

# Anhang bzgl. SKU Anton-Loevenich-Straße

## Inhalt:

- Allgemeines:
  - Übersicht der Lage des Teilbauwerks
  - Übersichtsaufnahmen des Teilbauwerks
  
- Planunterlagen:
  - Bestandspläne: Lagepläne, Grundrisse und Schnitte – 6 Seiten
  
- Gutachtliche Stellungnahme:
  - B-6518-1 Gutachten inkl. Anhang – 46 Seiten
  
- Statische Unterlagen:
  - Geprüfter Schal- und Bewehrungsplan – 1 Seite

## Übersicht der Lage des Teilbauwerks:



## Übersichtsaufnahmen des Teilbauwerks





Datum: 11.12.2023

**Gutachtliche Stellungnahme über betontechnologische  
Untersuchungen am SKU Anton-Lövenich-Straße in Heinsberg  
B 6518-1**

Auftraggeber:



Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 46 Seiten.



## Inhaltsverzeichnis

1	ALLGEMEINES.....	4
2	UNTERLAGEN .....	5
3	ORTSTERMINE.....	5
4	BAUWERKS- UND LABORUNTERSUCHUNGEN .....	6
4.1	Allgemeines .....	6
4.2	Inaugenscheinnahme .....	7
4.3	Betondeckungsmessungen .....	7
4.4	Erstellung von Inspektionsöffnungen.....	9
4.5	Bestimmung von Karbonatisierungstiefen .....	9
4.6	Bohrmehlentnahmen .....	9
4.6.1	Bestimmung des Sulfatgehaltes .....	10
4.6.2	Bestimmung des Chloridgehaltes .....	10
4.7	Bohrkernentnahmen .....	10
4.7.1	Makroskopie der Bohrkern.....	10
4.7.2	Bestimmung der Betondruckfestigkeit .....	11
4.7.3	Bestimmung der Oberflächenzugfestigkeit.....	11
5	ERGEBNISSE.....	12
5.1	Allgemeines .....	12
5.2	Ergebnisse der Inaugenscheinnahme .....	12
5.3	Betondeckungsmessungen .....	14
5.4	Untersuchungsstellen .....	14
5.5	Bohrkernprüfungen .....	15
6	BEWERTUNG DER ERGEBNISSE .....	16
7	INSTANDSETZUNGSKONZEPT .....	18
8	BESTIMMUNG DER RESTNUTZUNGSDAUER.....	22



9	ZUSAMMENFASSUNG .....	26
10	LITERATUR .....	28
11	ANHANG A: LAGEPLAN .....	30
12	ANHANG B: AUFNAHMEN DER PRÜF- UND ENTNAHMESTELLEN .....	31
13	ANHANG C: ERGEBNISSE DER BETONDECKUNGSMESSUNGEN .....	34
14	ANHANG D: ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGSSTELLEN .....	35
15	ANHANG E: ERGEBNISSE DER BOHRKERNPRÜFUNGEN .....	40

## 1 ALLGEMEINES

\_\_\_\_\_ wurde am 14.11.2022 vom \_\_\_\_\_ auf der Grundlage unseres Angebotes A 2022-68 vom 31.08.2022 per Ingenieurvertrag \_\_\_\_\_ mit der Durchführung betontechnologischer Untersuchungen im Zuge der Ist-Zustandserfassung an fünf Sonderbauwerken des \_\_\_\_\_ sowie der Erarbeitung von Instandsetzungskonzepten beauftragt.

Auftragsgemäß umfasste das Untersuchungsprogramm gemäß unserem Angebot A 2022-68 vom 31.08.2022 sowie unserer schriftlichen Ergänzungen im Schreiben B-6518 vom 01.02.2023 je Bauwerk die folgenden Positionen:

*Pos. 1: Zustandserfassung des Bestands und Bewertung der materiellen Untersuchungen*

*Pos. 2: Durchführung und Dokumentation der mat. Untersuchungen:*

- *Pos. 2.1: Gestellung Fahrgerüst/sonst. Gerüste*
- *Pos. 2.2: Betondeckungsmessungen*
- *Pos. 2.3: Bestimmung der Karbonatisierungstiefe*
- *Pos. 2.4: Entnahme von Bohrmehlproben:*
  - *Pos. 2.4.1: Chloridanalyse aus Bohrmehlprobe*
  - *Pos. 2.4.2: Sulfatanalyse aus Bohrmehlprobe*
- *Pos. 2.5: Entnahme von Bohrkernen:*
  - *Pos. 2.5.1: Makroskopie Bohrkern*
  - *Pos. 2.5.2: Bestimmung der Betondruckfestigkeit*
- *Pos. 2.6: Bewertung Korrosionszustand der Armierung*
- *Pos. 2.7: Oberflächenzugfestigkeit (Bestimmung am Bohrkern)*
- *Pos. 2.8: Dokumentation der Messergebnisse*

*Pos. 3: Ausarbeitung Instandsetzungskonzept*

*Pos. 4: Bestimmung der Restnutzungsdauer*

*(Pos. 5: Planungsbegleitende Unterstützung)*

Über unsere Objektuntersuchungen im Zuge der Bearbeitung der Positionen 1 bis 4 zum Bauwerk **SKU Anton-Lövenich-Straße** in Heinsberg wird in der vorliegenden Gutachtlichen Stellungnahme berichtet.

## 2 UNTERLAGEN

Mit einer Mail bezüglich der Bitte um Angebotsabgabe von [REDACTED] wurden uns mit Datum vom 12.07.2022 neben einem auszufüllenden Leistungsverzeichnis Planunterlagen zu den fünf Bauwerken zugesandt. Zum Bauwerk SKU Anton-Lövenich-Straße war folgende Unterlage enthalten:

- A) Datei 85008\_SKU-Anton-Lövenich-Straße\_Planunterlagen.pdf (Lagepläne, Grundrisse und Schnitte – 6 Seiten)

Darüber hinaus wurde uns durch [REDACTED] mit Mail vom 10.11.2022 ein Link zum Download eines ZIP-komprimierten Ordners zur Verfügung gestellt. Dieser enthielt zum Bauwerk SKU Anton-Lövenich-Straße folgende zusätzliche Unterlagen:

- B) Datei A-Zustandsbericht.pdf (Zustandsbericht zu baulichen und technischen Bauteilen der [REDACTED] vom 12.10.2021 – 49 Seiten)

- C) 17 JPG-Dateien (Aufnahmen aus dem Bauwerk)

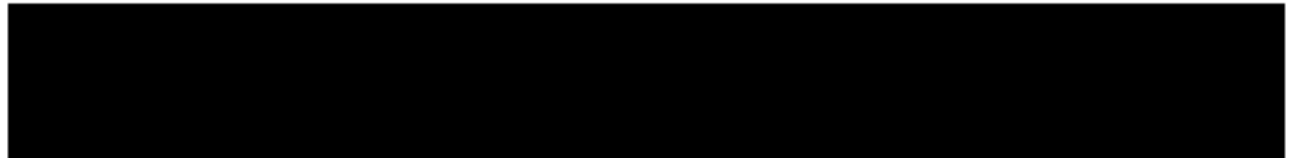
Die für die Erstellung dieser Gutachtlichen Stellungnahme herangezogenen allgemein zugänglichen Unterlagen sind in Kapitel 10 zusammengestellt.

## 3 ORTSTERMINE

Zur Bearbeitung der Position 1 der Leistungsbeschreibung hat am 14.12.2022 ein Termin zur Besprechung des weiteren Vorgehens inkl. kurzer Inaugenscheinnahme aller fünf Bauwerke stattgefunden. Bei diesem Termin waren die folgenden Personen anwesend:

[REDACTED]

Die Bauwerksuntersuchungen am SKU Anton-Lövenich-Straße haben am 21.06.2023 stattgefunden. Bei diesem Termin waren die folgenden Personen anwesend:



Die bei diesen Ortsterminen durchgeführten Bauwerksuntersuchungen und Probennahmen werden in Kapitel 4 beschrieben.

## **4 BAUWERKS- UND LABORUNTERSUCHUNGEN**

### **4.1 Allgemeines**

In den folgenden Abschnitten erfolgt eine Beschreibung der bei den Bauwerks- und Laboruntersuchungen angewendeten Untersuchungsmethoden. Die Ergebnisse der Bauwerks- und Laboruntersuchungen sind im nachfolgenden Kapitel 5 enthalten.

Im Zuge der Bearbeitung von Position 1 der Leistungsbeschreibung „Zustandserfassung des Bestands und Bewertung der mat. Untersuchungen“ hat [REDACTED] dem [REDACTED] am 01.12.2023 ein Anschreiben mit Vorschlägen zu Mengenänderungen von einzelnen Untersuchungsmethoden und Probennahmen zugesendet, die per Mail vom 02.02.2023 durch [REDACTED] bestätigt wurden. Daraus ergaben sich die in den nachfolgenden Abschnitten genannten Mengen. Die seitens [REDACTED] in diesem Schreiben formulierten Empfehlungen basierten auf unserem Ortstermin am 14.12.2022 sowie der Sichtung der zur Verfügung gestellten Unterlagen (A bis C).

Die Untersuchungen beschränkten sich im vorliegenden Fall entsprechend der Abstimmungen mit den [REDACTED] im Zuge des Ortstermins am 14.12.2022 auf das Teilbauwerk „Beckenüberlauf“. Wände und Decke dieses Teilbauwerks bestehen aus Stahlbeton. Die sichtbare Bodenfläche, bestehend aus Rinnen und Schwellen, besteht zum Teil aus Beton und zum Teil aus Kanalklinkern.

Es wurden zum Teil mehrere unterschiedliche Prüfungen und Entnahmen an einer Stelle durchgeführt. Diese wurden jeweils zu Untersuchungsstellen U zusammengefasst. Im vorliegenden Fall enthielten die Untersuchungsstellen U A1 bis U A4 jeweils eine Bohrmehlentnahme, die Erstellung einer Inspektionsöffnung sowie eine Prüfung der Karbonatisierungstiefe. An Untersuchungsstelle U A5 wurde eine weitere Inspektionsöffnung erstellt und die Karbonatisierungstiefe bestimmt.

Dem Lageplan in Bild A1 in Anhang A ist die Lage dieser Untersuchungsstellen sowie der Bohrkernentnahmestellen und Betondeckungsmessungen zu entnehmen. Eine Auswahl der Aufnahmen der Untersuchungs- und Bohrkernentnahmestellen ist in den Bildern B1 bis B8 in Anhang B enthalten.

#### **4.2 Inaugenscheinnahme**

Das untersuchte Teilbauwerk wurde begangen und vollflächig in Augenschein genommen. Dabei wurden insbesondere die Stahlbetonbauteile (Wände und Decken) auf visuell erkennbare Schäden untersucht.

Zudem wurden auch die Bereiche mit Kanalklinkern visuell untersucht.

#### **4.3 Betondeckungsmessungen**

Die Betondeckung der Bewehrung wurde zerstörungsfrei mittels des Betondeckungsmessgerätes Proceq Profometer PM 650 in Anlehnung an /1/ untersucht. Dieses Gerät erlaubt die Durchführung von Linienscans.

Erfasst werden dabei alle leitfähigen Metalle, d.h. auch nicht magnetisierbare Metalle, jedoch nur im oberflächennahen Bereich bis rd. 80 mm Tiefe. Bei diesen Linienscans werden jeweils die orthogonal zur Scanrichtung verlaufende Bewehrung und ihre Betondeckung in Abhängigkeit eines vorgegebenen Bewehrungsdurchmessers über die Weglänge des Scans aufgezeichnet.

Messungen der Betondeckung erfolgten an den Stahlbetonbauteilen (Wände und Decke). Insgesamt wurden 4 Scans horizontal an Wänden (Scans A1 bis A4), 6 Scans vertikal an Wänden (Scans A5 bis A10) und 3 Scans an der Decke in Längsrichtung (Scans A11 bis A13) durchgeführt. Die Gesamtlänge aller durchgeführten Scans beträgt rd. 47 m.

Für die Auswertung der Scans ist die Eingabe eines Bewehrungsdurchmessers erforderlich. Diese wurden auf Basis von in Inspektionsöffnungen tatsächlich gemessenen Stabdurchmessern gewählt. Demnach wurde bei den Scans an Wänden (A1 bis A10) ein Bewehrungsdurchmesser von 6 mm und bei den Scans an der Decke (A11 bis A13) ein Bewehrungsdurchmesser von 18 mm zugrunde gelegt. Sofern am Objekt tatsächlich vorhandene Bewehrungsstäbe geringere Durchmesser aufweisen, wird die gemessene Betondeckung damit überschätzt, im Fall am Objekt vorliegender größerer Bewehrungsdurchmesser unterschätzt.

Bei Bewehrungsscans ist grundsätzlich folgendes zu beachten:

Bei Bewehrungsscans bestehen verfahrensbedingt grundsätzlich Messunsicherheiten. Dies betrifft nicht nur von der Software zugeordnete Betondeckungen, sondern explizit auch die Detektion von Bewehrungsstäben. So kann es je nach Bewehrungsgeometrie durchaus vorkommen, dass Bewehrungsstäbe vom Messgerät gar nicht erfasst werden oder aber zwei eng beieinander liegende Stäbe nur als ein Stab erkannt werden. Auch ist die Fehlinterpretation von Messsignalen als Bewehrungsstab möglich.

Angaben zu Bewehrungsgeometrie, Anzahl an Bewehrungsstäben und Bewehrungsdurchmesser aus derartigen zerstörungsfreien Messungen müssen daher z.B. im Zuge einer statischen Nachrechnung mit entsprechender Sorgfalt und entsprechenden Sicherheiten behandelt werden.

Abschließend sei angemerkt, dass die vorliegende Auswertung der gemessenen Betondeckungen primär vor dem Hintergrund der Bewertung des Korrosionsrisikos der Bewehrung erfolgte. Die durchgeführte Auswertung ist nicht gleichzusetzen mit der Bewertung der Betondeckung gemäß DBV-Merkblatt „Betondeckung und Bewehrung nach EC 2“ /2/.



#### **4.4 Erstellung von Inspektionsöffnungen**

An insgesamt 5 Stellen wurden Inspektionsöffnungen erstellt (Untersuchungsstellen U A1 bis U A5). Dafür wurden jeweils einzelne Bewehrungsstäbe mittels Stemmen freigelegt. An diesen wurden Durchmesser und Betondeckung bestimmt und der Korrosionszustand bewertet sowie zum Teil als Folge von Korrosion erfolgte Querschnittsverluste abgeschätzt.

#### **4.5 Bestimmung von Karbonatisierungstiefen**

Zur Messung der Karbonatisierungstiefe wurden an den 5 Inspektionsöffnungen (Untersuchungsstellen U A1 bis U A5) die frisch in den Beton eingebrachten Bruchstellen mit Druckluft ausgeblasen und die Stellen anschließend mit einer 1-%-igen Phenolphthaleinlösung besprüht. Die Indikatorlösung färbt sich in Abhängigkeit des pH-Wertes des Untergrundes entweder violett oder zeigt keine Verfärbung. Violette Bereiche weisen einen pH-Wert größer als 9 auf und sind somit noch nicht bzw. nicht vollständig karbonatisiert.

#### **4.6 Bohrmehlentnahmen**

Zur Bestimmung tiefenabhängiger Sulfat- und Chloridgehalte wurde an insgesamt 4 Stellen tiefengestaffelt Bohrmehl aus drei unterschiedlichen Tiefenlagen (0 – 15 mm, 15 – 30 mm und 30 – 45 mm) entnommen (insgesamt 12 Bohrmehlproben an Untersuchungsstellen U A1 bis U A4). Es wurde ein Bohrer mit einem Durchmesser von 18 mm verwendet.

Sulfat- und/oder Chloridgehalte wurden an ausgewählten Bohrmehlproben bestimmt. Zum Teil wurden in der Analyse einzelne Tiefenlagen ausgelassen, da die Ergebnisse an diesen Proben weniger Aussagekraft für das Gesamtergebnis geliefert hätten.

Die ausgewählten Bohrmehlproben wurden zur Bestimmung von Sulfatgehalten ins [REDACTED] und zur Bestimmung von Chloridgehalten in die [REDACTED] eingeliefert.

#### **4.6.1 Bestimmung des Sulfatgehaltes**

Die Bestimmung des Gesamtsulfatgehalts an 12 ausgewählten Bohrmehlproben erfolgte nach DIN EN ISO 14720-1 /3/.

Als Referenz wurde zudem der Sulfatgehalt an der Unterseite eines ausgewählten Bohrkerns ebenfalls nach DIN EN ISO 14720-1 /3/ bestimmt. In dieser Tiefe sollte der Ausgangssulfatgehalt des Betons vorliegen.

#### **4.6.2 Bestimmung des Chloridgehaltes**

Der Gesamtchloridgehalt an 7 ausgewählten Bohrmehlproben wurde mittels potentiometrischer Titration in Anlehnung an Heft 401 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton /4/ bestimmt. Die Umrechnung von M.-%/Beton auf M.-%/Zement erfolgte durch Annahme eines Zementgehaltes von 1/7 des Betons (in Masseprozent)

#### **4.7 Bohrkernentnahmen**

An insgesamt 3 Stellen an Wänden wurden mittels Nassbohren mit Stativ Bohrkern entnommen. Der Innendurchmesser der verwendeten Bohrkronen betrug rd. 80 mm.

Die Bohrkern wurden mit BK A1 bis BK A3 bezeichnet.

Im Zuge der Entnahme von Bohrkern BK A3 brach dieser aufgrund einer Hohlage in mehrere Stücke. Dieser Bohrkern wurde mit BK A3a bezeichnet und es wurde noch ein zweiter Bohrkern BK A3b in unmittelbarer Nähe entnommen.

##### **4.7.1 Makroskopie der Bohrkern**

Nach Einlieferung der Bohrkern ins Labor von [REDACTED] wurden die entnommenen Bohrkern gereinigt, vermessen und auf Besonderheiten hin untersucht. Zudem wurden sie allseitig fotografiert.

#### 4.7.2 Bestimmung der Betondruckfestigkeit

An den Bohrkernen erfolgte eine Bestimmung der Rohdichte und Druckfestigkeit am [REDACTED]. Dazu wurden die Bohrkern auf ein Verhältnis von  $h/d \approx 1$  (gemäß /5/) abgelängt und die Stirnseiten planparallel geschliffen.

Die Bestimmung der Druckfestigkeit der Bohrkern erfolgte an den erstellten Prüfkörpern nach DIN EN 12504 1: 2021-02 /5/ mit einer Prüfmaschine des Typs FTS 3000/1 Alpha 4 und einer Belastungsgeschwindigkeit von 3,0 kN/s bei den Bohrkernen BK A1 und BK A2 sowie 1,1 kN/s bei Bohrkern BK A3b.

Scheiben der obersten rd. 2 cm der Bohrkern wurden [REDACTED] zurückgegeben und dienten als Prüfkörper für die Bestimmung der Oberflächenzugfestigkeit.

#### 4.7.3 Bestimmung der Oberflächenzugfestigkeit

Die Bestimmung der Oberflächenzugfestigkeit des Betons erfolgte in Anlehnung an die Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, Ausgabe 2001, Teil 3, Anhang C /6/ durch Abreißprüfungen gemäß DIN EN 1542 „Messung der Haftfestigkeit im Abreißversuch“ /7/.

Dazu wurden die Scheiben der Oberseiten der Bohrkern auf einer ebenen Platte horizontal ausgerichtet und aufgeklebt, um so eine waagerechte Prüffläche zu schaffen.

Die anschließende Prüfung umfasste die folgenden Schritte:

- Leichtes Anschleifen der Prüffläche (Betonoberseite) mit einem Winkelschleifer mit Topfscheibe (Reinigen der Oberfläche)
- Bohren einer Ringnut ( $\varnothing$  50 mm) ca. 5 bis 10 mm tief in den Beton
- Entfernen von Staub und Verunreinigungen (Abblasen der Prüfstelle)
- Aufkleben von Stahlstempeln ( $\varnothing$  50 mm) auf die Oberfläche mit einem 2-komponentigen pastösen Reaktionsharzkleber
- Durchführen einer einaxialen Zugprüfung mit einer Laststeigerungsrate von 100 N/s (Prüfgerät: Freundl F10D-Easy)

Anschließend wurden die Bruchflächenanteile visuell bewertet.

## **5 ERGEBNISSE**

### **5.1 Allgemeines**

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Bauwerks- und Laboruntersuchungen dargestellt. Eine verfahrensübergreifende Bewertung der Ergebnisse erfolgt im nachfolgenden Kapitel 6.

### **5.2 Ergebnisse der Inaugenscheinnahme**

Im Zuge der Inaugenscheinnahme wurden als hauptsächliches Schadensbild sich andeutende bzw. bereits erfolgte Betonabplatzungen, zum Teil mit freiliegender, korrodierender Bewehrung festgestellt.

Diese waren zwar teilweise auch an Wänden, insbesondere in einem Bereich einer Wand, vorhanden, in deutlich größerem Ausmaß allerdings an der Decke.

Bild 1 zeigt Beispiele für Schäden an Wänden und Bild 2 für Schäden an der Decke.



Bild 1: Beispiele für Betonabplatzungen an Wänden





Bild 2: Beispiele für Betonabplatzungen an der Decke

Andere Arten von Schäden am Beton wurden, abgesehen von lokalen leichten Abwitterungen der obersten Randzone des Betons mit vereinzelt kuppenartig freiliegender Gesteinskörnung nicht festgestellt.

Der bereichsweise vorhandene und als Schwelle bzw. Rinne dienende Kanalklinker war augenscheinlich in einem gutem Zustand. Allerdings wurde festgestellt, dass der Fugenmörtel stellenweise brüchig war bzw. eine sandige Konsistenz aufwies. Bild 3 zeigt Beispiele für den Bereich mit intakten Kanalklinkern und brüchigem Fugenmörtel.



Bild 3: Beispiele für intakte Kanalklinker mit stellenweise brüchigem Fugenmörtel

### 5.3 Betondeckungsmessungen

Die Ergebnisse der Betondeckungsmessungen sind in grafisch ausgewerteter Form in Bild C1 in Anhang C dargestellt.

Die Messergebnisse der Linienscans wurden derart ausgewertet, dass jeweils die auf einer Messlänge von 20 cm gemessene mittlere Betondeckung bestimmt wurde und anhand einer Betondeckungsklasse farblich skaliert im Linienscan dargestellt wurde.

Die für die Darstellung der Betondeckungsscans verwendete Farbskalierung reicht von  $\leq 5$  mm (rot) bis  $>50$  mm (violett). Eine Legende für diese Farbskalierung ist in Bild C1 in Anhang C enthalten. In weiß dargestellten Bereichen wurde keine Bewehrung detektiert.

Bei nassen oder rauen bzw. unebenen Betonoberflächen ist es unter Umständen möglich, dass der Wegaufnehmer des Betondeckungsmessgeräts nicht konstant mitläuft. So möglicherweise entstandene Wegverluste wurden jeweils über die Länge eines Scans verschmiert ausgeglichen, indem die Wegkoordinate eines Messsignals jeweils mit dem Faktor zwischen Weglänge eines Scans und Soll-Länge multipliziert wurde.

### 5.4 Untersuchungsstellen

Die Ergebnisse der Untersuchungen an den Untersuchungsstellen U A1 bis U A5 sind in tabellarischer Form in den Tabellen D1 bis D5 im Anhang D gegeben.

Für jede Untersuchungsstelle ist in einer Tabelle jeweils eine Übersichtsaufnahme und eine Beschreibung der Lage und des Zustands der Untersuchungsstelle gegeben.

Für die Inspektionsöffnungen werden jeweils die Richtung, der Durchmesser, die Betondeckung sowie der Korrosionszustand jedes freigelegten Stabs angegeben. Zudem wird die Karbonatisierungstiefe angegeben.

Für die Untersuchungsstellen, an denen Bohrmehl entnommen wurde, sind in den Tabellen jeweils die ermittelten Schwefel- und Chloridgehalte je Tiefenlage angegeben.



Entsprechend der Höhe der ermittelten Schwefelgehalte wurden diese in Anlehnung an den beispielsweise in /8/ genannten Schwellenwert wie folgt farblich markiert:

**Grün:** Gesamtschwefelgehalt als  $\text{SO}_3 < 1,0 \text{ M.-%}$

**Rot:** Gesamtschwefelgehalt als  $\text{SO}_3 \geq 1,0 \text{ M.-%}$

Die Referenzbeprobung an der Unterseite von Bohrkern BK A1 ergab einen Gesamtschwefelgehalt als  $\text{SO}_3$  von 0,44 M.-% (vermutlich Ausgangssulfatgehalt des Betons in 104 mm bis 119 mm Tiefe).

Entsprechend der Höhe der ermittelten Chloridgehalte wurden diese in Anlehnung an /9/ wie folgt farblich markiert:

**Grün:** Chloridgehalt  $< 0,5 \text{ M.-%/Zement}$

**Gelb:**  $0,5 \text{ M.-%/Zement} \leq \text{Chloridgehalt} < 1,0 \text{ M.-%/Zement}$

**Rot:** Chloridgehalt  $\geq 1,0 \text{ M.-%/Zement}$

Nicht analysierte Bohrmehlproben einzelner Tiefenlagen sind in den Tabellen grau hinterlegt.

## 5.5 Bohrkernprüfungen

Die Ergebnisse der Bohrkernprüfungen (Fotografie, Makroskopie, Druck- und Oberflächenzugfestigkeit) sind in Anhang E gegeben.

Aufnahmen der Bohrkerns sind in den Bildern E1 bis E4 gegeben.

Die Ergebnisse der Makroskopie können Tabelle E1 entnommen werden. In dieser Tabelle sind Durchmesser und Länge der Bohrkerns sowie die längste Ausdehnung des augenscheinlich größten Gesteinskorns an der Bohrkernmantelfläche (hier als Größtkorn bezeichnet, nicht gleichzusetzen mit dem Größtkorn einer Sieblinie) gegeben. Zudem sind an den Bohrkerns festgestellte Besonderheiten aufgeführt.

Die Maße der für die Druckfestigkeitsprüfungen erstellten Prüfkörper sowie die an diesen bestimmten Rohdichten und Druckfestigkeiten sind in Tabelle E2 gegeben. In Tabelle E3 sind die Ergebnisse der Prüfung der Oberflächenzugfestigkeiten sowie jeweils eine Beschreibung und eine Aufnahme des Bruchbilds gegeben.

Im Zuge der Präparation der Prüfkörper wurden die Scheiben für die Prüfung der Oberflächenzugfestigkeiten im unterbeauftragten Prüflabor zum Teil in zu geringer Dicke abgesägt. Dies führte dazu, dass bei zwei von drei geprüften Bohrkernen während der Prüfung kein kompletter Bruch im Beton erreicht wurde, sondern teilweise im Kleber zwischen den Betonscheiben und der Platte, auf der sie aufgeklebt wurden. Das Ergebnis einer dieser Prüfungen wurde daher für eine weitere Auswertung nicht herangezogen.

## **6 BEWERTUNG DER ERGEBNISSE**

An den Stahlbetonbauteilen (Decke und Wände) wurden als einziges wesentliches Schadensbild sich andeutende bzw. bereits erfolgte Abplatzungen des Betons mit zum Teil freiliegender, korrodierter Bewehrung festgestellt. Hierbei muss allerdings beachtet werden, dass die Betondeckungen in diesen Bereichen größtenteils sehr gering waren und häufig nur wenige Millimeter betrugen.

Die an den entnommenen Bohrmehlproben bestimmten Chloridgehalte zeigten, dass zumindest in den beprobten Bereichen kein Chlorideintrag stattgefunden hat und die lokale Korrosion einzelner freiliegender Bewehrungsstäbe wahrscheinlich nicht chloridinduziert ist. Alle bestimmten Chloridgehalte liegen im Bereich von einem für Beton üblichen Ausgangschloridgehalt.

Es ist vielmehr ein deutlicher Zusammenhang zwischen Korrosion und lokal sehr niedriger Betondeckung festzustellen. So wiesen die Bereiche mit freiliegender deutlich korrodierter Bewehrung und Querschnittsverlusten bis 30 % ursprüngliche Betondeckungen zwischen 5 mm und 13 mm auf. Es ist davon auszugehen, dass diese vermutlich seit der Bauzeit vorliegenden sehr geringen Betondeckungen zu lokaler Bewehrungskorrosion durch Karbonatisierung und infolge dessen zu Abplatzungen der Betondeckung geführt haben.

Auffällig ist in diesem Zusammenhang, dass auch die Karbonatisierungstiefen nur sehr lokal in den Abplatzungen bis in die Tiefenlage der Bewehrung vorgedrungen sind und in unmittelbarer Nähe zu den Stäben (Randbereiche der erstellten Stemmstellen) vielfach bei 0 mm liegen. Dies spricht dafür, dass tatsächlich nur in den Bereichen, in denen bereits Abplatzungen erfolgt sind, auch eine Depassivierung der Bewehrung durch Karbonatisierung vorliegt.

Grund hierfür könnte sein, dass zusätzlich zu den geringen Betondeckungen lokal eine mindere Betonqualität (Schlämpeanreicherungen unterhalb der Bewehrungsstäbe, Kiesnester, o.ä.) aus der Bauzeit vorlag, die ein Vordringen der Karbonatisierungsfront bis zum Stahl begünstigt hat.

Während geringe Betondeckungen an den Wänden sehr lokal festgestellt wurden, sind die Betondeckungen an der Decke allgemein vergleichsweise gering (großflächige Bereiche mit Mittelwerten unter 20 mm). Dies passt dazu, dass das beschriebene Schadensbild freiliegender und korrodierter Bewehrungsstäbe hauptsächlich an der Deckenuntersicht und nur sehr lokal an den Wänden auftritt.

Lediglich ein Bereich (Untersuchungsstelle U A4) zeigt eine Beschaffenheit des Betons, die ggf. auf eine stattgefundene oberflächliche Säurekorrosion hinweisen könnte (z.T. kuppenartig freiliegende Gesteinskörnung). Dies ist auch der Bereich, in dem zumindest in der ersten Tiefenlage (0 mm bis 15 mm) ein gegenüber dem vermutlichen Ausgangssulfatgehalt von 0,44 M.-% erhöhter Gesamtschwefelgehalt von 0,70 M.-% bestimmt wurde. Der Wert von 1,0 M.-%, bei dem beispielsweise nach /8/ ein Abtrag des Betons in Erwägung zu ziehen ist, ist damit allerdings noch deutlich unterschritten.

Obwohl aufgrund oben beschriebener Gründe nur zwei Ergebnisse der Bestimmung von Oberflächenzugfestigkeiten in die Auswertung einbezogen wurden, kann der Beton des Bauwerks mit einer mittleren Druckfestigkeit von 57,9 N/mm<sup>2</sup>, einer mittleren Oberflächenzugfestigkeit von 2,00 N/mm<sup>2</sup> und einem kleinsten Einzelwert der berücksichtigten Oberflächenzugfestigkeiten von 1,25 N/mm<sup>2</sup> mit hoher Wahrscheinlichkeit der Altbetonklasse A4 nach TR Instandhaltung /9/ zugeordnet werden (s. Bild 4).

	1	2	3		4
	Altbetonklasse	Druckfestigkeit <sup>1)</sup>	Oberflächenzugfestigkeit <sup>2)</sup>		kleinster Einzelwert
			Mittelwert		
		[MPa]	[MPa]		[MPa]
1	A1 <sup>3)</sup>	≤ 10	< 0,8		< 0,5
2	A2	> 10	≥ 0,8		≥ 0,5
3	A3	> 20	≥ 1,2		≥ 0,8
4	A4	> 30	≥ 1,5		≥ 1,0
5	A5	> 75	≥ 2,5		≥ 2,0

<sup>1)</sup> Mittelwert der Druckfestigkeit (Bestimmung nach DIN EN 12504-1)  
<sup>2)</sup> Kleinster Einzelwert / Mittelwert (Bestimmung nach DIN EN 1542)  
<sup>3)</sup> Die Technische Regel enthält keine abschließenden Regelungen zur Altbetonklasse A1.

**Bild 4:** Einordnung des Altbetons im Bereich der Instandsetzungsebene nach TR Instandhaltung /9/

In Anbetracht der bereits vorhandenen Schädigung scheint mindestens eine lokale Instandsetzung der geschädigten Bereiche der Stahlbetonbauteile des Bauwerks erforderlich zu sein. Dies betrifft vereinzelt Stellen an den Wänden und vielfach Stellen an der Deckenuntersicht. Vor dem Hintergrund der allgemein niedrigen Betondeckungen an der Decke ist hier auch eine flächige Instandsetzung im Sinne einer Aufdickung der Betondeckung denkbar, um zukünftig weiteren Schädigungen vorzubeugen.

Eine Instandsetzung des als Rinnen und Schwellen dienenden Aufbaus aus Kanalklinkern scheint zumindest im Sinne einer Reparatur der Fugen erforderlich, um sicher zu stellen, dass es zukünftig nicht zu bereichsweiser Abgängigkeit der Rinnenkonstruktion kommen kann.

Im nachfolgenden Kapitel werden verschiedene Möglichkeiten einer Instandsetzung der Stahlbetonbauteile unter Berücksichtigung verschiedener Einflussfaktoren diskutiert.

## **7 INSTANDSETZUNGSKONZEPT**

Die TR Instandhaltung /9/ beschreibt für die Instandsetzung von durch Bewehrungskorrosion geschädigten Bauteilen grundsätzlich drei verschiedene Instandsetzungsprinzipien, wobei anschließend zwei der drei Instandsetzungsprinzipien nochmals in unterschiedliche Verfahren unterteilt werden. Die einzelnen Instandsetzungsprinzipien und –verfahren sind in der folgenden Tabelle 1 zusammengestellt.

Die in den Spalten 1 bis 3 enthaltenen Informationen sind /9/ entnommen. Die in den Spalten 4 und 5 enthaltenen Informationen haben wir unter Berücksichtigung der Inhalte aus /9/ hinzugefügt.

**Tabelle 1:** Prinzipien und Verfahren zum Schutz oder zur Instandsetzung von durch Bewehrungskorrosion geschädigten Bauteilen nach TR Instandhaltung /9/ mit erläuternden Ergänzungen zum Anwendungsfall

Prinzip	Bezeichnung	Geregelte Verfahren, die auf den Prinzipien beruhen	Geeignet für	Bemerkung
1	2	3	4	5
7	Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität	7.1 Erhöhung bzw. Teilersatz der Betondeckung mit zusätzlichem Mörtel oder Beton	Erhalt der Passivität (d.h. der Bewehrungsstahl ist noch nicht korrosionsbereit)	Nicht geeignet bei bereits depassivierter Bewehrung
		7.2 Ersatz von chloridhaltigem oder karbonatisiertem Beton	Wiederherstellung der Passivität	Geeignet bei Chlorideinwirkung und Karbonatisierung
		7.4 Realkalisierung von karbonatisiertem Beton durch Diffusion	Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität	Nicht geeignet bei Chlorideinwirkung
		7.6 Füllen von Rissen oder Hohlräumen	Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität bei Karbonatisierung oder bei zu erwartender Chlorideinwirkung	Nicht geeignet bei bereits in den Beton eingedrungenen Chloriden
		7.7 Beschichtung	Erhalt der Passivität (d.h. der Bewehrungsstahl ist noch nicht korrosionsbereit)	Präventive Schutzmaßnahme bei Chlorideinwirkung und Karbonatisierung
		7.8 Lokale Abdeckung von Rissen (Bandagen)	Erhalt der Passivität (d.h. der Bewehrungsstahl ist noch nicht korrosionsbereit)	Geeignet bei Chlorideinwirkung und Karbonatisierung
8	Erhöhung des elektrischen Widerstandes	8.1 Hydrophobierung	Erhalt der Passivität oder Reduzierung der Korrosionsgeschwindigkeit	Nicht geeignet bei Chlorideinwirkung
		8.3 Beschichtung		Anwendung bei hohen Chloridgehalten kritisch
10	Kathodischer Schutz (KKS)	10.1 Anlegen eines elektrischen Potentials	Elektrochemischer Korrosionsschutz	Anwendung vorwiegend bei Chlorideinwirkung

Grundsätzlich sollten die vorhandenen Schadstellen an den Wänden und der Deckenuntersicht im Sinne von Verfahren 7.2 (Ersatz von chloridhaltigem oder karbonatisiertem Beton) bzw. Verfahren 3.1 (kleinflächiger Handauftrag) instandgesetzt werden. Dies kommt der lokalen Reparatur der Schadstellen gleich, indem der minderfeste Beton in den Abplatzungen bis in die Tiefe des Betons höherer Festigkeit entfernt wird, die Bewehrungsstäbe entrostet werden und die Stellen anschließend mit einem geeigneten Betonersatz reprofiliert werden. Die Passivität der Bewehrung wird so lokal durch die Alkalität des Betonersatzes wiederhergestellt. Eine flächige Erhöhung der Betondeckung erfolgt in diesem Fall allerdings nicht.

Gegebenenfalls kann in diesem Zuge gleichermaßen auch der gegebenenfalls durch Säurekorrosion geschädigte Bereich des Betons (bei Untersuchungsstelle U A4) instandgesetzt werden, da der Beton hier durch die kiesnestartige Struktur das Eindringen von CO<sub>2</sub> begünstigt zu haben scheint (Karbonatisierungstiefe bis 13 mm), wenngleich die Karbonatisierungsfront die Bewehrung aufgrund der hier höheren Betondeckungen noch nicht erreicht hat. Oberhalb dieses Bereichs wurde darüber hinaus an Bohrkern BK A3 eine Hohlstelle festgestellt, die im gleichen Zuge aufgestemmt und reprofiliert werden kann.

Folgende wesentliche Teilschritte wären im Zuge dieser lokalen Instandsetzungsmaßnahmen erforderlich:

- Abtrag loser und minderfester Betonteile
- Untergrundvorbereitung des Altbetons und der Bewehrung (z.B. durch Strahlen mit festem Strahlmittel, bei kleinen Flächen kann ggf. auch eine Untergrundvorbereitung mittels Nadelpistole erfolgen.) zur Erzielung des Reinheitsgrads der Bewehrung Sa 2 (bei Kleinflächen nach /9/ ggf. St2 ausreichend)
- Reprofilierung der Schadstellen mit Betonersatz nach TR Instandhaltung /9/ (z.B. mit RM-A4) und im Zuge dieser Reprofilierungen sollte, soweit möglich, die Betondeckung unmittelbar über dem Bewehrungsstab geringfügig erhöht werden (durch Ausbildung einer leichten Erhöhung).



Obwohl es beispielsweise in /10/ heißt, dass „die generellen Voraussetzungen für eine Korrosion der Bewehrung infolge Carbonatisierung des Betons [...] bei den ständig feuchten Umgebungsbedingungen für Bauteile im Abwasserbereich nicht gegeben“ sind, zeigt der vorliegende Fall, dass es dennoch insbesondere bei lokal sehr geringen Betondeckungen zu eben dieser Korrosionsform kommen kann. Daher sollte insbesondere für die Deckenuntersicht, zusätzlich zu dem oben genannten lokalen Betonersatz zur Wiederherstellung der Passivität, die Anwendung von Verfahren 7.1 (Erhöhung bzw. Teilersatz der Betondeckung mit zusätzlichem Mörtel oder Beton) in Betracht gezogen werden, um den Erhalt der Passivität zu gewährleisten.

Die Verfahren 8.1 (Hydrophobierung) und 8.3 (Beschichtung) zur Erhöhung des elektrischen Widerstandes sind unter den feuchten Bedingungen im vorliegenden Fall nicht zielsicher anwendbar, da unter den gegebenen klimatischen Randbedingungen im Schachtbauwerk nicht mit einer nennenswerten Austrocknung des Bauteils zu rechnen ist.

Die oben genannten Vorschläge für eine Instandsetzung setzen voraus, dass die lokal bereits erfolgten Querschnittsverluste der Bewehrung bis 30 % aus tragwerksplanerischer Sicht akzeptiert werden können, wenn eine weitere Schwächung zukünftig vermieden wird. Sollte dies nicht der Fall sein, wären zusätzliche Verstärkungsmaßnahmen beispielsweise im Sinne zusätzlicher Bewehrung erforderlich.

Zu beachten ist, dass aufgrund des vermuteten Baujahrs in den 1960-er Jahren (vgl. Kapitel 8) nicht ausgeschlossen werden kann, dass asbesthaltige Abstandhalter für die Stahlbetonbauteile verwendet wurden. Dieser Umstand muss bei der Instandsetzung berücksichtigt werden.

Aus wirtschaftlicher Sicht kann als Alternative zur Instandsetzung der Decke auch ein Austausch dieser in Betracht gezogen werden, insbesondere, wenn aufgrund der Vielzahl an Schadstellen und allgemein geringer Betondeckungen aus Sicht des Bauherrn eine flächige Instandsetzung angestrebt würde und wenn vor dem Hintergrund der Belastung der Decke unterhalb des Straßenraums zusätzliche Verstärkungsmaßnahmen aus tragwerksplanerischer Sicht erforderlich werden. Zu berücksichtigen bei dem Aspekt einer Instandsetzung oder eines Austausches der Decke wäre auch die Frage der bauseits angestrebten Restnutzungsdauer des Bauwerks.

An den Rinnen und Schwellen sollte der vorhandene minderfeste und brüchige Fugenmörtel vollständig entfernt und durch einen neuen geeigneten Mörtel ersetzt werden. Der Ersatz von Kanalklinkern scheint auf Basis der Inaugenscheinnahme nicht erforderlich zu sein.

## **8 BESTIMMUNG DER RESTNUTZUNGSDAUER**

Die „Baufachlichen Richtlinien Abwasser“ vom Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen und vom Bundesministerium der Verteidigung /11/ geben für den Beton von Schächten und Bauwerken abwassertechnischer Anlagen eine technische Lebensdauer von 60 bis 80 Jahren und für sogenannten Kanalklinker 80 bis 100 Jahre an. Allerdings wird in /11/ ebenso beschrieben, dass die Restnutzungsdauer einer abwassertechnischen Anlage neben der technischen Lebensdauer auch auf Grundlage bekannter Zustandsinformationen und sonstiger örtlicher Randbedingungen festzulegen ist.

Das Baujahr des in Rede stehenden Bauwerks wurde uns in der Angebotsanfrage mit dem Jahr 2001 genannt. Das Ende der technischen Lebensdauer des Betons nach /11/ von 60 bis 80 Jahren wäre damit bei weitem noch nicht erreicht.

Allerdings haben wir auf Bewehrungsstäben an der Wand (z.B. an Untersuchungsstelle U A5) eine tordierte Längsrippe vorgefunden, siehe Bild 5. Aufgrund dieser Rippengeometrie vermuten wir, dass zumindest Teile des Bauwerks deutlich älter sind als etwa 20 Jahre. Aufgrund der tordierten Längsrippe vermuten wir zumindest für diesen Bereich des Bauwerks eher ein Baujahr etwa in den 1960-er Jahren. Eine detaillierte Erfassung der Rippengeometrie zur Abschätzung des Baujahrs des Schachtbauwerks erfolgte unsererseits jedoch nicht.

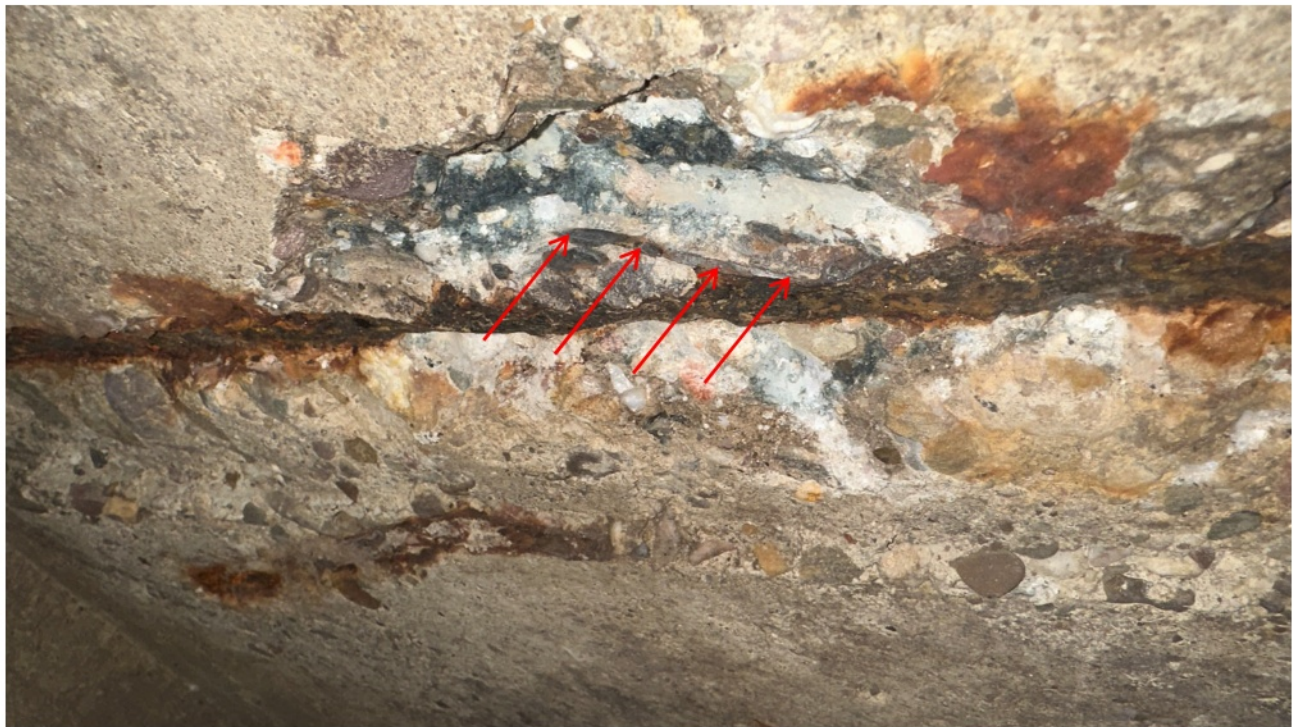


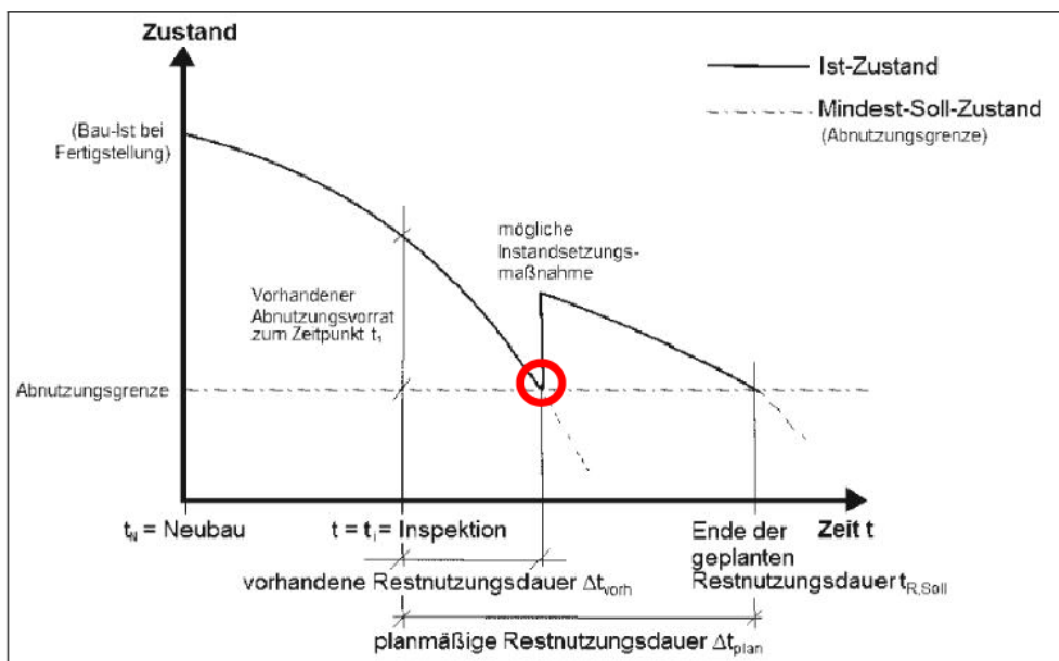
Bild 5: Tordierte Längsrippe auf einem Bewehrungsstab im Bereich der Untersuchungsstelle U A5

In Unterlage A wird auf einem Plan aus dem Jahr 2001 der Umbau des Beckenüberlaufs genannt. Ggf. wurden vor 22 Jahren an diesem Bauwerk lediglich Umbauten vorgenommen.

Wäre der Beckenüberlauf tatsächlich aus den 1960-er Jahren, wäre die in /11/ genannte Spanne einer technischen Lebensdauer von 60 bis 80 Jahren bereits knapp erreicht.

Prognosen einer Restnutzungsdauer von Stahlbetonbauteilen sind auf Grundlage verschiedener Modelle möglich (s. z.B. /12/ und /13/). Diese Modelle beschreiben die Dauer bis zur Initiierung korrosionsauslösender Prozesse an der Bewehrung. Demnach ist das Ende einer Restnutzungsdauer der Stahlbetonbauteile auf Grundlage der ermittelten Zustandsinformationen und sonstiger örtlicher Randbedingungen in Form festgestellter Bewehrungskorrosion infolge von Karbonatisierung bereichsweise bereits erreicht.

Betrachtet man die im folgenden Bild 6 dargestellte Abbildung aus der TR Instandhaltung /9/, in der der Instandsetzungszyklus während der Lebensdauer eines Tragwerks, dessen Zustand durch Instandhaltungsmaßnahmen beeinflusst wird, beschrieben wird, befindet man sich bei den Stahlbetonbauteilen in dem in Rede stehenden Bauwerk aktuell in dem rot markierten Bereich und die Abnutzungsgrenze ist erreicht.



**Bild 6:** Instandsetzungszyklus während der Lebensdauer eines Tragwerks, dessen Zustand durch Instandhaltungsmaßnahmen beeinflusst wird (Abbildung aus TR Instandhaltung /9/)

Deutlich ist, dass durch eine Instandsetzungsmaßnahme eine Verlängerung der Restnutzungsdauer erreicht werden kann. Geht man von zukünftig gleichbleibenden Randbedingungen (kein Chlorideintrag, kein relevanter chemischer Angriff, etc.), kann diese Restnutzungsdauer über die Prognose der Karbonatisierung erfolgen.

Als ein vereinfachter Ansatz kann hier für eine überschlägliche Prognose beispielsweise nach /13/ das sogenannte Wurzel-Zeit-Gesetz (Formel 1) angewendet werden:

$$x_{c,d}(t) = k_d * \sqrt{t} \quad (1)$$

mit:

$x_{c,d}(t)$ : Bemessungswert der Karbonatisierungstiefe [mm] zum Zeitpunkt t [a]  
 $k_d$ : Karbonatisierungsrate (zusammengesetzt aus Material-, Einfluss- und Zuverlässigkeitsbeiwerten)  
 $t$ : Zeit [a]

Betrachtet man die Zeit t als die Restnutzungsdauer nach der Instandsetzung lässt sich Formel 1 zu Formel 2 umstellen:

$$t = \left(\frac{x_{c,d}}{k_d}\right)^2 \quad (2)$$

mit:

$x_{c,d}$ : Bemessungswert der Karbonatisierungstiefe [mm]  
 $k_d$ : Karbonatisierungsrate (zusammengesetzt aus Material-, Einfluss- und Zuverlässigkeitsbeiwerten)  
 $t$ : Restnutzungsdauer [a]

Vergleicht man zwei der im vorherigen Kapitel vorgeschlagenen Instandsetzungsmaßnahmen (lokale Reprofilierung von Schadstellen mit und ohne vollflächige Aufdickung) kann bei Annahme gleichbleibender Material-, Einfluss- und Zuverlässigkeitsbeiwerte, also gleichem  $k_d$ , gezeigt werden, dass bei einer Aufdickung von 2 cm (damit gegebene Mindestbetondeckung rd. 25 mm) gegenüber der Variante ohne Aufdickung (aktuell gegebene Mindestbetondeckung rd. 5 mm) eine 25 mal höhere Restnutzungsdauer bis zum erneuten Erreichen der Bewehrung durch die Karbonatisierungsfront erreicht werden kann (s. Formel 3):

$$25 = \frac{\left(\frac{25}{k_d}\right)^2}{\left(\frac{5}{k_d}\right)^2} \quad (3)$$

Aufgrund der insgesamt jedoch nur sehr geringen Karbonatisierungstiefe nach vielen Jahrzehnten ist allerdings anzunehmen, dass der Prozess der Karbonatisierung im in Rede stehenden Schachtbauwerk aufgrund der dauerhaft hohen Luftfeuchte nur sehr langsam abläuft und aktuell zum größten Teil nur sehr oberflächennah liegende Bewehrungsstäbe depassiviert und korrodiert sind.



Neben dem Grenzzustand der Depassivierung als Abnutzungsgrenze entsprechend Bild 6 müssen vorliegend auch die aus statischer Sicht zu betrachtenden Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit betrachtet werden. So weisen einzelne Bewehrungsstäbe aktuell bereits deutliche korrosionsbedingte Querschnittsverluste auf. Dieser Umstand muss allerdings von einem/einer Tragwerksplaner/-in, soweit verfügbar – unter Berücksichtigung von Bestandsunterlagen, bewertet werden.

## 9 ZUSAMMENFASSUNG

\_\_\_\_\_ wurde vom \_\_\_\_\_ mit der Durchführung betontechnologischer Untersuchungen im Zuge der Ist-Zustandserfassung an fünf Sonderbauwerken des \_\_\_\_\_ sowie der Erarbeitung von Instandsetzungskonzepten beauftragt.

In der vorliegenden Gutachtlichen Stellungnahme wird über die angewandten Untersuchungsmethoden sowie die dabei erzielten Ergebnisse am **SKU Anton-Löwenich-Straße** berichtet. Darüber hinaus wird ein Instandsetzungskonzept als Vorschlag für weitere Maßnahmen unterbreitet. Zudem wird die Restnutzungsdauer bestimmt und beschrieben, wie diese durch die Durchführung von Instandsetzungsmaßnahmen verlängert werden kann.

Wir empfehlen, seitens des Bauherrn zunächst die statische Relevanz der vorhandenen korrosionsbedingten Querschnittsverluste bewerten zu lassen. Je nach Ergebnis dieser Bewertung sollte in einem zweiten Schritt über die Notwendigkeit und den Umfang vorzunehmender Instandsetzungsmaßnahmen entschieden werden.



Zu den vier weiteren Sonderbauwerken wurden separate Dokumente erstellt.



## 10 LITERATUR

- /1/ Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung - Merkblatt zur zerstörungsfreien Betondeckungsmessung und Bewehrungsortung an Stahl- und Spannbetonbauteilen – Merkblatt B 02 – April 2014
- /2/ DBV-Merkblatt: DBV-Merkblatt "Betondeckung und Bewehrung nach EC 2" Fassung 12/2015
- /3/ DIN EN ISO 14720-1: 2013-06: Prüfung keramischer Roh- und Werkstoffe – Bestimmung des Schwefelgehaltes in pulver- und kornförmigen nicht oxidischen keramischen Roh- und Werkstoffen – Teil 1: Infrarotmessverfahren
- /4/ Springenschmid, R.: Anleitung zur Bestimmung des Chloridgehaltes von Beton. In: Deutscher Ausschuss für Stahlbeton DAfStb, Heft 401. Beuth Verlag GmbH Berlin 1989
- /5/ DIN EN 12504-1: 2021-02 Prüfung von Beton in Bauwerken - Teil 1: Bohrkernproben - Herstellung, Untersuchung und Prüfung der Druckfestigkeit
- /6/ Deutscher Ausschuss für Stahlbeton; DAfStb; DAfStb-Instandsetzungs-Richtlinie: Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (RiLi SIB). Teil 1: Allgemeine Regelungen und Planungsgrundsätze. Teil 2: Bauprodukte und Anwendung. Teil 3: Anforderungen an die Betriebe und Überwachung der Ausführung. Teil 4: Prüfverfahren. Ausgabe Oktober 2001. Berlin : Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, 2001, inklusive Ergänzungsblättern
- /7/ DIN EN 1542; 07.1999 Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Messung der Haftfestigkeit im Abreißversuch; Deutsche Fassung EN 1542:1999
- /8/ DWA-Regelwerk: Merkblatt DWA-M 211: Schutz und Instandsetzung von Betonbauwerken in kommunalen Kläranlagen. April 2008
- /9/ Deutsches Institut für Bautechnik Berlin DIBt: Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken (TR Instandhaltung). Fassung Mai 2020
- /10/ DWA-Regelwerk: Merkblatt DWA-M 168: Korrosion von Abwasseranlagen - Abwasserleitungen. Juni 2010

- /11/ Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen und Bundesministerium der Verteidigung: Baufachliche Richtlinien Abwasser – Arbeitshilfen zu Planung, Bau und Betrieb von abwassertechnischen Anlagen in Liegenschaft des Bundes. Stand: Juli 2022
- /12/ Deutscher Ausschuss für Stahlbeton: DAfStb-Richtlinie „Instandhaltung von Betonbauteilen“, Teil 5 – Nachweisverfahren zur Ermittlung der Restnutzungsdauer und der Bemessung von Schichtdicken für Betonersatz bei Karbonatisierung und Chlorideinwirkung. Gelbdruck-Entwurf Stand 2016-06-14
- /13/ Bundesanstalt für Wasserbau (BAW): BAWMerkblatt Dauerhaftigkeitsbemessung und -bewertung von Stahlbetonbauwerken bei Carbonatisierung und Chlorideinwirkung (MDCC). Ausgabe 2019

## 11 ANHANG A: LAGEPLAN

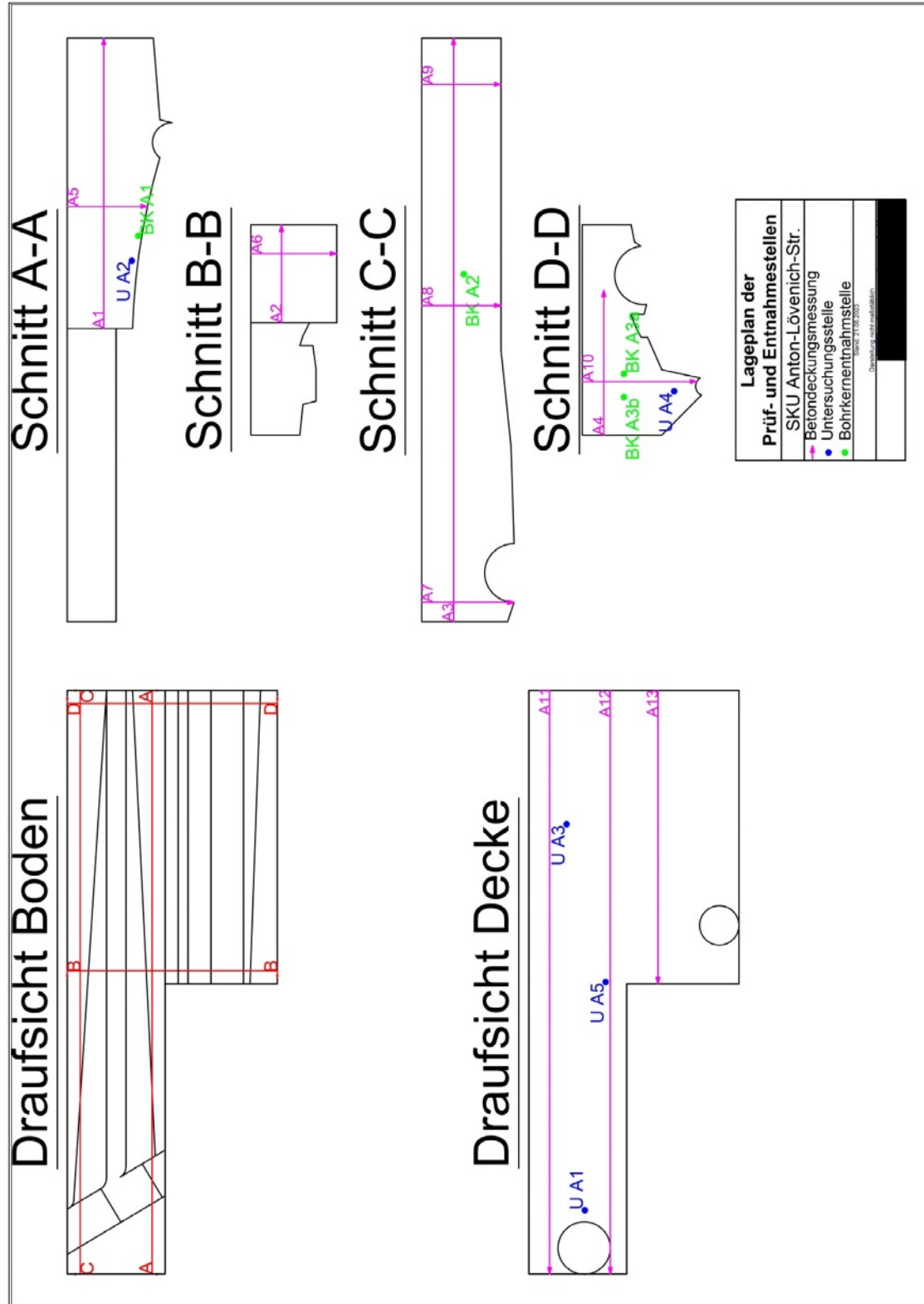


Bild A1: Lageplan der Prüf- und Entnahmestellen

**12 ANHANG B: AUFNAHMEN DER PRÜF- UND ENTNAHMESTELLEN**

Bild B1: Untersuchungsstelle U A1



Bild B2: Untersuchungsstelle U A2



Bild B3: Untersuchungsstelle U A3





Bild B4: Untersuchungsstelle U A4

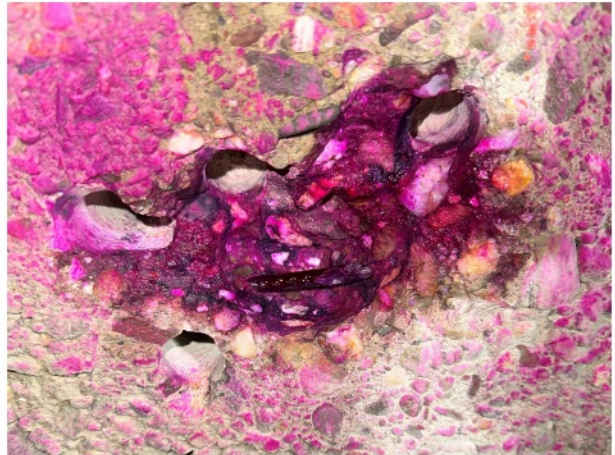


Bild B5: Untersuchungsstelle U A5

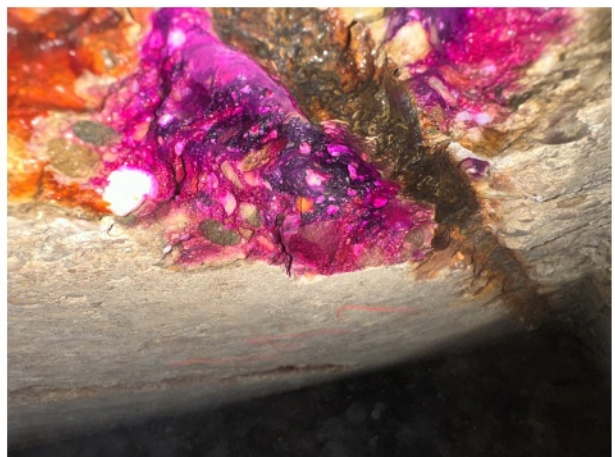


Bild B6: Bohrkernentnahmestelle BK A1





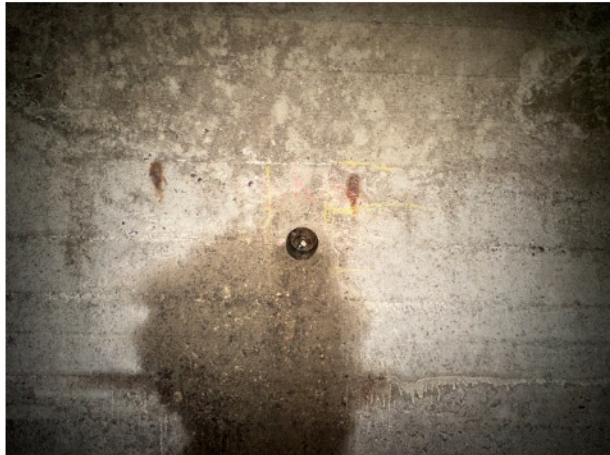


Bild B7: Bohrkernentnahmestelle BK A2

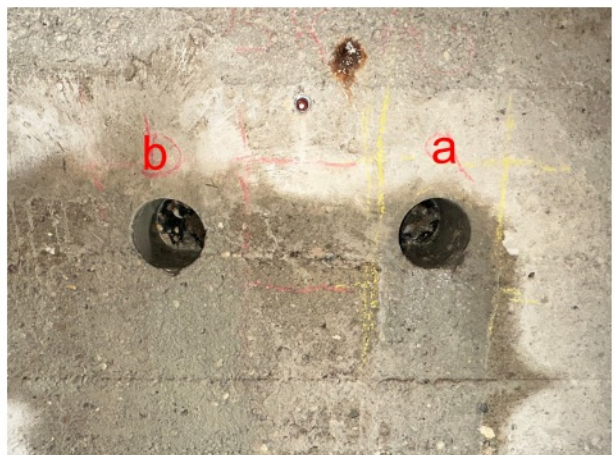


Bild B8: Bohrkernentnahmestelle BK A3



Draufsicht Boden

Schnitt A-A

Schnitt B-B

Schnitt C-C

Draufsicht Decke

Schnitt D-D

Darstellung der Betondeckungen c	
SKU Anton-Löwenich-Str.	
0 mm $\leq c \leq 5$ mm	25 mm $\leq c \leq 30$ mm
5 mm $\leq c \leq 10$ mm	30 mm $\leq c \leq 35$ mm
10 mm $\leq c \leq 15$ mm	35 mm $\leq c \leq 40$ mm
15 mm $\leq c \leq 20$ mm	40 mm $\leq c \leq 50$ mm
20 mm $\leq c \leq 25$ mm	50 mm $\leq c \leq 55$ mm
25 mm $\leq c \leq 30$ mm	55 mm $\leq c \leq 60$ mm
30 mm $\leq c \leq 35$ mm	60 mm $\leq c \leq 65$ mm
35 mm $\leq c \leq 40$ mm	65 mm $\leq c \leq 70$ mm
40 mm $\leq c \leq 45$ mm	70 mm $\leq c \leq 75$ mm
45 mm $\leq c \leq 50$ mm	75 mm $\leq c \leq 80$ mm
50 mm $\leq c \leq 55$ mm	80 mm $\leq c \leq 85$ mm
55 mm $\leq c \leq 60$ mm	85 mm $\leq c \leq 90$ mm
60 mm $\leq c \leq 65$ mm	90 mm $\leq c \leq 95$ mm
65 mm $\leq c \leq 70$ mm	95 mm $\leq c \leq 100$ mm
70 mm $\leq c \leq 75$ mm	100 mm $\leq c \leq 105$ mm
75 mm $\leq c \leq 80$ mm	105 mm $\leq c \leq 110$ mm
80 mm $\leq c \leq 85$ mm	110 mm $\leq c \leq 115$ mm
85 mm $\leq c \leq 90$ mm	115 mm $\leq c \leq 120$ mm
90 mm $\leq c \leq 95$ mm	120 mm $\leq c \leq 125$ mm
95 mm $\leq c \leq 100$ mm	125 mm $\leq c \leq 130$ mm
100 mm $\leq c \leq 105$ mm	130 mm $\leq c \leq 135$ mm
105 mm $\leq c \leq 110$ mm	135 mm $\leq c \leq 140$ mm
110 mm $\leq c \leq 115$ mm	140 mm $\leq c \leq 145$ mm
115 mm $\leq c \leq 120$ mm	145 mm $\leq c \leq 150$ mm
120 mm $\leq c \leq 125$ mm	150 mm $\leq c \leq 155$ mm
125 mm $\leq c \leq 130$ mm	155 mm $\leq c \leq 160$ mm
130 mm $\leq c \leq 135$ mm	160 mm $\leq c \leq 165$ mm
135 mm $\leq c \leq 140$ mm	165 mm $\leq c \leq 170$ mm
140 mm $\leq c \leq 145$ mm	170 mm $\leq c \leq 175$ mm
145 mm $\leq c \leq 150$ mm	175 mm $\leq c \leq 180$ mm
150 mm $\leq c \leq 155$ mm	180 mm $\leq c \leq 185$ mm
155 mm $\leq c \leq 160$ mm	185 mm $\leq c \leq 190$ mm
160 mm $\leq c \leq 165$ mm	190 mm $\leq c \leq 195$ mm
165 mm $\leq c \leq 170$ mm	195 mm $\leq c \leq 200$ mm
170 mm $\leq c \leq 175$ mm	200 mm $\leq c \leq 205$ mm
175 mm $\leq c \leq 180$ mm	205 mm $\leq c \leq 210$ mm
180 mm $\leq c \leq 185$ mm	210 mm $\leq c \leq 215$ mm
185 mm $\leq c \leq 190$ mm	215 mm $\leq c \leq 220$ mm
190 mm $\leq c \leq 195$ mm	220 mm $\leq c \leq 225$ mm
195 mm $\leq c \leq 200$ mm	225 mm $\leq c \leq 230$ mm
200 mm $\leq c \leq 205$ mm	230 mm $\leq c \leq 235$ mm
205 mm $\leq c \leq 210$ mm	235 mm $\leq c \leq 240$ mm
210 mm $\leq c \leq 215$ mm	240 mm $\leq c \leq 245$ mm
215 mm $\leq c \leq 220$ mm	245 mm $\leq c \leq 250$ mm
220 mm $\leq c \leq 225$ mm	250 mm $\leq c \leq 255$ mm
225 mm $\leq c \leq 230$ mm	255 mm $\leq c \leq 260$ mm
230 mm $\leq c \leq 235$ mm	260 mm $\leq c \leq 265$ mm
235 mm $\leq c \leq 240$ mm	265 mm $\leq c \leq 270$ mm
240 mm $\leq c \leq 245$ mm	270 mm $\leq c \leq 275$ mm
245 mm $\leq c \leq 250$ mm	275 mm $\leq c \leq 280$ mm
250 mm $\leq c \leq 255$ mm	280 mm $\leq c \leq 285$ mm
255 mm $\leq c \leq 260$ mm	285 mm $\leq c \leq 290$ mm
260 mm $\leq c \leq 265$ mm	290 mm $\leq c \leq 295$ mm
265 mm $\leq c \leq 270$ mm	295 mm $\leq c \leq 300$ mm
270 mm $\leq c \leq 275$ mm	300 mm $\leq c \leq 305$ mm
275 mm $\leq c \leq 280$ mm	305 mm $\leq c \leq 310$ mm
280 mm $\leq c \leq 285$ mm	310 mm $\leq c \leq 315$ mm
285 mm $\leq c \leq 290$ mm	315 mm $\leq c \leq 320$ mm
290 mm $\leq c \leq 295$ mm	320

Bild C1: Darstellung der Betondeckung an Wänden und Deckenuntersicht

## 14 ANHANG D: ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGSSTELLEN

Tabelle D1: Ergebnisse der Untersuchungsstelle U A1 (Ø: Durchmesser; c: örtlich gemessene Betondeckung; QV: abgeschätzter korrosionsbedingter Querschnittsverlust)


Übersichtsaufnahme				Beschreibung			
				Untersuchungsstelle an der Deckenuntersicht in der Nähe zum Einstieg in einem Bereich großflächiger Abplatzungen mit mehreren freiliegenden und deutlich korrodierten Bewehrungsstäben in Querrichtung ohne Betondeckung			
Inspektionsöffnung				Tiefe der Karbonatisierung	Bohrmehlproben		
Stab	Ø	c	Korrosion		Tiefenlage	Schwefel als SO <sub>3</sub>	Chloridgehalt
Richtung	mm	mm		mm	mm	M.-%	M.-%/z
Quer	15,5	13	deutlich QV: bis 30 %	0 (Randbereich)	0 ÷ 15	0,36	0,09
					15 ÷ 30	0,41	0,08
					30 ÷ 45	0,44	-

Tabelle D2: Ergebnisse der Untersuchungsstelle U A2 (Ø: Durchmesser; c: örtlich gemessene Betondeckung; QV: abgeschätzter korrosionsbedingter Querschnittsverlust)


Übersichtsaufnahme				Beschreibung			
				Untersuchungsstelle an der Wand in einem Bereich mehrerer Reparaturstellen und Abplatzungen (auch an der Deckenuntersicht in diesem Bereich) mit mehreren freiliegenden und deutlich korrodierten Bewehrungsstäben insbesondere in horizontaler Richtung			
Inspektionsöffnung				Tiefe der Karbonatisierung	Bohrmehlproben		
Stab	Ø	c	Korrosion		Tiefenlage	Schwefel als SO <sub>3</sub>	Chloridgehalt
Richtung	mm	mm			mm	mm	M.-%
Horizontal	6,8	5	deutlich QV: bis 30 %	max. 16	0 ÷ 15	0,47	0,07
					15 ÷ 30	0,40	-
					30 ÷ 45	0,48	-
Vertikal	4,1	18	Keine Korr.	lokal 0			

Tabelle D3: Ergebnisse der Untersuchungsstelle U A3 (Ø: Durchmesser; c: örtlich gemessene Betondeckung; QV: abgeschätzter korrosionsbedingter Querschnittsverlust)


Übersichtsaufnahme				Beschreibung			
				Untersuchungsstelle an der Deckenuntersicht in einem Bereich mehrerer Abplatzungen mit freiliegenden und deutlich korrodierten Bewehrungsstäben in Querrichtung			
Inspektionsöffnung				Tiefe der Karbonatisierung	Bohrmehlproben		
Stab	Ø	c	Korrosion		Tiefenlage	Schwefel als SO <sub>3</sub>	Chloridgehalt
Richtung	mm	mm			mm	mm	M.-%
Quer	19,5	7	deutlich QV: bis 30 %	0 (Randbereich)	0 ÷ 15	0,44	0,09
					15 ÷ 30	0,37	0,09
					30 ÷ 45	0,56	0,07

Tabelle D4: Ergebnisse der Untersuchungsstelle U A4 (Ø: Durchmesser; c: örtlich gemessene Betondeckung; QV: abgeschätzter korrosionsbedingter Querschnittsverlust)



Übersichtsaufnahme				Beschreibung			
				Untersuchungsstelle an der Wand direkt über einem Kanalauslass in einem Bereich, in dem augenscheinlich z.T. Gesteinskörner kuppenartig freiliegen			
Inspektionsöffnung				Tiefe der Karbonatisierung	Bohrmehlproben		
Stab	Ø	c	Korrosion		Tiefenlage	Schwefel als SO <sub>3</sub>	Chloridgehalt
Richtung	mm	mm			mm	mm	M.-%
Horizontal	6,2	25	Keine Korr.	max. 13	0 ÷ 15	0,70	0,08
					15 ÷ 30	0,54	-
					30 ÷ 45	0,46	-



Tabelle D5: Ergebnisse der Untersuchungsstelle U A5 (Ø: Durchmesser; c: örtlich gemessene Betondeckung; QV: abgeschätzter korrosionsbedingter Querschnittsverlust)

Übersichtsaufnahme				Beschreibung	
				<p>Untersuchungsstelle an der Deckenuntersicht in einem Bereich mehrerer Abplatzungen mit freiliegender und korrodierter Bewehrung in Querrichtung</p>	
Inspektionsöffnung				Tiefe der Karbonatisierung	
Stab	Ø	c	Korrosion	mm	
Richtung	mm	mm		mm	
Horizontal	6,2	13	deutlich QV: bis 20 %	0	

**15 ANHANG E: ERGEBNISSE DER BOHRKERNPRÜFUNGEN**

**Bild E1:** Aufnahmen des Bohrkerns BK A1



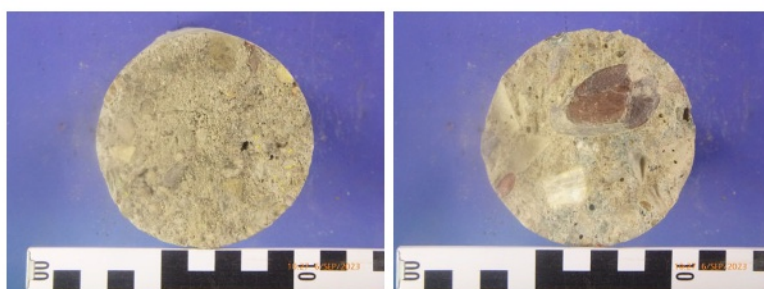


Bild E2: Aufnahmen des Bohrkerns BK A2

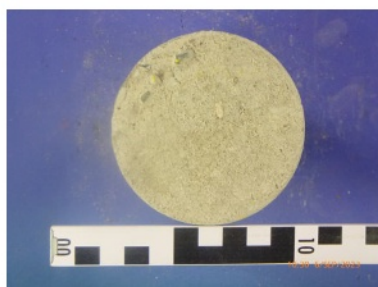
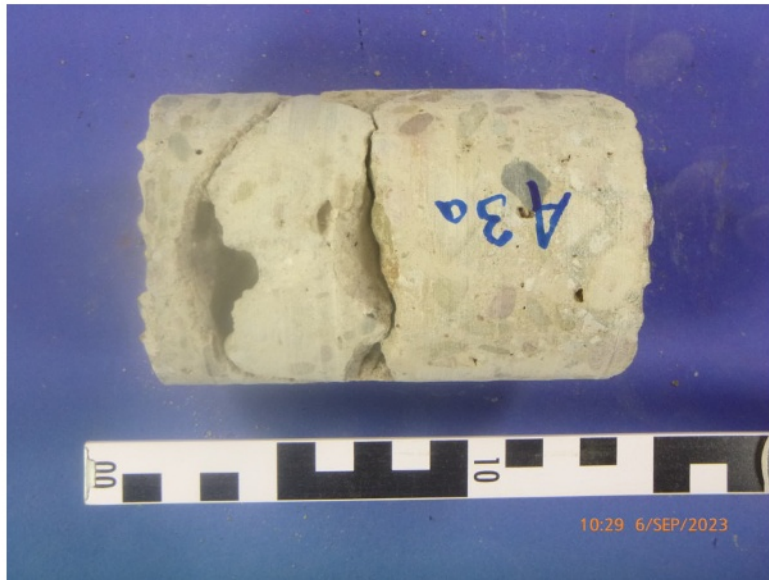


Bild E3:    Aufnahmen des Bohrkerns BK A3a



**Bild E4:** Aufnahmen des Bohrkerns BK A3b

Tabelle E1: Ergebnisse der Makroskopie

Bohrkern	Durch- messer	Mindest- länge	Größtkorn	Bemerkung
	mm			
1	2	3	4	5
BK A1	79	119	51	Dichtes Gefüge
BK A2		139	36	Dichtes Gefüge Oberes Ende mit seitlichem Riss bis 1,5 cm 2 Stähle enthalten: Ø 5 mm, c = 22 mm Ø 6 mm, c = 38 mm
BK A3a		123	28	Dichtes Gefüge Bohrkern längs und quer in 4 Teile gebrochen
BK A3b		102	31	Dichtes Gefüge Hohllage seitlich deutlich durch Riss erkennbar bei rd. 15 bis 35 mm




Tabelle E2: Probekörpergeometrie, Rohdichte und Druckfestigkeiten

Bohrkern	Durchmesser	Höhe	Rohdichte	Druckfestigkeit	h/d	Korr.-faktor	Druckfestigkeit korrigiert
	mm		kg/m <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>	-	-	N/mm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
BK A1	79,4	80,1	2290	57,9	1,01	1,00	<b>57,9</b>
BK A2	79,5	79,9	2330	50,9	1,01	1,00	<b>50,9</b>
BK A3b <sup>1)</sup>	48,8	49,2	2280	64,9	1,01	1,00	<b>64,9</b>
<b>Mittelwert</b>							<b>57,9</b>

<sup>1)</sup> Bohrkern aufgrund der Hohlage im Prüflabor mit kleinerer Bohrkronen überbohrt



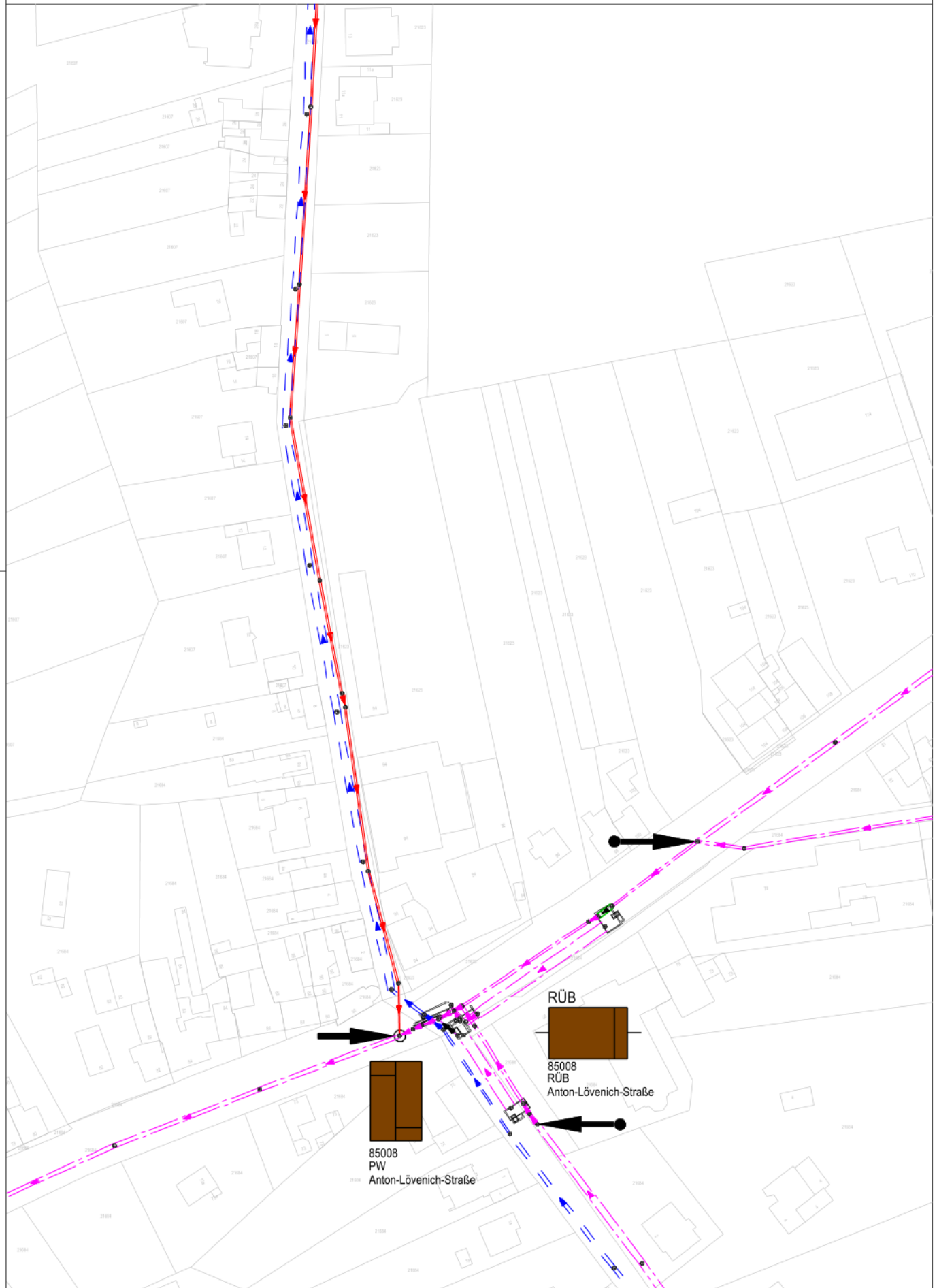
Tabelle E3: Übersicht über die ermittelten Oberflächenzugfestigkeiten des Betons (gerundet auf 0,05 N/mm<sup>2</sup>)

Bohrkern	Oberflächen- zugfestigkeit in N/mm	Bruchbild	Bild
1	2	3	4
BK A1	0,70 (Ergebnis entfällt für Auswertung)	50% im Beton 50% im Kleber zwischen Beton und Platte gebrochen	
BK A2	1,25	80% im Beton 20% im Kleber zwischen Beton und Platte gebrochen	
BK A3a	2,70	100% im Beton gebrochen	
<b>Mittelwert</b>	<b>2,00</b>		
<b>Kleinsten Einzelwert</b>	<b>1,25</b>		

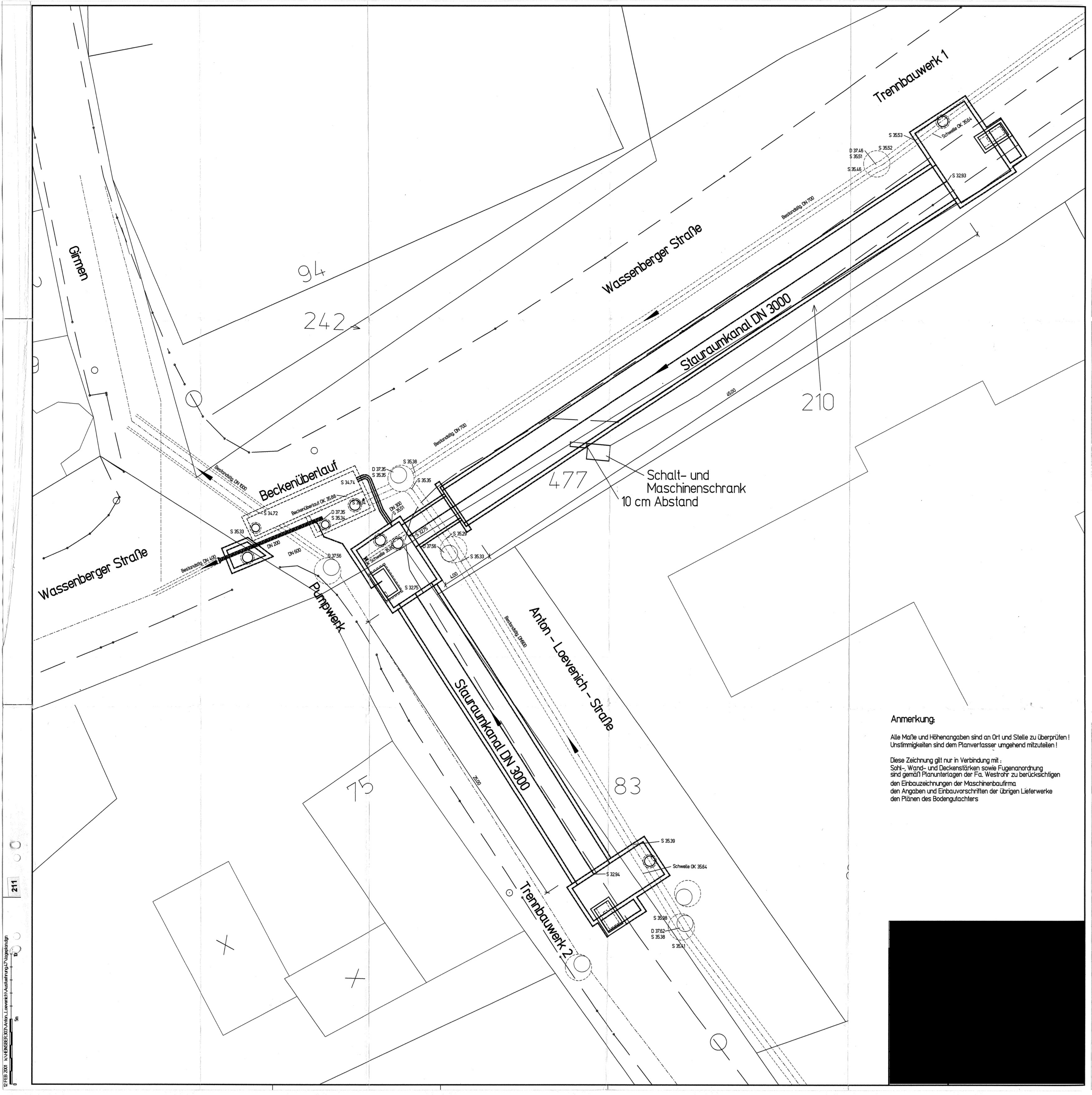
# Sonderbauwerke ABK

## 85008 RÜB/PW Anton-Lövenich-Str. (PW)

Maßstab 1:1500  
Proj.Nr.:362\_1





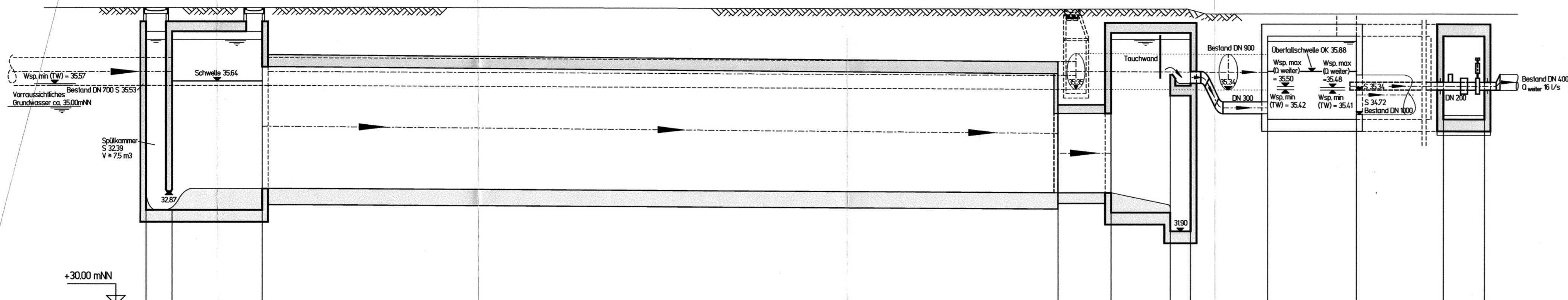


**Anmerkung:**

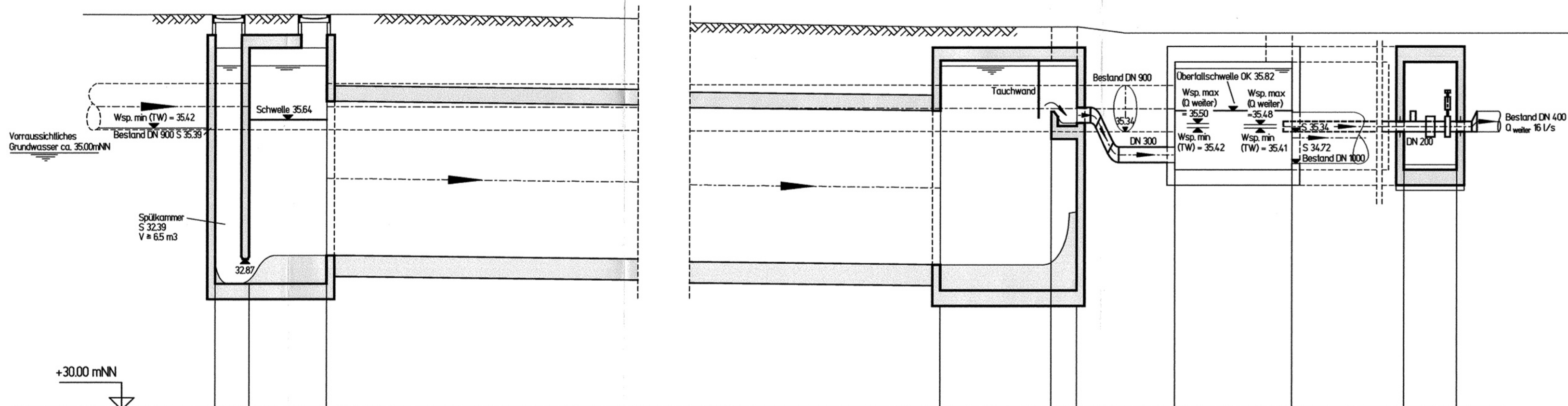
Alle Maße und Höhenangaben sind an Ort und Stelle zu überprüfen!  
 Unstimmigkeiten sind dem Planverfasser umgehend mitzuteilen!

Diese Zeichnung gilt nur in Verbindung mit:  
 Sohl-, Wand- und Deckenstärken sowie Fugenanordnung  
 sind gemäß Planunterlagen der Fa. Westrohr zu berücksichtigen  
 den Einbauzeichnungen der Maschinenbaufirma  
 den Angaben und Einbauvorschriften der übrigen Lieferwerke  
 den Plänen des Bodengutachters





Schachtbezeichnung	Trennbauwerk 1		Stauraumkanal DN 3000				DN 2000	Pumpwerk		Beckenüberlauf	Mengen-	
Straße			Wassenberger Straße									
Entfernung	130 m	450 m	4500m				4,00 m	4,00 m	375 m	450 m		
Sohlgefälle %			0,40 (SK)									
Wasserspiegel max.	36,69							36,69		36,64		
Geländehöhe müNN	37,49	37,49					37,55	37,55	37,55	37,35	37,35	37,35
Sohlhöhe müNN	32,39	32,93					32,75	32,75	35,80 35,51	34,75	34,72	35,34 35,34
Station	0+00	0+005,80					0+050,80	0+051,80	0+058,80	0+062,55	0+067,05	



Schachtbezeichnung		Trennbauwerk 2		Stauraumkanal DN 3000				Pumpwerk			Beckenüberlauf		Mengen- messung	
Straße		Anton – Loevenich – Straße												
Entfernung		130 m	300 m	25.00m				5.30 m		375 m	4.50 m			
Sohlgefälle %				0.72 (SK)										
Wasserspiegel max.		35.88						36.69			36.64			
Geländehöhe müNN	37.62	37.62		37.62					37.55	37.39		37.34	37.34	37.34
Sohlhöhe müNN	32.39	32.39		32.94					32.75	35.80 35.51		34.75	34.72	35.34 35.34
Station	0+00	0+001.30		0+004.30					0+023.30	0+034.60		0+038.35	0+044.00	

#### Anmerkung:

Alle Maße und Höhenangaben sind an Ort und Stelle zu überprüfen!  
Unstimmigkeiten sind dem Planverfasser umgehend mitzuteilen!

Diese Zeichnung gilt nur in Verbindung mit:

den Schal- und Bewehrungsplänen des Ing. Büro  
den Einbauzeichnungen der Fa.

den Angaben und Einbauvorschriften der übrigen Lieferwerke  
den Plänen des Bodengutachters



The drawing is a technical plan view (Grundriß) of a wastewater treatment plant layout. It shows the following components and dimensions:

- Beckenüberlauf (Overflow Basin):** Located at the top, with a width of 165m and a length of 219m. It includes a "Mengenmessung" (flow measurement) section with a width of 30m and a length of 172m. The overflow basin has a "Beckenüberlauf" (overflow) and a "Beckenüberlauf" (overflow) with a width of 30m and a length of 172m. It also has a "Beckenüberlauf" (overflow) with a width of 30m and a length of 172m.
- Pumpwerk (Pump Station):** Located in the center, with a width of 5.90m and a length of 2.00m. It includes a "Schwelle OK 35.80" (threshold) and a "Tauchwand" (dive wall). The pump station has a "Schwelle OK 35.80" (threshold) and a "Tauchwand" (dive wall).
- Stauraumkanal (Settling Tank):** Located at the bottom, with a width of 4.00m and a length of 45.00m. It includes a "Stauraumkanal" (settling tank) and a "Stauraumkanal" (settling tank). The settling tank has a "Stauraumkanal" (settling tank) and a "Stauraumkanal" (settling tank).
- Dimensions:** The drawing includes various dimensions for the different sections, such as 165m, 219m, 30m, 172m, 5.90m, 2.00m, 4.00m, and 45.00m.
- Flow Arrows:** Arrows indicate the direction of flow throughout the system, from the overflow basin through the pump station and into the settling tank.
- Labels:** The drawing is labeled with "Grundriß" (plan view) and "Querschnitt" (cross-section).

**Pumpwerk**

**Beckenüberlauf**

30 4.25 25 80 30

37.56

Einstieg Steigleiter

36.98

36.58

Montageöffnung (licht) 2.00 x 1.00

4.0

7.8

1.8

1.5

2.95

8.0

10 cm Unterbeton

Schwelle OK 35.80 DN 300 S 35.51

Tauchwand

35.45

35.20

DN 2000 S 32.75

Steigleiter

Stauraumkanal DN 3000

Trockenwetterrinne

32.75

32.25

31.95

Pumpensumpf 100x2.00x0.40

30 4.00 1.30 30

30 5.30 30

5.90

37.27

Bestand DN 900

Überfallschwelle OK 35.88

Bestand DN 400 Mengenummessung DN 200

35.34

S 34.74

36.93

36.63

3.4

3.0

2.10

3.04

34.53

34.23

30

2.28

5.61

5.03

4.33

3.00

83

4.0

4.0

30

30

50

**Pumpwerk**

Montageöffnung (licht) 200 x 100

Höhenstandsmessung

Ausgleichsringe

Schwelle OK 35,80

DN 300 S 35,51

Bestand DN 900

Bestand DN 700

Stauraumkanal DN 3000

DN 2000

Trockenwetterrinne

Pumpensumpf 100x200x0.40

DN 100

37,56

36,98

36,59

36,23

35,45

35,20

32,25

31,95

31,90

31,65

32,30

32,75

35,35

34,74

35,34

20

90

5,91

5,33

4,33

2,95

5,30

3,30

30

100

30

270

30

4,00

30

4,60

30

4,00

40

Länge Stauraumkanal = 45,00 m

Technical drawing of a water meter installation. The drawing shows a central water meter (Bestand! DN 900) with a flow direction indicated by an arrow. The meter is connected to a pipe (DN 300) and a valve (S 34,74). The meter is also connected to a pipe (DN 600) and a valve (S 34,71). The meter is labeled "Mengenmessung DN 200". The meter is also labeled "Oberflächenschwelle OK 35,88". The meter is also labeled "DN 300 S 34,74". The meter is also labeled "DN 600 Bestand DN 600". The meter is also labeled "S 34,71". The meter is also labeled "S 34,74". The meter is also labeled "34,53 S 34,74". The meter is also labeled "34,23". The meter is also labeled "36,93". The meter is also labeled "36,63". The meter is also labeled "37,27". The meter is also labeled "30". The meter is also labeled "150". The meter is also labeled "30". The meter is also labeled "14,2". The meter is also labeled "30". The meter is also labeled "210". The meter is also labeled "30". The meter is also labeled "270".

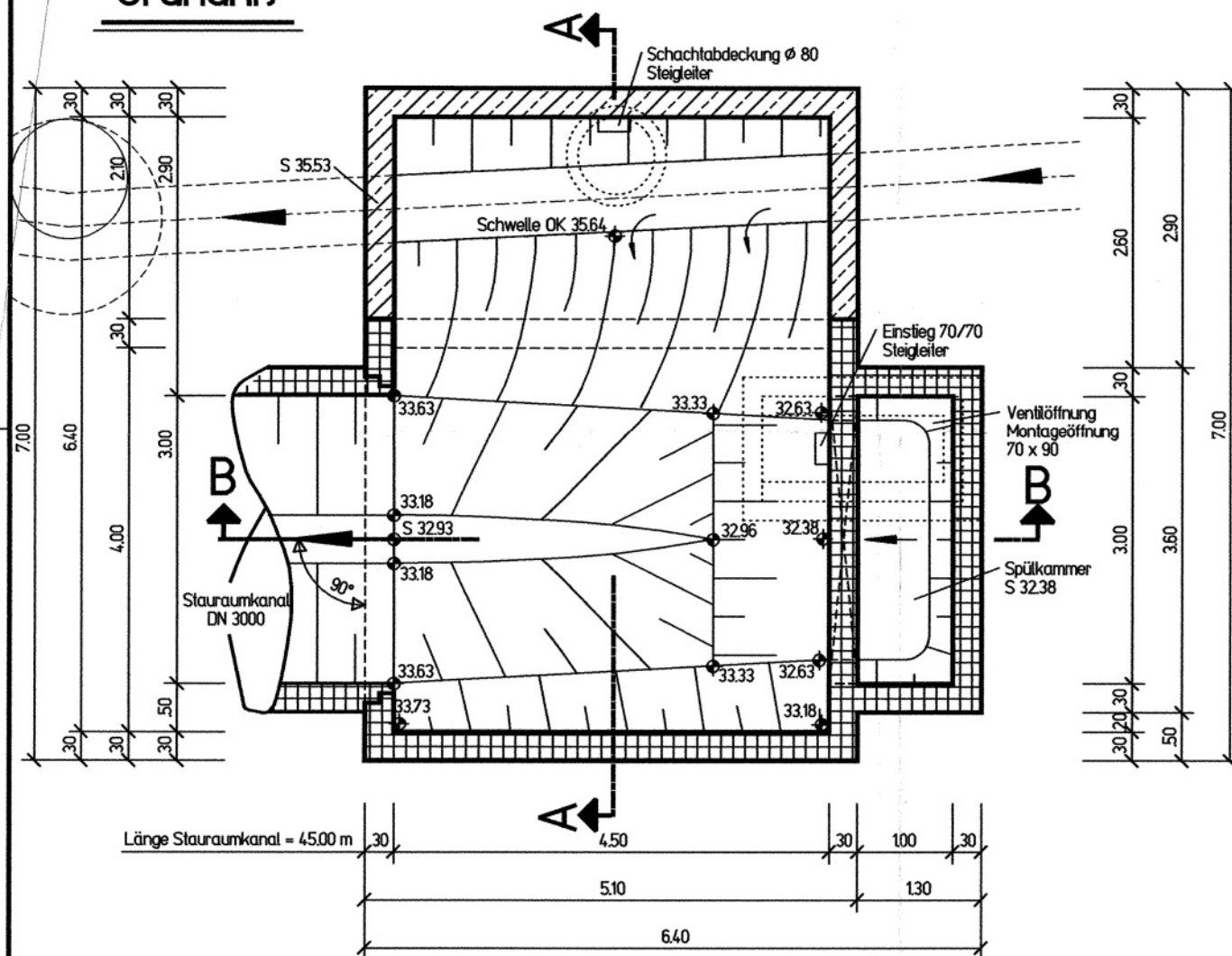
**Anmerkung:**

Alle Maße und Höhenangaben sind an Ort und Stelle zu überprüfen!  
Unstimmigkeiten sind dem Planverfasser umgehend mitzuteilen!

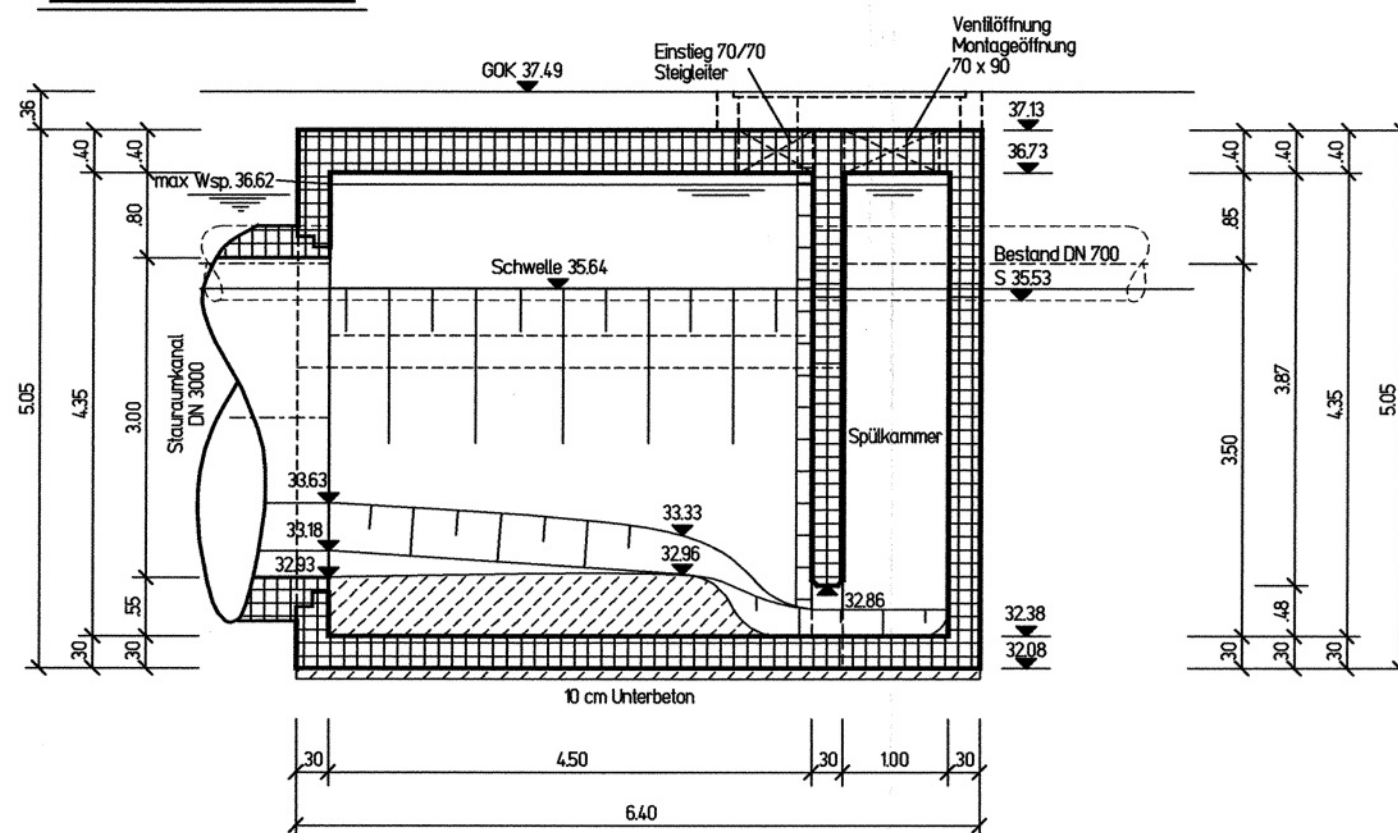
Diese Zeichnung gilt nur in Verbindung mit :  
Sohl-, Wand- und Deckenstärken sowie Fugenanordnung  
sind gemäß Planunterlagen der Fa. Westrohr zu berücksichtigen  
den Einbauzeichnungen der Maschinenbaufirma  
den Angaben und Einbauvorschriften der übrigen Lieferwerke  
den Plänen des Bodengutachters

**Versorgungsträger beachten !!**

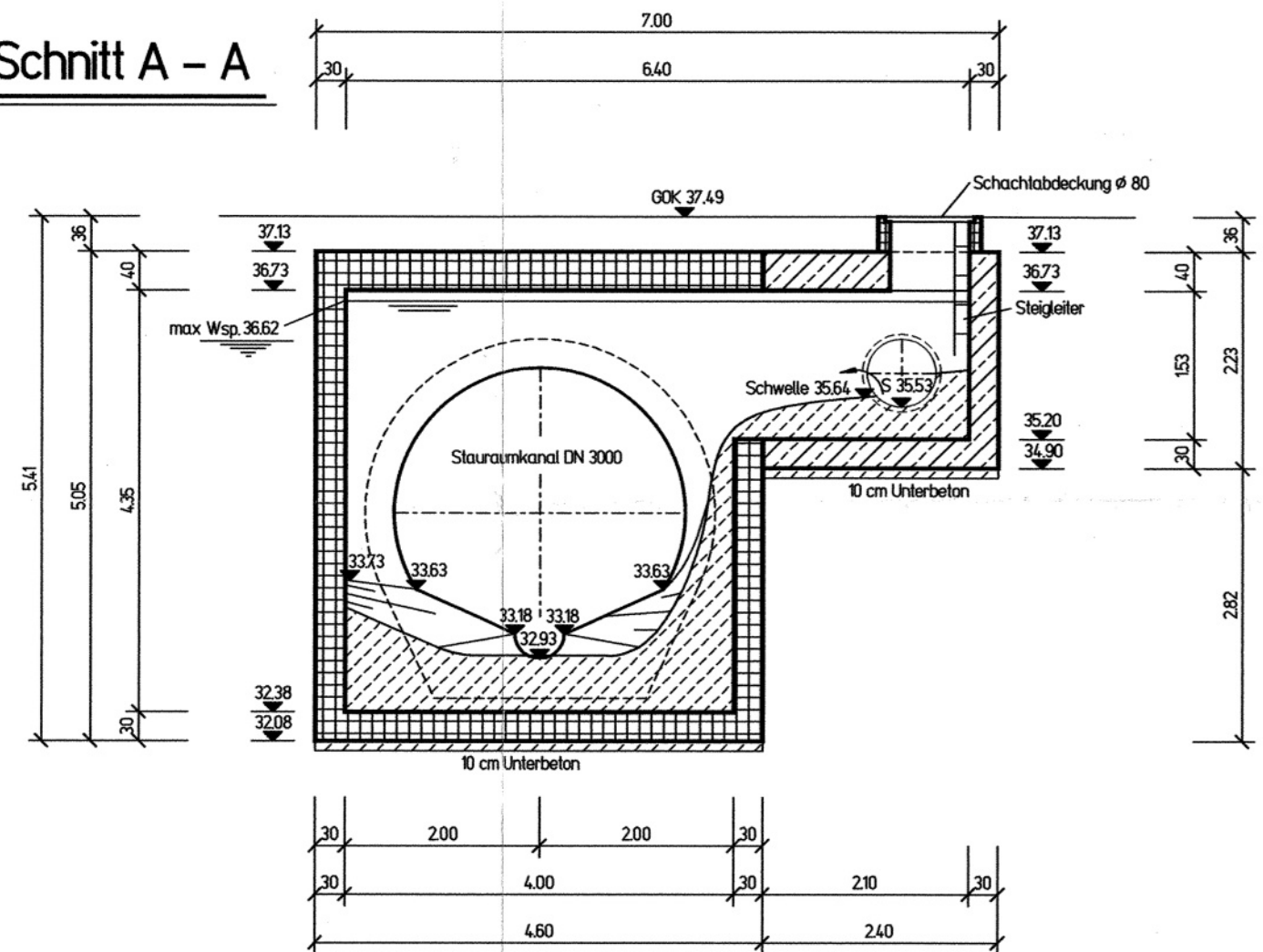
## Grundriß



## Schnitt B - B



## Schnitt A - A



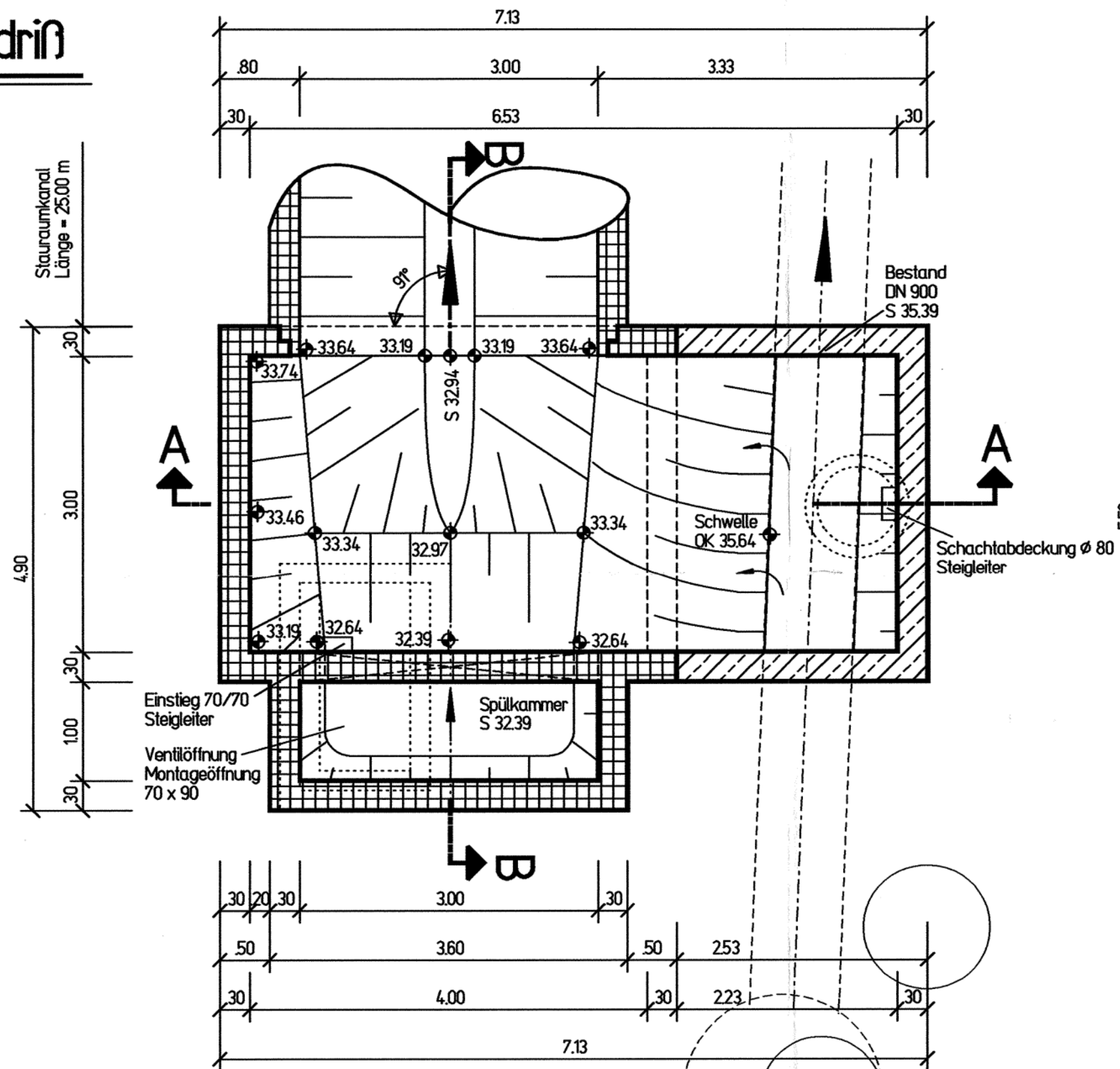
## Anmerkung:

Alle Maße und Höhenangaben sind an Ort und Stelle zu überprüfen!  
Unstimmigkeiten sind dem Planverfasser umgehend mitzuteilen!

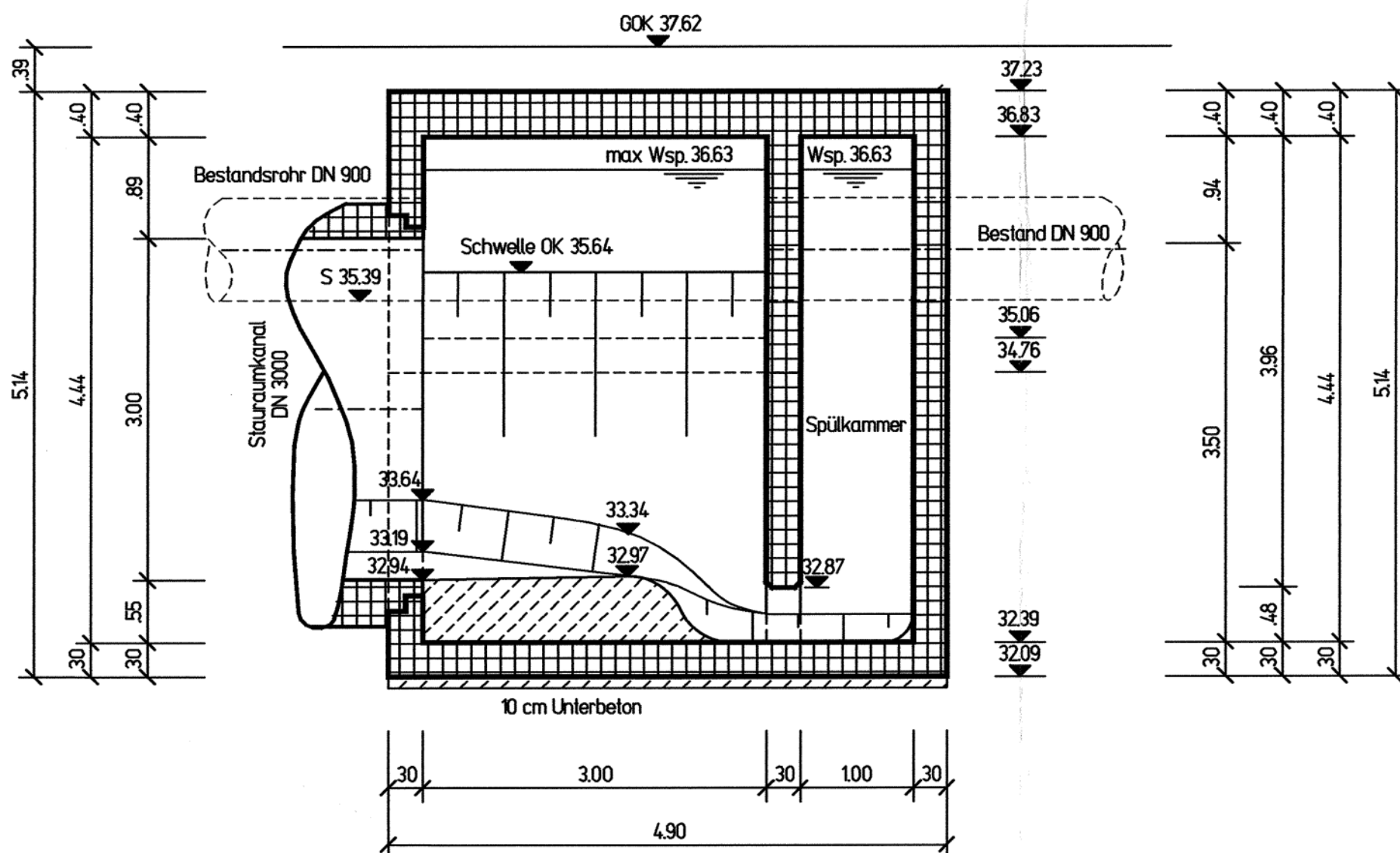
Diese Zeichnung gilt nur in Verbindung mit:  
Sohl-, Wand- und Deckenstärken sowie Fugenanordnung  
sind gemäß Planunterlagen der Fa. Westrohr zu berücksichtigen  
den Einbauzeichnungen der Maschinenbaufirma  
den Angaben und Einbauvorschriften der übrigen Lieferwerke  
den Plänen des Bodengutachters  
Versorgungsträger beachten !!



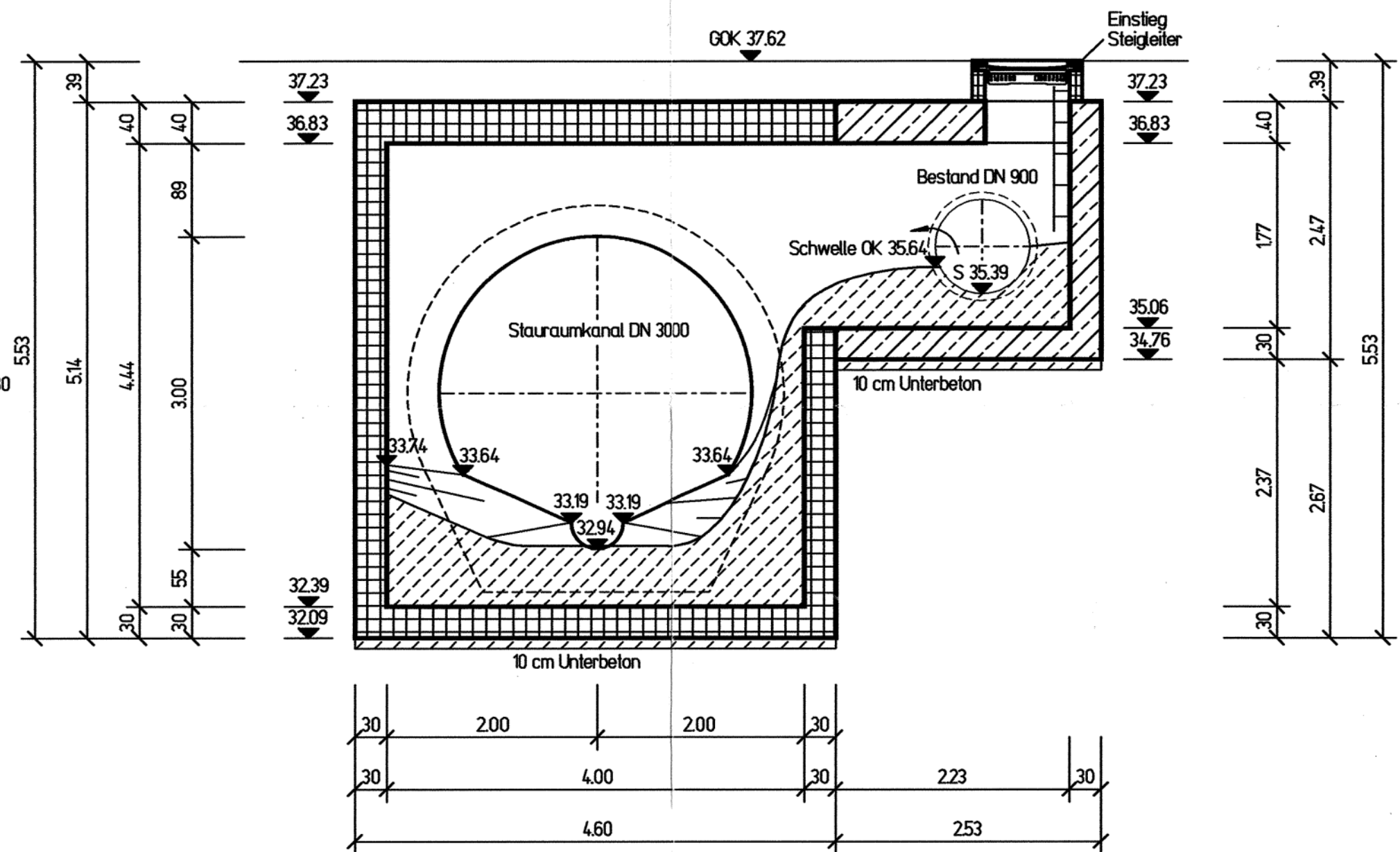
# Grundriß



## Schnitt B – B



### Schnitt A – A



**Anmerkung:**

Alle Maße und Höhenangaben sind an Ort und Stelle zu überprüfen!  
Unstimmigkeiten sind dem Planverfasser umgehend mitzuteilen!

Diese Zeichnung gilt nur in Verbindung mit :  
Sohl-, Wand- und Deckenstärken sowie Fugenanordnung  
sind gemäß Planunterlagen der Fa. Westrohr zu berücksichtigen  
den Einbauzeichnungen der Maschinenbaufirma  
den Angaben und Einbauvorschriften der übrigen Lieferwerke  
den Plänen des Bodengutachters

**Versorgungsträger beachten !!**



