm	0 - 2	15,50	0,02 %	0,1 %
			2 - 4	5,79	0,01 %	0,0 %
			4 - 6	4,23	0,01 %	0,0 %
10	Wand Schwimm- becken	gegenüber Stütze 1 außen	0 - 2	33,60	0,04 %	0,3 %
			2 - 4	7,52	0,01 %	0,1 %
			4 - 6	4,27	0,01 %	0,0 %

Tabelle 6.1: Quantitative Bestimmung der Chloridgehalte, Analysenverfahren nach Heft 401 DAfStb, Kaltaufschluss, Photometrie (Küvettest LCK 311)



Nr.	Bauteil	Lage	Entnahmetiefe cm	Chloridgehalt nach DAfStb auf		
				Lösung	Beton	Zement
11	Stütze Raum 4	an Außenwand Stütze 4, h = 5 cm	0 - 2	138,00	0,17 %	1,2 %
			2 - 4	112,00	0,14 %	1,0 %
			4 - 6	85,40	0,11 %	0,7 %
12	Stütze Raum 4	an Außenwand Stütze 4, h = 25 cm	0 - 2	97,80	0,12 %	0,8 %
			2 - 4	3,85	0,00 %	0,0 %
			4 - 6	6,38	0,01 %	0,1 %
13	Wand Schwimm- becken	Mitte Außenseite	0 - 2	32,90	0,04 %	0,3 %
			2 - 4	35,20	0,04 %	0,3 %
			4 - 6	15,20	0,02 %	0,1 %
14	Stütze Raum 4	an Außenwand Stütze 8, h = 5 cm	0 - 2	128,00	0,16 %	1,1 %
			2 - 4	96,20	0,12 %	0,8 %
			4 - 6	69,60	0,09 %	0,6 %
15	Stütze Raum 4	an Außenwand Stütze 8, h = 140 cm	0 - 2	12,60	0,02 %	0,1 %
			2 - 4	4,05	0,01 %	0,0 %
			4 - 6	6,81	0,01 %	0,1 %
16	Stütze Raum 4	Innenstütze 3, 10 cm unterhalb Decke	0 - 2	22,50	0,03 %	0,2 %
			2 - 4	4,48	0,01 %	0,0 %
			4 - 6	3,52	0,00 %	0,0 %
17	Decke Raum 4	Neben Stütze 3 innen	0 - 2	58,00	0,07 %	0,5 %
			2 - 4	57,30	0,07 %	0,5 %
			4 - 6	35,70	0,04 %	0,3 %
18	Stütze Raum 4	Eckstütze am Becken vor Außenwand h = +5 cm	0 - 2	124,00	0,16 %	1,2 %
			2 - 4	95,30	0,12 %	0,9 %
			4 - 6	118,00	0,15 %	1,1 %
19	Stütze Raum 4	Eckstütze am Becken vor Außenwand h = +50 cm	0 - 2	102,00	0,13 %	1,0 %
			2 - 4	57,60	0,07 %	0,5 %
			4 - 6	46,60	0,06 %	0,4 %
20	Unterzug	zu Raum 5 ungeschädigt	0 - 2	29,30	0,04 %	0,3 %
			2 - 4	22,40	0,03 %	0,2 %
			4 - 6	9,84	0,01 %	0,1 %
21	Unterzug	zu Raum 5 geschädigt	0 - 2	17,00	0,02 %	0,2 %
			2 - 4	43,30	0,05 %	0,4 %
			4 - 6	15,10	0,02 %	0,1 %
22	Decke Raum 5	Raummitte geschädigt	0 - 2	13,20	0,02 %	0,1 %
			2 - 4	43,30	0,05 %	0,4 %
			4 - 6	12,60	0,02 %	0,1 %
23	Decke Raum 5	ca. 1/3 ungeschädigt	0 - 2	11,70	0,01 %	0,1 %
			2 - 4	11,00	0,01 %	0,1 %
			4 - 6	9,63	0,01 %	0,1 %
24	Unterzug	zwischen Raum 4 und 5 am Durchbruch	0 - 2	31,70	0,04 %	0,3 %
			2 - 4	7,19	0,01 %	0,1 %
			4 - 6	5,29	0,01 %	0,0 %
25	Decke Raum 4	RANDBALKEN AM Behälter	0 - 2	123,00	0,15 %	1,2 %
			2 - 4	56,00	0,07 %	0,5 %
			4 - 6	37,00	0,05 %	0,3 %

Tabelle 6.1 (Fortsetzung): Quantitative Bestimmung der Chloridgehalte



7. Stemmproben

Bei den Stemmproben konnte festgestellt werden, dass die Bewehrung z. T. eine erhebliche Schwächung aufweist. Im Einzelnen wurde folgendes festgestellt:

Unterzug Raum 1:

Bügel, vereinzelt bis 50 % Querschnittsschwächung,
Längsbewehrung etwa 5 % Querschnittsschwächung

Stützen Außenwand Raum 4, Fußbereich:

Bügel, vereinzelt bis 80 % Querschnittsschwächung,
Längsbewehrung etwa 50 % Querschnittsschwächung

Eckstütze Schwimmbecken:

Bügel, vereinzelt bis 100 % Querschnittsschwächung,
Längsbewehrung >50 % Querschnittsschwächung

Durchbruch Wand Raum 4:

Längsbewehrung bis 90 % Querschnittsschwächung

Unterzug zwischen Raum 4 und 5:

Bügel, vereinzelt bis 100 % Querschnittsschwächung,
Längsbewehrung bis >50 % Querschnittsschwächung

Deckenrand Raum 4 zu Raum 6:

Bügel, nicht feststellbar,

Längsbewehrung 0 % bis zu 50 % Querschnittsschwächung, Tragwirkung nicht vorhanden, da vollständig freiliegend

Decken Räume 1 bis 5:

Tragbewehrung i. a. 10 % bis 30 % Querschnittsschwächung, vereinzelt bis zu 90 %

8. Zusammenfassung und Wertung der Ergebnisse

Das Schadensbild und die chlorhaltige Atmosphäre in den Technikräumen des Schwimmbades legten den Verdacht nahe, dass es sich bei den vorhandenen Schäden zum großen Teil um Schäden einer durch Chloride induzierten Korrosion handelt. Die genauere Prüfung ergab, dass dies nur zum Teil der Fall ist. In wesentlichen Teilen ist die Korrosion auf die Karbonatisierung des Betons in Verbindung mit z. T. geringer Betondeckung zurückzuführen. Insbesondere in den Räumen 1 bis 3 und 5 liegt der größte Teil der Deckenbewehrung bereits in karbonatisiertem Beton.

Das Schadensbild an den Stützen und an der Außenwand in Raum 4 ist dagegen ausschließlich auf eine chloridinduzierte Korrosion zurückzuführen. An den Fertigteilstützen wurden Proben aus unterschiedlichen Höhenlagen genommen um die Auswirkungen des Chlorideintrags nicht nur in Tiefen sondern auch in einem Höhenprofil zu ersehen. Instandsetzungsbedarf besteht für die unteren 25 cm der Stützen an der Außenwand. An der Eckstütze des Schwimmbeckens, an der in der Vergangenheit schon ein Instandsetzungsversuch unternommen wurde, ist die Eintraghöhe der Chloride deutlich über 50 cm.

Die Abplatzung an der Stütze im RRB ist wahrscheinlich auf eine Kantenpressung zurückzuführen, eine Hohllage der Bewehrung ist hier (noch) nicht feststellbar, jedoch sollte auch diese Schadstelle reprofiliert werden.

Wichtig für den Dauerhaften Erfolg von Instandsetzungsmaßnahmen ist neben der Beseitigung der Schäden auch eine Abstellung der Ursachen für die Schäden. So besitzen die Schwallwasserbecken in Raum 1 z. B. eine Be- / Entlüftung direkt in den Raum, wenn diese künftig nach außen geführt würde, könnten sowohl die Luftfeuchtigkeit als auch die Chlorbelastung der Raumluft reduziert werden. Neben dem Beton sind in diesem Raum auch die Steuerschränke einer starken Oxidation ausgesetzt, wenn die Platzierung für die-



se Schränke nicht geändert werden kann würde sich durch die Änderung der Belüftungsführung der Becken zumindest eine Reduzierung der Oxidation erzielen.

Eine andere wesentliche Ursache sind Undichtigkeiten, durch die chloridhaltiges Wasser mit Stahlbetonbauteilen direkt in Kontakt kommt. Wichtig ist es, dass die Abdichtungsführung sorgfältig geplant / kontrolliert wird und dass bei den Entwässerungsanschlüssen darauf geachtet wird, dass auch aus der Abdichtungsebene heraus entwässert werden kann.

Auffällig ist, dass auch im Neubaubereich Undichtigkeiten feststellbar sind. Diese treten vorwiegend an Durchführungen, teilweise aber auch mitten in der Decke auf. Hier sind zum jetzigen Zeitpunkt noch keine Chloridschäden zu erwarten, jedoch sollten diese Undichtigkeiten, so schnell, wie möglich beseitigt werden, damit es nicht zu umfangreicheren Schäden kommt.

Für die Räume 1, 2, 3 und 5 ist eine Instandsetzung angezeigt, wie sie für Karbonatisierungsschäden erforderlich ist, hierbei werden die Chloridbelastungen ebenfalls relativiert, so dass sie nur für die Schutzmaßnahmen Berücksichtigung finden müssen. Im Raum 4 sind zu der lokalen Instandsetzung aus Karbonatisierung überwiegend Instandsetzungen aus einer chloridinduzierten Korrosion notwendig. Die Auswirkungen von Querschnittsschwächungen der Bewehrung müssen statisch geprüft werden, damit bei der Instandsetzung die notwendige Zulagebewehrung ergänzt werden kann.

An der Eingangstreppe überlagern sich Karbonatisierung in Verbindung mit geringer Betondeckung, Chloridbelastungen aus dem Winterdienst sowie das Korrosionsverhalten von Zink (vgl. Abs. 2.3).

9. Literatur

- /1/ Deutscher Ausschuss für Stahlbeton: Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, Oktober 2001
- /2/ DIN 1045: Beton und Stahlbetonbau, Ausgabe 1988
- /3/ DIN 1045: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, 2008-08
- /4/ DIN 1048-2: Prüfverfahren für Beton – Festbeton in Bauwerken und Bauteilen
- /5/ DIN EN 13791: Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder in Bauwerksteilen; 2008-05
- /6/ DGZfP Berichtsband 66: Messung der Betondeckung und Ortung der Bewehrung
- /7/ DIN EN 1504, Teile 1 bis 10: Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken
- /8/ DIN V 18026: Oberflächenschutzsysteme aus Produkten nach DIN EN 1504-2
- /9/ DIN V 18028: Rissfüllstoffe aus Produkten nach DIN EN 1504-5 mit besonderen Eigenschaften
- /10/ DBV-Sachstandsbericht Chloride im Beton, Fassung April 1996.

Ingenieurbüro Matthias Witzel
Lange Straße 11
44579 Castrop-Rauxel



Dipl.-Ing. Matthias Witzel
Castrop-Rauxel, den 13.09.2012



Ingenieurbüro Witzel

Lange Straße 11
44579 Castrop-Rauxel
Tel. (02 305) 77812
Fax (02 305) 6992598

Prüfzeugnis

Betonprüfung in Anlehnung DIN 1048

X

Betonprüfung in Anlehnung DIN EN 13791

X

Baustelle: Herman-Weber-Bad, Eitorf
Bauteile: s. Bemerkungen
Festigkeitsklasse soll: unbekannt (vermutlich überwiegend B25)

Prüfgerät: E. Schmidt, Typ N
Prüf-tag: 29. August 2012

Überprüfung am Prüfamboss am Prüftag: **Istwert:** 80 **Sollwert:** 78 - 82

Messstelle	Kennzeichen	1	2	3	4	5	6
Sorte		unbekannt			unbekannt		
Herstelldatum							
Prüfalter		unbekannt			unbekannt		
Schlagrichtung [°]		0	0	0	0	0	90
Rückprallstrecke R	1	34	50	39	34	40	40
	2	35	54	42	36	46	42
	3	38	52	38	38	43	43
	4	41	55	39	42	41	44
	5	40	53	41	38	42	44
	6	39	52	42	39	40	42
	7	41	51	42	39	41	39
	8	38	50	41	36	42	38
	9	39	51	42	35	43	37
	10	40	49	43	34	41	40
Mittelwert R_m		39	52	41	37	42	41
Korrekturwert		0	0	0	0	0	-2
Korrigierter Messstellenwert R_m		39	52	41	37	42	39
Prüfbereichswert R_m							

Vergleichbare Betonfestigkeitsklasse	B 15	B 25	B 35	B 45	B 55
Mindestwerte R_m für jede Messstelle	30	35	40	44	48
Mindestwerte R_m für jeden Prüfbereich	33	38	43	47	51

Vergleichbare Betonfestigkeitsklasse	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45
Mindestwerte R_m für jede Messstelle	32	35	37	40	44
Mindestwerte R_m für jeden Prüfbereich	35	38	40	43	47

Bemerkungen:

1 = Stütze RRB, 2 = Fertigteilstützen, 3 = Schwimmbeckenwand, 4 = Zwischenwand, 5 = Eckstütze Schwimmbecken, 6 = Decken Räume 1 bis 5

Stempel und Unterschrift



Ingenieurbüro Matthias Witzel

PRÜFEN - PLANEN - ÜBERWACHEN

Lange Straße 11
44579 Castrop-Rauxel
Tel. 02305 - 778 12

Untersuchungsbericht - Ergänzung -

Nr.: 1091a, Ergänzung zu Nr. 1091

Auftraggeber:	Gemeinde Eitorf Amt für Bauen und Umwelt Gebäudewirtschaft und Hochbau Markt 1, 53783 Eitorf
Vertreten durch:	Herr Hanns-Friedrich Kröhne
Objekt:	Hermann- Weber-Bad Am Eichelkamp 14 53783 Eitorf
Bauteile:	Hubboden Schwimmbecken Leichtbeton Deckenplatten
Auftrag gemäß Angebot vom:	20.07.2012



Dieser Prüfbericht umfasst 8 Seiten. Der Prüfbericht bezieht sich ausschließlich auf die am 18.12.2012 durchgeführte ergänzende Untersuchung. Der Prüfbericht ist eine Ergänzung zum Prüfbericht 1091 vom 13.09.2012

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines.....	2
2.	Hubboden Schwimmbecken	2
3.	Leichtbetondeckenplatten.....	5
4.	Zusammenfassung und Wertung der Ergebnisse	7
4.1	Hubboden	7
4.2	Leichtbetondeckenplatten	7
5.	Hinweise	7
6.	Literatur	8

1. Allgemeines

Ergänzend zu dem Untersuchungsbericht vom 13.09.2012 soll der Istzustand des Hubbodens und der Leichtbetondeckenplatten festgestellt werden. Die Begriffserläuterungen sind dem Untersuchungsbericht 1091 /1/ zu entnehmen.

2. Hubboden Schwimmbecken

Der Hubboden im Schwimmbecken macht optisch insgesamt einen guten Eindruck. Er war im Ursprung (mindestens in den ungefliesten Teilen) mit einem Anstrich versehen (vermutlich eine Chlor-Kautschuk-Farbe).

Auf der gesamten Unterseite hat sich ein bräunlicher Belag gebildet. Dieser stammt aus Korrosionsprodukten der ehemals eingesetzten gusseisernen Umwälzpumpe. Auffällig sind einige Ausbesserungsstellen im Beton an der Unterseite, diese sollen nach Aussage der Mitarbeiter aus der Zeit der Herstellung stammen.

An den Einstiegsluken ist erkennbar, dass der Estrich brüchig wird. Dies ist wahrscheinlich auf die Hydrolyse des Estrichs zurückzuführen. Der Zementestrich hat ein poriges Gefüge. Das Porenwasser des Estrichs hat einen pH-Wert von etwa 13, das umgebende Wasser des Schwimmbeckens hat einen pH-Wert von etwa 7, zwischen diesen pH-Werten wird ein Ausgleich angestrebt in dessen Folge es durch Ionendiffusion zu einer Auslaugung von Kalziumhydroxid kommt.

Zur Klärung der Lage der Bewehrung wurden auf der Unterseite Messungen der Betondeckung durchgeführt und zur Prüfung der noch vorhandenen Schutzfunktion der Beschichtung wurde an einer Stelle Bohrmehl entnommen und im Kaltaufschlussverfahren auf den quantitativen Chloridgehalt geprüft.



Bilder 1 bis 4: Einstiegs Luke (links Bilder Herr Schaefer vom 13.12.2012, rechts durchgeführte Ausbesserungen)



Bilder 5 und 6: Ausbesserungsstellen an der Unterseite des Hubbodens, die türkisgrüne Farbe ist der vorhandene Chlor-Kautschuk-Anstrich

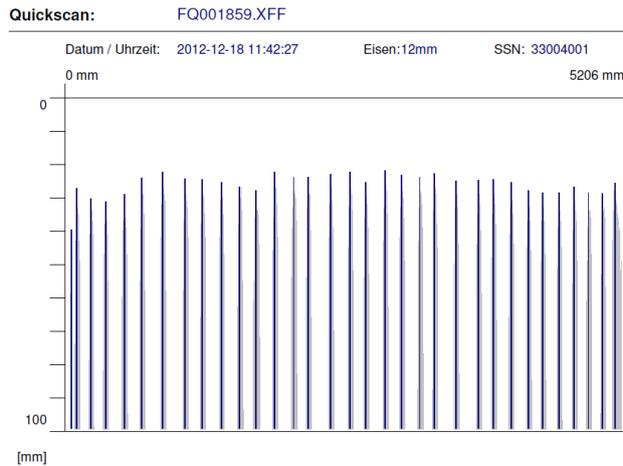


Bild 7: erneuerte Opferanoden



Bild 8: Abgeblätterte Farbe am Einstiegsverschluss

Die Ergebnisse der Betondeckungsmessungen mit dem Hilti Ferroskan FS 200 sind in den nachfolgenden Grafiken dargestellt.



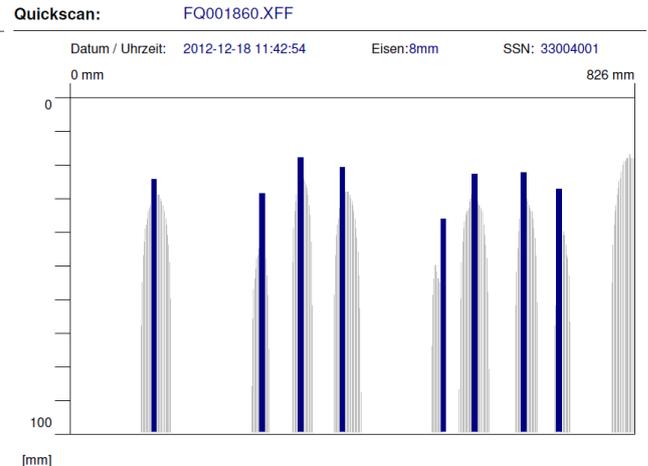
Quickscan Statistik:

Minimale Überdeckung: 22 mm	T1: 100 mm
Maximale Überdeckung: 40 mm	#Eisen bei T1: 33
Mittlere Überdeckung: 26 mm	T2: 100 mm
Standardabweichung: 4 mm	#Eisen bei T2: 33
Cut-Off: 100 mm	T3: 100 mm
#Eisen bei Cut-Off: 33	#Eisen bei T3: 33

Kunde: Eitorf

Ort: Hubboden Schwimmbad Operator: Mitte unten

Bild 9: Betondeckung Hubboden unten Mitte



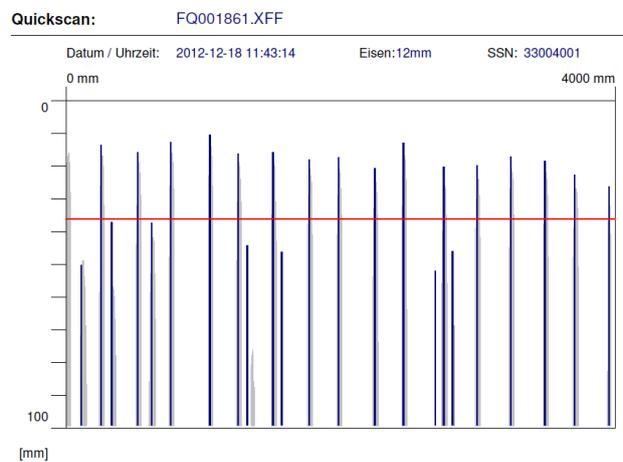
Quickscan Statistik:

Minimale Überdeckung: 18 mm	T1: 100 mm
Maximale Überdeckung: 36 mm	#Eisen bei T1: 8
Mittlere Überdeckung: 25 mm	T2: 100 mm
Standardabweichung: 6 mm	#Eisen bei T2: 8
Cut-Off: 100 mm	T3: 100 mm
#Eisen bei Cut-Off: 8	#Eisen bei T3: 8

Kunde: Eitorf

Ort: Schwimmbad Hubboden Kragarm Operator: Verteilerbewehrung

Bild 10: Betondeckung Verteilerbewehrung „Kragarm“ Hubboden



Quickscan Statistik:

Minimale Überdeckung: 11 mm	T1: 36 mm
Maximale Überdeckung: 52 mm	#Eisen bei T1: 16
Mittlere Überdeckung: 25 mm	T2: 100 mm
Standardabweichung: 14 mm	#Eisen bei T2: 23
Cut-Off: 100 mm	T3: 100 mm
#Eisen bei Cut-Off: 23	#Eisen bei T3: 23

Kunde: Eitorf

Ort: Schwimmbad Hubboden Kragarm Operator: von unten



Quickscan Statistik:

Minimale Überdeckung: 11 mm	T1: 36 mm
Maximale Überdeckung: 38 mm	#Eisen bei T1: 16
Mittlere Überdeckung: 19 mm	T2: 37 mm
Standardabweichung: 7 mm	#Eisen bei T2: 17
Cut-Off: 38 mm	T3: 37 mm
#Eisen bei Cut-Off: 18	#Eisen bei T3: 17

Kunde: Eitorf

Ort: Schwimmbad Hubboden Kragarm Operator: von unten

Bilder 11 und 12: Betondeckung untere Längsbewehrung „Kragarm“ Hubboden Auswertung, links unter Berücksichtigung aller gemessenen Stäbe, rechts Auswertung nur der tatsächlichen unteren Bewehrung

Die Ergebnisse der Chlorid-Untersuchung sind in Tabelle1 zusammengefasst. Kritische Chloridgehalte sind farbig unterlegt. Die Chloridgehalte wurden anhand von entnommenen Bohrmehlproben bestimmt. Die Umrechnung vom Bezug Beton auf den Bezug zum Ze-



ment geschah unter der Annahme einer Rohdichte von $2,3 \text{ kg/dm}^3$ und eines Zementgehaltes von 350 kg/m^3 .

Nr.	Bauteil	Lage	Entnahmetiefe cm	Chloridgehalt nach DAfStb auf		
				Lösung	Beton	Zement
1	Hubboden	Etwa in der Mitte	0 - 2	12,30	0,02 %	0,1 %
			2 - 4	10,10	0,01 %	0,1 %
			4 - 6	14,60	0,02 %	0,1 %

Tabelle 1: Quantitative Bestimmung der Chloridgehalte, Analysenverfahren nach Heft 401 DAfStb, Kaltaufschluss, Photometrie (Küvettest LCK 311)

3. Leichtbetondeckenplatten

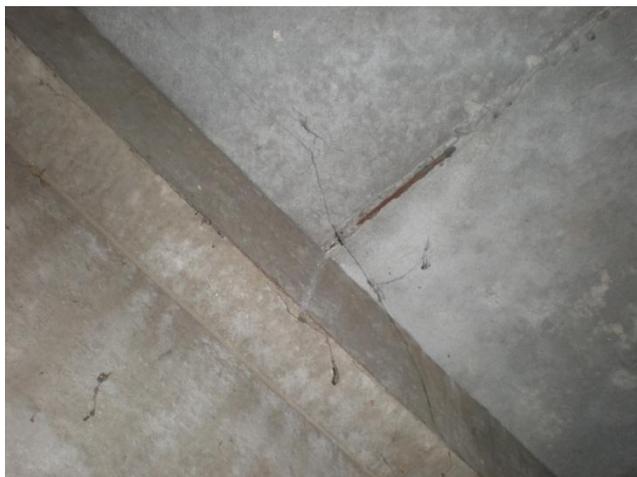
An einigen der Leichtbetondeckenplatten zeigen sich Risse parallel zur Spannrichtung der Decke. An einigen Stellen sind Abplatzungen über korrodierender Bewehrung feststellbar. Auch scheint Anschlussbewehrung in den Plattenstößen verlegt worden zu sein, diese liegt teilweise frei. Die am stärksten betroffene Platte scheint eine erhöhte Durchbiegung aufzuweisen.



Bild 13: Lokale Abplatzung



Bild 14: Scheinbar erhöhte Durchbiegung



Bilder 15 und 16: teilweise freiliegende Anschlussbewehrung



Bilder 17 bis 19 Rissbildung in mehreren Platten, parallel zur Spannrichtung



Bilder 20 und 21: Die am stärksten betroffene Platte, rechts ohne Werkzeug entfernter Beton



Bilder 22 und 23: An der Decke im Chlorgasraum sind keine Schäden erkennbar

Die Betondeckung wurde etwa in Feldmitte ermittelt, die Ergebnisse sind der Grafik Bild 24 zu entnehmen.

Es wurde an geschädigten Platten versucht die Karbonatisierungstiefe zu bestimmen, ebenfalls an der vom Ingenieurbüro **bau** | werk zugesandten Probe. An der Probe konnte kein Farbumschlag bei der Phenolphthalein-Prüfung festgestellt werden, d. h. sie ist vollständig karbonatisiert, auch an den Schadstellen war bis ca. 0,5 cm bis 1 cm hinter der Bewehrung kein Farbumschlag feststellbar.



4. Zusammenfassung und Wertung der Ergebnisse

4.1 Hubboden

Der Hubboden ist insgesamt in einem guten Zustand, eine erhöhte Chloridbelastung konnte nicht festgestellt werden. Es ist jedoch zu empfehlen, dass im Zuge der Maßnahme der Estrich erneuert wird, da er vor allem in den Randbereichen und an den Revisionsöffnungen durch Hydrolyse zersetzt wird. Ebenfalls sollte die Beschichtung, die aus der Zeit der Erstellung des Hubbodens stammt, erneuert werden (evtl. ist auch eine Teilreparatur möglich).

4.2 Leichtbetonplatten

In dem zugänglichen Bereich der Decke waren etwa 20 % bis 25 % der Leichtbetonplatten von Karbonatisierungsschäden betroffen. Es ist davon auszugehen, dass in den anderen Bereichen der Schwimmhalle etwa die gleiche Anzahl von Platten betroffen ist. Bei den Deckenbereichen außerhalb der eigentlichen Schwimmhalle, dürften auf Grund der günstigeren klimatischen Bedingungen weniger Platten betroffen sein (so konnte z. B. im Lageraum des Chlorgases keine Schädigung an den Platten erkannt werden). Eine Instandsetzung der betroffenen Platten ist möglich, indem ein speziell auf Leichtbeton abgestimmter Instandsetzungsmörtel eingesetzt wird.

Das Instandsetzungsprinzip W lässt sich bei den Leichtbetonplatten nicht anwenden, da diese nicht die notwendige Oberflächenzugfestigkeit für die entsprechend dichten Beschichtungen aufweist. Es sollten daher sämtliche Platten auf Schädigungen überprüft werden, die geschädigten können instandgesetzt oder getauscht werden (sinnvoll, wenn ohnehin an der Dachkonstruktion / Abdichtung gearbeitet werden müsste). Sämtliche Platten sollten zudem mit einem Karbonatisierung bremsenden Oberflächenschutzsystem auf Reinacrylatbasis geschützt werden.

5. Hinweise

An einer der Platten wurden massive Hohllagen festgestellt, bei denen sich der Beton löste. Ich habe den Badleiter gebeten, die gesamten hohl liegenden Betonteile dieser Platte entfernen zu lassen und zunächst provisorisch wieder zu schließen, hierfür habe ich einen halben Sack Instandsetzungsmörtel bei ihm abgegeben.

Für die Kostenansätze bei den Leichtbetondecken, gelten prinzipiell die gleichen Preise wie für die anderen Deckenbereiche, vgl. /3/. Reinigen, Kratz-, Lunker- und Ausgleichspachtelung und OS 4 vollflächig, Betonabtrag und Reprofilierung bis 30 mm an den betroffenen Platten (20 % bis 60 % der Fläche), vereinzelt tiefere Abtragsraten.

Die Beschichtung des Hubbodens sollte vor einem vollständigen austausch gereinigt und anschließend auf den Gesamtzustand geprüft werden (inkl. Restschichtdicke). ggf. ist es möglich eine verträgliche Neue Beschichtung zur Reparatur an betroffenen Stellen aufzubringen hierzu ist es notwendig, dass aus ggf. noch vorhandenen Unterlagen die Zusammensetzung der Bestandsbeschichtung hervorgeht. Bei vollständiger Neubeschichtung sind etwa 250 €/m² anzusetzen.



6. Literatur

- /1/ Ingenieurbüro Witzel: Untersuchungsbericht 1091 „Schwimmbad Eitorf“ vom 13.09.2012
- /2/ Ingenieurbüro Witzel: Instandsetzungskonzept 1091 „Schwimmbad Eitorf“ vom 19.09.2012
- /3/ Ingenieurbüro Witzel: Kostenüberschlag 1091 „Schwimmbad Eitorf“ vom 28.09.2012
- /4/ **Bau** | werk Ingenieurbüro für Tragwerksplanung: Begehungsbericht vom 19.12.2012
- /5/ Deutscher Ausschuss für Stahlbeton: Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, Oktober 2001
- /6/ DIN 1045: Beton und Stahlbetonbau, Ausgabe 1988
- /7/ DIN 1045: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, 2008-08
- /8/ DIN 1048-2: Prüfverfahren für Beton – Festbeton in Bauwerken und Bauteilen
- /9/ DIN EN 13791: Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder in Bauwerksteilen; 2008-05
- /10/ DGZfP Berichtsband 66: Messung der Betondeckung und Ortung der Bewehrung
- /11/ DIN EN 1504, Teile 1 bis 10: Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken
- /12/ DIN V 18026: Oberflächenschutzsysteme aus Produkten nach DIN EN 1504-2
- /13/ DIN V 18028: Rissfüllstoffe aus Produkten nach DIN EN 1504-5 mit besonderen Eigenschaften
- /14/ DBV-Sachstandsbericht Chloride im Beton, Fassung April 1996.

Ingenieurbüro Matthias Witzel
Lange Straße 11
44579 Castrop-Rauxel



Dipl.-Ing. Matthias Witzel
Castrop-Rauxel, den 21.12.2012



Ingenieurbüro Matthias Witzel

PRÜFEN - PLANEN - ÜBERWACHEN

Lange Straße 11
44579 Castrop-Rauxel
Tel. 02305 - 778 12

Instandsetzungskonzept

Nr.: 1092

Auftraggeber:	Gemeinde Eitorf Amt für Bauen und Umwelt Gebäudewirtschaft und Hochbau Markt 1, 53783 Eitorf
Vertreten durch:	Herr Hanns-Friedrich Kröhne
Objekt:	Hermann- Weber-Bad Am Eichelkamp 14 53783 Eitorf
Bauteile:	Betonbauteile
Auftrag gemäß Angebot vom:	20.07.2012



Dieses Instandsetzungskonzept umfasst 9 Seiten. Das Konzept bezieht sich ausschließlich auf den Untersuchungsbericht 1092 (vgl. /1/) und die dazugehörige, am 29.08.2012 durchgeführte Bauwerksuntersuchung am o. g. Bauwerk.

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines.....	2
2.	Instandsetzungsprinzipien.....	2
2.1	Instandsetzungsprinzip Korrosionsschutz durch Begrenzung des Wassergehaltes im Beton (W).....	2
2.2	Instandsetzungsprinzip Realkalisierung (R).....	2
2.2.1	Realkalisierung durch flächigen Beton- bzw. Mörtelauftrag (R1).....	3
2.2.2	Lokale Ausbesserung mit Beton bzw. Mörtel (R2).....	3
2.3	Korrosionsschutz durch Beschichtung der Bewehrung (C).....	3
2.4	Instandsetzungsmörtel.....	3
2.5	Oberflächenschutzsysteme.....	5
3.	Grundsätzliches.....	6
3.1	Abdichtungen.....	6
3.2	Aktive Schutzmaßnahmen.....	6
4.	Instandsetzungsschritte.....	6
4.1	Schäden an den Decken und Unterzüge der Räume 1 bis 3 und 5.....	6
4.2.	Schäden aus chloridinduzierter Korrosion (Raum 4).....	7
4.3	Stützenkopf RRB.....	7
4.4	Rissinstandsetzung.....	7
5.	Alternative Methoden.....	8
6.	Kostenansätze.....	8
7.	Literatur.....	8

1. Allgemeines

Mit dem Instandsetzungskonzept soll ein bauteilbezogener Leitfaden erstellt werden, der Grundlage für die Erstellung einer Ausschreibung der Instandsetzungsmaßnahmen sein soll. Zum leichteren Verständnis sind im Abschnitt 2 zunächst die Prinzipien der Instandsetzung aus der Instandsetzungsrichtlinie des DAfStb (vgl. /2/) erläutert, die für die vorliegenden Schadensbilder an den Betonbauteilen in Frage kommen.

2. Instandsetzungsprinzipien

2.1 Instandsetzungsprinzip Korrosionsschutz durch Begrenzung des Wassergehaltes im Beton (W)

Das Verfahren geht davon aus, dass durch die Absenkung des Wassergehaltes und einem ausreichenden Schutz der Betonoberfläche gegen Wasseraufnahme eine weitere Korrosion des Bewehrungsstahls verhindert wird. Hierzu wird zunächst der Beton im Bereich von Fehlstellen bis zum korrosionsfreien Bereich des Stahls entfernt; Fehlstellen mit einem Instandsetzungsmörtel ausgebessert und anschließend wird eine geeignete Oberflächenbeschichtung aufgebracht.

2.2 Instandsetzungsprinzip Realkalisierung (R)

Das Instandsetzungsprinzip R beruht auf einer erneuten Bildung einer Passivschicht auf der Stahloberfläche (Repassivierung) durch den Auftrag zementgebundener Instandsetzungsmörtel und sollte so ausgeführt werden, dass eine erneute Depassivierung ausgeschlossen werden kann.



2.2.1 Realkalisierung durch flächigen Beton- bzw. Mörtelauftrag (R1)

Das Verfahren R1 darf nur angewendet werden, wenn die mittlere Korrosionstiefe nicht weiter als 20 mm hinter die Bewehrung vorgedrungen ist.

Durch den großflächigen Auftrag einer Beschichtung aus zementgebundenem Beton oder Mörtel über die auszubessernden Bereiche und die gesamte Betonoberfläche wird ein ausreichender Karbonatisierungswiderstand erreicht, der sicherstellt dass eine erneute Depassivierung auszuschließen ist.

Der Beton muss dabei nur so weit abgetragen werden, wie er infolge der Korrosion der Bewehrungsstähle gerissen bzw. gelockert ist.

Die Beschichtung kann einerseits auf die ursprüngliche Betonoberfläche und andererseits auch auf großflächig abgetragene Bereiche aufgetragen werden.

2.2.2 Lokale Ausbesserung mit Beton bzw. Mörtel (R2)

Das Verfahren wird in der Regel dann angewendet, wenn die Korrosion nur in einem örtlich eng begrenzten Bereich aufgetreten ist. Dabei wird der Bewehrungsstahl auch im Bereich neben der eigentlichen Korrosionsstelle freigelegt. Der verwendete Instandsetzungsmörtel bzw. -beton muss sowohl ausreichend dicht und dick sein als auch über eine ausreichende Alkalität verfügen, um eine dauerhafte Repassivierung sicherzustellen. Durch die Instandsetzung muss eine Betondeckung von mindestens 10 mm erreicht werden.

Zur Verbesserung des Karbonatisierungswiderstandes sollte trotz der punktuellen Instandsetzung die gesamte Betonoberfläche beschichtet werden.

2.3 Korrosionsschutz durch Beschichtung der Bewehrung (C)

Das Instandsetzungsprinzip C wird angewendet, wenn

- bei Instandsetzungssystem R der Instandsetzungsmörtel bzw. -beton keine dauerhafte Repassivierung sicherstellen kann,
- bei Grundsatzlösung R2 die Betondeckung nach der Instandsetzung kleiner als 10 mm ist,
- Instandsetzungsprinzip W nicht anwendbar oder gegeben ist.

Es geht davon aus, dass die Bewehrung in all jenen Bereichen, die während der vorgesehenen Restnutzungsdauer depassiviert werden können, dauerhaft vor Korrosion geschützt wird.

Das Instandsetzungsprinzip C kann ohne eine Kombination mit Instandsetzungsprinzip W nur dann angewendet werden, wenn der Beton so weit abgetragen werden kann, dass im nicht instandgesetzten Bereich während der Restnutzungsdauer eine Depassivierung ausgeschlossen werden kann.

In der Regel wird auch bei Anwendung dieses Prinzips die Betonoberfläche anschließend mit einem Oberflächenschutzsystem zur Verbesserung des Karbonatisierungsschutzes beschichtet. Darauf verzichtet werden darf nur, wenn sichergestellt ist dass der Korrosionsschaden nur auf eine örtliche Unterschreitung der Betondeckung zurückzuführen ist.

2.4 Instandsetzungsmörtel

Teil 2 der DAfStb-Instandsetzungs-Richtlinie /2/ beschreibt die Arten, Eigenschaften und die Anforderungen an die Instandsetzungsbaustoffe.

In Tabelle 2.1 sind die Arten und Anwendungsbereiche der vorgesehenen Instandsetzungsmörtel wiedergegeben. In der Grundprüfung sind Identifikationsmerkmale wie Kornzusammensetzung, Festkörpergehalt, Dichte, thermogravimetrische Analyse, Infrarot-Spektrum sowie anwendungsbezogene Eigenschaften wie Konsistenz,



Verarbeitbarkeitsdauer, Ablaufneigung, Druckfestigkeit, Haftzugfestigkeit, Schwinden, kapillare Wasseraufnahme, Frost- und Frost-Tausalz-Widerstand usw. nachzuweisen.

	Beanspruchbarkeitsklasse	Stofftyp	Stoffbezeichnung	Anwendungsbereich				maximale Flächengröße	Lage der Auftragsfläche	Anwendungsbeispiele
				Für Instandsetzungsprinzip R geeignet	dynamische Beanspruchung bei und nach Applikation zulässig	statische Mitwirkung zulässig				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	M 1	zementgebunden	–	–	–	–	örtlich begrenzt	beliebig	Fassaden	
2	M 2	zementgebunden	PCC I	x	x	–	beliebig	waagerechte/schwach geneigte Oberseiten	befahrbare Flächen unter Belägen auf Brücken und in Parkhäusern	
			PCC II	x	x	–		beliebig		
3	M 2	zementgebunden	SPCC	x	x	–		Unterseiten, vertikale und stark geneigte Flächen	Brückenuntersichten, Stützwände, Widerlager, Fassaden	
4	M 2	reaktionsharzgebunden	PC II	–	x	–	örtlich begrenzt ¹	beliebig	befahrbare Flächen unter Belägen auf Brücken und in Parkhäusern	
5			PC I	–	x	–		waagerechte/schwach geneigte Oberseiten		
6	M 3	zementgebunden	–	x	x	x	beliebig	beliebig	Stützen, Platten ² , Balken	

¹ im Verkehrsbereich ≤ 1 m² zulässig

² im Hochbau auch direkt befahrbare Flächen

Tabelle 2.1: Beanspruchungsklassen für Instandsetzungsmörtel (Tabelle 4.1 aus /2/)



2.5 Oberflächenschutzsysteme

Die Schutzfunktion der Oberflächenschutzsysteme (OS) wird im Wesentlichen gekennzeichnet durch

- Diffusionsfähigkeit gegenüber Wasserdampf (H₂O)
- Diffusionswiderstand gegenüber Kohlenstoffdioxid (CO₂)
- Witterungsbeständigkeit (Feuchte, Temperatur, UV-Strahlung)
- Rissüberbrückung
- Verschleißfestigkeit

Die Arten und Anwendungsbereiche der Oberflächenschutzsysteme sind in Tabelle 2.2 wiedergegeben.

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zeile	Nr. in Tabelle 1 von DIN EN 1504-2:2005-01	Prüfverfahren nach	Oberflächenschutzsystem	OS 1	OS 2 ^{a,m} + OS 4 ^{a,k}	OS 5a ^{a,k} + OS 5b	OS 8 ^a	OS 9 ^{a,k}	OS 11 ^a	OS 13 ^a
				Bindemittelgruppen						
				Silan/Siloxan	Mischpolymer (gelöst), Polymerdispersion, Polyurethan, Wasserem., EP	Polymerdispersion Polymer/Zement-Gemisch	Epoxidharz	Polyurethan, Polymerdispersion, 2 K-PMMA, modifiziertes, EP-System	Polyurethan, modifiziertes EP-System, 2 K-PMMA	Polyurethan, Epoxidharz, 2 K-PMMA
				Regelaufbau nach Instandsetzungs-Richtlinie, Teil 2, Abschnitt 5						
1	1	DIN EN 12617-1	Lineares Schrumpfen				•			
2	2	DIN EN 12190	Druckfestigkeit				•			
3	4	DIN EN ISO 5470-1	Abriebfestigkeit				• ^b		• ^b	• ^b
4	5	DIN EN ISO 2409	Gitterschnittprüfung zur Beurteilung der Haftfestigkeit	•	•					
5	6	DIN EN 1062-6	CO ₂ -Durchlässigkeit	•	•	• ⁱ	• ⁱ	• ⁱ	• ⁱ	• ⁱ
6	7	DIN EN ISO 7783-1 DIN EN ISO 7783-2	Wasserdampf-Durchlässigkeit	• ^c	• ^c	• ⁱ	• ⁱ	• ⁱ	• ⁱ	• ⁱ
7	8	DIN EN 1062-3	Kapillare Wasseraufnahme und Wasser-Durchlässigkeit	• ⁱ	• ⁱ	• ⁱ	• ⁱ	• ⁱ	• ⁱ	• ⁱ
8	9	Haftfestigkeit nach Prüfung auf Temperaturwechselverträglichkeit								
		DIN EN 13667-1	Frost-Tau-Wechselbeanspruchung mit Tausalzangriff	• ^e	• ^e	• ^{d,n}	• ^d	• ^d		
		DIN EN 13667-2	Gewitterregenbeanspruchung (Temperaturschock)			• ^{d,o}				• ^d
		DIN EN 13667-3	Frost-Tau-Wechselbeanspruchung ohne Tausalzangriff							• ^d
9	12	DIN EN 13529	Widerstand gegen starken chemischen Angriff			•		• ^p	•	•
10	13	DIN EN 1062-7	Rissüberbrückungsfähigkeit		• ^f		• ^g	• ^g	• ^h	• ^h
11	14	ISO 6272-2	Schlagfestigkeit			•		•	•	•
12	15	DIN EN 1542	Abreißversuch zur Beurteilung der Haftfestigkeit	•	•	• ^{i,d}	• ^d	• ^d	• ^d	• ^d
13	16	DIN EN 13501-1	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten — Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten	•	•	•	•	•	•	•
14	17	DIN EN 13581	Widerstandsfähigkeit von hydrophobiertem Beton gegen Frost-Tausalz-Wechselbeanspruchung (Bestimmung des Masseverlustes)	•						
15	18	DIN EN 13036-4	Griffigkeit/Rutschfestigkeit			• ⁱ		• ⁱ	• ⁱ	• ⁱ
16	19	DIN EN 1504-2:2005-01, Tabelle 3	Eindringtiefe	•						
17	20	DIN EN 1062-11:2002	4.2: Verhalten nach künstlicher Bewitterung	•	•					
18	23	DIN EN 13580	Wasseraufnahme- und Alkalibeständigkeitsprüfung von hydrophobierenden Imprägnierungen	•						
19	24	DIN EN 13579	Trocknungsgeschwindigkeit bei hydrophobierender Imprägnierung	• ⁱ						

^a Für eine Grundierung sind keine Anforderungen in der DIN EN 1504-2 festgelegt. Die Grundierung ist Bestandteil des Beschichtungssystems. Die Grundierung ist in die zugehörigen Systemprüfungen einzubeziehen.

^b Zusätzlich müssen die Anforderungen der DIN EN 13813 erfüllt sein, siehe 4.2.2.

^c Klasse I erforderlich.

^d Es gilt die Anforderung für „mit Verkehrslast“.

^e Es gilt die Anforderung „ohne Verkehrslast“.

^f Rissüberbrückungsfähigkeit B 2 (-20 °C).

^g Rissüberbrückungsfähigkeit B 3.2 (-20 °C).

^h Rissüberbrückungsfähigkeit A 1 (-10 °C).

ⁱ Klasse III erforderlich.

^k Der Feinspachtel muss der Instandsetzungsrichtlinie entsprechen. Der Feinspachtel ist in die zugehörigen Systemprüfungen einzubeziehen.

^l Für CE-Kennzeichnung erforderlich.

^m Die Hydrophobierung ist in die zugehörigen Systemprüfungen einzubeziehen.

ⁿ Für Anwendung im Außenbereich.

^o Für Anwendung im Innenbereich.

^p Für Anwendung in Parkhäusern.

Tabelle 2.2: Oberflächenschutzsysteme (aus DIN V 18026, Anwendungsdokument zur DIN EN 1504-2)



3. Grundsätzliches

Um die Dauerhaftigkeit der durchzuführenden Instandsetzungsarbeiten zu gewährleisten ist dafür Sorge zu tragen, dass ergänzend die Ursachen der Schäden abgestellt werden.

3.1 Abdichtungen

Bei Abdichtungen ist darauf zu achten, dass die Fliesen die erste Entwässerungsebene darstellt und die Abdichtung die zweite. Es ist darauf zu achten, dass beide Entwässerungsebenen dicht an die Abflüsse angeschlossen werden, so dass auch Um- und Hinterläufigkeiten vermieden werden.

3.2 Aktive Schutzmaßnahmen

Als Aktive Maßnahme zum Schutz von Bau- und Anlagenteilen ist die Änderung der Belüftungsführung der Schwallwasserbecken in Angriff zu nehmen. Die Be- und Entlüftung erfolgt derzeit direkt am Aufstellort, wird dies so geändert, dass die Leitungen nach außen geführt würden, würden sich der Chlorgehalt der Luft und auch die Luftfeuchtigkeit reduzieren. Dies würde zu einer deutlichen Verringerung des Angriffs auf die Bausubstanz und auch auf die elektrischen Anlagenteile führen.

4. Instandsetzungsschritte

Die Instandsetzung sollte nur durch einen Fachbetrieb für Instandsetzung erfolgen. Da auch statisch relevante Bauteile bearbeitet werden muss das Führungspersonal auf der Baustelle als Mindestqualifikation einen SIVV-Schein besitzen außerdem muss das ausführende Unternehmen einen Vertrag mit einer Fremdüberwachungsorganisation (z. B. lib, güb oder MPA) haben und die Arbeiten durch diese überwachen lassen.

Da Chloride hygroskopisch wirken, lässt sich das Instandsetzungsprinzip W im vorliegenden Anwendungsfall nicht Ziel führend einsetzen. Es kommen daher die Instandsetzungsvarianten R und C zum Tragen.

4.1 Schäden an den Decken und Unterzüge der Räume 1 bis 3 und 5

Für die Instandsetzung müssen in den geschädigten Bereichen die Bewehrungsstäbe freigelegt und entrostet werden, ggf. fehlende Querschnitte sind zu ergänzen bzw. stark geschädigte Stähle auszutauschen.

Die DIN 1045 fordert für den Korrosionsschutz der Bewehrung eine ausreichend große Betondeckung. Da diese auf Grund der Einbaufehler der Bewehrung nicht erstellt werden kann, muss die vorhandene geringe Betondeckung übernommen und ein Oberflächenschutzsystem aufgebracht werden. Um eine Lokalelementbildung in Übergangsbereichen zu vermeiden und die eine ästhetische Gestaltung zu ermöglichen, sollte die gesamte mit dem Oberflächenschutzsystem versehen werden.

Die Instandsetzung gemäß der Richtlinie Schutz und Instandsetzung (vgl. /2/) besteht aus den Schritten:

1. Untergrundvorbereitung durch Strahlen oder Stemmen
2. Strahlen der Bewehrung, Reinheitsgrad Sa 2 ½
3. Korrosionsschutz der Bewehrung
4. Einbringen einer Haftbrücke
5. Reprofilierung der Ausbruchstellen
6. Egalisierung der Oberfläche (Kratz-, Lunker und Ausgleichspachtelung)
7. Nachbehandlung der Instandsetzungsmörtel

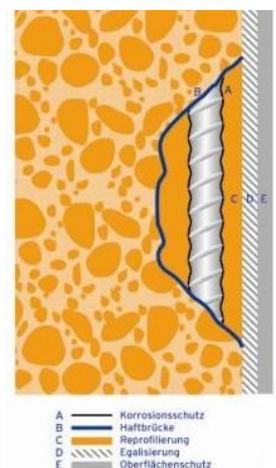


Bild 4.1: Aufbau der Betoninstandsetzung



8. Aufbringen eines Oberflächenschutzsystems

Das Instandsetzungssystem muss mindestens die Anforderungen an einen M2-Mörtel (nach /2/) erfüllen für den Unterzug und die Stützen gelten mindestens die Anforderungen an einen M3-Mörtel (nach /2/). Die Instandsetzungsschritte sind im Bild 4.1 dargestellt.

Die Anforderungen an das Oberflächenschutzsystem sind abhängig von der Umsetzung der aktiven Maßnahmen. Wenn die in Abschnitt 3 beschriebenen Maßnahmen ausgeführt werden, muss das Oberflächenschutzsystem lediglich eine karbonatisierungsbremsende Funktion erfüllen, sollte die Chloridkonzentration in der Luft nicht reduziert werden können ist zusätzlich ein Schutz vor dem Eindringen von Chloridionen notwendig.

4.2. Schäden aus chloridinduzierter Korrosion (Raum 4)

Die prinzipielle Vorgehensweise ist bei der Instandsetzung aus chloridinduzierter Korrosion ähnlich wie in 4.1 beschrieben, jedoch genügt es hier nicht die Bewehrung freizulegen und zu entrostet, hier muss zusätzlich der Beton der kritisch mit Chloriden kontaminiert ist vor der Reprofilierung abgetragen werden. da dies bedeutet, dass an den Stützenfüßen an der Außenwand am Fußpunkt allseitig 6 cm Beton abgetragen werden müssen, müssen die Stützen während der Instandsetzung abgefangen werden. Die Reprofilierungsfläche verjüngt sich dreiecksförmig bis auf ca. 25 cm Höhe, wo sie auf „Null“ ausläuft. Da ein auf 0 mm Dicke auslaufen technisch nicht möglich ist, muss an der Oberkante der zu reprofilierten Fläche mindestens eine Schichtstärke des dreifachen Größtkorndurchmessers des gewählten Mörtels vorhanden sein (meist $3 \times 4 \text{ mm} = 12 \text{ mm}$).

Das gleiche, was für die Stützen gesagt wurde gilt auch für den Wandfußpunkt der Außenwand. Hier ist durch das porösere Betongefüge die Abtragshöhe größer zu wählen (etwa 30 cm bis 35 cm).

An den Fußpunkten, an denen nach der Reprofilierung wieder mit stehendem Wasser gerechnet werden muss, ist es empfehlenswert, wenn ein Oberflächenschutzsystem aufgebracht wird, dass einen weiteren Chlorideintrag verhindert (z. B.: ein OS 8).

4.3 Stützenkopf RRB

Die Instandsetzung erfolgt analog der Vorgehensweise, wie sie in Abschnitt 4.1 beschrieben wurde.

4.4 Rissinstandsetzung

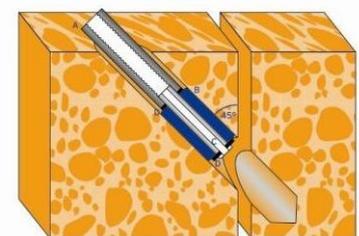
Der vorhandene Riss wird durch Injizieren geschlossen.

Die Injektion erfolgt über Injektionspacker (Bohrpacker), die im Regelabstand (Abstand = $\frac{1}{2}$ Bauteildicke) gesetzt werden. Dies bedeutet bei einer Dicke der einer Wand von $d = 20 \text{ cm}$ einen Abstand der Bohrpacker von ca. 10 cm.

Dabei sind die Bohrkanäle (i. d. R. mit einem Durchmesser von 13 bis 14 mm) in einem Winkel von 45° so zu bohren, dass der Riss in der Bauteilmitte getroffen wird, wie es schematisch in der Bild 1 dargestellt ist.

Der Riss wird mit Ölfreier Druckluft ausgeblasen und/oder mit einem Industriesauger ausgesaugt um Verunreinigungen zu entfernen. Anschließend wird er auf einer Breite von ca. 10 cm verdämmt. Nach dem Setzen und Verspannen der Bohrpacker erfolgt die Injektion über die Bohrpacker,

wobei über jeden Bohrpacker nacheinander zu injizieren ist. Dabei ist zu kontrollieren, ob am nächsten Packer Harz austritt. Ist dies der Fall, kann davon ausgegangen werden, dass das Injektionsmaterial sich radial ausgebreitet hat und der Riss vollständig gefüllt ist.



A Sechskantöse mit Innengewinde
B Gummimanschette
C Schraube mit Bohrung
D Unterlegscheibe

Bild 4.2: Schema Setzen eines Bohrpackers



Die Injektionen werden i. d. R. im Hochdruckverfahren durchgeführt. Es sollten sowohl beim Injektionsverfahren als auch beim Injektionsharz zugelassene Verfahren bzw. zugelassene Produkte verwendet werden (z. B. Produkte nach der Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen).

Nach dem Injizieren sind die „Bohrpackerköpfe“ zu entfernen und die Bohrkanäle mit einem geeigneten Instandsetzungsmörtel zu schließen.

Bei den Rissinstandsetzungen die ggf. erforderlich werden handelt es sich um abdichtende Injektionen. Abdichtende Injektionen werden mit Polyurethan durchgeführt. Empfehlenswert ist es wenn dabei ein Injektionsharz verwendet wird, das von der Bundesanstalt für Straßenwesen gelistet ist, hier ist eine ausreichende Qualität des Materials sichergestellt.

5. Alternative Methoden

Alternativ zur klassischen Instandsetzung, wie sie in den Abschnitten 4.1 und 4.2 beschrieben wurden, wäre ein kathodischer Korrosionsschutz denkbar. Bei dieser Methode wird entweder über Permanentanoden oder über Opferanoden ein Stopp der Korrosionsvorgänge erreicht. Es handelt sich somit nicht um eine Instandsetzung im eigentlichen Sinn sondern um eine Einfrierung des Istzustandes. Da jedoch die Chloridkontamination lokal begrenzt ist und die Schäden in den durch Karbonatisierung betroffenen Bereichen schon weit fortgeschritten sind ist diese Methode im konkreten Fall als nicht wirtschaftlich einzustufen ist

6. Kostenansätze

Für die Instandsetzung der Betonbauteile können folgende Ansätze für einen Kostenüberschlag verwendet werden:

1. Baustelleneinrichtung	ca. 10 % bis 15 % der Bausumme
2. Eigen- und Fremdüberwachung	2.000 €
3. Schutzmaßnahmen	10.000 €
4. Reinigen der Betonflächen (Hochdruckwasserstrahlen)	15 €/m ²
5. Betonabtrag Decken bis 30 mm	70 €/m ²
6. Betonabtrag Decken bis 50 mm	90 €/m ²
7. Entrosten Bewehrung Sa 2 ½	8 €/m
8. Korrosionsschutz Bewehrung	5 €/m
9. Reprofilierung Decken bis 30 mm	70 €/m ²
10. Reprofilierung Decken bis 50 mm	90 €/m ²
11. Betonabtrag Unterzüge bis 40 mm	80 €/m ²
12. Reprofilierung Unterzüge bis 40 mm	100 €/m ²
13. Kratz- Lunker und Ausgleichspachtelung	20 €/m ²
14. Oberflächenschutzsystem OS 4	15 €/m ²
15. Abfangung Stützen / Unterzüge (je nach statischen Erfordernissen)	100 – 300 €/Stk.
16. Abtrag Stützenfuß	150 €/Stk.
17. Reprofilierung Stützenfuß	150 €/Stk.
18. Zulagebewehrung inkl. Verlegung	2.500 €/t
19. Oberflächenschutzsystem OS 8 Stützenfüße	100 €/Stk.
20. Oberflächenschutzsystem OS 8 Wandanschlüsse	90 €/m
21. Rissinstandsetzung	100 €/m

Betroffen sind in Raum 1 etwa 75 % der Deckenfläche, im Raum 2 etwa 1/3 der Deckenfläche, in Raum 3 ca. 75 % der Deckenfläche, in Raum 4 lokale Punkte in Raum 5 ca. 50 % der Deckenfläche. Bei den Schadstellentiefen kann jeweils die Hälfte bis 30 mm und die Hälfte bis 50 mm angesetzt werden. Die Kratz-, Lunker und Ausgleichspachtelung ist voll-



flächlich aufzubringen, gleiches gilt für das Oberflächenschutzsystem. Pro qm Schadfläche ist mit etwa 10 m zu behandelnder Bewehrung zu rechnen.

Da (noch) keine vermaßten Pläne Vorliegen erfolgt der Kostenüberschlag nachfolgend, sobald die Pläne vorliegen.

7. Literatur

- /1/ Ingenieurbüro Matthias Witzel: Untersuchungsbericht 1092 Schwimmbad Eitorf vom 13.09.2012
- /2/ Deutscher Ausschuss für Stahlbeton: Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, Oktober 2001
- /3/ DIN 1045: Beton und Stahlbetonbau, Ausgabe 1988
- /4/ DIN 1045: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, 2008-08
- /5/ DIN 1048-2: Prüfverfahren für Beton – Festbeton in Bauwerken und Bauteilen
- /6/ DIN EN 13791: Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder in Bauwerksteilen; 2008-05
- /7/ DGZfP Berichtsband 66: Messung der Betondeckung und Ortung der Bewehrung
- /8/ DIN EN 1504, Teile 1 bis 10: Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken
- /9/ DIN V 18026: Oberflächenschutzsysteme aus Produkten nach DIN EN 1504-2
- /10/ DIN V 18028: Rissfüllstoffe aus Produkten nach DIN EN 1504-5 mit besonderen Eigenschaften
- /11/ DBV-Sachstandsbericht Chloride im Beton, Fassung April 1996.

Ingenieurbüro Matthias Witzel
Lange Straße 11
44579 Castrop-Rauxel



Dipl.-Ing. Matthias Witzel
Castrop-Rauxel, den 19.09.2012



Ingenieurbüro Matthias Witzel

PRÜFEN - PLANEN - ÜBERWACHEN

Lange Straße 11
44579 Castrop-Rauxel
Tel. 02305 - 778 12

Kostenüberschlag

Nr.: 1091

Auftraggeber:	Gemeinde Eitorf Amt für Bauen und Umwelt Gebäudewirtschaft und Hochbau Markt 1, 53783 Eitorf
Vertreten durch:	Herr Hanns-Friedrich Kröhne
Objekt:	Hermann- Weber-Bad Am Eichelkamp 14 53783 Eitorf
Maßnahmen	Instandsetzungsmaßnahmen
Auftrag gemäß Angebot vom:	20.07.2012



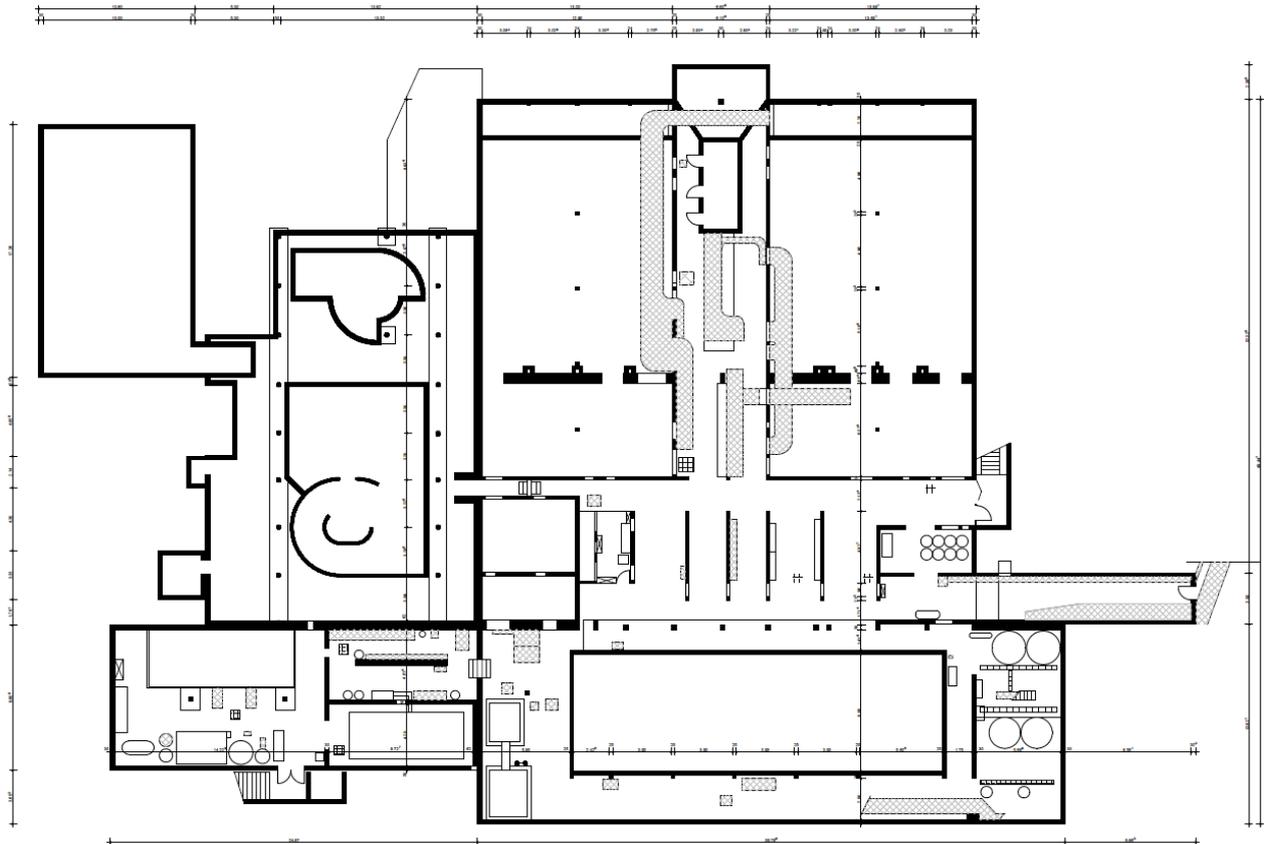
Dieser Kostenüberschlag umfasst 9 Seiten. Er bezieht sich ausschließlich auf das Instandsetzungskonzept 1091 (vgl. /1/) und den dazugehörigen Untersuchungsbericht 1091 (vgl. /2/).

1. Allgemeines

Mit diesem Kostenüberschlag soll den Beteiligten ein Anhaltswert für die Kosten zur Umsetzung der Instandsetzungsmaßnahme an die Hand gegeben werden.

2. Flächen

Die Flächen der Räume ergeben sich aus dem vermaßten Grundrissplan des Kellergeschosses.



Grundrissplan mit Maßen

3. Kostenansätze

Für die Instandsetzung der Betonbauteile können folgende Ansätze für einen Kostenüberschlag verwendet werden (s. auch /1/).

1. Baustelleneinrichtung	ca. 10 % bis 15 % der Bausumme
2. Eigen- und Fremdüberwachung	2.000 €
3. Schutzmaßnahmen	10.000 €
4. Reinigen der Betonflächen (Hochdruckwasserstrahlen)	15 €/m ²
5. Betonabtrag Decken bis 30 mm	70 €/m ²
6. Betonabtrag Decken bis 50 mm	90 €/m ²
7. Entrostern Bewehrung Sa 2 ½	8 €/m
8. Korrosionsschutz Bewehrung	5 €/m
9. Reprofilierung Decken bis 30 mm	70 €/m ²
10. Reprofilierung Decken bis 50 mm	90 €/m ²



11. Betonabtrag Unterzüge bis 40 mm	80 €/m ²
12. Reprofilierung Unterzüge bis 40 mm	100 €/m ²
13. Kratz- Lunker und Ausgleichspachtelung	20 €/m ²
14. Oberflächenschutzsystem OS 4	15 €/m ²
15. Abfangung Stützen / Unterzüge (je nach statischen Erfordernissen)	
a. Dachstützen	2.500 €/Stk.
b. Unterzüge und Beckenstütze	300 €/Stk.
16. Abtrag Stützenfuß	150 €/Stk.
17. Reprofilierung Stützenfuß	250 €/Stk.
18. Zulagebewehrung inkl. Verlegung	2.500 €/t
19. Oberflächenschutzsystem OS 8 Stützenfüße	100 €/Stk.
20. Oberflächenschutzsystem OS 8 Wandanschlüsse	90 €/m
21. Rissinstandsetzung	100 €/m

Betroffen sind in Raum 1 etwa 75 % der Deckenfläche, im Raum 2 etwa 1/3 der Deckenfläche, in Raum 3 ca. 75 % der Deckenfläche, in Raum 4 lokale Punkte in Raum 5 ca. 50 %

4. Überschlägliche Ermittlung der Instandsetzungssumme

Die Massen für die Maßnahme sind überschläglich ermittelt. Der Überschlag bezieht sich ausschließlich auf die passiven Maßnahmen zur Wiederherstellung der Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit. Im Kellergeschoss.

Maßnahme	Masse	EP	GP
Baustelleneinrichtung	1	psch.	25.000
Gerüste	1	psch.	4.000
Eigen- und Fremdüberwachung	1	2.000 €	2.000
Schutzmaßnahmen	psch.	10.000 €	10.000
Reinigen der Betonflächen Decken und betroffene Wände	1.100 m ²	15 €/m ²	16.500
Betonabtrag Decken und Wände bis 30 mm	220 m ²	70 €/m ²	15.400
Betonabtrag Decken und Wände bis 50 mm	50 m ²	90 €/m ²	4.500
Entrosten Bewehrung Sa 2 ½	3.000 m	8 €/m	24.000
Korrosionsschutz Bewehrung	3.000 m	5 €/m	15.000
Reprofilierung Decken bis 30 mm	220 m ²	70 €/m ²	15.400
Reprofilierung Decken bis 50 mm	50 m ²	90 €/m ²	4.500
Betonabtrag Unterzüge bis 40 mm	14 m	80 €/m ²	1.120
Reprofilierung Unterzüge bis 40 mm	14 m	100 €/m ²	1.400
Kratz- Lunker und Ausgleichspachtelung	1.100 m ²	20 €/m ²	22.000
Oberflächenschutzsystem OS 4	1.100 m ²	15 €/m ²	16.500
Abfangung Dachstützen Durchstützung bis zum Dachbinder	9 Stk.	2.500 €/Stk.	22.500
Abfangung Beckenrandstütze und Unterzüge	3 Stk.	300 €/Stk.	900
Abtrag Stützenfuß Dachstütze	9 Stk.	150 €/Stk.	1.350
Reprofilierung Stützenfuß Dachstütze	9 Stk.	250 €/Stk.	2.150
Abtrag Stützenfuß Beckenrandstütze	1 Stk.	250 €/Stk.	250
Reprofilierung Stützenfuß Beckenrandstütze	1 Stk.	350 €/Stk.	350
Zulagebewehrung inkl. Verlegung	0,5 t	2.500 €/t	1.250
Oberflächenschutzsystem OS 8 Stützenfüße	9 Stk.	100 €/Stk.	900
Oberflächenschutzsystem OS 8 Wandanschlüsse	50 m	90 €/m	4.500
Rissinstandsetzung	50 m	100 €/m	5.000
Sonstige Kosten Kantenschalungen, nicht berücks. Teilleistungen ...			8.430
Summe (netto)			~ 225.000



Bei dieser Betrachtung sind alle Maßnahmen die zur Abdichtung des Bauwerks dienen **nicht** berücksichtigt. Auch nicht berücksichtigt sind Maßnahmen zur Behebung der Schäden an der Eingangstreppe. Für Teilbereiche der Fläche sollte noch ein Erschwerniszuschlag berücksichtigt werden, da z. B. oberhalb der Schwallwasserbecken die Zugänglichkeit stark eingeschränkt ist.

Wichtig:

Im Vorfeld der Maßnahme ist zu klären, ob und wenn ja wie hoch die Abdeckungen der Schwallwasserbecken belastet werden können / dürfen. Bei einer Notwendigkeit einer Lastverteilung würde der Arbeitsraum oberhalb der Becken so stark eingeschränkt, dass ein Arbeiten nicht mehr sinnvoll möglich wäre!

Der Mehraufwand für dann ggf. erforderliche Maßnahmen müsste dann zusätzlich berücksichtigt werden!

5. Literatur

- /1/ Ingenieurbüro Matthias Witzel: Instandsetzungskonzept 1091 Schwimmbad Eitorf vom 16.09.2009
- /2/ Ingenieurbüro Matthias Witzel: Untersuchungsbericht 1091 Schwimmbad Eitorf vom 13.09.2012
- /3/ Deutscher Ausschuss für Stahlbeton: Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, Oktober 2001
- /4/ DIN 1045: Beton und Stahlbetonbau, Ausgabe 1988
- /5/ DIN 1045: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, 2008-08
- /6/ DIN 1048-2: Prüfverfahren für Beton – Festbeton in Bauwerken und Bauteilen
- /7/ DIN EN 13791: Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder in Bauwerksteilen; 2008-05
- /8/ DGZfP Berichtsband 66: Messung der Betondeckung und Ortung der Bewehrung
- /9/ DIN EN 1504, Teile 1 bis 10: Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken
- /10/ DIN V 18026: Oberflächenschutzsysteme aus Produkten nach DIN EN 1504-2
- /11/ DIN V 18028: Rissfüllstoffe aus Produkten nach DIN EN 1504-5 mit besonderen Eigenschaften
- /12/ DBV-Sachstandsbericht Chloride im Beton, Fassung April 1996.
- /13/ ivd-Merkblatt 4: Abdichten von Außenwandfugen im Hochbau mit Elastomer-Fugenbändern unter Verwendung von Klebstoffen, Ausgabe 07.2001
- /14/ DIN 18540: Abdichten von Außenfugen im Hochbau mit Fugendichtstoffen, Ausgabe Februar 1995

Ingenieurbüro Matthias Witzel
Lange Straße 11
44579 Castrop-Rauxel



Dipl.-Ing. Matthias Witzel
Castrop-Rauxel, den 28.09.2012