



Ingenieurgesellschaft der
Bauwerkserhaltung mbH
Bad Waldsee • Kempten

Firmensitz:
Robert-Bosch-Straße 9
88339 Bad Waldsee
Telefon: 07524 9726-40
Telefax: 07524 9726-49
Email: info@igb-sued.de

Zweigniederlassung Kempten
Wartenseestraße 6
87435 Kempten
Telefon 0831 52153-0
Telefax 0831 52153-20

In Kooperation mit:



Untersuchungsbericht

Zustandsbeschreibung – Schadensanalyse

Projekt: B10612
Stützbauwerk BW 7524526 Sonderbucher Steige
Blaubeuren

Auftraggeber: Landratsamt Alb-Donau-Kreis
Fachbereich Straßen
Schillerstraße 30, 89077 Ulm

Fertigung: 1

Bearbeiter: Marco Haußmann, B.Eng.
Dipl.-Ing. (FH) Matthias Fischer, MBA

Datum: 07.06.2022

aufgestellt:

Ingenieurgesellschaft der Bauwerkserhaltung mbH
Robert-Bosch-Straße 9
88339 Bad Waldsee



Inhaltsverzeichnis

1.	AUFTRAG UND GRUNDLAGEN	3
1.1	BAUBESCHREIBUNG	3
2.	BAUWERKSUNTERSUCHUNG	5
2.1	ZUSTANDSBESCHREIBUNG	5
2.2	BETONTECHNOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN	10
2.3	ÜBERBLICK PRÜFSTELLEN	10
2.4	BETONDECKUNG	11
2.5	OBERFLÄCHENZUGFESTIGKEIT	13
2.6	BETONDRUCKFESTIGKEIT	15
2.7	BOHRKERNENTNAHME	16
2.8	BELAGSÖFFNUNGEN	19
2.9	SCHADSTOFFGEHALT BESCHICHTUNG	21
3.	BEWERTUNG UND SCHADENSANALYSE	22
3.1	GEWÖLBE	22
3.2	STÜTZWAND	22
3.3	BRÜSTUNG	23
3.4	FAHRBAHN	23
4.	ERKLÄRUNG	24
5.	ANHANG	25
A1.	PRÜFPLAN	25
A2.	EINORDNUNG ALTBETONKLASSEN	26
A3.	ERGÄNZENDE BILDER	27
A4.	SCHADSTOFFE	31
A5.	VERWENDETE REGELWERKE	32

1. Auftrag und Grundlagen

Die Ingenieurgesellschaft der Bauwerkserhaltung mbH wurde vom Landratsamt Alb-Donau-Kreis beauftragt, das untere Stützbauwerk der Sonderbucher Steige (BW 7524 526) auf dessen Erhaltungszustand zu prüfen.

1.1 Baubeschreibung

Bei dem in den Jahren 1894 und 1895 errichteten Bauwerk handelt es sich um ein Stützbauwerk entlang der Sonderbucher Steige in Blaubeuren, welche die Kernstadt mit dem Stadtteil Sonderbuch verbindet. Das Bauwerk ist dabei mit Aussteifungsstützen/ Stützwänden und abschnittsweise mit Gewölben zwischen den Stützen versehen. Das Stützbauwerk besteht aus unbewehrtem Kalk-Splittbeton und wurde nachträglich mit einer Spritzbetonschale versehen. Das Bauwerk wurde laut Bauwerksbuch in die Brückenklasse 30 nach DIN 1072 eingeordnet. Ein entsprechender statischer Nachweis hierzu liegt nicht vor.

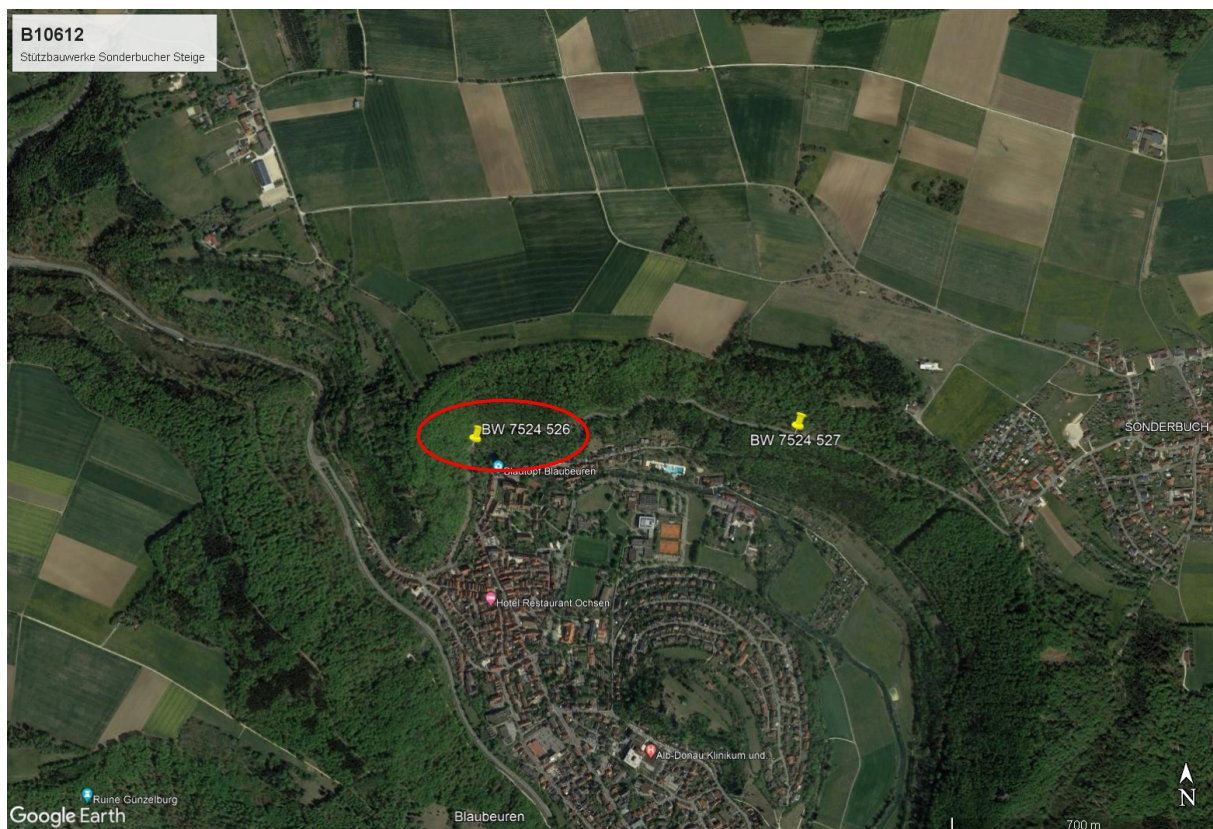


Abbildung 1: Lageplan Stützbauwerk Sonderbucher Steige

© Google Earth Pro



Abbildung 2: Ansicht Bauwerk



Abbildung 3: Ansicht Bauwerk

2. Bauwerksuntersuchung

Um eine Einschätzung über den Erhaltungszustand und den notwendigen Instandsetzungsaufwand des Bauwerks treffen zu können, wurde am 02. und 03. März 2022 seitens der Ingenieurgesellschaft der Bauwerkserhaltung mbH eine Objektbezogene Schadensanalyse (OSA) durchgeführt.

Die Untersuchung bestand aus einer visuellen Überprüfung, bei der augenscheinliche Mängel und Schäden festgestellt und in einer Zustandsbeschreibung dokumentiert wurden. Des Weiteren fand eine technische Untersuchung statt, bei der Bauteilöffnungen und Betondeckungsmessungen durchgeführt sowie Bohrkern für weitere Laboruntersuchungen entnommen wurden.

2.1 Zustandsbeschreibung

Die nachfolgenden Schäden ergänzen den Prüfbericht der letzten Bauwerksprüfung. Alle weiteren Schäden sind aus dem Prüfbericht der Bauwerksprüfung zu entnehmen.

Belag:

- Zahlreiche Risse

Stützwand/ Gewölbe:

- Abplatzungen/ Frostschäden
- Aussinterungen/ Durchfeuchtungen
- Risse
- Hohllagen

Brüstung:

- Zahlreiche Risse
- Beschichtung schadhaft

Gelände:

- Gelände stellenweise abgesackt

Die aufgeführten Eindrücke und Feststellungen sind in der folgenden Fotodokumentation exemplarisch dargestellt.

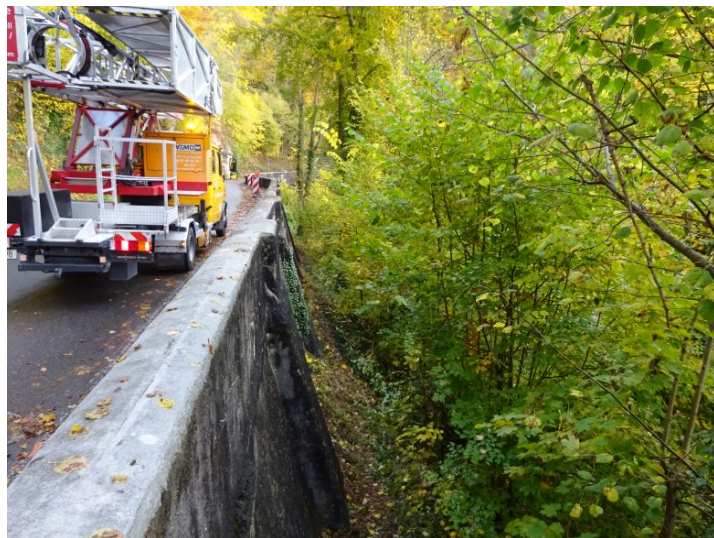


Abbildung 4:

Ansicht Bauwerk



Abbildung 5:

Brüstung/ Belag

- Risse mit Aussinterungen
- Risse im Belag



Abbildung 6:

Spritzbetonschale

- Riss > 10 mm



Abbildung 7:

Belag

- Risse



Abbildung 8:

Stützwand

- Aussinterungen



Abbildung 9:

Gewölbe

- Aussinterungen



Abbildung 10:

Gewölbe

- Risse mit Aussinterungen
- Durchfeuchtungen



Abbildung 11:

Stützwand

- Hohlage
- Abplatzung



Abbildung 12:

Stützwand

- massiver Frostschaden



Abbildung 13:

Stirnwand

- Ausbruch/ Frostschaden oberhalb des Gewölbes



Abbildung 14:

Gelände

- Gelände stellenweise abgesackt

2.2 Betontechnologische Untersuchungen

Für eine zielgerichtete Bauwerksdiagnostik ist ein breites Spektrum an zerstörungsfreien und zerstörenden Untersuchungs- und Prüfmethoden notwendig. Um eine Aussage über Schädigungsgrad und voraussichtliche Lebensdauer treffen zu können, wurde auf Basis der Bauzustandsuntersuchung eine objektspezifische Auswahl geeigneter Probenahme- bzw. Prüfmethoden für das Bauwerk erarbeitet.

Folgende Untersuchungsmethoden wurden bei der technischen Untersuchung angewendet:

- Betondeckungsmessung mittels Ferroskan
- Ermittlung der Haftzugfestigkeit
- Bohrkernentnahme
- Belagsöffnungen

Die Prüfungen wurden gemäß der RiLi-SIB [1] bzw. der DIN EN 12504 [5] durchgeführt und hinsichtlich der potentiellen Schadensursache und des Schadensumfanges qualitativ und quantitativ ausgewertet. Die Ergebnisse der Auswertung sind im weiteren Verlauf des Untersuchungsberichts aufgelistet. Die exakte Lage der Prüfstellen ist im Prüfplan (siehe Anhang A1) dokumentiert.

2.3 Überblick Prüfstellen

Prüfstelle	Ort	Druckfestigkeit	Bohrkernentnahme	Belagsöffnung	Abreißfestigkeit
HZ10	Brüstung				x
BK10	Brüstung		x		
BK11	Stützwand		x		
BK12	Gewölbe	x	x		
Ö10	Fahrbahn			x	
Ö11	Fahrbahn			x	

Abbildung 15: Übersicht Prüfstellen

2.4 Betondeckung

Eine ausreichende Betonüberdeckung ist bei Stahlbetonbauteilen erforderlich, um den notwendigen Verbund zwischen Beton und Bewehrung, einen dauerhaften Schutz gegen bewehrungsschädigende Expositionen (Karbonatisierung, Chloride) sowie Anforderungen der Bauteile an den Brandschutz sicherzustellen.

Die Betondeckung ist hierbei nur für die bewehrten Bauteile relevant.

Die Mindestbetonüberdeckung der Bewehrung wird durch die vorherrschenden Expositionsklassen nach DIN EN 1992-1-1:2004 [11] bestimmt. Die Expositionsklassen beziehen sich auf die äußeren Einwirkungen, denen der Beton und der Bewehrungsstahl ausgesetzt sind und die Dauerhaftigkeit des Bauteils beeinträchtigen.

Somit ergeben sich folgende Mindestfestigkeitsklassen und Mindestbetondeckungen:

	Mindestbetondeckung	
	Stützwand/ Gewölbe (erdberührt/ Nicht erdberührt)	Stütze
DIN EN 1992-1-1 (EC 2)	50/40	40

Abbildung 16: Mindestbetondeckung

Es gelten folgende Expositionsklassen und Mindestdruckfestigkeitsklassen:

Stützwand/ Gewölbe:	XC4	XD2	XF2		XALL	XSTAT	C35/45
Stütze:	XC4	XD3	XF4	WA	XALL	XSTAT	C35/45

Mit dem Hilti Ferroskan PS200 wurde an den im Prüfplan genannten Stellen die Betondeckung zerstörungsfrei ermittelt. Dabei wurden die mittlere Betondeckung sowie die Standardabweichung der ermittelten Werte entlang der Untersuchungslinie bestimmt. Anhand dieser Werte wird mittels Gauß – und Neville - Funktion eine Wahrscheinlichkeitsverteilung der Betondeckung über das untersuchte Bauteil generiert. Aus diesen Berechnungen sind das 5 % Quantil und die mittlere Betondeckung zu entnehmen. Das 5 % Quantil zeigt die Betondeckung, die von 95 % überschritten wird. Liegt das 5 % Quantil oberhalb der Mindestbetondeckung gilt diese als eingehalten.

Die Ergebnisse sind in folgender Tabelle dargestellt:

Betonschale Gewölbe						
Prüfstelle	Ferroskanergebnisse		Betondeckung		Mindestbetondeckungs- unterschreitung	Mindestbeton- deckung eingehalten
	C 5 %-Quantil	C mittel	Anzahl Eisen	Eisen unter c_{min}		
	[mm]	[mm]	[-]	[-]	[%]	
FQ 5991	49	64	54	1	2%	ja

* 10 mm Spritzbeton abgezogen

Abbildung 17: Auswertung Betondeckungsmessung Betonschale Gewölbe

2.5 Oberflächenzugfestigkeit

Mit dem Ziel, die Aufnahmefähigkeit des Betonuntergrundes für eine Betoninstandsetzung zu ermitteln, wurde die **Oberflächenzugfestigkeit** an insgesamt zwei Stellen überprüft.

Entsprechend der Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton Ausgabe 2001 Teil1-4 sowie ZTV-ING Ausgabe 2017 sind die Mindestanforderungen für eine Betoninstandsetzung durch den kleinsten Einzelwert $>1,0 \text{ N/mm}^2$ und den Mittelwert $>1,5 \text{ N/mm}^2$ zu erfüllen.

Mithilfe der **Oberflächenzugfestigkeit** und der **Betondruckfestigkeit** kann der Beton dann in Altbetonklassen nach der TR Instandhaltung [3] eingeteilt werden.

Für die Kriterien der Einteilung in die Altbetonklassen verweisen wir auf Anhang A2.

	Schutz- bzw. Instandsetzungsmaßnahme: Örtliche Ausbesserung bzw. flächige Beschichtung	Mindestwerte der Oberflächenzugfestigkeit [N/mm ²]	
		Mittelwert	kleinster Einzelwert
	1	2	3
1	Mörtel und Beton	1,5	1,0
2	OS 2 (OS B)	0,8	0,5
3	OS 5 (ohne Feinspachtel) (OS D)	1,0	0,6
4	OS 4 (OS C), OS 5 (OS D), OS 9 (mit Feinspachtel) (OS E)	1,3	0,8
5	OS 11 (OS F), OS 13	1,5	1,0

Abbildung 18: Mindestwerte der Oberflächenzugfestigkeit

Es wird in mehrere Versagensfälle unterschieden. Grundsätzlich differenziert man in Kohäsions- und Adhäsionsversagen. Je nach Art und Aussehen der Bruchfläche wird wiederum in die Versagensarten A (im Beton), B (in der ersten Schicht des zu prüfenden Systems), C (in der zweiten Schicht des zu prüfenden Systems) und Y (in der Klebschicht) unterschieden.



Abbildung 19: Hz 10.1

Hz 10.1 -> 3,26 N/mm²

Bauteil: Brüstung

Versagensart A: 100% Beton



Abbildung 20: Hz 10.2

Hz 10.2 -> 2,27 N/mm²

Bauteil: Brüstung

Versagensart A: 100% Beton

Brüstung Unteres Bauwerk				
Prüfstelle	Wert [N/mm ²]	Versagensart	Kleinsten Einzelwert [N/mm ²]	Mittelwert [N/mm ²]
Hz 10.1	3,26	A	2,27	2,77
Hz 10.2	2,27	A		

Abbildung 21: Ermittlung der Oberflächenzugfestigkeit – Brüstung unteres Bauwerk

Die Anforderungen der ZTV-Ing sind an der Seitenfläche des Überbaus erfüllt. Aufgrund der Druck- und Haftzugfestigkeit ist der Beton in die **Altbetonklasse A4** einzuordnen.

2.6 Betondruckfestigkeit

Es wurde ein Bohrkern hinsichtlich der Druckfestigkeit mittels zerstörender Prüfung untersucht. Bei der zerstörenden Druckfestigkeitsprüfung sind genauere Werte ermittelbar als bei der Prüfung mittels Schmidhammer, da der Einfluss der Karbonatisierung bei dieser Methode eine geringere Rolle spielt. Die Ergebnisse der Untersuchung wurden nach DIN EN 13791 statistisch ausgewertet nach dem Mittel- und Mindestwertkriterium.

Prüfung Druckfestigkeit nach DIN EN 12390							
Probe-Nr.			Masse	Volumen	Dichte	Bruchlast	Druckfestigkeit
	Ø	H					$f_{c,cyl}$
	mm	mm					N/mm ²
Bk12	94	94	1,536	0,000652	2,4E+03	539	77,7
Mindestwert $f_{ls,niedrigst}$							77,7
Mittelwert $f_{m(n),ls}$							77,70
k-Faktor							7
Druckfestigkeitsklasse							C 60/75

Abbildung 22: Druckfestigkeit am Bohrkern – Betonschale Gewölbe

Bewertung:

Die geforderte Mindestfestigkeit wurde an den beprobten Stellen eingehalten.

2.7 Bohrkernentnahme

Um Aufschluss über den Aufbau und den Zustand der Bauteile zu bekommen, wurden insgesamt 3 Bohrkern entnommen.

BK10



Abbildung 23: Bezeichnung BK10

Prüfstelle:	Sonderbucher Steige unteres Bauwerk
Bauteil:	Brüstung
Schichtaufbau:	3-6 Spritzbeton, 100 mm Beton
Bewehrung:	-
Betondeckung	-
Durchmesser:	94 mm
Länge:	106 mm
Risse:	Keine Risse
Verdichtung:	Gute Verdichtung
Poren und Lunker:	Einige Poren und Lunker
Sonstiges:	-

BK11



Abbildung 24: Bezeichnung BK11

Prüfstelle:	Sonderbucher Steige unteres Bauwerk
Bauteil:	Stützwand
Schichtaufbau:	Spritzbeton, Kalk-Splittbeton
Bewehrung:	-
Betondeckung	-
Durchmesser:	94 mm
Länge:	62 mm
Risse:	Keine Risse
Verdichtung:	Spritzbeton gut verdichtet
Poren und Lunker:	Einige Poren und Lunker
Sonstiges:	Hinter der Spritzbetonschale befindet sich ein vollkommen zersetzter Kalk-Splittbeton (vgl. Abbildung 32)

BK12

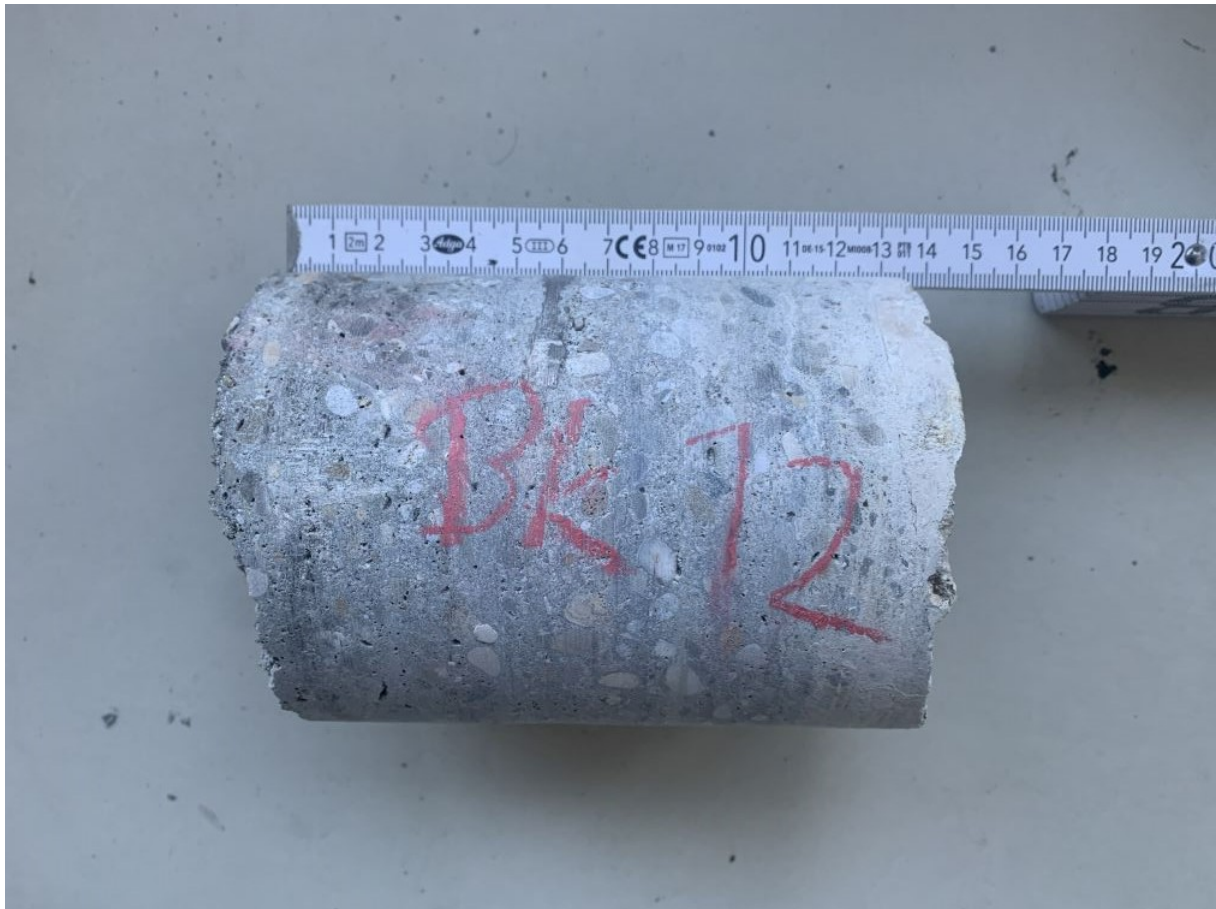


Abbildung 25: Bezeichnung BK12

Prüfstelle:	Sonderbucher Steige unteres Bauwerk
Bauteil:	Gewölbe
Schichtaufbau:	6-10 mm Spritzbeton, 122 mm Beton
Bewehrung:	-
Betondeckung	-
Durchmesser:	94 mm
Länge:	132 mm
Risse:	Keine Risse
Verdichtung:	Gute Verdichtung
Poren und Lunker:	Wenige Poren und Lunker
Sonstiges:	Bohrkern zur Bestimmung der Druckfestigkeit

2.8 Belagsöffnungen

Um Aufschluss über den Aufbau des Belags zu erhalten, wurden 2 Belagsöffnungen vorgenommen.

Ö10



Abbildung 26: Bezeichnung Ö10

Aufbau:



Abbildung 27: Belagsaufbau

➔ **Keine Abdichtung vorhanden**

Ö11



Abbildung 28: Bezeichnung Ö11

Aufbau:



Abbildung 29: Belagsaufbau

➔ **Keine Abdichtung vorhanden**

2.9 Schadstoffgehalt Beschichtung

An einer Mischprobe der Beschichtung beider Bauwerke wurde der Gehalt an PAK und PCB analysiert. Der PAK-Gehalt (PAK=Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe) und der Phenolgehalt bestimmen die Einteilung des Asphalts in verschiedene Verwertungsklassen. Die jeweiligen Grenzwerte für den PAK- und den Phenolgehalt sind in der RuVA Stb 1 festgelegt. Außerdem wurde an der Probe der PCB-Gehalt (PCB=Polychlorierte Biphenyle) bestimmt. Diese sind krebserregende organische Chlorverbindungen, welche vor allem als Weichmacher u.a. in Lacken und Farben eingesetzt wurde. Die Bestimmung erfolgt hierbei nach DIN 15308. Eine detailliertere Aufstellung der festgestellten Parameter befindet sich in Anhang A4.

Ergebnisse:

Parameter	Einheit	Teerfrei	Teerhaltig	Teerhaltig - gefährlicher Abfall	Beschichtung
PAK	[mg/kg]	<10	>10	>200	74,7
Einstufung des Materials				PAK-haltig	

In der Beschichtungsprobe konnte **kein PCB** nachgewiesen werden.

3. Bewertung und Schadensanalyse

Es folgt eine Bewertung der Untersuchungsergebnisse sowie eine Schadensanalyse. Die Bewertungen beziehen sich dabei auf die vorgefundenen Situationen an den untersuchten Stellen. Aufgrund des Bauwerksalters und den bereits erfolgten Umbaumaßnahmen kann der Aufbau und der Bauwerkszustand innerhalb des Bauwerkes sich teils gravierend verändern.

3.1 Gewölbe

Vor das Gewölbe wurde im Zuge der Instandsetzungsmaßnahmen in den 1970er und 1990er Jahre eine Bewehrte Betonschale mit Spritzbeton gesetzt. Der verwendete Beton besitzt eine sehr hohe Druckfestigkeit. Die Betondeckung der Spritzbetonschale ist nach aktuellem Stand der Technischen Regeln eingehalten. Dahinter befindet sich der poröse Kalk-Splittbeton. Auch hier hat das eindringende Wasser bereits Teile der Zementmatrix herausgewaschen. Dies wird auch durch die teils massiven Aussinterungen belegt. Das vorgefundene Material hinter der Betonschale (vgl. Abbildung 33) ist augenscheinlich nicht sehr tragfähig. Eine Bohrkernentnahme zur Druckfestigkeitsbestimmung war nicht möglich.

3.2 Stützwand

Auch im Bereich der senkrechten Stützwände wurde eine vorgesetzte Spritzbetonschale nachträglich aufgebracht. Diese hält den dahinter befindlichen Kalk-Splittbeton zusammen. Aufgrund einer nicht fachgerechten Entwässerung ist hier der Kalkanteil bereits ausgewaschen. Im Bereich des Bohrkern BK 11 konnte dabei keine feste Betonstruktur mehr festgestellt werden (vgl. Abbildung 32). Da im Zuge der vorangegangenen Instandsetzungsarbeiten keine funktionierenden Abläufe zur Beseitigung des anstehenden Wassers angebracht wurden, staut sich das Wasser hinter der Spritzbetonschale. Durch Frost und die damit verbundene Volumenvergrößerung des Wassers kommt es zu den erkennbaren, teils massiven, Abplatzungen der Spritzbetonschale. Da der vorhandene sehr stark verwitterte Kalk-Splittbeton stellenweise keine Tragfähigkeit mehr besitzt und lediglich durch die Spritzbetonschale gehalten wird, die für eine derartige Belastung nicht ausgelegt ist, ist die Standsicherheit in diesen Bereichen stark beeinträchtigt. Es ist in Zukunft von einer Schadenszunahme auszugehen. Da hier unmittelbar die tragende Struktur des Bauwerkes betroffen ist, sollte eine regelmäßige Beobachtung des Bauwerks durchgeführt werden.

Auf Grundlage dieser Ergebnisse wird die Standsicherheit als stark beeinträchtigt bewertet. Daher sollte die das Bauwerk umgehend durch einen Statiker beurteilt werden, um gegebenenfalls entsprechende Maßnahmen treffen zu können.

3.3 Brüstung

Bei dem entnommenen Bohrkern wurde Beton unterhalb des Spritzbetons festgestellt. In der aufgetragenen Beschichtung wurde ein erhöhter Gehalt an PAK festgestellt. Aufgrund der Oberflächenzugfestigkeit ist der Beton in die Altbetonklasse A4 einzuordnen.

3.4 Fahrbahn

Bei den Belagsöffnungen konnte keine Abdichtung festgestellt werden. Anfallendes Wasser kann somit ungehindert in das Bauwerk eindringen. Dies wird durch die sichtbaren Durchfeuchtungen bestätigt. Durch den Frost-Tausalzwechsel kommt es dann zu den visuell sichtbaren Frostschäden.

Durch die Erkenntnisse der visuellen und der technischen Untersuchung kann zusammenfassend folgende Aussage getroffen werden:

- **Aufgrund der Untersuchungsergebnisse ist die Dauerhaftigkeit und Verkehrssicherheit des Bauwerks nicht mehr gegeben. Die Standsicherheit des Bauwerks ist nicht mehr im vollem Umfang gegeben.**
- **Aufgrund der vorgefundenen Schäden und der desolaten Substanz des Bauwerkes wird ein Neubau des Bauwerks empfohlen, da eine wirtschaftliche Instandsetzung nicht mehr möglich ist. Diesem Vorhaben sollte eine umfangreiche Bodensondierung vorangehen.**

4. Erklärung

Gemäß Instandsetzungsrichtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (Ausgabe 10-2001) sind die Beurteilung und Planung von Schutz- und Instandsetzungsarbeiten durch einen sachkundigen Planer durchzuführen.

Hiermit bestätige ich, dass der Bearbeiter dieses Berichts, die in der Instandsetzungsrichtlinie geforderte Sachkunde besitzt.

Die Bewertung des Ist-Zustands wurde von mir in Kooperation mit dem Bearbeiter dieses Berichtes ausgearbeitet.

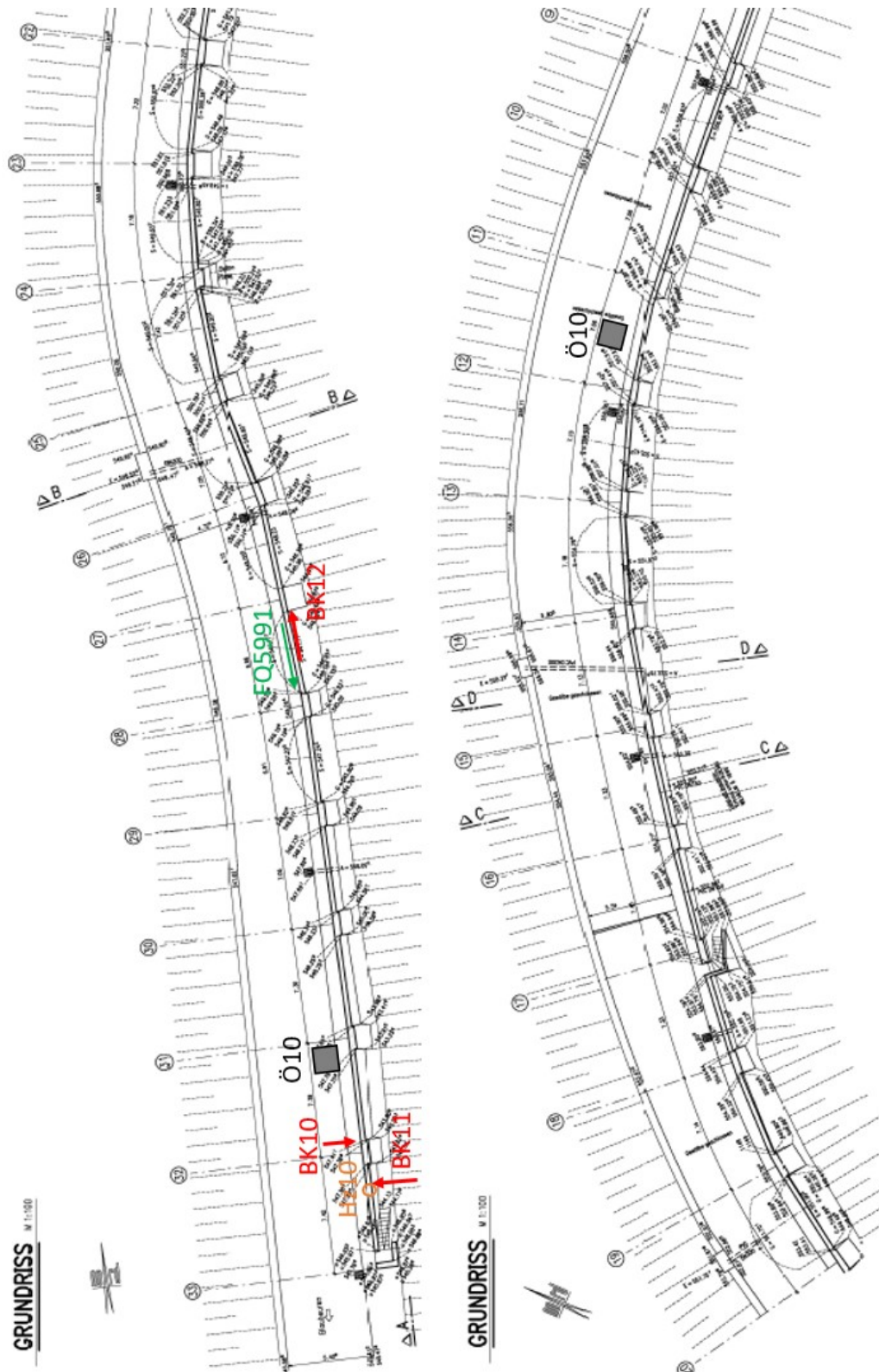
Dipl.- Ing. (FH) Matthias Fischer

Geschäftsführer

Ingenieurgesellschaft der
Bauwerkserhaltung mbH

5. Anhang

A1. Prüfplan



A2. Einordnung Altbetonklassen

Nach den Technischen Regeln Instandhaltung von Betonbauwerken des Deutschen Institutes für Bautechnik sind Betone aufgrund ihrer Eigenschaften (Druckfestigkeit und Haftzugfestigkeit) in Altbetonklassen einzuteilen.

Die Einteilung erfolgt nach folgender Tabelle [3]:

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

A3. Ergänzende Bilder**Bohrloch Bohrkern BK10**

Abbildung 30: Bohrloch Bohrkern BK10

- ➔ Dieser Teil der Brüstung wurde mit Beton ausgeführt. Über Ausführungsdetails liegen keine Unterlagen vor.

Bohrloch Bohrkern BK11

Abbildung 31: Bohrloch Bohrkern BK11

- ➔ Auf dem oberen Bild lässt sich gut der Schichtaufbau mit Spritzbetonschale und Kalk-Splittbeton erkennen.

Bohrloch Bohrkern BK11



Abbildung 32: Bohrloch Bohrkern BK11

- ➔ Es befindet sich hier sehr poröses/ verwittertes Material hinter der Spritzbetonschale. Die Zementleimmatrix ist hier bereits komplett aufgelöst.

Bohrloch Bohrkern BK12

Abbildung 33: Bohrloch Bohrkern BK12

- ➔ Das Material hinter der Spritzbetonschale weist keine hohe Festigkeit auf. Eine Bohrkernentnahme zur Druckfestigkeitsbestimmung war somit nicht möglich. Material war jedoch mit einem Schraubenzieher herauskratzenbar.

A4. Schadstoffe

PAK

Parameter	Einheit		Bestimmungs Methode -grenze	
PAK (EPA) :				
Naphthalin	mg/kg	56	0,5	DIN ISO 18287
Acenaphthylen	mg/kg	< 0,9	1	DIN ISO 18287
Acenaphthen	mg/kg	5,5	0,5	DIN ISO 18287
Fluoren	mg/kg	7,1	0,5	DIN ISO 18287
Phenanthren	mg/kg	4,8	0,5	DIN ISO 18287
Anthracen	mg/kg	1,0	0,5	DIN ISO 18287
Fluoranthren	mg/kg	< 0,5	0,5	DIN ISO 18287
Pyren	mg/kg	< 0,5	0,5	DIN ISO 18287
Benz(a)anthracen	mg/kg	< 0,5	0,5	DIN ISO 18287
Chrysen	mg/kg	< 0,5	0,5	DIN ISO 18287
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	< 0,5	0,5	DIN ISO 18287
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	< 0,5	0,5	DIN ISO 18287
Benzo(a)pyren	mg/kg	< 0,5	0,5	DIN ISO 18287
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg	< 0,5	0,5	DIN ISO 18287
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg	< 0,5	0,5	DIN ISO 18287
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg	< 0,5	0,5	DIN ISO 18287
Summe PAK gesamt	mg/kg	74,4		DIN ISO 18287

PCB

Parameter	Einheit		Bestimmungs Methode -grenze	
PCB :				
PCB 28	mg/kg	< 0,1	0,1	DIN ISO 10382
PCB 52	mg/kg	< 0,1	0,1	DIN ISO 10382
PCB 101	mg/kg	< 0,1	0,1	DIN ISO 10382
PCB 118	mg/kg	< 0,1	0,1	DIN ISO 10382
PCB 138	mg/kg	< 0,1	0,1	DIN ISO 10382
PCB 153	mg/kg	< 0,1	0,1	DIN ISO 10382
PCB 180	mg/kg	< 0,1	0,1	DIN ISO 10382
Summe 6 PCB (DIN)	mg/kg	-		
Summe 6 PCB *5	mg/kg	-		
Summe PCB nachgewiesen	mg/kg	-		

Zusammenfassung der verwendeten Prüfmethode(n):

DIN ISO 10382	2003-05
DIN ISO 18287	2006-05

A5. Verwendete Regelwerke

- [1] ZTV-ING: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, Stand: Dezember 2017
- [2] Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungsrichtlinie) des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb), Ausgabe Oktober 2001; inkl. Berichtigung Instandsetzungs-Richtlinie 2002-01 und Berichtigung Instandsetzungs-Richtlinie 2005-12 und der Berichtigung Instandsetzungs-Richtlinie 2014-09
- [3] Technische Regeln Instandhaltung von Betonbauwerken des Deutschen Institutes für Bautechnik, Ausgabe Mai 2020
- [4] DIN 1045:2008: Teil 1-4 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Deutsches Institut für Normung
- [5] DIN EN 12504-2:2012-12: Prüfung von Beton in Bauwerken. Teil 2: Zerstörungsfreie Prüfung – Bestimmung der Rückprallzahl, Deutsches Institut für Normung
- [6] DIN 18551: 2005: Spritzbeton – Herstellung, Bemessung, und Konformität, Deutsches Institut für Normung
- [7] Merkblatt B3, Elektrochemische Potentialmessung zur Detektion von Bewehrungsstahlkorrosion, Überarbeitete Fassung: April 2008, DGZfP – Fachausschuss für Zerstörungsfreie Prüfung im Bauwesen, Unterausschuss Korrosionsnachweis bei Stahlbeton,
- [8] Auswirkung von Chloriden im Beton, Abhängigkeit von Betoneigenschaften, Prof. Dr.-Ing. Michael Raupach, Institut für Bauforschung der RWTH Aachen, ibac
- [9] Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK: Risiko von Betonabplatzungen infolge Bewehrungskorrosion, Forschungsauftrag AGB2002/015 auf Antrag der Arbeitsgruppe Brückenforschung (AGB), Oktober 2006
- [10] Historische technische Regelwerke für den Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbau, Frank Fingerloos, Ausgabe 2009 Ernst & Sohn
- [11] Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Hoch- und Ingenieurbauten aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton- Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004, Deutsches Institut für Normung
- [12] Handbuch Brückenbau, Karsten Geißler, Ernst & Sohn Verlag, 1. Nachdruck 2017