

Eriksen und Partner GmbH • Postfach 17 45 • 26007 Oldenburg

### Samtgemeinde Hesel

z. Hd. Hr. Trevße Rathausstr. 14 26835 Hesel

### **Eriksen und Partner GmbH**

Planen und Beraten im Bauwesen Beratende Ingenieure IKN / VBI

### Geschäftsführer:

Dr.-Ing. Günter Tranel Prüfingenieur für Baustatik Dipl.-Ing. Gerhard Eberlein Dr.-Ing. Bernd Wienholz Dipl.-Ing. Christoph Anders Dipl.-Ing. Reiner Reichel Geprüfter Sachverständiger für Holzschutz (EIPOS)





Projekt-Nr.: 921 034 Unser Zeichen: RR/My/Co Datum:

. Ausfertigung

07.07.2021

## Bauzustandsbericht



Objekt: Schwimmbad Hesel

hier: Bauwerksprüfung der Massivbauteile

Ort: Rüschenweg 1

26835 Hesel

Auftraggeber: Samtgemeinde Hesel

> Rathausstr. 14 26835 Hesel

<u>Sitz der Gesellschaft:</u> 26133 Oldenburg, Amtsgericht Oldenburg HRB 3428

Eriksen und Partner GmbH Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg

Internet: www.eriksen.de

Tel.-Nr.: 0441 921 78-350 Fax-Nr.: 0441 921 78-379 E-Mail: epo@eriksen.de

Bankverbindungen:

Landessparkasse zu Oldenburg IBAN: DE31 2805 0100 0090 2366 54 BIC: SLZODE22

Steuernummer: 64/200/25668 Finanzamt Oldenburg

Raiffeisenbank Oldb. IBAN: DE74 2806 0228 0006 1000 00 BIC: GENODEF10L2

Norddeutsche Landesbank IBAN: DE62 2905 0000 3032 3520 08 BIC: BRLADE22XXX

# <u>Inhaltsverzeichnis</u>

1	Sachverhalt und Aufgabenstellung	.3
2	Grundlagen	.3
2.1	Quellen zur Feststellung des SOLL-Zustandes	.3
2.2	Quellen zur Beurteilung des IST-Zustandes	.3
2.2.1	Regelwerke und Literaturquellen	.3
2.2.2	Ortstermin	.3
3	Baubeschreibung	.4
4	Untersuchungsumfang	.4
5	Prüfbefund im Einzelnen	.4
5.1	Visuelle Feststellungen	.4
5.1.1	Schwimmbecken	.4
5.1.2	Technikumgang (Keller)	.5
5.2	Bewehrung	.6
5.3	Bohrkerne	.6
5.3.1	Visuelle Feststellungen	.6
5.3.2	Karbonatisierung	.6
5.3.3	Chloridgehalt	.6
5.3.4	Rohdichte und Druckfestigkeit	.7
6	Ergebnis der Prüfung – Bewertung	.7
6.1	Schwimmbecken	.7
6.2	Technikumgang (Keller)	.7
6.3	Bewehrung	3.
6.4	Bohrkerne	3.
7	Empfehlungen für die Unterhaltung, Instandsetzung und Reparatur	.9
R	Fazit	q

Projekt-Nr.: 921 034

# <u>Anlagen</u>

Anlage 1	Fotodokumentation	32 Seiten
Anlage 2	Übersichtsskizzen	2 Seiten
Anlage 3	Auswertung Bewehrungsscans	20 Seiten
Anlage 4	Untersuchungsbericht Prüfanstalt	5 Seiten

### 1 Sachverhalt und Aufgabenstellung

Die Samtgemeinde Hesel beauftragte die Eriksen und Partner GmbH mit der Bauwerksprüfung des Schwimmbads in Hesel. Insbesondere sollte der Zustand der Schwimmbeckensohle geprüft werden, da im Zuge der Entleerung des Beckens Undichtigkeiten festgestellt wurden. Der Hubboden des Beckens soll zeitnah im Rahmen einer umfangreichen Sanierungsmaßnahme ersetzt werden, somit ist im Rahmen der Bauwerksprüfung zunächst die Standsicherheit des Bauwerks, insbesondere der Sohle, abzuklären.

Projekt-Nr.: 921 034

### 2 Grundlagen

### 2.1 Quellen zur Feststellung des SOLL-Zustandes

- [U1] Bau einer Turn- und Schwimmhalle in Hesel Vorentwurf erstellt durch Bernd Hillrichs, mit Stand vom 02.10.1969
- [U2] Schwimmbad Hesel Grundriss Kellergeschoss; M1:100
- [U3] Schwimmbad Hesel Schnitt A-A; M1:100
- [U4] Geotechnischer Untersuchungsbericht Bauhof Hesel erstellt durch Baugrund Ammerland GmbH, vom 03.03.2021

### 2.2 Quellen zur Beurteilung des IST-Zustandes

## 2.2.1 Regelwerke und Literaturquellen

- [R1] VDI 6200:2010-02 Standsicherheit von Bauwerken Regelmäßige Überprüfungen
- [R2] DIN EN 1992-1-1:2011-01 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [R3] DIN EN 206:2017-01 Beton Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
- [R4] DIN EN 13791:2020-02 Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken und in Bauwerksteilen
- [R5] DAfStb-Richtlinie: Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, Ausgabe 2001-10
- [R6] Koordinierungskreis Bäder: Richtlinie für den Bäderbau, 5. Ausgabe 2013
- [R7] BetonMarketing Deutschland GmbH: Bauteilkatalog, 7. überarbeitete Auflage 2011

### 2.2.2 Ortstermin

Am 06.05.2021 hat ein Ortstermin stattgefunden. Hieran nahmen folgende Personen teil:

Herr Treyße (zeitweise)

Schwimmmeister (zeitweise)

Samtgemeinde Hesel

Samtgemeinde Hesel

Mitarbeiter (zeitweise) Fa. CNS

Herr May Eriksen und Partner GmbH Frau Coja Eriksen und Partner GmbH

1

2-5

6, 7

### 3 Baubeschreibung

Bei dem in Rede stehenden Gebäude handelt es sich um ein Schwimmbad in Massivbauweise mit angrenzender Sporthalle. Die Schwimmhalle selbst weist Innenabmessungen vom I x b  $\approx$  24,9 x 12,5 m auf und schließt mit einem Flachdach ab (siehe hierzu [U1] bis [U3]).

Projekt-Nr.: 921 034

Gemäß [U1] weist das Gebäude eine durgehende Sohle im Bereich des Beckens und dem umlaufenden Technikgang auf und ist mit einer Flachgründung ausgeführt. Die Stärke der Sohlplatte beträgt demnach 40 cm.

### 4 Untersuchungsumfang

Im Rahmen der Prüfung wurden sämtliche Massivbauteile in Stahlbetonbauweise, soweit zugänglich, handnah untersucht. Vorgefundene Schäden sowie sonstige Auffälligkeiten wurden in diesem Zuge fotografisch festgehalten und sind Anlage 1 zu entnehmen. Die Bildnummern sind zudem den nachfolgend ausgeführten Feststellungen zugeordnet und am rechten Seitenrand dieses Berichts aufgeführt.

Weiterhin wurden insgesamt 20 Bewehrungsscans im Bereich des Beckens sowie des Technikumgangs durchgeführt und 9 Bohrkerne durch die Fa. CNS entnommen, davon 3 Stk. aus der Beckenwand und 6 Stk. aus der Sohle. Die Positionen der Prüf- sowie Entnahmestellen sind dem Übersichtsplan in Anlage 2 zu entnehmen.

Im Technikumgang (Keller) sind einzelne Bereiche aufgrund der vorhandenen Anlagentechnik nicht einsehbar und somit nicht prüfbar gewesen. Diese sind ebenfalls im Übersichtsplan in Anlage 2 gekennzeichnet.

### 5 Prüfbefund im Einzelnen

### 5.1 Visuelle Feststellungen

### 5.1.1 Schwimmbecken Bild-Nr.:

Das Schwimmbecken ist zum Zeitpunkt der Prüfung vollständig entleert, der Hubboden befindet sich auf einer Höhe von ca. 1,20 m von OK Becken. Der Hubboden wurde aufgrund von Standsicherheitsbedenken bereits zusätzlich abgestützt und in zwei Bereichen geöffnet, sodass ein Zugang in den unteren Teil des Beckens besteht.

Von unten ist erkennbar, dass der Hubboden aus einzelnen Elementen besteht, die über die gesamte Beckenbreite spannen und dort auf einem Randträger aufliegen. Dieser kann an drei Punkten je Beckenlängsseite über Zahnstangen in der Beckenwand mit innenliegendem Antrieb in der Höhe verfahren werden.

In Nähe des Einstiegs ist mittig des Beckens eine Wasseransammlung vorhanden, wobei das Wasser zum Beginn der Prüfung (ca. 9:00 Uhr) ca. 4 cm hoch ansteht. Gemäß Angabe durch Hr. Treyße wurde das Wasser am Abend des Vortags vollständig abgepumpt. Es erfolgte um 10:20 Uhr ein erneutes Abpumpen des angesammelten Wassers. Um 17:15 Uhr konnte erneut ein maximaler Wasserstand von ca. 3 cm gemessen werden.

Am Beckenboden sowie im unteren Bereich der Beckenwände können wechselnd trockene und feuchte bis nasse Fugen festgestellt werden. Ständig nasse Fugen sind vermehrt am Beckenrand, im Übergang zur aufgehenden Beckenwand, vorhanden.	Bild-Nr.: 8-12
Auf dem Beckenboden sind bereichsweise helle Ablagerungen vorhanden. Weiterhin befinden sich in den Fugen stellenweise punktförmige Ausblühungen (Rostspuren). Auffällig ist hier, dass sich in den daran anschließenden Fliesen kleine, netzartige Risse abzeichnen.	13, 14 15, 16
In den Wandbereichen sind einzelne Hohllagen sowie vertikale Rissbildungen in den Fliesen vorhanden. Die Rissbildungen weisen Rissweiten von $w = 0.10 - 0.35$ mm auf und sind i.d.R. nicht wasserführend. In den Wandfliesen, neben den eingelassenen Zahnstangen und	17-19
Aussparungen, sind vermehrt netzartige Risse im Fliesenbelag vorhanden. An einer Stelle konnten weiterhin oberflächliche Beschädigungen an insgesamt 6 Wandfliesen festgestellt werden.	20 21
Im hinteren Teil des Beckens verlaufen mehrere Kabel, wobei es sich vermutlich um die Elektronik des Hubbodens handelt. Diese wurden offenbar im Beckenboden getrennt und liegen nun frei. Die ungeschützten Kabelenden befinden sich im Wasser.	22-24
5.1.2 Technikumgang (Keller)	
Die Sohle und die Beckenwände waren aufgrund der vorhandenen Anlagentechnik nicht vollständig prüfbar (siehe hierzu Ü-02). Im hinteren Bereich stand unterhalb der Laufstege Wasser auf der Sohle an.	25, 27 26
Im Bereich des Pumpensumpfes konnte der Aufbau der Sohle eingesehen werden. Hier ist bereits erkennbar, dass es sich um einen mehrschichtigen Aufbau handelt, die oberen beiden Schichten weisen in diesem Bereich eine Stärke von insgesamt ca. 14 cm auf.	28
Die Voute, welche sich unterhalb der Überlaufrinne befindet, zeigt auf der Westseite des Beckens fast durchgängig Aussinterungsspuren. Weiterhin sind vermehrt Rissbildungen in	29
der Voute sowie der Becken- und Außenwand vorhanden. Diese weisen in der Mehrzahl der Fälle Aussinterungen auf und wurden teilweise bereits verpresst. Die maximale Rissweite beträgt w <sub>max</sub> = 0,65 mm. Auffällig ist, dass sich auf der Westseite in regelmäßigen	30-33
Abständen verpresste Risse befinden, die sich durch die Außenwand, die Sohle und die Beckenwand erstrecken. Diese befinden sich in etwa auf Höhe der eingebauten Zahnstangen im Beckeninneren für den Hubboden, sind jedoch nur einseitig vorhanden. Gemäß Aussage von Hr. Treyße sind diese Rissbildungen der Gemeinde bekannt und	34-37
werden regelmäßig instandgesetzt. In der Sohle sind regelmäßige Querrisse in Richtung Becken erkennbar. Weiterhin können mehrere Ausbesserungsstellen in der Sohle ermittelt werden, welche durchfeuchtet sind und hohl klingen. Diese befinden sich alle im Anschluss zur Außenwand und sind vereinzelt wasserführend.	38, 39
In der Beckenwand sind an zwei Stellen vorstehende Wandsockel vorhanden. Hier befindet sich ein Abriss zwischen Wand und Sockel. Weiterhin sind hier vereinzelt	40
Korrosionserscheinungen vorzufinden.	41
An zwei Stellen sind in der Beckenwand Hohllagen mit beginnenden Abplatzungen und	42
freiliegender korrodierter Bewehrung festzustellen. Weiterhin sind an der östlichen	40 44
Außenwand Verfärbungen vorhanden, welche i.d.R. mit Rissbildungen einhergehen. Im vorderen Bereich sind an der Anlagentechnik mehrere korrodierte Einbauteile	43, 44
vorzufinden. Dabei handelt es sich um 2 Anker, eine Rohrschelle und einen Bodeneinlauf.	45-47

Projekt-Nr.: 921 034

Bild-Nr.:

48-50

51

52, 53

54

### 5.2 Bewehrung

Zur Feststellung der vorhandenen Betondeckung und Lage der Bewehrung wurden mit Hilfe des Bewehrungssuchgerätes Profometer PM-650 Al insgesamt 20 Linienscans im Becken und im Keller durchgeführt.

Projekt-Nr.: 921 034

Die 6 durchgeführten Bewehrungsscans im Bereich der Beckensohle (von innen) weisen eine Betondeckung von >80 mm auf. Diese Feststellung bestätigt den vorgefundenen unbewehrten Aufbeton im Keller, welcher am Pumpenschacht eingesehen werden konnte. Die Scans im Bereich der Beckenwand (innen) weisen eine minimale Betondeckung von 30 mm auf.

Die durchgeführten Bewehrungsscans im Bereich des Technikumgangs (Beckenwand von außen) weisen eine minimale Betondeckung von 17 mm in horizontaler Richtung und 19 mm in vertikaler Richtung auf.

Die vollständige Auswertung der Bewehrungsscans ist Anlage 3 zu entnehmen.

#### 5.3 Bohrkerne

### 5.3.1 Visuelle Feststellungen

Von den 9 entnommenen Bohrkernen wurden 6 Stk. aus der Sohle (BK 1 - BK 6) und 3 Stk. aus der Beckenwand (BK 7 - BK 9) entnommen.

Anhand der Bohrkerne aus der Sohle kann ein mehrschichtiger Aufbau bestätigt werden, die einzelnen Schichten sind aufgrund ihrer unterschiedlichen Färbung gut erkennbar. Einzelne Bohrkerne weisen im unteren Bereich eine bläuliche Färbung des Betons auf, die übrigens Schichten haben eine helle bis graue Färbung. Die aufgeschlossenen Schichten enthalten keine Bewehrung.

Es ist aufgrund des Aufbaus anzunehmen, dass die unbewehrten Schichten nachträglich auf den Konstruktionsbeton aufgebracht wurden. Unklar ist jedoch, ob dieser Aufbau ebenfalls im Bereich des Beckens oder ausschließlich im Technikumgang vorhanden ist. In BK 3 wurde ein Riss festgestellt, wodurch dieser schließlich aufgebrochen ist. In BK 6 ist ebenfalls eine Rissbildung erkennbar, welche sich durch alle Schichten fortsetzt. Die Risse waren jeweils nicht von der Oberseite (Oberkante Sohle) erkennbar, da diese eine Beschichtung aufweist.

An den Bohrkernen 7-9 ist der Konstruktionsbeton der Beckenwand ersichtlich. Dieser weist einen Größtkorndurchmesser von 16 mm sowie kreuzweise verlegte Bewehrung von Ø16 mm und Ø10 mm auf. Diese drei Bohrkerne werden im Labor hinsichtlich ihrer Zylinderdruckfestigkeit und Karbonatisierungstiefe untersucht.

### 5.3.2 Karbonatisierung

Die Karbonatisierungstiefe wurde am Bohrkern Nr. 7 aus der Beckenwand ermittelt und beträgt maximal 5,0 mm (siehe hierzu Anlage 4).

### 5.3.3 Chloridgehalt

Die Chloridbeprobung wurde an Bohrkern Nr. 7 aus der Beckenwand ermittelt und erfolgte in Schichttiefen von 0 – 60 mm, in Abstufungen von 20 mm. Der Chloridgehalt bezogen auf den Beton beträgt 0,059 - 0,237 M.-% (siehe hierzu Anlage 4).

### 5.3.4 Rohdichte und Druckfestigkeit

Die Bohrkerne Nr. 8 und 9 wurden für die Ermittlung der Zylinderdruckfestigkeit des Betons geschliffen und abgedrückt. Weiterhin wurde die Rohdichte ermittelt.

Projekt-Nr.: 921 034

Am Bohrkern Nr. 8 konnte eine Rohdichte von 2.290 kg/m³ und eine Druckfestigkeit von  $f_{c,is}$  = 49,3 N/mm² ermittelt werden. Am Bohrkern Nr. 9 konnte eine Rohdichte von 2.340 kg/m³ und eine Druckfestigkeit von  $f_{c,is}$  = 51,0 N/mm² ermittelt werden (siehe hierzu Anlage 4).

## 6 Ergebnis der Prüfung – Bewertung

#### 6.1 Schwimmbecken

Die festgestellten Rissbildungen in den Fliesen des Schwimmbeckens weisen in den meisten Fällen nur geringe Rissweiten auf und sind nicht wasserführend. Bei den netzartigen Rissen handelt es sich weiterhin um Glasurrisse. Es dringt jedoch offensichtlich Feuchtigkeit im Bereich der Beckensohle ein, was die wechselnd trockenen und nassen Fugen sowie das teilweise anstehende Wasser im Becken bestätigen.

Es kann aufgrund des vorliegenden hohen Grundwasserstandes in der Umgebung (siehe hierzu [U4]) davon ausgegangen werden, dass der Grund dafür drückendes Wasser unterhalb der Sohle ist. Die vorhandenen Rissbildungen in den aufgeschlossenen Bohrkernen aus der Sohle verlaufen durch alle Schichten, sodass weiterhin davon ausgegangen werden kann, dass auch im Bereich des Beckens Rissbildungen bis unterhalb des Fliesenspiegels durchlaufen und durch diese Wasser im Beckenbereich eindringt. Gem. [R2] ist für die vorliegende Expositionsklasse XC4 (siehe hierzu [R6] bzw. [R7]) eine Rissbreite von w = 0,3 mm zulässig. Diese wird bei den Rissbildungen in den aufgeschlossenen Bohrkernen jedoch nicht erreicht, weshalb das Gefährdungspotenzial hinsichtlich einer Durchrostung der Bewehrung im Konstruktionsbeton als gering angesehen wird.

Dieser Umstand beeinträchtigt die Dauerhaftigkeit der Konstruktion, die Standsicherheit wird jedoch zum aktuellen Zeitpunkt nicht gefährdet. Grundsätzlich macht der Fliesenspiegel im Becken einen robusten Eindruck, da im Bodenbereich keine Hohllagen vorhanden sind.

Die punktförmigen Ausblühungen (Rostspuren) im Bereich der Fugen im Becken deuten auf eisenhaltige Zuschlagstoffe im Mörtel hin. Die Festigkeit der Fugen ist jedoch nicht eingeschränkt und es zeichnen sich keinerlei Rissbildungen ab. Die vorgenannten Ausblühungen, ebenso wie die festgestellten oberflächlichen Beschädigungen in einzelnen Fliesen, schränken die Dauerhaftigkeit der Konstruktion deshalb nicht ein.

Die offenen Kabel stellen jedoch in der vorgefundenen Ausführung eine potenzielle Gefahr für Badegäste dar und sind grundsätzlich geschützt zu verlegen.

## 6.2 Technikumgang (Keller)

Auf der Westseite des Beckens sind vermehrt Rissbildungen sowie Hohllagen mit Durchfeuchtungen vorhanden. Gemäß Angabe durch Hr. Treyße müssen die Rissbildungen regelmäßig überarbeitet bzw. erneut verpresst werden. Diese

Feststellungen lassen ebenfalls den Rückschluss auf drückendes Grundwasser zu. Die Dauerhaftigkeit der Konstruktion ist somit grundsätzlich beeinträchtigt.

Projekt-Nr.: 921 034

Die unterschiedlichen, korrodierten Einbauteile sind nicht mehr vollständig tragfähig bzw. funktionstüchtig, da es aufgrund der Korrosion bereits zu Substanzverlusten gekommen ist.

### 6.3 Bewehrung

Gemäß den heutigen Anforderungen an die Expositionsklasse werden Bauteile mit Kontakt zu Badewasser in Hallenbädern gemäß [R6] bzw. [R7] in die Expositionsklasse XC4 eingestuft. Hieraus resultiert eine Mindestbetondeckung von  $c_{min} = 25$  mm.

Im Bereich des Schwimmbeckens wird diese Betondeckung in den Beckenwänden für die Bewehrung in Längs- und Querrichtung eingehalten. Die Betondeckung der äußeren Bewehrung der Beckenwände (Scans im Technikkeller) unterschreiten vereinzelt die erforderliche Mindestbetondeckung. Dabei handelt es sich um 3 Einzelwerte in LS 014, 2 Stk. in LS 017, 4 Stk. in LS 018 und 2 Stk. in LS 020. Die Unterschreitungen sind jedoch aufgrund der Anzahl an gemessenen Stäben nicht als besonders kritisch zu bewerten, zumal Betonabplatzungen nur in geringer Zahl festgestellt wurden.

Da der Konstruktionsbeton der Sohle mindestens durch einen Gefällebeton/Estrich bedeckt ist, ist die Betondeckung hier deutlich größer als die erforderliche Mindestbetondeckung.

### 6.4 Bohrkerne

Die Laboranalyse der Bohrkerne hinsichtlich der Karbonatisierungstiefe hat ergeben, dass die sogenannte Karbonatisierungsfront die Bewehrung noch nicht erreicht hat. Eine sauerstoffindizierte Korrosion der Bewehrungseisen ist somit nicht vorhanden und sollte auch in naher Zukunft nicht auftreten, was den visuellen Eindruck der Konstruktion bestätigt. Der Chloridgehalt lag in Bohrkern Nr. 7 maximal bei 0,237 M.-%. Der Schwellenwert beträgt gem. [R5] 0,5 M.-%, sodass dieser nicht überschritten wird. Eine überdurchschnittlich hohe Chloridkonzentration aufgrund des Einsatzes von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln ist somit derzeit nicht vorhanden, wobei der Bohrkern aus der geringer belasteten Beckenwand entnommen wurde.

Die ermittelten Rohdichte- und Druckfestigkeitswerte der Bohrkerne Nr. 8 und 9 weisen auf einen robusten Beton hin. Aufgrund der geringen Probenanzahl kann kein offizieller Rückschluss auf eine Betongüte gem. [R4] erfolgen. Es kann jedoch anhand einer überschlägigen Abschätzung davon ausgegangen werden, dass die vorliegende Betongüte mindestens C30/37 entspricht, womit die Mindestbetongüte für die vorliegende Exposition gem. [R7] eingehalten wird.

Die vorhandenen Risse in den aufgeschlossenen Bohrkernen aus der Sohle sind zufällig entdeckt worden. Dieser Umstand deutet darauf hin, dass vermutlich noch weitaus ausgeprägtere Rissbildungen vorliegen, welche aufgrund der Oberflächenbeschichtung bzw. des Fliesenspiegels im Beckenbereich optisch nicht erkennbar sind. Da sich die Rissbildung in beiden Fällen durch alle Schichten fortsetzt, erscheint ein Durchdrücken des anstehenden Grundwassers im Beckenbereich durchaus plausibel.

Zertifikats-Nr. RO411

# 7 Empfehlungen für die Unterhaltung, Instandsetzung und Reparatur

Im Becken sind die offenen Kabel zu entfernen und geschützt zu verlegen.

Aufgrund des offenbar drückenden Grundwassers müssen auch bereits instandgesetzte Rissbildungen regelmäßig überarbeitet werden. Ein Verpressen der Risse hat somit ausschließlich einen temporären Effekt. Die Schädigungen sind deshalb zunächst zu beobachten und bei Bedarf lokal zu ertüchtigen.

Projekt-Nr.: 921 034

Die korrodierten Einbauteile sind auszutauschen.

### 8 Fazit

Die Massivbauteile des Schwimmbads Hesel befinden sich in einem robusten Zustand. Es sind ausschließlich die unter Punkt 7 aufgeführten Maßnahmen erforderlich, um die Verkehrssicherheit und Dauerhaftigkeit zu erhalten.

Die durchgeführten Untersuchungen bestätigen die Annahme, dass das Eindringen von Feuchtigkeit auf drückendes Grundwasser unterhalb der Bodenplatte zurückzuführen ist, was die Dauerhaftigkeit der Konstruktion grundsätzlich beeinträchtigt. Es bestehen in diesem Zusammenhang jedoch keine Bedenken hinsichtlich der Standsicherheit der Konstruktion.

Bezüglich der Wahl eines neuen Hubsystems ist zu beachten, dass der obere Bereich der Sohle (ca. 100-120 mm) nicht bewehrt ist. Abhängig von der aufzubringenden Belastung ist unserer Einschätzung nach eine erneute Installation an der Beckenwand einer Installation auf der Beckensohle vorzuziehen, da die Konstruktion der Beckenwände hierfür bereits ausgelegt ist und deren Qualität durch die Bohrkernentnahme bestätigt werden konnte.

Oldenburg, 07.07.2021

M. Eng. A. Coja (Sachbearbeiterin)

A. Coje

Dipl.-Ing. R. Reichel (Bausachverständiger)

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Projekt-Nr.:

921 034

# Anlage 1

# **Fotodokumentation**

Seite 1 - 32

Objekt: Schwimmbad Hesel

hier: Bauwerksprüfung der Massivbauteile

Ort: Rüschenweg 1

26835 Hesel

Auftraggeber: Samtgemeinde Hesel

Rathausstr. 14 26835 Hesel

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

1

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034 Datum:

06.05.2021



Bild 1: Übersicht Schwimmbecken



Bild 2: wie zuvor, unterhalb des Hubbodens

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

2

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034

Datum: 06.05.2021



Bild 3: Abstützung Hubboden

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

3

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034

Datum: 06.05.2021



Bild 4: wie zuvor

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

4

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034 Datum:

06.05.2021



Bild 5: Anschluss Hubboden an Beckenwand



Bild 6: Wasseransammlung in Beckenmitte

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

5

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034

Datum:

06.05.2021



Bild 7: wie zuvor, Wasserstand ca. 4,5 cm



Bild 8: wechselnd trockene und feuchte Fugen am Beckenboden

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

6

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034 Datum:

06.05.2021

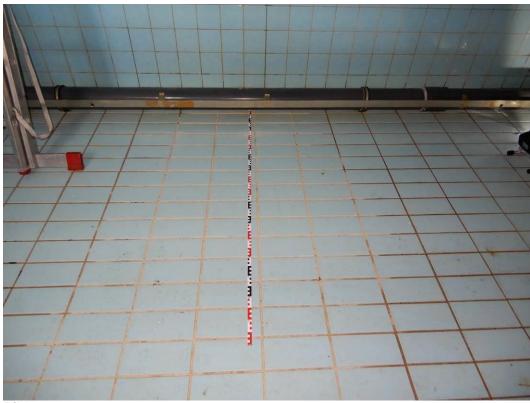


Bild 9: wie zuvor



Bild 10: wie zuvor, im Anschluss der Beckenwand

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

7

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034

Datum: 06.05.2021



Bild 11: wie zuvor, ablaufendes Wasser aus der Fuge



Bild 12: anstehendes Wasser im Anschlussbereich Boden/Wand

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

8

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034

Datum: 06.05.2021



Bild 13: helle Ablagerungen auf dem Beckenboden



Bild 14: wie zuvor

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

9

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

Datum:

921 034

06.05.2021



**Bild 15:** punktuelle Ausblühungen (Rostspuren) in den Fugen sowie netzartige Risse in den angrenzenden Fliesen



Bild 16: wie zuvor

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

10

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034 Datum:

06.05.2021



Bild 17: vereinzelt hohllagige Wandfliesen



Bild 18: vertikale Rissbildungen in den Wandfliesen

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

11

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034 Datum:

06.05.2021



**Bild 19:** wie zuvor, w = 0,25 mm



**Bild 20:** hohllagige Wandfliese mit netzartiger Rissbildung neben der eingelassenen Zahnstange

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

Datum:

12

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034

06.05.2021



Bild 21: oberflächliche Beschädigung in insgesamt 6 Wandfliesen

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

13

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034

Datum: 06.05.2021



Bild 22: ungeschütztes Elektrokabel in der Beckensohle



Bild 23: wie zuvor

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

14

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034 Datum:

06.05.2021



Bild 24: wie zuvor, Anschluss in der Beckenwand

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

15

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034 Datum:

06.05.2021



Bild 25: Anlagentechnik im Keller, Bereich nicht prüfbar



Bild 26: wie zuvor, Sohle hier feucht

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

16

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034 Datum:

06.05.2021



Bild 27: wie zuvor



Bild 28: Aufbau Sohle im Pumpensumpf

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

17

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034 Datum:

06.05.2021



Bild 29: Voute fast vollständig mit Aussinterungsspuren belegt



Bild 30: Rissbildung mit Ausblühung in der Beckenwand (exemplarisch)

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

18

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034 Datum:

06.05.2021

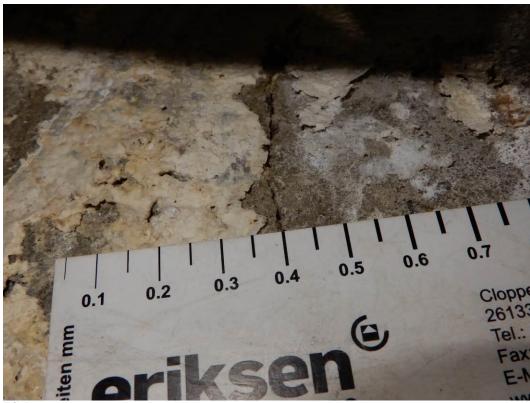


Bild 31: wie zuvor, w = 0.4 mm

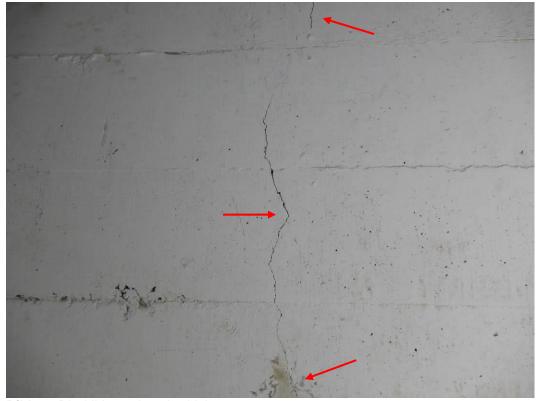


Bild 32: Rissbildung ohne Ausblühung

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

19

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034 Datum:

06.05.2021



**Bild 33:** wie zuvor, w = 0,65 mm



Bild 34: verpresster Riss in der Beckenwand

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

20

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034

Datum: 06.05.2021



Bild 35: wie zuvor



Bild 36: verpresster Riss in der Sohle, auf gleicher Höhe

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

21

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034 Datum:

06.05.2021



Bild 37: verpresster Riss in der Außenwand, auf gleicher Höhe



Bild 38: Querriss in der Sohle in Richtung Becken sowie Durchfeuchtungen

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

22

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034 Datum:

06.05.2021



Bild 39: wie zuvor, mit Aussinterung, hier stellenweise nass



Bild 40: Abriss des Wandsockels an der Beckenwand

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

23

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034

Datum: 06.05.2021



Bild 41: wie zuvor, Korrosion erkennbar



**Bild 42:** Hohllage mit beginnender Abplatzung und freiliegender korrodierter Bewehrung in Beckenwand

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

24

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034 Datum:

06.05.2021

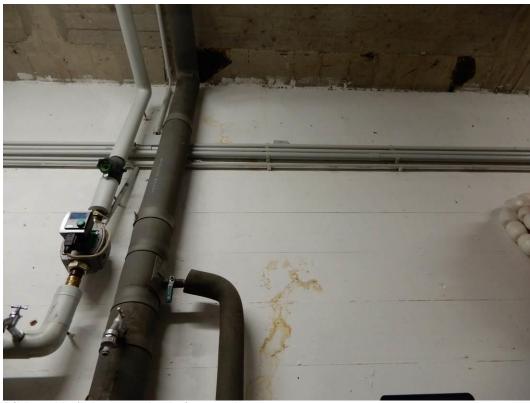


Bild 43: Verfärbung an der Außenwand



Bild 44: wie zuvor, mit Rissbildungen

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

Datum:

25

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034

06.05.2021



Bild 45: korrodiertes Einbauteil, hier Anker



Bild 46: wie zuvor, hier Rohrschelle

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

26

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034 Datum: 06.05.2021



Bild 47: wie zuvor, hier Einlauf

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

27

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034

Datum: 06.05.2021



Bild 48: Schichtenaufbau Bohrkern Sohle



Bild 49: wie zuvor

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

28

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034

Datum: 06.05.2021



Bild 50: Abriss zwischen zwei Schichten in BK 4



Bild 51: Bruchflächen BK 3

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

Datum:

29

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034

06.05.2021

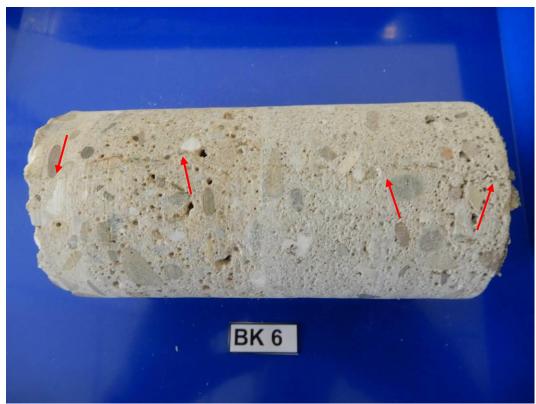


Bild 52: Rissbildung in BK 6, durchlaufend

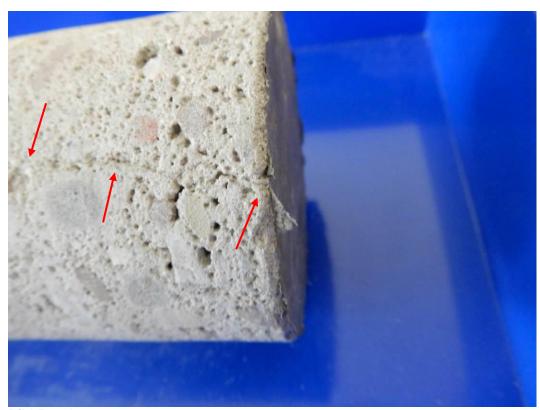


Bild 53: wie zuvor

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

30

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034

Datum: 06.05.2021



Bild 54: Oberseite Bohrkern Sohle mit Beschichtung



Bild 55: Bruchkante im Konstruktionsbeton in BK 6

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

31

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

921 034 Datum:

06.05.2021

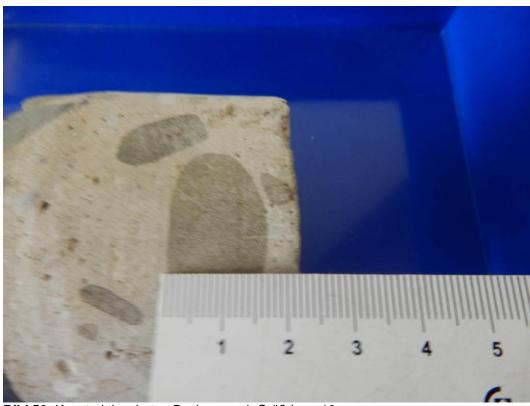


Bild 56: Konstruktionsbeton Beckenwand, Größtkorn 16 mm



Bild 57: wie zuvor, aufgeschlossene Bewehrung Ø10 mm

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de

Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Seite:

32

Bauwerk:

Schwimmbad Hesel

Projekt-Nr.:

Datum:

921 034

06.05.2021



Bild 58: aufgeschlossene Bewehrung Ø16 mm

Bauteil:

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Projekt-Nr.:

921 034

# Anlage 2

# Übersichtsskizzen

Seite 1 - 2

Objekt: Schwimmbad Hesel

hier: Bauwerksprüfung der Massivbauteile

Ort: Rüschenweg 1

26835 Hesel

Auftraggeber: Samtgemeinde Hesel

Rathausstr. 14 26835 Hesel

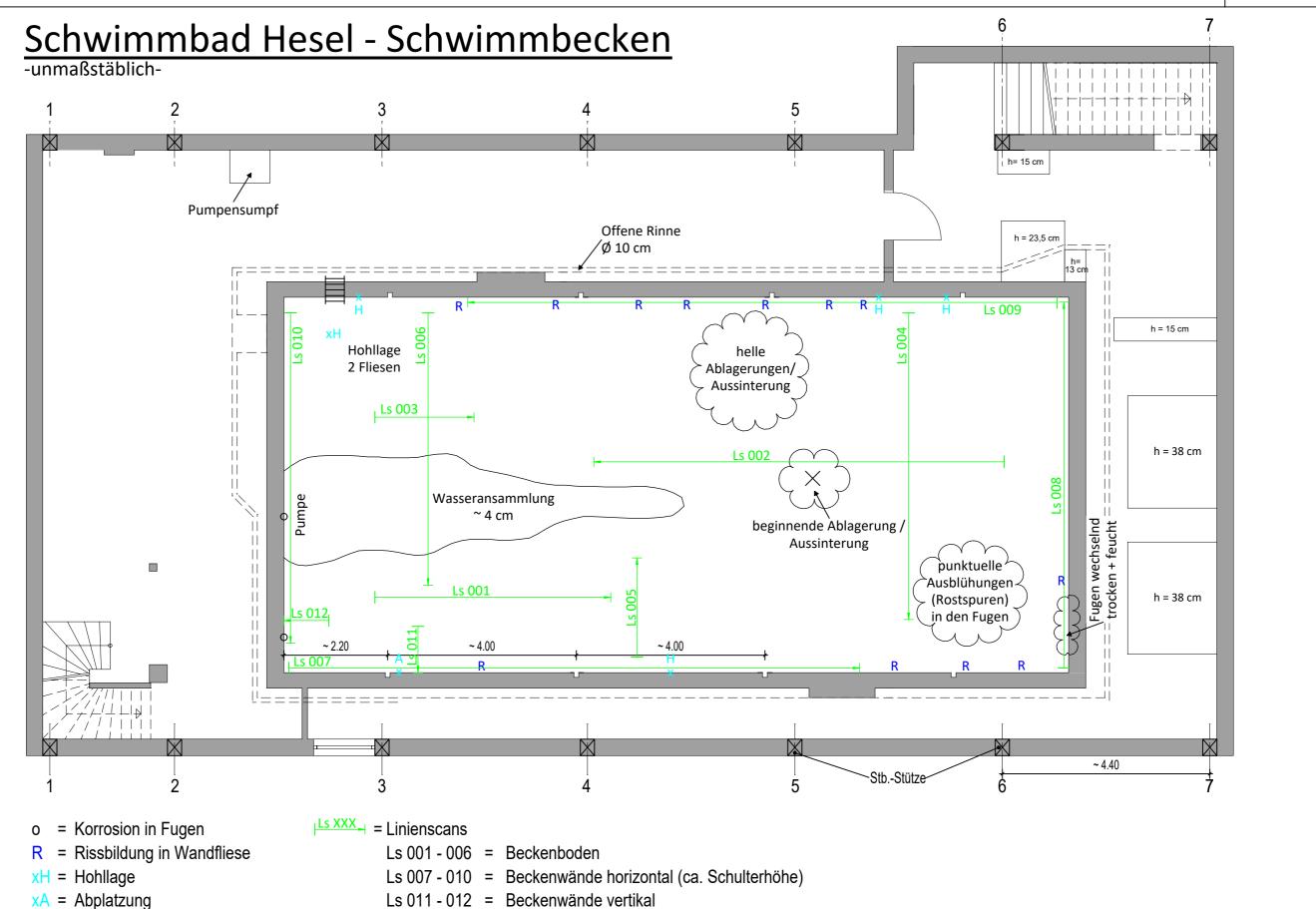
Cloppenburger Straße 200 Tel.: 0441 / 9 21 78 - 350 26133 Oldenburg Tel.: 0441 / 9 21 78 - 379 www.eriksen.de E-Mail: epo@eriksen.de

eriksen

eite: Ü**-**01

Bauwerk:
Schwimmbad Hesel
92

921 034 06.05.2021



Gesehen:

Co

Gezeichnet:

Lm / Vo

Maßstab:

ohne

Cloppenburger Straße 200 Tel.: 0441 / 9 21 78 - 350 26133 Oldenburg Tel.: 0441 / 9 21 78 - 379 www.eriksen.de E-Mail: epo@eriksen.de

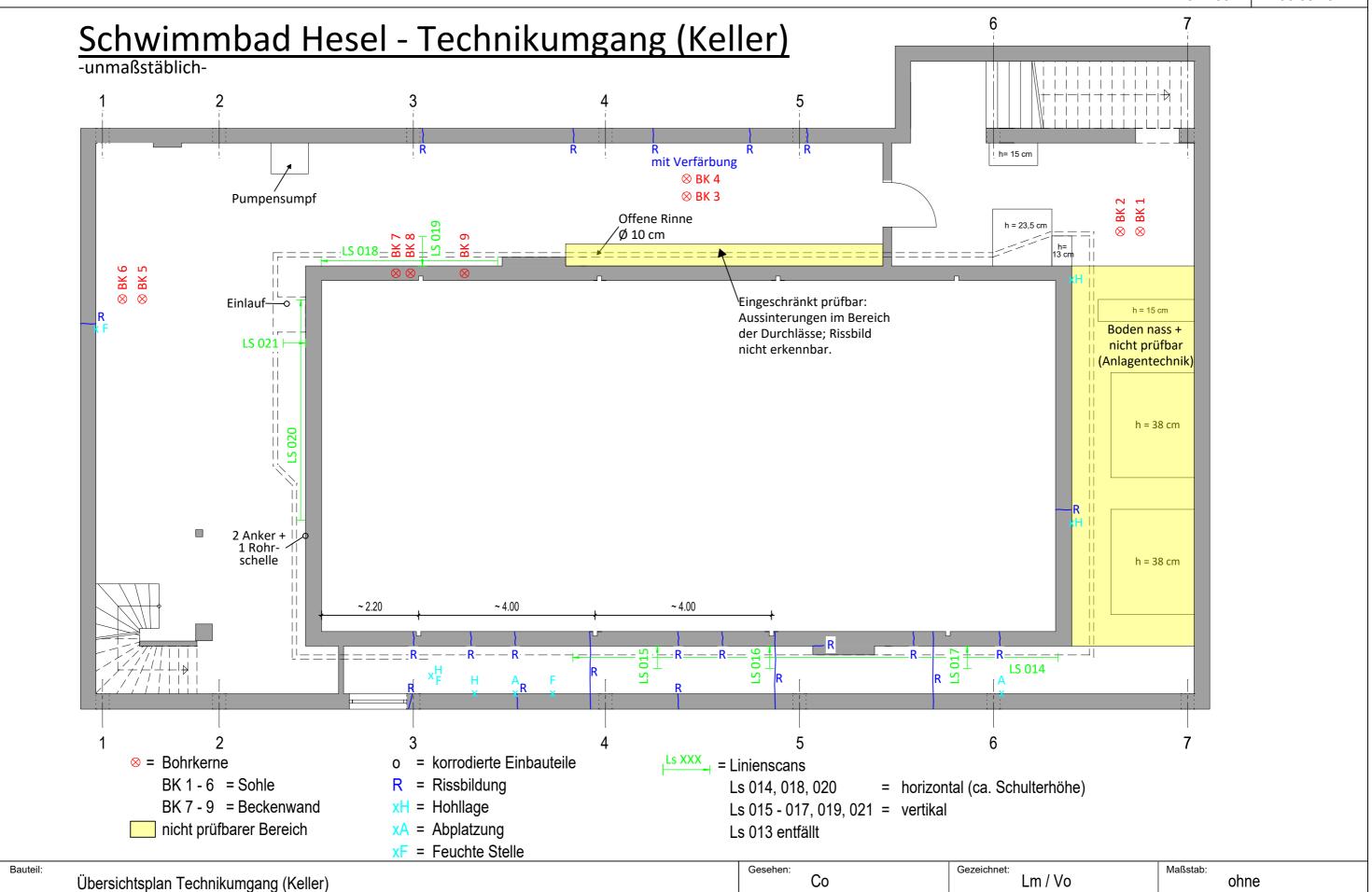
eriksen

Ü-02

Bauwerk:
Schwimmbad Hesel

Auftrags-Nr.: 921 034

06.05.2021



Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Projekt-Nr.:

921 034

# Anlage 3

# **Auswertung Bewehrungsscans**

Seite 1 – 20

Objekt: Schwimmbad Hesel

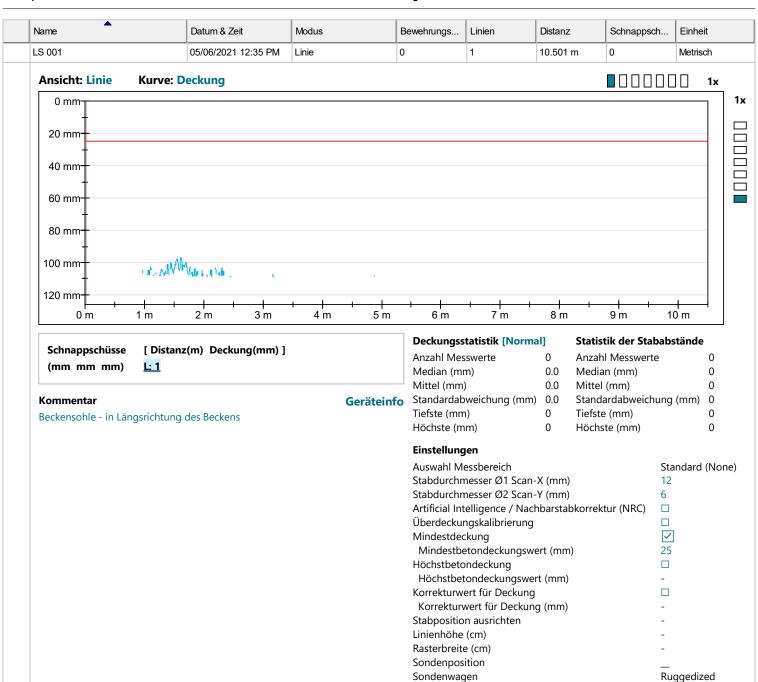
hier: Bauwerksprüfung der Massivbauteile

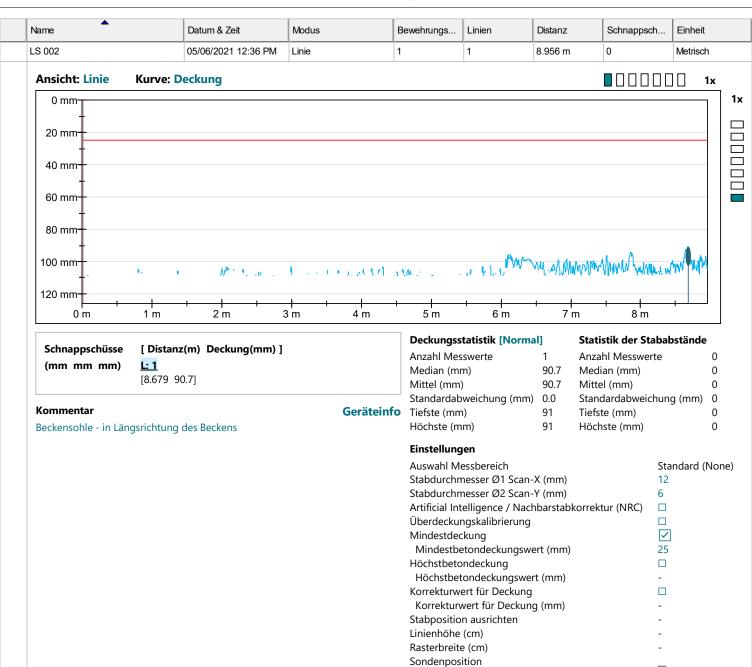
Ort: Rüschenweg 1

26835 Hesel

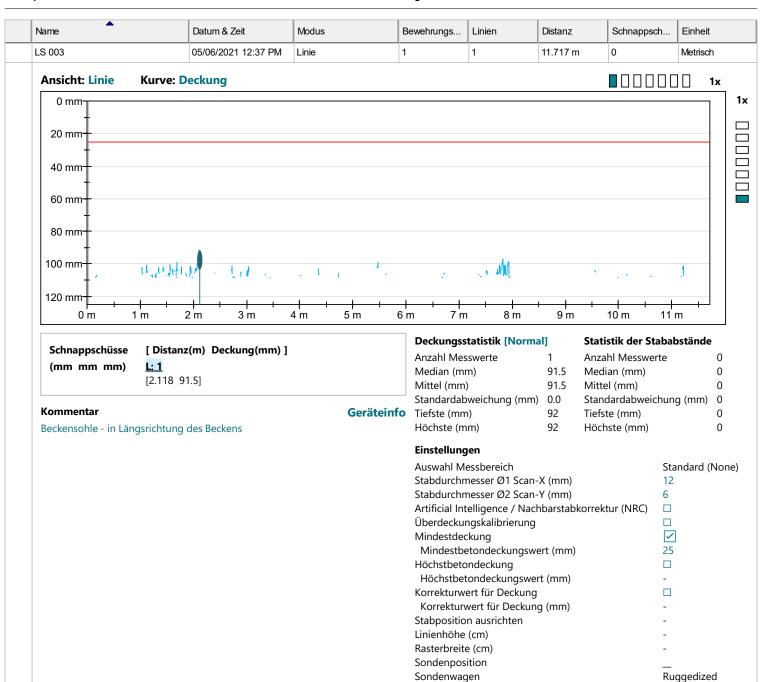
Auftraggeber: Samtgemeinde Hesel

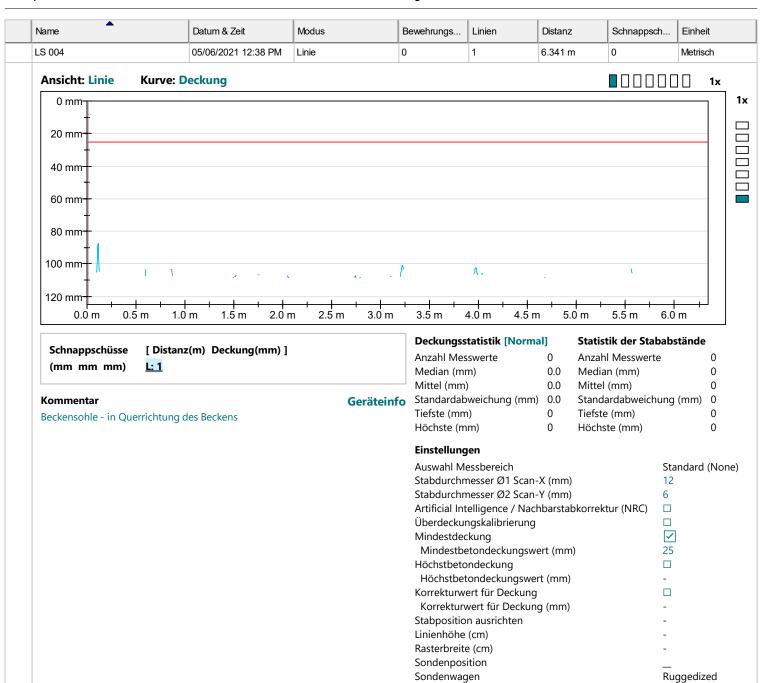
Rathausstr. 14 26835 Hesel

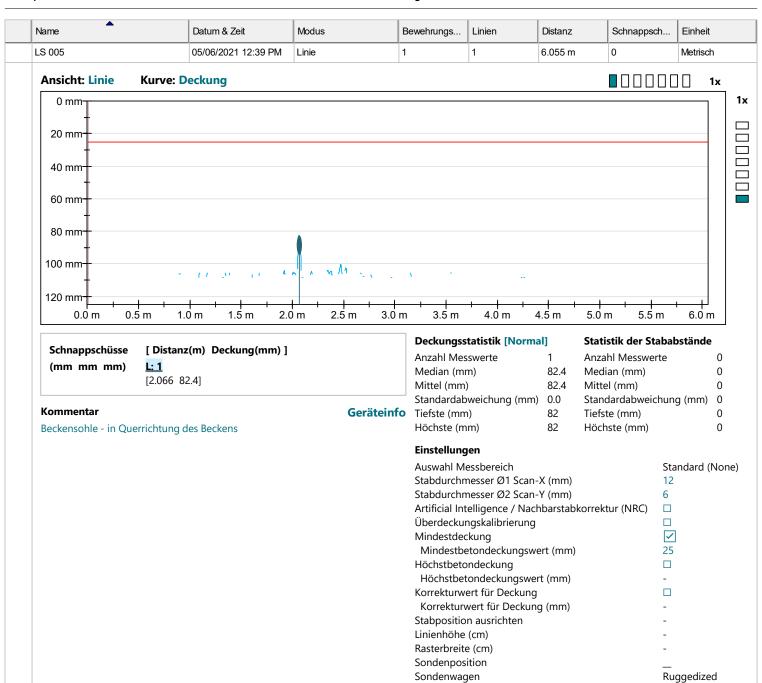


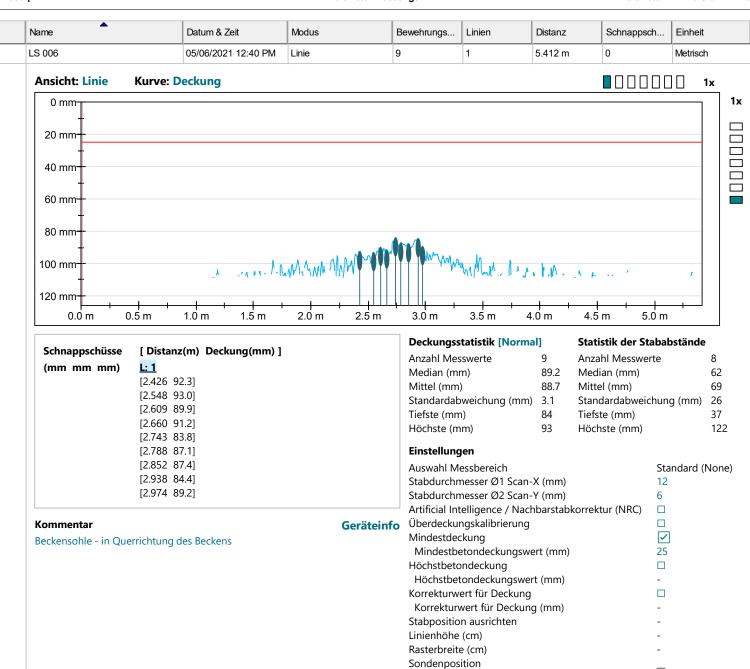


Sondenwagen

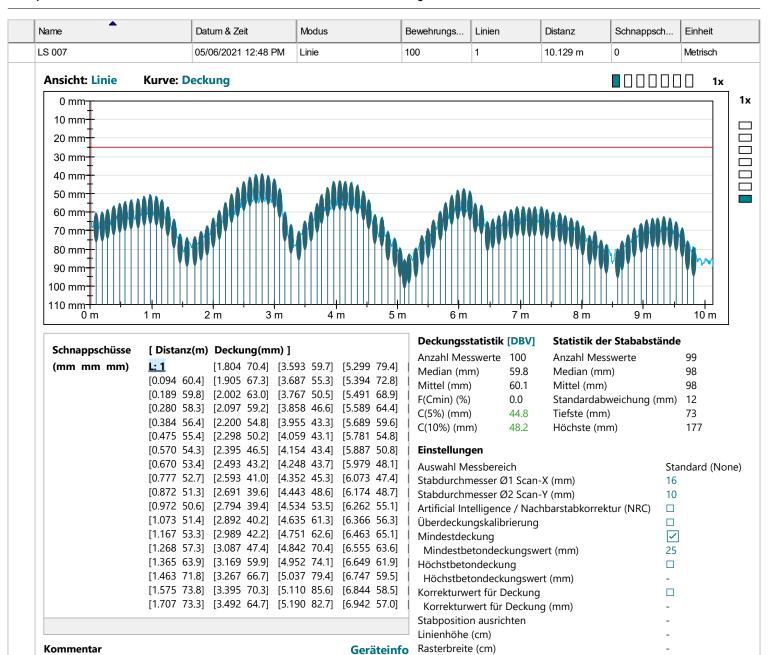








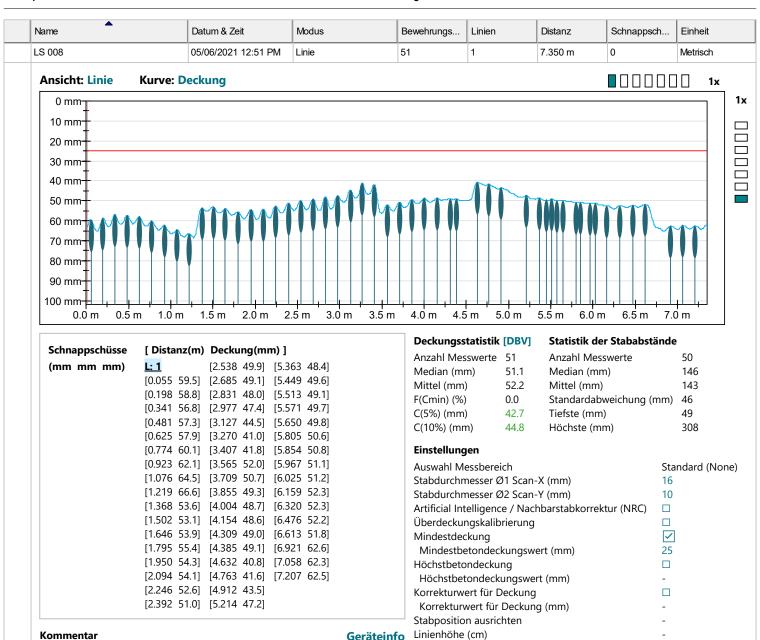
Sondenwagen



Sondenposition

Sondenwagen

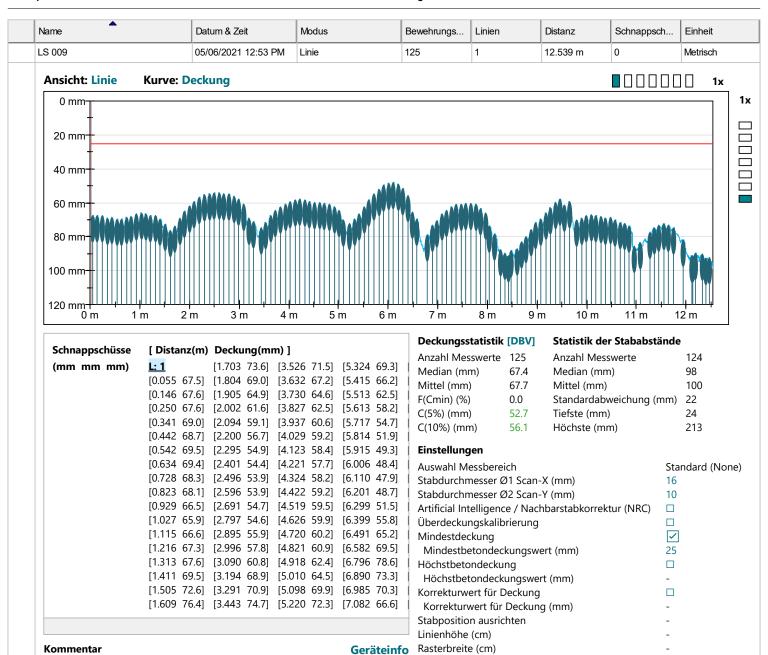
Beckenwand innen - horizontal auf Schulterhöhe



Rasterbreite (cm)

Sondenposition Sondenwagen

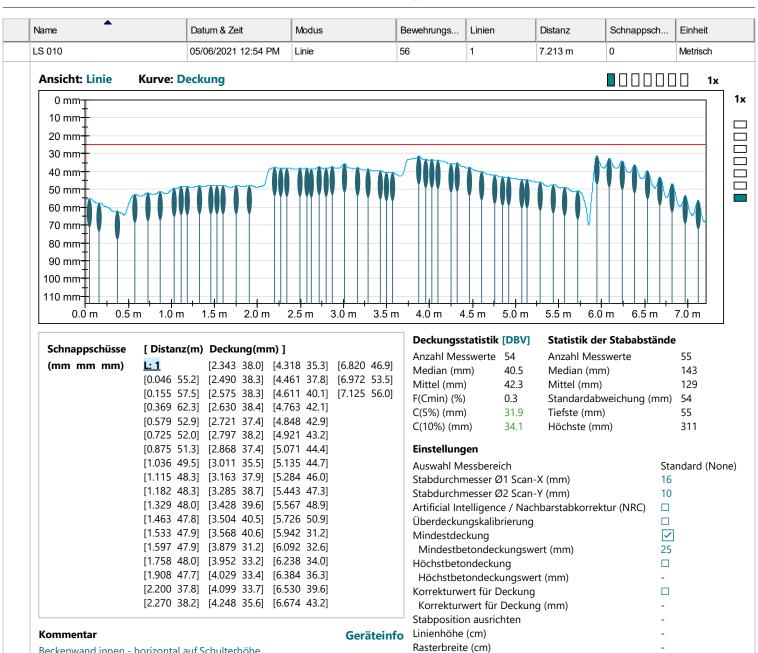
Beckenwand innen - horizontal auf Schulterhöhe



Sondenposition

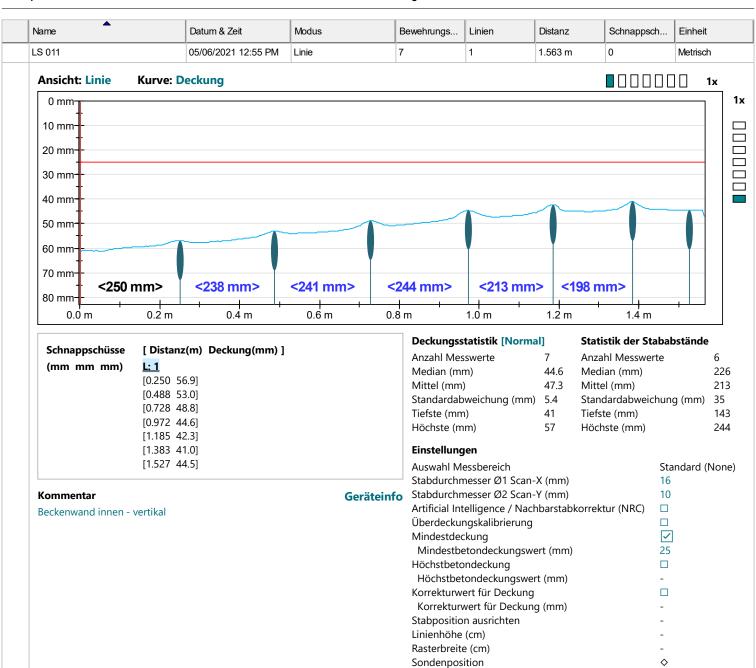
Sondenwagen

Beckenwand innen - horizontal auf Schulterhöhe

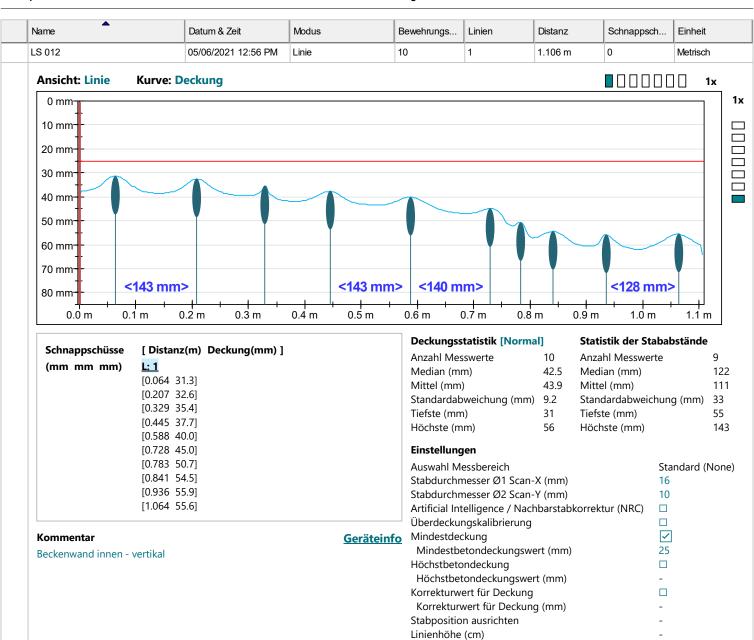


Sondenposition Sondenwagen

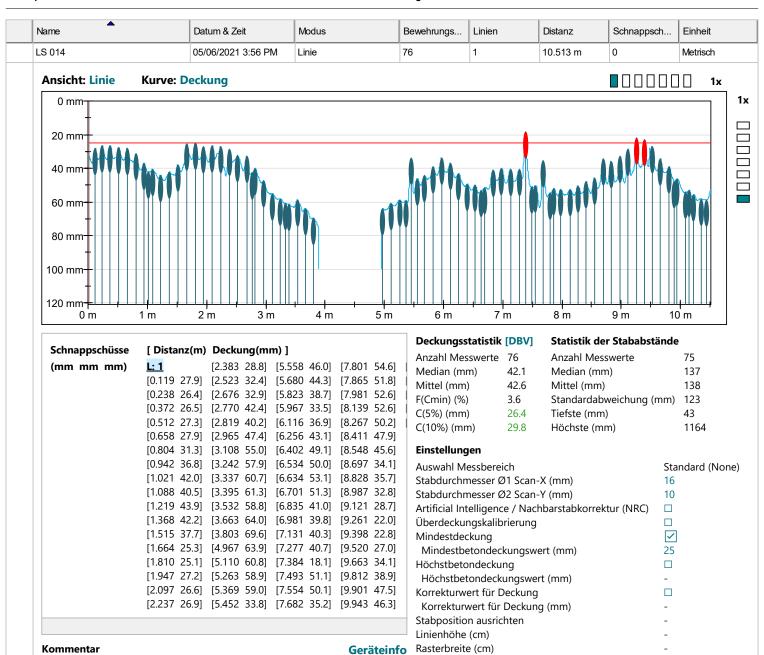
Beckenwand innen - horizontal auf Schulterhöhe



Sondenwagen



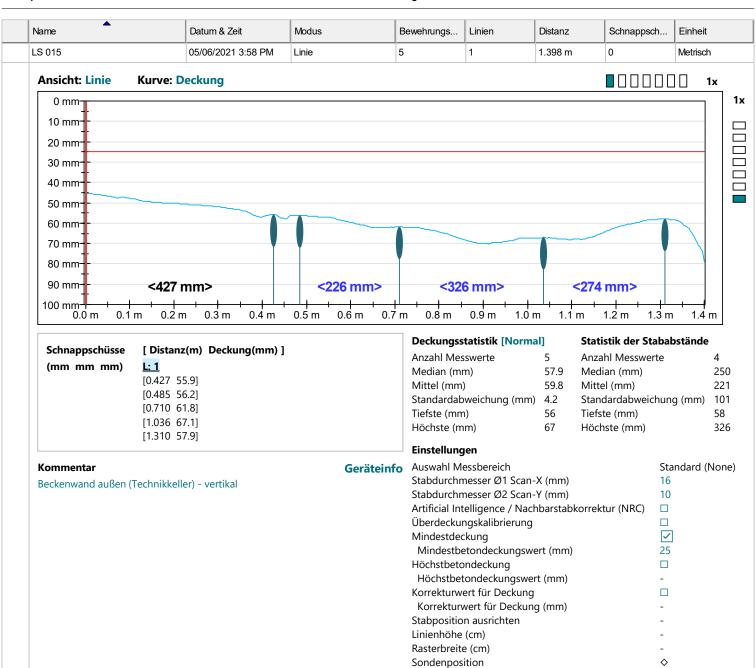
Rasterbreite (cm) Sondenposition Sondenwagen



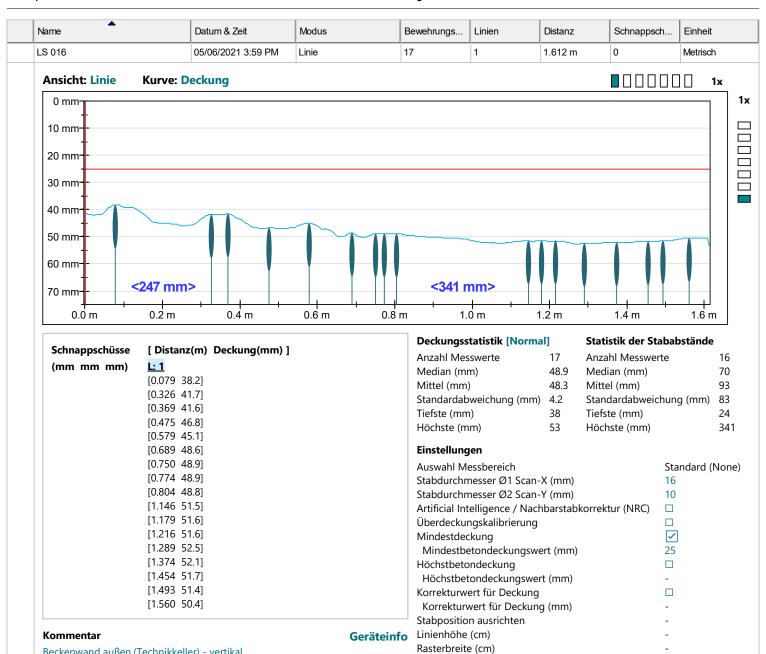
Sondenposition

Sondenwagen

Beckenwand außen (Technikkeller) - horizontal

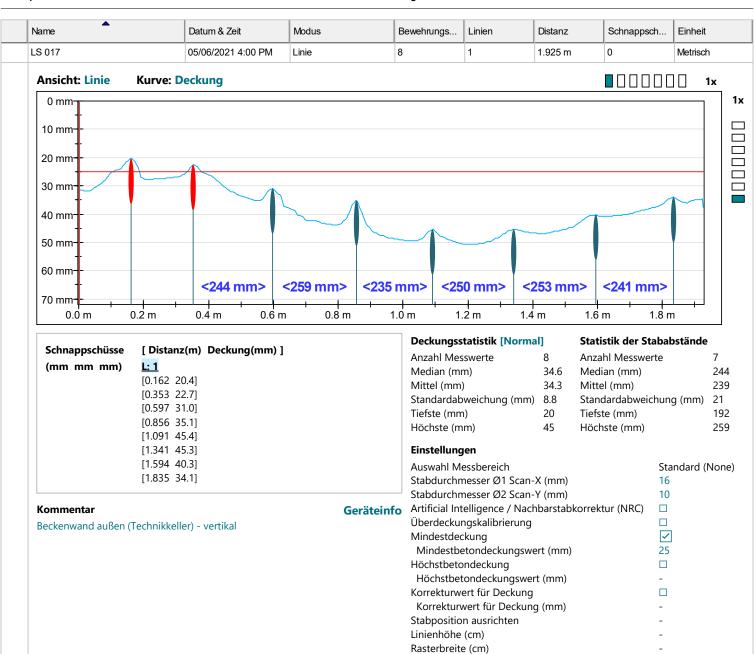


Sondenwagen

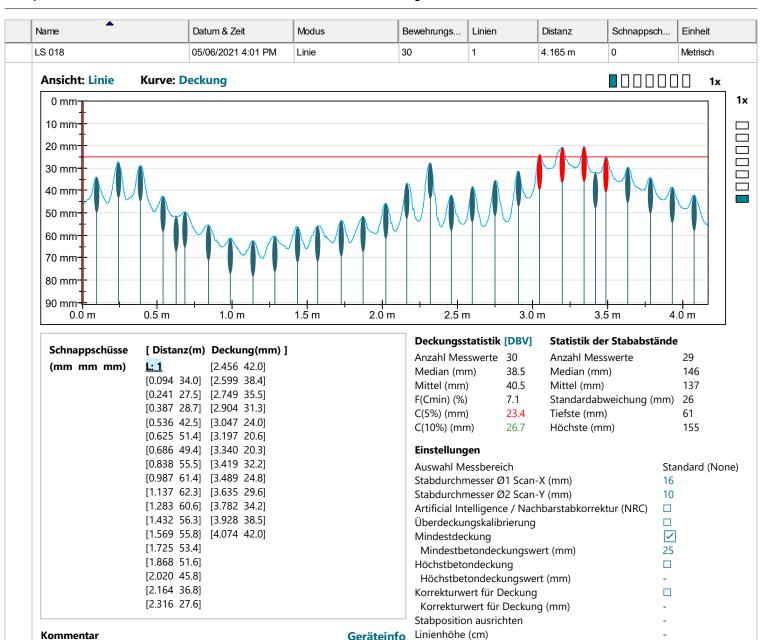


Sondenposition Sondenwagen

Beckenwand außen (Technikkeller) - vertikal



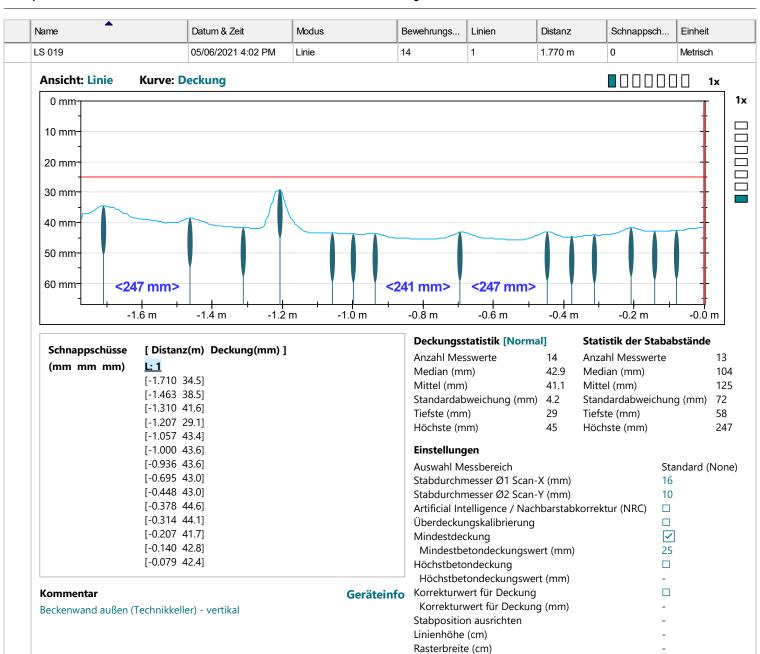
Sondenposition Sondenwagen



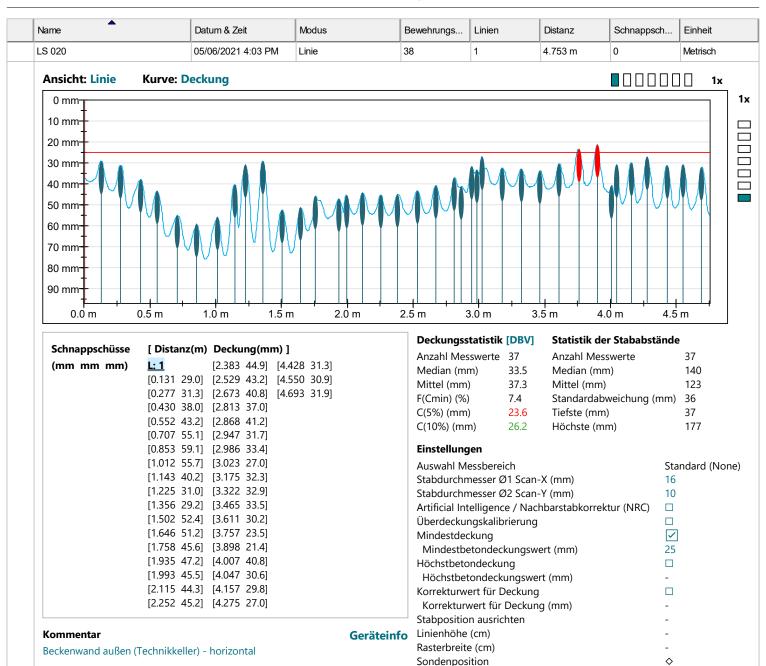
Rasterbreite (cm)

Sondenposition Sondenwagen

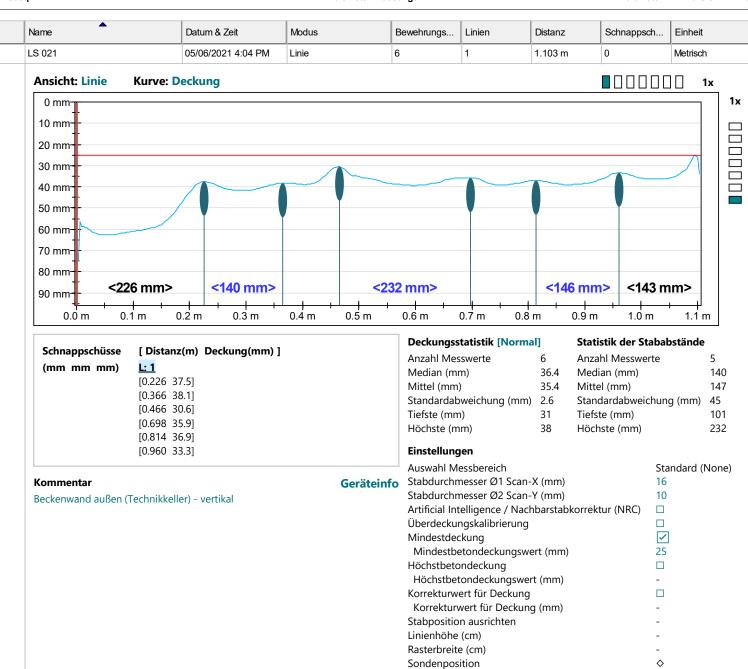
Beckenwand außen (Technikkeller) - horizontal



Sondenposition Sondenwagen



Sondenwagen



Sondenwagen

Cloppenburger Straße 200 26133 Oldenburg www.eriksen.de Tel.: 04 41 / 9 21 78 - 350 Fax: 04 41 / 9 21 78 - 379 E-Mail: epo@eriksen.de



Projekt-Nr.:

921 034

# Anlage 4

# Untersuchungsbericht Prüfanstalt

Seite 1 – 5

Objekt: Schwimmbad Hesel

hier: Bauwerksprüfung der Massivbauteile

Ort: Rüschenweg 1

26835 Hesel

Auftraggeber: Samtgemeinde Hesel

Rathausstr. 14 26835 Hesel

# Amtliche Materialprüfungsanstalt der Freien Hansestadt Bremen\*

ein Geschäftsbereich des

# Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien - IWT



# Untersuchungsbericht 05-10279-21

Berichtsdatum:

Auftrag vom:

Prüfbeginn:

Anlagen:

Anzahl der Seiten: 5

Probeneingang: 17.05.2021

07.06.202

17.05.202

20.05.2021

keine

Auftraggeber

Eriksen & Partner GmbH Oldenburg

(EPO)

Cloppenburger Str. 200 26133 Oldenburg

Zeichen des

Projekt: 921 034

**Auftraggebers** 

Prüfgegenstand

3 Bohrkerne aus Stahlbeton mit einem

Nenndurchmesser von 75 mm

**Objekt** 

Projekt: 921 034

Inhalt des

Ermittlung des tiefenzonenabhängigen

**Auftrags** 

Chloridgehaltes, der Karbonatisierungstiefe und der

Betondruckfestigkeit

**Probennahme** 

Die Probenahme lag in der Verantwortung des

Auftraggebers. Die Proben wurden am 17. Mai 2021

an die MPA Bremen geliefert.

Aufbewahrung

Das Versuchsmaterial wurde zerstört,

Restmaterialien werden nach Berichterstellung 6

Wochen aufbewahrt.

### 1 Aufgabenstellung

Die MPA Bremen wurde beauftragt an Betonbohrkernen den tiefenzonenabhängigen Chloridgehalt, die Karbonatisierungstiefe (an Bohrkern 7) und die Betondruckfestigkeit (an den Bohrkernen 8 und 9) zu ermitteln. Die Proben wurden am 17. Mai 2021 an die MPA Bremen geliefert.

### 1.1 Probenbeschreibung

Angaben zu den Proben sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1: Probenbeschreibung

Nr.	Durchmesser	Länge	Stahl 1	Stahl 1	Stahl 2	Stahl 2	
	[mm]	[mm]	Überdeckung	Durchmesser	Überdeckung	Durchmesser	
7	73,7	84,8	46	6	52	6	
8	74,2	123,8	37	14	51	6	
9	73,8	97,5	85	6			

Die Ermittlung der Bewehrungsüberdeckung erfolgte von der dem Stahl am nächsten liegenden, als Bauteiloberfläche erkennbaren Kopfseite der Bohrkerne.

# 2 Untersuchungen und Ergebnisse

## 2.1 Karbonatisierungsfortschritt, tiefenabhängiger Chloridgehalt

Der Karbonatisierungsfortschritt des Betons am Bohrkern ermittelt. Dazu wurden Scheiben abgetrennt, gespalten und mit Pressluft gereinigt. Die so entstandenen frischen Bruchflächen wurden jeweils mit einer Indikatorlösung (Phenolphthalein-Lösung) eingesprüht. Die minimale und maximale Breite des karbonatisierten Saums an der Oberseite des Betons ist in der nachfolgenden Tabelle 2 verzeichnet.

Zur Bestimmung des tiefenabhängigen Chloridgehaltes nach der Norm DIN EN 14629 wurden abgesägte Bohrkernscheiben zerkleinert und bei 105 °C getrocknet und dann der Gehalt an Chloriden ermittelt. In der Tabelle 2 sind die Ergebnisse der Chlorid-Konzentrations-Bestimmung (Chloridgehalte bezogen auf die Betonmasse) aufgeführt.

Bohrkern	Überdeckı Bewehi	Karbonati - sierungstiefe in mm		Gehalt an Chloriden bezogen auf den Beton		
	in mi			in einer Tiefe 1) des Betons von	in M%	
7	Anzahl	2			0 bis 2 cm	0,033
	Minimal	46	Minimal	0	2 bis 4 cm	0,008
	Maximal	52	Maximal	5	4 bis 6 cm	0,011
Grenzwert:						

Tabelle 2: Bewehrungsüberdeckung, Karbonatisierungstiefe, Chloridgehalt

- 1) Tiefenzone von der Oberkante des Betons gemessen.
- 2) Grenzwert für den Chloridgehalt bezogen auf die Betonmasse nach der Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, Teil 1: Allgemeine Regelungen und Planungsgrundsätze", Ausgabe Oktober 2001. Der kritische, korrosionsauslösende Chloridgehalt im Beton hängt von einer Reihe von Einflussfaktoren ab und muss daher im jeweiligen Einzelfall bei Überschreitung des genannten Grenzwertes durch einen Sachkundigen Planer beurteilt werden.

## 2.2 Bestimmung der Druckfestigkeit

Die Proben wurden durch Sägeschnitte nass auf ein Verhältnis der Länge zum Durchmesser von annähernd 1 zu 1 gekürzt. Die Druckflächen wurden zur Vorbereitung auf die Druckprüfung maschinell planparallel geschliffen bzw. abgeglichen. Die Durchführung der Prüfung erfolgte nach Lagerung bei  $(20\pm2)$  °C und  $(65\pm5)$  % relativer Luftfeuchtigkeit entsprechend der Norm DIN EN 12504-1:2019:09. Die Bestimmung der Rohdichte erfolgte durch Ausmessen und Wiegen der Prüfkörper am Tag der Prüfung.

Die Ergebnisse der Prüfungen sind in Tabelle 3 verzeichnet.

Tag der Prüfung: 26.05.2021

Tabelle 3: Druckfestigkeit des Betons

Proben Nr.	Abmessungen in mm  Höhe 3   Höhe 4   Durchmesse			Rohdichte <sup>5)</sup> [kg/m³]	Druckfestigkeit $f_{c,is}$ 6) [N/mm²]
8	123,8	74,8	74,2	2290	49,3
9	97,5	75,1	73,8	2340	51,0

- 3) Höhe des Betons bei der Anlieferung
- 4) Höhe des Prüfkörpers nach dem planparallelen Schleifen oder Abgleichen der Druckflächen.
- 5) Rohdichte des Betons zum Zeitpunkt der Prüfung, bei dem Probekörper 8 wurde die Rohdichte um die Rohdichte der enthaltenen Stahlbetonbewehrung korrigiert.
- 6) f<sub>c,is, Bohrkern</sub> = f<sub>c,is, Würfel</sub> (entsprechend Abschnitt NA.4.2 des Nationalen Anhangs zur Norm DIN EN 13791:2017-02/A20)

### 3 Bewertung und Zusammenfassung

Die nachfolgende Bewertung bezieht sich ausschließlich auf das von der MPA Bremen entnommene Probenmaterial und die Ergebnisse der daran durchgeführten Untersuchungen. Auf Basis der oben dargestellten Ergebnisse kommen die Unterzeichnenden zu folgender Schlussfolgerung:

Maßnahmen zum Korrosionsschutz der Bewehrung sollten getroffen werden, wenn eine Korrosion der Bewehrung innerhalb der angestrebten Nutzungsdauer des Bauteils zu erwarten ist. Damit muss gerechnet werden, wenn der Beton ausreichend feucht ist und die Karbonatisierung die Stahloberfläche erreicht hat sowie wenn in der Umgebung des Bewehrungsstahls ein kritischer, korrosionsauslösender Chloridgehalt überschritten wird.

#### Karbonatisierung

Neben der chloridinduzierten Korrosion der Bewehrung ist die Gefahr einer Bewehrungskorrosion infolge einer fortgeschrittenen Karbonatisierung der Betondeckungszone bei der Bewertung des Zustandes eines Stahlbetonbauwerks zu berücksichtigen.

Hydratisiert Zementklinker nach dem Anmischen des Betons, so entsteht neben den festigkeitsbildenden CSH-Phasen auch Portlandit (Ca(OH)<sub>2</sub>). Durch Portlandit ergibt sich im Betongefüge ein basisches Milieu: Der pH-Wert liegt bei ca. 12,5 oder höher (durch Alkalien des Zementklinkers). Der in den Beton eingebettete Bewehrungsstahl ist in dieser Umgebung ausreichend vor Korrosion geschützt.

Im Zuge der Nutzung des Betonbauteiles reagiert der Portlandit des Betons beginnend von der Oberfläche mit dem natürlichen Kohlendioxid der umgebenden Luft. Dabei entsteht aus dem Portlandit (Ca(OH)<sub>2</sub>) Kalk (CaCO<sub>3</sub>) wobei der pH-Wert auf ein Niveau von unter 9 sinkt. Durch diesen Vorgang bildet sich eine carbonatisierte Randzone des Betons aus. Den Grenzbereich zwischen karbonatisierter Randzone und nicht karbonatisiertem Kernbeton bezeichnet man als Karbonatisierungsfront. Diese verlagert sich im Laufe der Nutzung des Betonbauteils weiter in das Bauteilinnere. Der Fortschritt der Karbonatisierung ist im Wesentlichen abhängig von der Betonqualität und den einwirkenden Umweltbedingungen. Grundsätzlich gilt: je höher die Betonqualität ist, desto langsamer schreitet die Karbonatisierung fort.

lst der den Bewehrungsstahl berührende Beton karbonatisiert, so ist der Stahl infolge des pH-Wertes von weniger als 9 nicht mehr ausreichend vor Korrosion geschützt. Die Folge ist meist die einsetzende Korrosion des Stahls, wenn für die Karbonatisierung günstige Feuchteverhältnisse vorherrschen. Die Bildung von Rost ist mit einer 2,5-fachen Volumenvergrößerung verbunden. Dies führt meist zur Bildung von Rissen im Beton direkt über der Bewehrung oder gar zur Abplatzungen der Betondeckung.

Die Karbonatisierungsfront hatte die Bewehrung in Bohrkern 7 noch nicht erreicht.

#### Chloridkonzentration:

Hinsichtlich der Bewertung der Chloridkonzentration wurden folgende Beurteilungskriterien entsprechend der DAfStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen", Ausgabe Oktober 2001 zugrunde gelegt:

Der kritische, korrosionsauslösende Chloridgehalt im Beton hängt von einer Reihe von Einflussfaktoren ab und muss daher im jeweiligen Einzelfall bei Überschreitung der nachstehend aufgeführten Grenzwerte durch den sachkundigen Planer beurteilt werden. Hierbei sind außer dem Chloridgehalt die Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen.

Werden im Bereich der Betondeckung der Bewehrung Chloridgehalte von mehr als 0,03 M.-% der Betonmasse festgestellt, so sind die Konzentrationsverteilungen über die Bauteildicke im Bereich der mit Chlorid beaufschlagten Bauteiloberfläche zu bestimmen.

Chloridgehalte bis 0,5 % bezogen auf die Zementmasse gelten bei Stahlbetonbauwerken im Allgemeinen als unkritisch, Chloridgehalte ab 1,0 M.-% als kritisch. Wenn bei Stahlbetonbauteilen in der Betondeckungsschicht Chloridgehalte über 0,5 M.-% Cl<sup>-</sup> bezogen auf die Zementmasse ermittelt werden, ist zur Beurteilung der erforderlichen Maßnahmen ein sachkundiger Planer einzuschalten.

Bei unbekannter Betonzusammensetzung sollte der Zementgehalt auf der sicheren Seite liegend abgeschätzt werden. In der Regel ist es ausreichend, dabei den Chloridgehalt in M.-% bezogen auf die Zementmasse durch die Multiplikation der ermittelten Werte mit dem Faktor 7 abzuschätzen.

Für die ermittelten Werte wurde der Chloridgehalt bezogen auf die Zementmasse abgeschätzt (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Untersuchungsergebnisse zur Bewehrungskorrosion infolge von Chlorideinwirkungen

	minimale lokale	Chloridgehalte in % bezogen auf die Zementmasse			
Bohrkern	Bewehrungs- überdeckung in mm	Tiefenzone 0 bis 2 cm	Tiefenzone 2 bis 4 cm	Tiefenzone 4 bis 6 cm	
7	46	0,237	0,059	0,079	

Der **Chloridgehalt** in Bohrkern 7 ist in den ersten drei Tiefenzonen als **unkritisch** einzustufen (< 0,5 M-%).

### Druckfestigkeit:

An den Bohrkernen 8 und 9 wurden Druckfestigkeiten von 49,3 N/mm² bzw. 51,0 N/mm² ermittelt.

AMTLICHE MATERIALPRÜFUNGSANSTALT BREMEN

(Abteilung Bauwesen)
Mech.-tech. Prüfungen)

Für die Richtigkeit der Ausfertigung

Amarica and a surface of the surface

Sophie Bauer (Abteilung Bauwesen Mech.-tech. Prüfungen)