



INGENIEUR GmbH
DR. EHRHARDT & BIELAT

PRÜFBERICHT

Dokumenten-Nr.: EB_211096_024_Rev(-)_BL_D_Prüfbericht

Projekt-Nr. B-211096-H01-04

B-211096 HH TUNNEL SCHLACHTHOF BWK A005

**Ergänzende und Orientierende Untersuchungen zur Bestimmung
relevanter Zustandskennwerte des U-Bahntunnels Schlachthof
Bwk A005**

Auftraggeber: Hamburger Hochbahn AG
Steinstraße 20, 20095 Hamburg

Herr Frank Assies und Herr Stephan Schanzenbach

Datum: 16.12.2025

Bearbeiter: Adrian Steffens, M.Sc.

0151 141 239 92

steffens@e-b-ing.de

Dieser Bericht enthält 15 Seiten inklusive des Deckblattes zzgl. 8 Anlage(n). Der Bericht darf nur in vollständiger Form und den zugehörigen Anlagen weitergegeben werden. Es ist ausdrücklich untersagt nur Teile des Berichtes weiterzugeben. Eine Veröffentlichung darf nur mit Zustimmung der EB Ingenieur GmbH erfolgen. Im Rahmen des Berichtes verwendetes Probenmaterial wird, sofern es nicht verbraucht ist nach 6 Wochen entsorgt. Eine längere Aufbewahrung bedarf der schriftlichen Abstimmung mit der EB Ingenieur GmbH.



Inhaltsverzeichnis

1	RÜCKBLICK UND NEUE AUFGABENSTELLUNG	4
2	UNTERSUCHUNGEN	8
2.1	Untersuchungen an Bohrmehlproben oder Ausbaustücken	8
2.1.1	Chloridgehalt des Betons (säurelöslich)	8
2.1.2	Sulfatgehalt des Betons (säurelöslich)	9
2.1.3	Bestimmung des Feuchtegehaltes durch Darren	9
2.2	Anlegen von Bauteilöffnungen zur Sondierung der Bewehrung	9
2.3	Bestimmung von Restwanddicken an Stahlprofilen	9
2.4	Laboruntersuchungen an Bauwerksproben (außer mechanische Prüfungen)	10
2.4.1	Makroskopische Probenansprache	10
2.4.2	Auflichtmikroskopie	10
2.5	Zerstörende mechanische Prüfungen an Bauwerksproben	10
2.5.1	Bestimmung der Druckfestigkeit	10
2.5.2	Bestimmung der Abreißfestigkeit (Am Bohrkern)	11
3	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE JE BAUTEILGRUPPE	11
3.1	Wichtiger Hinweis	11
3.2	Bauteilgruppe BG3 – Stärker bewehrte Wände/ Bauteilfugen	11
3.2.1	BG3 im augenscheinlich geschädigten Bereich	11
3.2.2	BG3 im augenscheinlich ungeschädigten Bereich	12
3.3	Bauteilgruppe BG8 – Kappen (außerhalb von Leitungsquerungen)	13
3.4	Bauteilgruppe BG9 – Leitungsführende Kappen (Flachdecken)	13
3.5	Ergebnisse zum Sulfatgehalt des Betons	14
4	ANLAGEN	16



Anlagen

Zu diesem Prüfbericht gehören die folgenden Anlagen:

EB_211096_013_Rev(-)_BL_P_Restwanddicke
EB_211096_012_Rev(-)_BL_P_Feuchtigkeitsgehalt
EB_211096_014_Rev(-)_BL_P_Probenansprache
EB_211096_017_Rev(-)_BL_P_Bauteilöffnung
EB_211096_018_Rev(-)_BL_EXT-Eurofins_AR-25-JH-023539-01
EB_211096_021_Rev(-)_BL_ErPlan_Messstellen zu BG3 BG8 und BG9
EB_211096_022_Rev(-)_BL_P_Abreißfestigkeit
EB_211096_023_Rev(-)_BL_P_Druckfestigkeit



1 Rückblick und neue Aufgabenstellung

Die EB Ingenieur GmbH (EB) wurde am 23.09.2025 von der Hamburger Hochbahn AG mit ergänzenden und orientierenden Bauwerks- und Baustoffuntersuchungen im Schlachthoftunnel beauftragt. Die Untersuchungen bauen auf vorhandene Erkenntnisse bereits erfolgter Untersuchungen sowie Bewertungen und damit verbundenen offenen Fragestellungen auf. Rückblickend liegen hierzu der Hochbahn folgende Berichte, Ergebnisse und Maßnahmenpläne vor:

Datum	Dokumentenname	Auftragsinhalt und Ergebnisse
20.12.21	EB-Prüfbericht 211096-1 Rev(-) mit Anlagen	Entnahme von 4 Bohrkernen (BK1, BK2, BK4 und BK5) in augenscheinlich geschädigten Bereichen der Kappendecke mit anschließenden Laboruntersuchungen: <ul style="list-style-type: none">• 2 – 5 cm des Betons abgewittert• Unter der abgewitterten Stampfbetonoberfläche zeigt der Beton in 5 – 10 cm Tiefe Veränderungen (weniger fest)• Anreicherung von NaCl (Natriumchlorid) führt zu hohem Kristallisationsdruck im Stampfbetongefüge, der zu einem Abmehlen des Feinmörtels führt.• Druckfestigkeiten an 3 Proben ergaben Werte zwischen 14 und 23 N/mm²• Unter der abgewitterten Stampfbetonoberfläche zeigt der Beton in 5 – 10 cm Tiefe Veränderungen (geringere Festigkeiten als an den 3 Druckfestigkeitsproben bestimmt)
03.10.22	EB Prüfbericht 211096-1 Rev(01) mit Anlagen	Revision 01: <ol style="list-style-type: none">1. Korrektur von Übertragungsfehlern zum säurelöslichen Chloridgehalt2. Tippfehlerkorrekturen3. Ergänzung von Untersuchungsergebnissen zum wasserlöslichen Ammoniumgehalt im Stampfbeton
02.10.22	EB Prüfbericht 211096-2 Rev(-) mit Anlagen	Entnahme von 2 weiteren Bohrkernen (BK6 und BK7) sowie Bohrmehl (BM1 bei BK7 und BM2 an BK6) vergleichsweise in augenscheinlich <u>ungeschädigten</u> Bereichen der Kappendecke mit anschließenden Laboruntersuchungen: <ul style="list-style-type: none">- Chloridgehalte gering ($\leq 0,05$ M.-%)- Druckfestigkeiten an beiden Proben ergaben Werte zwischen ca. 11 und ca. 23 N/mm²



Datum	Dokumentenname	Auftragsinhalt und Ergebnisse
24.02.25	EB_211096_006_Rev(-)_BL_P_Restwanddicke Hinweis: Zur Vorbegehung als Grundlage zur Messstellenfestlegung siehe auch Dokument: EB_211096_010_Rev(-)_BL_P	Im Rahmen der Untersuchungen 211096-1 und 211096-2 wurden Korrosionsschäden an den Stahlbauteilen des Tunnels festgestellt. Im Rahmen einer Gleisbegehung wurden auffällige Bereiche (aktive oder alte Durchfeuchtungen) ohne weitere Hilfsmittel wie z. B. Gerüst oder Leitern erfasst und anhand dieser Zusammenstellung Messstellen festgelegt an denen eine Restwanddickenbestimmung erfolgen sollte. Ergänzend erfolgte eine Bestimmung von Chlorid- und Feuchtigkeitsgehalten. Die Restwanddicken wurden mit Grenzwerten (Ermittlung durch Büro SSK) verglichen. <ul style="list-style-type: none">- Korrosionsschäden sind geringer als augenscheinliche Überprüfung vermuten ließ- Messwerte der Restwanddicken im Grenzbereich gemäß Berechnungsannahme SSK, maximale Abrostung vom Steg des QT193 um 0,3 mm überschritten- Chloridgehalt im Beton am QT193 stark erhöht.
07.04.25	EB_211096_011_Rev(01)_BL_KB_Maßnahmenplan abschließende Untersuchungen	Auf der Grundlage der bis April 2025 ausgeführten Untersuchungen hat EB einen Maßnahmenplan als Grundlage für die Abstimmung des weiteren Untersuchungsvorgehens erstellt. Ziel: Ermittlung des IST-Zustand des Tunnels, so dass aus Sicht der Hochbahn eine Instandsetzungskonzeption und Instandsetzungsplanung ausgeschrieben werden kann.
13.09.25	Angebot AN-25-1138 inkl. Begleitschreiben und EB_211096_011_Rev(02)_BL_KB_Maßnahmenplan (Hinweis: Im Angebot fälschlicherweise als EB_211096_011_Rev(01)_BL_KB_Maßnahmenplan abgegeben)	Anpassung des Maßnahmenplans auf der Grundlage der gemeinsamen Abstimmung am 14.07.2025 und Priorisierung der Maßnahmen im Maßnahmenplan für eine erste Untersuchungsphase im Jahr 2025. Erläuterung des Vorgehens und Darstellung des Ziels der ersten Phase.



Mit Bezug auf den Maßnahmenplan *EB_211096_011_Rev(02)_BL_KB_Maßnahmenplan abschließende Untersuchungen* wurden in Abstimmung mit der Hochbahn folgende zu untersuchende Bauteilgruppen priorisiert (Phase 1, Oktober bis November 2025):

Bauteilgruppe/ -funktionen	Aktuelle Kenntnisse	Maßnahmen
BG3 Stärker bewehrte Wände/ Bauteilfugen	Schäden durch <ul style="list-style-type: none">- Durchfeuchtung- Betonabplatzung infolge Bewehrungskorrosion- Freiliegende Bewehrung mit hohem Korrosionsgrad	2x Untersuchung am beschädigten Bauteil 2x Untersuchung am unbeschädigten Bauteil jeweils: <ul style="list-style-type: none">- Carbonatisierungstiefe, Restquerschnitt- Druckfestigkeit & Oberflächenzugfestigkeit am Bohrkern- Bohrmehl (Sulfate und Chloride)
BG8 Kappen	vgl. EB-Prüfberichte (Abwitterung, durchfeuchtete weiche Bereiche)	2-3x Messstelle <ul style="list-style-type: none">- Bohrkernentnahme, Druckfestigkeit & Oberflächenzugfestigkeit am Bohrkern- Bohrmehl (Feuchte und Chloride)
BG9 Leitungsführende Kappen (Flachdecken)	noch nicht näher untersucht	1x Leitungsquerung <ul style="list-style-type: none">- Korrosionsgrad/ Restwanddicken der Querbalken- Betonqualität/ -zustand- Bohrmehl (Sulfate und Chloride)

Die Untersuchungen sollten in einem Untersuchungsschritt durchgeführt und ausgewertet werden.

Anhand der durch die Untersuchungen gewonnen Ergebnisse soll dann im Projektteam (EB & Hochbahn) festgelegt werden, wie mit den Bauteilen und ob ggf. später weitere Untersuchungen notwendig sind. Dabei kann auch eine Anpassung der Planung und Priorisierung der Untersuchungsphasen gemäß *EB_211096_011_Rev(02)_BL_KB_Maßnahmenplan* erforderlich werden.

Folgende orientierende Untersuchungen wurden im Rahmen dieser Maßnahme (Phase 1) durchgeführt:

- Festlegung der Untersuchungsbereiche unter Zuhilfenahme *EB_211096_010_Rev(-)_BL_P* und den Hochbahnunterlagen *SchKart-LHP-SchlachtTunnel-002a-b* und *SchKart-LHP-SchlachtTunnel-002b-b* (EB Dokumentennummer: *EB_211096_015_Rev(-)_BL_EXT-Hochbahn AG_SchKart-LHP-SchlachtTunnel-002a-b* und *EB_211096_016_Rev(-)_BL_EXT-Hochbahn AG_SchKart-LHP-SchlachtTunnel-002b-b*)
- Lokale Sichtprüfung der zu untersuchenden Bauteilbereiche
- Entnahme von Bohrkernen (BG3 und BG8)
- Entnahme von Bohrmehlproben (Bestimmung Feuchtigkeit, Chloride /Sulfate bei allen Bauteilgruppen)



- Stichprobenartige Bestimmung der Carbonatisierungstiefe an frischen Bruchflächen (alle Bauteilgruppen)
- Bauteilöffnung zur Bewertung des Zustands der Bewehrung (BG3) und Durchführung von Restwanddickenmessungen (BG9) bei Stahlbauteilen

Die Bauwerksuntersuchungen und Probenentnahmen wurden auftragsgemäß in einem zusammenhängenden Untersuchungsschritt während der Betriebsruhe/ Sperrpausen in den 3 Nächten vom 06.10.25 bis 09.10.2025 durch Yunus Bucuka (Techniker, EB), zeitw. Juan Carlo Balagapo (Techniker, EB), zeitw. Zelin Sun (Techniker, EB) und Adrian Steffens (Projektleiter, EB) durchgeführt.

Die Ergebnisse und Prüfprotokolle sind in den Anlagen des vorliegenden Prüfberichts enthalten.

Das Dokument **EB_211096_021_Rev(-)_BL_ErPlan_Messstellen zu BG3 BG8 und BG9** enthält eine Darstellung der wesentlichen Untersuchungsergebnisse im Plan.



2 Untersuchungen

2.1 Untersuchungen an Bohrmehlproben oder Ausbaustücken

Für weitere Laboruntersuchungen wird mit einem Bohrer \varnothing 20 mm tiefengestaffelt Bohrmehl entnommen. Vor der Festlegung der Entnahmestellen in Stahlbeton wird zerstörungsfrei die Lage der Bewehrung detektiert und auf dem Bauteil gekennzeichnet. Je Tiefenlage werden zwei Bohrungen ausgeführt um eine repräsentative Menge an Bohrmehl¹ aus dem Konstruktionsbeton zu erhalten.

In Abhängigkeit der beprobten Baustoffe und der Aufgabenstellung können am Bohrmehl verschiedene Laboruntersuchungen ausgeführt werden. Weitere Laboruntersuchungen können auch an stückigen Proben durchgeführt werden. Tabelle 1 gibt an, welche Untersuchungen in Rahmen des gegenständlichen Projektes ausgeführt wurden.

Tabelle 1: Untersuchungen an Bohrmehl oder stückigen bzw. aufgemahlenen Baustoffproben.

Untersuchungsmethode	Durchführung entsprechend den Angaben in:
Chloridgehalt des Betons (säurelöslich)	Abschnitt 2.1.1
Sulfatgehalt des Betons (säurelöslich)	Abschnitt 2.1.2
Feuchtigkeitsgehalt nach Darren	Abschnitt 2.1.3

2.1.1 Chloridgehalt des Betons (säurelöslich)

Der säurelösliche Chloridgehalt stellt den Gesamtchloridgehalt einer Betonprobe dar. Der säurelösliche Chloridgehalt erfasst alle chloridhaltigen Bestandteile (auch chemisch gebundenes oder adsorptiv gebundenes Chlorid). Neben dem säurelöslichen Chloridgehalt kann der wasserlösliche Chloridgehalt bestimmt werden. Der Gesamtchloridgehalt wird international für die Bewertung des Risikos einer chloridinduzierten Bewehrungskorrosion herangezogen, obwohl nur der wasserlösliche Chloridgehalt zu einer chloridinduzierten Bewehrungskorrosion führt. Hintergrund ist u.a., dass Veränderungen im Betongefüge (z. B. Carbonatisierung von Zementsteinphasen) dazu führen können, dass chemisch oder adsorptiv gebundenes Chlorid freigesetzt wird und für Korrosionsprozesse zur Verfügung steht. Weiterhin weist die Bestimmung des säurelöslichen Chloridgehaltes i.d.R. eine höhere Wiederhol- und Vergleichspräzision auf.

Für die Bestimmung des säurelöslichen Chloridgehaltes werden die Proben an Fremdlabore gesendet. Nähere Angaben zu den Fremdlaboren und der Durchführung der Analysen können den Prüfberichten der beauftragten Fremdlabore **EB_211096_018_Rev(-)_BL_EXT-Eurofins_AR-25-JH-023539-01** entnommen werden.

Die Ergebnisse der Fremdlabore werden für die verschiedenen Untersuchungsbereiche weiter ausgewertet, um den säurelöslichen Chloridgehalt bezogen auf den Zementgehalt² des Betons anzugeben.

¹ Vgl. Empfehlungen DAfStb, Heft 401 für Größtkorn 16 mm. Bei Größtkorn 8 mm reicht eine Bohrung. Bei Größtkorn 32 mm müssen 5 Bohrungen ausgeführt werden.

² Gemäß DIN 1045-2 werden Betonzusatzstoffe vom Typ II bei der Berechnung des zementbezogenen Chloridgehaltes berücksichtigt.



Um bauteilspezifisch den zementbezogenen Chloridgehalt anzugeben, werden aus Unterlagen, eigenen Untersuchungen oder erfahrungsgemäßen Abschätzungen die Betonrohddichte und der Zement- und Zusatzstoffgehalt angegeben und für die Berechnung des Chloridgehaltes bezogen auf die Zementmasse verwendet. Die Angaben werden in den Auswertetabellen angegeben.

2.1.2 Sulfatgehalt des Betons (säurelöslich)

Der säurelösliche Sulfatgehalt stellt den Gesamtsulfatgehalt einer Betonprobe dar. Für die Bestimmung des säurelöslichen Sulfatgehaltes werden die Proben an Fremdlabore gesendet. Beauftragt wird die Bestimmung des Sulfatgehaltes in Anlehnung an die Zementprüfnorm DIN EN 196-2. Nähere Angaben zur Durchführung der Analysen können den Prüfberichten des beauftragten Fremdlabors entnommen werden.

Weitere Angaben zur Auswertung des Sulfatgehaltes erfolgen projekt- und bauteilspezifisch und in Abhängigkeit der Aufgabenstellung.

2.1.3 Bestimmung des Feuchtegehaltes durch Darren

Im Labor der EB Ingenieur GmbH wird die Masse des Bohrmehls oder der stückigen Proben im Anlieferungszustand bestimmt (Ablesegenauigkeit 0,01 g). Im Anschluss werden die Proben bei 105°C getrocknet. Die Ergebnisse zum Feuchtigkeitsgehalt können Anlage **EB_211096_012_Rev(-)_BL_P_Feuchtigkeitsgehalt** entnommen werden.

2.2 Anlegen von Bauteilöffnungen zur Sondierung der Bewehrung

Um stichprobenartig den Zustand und die tatsächliche Tiefenlage der Bewehrung zu bestimmen, werden Bauteilöffnungen angelegt. Dazu wird der Bewehrungsstahl durch Stemmen freigelegt. Die Größe des Öffnungsbereiches variiert mit der Tiefenlage der Bewehrung. Nach dem Freilegen und Säubern der Bewehrung wird der Durchmesser und der Zustand der Bewehrung dokumentiert und die Carbonatisierungstiefe des Betons durch Aufsprühen von einer 0,5 % Phenolphthaleinlösung in 70 %-en Ethanol bestimmt. Der noch nicht carbonatisierte Bereich des Betons (pH-Wert > 9,5) verfärbt sich dabei violett. Der carbonatisierte Beton zeigt dagegen keine Verfärbung. Die Tiefe des carbonatisierten Bereiches wird mittels Zollstock und Wasserwaage bestimmt.

Je nach Aufgabenstellung wird der ausgestemmte Betonbereich aufgefangen, um an diesen Bruchstücken weitergehende Untersuchungen zum Beton auszuführen (Vergleiche z.B. Abschnitt 2.1.3). Bei der Entnahme der Bruchstücke wird die ungefähre Tiefenlage des entnommenen Materials erfasst. Das entnommene Material wird in luftdichten Folien oder verschraubbaren Plastikbehältern aufbewahrt.

Die Durchführung der Untersuchung, die Ergebnisse und die Maßstäbe für die Bewertung der Korrosionszustände werden in diesem Dokument oder in separaten Anlagen tabellarisch dargestellt, siehe **EB_211096_017_Rev(-)_BL_P_Bauteilöffnung**.

2.3 Bestimmung von Restwanddicken an Stahlprofilen

Um die (noch vorhandene Rest-) Wanddicke von (korrodierten) Stahlprofilen zu ermitteln, wurden Messungen mittels Ultraschall durchgeführt. Das Vorgehen zur Bestimmung der Restwanddicken und die Ergebnisse sind in **EB_211096_013_Rev(-)_BL_P_Restwanddicke** beschrieben bzw. dokumentiert.



Dort befinden sich auch Angaben zur erwartenden Genauigkeit und Hinweise zum Umgang mit den Messergebnissen bei statischen Nachrechnungen.

2.4 Laboruntersuchungen an Bauwerksproben (außer mechanische Prüfungen)

Sofern die Proben durch die EB Ingenieur GmbH entnommen werden, wird die Entnahme von Bauwerksproben vor Ort anhand eines Entnahmeprotokolls dokumentiert. Die bei der Entnahme festgehaltenen Angaben zur Entnahme der Proben können der **EB_211096_014_Rev(-)_BL_P_Probenansprache** entnommen werden. Nach der Anlieferung der Proben im Labor werden die Proben gereinigt und beschriftet und für eine makroskopische Probenansprache vorbereitet.

2.4.1 Makroskopische Probenansprache

Bevor weitere Untersuchungen an den Proben ausgeführt werden, erfolgt eine makroskopische Probenansprache mit Fotodokumentation. Details können der **EB_211096_014_Rev(-)_BL_P_Probenansprache** entnommen werden. Im Rahmen der makroskopischen Probenansprache werden die notwendigen weitergehenden Untersuchungen und die entsprechenden Untersuchungsbereiche festgelegt und auf den Bohrkernproben markiert.

2.4.2 Auflichtmikroskopie

Es wurde keine Auflichtmikroskopie durchgeführt.

2.5 Zerstörende mechanische Prüfungen an Bauwerksproben

Im Rahmen der makroskopischen Probenansprache (vgl. Abschnitt 2.4.1) wird festgelegt welche weiteren mechanischen Untersuchungen an den Proben ausgeführt werden. Tabelle 2 enthält eine Zusammenfassung welche mechanischen Prüfungen ausgeführt wurden und an welcher Stelle im Bericht weitere Details zur Durchführung der mechanischen Prüfung zu entnommen werden können.

Tabelle 2: Ausgeführte mechanische Prüfungen und Hinweise zu weiteren Angaben.

Mechanische Prüfung	Durchführung entsprechend den Angaben in:	Ausführung durch
Betondruckfestigkeit am Bohrkern	Abschnitt 2.5.1	NU
Oberflächenzugfestigkeit am Bohrkern	Abschnitt 2.5.2	EB (NU)

EB – EB Ingenieur GmbH, NU-Nachunternehmer

Die Durchführung der Untersuchung und die Ergebnisse werden in den jeweiligen Anlagen dokumentiert.

2.5.1 Bestimmung der Druckfestigkeit

Die Vorbereitung der Druckfestigkeitsproben und die Prüfung in der Druckprüfmaschine erfolgen durch die Heide Baulabor GmbH. Die Bestimmung der Druckfestigkeit erfolgte am Bohrkern D ca. 100 mm. Das Verhältnis zwischen Länge und Durchmesser der Druckproben betrug ca. 1 (Nähere Angaben zur Durchführung der Prüfung können dem Prüfbericht des beauftragten Fremdlabors entnommen werden (**EB_211096_023_Rev(-)_BL_P_Druckfestigkeit**)).



2.5.2 Bestimmung der Abreißfestigkeit (Am Bohrkern)

Für die Prüfung der Abreißfestigkeit (Haftzugfestigkeit oder Oberflächenzugfestigkeit) am Bohrkern, wird im Labor eine Ringnut in die Betonoberfläche –Tiefe 10 mm und \varnothing 50 mm – gebohrt. Wenn nur die Oberflächenzugfestigkeit des Betons bestimmt werden soll, werden eventuell auf dem Beton vorhandenen Schichten (z. B. Putz, Oberflächenschutzsysteme) durch Sägen oder Schleifen entfernt. Zum Aufstellen der Abreißprüfmaschine wird auf den Bohrkern eine Stahlplatte Dicke = 10 mm gelegt. In der Stahlplatte befindet sich zentrisch ein kreisrundes Loch \varnothing = 55 mm als Aussparung für den aufgeklebten Abreißstempel (Aluminium). Auf die Stahlplatte wird die Abreißprüfmaschine zentrisch über dem Abreißstempel aufgestellt. Auf diese Weise kann die Oberflächenzugfestigkeit an Bohrkernen mit einem Durchmesser \geq 80 mm geprüft werden. Die Dokumentation der Oberflächenzugfestigkeiten kann **EB_211096_022_Rev(-)_BL_P_Abreißfestigkeit** entnommen werden.

3 Zusammenfassung der Ergebnisse je Bauteilgruppe

3.1 Wichtiger Hinweis

Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse sind nicht allgemeingültig für die untersuchten Bauteilgruppen anzusehen. Sie repräsentieren zunächst nur die untersuchten Messstellen.

3.2 Bauteilgruppe BG3 – Stärker bewehrte Wände/ Bauteilfugen

Im Rahmen der bauteilgruppenbezogenen Untersuchungen der Bauteilgruppe BG3 „stärker bewehrte Wände / Bauteilfugen“ wurden insgesamt drei Messstellen (202, 203 und 205) untersucht. Sämtliche Messstellen wurden in einer Höhe von etwa 1,60 m über Fußboden angelegt und befinden sich im Bereich von sensiblen Bauwerksfugen. Es wurden Bereiche mit und ohne augenscheinlich erkennbaren Schäden untersucht.

3.2.1 BG3 im augenscheinlich geschädigten Bereich

Die Messstellen 202 und 203 liegen an der westlichen Tunnelwand der westlichen Gleisachse (Sternschanze, Fahrtrichtung Nord) im Bereich der Bauteilfuge zwischen den Querträgern QT286 und QT287. Folgende Ergebnisse können abgeleitet werden:

1. Die in der Bauteilöffnung (202) freigelegte Bewehrung weist, wie die schon freiliegende Bewehrung einen fortgeschrittenen Korrosionszustand auf (Korrosionsgrad 4)
2. Die Bauteiloberfläche zeigt Anzeichen von Durchfeuchtungsschäden und Abwitterungen von der Betonoberfläche.
3. Es sind Querschnittsverluste von zuvor 12 mm (Annahme) auf 10 mm (IST-Wert) festzustellen.
Hinweis: Der Solldurchmesser von 12 mm wurde anhand der Planunterlagen angenommen. Da an allen bisher untersuchten Stellen eine starke Korrosion festgestellt wurde, kann der Solldurchmesser bislang noch nicht sicher verifiziert werden.
4. Die Bewehrung liegt voll im carbonatisierten Beton.
5. Der Feuchtigkeitsgehalt des Betons lag zum Zeitpunkt der Beprobung über die gesamte Entnahmetiefe konstant bei ca. 1,5 M.%. Das ist ein recht geringer Wert. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass bei einem Stampfbeton mit 1,5 M.% Feuchtigkeitsgehalt eher mit geringerer Korrosionsaktivität zu rechnen ist. Da dennoch hohe Korrosionsschäden an der Bewehrung zu



verzeichnen sind, ist davon auszugehen, dass entweder ein Wechsel zwischen Durchfeuchtung und Trocknung stattfindet oder aktuell keine aktiven Durchfeuchtungen mehr vorliegen.

6. Die chemischen Analysen der an der Messstelle 202 entnommenen Bohrmehlproben zeigen einen stark erhöhten Chloridgehalt im oberflächennahen Bereich 0 - 20 mm von über 5 M.-%. In der Tiefenlage von 40 bis 60 mm beträgt der Chloridgehalt nur noch rund 0,09 M.-%. Diese tiefenbezogenen Ergebnisse lassen auf einen externen Chlorideintrag von der gleitzugewandten Bauteiloberfläche schließen. Als Ursache ist wahrscheinlich herablaufendes, chloridhaltiges Wasser anzusehen. Der Sachverhalt sollte im weiteren Verlauf überprüft werden.
7. Zum Sulfatgehalt siehe Abschnitt 4.
8. Der nördlich von der Bauteilfuge entnommene Bohrkern (BK203) zeigt vom Bohrkernanfang bis zur Bohrkernmitte eine höhere Verdichtungsporosität. Hinweise auf ausgeprägte Gefügeschädigungen oder chemische Zersetzungerscheinungen liegen jedoch nicht vor.
9. Bei einer Druckfestigkeit von 21,8 N/mm² erscheint die Oberflächenzugfestigkeit von 2,5 N/mm² recht hoch. Hier kann es sich um einen Einfluss der Carbonatisierung handeln. Es ist möglich, dass in nicht carbonatisierten Bereichen geringere Oberflächenzugfestigkeiten vorliegen.

3.2.2 BG3 im augenscheinlich ungeschädigten Bereich

Die Messstelle 205 wurde an der östlichen Tunnelwand südlich der Bauteilfuge zwischen den Querträgern QT201 und QT202 angelegt. Folgende Ergebnisse können abgeleitet werden:

1. Im Gegensatz zu den Messstellen 202 und 203 zeigte die Wandoberfläche in diesem Bereich zunächst keine augenscheinlichen Schädigungen/Auffälligkeiten.
2. Auf der Bauteiloberfläche ist eine Art Anstrich oder eine andere unbekannte Schicht vorhanden. Stellenweise sieht es so aus, als wäre ein dünn ausgeführte, helle Spachtelschicht vorhanden.
3. Die Bewehrung liegt im carbonatisierten Bereich (Betondeckung ca. 48 mm, Carbonisierungstiefe > 50 mm).
4. Obwohl der Feuchtigkeitsgehalt im Beton ca. 1 M.-% beträgt, zeigt die Bewehrung deutliche Korrosionsschäden. Es sind Querschnittsverluste von zuvor 12 mm (Annahme) auf 10 mm (IST-Wert) festzustellen. Auffällig ist, dass es trotz der deutlichen Korrosion nicht zu einem Abplatzen der Betonrandzone gekommen ist. **Hinweis:** Der Solldurchmesser von 12 mm wurde anhand der Planunterlagen angenommen. Da an allen bisher untersuchten Stellen eine starke Korrosion festgestellt wurde, kann der Solldurchmesser bislang noch nicht sicher verifiziert werden.
5. Ein Feuchtigkeitsgehalt im Beton von 1,0 M.-% und eine gleichzeitig deutliche Korrosionsschädigung der Bewehrung stehen widersprüchlich zueinander (Vgl. dazu auch Abschnitt 3.2.1)
6. Der Chloridgehalt ist gering und unauffällig.
7. Zum Sulfatgehalt siehe Abschnitt 4.
8. Die Ergebnisse der Bohrkernuntersuchungen sind ähnlich zu bewerten wie im augenscheinlich geschädigten Bereich der BG3.



3.3 Bauteilgruppe BG8 – Kappen (außerhalb von Leitungsquerungen)

Im Rahmen früherer Untersuchungen zur Ermittlung der Restwanddicken der Querträger zeigte sich, dass das Stampfbetongefüge infolge von Regenereignissen durchfeuchtet war (Besonders Messstelle 104 vgl. EB_211096_006_Rev(-)_BL_P_Restwanddicke). Der Beton zeigte in diesem Bereich eine weiche, sandige Struktur mit geringem Stemmwiderstand, obwohl der Beton keine starke Abwitterungserscheinungen zeigte. Vor diesem Hintergrund wurde beschlossen, die Druckfestigkeit und Abreißfestigkeit von scheinbar weichen Stampfbetonbereichen näher zu untersuchen.

Zu diesem Zweck wurden an beiden Messstellen Bohrkern entnommen. Der Bohrkern BK201 stammt aus dem Bereich neben der ehemaligen Messstelle 103, während der Bohrkern BK206 an der ehemaligen Messstelle 104 gewonnen wurde. Ergänzend wurden Bohrmehlproben zur Bestimmung der Chlorid- und Sulfatgehalte entnommen. Folgende Ergebnisse können abgeleitet werden:

1. Die Druckfestigkeit (BK206) an der Messstelle 104 (Messstelle 104 wurde als besonders weich beschrieben) beträgt $14,6 \text{ N/mm}^2$.
2. Der anderen Bohrkern (BK201) aus der Kappe weist eine Druckfestigkeit von $17,6 \text{ N/mm}^2$ auf.
3. Die jetzt ermittelten Druckfestigkeiten sind somit **nicht** deutlich geringer als die in den Berichten 211096-1 und 211096-2 angegebenen Druckfestigkeiten.
4. Zu beachten ist allerdings, dass der damalige Eindruck eines sehr weichen Betons mit einem „tropfnassen“ Betongefüge einherging. Bei der aktuellen Beprobung war der Beton verhältnismäßig trocken (Feuchtigkeitsgehalt zwischen 1,8 – 2,5 M.-%). Es ist zu erwarten, dass bei höheren Feuchtigkeitsgehalten die Druckfestigkeit geringer ausfällt. Für Stampfbeton können aktuell keine Erfahrungswerte zum Einfluss des Feuchtigkeitsgehaltes auf die Druckfestigkeit angegeben werden.
5. Die Chloridgehalte sind nur in der oberflächennahen Betonschicht leicht erhöht.
6. Zum Sulfatgehalt siehe Abschnitt 4.

3.4 Bauteilgruppe BG9 – Leitungsführende Kappen (Flachdecken)

In der Bauteilgruppe BG9 werden Bereiche des Tunnels betrachtet, in denen Leitungen die Tunneldecke queren. In diesen Abschnitten sind anstelle von Kappendecken Flachdecken ausgebildet, die durch quer zu zwei Kappenträgern verlaufenden kleinere I-Trägern verstärkt sind. Teilweise wurden diese Bereiche (mutmaßlich aufgrund fortgeschrittener Korrosion) bereits durch auskreuzende Flachbleche ertüchtigt. In den Abschnitten ohne Verstärkungsmaßnahmen, in denen jedoch augenscheinliche Korrosionsschäden festgestellt wurden, sollte exemplarisch der Restwandquerschnitt eines kleineren I-Trägers untersucht werden.

Gemäß der vorliegenden Bestandsunterlage **1A(005)232_0020--1.pdf** sollte an der untersuchten Messstelle ein INP8-Profil vorhanden sein. Im Zuge der Bestandsaufnahme zeigte sich jedoch, dass es sich um einen anderen Trägertyp handeln muss, da insbesondere die gemessene Flanschbreite deutlich vom Sollmaß eines INP8-Trägers abweicht. Aus diesem Grund wurden die ermittelten geometrischen und materialbezogenen Kennwerte dokumentiert, ohne eine Bewertung des Restwandquerschnitts auf Basis eines INP8-Profils vorzunehmen. Diese Daten können vom Tragwerksplaner für eine weitergehende Bewertung und für rechnerische Nachweise herangezogen werden.

Folgende Ergebnisse können abgeleitet werden (Messstelle 204):



1. Der untersuchte I-Träger wies am unterseitig freiliegenden Flansch ausgeprägten Blattrost auf, was auf einen bereits eingetretenen Querschnittsverlust hindeutet.
2. Der Steg zeigte im Vergleich dazu geringere Korrosionsschäden.
3. Der Beton um die I-Träger weist einen kritisch erhöhten Chloridgehalt auf, wodurch die Korrosion des Stahlträgers begünstigt wird. Das festgestellte Chloridprofil über die Tiefe lässt aber noch keine Rückschlüsse auf die Quelle der Chloride zu (höchster Wert in der mittleren Entnahmetiefe).
4. Die Carbonatisierungstiefe beträgt in diesem Bereich rund 20 mm. Dies ist im Vergleich zu den anderen untersuchten Betonen eine geringe Carbonatisierungstiefe. Gründe sind mutmaßlich eine höhere Betongüte (Stemmwiderstand wurde als „hoch“ angegeben) und ein höherer Feuchtegehalt im Beton.
5. Zum Sulfatgehalt siehe Abschnitt 4.

3.5 Auswertung zum Sulfatgehalt

Der Sulfatgehalt ist im oberflächennahen Bereich häufig deutlich höher als in tieferen Schichten (Tabelle 3). Am stärksten ist dieser Effekt an den Messstellen der Tunnelwand. Hier kann unter Berücksichtigung der Feststellungen vor Ort vermutet werden, dass auf dem Beton eine dünne Schicht mit höherem Sulfatgehalt vorliegt. Es ist auch denkbar, dass sich leicht löslichen Sulfate in der Betonrandzone angereichert haben. Dem widerspricht, dass bei den Untersuchungen in Bericht 211096-1 Rev(-) allerdings kein erhöhter Anteil an wasserlöslichen Sulfaten festgestellt wurde. Insgesamt wird der Sulfatgehalt im Beton nach derzeitigem Kenntnisstand als unkritisch angesehen.

Tabelle 3: Tabellarische Zusammenfassung der ermittelten Sulfatgehalte bezogen auf die Betonmasse.

BM	Bauteil	Sulfatgehalt als SO ₃ [M.-%] bez. a. Beton in Tiefenlage			Bemerkungen
		0-20	20-40	40-60	
201	Kappendecke	0,16	0,08	0,08	geschädigt und mit Injektion
202	Wand bewehrt (Bauwerksfuge)	0,34	0,18	0,12	links neben Abplatzung
204	Decke unter Leitungsführung	0,20	0,18	0,21	geschädigter Bereich
205	Wand bewehrt (Bauwerksfuge)	0,30	0,14	0,13	ohne augensch. Schädigung
206	Kappendecke	0,19	0,11	0,11	geschädigt und mit Injektion

Legende:

SO₃ säurelöslicher Sulfatgehalt in Anlehnung an DIN EN 196-2

bez. a. bezogen auf

n.b. Tiefenlage nicht bestimmt

BM Bohrmehlprobe Nr.

1) Gemäß DWA Merkblatt M 211 soll bei Beton, der durch biogene Schwefelsäurekorrosion geschädigt wurde, der Beton soweit abgetragen werden, bis der Sulfatgehalt des Betons ≤ 1 M.-% SO₃ beträgt. Dieser Grenzwert wird als Erkenntnisquelle auch für die Bewertung anderer Fragestellungen genutzt. Werte zwischen 0,75 und < 1 werden als potentiell erhöht mit orange gekennzeichnet.

	slsSO ₃ > 1,0 M.-% bezogen auf den Beton
	0,75 < slsSO ₃ < 1,0 M.-% bezogen auf den Beton



Ende des Prüfberichts

Hamburg, den 29.12.25

Adrian Steffens, M.Sc.

Dr.-Ing. Dirk Ehrhardt



4 Anlagen

EB_211096_013_Rev(-)_BL_P_Restwanddicke

EB_211096_012_Rev(-)_BL_P_Feuchtigkeitsgehalt

EB_211096_014_Rev(-)_BL_P_Probenansprache

EB_211096_017_Rev(-)_BL_P_Bauteilöffnung

EB_211096_018_Rev(-)_BL_EXT-Eurofins_AR-25-JH-023539-01

EB_211096_021_Rev(-)_BL_ErPlan_Messstellen zu BG3 BG8 und BG9

EB_211096_022_Rev(-)_BL_P_Abreißfestigkeit

EB_211096_023_Rev(-)_BL_P_Druckfestigkeit



Protokoll zur Restwandickenbestimmung

Projektnummer: B-211096-H01-04 **Dokumentennummer:** EB_211096_013_Rev(-)_BL_P
Projektname: B-211096 HH Tunnel Schlachthof Bwk A005
Bearbeiter: Steffens, Kiehne
Datum der Untersuchung: Oktober 2025 **Interne Auftragsnummer:** B-211096-H01-04 BWUB

I Projektangaben

I.1 Auftraggeber:	Hamburger Hochbahn AG
I.2 Bauwerk:	Tunnel Schlachthof zwischen Hst. Feldstraße und Sternschanze
I.3 Bauteil(e):	Pfetten Leitungsführung

II Angaben zur Untersuchung

II.1 Untersuchung durch:	EB Ingenieur GmbH
II.2 Situation vor Ort:	Gleissperrung/ Betriebsruhe
II.3 Witterung:	

III. Auftragsbeschreibung und Vorgehen

Im Rahmen der Bauwerksuntersuchung im Oktober 2025 wurden Restwanddickenmessungen an der Messstelle 204, welche sich am Längsträger im Bereich der Kappendecke befindet, durchgeführt.

Hinweis: Die Nummerierung der Querträger beruht auf den händisch vorgenommenen Wandmarkierungen im Tunnelbauwerk. Diese Nummerierungen stimmen nicht mit den Angaben in den Bestandsunterlagen überein. Für die klare Unterscheidung sind in den nachfolgenden Planausschnitten beide Nummerierungen eindeutig dargestellt.

Protokoll zur Restwandickenbestimmung

Projektnummer: B-211096-H01-04 **Dokumentennummer:** EB_211096_013_Rev(-)_BL_P
Projektname: B-211096 HH Tunnel Schlachthof Bwk A005
Bearbeiter: Steffens, Kiehne
Datum der Untersuchung: Oktober 2025 **Interne Auftragsnummer:** B-211096-H01-04 BWUB

IV. Erläuterungen zu den Untersuchungen

Um die (noch vorhandene Rest-) Wanddicke von (korrodierten) Stahlprofilen zu ermitteln, wurden Messungen mittels Ultraschall durchgeführt. Nachfolgend wird das prinzipielle Vorgehen beschrieben.

1. Messtellen werden stichprobenartig ausgewählt, z. B. Stellen mit sichtbaren Auffälligkeiten wie z. B. mutmaßlich alte oder aktive Feuchtigkeitsstellen, Stellen mit sichtbarer Korrosion
2. Stahlprofile, die mit anderen Baustoffen ummantelt sind, werden durch Stemmen o.ä. freigelegt (siehe Bild 1)
3. Die zu untersuchenden Stellen werden mit einer druckluftbetriebenen Nadelpistole von groben Rost befreit
4. Anschließend werden mit einem Schleifgerät die zu untersuchende Stellen (Kleinstflächen) auf dem Stahl angeschliffen, um die Ankoppelung des Sensors zu verbessern. Dabei werden kleinere Vertiefungen plangeschliffen. Ein Planschleifen von Mulden ist nicht möglich, so dass tiefe Mulden eventuell nicht untersucht werden können
5. Die Messungen erfolgten mit dem Wanddickenmessgerät 38DL Plus der Fa. Olympus:
 - Verwenden eines Sender/Empfänger Prüfkopfes 7,5 MHz
 - Durchmesser Schallkopf 7,2 mm
 - Ankoppelmittel (Wasser)
 - Kalibrierung des Prüfkopfes mittels Kalibrierkörper (Kohlenstoffstahl)

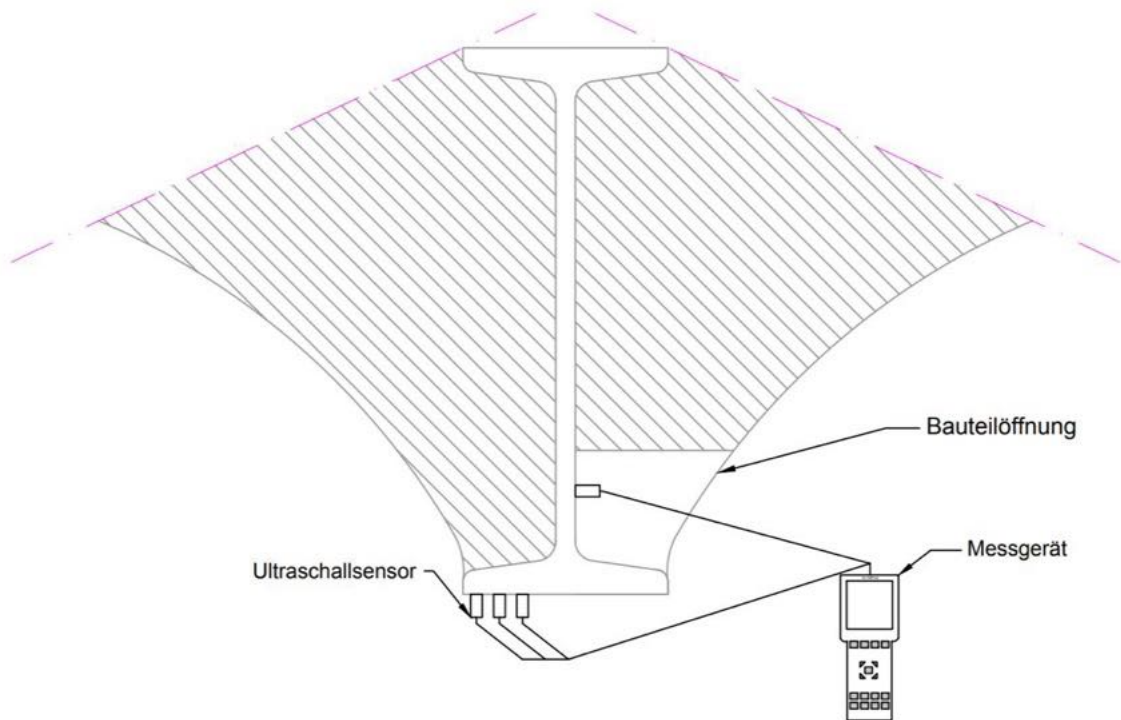


Bild 1: Beispielhafte Darstellung zur Freilegung von Stahlprofilen einer Kappendecke. Mit anderen Bauteilen wird analog verfahren.

Protokoll zur Restwandickenbestimmung

Projektnummer: B-211096-H01-04 **Dokumentennummer:** EB_211096_013_Rev(-)_BL_P
Projektname: B-211096 HH Tunnel Schlachthof Bwk A005
Bearbeiter: Steffens, Kiehne
Datum der Untersuchung: Oktober 2025 **Interne Auftragsnummer:** B-211096-H01-04 BWUB

IV. Erläuterungen zu den UntersuchungenSpezielles Vorgehen zu den Messungen von Stegblechen oder anderen planparallelen Blechen:

1. An den freigelegten Stegblechen werden (je nach Erreichbarkeit) einzelne kleine Stellen für die Wanddickenmessung vorbereitet (Druckluftnadeln und Schleifen)
2. Anschließend wird der Messkopf an den vorbereiteten Messstellen mit Wasser angekoppelt und mehrere Messerwerte bei leichter Verschiebung des Messkopfes notiert
3. Das Ergebnis ist die punktuell an dieser Stelle vorliegenden Wanddicke
4. Eine Überprüfung der zerstörungsfrei gemessenen Wanddicke ist nur in Ausnahmefällen möglich

Spezielles Vorgehen zur Messung von geneigten Flanschen (z. B. I-Träger):

5. An der zu untersuchenden Stelle wird am erreichbaren Flansch quer zur Trägerlängsrichtung ein ca. 15 mm breiter Streifen angeschliffen (Bild 2).
6. Ausgehend von den Außenkanten des Flansches werden im Abstand von ca. 10 mm Messpunkte auf dem Stahl gekennzeichnet (Bild 2). Bei geneigten Flanschoberseiten werden die Abstandswerte unter Berücksichtigung der Neigung der Flanschoberseite zur Berechnung der SOLL-Dicken an den Messstellen verwendet.
7. Punktuell werden zum Vergleich Wanddickenmessungen am Flansch mittels Messschieber durchgeführt (nicht immer und nur mit entsprechender Bauteilöffnung möglich).

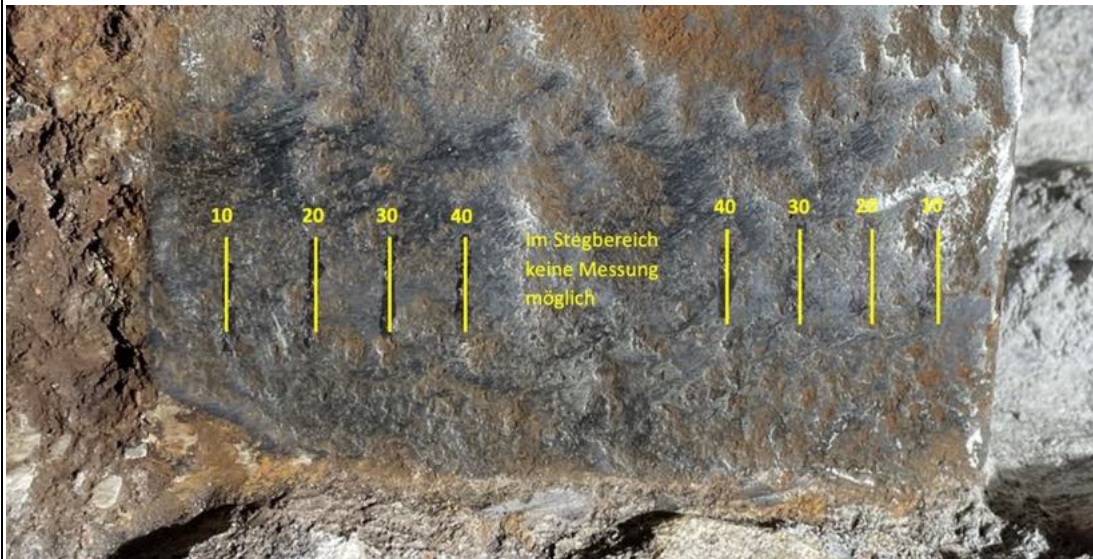


Bild 2: Beispielhafte Darstellung zur Freilegung von Stahlprofilen einer Kappendecke. Mit anderen Bauteilen wird analog verfahren.

Hinweise zur Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Untersuchungsergebnisse:

Durch die Oberflächenvorbereitung durch Nadeln und Schleifen sind die Ultraschallsignale i.d.R. gut auswertbar und reproduzierbar, dennoch können die Messungen aufgrund der folgenden Gründe fehlerbehaftet sein:

1. unebene Mess- und Reflexionflächen, nicht planparallele Metallflächen verringern die Messgenauigkeit (rückwärtig vorhandenen Korrosionsnarben und Korrosionsvertiefungen)
2. Schäden an der rückwärtigen Metallfläche können nicht zielgerichtet von der Messeite her erfasst werden
3. Durch das notwendige Anschleifen entsteht ein gewisser Materialabtrag
4. Bei der Blechdickenbestimmung von geneigten Flanschen entsteht ein weiterer Messfehler durch die rechnerische Bestimmung der SOLL-Dicken, z. B. durch Ungenauigkeiten bei der Abstandsmessung zwischen Messstelle und Flanschaußenkante

Aufgrund der komplexen Einflüsse können keine allgemeingültigen Angaben zur Prüfstreuung gegeben werden. Die Messergebnisse sind durch geeignete Teilsicherheitsbeiwerte abzusichern.



Protokoll zur Restwandickenbestimmung

Projektnummer: B-211096-H01-04 **Dokumentennummer:** EB_211096_013_Rev(-)_BL_P
Projektname: B-211096 HH Tunnel Schlachthof Bwk A005
Bearbeiter: Steffens, Kiehne
Datum der Untersuchung: Oktober 2025 **Interne Auftragsnummer:** B-211096-H01-04 BWUB

VI. Erläuterungen zu den Ergebnissen

Die in den nachfolgenden Tabellen sind die Auswertungen der Restwanddickenmessungen an der Messstelle 204 zu finden. Laut vorliegender Bestandsunterlage **1A(005)232_0020--1.pdf** soll an der untersuchten Messstelle ein INP8-Profil vorliegen.

In der nachfolgenden Dokumentation wird offensichtlich, dass es sich um einen anderen Träger handeln muss, da insbesondere die erfasste Flanschbreite des Trägers vom Soll-Maß eines INP8-Trägers abweicht.

Projektnummer: B-211096-H01-04

Dokumentennummer: EB_211096_013_Rev(-)_BL_P

Projektname: HH Tunnel Schlachthof Bwk A005

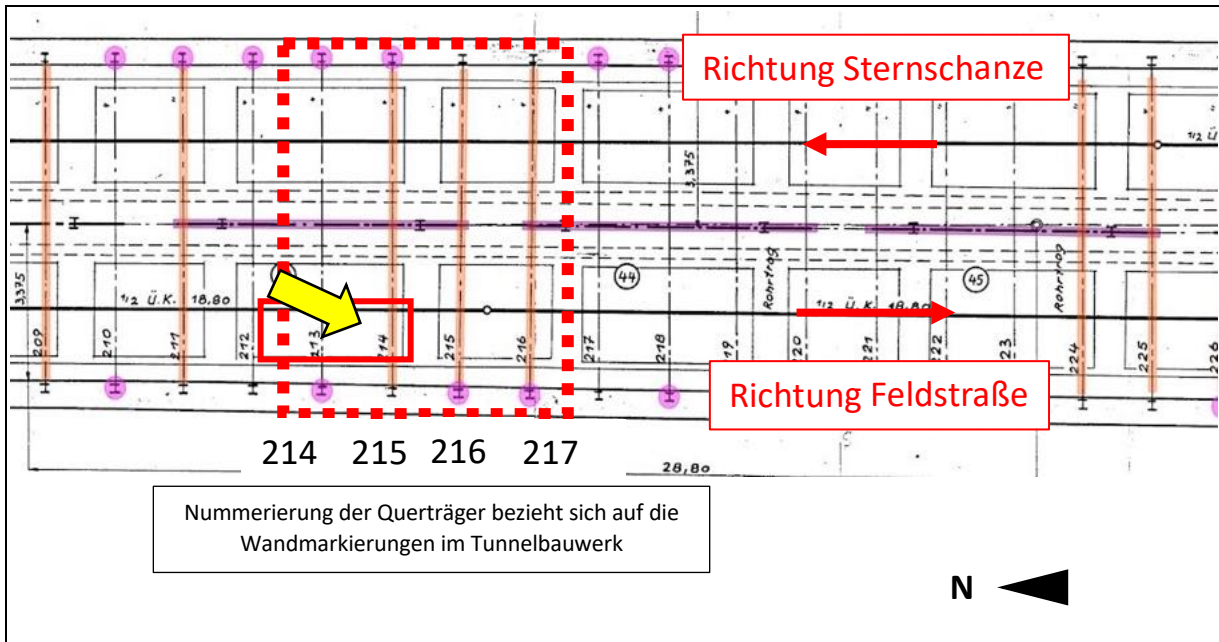
Bearbeiter: Kiehne, Steffens

Datum der Untersuchung: 06. – 09.10.2025

Interne Auftragsnummer: A-211096-04

1. Dokumentation der Untersuchungen

RWD204 – QT 214-215 Feld West



Anlage RWD Bild 1: Übersicht des untersuchten Bereiches mit Lageangabe der nachfolgenden Bildaufnahme im Tunnelgrundriss.



Anlage RWD Bild 2: Übersichtsbild – Der Untersuchungsbereich befindet sich im Feldbereich an einem in Gleisrichtung verlaufenden Stahlträger. Der Stahlträger liegt auf zwei Stahlträgern der Kappendecke auf.

Protokoll zur Restwandickenbestimmung

Projektnummer: B-211096-H01-04 Dokumentennummer: EB_211096_013_Rev(-)_BL_P
Projektname: HH Tunnel Schlachthof Bwk A005
Bearbeiter: Kiehne, Steffens
Datum der Untersuchung: 06. – 09.10.2025 Interne Auftragsnummer: A-211096-04

1. Dokumentation der Untersuchungen

RWD204 – QT 214-215 Feld West



Anlage RWD Bild 3: Übersicht – Blick Richtung Tunnelaußenwand (Gleisseite Richtung Feldstraße), untersuchter Träger im Bereich in welchem die Kappendecke aussetzt, beide Trägerarten wie auch Stütze in der Wand mit Abrostungserscheinungen



Anlage RWD Bild 4: Detailaufnahme – Flanschunterseite flächig mit Korrosion und sichtbarem Querschnittsverlust in Form von Blattrost,

Protokoll zur Restwandickenbestimmung

Projektnummer: B-211096-H01-04 Dokumentennummer: EB_211096_013_Rev(-)_BL_P
Projektname: HH Tunnel Schlachthof Bwk A005
Bearbeiter: Kiehne, Steffens
Datum der Untersuchung: 06. – 09.10.2025 Interne Auftragsnummer: A-211096-04

1. Dokumentation der Untersuchungen

RWD204 – QT 215-216 Feld West



Anlage RWD Bild 5: Der untere Flansch des Stahlträgers zeigt flächige Korrosion und sichtbaren Querschnittsverlust in Form von Blattrrost, an der Betondecke ist ebenfalls Oberflächenabtrag zu sehen.

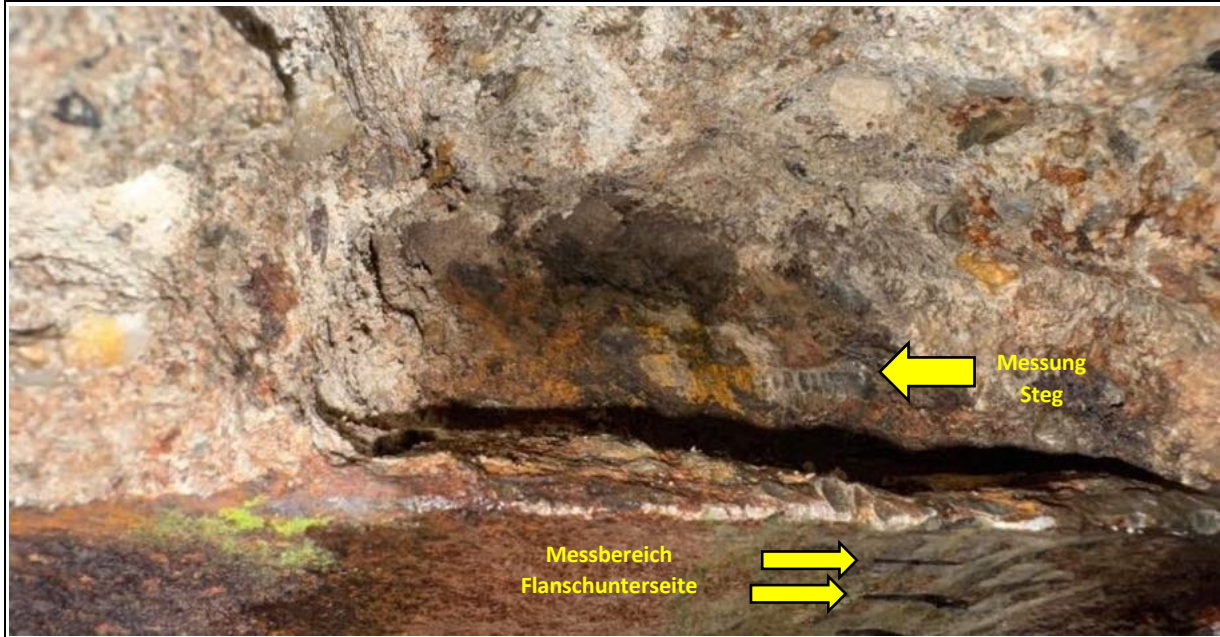


Anlage RWD Bild 6: Detailaufnahme Messstelle unterer Flansch nach der. Die Breite des unteren Flansches liegt bei 56 mm. Der Messbereich wurde durch Nadeln und Schleifen von Korrosionsprodukten befreit und soweit eingeebnet, dass ein Ankoppeln des Sensors möglich war

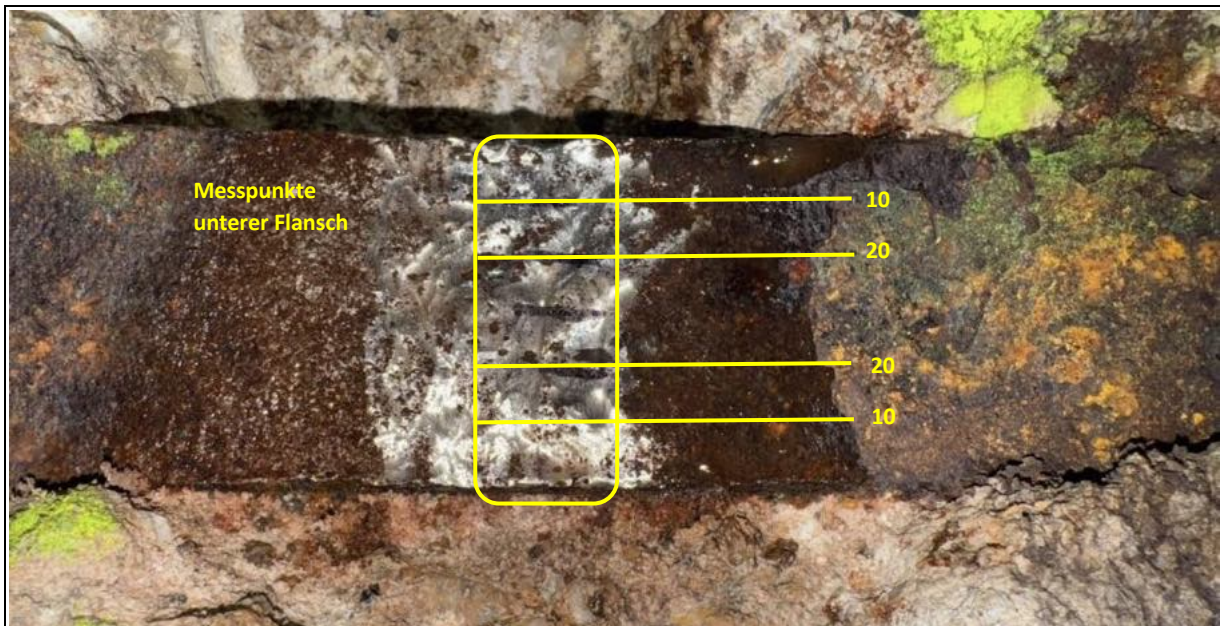
Projektnummer: B-211096-H01-04 **Dokumentennummer:** EB_211096_013_Rev(-)_BL_P
Projektname: HH Tunnel Schlachthof Bwk A005
Bearbeiter: Kiehne, Steffens
Datum der Untersuchung: 06. – 09.10.2025 **Interne Auftragsnummer:** A-211096-04

1. Dokumentation der Untersuchungen

RWD204 – QT 214-215 Feld West



Anlage RWD Bild 7: Übersichtsbild der hergestellten Bauteilöffnung mit bereits erfolgten Schleifarbeiten an Steg und Flansch. Die Messpunkte sind mit Pfeilen markiert.



Anlage RWD Bild 8: Übersichtsbild der Messpunkte am unteren Flansch.

Protokoll zur Restwandickenbestimmung

Projektnummer: B-211096-H01-04 Dokumentennummer: EB_211096_013_Rev(-)_BL_P
 Projektname: HH Tunnel Schlachthof Bwk A005
 Bearbeiter: Kiehne, Steffens
 Datum der Untersuchung: 06. – 09.10.2025 Interne Auftragsnummer: A-211096-04

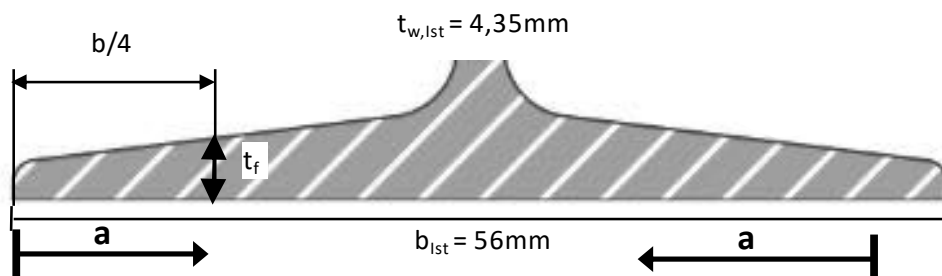
1. Dokumentation der Untersuchungen

RWD204 – QT 215-216 Feld West

Messstelle 204

Längsträger Bereich

Bestandsaufnahme



a [mm]	10	20	b [mm]	tw [mm]	20	10	a [mm]
t _{ist} [mm]	4,6	5,6	56	4,35	6,6	5,2	t _{ist} [mm]

Anlage RWD Bild 9: Messergebnis RWD204. Messung an der geraden Flanschaußenseite (unten). Unterhalb der Messwerte (t_{ist}) Aufgrund der großen Abweichungen gegenüber dem vermuteten Profil INP 8 gibt EB die aufgenommenen Maße nur als Bestandsaufnahme und Rechengrundlage für den Tragwerksplaner heraus.

INP	Abmessungen [mm]			
	h _{soll}	b _{soll}	t _{w,soll}	t _{f,soll}
8	80	42	3,9	5,9
10	100	50	4,5	6,8
12	120	58	5,1	7,7

Anlage RWD Bild 10: Übersicht der (kleinen) INP-Profile

Bauwerksnummer: B-211096
Projektname: B-211096 HH Tunnel Schlachthof Bwk A005
Bearbeiter: AS und CB
Bauwerk: U-Bahntunnel
Untersuchungszeitraum: 09.10 bis 14.10

Dokumentennummer: EB_211096_012_Rev(-)_BL_P
Projektnummer: B-211096-H01-04
Probennummer(n): Pr-251034-2, Pr-251034-3
Bauteil: Kappendecke und Wände
Berichtsdatum: 14.10.25

Probe	Feuchtegehalt bez. auf Trockenmasse [M.-%]			DFG [%] (Anlieferung bez auf gesättigt)	Bemerkungen
	Anliefer- ung	bei 73 % r.F.	gesättigt		
201 0-20 [mm]	2,0	n.b.	n.b.	n.b.	Bohrmehl/ Trocknung: 105°C
201 20-40 [mm]	1,8	n.b.	n.b.	n.b.	Bohrmehl/ Trocknung: 105°C
201 40-60 [mm]	2,0	n.b.	n.b.	n.b.	Bohrmehl/ Trocknung: 105°C
202 0-20 [mm]	1,5	n.b.	n.b.	n.b.	Bohrmehl/ Trocknung: 105°C
202 20-40 [mm]	1,5	n.b.	n.b.	n.b.	Bohrmehl/ Trocknung: 105°C
202 40-60 [mm]	1,5	n.b.	n.b.	n.b.	Bohrmehl/ Trocknung: 105°C
204 0-20 [mm]	1,9	n.b.	n.b.	n.b.	Ausbrüche/ Trocknung: 105°C
204 0-20 [mm]	2,1	n.b.	n.b.	n.b.	Bohrmehl/ Trocknung: 105°C
204 20-40 [mm]	2,2	n.b.	n.b.	n.b.	Bohrmehl/ Trocknung: 105°C
204 40-60 [mm]	2,9	n.b.	n.b.	n.b.	Bohrmehl/ Trocknung: 105°C
205 0-20 [mm]	1,0	n.b.	n.b.	n.b.	Ausbrüche/ Trocknung: 105°C
205 0-20 [mm]	1,0	n.b.	n.b.	n.b.	Bohrmehl/ Trocknung: 105°C
205 20-40 [mm]	1,0	n.b.	n.b.	n.b.	Bohrmehl/ Trocknung: 105°C
205 40-60 [mm]	0,9	n.b.	n.b.	n.b.	Bohrmehl/ Trocknung: 105°C
206 0-20 [mm]	2,4	n.b.	n.b.	n.b.	Bohrmehl/ Trocknung: 105°C
206 20-40 [mm]	2,0	n.b.	n.b.	n.b.	Bohrmehl/ Trocknung: 105°C
206 40-60 [mm]	2,5	n.b.	n.b.	n.b.	Bohrmehl/ Trocknung: 105°C



Protokoll makroskopische Probenansprache

Dokumentennummer: EB_211096_014_Rev(-)_BL_P
Bauwerk: B-211096 Hochbahn HH Tunnel Schlachthof Bwk A005
Bearbeiter: Adrian Schulz, Zelin Sun
Probennummer(n): Pr-251034-1
Zeitraum der Untersuchung: Okt-Dez 2025 **Projektnummer:** B-211096-H01-04

1. Angaben zu den Proben			
1.1 Datum der Entnahme:	08.10.2025		
1.2 Entnahme durch:	EB Ingenieure GmbH		
1.3 Probenform:	Bohrkerne Ø 104 mm		
1.4 Entnahmeverfahren:	Bohrkerne mittels Trockenbohrverfahren mit Stativ		
2. Erläuterungen zu den Untersuchungen			
2.1 Kennzeichnungen und Abkürzungen			
BK	Bohrkern	APrbe	Ausbrauprobe
DF	Druckfestigkeit	WA _{10min}	Wasseraufnahme innerhalb 10 min unter Wasser
DS	Dünnschliffprobe	OFZ	Oberflächenzugfestigkeit
RE	Elektronenmikroskopie	SO ₄	Säurelöslicher Sulfatgehalt
AM	Auflichtmikroskopie	CL	Säurelöslicher Chloridgehalt
2.2 Angaben zu Untersuchungsmethoden			
WA _{10min}	Die Bohrkerne werden für ca. 10 min unter Wasser gelagert und anschließend mit einem Warmluftgebläse abgetrocknet. Die Trocknungsgeschwindigkeit hängt dabei von der Porosität des Materials ab. Dies führt dazu, dass Bereiche mit Rissbildungen oder Gefügestörungen länger feucht bleiben und sich als dunkle Bereiche abzeichnen. Auf diese Weise können Rissverläufe, die mit bloßem Auge nicht mehr zu erkennen sind, einfach nachverfolgt werden. Die aufgenommene Wassermenge [g/m²] gibt einen Anhaltswert für die Betonqualität.		
Salzsäuretest	Eine Probe wird mit Salzsäure (20%ig) beträufelt. Das Schäumen deutet auf Carbonate hin (z.B. Calciumcarbonat). Entsteht bei zementgebundenen Proben H ₂ S (Geruch nach faulen Eiern) ist dies ein Hinweis auf die Verwendung eine hüttensandhaltigen Bindemittels.		

Dokumentennummer: EB_211096_014_Rev(-)_BL_P

Bauwerk: B-211096 Hochbahn HH Tunnel Schlachthof Bwk A005

Bearbeiter: Adrian Schulz, Zelin Sun

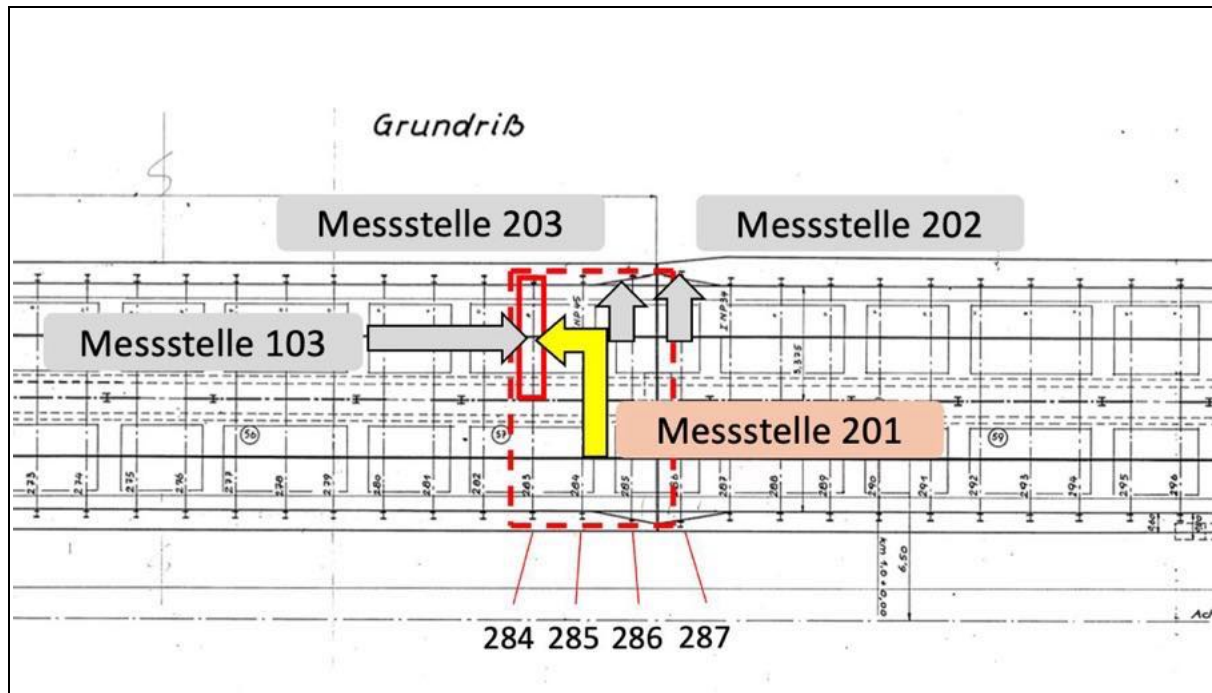
Probennummer(n): Pr-251034-1

Zeitraum der Untersuchung: Okt-Dez 2025

Projektnummer: B-211096-H01-04

3. Untersuchung und Dokumentation der Bohrkerne

BK201 – QT284



Protokoll ProAn Bild 1: Lage der Entnahmestelle.



Protokoll ProAn Bild 2: Übersichtsbild der Probenentnahmestelle.



Protokoll ProAn Bild 3: Aufnahme Bohrkernloch.

Dokumentennummer: EB_211096_014_Rev(-)_BL_P

Bauwerk: B-211096 Hochbahn HH Tunnel Schlachthof Bwk A005

Bearbeiter: Adrian Schulz, Zelin Sun

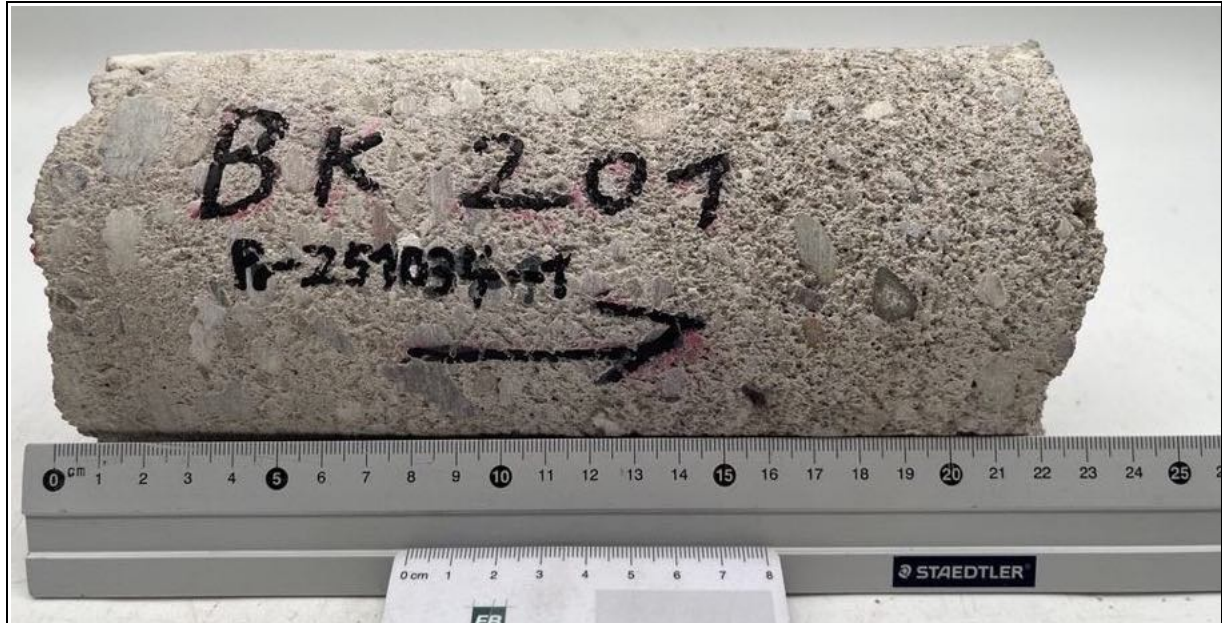
Probennummer(n): Pr-251034-1

Zeitraum der Untersuchung: Okt-Dez 2025

Projektnummer: B-211096-H01-04

3. Untersuchung und Dokumentation der Bohrkerne

BK201 – QT284



Protokoll ProAn Bild 4: Übersichtsbild nach Anlieferung, hoher Sandgehalt, Haufwerksporen, Porosität ab BK-Mitte bis -Ende erhöht



Protokoll ProAn Bild 5: Übersichtsbild nach Anlieferung, wie vor, aber Bohrkern 180° um Bohrkern Achse gedreht

Dokumentennummer: EB_211096_014_Rev(-)_BL_P

Bauwerk: B-211096 Hochbahn HH Tunnel Schlachthof Bwk A005

Bearbeiter: Adrian Schulz, Zelin Sun

Probennummer(n): Pr-251034-1

Zeitraum der Untersuchung: Okt-Dez 2025

Projektnummer: B-211096-H01-04

3. Untersuchung und Dokumentation der Bohrkern

BK201 – QT284



Protokoll ProAn Bild 6: Mantelfläche nach Anlieferung, Tiefe bezogen auf BK Oberseite = 6-5 cm, Gefügewechsel von mehr zu weniger Dichte (mehr verichtungsporen)



Protokoll ProAn Bild 7: Übersichtsbild nach Anlieferung, wie vor, aber Bohrkern 180° um Bohrkern Achse gedreht

Dokumentennummer: EB_211096_014_Rev(-)_BL_P

Bauwerk: B-211096 Hochbahn HH Tunnel Schlachthof Bwk A005

Bearbeiter: Adrian Schulz, Zelin Sun

Probennummer(n): Pr-251034-1

Zeitraum der Untersuchung: Okt-Dez 2025

Projektnummer: B-211096-H01-04

3. Untersuchung und Dokumentation der Bohrkerne

BK201 – QT284



Protokoll ProAn Bild 8: Bohrkernoberseite nach Anlieferung , Gesteinskörnung liegt frei (Abwitterung des Zementleims)



Protokoll ProAn Bild 9: Bruchfläche am Bohrkernende nach Anlieferung, der Bruch verläuft mehrheitlich durch den Feinmörtel

Dokumentennummer: EB_211096_014_Rev(-)_BL_P

Bauwerk: B-211096 Hochbahn HH Tunnel Schlachthof Bwk A005

Bearbeiter: Adrian Schulz, Zelin Sun

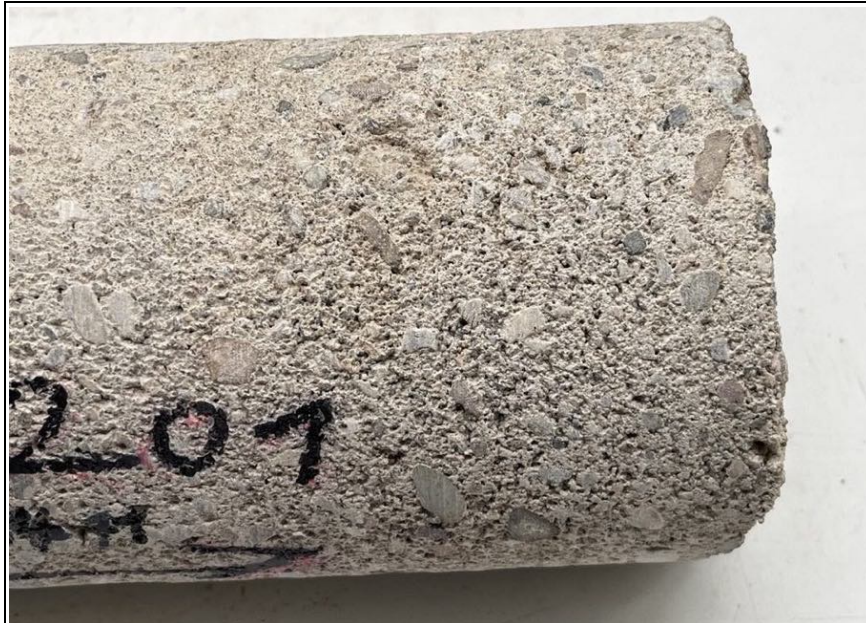
Probennummer(n): Pr-251034-1

Zeitraum der Untersuchung: Okt-Dez 2025

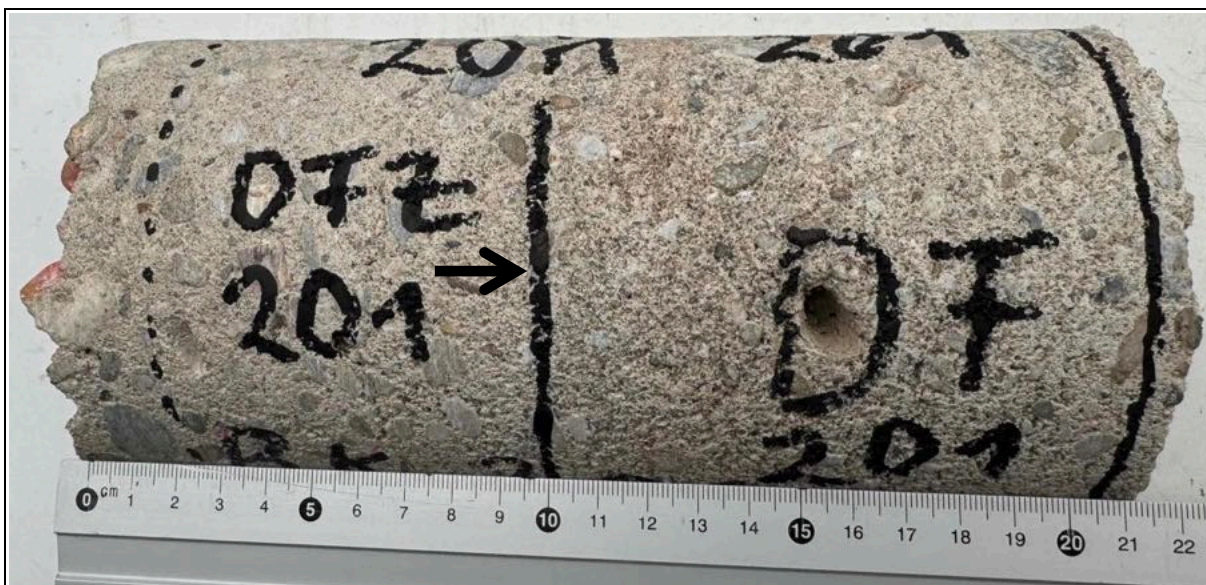
Projektnummer: B-211096-H01-04

3. Untersuchung und Dokumentation der Bohrkerne

BK201 – QT284



Protokoll ProAn Bild 10: Mantelfläche nach Anlieferung, Tiefe bezogen auf BK Oberseite = 16cm, Hohe Porosität



Protokoll ProAn Bild 11: Lage der Prüfproben bzw. Prüfstellen im Bohrkern.

Dokumentennummer: EB_211096_014_Rev(-)_BL_P

Bauwerk: B-211096 Hochbahn HH Tunnel Schlachthof Bwk A005

Bearbeiter: Adrian Schulz, Zelin Sun

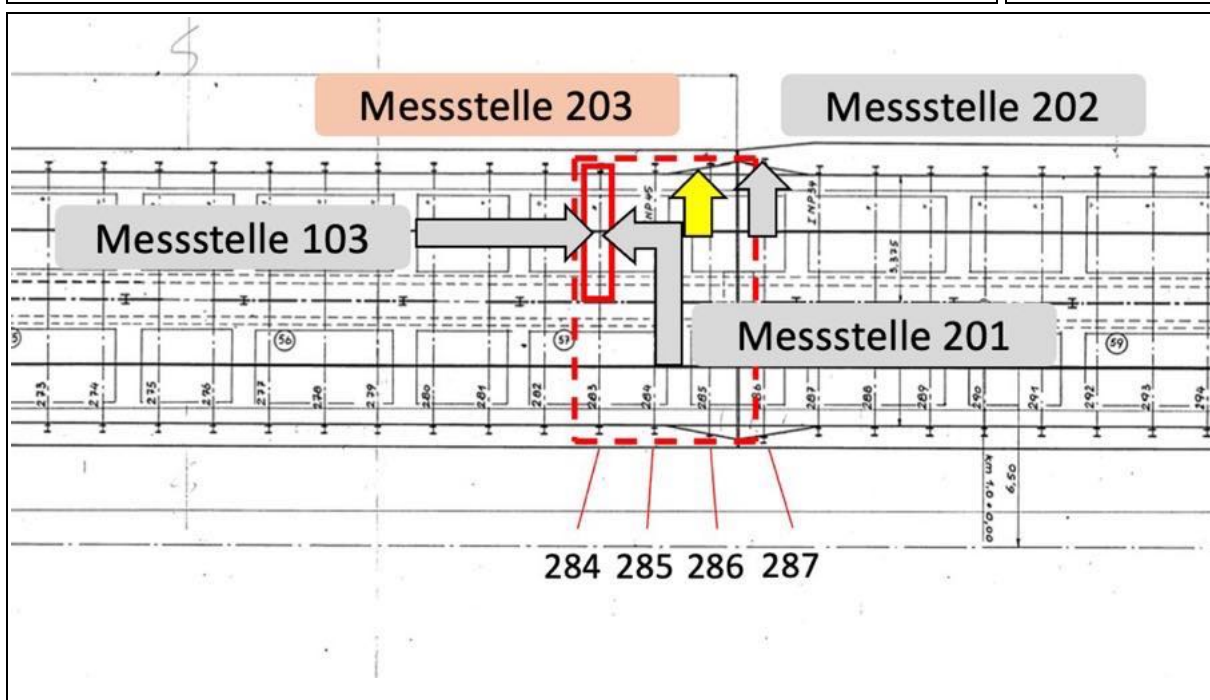
Probennummer(n): Pr-251034-1

Zeitraum der Untersuchung: Okt-Dez 2025

Projektnummer: B-211096-H01-04

3. Untersuchung und Dokumentation der Bohrkerne

BK203



Protokoll ProAn Bild 12:Lage der Entnahmestelle.



Protokoll ProAn Bild 13: Übersichtsbild der Probenentnahmestelle.



Protokoll ProAn Bild 14: Aufnahme Bohrkernloch.

Protokoll makroskopische Probenansprache

Dokumentennummer: EB_211096_014_Rev(-)_BL_P

Bauwerk: B-211096 Hochbahn HH Tunnel Schlachthof Bwk A005

Bearbeiter: Adrian Schulz, Zelin Sun

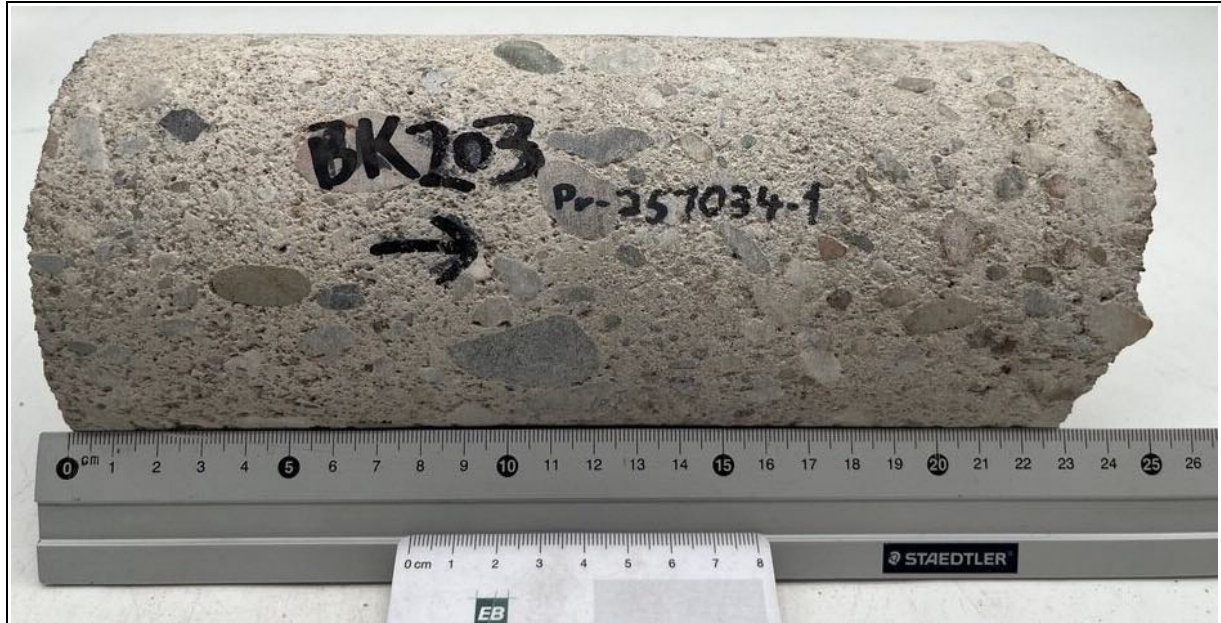
Probennummer(n): Pr-251034-1

Zeitraum der Untersuchung: Okt-Dez 2025

Projektnummer: B-211096-H01-04

3. Untersuchung der Bohrkerne

BK203



Protokoll ProAn Bild 15: Übersichtsbild nach Anlieferung. hoher Sandgehalt, Haufwerksporen, Porosität am BK-Anfang erhöht



Protokoll ProAn Bild 16: Übersichtsbild nach Anlieferung (Bohrkern um seine Achse gedreht).

Protokoll makroskopische Probenansprache

Dokumentennummer: EB_211096_014_Rev(-)_BL_P

Bauwerk: B-211096 Hochbahn HH Tunnel Schlachthof Bwk A005

Bearbeiter: Adrian Schulz, Zelin Sun

Probennummer(n): Pr-251034-1

Zeitraum der Untersuchung: Okt-Dez 2025

Projektnummer: B-211096-H01-04

3. Untersuchung der Bohrkerne

BK203



Protokoll ProAn Bild 17: Übersichtsbild der Oberseite von Bohrkern.



Protokoll ProAn Bild 18: Übersichtsbild der Unterseite von Bohrkern.

Dokumentennummer: EB_211096_014_Rev(-)_BL_P

Bauwerk: B-211096 Hochbahn HH Tunnel Schlachthof Bwk A005

Bearbeiter: Adrian Schulz, Zelin Sun

Probennummer(n): Pr-251034-1

Zeitraum der Untersuchung: Okt-Dez 2025

Projektnummer: B-211096-H01-04

3. Untersuchung der Bohrkerne

BK203



Protokoll ProAn Bild 19: Mantelfläche Detailaufnahme. Hohe Porosität an der Mantelfläche nahe an der Oberseite.



Protokoll ProAn Bild 20: Mantelfläche Detailaufnahme. Hohe Porosität an der Mantelfläche nahe an der Oberseite.

Dokumentennummer: EB_211096_014_Rev(-)_BL_P

Bauwerk: B-211096 Hochbahn HH Tunnel Schlachthof Bwk A005

Bearbeiter: Adrian Schulz, Zelin Sun

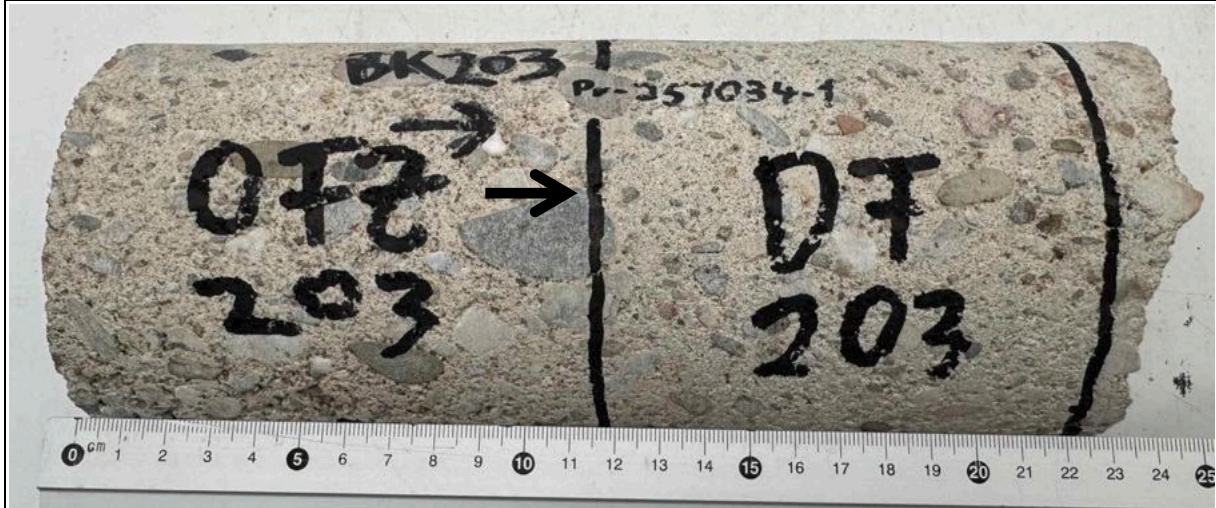
Probennummer(n): Pr-251034-1

Zeitraum der Untersuchung: Okt-Dez 2025

Projektnummer: B-211096-H01-04

3. Untersuchung der Bohrkern

BK203



Protokoll ProAn Bild 21: Lage der Prüfproben bzw. Prüfstellen im Bohrkern.

Ohne Inhalt

Dokumentennummer: EB_211096_014_Rev(-)_BL_P

Bauwerk: B-211096 Hochbahn HH Tunnel Schlachthof Bwk A005

Bearbeiter: Adrian Schulz, Zelin Sun

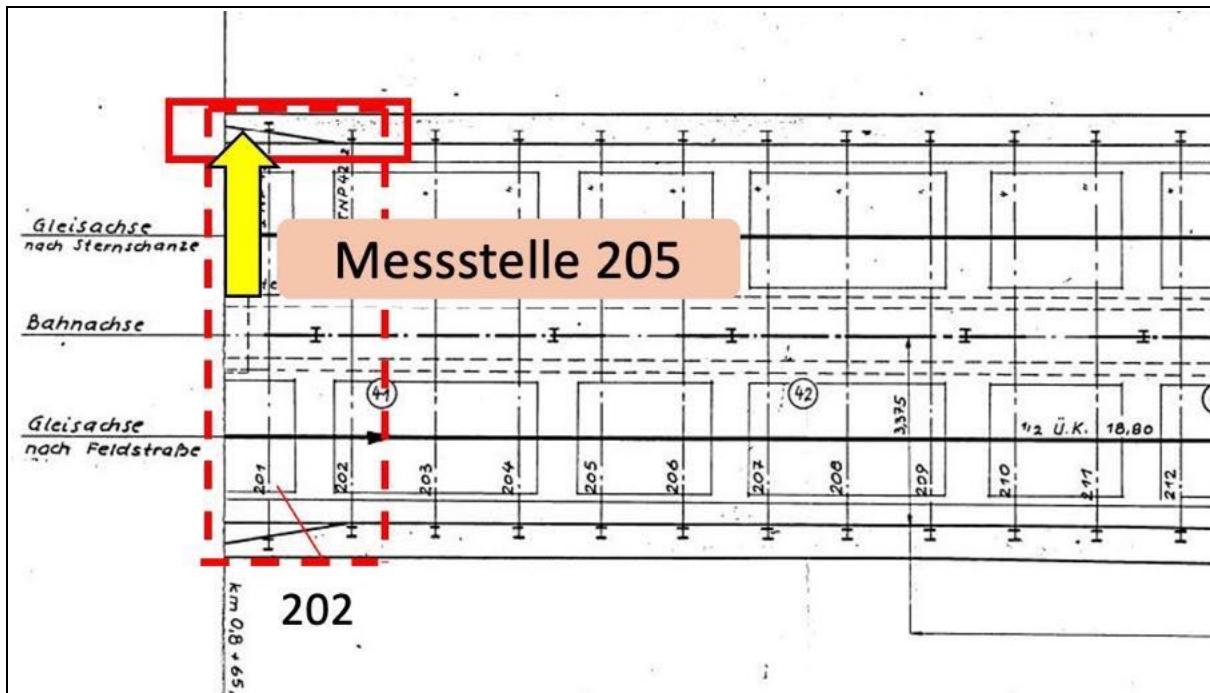
Probennummer(n): Pr-251034-1

Zeitraum der Untersuchung: Okt-Dez 2025

Projektnummer: B-211096-H01-04

3. Untersuchung und Dokumentation der Bohrkerne

BK205



Protokoll ProAn Bild 22: Lage der Entnahmestelle.



Protokoll ProAn Bild 23: Übersichtsbild der Probenentnahmestelle.



Protokoll ProAn Bild 24: Aufnahme Bohrkernloch.

Dokumentennummer: EB_211096_014_Rev(-)_BL_P

Bauwerk: B-211096 Hochbahn HH Tunnel Schlachthof Bwk A005

Bearbeiter: Adrian Schulz, Zelin Sun

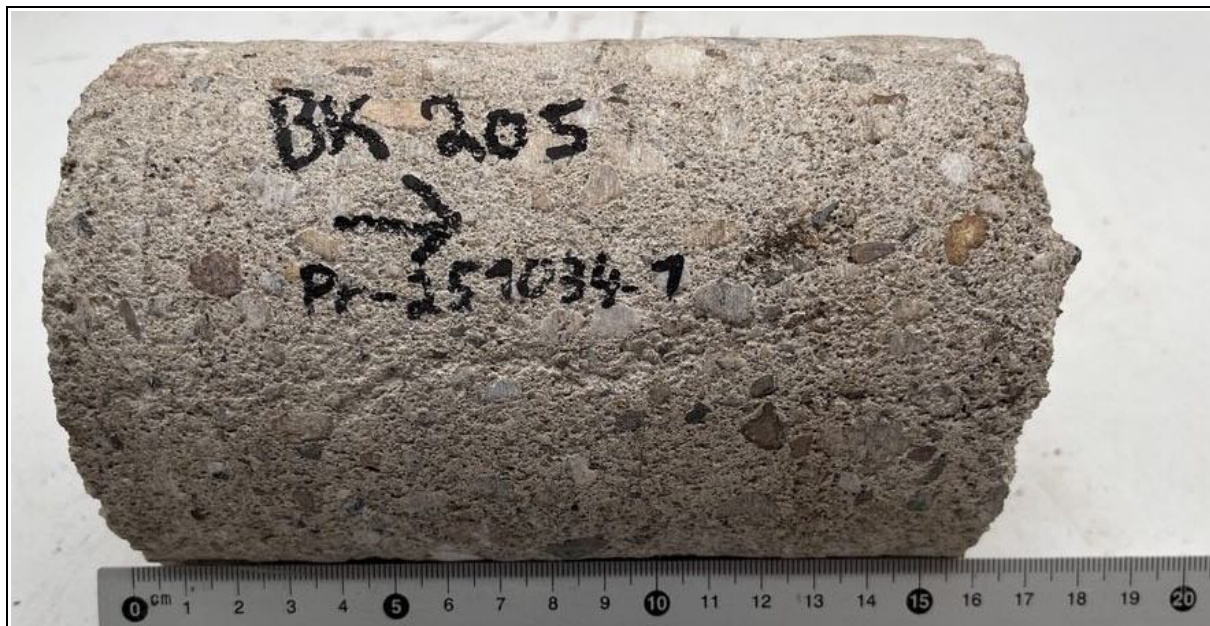
Probennummer(n): Pr-251034-1

Zeitraum der Untersuchung: Okt-Dez 2025

Projektnummer: B-211096-H01-04

3. Untersuchung der Bohrkerne

BK205



Protokoll ProAn Bild 25: Übersichtsbild nach Anlieferung, hoher Sandgehalt, Haufwerksporen, Porosität konstant über BK-Tiefe



Protokoll ProAn Bild 26: Übersichtsbild nach Anlieferung, wie vor, aber Bohrkern 180° um Bohrkern Achse gedreht

Protokoll makroskopische Probenansprache

Dokumentennummer: EB_211096_014_Rev(-)_BL_P

Bauwerk: B-211096 Hochbahn HH Tunnel Schlachthof Bwk A005

Bearbeiter: Adrian Schulz, Zelin Sun

Probennummer(n): Pr-251034-1

Zeitraum der Untersuchung: Okt-Dez 2025

Projektnummer: B-211096-H01-04

3. Untersuchung der Bohrkerne

BK205



Protokoll ProAn Bild 27: Bohrkernoberseite nach Anlieferung, Pfeilrichtung zeigt bauteilbezogen nach oben, Oberfläche schwarz verfärbt



Protokoll ProAn Bild 28: Bruchfläche am Bohrkernende nach Anlieferung, der Bruch verläuft mehrheitlich durch den Feinmörtel

Protokoll makroskopische Probenansprache

Dokumentennummer: EB_211096_014_Rev(-)_BL_P

Bauwerk: B-211096 Hochbahn HH Tunnel Schlachthof Bwk A005

Bearbeiter: Adrian Schulz, Zelin Sun

Probennummer(n): Pr-251034-1

Zeitraum der Untersuchung: Okt-Dez 2025

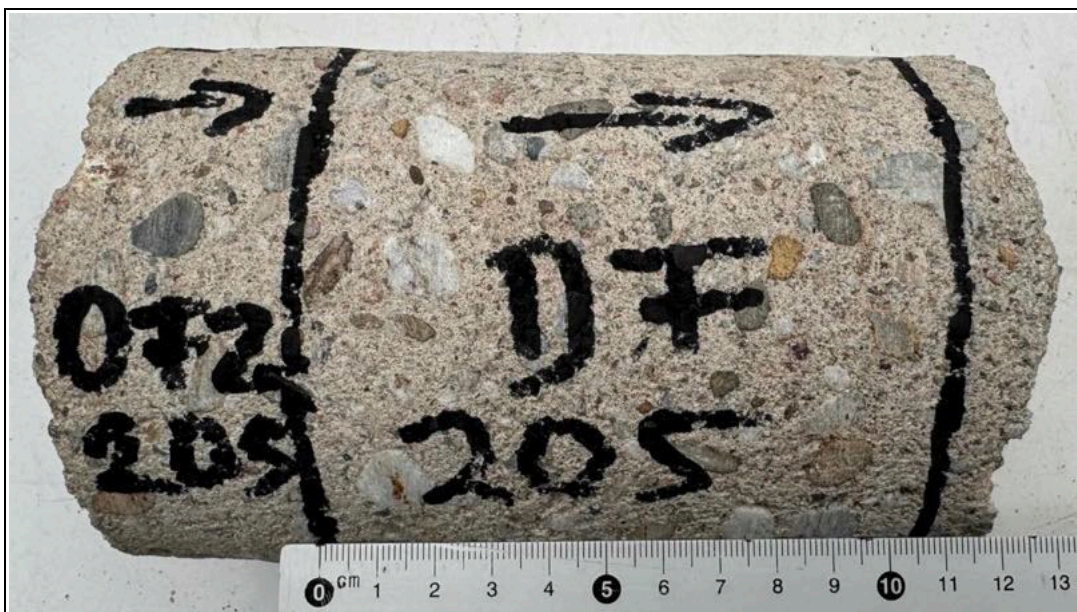
Projektnummer: B-211096-H01-04

3. Untersuchung der Bohrkerne

BK205



Protokoll ProAn Bild 29: Mantelfläche Detailaufnahme, Tiefe bezogen auf BK Oberseite = 7cm, höhere Porosität



Protokoll ProAn Bild 30: Lage der Prüfproben bzw. Prüfstellen im Bohrkerne.

Dokumentennummer: EB_211096_014_Rev(-)_BL_P

Bauwerk: B-211096 Hochbahn HH Tunnel Schlachthof Bwk A005

Bearbeiter: Adrian Schulz, Zelin Sun

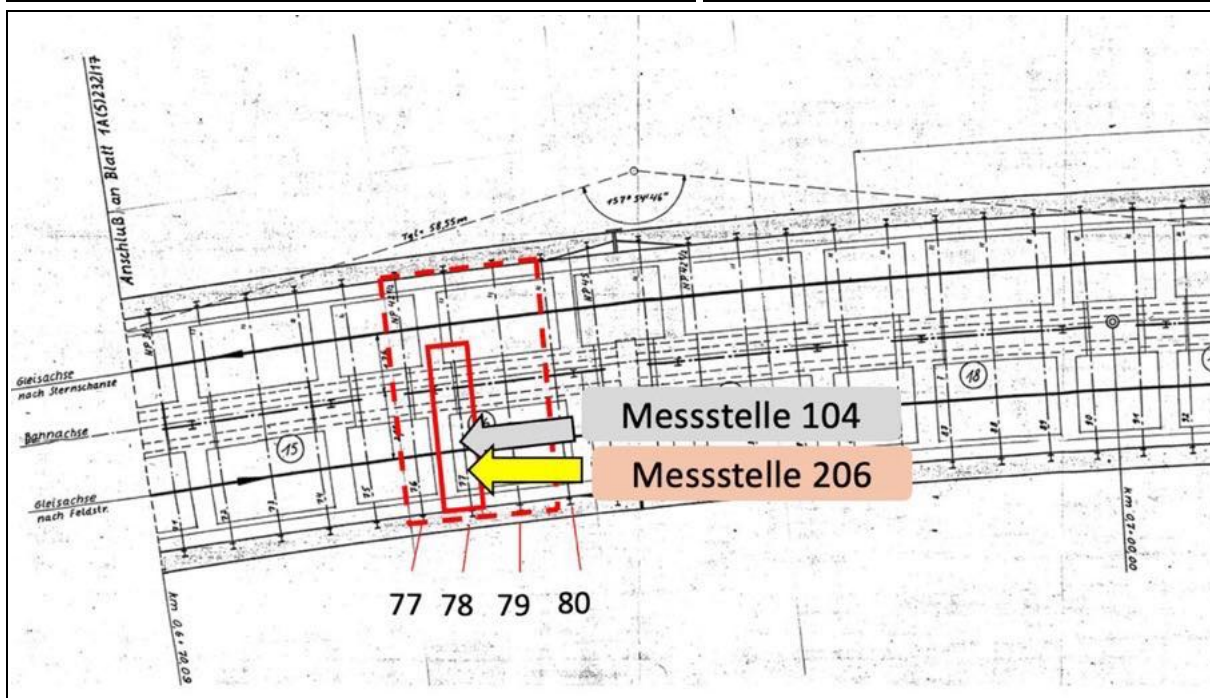
Probennummer(n): Pr-251034-1

Zeitraum der Untersuchung: Okt-Dez 2025

Projektnummer: B-211096-H01-04

3. Untersuchung und Dokumentation der Bohrkerne

QT78 - BK206



Protokoll ProAn Bild 31: Lage der Entnahmestelle.



Protokoll ProAn Bild 32: Übersichtsbild der Probenentnahmestelle.



Protokoll ProAn Bild 33: Aufnahme Bohrkernloch.

Protokoll makroskopische Probenansprache

Dokumentennummer: EB_211096_014_Rev(-)_BL_P

Bauwerk: B-211096 Hochbahn HH Tunnel Schlachthof Bwk A005

Bearbeiter: Adrian Schulz, Zelin Sun

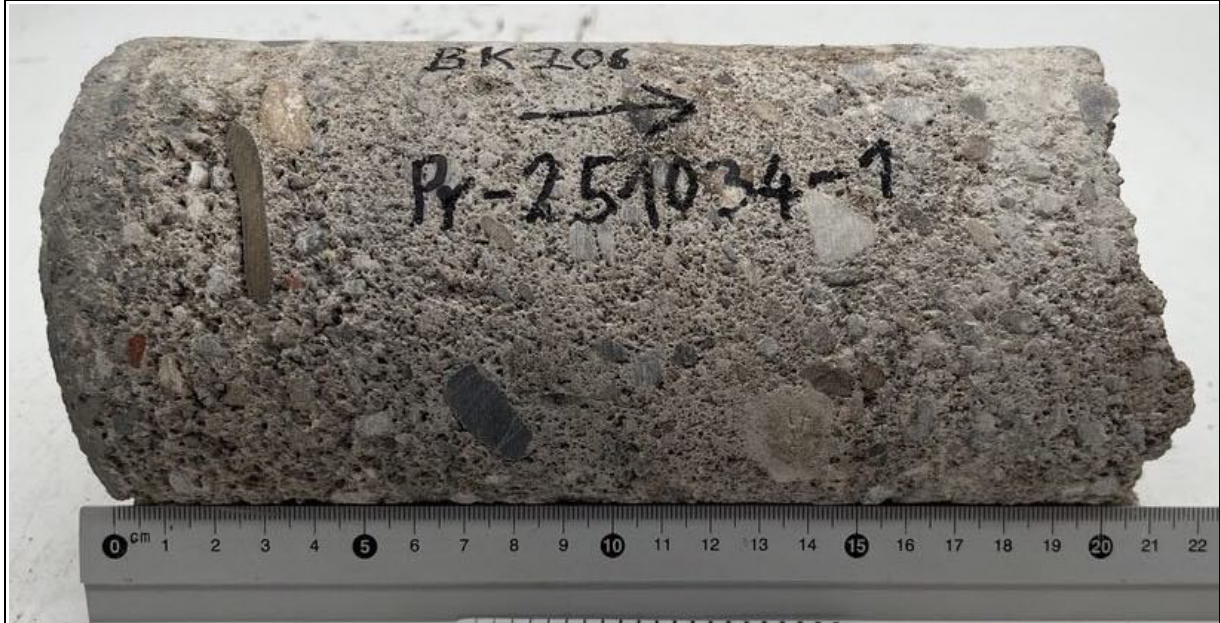
Probennummer(n): Pr-251034-1

Zeitraum der Untersuchung: Okt-Dez 2025

Projektnummer: B-211096-H01-04

3. Untersuchung der Bohrkerne

QT78 - BK206



Protokoll ProAn Bild 34: Übersichtsbild nach Anlieferung, hoher Sandgehalt, Haufwerksporen, Porosität am BK-Anfang erhöht



Protokoll ProAn Bild 35: Übersichtsbild nach Anlieferung, wie vor, aber Bohrkern 180° um Bohrkern Achse gedreht

Protokoll makroskopische Probenansprache

Dokumentennummer: EB_211096_014_Rev(-)_BL_P

Bauwerk: B-211096 Hochbahn HH Tunnel Schlachthof Bwk A005

Bearbeiter: Adrian Schulz, Zelin Sun

Probennummer(n): Pr-251034-1

Zeitraum der Untersuchung: Okt-Dez 2025

Projektnummer: B-211096-H01-04

3. Untersuchung der Bohrkerne

QT78 - BK206



Protokoll ProAn Bild 36: Bohrkernoberseite nach Anlieferung, Pfeilrichtung zeigt bauteilbezogen nach oben, Oberfläche dunkelgrau verfärbt



Protokoll ProAn Bild 37: Bruchfläche am Bohrkernende nach Anlieferung, der Bruch verläuft mehrheitlich durch den Feinmörtel mit braunen Verfärbungen

Dokumentennummer: EB_211096_014_Rev(-)_BL_P

Bauwerk: B-211096 Hochbahn HH Tunnel Schlachthof Bwk A005

Bearbeiter: Adrian Schulz, Zelin Sun

Probennummer(n): Pr-251034-1

Zeitraum der Untersuchung: Okt-Dez 2025

Projektnummer: B-211096-H01-04

3. Untersuchung der Bohrkerne

QT78 - BK206



Protokoll ProAn Bild 38: Bruchfläche am Bohrkernende , braune Verfärbungen, vermutlich organischer Herkunft



Protokoll ProAn Bild 39: Mantelfläche, Tiefe bezogen auf BK Oberseite = 14cm, Schraube

Dokumentennummer: EB_211096_014_Rev(-)_BL_P

Bauwerk: B-211096 Hochbahn HH Tunnel Schlachthof Bwk A005

Bearbeiter: Adrian Schulz, Zelin Sun

Probennummer(n): Pr-251034-1

Zeitraum der Untersuchung: Okt-Dez 2025

Projektnummer: B-211096-H01-04

3. Untersuchung der Bohrkern

QT78 - BK206



Protokoll ProAn Bild 40: Lage der Prüfproben bzw. Prüfstellen im Bohrkern.

Leer


Protokoll makroskopische Probenansprache
Dokumentennummer: EB_211096_014_Rev(-)_BL_P

Bauwerk: B-211096 Hochbahn HH Tunnel Schlachthof Bwk A005

Bearbeiter: Adrian Schulz, Zelin Sun

Probennummer(n): Pr-251034-1

Zeitraum der Untersuchung: Okt-Dez 2025

Projektnummer: B-211096-H01-04

4. Tabellarische Zusammenfassung Bohrkerne				
Eigenschaft	Einheit	BK201	BK203	BK205
Gesamtlänge	[cm]	21,5	23,5	16
Durchmesser	[mm]	104	104	104
Größtkorn	[mm]	16	16	16
Masse	[g]	3626	4127	2815
Rohdichte (nach Lagerung im Labor)	[kg/m³]	n.b.	n.b.	n.b.
WA _{10min}	[g/m²]	2400	917	1200
Carbonatisierungstiefe	[mm]	Nicht bestimmt	Nicht bestimmt	Nicht bestimmt
Teilstücke (Nr. / Länge)	[-] / [cm]	1 / 21,5	1 / 23,5	1 / 16
Schichten (Art / Schichtstärke)	[-] / [mm]	Stampfbeton / 215	Stampfbeton / 235	Stampfbeton / 160
Weitere Feststellungen (z. B. Risse, Auffälligkeiten, Art der Körnung)		Porosität variiert über Tiefe, ab ca. 6cm stark erhöht. Gefüge gräulich, hoher Sandgehalt, Haufwerksporen (Stampfbeton), Bohrkern wurde trocken gebohrt und intakt gewonnen	Porosität variiert über Tiefe, ab Bohrkernanfang bis - Mitte erhöht. Gefüge gräulich, hoher Sandgehalt, Haufwerksporen (Stampfbeton), Bohrkern wurde trocken gebohrt und intakt gewonnen	Porosität vergleichsweise augenscheinlich geringer/ konstant über die Tiefe, Gefüge gräulich, hoher Sandgehalt Haufwerksporen (Stampfbeton), Bohrkern wurde trocken gebohrt und intakt gewonnen



Protokoll makroskopische Probenansprache

Dokumentennummer: EB_211096_014_Rev(-)_BL_P

Bauwerk: B-211096 Hochbahn HH Tunnel Schlachthof Bwk A005

Bearbeiter: Adrian Schulz, Zelin Sun

Probennummer(n): Pr-251034-1

Zeitraum der Untersuchung: Okt-Dez 2025

Projektnummer: B-211096-H01-04

4. Tabellarische Zusammenfassung Bohrkern				
Eigenschaft	Einheit	BK206	-	-
Gesamtlänge	[cm]	20,5		
Durchmesser	[mm]	104		
Größtkorn	[mm]	16		
Masse	[g]	3560		
Rohdichte (nach Lagerung im Labor)	[kg/m³]	n.b.		
WA _{10min}	[g/m²]	1690		
Carbonatisierungstiefe	[mm]	Nicht bestimmt		
Teilstücke (Nr. / Länge)	[-] / [cm]	1 / 20,5		
Schichten (Art / Schichtstärke)	[-] / [mm]	Stampfbeton / 205		
Weitere Feststellungen (z. B. Risse, Auffälligkeiten, Art der Körnung)	Verstärkt Einschlüsse von Fremdmaterial (Holz und Schraube), Porosität variiert über Tiefe, am Bohrkernanfang stark erhöht. Gefüge gräulich, hoher Sandgehalt, Haufwerksporen (Stampfbeton), Bohrkern wurde trocken gebohrt und intakt gewonnen			

EB_211096_017_Rev(-)_BL_P_Bauteilöffnung

Bestimmung der Korrosionszustandes der Bewehrung und Ermittlung der Carbonatisierungstiefe



Projektnummer: 211096 **Dokumentennummer** EB_211096_017_Rev(-)_BL_P
Projektname: HH Tunnel Schlachthof Bwk A005
Bearbeiter: Schulz, Sun **interne Auftragsnummer** A-211096-H01-04
Datum der Untersuchung: Okt. 2025

1. Allgemeine Projektangaben

1.1 Auftraggeber:	Hamburger Hochbahn AG
1.2 Bauwerk:	Tunnel Schlachthof Bwk A005
1.3 Bauteil(e):	Kappendecke, Wand

2. Angaben zur Untersuchung

2.1 Untersuchung durch:	EB Ingenieur GmbH: Bucuka, Schulz, Sun.
2.2 Allg. Bedingungen:	U-Bahn Tunnel
2.3 Witterung:	Während der BWU lagen die Temperaturen in der Nacht bei etwa 10°C, Es fiel etwas Regen, doch im Tunnel blieb es trocken.

3. Angaben zu den Untersuchungen

X	Um stichprobenartig die Carbonatisierungstiefe des Betons zu bestimmen, wurden Bauteilöffnungen mittels Stemmhammer angelegt. Nach dem Stemmen wurde die Untersuchungsstelle gesäubert. Die Carbonatisierungstiefe des Betons wurde durch Aufsprühen von einer 0,5 % Phenolphthaleinlösung in 70 %-en Ethanol bestimmt. Der noch nicht carbonatisierte Bereich des Betons (pH-Wert > 9,5) verfärbt sich dabei violett. Der carbonatisierte Beton zeigt dagegen keine Verfärbung. Die Tiefe des carbonatisierten Bereiches wird mittels Zollstocks und Wasserwaage bestimmt.
X	Beim Anlegen der Bauteilöffnung wurde der Bewehrungsstahl freigelegt, um den Korrosionszustand der Bewehrung zu ermitteln. Durch Messungen mittels Zollstock bzw. Schiebelehre werden Betondeckung bzw. Bewehrungsdurchmesser ermittelt. Sofern Abrostungen erkennbar waren, wurde der Restquerschnitt des korrodierten Bewehrungsstahl bestimmt. Die Bewertung des Korrosionszustandes erfolgte in Anlehnung an Merkblatt SIA 2006 [SIA 1993].

4. Weitere Angaben zu den Untersuchungen

Keine

5. Darstellung der Untersuchungsergebnisse

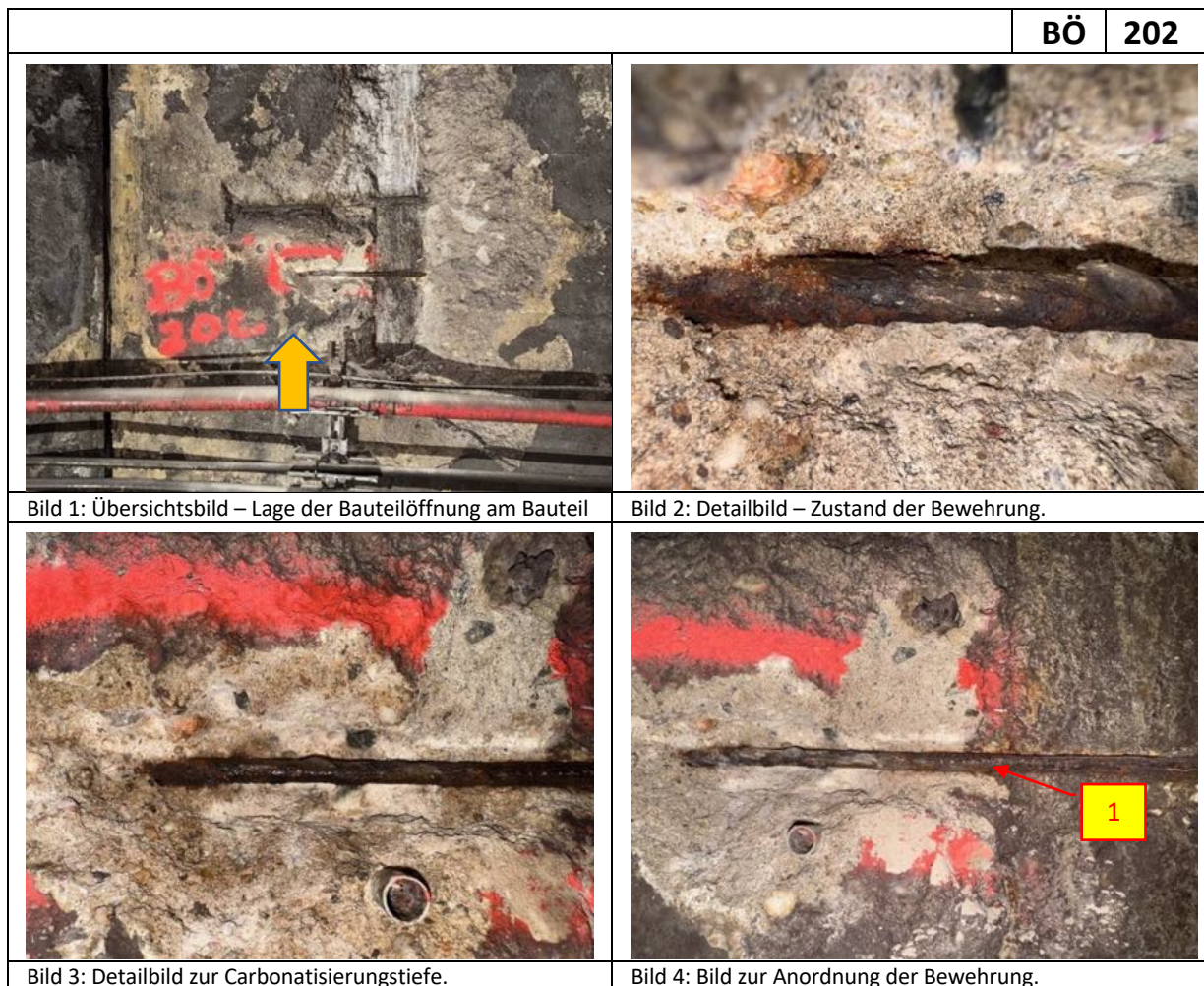
Auf den Folgeseiten werden die Untersuchungsergebnisse dargestellt.

EB_211096_017_Rev(-)_BL_P_Bauteilöffnung

Bestimmung der Korrosionszustandes der Bewehrung und Ermittlung der Carbonatisierungstiefe



Projektnummer: 211096 **Dokumentennummer** EB_211096_017_Rev(-)_BL_P
Projektname: HH Tunnel Schlachthof Bwk A005
Bearbeiter: Schulz, Sun **interne Auftragsnummer** A-211096-H01-04
Datum der Untersuchung: Okt. 2025



Bauteil Tunnel - Stb.-Wand
Lage am Bauteil > 50 cm über OKF

BÖ202	1	2	3	4	5	6	7
Bewehrungsdurchmesser Ø [mm]	12						
Korrosionsgrad (KG) ¹⁾	4						
Restdurchmesser ØRest [mm]	10						
Betondeckung [mm]	55						
Carbonatisierungstiefe [mm]	> 50						
Feuchtigkeitsgehalt [M.-%]	1,5						

Bemerkungen zur Bauteilöffnung:

geringer Stemmwiderstand, Bauteiloberfläche = Beton, Abplatzungen und Risse durch Bewehrungskorrosion vorhanden, Korrosionsprodukte in Feinmörtelmatrix eingedrungen - Hinweis auf chloridinduzierte Korrosion

¹⁾Beurteilung des Korrosionszustandes von Bewehrungsstählen gem. Merkblatt SIA 2006 [SIA 1993]. Definition der Korrosionsgrade.

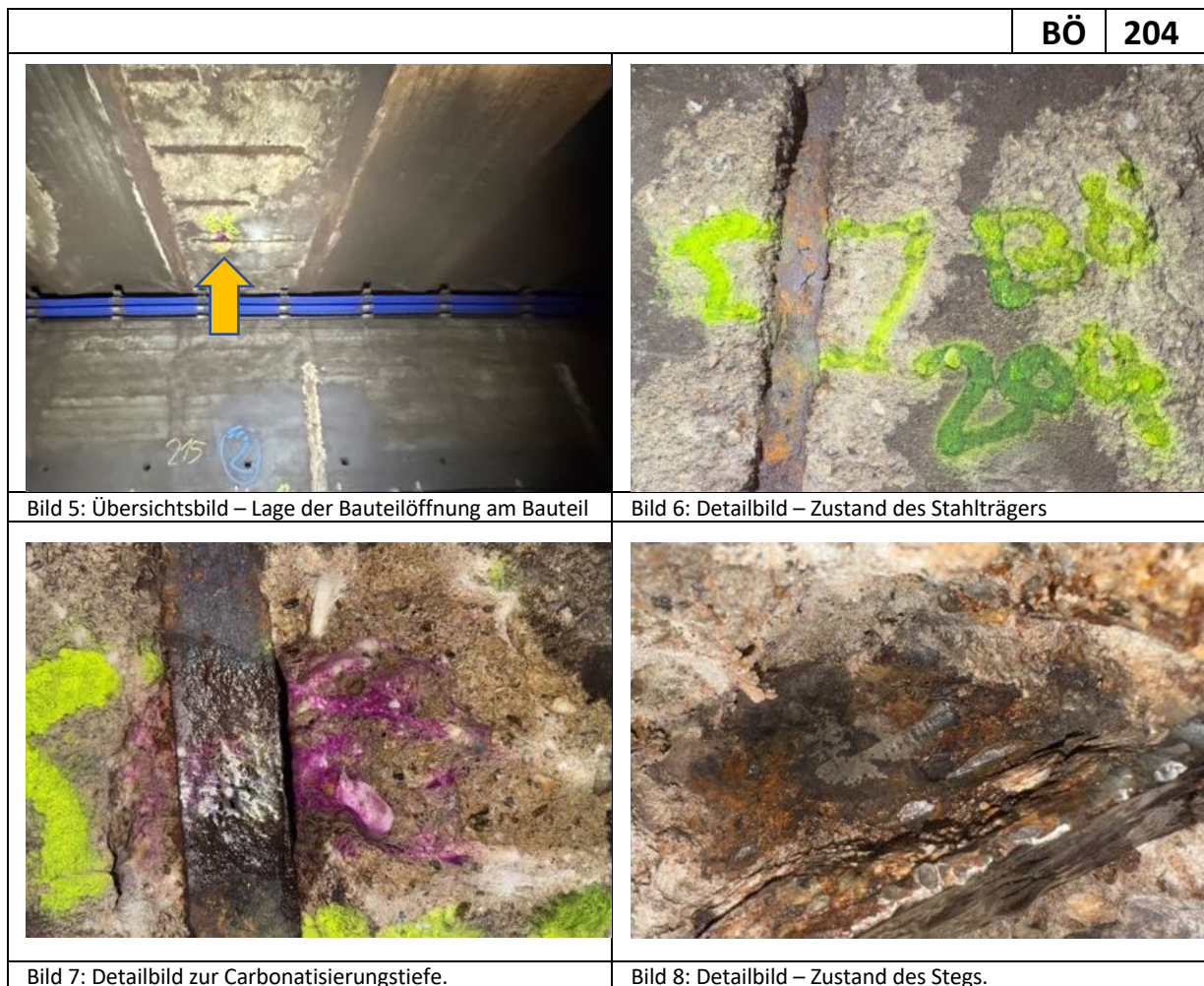
0	blank	3	vollständig rostig, geringer Materialabtrag (maximal Rippung abkorrodiert)
1	wenige Rostpunkte	4	Querschnittsverminderungen; Lochfraß
2	Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag		

EB_211096_017_Rev(-)_BL_P_Bauteilöffnung

Bestimmung der Korrosionszustandes der Bewehrung und Ermittlung der Carbonatisierungstiefe



Projektnummer: 211096 **Dokumentenummer** EB_211096_017_Rev(-)_BL_P
Projektname: HH Tunnel Schlachthof Bwk A005
Bearbeiter: Schulz, Sun **interne Auftragsnummer** A-211096-H01-04
Datum der Untersuchung: Okt. 2025



Bauteil Tunnel - Stb.-Decke
Lage am Bauteil unten

BÖ204	1	2	3	4	5	6	7
Bewehrungsdurchmesser Ø [mm]							
Korrosionsgrad (KG) ¹⁾							
Restdurchmesser ØRest [mm]							
Betondeckung [mm]							
Carbonatisierungstiefe [mm]	20						
Feuchtigkeitsgehalt [M.-%]	1,9						

Bemerkungen zur Bauteilöffnung:

hoher Stemmwiderstand, Bauteiloberfläche = Beton, Abplatzungen und Risse durch Bewehrungskorrosion vorhanden

¹⁾Beurteilung des Korrosionszustandes von Bewehrungsstählen gem. Merkblatt SIA 2006 [SIA 1993]. Definition der Korrosionsgrade.

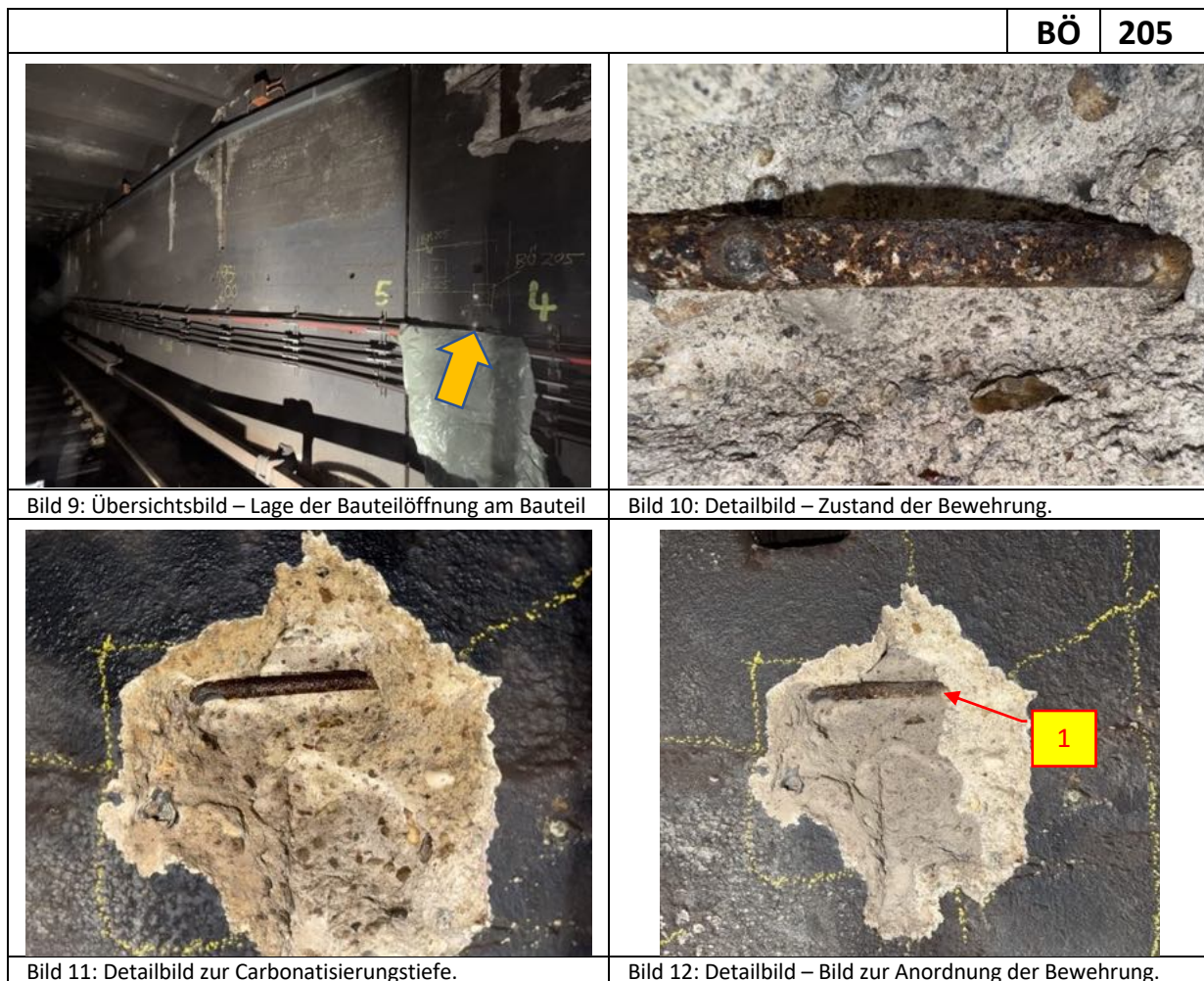
0	blank	3	vollständig rostig, geringer Materialabtrag (maximal Rippung abkorrodiert)
1	wenige Rostpunkte	4	Querschnittsverminderungen; Lochfraß
2	Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag		

EB_211096_017_Rev(-)_BL_P_Bauteilöffnung

Bestimmung der Korrosionszustandes der Bewehrung und Ermittlung der Carbonatisierungstiefe



Projektnummer: 211096 **Dokumentennummer** EB_211096_017_Rev(-)_BL_P
Projektname: HH Tunnel Schlachthof Bwk A005
Bearbeiter: Schulz, Sun **interne Auftragsnummer** A-211096-H01-04
Datum der Untersuchung: Okt. 2025



Bauteil Tunnel - Stb.-Wand
Lage am Bauteil > 50 cm über OKF

BÖ205	1	2	3	4	5	6	7
Bewehrungsdurchmesser Ø [mm]	12						
Korrosionsgrad (KG) ¹⁾	4						
Restdurchmesser ØRest [mm]	10						
Betondeckung [mm]	48						
Carbonatisierungstiefe [mm]	> 50						
Feuchtigkeitsgehalt [M.-%]	1						

Bemerkungen zur Bauteilöffnung:

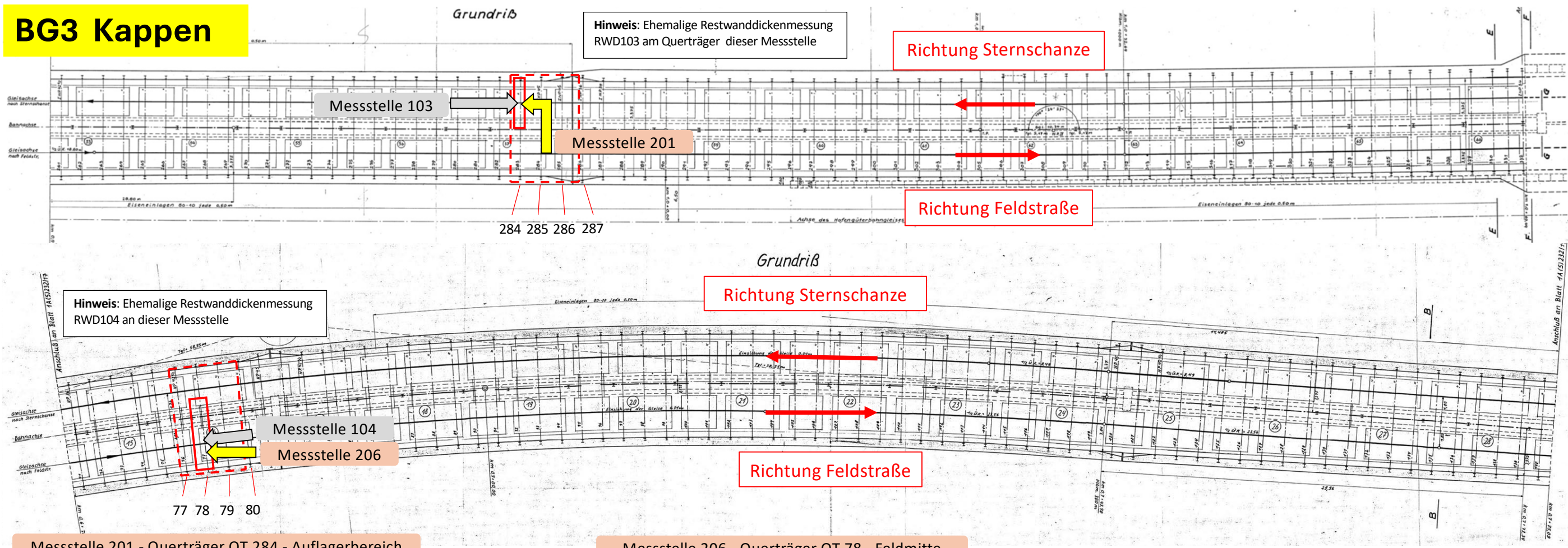
geringer Stemmwiderstand, Bauteiloberfläche = Beton

¹⁾Beurteilung des Korrosionszustandes von Bewehrungsstählen gem. Merkblatt SIA 2006 [SIA 1993]. Definition der Korrosionsgrade.

0	blank	3	vollständig rostig, geringer Materialabtrag (maximal Rippung abkorrodiert)
1	wenige Rostpunkte	4	Querschnittsverminderungen; Lochfraß
2	Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag		

[illegible]

BG3 Kappen



Messstelle 201 - Querträger QT 284 - Auflagerbereich

Messstelle 206 - Querträger QT 78 - Feldmitte



horizontal	
BM201	
Tiefe [mm]	Chlorid bez.a.Z [M.-%]
0-20	0,18
20-40	0,09
40-60	0,09

BM201	
Tiefe [mm]	SO3 bez.a.B [M.-%]
0-20	0,16
20-40	0,08
40-60	0,08



vertikal	
BM206	
Tiefe [mm]	Chlorid bez.a.Z [M.-%]
0-20	0,60
20-40	0,09
40-60	0,09

BM206	
Tiefe [mm]	SO3 bez.a.B [M.-%]
0-20	0,19
20-40	0,11
40-60	0,11

BK206	
BK-Entnahme im geschädigten Bereich (Abwitterung)	
Verstärkt Einschlüsse von Fremdmaterial (Holz und Schraube)	
Gefüge	Stampfbeton mit hohem Sandanteil
Poren	Haufwerksporen, vom Bohrkernanfang stark erhöht
Rohdichte	2080 kg/m³
Druckfestigkeit	14,6 N/mm²
Oberflächenzugfestigkeit	1,41 N/mm²

BK201	
BK-Entnahme im geschädigten Bereich (Abwitterung)	
Gefüge	Stampfbeton mit hohem Sandanteil
Poren	Haufwerksporen, Porosität ab 6cm stark erhöht
Rohdichte	1920 kg/m³
Druckfestigkeit	17,61 N/mm²
Oberflächenzugfestigkeit	2,05 N/mm²

Legende

Choridgehalt slsCl. M.-% b. auf Zement:

	slsCl < 0,3
	0,3 ≤ slsCl < 0,5
	slsCl > 0,5

Abkürzungen

BWU	Bauwerksuntersuchung
BM	Bohrmehlprüfung
RWD	Restwanddicke
BÖ	Bauteilöffnung
KG	Korrosionsgrad
SO3 bez. a. B.	Sulfatgehalt als SO ₃ bezogen auf Betonmasse

Hinweis: Nummerierung der Querträger bezieht sich auf die Wandmarkierungen im Tunnelbauwerk

Um eine Übersicht zu den Ergebnissen zu geben, wurden in der Ansicht einige Untersuchungsergebnisse angegeben. Diese Angaben dienen lediglich der Orientierung. Details der Untersuchungsergebnisse sind den jeweiligen Protokollen zu entnehmen

B-211096-H01-04 B-211096 HH Tunnel Schlachthof Bwk A005 Besondere Leistung		
Ergebnisplan Messstellen zu BG3 BG8 und BG9 Ergebnisdarstellung	Backens, Steffens	14. & 18.12.25
	Steffens, Ehrhardt	18. & 29.12.25
kein		
EB_211096_021_Rev(-)_BL_ErPlan		



BG8 stärker bewehrte Wände (visuell auffällig)

Messstelle 202 – bewehrte Wand, bei QT 287



horizontal	
BM202	
Tiefe [mm]	Chlorid bez.a.Z [M.-%]
0-20	5,74
20-40	2,48
40-60	0,09

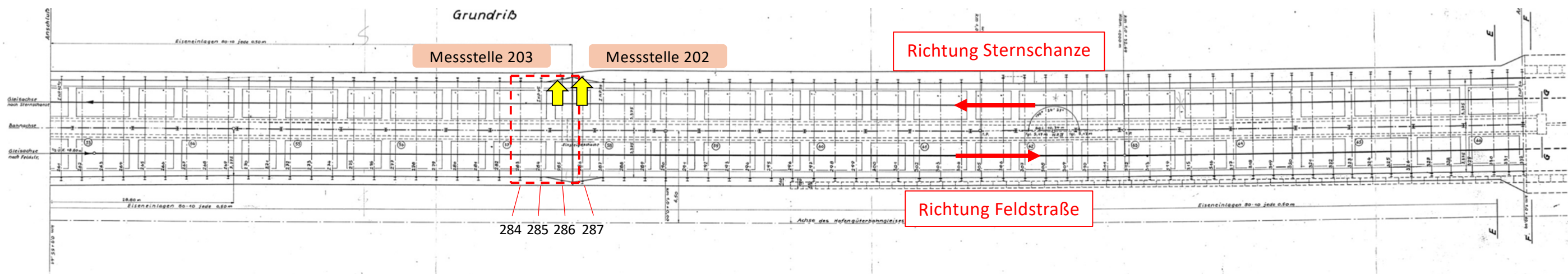
BM202	
Tiefe [mm]	SO3 bez.a.B [M.-%]
0-20	0,34
20-40	0,18
40-60	0,12

Messstelle 203 - bewehrte Wand, bei QT 286



BÖ 202	
max KG	4
BD zu max KG [mm]	54,7
Bauteil	Stb.-Wand
Lage am Bauteil	> 50 cm über OKF
Bewehrung	horiz.
CT [mm]	> 50
FG [M.-%]	1,5

BK203	
BK-Entnahme im geschädigten Bereich (Abplatzungen)	
Gefüge	Stampfbeton mit hohem Sandanteil
Poren	Haufwerksporen, ab Bohrkernanfang bis -Mitte erhöht
Rohdichte	2100 kg/m³
Druckfestigkeit	21,8 N/mm2
Oberflächenzugfestigkeit	2,50 N/mm2



Legende

Choridgehalt slsCl. M.-% b. auf Zement:

	slsCl < 0,3
	0,3 ≤ slsCl < 0,5
	slsCl > 0,5

Abkürzungen

BWU	Bauwerksuntersuchung
BM	Bohrmehlprüfung
RWD	Restwanddicke
BÖ	Bauteilöffnung
KG	Korrosionsgrad
SO3 bez. a. B.	Sulfatgehalt als SO ₃ bezogen auf Betonmasse

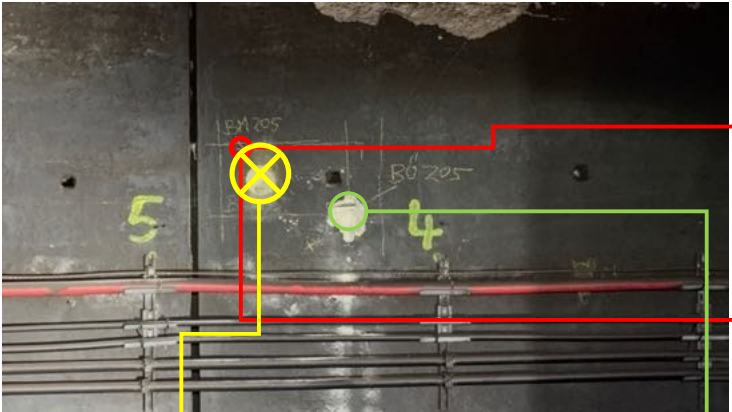
Hinweis: Nummerierung der Querträger bezieht sich auf die Wandmarkierungen im Tunnelbauwerk

Um eine Übersicht zu den Ergebnissen zu geben, wurden in der Ansicht einige Untersuchungsergebnisse angegeben. Diese Angaben dienen lediglich der Orientierung. Details der Untersuchungsergebnisse sind den jeweiligen Protokollen zu entnehmen

B-211096-H01-04 B-211096 HH Tunnel Schlachthof Bwk A005 Besondere Leistung		
Ergebnisplan Messstellen zu BG3 BG8 und BG9 Ergebnisdarstellung	Backens, Steffens	14. & 18.12.25
	Steffens, Ehrhardt	18. & 29.12.25
	kein	
		EB_211096_021_Rev(-)_BL_ErPlan

BG8 stärker bewehrte Wände (visuell unauffällig)

Messstelle 205 – bewehrte Wand nahe Fuge, bei QT 201

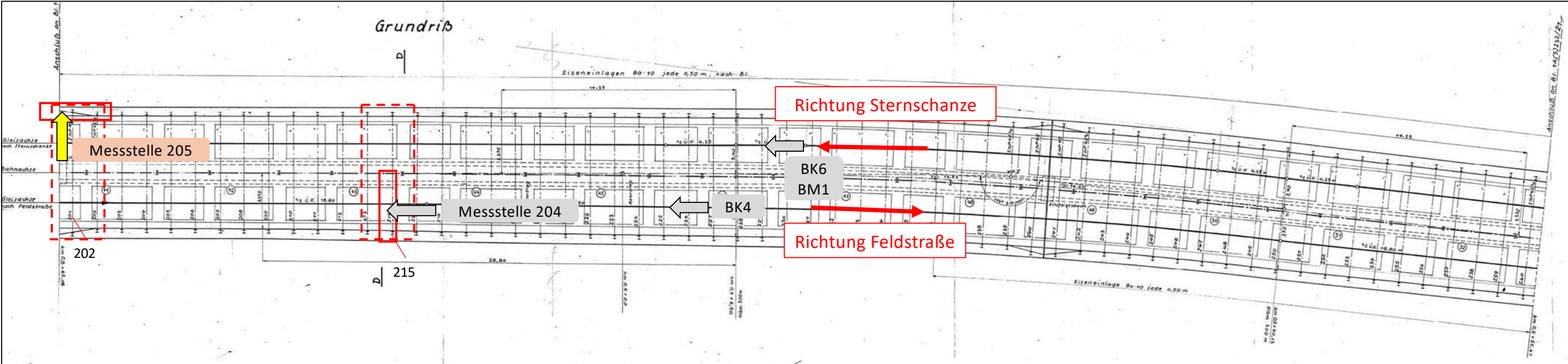


BM205	
Tiefe [mm]	Chlorid bez.a.Z [M.-%]
0-20	0,26
20-40	0,11
40-60	0,09

BM205	
Tiefe [mm]	SO3 bez.a.B [M.-%]
0-20	0,30
20-40	0,14
40-60	0,13

BK205	
BK-Entnahme im ungeschädigten Bereich	
Gefüge	Stampfbeton mit hohem Sandanteil
Poren	Haufwerksporen, vergleichsweise konstant
Rohdichte	2090 kg/m³
Druckfestigkeit	19,4 N/mm2
Oberflächenzugfestigkeit	1,79 N/mm2

BÖ 205	
max KG	4
BD zu max KG [mm]	48,4
Bauteil	Stb.-Wand
Lage am Bauteil	> 50 cm über OKF
Bewehrung	horiz.
CT [mm]	> 50
FG [M.-%]	1



Legende

Choridgehalt slsCl. M.-% b. auf Zement:

	slsCl < 0,3
	0,3 ≤ slsCl < 0,5
	slsCl > 0,5

Abkürzungen

BWU	Bauwerksuntersuchung
BM	Bohrmehlprüfung
RWD	Restwanddicke
BÖ	Bauteilöffnung
KG	Korrosionsgrad
SO3 bez. a. B.	Sulfatgehalt als SO ₃ bezogen auf Betonmasse

Hinweis: Nummerierung der Querträger bezieht sich auf die Wandmarkierungen im Tunnelbauwerk

Um eine Übersicht zu den Ergebnissen zu geben, wurden in der Ansicht einige Untersuchungsergebnisse angegeben. Diese Angaben dienen lediglich der Orientierung. Details der Untersuchungsergebnisse sind den jeweiligen Protokollen zu entnehmen

B-211096-H01-04
B-211096 HH Tunnel Schlachthof Bwk A005
Besondere Leistung

Ergebnisplan
Messstellen zu BG3 BG8 und BG9
Ergebnisdarstellung

Backens, Steffens
Steffens, Ehrhardt
14. & 18.12.25
18. & 29.12.25

kein

EB_211096_021_Rev(-)_BL_ErPlan



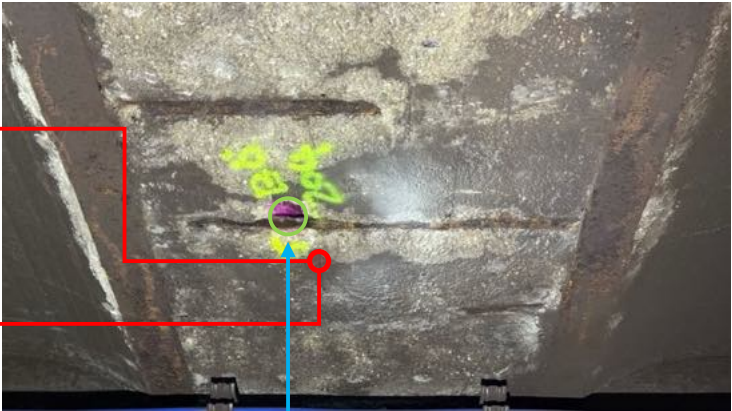
BG9 Leitungskappen (visuell auffällig)

Messstelle 204 – Flachdecke, bei QT 214

vertikal

BM204	
Tiefe [mm]	Chlorid bez.a.Z [M.-%]
0-20	0,35
20-40	1,88
40-60	0,20

BM204	
Tiefe [mm]	SO3 bez.a.B [M.-%]
0-20	0,20
20-40	0,18
40-60	0,21

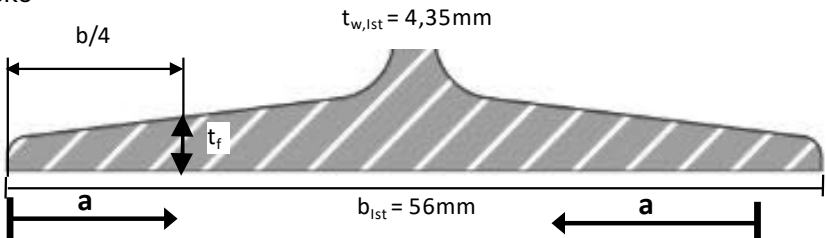


Messstelle 204

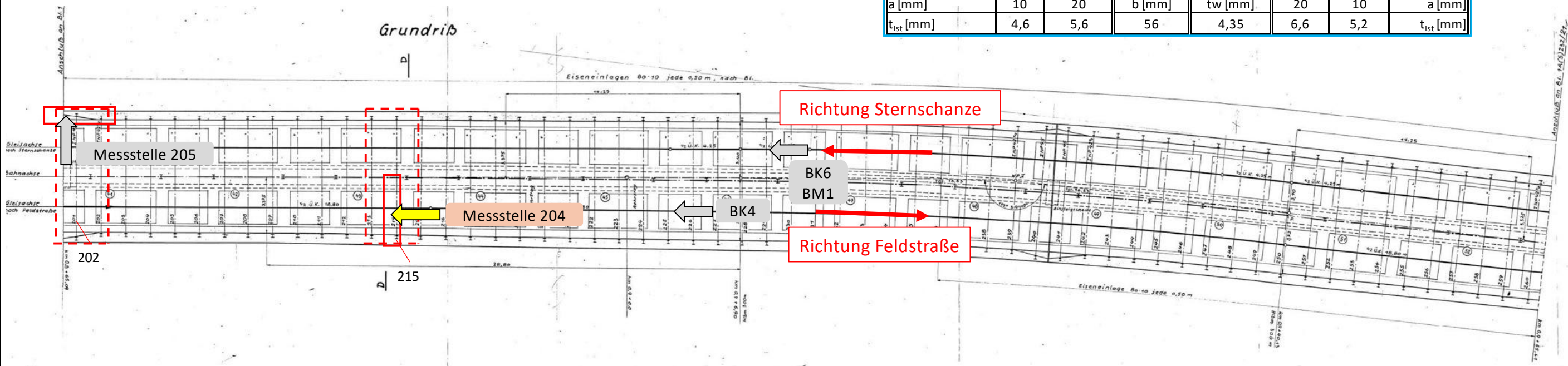
Restwanddicke

Längsträger Bereich

Bestandsaufnahme



a [mm]	10	20	b [mm]	56	tw [mm]	20	10	a [mm]
t_ist [mm]	4,6	5,6				6,6	5,2	t_ist [mm]



Legende

Choridgehalt slsCl. M.-% b. auf Zement:

	slsCl < 0,3
	0,3 ≤ slsCl < 0,5
	slsCl > 0,5

Abkürzungen

BWU	Bauwerksuntersuchung
BM	Bohrmehlprüfung
RWD	Restwanddicke
BÖ	Bauteilöffnung
KG	Korrosionsgrad
SO3 bez. a. B.	Sulfatgehalt als SO ₃ bezogen auf Betonmasse

Hinweis: Nummerierung der Querträger bezieht sich auf die Wandmarkierungen im Tunnelbauwerk

Um eine Übersicht zu den Ergebnissen zu geben, wurden in der Ansicht einige Untersuchungsergebnisse angegeben. Diese Angaben dienen lediglich der Orientierung. Details der Untersuchungsergebnisse sind den jeweiligen Protokollen zu entnehmen

B-211096-H01-04
B-211096 HH Tunnel Schlachthof Bwk A005
Besondere Leistung

Ergebnisplan
Messstellen zu BG3 BG8 und BG9
Ergebnisdarstellung

Backens, Steffens
Steffens, Ehrhardt
14. & 18.12.25
18. & 29.12.25

kein



EB_211096_021_Rev(-)_BL_ErPlan



Prüfprotokoll zur Ermittlung der Oberflächen- und Haftzugfestigkeit (Abreißfestigkeit)

Bauwerk: B-211096 HH Tunnel Schlachthof Bwk A005
Projekt: B-211096-H01-04
Bearbeiter: Stülpnagel, Steffens

Dokumentennummer: EB_211096_022_Rev(-)_BL_P_Abreißfestigkeit
Berichtsdatum: 15.12.25

Legende:									
A	nicht relevant	Z	Stempel	1) bei tiefengestaffelter Prüfung Angabe T= Tiefe		Gerät: Procey Dy-216	Bohrtiefe :	ca. 10 mm in Schicht	C
B	nicht relevant	OS	Oberfläche 1. Schicht	KEW	kleinster Einzelwert	Klebstoff: MC Quick Solid	(Bohrung erfolgte handgeführt und trocken)		
C	Betonunterlage	OFZ	Oberflächenzugfestigkeit	φ_L	rel. Luftfeuchtigkeit	Prüfstempel: Aluminium	<div>x</div>	hartes Prüfgut, d.h. Laststeigerung 100 N/s	
Y	Kleber	HZ	Haftzugfestigkeit	Pr.-Nr.	Probennummer	Prüfstempel Ø: 50 mm	<div></div>	weiches Prüfgut, d.h. Laststeigerung 300 N/s	
T _L	Lufttemperatur	T _{OF}	rel. Luftfeuchtigkeit						

Auswertung:		KEW [N/mm ²]	1,4	Mittelwert [N/mm ²]	1,9	Anzahl der Prüfungen	4
Bemerkung 1	BK-Entnahme im geschädigten Bereich (Abwitterung)	Bemerkung 4	BK-Entnahme im geschädigten Bereich (Abwitterun		Bemerkung 7		
Bemerkung 2	BK-Entnahme im geschädigten Bereich (Abplatzungen)	Bemerkung 5			Bemerkung 8		
Bemerkung 3	BK-Entnahme im ungeschädigten Bereich	Bemerkung 6			Bemerkung 9		

lfd. Nr.	Datum	T _L [°C]	T _{Of} [°C]	φ _L [%]	Mess- stelle	Pr-Nr.	Bauteil- gruppe	Bauteilbereich	Lage der Prüffläche 1)	Prüfober- fläche	Abreiß- festigkeit Einzelwert [N/mm ²]	Bruchart [%] der Bruchfläche									Bemerkungen	
												Kohäsionsbruch					Adhäsionsbruch					
												A	B	C	Y	Y/OS	A/B	B/C	C/Y	Y/Z		
1	15.12.25	20	n.b.	60	OFZ201 an BK201	Pr-251034-1	8	Kappendecke	105	Sägeschnitt	2			80	5				15	Bemerkung 1		
2	15.12.25	20	n.b.	60	OFZ203 an BK203	Pr-251034-1	3	Stb.-Wand	115	Sägeschnitt	2,5			70	5				25	Bemerkung 2		
3	15.12.25	20	n.b.	60	OFZ205 an BK205	Pr-251034-1	3	Stb.-Wand	35	Sägeschnitt	1,8			90	5				5	Bemerkung 3		
4	15.12.25	20	n.b.	60	OFZ206 an BK206	Pr-251034-1	8	Kappendecke	120	Sägeschnitt	1,4			100						Bemerkung 4		



Prüfprotokoll zur Ermittlung der Druckfestigkeit am Bohrkern in Anlehnung an DIN EN 12504-1 und DIN EN 12390-3

Projektnummer: B-211096-H01-04
Projektname: HH Tunnel Schlachthof Bwk A005
Bauwerk: U-Bahntunnel
Bauteil(e): Kappendecke und Wände
Bearbeiter: Steffens

Dokumentennummer: EB_211096_023_Rev(-)_BL_P_Druckfestigkeit
int. Auftragsnummer: B-211096-H01-04
Probennummer: Pr-251034-1
Untersuchungszeitraum: 06.10 - 09.10.205 bis Dez 2025
Berichtsdatum: 15.12.25

Legende:

Festbetonrohddichte
Rohddichte des Probekörper(abzüglich etwaiger Bewehrung) zum Zeitpunkt der Prüfung (undefinierte Feuchtigkeit)
 $f_{c,i}$
Druckfestigkeit des Prüfkörpers

Gf
Faktor zur Berücksichtigung verschiedener Prüfkörpergeometrien (wenn ungleich 1, dann siehe Bemerkungen)
 $f_{c,i,korr}$
Druckfestigkeit des Prüfkörpers korrigiert um Geometrieinfluss

OKG
Oberkante Gelände
Bew. vorh
Sofern Bewehrung in der Druckprobe vorhanden ist, erfolgt eine Bewertung des Einflusses auf das Ergebnis

H/Ø
Verhältnis muss zwischen 0,9 und 1,1 liegen, sonst zu große Beeinflussung des Ergebnisses. Bei $\leq 0,9$ ist der Probekörper zu gedungen und die Druckfestigkeit eher zu hoch. Bei $\geq 1,1$ ist der Probekörper zu schlank und die Druckfestigkeit eher zu gering.

Bemerkungen: - keine -

Probe	Bauteil- gruppe	Bauteil	Lage am Bauteil	Vorbe- reitung	Bew. vorh.	Ø	H	H/Ø	Gf	Festbeton- rohddichte	Bruch- last	f _{c,i}	f _{c,i,korr}	Bemerkungen zum Prüfergebnis
					j/n	[mm]		[-]	[-]	[kg/m ³]	[kN]	[N/mm ²]		
1 - BK201 - DF201	8	Deckenkappe	Scheitel v. unten	Abgleichen	nein	104,0	101,0	0,97	1	1920	150	17,6	17,6	BK-Entnahme im geschädigten Bereich (Abwitterung),
2 - BK203 - DF203	3	Stb.-Wand	160cm von FB	Abgleichen	nein	104,1	96,2	0,92	1	2100	185	21,8	21,8	BK-Entnahme im geschädigten Bereich (Abplatzungen),
3 - BK205 - DF205	3	Stb.-Wand	160cm von FB	Abgleichen	nein	104,1	101,9	0,98	1	2090	165	19,4	19,4	BK-Entnahme im ungeschädigten Bereich,
4 - BK206 - DF206	8	Deckenkappe	Scheitel v. unten	Abgleichen	nein	104,2	100,5	0,96	1	2080	125	14,6	14,6	BK-Entnahme im geschädigten Bereich (Abwitterung),