

## **Prüfbericht zum Bauvorhaben**

**BV.: Brücke über die Behre bei Ilfeld, Strecke 1, km 13,075**  
**Auftraggeber: Harzer Schmalspurbahnen GmbH**  
**Bauwerksuntersuchungen mit Bohrkernentnahmen und**  
**Baustoffanalysen**

***Materialtechnische Untersuchungen durch Prüfungen nach Vorgabe***



***Teilansicht auf die zu untersuchende Segmentbogen-Brücke über die Behre bei Ilfeld***

**November 2021 – Januar 2022**

**Prüfbericht:** **Brücke über die Behre bei Ilfeld**  
**Strecke 1, km 13,057**  
**Nordhausen - Wernigerode**

**Auftraggeber:** Harzer Schmalspurbahnen GmbH  
Friedrichstraße 151  
38855 Wernigerode

**Fachplaner:** Ingenieurbüro Kleb GmbH  
Gustav-Freytag-Straße 29  
99096 Erfurt

**Vorhaben:** Bauwerksuntersuchungen mit Bohrkernentnahmen und  
materialtechnische Untersuchungen

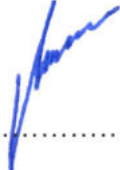
**Betrifft:**

- Ausführung von horizontalen/ schräg und vertikalen Kernbohrungen mit Materialentnahme nach Vorgabe
- Prüfung des entnommenen Bohrkernmaterials auf Druckfestigkeit sowie die Ermittlung der Festbetonrohddichte
- Bestimmung der Karbonatisierungstiefe
- Chloriduntersuchungen
- Herstellen von Bauteilöffnungen zur Beurteilung des Korrosionsgrades der Bewehrungen
- Bindemittelanalyse des Natursteinmauerwerks
- Abfalltechnische Untersuchungen (Dichtung, Überbau Auffüllmaterial nach LAGA)
- Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse

**Bearbeiter:**   
.....  
Techniker (Denkmalpflege Altbauerneuerung)  
Steffen Pöthig

**Ort, Datum:** Nordhausen den 13.01.2022

**verantwortlicher  
Leiter:**

  
.....  
Dipl.- Ing. (FH)  
U. Macholdt

Geschäftsführer

Diese Dokumentation enthält inkl. Titelblatt insgesamt 59 Seiten.

## Inhaltsverzeichnis

1. Veranlassung .....	4
2. Aufgabenstellung .....	4
3. Bohruntersuchung an der Brücke über die Behre bei Ilfeld .....	6
3.1 Erkenntnisse der Kernbohrungen über die Geometrie und des verwendeten Materials .....	23
3.2 Untersuchungsergebnisse Baustofftechnische Eigenschaften .....	24
4. Ergebnisse der Bauteilöffnungen zur Beurteilung des Korrosionsgrades .....	27
5. Ermittlung der Karbonatisierungstiefen .....	30
6. Chloridgehaltsbestimmung an Prüfstellen vom 16.06. bis 17.06.2021 .....	32
7. Bindemittelanalyse des Natursteinmörtels .....	34
8. Abfalltechnische Untersuchungen .....	35
8.1 Abdichtung des Überbaus; Analyse PAK und PCB .....	35
8.2 Überbau Auffüllmaterial, LAGA-Untersuchung M20 im Feststoff und im Eluat .....	36
9. Schlussfolgerung .....	37

**Anlage 1:** Zeichnung mit Lage der Kernbohrungen bestehend aus 1 Seite

**Anlage 2:** Druckfestigkeitsprüfungen

- Konglomerat/ Beton: Prüfbericht- Nr.: 827/2021/B
  - Stahlbetonbogen/ Beton: Prüfbericht- Nr.: 828/2021/B
- bestehend aus insgesamt 2 Seiten

**Anlage 3:** Mörtelprobe Natursteinmauerwerk

- Bindemittelanalyse: Untersuchungsbericht 21315a/21
- bestehend aus insgesamt 5 Seiten

**Anlage 4:** Abfalltechnische Untersuchungen

- Dichtungsmaterial: Prüfbericht 21-1675a
  - Beton: Prüfbericht 21-1675c
- bestehend aus insgesamt 3 Seiten

**Anlage 5:** Fotodokumentation Darstellung der Untersuchungsarbeiten

bestehend aus insgesamt 6 Seiten

## 1. Veranlassung

Die Harzer Schmalspurbahnen GmbH beauftragte die Nordhäuser Bauprüfinstitut GmbH am 04.10.2021 für die Bauwerksuntersuchungen an der Brücke über die Behre bei Ilfeld. Im Vorfeld der Beauftragung erfolgte mit dem fachplanenden Büro (Ingenieurbüro Kleb GmbH), vertreten durch Herrn Dipl.-Ing. Schulz, am 28.09.2021 eine Vorort Begehung in der der Untersuchungsumfang festgelegt wurde. Zielstellung war es, durch gezielte Kernbohrungen die Geometrie zu erkunden sowie die Materialzusammensetzung in Einzelbereichen und materialtechnische Aufschlüsse zu erlangen. Weiterhin sollten abfalltechnische Untersuchungen am Dichtungs- sowie Auffüllmaterial durchgeführt werden.

## 2. Aufgabenstellung

Der vorliegende Prüfbericht basiert auf dem Angebot 040/ 2021/ CO der Nordhäuser Bauprüfinstitut GmbH vom 30.09.2021. Dieses Angebot bildet die Grundlage für den Auftrag der Harzer Schmalspurbahnen GmbH.

In Bezug auf dieses Angebot, waren nachstehend folgende Leistungen zu erbringen:

<b><u>Kernbohrarbeiten:</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkundungsbohrungen/ Bohrkerngewinnung durch Kernbohrung Ø 150/107/56 mm; gesamt 8 Stück</li> <li>• Kennzeichnung + Abtransport der gewonnenen Bohrkern</li> <li>• Bohrlöcher nach Beendigung der Kernbohrarbeiten wieder verschließen, gesamt 8 Stück</li> </ul>
<b><u>Prüfleistungen:</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kernansprache (Schichtenverzeichnis) in Anlehnung an das BAW Merkblatt; Bohrkernentnahme für Bauwerksuntersuchungen, gesamt 8 Stück</li> <li>• Laboruntersuchungen des Betons (Stahlbetonbogen und Auffüllmaterial) nach DIN EN 12504-1 (Trockenrohdichte, Druckfestigkeit, inkl. Erstellung eines Protokolls), gesamt 8 Stück</li> <li>• Bestimmung der Karbonatisierungstiefe mit Phenolphthalein an Proben des Stahlbetonbogens; gesamt 3 Stück</li> <li>• Herstellung von Bauteilöffnungen zur Beurteilung des Korrosionsgrades der Bewehrung (im Scheitelbereich und Überbau) inkl. Verschluss gesamt 4 Stück</li> </ul>
Abfalltechnische Untersuchungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entnahme und Prüfung von Bohrmehlproben zur Untersuchung des Chloridgehaltes nach DIN EN 14 629; gesamt 9 Stück</li> <li>• Bindemittelanalyse des Natursteinmauerwerks; gesamt 1 Stück</li> <li>• Untersuchung der Dichtung auf PAK und PCB in Relation zur LAGA 20 gesamt 1 Stück</li> <li>• Untersuchung einer mineralischen Probe nach LAGA 20 gesamt 1 Stück</li> </ul>

### **Wesentliche Angaben zum durchgeführten Leistungsumfang:**

Nicht Bestandteil des Angebotes war das Herstellen von 4 Schürfen auf dem Überbau (Gleisschotter), um die Kernbohrungen (KB2, KB7, KB3 und KB4) niederzubringen. Diese Leistung wurde nach Absprache zwischen Herrn Strunge (Harzer Schmalspurbahnen GmbH) und Herrn Ostmann (Projektverantwortlicher des NBI) nachfolgend beauftragt.

Eine weitere Änderung des Leistungsumfanges während der Arbeiten vom 15.11.2021 bis 18.11.2021 ist, dass die geplanten Bauteilöffnungen betreffend des Überbaues aufgrund der Vorort-Situation in diesem Zeitraum nicht durchgeführt werden konnten. Für die Erstellung der Bauteilöffnungen bestand die Gefahr der Unterhöhlung der Gleise, sodass darauf verzichtet wurde (in Kenntnisnahme Herr Strunge, bei Ortsbegehung am 15.11.2021).

Bei der Ortsbegehung am 17.11.2021 einigten sich Herr Dipl.-Ing. Schulz (Ingenieurbüro Kleb GmbH) und Herr Pöthig (Mitarbeiter NBI) darauf, dass als Ersatz für die Bauteilöffnungen im Überbau das gewonnene Material der bereits fertiggestellten Kernbohrung 7 für die Bestimmungen des Chloridgehaltes und der Karbonatisierungtiefe herangezogen wird. Hierbei sei das unterste Materialsegment (Bereich des Stahlbetonbogen) zu verwenden.

Als nicht vereinbarten Zusatz wurden alle Kernbohrungen mit einer Kamera befahren. Die entsprechenden Videosequenzen geben nach Auffassung des Berichterstellers (Herr Pöthig NBI) einen wichtigen Aufschluss über die vorhandene Bauwerksstruktur. Die Videosequenzen sind diesem Bericht digital beigefügt.

Offensichtliche Schäden am Bauwerk, wie z.B. freiliegende Bewehrung, Aussinterungen etc. wurden in diesem Bericht nicht aufgenommen, da nicht beauftragt. Dies erfolgt im Regelfall bei der Erstellung eines Schadenskatasters.

Die Ergebnisse der Erkundungsarbeiten und die sich hieraus ergebenden Schlussfolgerungen sind nachstehend mit den dazugehörigen Anlagen chronologisch aufgelistet, sowie die Darstellung der einzelnen Probenentnahmestellen. Die Erstellung des vorliegenden Prüfberichtes (2 x analog und 1x digital) einschließlich Fotodokumentation.

### **3. Bohruntersuchung an der Brücke über die Behre bei Ilfeld**

Die Lage der Bohransatzpunkte sind in der Anlage 1 dieser Dokumentation dargestellt. Die Kernbohrarbeiten vor Ort erfolgten in horizontaler, schräg steigender und vertikaler Ausführung. Das gewonnene Bohrkernmaterial hat einen  $\varnothing$  von 76 mm bis 156 mm. Das kernschonend entnommene Bohrkernmaterial aus den vorgegebenen Bohrpunkten wurde unmittelbar nach der Gewinnung in speziellen Bohrkernkisten eingelagert. Die Bohrkerne wurden eindeutig gekennzeichnet, fotodokumentiert und in die Nordhäuser Bauprüfinstitut GmbH geliefert.

Kernbohrungen vertikal:                   Kernbohrung KB 2,  $\varnothing$  107 mm  
  Kernbohrung KB 3,  $\varnothing$  107 mm  
  Kernbohrung KB 4,  $\varnothing$  107/ 76 mm  
  Kernbohrung KB 6,  $\varnothing$  107/ 76 mm  
  Kernbohrung KB 7,  $\varnothing$  107 mm

Kernbohrungen schräg steigend:    Kernbohrung KB 1,  $\varnothing$  107 mm  
  Kernbohrung KB 5,  $\varnothing$  107 mm

Kernbohrung waagerecht:            Kernbohrung KB 8,  $\varnothing$  156/ 107 mm

Entnahmedatum:           15.11.2021 - 17.11.2021  
Bearbeiter vor Ort:       Herr Hellmuth und Herr Pöthig, Nordhäuser Bauprüfinstitut GmbH  
Bohrverfahren:           Nassbohrverfahren Einfachkernrohr mit Diamantkrone  
Bohrkernlagerung:       Kernkisten sortiert  
Bohrgerät:                WEKA, Kernbohrsystem SR 38  
Bohrlochverschluss:     Material = MC-Bauchemie KM 250 SR im Stopfverfahren  
                                  Am Überbau wurde zusätzlich ein 1-komponentiges Dichtmaterial auf Höhe der vorhandenen Dichtung eingebaut.





**Bohrkern KB 1 Widerlager 2; Erkundung Hinterfüllmaterial, Winkel 138,6°**

Protokoll der Bohrung	KB 1	Seite	2 von 2
-----------------------	------	-------	---------



	<p><b>Bohrkern KB 2 Widerlager 2; Erkundung Hinterfüllmaterial, Winkel 90°</b></p>
<p><b>Protokoll der Bohrung</b></p>	<p><b>KB 2</b></p>
<p><b>Seite</b></p>	<p><b>2 von 2</b></p>

Bohrprotokoll für Bohrungen in Bauwerken mit Gewinnung von Bohrkernen

Auftraggeber :	Harzer Schmalspurbahnen GmbH		
Projekt :	Brücke über die Behre bei Ilfeld		
Bauteil :	Pfeiler 2, Erkundung Hinterfüllmaterial		
Bohrung Nr. :	KB 3	Datum :	16.11.2021

1 Länge (gewonnenes Material)	2 Bohrkern- skizze	3 Bohrkernkenn- zeichnung	4	5	6	7 Spülwasser (Farbe, Verlust, etc.)	8 angetroffene Wasser- verhältnisse	9 Unterbrech- ungen/ Kronen- wechsel	10 Sonstiges
			Bohr- fortschritt in m/h	Bohr- vorgang	Einschlüsse/ Bewehrung, etc in cm <sup>2</sup>				
0,0 7,0		KB 3.1	2,5	kontinuierlich und gleichmäßig	keine	rötlich/bräunlich/gräuliches Spülwasser zunehmender Spülwasserverlust	kein Spülwasserverlust		Ziegel
27,0		KB 3.2							Abdichtung eingebettet
39,0		KB 3.3							KB 3.2 u. 3.3 Beton
81,0		KB 3.4							
281,0	 mehrere (Segmente)	KB 3.5 bis KB 3.14	2,5	Bis KB 3.5 kontinuierlich, ab KB 3.15 zunehmend hakend, keine weitere Gewinnung			ab KB 3.4 zunehmender Spülwasserverlust	erschwerte Bergung	KB 3.4 bis KB 3. 15 Konglomerat aus Beton, Porphyry und Granit
307,0		KB 3.15...	1,0						










Zeichenerklärung:

	Arbeitsfuge / Betonierfuge		Bewehrung/ Eisen/ Stahl
	Trennstelle (Schnitt)		Organische Einschlüsse
	Trennstelle (Bruch)		Bereich mit Spülwasserverlust
	Wasserstand		Wasserzutritt
	Riss		
	Fehlstelle		





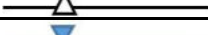





	<p><b>Bohrkern KB 3 Pfeiler 2; Erkundung Hinterfüllmaterial, Winkel 90°</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>Protokoll der Bohrung KB 3</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Seite 2 von 2</b></p>

Bohrprotokoll für Bohrungen in Bauwerken mit Gewinnung von Bohrkernen

Auftraggeber :	Harzer Schmalspurbahnen GmbH		
Projekt :	Brücke über die Behre bei Ilfeld		
Bauteil :	Pfeiler 1, Erkundung Hinterfüllmaterial		
Bohrung Nr. :	KB 4	Datum :	15.11.2021

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Länge (gewonnenes Material)	Bohrkern- skizze	Bohrkernkenn- zeichnung	Bohr- fortschritt	Bohr- vorgang	Einschlüsse/ Bewehrung, etc	Spülwasser (Farbe, Verlust, etc.)	angetroffene Wasser- verhältnisse	Unterbrech- ungen/ Kronen- wechsel	Sonstiges
in cm			in m/h		in cm <sup>2</sup>				
0,0 6,0		KB 4.1	2,5	kontinuierlich und gleichmäßig	keine	rötlich/bräunlich/gräuliches Spülwasser zunehmender Spülwasserverlust	kein Spülwasserverlust		Ziegel
23,0		KB 4.2							Abdichtung eingebettet
38,0	 	KB 4.3							KB 4.4 bis KB 4.21
48,0		KB 4.4							
130,0	mehrere (Segmente) 	KB 4.5 bis KB 4.10	2,5	Bis KB 4.5 kontinuierlich, ab KB 4.21 zunehmend hakend					
182,0	mehrere (Segmente) 	KB 4.11 bis KB 4.13	1,0						
287,0 295,0	mehrere (Segmente) 	KB 4.14 bis KB 4.21	1,0						
343,0		...	0,5				erschwerte Bergung Kronen- wechsel	KB 4.4 bis KB 4. 21... Konglomerat aus Beton, Porphyrt und Granit, nach 4.21 abgesetzt auf Ø 76mm	

Zeichenerklärung:

	Arbeitsfuge / Betonierfuge		Bewehrung/ Eisen/ Stahl
	Trennstelle (Schnitt)		Organische Einschlüsse
	Trennstelle (Bruch)		Bereich mit Spülwasserverlust
	Wasserstand		Wasserzutritt
	Riss		
	Fehlstelle		



Bohrkern KB 4 Pfeiler 1; Erkundung Hinterfüllmaterial, Winkel 90°

Protokoll der Bohrung KB 4

Seite 2 von 2

Bohrprotokoll für Bohrungen in Bauwerken mit Gewinnung von Bohrkernen

Auftraggeber :	Harzer Schmalspurbahnen GmbH		
Projekt :	Brücke über die Behre bei Ilfeld		
Bauteil :	Widerlager 1, Erkundung Hinterfüllmaterial		
Bohrung Nr. :	KB 5	Datum :	17.11.2021

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Länge (gewonnenes Material)	Bohrkern- skizze	Bohrkern- zeichnung	Bohr- fortschritt	Bohr- vorgang	Einschlüsse/ Bewehrung, etc	Spülwasser (Farbe, Verlust, etc.)	angetroffene Wasser- verhältnisse	Unterbrech- ungen/ Kronen- wechsel	Sonstiges	
in cm			in m/h		in cm <sup>2</sup>					
0,0 2,9		KB 5.1	2,5	kontinuierlich und gleichmäßig	2,01	bräunlich/gräuliches Spülwasser	Spülwasserverlust durch Schrägbohrung nach oben	keine	Stahlbeton	
22,0		KB 5.2								
54,0		KB 5.3								
70,0 76,0		KB 5.3	2,0	zum Teil hakend	keine	Rötlich/bräunlich/ gräuliches Spülwasser			keine	Konglomerat aus Beton, Porphyr und Granit
220,0 257,0		KB 5.4 bis KB 5.14								
282,0 290,0		KB 5.15								2,0

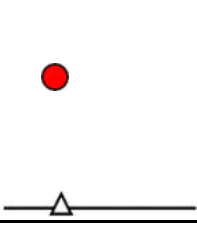

Zeichenerklärung:

	Arbeitsfuge / Betonierfuge		Bewehrung/ Eisen/ Stahl
	Trennstelle (Schnitt)		Organische Einschlüsse
	Trennstelle (Bruch)		Bereich mit Spülwasserverlust
	Wasserstand		Wasserzutritt
	Riss		
	Fehlstelle		





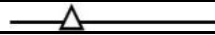





		<p><b>Bohrkern KB 5 Widerlager 1; Erkundung Hinterfüllmaterial, Winkel 126,6°</b></p>	
<p><b>Protokoll der Bohrung</b></p>	<p><b>KB 5</b></p>	<p><b>Seite</b></p>	<p><b>2 von 2</b></p>

Bohrprotokoll für Bohrungen in Bauwerken mit Gewinnung von Bohrkernen

Auftraggeber :	Harzer Schmalspurbahnen GmbH		
Projekt :	Brücke über die Behre bei Ilfeld		
Bauteil :	Flügelwand, Gründungsbohrung		
Bohrung Nr. :	KB 6	Datum :	15.11.2021

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Länge (gewonnenes Material)	Bohrkern- skizze	Bohrkernkenn- zeichnung	Bohr- fortschritt	Bohr- vorgang	Einschlüsse/ Bewehrung, etc	Spülwasser (Farbe, Verlust, etc.)	angetroffene Wasser- verhältnisse	Unterbrech- ungen/ Kronen- wechsel	Sonstiges
in cm									
0,0 5,5 35,0		KB 6.1	2,5	kontinuierlich und gleichmäßig	1,13	gräuliches Spülwasser	kein Spülwasserverlust zu dokumentieren	-	visuell aufzunehmen ist ein Größtkorn D <sub>max</sub> im Beton = 16 mm
216,0		KB6.2...	2,0	leicht hakend	keine		zunehmender Spülwasserverlust	auf Ø 76 mm abgesetzt	Konglomerat aus Beton und Granit
:	Kies/Schotter								

Zeichenerklärung:

	Arbeitsfuge / Betonierfuge		Bewehrung/ Eisen/ Stahl
	Trennstelle (Schnitt)		Organische Einschlüsse
	Trennstelle (Bruch)		Bereich mit Spülwasserverlust
	Wasserstand		Wasserzutritt
	Riss		
	Fehlstelle		



**Bohrkern KB 6 Gründungserkundung Flügelwand**

**Protokoll der Bohrung KB 6**

**Seite 2 von 2**



	<p><b>Bohrkern KB 7 Stahlbetonbogen Gewölbe 3 Bohrung von oben</b></p>
<p><b>Protokoll der Bohrung</b>    <b>KB 7</b></p>	<p><b>Seite</b>    <b>2 von 2</b></p>

Bohrprotokoll für Bohrungen in Bauwerken mit Gewinnung von Bohrkernen

Auftraggeber :	Harzer Schmalspurbahnen GmbH		
Projekt :	Brücke über die Behre bei Ilfeld		
Bauteil :	Widerlager 1, „waagerechte“ Bohrung Ø 156/ 107mm		
Bohrung Nr. :	KB 8	Datum :	16.11.2021

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Länge (gewonnenes Material)	Bohrkern- skizze	Bohrkern- zeichnung	Bohr- fortschritt	Bohr- vorgang	Einschlüsse/ Bewehrung, etc	Spülwasser (Farbe, Verlust, etc.)	angetroffene Wasser- verhältnisse	Unterbrech- ungen/ Kronen- wechsel	Sonstiges
			in m/h		in cm <sup>2</sup>				
0,0									
3,0		KB 8.1			4,9				
43,0									
76,5		KB 8.2	2,5	kontinuierlich und gleichmäßig	2,01	gräuliches Spülwasser	kein Spülwasserverlust		Stahlbeton visuell Größtkorn D <sub>max</sub> = 16 mm
78,0									
82,0		KB 8.3			3,14				
120,0									
132,0		KB 8.4			2,01				
162,0									
182,0		KB 8.5	2,0		0,5				
184,0									
201,0									
202,0									
230,0		KB 8.6	1,0	zunehmend hakend	-	rötlich/bräunlich/ zunehmender Spülwasserverlust	zunehmender Spülwasserverlust	auf Ø 107 mm abgesetzt	Konglomerat aus Beton und Porphyrr visuell Größtkorn D <sub>max</sub> = 8 mm
266,0		KB 8.7							
306,0		KB 8.8							
336,0		KB 8.9							
356,0		KB 8.10							
367,0		KB 8.11							
385,0		KB 8.12							

Zeichenerklärung:

	Arbeitsfuge / Betonierfuge		Bewehrung/ Eisen/ Stahl
	Trennstelle (Schnitt)		Organische Einschlüsse
	Trennstelle (Bruch)		Bereich mit Spülwasserverlust
	Wasserstand		Wasserzutritt
	Riss		
	Fehlstelle		



**Bohrkern KB 8 Widerlager 1, „waagerechte“ Bohrung Ø 156/ 107mm**

**Protokoll der Bohrung KB 8**

**Seite 2 von 2**

### **3.1 Erkenntnisse der Kernbohrungen über die Geometrie und des verwendeten Materials**

#### **Überbau**

Wie den Kernbohrungen KB 2 - 4 und KB 7 (Anlage 5; Bilder 1 und 2) zu entnehmen ist, liegt das Gleisbett in einer Trog-Wanne. Die seitliche Abschrägung der Trog-Wanne ist mit Ziegelmauerwerk ausgekleidet. Die Ziegel selbst, sind in einem 3 cm bis 5 cm dicken Mörtelbett verlegt. Darunter befindet sich eine 0,6 cm starke teerartige Dichtungsschicht, die auf einem Gefällebeton aufgebracht ist. Unterhalb des Gefällebetons wurde als **Auffüllmaterial** zwischen dem Sichtmauerwerk ein **Konglomerat aus Beton, Granit und Porphyr** bis auf die Stahlbetonbögen verbaut. **Im unteren Bereich (Zwickel zwischen den Bögen und den Widerlagern)** ist der Beton teilweise ausgespült bzw. **weist das Konglomerat deutliche Hohlstellen/ Zerklüftungen auf**. Diese sind in den entsprechenden Videosequenzen der KB 2 bis KB 4 gut erkennbar.

Anmerkung: Die in der Anlage 1 dargestellten Bilder sollen eine Gegenüberstellung der Bohrlochtiefe anhand der Brückenansicht darstellen. Aufgrund der im unteren Bereich vorhandenen Hohlstellen/ Zerklüftungen konnte kein weiteres Material geborgen werden.

#### **Widerlager (im Bereich der Bögen)**

Zur Erkundung der Widerlager wurden zwei schräg steigende Kernbohrungen (Widerlager 2; KB1 und Widerlager 1 KB5) in der Mitte des Brückenquerschnittes (Anlage 5; Bilder 7 und 9) gesetzt. Wie bei den senkrechten Kernbohrungen besteht das Auffüllmaterial zwischen den beidseitigen Sichtmauerwerken aus einem Konglomerat aus Beton, Granit und Porphyr. **In Teilbereichen des Konglomerates sind ebenfalls Hohlstellen/ Zerklüftungen vorhanden** (Videosequenz KB 5). Entsprechend der Kernbohrungen wurden die **Stahlbetonbögen** mit einer **Stärke von 0,76 m** aufgenommen. Bei beiden Bohrkernen wurden jeweils 2 Bewehrungsstähle mit  $\varnothing$  16 mm und einer Querschnittsfläche von 2,01cm<sup>2</sup> durchbohrt (siehe Seiten 7/8, 15/16).

#### **Widerlagerdicke/-tiefe**

Die **Widerlagerdicke/-tiefe** wurde am Widerlager 1 mit der waagerechten Kernbohrung KB 8  $\varnothing$  156/ 107mm erkundet. Diese beträgt ab Oberfläche Ansatzpunkt des Stahlbetonbogens **3.85 m**. Als Hinterfüllmaterial ist Schotter bzw. sind Quader aus Porphyr erkennbar (Videosequenz KB 8).

#### **Flügelwand (hinter Widerlager 1)**

An Stelle der schräg einfallenden Erkundungsbohrung der Flügelwand erfolgte diese senkrecht durch das Bauteil (KB 6  $\varnothing$  107/ 76 mm). Die **Gründungstiefe beträgt ab OK Stahlbetonbalken** (Geländerbefestigung) **-2,16 m**. Gegründet ist die Flügelwand auf einem Schotter/Kiesbett. Als Material wurde Beton und Granit verwendet. Die **Wandstärke** von **0,51 m** konnte mit einer zusätzlich angelegten Schürfe ermittelt werden. Im Querschnitt betrachtet, ist der aufgesetzte Stahlbetonbalken um 10 cm nach außen gesetzt, sodass sich auf der Rückseite der Flügelwand ein entsprechend großer Absatz befindet. Dieser ist als Kehle, nach unten schräg verlaufend, ausgebildet. Die Rückwand selbst, ist augenscheinlich senkrecht sowie waagerecht gerade verlaufend (wahrscheinlich bei Herstellung verschalt).

Im Gegensatz zur Brücke hat sich die Flügelwand um 14 cm gesetzt sowie vertikal nach außen gedrückt (trifft augenscheinlich auf alle 4 Flügelwände zu).

### **3.2 Untersuchungsergebnisse Baustofftechnische Eigenschaften**

Im Rahmen der formulierten Aufgabenstellung und statistischen Bewertung wurden für den Beton nachfolgende Prüfverfahren und –nachweise zugrunde gelegt:

- Bestimmung der Druckfestigkeit des Betons nach DIN EN 12504 Teil 1
- Bestimmung der Rohdichte nach DIN EN 12390-7
- Ermittlung der Karbonatisierungstiefe nach DIN EN 14630:2007-01

**Hierfür wurden aus den entnommenen Bohrkernen normgerechte Prüfkörper für die oben aufgeführten Prüfungen gewonnen.**

Auf den nachfolgenden Seiten befinden sich Tabellen, geordnet nach Bauteilen, die eine tabellarische Auflistung aller ermittelten Druckfestigkeiten und Rohdichten des Betons auflisten. Im Detail kann dies in den jeweiligen Protokollen der entsprechenden Anlage eingesehen werden.



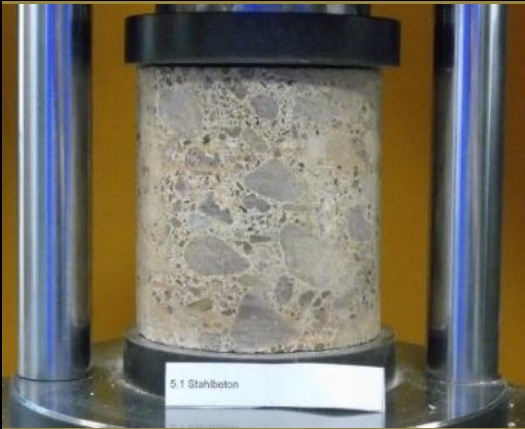

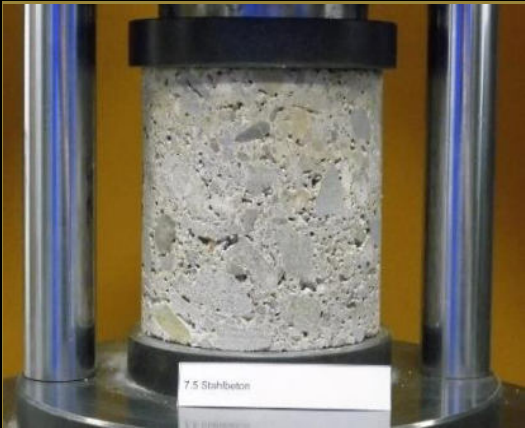
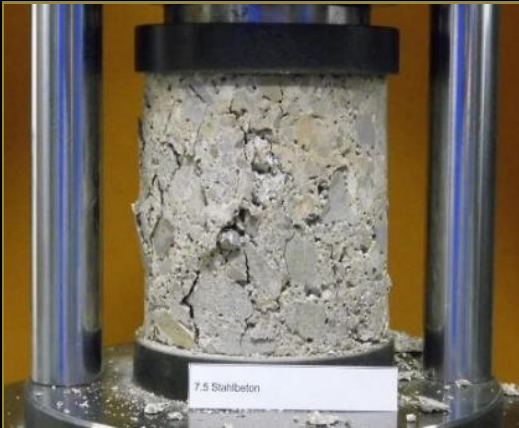
#### **Druckfestigkeitsprüfung Beton der Stahlbetonbögen und des Konglomerats nach DIN EN 12504-1:2021-02**

<i>Bohrkern- bezeichnung</i>		<i>Material</i>	<i>Rohdichte (in kg/m<sup>3</sup>)</i>	<i>Druck- festigkeit (in N/mm<sup>2</sup>)</i>	<i>Mittelwert (in N/mm<sup>2</sup>)</i>	<i>Anmerkungen</i>
<b>Stahlbetonbögen</b>	<b>KB 1.1</b>	Beton	2.330	30,5	<b>Mittelwertbildung aus 3 Stck. Prüfkörpern = 29,0 N/mm<sup>2</sup></b>	Schrägbohrung Gewölbe 3/ Widerlager 2
	<b>KB 5.1</b>	Beton	2.260	27,4		Schrägbohrung Gewölbe 1/ Widerlager 1
	<b>KB 7.5</b>	Beton	2.260	29,1		Gewölbe 3 Bohrung von oben bis in den Stahlbetonbogen
<b>Hinterfüllmaterial (Konglomerat)</b>	<b>KB 2.4</b>	Konglomerat Beton	2.070	25,3	<b>Mittelwertbildung aus 3 Stck. Prüfkörpern = 24,1 N/mm<sup>2</sup></b>	über Widerlager 2
	<b>KB 4.13</b>	Konglomerat Beton	2.190	26,5		über Pfeiler 1
	<b>KB 8.8</b>	Konglomerat Beton	2.040	20,4		über Widerlager 1

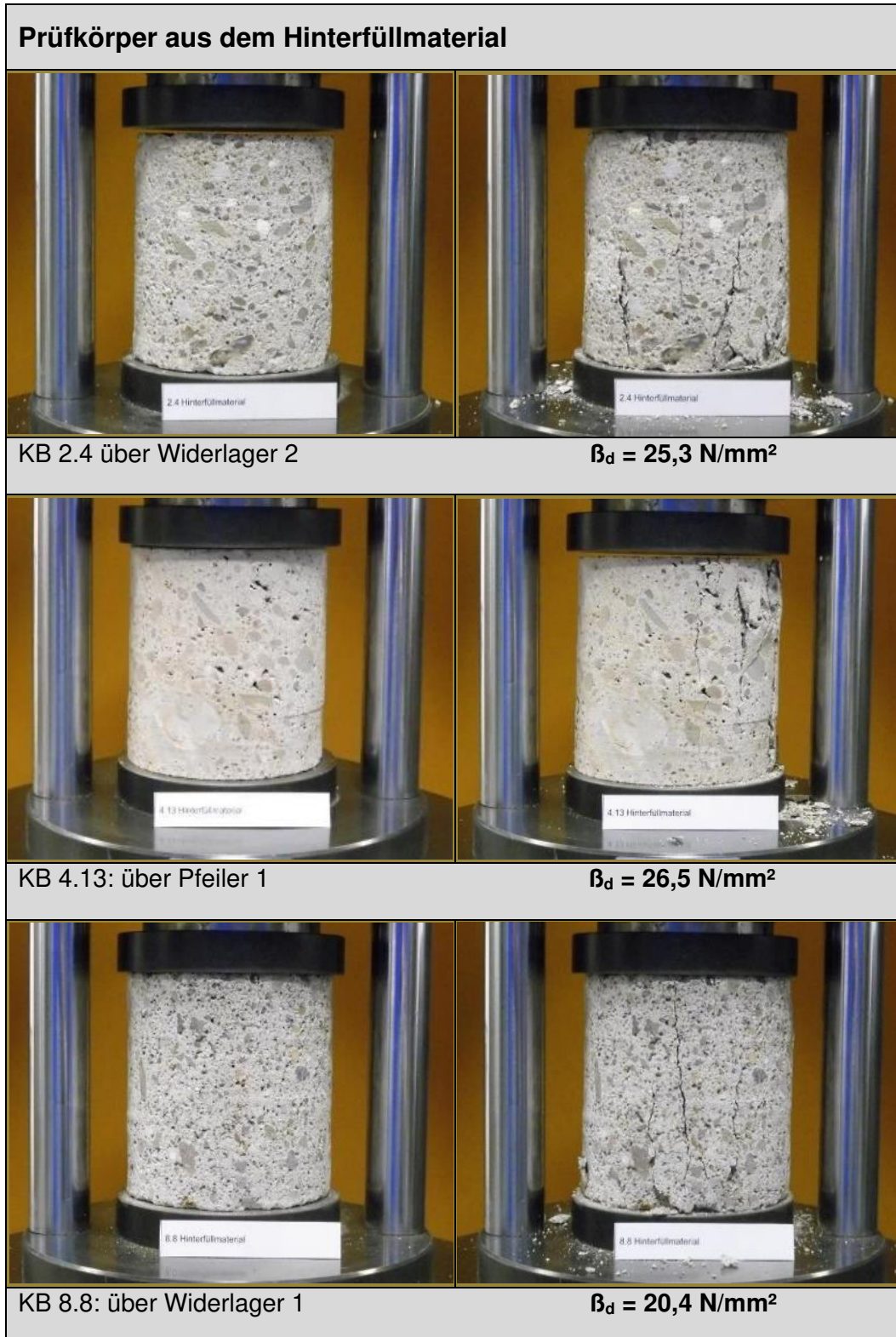
**Tabelle 1:** labortechnische Daten – Rohdichten und Druckfestigkeiten

Bei der Bestimmung der Dichte am Festbeton aus den Betonbauteilen, wurde eine mittlere Festbetonrohddichte für die Stahlbetonbögen von 2.280 kg/m<sup>3</sup> und für den Beton des Konglomerats von 2.100 kg/m<sup>3</sup> festgestellt. Beides entspricht einem Normalbeton, gemäß der DIN EN 206 / DIN 1045-2. Das Spektrum für die Einstufung in die Rohdichteklasse für Normalbeton bewegt sich zwischen 2.000 kg/m<sup>3</sup> bis 2.600 kg/m<sup>3</sup>.

**Prüfkörper für die Druckfestigkeitsprüfung aus der Brücke über die Behre**

<b>Prüfkörper aus den Stahlbetonbögen</b>	
	
<p>KB 1.1 Schrägbohrung Gewölbe 3/ Widerlager 2 <math>\beta_d = 30,5 \text{ N/mm}^2</math></p>	
	
<p>KB 5.1 Schrägbohrung Gewölbe 1/ Widerlager 1 <math>\beta_d = 27,4 \text{ N/mm}^2</math></p>	
	
<p>KB 7.5 Gewölbe 3 Bohrung von oben bis in den Stahlbetonbogen <math>\beta_d = 29,1 \text{ N/mm}^2</math></p>	

**Tabelle 2:** Ansicht auf die Prüfkörper Beton vor + nach der Druckfestigkeitsprüfung



**Tabelle 3:** Ansicht auf die Prüfkörper Beton vor + nach der Druckfestigkeitsprüfung

Anmerkung:

Die Betone der Stahlbetonbögen und des Auffüllmaterials unterscheiden sich visuell durch die Größe der Gesteinskörnung. Das Größtkorn der Stahlbetonbögen wird auf 16 mm und das des Auffüllmaterials <16 mm geschätzt.

#### **4. Ergebnisse der Bauteilöffnungen zur Beurteilung des Korrosionsgrades**

##### **Verfahrensbeschreibung der Bauteilöffnungen zur Beurteilung des Korrosionsgrades an der Bewehrung**

Für die visuelle Inaugenscheinnahme des Ist-Zustandes an dem Bewehrungsstahl werden Bauteilöffnungen an Stahlbetonbauteilen hergestellt. Die Bauteilöffnungen werden in den Untersuchungsbereichen (z.B. an Rissen, Fugenkonstruktionen etc.) statistisch verteilt. Durch vorsichtiges Freischneiden mit Staubabsaugung und schonendes Stemmen, werden die Bewehrungsseisen freigelegt. Die Bauteilöffnung wird von Staub befreit. Die freigelegten Bewehrungsstähle werden visuell beurteilt, das heißt, es wird der Abrostungsgrad nach DIN EN ISO 8501-1, der Bewehrungsdurchmesser, die Bewehrungsüberdeckung  $c_{nom}$  und der Verlauf der Bewehrung dokumentiert. Nach der Dokumentation aller oben aufgeführten Eigenschaften, wird die Bauteilöffnung mit einem Betonersatzsystem fachgerecht verschlossen und nachbehandelt.

**Herzustellende Bauteilöffnungen:** 2 Stück Spitzungen Stahlbetonbögen Widerlager 1 und 2  
(geplant)

**Datum der Ausführung:** 16.-17.11.2021

**Übersicht Bauteilöffnung:**  
Bauteilöffnung 1: Widerlager 2; Bogen  
Bauteilöffnung 2: Widerlager 1; Bogen

**Prüfer:** Herr Pöthig

**Bauteilöffnung 1: Spitzung Stahlbetonbogen, Widerlager 2**  
Maße = 36,0 cm x 36,0 cm (L x B)



Messbereich	Bauteil	Bemerkung	Stabart nach Oberfläche gerippt / glatt		Stabdurchmesser gemessen, Ø in mm	Betondeckung $c_{nom}$ in mm	Korrosionsgrad	
					Messwert		Einstufung	Materialabtrag
1	Stahlbetonbogen	Stahlkorrosion vorhanden	horizontal	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
			vertikal	1 = glatt 2 = glatt 3 = glatt	1 x 26 mm 1 x 19 mm 1 x 16 mm	23 mm 34 mm 22 mm	Stufe D Stufe D Stufe D	1 % 1 % 0 %
Stufe 0	Es liegen keine Hinweise auf Stahlkorrosion vor.							
Stufe A	Die Stahloberfläche ist weitgehend mit festhaftendem Zunder bedeckt, aber im Wesentlichen frei von Rost.							
Stufe B	In der Stahloberfläche zeigt sich eine beginnende Rostbildung, verbunden mit der Ablätterung von Zunder.							
Stufe C	Der Zunder lässt sich leicht abschaben und es liegen augenscheinlich ansatzweise Rostnarben auf.							
Stufe D	Augenscheinlich liegen massive Rostnarben vor.							
Rostgrade bewertet nach DIN EN ISO 8501-1 Rostgrade und Oberflächenvorbereitungsgrade von unbeschichteten Stahloberflächen und Stahloberflächen nach ganzflächigem Entfernen vorhandener Beschichtungen								

**Tabelle 4:** Zusammenstellung der Erkundungsergebnisse aus der Bauteilöffnung 1; Stahlbetonbogen Widerlager 2

**Bauteilöffnung 2: Spitzung Stahlbetonbogen, Widerlager 1,  
Maße = 36,0 cm x 30,0 cm (L x B)**



Messbereich	Bauteil	Bemerkung	Stabart nach Oberfläche gerippt / glatt		Stabdurchmesser gemessen, Ø in mm	Betondeckung $c_{nom}$ in mm	Korrosionsgrad	
					Messwert		Einstufung	Materialabtrag
2	Stahlbetonbogen	Stahlkorrosion vorhanden	horizontal	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
			vertikal	1 = glatt 2 = glatt	1 x 29,6 mm 1 x 15,2 mm	9 mm 12 mm	Stufe D Stufe D	1 % 1 %

Stufe 0	Es liegen keine Hinweise auf Stahlkorrosion vor.
Stufe A	Die Stahloberfläche ist weitgehend mit festhaftendem Zunder bedeckt, aber im Wesentlichen frei von Rost.
Stufe B	In der Stahloberfläche zeigt sich eine beginnende Rostbildung, verbunden mit der Abblätterung von Zunder.
Stufe C	Der Zunder lässt sich leicht abschaben und es liegen augenscheinlich ansatzweise Rostnarben auf.
Stufe D	Augenscheinlich liegen massive Rostnarben vor.
Rostgrade bewertet nach DIN EN ISO 8501-1 Rostgrade und Oberflächenvorbereitungsgrade von unbeschichteten Stahloberflächen und Stahloberflächen nach ganzflächigem Entfernen vorhandener Beschichtungen	

**Tabelle 5:** Zusammenstellung der Erkundungsergebnisse aus der Bauteilöffnung 3; Stahlbetonbogen Widerlager 1

## 5. Ermittlung der Karbonatisierungstiefen

**Prüfverfahren:**

DIN EN 14630:2007-01


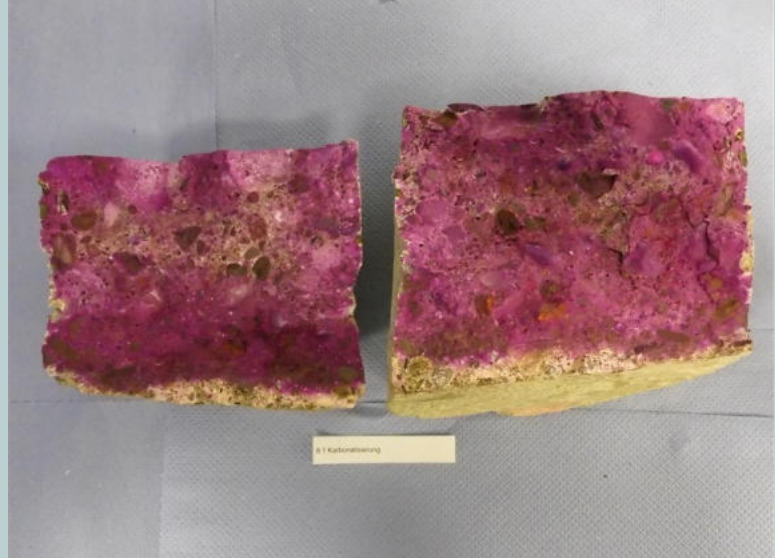
**Wesen des Prüfverfahrens:**

Frische Betonbruchflächen des zu untersuchenden Betons der entnommenen Bohrkernproben wurden mit einer Indikatorlösung aus Phenolphthalein besprüht. Nicht karbonatisierte Flächen färben sich rötlich-violett und der karbonatisierte Bereich bleibt dabei unverändert. Die Karbonatisierungstiefe ist der Abstand der verfärbten Zone bis zur Betontonaußenfläche in mm.



**Prüfziel:**

Ermittlung der Karbonatisierungstiefen an den Anfangsbohrkernen der jeweiligen Entnahmepunkte

Die festgestellten **Karbonatisierungstiefen** an den gespaltenen Bohrkernen **der Stahlbetonbögen variieren von 10,0 mm bis 23,0 mm.**

 <p>1.1 Karbonatisierung</p>	<p><b><u>KB 1, Stahlbetonbogen</u></b> <b><u>Widerlager 2</u></b></p> <p><b><u>Karbonatisierungstiefen:</u></b> <b><i>im Mittel 14 mm</i></b> <b><i>maximal 23 mm</i></b></p> <p><u>Anmerkung:</u> An der Stirnseite war ein Rissverlauf (Rissbreite 0,2 mm) aufzunehmen.</p> <p>vorhandene Bewehrung</p>
 <p>8.1 Karbonatisierung</p>	<p><b><u>KB 8, Stahlbetonbogen</u></b> <b><u>Widerlager 1</u></b></p> <p><b><u>Karbonatisierungstiefen:</u></b> <b><i>im Mittel 11 mm</i></b> <b><i>maximal 16 mm</i></b></p>

**Tabelle 6:** Karbonatisierungstiefen KB 1 und KB 8

	<p><b><u>KB 7, Stahlbetonbogen</u></b> <b><u>Scheitel, Gewölbe 3</u></b></p> <p><b><u>Karbonatisierungstiefen:</u></b> <b><u>Der karbonatisierte Bereich</u></b> <b><u>wird mit 0 mm angegeben.<sup>1)</sup></u></b></p> <p><b><u>Anmerkung:</u></b> Es handelt sich bei der Probe um das unterste entnehmbare Material auf der <u>oberen Seite</u> des <u>Stahlbetonbogens</u>.</p>
	<p><b><u>KB 5, Stahlbetonbogen</u></b> <b><u>Widerlager 1</u></b></p> <p><b><u>Karbonatisierungstiefen:</u></b> <b><u>im Mittel 10 mm</u></b> <b><u>maximal 14 mm</u></b></p> <p><b><u>Anmerkung:</u></b> vorhandene Bewehrung</p>

**Tabelle 7:** Karbonatisierungstiefen KB 1 und KB 8

Bei den Probekörpern handelt es sich um am Bauwerk entnommene Bohrkerne, die im Labor aufbereitet und gespalten wurden. Auf den in den Tabellen 6 und 7 dargestellten Bildern ist an den seitlichen Schnittflächen (Bohrkrone) und am oberen Bereich der Proben (lag in der Tiefe des Bauwerkes) ein „scheinbar“ karbonatisierter Bereich von 1 mm erkennbar. Dieser Bereich ist zu vernachlässigen, da die Proben bis zur Prüfung zwangsläufig atmosphärischer Luft ausgesetzt werden mussten und somit die Karbonatisierung beginnt/ fortschreitet. Dies hat jedoch keinen Einfluss auf die dargestellten Ergebnisse der Proben KB 1, KB 8 und KB 5, da hierbei wie vorgegeben, der oberflächennahe Bereich (Bauteilaußenseite) untersucht wurde.

<sup>1)</sup>Die Probe KB 7 ist gesondert zu werten. Diese stammt aus dem Bauwerksinneren und war im Gegensatz zu den anderen Proben sehr porös. Vor dem Spalten musste diese getrocknet werden. Unter Berücksichtigung der zuvor aufgeführten Ausführungen wurde der karbonatisierte Bereich mit 0 mm angegeben.

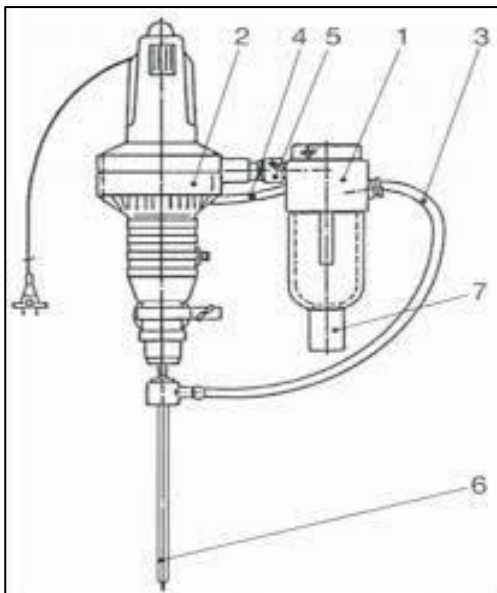
## 6. Chloridgehaltsbestimmung an Prüfstellen vom 16.06. bis 17.06.2021

### Verfahrensbeschreibung zur Entnahme von Bohrmehlproben:

Das Bohrmehlentnahmegerät Makita HR 2432 ist für die Bestimmung des Chloridgehaltes im Beton durch eine tiefenabhängige Entnahme von Bohrmehl am Bauwerk konzipiert. In der Regel wird das Bohrmehl in drei verschiedenen Tiefenzonen z.B. 0-2 cm, 2-4 cm und 4-6cm am belastenden Stahlbetonbauteil entnommen. Das Gerät erlaubt das kontrollierte Entnehmen des Bohrmehls durch einen Hohlbohrer mit Sauganschluss. Im Auffangbehälter wird das Bohrmehl in einem Zyklon von der Luft getrennt und in einem Probenbehälter gesammelt.

Die Beschriftung des Probenbehälters erfolgt umgehend nach der Entnahme der Bohrmehlprobe. Die Bohrmehlentnahme erfolgt zwingend im trockenem Untersuchungsbereich eines jeden Bauteils! Nach jeder Probenentnahme wird das Bohrmehlentnahmegerät mit Luft gespült, so dass eine Ergebnisverfälschung durch verschlepptes Bohrmehl ausgeschlossen werden kann.

Gerätespezifische Eigenschaften: Makita HR 2432 Elektronikbohrhammer  
Saugbohrer mit d= 20 mm



1. Bohrmehlabscheidegerät (Zyklon)
2. Bohrmaschine
3. Saugschlauch
4. Ausblasschlauch
5. Kupplung
6. Saugbohrer 20mm Ø
7. Probenbehälter

**Bild 1:** Systemdarstellung Bohrmehlentnahmegerät

### Anmerkung:

Die Bohrmehlproben wurden jeweils an den Stahlbetonbögen der beiden Widerlager nahe Bereichen mit Kalksinterbildung entnommen.

### 1. Auswertung der Bohrmehlproben vom 16.11. – 17.11.2021

Entnahmedatum der Bohrmehlproben:	16.11. – 17.11.2021
Baustelle:	Brücke über die Behre bei Ilfeld
Bauteil:	Stahlbetonbogen
Prüfzeitraum:	29.11.2021 – 21.12.2021
Prüfverfahren:	DIN EN 14629 (Chlorid an heißem HNO <sub>3</sub> -Extrakt)

Prüfhorizont	Probenbezeichnung	Lage des Prüfpunktes	Entnahmetiefe [mm]	Chloridgehalt bezogen auf Gesamtmasse Beton[M%]	Chloridgehalt bzgl. auf Zementmasse mit Annahme 14 % Zementgehalt [%]
Widerlager 1		Boden	0 – 20	0,00546	<b>0,039</b>
			20 – 40	0,00426	<b>0,030</b>
			40 – 60	0,00187	<b>0,013</b>
Widerlager 2		Boden	0 – 20	0,00568	<b>0,041</b>
			20 – 40	0,00576	<b>0,041</b>
			40 – 60	0,00576	<b>0,041</b>
KB7 Oberseite Stahlbetonbogen		Boden	0 – 20	0,00209	<b>0,015</b>
			20 – 40	0,00164	<b>0,012</b>
			40 – 60	0,00164	<b>0,012</b>

\* Entsprechend DIN EN 14 629: 2007 Bestimmung des Chloridgehaltes in Festbeton - Berechnung des Chloridgehaltes als Masseanteil des Zementes- "Bei Annahme des Zementgehaltes wird oft ein Zementgehalt von 14 % für die Berechnungen für einen typischen Normalbeton verwendet. Ein Beton mit 350 kg Zement je m<sup>3</sup> und einer Dichte von 2 400 kg/m<sup>3</sup> hat einen Zementgehalt von etwa 14 % (Masseanteil)".

### Bewertung der Prüfergebnisse Chloride vom 16.11. – 17.11.2021

Der nach den Richtlinien des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton als kritisch definierte Chloridgehalt (Schwellenwert) beträgt 0,5 [M %] bezogen auf den Zementgehalt im Beton (Annahme 14 % bei 350 kg/m<sup>3</sup> – entspricht der DIN EN 206-1). Der oben genannte Schwellenwert von 0,5 [M %] wurde bei den Proben deutlich unterschritten. Alle Prüfergebnisse liegen unterhalb einer als unkritisch zu definierenden Schwelle von 0,25 M% und sind grün dargestellt.

## 7. Bindemittelanalyse des Natursteinmörtels

Chemische Analyse des Mörtels zum Ausschluss von Unverträglichkeiten, Bindemittelanalyse, Mörtelzusammensetzung, wasserlösliche Schadsalze

Mit der Analyse wurde ein auf diesem Gebiet renommiertes Labor beauftragt (Fremdvergabe). Der vollständige Untersuchungsbericht (21315a/21; öko-control GmbH, Burgwall 13a in 39218 Schönebeck) befindet sich als Anlage 3 dieses Prüfberichtes. Als Resümee ist dem Untersuchungsbericht folgendes zu entnehmen:

*„Das Material besteht überwiegend aus Quarzsand als Zuschlag mit Feldspäten (Orthoklas, Albit) sowie Glimmer (Biotit) und tonigen Komponenten (Clinochlor) und Zement (Larnit) als Bindemittel. Die Probe zeigt geringe Ettringit- und Gipsgehalte.“*

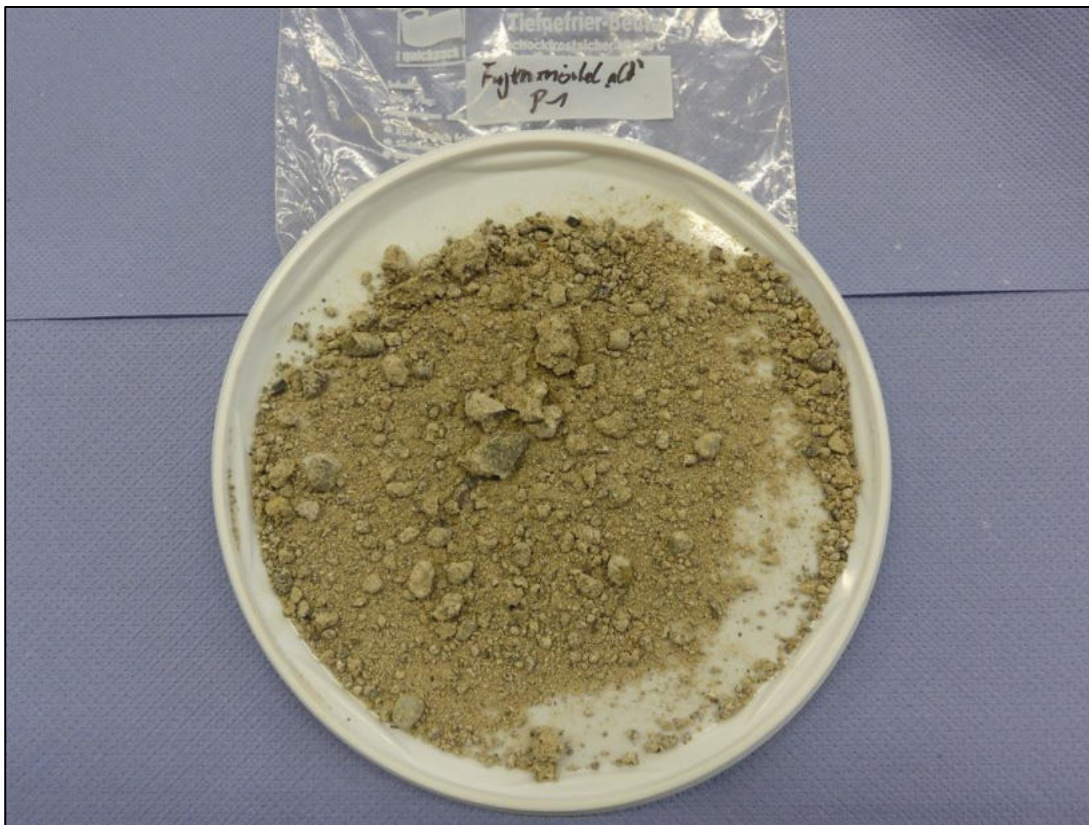
*„Bei der Mörtelprobe handelt es sich um ein zementgebundenes Bindemittel mit quarzitischen Zuschlägen bei normalen Sulfatgehalten.“*

*[Auszüge aus dem Untersuchungsbericht 21315a/21 der öko-control GmbH, in Schönebeck.]*

Die Probe (Bild 1) wurde dem Pfeiler 1 entnommen. Die Probenahmestelle ist in der Fotodokumentation (Bilder 11 und 12) ersichtlich.

Bei der Probenahme war festzustellen, dass die Fugen bis in einer Tiefe von 3 cm haptisch (beim händischen Aufstemmen) wesentlich höhere Festigkeiten aufwiesen als in der Tiefe. Auch die visuelle Kornabstufung des Fugenmaterials, oberflächennah (bis 3 cm) und in der Tiefe (> 3cm), ist unterschiedlich. Das Größtkorn im oberflächennahen Bereich wird visuell auf 2 mm, das in tieferen Lagen auf 8 mm geschätzt. Aufgrund dieser Erkenntnisse bestätigt sich die Vermutung, dass in der Vergangenheit die Fugen bereits einer Sanierung unterzogen wurden.

Für die Bindemittelanalyse wurde Fugenmaterial in einer Tiefe von 3 bis 10 cm entnommen.



**Bild 1:** Zur Untersuchung eingesandte Probe.

## 8. Abfalltechnische Untersuchungen

### 8.1 Abdichtung des Überbaus; Analyse PAK und PCB

Mit der Analyse wurde ein auf diesem Gebiet renommiertes Labor beauftragt (Fremdvergabe). Der vollständige Untersuchungsbericht (21-1675a vom 21.12.2021; öko-control GmbH, Burgwall 13a in 39218 Schönebeck) befindet sich als Anlage 4 dieses Prüfberichtes. Als Resümee ist dem Untersuchungsbericht folgendes zu entnehmen:

*„Die MP Dichtung , BK 7, Brücke über die Behre, Viadukt Ilfeld, Harzer Schmalspurbahnen, HSB, (21-1675a) ist mit PAK und Benzo(a)pyren weit oberhalb der Grenzwerte für eine Verwertungseignung nach Z2- Kriterien für Bauschutte nach LAGA 20 belastet.“*  
*[Auszug aus dem Untersuchungsbericht 21-1675a der öko-control GmbH, in Schönebeck.]*

Die Probe (Materialprobe der Dichtung mit Anhaftungen von Beton) wurde der Kernbohrung 7 (KB 7) entnommen (Bild.2). Es handelt sich hierbei um eine 6 mm starke Dichtungsschicht, die anscheinend flächig (vorkommend in allen Bohrungen des Überbaus) verlegt ist. Die Probe ist olfaktorisch auffällig und ist als stark stechend, teerartig beschreibbar.



**Bild 2:** Zur Untersuchung eingesandte Probe.

## **8.2 Überbau Auffüllmaterial, LAGA-Untersuchung M20 im Feststoff und im Eluat** Zuordnung des Mineralischen Abfalls in Klassen

Mit der Analyse wurde ein auf diesem Gebiet renommiertes Labor beauftragt (Fremdvergabe). Der vollständige Untersuchungsbericht (21-1675c vom 21.12.2021; öko-control GmbH, Burgwall 13a in 39218 Schönebeck) befindet sich als Anlage 4 dieses Prüfberichtes. Als Resümee ist dem Untersuchungsbericht folgendes zu entnehmen:

*„Die MP Beton, BK 7, Brücke über die Behre, Viadukt Ilfeld, Harzer Schmalspurbahnen, HSB, (21-1675c) ist im Feststoff durch MKW- Einträge (Z2) auffällig. Weiterhin wurde im Eluat ein matrixbedingt erhöhter pH-Wert, eine durch carbonatisierbare Alkalitätsanteile gesteigerte nichteinstufungsrelevante elektrische Leitfähigkeit sowie lösliche Chromgehalte im Bereich (Z2) festgestellt. Damit entspricht das Prüfgut den Verwendungskriterien Z2 für Bauschutte nach LAGA 20“.*

*[Auszug aus dem Untersuchungsbericht 21-1675c der öko-control GmbH, in Schönebeck.]*

Bei der untersuchten Probe handelte es sich um den unteren Bereich des Kernsegmentes KB 7.2 der Kernbohrung 7.

## **9. Schlussfolgerung**

Die vorstehenden Bewertungen und Hinweise erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit und beziehen sich ausschließlich auf die erkundeten Bereiche und beauftragten Leistungen. Sie dienen der Erweiterung und Präzisierung bereits vorhandener Erkenntnisse. Die Prüfungen wurden nach den derzeit gültigen Regelwerken und dem Stand der Technik ausgeführt. Die Erkundungen vor Ort erfolgten nach Vorgabe an repräsentativen Stellen des Bauwerkes. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass außerhalb der erkundeten Bereiche andere Verhältnisse angetroffen werden, die Planungsänderungen zur Folge haben können.

# Anlage 1

## Zeichnung

### Lage der Kernbohrungen

bestehend aus insgesamt 1 Seite

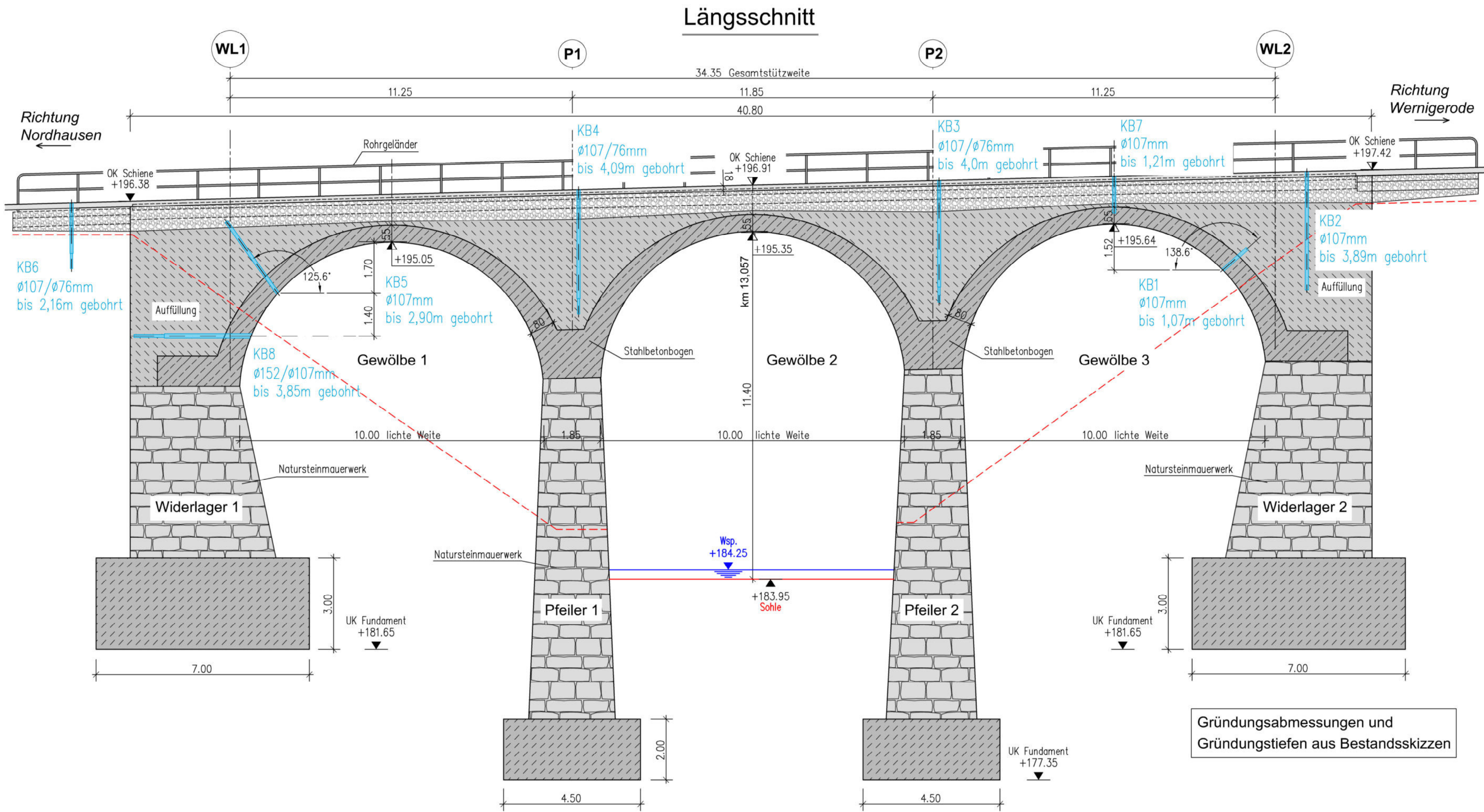
Erkundungsstelle 6



Erkundungsstelle 4



Tiefe Erkundungsbohrung 4



Gründungsabmessungen und Gründungstiefen aus Bestandsskizzen

Erkundungsstelle 3



Tiefe Erkundungsbohrung 3



Erkundungsstelle 7



Tiefe Erkundungsbohrung 7



Erkundungsstelle 2



Tiefe Erkundungsbohrung 2



**Plangrundlage:**

Baumaßnahme: Instandsetzung der Berebrücke bei Ilfeld  
 Erstellt durch: Ingenieurbüro KLEB GmbH  
 Gustav - Freytag - Straße 29  
 99096 Erfurt  
 Stand: Juli 2021

**Hinweis:**  
 Tiefenangabe der Kernbohrungen 2,3,4,6 und 7 beziehen sich auf OK Stahlbetonbalken (Geländerbefestigung)

Nordhäuser Bauprüfungsinstitut GmbH Ingenieurbüro und Baustoffprüflabor		Harzer Schmalspurbahnen GmbH Friedrichstraße 151 38855 Wernigerode Tel.: 03943/558 0	
Datum: 13.12.2021 Name: Pöthig		Übersichtsplan Lage Erkundungsbohrungen	
Bearbeitet: 14.12.2021 Name: Kuhfahl		Berebrücke bei Ilfeld Strecke Nordhausen – Wernigerode	
Geprüft: 14.12.2021 Name: Pöthig		Ansicht aus Richtung Oberwasser	
Format: 297x985		Blatt	
Maßstab: 1:100		Anlage	
Zust./Änderung Datum Name SOFICAD-Pfad: D:\Alter Rechner\S.Kuhfahl\NBI\Steffen\HSB_Brücke			

## **Anlage 2**

# **Druckfestigkeitsprüfungen**

- Konglomerat/ Beton: **Prüfbericht- Nr.: 827/2021/B**
- Stahlbetonbogen/ Beton: **Prüfbericht- Nr.: 828/2021/B**

bestehend aus insgesamt 2 Seiten

## Prüfung von Beton in Bauwerken Bohrkernproben

Herstellung, Untersuchung und Prüfung der Druckfestigkeit  
nach DIN EN 12504-1: 2021-02

Druckfestigkeit von Probekörpern DIN EN 12390-3: 2019-10



### Prüfbericht- Nr.: 827/2021/B

Auftraggeber: Harzer Schmalspurbahnen GmbH  
Entnahmedatum d. Bohrkern: 16.11.-18.11.2021  
Herstellungsdatum: unbekannt  
Anlieferungsdatum: 16.11.-18.11.2021  
Tag der Prüfung: 26.11.2021

Baustelle: Brücke über die Bere bei Ilfeld  
Bauteil: Stahlbetonbögen  
geforderte Festigkeitsklasse: o. A.  
Prüfalter in Tagen: o.A.

Einzelbezeichnung der Bohrkern		KB 1, Segment 1.1		KB 5, Segment 5.1		KB 7, Segment 7.5							
visuelle Besonderheiten		Stahlbeton / Konglomerat		Stahlbeton / Konglomerat		Konglomerat / Stahlbeton							
Größtkorn der Gesteinskörnung		16 mm		16 mm		16 mm							
Bohrkern- durchmesser d <sub>m</sub> [mm]	oberer Viertelpunkt	1	2	99,1	99,0	98,8	99,0	99,1	98,8	99,6	99,6	99,6	
	halbe Kernlänge	1	2	98,3	98,5	98,8	98,5	98,8	98,8	99,5	99,6	99,6	
	unterer Viertelpunkt	1	2	99,0	99,0	98,8	98,9	98,5	98,8	99,6	99,5	99,6	
Bohrkernlänge min/max [mm]		480		520		175		220		235		270	
Anzahl der Bewehrungsstähe		1		1		-		-		-		-	
Durchmesser der Stähle [mm]		16		16		-		-		-		-	
Lage der Stähle im Bohrkern bei Anlieferung [mm]		49		28		-		-		-		-	
Lagerung	Wasser	Tage/C°		-		-		-		-		-	
	abged. Behälter <sup>1)</sup>	Tage/C°		8 / 20		9 / 20		10 / 20		10 / 20		10 / 20	
Verfahren zur Probenvorbereitung <sup>2)</sup>		1, 3		1, 3		1, 3		1, 3		1, 3		1, 3	
Lage der Stähle <sup>3)</sup> im Probekörper nach der Probenvorbereitung [mm]		-		-		-		-		-		-	
Masse Probekörper/ Masse Stahl [g]		1810,5 / -		1754,9 / -		1712,8 / -		-		-		-	
Durchmesser des Probekörpers d, Mittelwert aus je 3 Einzelmessungen an den Enden ermittelt [mm]		98,3		98,5		99,5		-		-		-	
Höhe des Probekörpers h, Mittelwert aus je 3 Einzelmessungen gleichmäßig verteilt auf der Mantelfläche ermittelt [mm]		102,3		101,9		102,7		-		-		-	
Verhältnis Länge/Durchmesser des Probekörpers		1 / 1		1 / 1		1 / 1		-		-		-	
Druckfläche A= (π·d²)/ 4 [mm²]		7584,585		7613,941		7758,455		-		-		-	
Volumen des Probekörpers [m³ · 10 <sup>-3</sup> ]		0,7762		0,7763		0,7990		-		-		-	
Rohdichte Beton des Probekörpers <sup>4)</sup> [kg/m³]		2330		2260		2260		-		-		-	
Feuchtezustand der Oberfläche zum Prüfzeitpunkt		trocken		trocken		trocken		-		-		-	
Bruchkraft [kN]		231,7		209,0		226,3		-		-		-	
Druckfestigkeit f <sub>is</sub> = F/ A [N/mm²]		30,5		27,4		29,1		-		-		-	
Mittelwert der Druckfestigkeit f <sub>m, is</sub> [N/mm²]		30,5		27,4		29,1		-		-		-	

<sup>1)</sup> abgedichteter Behälter z.B. versiegelter Polyethylenbeutel

<sup>2)</sup> z.B. 1-Schneiden, 2-Abgleichen, 3-Schleifen

<sup>3)</sup> Maß vom oberen Ende des Probekörpers bis zum Mittelpunkt des sichtbaren Stahls [mm]

<sup>4)</sup> Für die Berechnung der Rohdichte sind 2/3 der Masse des Stahls von der Probekörpermasse abzuziehen.

Bemerkungen:

Nordhausen, 01.12.2021

Herr Pöthig

Ort, Datum

Prüfer



Stempel Prüfstelle / Unterschrift Prüfstellenleiter

## Prüfung von Beton in Bauwerken Bohrkernproben

Herstellung, Untersuchung und Prüfung der Druckfestigkeit  
nach DIN EN 12504-1: 2021-02

Druckfestigkeit von Probekörpern DIN EN 12390-3: 2019-10



### Prüfbericht- Nr.: 828/2021/B

Auftraggeber: Harzer Schmalspurbahnen GmbH  
Entnahmedatum d. Bohrkerns: 15.11.-18.11.2021  
Herstellungsdatum: unbekannt  
Anlieferungsdatum: 15.11.-18.11.2021  
Tag der Prüfung: 26.11.2021

Baustelle: Brücke über die Bere bei Ilfeld  
Bauteil: Hinterfüllmaterial (Beton)  
geforderte Festigkeitsklasse: o. A.  
Prüfalter in Tagen: o.A.

Bohrkern		Einzelbezeichnung der Bohrkerns				KB 2, Segment 2.4		KB 4, Segment 4.13			KB 8, Segment 8.8		
		visuelle Besonderheiten				Konglomerat		Konglomerat			Konglomerat		
		Größtkorn der Gesteinskörnung				16 mm		16 mm			16 mm		
Bohrkern- durchmesser d <sub>m</sub> [mm]	oberer Viertelpunkt	1	2	98,8	98,8	98,7	99,0	99,0	98,9	150,1	150,1	150,1	
	halbe Kernlänge	1	2	98,6	98,6		98,8	98,8		150,0	150,0		
	unterer Viertelpunkt	1	2	98,8	98,8		98,9	98,8		150,1	150,1		
		Bohrkernlänge min/max [mm]				115	140	110	150	393	420		
		Anzahl der Bewehrungsstäbe				-		-			-		
		Durchmesser der Stähle [mm]				-		-			-		
		Lage der Stähle im Bohrkern bei Anlieferung [mm]				-		-			-		
Probekörper	Lagerung	Wasser Tage/C°		-		-		-			-		
		abged. Behälter <sup>1)</sup> Tage/C°		10 / 20		11 / 20		9 / 20					
			Verfahren zur Probenvorbereitung <sup>2)</sup>				1, 3		1, 3			1, 3	
			Lage der Stähle <sup>3)</sup> im Probekörper nach der Probenvorbereitung [mm]				-		-			-	
			Masse Probekörper/ Masse Stahl [g]				1631,3 / -		1722,4 / -			1600,8 / -	
			Durchmesser des Probekörpers d, Mittelwert aus je 3 Einzelmessungen an den Enden ermittelt [mm]				98,8		98,9			99,3	
			Höhe des Probekörpers h, Mittelwert aus je 3 Einzelmessungen gleichmäßig verteilt auf der Mantelfläche ermittelt [mm]				102,6		101,6			101,5	
			Verhältnis Länge/Durchmesser des Probekörpers				1 / 1		1 / 1			1 / 1	
			Druckfläche A= (π·d²)/ 4 [mm²]				7665,065		7674,378			7738,172	
			Volumen des Probekörpers [m³ · 10 <sup>-3</sup> ]				0,7865		0,787			0,7854	
		Rohdichte Beton des Probekörpers <sup>4)</sup> [kg/m³]				2070		2190			2040		
		Feuchtezustand der Oberfläche zum Prüfzeitpunkt				trocken		trocken			trocken		
		Bruchkraft [kN]				193,6		203,6			158,1		
		Druckfestigkeit f <sub>is</sub> = F / A [N/mm²]				25,3		26,5			20,4		
		Mittelwert der Druckfestigkeit f <sub>m,ls</sub> [N/mm²]						24,1					

<sup>1)</sup> abgedichteter Behälter z.B. versiegelter Polyethylenbeutel

<sup>2)</sup> z.B. 1-Schneiden, 2-Abgleichen, 3-Schleifen

<sup>3)</sup> Maß vom oberen Ende des Probekörpers bis zum Mittelpunkt des sichtbaren Stahls [mm]

<sup>4)</sup> Für die Berechnung der Rohdichte sind 2/3 der Masse des Stahls von der Probekörpermasse abzuziehen.

#### Bemerkungen:

Zur besseren Vergleichbarkeit wurde bei dem Segment 8.8 (Durchmesser 150 mm) der entsprechende Probekörper mit Durchmesser 100 mm im Labor ausgebohrt.

Nordhausen, 01.12.2021 Herr Pöthig

Ort, Datum Prüfer



Stempel Prüfstelle / Unterschrift Prüfstellenleiter



# **Anlage 3**

## **Mörtelprobe Natursteinmauerwerk**

### **Bindemittelanalyse**

**Untersuchungsbericht 21315a/21**

bestehend aus insgesamt 5 Seiten

# UNTERSUCHUNGSBERICHT

**21315a/21**

Materialuntersuchungen

**Baustoffprobe**

Mörtelprobe - Viadukt Ilfeld

Auftrag vom 29.11.21

Auftraggeber:

**öko-control GmbH**  
Burgwall 13a  
**39218 SCHÖNEBECK**  
Herr W. Stump

Auftragnehmer:

**mpa - Labor für Materialprüfung und -  
analyse GmbH**  
Plaußiger Dorfstraße 12  
04349 LEIPZIG  
Tel.: 034298/30 270  
info@mpalabor.de

Datum:

**16.12.21**



## 1. Zielstellung

Vom Auftraggeber wurde 1 Probe zu stofflichen Untersuchungen entsprechend der Aufgabenstellung übergeben.

Probenbezeichnung: 21-1675b Mörtelprobe - Viadukt Illfeld

## 2. Untersuchungsmethoden

Die mikrochemischen Untersuchungen erfolgten mittels EDX-Noran System Six mit einem Ultradry - Detektor an der getrockneten und aufgemahlene Originalprobe. Es handelt sich dabei um ein energiedispersives standardloses Mikroanalyseverfahren (Punktanalysen), gekoppelt an ein Rasterelektronenmikroskop Jeol JSM-IT 100. Durch die Messmethodik können punktuelle Abweichungen von der tatsächlichen Gesamtzusammensetzung auftreten, die durch Mehrfachmessungen unterschiedlicher Probenbereiche relativiert werden können (NWG bei ca. 0,05 M.-%).

Der qualitative mineralogische Phasenbestand wurde mit dem Diffraktometer BRUKER D2 Phaser mit Cu-Strahlung im 2-Theta-Bereich von 8 bis 60 ° an den gleichen Probenbereichen ermittelt (NWG bei ca. 0,5 M.-%).

## 3. Ergebnisse

### (a) Chemische Untersuchungen

Parameter	Mörtelprobe 1 21-1675b (s. Seite 4)
Na <sub>2</sub> O	0,92
MgO	2,66
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,00
SiO <sub>2</sub>	41,16
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-
SO <sub>3</sub>	1,65
Cl	-
K <sub>2</sub> O	2,77
CaO	35,63
TiO <sub>2</sub>	0,56
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,67

Tabelle 1: Chemische Analysen [EDX] in M.-% (- bedeutet < NWG)

(b) Mineralogische Untersuchungen

⇒ 21-1675b Mörtelprobe - Viadukt Illfeld

mpa - Labor für Materialprüfung und -analyse GmbH

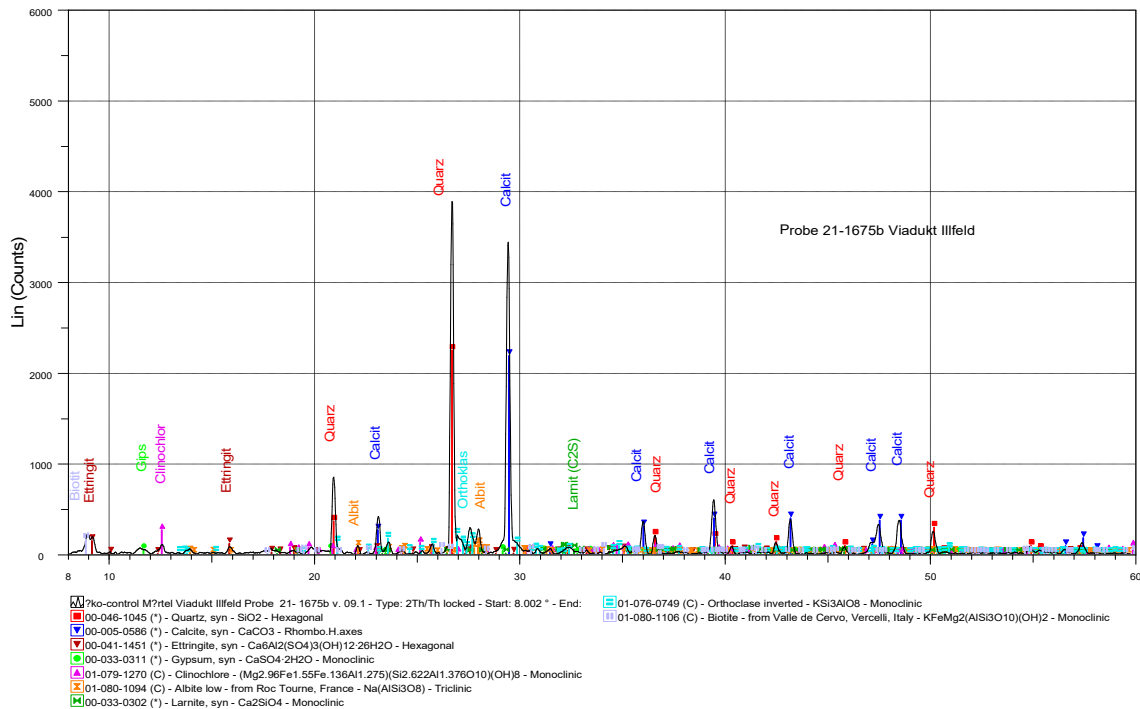


Diagramm 1: Diffraktogramm

Mörtelprobe Viadukt Illfeld 21-1675b	
Mineralphasen	Chemische Formel
Quarz	$SiO_2$
Calcit	$CaCO_3$
Ettringit	$Ca_6Al_2(SO_4)_3(OH)_{12} \cdot 26H_2O$
Orthoklas	$KAlSi_3O_8$
Albit	$NaAlSi_3O_8$
Clinochlor	$(Mg, Fe)_6(Si, Al)_4O_{10}(OH)_8$
Biotit	$KMg_3(Si_3Al)O_{10}(OH)_2$
Gips	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
Dicalciumsilikat (Larnit)	$Ca_2SiO_4 (C_2S)$

Tabelle 2: Mineralogischer Phasenbestand

⇒ **Fazit:** Das Material besteht überwiegend aus Quarzsand als Zuschlag mit Feldspäten (Orthoklas, Albit) sowie Glimmer (Biotit) und tonigen Komponenten (Clinochlor) und Zement (Larnit) als Bindemittel. Die Probe zeigt geringe Ettringit- und Gipsgehalte.

#### 4. Zusammenfassung

Bei der Mörtelprobe handelt es sich um ein zementgebundenes Bindemittel mit quarzitischen Zuschlägen bei normalen Sulfatgehalten.

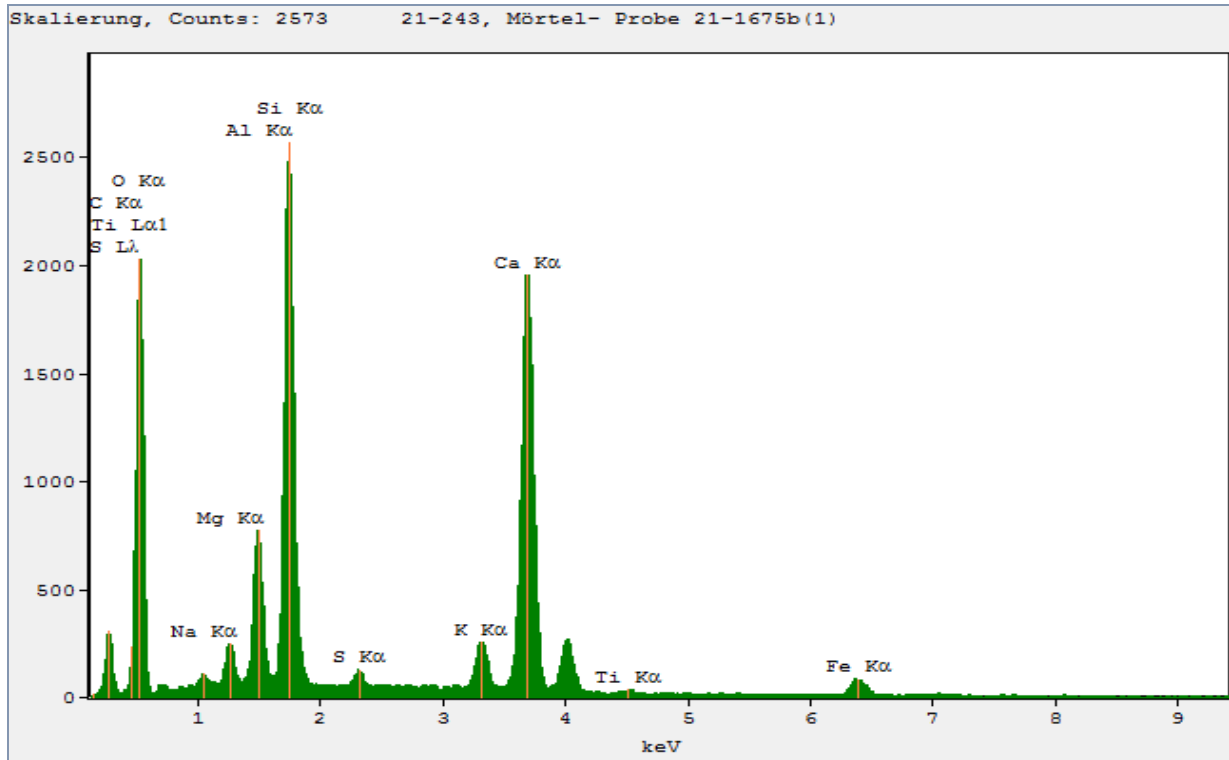
Die mitgeteilten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Probenmaterial.

**mpa - Labor für Materialprüfung und -analyse GmbH**



i.A. Dr. M. Werner





Live Time: 100.0 sec.

Thu Dec 09 2021

Filter-Anpassung    Chi 2:1.173

Korrekturmethode:Proza (Phi-Rho-Z)

Beschl.Spannung: 20.0 kV    Abnahmewinkel: 35.0 Grad.

**Quantitative Results      21-243, Mörtel- Probe 21-1675b**

Element Line	Net Counts	K-Ratio	ZAF	Atom %	Parameter	Gew.-%
O K	13676	---	6.597	59.42	---	---
Na K	412	0.00	3.122	0.68	Na2O	0.92
Mg K	1461	0.02	2.126	1.52	MgO	2.66
Al K	6219	0.07	1.717	4.53	Al2O3	10.00
Si K	23923	0.29	1.496	15.82	SiO2	41.16
S K	856	0.01	1.405	0.47	SO3	1.65
K K	2559	0.05	1.144	1.36	K2O	2.77
Ca K	25245	0.50	1.139	14.67	CaO	35.63
Ti K	220	0.01	1.309	0.16	TiO2	0.56
Fe K	1373	0.06	1.222	1.35	Fe2O3	4.67
<b>Total</b>				100.00		100.00



# **Anlage 4**

## **Abfalltechnische Untersuchungen**

**Dichtungsmaterial**                      **Prüfbericht 21-1675a**

**Beton**                                      **Prüfbericht 21-1675c**

bestehend aus insgesamt 3 Seiten

- Auftraggeber:** Nordhäuser Bauprüfinstitut GmbH  
Industrieweg 2a  
99734 Nordhausen  
nbi@n-b-i.de; Chris.Ostmann@n-b-i.de
- Probenahme:** Viadukt Ilfeld, Harzer Schmalspurbahnen (HSB) durch AG
- Probeneingang:** 29.11.2021
- Prüfzeitraum:** 29.11.2021 – 21.12.2021
- Prüfgegenstand:** 1x Materialprobe Dichtung, BK 7, Brücke über die Behre, Viadukt Ilfeld, Harzer Schmalspurbahnen, HSB, (21-1675a)
- Prüfziel:** PAK und PCB-Gehalte in Relation zur LAGA 20 „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial“, Stand: 05.11.2004, Tabellen II.1.4-5 und II.1.4-6, Feststoff/Eluat für Recyclingbaustoffe/nicht aufbereiteter Bauschutt
- Prüfverfahren:** DIN ISO 18287 (05/2006), PAK  
DIN EN 15308 (05/2008), PCB

Die angewandten Messverfahren entsprechen geltenden Normen oder sind als Hausvorschriften hinterlegt. Die auszugsweise Vervielfältigung oder sonstige Art der teilweisen Wiedergabe des Prüfberichtes ist nur mit Zustimmung des Auftrag nehmenden Labors gestattet. Der Prüfbericht bezieht sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand.

**Prüfergebnisse:** Dichtung, BK 7, Brücke über die Behre, BVH: Viadukt Ilfeld, HSB

	Einheit	21-1675a Dichtung, BK 7	Zuordnungswerte LAGA 20, Tab. II.1.4-5 Recyclingbaustoffe/nicht aufbereiteter Bauschutt			
			Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
<b>Feststoff</b>		95,15				
Bestandteile*		Dichtung				
Färbung*		schwarz				
Geruch*		teerartig				
ΣPAK (EPA)	mg/kg	<b>14.413</b>	1	5	15 (50) <sup>3)</sup>	75 (100) <sup>3)</sup>
Benzo(a)pyren	mg/kg	<b>425,1</b>				
PCB	mg/kg	< 0,02	0,02	0,1	0,5	1

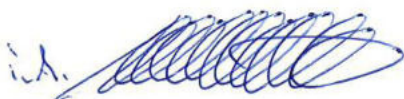
n.n. – nicht nachweisbar; n.b. – nicht bestimmt; Werte mit < liegen unter der Bestimmungsgrenze des jeweiligen Parameters

\* Nicht akkreditiertes Prüfverfahren

<sup>3)</sup> Im Einzelfall kann bis zu den in Klammern genannten Werten abgewichen werden

### Bewertung der Prüfergebnisse:

Die MP Dichtung, BK 7, Brücke über die Behre, Viadukt Ilfeld, Harzer Schmalspurbahnen, HSB, (21-1675a) ist mit PAK und Benzo(a)pyren weit oberhalb der Grenzwerte für eine Verwertungseignung nach Z 2- Kriterien für Bauschutte nach LAGA 20 belastet.



Wolfgang Stump, Laborleiter

<b>Auftraggeber:</b>	Nordhäuser Bauprüfinstitut GmbH Industrieweg 2a 99734 Nordhausen nbi@n-b-i.de; Chris.Ostmann@n-b-i.de
<b>Probenahme:</b>	Viadukt Ilfeld, Harzer Schmalspurbahnen (HSB) durch AG
<b>Probeneingang:</b>	29.11.2021
<b>Prüfzeitraum:</b>	29.11.2021 – 21.12.2021
<b>Prüfgegenstand:</b>	1x Materialmischprobe Beton, BK 7, Brücke über die Behre, Viadukt Ilfeld, Harzer Schmalspurbahnen, HSB, (21-1675c)
<b>Prüfziel:</b>	Prüfung nach LAGA 20 „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial“, Stand: 05.11.2004, Tabellen II.1.4-5 und II.1.4-6, Feststoff/Eluat für Recyclingbaustoffe/nicht aufbereiteter Bauschutt
<b>Prüfverfahren:</b>	DIN EN 14346 (03/2007), Trockensubstanz DIN EN 14039 (01/2005-01) in Verbindung mit LAGA KW/04, MKW DIN 38414-17 (01/2017), EOX DIN ISO 18287 (05/2006), PAK DIN EN 15308 (05/2008), PCB DIN EN 13657 (01/2003), Königswasseraufschluss DIN EN ISO 11885 (09/2009), Metalle DIN ISO 11047 (05/2003-05), Cadmium DIN EN ISO 12846 (08/2012), Quecksilber DIN EN 12457-4 (01/2003), Eluatherstellung DIN 38404-5 (07/2009), pH-Wert DIN EN 27888 (11/1993), elektrische Leitfähigkeit DIN EN ISO 10304-1 (07/2009), Chlorid, Sulfat

Die angewandten Messverfahren entsprechen geltenden Normen oder sind als Hausvorschriften hinterlegt. Die auszugsweise Vervielfältigung oder sonstige Art der teilweisen Wiedergabe des Prüfberichtes ist nur mit Zustimmung des Auftrag nehmenden Labors gestattet. Der Prüfbericht bezieht sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand.

**Prüfergebnisse:** MP Beton, BK 7, Brücke über die Behre, BVH: Viadukt Ilfeld, HSB

Einheit	21-1675c MP Beton, BK 7	Zuordnungswerte LAGA 20, Tab. II.1.4-5 und II.1.4-6				
		Recyclingbaustoffe/nicht aufbereiteter Bauschutt				
Feststoff		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	
Bestandteile*	Beton					
Färbung*	grau					
Geruch*	zementartig					
Arsen <sup>2)</sup>	mg/kg	5,81	20			
Blei <sup>2)</sup>	mg/kg	5,86	100			
Cadmium <sup>2)</sup>	mg/kg	< 0,1	0,6			
Chrom (gesamt) <sup>2)</sup>	mg/kg	22,5	50			
Kupfer <sup>2)</sup>	mg/kg	22,1	40			
Nickel <sup>2)</sup>	mg/kg	13,0	40			
Quecksilber <sup>2)</sup>	mg/kg	< 0,1	0,3			
Zink <sup>2)</sup>	mg/kg	47,0	120			
ΣMKW C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub>	mg/kg	<b>556,1</b>	100	300 <sup>1)</sup>	500 <sup>1)</sup>	1000 <sup>1)</sup>
Mobile MKW C <sub>10</sub> -C <sub>22</sub>	mg/kg	56,0				
ΣPAK (EPA)	mg/kg	< 0,34	1	5	15 (50) <sup>3)</sup>	75 (100) <sup>3)</sup>
Benzo(a)pyren	mg/kg	< 0,03				
EOX*	mg/kg	0,21	1	3	5	10
PCB	mg/kg	< 0,01	0,02	0,1	0,5	1
<b>Eluat</b>			<b>Z 0/Z 0*</b>	<b>Z 1.1</b>	<b>Z 1.2</b>	<b>Z 2</b>
Färbung*		farblos				
Trübung*		Klar				
Geruch*		unspezifisch				
pH-Wert		<b>11,9</b>	6,5-9,5	6,5-9,5	6,0-12	5,5-12
Elektr. Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	<b>2.640</b>	250	250	1500	2000
Chlorid	mg/l	1,01	30	30	50	100 (300)
Sulfat	mg/l	11,9	20	20	50	200
Arsen	µg/l	< 10	14	14	20	60
Blei	µg/l	< 10	40	40	80	200
Cadmium	µg/l	< 0,3	1,5	1,5	3	6
Chrom (gesamt)	µg/l	<b>33,0</b>	12,5	12,5	25	60
Kupfer	µg/l	< 10	20	20	60	100
Nickel	µg/l	< 10	15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink	µg/l	< 100	150	150	200	600

n.n. – nicht nachweisbar; n.b. – nicht bestimmt; Werte mit < liegen unter der Bestimmungsgrenze des jeweiligen Parameters

\* Nicht akkreditiertes Prüfverfahren


<sup>1)</sup> nicht erforderlich, wenn die Feststoffwerte bei eindeutig zuzuordnenden Bodenarten ≤ Z 0 sind

<sup>2)</sup> nur bei Bodenarten mit mineralischen Fremdbestandteilen sowie Baggergut aus Gewässern mit erhöhten Salzgehalten erforderlich

<sup>3)</sup> Im Einzelfall kann bis zu den in Klammern genannten Werten abgewichen werden

### Bewertung der Prüfergebnisse:

Die MP Beton, BK 7, Brücke über die Behre, Viadukt Ilfeld, Harzer Schmalspurbahnen, HSB, (21-1675c) ist im Feststoff durch MKW- Einträge (Z 2) auffällig. Weiterhin wurde im Eluat ein matrixbedingt erhöhter pH-Wert, eine durch carbonatisierbare Alkalitätsanteile gesteigerte nichteinstufungsrelevante elektrische Leitfähigkeit sowie lösliche Chromgehalte im Bereich (Z 2) festgestellt. Damit entspricht das Prüfgut den Verwertungskriterien Z 2 für Bauschutte nach LAGA 20.

  
Wolfgang Stump, Laborleiter



# **Anlage 5**

## **Fotodokumentation**

### **Darstellung der Untersuchungsarbeiten**

bestehend aus insgesamt 6 Seiten

## Brücke über die Behre bei Ilfeld



**Bild 1:** Kernbohrarbeiten am Überbau



**Bild 2:** Hier beispielhafte Vorort-Situation für (KB 2 bis KB 4 und KB 7). Gut sichtbar der mit Ziegeln ausgekleidete Trog.



**Bild 3:** Lage der Dichtung, beispielhaft für KB 2 bis KB 4 und KB 7



**Bild 4:** Setzung der Flügelwand gegenüber der Brücke, Richtung Nordhausen bei KB 6



**Bild 5:** Setzungserscheinung an der gegenüberliegenden Flügelwand.  
Gilt ebenfalls für beide Flügelwände in Richtung Eisfelder Talmühle.



**Bild 6:** KB 6 auf Flügelwand.



**Bild 7:** Widerlager 1, Ansicht auf die Beprobungsstellen



**Bild 8:** Widerlager 1, mit Instandsetzungsmörtel verschlossene Beprobungsstellen



**Bild 9:** Widerlager 2, Ansicht auf die Beprobungsstellen



**Bild 10:** Widerlager 2, mit Instandsetzungsmörtel verschlossene Beprobungsstellen



**Bild 11:** Pfeiler 1, Lage der Probenahmestelle für die Bindemittelanalyse



**Bild 12:** Pfeiler 1, Probenahmestelle für Bindemittelanalyse