



Ingenieurberatung Bröggelhoff GmbH, Langenweg 26, 26125 Oldenburg

Architekten und Ingenieure
Pbr Planungsbüro Rohling AG
Rheiner Landstraße 9

49078 Osnabrück

Beratende Ingenieure für Bauwesen

- Tragwerksplanung
- Objektplanung
- SiGe-Koordination
- Bauphysik / Energieberatung
- Planungen zu Schutz und Instandsetzung von Betonbauwerken
- Gutachten / Beweissicherungen / Bauwerksprüfungen

13173: Universitätsbad Bremen

G u t a c h t e r l i c h e S t e l l u n g n a h m e

zum baulichen Zustand der Stahlbetonbauteile

**Becken, angrenzende Stahlbetonstützen
sowie Stahlfachwerkaufleger**

aufgestellt: 03. Oktober 2013

Diese Stellungnahme umfasst 74 Seiten (incl. Anlagen)

1. Ausfertigung

Inhalt

1.0	Allgemeines	4
1.1	Vorgang	4
2.0	Bestandsunterlagen, Literatur und Begriffe	4
2.1	Verwendete Bestandsunterlagen	4
2.2	Literatur	5
2.3	Theoretische Grundlagen und Begriffe	7
3.0	Örtliche Feststellungen	14
4.0	Materialprüfungen	15
4.1	Allgemeines	15
4.2	Betondeckung der Bewehrung	16
4.3	Betondruckfestigkeit	17
4.4	Rohdichte	17
4.5	Karbonatisierungstiefe	18
4.6	Chloridgehalt	19
5.0	Sichtung der Bestandsunterlagen	19
5.1	Vorhandene Betoninstandsetzungen	19
5.2	Stahlbetonbeckenwände und -köpfe der Schwimmer- und Nichtschwimmerbecken	19
6.0	Sonstige Feststellungen	22
6.1	Dachkonstruktion – Stahlträger und Trapezblecheindeckung	22
6.2	Dachkonstruktion – Stahlbetonbauteile	22
6.3	Vorgehängte Stahlbetonfassadenelemente	22
7.0	Bewertung und Vorschläge zur Instandsetzung	23
7.1	Allgemeines	23
7.2	Stand sicherheitsrelevanz	24
7.3	Schwimmerbecken	25
7.3.1	Dehnungsfugen Beckenwände und Beckenumgangsdecke	25
7.3.2	Beckenkopf	25
7.3.3	Vorschläge für die Instandsetzung	26
7.4	Nichtschwimmerbecken	27
7.4.1	Beckenkopf	27
7.4.1	Vorschläge für die Instandsetzung	27
7.5	Studiobecken	28
7.5.1	Beckenwände und Beckenkopf	28

7.5.2	Vorschläge für die Instandsetzung	29
7.6	Stahlbetonstützen im Bereich des Schwimmerbeckens.....	30
7.6.1	Stahlbetonstützen und Sprungturmstütze oberhalb der Beckenumgangsdecke.....	30
7.6.2	Stahlbetonstützen im Obergeschoß (Auflager Stahltragwerk)	31
7.7	Auflager der Stahlfachwerkbinder im Außenbereich	32
7.7.1	Stahlbetonauflager	32
7.7.2	Stahlauflegerplatten der Stahlfachwerkbinder.....	32
7.8	Korrosion/ Korrosionsschutz der Stahlbauteile (Dachkonstruktion Schwimmerhalle)	32
7.8.1	Unterseiten Trapezbleche	32
7.8.2	Stahlfachwerke	32
7.9	Stahlbetonfassadenelemente	33
8.0	Zusammenfassung.....	34
Anlage A01	Fotodokumentation.....	36
Anlage A02	Materialprüfzeugnisse	65
Anlage A03	Übersichten Bohrkernentnahme, Betondeckung, Schäden/Auffälligkeiten....	71

1.0 Allgemeines

1.1 Vorgang

Das Universitätsbad Bremen wurde Mitte der siebziger Jahre geplant und errichtet und soll nun umfassend saniert werden. Hierzu erhielten wir den Auftrag, den Ist-Zustand der Schwimmbecken sowie der angrenzenden Stahlbetonbauteile zu untersuchen, Schäden zu dokumentieren und zu bewerten sowie ggf. erforderliche Instandsetzungskonzepte aufzuzeigen. Zusätzlich wurde eine Inaugenscheinnahme der Stahlbinderauflager und der Trapezblecheindeckung hinsichtlich Korrosion durchgeführt.

Die örtlichen Untersuchungen erfolgten am 28.08.2013, am 04.09.2013 und am 05.09.2013. Hierbei wurden Stellen für die Entnahme von Bohrkernen vorgegeben. Die Materialprüfungen führte das Institut für Materialprüfung der Jade Hochschule Oldenburg durch.

Diese gutachterliche Stellungnahme gibt den Sachstand im September 2013 wieder.

2.0 Bestandsunterlagen, Literatur und Begriffe

2.1 Verwendete Bestandsunterlagen

- [A] Bestandspläne (Schalpläne, Positionspläne) aus dem Jahre 1973/74
- [B] Grundrisse der Entwurfsplanung Ebene 0 und Ebene 1, Planungsbüro Rohling AG, Januar 2011

2.2 Literatur

- [1] Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie), Deutscher Ausschuss für Stahlbeton. Ausgabe 10/2001 und 1. Berichtigung
- [2] Prof. Dr.-Ing. Michael Raupach: Gutachterliche Stellungnahme zur Frage der Standsicherheitsrelevanz von Instandsetzungsmaßnahmen im Zusammenhang mit der RiLi SIB des DAfStb vom 28.01.2003
- [3] Fraunhofer IRB-Verlag, SIVV-Handbuch, Schützen, Instandsetzen, Verbinden und Verstärken von Betonbauteilen
- [4] M. Schröder: Schutz und Instandsetzung von Stahlbeton, 5. Auflage 2009
- [5] Prof. Dr.-Ing. Michael Raupach, Jeanette Orłowsky: Schutz und Instandsetzung von Betontragwerken, Verlag Bau + Technik, 2008
- [6] DIN EN 1992-1-1; Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken, Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau, Ausg. 01/2011
- [7] DIN EN 1992-1-1/NA; Nationaler Anhang, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken, Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau, Ausg. 01/2011
- [8] Betonkalender 2011; Teil XV Instandsetzung und Erhaltung von Betonbauwerken, Verlag Ernst & Sohn
- [9] Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V., Heft 19 – Schutz- und Instandsetzung von Betonbauteilen – aktuelle Regelwerke und Hinweise zum Stand der Technik
- [10] Bauchemie; Verlag Vieweg-Teubner, 4. Auflage 2008
- [11] Beton- und Stahlbetonbau 2011, Heft 7, Überarbeitung der DAfStb-Richtlinie Instandsetzung - Statusbericht
- [12] Beton- und Stahlbetonbau 9/2010; Korrosionsprodukte nach deren Volumenfaktor bei der Korrosion von Stahl in Beton
- [13] Fischer, Oźbolt, Gehlen: Bewehrungskorrosion und die Auswirkungen auf das Verbundverhalten. Raupach (Hrsg.) – 3. Kolloquium Erhalten von Bauwerken, Technische Akademie Esslingen, Tagungshandbuch 2013

- [14] Professor Dr.-Ing. Wolfdietrich Kalusche, Brandenburgische Technische Universität Cottbus: Festschrift zum 60. Geburtstag von Professor Dr. Hansruedi Schalcher: „Technische Lebensdauer von Bauteilen und wirtschaftliche Nutzungsdauer eines Gebäudes“
- [15] Gamerith, Maydl, Sternad: Sicherheit von Fassadenverankerungen, 08.10.2002
- [16] K. Schöppel; Beton- und Stahlbetonbau 11/2010, Aussagekraft von Chloriden aus Betonbauwerken hinsichtlich der Korrosionsgefährdung
- [17] Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Breit, „Kritischer korrosionsauslösender Chloridgehalt – Sachstand und neuere Untersuchungen“
- [18] Prof. Dr.-Ing. Michael Raupach „Auswirkungen von Chloriden im Beton, Abhängigkeit von Betoneigenschaften“, Institut für Bauforschung der RWTH Aachen
- [19] Prof. Dr.-Ing. Michael Raupach „Untersuchungen zur Dauerhaftigkeit von Instandsetzungen bei Beton mit hohem Chloridgehalt“. Bundesminister für Verkehr (Hrsg.) In Schriftenreihe Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 658, Bonn 1993

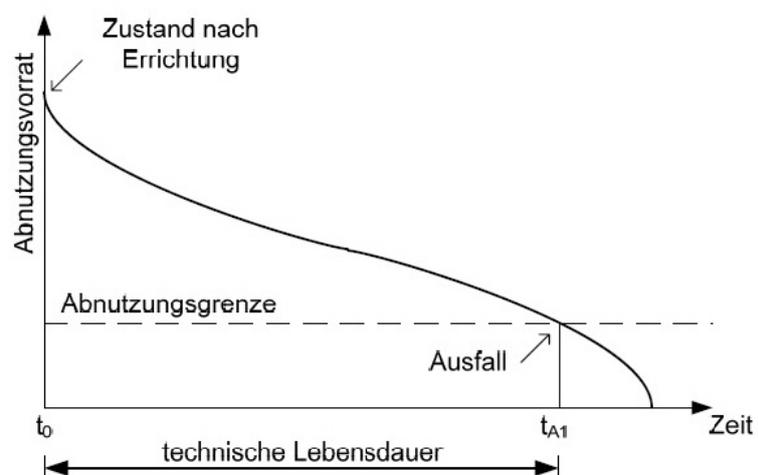
2.3 Theoretische Grundlagen und Begriffe

Standsicherheitsrelevanz Im Sinne der Instandsetzungsrichtlinie [1] liegt eine Gefährdung der Standsicherheit nicht nur bei einem entsprechenden Schaden vor, sondern auch dann, wenn ein Schaden mit großer Wahrscheinlichkeit zukünftig zu erwarten ist.

Entscheidend für Standsicherheitsrelevanz ist also nicht nur der aktuelle Zustand, sondern auch die absehbare zukünftige Entwicklung des derzeitigen Bauzustandes. Damit wird der überwiegende Teil der Instandsetzungsmaßnahmen standsicherheitsrelevant.

Abnutzungsgrenze Standsicherheit, Verkehrssicherheit und Gebrauchstauglichkeit von Stahlbetonbauwerken sollen über einen planmäßigen Nutzungszeitraum gewährleistet werden. Die Abnutzungsgrenze bezeichnet dabei den Mindestsollzustand oder die technische Lebensdauer des Bauwerkes.

Eine genaue Definition hierfür liegt für die meisten Stahlbetonbauwerke nicht vor. Der vorhandene Abnutzungsvorrat ist der Abstand zwischen dem aktuellen Ist-Zustand und der Abnutzungsgrenze. Bei ausreichendem Abnutzungsvorrat kann auf Instandsetzungsmaßnahmen verzichtet werden.



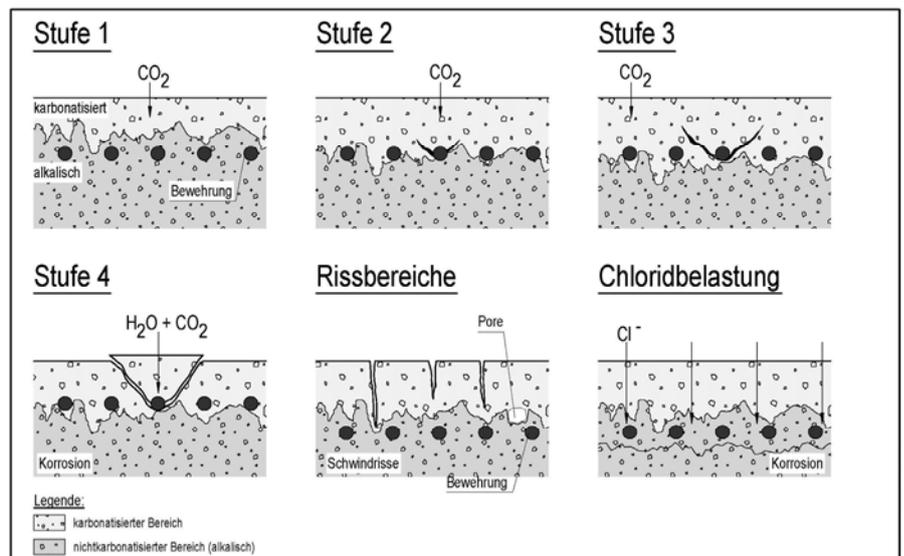
Technische Lebensdauer (J. Klingenberg)

- Risse Rissbildung im Beton ist aus technischen und wirtschaftlichen Gründen unvermeidbar, zudem ist Rissbildung erforderlich, damit der Verbundbaustoff Stahlbeton richtig funktionieren kann:
Der Betonstahl übernimmt die Zugspannungen, der Beton dagegen die Druckkräfte und schützt die Bewehrung durch seine Alkalität vor Korrosion (siehe auch Passivität).
- Betondeckung Die Betondeckung soll im Wesentlichen drei Aufgaben erfüllen:
 1. Schutz der Bewehrung vor Korrosion
 2. Verbundwirkung zwischen Beton und Betonstahl
 3. Schutz vor BrandeinwirkungenGrundsätzlich gilt: Je dichter und dicker die Betondeckung, desto geringer ist das Risiko einer Bewehrungskorrosion.
- Passivität Auf der Oberfläche des Bewehrungsstahls, der sich im nichtkarbonatisierten, alkalischen Beton befindet, bildet sich eine mikroskopisch dünne Oxidschicht, die sogenannte Passivschicht. Durch diese Schicht werden korrosive Prozesse unterbunden. Dieser korrosiv inaktive Zustand wird Passivität genannt.
Wenn der pH-Wert des Betons im Bereich der Bewehrung infolge Karbonatisierung unter 9,5 abfällt oder der Chloridgehalt im Beton einen kritischen Wert überschreitet, wird die schützende Passivschicht an der Betonstahloberfläche entweder örtlich begrenzt oder großflächig zerstört. Durch diese Depassivierung der Betonstahloberfläche beginnt der bislang passive Betonstahl zu korrodieren. [3]

Karbonatisierung Karbonatisierung bezeichnet die Neutralisation des alkalischen Betons von außen nach innen. Saure Bestandteile der Umgebungsluft (Kohlenstoffdioxid CO_2) diffundieren in den Beton und reagieren dort mit der Porenlösung des Zementsteins. Bei dieser chemischen Reaktion kommt es zur Neutralisation der Porenlösung, also zur Karbonatisierung. Hierbei sinkt der pH-Wert von ca. 12,5 auf 8 ab und der Korrosionsschutz des Betonstahls wird (ab einem pH-Wert $<9,5$) aufgehoben (Depassivierung).

Der Betonstahl ist in diesem Bereich nicht mehr ausreichend gegen korrosive Einflüsse geschützt (siehe Sauerstoffkorrosion).

Am Übergang zwischen karbonatisiertem und nichtkarbonatisiertem Beton entsteht eine relativ scharfe und aufgrund der Inhomogenität des Betons unregelmäßige Alkalitätsgrenze, die sogenannte Karbonatisierungsfrent. Die Karbonatisierung bzw. die Karbonatisierungsfrent schreitet mit abnehmender Geschwindigkeit fort und orientiert sich dabei am Verlauf einer Wurzelfunktion („Wurzel-Zeit-Gesetz“). [3]



Die Karbonatisierungsgeschwindigkeit ist von verschiedenen Einflussgrößen wie zum Beispiel Porosität des Betons, Nachbehandlung beim Einbau und den Umgebungsbedingungen während der Nutzung abhängig. Insbesondere die Luftfeuchtigkeit spielt eine wichtige Rolle. Wassergefüllte Betonporen verhindern das Eindringen von CO_2 , sodass frei bewitterte Betonbauteile langsamer karbonatisieren als solche, die regengeschützt der normalen Luftfeuchtigkeit ausgesetzt sind. Bei ca. 45 % bis 75 % relativer Luftfeuchte ist die Karbonatisierungsgeschwindigkeit am Größten.

Karbonatisierungs-
induzierte
Korrosion
(Sauerstoff-
korrosion)

Bei einer Korrosion handelt es sich grundsätzlich um einen elektrochemischen Prozess, bei dem es ähnlich wie bei den Vorgängen in einer Batterie zur Ausbildung von anodischen und kathodischen Bereichen und Teilprozessen kommt.

Unter Sauerstoffkorrosion, bzw. karbonatisierungsinduzierter Korrosion des Betonstahls versteht man die Korrosion, die auftreten kann, wenn der Betonstahl im karbonatisierten Bereich des Betons liegt und seine Passivität damit aufgehoben wurde. Unter dem Einfluss von Wasser und Sauerstoff kommt es zur Korrosion, wobei sich Eisen und Sauerstoff zu Eisenoxid (Rost) verbinden. Die Umwandlung der Stahloberfläche in Rost, also der Querschnittsverlust der Bewehrung, geschieht hierbei im Gegensatz zur chloridinduzierten Korrosion rundum relativ gleichmäßig.

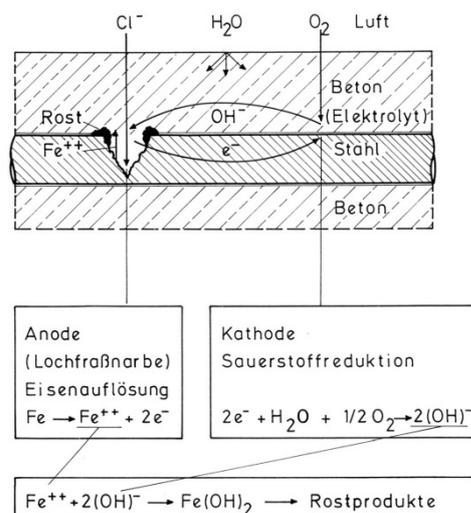
Eisenoxide nehmen ein größeres Volumen (2-3-fach) als der Stahl ein und üben so einen erheblichen Sprengdruck auf die Betondeckung aus, der zu ihrem Abplatzen führen kann. [3]

Chloridinduzierte
Korrosion
(Chloridkorrosion)

Unter chloridinduzierter Korrosion, oder auch Chloridkorrosion versteht man die Korrosion des Betonstahls, die auftreten kann, wenn im Bereich des Stahls infolge Chlorideintritt von außen oder durch Verwendung von chloridhaltiger Ausgangsstoffen für die Betonherstellung (Zuschlagsstoffe, Wasser, bei altem Beton auch Beschleuniger etc.) ein kritischer korrosionsauslösender Chloridgehalt überschritten und damit die Passivschicht des Stahls lokal zerstört wird.

Ein Eintrag von Chloriden in den Beton kann grundsätzlich über Tausalze, Meerwasser, gechlortes Schwimmbadwasser oder chloridhaltige Luft (Küsten-/Seeluft oder PVC-Brandgase) erfolgen.

Bei gleichzeitigem Vorhandensein von Wasser und Sauerstoff kann es im Bereich der zerstörten Passivschicht zur örtlichen, d.h. lokal begrenzten Korrosion des Betonstahls kommen, wobei sich die Chloride nicht verbrauchen, sondern als Katalysator wirken. Diese Form der Korrosion wird auch als Lochfraßkorrosion bezeichnet und ist aufgrund hoher Korrosions- und Abtragsraten als besonders kritisch zu betrachten, da der Stahlquerschnitt innerhalb kurzer Zeit deutlich reduziert wird.



Prinzipskizze chloridinduzierte Korrosion [18]

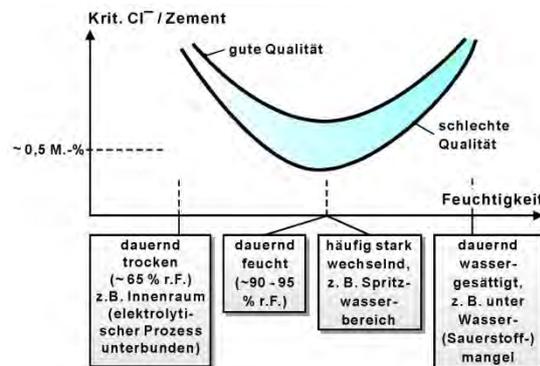
Chloridinduzierte Korrosion kann in karbonatisiertem oder nichtkarbonatisiertem Beton gleichermaßen auftreten. Mit steigendem Chloridgehalt nimmt die Korrosionsgeschwindigkeit erheblich zu. Aus diesem Grund sind Rissbildungen im Beton oder im Oberflächenschutzsystem, schadhafte Abdichtungen und Bereiche, wo Chloride besonders lange einwirken oder sich anreichern können (z.B. im Bereich defekter Fugen oder Entwässerungsleitungen), durch chloridbedingte Korrosion besonders stark gefährdete Stellen.

Zudem bilden sich im Gegensatz zur karbonatisierungsinduzierten Korrosion aufgrund des stark lokalisierten Angriffs oftmals keine ausgeprägten Sprengdrücke, sodass eine Schädigung der Bewehrung von außen häufig nicht oder erst sehr spät erkannt wird.

Kritischer
korrosions-
auslösender
Chloridgehalt

In [1] wird der Grenzwert für einen kritischen Chloridgehalt von 0,50 Massenprozent bezogen auf den Zementgehalt des Betons für einen nicht besonders porigen und nicht ausgewaschenen Normalbeton festgelegt; ab diesem Gehalt ist eine Bewertung durch einen sachkundigen Planer erforderlich.

Der kritische korrosionsauslösende Chloridgehalt an sich ist aber kein fester Grenzwert, denn er hängt von vielen Parametern (Umgebungsbedingungen, Betonqualität, Feuchtegehalt, Lage der Bewehrung u.v.m.) ab.



Einflussparameter für den
korrosionsauslösenden
Chloridgehalt [18]

Während für die Auslösung der Korrosion (Depassivierung) der Chloridgehalt etwa zwischen 0,25 und 0,80 Massenprozent, bezogen auf den Zementgehalt beträgt, können für das Auftreten eines Schadens wie Rissbildung oder Betonablösung deutlich höhere Werte erforderlich sein. Ab einem Chloridgehalt von ca. 0,80 Massenprozent, bezogen auf den Zementgehalt, ist aber zunächst von einer annähernd 100%igen Korrosionswahrscheinlichkeit auszugehen.

Mit steigendem Chloridgehalt nimmt die Korrosionsgeschwindigkeit erheblich zu.

3.0 Örtliche Feststellungen

Folgende Schäden und Schadensbilder wurden im Rahmen unserer örtlichen Untersuchungen festgestellt:

Innenbereich

- a) Undichtigkeiten und Wasserablaufspuren, z.T. mit Aussinterungen und Rostfahnen
- b) Betonablösungen und –rissbildungen mit freiliegender und korrodierter Bewehrung
- c) z.T. nur geringe Betondeckungen an den Beckenwänden und Stützen ($c_{\min} = 11 \text{ mm}$)
- d) erneute Rissbildungen und z.T. verbrauchte Betoninstandsetzungflächen im Fußbereich instandgesetzter Stahlbetonstützen im Bereich des Schwimmerbeckens (einschließlich Sprungturmstütze)
- e) verbrauchte Betoninstandsetzungsflächen im Bereich des Beckenkopfes (Schwimmerbecken)
- f) Schadhafte Fliesenbeläge und defekte dauerelastische Ver fugungen auf den Beckenumgangsdecken und im Anschluss an die aufgehenden Stahlbetonstützen

Außenbereich

- g) Betonablösungen und –rissbildungen mit z.T. freiliegender und korrodierter Bewehrung an den Stahlbetonauflagern für die Stahlfachwerkbinder
- h) Korrosion einiger Stahlfußplatten auf den Stahlbetonauflagern für die Stahlfachwerkbinder
- i) Betonablösungen und –rissbildungen mit freiliegender und korrodierter Bewehrung an den Fassadenelementen im eingeschossigen Bereich

In **Anlage A01** sind für die o.a. Schäden exemplarische Fotos angegeben.

4.0 Materialprüfungen

4.1 Allgemeines

Im Zuge der örtlichen Untersuchungen wurden zahlreiche Bohrkern aus den Stahlbetonstützen und –wänden entnommen und dann am Institut für Materialprüfung der Jade Hochschule Oldenburg untersucht. Die Prüfzeugnisse sind in **Anlage A02** dieser Stellungnahme beigefügt. Insgesamt wurden 19 Bohrkern beprobt.

In Bereichen, in denen die Bewehrung aus statischen Gründen nicht zerstört werden durfte, wurde diese im Vorfeld mit einem Bewehrungssuchgerät lokalisiert, um ein Durchtrennen mit dem Bohrgerät zu verhindern. Vor Ort wurde die Betondeckung der Bewehrung stichprobenartig bestimmt.

Folgende zerstörungsfreie und nicht zerstörungsfreie Untersuchungen wurden durchgeführt:

- Bestimmung der Betondeckung der Bewehrung (örtlich und am Bohrkern)
- Bestimmung der Karbonatisierungstiefen (am Bohrkern)
- Bestimmung der Betondruckfestigkeiten (am Bohrkern)
- Bestimmung der Rohdichte (am Bohrkern)
- Bestimmung des Chloridgehalts (am Bohrkern)

Die einzelnen Prüfergebnisse können dem Materialprüfzeugnis in **Anlage A02** entnommen werden.

4.2 Betondeckung der Bewehrung

In schadstellenfreien Bereichen wurde die Betondeckung zerstörungsfrei mit einem Bewehrungssuchgerät des Typs Ferrosan PS 200 der Marke HILTI überprüft.

Folgende Betondeckungen, sortiert nach Bauteil und Entnahmestelle, wurden anhand der örtlichen Messungen festgestellt:

Bauteil, Entnahmestelle	Örtl. Messung / Bohrfern	Betondeckung gemäß Bestands- unterlagen	Min. Betondeckung (in mm) (gemessen von der Oberkante des Bauteils)	
			Lage 1	Lage 2
Beckenwand und -kopf, großes Schwimmerbecken (Beckenumgang)	ÖM	k. A.	13 bis 25	k. A.
Außenwand, nahe großes Schwimmerbecken (Beckenumgang)	ÖM	k. A.	20 bis 40	k. A.
Stütze / Wandscheibe, Nichtschwimmerbecken (Beckenumgang)	ÖM	k. A.	12	k. A.
Stütze (Innenbereich Schwimmhalle)	ÖM	k. A.	11 bis 19	k. A.

Anmerkungen:

Bei den örtlichen Messungen handelt es sich um stichprobenartige Untersuchungen, bei denen lediglich der Minimalwert notiert wurde. Die genaue Lage der örtlichen Betondeckungsmessungen im Grundriss ist **Anlage A03** zu entnehmen.

4.3 Betondruckfestigkeit

An sieben Bohrkernen, entnommen aus verschiedenen Bauteilen, wurde die Druckfestigkeit des Betons bestimmt:

Bauteil	Druckfestigkeit
Stütze des Sprungturms im Bereich des Beckenumganges	65,1 N/mm ²
Beckenwand großes Schwimmerbecken im Bereich des Beckenumganges	87,4 N/mm ²
Beckenwand großes Schwimmerbecken im Bereich des Beckenumganges	82,6 N/mm ²
Beckenwand großes Schwimmerbecken im Bereich des Beckenumganges	65,0 N/mm ²
Beckenwand großes Schwimmerbecken im Bereich des Beckenumganges	68,8 N/mm ²
Stütze / Wandscheibe Nichtschwimmerbecken im Bereich des Beckenumganges	49,2 N/mm ²
Stütze des Sprungturms im Innenbereich der Schwimmhalle	75,6 N/mm ²

Die Ergebnisse zeigen insgesamt gut bis sehr gute Betondruckfestigkeiten.

4.4 Rohdichte

Im Zuge der Druckfestigkeitsbestimmungen wurden auch die Rohdichten der Bohrkernbestimmungen bestimmt. Die Ergebnisse zeigen keine Auffälligkeiten, die auf eine besonders große Porosität schließen lassen.

4.5 Karbonatisierungstiefe

An insgesamt 16 Bohrkernen wurden die Karbonatisierungstiefen überprüft. Folgende Karbonatisierungstiefen, sortiert nach Bauteil und Entnahmestelle, wurden festgestellt:

Bauteil, Entnahmestelle	Karbonatisierungstiefe gemessen von der Bohrkernoberkante
Beckenwand und -kopf, großes Schwimmerbecken (Beckenumgang)	3 bis 15 mm
Beckenwand, Studiobecken (Beckenumgang)	6 bis 24 mm
Stütze / Wandscheibe, Nichtschwimmerbecken (Beckenumgang)	30 bis 49 mm
Stütze des Sprungturms (Beckenumgang)	29 mm
Stütze des Sprungturms (Innenbereich Schwimmhalle)	3 bis 8 mm
Stütze (Innenbereich Schwimmhalle)	8 bis 15 mm

Die Ergebnisse zeigen, dass die Karbonatisierung die Bewehrung in Teilbereichen erreicht hat.

4.6 Chloridgehalt

An allen Bohrkernen wurde der Chloridgehalt in abgestuften Tiefen bestimmt. Die Ergebnisse zeigen zum Teil auch in größerer Tiefe erhebliche Chloridgehalte deutlich oberhalb des in [1] genannten Grenzwertes von 0,50 M-% bezogen auf den Zementgehalt des Betons. Aufgrund der z.T. geringen Betondeckung der Bewehrung haben die Chloride an der überwiegenden Zahl der Probestellen die Bewehrung erreicht.

An Schadstellen mit Wasserablaufspuren und Salzablagerungen ist der Chloridgehalt am größten (siehe Bohrkern BK 2 und BK 14).

Die Messergebnisse sind in **Anlage A02** zusammengefasst.

5.0 Sichtung der Bestandsunterlagen

5.1 Vorhandene Betoninstandsetzungen

Zu den bereits vorhandenen und z.T. verbrauchten Betoninstandsetzungsflächen im Bereich der Stützenfüße, des Sprungturms und der Beckenwände liegt in den uns zur Verfügung gestellten Bestandsunterlagen keine Dokumentation bezüglich Planung und Ausführung sowie zu den verwendeten Materialien vor.

5.2 Stahlbetonbeckenwände und -köpfe der Schwimmer- und Nichtschwimmerbecken

Zu den untersuchten Stahlbetonbauteilen des Schwimmerbeckens und des Nichtschwimmers sind einige Bestandsunterlagen mit Detailangaben zur baulichen Durchbildungen vorhanden [A]. Von besonderer Bedeutung sind hierbei die Angaben zu den seinerzeit ausgeführten Abdichtungsmaßnahmen. Einige Auszüge mit den wesentlichen Details sind in den Abbildungen 1 bis 4 angegeben. In Abbildung 1 wurde das vorhandene Detail nachgezeichnet, um das wichtige Detail der horizontalen Fuge deutlich hervorzuheben.

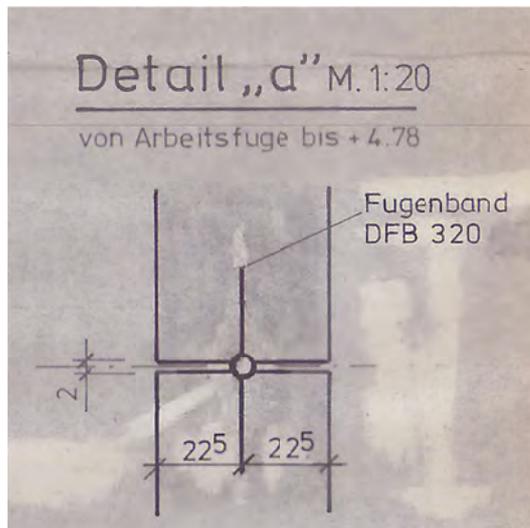


Abbildung 2 Horizontalschnitt durch die vertikale Arbeitsfuge in Achse 5/6 bzw. 2/3 [A]

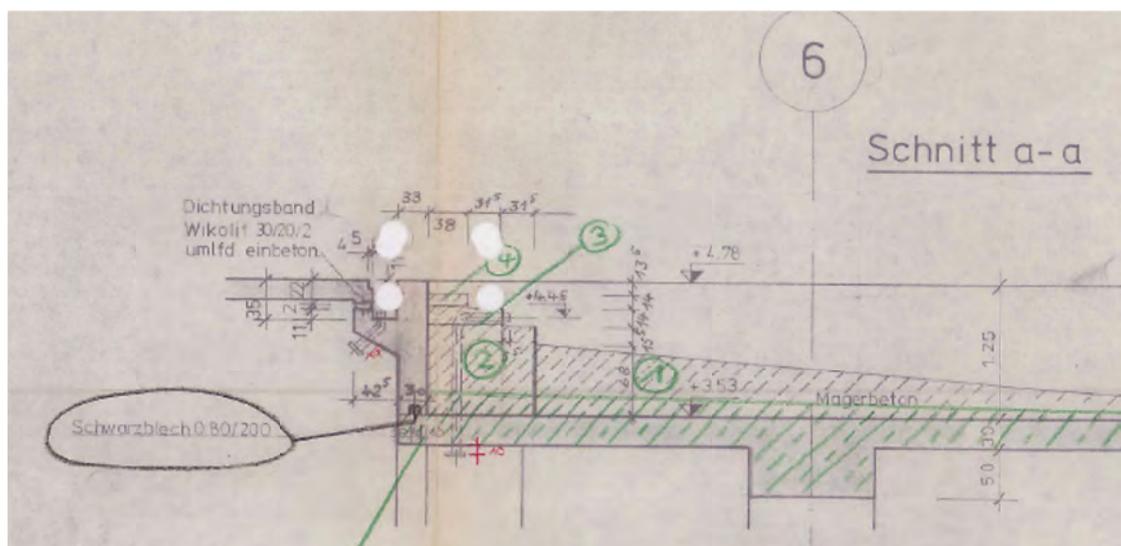


Abbildung 3 Schnitt a-a, Vertikalschnitt Nichtschwimmerbecken, Schalplan S22c [A]

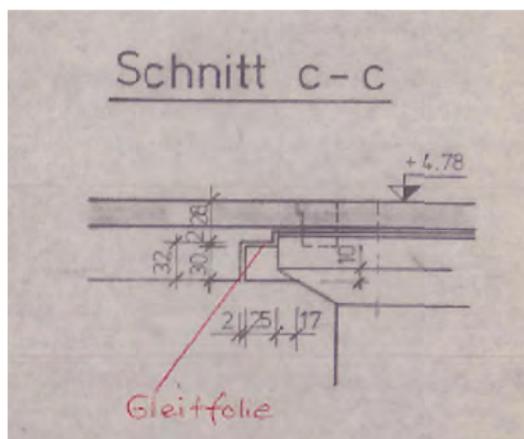


Abbildung 4 Schnitt c-c, Vertikalschnitt Beckenkopf Nichtschwimmerbecken, Schalplan S22c

6.0 Sonstige Feststellungen

6.1 Dachkonstruktion – Stahlträger und Trapezblecheindeckung

Die visuelle Inspektion der Stahlträgerkonstruktion des Daches und der Unterseiten der Trapezblecheindeckung ergab folgende Feststellungen:

- z.T. fortgeschrittene Korrosion der Auflagerplatten außen (alte Achse 44)
- Wasserablaufspuren im Übergang Stahltragwerke – Stahlbleche der Außenwandverkleidung (vermutlich ablaufende Kondensate)
- Leichte Korrosion der Abhänger für Lüftungsrohre

Im Innenbereich der Schwimmhalle wurden keine Auffälligkeiten festgestellt. Wegen des Schwimmbadbetriebes und der äußerst eingeschränkten Zugänglichkeit konnte keine handnahe Inspektion durchgeführt werden. Die Untersuchungen von der Gebäudeaußen-seite zeigen im Bereich abblätternder Farbe, dass die die Außenwände durchstoßenden Stahlbauteile einen gesonderten Korrosionsschutz in Form einer Verzinkung besitzen. Im Außenbereich wurden signifikante korrosionsbedingte Schäden nur an den Stahlaulagerplatten der Stahlfachwerkbinder festgestellt.

6.2 Dachkonstruktion – Stahlbetonbauteile

Die Stahlbetonaullager für die Stahltragwerke zeigen stellenweise Rissbildungen und Betonablösungen mit z.T. freiliegender korrodierter Bewehrung

6.3 Vorgehängte Stahlbetonfassadenelemente

Bei der Besichtigung der Auflager für das Stahltragwerk fielen auch Schäden an den Fassadenelementen der eingeschossigen Gebäudeteils auf:

- Horizontale Rissbildungen mit Moosbesatz im Bereich der unteren Elementunterkante
- Rissbildungen und Betonablösungen mit freiliegender korrodierter Bewehrung.

7.0 Bewertung und Vorschläge zur Instandsetzung

7.1 Allgemeines

Die wasserseitigen Beckenwände und die Oberseiten der Beckenumgangsdecken wurden aufgrund des laufenden Badebetriebes nicht untersucht.

Die durchgeführten örtlichen Untersuchungen und besonders die Materialprüfungen ergaben Erkenntnisse zu lokalen Schäden, Materialgüten und –eigenschaften.

Ein heterogener Baustoff wie Stahlbeton kann bauart- und herstellungsbedingt in ein und demselben Bauteil durchaus unterschiedliche Qualitäten aufweisen. Insofern basiert eine Bewertung zur Standsicherheit und Dauerhaftigkeit immer auf Stichproben. Eine hohe Anzahl an Materialproben und Untersuchungen verbessert die Bewertungsergebnisse, kann aber lokale Abweichungen nie gänzlich ausschließen.

Die für dieses Zustandsgutachten durchgeführten Untersuchungen zeigen Schäden und Schadensmechanismen auf. Um die für die Planung und Ausführung erforderlicher Betoninstandsetzungsarbeiten notwendige Bestimmung des genauen Schadensumfangs hinreichend genau zu bestimmen, sind im Regelfall zusätzliche Untersuchungen erforderlich.

Auf die in [1] beschriebenen und zu beachtenden Vorgaben wird hingewiesen. Entscheidend für eine erfolgreiche Betoninstandsetzung ist eine detaillierte und vollständige Instandsetzungsplanung, die Ausführung durch besonders für entsprechende qualifizierte Fachfirmen und deren Überwachung.

Wesentliche Punkte der Instandsetzungsplanung sind:

- Bestellung eines sachkundigen Planers nach [1]
- Festlegung des Soll-Zustandes und Definition der Restnutzungsdauer
- Beschreibung wesentlicher Expositionen und Belastungen
- Ggf. weitergehende Untersuchungen zur Konkretisierung des Schadensumfangs und der instand zu setzenden Bereiche
- Berücksichtigung der Ergebnisse von Standsicherheitsuntersuchung des Tragwerksplaners

- Auswahl und Angabe des endgültigen Instandsetzungskonzeptes
- Überschlägige Massenermittlung und Kostenschätzung.

7.2 Standsicherheitsrelevanz

Es handelt sich durchweg um standsicherheitsrelevante Schäden im Sinne der Instandsetzungsrichtlinie [1].

7.3 Schwimmerbecken

7.3.1 Dehnungsfugen Beckenwände und Beckenumgangsdecke

Im Bereich der Dehnungsfugen sind zum Teil deutliche Chloridkontaminationen, Rissbildungen, Betonablösungen, freiliegende, korrodierte Bewehrung und erhebliche Wasserablaufspuren vorhanden. An einer Wanddehnungsfuge ist bereits ein Auffangbehältnis platziert worden, das zum Zeitpunkt der Begehung bis zum Rand mit Wasser gefüllt gewesen ist. Im Bereich einer schadhafte Deckenfuge ist eine metallene Rinne zur Wasserableitung montiert worden.

Der an die Fugen angrenzende Beton ist vielfach stark durchfeuchtet. Ob das Austreten des Badewassers durch Umläufigkeiten an den einbetonierten Fugendichtungsbander verursacht oder durch Abfließen aus dem im Bereich der horizontalen Beckenkopffuge (siehe Abbildung 1) eingedrungenen Badewasser hervorgerufen wird, konnte nicht festgestellt werden. Die Abdichtung der Beckenkopffuge ist laut den Bestandsunterlagen mit einem wasserseitigen Fugendichtungsband ausgeführt worden. Eine Überprüfung der einbetonierten Fugenbänder ist aus baulichen Gründen nicht ohne großflächige Bauteilöffnungen mit Zerstörung der ober- bzw. wasserseitigen Abdichtung und damit nicht bei laufendem Schwimmbadbetrieb möglich.

Die stetige Wasser- und Chloridanreicherung haben bereits zu umfangreichen Betonschädigungen an der Außenseite der Beckenwand geführt. Auf Dauer kann ein Fortschreiten der Betonschäden zu Einschränkungen bei der Einbettung des Fugenbandes führen, was wiederum verstärkte Wasserdurchtritte zur Folge haben kann. Eine Instandsetzung geschädigter Betonbereiche ist erforderlich.

7.3.2 Beckenkopf

Die Fuge zwischen Beckenumgangsdecke und Beckenkopfkonsole ist im Beckenumgang umlaufend dauerelastisch verfugt worden. In Bereichen mit schadhafter Ausfugung (Verlust der Flankenhaftung, Betonablösungen etc.) läuft Wasser an der Beckenkopfkonsole herab. Wo das Wasser aus dem Becken in die Deckenfuge eindringt, konnte nicht festgestellt werden. Durch die dauerelastische Verfüzung kann sich das chloridhaltige Wasser

hinter dem dauerelastischen Fugenmaterial verteilen, so dass die Stelle mit der schadhaf-ten Abdichtung und die Wasseraustrittsstelle sehr weit voneinander entfernt sein können.

Die hiermit verbundene Möglichkeit einer langen Verweildauer mit nur langsamem Ablau-fen des chloridhaltigen Wassers und einer schwankenden Wassersättigung des wasser-berührten Betons birgt die Gefahr einer starken Chloridanreicherung im Beton des Be-ckenkopfes und der darauf aufgelagerten Beckenumgangsdecke. Zugleich ist eine Ein-grenzung der chloridkontaminierten Bereiche hierdurch erschwert. Die außenseitig zutage getretenen Schäden sprechen für eine ähnlich hohe Chloridkontamination hinter der dau-erelastischen Verfugung. Es können der Beckenkopf insgesamt als auch die Enden der Beckenumgangsdecke oberhalb der laut Bestandsplan eingebauten 2-lagigen Gleitfolie betroffen sein.

Die stellenweise bereits vorhandenen Schäden zeigen die Gefährdung dieses Bereiches sehr deutlich. Insbesondere die in den aus den Beckenköpfen entnommenen Bohrkern BK 5 und BK 8 besitzen auch in größerer Tiefe Chloridwerte deutlich oberhalb des in [1] genannten Grenzwertes von 0,50 Massenprozent bezogen auf den Zementgehalt und sind damit besonders aussagekräftig.

Eine Prognose des tatsächlichen Schadenumfangs durch bereits vorhandene Schädigun-gen oder durch Korrosionsgefährdung infolge zu hoher Chloridgehalte kann aus den o.g. Gründen derzeit nicht getätigt werden.

Im ungünstigsten Fall kann der gesamte Beckenkopf mit den angrenzenden Deckenberei-chen oberhalb der Beckenkopfkonsole betroffen sein.

7.3.3 Vorschläge für die Instandsetzung

Bei unveränderter Wassereinwirkung ist eine beschleunigte Schadenszunahme zu erwar-ten. Eine Instandsetzung geschädigter Betonbereiche ist erforderlich. Voraussetzung für die erfolgreiche Instandsetzung ist die Instandsetzung der defekten Abdichtung oder die Herstellung einer neuen, wasserseitigen Abdichtungsebene. Zukünftige Wasserzutritte müssen verhindert werden.

Chloridbelasteter Beton muss im Allgemeinen soweit abgetragen werden, dass keine Bewehrung mehr im Beton mit kritischem Chloridgehalt, verbleibt. Es ist dabei zu beachten, dass der Betonabtrag tief genug und damit ggf. auch bis hinter die Bewehrung erfolgen muss. Ein zusätzlicher Sicherheitsaufschlag ist zu berücksichtigen. Nur so kann verhindert werden, dass Chloride in kritischen Konzentrationen aus tieferen Schichten in die Nähe der Bewehrung zurückdiffundieren.

7.4 Nichtschwimmerbecken

7.4.1 Beckenkopf

An einigen Stellen sind erhebliche Wasserablaufspuren und Aussinterungen am Beckenkopf vorhanden. Die Stahlbetonstützen sind z.T. oberflächlich völlig durchfeuchtet bzw. wasserbenetzt. Größere Betonschäden in Form von Betonablösungen und korrodierter Bewehrung sind bislang aber noch nicht festzustellen.

Die in Bereichen deutlicher Wasserablaufspuren entnommenen Bohrkern BK 9 bis BK 11 zeigen überwiegend nur in der äußeren Untersuchungsschicht Chloridgehalte deutlich oberhalb des in [1] genannten Grenzwertes von 0,50 Massenprozent. Allerdings sind zugleich sehr hohe Karbonatisierungstiefen bis in den Bereich der Bewehrung erreicht worden, so dass die Bewehrung nicht mehr durch das alkalische Milieu einen nichtkarbonatisierten Betons gegen Korrosion geschützt ist.

Durch die permanente Wassereinwirkungen besteht eine erhöhte Korrosionsgefährdung für die eingebaute Bewehrung.

7.4.1 Vorschläge für die Instandsetzung

Voraussetzung für die erfolgreiche Instandsetzung ist auch hier die Instandsetzung der defekten Abdichtung oder die Herstellung einer neuen, wasserseitigen Abdichtungsebene. Zukünftige Wasserzutritte müssen verhindert werden.

Geschädigte Betonbereiche sind instanzzusetzen. Es wird empfohlen, im Zuge der Instandsetzungsplanung am Nichtschwimmerbecken ein umfassendes Chloridprofil erstellen.

len zu lassen, um die bisherigen Ergebnisse, die eine Chloridanreicherung nur in der äußersten Betonschicht nachgewiesen haben, in der Gesamtfläche zu bestätigen.

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand kann in diesem Fall auf eine Betoninstandsetzung mit Abtrag chloridkontaminierter Betons verzichtet werden, zumal eine regelmäßige Kontrolle der Betonflächen aufgrund der guten Zugänglichkeit möglich ist.

Um ein weiteres Vordringen der Karbonatisierung zu verhindern, wird der vollflächige Auftrag eines wasserdampfdiffusionsoffenen und karbonatisierungsbremsenden Oberflächenschutzsystems auf die Stahlbetonflächen der Stützen und der Beckenkopfseiten empfohlen.

7.5 Studiobecken

7.5.1 Beckenwände und Beckenkopf

An diesen Bauteilen sind ebenfalls umfangreiche Wasserablaufspuren und Aussinterungen vorhanden. Die Stahlbetonwandflächen sind an zwei Beckenecken z.T. oberflächlich völlig durchfeuchtet bzw. wasserbenetzt. Größere Betonschäden in Form von Betonablösungen und korrodierter Bewehrung sind bislang aber noch nicht festzustellen.

Die in Bereichen deutlicher Wasserablaufspuren entnommenen Bohrkerne BK 12 bis BK 14 zeigen z.T. bis in größere Tiefe Chloridgehalte deutlich oberhalb des in [1] genannten Grenzwertes von 0,50 Massenprozent. Auch sind z.T. hohe Karbonatisierungstiefen erreicht worden, so dass die Bewehrung an diesen Stellen ebenfalls nicht mehr durch das alkalische Milieu einen nichtkarbonatisierten Betons gegen Korrosion geschützt ist. Der im Bohrkern BK 14 angebohrte Betonstahl mit einer Betondeckung von 27 mm zeigt beginnende Korrosion.

Durch die permanente Wassereinwirkungen besteht eine erhöhte Korrosionsgefährdung für die eingebaute Bewehrung.

7.5.2 Vorschläge für die Instandsetzung

Wie bei den übrigen Becken ist die Instandsetzung der defekten Abdichtung oder die Herstellung einer neuen, wasserseitigen Abdichtungsebene Voraussetzung für die erfolgreiche Instandsetzung des Betons. Zukünftige Wassereinwirkungen müssen auch hier vermieden werden.

Die geschädigten Betonbereiche insbesondere im Bereich der beiden stark durchfeuchteten Wandecken mit Chloridkontaminierung bis in die Tiefe der Bewehrung und zu hohem Chloridgehalt sind in Form einer Betoninstandsetzung mit Abtrag des chloridhaltigen Betons instanzusetzen, um ein Fortschreiten der beginnenden Schäden zu verhindern. Im Zuge der Instandsetzungsplanung ist an den Außenseiten des Studiobeckens ein umfassendes Chloridprofil zu erstellen, um die Betonabtragsflächen und –tiefen genauer zu bestimmen. Zusätzliche Potentialmessungen an den gut zugänglichen Außenseiten können (weitgehend) zerstörungsfrei Bereiche mit einer erhöhten Gefährdung durch aktive, chloridbedingte Korrosion eingrenzen und werden daher für die weitergehenden Untersuchungen im Zuge der Instandsetzungsplanung empfohlen.

Eine regelmäßige Kontrolle der Betonflächen ist aufgrund der relativen guten Zugänglichkeit möglich, so dass Flächen, die zunächst nicht instandgesetzt werden, regelmäßige auf beginnende Schäden hin überprüft werden können. Nach derzeitigen Kenntnisstand kann die Betoninstandsetzung chloridkontaminierten Betons voraussichtlich auf die Bereiche mit intensiven Wassereinwirkungen (überwiegend die dem Hauptkeller zugewandten Wandecken) beschränkt werden.

Um ein weiteres Vordringen der Karbonatisierung zu verhindern, wird der vollflächige Auftrag eines wasserdampfdiffusionsoffenen und karbonatisierungsbremsenden Oberflächenschutzsystems auf die Stahlbetonaußenflächen des Studiobeckens empfohlen.

7.6 Stahlbetonstützen im Bereich des Schwimmerbeckens

7.6.1 Stahlbetonstützen und Sprungturmstütze oberhalb der Beckenumgangsdecke

An diesen Bauteilen sind z.T. bereits Betoninstandsetzungen durchgeführt worden, die sich stellenweise bereits ablösen. Es sind kleinere Rissbildungen, Betonablösungen und korrodierte Bewehrung im Bereich der Stützenfüße vorhanden.

Die aus den Stützenfüßen entnommenen Bohrkernen weisen z.T. bis in größere Tiefe Chloridgehalte deutlich oberhalb des in [1] genannten Grenzwertes von 0,50 Massenprozent. Die Betondeckung der Bewehrung beträgt tlw. weniger als 15 mm, so dass die Chloride die Bewehrung erreicht haben. Im Bereich der Wasserablaufspuren am Sprungturm im Beckenumgangskeller wurden die höchsten Chloridwerte mit den größten Eindringtiefen festgestellt.

Der an die Stützenfüße anschließende Fliesenbelag bzw. die abschließende dauerelastische Verfugung ist stellenweise schadhaft, so dass chloridhaltiges Badewasser ztw. auf den Stützenbeton einwirken konnte. Gerade in diesem Bereich sind herstellungsbedingte Arbeitsfugen mit oftmals geringerer Betonqualität (Kiesnester, Entmischungen, fehlerhafte Lage der Anschlußbewehrung etc.) vorhanden, die in diesem Fall nicht durch ein seitliches Hochziehen der Abdichtung geschützt worden sind. Chloridkontaminationen werden mit hoher Wahrscheinlichkeit auch in Höhe der Rohdecke anzutreffen sein.

Auch hat die Karbonatisierung die Bewehrung, die stellenweise nur sehr geringe Betondeckung aufweist, erreicht.

Betonbereiche mit Chloridkontaminierung bis in die Tiefe der Bewehrung und einem zu hohem Chloridgehalt sind in Form einer Betoninstandsetzung mit Abtrag chloridhaltigen Betons instandzusetzen, um ein Fortschreiten der beginnenden Schäden zu verhindern. Die schadhaften Betoninstandsetzungen sind fachgerecht zu erneuern und die Instandsetzungsbereiche ggf. zu vergrößern. Ein Chloridprofil zur Bestimmung von Abtragstiefen und –flächen ist erforderlich.

Um ein weiteres Vordringen der Karbonatisierung zu verhindern, wird der vollflächige Auftrag eines wasserdampfdiffusionsoffenen und karbonatisierungsbremsenden Oberflächen-

schutzsystems empfohlen. Im Stützenfußbereich muss die Abdichtungsebene im Bereich des Estrich an die Stützen und dort ausreichend hoch angeschlossen werden, um die Stützenfüße und Arbeitsfugen vor eindringenden Chloriden zu schützen.

7.6.2 Stahlbetonstützen im Obergeschoß (Auflager Stahltragwerk)

An diesen Bauteilen sind z.T. kleinere, horizontale Haarrissbildungen und unterschiedliche Oberflächenqualitäten vorhanden. Jeweils eine Stützenseite ist deutlich rauere als die übrigen Stützenseiten. Die Haarrisse sind jeweils in Höhe der horizontalen Bügelbewehrung und an diesen Stützenseiten vorhanden. Es handelt sich bei den rauen Stützenseiten offenbar jeweils um die Einfüllseite liegend hergestellter Fertigteilstützen.

Die Betondeckung der Bügel ist sehr gering (stellenweise nur 11 mm bis 12 mm). Sonstige Schäden sind nicht vorhanden.

Einschränkungen bei Standsicherheit und Dauerhaftigkeit sind nicht gegeben. Eine Betoninstandsetzung ist nicht erforderlich.

7.7 Auflager der Stahlfachwerkbinder im Außenbereich

7.7.1 Stahlbetonaufleger

An einigen der Stahlbetonaufleger im Außenbereich (alte Achse 44) sind Rissbildungen, beginnende Betonablösungen und korrodierte Bewehrung vorhanden.

Eine lokale Instandsetzung des geschädigten Betons ist erforderlich. Aufgrund der stellenweise recht geringen Betondeckung wird zusätzlich der vollflächige Auftrag eines wasserdampfdiffusionsoffenen und karbonatisierungsbremsenden Oberflächenschutzsystems erforderlich werden.

7.7.2 Stahlauflegerplatten der Stahlfachwerkbinder

Einige Stahlauflegerplatten auf den in 7.7.1 beschriebenen Stahlbetonauflagern weisen Korrosion, in einem Fall auch fortgeschrittene Korrosion auf. Eine statische Beurteilung sowie eine Instandsetzung des Korrosionsschutzes sind erforderlich.

7.8 Korrosion/ Korrosionsschutz der Stahlbauteile (Dachkonstruktion Schwimmerhalle)

7.8.1 Unterseiten Trapezbleche

An den Unterseiten der Trapezbleche konnte augenscheinlich keine Korrosion festgestellt werden. Eine handnahe Prüfung der Flächen war nicht möglich.

7.8.2 Stahlfachwerke

An den im Innenbereich einsehbaren Stahlkonstruktionen konnte augenscheinlich keine Korrosion festgestellt werden. Eine handnahe Prüfung wurde nicht durchgeführt.

Im Innenbereich sind im Bereich der Durchdringung der Stahlfachwertgurte durch die Außenwand Wasserablaufspuren, an einer Stelle mit leichten Rostspuren (vermutlich hervorgerufen durch ablaufende Kondensate) vorhanden.

An den frei bewitterten Stahlbauteilen in den Auflagerbereichen (alte Achse 44) wurde lediglich im Bereich der Auflagerung Korrosion festgestellt (siehe Kap. 7.7.2). Im Bereich der Durchdringung der Stahlfachwertgurte durch die Außenwand konnten visuell keine Schäden oder Korrosion festgestellt werden. Hinter abblätternder Farbe ist ein gesonderter Korrosionsschutz vorhanden (vgl. Bild Nr. 50).

7.9 Stahlbetonfassadenelemente

An einigen der Stahlfassadenelemente im eingeschossigen Gebäudeteil (nahe der alten Achse 44) sind Rissbildungen, Betonablösungen und korrodierte Bewehrung vorhanden. Betoninstandsetzungen der Fassadenunterseiten sind stellenweise verbraucht und lösen sich wieder ab.

Eine Instandsetzung des Betons ist erforderlich.

8.0 Zusammenfassung

Das Universitätsbad der Stadt Bremen soll umfassend saniert werden. Wir wurden beauftragt, als Basis für weitere Planungen, den Ist-Zustand der Schwimmbecken sowie der angrenzenden Stahlbetonbauteile zu untersuchen, Schäden zu dokumentieren und zu bewerten sowie ggf. erforderliche Instandsetzungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Zusätzlich wurde eine Inaugenscheinnahme der Stahlbinderauflager und der Trapezblecheindeckung hinsichtlich Korrosion durchgeführt.

Die Untersuchungen zeigen, dass an allen drei Becken und an den Stahlbetonstützen im Schwimmbeckenbereich zum Teil erhebliche Betonschäden, fortgeschrittene Karbonatisierung des Betons mit dem damit verbundenen Verlust des Korrosionsschutzes für die eingebaute Bewehrung sowie erhebliche Chloridkontaminationen mit der Gefahr chloridinduzierter Korrosion der Bewehrung vorhanden sind. Zudem sind erhebliche Wasserablaufspuren und Wassereinwirkungen infolge defekter Abdichtungsebenen vorhanden.

Aufgrund der baulichen Durchbildung der Beckenköpfe am Schwimmerbecken ist der tatsächliche Schadensumfang für die Schwimmerbeckenköpfe derzeit nicht sicher zu bestimmen. Im ungünstigsten Fall kann der gesamte Beckenkopf durch chloridinduzierte Korrosion der Bewehrung infolge einer Anreicherung von Chloriden aus dem Badewasser gefährdet oder bereits betroffen sein.

Korrosion an den Stahlfachwerkbindern und den Trapezblechunterseiten konnte im Innenbereich der Schwimmhalle nur an einer Stelle in sehr geringem Umfang festgestellt werden. An den Auflagern der Stahlfachwerkbinder auf den Stahlbetonstützen im Bereich der Tribünen sind im Außenbereich sowohl Schäden an den Stahlauflegerplatten durch Korrosion als auch Betonschäden in Form von Rissen, Betonabsprengungen und korrodierter Bewehrung vorhanden.

Die Stahlbetonfassadenplatten am angrenzenden eingeschossigen Gebäudeteil zeigen ebenfalls fortgeschrittene Betonschäden.

Der Schadensumfang ist erheblich. In Teilbereichen sind die Dauerhaftigkeit und damit die technische Lebensdauer deutlich eingeschränkt.

Prinzipielle Möglichkeiten der Instandsetzung geschädigter oder nicht mehr korrosionsschutzter Betonbauteile sind angegeben. Auf die Notwendigkeit einer umfassenden Instandsetzungsplanung nach [1] wird hingewiesen.

Dipl.-Ing. Edzard Wulf

Zertifizierter Sachkundiger Planer für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (DPÜ-Reg.-Nr. 116)
Mitglied im Bau-Überwachungsverein e.V. Berlin

M. Eng. Etje Müller

Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 1

Übersicht
erbecken Schwimm-



Bild 2

Ansicht Sprungturm



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 3

Detail zu Bild 2

Rostfahnen,
Betonablösung,
Betoninstandsetzungs-
fläche



Bild 4

Detail zu Bild 2

Freiliegende korrodierte
Bewehrung, Betonablö-
sung, Rissbildung, sehr
geringe Betondeckung



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 5

Stützenreihe am
Schwimmerbecken



Bild 6

Detail Stützenfuß

Betoninstandsetzungs-
fläche mit Rissbildung



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 7

Detail Stützenfuß

Rissbildung



Bild 8

Detail Stützenfuß

Betoninstandsetzungs-
fläche,
offene Fuge oberhalb
der Sockelfliese



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 9

Detail Stützenfuß

Betoninstandsetzungs-
fläche mit Rissbildung,

Verlust der Flankenhaf-
tung des Fugenmateri-
als



Bild 10

Beckenumgang am
Sprungturm



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 11

Schadhafte Beckenfuge



Bild 12

Detail zu Bild 11

Wasserablaufspuren



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 13

Untersicht Beckenfuge
am Beckenkopf und
Untersicht Beckenum-
gangsdecke

Wasserablaufspuren,
Rostfahnen,
Rissbildungen



Bild 14

Übersicht Beckenum-
gangsdecke

Wasserablaufspuren,
Rostfahnen,
Rissbildungen



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 15

Sprungturmstütze im
Beckenumgang mit
Wasserablaufspuren
und Rostfahnen



Bild 16

Detail zu Bild 15

Sprungturmstütze

Rissbildung,
Aussinterung,
Wasserablaufspuren



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 17

Detail zu Bild 16



Bild 18

Wandfuß

Betonablösung,
freiliegende korrodierte
Bewehrung



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 19

Schadhafte Beckenfuge



Bild 20

Beckenkopf mit Wasserablaufspuren.

Die Rostfahnen werden durch Korrosion der Profile für die Unterdecken hervorgerufen.



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 21

Bodenfuge

Dichtungsmaterial defekt.

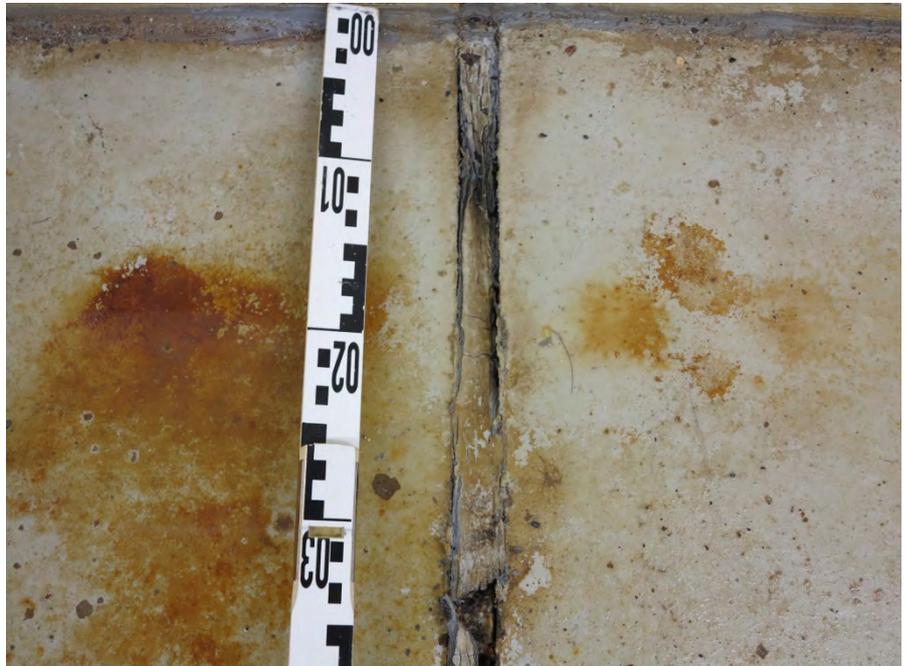


Bild 22

Beckenwand und Beckenkopf mit Wasserablaufspuren und Rostfahnen



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 23

Detail zum Beckenkopf
in Bild 22

Verbrauchte Betonin-
standsetzung,
freiliegende korrodierte
Bewehrung



Bild 24

Beckenkopf

Betonablösung,
freiliegende korrodierte
Bewehrung



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 25

Deckenfuge mit nachträglich montierter Rinne zur Ableitung des Beckenwassers



Bild 26

Fuge zwischen Decke und Beckenkopf mit dauerelastischer Verfüllung.

In Teilbereichen ist die Oberfläche durch die Einwirkung chloridhaltigen Wassers deutlich in der Struktur verändert. Das Material kann mechanisch sehr leicht abgerieben werden.



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 27

Beckenkopf

Betonablösung mit
Rissbildung und Was-
serablaufspuren



Bild 28

Beckenkopf mit Fuge

Wasserablaufspuren,
Rostfahnen,
Betonablösungen



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 29

Ansicht Dehnungsfuge
Schwimmerbecken-
wand

Wasserablaufspuren,
freiliegende korrodierte
Bewehrung, großflächige
Betonablösung,
Rissbildung, sehr ge-
ringe Betondeckung



Bild 30

Detail zu Bild 29



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 31

Detail zu Bild 30

Vollständig durchgerostete Bewehrung



Bild 32

Detail zu Bild 29

Verbrauchte Instand-
setzungfläche



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 33

Detail zu Bild 29

Auffangbehälter für
austretendes Bade-
wasser, ausgeprägte
Aussinterungen



Bild 32

Wandfuß im Be-
ckenumgang
Schwimmerbecken

freiliegende korrodierte
Bewehrung, großflächige
Betonablösung, sehr
geringe Betondeckung



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 33

Nichtschwimmerbecken



Bild 34

Stützenfuß im Durchgang zum Nichtschwimmerbecken mit Pfützenbildung



Anlage A01 Fotodokumentation

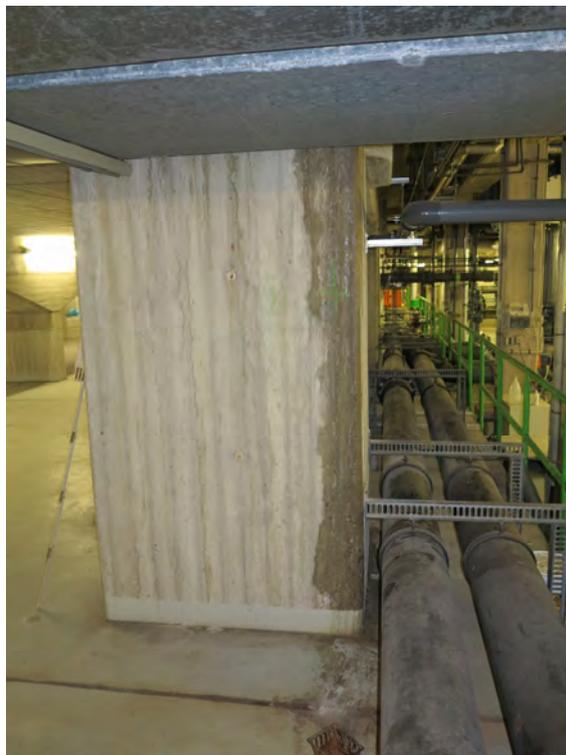
Bild 37

Untersicht Nicht-
schwimmerbecken



Bild 38

Ansicht Stützen Nicht-
schwimmerbecken mit
ausgeprägter Durch-
feuchtung durch ablaufendes
Badewasser
(Bereich Bohrkern BK
10)



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 35

Ansicht Beckenkopf
Nichtschwimmerbecken
mit ausgeprägter
Durchfeuchtung durch
ablaufendes Badewas-
ser



Bild 36

Beckenkopf Nicht-
schwimmerbecken mit
ausgeprägter Aussinte-
rung



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 41

Ansicht Beckenwand Studiobecken mit ausgeprägter Durchfeuchtung durch ablaufendes Badewasser, Rostspuren, Aussinterungen



Bild 42

Studiobecken mit ausgeprägter Durchfeuchtung durch ablaufendes Badewasser, Rostspuren, Aussinterungen



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 43

Detail zu Bild 41



Bild 44

Detail zu Bild 42



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 50

Ansicht Stütze im OG mit Haarrissbildung (raue, abgeriebene Stützenseite)

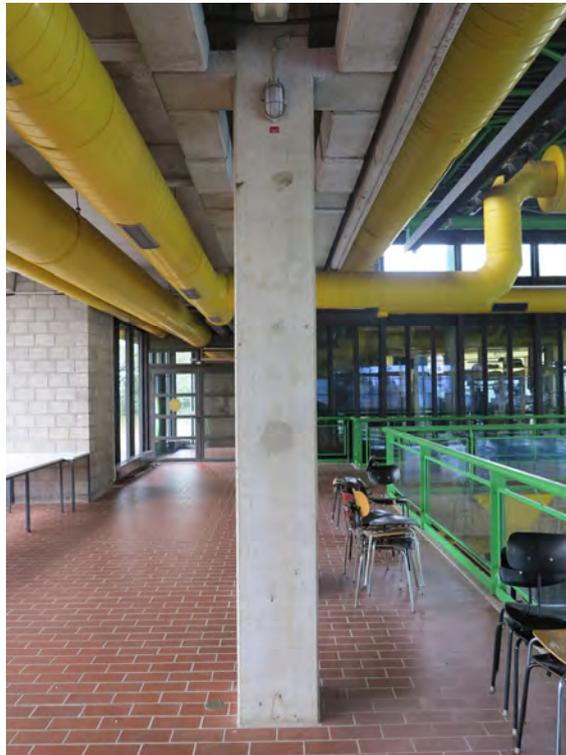


Bild 51

Detail zu Bild 45

Haarrissbildung über Bügelbewehrung, Betondeckung gering (hier 12 mm, stellenweise 11 mm)



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 58

Ansicht Durchdringung
Obergurt Stahlfach-
werkbinder im Bereich
der alten Achse 44)

Wasserablaufspuren,
vermutlich durch Kon-
densate hervorgerufen,
keine Korrosion festzu-
stellen



Bild 59

Untersicht Stahlfach-
werkbinder im Bereich
der alten Achse 44)

Wasserablaufspuren
mit leichten Korrosions-
spuren am Beton



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 66

Außenansicht Auflager
Stahlfachwerkbinder in
der alten Achse 44



Bild 50

Detail Durchdringung
Stahlprofil an der Gie-
belfront

Unter der abblätternden
Farbe ist ein gesonder-
ter Korrosionsschutz
(Verzinkung) vorhan-
den



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 51

Auflagerplatte Stahl-
fachwerkbinder

Korrosionsschutz
schadhaft, Korrosion
der Fußplatte



Bild 52

Auflagerplatte Stahl-
fachwerkbinder

Korrosionsschutz
schadhaft, ausgepräg-
tere Korrosion der Fuß-
platte



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 53

Stahlbetonauflager der
Stahlfachwerkbinder
mit Rissbildung, Be-
tonablösung und Rost-
fahnen



Bild 79

Stahlbetonauflager der
Stahlfachwerkbinder
(Rückseite, dem Fens-
terband zugewandt)

Rissbildung, Betonab-
lösung und freiliegende,
korrodierte Bewehrung.

Sehr geringe Betonde-
ckung



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 55

Fassadenelement eingeschossiger Gebäude-
teil mit Betonschäden



Bild 56

Detail eines Fassaden-
elementes

Rissbildung, Betonab-
lösung und freiliegende,
korrodierte Bewehrung.

Sehr geringe Betonde-
ckung



Anlage A01 Fotodokumentation

Bild 57

Untersicht eines Fasadenelementes

Rissbildung, Betonablösung und freiliegende, korrodierte Bewehrung.

Sehr geringe Betondeckung



Bild 92

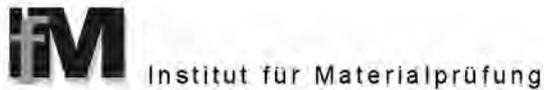
Untersicht eines Fasadenelementes

Rissbildung, Betonablösung und freiliegende, korrodierte Bewehrung.

Sehr geringe Betondeckung



Anlage A02 Materialprüfzeugnisse



IM - Zeughausstraße 15 - 26121 Oldenburg
Ingenieurberatung Bröggelhoff GmbH
Langenweg 26
26125 Oldenburg



Studienort Oldenburg

Telefon +49 47 33 31 31
Mail: im@jade-hs.de

Fax: +49 47 33 88 000

Prüfzeugnis Nr.:

0525/13

vom:

23.09.2013

Auftragsdatum: 09.09.2013, durch Herrn Dipl.-Ing. Wulf, Ingenieurberatung Bröggelhoff GmbH

Versuchsmaterial: 19 Bohrkern, s. Bild A 1 bis Bild A 3

Anlieferung am: 10.09.2013

Probenbezeichnung: BK 1 bis 3, 3a, 4 bis 18

Bauvorhaben: Projekt 13173 – Unibad Bremen

Bauteil: o. A.

Prüfauftrag:
1) Herstellung von prüffähigen Probekörpern und Feststellung der Druckfestigkeit
2) Ermittlung des Chloridgehaltes und der Karbonatisierungstiefen

Prüfvorschriften:
[1] DIN EN 13791: 05-2008, Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder in Bauwerksteilen
[2] DIN EN 12504-1: 07-2009 Prüfung von Beton in Bauwerken - Teil 1: Bohrkernproben; Herstellung, Untersuchung und Prüfung der Druckfestigkeit
[3] Chloridbestimmung nach der „Anleitung zur Bestimmung des Chloridgehalts von Beton vom deutschen Ausschuss für Stahlbeton“, Heft 401, Abschnitt 4.5 (Chloridgehaltsbestimmung durch Photometrie)
[4] DIN 1048-2, 1991:06, Prüfverfahren für Beton, Festbeton in Bauwerken und Bauteilen

Anlage A02 Materialprüfzeugnisse

Prüfzeugnis Nr. 0525/13

Seite 2 von 5

Tabelle 1: Druckfestigkeiten

BK Nr.	Durchmesser [mm]	Prüfhöhe [mm]	Masse ¹⁾ [g]	Rohdichte ¹⁾ [kg/dm ³]	Korrekturfaktor [---]	Druckfestigkeit [N/mm ²]
2	44,1	44,0	156	2,32	0,888	65,1
3	44,1	44,0	158	2,35	0,888	87,4
4	44,1	44,4	158	2,33	0,888	82,6
6	44,1	43,8	153	2,29	0,888	65,0
7	44,1	43,8	160	2,39	0,888	68,8
9	44,1	44,0	152	2,26	0,888	49,2
15	45,4	44,8	169	2,33	0,890	75,6
Mittelwert:				2,33	Mittelwert:	70,5

¹⁾ lufttrocken, einschl. vorhandener Bewehrung

Bemerkung: Im Bohrkern 7 war der Anschnitt eines Bewehrungsstabes vorhanden. Die Bohrkern wurden gesägt und planparallel geschliffen. Bei den Proben mit einem Durchmesser kleiner als 50 mm wurden die Druckfestigkeitsergebnisse in Anlehnung an [1] mit einem linear ermittelten Korrekturfaktor abgemindert und sind als Anhaltswerte für die Druckfestigkeit zu sehen.

Tabelle 2: Chloridgehalte und Karbonatisierungstiefen

BK Nr.	Entnahmestelle	Probenahme in Schichttiefe	Chloridgehalt bez. auf Zement	Karbonatisierungstiefe	Bemerkung
		[mm]	[M.-%]	[mm]	
1	---	0 – 20	0,48	6	
		24 – 44	0,17		
2	---	0 – 20	3,84	29	
		24 – 42	2,34		
		46 – 65	0,15		
		69 – 90	0,13		
3	---	0 – 20	0,43	12	
		24 – 49	0,15		
3a	---	0 – 20	0,36	4	ü = 26 mm
		24 – 43	0,16		
4	---	0 – 20	0,97	3	Korrosion auf der Bewehrung ü = 12 mm
		24 – 44	0,20		

Anlage A02 Materialprüfzeugnisse

Prüfzeugnis Nr. 0525/13

Seite 3 von 5

Fortsetzung Tabelle 2: Chloridgehalte und Karbonatisierungstiefen

BK Nr.	Entnahmestelle	Probenahme in Schichttiefe	Chloridgehalt bez. auf Zement	Karbonatisierungstiefe	Bemerkung
		[mm]	[M.-%]	[mm]	
5	---	0 – ca.13	n.b.	---	Ø = 23 mm korrodierter Stabstahl vorh.
		ca. 17 – 32	1,48		
		ca. 32 – 60	0,81		
6	---	0 – 14	1,19	6	
		18 – 28	2,81		
		36 – 56	0,33		
		60 – 80	0,13		
7	---	0 – 12	1,03	15	
		16 – 28	0,10		
8	---	0 – 28	1,78	---	Ø = 23 mm
		28 – 41	0,83		
		41 – 70	0,31		
9	---	0 – 20	1,46	31	
		24 – 44	0,60		
		50 – 69	0,13		
10	---	0 – 20	0,64	49	
		24 – 44	0,24		
11	---	0 – 20	0,30	30	
		24 – 44	0,43		
12	---	0 – 17	0,98	---	Ø = 23 mm
		17 – 35	0,18		
		35 – 50	0,18		
13	---	0 – 20	1,90	6	
		24 – 39	0,52		
		43 – 66	0,06		
14	---	0 – 20	3,07	24	Korrosion auf der Bewehrung ü = 27 mm
		24 – 44	2,31		
		48 – 65	0,20		
		73 – 90	0,10		
15	---	0 – 16	1,26	8	
		20 – 35	0,33		

Anlage A02 Materialprüfzeugnisse

Prüfzeugnis Nr. 0525/13

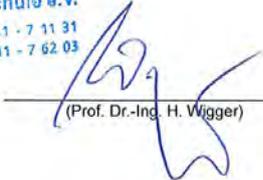
Seite 4 von 5

Fortsetzung Tabelle 2: Chloridgehalte und Karbonatisierungstiefen

BK Nr.	Entnahmestelle	Probenahme in Schichttiefe	Chloridgehalt bez. auf Zement	Karbonatisierungstiefe	Bemerkung
		[mm]	[M.-%]	[mm]	
16	---	0 – 20	0,24	3	
		24 – 50	0,08		
17	---	0 – 20	1,40	8	
		24 – 44	0,06		
18	---	0 – 20	1,12	15	
		24 – 40	0,47		
		44 – 67	0,19		

n.b. = nicht bestimmt

Verein zur Förderung der Materialprüfung an der Jade Hochschule e.V.
Zeughausstraße 15 Tel.: 0441 - 7 11 31
26121 Oldenburg Fax.: 0441 - 7 62 03


(Prof. Dr.-Ing. H. Wigger)

Anlage A02 Materialprüfzeugnisse

Anlage zum Prüfzeugnis Nr. 0525/13

Seite 5 von 5



Bild A 1: Bohrkern Nr. 1 – 3, 3a, 4, 6, 7, 9, 10 bei der Anlieferung (Durchmesser ca. 44 mm)



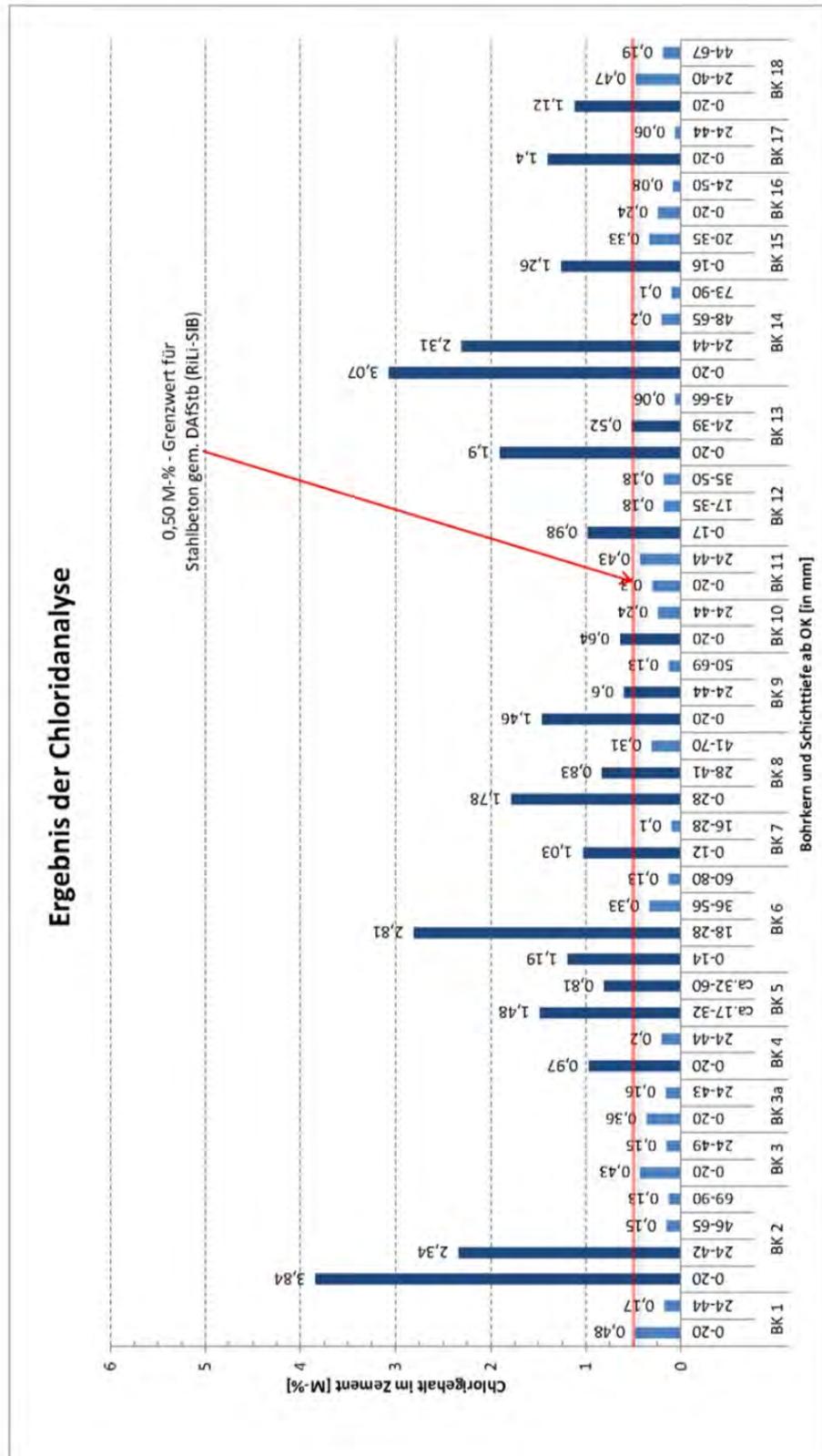
Bild A 2: Bohrkern 11, 13 – 14 bis 18 bei der Anlieferung (Durchmesser ca. 44 mm)



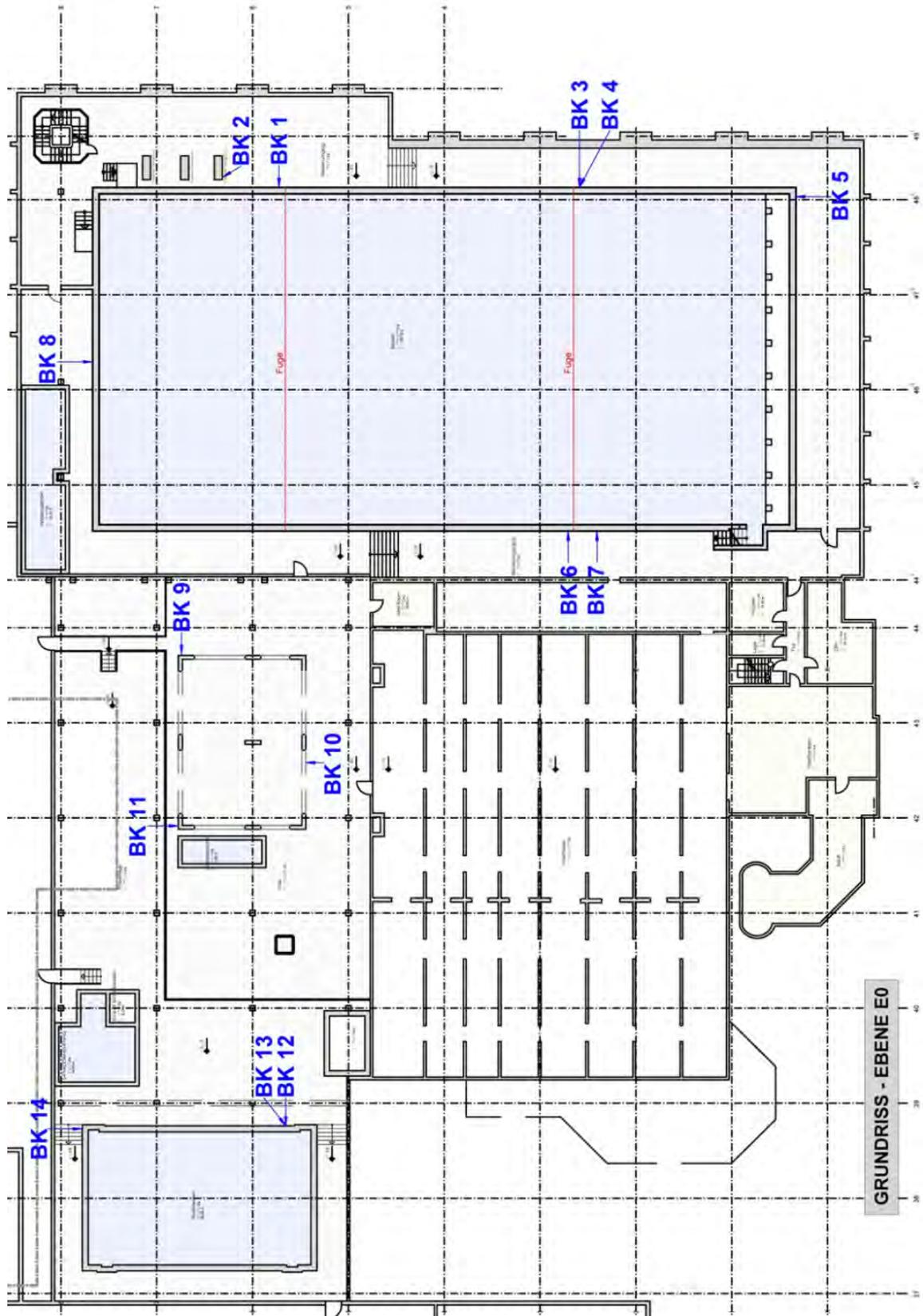
Bild A 3: Bohrkern 5, 8, 12 bei der Anlieferung (Durchmesser 23 mm)

Anlage A02 Materialprüfzeugnisse

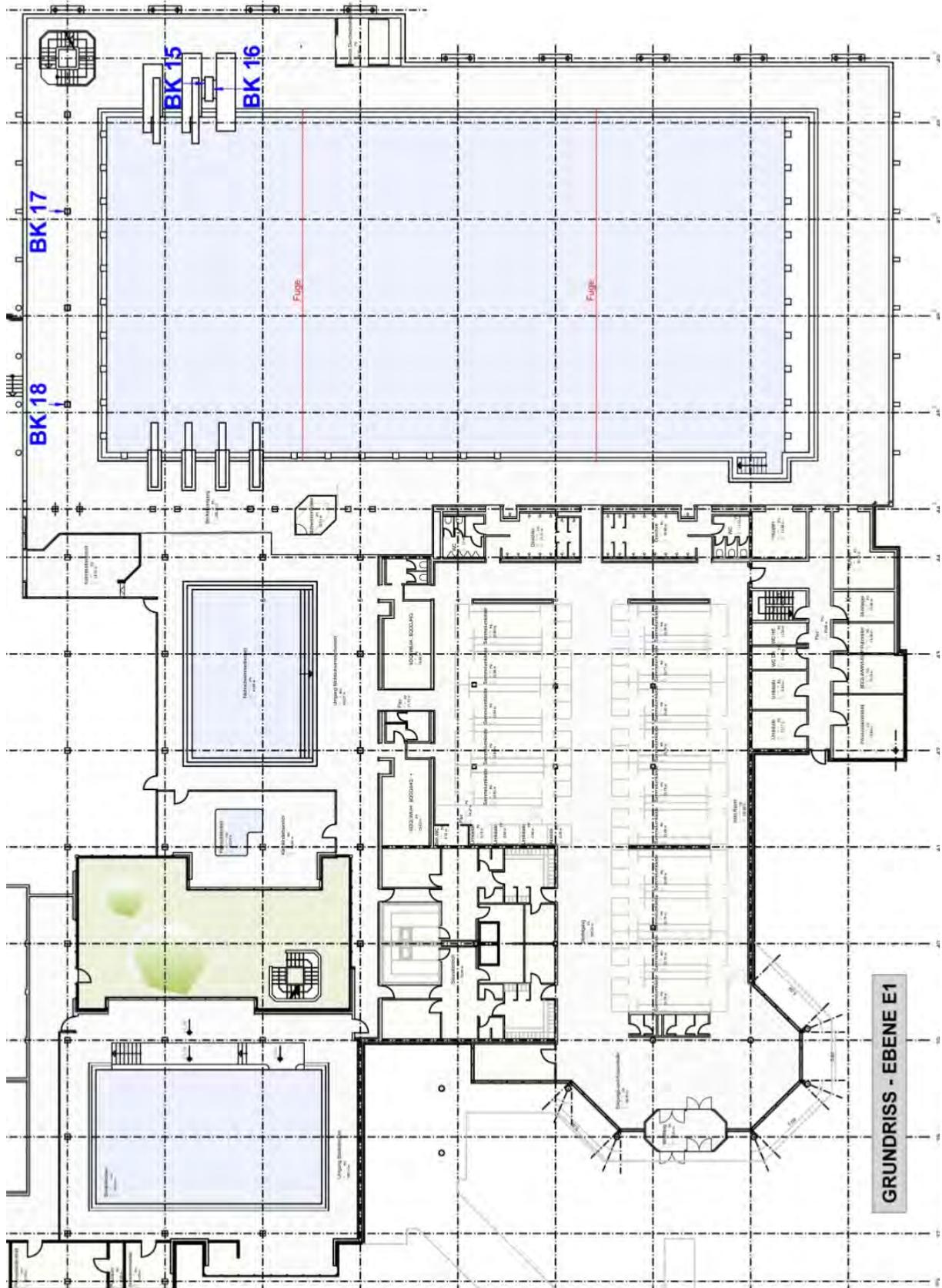
Ergänzung zum Materialprüfzeugnis – Diagrammübersicht Ergebnis der Chloridanalyse



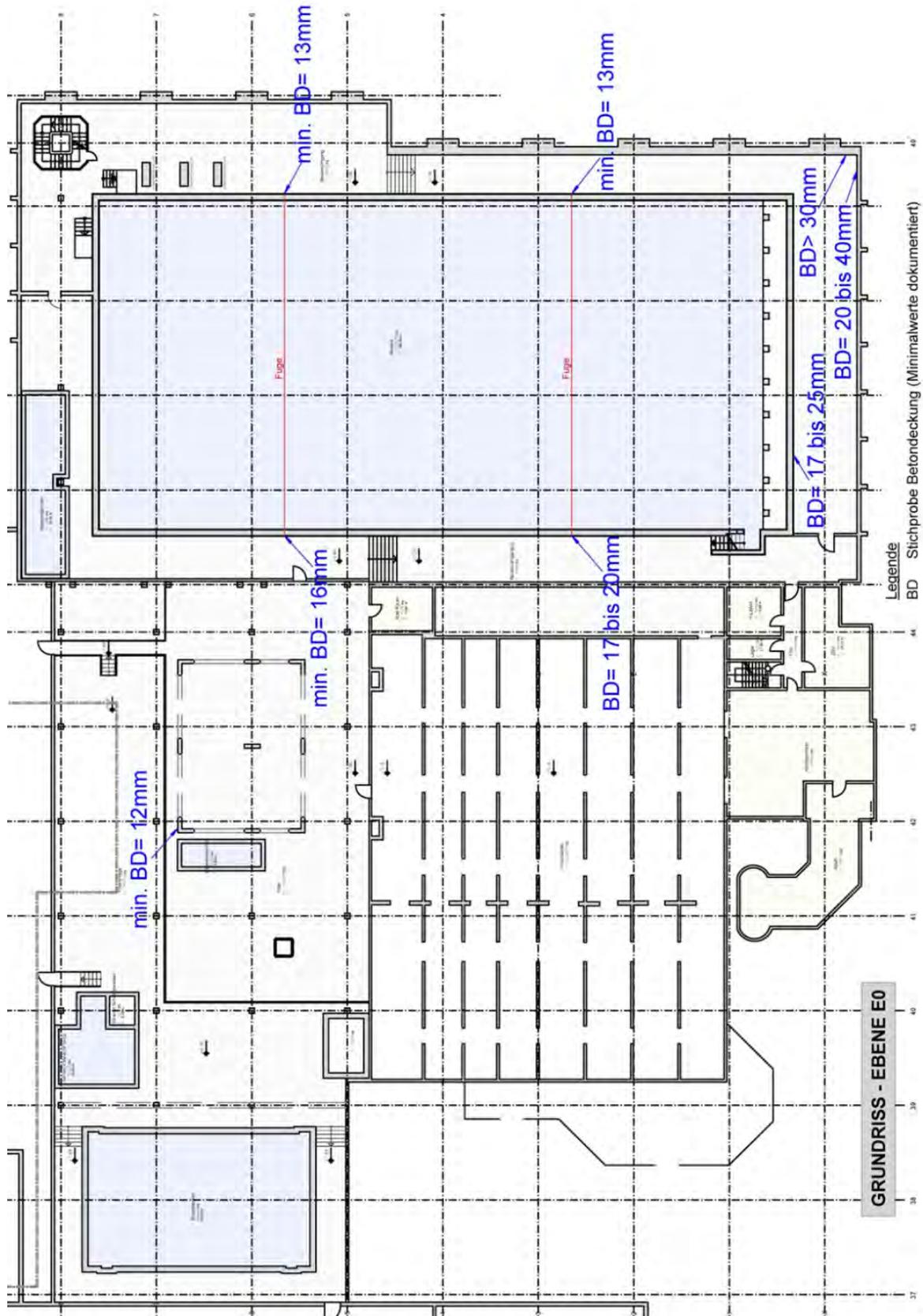
Anlage A03 Übersichten Bohrkernentnahme, Betondeckung, Schäden/Auffälligkeiten



Anlage A03 Übersichten Bohrkernentnahme, Betondeckung, Schäden/Auffälligkeiten



Anlage A03 Übersichten Bohrkernentnahme, Betondeckung, Schäden/Auffälligkeiten



Anlage A03 Übersichten Bohrkernentnahme, Betondeckung, Schäden/Auffälligkeiten

