



H+P Ingenieure GmbH
Kackertstraße 10
52072 Aachen

Tel. +49 241 44 50 30
Fax +49 241 44 50 329

info@huping.de
www.huping.de

Prof. Dr.-Ing. Josef Hegger
Dr.-Ing. Naceur Kerkeni
Dr.-Ing. Wolfgang Roeser
Dr.-Ing. Claus Goralski
Dr.-Ing. Carsten Siburg
Dr.-Ing. Frederik Teworte

GUTACHTERLICHE BEWERTUNG

DER BAUWERKSSCHÄDEN INFOLGE DES HOCHWASSEREREIGNISSES 2021

Stützbauwerke 2571.055.010 und 2571.055.228 in Eschweiler

Auftraggeber: EVS EUREGIO Verkehrsschienennetz GmbH
Rhenaniastraße 1
52222 Stolberg

Gutachter: Dr.-Ing. N. Kerkeni

Bearbeiter: Dr.-Ing. N. Andermahr

Projekt: G22-080

Datum: 31.10.2023

Dieses Gutachten umfasst 56 Seiten. Jede Veröffentlichung, auch auszugsweise, sowie die Verwendung zu Werbezwecken bedarf in jedem Einzelfall der Zustimmung des Gutachters.

1 INHALTSVERZEICHNIS

1	Inhaltsverzeichnis	2
2	Veranlassung und Zielsetzung.....	3
3	Verwendete Unterlagen	4
4	Beschreibung der Bauwerke und Bauwerkszustand vor dem Hochwasserereignis	6
4.1	Stützwand Inde 2571.055.228	6
4.2	Stützwand Inde 2571.055.010	10
5	Feststellung und Analyse der Schäden	16
5.1	Stützwand Inde 2571.055.228	16
5.2	Stützwand Inde 2571.055.010	23
6	Erforderlichen Maßnahmen zur Beseitigung der Schäden	30
6.1	Allgemeines und Planungsgrundlagen.....	30
6.2	Stützwand Inde 2571.055.228	31
6.3	Stützwand Inde 2571.055.010	41
7	Kostenbegutachtung	42
7.1	Allgemeines	42
7.2	Stützwand 2571.055.228	43
7.3	Stützwand 2571.055.010	47
8	Zusammenfassung	48
9	Unterschriften	50

2 VERANLASSUNG UND ZIELSETZUNG

Mit Datum vom 14.11.2022 wurde die H+P Ingenieure GmbH (Dr.-Ing. Kerkeni) mit der gutachterlichen Bewertung der Bauwerke 2571.055.010 und 2571.055.228 hinsichtlich der Schäden infolge des Hochwasserereignisses im Juli 2021 beauftragt. Die gutachterliche Bewertung ist dreistufig aufgebaut und beinhaltet nach der Analyse der hochwasserbedingten Schäden die Ermittlung der erforderlichen Maßnahmen zur Beseitigung dieser sowie die Abschätzung der hieraus resultierenden Kosten. Diese Kostenbegutachtung erfolgt auf Grundlage von Abschnitt 6.4.2 der Richtlinie über die Gewährung von Billigkeitsleistungen des Landes Nordrhein-Westfalen zur Beseitigung von Schäden an öffentlicher und privater Infrastruktur sowie zum Wiederaufbau anlässlich der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 vom 06. Mai 2021.

Die Schadensbegutachtung erfolgte zunächst am 05.12.2022 durch eine Begehung. Da jedoch nicht alle Schäden an den Stützwände von oben zu erkennen sind, wurde zusätzlich am 01.02.2023 ein Drohnenbeflug zur Dokumentation der Schäden durchgeführt.

Das Gutachten sowie die Verwendung des Inhaltes darf ausschließlich zu Beantragung der Billigkeitsleistungen im Rahmen der s. g. Wiederaufbaurichtlinie verwendet werden. Die im Gutachten aufgeführten und beschriebenen Sanierungsmaßnahmen sowie die hierzu erfolgte Kostenbegutachtung ersetzt keine Planung nach HOAI §43 und §51. Weiterhin beschränkt sich die Haftung des Auftragnehmers, seines gesetzlichen Vertreters und seiner Erfüllungsgehilfen außer bei der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit und einer wesentlichen Vertragspflicht auf Vorsatz und grobe Fahrlässigkeit. Bei einfach fahrlässig verursachten Sach- und Vermögensschäden haften der Auftragnehmer, sein gesetzlicher Vertreter und seine Erfüllungsgehilfen nur bei Verletzung einer wesentlichen Vertragspflicht, jedoch der Höhe nach beschränkt auf die bei Vertragsschluss vorhersehbaren und vertragstypischen Schäden. Die Haftungshöchstsumme ist auf höchstens 3,0 Mio. EUR beschränkt.

3 VERWENDETE UNTERLAGEN

- U [1] Richtlinie über die Gewährung von Billigkeitsleistungen des Landes Nordrhein-Westfalen zur Beseitigung von Schäden an öffentlicher und privater Infrastruktur sowie zum Wiederaufbau anlässlich der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe im Juli 2021, 06. Mai 2021, Runderlass des Ministeriums für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung
- U [2] Prüfbericht nach DIN 1076, Hauptprüfung Stützwand Inde BW 2571.055.228, 17. Juni 2016, Cornelissen + Partner mbB – Beratende Ingenieure
- U [3] Prüfbericht nach DIN 1076, Einfachprüfung Stützwand Inde BW 2571.055.228, 29. Oktober 2019, Cornelissen + Partner mbB – Beratende Ingenieure
- U [4] Fotodokumentation zum Begang der Stützwand Inde BW 2571.055.228 im Jahre 2020 durch die EVS Euregio Verkehrsschienenetz GmbH
- U [5] Fotodokumentation zur Besichtigung Stützwand Inde BW 2571.055.228 am 16 Juli 2021, EVS Euregio Verkehrsschienenetz GmbH
- U [6] Besichtigung nach DIN 1076, Besichtigung Stützwand Inde BW 2571.055.228, 20. Juli 2021, Cornelissen + Partner mbB – Beratende Ingenieure
- U [7] Fotodokumentation zur Besichtigung Stützwand Inde BW 2571.055.228 am 20 Juli 2021, EVS Euregio Verkehrsschienenetz GmbH
- U [8] Amtlicher Lageplan Flur 3, Flurstück 297, Blätter 1-3, erstellt am 12.12.2018, ergänzt am 11.12.2020, Dipl.-Ing. Richard Winandi, Öffentlich bestellter Vermessungsingenieur
- U [9] Lageplan Bhf. Eschweiler-Aue, Auszug aus Bestandsvermessung Stand Mai 2019, EVS Euregio Verkehrsschienenetz GmbH
- U [10] Brücken-Inspektion, Stützwand Inde BW 2571.055.010, 17. Juni 2016, Cornelissen + Partner mbB – Beratende Ingenieure
- U [11] Prüfbericht nach DIN 1076, Einfachprüfung Stützwand Inde BW 2571.055.010, 29. Oktober 2019, Cornelissen + Partner mbB – Beratende Ingenieure
- U [12] Fotodokumentation zum Begang der Stützwand Inde BW 2571.055.010 im Jahre 2020 durch die EVS Euregio Verkehrsschienenetz GmbH
- U [13] Besichtigung nach DIN 1076, Besichtigung Stützwand Inde BW 2571.055.010, 20. Juli 2021, Cornelissen + Partner mbB – Beratende Ingenieure
- U [14] Fotodokumentation zur Besichtigung Stützwand Inde BW 2571.055.010 am 20 Juli 2021, EVS Euregio Verkehrsschienenetz GmbH
- U [15] Prüfbericht 2022 H nach DIN 1076, Hauptprüfung Stützwand Inde BW 2571.055.010, 02.09.2022, Ing.-Büro Raupach Bruns Wolff
- U [16] Amtlicher Lageplan Flur 3 und 4, Flurstück 297 und 225 und Querschnitt A, erstellt am 24.03.2017, Dipl.-Ing. Richard Winandi, Öffentlich bestellter Vermessungsingenieur
- U [17] Bestandsplan, Stützmauer an der Indetalbrücke, Juni 1951, Deutsche Bundesbahn
- U [18] Querprofile zur Hydraulik Inde, erstellt von Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH im Auftrag der Bezirksregierung Köln

U [19] Fotodokumentation zur Bauausführung Instandsetzung des nordwestlichen Endes der Stützwand 055.010 im Jahre 2018, EVS Euregio Verkehrsschienennetz GmbH

4 BESCHREIBUNG DER BAUWERKE UND BAUWERKSZUSTAND VOR DEM HOCHWASSEREREIGNIS

4.1 Stützwand Inde 2571.055.228

Die Stützwand 2571.055.228 befindet sich in Eschweiler zwischen der Phönixstraße und Im Haselt (vgl. Abbildung 1). Die Stützwand ist ca. 300 m lang und an ihrer höchsten Stelle ca. 4,5 m hoch und verläuft zwischen km 055.228 bis 055.520 parallel zur Bahnstrecke 2571 der EVS Euregio Verkehrsschienenetz GmbH. In Stationierungsrichtung der Strecke 2571 beginnt sie im Norden mit einer Höhe von ca. 3,0 m und endet im Süden vor der stillgelegten Eisenbahnbrücke über die Inde mit einer Stützhöhe von ca. 4,0 m.

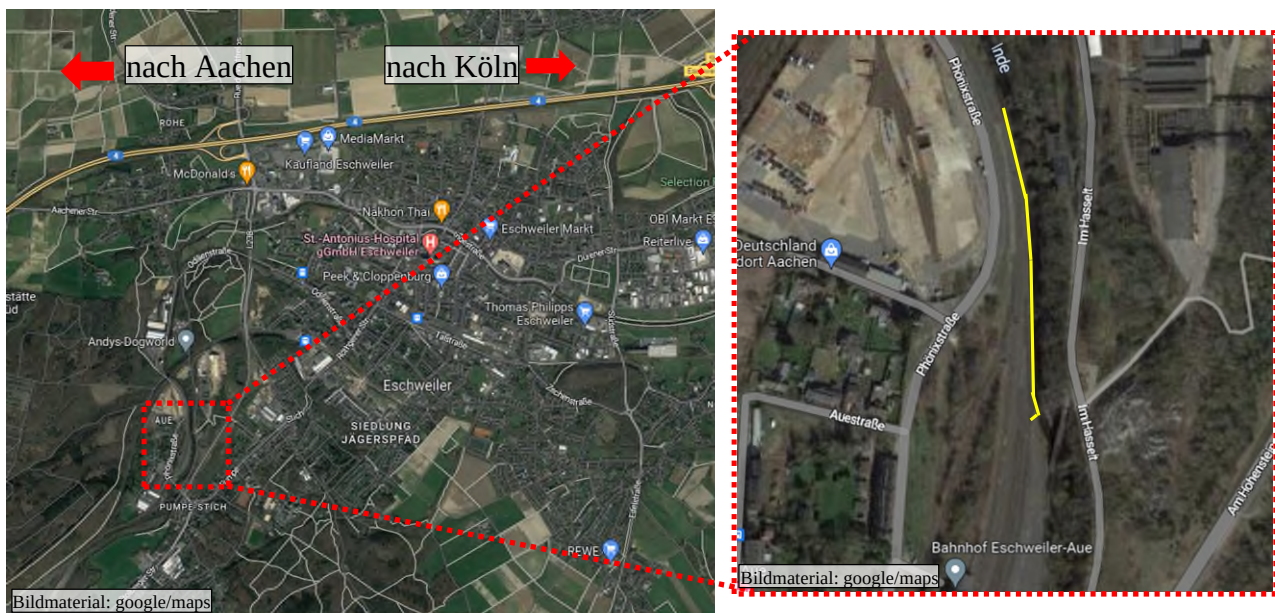


Abbildung 1 Lage der Stützwand 2571.055.228 in Eschweiler

Die Stützwand besteht aus Natursteinen und wurde als Schwergewichtswand konzipiert. Bestandspläne mit Angaben zur Querschnittsdicke oder der Gründungssohle liegen nicht vor. Die Oberkante der Mauer liegt am nördlichen Ende der Mauer bei ca. 153,2 mNN und steigt nach Süden hin auf ca. 154,70 mNN an. Die Wand schließt oben mit Abdeckplatten aus Beton, auf denen ein Geländer befestigt ist, ab.

Nachfolgend sind in Abbildung 2 Übersichtsbilder des nördlichen und südlichen Endes der Mauer zusammengestellt. Der amtliche Übersichtslageplan U [8] des Bauwerks ist in Anlage 1 mit Darstellung der Schäden (vgl. Kapitel 5.1) enthalten.



Abbildung 2 oben: Übersichtsbilder aus dem Drohnenbeflug am nördlichen Ende der Stützwand
unten: Übersichtsbilder aus U [3] am südlichen Ende der Stützwand

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Bauwerksprüfung vor dem Hochwasserereignis zusammengestellt, um den Bauwerkszustand vor diesem Ereignis zu dokumentieren. Zudem wurde der amtliche Übersichtslageplan U [8] herangezogen.

Gemäß den vor dem Hochwasserereignis durchgeführten Bauwerksprüfungen U [2] und U [3] wies das Gelände einen statisch unzureichenden Querschnitt auf. Zudem war die Geländerverankerung an mehreren Stellen ausgebrochen und stellenweise korrodiert (vgl. Abbildung 3). Der Knieholm des Geländers war zudem an einigen Stellen schadhaft. In U [3] wurde daher die Erneuerung des Geländers bzw. das kurzfristige Sichern empfohlen.



Abbildung 3 Bildauszüge aus U [3]

Die Abdeckplatten auf der Mauer waren nach U [2] und U [3] mehrfach gerissen, gespalten oder gebrochen sowie stellenweise mit großen Ausbrüchen versehen. Die Empfehlung hierzu war daher auch die Instandsetzung / Erneuerung dieser Platten.

Neben diesen Beeinträchtigungen der Standsicherheit der einzelnen Bauteile wurde in U [3] empfohlen, die ausgebrochenen Fugen des Mauerwerks mittelfristig zu verfüllen und die vereinzelt fehlenden Mauerwerkssteine mittelfristig zu ergänzen. Es wurden zudem vereinzelte Abplatzungen sowie Risse mit Aussinterungen festgestellt (vgl. Abbildung 4 bzw. U [7]).

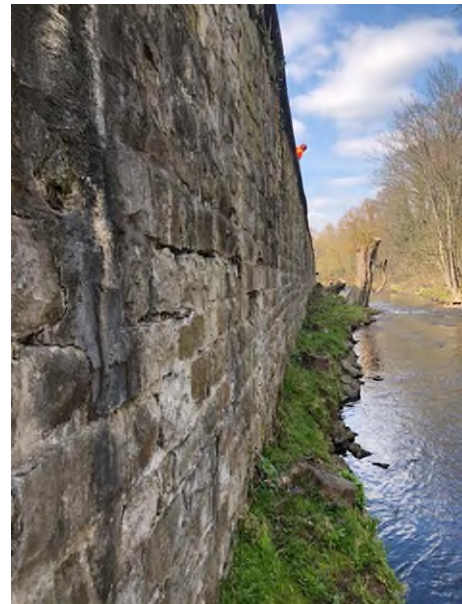


Abbildung 4 Bildauszüge aus U [7]

Die Zustandsnote des Bauwerks bei der letzten Prüfung im Jahr 2019 vor den Hochwasserereignis betrug 2,8 (ausreichender Zustand). Die Empfehlungen zur Instandsetzung waren bis zum Hochwasserereignis noch nicht durchgeführt. Die Fotodokumentation zur Begehung im Jahr 2020 U [4] spiegelt den Zustand des Bauwerks aus der Prüfung im Jahr 2019 gut wider. Es kann davon ausgegangen werden, dass der Bauwerkszustand unmittelbar vor dem Hochwasserereignis gut mit dem Zustand der letzten Prüfung im Jahr 2019 übereingestimmt hat (vgl. Abbildung 5). Eine Beeinträchtigung der Standsicherheit der Stützmauer war demnach aufgrund der ausgebrochenen Fugen und vereinzelt fehlenden Steine geringfügig gegeben.

Bewertung

Standsicherheit max. S = 2

Die Standsicherheit einzelner Bauteile ist beeinträchtigt.
Die Standsicherheit des Bauwerks ist geringfügig beeinträchtigt.
Die Schadensbeseitigung ist mittelfristig erforderlich.

Verkehrssicherheit max. V = 2

Die Verkehrssicherheit ist geringfügig beeinträchtigt.
Schadensbeseitigung oder Warnhinweis erforderlich.

Dauerhaftigkeit max. D = 2

Die Dauerhaftigkeit einzelner Bauteile ist beeinträchtigt.
Eine Schadensausbreitung ist nicht auszuschließen.
Die Schadensbeseitigung ist mittelfristig erforderlich.

Zustandsnote 2,8 ausreichender Zustand

nach RI-EBW-PRÜF Abschnitt 2.9 und 7

bzw. Haardt, P.: "Algorithmen der Zustandsbewertung von Ingenieurbauwerken", Berichte der BAST, Brücken und Ingenieurbau, Heft B 22

Abbildung 5 Bewertung der Stützwand Inde 2571.055.228 aus U [3] (Hauptprüfung aus dem Jahr 2019)

4.2 Stützwand Inde 2571.055.010

Die Stützwand Inde 2571.055.010 befindet sich ebenfalls in Eschweiler neben der Phönixstraße nördlich der Stützwand Inde 2571.055.228 (vgl. Abbildung 6). Die Stützwand ist ca. 137 m lang und an ihrer höchsten Stelle ca. 4,0 m hoch. Sie verläuft zwischen km 055.010 bis 055.100 parallel zur Bahnstrecke 2571 der EVS Euregio Verkehrsschienennetz GmbH. In Stationierungsrichtung der Strecke 2571 beginnt sie nordwestlich der Bogenbrücke, die die DB-Strecke 2600 über die Strecke 2571 der EVS und die Inde führt. Südöstlich der Bogenbrücke endet sie ca. 80 m vor Beginn der Stützwand 2571.055.228.

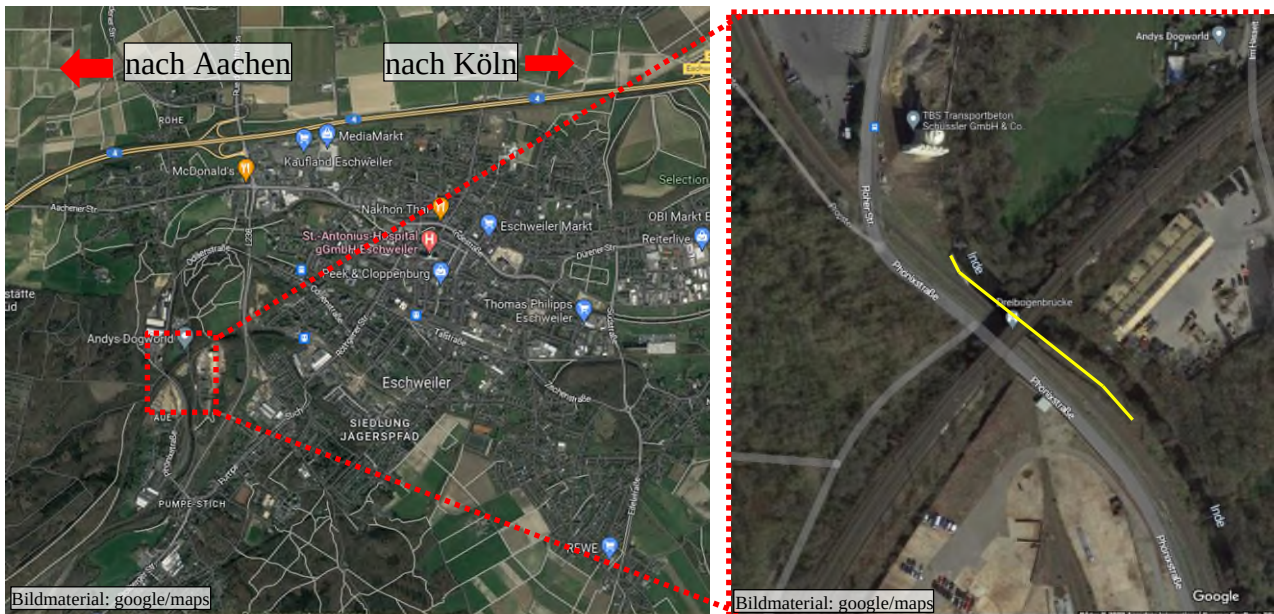


Abbildung 6 Lage der Stützwand 2571.055.010 in Eschweiler

Die Stützwand besteht zum Großteil aus Natursteinen und wurde als Schwergewichtswand konzipiert. Im Bereich der Bogenbrücke wurde die Stützwand mit einer Stahlbetonvorsatzschale auf einer Länge von ca. 50 m verstärkt. Für diesen Bereich liegt zudem mit U [17] ein Bestandsplan aus dem Jahre 1951 vor. Auf diesem findet sich neben dem Lageplan ein Querprofil, in dem ein wasserseitiger Sporn der Stützwand dargestellt ist. Daher ist es ebenfalls denkbar, dass dieser verstärkte Bereich bereits bei der Herstellung als Winkelstützwand aus Stahlbeton konzipiert wurde (vgl. Abbildung 7). Weitere Unterlagen oder Erkenntnisse hierzu liegen jedoch nicht vor.

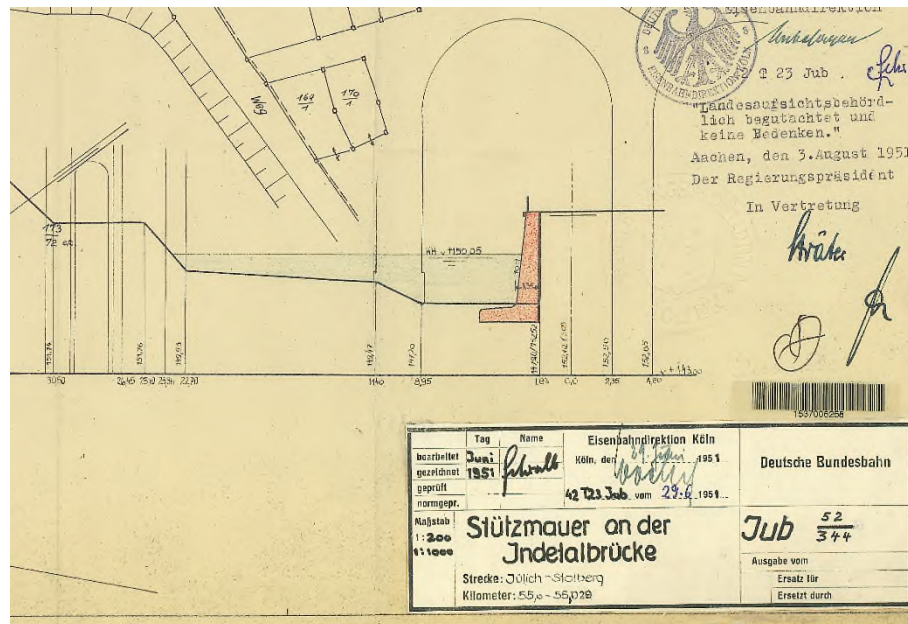


Abbildung 7 Auszug aus U [17]

Die Oberkante der Mauer liegt am nordwestlichen Ende bei 150,41 mNN und steigt bis zum verstärkten Bereich auf 152,44 mNN an. Innerhalb des verstärkten Bereiches steigt die Oberkanten geringfügig bis ca. 153 mNN an. Im Anschluss daran sinkt sie auf 150,7 mNN ab. Die höchste Stützhöhe befindet sich damit im verstärkten Bereich unterhalb der Bahnbrücke und beträgt dort ca. 4,2 m. Am nordwestlichen Ende beträgt die Stützhöhe ca. 2,0 m. Am südöstlichen Ende beträgt sie lediglich 1,0 m.

Die Wand schließt oben mit Abdeckplatten aus Beton, auf denen ein Geländer befestigt ist, ab. Am nordwestlichen Ende der Wand wurde im Jahre 2018 die Kappe samt Geländer auf einer Länge von ca. 19 m erneuert. Nachfolgend sind in Abbildung 8 Übersichtsbilder der Mauer zusammengestellt. Der amtliche Übersichtslageplan U [16] des Bauwerks ist in Anlage 2 mit Darstellung der Schäden (vgl. Kapitel 5.2) enthalten.



Abbildung 8 Übersichtsfotos Stützwand Inde 2571.055.010 vom nordwestlichen zum südöstlichen Ende,
links: Fotos aus U [12], rechts: Fotos aus eigener Begehung im Jahr 2023

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Bauwerksprüfung vor dem Hochwasserereignis zusammengestellt, um den Bauwerkszustand vor diesem Ergebnis zu dokumentieren. Zudem wurde der amtliche Übersichtslageplan U [16] herangezogen.

Gemäß den vor dem Hochwasserereignis durchgeführten Bauwerksprüfung im Jahre 2016 U [10] waren die Abdeckplatten bzw. die Kappe an mehreren Stellen gebrochen, lose bzw. mehrfach gerissen. Die Mauerwerksfugen waren großflächig ausgebrochen. Am nordwestlichen Ende der Wand war das Mauerwerk stellenweise schadhaft und eingefallen.

Dieser Bereich wurde im Zuge der Sanierung der Kappe und des Geländers im Jahre 2018 instandgesetzt.

Hierbei wurde eine teilweise Spritzverfugung, das Verschließen von sehr großen Ausbrüchen mit Spritzbeton sowie die Herstellung einer neuen Kappe mit Geländer durchgeführt. In Abbildung 9 sind Fotos aus der Hauptprüfung im Jahre 2016 U [10] Fotos von der Bauausführung zur Behebung der Schäden gegenübergestellt.



Abbildung 9 links: Bildausschnitte aus U [10], rechts zugehörige Bilder aus U [19]

Bei der Bauwerksprüfung im Jahre 2019 U [11] wurden gerissene und ausgebrochene Abdeckplatten bemängelt. Die Stützwand wies im instandgesetzten Teil stellenweise offene Mauerwerksfugen und Bewuchs auf. Im Bereich der Brücke waren vereinzelte Risse mit Aussinterungen zu erkennen. Südwestlich der Brücke wurden Gesteinsausbrüche, ausgebrochene Fugen sowie stellenweise verwitterte Mauerwerkssteine bemängelt (vgl. hierzu auch Abbildung 10 bzw. U [11]).

Es wurde empfohlen die ausgebrochenen Mauerwerkssteine am südöstlichen Ende mittelfristig instand zu setzen und die ausgebrochenen Mauerwerksfugen mittelfristig zu verfugen. Zudem sollten Betoninstandsetzungsarbeiten der Abdeckplatten durchgeführt und mittelfristig die Beschichtung des alten Geländers erneuert werden.



Abbildung 10 Bildauszüge aus U [11]

Die Zustandsnote des Bauwerks bei der letzten Prüfung im Jahr 2019 vor den Hochwasserereignis betrug 2,4 (befriedigender Zustand). Die Empfehlungen zur Instandsetzung waren bis zum Hochwasserereignis noch nicht durchgeführt, sodass der Bauwerkszustand unmittelbar vor dem Hochwasserereignis gut mit dem Zustand der letzten Prüfung im Jahr 2019 übereingestimmt hat (vgl. Abbildung 12).

Auch die Fotodokumentation der Begehung im Jahre 2020 U [12] spiegelt den Zustand des Bauwerks aus der Prüfung im Jahr 2019 gut wider (vgl. Abbildung 11).

Eine Beeinträchtigung der Standsicherheit der Stützmauer war demnach aufgrund der ausgebrochenen Fugen und vereinzelt fehlenden Steine geringfügig gegeben.



Abbildung 11 Bildauszüge aus U [12]

Bewertung

Standsicherheit **max. S = 2**

Die Standsicherheit einzelner Bauteile ist beeinträchtigt.
Die Standsicherheit des Bauwerks ist geringfügig beeinträchtigt.
Die Schadensbeseitigung ist mittelfristig erforderlich.

Verkehrssicherheit **max. V = 1**

Die Verkehrssicherheit ist geringfügig beeinflusst.
Schadensbeseitigung im Rahmen der Bauwerksunterhaltung.

Dauerhaftigkeit **max. D = 2**

Die Dauerhaftigkeit einzelner Bauteile ist beeinträchtigt.
Eine Schadensausbreitung ist nicht auszuschließen.
Die Schadensbeseitigung ist mittelfristig erforderlich.

Zustandsnote **2,4** **befriedigender Zustand**

nach RI-EBW-PRÜF Abschnitt 2.9 und 7

bzw. Haardt, P.: "Algorithmen der Zustandsbewertung von Ingenieurbauwerken", Berichte der BAST, Brücken und Ingenieurbau, Heft B 22

Abbildung 12 Bewertung der Stützwand Inde 2571.055.010 aus U [11] (Hauptprüfung aus dem Jahr 2019)

5 FESTSTELLUNG UND ANALYSE DER SCHÄDEN

5.1 Stützwand Inde 2571.055.228

Die Feststellung der Schäden erfolgt durch die Sichtung Unterlagen U [5], U [6] und U [7] sowie durch die eigene Foto- und Videodokumentation bei den Begehungen am 05.12.2022 und 01.02.2023. Die hier aufgeführten Schäden sind direkt auf das Hochwasserereignis im Juli 2021 zurückzuführen, da diese Schäden offensichtlich bei den letzten Begehungen vor der Katastrophe nicht vorhanden waren. Die Schäden werden beginnend mit 1 vom nördlichen Ende aus in Stationierungsrichtung der Strecke 2571 durchnummeriert.

Die dokumentierten Schäden wurden mit Angabe der ungefähren Längen in den amtlichen Lageplan U [8] überführt und dort mit Bildauszügen der Foto- und Videodokumentation beschrieben. Diese Dokumentation ist in Anlage 1 dem vorliegenden Bericht angehängt.

5.1.1 Schaden 1 (ca. 055.278 bis 055.286):

Teileinsturz der Mauer ca. 50 m vom Beginn der Mauer entfernt. Auf einer Länge von ca. 8,0 m sind die erste und teilweise die zweite Steinreihen auf der gesamten Höhe ausgebrochen. An den Ausbruchseiten sind deutliche Auswölbungen der ersten Steinreihe zu erkennen. Weitere Ausbrüche können nicht ausgeschlossen werden.

Ab der zweiten Steinreihe liegt ein unregelmäßiger Mauerwerksverband vor. Es sind vereinzelt tiefreichende Ausbrüche/Ausspülungen der Mauer zu erkennen. Der Zustand und die Festigkeit des Mörtels sind unbekannt und fraglich. Nachbrüche können nicht ausgeschlossen werden.

Der Schaden ist relevant für die Standsicherheit der Stützwand.



Abbildung 13 Ausschnitte aus der Videodokumentation des Drohnenbflugs vom 01.02.2023 zum Schaden 1

5.1.2 Schaden 2 (ca. 055.309 bis 055.322):

Teileinsturz der Mauer ca. 23 m vom Ende Schaden 1 entfernt. Ausbruch von zwei bis drei Steinreihe auf annähernd der gesamten Höhe über eine Länge von ca. 13 m. Das unmittelbar an der Stützwand verlaufende Gleis 2 wurde auf einer Länge von ca. 7,0 m unterspült, sodass die Schwellen in der Luft hängen.

Ab der zweiten Steinreihe liegt ein unregelmäßiger Mauerwerksverband vor. Der Zustand und die Festigkeit des Mörtels sind unbekannt und fraglich. Nachbrüche können nicht ausgeschlossen werden.

Die Abdeckplatten wurden weggespült und das Gelände hängt in der Luft.

Der Schaden ist relevant für die Standsicherheit der Stützwand.



Abbildung 14 Ausschnitte aus der Videodokumentation des Drohnenbflugs vom 01.02.2023 zum Schaden 2

5.1.3 Schaden 3 (ca. 055.349,5 bis 055.354,5):

Lokaler Ausbruch von zwei bis drei Steinreihen auf mittlerer Höhe der Wand auf einer Länge von ca. 2,5 m. Zudem ist eine horizontale Rissbildung oberhalb des Ausbruchs auf einer Länge von ca. 5,0 m zu erkennen. Der Schaden ist lediglich von der gegenüberliegenden Seite zu erkennen. Eine detaillierte Ansicht war jedoch durch den Drohnenbeflug möglich.

Aufgrund der Rissbildung sowie der sichtbaren Durchfeuchtung oberhalb der Schadstelle bei der Begehung im Dezember 2022 sind weitere Ausbrüche und damit die Vergrößerung des Schadens nicht auszuschließen.

Der Schaden ist relevant für die Standsicherheit der Stützwand.



Abbildung 15 Ausschnitte aus der Foto- und Videodokumentation der Begehung/des Drohnenbeflugs vom 05.12.202 und 01.02.2023 zum Schaden 3

5.1.4 Schaden 4 (ca. 055.376,5 bis 055.398):

Teileinsturz der Mauer ca. 22 m vom Ende Schaden 3 entfernt. Auf einer Länge von ca. 21,5 m sind die ersten beiden und teilweise die dritte Steinreihen auf der gesamten Höhe ausgebrochen. An den Ausbruchsseiten sind deutliche Auswölbungen der ersten Steinreihe und die Ablösung von der zweiten Steinreihe zu erkennen. Weitere Ausbrüche und damit die Vergrößerung des Schadens können nicht ausgeschlossen werden.

Das unmittelbar an der Wand verlaufende Gleis teilt sich in diesem Bereich in Gleis 2 und Gleis 3. Die Schwellen sind teilweise unterspült und hängen in der Luft. Auch der Bereich zwischen diesem und dem benachbarten Gleis 1 sind großflächig unter- und ausgespült. Die Gesamtfläche der Ausspülung beträgt ca. 160 m².

Ab der zweiten Steinreihe liegt ein unregelmäßiger Mauerwerksverband vor. Der Zustand und die Festigkeit des Mörtels sind unbekannt und fraglich. Nachbrüche können nicht ausgeschlossen werden. Die Abdeckplatten und das Geländer wurden weggespült.

Der Schaden ist relevant für die Standsicherheit der Stützwand.

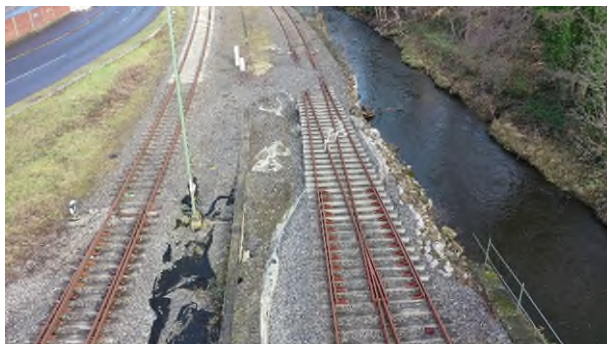


Abbildung 16 Ausschnitte aus der Videodokumentation des Drohnenbeflugs vom 01.02.2023 sowie aus U [7] zum Schaden 4

5.1.5 Schaden 5 (ca. 055.463 bis 055.520):

Das Geländer und zum größten Teil auch die Abdeckplatten wurden auf einer Länge von ca. 60 m weggespült. Teilweise fehlen auch die oberen Steinreihen unterhalb der Abdeckplatte.

Am südlichen Ende der Mauer trifft die Inde in einem Winkel von ca. 25° auf die Stützwand, sodass es hier zu einem Aufstau gekommen sein kann. Die großflächigen und massiven Ausspülungen an diesem Ende der Wand sprechen ebenfalls dafür. Es scheint plausibel, dass das Wasser auf den Gleisbereich strömte und in diesem Zuge das Geländer und die Abdeckplatten mit sich riss.

Der Schaden ist zunächst nicht relevant für die Standsicherheit der Stützwand.



Abbildung 17 Ausschnitte aus der Videodokumentation des Drohnenbeflugs vom 01.02.2023 sowie aus U [7] zum Schaden 5

5.1.6 Schaden 6 (ca. 055.496,5 bis 055.499,5):

Ausbauchung der Wand mit Rissbildung in den Fugen auf mittlerer Höhe der Wand auf einer Länge von ca. 3,0 m. Die Ausbauchung kann aus dem Rückstrom des Wassers infolge des in Schaden 5 (vgl. Kapitel 5.1.5) beschriebenen Aufstaus resultieren und scheint die Vorstufe eines ähnlichen Ausbruchs wie Schaden 3 (vgl. Kapitel 5.1.3) zu sein.

Die Rissbildung und Ausbauchung deuten zudem auf eine Umlagerung des Erdreichs hinter der Wand hin. Der Schaden ist aus diesem Grund und aufgrund der Rissbildung des Mauerwerks als relevant für die Standsicherheit einzustufen. Ein Ausbruch der Auswölbung kann nicht ausgeschlossen werden.



Abbildung 18 Ausschnitte aus der Videodokumentation des Drohnenbflugs vom 01.02.2023 zum Schaden 6

5.1.7 Zusammenfassung und Analyse

Die zuvor aufgeführten Schäden sind offensichtliche, als Folge des Hochwasserereignisses entstandene Schäden, die bis auf Schaden 5 relevant für die Standsicherheit der Stützwand sind. Bei den Schäden 1, 2 und 4 ist die Stützwand auf der gesamten Höhe mit 2-3 Steinreihen ausgebrochen. In Teilen fehlen Kappe und Geländer gänzlich (Schaden 4), in Teilen hängt das Geländer in der Luft (Schaden 2) und bei Schaden 1 liegt die Kappe samt Geländer noch auf. Bei Beachtung der Rissbildung kann der lokale Ausbruch auf der Mitte der Stützwand (Schaden 3) als Vorstufe zum Ausbruch über die gesamte Mauerwerkshöhe angesehen werden. Die Ausbauchung der Wand (Schaden 6) kann wiederum als Vorstufe zum Teilausbruch angesehen werden. Die Schäden sind daher dem Grunde nach sehr ähnlich.

Der Vergleich der Bauwerksfotos vor und nach dem Ereignis sowie der Vergleich mit dem amtlichen Lageplan zeigen keinen Hinweis darauf, dass maßgebliche, die Standsicherheit beeinflussende Erdumlagerungen im Bachbett stattgefunden haben. Ein erneutes Aufmaß nach Instandsetzung der einsturzgefährdeten Bereiche und der Abgleich mit dem Geländeverlauf in U [8] vor Inbetriebnahme wird jedoch empfohlen.

Es scheint wahrscheinlich, dass vereinzelt weitere Schadstellen wie ausgebrochene Steine oder Mauerwerksfugen bzw. gerissene oder gelockerte Abdeckplatten als Folge des Hochwassers vorhanden sind. Aufgrund des allgemeinen Zustandes des Bauwerks vor dem Hochwasserereignisses und den in Kapitel 4.1 aufgeführten Mängeln sind diese jedoch nicht zu ermitteln.

Die standsicherheitsrelevanten Schäden belaufen sich auf eine Gesamtlänge von ca. 50 m. Berücksichtigt man dabei das Erfordernis den Randbereich der Schäden auf Längen von jeweils ca. 2,0 m ebenfalls instand zu setzen, vergrößert sich die Länge auf ca. 70 m. Damit sind bezogen auf die Wandlänge von ca. 300 m ca. 23 % der Wand von standsicherheitsrelevanten Schäden infolge des Hochwasserereignisses betroffen.

Hinzu kommt der ca. 60 m lange Bereich am südlichen Ende des Bauwerks, in dem die Abdeckplatten und das Geländer durch das Hochwasser beschädigt wurden.

Neben den direkten Schäden der Stützmauer sind weitere Arbeiten zur Herstellung der Stand- und Verkehrssicherheit der Strecke 2571 erforderlich. Hierzu zählen die Auffüllung der ausgespülten Bereiche hinter der Wand, die Wiederherstellung des Gleisoberbaus sowie die Wiederherstellung der technischen Infrastruktur und der Leitechnik. Bis auf die Auffüllung der ausgespülten Bereiche sind diese Schäden jedoch nicht direkt mit dem Bauwerk verbunden und werden daher im Rahmen der Begutachtung nicht näher betrachtet.

5.2 Stützwand Inde 2571.055.010

Die Feststellung der Schäden erfolgt durch die Sichtung Unterlagen U [10], U [11] und U [12] sowie durch die eigene Foto- und Videodokumentation bei den Begehungen am 05.12.2022 und 01.02.2023.

Die hier aufgeführten Schäden sind direkt auf das Hochwasserereignis im Juli 2021 zurückzuführen, da diese Schäden bei den letzten Begehungen vor der Katastrophe nicht vorhanden waren. Die Schäden werden beginnend mit 1 vom nordwestlichen Ende aus in Stationierungsrichtung der Strecke 2571 durchnummeriert.

Die dokumentierten Schäden wurden mit Angabe der ungefähren Längen in den amtlichen Lageplan U [16] überführt und dort mit Bildauszügen der Foto- und Videodokumentation beschrieben und ist in Anlage 2 dem vorliegenden Bericht angehängt.

5.2.1 Schaden 1 (ca. 055.010 bis 055.060):

Ausgehend von der Fließrichtung der Inde aus hinter den Pfeilern der Brücke ist landseitig eine großflächige und tiefgreifend Ausspülung (ca. 290 m²) hinter der Stützwand auf einer Länge von ca. 50 m vorhanden. Die Bahnschwellen sind unterspült und hängen teilweise in der Luft.



Abbildung 19 Bildauszüge aus U [14] und der eigenen Begehung am 05.012.2022

Eine maßgebliche Beschädigung der Stützwand an sich im Vergleich zum Zustand vor dem Hochwasser kann in diesem Bereich nicht festgestellt werden.

5.2.2 Zusammenfassung und Analyse

Der zuvor aufgeführte Schaden ist ein offensichtlicher, als Folge des Hochwasserereignisses entstandener Schaden im Hinterfüllbereich der Stützwand. Eine maßgebliche, die Standsicherheit des Bauwerks direkt betreffende Beschädigung im Vergleich zum Zustand vor dem Hochwasser kann in keinem Bereich der Wand festgestellt werden. Es scheint wahrscheinlich, dass vereinzelt weitere Schadstellen wie ausgebrochene Steine oder Mauerwerksfugen bzw. gerissene oder gelockerte Abdeckplatten als Folge des Hochwassers vorhanden sind. Aufgrund des allgemeinen Bauwerkszustandes vor dem Hochwasserereignis und den in Kapitel 4.2 aufgeführten Mängeln sind diese jedoch nicht zu ermitteln.

Der Vergleich der Bauwerksfotos vor und nach dem Ereignis sowie der Vergleich mit dem amtlichen Lageplan lässt nicht endgültig festlegen, ob maßgebliche, die Standsicherheit beeinflussende Erdumlagerungen vor der Wand stattgefunden haben. Insbesondere im Bereich der Querschnittsverengung unterhalb der DB-Brücke kann ein Materialaustrag stattgefunden haben. In Abbildung 20 ist ein Auszug aus U [16] im Bereich dieser Querschnittsverengung dargestellt. Auf der Gewässerseite der Stützwand ist stromaufwärts der DB-Brücke der Uferbereich eindeutig dargestellt und mit Höhenkoten versehen. Dieser Bereich ist augenscheinlich zunächst nicht von größeren Umlagerungen betroffen und entspricht dem derzeitigen Zustand. Auf der stromabwärts gelegenen Seite der DB-Brücke ist in U [16] bis zum Ende der Stützmauer kein Uferbereich aufgetragen.

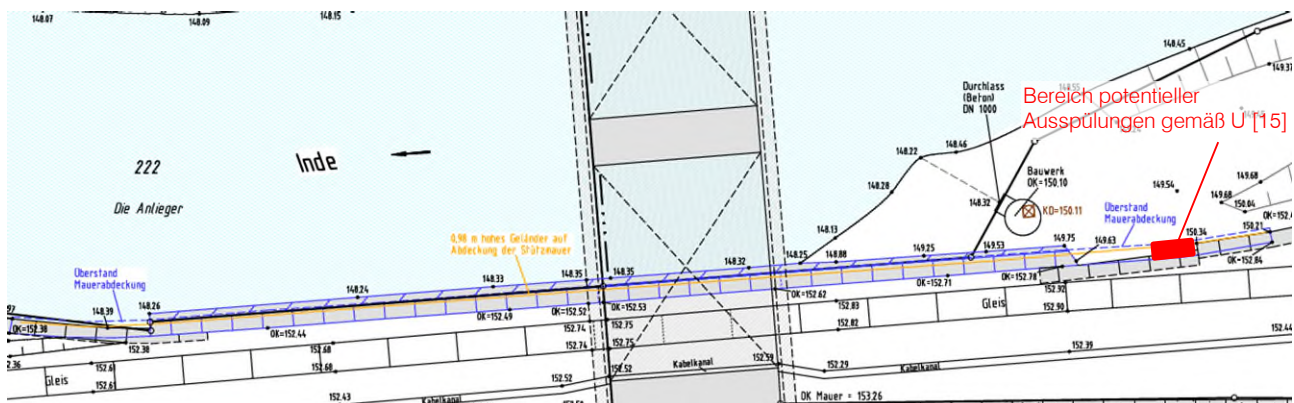


Abbildung 20 Auszug aus U [16] im Bereich der DB-Brücke und Kennzeichnung des Bereichs potentieller Ausspülung gemäß U [15]

In den Bildern zur Begehung der Stützwand im Jahre 2020 U [12] (vgl. Abbildung 21) ist in diesem Bereich jedoch am Ende der Stützwand ein verlandeter Bereich zu erkennen. Gründe dafür, dass dieser Bereich nicht in U [16] eingetragen ist, können der Wasserstand der Inde oder die Unzugänglichkeit bei Aufmaßerstellung sein. Vor den Instandsetzungsmaßnahmen dieses Bereiches der Stützwand war das Ende der Stützwand stark bewachsen.



Abbildung 21 Bildauszüge aus U [12] im Bereich der DB-Brücke mit Blick in Fließrichtung der Inde

In den Bildern aus der eigenen Video- und Fotodokumentation vom 01.02.2023 und aus U [15] nach dem Hochwasserereignis ist zudem zwischen dem verlandeten Bereich am Ende der Stützwand und dem Brückenpfeiler ein begehbare Streifen vorhanden (vgl. Abbildung 22 links). Es liegt jedoch die Vermutung nahe, dass dieser Geländeverlauf zuvor schon vorhanden war. Der Vergleich von Abbildung 21 links mit Abbildung 22 links zeigt nämlich, dass auch vor dem Hochwasserereignis in diesem Bereich eine geringe Wassertiefe vorhanden war. Zieht man zudem noch in Betracht, dass der Wasserstand zum Zeitpunkt der Aufnahme von Abbildung 21 links höher war als zum Zeitpunkt der Aufnahme von Abbildung 22 links, scheint hier keine signifikante Aufspülung vorhanden zu sein.

Ob jedoch eine Ausspülung in dem Bereich direkt unterhalb der Brücke, der damals wie auch heute durchflossen wird, vorhanden ist, lässt sich nicht ermitteln. Da ein Querprofil mit Aufnahme des Sohlverlaufs vor dem Hochwasserereignis nicht vorhanden ist, würde auch ein Abgleich mit neuen Erkenntnissen aus der Vermessung hierfür nicht zielführend sein.

Ein Grund für den unterschiedlichen Wasserstand der Inde zwischen den Zeitpunkten der Aufnahmen in Abbildung 21 und Abbildung 22 kann die allgemeine Schwankung des Wasserstandes sein. Möglich ist jedoch auch eine Verbreiterung des Querprofils der Inde infolge des Hochwasserereignisses insbesondere auf der der Stützwand gegenüberliegenden Uferseite.



Abbildung 22 Bildauszüge aus der eigenen Video- und Fotodokumentation vom 01.02.2023 und aus U [15]

Ein weiterer im Zuge der Bauwerksprüfung im Jahre 2022 beschriebene möglicher Schaden infolge des Hochwasserereignisses lässt sich nicht feststellen. In U [15] wird auf eine mögliche Verkipfung der Wand und ein Bereich mit Ausspülungen und einem umgekippten Baum vor der Wand verwiesen. Dieser Bereich befindet sich am Übergang des verstärkten Bereichs unterhalb der DB-Brücke zum nicht verstärkten Bereich und ist in Abbildung 20 gekennzeichnet. Infolge dieser möglichen Ausspülung kann es gemäß U [15] zu einer Verkipfung der Wand gekommen sein. Der Versatz zwischen zwei benachbarten Kappen in diesem Bereich und der Anschein, dass eine Kappe nach außen geneigt ist, wiesen darauf hin (vgl. U [15]).

Der Vergleich von Bildern aus der Begehung im Jahre 2020 (U [12]) mit Bildern aus der Begehung unmittelbar nach dem Hochwasserereignis im Jahre 2021 (U [14]) dieses Bereichs zeigt, dass dort vor dem Hochwasserereignis kein Baum direkt an der Stützwand stand (vgl. Abbildung 23 links). Der in Abbildung 23 rechts erkennbare Baum wurde dort angespült und ist kein Indiz für eine Ausspülung vor der Wand.

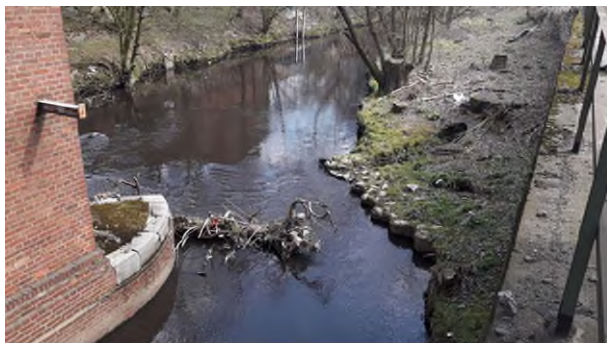


Abbildung 23 links: Bildauszug aus U [12]; rechts: Bildauszug aus U [14]

Die Form des scheinbar ausgespülten Bereiches sowie der Verwitterungszustand der Wand sprechen nicht für eine Ausspülung. Eine Ausspülung mit einem derart gradlinigen Verlauf parallel zur Stützwand und annähernd senkrechter Bruchkante erscheint unwahrscheinlich (vgl. Abbildung 24 links). Der Wandbereich unterhalb der Geländeoberkante sieht zudem sehr ähnlich hinsichtlich des Verwitterungsgrades aus (vgl. Abbildung 24 rechts).



Abbildung 24 links: Aufsicht auf den potentiell ausgespülten Bereich aus U [15]; rechts: Bildauszug eigener Foto- und Videodokumentation vom 01.02.2023

In Abbildung 24 links ist zudem eine Bauwerksfuge bzw. eine Fuge zwischen den Abdeckplatten zu erkennen, die keine Relativverschiebung aufweist. Eine Verkipfung der Wand an dieser Stelle ist augenscheinlich nicht zu erkennen.

Auf der stromabwärts gelegenen einspringenden Ecke hat klar kein Bodenaustrag stattgefunden. Vergleicht man in den Bildern in Abbildung 25 unten die Höhe des Erdreichs im Verhältnis zu den Rissen der Betonschale wird dies deutlich. Die in Abbildung 25 unten rechts zu sehende Anhäufung von Material ist auf die Beräumung nach dem Hochwasserereignis zurückzuführen.



Abbildung 25 links: Bildausschnitte aus U [12] rechts: Bildauszug eigener Foto- und Videodokumentation vom 01.02.2023; oben: Einspringende Ecke stromaufwärts, unten: Einspringende Ecke stromabwärts

Im fraglichen Bereich krägt die Kappe/Abdeckplatte über die Mauer über und wird durch Stützsteine gehalten (vgl. Abbildung 25 unten). Im Bereich der fraglichen Verkipfung ist mindestens einer dieser Stützsteine abgesackt. Dies führt zu einem Verkippen der losen Kappen/Abdeckplatten. Eine Verkipfung der Wand ist nicht zu erkennen. Jedoch sind insbesondere an dieser Ecke großflächige Schäden an den Fugen zu erkennen.

Die Zustandsnote des Bauwerks bei der Prüfung im Jahr 2022 nach dem Hochwasserereignis betrug 2,5 (ausreichender Zustand). Als Maßnahmenempfehlungen wurden die Instandsetzung der Geländer / Brüstung und der Kappen aufgelistet. Zudem soll die

Ausspülung hinter der Stützwand (Schaden 1) beseitigt werden. Für den Bereich mit der potentiellen Ausspülung (vgl. Abbildung 20) wird eine objektbezogene Schadensanalyse mit Bewertung des Bereichs vor der Stützwand vor dem Hintergrund einer möglichen Gefährdung der Stützwand sowie Bewertung der Standsicherheit der aufgelegten Abdeckplatten empfohlen.

Die in U [15] aufgeführten Schäden beeinträchtigen mit $\max S = 2$ die Standsicherheit des Bauteils in geringem Maße.

Bewertung

Standsicherheit ($\max S = 2$)

Der Mangel/Schaden beeinträchtigt die Standsicherheit des Bauteils, hat jedoch nur geringen Einfluss auf die Standsicherheit des Bauwerks.
Schadensbeseitigung mittelfristig erforderlich.

Verkehrssicherheit ($\max V = 2$)

Der Mangel/Schaden beeinträchtigt geringfügig die Verkehrssicherheit;
die Verkehrssicherheit ist jedoch noch gegeben.
Schadensbeseitigung oder Warnhinweis erforderlich.

Dauerhaftigkeit ($\max D = 2$)

Der Mangel/Schaden beeinträchtigt die Dauerhaftigkeit des Bauteils und kann langfristig auch zur Beeinträchtigung der Dauerhaftigkeit des Bauwerks führen. Die Schadensausbreitung oder Folgeschädigung anderer Bauteile kann nicht ausgeschlossen werden.
Schadensbeseitigung mittelfristig erforderlich.

Zustandsnote: 2,5

Prüfungstext

Prüfung am 26.08.2022 mit Leiter. Witterung: rd. 20 °C, bewölkt.

Im vorderen Bereich der Stützwand besteht der Verdacht, dass sich hier ein leichtes Kippen einzelner Segmente der Kappe abzeichnet. Zudem ist hier vor der Stützwand eine lokale Ausspülung vorhanden. Dieser Bereich sollte vor erneuter Inbetriebnahme des Gleises nach Beseitigung des Bewuchses noch einmal handnah untersucht werden.

Abbildung 26 Bewertung der Stützwand Inde 2571.055.228 aus U [15] (Hauptprüfung aus dem Jahr 2022)

6 ERFORDERLICHE MAßNAHMEN ZUR BESEITIGUNG DER SCHÄDEN

6.1 Allgemeines und Planungsgrundlagen

Im Folgenden werden Möglichkeiten zur Behebung der zuvor festgestellten hochwasserbedingten Schäden vorgestellt und anschließend eine Vorzugsvariante festgelegt.

Neben der Beseitigung der Schäden zur Wiederherstellung der Stand- und Verkehrssicherheit beschädigter baulichen Anlagen sind gemäß U [1] auch Maßnahmen förderfähig, die im Hinblick auf ihre Art, ihre Lage oder ihren Umfang in einer dem jeweiligen Hochwasser- und Überschwemmungsrisiko angepassten Weise nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik zur Vermeidung künftiger Schäden wiedererrichtet werden.

Um künftige Schäden zu vermeiden, muss zunächst das Schutzziel der hier betrachteten (Ufer-) Wände festgelegt werden. Das Schutzziel wurde mit dem zuständigen Wasserverband Eifel-Rur (WVER) auf den HQ 100 festgelegt. Den Querprofilen in U [18] folgend sind die derzeitigen Wandhöhen ausreichend und auf eine Erhöhung der Wände kann verzichtet werden.

Inwieweit die bisher nicht schadhaften Bereiche der Stützwände ein neuerliches Hochwasser unbeschadet überstehen, ist aufgrund des Alters und dem allgemeinen Zustand der Stützwände schwer abzuschätzen. Künftige Schäden in bisher nicht schadhaften Bereichen können nicht ausgeschlossen werden. Um diese Schäden auszuschließen zu können, ist in Anbetracht des Alters und des Zustandes des Mauerwerks insbesondere der Zustand der Stützwand 2571.055.228 (vgl. Kapitel 5.1.1) eine Instandsetzung der Mauer auf der gesamten Länge notwendig.

Allgemein wird empfohlen, im Zuge der Sanierungs- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen der eindeutigen Hochwasserschäden die Maueransichtsfläche auf der gesamten Bauwerkslänge mindestens mit einer Spritzverfugung zu versehen bzw. die Wandfläche mit Spritzbeton zu versiegeln.

Die Sanierungs- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen sind so zu planen und herzustellen, dass keine Änderung des Fließquerschnitts der Inde resultiert. Die Vorderkante der neuen bzw. instandgesetzten Stützwand muss der Vorderkante der alten, vorhandenen Stützwand entsprechen. Bauzeitlich können unter Beachtung des Hochwasser- und Gewässerschutzes und in Abstimmung mit der unteren Wasserbehörde Eingriffe möglich sein. Ziel ist es jedoch, den Eingriff zu minimieren.

Stützwand 2571.055.228

Da in einigen Bereichen die Abdeckplatten und das Geländer erneuert werden müssen, wird ebenfalls empfohlen auf der gesamten Bauwerkslänge eine neue Kappe samt Geländer nach den anerkannten Regeln der Technik herzustellen. Eine Erneuerung dieser Bauteile nur in den hochwassergeschädigten Bereichen wird als nicht zielführend erachtet.

6.2 Stützwall Inde 2571.055.228

6.2.1 Variantenuntersuchung zur Instandsetzung der Stützwall

Die in Kapitel 5.1 aufgeführten Schäden sind - bis auf Schaden 5 – ähnlich und beeinträchtigen die Standsicherheit der Wall (vgl. Kapitel 5.1.7). Aus diesem Grund werden für alle diese Schäden die gleichen Varianten zur Instandsetzung der Stützwall vorgestellt und anschließend diskutiert.

Varianten

- Variante 1: Aufmauern ohne Änderung des statischen Systems
- Variante 2: Bohrpfähle in der Achse der Bestandswall und Vorsatzschale
- Variante 3: Winkelstützwall

In allen Varianten sind je nach Schadensausmaß vor den eigentlichen Sanierungs- bzw. Instandsetzungsarbeiten ein (Teil-)Abbruch der Abdeckplatten und Geländer sowie Rückbauarbeiten des Gleises und des Gleisoberbaus erforderlich. Zudem sollte nach Instandsetzung des Stützbauwerkes die Wiederherstellung einer Kappe samt Geländer nach den anerkannten Regeln der Technik erfolgen. Diese Maßnahmen werden daher bei der Beschreibung der Varianten nicht mehr aufgeführt.

Die Varianten werden im Folgenden kurz beschrieben. Anschließend wird der Bauablauf grob umrissen und letztlich eine Bewertung hinsichtlich folgender Kriterien gegeben:

- Baukosten
- Bauzeit
- Risiken (bei der Baudurchführung)
- Flächenbedarf

Das Bewertungsschema liegt zwischen 1 und 5 Punkten.

6.2.2 Variante 1: Aufmauern ohne Änderung des statischen Systems

Kurzbeschreibung:

Bei dieser Variante wird das ausgebrochene Mauerwerk neu aufgemauert und der Ursprungszustand der Wand wieder hergestellt. Das statische System der Wand wird hierbei nicht verändert. Die Wand in ihrer ursprünglichen Funktion bleibt erhalten.

Vorab sind folgende grundlegende Untersuchungen erforderlich, um diese Variante durchzuführen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen beeinflussen gegebenenfalls maßgeblich die erforderlichen Maßnahmen zur Umsetzung dieser Variante.

- Erkundungsbohrungen in nicht geschädigten Bereichen, um den erdseitigen Verlauf, die Gründungssohle sowie den Zustand der Wand zu erfassen.
- Rechnerische Überprüfung der Standsicherheit nach den derzeit gültigen Normen und Regelwerken für den Bauzustand auf Grundlage der Ergebnisse der Erkundungsbohrungen
- Rechnerische Überprüfung der Standsicherheit nach den derzeit gültigen Normen und Regelwerken für den Endzustand der sanierten Wand

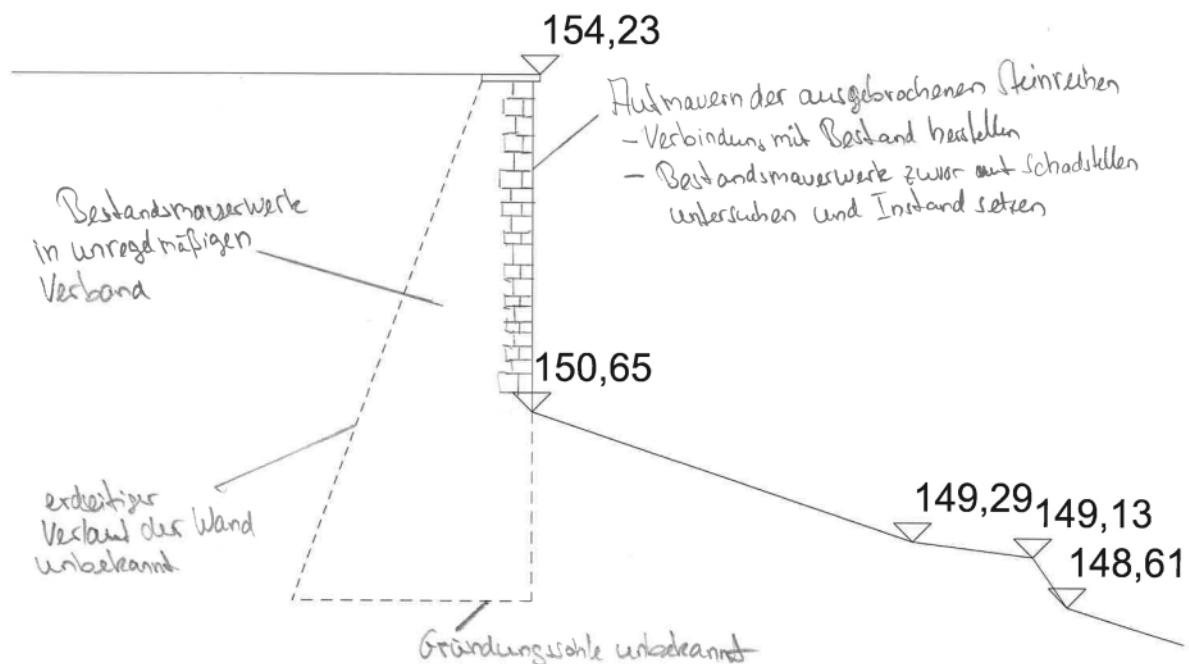


Abbildung 27 Skizze zur Variante 1

Bauablauf:

- Beräumung der ausgebrochenen Steine aus dem Flussbett. Intakte Steine zur Wiederverwendung seitlich lagern.
- Herstellung eines Arbeitsgerüsts im Querschnitt der Inde in enger Absprache mit der unteren Wasserbehörde hinsichtlich des Hochwasserschutzes.
- Untersuchung des Restquerschnittes der Bestandswand auf Schadstellen und Hohlräume.
- Ggfs. Instandsetzung der Schadstellen durch Austausch von Steinen, Füllen von Hohlräumen mit geeignetem Material.
- Herstellen einer senkrechten Ebene für den Anschluss der Aufmauerung (ggfs. Spitzbetonausgleich).
- Aufmauern der ausgebrochenen Steinreihen und Verbindung mit dem Bestand durch Mauerwerksanker, ggfs. durch eingeklebte Bewehrungsstäbe.

Bewertung:

- Baukosten: Die Baukosten werden aufgrund des geringen Eingriffs als gering betrachtet. Hinzukommen jedoch umfangreiche Erkundungsbohrungen und eine aufwändige Zustandsfeststellung, um die erforderlichen Instandsetzungsarbeiten definieren zu können.

Die Bewertung der Kosten liegt daher bei: 4 Pkt.

- Bauzeit: Auch die Bauzeit ist infolge des geringen Eingriffs prinzipiell von geringer Dauer, jedoch hat die Aufmauerung händisch zu erfolgen.

Die Bewertung der Bauzeit liegt daher bei: 4 Pkt.

- Risiken (bei der Baudurchführung): Erst mit vorliegenden Ergebnissen der Erkundungsbohrungen kann die Standsicherheit der Wand für den Bau- und Endzustand bewertet werden. Im Bauzustand ist ein Gerüst vor der derzeit beschädigten Wand erforderlich, auf dem die Arbeiten zur händischen Aufmauerung der Wand erfolgen. Kann der Nachweis der Standsicherheit für den Bauzustand ($\triangleq$ derzeitiger Zustand der Wand) nicht erbracht werden, müssen zunächst Maßnahmen getroffen werden, um die Wand für die Bauzeit zu ertüchtigen. Kann der Nachweis der Wand im Endzustand ebenfalls nicht erbracht werden, sind weitere Verstärkungsmaßnahmen erforderlich. Diese eventuell erforderlichen, zusätzlichen Maßnahmen zur Ertüchtigung für den Bau- und Endzustand hängen dann von dem konkreten Ergebnis der Nachrechnung ab und können zum jetzigen Zeitpunkt nicht erfasst werden. Hierin liegt ein sehr hohes Risiko bzgl. der Durchführbarkeit dieser Variante. Ein zusätzliches (Kosten-)Risiko besteht in den ggfs. erforderlichen

Instandsetzungsarbeiten der Schädstellen und dem Herstellen der Anschlussebene für die Aufmauerung. Zur Definition dieser Arbeiten ist eine handnahe Begutachtung erforderlich, die erst mit dem Nachweis der Standsicherheit der Wand im derzeitigen Zustand möglich ist.

Ein weiteres Risiko liegt in der Vermeidung künftiger Schäden durch Hochwasserereignisse. Ein neuerlicher (Teil-) Einsturz der Mauer in den sanierten Bereichen infolge nicht identifizierter Schädigungen kann nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

Aufgrund dieser enormen Risiken für die Planung und Durchführung liegt die Bewertung der Risiken bei: 1 Pkt.

- Flächenbedarf: Infolge des sehr geringen Flächenbedarf für die Baustelleneinrichtung und den Baubereich sowie des minimalen Eingriffs in den Querschnitt der Inde wird der Flächenbedarf als gering eingestuft.

Die Bewertung des Flächenbedarfs liegt daher bei: 4 Pkt.

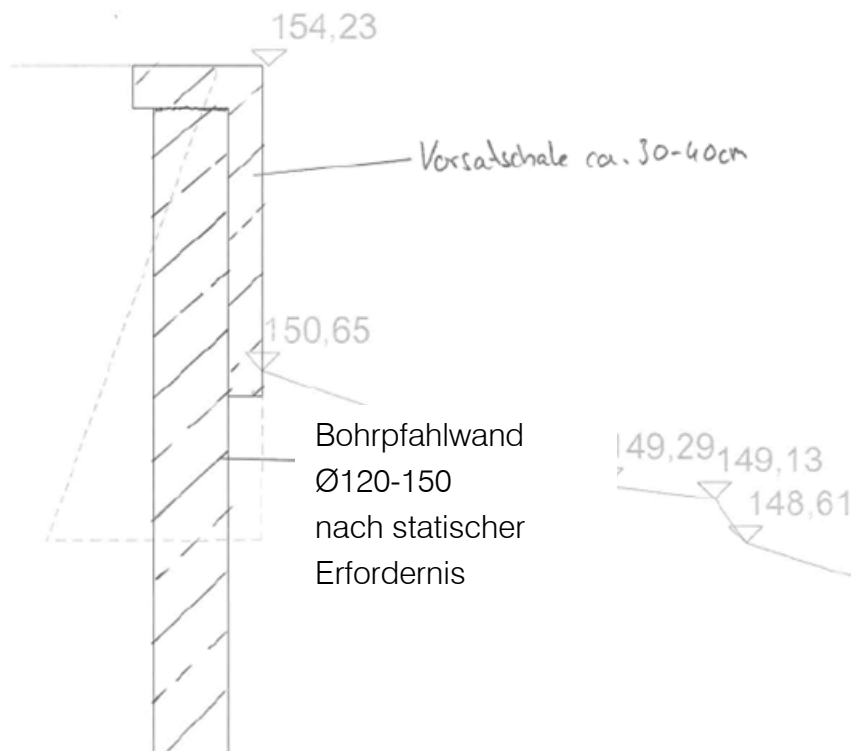


Abbildung 29 Skizze zum Endzustand Variante 2

Bauablauf:

- Beräumung der ausgebrochenen Steine aus dem Flussbett.
- Verfestigung der Ausbruchsfläche der Wand mit bewehrtem Spritzbeton zur Herstellung der Bohrung.
- Herstellung der Bohrebene auf der Hinterfüllung der Wand
- Abteufen der Bohrungen und Herstellung der Pfähle mit dem Kellybohrverfahren. Die Bohrung erfolgt im Schutze einer Verrohrung. Um den Frischbeton daran zu hindern, im Bereich von möglichen Fehlstellen in der zu durchörternden Wand wegzufließen, ist das Ziehen des Bohrrohrs auf die Erstarrungsgeschwindigkeit anzupassen, ggfs. ist hierzu auch die Anordnung einer Pfahlhülsen vorzusehen.
- Abbruch des restlichen Mauerwerks und der Spritzbetonsicherung vor den Pfählen; Säubern der Pfähle
- Einheben/Herstellung der Vorsatzschale

Bewertung:

- **Baukosten:** Die Baukosten werden aufgrund der hohen Kosten der Bohrpfahlherstellung zzgl. der Vorsatzschale nicht unerheblich sein.
Die Bewertung der Kosten liegt daher bei: 2
- **Bauzeit:** Die Herstellung der Bohrpfahlwand inkl. der Vorsatzschale wird mit einer auch im Vergleich mit den anderen Varianten mittellangen Bauzeit eingestuft. Durch Verwendung von Fertigteilen als Vorsatzschale kann die Bauzeit optimiert werden. Die Herstellung der Pfahlwand wird entscheidend für die Bauzeit sein.
Die Bewertung der Bauzeit liegt daher bei: 3 Pkt.
- **Risiken:** Für den Bauzustand (Herstellung der Bohrpfähle) muss die derzeit teilweise eingestürzte Wand eine ausreichende Standsicherheit aufweisen. Das Bohrgerät steht zur Herstellung der Pfähle auf dem Hinterfüllbereich der Wand. Ob eine ausreichende Standsicherheit gegeben ist, kann jedoch erst nach erfolgten Erkundungsbohrungen zu den Abmessungen und zum Zustand der Wand ermittelt werden. Hierin liegt ein sehr hohes Risiko bzgl. der Durchführbarkeit dieser Variante.
Aufgrund dieses Risikos liegt die Bewertung der Risiken bei: 2 Pkt.
- **Flächenbedarf:** Vor Bohrpfahlherstellung ist die Verfestigung der Ausbruchsfläche der Wand mit bewehrtem Spritzbeton erforderlich. Hierfür wird voraussichtlich ein Arbeitsgerüst im Querschnitt der Inde benötigt. Alternativ kann mit einer entsprechenden Spritzmaschine von oben gearbeitet werden und der Querschnitt der Inde freigehalten werden. Zur Herstellung der Bohrpfähle wird ein Drehbohrgerät inkl. zugehöriger Baustelleneinrichtung benötigt. Das Bohrgut muss entsorgt und es müssen entsprechende Baustraßen und Bohrebenen erstellt werden. Für den Rückbau der temporären Spritzbetonverstärkung und des restlichen Mauerwerks kann ein Eingriff in die Inde erforderlich werden, wenn der Abbruch und die Beräumung nicht vollständig von oben erfolgen können. Falls die Vorsatzschale mit Ortbeton erstellt wird, ist temporär auch hierfür ein Eingriff in den Querschnitt der Inde erforderlich. Je nach baubetrieblichem Aufwand kann der Eingriff in den Querschnitt der Inde jedoch minimiert werden.
Die Bewertung des Flächenbedarfs liegt daher bei: 3 Pkt.

6.2.4 Variante 3: Winkelstützwand

Kurzbeschreibung:

Zur Instandsetzung der Wand wird bei dieser Variante zunächst die Hinterfüllung der Wand abgegraben. Dies kann je nach Flächenbedarf im Schutze einer senkrechten Verbauwand oder in einer geböschten Baugrube erfolgen. Anschließend wird die Bestandswand von der Rückseite her abgetragen. Die neue Winkelstützwand kann nun im Schutze der Baugrube hergestellt werden. Die neue Winkelstützwand nimmt mit ihrer Vorderkante die Flucht der Bestandswand auf. Der Querschnitt der Inde wird nicht verändert. Aufgrund der Stützhöhe der Wand von bis zu 4,5 m wird die Herstellung der Wand in Ortbetonbauweise vorgeschlagen. Nach Herstellung der Wand wird die Baugrube verfüllt.

Für diese Variante sind vorab keine Untersuchungen hinsichtlich des Bestandes erforderlich, da die Wand rückseitig abgegraben und rückgebaut wird.

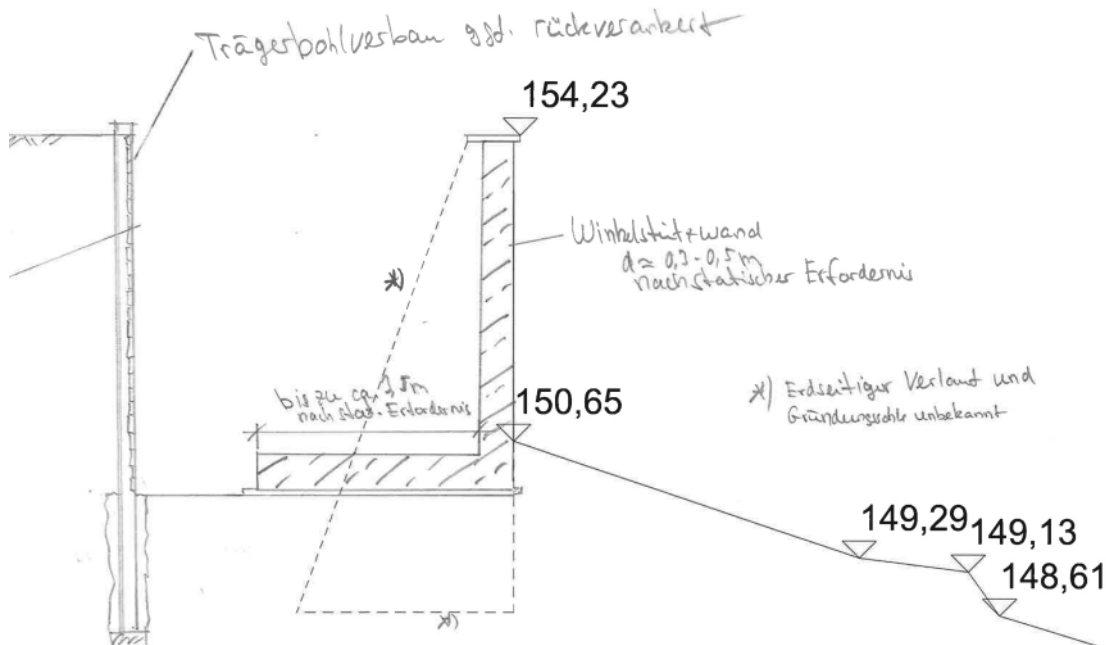


Abbildung 30 Skizze Variante 3

Bauablauf:

- Abgraben des Hinterfüllbereichs im Schutze einer senkrechten Verbauwand oder einer geböschten Baugrube.
- Rückbau der Bestandswand von der Rückseite aus und Beräumung der ausgebrochenen Steine aus dem Flussbett.
- Herstellung der neuen Winkelstützwand
- Verfüllen der Baugrube mit geeignetem Material.

Bewertung:

- Baukosten: Die Baukosten werden aufgrund der großen erforderlichen Erdbewegungen sowie der Verwertung und ggfs. Entsorgung hoch sein.
Die Bewertung der Kosten liegt daher bei: 1 Pkt.
- Bauzeit: Die Herstellung der Winkelstützwand wird mit einer auch im Vergleich mit den anderen Varianten als langen Bauzeit eingestuft. Die erforderlichen Erdbewegungen sowie die Herstellung der Winkelstützwand in Ortbetonbauweise sind zeitaufwendig.
Die Bewertung der Bauzeit liegt daher bei: 2 Pkt.
- Risiken: Für diese Variante ist kein Risiko hinsichtlich des Zustandes der Wand erkennbar. Die bestehende Wand wird vollständig ersetzt, der Rückbau erfolgt ohne wesentliche Belastung der Bestandswand von der Rückseite aus. Es handelt sich um eine übliche Bauweise ohne nennenswerte Schwierigkeiten.
Daher liegt die Bewertung der Risiken bei: 5 Pkt.
- Flächenbedarf: Der Flächenbedarf für diese Variante ist Aufgrund des Aushubs von ca. 4 m bis 6 m hinter der Winkelstützwand relativ hoch.
Die Bewertung des Flächenbedarfs liegt daher bei: 2 Pkt.

6.2.5 Zusammenstellung und Vorzugsvariante

In der folgenden Tabelle sind die Bewertungen der Varianten zusammengetragen.

Risiken hinsichtlich Bauausführung sind dabei stärker zu bewerten, als die anderen Kriterien, weshalb das Kriterium „Risiko“ mit dem Faktor 2 gewichtet wurde.

	Baukosten	Bauzeit	Risiken	Flächenbedarf	Σ
Variante 1	4	4	2	4	14
Variante 2	2	3	4	3	12
Variante 3	1	2	10	2	15

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Variante 1 mit den größten Risiken behaftet ist dafür jedoch bei den anderen Kriterien Vorteile gegenüber den übrigen Varianten hat. Varianten drei hingegen hat das geringste Risiko, ist jedoch die teuerste und aufwendigste. Die zur Bewertung vergebenen Punkte zeigen einen geringen Unterschied zwischen diesen beiden Varianten aufgrund der Wichtung der Risiken.

In Anbetracht dieser Wertung und der Art der Risiken (vgl. Kapitel 6.2.2) wird empfohlen, Variante 3 als Vorzugsvariante zur Instandsetzung der geschädigten Bereiche festzulegen.

Sollte die Instandsetzung der Stützwand 2571.055.228 auch in den bisher nicht geschädigten Bereichen zur Vermeidung künftiger Schäden erfolgen, bietet sich hierfür Variante 2 an. Die Wertung des Risikos für Variante 2 in den nicht geschädigten Bereichen wird von 2 Pkt. auf 4 Pkt. erhöht, wodurch sich eine Gesamtpunktzahl von 16 Pkt. ergibt. Da in Anbetracht der annähernd linear ansteigenden Kosten für den Aushub je laufenden Meter Stützwand die Kosten für Variante 3 deutlich stiegen, ist Variante 2 auch als die wirtschaftlichere einzustufen.

6.3 Stützwand Inde 2571.055.010

6.3.1 Schaden 1

Zur Behebung des Schadens ist die erdseitige Verfüllung der Wand wieder herzustellen. Auf eine Variantenuntersuchung wird aufgrund der Schadenscharakteristik zum jetzigen Zeitpunkt verzichtet. Neben den Erdarbeiten sind Gleisoberbauarbeiten erforderlich, die neben dem letztlichen Neubau auch zuvor den Rückbau der beschädigten Gleise beinhaltet. Hinzu kommen die Arbeiten zur Wiederherstellung des zerstörten Kabelkanals neben den Gleisen, die jedoch nicht im Rahmen dieses Gutachtens behandelt werden.

Um bei der Verdichtung des eingebauten Erdbaustoffs eine Überbeanspruchung der Bestandswand zu vermeiden, kann die Verfüllung mit einem entsprechend ausgelegten zeitweise fließfähigen, selbstverdichtenden Verfüllbaustoff (Flüssigboden) erfolgen. Als Folge der teilweise starken Geländeneigung kann der Flüssigboden entweder abschnittsweise und mit Abschalelementen eingebaut werden. Oder er wird derart eingestellt, dass die Neigung auch im flüssigen Zustand modelliert werden kann.

7 KOSTENBEGUTACHTUNG

7.1 Allgemeines

Die Kostenbegutachtung im Rahmen dieses Gutachtes behandeln die Kosten für die in Kapitel 6 festgelegten Vorzugsvarianten zur Instandsetzung der hochwasserbedingten Schäden sowie die Spritzverfugung/Spritzbetonversiegelung der nicht offensichtlich geschädigten Bereiche. Die Kosten beinhalten alle für die Instandsetzung der Wand erforderlichen Rückbauarbeiten sowie die technische Bearbeitung. Unter die technische Bearbeitung fallen u.a. die Kosten für

- die Planung (Objekt- und Tragwerksplanung)
- die Vermessung
- die Baugrunduntersuchung und hydrologische Untersuchungen
- (ökologische) Gutachten
- Bauüberwachung und SiGeKo
- die statisch konstruktive Prüfung
- Projektsteuerung

Die Kosten für die Wiederherstellung der betrieblichen Infrastruktur (Kabel und Kabeltrassen) und des Gleisoberbaus werden in einem weiteren Gutachten hinsichtlich der Kosten bewertet. Zudem wird eine Kostenbegutachtung für die Sanierung bzw. Instandsetzung der nicht geschädigten Bereich der Stützwand 2571.055.228 in Kapitel 7.2.2 aufgeführt. Diese Sanierung bzw. Instandsetzung dient in einer dem Hochwasser- und Überschwemmungsrisiko angepassten Weise künftige Schäden zu vermeiden.

Die zur Kostenschätzung aufgeführten Einheitspreise verstehen sich als Nettopreise zzgl. der gesetzlichen Mehrwertsteuer.

7.2 Stützwand 2571.055.228

7.2.1 Kostenbegutachtung hochwassergeschädigte Bereiche - Vorzugsvariante

Als Vorzugsvariante zur Instandsetzung der hochwasserbedingten Schäden der Stützwand 2571.055.228 wird in Kapitel 6.2.5 Variante 3 – Winkelstützwand empfohlen. Betrachtet wird im Folgenden die Herstellung der Baugrube im Schutze einer Trägerbohlwand parallel zur Stützwand. Die seitlichen Abgrabungen werden geböscht hergestellt. Der zu sanierende Wandbereich wird rückwärtig abgegraben und die Wand von hinten zurückgebaut. Am Übergang zum nicht geschädigten Bereich ist das Mauerwerk vorsichtig und ggfs. händisch zurückzubauen, um weitere Beschädigungen des Mauerwerks auszuschließen. Durch die Angleichung mittels Spritzbeton oder durch Abschaltung und konventioneller Betonage ist eine senkrechte Fuge zur neuen Winkelstützwand zu erstellen.

Die erforderlichen Arbeitsschritte sind im Folgenden zusammengetragen:

- Rückbau Geländer
- Rückbau Abdeckplatten
- Rückbauarbeiten Gleis und Oberbau
- Kampfmittelsondierung
- Einbringen der Verbauträger
- Aushub der Baugrube mit Rückbau Bestandswand und Herstellung der Anker
- Herstellung temp. Hochwasserschutz
- Vorbereitung der Gründungssohle
- Vorbereiten der Fuge zum Bestand
- Sauberkeitsschicht
- Herstellung des Sporns
- Herstellung der Wand
- Verfüllung der Baugrube, lagenweise (inkl. Lieferung Material) und Entspannen der Anker
- Ziehen der Verbauträger
- Herstellung Kappe
- Herstellung Geländer

Auf der nachfolgenden Seite sind die grundlegenden Mengen sowie die geschätzten Kosten zur Instandsetzung der Wand zusammengestellt.

Die Kosten für die Spritzverfugung bzw. Versiegelung der Fläche wird mit ca. 300 €/m² abgeschätzt. Bei einer mittleren Wandhöhe von ca. 3,30 m und einer zu versiegelnden Länge von ca. 300-70 m = 230 m eine Wandfläche von ca. $A = 760 \text{ m}^2$. Die Kosten belaufen sich dann auf ca. 228.000 € netto.

Diese Kosten sind auf die Kosten auf nachfolgender Seite aufzuschlagen, sofern eine Versiegelung geplant ist. Sollte stattdessen die gesamte Stützwand zur Vermeidung künftiger Schäden saniert werden, sind die Kosten in Kapitel 7.2.2 zu berücksichtigen.

	OK Mauer [mNHN]	GOK Wandfuß [mNHN]	Stützhöhe [m]	Wandhöhe [m]	Spornlänge [m]	Schadenslänge [m]	Wandfläche [m ²]	Höhe Aushub [m]	Baugrubenbreite [m]	Böschungswinkel [°]	Böschungsbreite [m]	Aushub [m ³]	Länge Verbau [m]
Schaden 1	153,9	151,3	2,6	3,1	2,25	12	37,2	3,4	5,25	45	3,4	275	19
Schaden 2	154,1	151,02	3,1	3,6	2,4	17	61,2	3,9	5,4	45	3,9	440	25
Schaden 3	154,3	149,45	4,85	5,35	3,25	9	48,15	5,65	6,25	45	5,65	517	20
Schaden 4	154,6	149,8	4,8	5,3	3,25	26	137,8	5,6	6,25	45	5,6	1106	37
Schaden 6	154,7	150,5	4,2	4,7	2,75	7	32,9	5	5,75	45	5	345	17
Σ						71	317,25					2683	118

Arbeitsschritte	Menge	Einheit	EP	GP [€]
Rückbau Geländer	300	m	30 €/m	9.000,00 €
Rückbau Abdeckplatten	300	m	40 €/m	12.000,00 €
Rückbauarbeiten Gleis und Oberbau	450	m	1.000 €/m	450.000,00 €
Kampfmittelsondierung	446	m	100 €/m	45.000,00 €
Herstellung Verbau inkl. Anker	130	m		0,00 €
Verbaufläche	751	m ²	160 €/m ²	121.000,00 €
Anker, l~10m	740	m	180 €/m	134.000,00 €
Aushub der Baugrube mit Rückbau Bestandswand	2800	m ³	300 €/m ³	840.000,00 €
Herstellung temp. Hochwasserschutz	100	m	350 €/m	35.000,00 €
Winkelstützwand	320	m ²	2.000 €/m ²	640.000,00 €
Verfüllung der Baugrube - lagenweise inkl Lieferung Material	2800	m ³	250 €/m ³	700.000,00 €
Ziehen Verbauträger	644	m	20 €/m	13.000,00 €
Herstellung Kappe /Stahlbeton	180	m ²	750 €/m ²	135.000,00 €
Herstellung Geländer	300	m	350 €/m	105.000,00 €
technische Bearbeitung (Planung, Vermessung, Baugrund, BÜ, stat. konstr. Prüfung, Projektst. etc.)	1	psch	500.000 €	500.000,00 €
Baustelleneinrichtung inkl. Herstellung der Baustraßen und Geräte und Genehmigungen, Bahnsicherungen während der Bauphase etc.	1	psch	500.000 €	500.000,00 €
Σ				4.240.000,00 € netto

7.3 Stützwand 2571.055.010

Zur Behebung des Schadens ist die erdseitige Verfüllung der Wand wieder herzustellen.

Die erforderlichen Arbeitsschritte sind im Folgenden zusammengetragen

- Rückbauarbeiten Gleis und Oberbau
- Räumen und Vorbereiten des Hinterfüllbereichs
- Herstellen der Hinterfüllung
- Versiegelung / Spritzverfugung

Die geschätzten Kosten für die Behebung des hochwasserbedingten Schadens sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

Arbeitsschritte	Menge	Einheit	EP ^{*)}		GP [€]
Rückbauarbeiten Gleis und Oberbau	70	m	1.000	€/m	70.000,00 €
Räumen und Vorbereiten Hinterfüllbereich	350	m ²	20	€/m ²	7.000,00 €
Herstellen Hinterfüllung	280	m ³	450	€/m ³	126.000,00 €
Versiegelung / Spritzverfugung	140	m ²	300	€/m ²	42.000,00 €
technische Bearbeitung	1	psch	50.000	€	50.000,00 €
Baustelleneinrichtung inkl. Herstellung der Bastraßen und Geräte und Genehmigungen etc	1	psch	50.000	€	50.000,00 €
Σ					345.000,00 € netto

^{*)} Stand März 2023

8 ZUSAMMENFASSUNG

In dem vorliegenden Gutachten werden die hochwasserbedingten Schäden an den Stützwänden 2571.055.228 und 055.010 bewertet. Diese gutachterliche Bewertung beinhaltet nach der Analyse der hochwasserbedingten Schäden durch Begehung die Ermittlung der erforderlichen Maßnahmen zur Beseitigung dieser sowie die Abschätzung der hieraus resultierenden Kosten.

Zur Analyse der hochwasserbedingten Schäden wurde zunächst in Kapitel 4 der Bauwerkszustand vor dem Hochwasserereignis anhand von Berichten zur Bauwerksprüfung und Fotodokumentationen beschrieben. Anschließend erfolgte die Feststellung der hochwasserbedingten Schäden in Kapitel 5 durch den Abgleich des Bauwerkszustandes vor dem Hochwasserereignis mit dem derzeitigen Bauwerkszustand. Der derzeitige Bauwerkszustand wurde durch eigene Begehung aufgenommen. Auf Grundlage dieses Abgleiches wurde anschließend eine Analyse der Schäden jeweils getrennt für die Bauwerke durchgeführt.

- Die Analyse zeigt, dass die Stützwand 055.228 auf einer Länge von ca. 50,0 m standsicherheitsrelevante Schäden durch den Teileinbruch des Mauerwerks aufweist. Berücksichtigt man dabei das Erfordernis den Randbereich der Schäden auf Längen von jeweils ca. 2,0 m ebenfalls instand zu setzen, vergrößert sich die Länge auf ca. 70 m. Neben diesen standsicherheitsrelevanten Schäden wurde auf einer Länge von ca. 120 m das Geländer und die Abdeckplatten durch das Hochwasser stark beschädigt oder weggespült. Es wird daher empfohlen das Geländer und die Abdeckplatte bzw. die Kappe auf der gesamten Bauwerkslänge zu erneuern.
- Die Ausspülung am nördlichen Ende der Stützwand 055.010 ist ein offensichtlicher, als Folge des Hochwasserereignisses entstandener Schaden im Hinterfüllbereich der Stützwand. Eine maßgebliche, die Standsicherheit dieses Bauwerks direkt betreffende Beschädigung im Vergleich zum Zustand vor dem Hochwasser kann in keinem Bereich der Wand festgestellt werden.
- Zudem erscheint es wahrscheinlich, dass bei beiden Bauwerken vereinzelt weitere Schadstellen wie ausgebrochene Steine oder Mauerwerksfugen bzw. gerissene oder gelockerte Abdeckplatten als Folge des Hochwasserereignisses vorhanden sind. Aufgrund des allgemeinen Zustandes der Bauwerke vor dem Hochwasserereignisses sind diese jedoch nicht eindeutig zuzuordnen. Es wird daher empfohlen, zur Sicherung lockerer Mauerwerkssteine sowie zur Auffüllung von Hohlräumen und Fugen eine Versiegelung der Mauerwerksfläche bzw. eine Spritzverfugung durchzuführen.

Die Schadensanalyse erfolgte nach bestem Wissen und Gewissen. Weitere, bisher nicht identifizierte bzw. sichtbare Bauwerksschäden infolge des Hochwasserereignisses können aufgrund

- möglicherweise nicht vollständiger Bauwerksbeschreibungen vor dem Hochwasserereignis
- im Rahmen der Begehung nicht ermittelbarer Schäden bspw. Ausspülungen im Bachbett oder Unter- bzw. Ausspülungen der Wand
- des unbekannten Hochwasserstandes und der unbekannten einwirkenden Kräfte während des Hochwasserereignisses

nicht ausgeschlossen werden.

In Kapitel 6 wurden die Maßnahmen zur Beseitigung der Schäden getrennt nach den beiden Bauwerken aufgeführt.

- Für die Stützwand 055.228 wurden Varianten zur Behebung der standsicherheitsrelevanten Schäden aufgeführt und hinsichtlich der Kriterien Baukosten, Bauzeit, Risiken und Flächenbedarf bewertet. Die Bewertungspunkte des Kriterium Risiko wurden dabei mit dem Faktor „2“ gewichtet, da Risiken hinsichtlich der Planungssicherheit und bei der Baudurchführung als wesentlich betrachtet werden. Diese Bewertung weist die risikoärmste jedoch kosten- und zeitintensivste Variante 3 – Winkelstützwand als Vorzugsvariante auf.
- Bei der Stützwand 055.010 erübrigt sich aufgrund der Schadenscharakteristik zum jetzigen Zeitpunkt eine Variantenuntersuchung zur Behebung des hochwasserbedingten Schadens

In Kapitel 7 werden Kosten in einer Kostenbegutachtung für die zuvor definierten Maßnahmen zur Sanierung bzw. Instandsetzung der hochwasserbedingten Schäden getrennt für die jeweiligen Bauwerke abgeschätzt.

- Für die Stützwand 055.228 wurden zwei Szenarien betrachtet. In Szenario 1 werden die Kosten zur Instandsetzung der hochwassergeschädigten Bereiche der Stützwand 055.228 angegeben, die sich auf $\text{ca. } 4.240.000 \text{ €} + 228.000 \text{ €} = 4.468.000 \text{ €}$ netto (vgl. Kapitel 7.2.1) belaufen. Hierin sind die Kosten für den Neubau einer Winkelstützwand in den derzeit hochwassergeschädigten Bereichen, die Spritzverfugung der übrigen, bisher nicht geschädigten Bereiche und die Erneuerung der Kappe und des Geländers auf der gesamten Bauwerkslänge enthalten.

Künftige Schäden auf den übrigen, bisher nicht geschädigten Bereichen durch ein erneutes Hochwasser können infolge des Alters und des Zustandes der Wand jedoch nicht ausgeschlossen werden. Szenario 2 beinhaltet daher Kosten für Instandsetzungsmaßnahmen der übrigen Bereiche, die in einer dem Hochwasser- und

Überschwemmungsrisiko angepassten Weise dazu dienen, künftige Schäden zu vermeiden. Diese Instandsetzungsmaßnahmen sind in Kapitel 7.2.2 erläutert. Die zusätzlichen Kosten für diese Maßnahmen belaufen sich auf ca. 4.252.000 € netto (4.481.000 € abzgl. der Kosten für die Spritzverfugung in Höhe von 228.000 €).

- Zur Sanierung des hochwasserbedingten Schadens an der Stützwand 055.010 sind gemäß der Kostenbegutachtung in Kapitel 7.3 ca. 345.000 € netto erforderlich.

Zur Übersichtlichkeit sind diese Kosten (netto in €) in der nachfolgenden Tabelle für beide Bauwerke und die oben beschriebenen Szenarien aufgelistet. In diesen Kosten sind neben den Baukosten auch alle für die Instandsetzung der Wand erforderlichen Rückbauarbeiten sowie die technische Bearbeitung enthalten (vgl. hierzu Kapitel 7.1).

Stützwand	Kurzbeschr. Maßnahme	Szenario 1 Instandsetzung	Szenario 2 ganzheitliche Sanierung
055.228	Winkelstützwand geschädigte Bereiche	4.240.000,00 €	4.240.000,00 €
	Spritzverfugung übrige Bereiche	228.000,00 €	-
	Sanierung übrige Bereiche	-	4.481.000,00 €
055.010	Wiederherstellung Hinterfüllung	345.000,00 €	345.000,00 €
Σ		4.813.000,00 €	9.066.000,00 €

Die im Rahmen der Kostenbegutachtung aufgeführten Kosten basieren auf Erfahrungswerten. Die tatsächlichen Baukosten können jedoch infolge der derzeit schwer zur prognostizierenden Preisentwicklung erheblich abweichen.

9 UNTERSCHRIFTEN

H+P Ingenieure GmbH

Aachen, den 31.10.2023



Dr.-Ing. N. Kerkeni

Prüfingenieur für Baustatik
Sachverständiger für Standsicherheit



Dr.-Ing. N. Andermahr

Mitarbeiter

Anlagen

Anlage 1

Amtlicher Lageplan Stützwand Inde
2571.055.280 (Blätter 1 bis 3)
mit Darstellung der Schäden

Die Abdeckplatten wurden
weggespült, Geländer hängt in der
Luft.

- Schaden 3:
lokaler Ausbruch auf ca. 2,5 m
länge von 2-3 Steinreihen und
horizontale Rissbildung oberhalb
auf einer Länge von ca. 5,0 m.
Der Schaden ist von oben nicht zu
erkennen.

Flur 43 Schaden 4:

Teileinsturz der Mauer. Ausbruch von 2-3 Steinreihe auf annähernd der gesamten Höhe über eine Länge von ca. 21,5 m. An den Ausbruchsseiten deutliche Auswölbungen der ersten Steinreihe zu erkennen. Weitere Ausbrüche können nicht ausgeschlossen werden.

Die Abdeckplatten und das Gelände wurden weggespült.

Schaden 5:

Geländer und größten Teil auch Abdeckplatten weggespült.

chaden 5

Unterspülung des Gleises auf einer Länge von ca. 7,0 m

Schaden 4

Großflächige und Ausspülungen

ca. 70 m

Deutliche
Ausbauchung der
ersten Steinreihe

Amtlicher Lageplan
Blatt 2 / 4

Auftrags-Nr. 18065
Maßstab 1:200

Gemeinde: Eschweiler
Gemarkung: Eschweiler
Flur: 3
Flurstück: 297
amtliche Fläche: 25959 m²
Grundbuchblatt: 2352A
Eigentümer: EVS EUREGIO Verkehrsschienennetz GmbH

Alle Höhenangaben beziehen sich auf NN! Dieser Lageplan ist urheberrechtlich geschützt. Vervielfältigung und
Das Lagesystem ist ETRS89. Umarbeitung sind nur mit Zustimmung des Planverfassers zulässig.

Ausgefertigt auf Grund amtlicher Unterlagen und eigener örtlicher Aufmessung

Stolberg, 12.12.2018, ergänzt am 11.12.2020

Dipl. Ing. Richard Winandi

**Öffentlich bestellter
Vermessungsingenieur**

Kortumstraße 9

52222 Stolberg

Telefon: 02402-23475
Mobil: 0173-2853858
eMail: r.winandi@vermessung-stolberg.de

Dipl. Ing. Richard Winandi (Öffentlich bestellter Vermessungsingenieur)

Geländer und größten Teil auch Abdeckplatten weggespült. Bereichsweise wurden auch die obersten 2 Steinreihen weggespült.



Fließrichtung
Inde

Großflächige und massive Ausspülungen am Ende der Wand

Schaden 5

Schaden 6

Schaden 5

ca. 60 m

Schaden 6:

- Ausbauchung Wand mit Durchfeuchtung auf einer Länge von ca. 3,0m



Ausbauchung Wand in der frontalen Ansicht.



Ausbauchung Wand in
der frontalen Ansicht
und Kennzeichnung der
Risse in den
Mauerwerksfugen



Ausbauchung Wand in der seitlichen Ansicht.

Legende

- [illegible]

Auftrags-Nr. 18065
Maßstab 1:200

Gemeinde: Eschweiler
Gemarkung: Eschweiler
Flur: 3
Flurstück: 297
amtliche Fläche: 25959 m²
Grundbuchblatt: 2352A
Eigentümer: EVS EUREGIO Verkehrsschiennetz GmbH

Alle Höhenangaben beziehen sich auf NN! Das Lagesystem ist ETRS89.	Dieser Lageplan ist urheberrechtlich geschützt. Vervielfältigung und Unarbeitung sind nur mit Zustimmung des Planverfassers zulässig.
Ausgefertigt auf Grund amtlicher Unterlagen und eigener örtlicher Aufmessung	Dipl. Ing. Richard Winandi
Stolberg, 12.12.2018, ergänzt am 11.12.2020	Öffentlich bestellter

Dipl. Ing. Richard Winand

Öffentlich bestellter

Vermessungsingenieur

Kortumstraße 9

52222 Stolberg

Telefon: 02402-23475

Mobil: 0173-2853858
eMail: r.winandi@vermessung-stoll

Alle Höhenangaben beziehen sich auf NN
Das Lagesystem ist ETR89.

Ausgefertigt auf Grund amtlicher Unterlagen und
eigener örtlicher Aufmessung

Stolberg, 12.12.2018, ergänzt am 11.12.2020

Dipl. Ing. Richard Winandi
**Öffentlich bestellter
Vermessungsingenieur**

Kortumstraße 9
52222 Stolberg

Telefon: 02402-23475
Mobil: 0173-2653698
email: r.winandi@vermessung-stolberg.de

Anlage 2

Amtlicher Lageplan Stützwand Inde 2571.055.010 mit Darstellung der Schäden

