



■ ■ ■ ■ ■ **GEOTECHNISCHES GUTACHTEN**

PROJEKT: **Hinhaltende Ertüchtigungsmaßnahmen in den Tunneln Bank,
Bett und Kammereck sowie an einem Stützbauwerk**

Geotechnisches Gutachten Stützbauwerk 128

**Strecke 2630 Köln – Koblenz – Bingen
km 128,874 bis km 129,018 (r.d.B.)**

AUFTRAGGEBER: **DB Netz AG
Regionalbereich Mitte
Regionales Projektmanagement
Tunnelprojekte
I.NP-MI-M-T(8)
Hahnstraße 49
60528 Frankfurt am Main
Vertrag 16FEI22676**



PROJEKT NR.: **e-870712 Stützbauwerk 128**

AUFTRAGNEHMER: **gbm Gesellschaft für Baugeologie und
-meßtechnik mbH • Baugrundinstitut**

Robert-Bosch-Straße 7
65549 Limburg a. d. Lahn
Telefon: 06431 9112-0
Telefax: 06431 9112-10

*Vom Eisenbahn-Bauamt anerkannte Gutachter, Sachgebiet Geotechnik,
für Tunnel- und Felsbau, Erd- und Grundbau*

ERSTELLT: **November 2017**

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Veranlassung und Aufgabenstellung	1
2 Verwendete Unterlagen	1
3 Lage des untersuchten Gebietes und Bauwerksdaten	1
4 Geologische Verhältnisse	2
5 Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen	3
5.1 Baugrundaufschlüsse	3
5.2 Beschreibung der Aufschlussergebnisse	4
5.2.1 Kernbohrungen	4
5.2.2 Kleinrammbohrungen	7
5.2.3 DPM	7
5.2.4 Schürfe	7
6 Umwelttechnische Untersuchungen	8
6.1 Bewertungsgrundlagen	8
6.2 Bewertung der Bodenproben	9
6.3 Bewertung der Bauschuttmischproben	9
7 Bautechnische Beurteilung des Baugrunds	11
8 Empfehlungen zur Erneuerung	14
8.1 Sicherungsvarianten mit Ersatzneubau	14
8.1.1 Abriss und Neubau aus Ortbeton	14
8.1.2 Abriss und Neubau als Bohrpfahlwand	14
8.1.3 Abriss und Neubau als Gabionenwand	15
8.2 Sicherungsvarianten mit Erhaltung der Bausubstanz	15
8.2.1 Vorgesetzte Spritzbetonschale	15
8.2.2 Systemverankerung und Neuverfugung	15
8.2.3 Schutznetzverhängung	15
8.3 Hinweise zur Ausführung der Sicherungsarbeiten	16

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Übersichtslagepläne

Anlage 1.1 Übersichtslageplan Stützbauwerk 128 Ausschnitt aus Topografischer Karte, M 1:10.000

Anlage 1.2 Lageplan Stützbauwerk 128 Bahn-km 128,879 – km 129,025, M 1:500

Anlage 2 Planunterlagen

Anlage 2.1 Lageplan / Ansicht Stützbauwerk 128 mit Darstellung der Bohr- und Sondierungspunkten Bahn-km 128,876 – km 129,025, M 1:250

Anlage 2.2 Querprofil 1 - Querprofil 6 Stützwand km 128,874 – 129,018, M 1: 50

Anlage 3 Aufschlussbohrungen

Anlage 3.1 Kernbohrung-Profile, M 1:50

Anlage 3.2 Kleinrammbohrung (KRB), M 1:20

Anlage 3.3 Mittelschwere Rammsondierung (DPM), M 1:26

Anlage 3.4 Schürfe-Profile, M 1:10

Anlage 4 Laboruntersuchungen

Anlage 4.1 Probenahmeprotokolle Umweltproben

Anlage 4.2 Tabellarische Ansicht der Analyseergebnisse

Anlage 4.3 Prüfberichte EUROFINS

Anlage 4.4 Prüfberichte RWTH Aachen Universität – Einaxialversuche

Anlage 4.5 Prüfbericht MBL Merenberger Baustoff Labor GmbH

Anlage 4.6 Prüfbericht gbm Punktlastversuche

Anlage 5 Fotodokumentation, Bohrkernfotos

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Im Rahmen des Bauvorhabens Erneuerung von Bank-, Bett- und Kammerecktunnel wurde die gbm Gesellschaft für Baugologie und -meßtechnik mbH - Baugrundinstitut im Juli 2017 von der DB Netz AG, Regionalbereich Mitte Frankfurt/Main, mit der Begutachtung des Stützbauwerk 128 DB Strecke 2630, km 128,876 bis km 129,018 beauftragt.

Im vorliegenden Bericht werden auf der Grundlage der durchgeführten Erkundungen Aussagen über den Aufbau und den Zustand der Stützwand getroffen und Empfehlungen für die Erneuerung ausgesprochen.

2 Verwendete Unterlagen

Zur Erstellung des Baugrundgutachtens standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Geologische Landesanstalt Rheinland Pfalz [Auflage 1966, Nachdruck 1. Auflage]: Geologische Karte 25 5812: St. Goarshausen
- [2] Helmut Prinz, Roland Strauß, Abriss der Ingenieurgeologie 5. Auflage 2011
- [3] Intermetric Gesellschaft für Ingenieurmessung und raumbezogene Informationssysteme mbH Stuttgart: Vermessung, Lageplan + Ansicht, März 2017
- [4] DB Netz AG, Ril 836 - Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten, letzte Aktualisierung 01.12.2014

3 Lage des untersuchten Gebietes und Bauwerksdaten

Die im Rahmen der Erneuerung von Bank-, Bett- und Kammerecktunnel auf der DB-Strecke 2630 Köln – Bingen (Rhein) zu untersuchende Stützwand liegt zwischen den Bahn-km 128,876 und 129,018. Das Stützbauwerk 128 befindet sich zwischen St. Goar und Oberwesel südlich des Kammereck-Tunnels (Anlage 1.1 und 1.2).

Die Stützwand ist ca. 142 m lang. Die Bauwerkshöhe beträgt zu Beginn 2 m, ab km 128,880 verspringt sie auf 3,50 m bis 4 m. Im weiteren Verlauf steigt sie sprunghaft auf 6 m an und ist 80° geneigt bzw. als Böschungspflaster ausgeführt. Bei km 128,887 ist eine Mauerfuge zu verzeichnen, was auf eine nachträgliche Mauerverlängerung hindeutet.

Die Mauer wurde im Zuge der Erkundung in drei Abschnitte unterteilt (Anlage 2.1). Im ersten Bereich ist die Mauer ca. 2 m hoch. Ein Böschungspflaster oberhalb ist nicht aufzufinden, der Hang ist hier durch Bewuchs gesichert. Im zweiten Bereich zieht sich das Böschungspflaster bis auf die Höhe der Bahngleise. Nur ein kleiner Teil ist als Stützmauer ausgebaut. Im dritten Bereich verspringt die Mauer auf 6 m Höhe.

Bis in die 70er Jahre befand sich oberhalb der Stützmauer eine Blockstelle. Fragmente der alten Fundamente sowie der Treppenaufgang am Ende der Stützmauer sind noch erhalten.



Abbildung 1: Blockstelle Kammereck (Foto: Carl Bellingrodt 12.07.1932)

4 Geologische Verhältnisse

Das Untersuchungsgebiet ist durch devonische Siltsteine/-schiefer der Sauerthal-Schichten eingenommen.

Die Haupteinflussrichtungen der Klüfte und Störungen sind entsprechend der tektonischen Beanspruchung nach NW und NE orientiert. Die vorgenannten Trennflächen fallen meist mittelsteil bis steil ein. Die Kluftabstände der Siltschiefer variieren zwischen engständig bis mittelständig, die Schieferung führt zu den teilweise plattigen Absonderungen der Siltschiefer bei Beanspruchung oder Verwitterung. Auf den ersten 2 m steht ein z. T. verwitterter Siltschiefer an, der dazu eine engstufige Klüftung besitzt. Ab 2 m steht tendenziell ein kompakter, geklüfteter Siltschiefer an.

Bei ungünstiger Verschneidung des vorhandenen Trennflächengefüges können sich begünstigt durch tonige-siltige Belege und Hangwasserzutritte bei Starkregenereignissen potenzielle Bruchkörper ausbilden.

Die Felswände sind vielerorts stark geklüftet und stark angewittert bis verwittert. Örtlich sind steilere Felspartien und Bereiche mit lokalen Hangschutterscheinungen durch Trockenmauern verblendet bzw. gesichert.

5 Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen

5.1 Baugrundaufschlüsse

Zur Klärung der Baugrundverhältnisse und der Bauwerkssubstanz wurden in den Sperrpau-
sen vom 22.08. bis 24.08.2017 insgesamt 6 horizontale Kernbohrungen durch die Mauer bis
in den Fels ausgeführt. Zur weiteren Erkundung wurden außerdem drei DPM, zwei KRB und
6 Schürfe durchgeführt. Den Lageplan mit den Aufschlusspunkten enthält Anlage 2.1. Was-
ser wurde in keiner Bohrung angetroffen.

Tabelle 1 stellt in der Übersicht die Lage und die Tiefe sowie die eingemessene Bezugshöhe
der durchgeführten Untersuchungen dar:

Tabelle 1: Aufschlusspunkte mit Tiefe und Lage

Bezeichnung	Aufslusstiefe [m u. GOK]	Lage in Bahn-km	Bezugshöhe [m ü. SO]
KB 1 (horizontal)	6,00	Horizontalbohrung Stützwand 128, Bereich 2, ca. 128.923 km	1,80
KB 2 (horizontal)	6,20	Horizontalbohrung Stützwand 128, Bereich 2, ca. 128.933 km	1,95
KB 3 (horizontal)	6,00	Horizontalbohrung Stützwand 128, Bereich 3, ca. 128.956 km	1,86
KB 4 (horizontal)	6,45	Horizontalbohrung Stützwand 128, Bereich 3, ca. 128.985 km	1,93
KB 5 (horizontal)	6,00	Horizontalbohrung Stützwand 128, Bereich 3, ca. 129.008 km	1,92
KB 6 (horizontal)	7,40	Horizontalbohrung Stützwand 128, Bereich 3, ca. 129.018 km	1,65
DPM 1 (vertikal)	3,70	Vertikalbohrung Stützwand 128, Bereich 3, ca. 128.965 km	5,55
DPM 2 (vertikal)	2,70	Vertikalbohrung Stützwand 128, Bereich 3, ca. 128.979 km	6,15
DPM 3 (vertikal)	2,00	Vertikalbohrung Stützwand 128, Bereich 3, ca. 129.003 km	5,50
KRB 1 (vertikal)	3,40	Vertikalbohrung Stützwand 128, Bereich 1, ca. 128.684 km	0,60
KRB 2 (vertikal)	2,10	Vertikalbohrung Stützwand 128, Bereich 1, ca. 128.900 km	1,00

Bezeichnung	Aufschlusstiefe [m u. GOK]	Lage in Bahn-km	Bezugshöhe [m ü. SO]
S1 (vertikal)	1,00	Vertikalbohrung Stützwand 128, Bereich 1, ca. 128.686 km	0,00
S2 (vertikal)	0,80	Vertikalbohrung Stützwand 128, Bereich 2, ca. 128.920 km	0,00
S3 (vertikal)	0,80	Vertikalbohrung Stützwand 128, Bereich 2, ca. 128.936 km	0,00
S4 (vertikal)	0,80	Vertikalbohrung Stützwand 128, Bereich 2, ca. 128.942 km	0,00
S5 (vertikal)	0,80	Vertikalbohrung Stützwand 128, Bereich 3, ca. 129.000 km	0,00
S6 (vertikal)	0,85	Vertikalbohrung Stützwand 128, Bereich 3, ca. 129.018 km	0,00

KB = Kernbohrung

DPM = Mittelschwere Rammsondierung

KRB = Kleinrammbohrung

S = Schurf

Die Ergebnisse der Erkundungen werden in der Anlage 2.2 in mehreren Querprofilen dargestellt. Die Bohrprofile der Kernbohrungen KB, Kleinrammbohrungen KRB, DPM und Schürfe sind in den Anlagen 3.1 - 3.4 grafisch dargestellt.

5.2 Beschreibung der Aufschlussergebnisse

5.2.1 Kernbohrungen

Im Rahmen der Erkundungskampagne wurden direkte Aufschlussverfahren durchgeführt. Ziel war die Erkundung von Ausbaubeschaffenheit, Mächtigkeit und Zustand der Stützwand sowie des Hinterfüllbereiches bzw. anstehenden Baugrundes.

Die Mauer besteht aus vermörtelten Natursteinen und wurde als Bruchsteinmauerwerk gebaut. Die Fugen sind oft herausgewittert, so dass neben oberflächigen Ausbrüchen auch innerhalb der Mauer einige Fehlstellen zu verzeichnen sind. Ein Einfluss infolge von Verwitterung durch Frost und Feuchtigkeit ist anzunehmen. Der Mörtel wird zusätzlich durch Wurzelwerk angegriffen, ist aber angesichts der durchgeführten Festigkeitsuntersuchungen als Mörtelklasse IIa bis III einzustufen (vgl. Kap. 7). Das Mauerwerk zeigt sich aber im Kern trotz der teilweise vorhandenen Fehlstellen als ausreichend tragfähig. An der Oberfläche sind Teilbereiche in einem etwas schlechteren Zustand.

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Mauerwerksdicke.

Tabelle 2: Mauerwerksdicke in den Aufschlusspunkten

Aufschluss	Mauerwerksdicke
KB 1	0,5 m (Pflasterböschung)
KB 2	2,00 m
KB 3	2,00 m
KB 4	1,80 m
KB 5	2,20 m
KB 6	2,35 m

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Erkundungen im Einzelnen erläutert.

KB 1 ergab eine Mauerwerksdicke (Böschungspflaster) von 0,50 m. Der sich direkt dahinter anschließende Fels wurde bis zur Endtiefe von 6,00 m nachgewiesen und besteht aus hellgrauen Siltstein bzw. Siltschiefer. Der Siltschiefer ist zerklüftet und teilweise stark angewittert. Im Bereich von 2-2,5 m ist im Bohrloch Wurzelwerk zu erkennen. Zwischen 0,5 und 2 m und ab 2,9 m ist der Siltschiefer als tragfähig zu klassifizieren.

Die Mauerwerksdicke im Bereich der KB 2 beträgt ca. 2,0 m. Die anschließende Hinterpackung ist bis 1 m mächtig. Danach wurden bis zur Endtiefe der Bohrung bei 6,20 m graue, z. T. schiefrige Siltsteine aufgeschlossen. Das Gestein besitzt eine engständige Klüftung und ist z. T. stark angewittert, es ist insgesamt als mäßig tragfähig einzustufen.

Eine gleich große Mauerdicke von ca. 2,0 m wurde bei der Bohrung KB 3 nachgewiesen. Ebenfalls wurde eine in etwa gleich mächtige Hinterpackung von ca. 0,85 m aufgefunden. Dahinter folgen bis zur Endtiefe von 6,00 m graue Siltsteine, die z. T. schiefrig sind. Das Gestein ist als tragfähig einzustufen.

In der KB 4 beträgt die Mauerwerksdicke 1,80 m und ist damit nur minimal geringer als im Bereich der vorherigen zwei Kernbohrungen (KB 2 und KB 3). Die Hinterpackung ist mit ca. 0,4 m deutlich geringmächtiger. Darauf folgt bis zur Endtiefe von 6,45 m hellgrauer Siltschiefer, der teils klüftig und angewittert ist. In Abständen von 0,5-1 m wechseln sich kompakte Siltschiefer mit geringmächtigen (< 0,4 m), stark angewitterten Siltschieferbruchstücken ab. Insgesamt ist das Gestein als tragfähig einzustufen.

Eine etwas größere Mauerwerksdicke von 2,20 m ist in KB 5 angetroffen worden. Die Hinterpackung ist mit ca. 0,2 m im Vergleich zu den anderen Bohrungen deutlich geringer. Darauf folgt bis zur Endtiefe von 6,00 m hellgrauer Siltschiefer, der wiederum klüftig und angewittert ist. Bis 5,0 m ist ein stark angewitterter Siltstein/-schiefer anzutreffen. Ab 5,0 m ist der Siltschiefer kompakter, weist dennoch eine starke Klüftung auf. Das Gestein ist wegen der enggestuften Klüftung als mäßig tragfähig einzustufen.

Die größte Mauerwerksdicke mit 2,35 m wurde bei der KB 6 angetroffen. Eine Hinterpackung von ca. 0,25 m hinterlagert die Mauer. Danach steht bis ca. 4 m ein stark geklüfteter und angewitterter Siltschiefer an. Ab 4,0 m steht ein kompaktes Gestein an, das teilweise geklüftet ist. Die Tragfähigkeit des Gesteins ist als gut anzunehmen.

Die Stützwanddicke in Höhe der Erkundungsbohrung beträgt zwischen ca. 1,85 m und 2,35 m. Ausgeprägte Fundamentkörper wurden bei den Schürfen nicht festgestellt. Es ist davon auszugehen, dass die Stützmauer auf dem Felshorizont gegründet ist. Jedoch wurden unterschiedlich mächtige Hinterpackungen zwischen Mauerwerk und stark verwitterten Gestein aufgeschlossen. Das Böschungspflaster wurde vermutlich direkt auf den anstehenden Fels gebaut. Es ist davon auszugehen, dass die restliche Stützmauer über eine größere Länge eine Hinterpackung besitzt. Der Fels ist großenteils verwittert und nimmt teilweise Hangschuttcharakter an, die Druckfestigkeit ist gering. In der Regel ist ab einer Tiefe von ca. 1 m im Fels der Fels als tragfähig (mäßige Druckfestigkeit) einzustufen.

Die großflächig mit Böschungspflaster gesicherten Bereiche, auch oberhalb der Stützmauer weisen auf die Gefährdung durch Hangschutt und Steinschlag hin. Die Oberfläche des anstehenden Fels ist sehr variabel und lässt sich ebenfalls auf die Verwitterung zurückführen. Die Auffangbereiche oberhalb des Mauerwerks, im Bereich des ersten Abschnitts, sind z.T. mit Hangschutt gefüllt, was auf rezente Steinschläge zurück zu führen ist. Die Mauer dient in diesem Bereich sowohl als Auffang- und Stützmauer.

Die Hinterpackung wurde als Auffüllung mit Drainagefunktion (Drainageöffnungen im Mauerwerk) zwischen Mauerwerk und unebener Felsoberfläche geschüttet, daher auch die stark variierende Mächtigkeit. Die Mauer verhindert größere Steinschläge, die als potenzielle Gefährdung für den Eisenbahnbetrieb auftreten könnten. Allerdings kann sich das oberflächennahe Mauerwerk durch Verwitterung sukzessive entfestigen. Das Mauerwerk stützt vorwiegend die Hinterfüllung und übernimmt mit dem Freibund eine gewisse Steinschlagschutzfunktion. Von einem signifikanten Felsdruck ist angesichts der Ergebnisse der Kernbohrungen nicht auszugehen.

Die Fotodokumentation zu den Bohrkernen befindet sich in Anlage 5.

5.2.2 Kleinrammbohrungen

Es wurden zwei Kleinrammbohrungen (KRB 1 und 2) zur Untersuchung des Baugrunds hinter der Stützmauer (im Bereich 1) Richtung Hang durchgeführt. In KRB 1 wurde eine 3 m mächtige Auffüllung unterhalb einer 0,2 m mächtigen Bodenschicht aufgefunden. Danach wurde stark verwitterter Fels (Ton-/Siltschiefer) angetroffen. Der Baugrund bei KRB 2 besteht aus Tonschiefer-Blockschutt mit Feinanteilen.

Die KRB 1 zeigt unterhalb der Auffüllung den Felsansatz bei ca. 3,25 m ü. SO. Bei KRB 2 wurde kein Fels angetroffen, allerdings liegt hier Blockschutt vor. Der Schutt entstammt von den stark verwitterten Ton-/Siltschiefern oberhalb des Mauerwerks und wurde durch die Mauer aufgefangen, was die Schutzfunktion der Mauer verdeutlicht.

5.2.3 DPM

Die DPM wurden im Rahmen der Felduntersuchungen ausgeführt, um die Lagerungsdichte des Bodens zu ermitteln und damit indirekt den Bodenaufbau zu erkunden.

Alle drei DPM zeigen einen vergleichbaren Verlauf der Schlagzahlen an. Der obere Bereich (0,4-1,0 m) hat eine lockere Lagerung, vermutlich Oberboden. Der nächste Bereich besitzt eine lockere bis mitteldichte Lagerung, die Schlagzahl ist hier maximal 33 (DPM 2). Eine Auffüllung oder Blockschutt ist wahrscheinlich. Der dritte und letzte Bereich zeigt einen Anstieg der Schlagzahlen auf mehr als 100. Hier wird vermutlich bei der DPM 1 in einer Tiefe von 2,2 m ü. SO, bei DPM 2 in einer Tiefe von 3,7 m ü. SO und bei der DPM 3 in einer Tiefe von 3,6 m ü. SO der Tonschiefer (Felshorizont) angetroffen.

5.2.4 Schürfe

Um den Untergrund des Mauerwerks zu erkunden und gegebenenfalls die dabei angetroffenen Fundamente zu begutachten, wurden sechs Schürfe angelegt.

Fundamente wurden in den Schürfen nicht angetroffen. Die Mächtigkeit des Gleisschotter bewegt sich zwischen ca. 0,5 und 0,8 m u. SO. Darunter folgt entweder eine geringmächtige Auffüllung aus einem Kies-Sand-Schluff-Gemisch und Ziegelresten oder sofort der anstehende Fels (Ton-/Siltschiefer).

Es ist davon auszugehen, dass die Stützmauer direkt auf dem anstehenden Fels gegründet wurde.

6 Umwelttechnische Untersuchungen

gbm Limburg wurde durch die DB Netz AG Regionalbereich Mitte, Hahnstr. 49 60528 Frankfurt/Main mit der Beprobung, chemisch-analytischen Untersuchung und abfallrechtlichen Bewertung von Bauschutt und Fels aus dem Bereich des Stützbauwerkes südlich des Kammerneck Tunnels beauftragt. Die Beprobungen wurden am 30.08.2017 durch gbm durchgeführt. Im Einzelnen wurden folgende Proben entnommen (Anlage 4.1 - 4.3):

Tabelle 3: Übersicht über das entnommene Probenmaterial

Proben-nummer	Entnah-medatum	Material	Bezeichnung / Entnahmestelle	Beauftragte Analytik
gbm82395	30.08.2017	Fels (Siltstein)	MP 1 Fels	LAGA Boden TR 2004 (F+E)
gbm82396	30.08.2017	Hinterpackung (Fels und Mörtel)	MP 1 Hinterpackung	LAGA Bauschutt (F+E)
gbm82397	30.08.2017	Natursteinmauerwerk (Siltstein und Mörtel)	MP 1 Nstmau	LAGA Bauschutt (F+E)

6.1 Bewertungsgrundlagen

- [U1] Ländergemeinschaft Abfall - Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung / Beseitigung von Abfällen - LAGA PN98 - Grundregeln für die Entnahme von Proben aus festen und stichfesten Abfällen sowie abgelagerten Materialien, Stand 2002.
- [U2] Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen – Technische Regeln -, vom 06.11.1997.
- [U3] Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis – Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV, vom 04.03.2016.
- [U4] LAGA M20 „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen, TR Boden vom 05.11.2004.
- [U5] Belasteter Boden und Bauschutt – Vollzug der Abfallverzeichnisverordnung – Abfallwirtschaftsplan Rheinland – Pfalz, Teilplan: Sonderabfallwirtschaft; Informationsschreiben des Ministeriums für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz vom 12.12.2006.

- [U6] Leitfaden Bauabfälle Rheinland-Pfalz Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ (Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz, Mainz / Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht, Oppenheim; Mai 2007)
- [U7] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900).
- [U8] Allgemeingültige Technische Mitteilung – Als Handlungsanweisung gemäß Konzernrichtlinie 138.0202 – TM 2012-049 I.NVT 4, gültig ab 07.03.2013.

6.2 Bewertung der Bodenproben

Im Material der **Bodenmischprobe MP 1 Fels (gbm82395)** wird für keinen Feststoffparameter Z0*-Zuordnungswert der LAGA-Boden überschritten. Das Bodenmaterial gbm82395 kann unter dem Abfallschlüssel 17 05 04 – Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen – als Z0*-Material einer Verwertung / Entsorgung zugeführt werden. Bei Wiedereinbau des Materials ist das Infoblatt 26 „Bodenschutz und Abfallwirtschaft“, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland Pfalz, Stand Juli 2007 zu beachten.

Tabelle 4: Einstufung der Bodenmischprobe gbm82395

Proben-nummer	Entnahmestelle	Material	LAGA Boden	AVV
gbm82395	KB 4 2-7 m; KB 5 2,5 m; KB 6 3-6 m; KB 1 3,4 m; KB 3 5,5 m; KB 2 4,5 m	Fels (Siltstein)	Z0*	17 05 04

6.3 Bewertung der Bauschuttmischproben

Im Material der **Bauschuttmischprobe MP 1 Hinterpackung (gbm82396)** wird für die Parameter Chrom ges. im Feststoff mit 80 mg/kg TS und Nickel im Feststoff mit 89 mg/kg TS der Z0*-Zuordnungswert der LAGA-Bauschutt überschritten.

Das Bauschuttmaterial gbm82396 ist unter dem Abfallschlüssel 17 01 07 – Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 01 06 fallen – als Z1.1-Material einzustufen.

Tabelle 5: Einstufung der Laborprobe gbm82396

Proben-nummer	Entnahmestelle	Material	Parameter	LAGA Bau-schutt	AVV-Schlüssel
gbm82936	KB 4 2,0 m; KB 3 2,2 m; KB 2 2,5 m; KB 6 2,4 m	Hinterpackung (Siltstein und Mörtel)	Chrom ges. (F), Nickel (F)	Z1.1	17 01 06

Im Material der **Bauschuttmischprobe MP 1 Nstmau (gbm82397)** wird für die Parameter Chrom ges. im Feststoff mit 67 mg/kg TS, Nickel im Feststoff mit 76 mg/kg TS und Sulfat im Eluat mit 60 mg/l der Z0*-Zuordnungswert der LAGA-Bauschutt überschritten.

Das Bauschuttmaterial gbm82397 ist unter dem Abfallschlüssel 17 01 07 – Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik mit Ausnahme die unter 17 01 06 fallen – als Z1.1-Material einzustufen.

Tabelle 6: Einstufung der Laborprobe gbm82396

Proben-nummer	Entnahmestelle	Material	Parameter	LAGA Bau-schutt	AVV-Schlüssel
gbm82937	KB 2 1,2 m; KB 3 0,5 m; KB 4 1,6 m; KB 5 1,3 m; KB 6 2,0 m	Naturstein-mauerwerk (Siltstein und Mörtel)	Chrom ges. (F), Nickel (F), Sulfat (E)	Z1.1	17 01 06

7 Bautechnische Beurteilung des Baugrunds

Durch den Gefügeeinfluss von Schichtung / Schieferung und Klüftung sind die Materialeigenschaften von Fels, wie Festigkeit, Verformbarkeit und Durchlässigkeit, richtungsabhängig. Zudem sind Festigkeit und Verformbarkeit - innerhalb gewisser Grenzen - abhängig von der Größe des Prüfkörpers, an dem die entsprechenden Kennwerte ermittelt werden.

Generell stellen die Ermittlungen von Kennwerten, die das Verformungsverhalten geschichteter und geklüfteter Gesteine realistisch beschreiben, die Erfassung des mechanischen Verhaltens in Stoffgesetzen sowie deren Verwendung in Berechnungen noch nicht vollständig gelöste Probleme der Felsmechanik dar.

Im Allgemeinen wird sowohl bei der Ermittlung von Materialkennwerten wie bei den Berechnungen zum Nachweis der Standsicherheit und der Dimensionierung von Bauwerken im Fels von vereinfachten Annahmen ausgegangen.

Unter der vereinfachten Annahme eines linearen Festigkeitsansatzes nach Mohr-Coulomb für den Druckbereich werden nachfolgend die Kennwerte für die angewitterten Gebirgsfazies angegeben.

Tabelle 2: Gebirgskennwerte für Fels, Homogenbereich A

Gebirgskennwerte für angewitterten Siltschiefer		
Wichte	cal γ	25 - 27 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	cal γ'	15 - 17 kN/m ³
Einaxiale Druckfestigkeit (Gestein)	cal q_u	20 - 50 MN/m ²
Reibungswinkel (Gebirge)	cal ϕ'	40 - 42,5° (abhängig von der Richtung zur Schichtung)
Reibungswinkel (Trennfläche)	cal ϕ'	27,5 - 30°
Kohäsion (Gebirge)	c'	200 - 600 kN/m ²
Kohäsion (Trennfläche)	c'	0 - 5 kN/m ² (0 - 2 m) 50 - 100 kN/m ² (> 2 m)
E-Modul (Gebirge)	cal E_{Geb}	500 - 2.000 MN/m ²
Bruchwert Mantelreibung für Mikropfähle	$q_{s,k}$	0,45 MN/m ²
Poissonzahl	cal ν	0,25

Der vorliegende Siltschiefer weist insgesamt nach der Klassifizierung gem. DIN EN ISO 14689-1 eine mäßig bis hohe Festigkeit auf, was bei etwaigen Bohrarbeiten durch erhöhten Verschleiß der Bohrwerkzeuge bzw. mit einem erhöhten zeitlichen Aufwand beim Einbohren entsprechend zu berücksichtigen ist.

Aus gutachterlicher Sicht wird empfohlen, dass in den Bereichen des Stützbauwerks bezüglich Mauerwerk und Fels von einem abrasiven Verhalten auszugehen ist.

Entsprechend ist in diesen Bereichen bei der Bauausführung mit einem hohen Materialverschleiß beim Bohrvorgang zu rechnen.

Die angetroffenen Festgesteine hinter der Stützwand sind in einen Homogenbereich A zusammenzufassen. Hinsichtlich der Bohrbarkeit erfolgt entsprechend dem Verwitterungsgrad eine Einstufung nach DIN EN ISO 14689-1 in die Stufen 0 bis 2. Das geringfügig erbohrte Lockergesteinsmaterial hinter bzw. unterhalb der Stützwand ist in den Homogenbereich B einzustufen.

Tabelle 3: Gebirgskennwerte für Hangschutt, Homogenbereich B

Gebirgskennwerte für Hangschutt, mitteldicht gelagert		
Wichte	cal γ	19 - 21 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	cal γ'	9 - 11 kN/m ³
Reibungswinkel	cal ϕ'	30°
Kohäsion	c'	0 – 5 kN/m ²
Steifemodul	cal E_s	30 – 50 MN/m ²
Bruchwert Mantelreibung für Mikropfähle	$q_{s,k}$	0,1 MN/m ²

Zur Ermittlung der Mörtelfestigkeit wurden insgesamt 2 Druckversuche an Mörtel durchgeführt. Die Versuche wurden durch MBL Merenberger Baustoff Labor GmbH ausgeführt. Sie zeigen eine Druckfestigkeit von 9,4 - 10,5 MN/m², was der Mörtelklassen IIa bis III entspricht.

Steinfestigkeiten sind nicht gleichzusetzen mit der Mauerwerksfestigkeit (Stein und Fuge). Die erfahrungsgemäß an Mauerwerkskernen, d. h. an Probekörpern mit Stein und Fuge ermittelten Festigkeiten sind teilweise deutlich geringer als die Gesteinsfestigkeit. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass bei diesen Versuchskörpern der Fugenteil und die Orientierung der Fugen innerhalb der Probe die Festigkeit entscheidend beeinflussen.

Prinzipiell war es bei vorliegender Maßnahme schwer geeignete Prüfkörper zugewinnen, da durch den Bohrvorgang die Proben leicht auseinander brachen. Daher konnten keine kompakten und zusammenhängenden Kerne gewonnen werden. Die Kamerabefahrung weist einige Fehlstellen der Fugen innerhalb der Mauer auf.

In Tabelle 4 sind Materialkennwerte für den Mauermörtel zusammengefasst.

Tabelle 4: Mauerwerkskennwerte für Mörtel

Kennwerte für Mörtel		
Einaxiale Druckfestigkeit	σ_u	10 MN/m ²
Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412 oder DIN V 18580		IIa - III
Rohdichte	ρ_{Roh}	1,61 g/cm ³

Beim Mauerstein ist von den festigkeitsmechanischen Eigenschaften des angewitterten Siltschiefers (Tabelle 2) auszugehen. Zusätzlich zu den in Kap. 5.2.1 beschriebenen Eigenschaften wird das Kernmauerwerk des Bauwerks im Istzustand als insgesamt noch ausreichend tragfähig angesehen.

8 Empfehlungen zur Erneuerung

Bei der zu ertüchtigenden Stützmauer handelt es sich um eine Schwergewichtsmauer, wobei alle auftretenden Kräfte über Reibung, Kohäsion und Erdwiderstand aufzunehmen sind. Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse wird davon ausgegangen, dass die Schwergewichtsmauer über die gesamte Länge überwiegend auf dem gut tragfähigen Felshorizont gegründet ist.

Es ist zu beachten, dass oberhalb der hier beschriebenen Stützmauer weitere Stützbauwerke in der Böschung vorhanden sind, die als Böschungspflaster sowie als Trockenmauern ausgeführt sind. Diese Stützbauwerke sind nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung. Die Standsicherheit dieser Stützbauwerke darf durch die Ertüchtigungsmaßnahme nicht beeinträchtigt werden, da sie ansonsten in die Planung einzubeziehen sind.

Im Folgenden werden unterschiedliche Lösungsvorschläge für die Ertüchtigung des Stützbauwerks erläutert.

8.1 Sicherungsvarianten mit Ersatzneubau

8.1.1 Abriss und Neubau aus Ortbeton

Diese Variante beinhaltet eine rückverankerte Schwergewichtsmauer mit Verblendmauerwerk. Alle Schwergewichtsmauerwerke aus den Bereichen 1 - 3 werden durch Schwergewichtswände aus Ortbeton ersetzt, die mit Mikropfählen rückverankert und anschließend mit Natursteinmauerwerk verblendet werden. Dazu wird zunächst das vorhandene Mauerwerk abschnittsweise abgebrochen und die Böschung durch eine temporäre rückverankerte Spritzbetonschale gesichert. Das Böschungspflaster im Bereich 2 wird mit einer Schutznetzverhängung und einer Systemverankerung gesichert.

8.1.2 Abriss und Neubau als Bohrpfahlwand

Die vorhandene Stützmauer wird in den Bereichen 2 und 3 durch Bohrpfahlwände, die mit Mikropfählen rückverankert und mit Natursteinen verblendet werden, ersetzt. Die Schwergewichtsmauer im Bereich 1 bis 3 werden durch Ortbeton ersetzt, mit Mikropfählen rückverankert und mit Natursteinen verblendet. Das Böschungspflaster im Bereich 2 wird mit einer Schutznetzverhängung und einer Systemverankerung gesichert. Die technische Umsetzbarkeit dieser Variante ist aufgrund der Größe der Bohrgeräte und der erforderlichen Aufstellfläche im Zuge der Planung zu prüfen.

8.1.3 Abriss und Neubau als Gabionenwand

In dieser Variante wird die vorhandene Schwergewichtsmauer abschnittsweise abgebrochen und die Böschung durch eine rückverankerte Spritzbetonschale temporär gesichert. Anschließend wird eine Gabionenwand errichtet, die durch Mikropfähle am Gebirge zu verankern ist. Das Böschungspflaster im Bereich 2 wird mit einer Schutznetzverhängung und einer Systemverankerung gesichert.

8.2 Sicherungsvarianten mit Erhaltung der Bausubstanz

8.2.1 Vorgesetzte Spritzbetonschale

Im Gegensatz zu den vorgenannten Varianten bleibt bei diesem Lösungsvorschlag die Stützmauer in der Bausubstanz erhalten. Die Sicherung erfolgt durch eine vorgesetzte Spritzbetonschale, die durch Mikropfähle rückverankert wird. Das Böschungspflaster im Bereich 2 wird mit einer Schutznetzverhängung und einer Systemverankerung gesichert. Bei dieser Variante ist zu beachten, dass sich der Abstand zum bergseitigen Gleis durch die vorgesetzte Spritzbetonschale verringert.

8.2.2 Systemverankerung und Neuverfugung

In dieser Variante bleibt die Bauwerkssubstanz und -geometrie erhalten. Die Ertüchtigung erfolgt durch eine Systemverankerung der Mauerwerksbereiche mit Mikropfählen und eine maschinelle Neuverfugung. Die Nagelköpfe werden im Mauerwerk versenkt, um das Lichtraumprofil nicht weiter einzuschränken. Das Böschungspflaster im Bereich 2 wird mit einer Schutznetzverhängung und einer Systemverankerung gesichert. Durch diesen Lösungsvorschlag bleibt der optische Eindruck des Stützbauwerks weitestgehend erhalten.

8.2.3 Schutznetzverhängung

Bei dieser Variante erhält sowohl Schwergewichtsmauer und das Böschungspflaster eine Schutznetzverhängung mit Systemankerung. Die Befestigung des Schutznetzes erfolgt über Systemkrallplatten, die mittels Ankertaschen im Mauerwerk versenkt werden. Dadurch wird einerseits sichergestellt, dass sich das Schutznetz gut verspannen lässt und außerdem das Lichtraumprofil nicht zusätzlich eingeengt wird. Durch das eng anliegende Schutznetz soll eine fortschreitende Entfestigung der Mauerwerksoberfläche verhindert werden. Das Böschungspflaster im Bereich 2 wird mit einer Schutznetzverhängung und einer Systemverankerung gesichert. Die Bauwerkssubstanz und -geometrie bleiben bei diesem Lösungsvorschlag ebenfalls erhalten.

8.3 Hinweise zur Ausführung der Sicherungsarbeiten

Die Mikropfähle zur Rückverankerung der Stützmauern bzw. der Schutznetze sollten unter Berücksichtigung einer ca. 2 m mächtigen Auflockerungszone mit einer Einbindelänge von mindestens 2 m im tragfähigen Fels eingebaut werden. Genauere Angaben sind im Zuge der weiteren Planung durch Standsicherheitsbetrachtungen festzulegen.

Aufgrund der Mauerwerkshinterfüllung aus Lockergestein sind die Bohrlöcher vermutlich überwiegend nicht standfest, so dass der Einsatz von selbstbohrenden Hohlstabnägeln (z. B. Ischebeck TITAN o. vgl.) mit verlorener Bohrkronen empfohlen wird.

Erfahrungsgemäß hat sich der Einsatz von Ankermörtel aufgrund seiner thixotropen Eigenschaften bei vergleichbaren Maßnahmen bewährt und ist prinzipiell dem Einsatz von reiner Zementsuspension vorzuziehen.

Bei den Ersatzneubauvarianten ist im Zuge der Planung zu berücksichtigen, dass durch die Aufhebung des Bestandsschutzes ggf. der Gleisabstand auf das erforderliche Mindestmaß zu vergrößern ist.

Die Abbrucharbeiten dürfen nur abschnittsweise unter parallel auszuführender Sicherung des Böschungsbereichs erfolgen. Dieser Umstand ist in der Bauablaufplanung zu berücksichtigen. Die Arbeitsabläufe sind so zu planen, dass die Betriebssicherheit der Bahnstrecke zu keiner Zeit gefährdet wird.

Bei der Variante Schutznetzverhängung wird das vom Eisenbahn-Bundesamt zugelassene Böschungsstabilisierungssystem TECCO der Firma Geobrugg empfohlen.

Vorhandene Mauerwerksausbrüche sollten vor der Vernetzung entweder beigemauert oder z. B. durch Spritzbetonplomben aufgefüllt werden.

Das Nagelraster sollte nach erster Abschätzung und der Erfahrungen aus vergleichbaren Maßnahmen mit einem Abstand von ca. 2,0 x 2,0 Metern umgesetzt werden. Die notwendige Nagellänge setzt sich aus der Summe von Mauerwerksstärke, Hinterpackung, Auflockerungszone und Einbindetiefe in den tragfähigen Fels zusammen. Die genauen Längen sind im Zuge der Planung zu bestimmen.

Die Nägel sind entsprechend der jeweils gültigen Zulassung auszubilden. Der ausreichende Korrosionsschutz wird durch die Zementsteinüberdeckung gewährleistet, der Bohrlochdurchmesser ist darauf abzustimmen. Der oberste Meter der Nägel ist gem. Ril 836 verzinkt auszubilden. Die Grenzmantelreibung ist durch Eignungsprüfungen an zusätzlich gebohrten

Opfernägeln zu Beginn der Sicherungsarbeiten nachzuweisen. Dabei ist die Verpressstrecke gering zu halten und der Anker mit einem Hüllrohr im Anfangsbereich zu versehen, damit beim Zugversuch möglichst die Grenzmantelreibung erreicht wird und der Versuch nicht aufgrund der Fließspannung im Stahlquerschnitt begrenzt wird.

An 3 % der eingebauten Mikropfähle (Bauwerksnägel) sind Zugversuche in Form von Abnahmeprüfungen durchzuführen.

Limburg, den 17.11.2017

Bearbeiter: Dipl.-Ing. S. Fröhlich
M.Sc.-Geol. T. Wittig

gbm Gesellschaft für Baugologie und
-meßtechnik mbH • Baugrundinstitut

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Schlebusch'.

Dipl.-Ing. M. Schlebusch

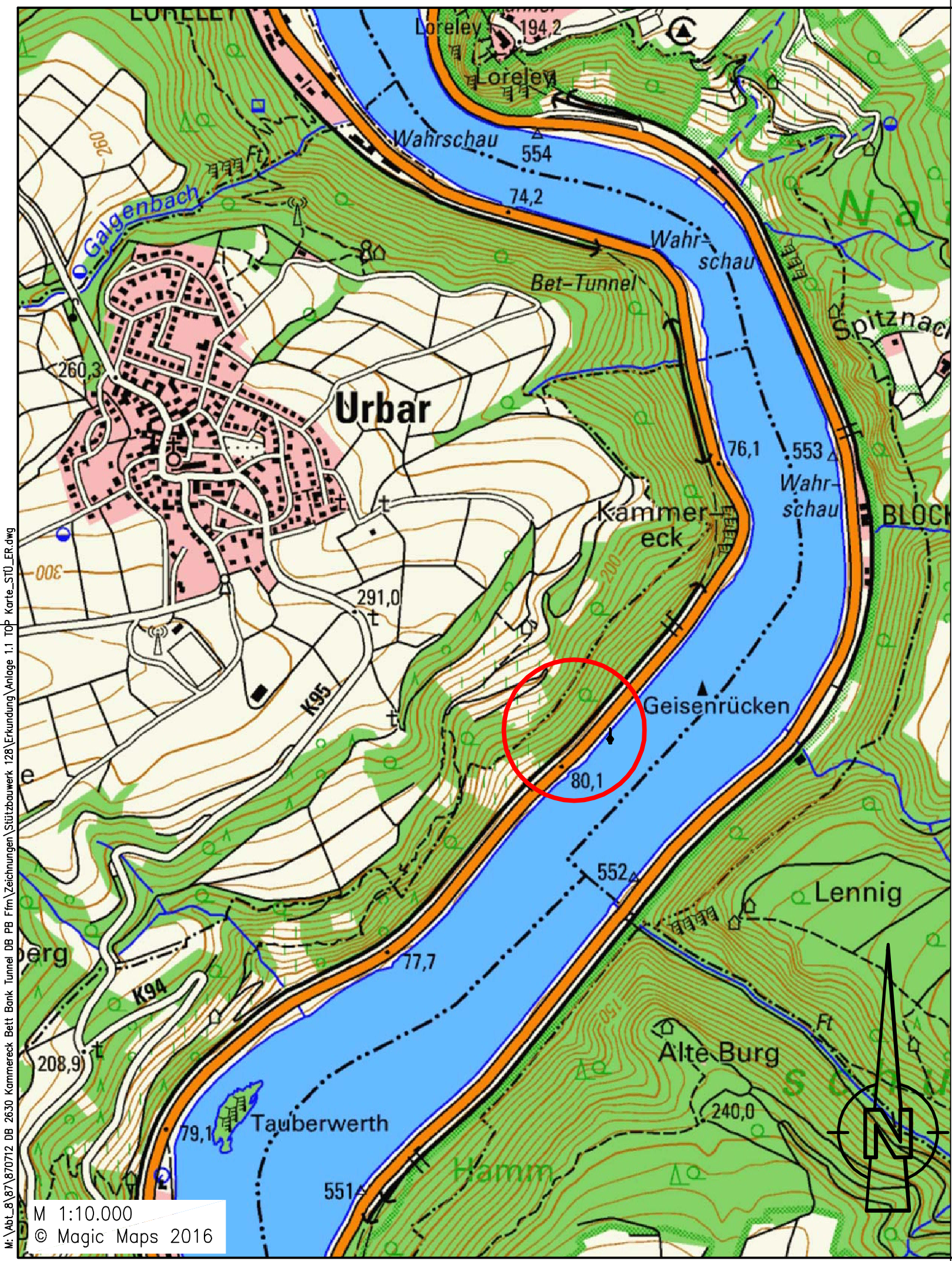
Anlagen

Anlage 1

Übersichtslagepläne

Anlage 1.1

Übersichtslageplan Stützbauwerk 128 Ausschnitt aus Topographischer
Karte, M 1:10.000

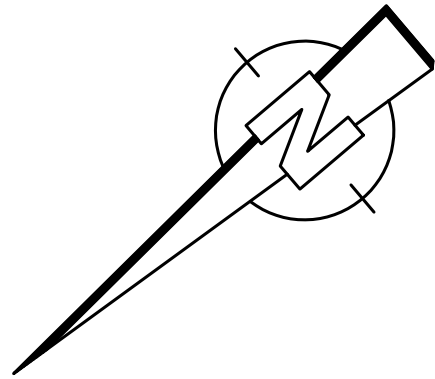


Index: Änderungen bzw. Ergänzungen		Name:		Datum:	
die Übereinstimmung der Zeichnung mit der Ausführung bestätigt:		Freigabe zur bautechnischen Prüfung			
für den Auftragnehmer:		Ort, Datum, Unterschrift		Ort, Datum, Unterschrift	
für die DB Netz AG:		Ort, Datum, Unterschrift		Prüfingenieur	
interoperabilität geprüft (benannte Stelle), Name					
Datum		geprüft / genehmigt			
Datum		geprüft / genehmigt			
Datum		geprüft / genehmigt			
Eisenbahn-Bundesamt		gleichgestellt mit Prüfexemplaren		geprüft / genehmigt	
		Datum			
		Freigabe der Ausführungsunterlagen		☐ mit Regelungen durch den BVB DB NETZE	
		Freigabe-Nr.:			
		Ort, Datum, Unterschrift (BVB)			
		Genehmigung zur Bauausführung			
		Ort, Datum, Unterschrift			
Lageskizze					
Planung:		Planverfasser:		Anlage 1.1	
		Gesellschaft für Baugeologie und -messtechnik mbH Baugrundinstitut Robert-Bosch-Str. 7 65549 Limburg Tel. 06431 9112-0 Fax. 06431 9112-10 Limburg, den 14.11.2017 <i>U. Schlebusch</i>		Auftrag-Nr.:	
Ort, Datum, Unterschrift		Ort, Datum, Unterschrift		Datum	
Bauherr:		Auftraggeber:		Name	
DB Netz AG Regionalbereich Mitte Pfarrer-Perabo-Platz 4 60326 Frankfurt am Main		DB Netz AG Regionalbereich Mitte Regionales Projektmanagement I.NP-Mi-M-T (1) Hahnstraße 49 60528 Frankfurt am Main		gez. 09.2017 Reschowski	
Ort, Datum, Unterschrift		Ort, Datum, Unterschrift		bearb. 09.2017 Wittig	
Maßstab:		Übersichtslageplan Stützbauwerk 128 Ausschnitt aus Topografischer Karte		gepr. 09.2017 Schlebusch	
1:10000				Plan-Nr.:	
				Planart: Erkundung	
				Planzeichen:	
				Blattgr.: 420 x 297	
				Einwirkungen (Lastmodelle):	
				Ril 836	
				Höhen- und Koordinatensystem	
				DB - Referenznetz	
Projekt: Erneuerungsmaßnahmen Stützbauwerk 128					
Strecke: 2630 Köln - Bingen					
Bauwerksnummer				Brückennr.	
Strecke		Kilometer		Kennzahl	
2630		* 128,874-129,018		* 341000	
				Barcode	

Anlage 1.2

Lageplan Stützbauwerk 128 Bahn-km 128,876 – km 129,025, M 1:500

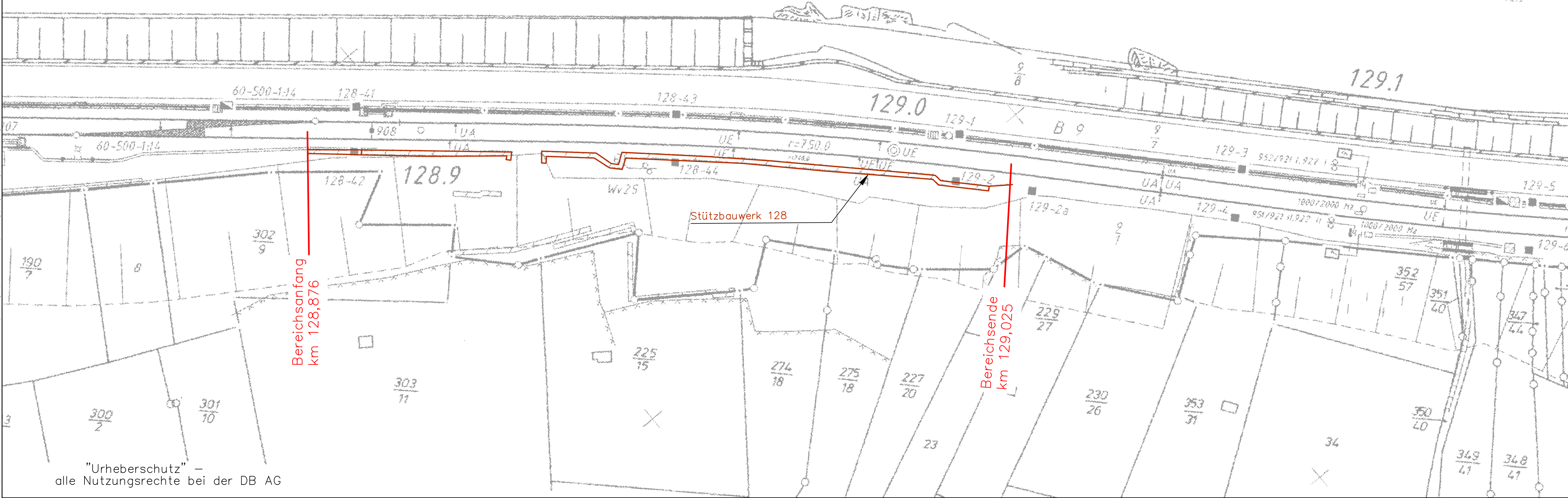
Plan ist zur Maßentnahme nicht geeignet !



← Rhein

STÜTZBAUWERK 128
LAGEPLAN
M 1:500

2630/129,015/DL01
Gewölbedurchlaß



Bereichsanfang
km 128,876

Stützbaupunkt 128

Bereichsende
km 129,025

„Urheberschutz“ –
alle Nutzungsrechte bei der DB AG

Index: Änderungen bzw. Ergänzungen		Name:		Datum:	
die Übereinstimmung der Zeichnung mit der Ausführung bestätigt: für den Auftragnehmer: Ort, Datum, Unterschrift für die DB Netz AG: Ort, Datum, Unterschrift		Freigabe zur bautechnischen Prüfung Ort, Datum, Unterschrift Prüfingenieur			
Interoperabilität geprüft (benannte Stelle), Name		Datum geprüft / genehmigt			
Datum		geprüft / genehmigt			
Datum		geprüft / genehmigt			
Datum		geprüft / genehmigt			
Eisenbahn-Bundesamt		gleichgestellt mit Prüfexemplaren		geprüft / genehmigt	
Datum		Freigabe der Ausführungsunterlagen ☐ mit Regelungen durch den BVB Freigabe-Nr.:			
Ort, Datum, Unterschrift (BVB)		Genehmigung zur Bauausführung			
Ort, Datum, Unterschrift		Ort, Datum, Unterschrift			
Lageskizze					
Planung:		Planverfasser: Gesellschaft für Baueologie und -meßtechnik mbH Baugrundinstitut Robert-Bosch-Str. 7 65469 Limburg Tel. 06431 9112-0 Fax. 06431 9112-10 Limburg, den 14.11.2017 Ort, Datum, Unterschrift		Anlage 1.2	
Ort, Datum, Unterschrift		Auftraggeber: DB Netz AG Regionalbereich Mitte Regionales Projektmanagement LNP-Mi-M-T (1) Hahnstraße 49 60528 Frankfurt am Main Ort, Datum, Unterschrift		Auftrag-Nr.: Datum Name gez. 09.2017 Reschowski bearb. 09.2017 Wittig gepr. 09.2017 Schlebusch	
Bauherr: DB Netz AG Regionalbereich Mitte Pflarrer-Perabo-Platz 4 60326 Frankfurt am Main Ort, Datum, Unterschrift		DB NETZE		Plan-Nr.: Planart: Erkundung Planzeichen: Blattgr.: 917 x 297	
Maßstab: 1:500		Lageplan Stützbaupunkt 128 Bahn-km 128,876 – km 129,025		Einwirkungen (Lastmodelle): Ril 836 Höhen- und Koordinatensystem DB – Referenznetz	
Projekt: Erneuerungsmaßnahmen Stützbaupunkt 128					
Strecke: 2630 Köln – Bingen		Bauwerksnummer		Brückennr.	
Strecke		Kilometer		Kennzahl	
2630		* 128,874–129,018		* 341000	
Barcode					

Anlage 2

Übersichtslageplan Stützbauwerk 128 Ausschnitt aus Topographischer
Karte, M 1:10.000

Anlage 2.1

Lageplan / Ansicht Stützbauwerk 128 mit Darstellung der Bohr- und Sondierungspunkten Bahn-km 128,876 – km 129,025, M 1:250

Legende:
— Stützmauer VK unten
— Stützmauer VK oben
— Nischen, Masten, Signale

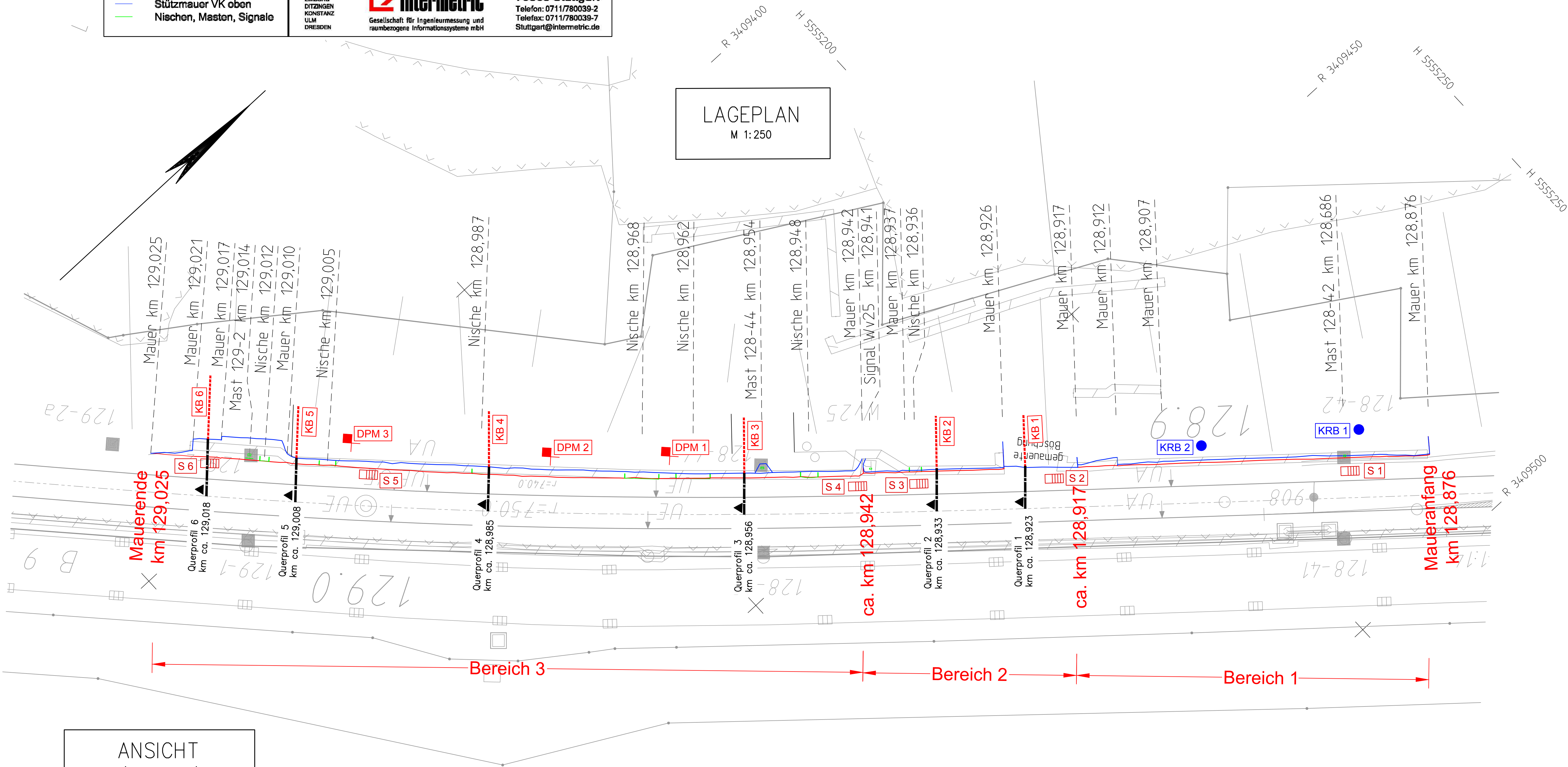
Planursprung:

STUTTGART
BERLIN
LIMBURG
DITZINGEN
KONSTANZ
ULM
DRESDEN

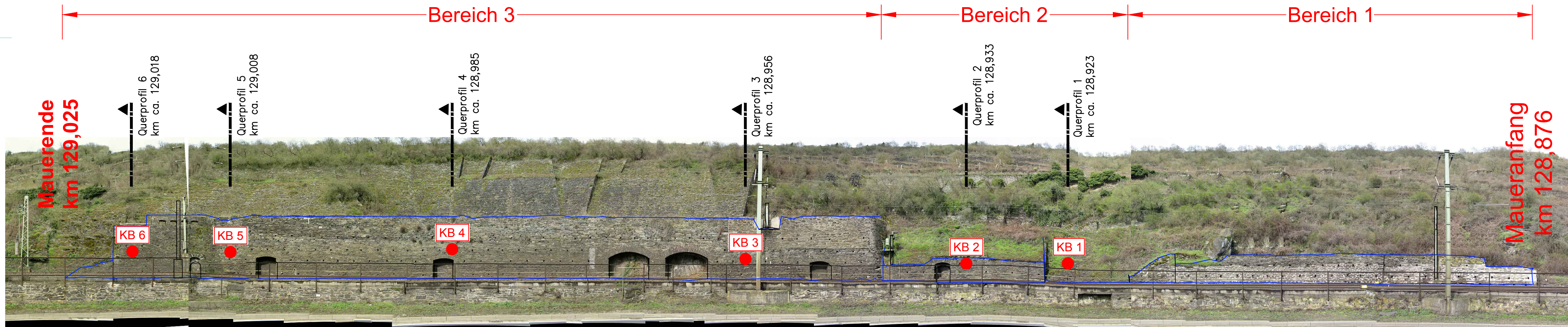
intermetric
Gesellschaft für Ingenieurmessung und
raumbezogene Informationssysteme mbH

Industriestraße 24
70565 Stuttgart
Telefon: 0711/780039-2
Telefax: 0711/780039-7
Stuttgart@intermetric.de

LAGEPLAN
M 1:250



ANSICHT
(ohne Maßstab)



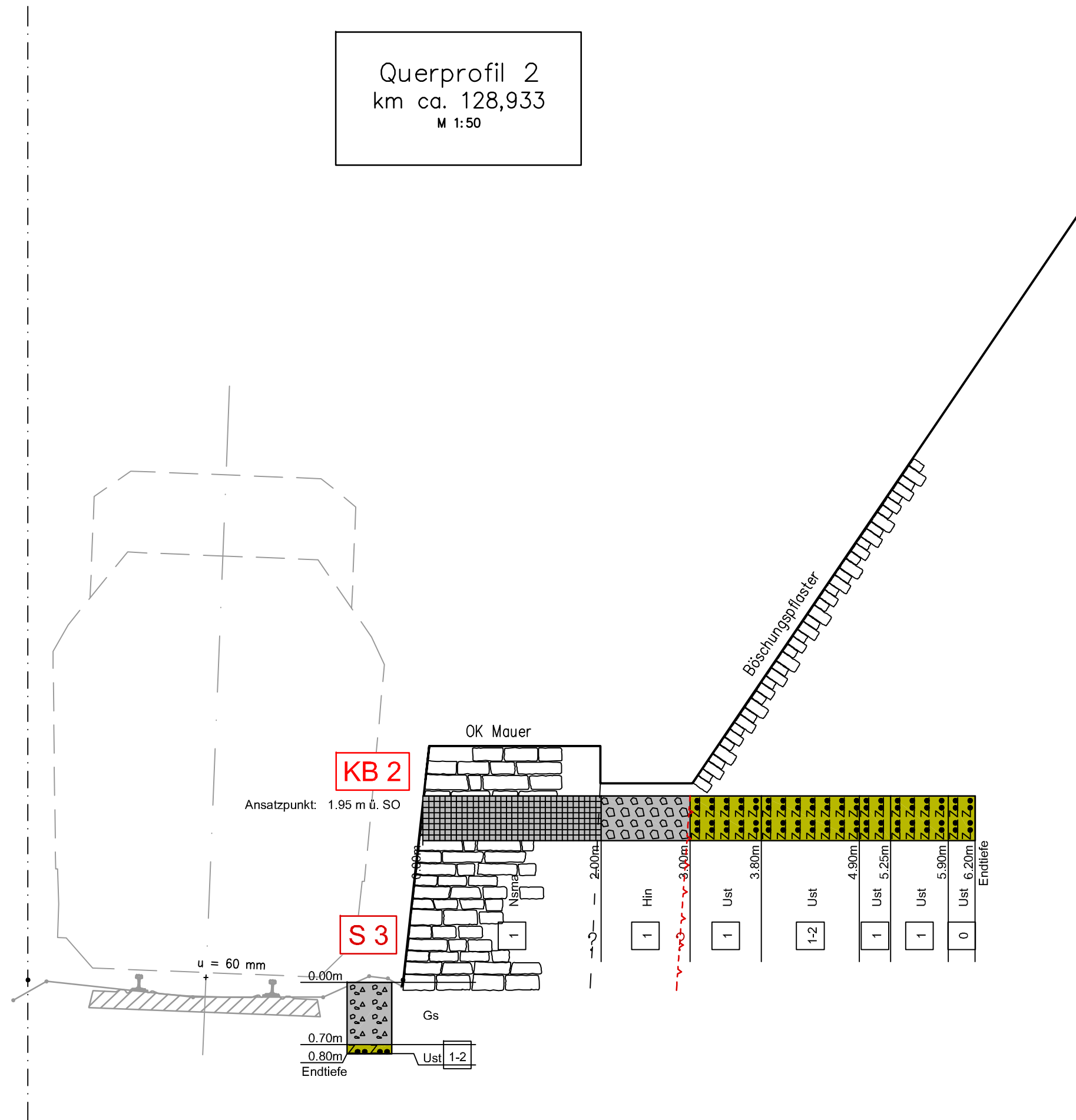
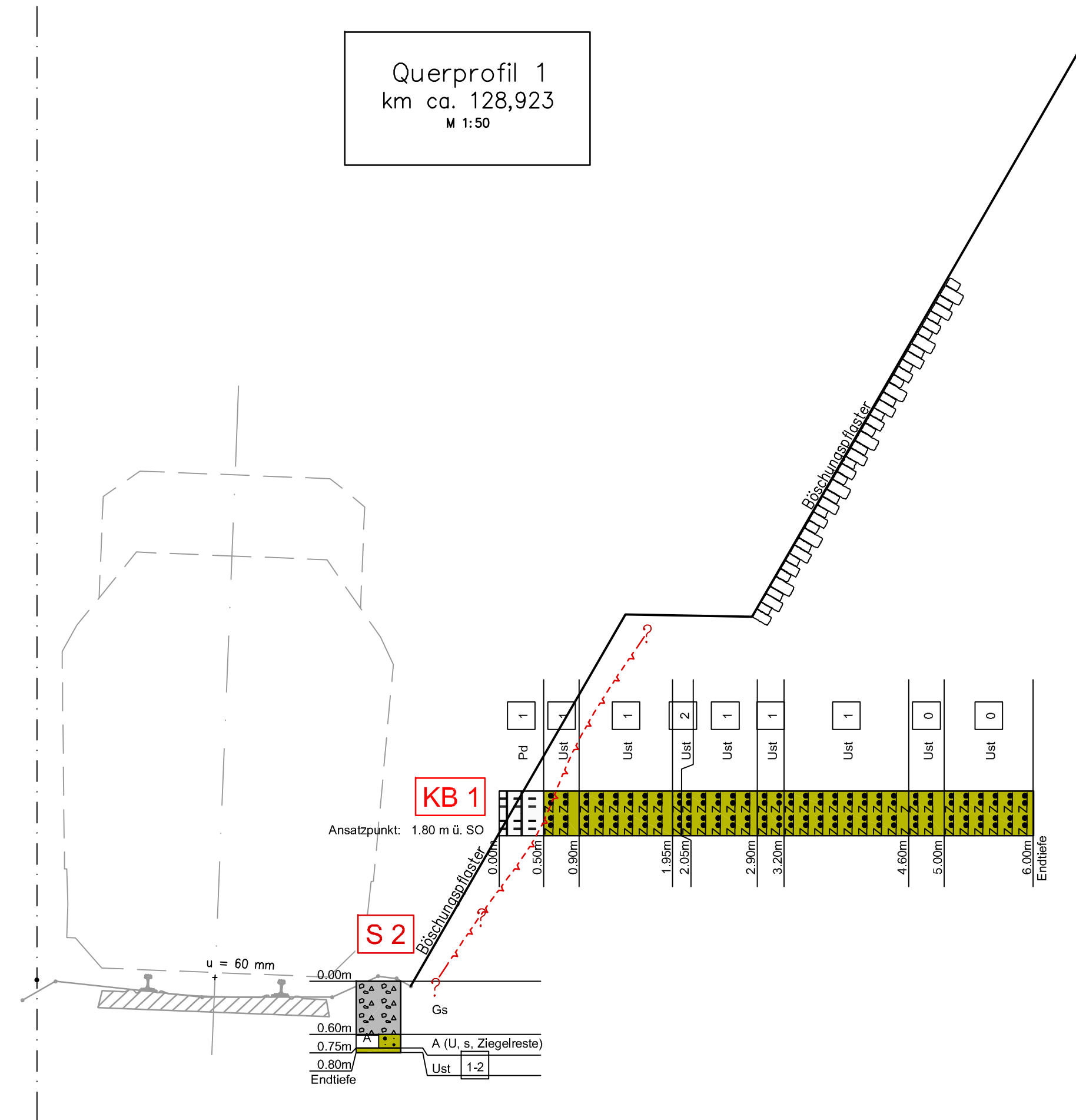
Legende:
● KRB Kleinrammbohrung
● KB Kernbohrung
□ S Schurf
+ DPM Mittelschwere Rammsondierung

Index:	Änderungen bzw. Ergänzungen	Name:	Datum:
die Übereinstimmung der Zeichnung mit der Ausführung bestätigt: für den Auftragnehmer: Ort, Datum, Unterschrift für die DB Netz AG: Ort, Datum, Unterschrift		Freigabe zur bautechnischen Prüfung Ort, Datum, Unterschrift Prüfingenieur	
Interoperabilität geprüft (benannte Stelle), Name Datum		geprüft / genehmigt geprüft / genehmigt	
Datum Eisenbahn-Bundesamt		geprüft / genehmigt gleichgestellt mit Prüfexemplaren Datum Freigabe der Ausführungsunterlagen mit Regelungen durch den BVB Freigabe-Nr.: Ort, Datum, Unterschrift (BVB) Genehmigung zur Bauausführung Ort, Datum, Unterschrift	

Lageskizze		Anlage 2.1	
Planung:		Auftrag-Nr.:	
DB Netz AG Regionalbereich Mitte Planner-Parade-Platz 4 60326 Frankfurt am Main		Datum Name gez. 09.2017 Reschowski bearb. 09.2017 Wittig gepr. 09.2017 Schiebusch	
Ort, Datum, Unterschrift		Plan-Nr.: Erkundung	
Maßstab: 1:250 ohne		Blattgr.: 954 x 594	
Projekt: Erneuerungsmaßnahmen Stützbauelement 128		Erwähnungen (Lastmodelle): Ril 836 Höhen- und Koordinatensystem DB - Referenznetz	
Strecke: 2630 Kilometer		Brückennr.:	
Kennzahl: 341000		Barcode:	

Anlage 2.2

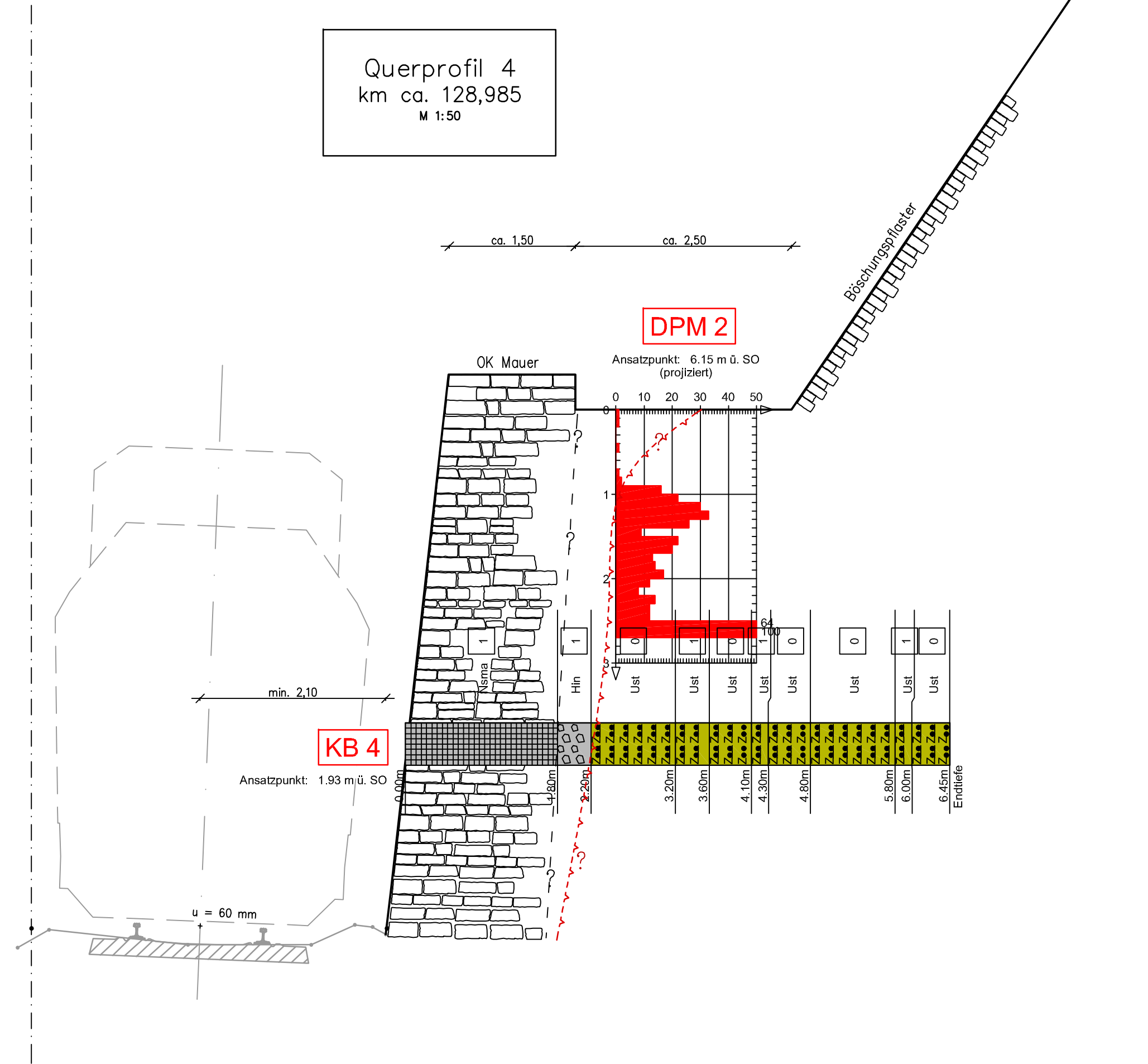
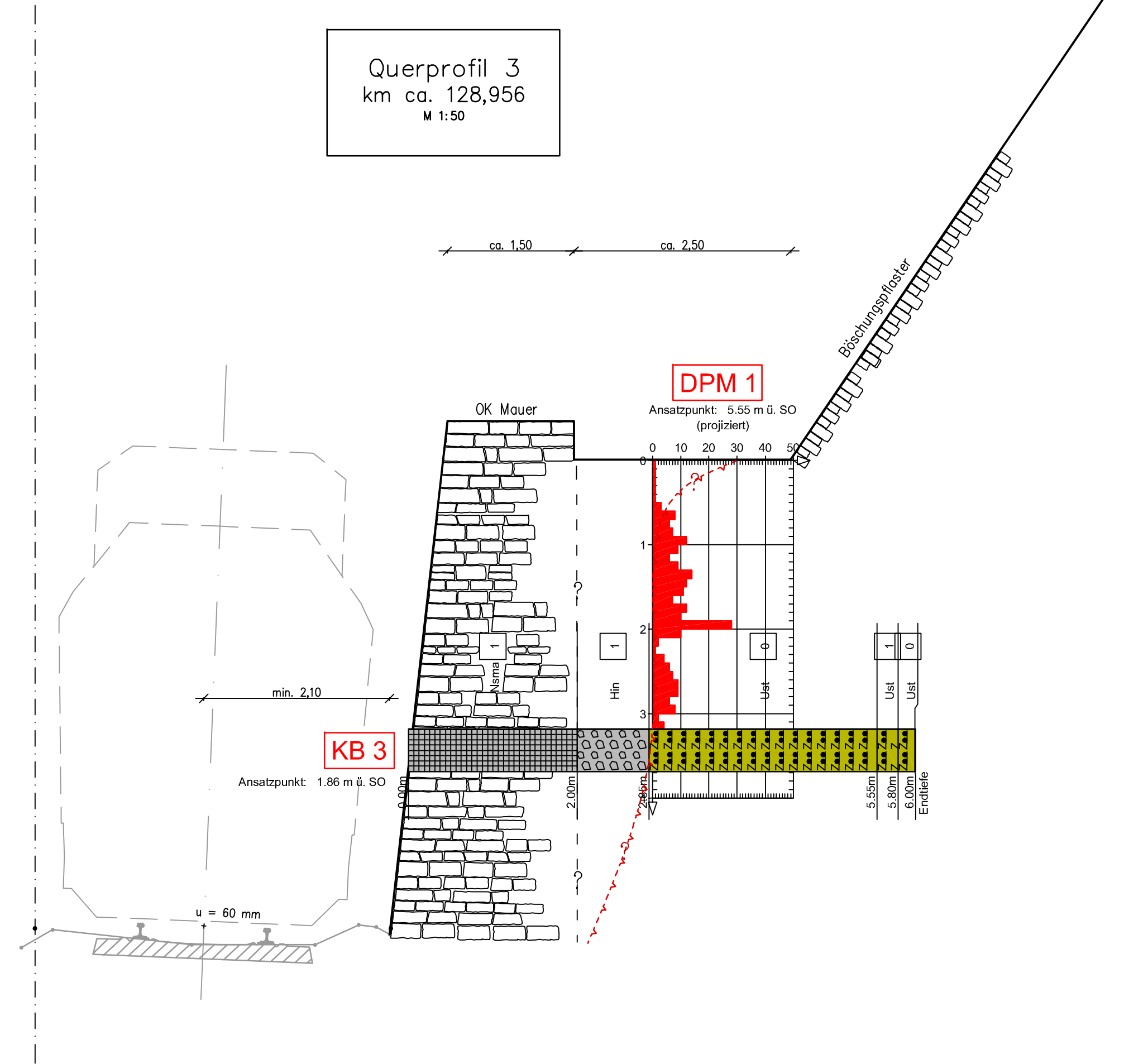
Querprofil 1 – Querprofil 6 Stützwand km 128,874 – 129,018, M 1:50



Legende:

	Nsma (Natursteinmauerwerk)
	Pd (Pflasterdecke)
	Hin (Hinterpackung)
	Gs (Glacisotter)
	A (Auffüllung)
	Ust (Schluffstein)
	unverwittert
	schwach verwittert
	verwittert
	Kernbohrung
	Mittelschwere Rammsondierung
	Schurf

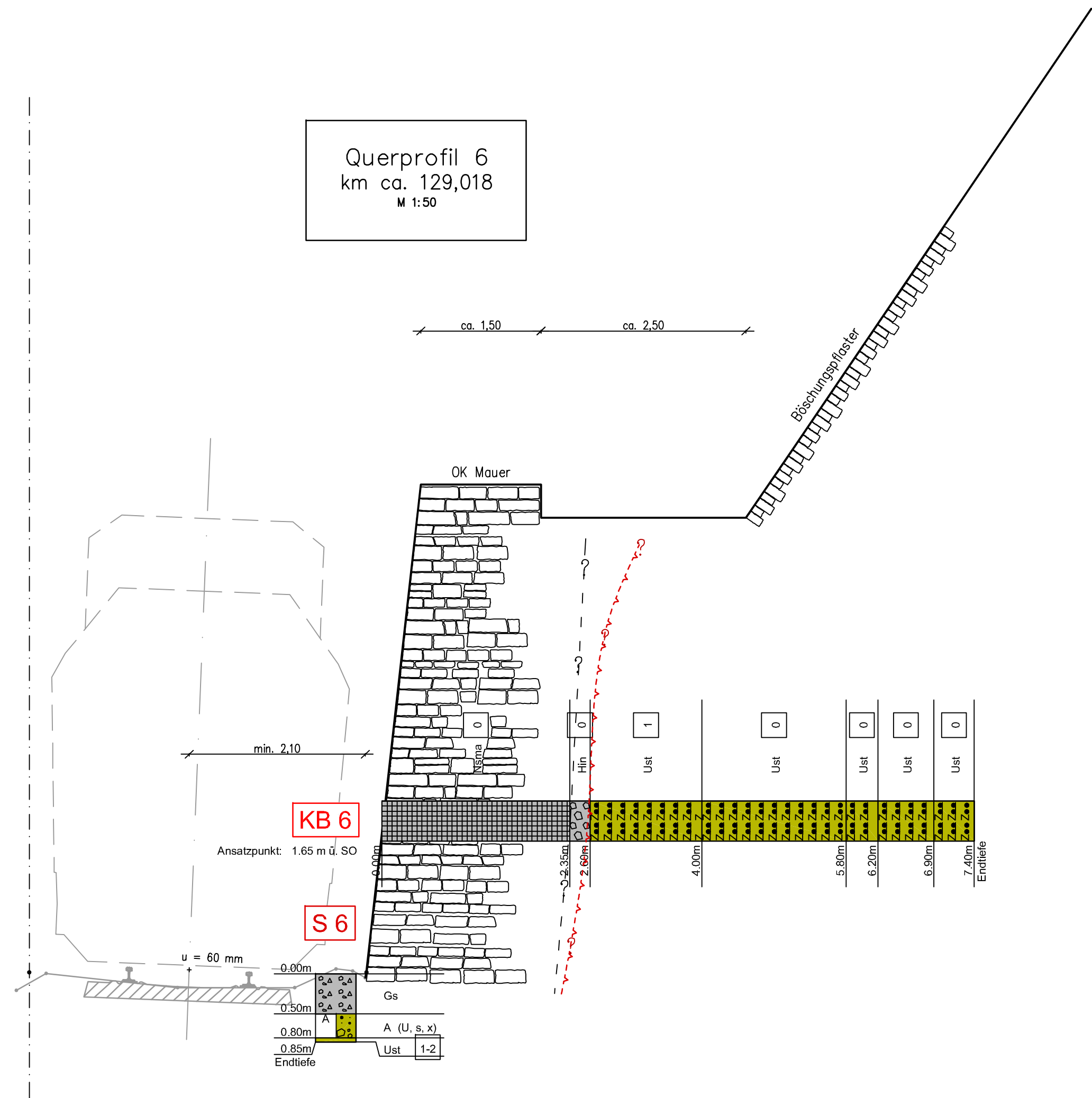
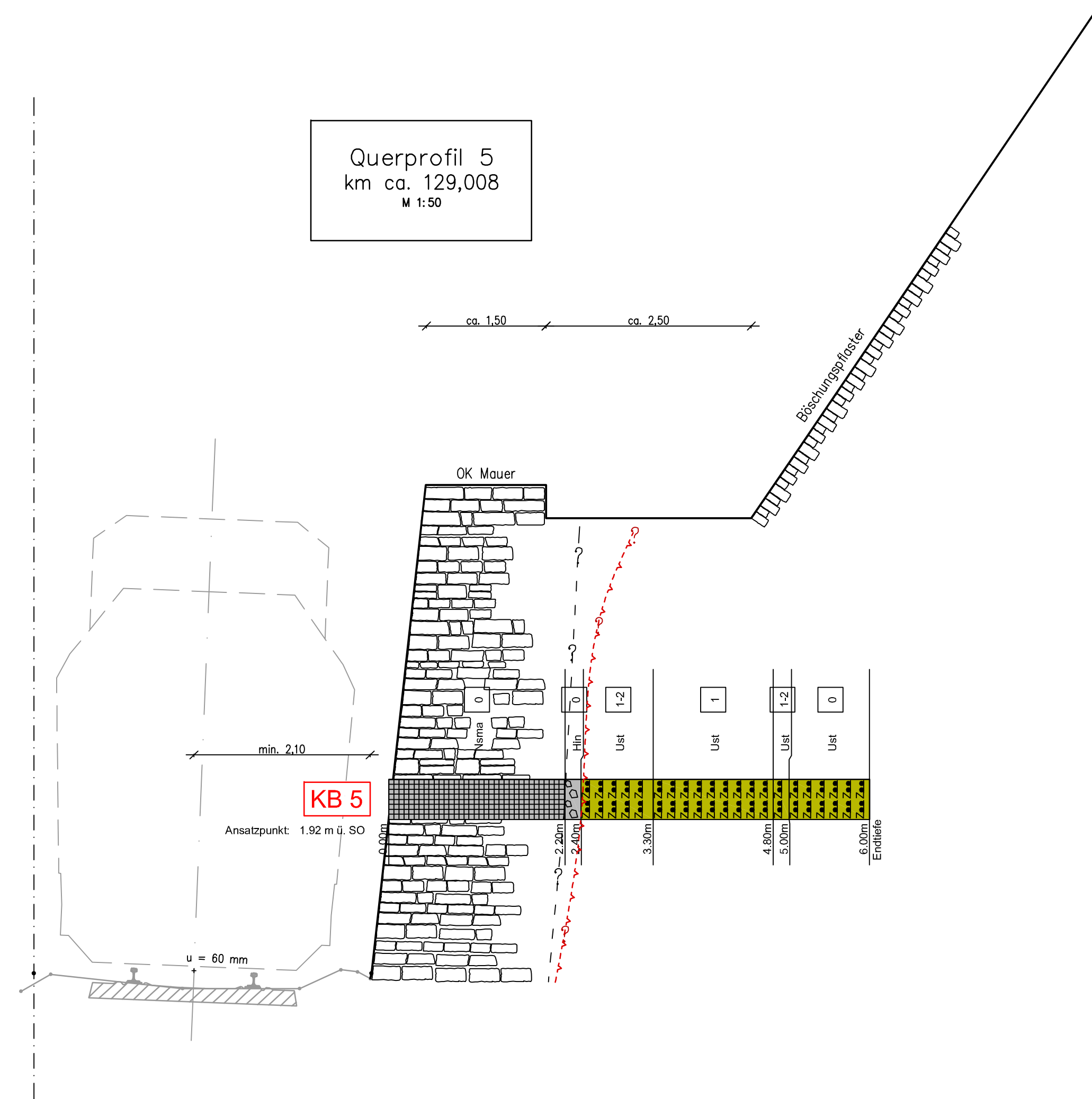
Index:	Änderungen bzw. Ergänzungen	Name:		Datum:	
die Übereinstimmung der Zeichnung mit der Ausführung bestätigt:					
für den Auftragnehmer:			Ort, Datum, Unterschrift		
für die DB Netz AG:			Ort, Datum, Unterschrift		
interoperabilität geprüft (benannte Stelle), Name			geprüft / genehmigt		
Datum			geprüft / genehmigt		
Datum			geprüft / genehmigt		
Datum			geprüft / genehmigt		
Eisenbahn-Bundesamt			gleichgestellt mit Prüfexemplaren		
Freigabe der Ausführungsunterlagen			geprüft / genehmigt		
mit Regelungen durch den BVB			NETZE		
Freigabe-Nr.:			Ort, Datum, Unterschrift (BVB)		
Genehmigung zur Bauausführung			Ort, Datum, Unterschrift		
Lageskizze					
Planung:		Planverfasser:		Anlage 2.2.1	
DB Netz AG		Gesellschaft für Baugewerbe und -messtechnik mbH		Auftrag-Nr.:	
Regionalbereich Mitte		Robert-Bosch-Str. 7		Datum	
Pfarrer-Perabo-Platz 4		65549 Limburg		Name	
60326 Frankfurt am Main		Tel. 06431 9112-0		gez. 09.2017	
Ort, Datum, Unterschrift		Fax. 06431 9112-10		bearb. 09.2017	
DB NETZE		Limburg, den 14.11.2017		Wittig	
Auftraggeber:		DB NETZE		gepr. 09.2017	
Regionalbereich Mitte		Regionalbereich Mitte		Schlebusch	
LNP-Mit-M-T (S)		Regionales Projektmanagement		Plan-Nr.:	
Hahnstraße 49		60528 Frankfurt am Main		Planart: Erkundung	
Ort, Datum, Unterschrift		Ort, Datum, Unterschrift		Blattgr.: 917 x 297	
Maßstab:		Querprofil 1 / Querprofil 2		Einwirkungen (Lastmodelle):	
1:50		Blatt 1 von 3		Ril 836	
Projekt:		Erneuerungsmaßnahmen Stützbauwerk 128		Höhen- und Koordinatensystem	
Strecke:		2630 Köln – Bingen		DB – Referenznetz	
Bauwerksnummer		Brückennr.		Barcode	
Strecke		Kilometer		Kennzahl	
2630		* 128,874–129,018		* 341000	



Legende:

- Nsma (Natursteinmauerwerk)
- Pd (Pflasterdecke)
- Hin (Hinterpackung)
- Gs (Gleisschotter)
- A (Auffüllung)
- Ust (Schluffstein)
- 0 unwittert
- 1 schwach verwittert
- 2 verwittert
- KB Kernbohrung
- DPM Mittelschwere Rammsondierung
- S Schurf

Index: Änderungen bzw. Ergänzungen	Name:	Datum:
die Übereinstimmung der Zeichnung mit der Ausführung bestätigt:		
für den Auftragnehmer: Ort, Datum, Unterschrift		Freigabe zur bautechnischen Prüfung
für die DB Netz AG: Ort, Datum, Unterschrift		Ort, Datum, Unterschrift
interoperabilität geprüft (benannte Stelle), Name		Prüfingenieur
Datum geprüft / genehmigt		
Datum geprüft / genehmigt		
Datum geprüft / genehmigt		
Eisenbahn-Bundesamt		gleichgestellt mit Prüfexemplaren
		Datum
Freigabe der Ausführungsunterlagen		☐ mit Regelungen durch den BVB
Freigabe-Nr.:		DB NETZE
Ort, Datum, Unterschrift (BVB)		
Genehmigung zur Bauausführung		
Ort, Datum, Unterschrift		
Lageskizze		
Planung:	Planverfasser:	Anlage 2.2.2
DB Netz AG	Gesellschaft für Baugeschichte und -messtechnik mbH Baugrundinstitut Robert-Bosch-Str. 7 65549 Limburg	Auftrag-Nr.:
Ort, Datum, Unterschrift	Limburg, den 14.11.2017	Datum Name
Bauherr:	Auftraggeber:	gez. 09.2017 Reschowski
DB Netz AG	DB Netz AG	bearb. 09.2017 Wittig
Regionalbereich Mitte	Regionalbereich Mitte	gepr. 09.2017 Schlebusch
Pfarrer-Perabo-Platz 4	Regionales Projektmanagement	
60326 Frankfurt am Main	INP-Mit-M-T (S)	Plan-Nr.:
Ort, Datum, Unterschrift	Hahnstraße 49	Planart: Erkundung
	60528 Frankfurt am Main	Planzeichen:
Maßstab:	Ort, Datum, Unterschrift	Blattgr.: 917 x 297
1:50	Querprofil 3 / Querprofil 4	Einwirkungen (Lastmodelle):
	Blatt 2 von 3	Ril 836
Höhen- und Koordinatensystem		
DB - Referenznetz		
Projekt: Erneuerungsmaßnahmen Stützbauwerk 128		
Strecke: 2630 Köln - Bingen		
Bauwerksnummer		
Brückennr.		
Barcode		
Strecke Kilometer Kennzahl		
2630 * 128,874-129,018 * 341000		



Legende:

- Nsma (Natursteinmauerwerk)
- Pd (Pflasterdecke)
- Hin (Hinterpackung)
- Gs (Gleisschotter)
- A (Auffüllung)
- Ust (Schluffstein)
- 0 ungewittert
- 1 schwach gewittert
- 2 gewittert
- KB Kernbohrung
- DPM Mittelschwere Rammsondierung
- S Schurf

Index:	Änderungen bzw. Ergänzungen	Name:		Datum:	
die Übereinstimmung der Zeichnung mit der Ausführung bestätigt:					Freigabe zur bautechnischen Prüfung
für den Auftragnehmer: Ort, Datum, Unterschrift					Ort, Datum, Unterschrift
für die DB Netz AG: Ort, Datum, Unterschrift					Prüfingenieur
interoperabilität geprüft (benannte Stelle), Name					
Datum					geprüft / genehmigt
Datum					geprüft / genehmigt
Datum					geprüft / genehmigt
Eisenbahn-Bundesamt					gleichgestellt mit Prüfexemplaren
					geprüft / genehmigt
Datum					
Freigabe der Ausführungsunterlagen					
☐ mit Regelungen durch den BVB					DB NETZE
Freigabe-Nr.:					
Ort, Datum, Unterschrift (BVB)					
Genehmigung zur Bauausführung					
Ort, Datum, Unterschrift					
Lageskizze					
Planung:		Planverfasser:		Anlage 2.2.3	
DB Netz AG		Gesellschaft für Baugewerbe und -messtechnik mbH Baugrundinstitut Robert-Bosch-Str. 7 65549 Limburg Tel. 06431 9112-0 Fax. 06431 9112-10		Auftrag-Nr.:	
Ort, Datum, Unterschrift		Ort, Datum, Unterschrift		Datum Name	
Bauherr:		Auftraggeber:		gez. 09.2017 Reschowski	
DB Netz AG		DB Netz AG		bearb. 09.2017 Wittig	
Regionalbereich Mitte		Regionalbereich Mitte		gepr. 09.2017 Schlebusch	
Pfarrer-Perabo-Platz 4 60326 Frankfurt am Main		Regionales Projektmanagement I.N.P.-Mitt.-I (S) Hahnstraße 49 60528 Frankfurt am Main		Plan-Nr.:	
Ort, Datum, Unterschrift		Ort, Datum, Unterschrift		Planart: Erkundung	
Maßstab:		1:50		Planzeichen:	
1:50		Querprofil 5 / Querprofil 6		Blattgr.: 917 x 297	
		Blatt 3 von 3		Einwirkungen (Lastmodelle):	
Projekt:		Erneuerungsmaßnahmen Stützbauewerk 128		Ril 836	
Strecke:		2630 Köln – Bingen		Höhen- und Koordinatensystem	
Bauwerksnummer		Brückennr.		DB – Referenznetz	
Strecke		Kilometer		Kennzahl	
2630		* 128,874–129,018		* 341000	

Anlage 3

Aufschlussbohrungen

Anlage 3.1

Kernbohrung-Profile, M 1:50

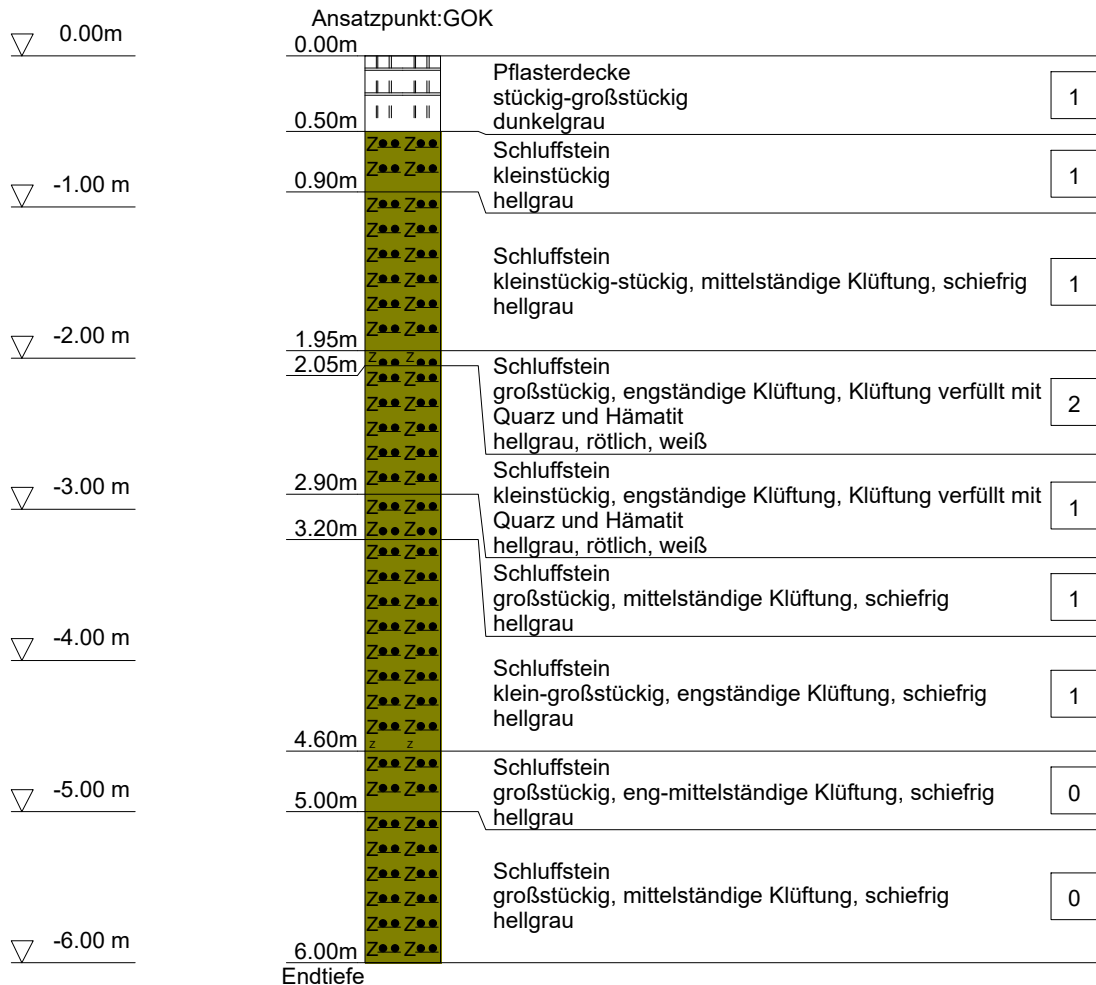


Gesellschaft für Baugeologie
und -meßtechnik mbH
Robert-Bosch-Straße 7
D-65549 Limburg/Lahn

Projekt : e-870712
Projektnr.:
Anlage :
Maßstab : 1: 50
Datum : 30.08.2017

Bohrprofil nach DIN 4023

BK 1



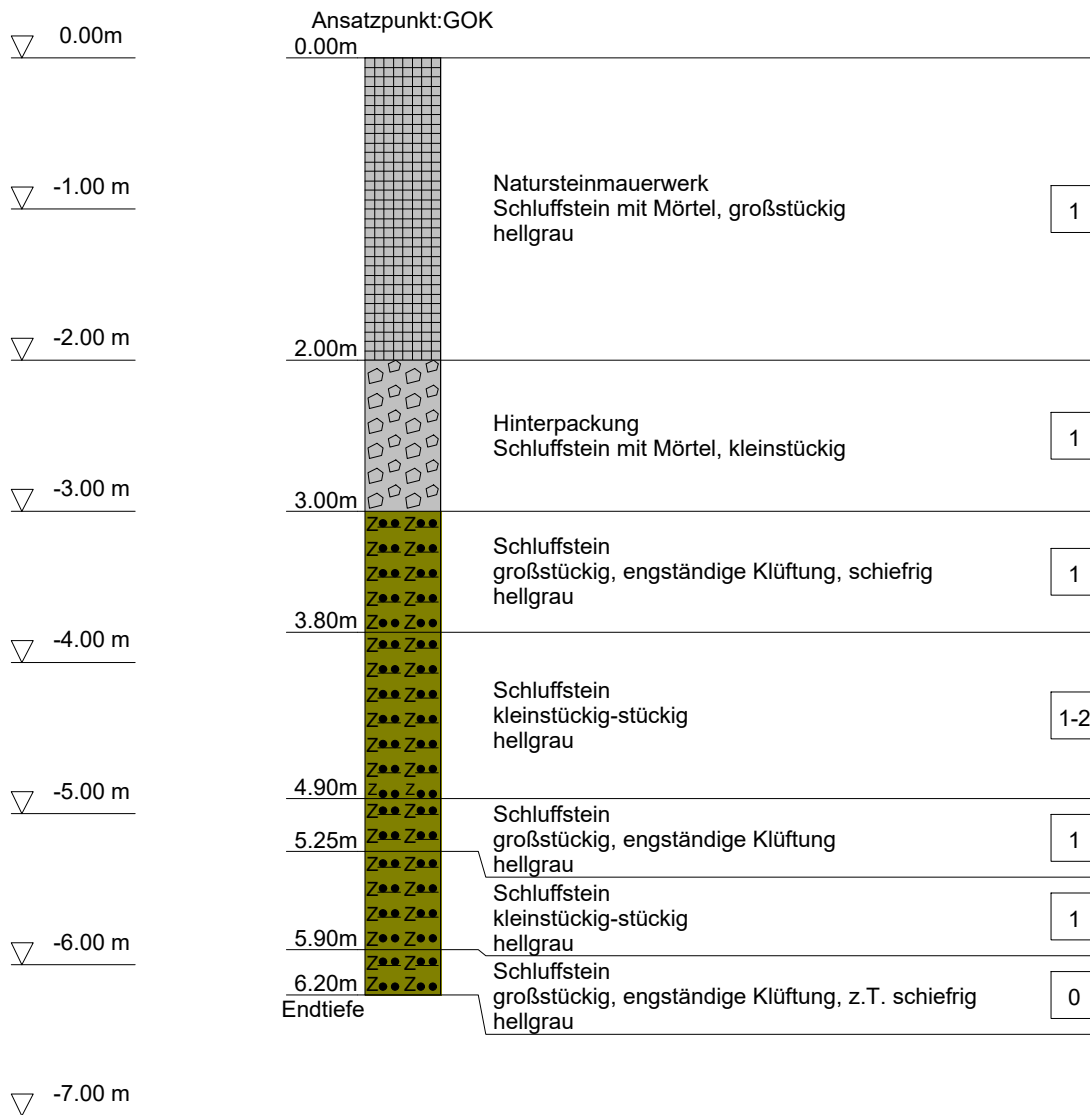


Gesellschaft für Baugeologie
und -meßtechnik mbH
Robert-Bosch-Straße 7
D-65549 Limburg/Lahn

Projekt : e-870712
Projektnr.:
Anlage :
Maßstab : 1: 50
Datum : 01.09.2017

Bohrprofil nach DIN 4023

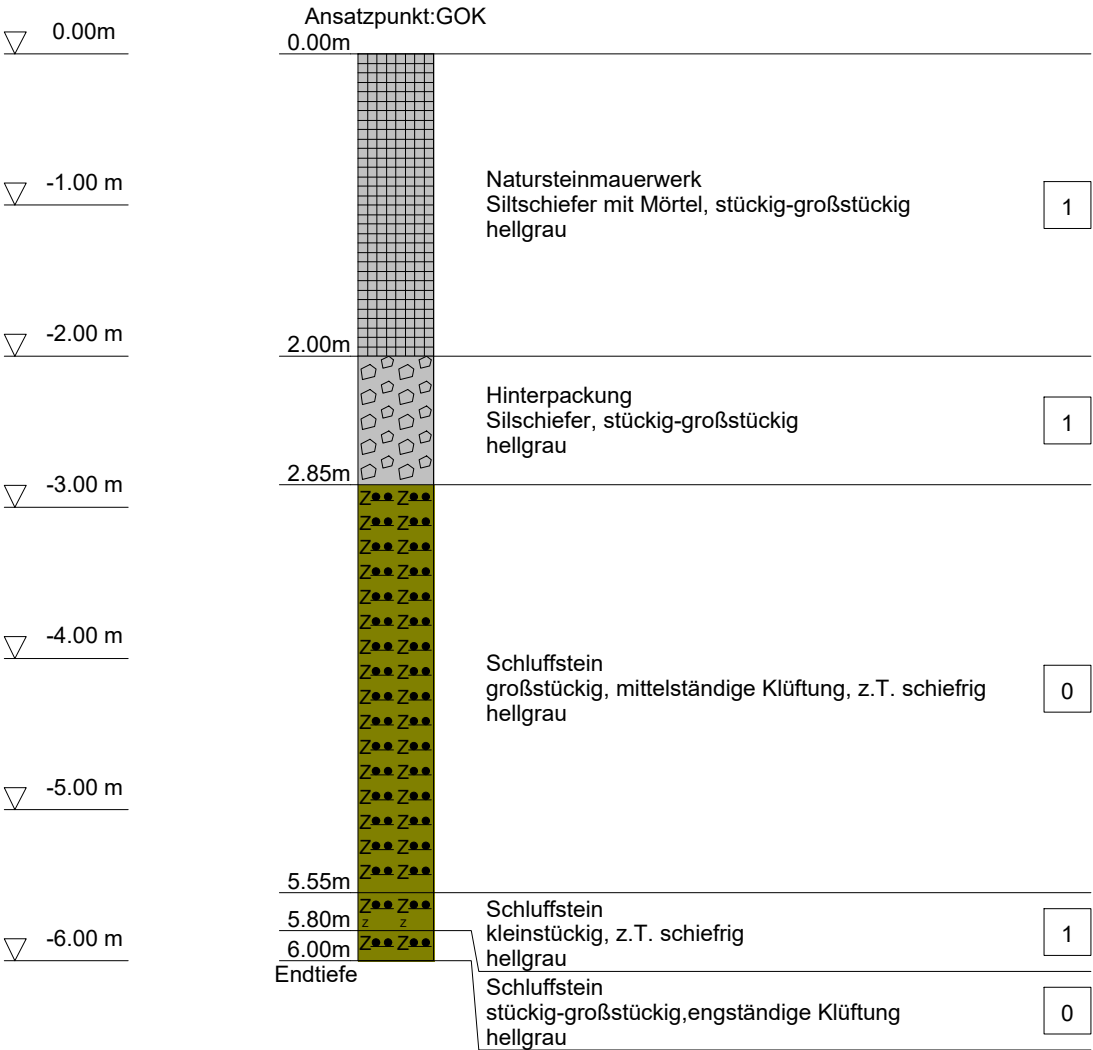
KB 2





Gesellschaft für Baugeologie	Projekt : e-870712
und -meßtechnik mbH	Projektnr.:
Robert-Bosch-Straße 7	Anlage :
D-65549 Limburg/Lahn	Maßstab : 1: 50
Bohrprofil nach DIN 4023	Datum : 30.08.2017

KB 3



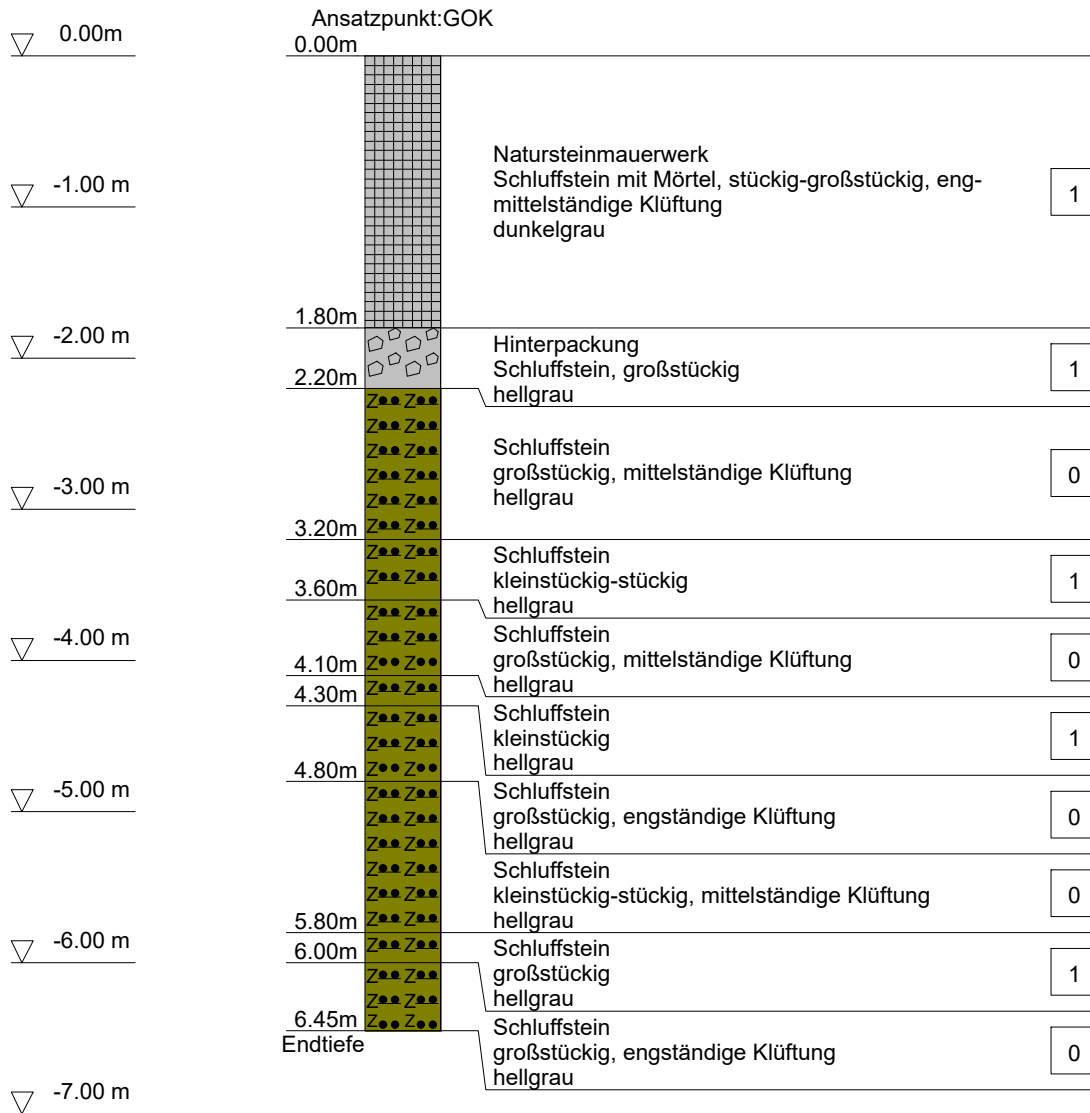


Gesellschaft für Baugeologie
und -meßtechnik mbH
Robert-Bosch-Straße 7
D-65549 Limburg/Lahn

Projekt : e-870712
Projektnr.:
Anlage :
Maßstab : 1: 50
Datum : 30.08.2017

Bohrprofil nach DIN 4023

KB 4



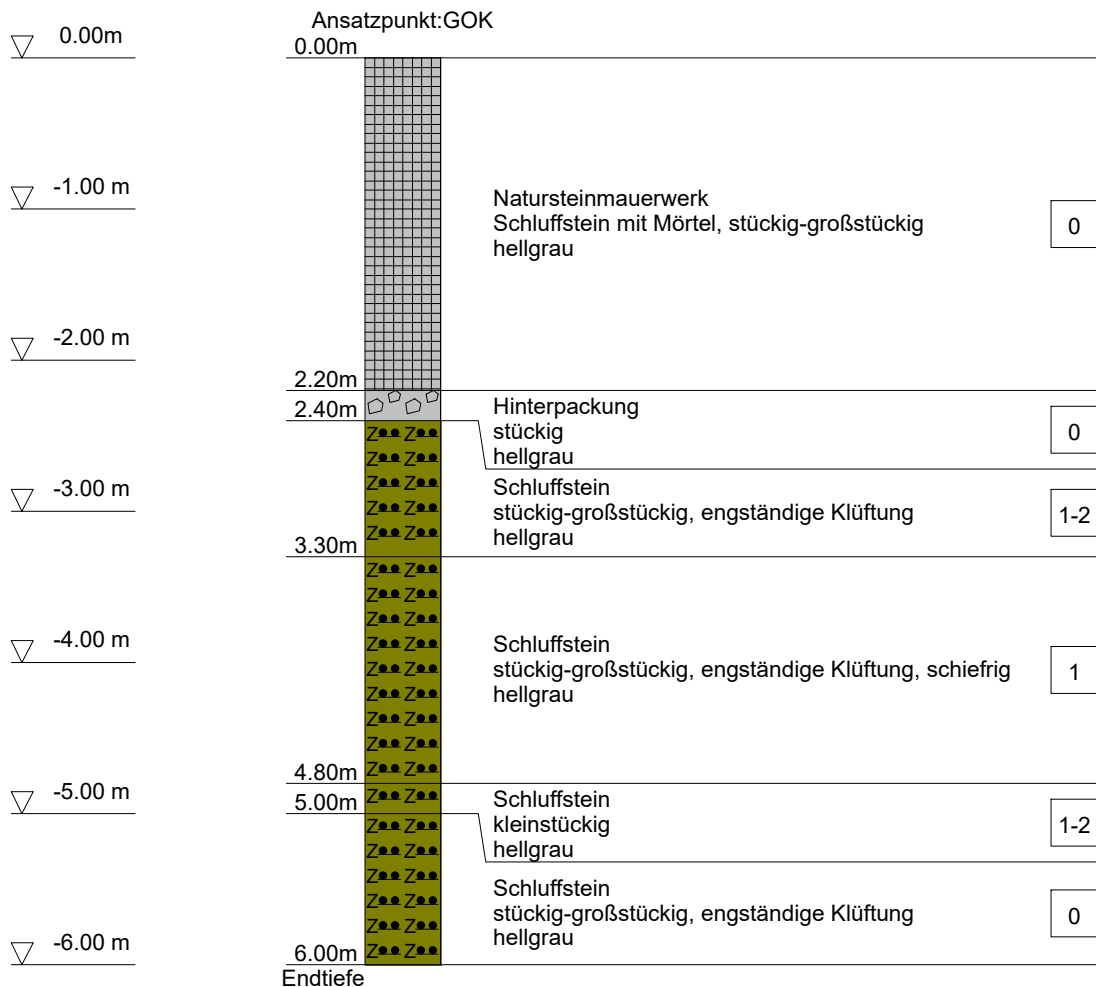


Gesellschaft für Baugeologie
und -meßtechnik mbH
Robert-Bosch-Straße 7
D-65549 Limburg/Lahn

Projekt : e-870712
Projektnr.:
Anlage :
Maßstab : 1: 50
Datum : 30.08.2017

Bohrprofil nach DIN 4023

KB 5





Gesellschaft für Baugeologie
und -meßtechnik mbH
Robert-Bosch-Straße 7
D-65549 Limburg/Lahn

Projekt : e-870712
Projektnr.:
Anlage :
Maßstab : 1: 50
Datum : 30.08.2017

Bohrprofil nach DIN 4023

KB 6



Anlage 3.2

Kleinrammbohrung (KRB), M 1:20



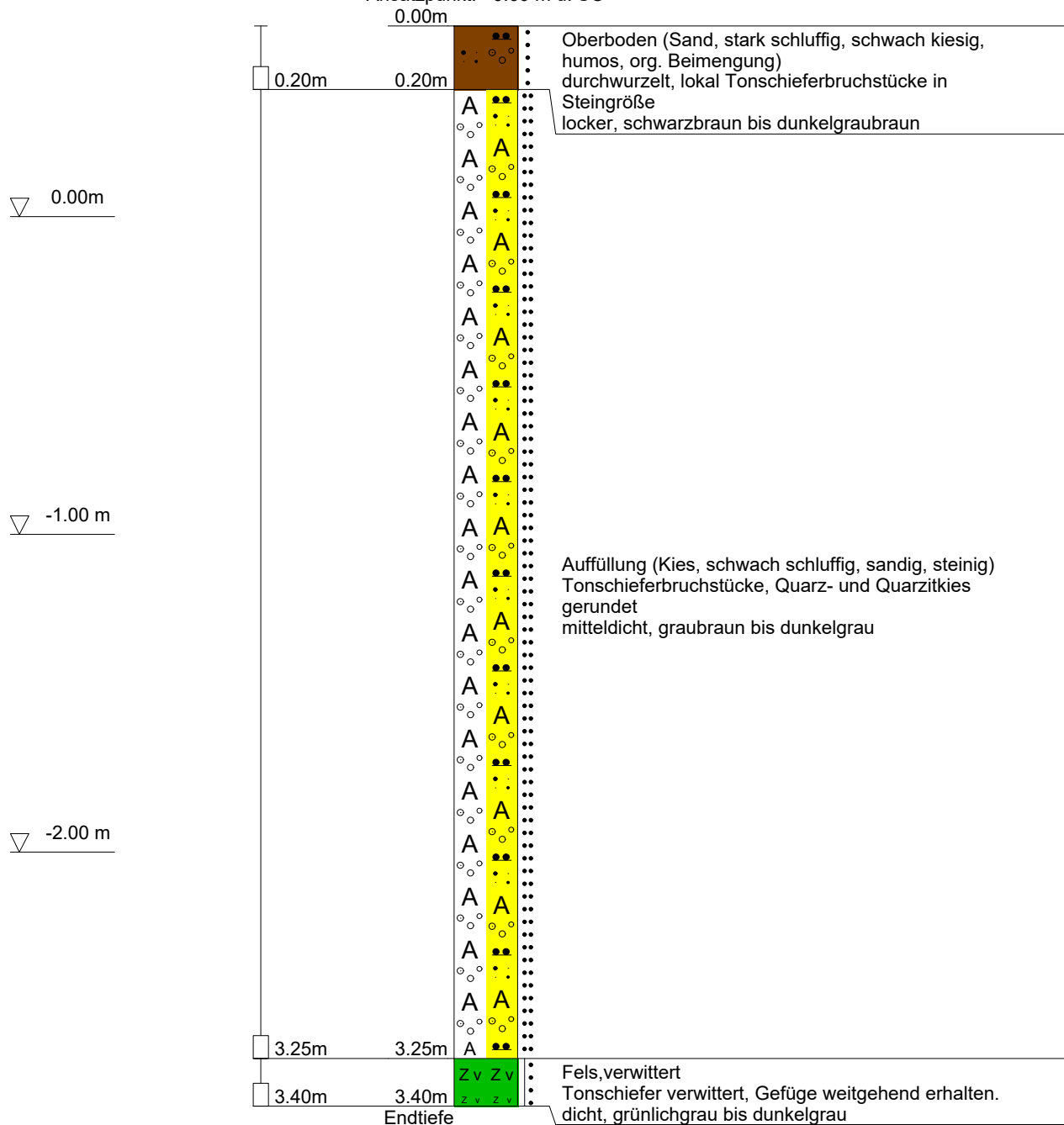
Gesellschaft für Baugeologie
und -meßtechnik mbH
Robert-Bosch-Straße 7
D-65549 Limburg/Lahn

Projekt : Erneuerung Stützwand Strecke 2630,
Projektnr.: e-870712 km 128,874 - km 129,018
Anlage :
Maßstab : 1: 20
Datum : 22.08.2017

Bohrprofil nach DIN 4023

KRB 1

Ansatzpunkt: 0.60 m ü. SO

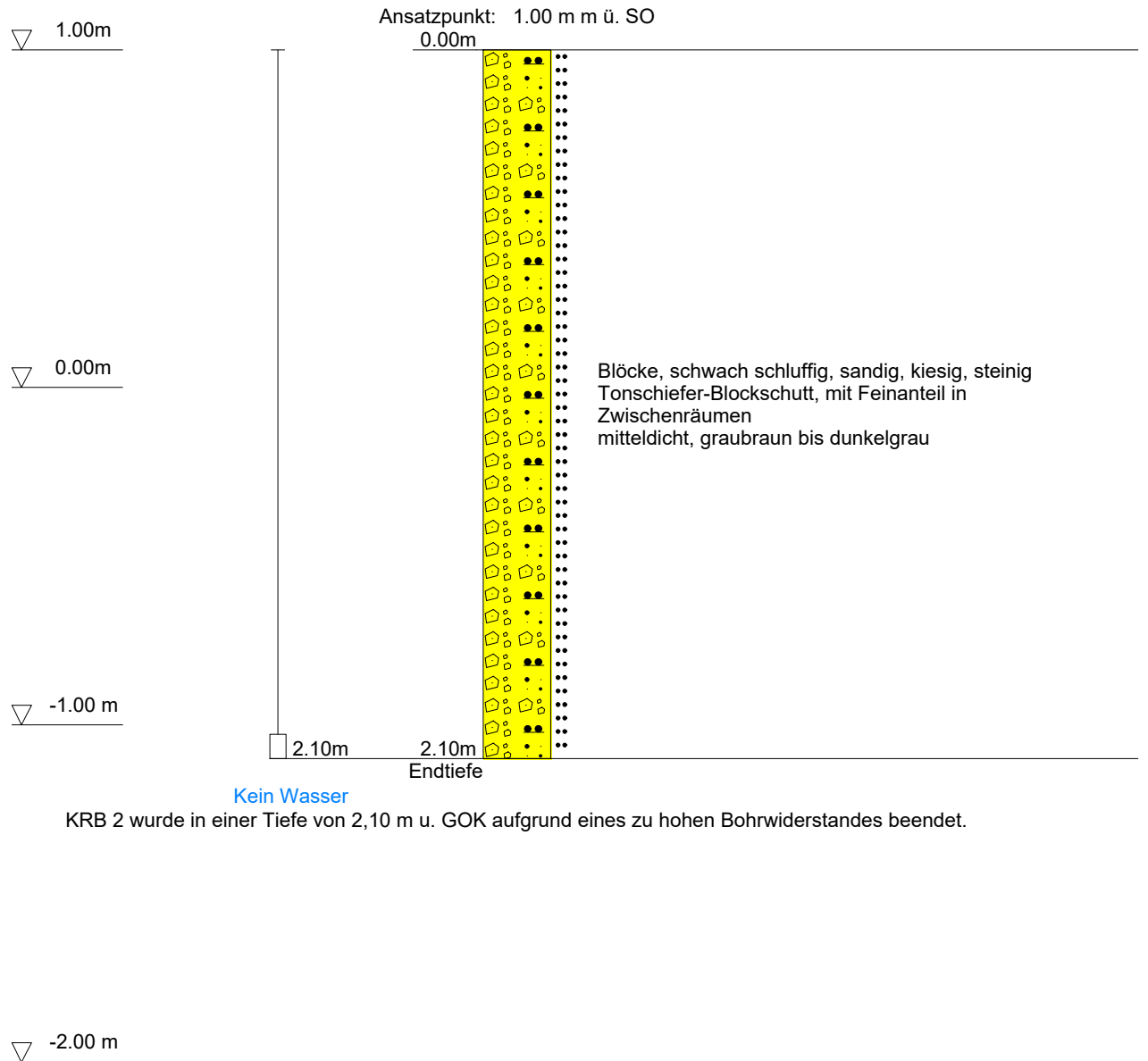


Kein Wasser
KRB 1 wurde in einer Tiefe von 3,40 m u. GOK aufgrund eines zu hohen Bohrwiderstandes beendet.



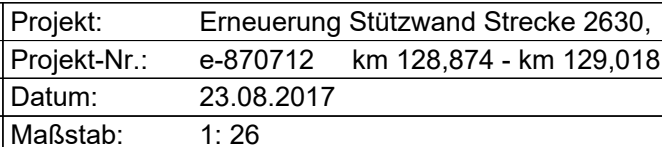
Gesellschaft für Baugeologie	Projekt : Erneuerung Stützwand Strecke 2630,
und -meßtechnik mbH	Projektnr.: e-870712 km 128,874 - km 129,018
Robert-Bosch-Straße 7	Anlage :
D-65549 Limburg/Lahn	Maßstab : 1: 20
Bohrprofil nach DIN 4023	Datum : 22.08.2017

KRB 2

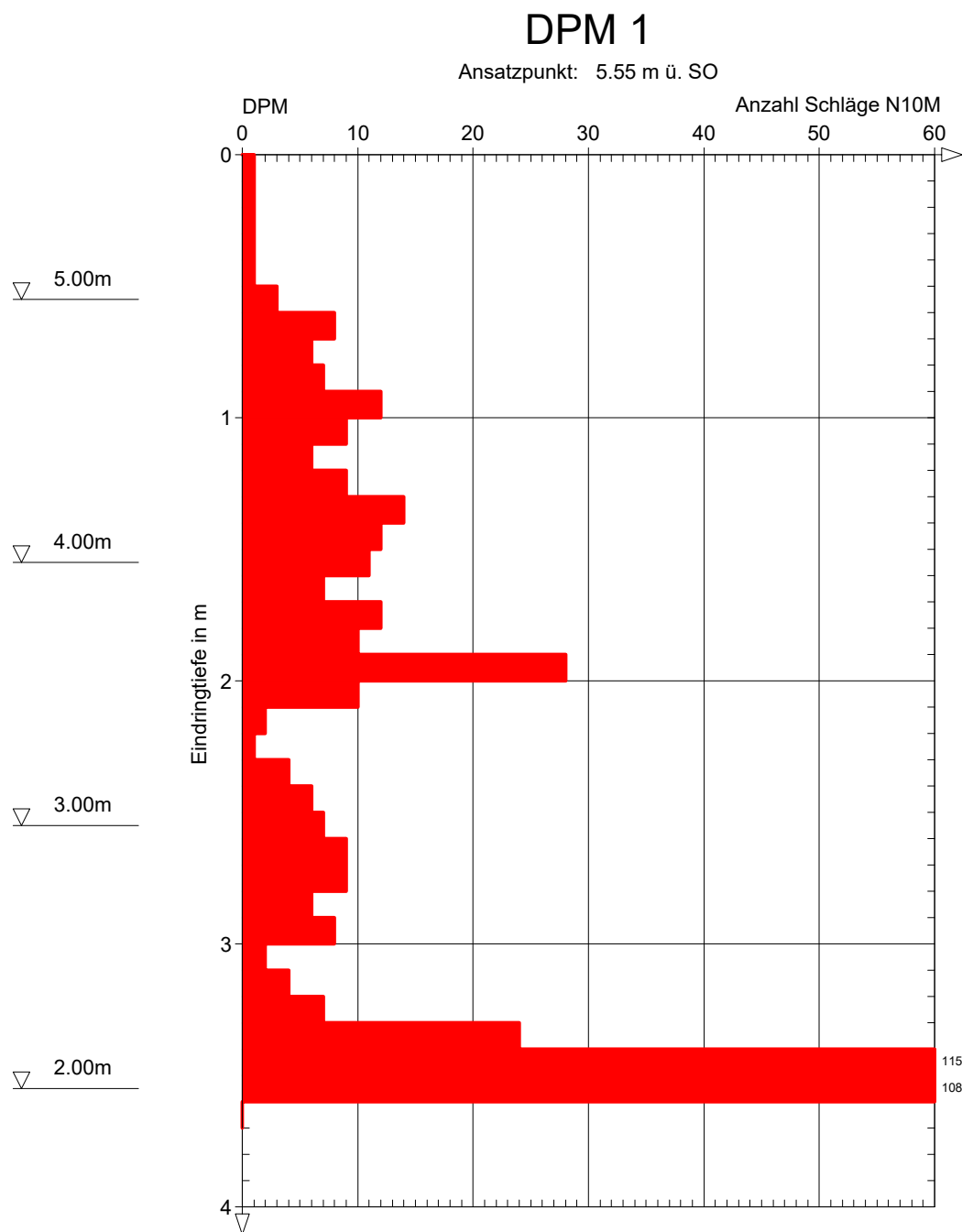


Anlage 3.3

Mittelschwere Rammsondierungen (DPM), M 1:26



Anlage:



DPM 1 wurde in einer Tiefe von 3,60 m u. GOK aufgrund eines zu hohen Sondierwiderstandes beendet.



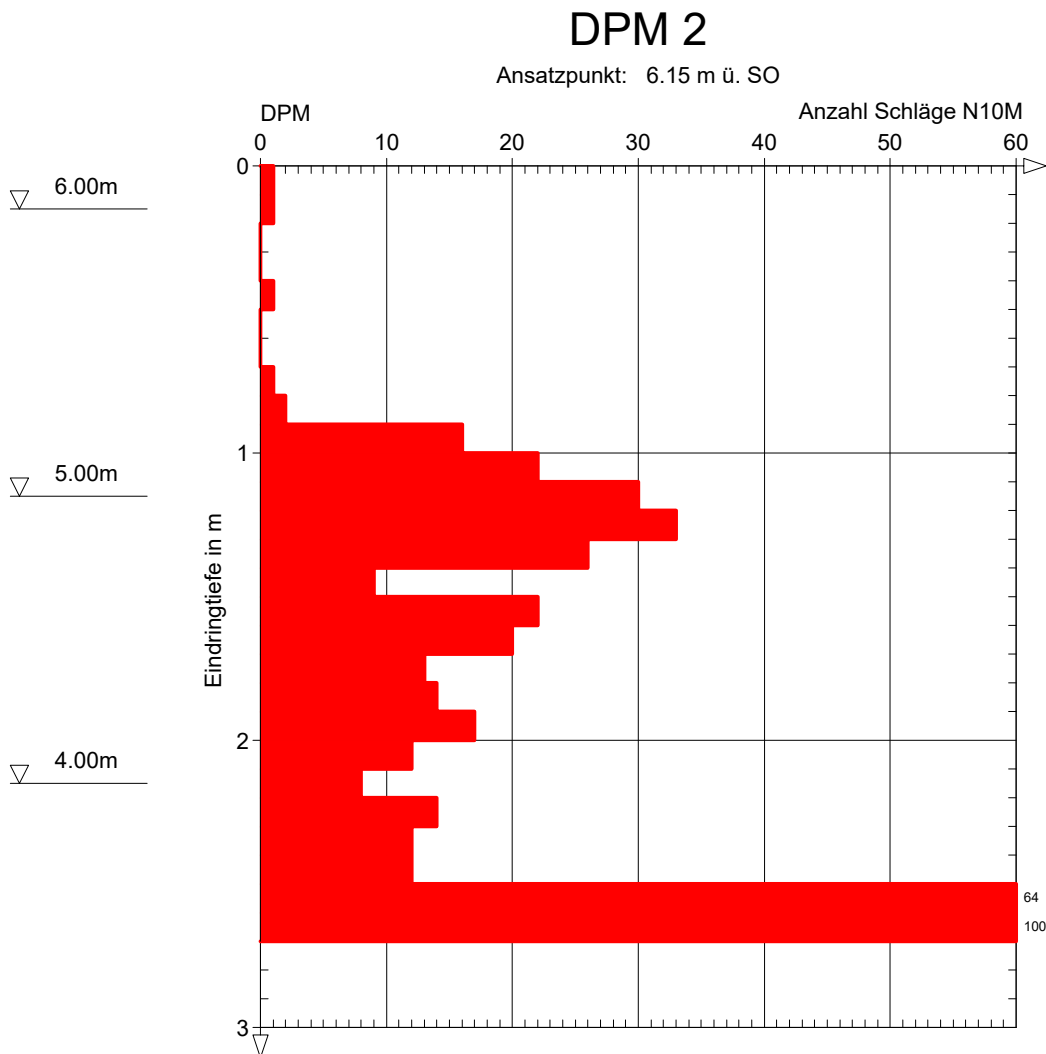
Gesellschaft für Baugeologie und
-meßtechnik mbH - Baugrundinstitut
Robert-Bosch-Str. 7
D-65549 Limburg/Lahn

Projekt: Erneuerung Stützwand Strecke 2630,
Projekt-Nr.: e-870712 km 128,874 - km 129,018
Datum: 23.08.2017
Maßstab: 1: 26

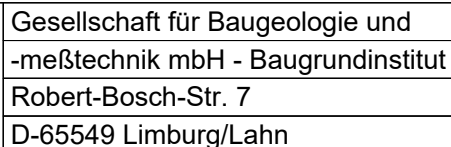
Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476-2

Anlage:

Tiefe	N ₁₀
0.10	1
0.20	1
0.30	0
0.40	0
0.50	1
0.60	0
0.70	0
0.80	1
0.90	2
1.00	16
1.10	22
1.20	30
1.30	33
1.40	26
1.50	9
1.60	22
1.70	20
1.80	13
1.90	14
2.00	17
2.10	12
2.20	8
2.30	14
2.40	12
2.50	12
2.60	64
2.70	100



DPM 2 wurde in einer Tiefe von 2,70 m u. GOK aufgrund eines zu hohen Sondierwiderstandes beendet.



Projekt:	Erneuerung Stützwand Strecke 2630,
Projekt-Nr.:	e-870712 km 128,874 - km 129,018
Datum:	23.09.2017
Maßstab:	1: 26

Anlage:

DPM 3

Ansatzpunkt: 5.50 m ü. SO

Eindringtiefe in m	DPM
0	55
1	25
2	15

DPM 3 wurde in einer Tiefe von 2,00 m u. GOK aufgrund eines zu hohen Sondierwiderstandes beendet.

Anlage 3.4

Schürfe-Profile, M 1:10

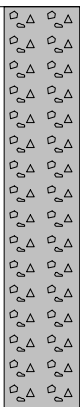


Gesellschaft für Baugeologie	Projekt : Erneuerung Stützwand 128 Strecke 2630
und -meßtechnik mbH	Projektnr.: 870712
Robert-Bosch-Straße 7	Anlage :
D-65549 Limburg/Lahn	Maßstab : 1: 15
Bohrprofil nach DIN 4023	Datum : 23.08.2017

S1

Ansatzpunkt: GOK 0,0 m ü. SO

0.00m



Gleisschotter
grau

0.80m

0.90m



Auffüllung (Schluff, sandig, steinig, Ziegelreste)
grau bis schwarz

1.00m



Schluffstein
grau bis braun

Endtiefe

1-2

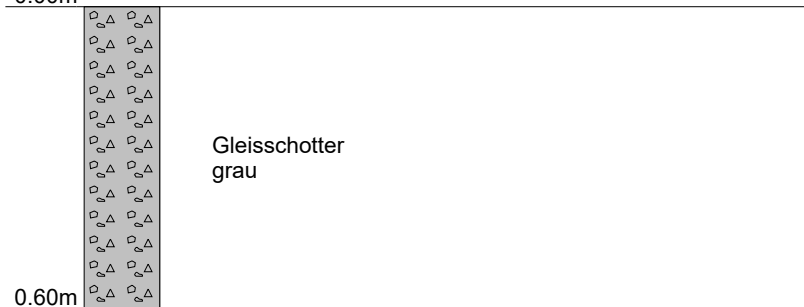


Gesellschaft für Baugeologie	Projekt : Erneuerung Stützwand 128 Strecke 2630
und -meßtechnik mbH	Projektnr.: 870712
Robert-Bosch-Straße 7	Anlage :
D-65549 Limburg/Lahn	Maßstab : 1: 15
Bohrprofil nach DIN 4023	Datum : 23.08.2017

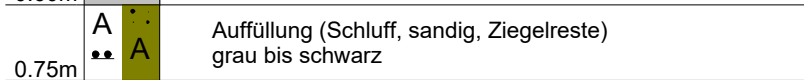
S2

Ansatzpunkt: GOK 0,0 m ü. SO

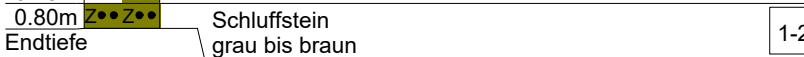
0.00m



0.60m



0.75m



0.80m

Endtiefe

1-2



Gesellschaft für Baugeologie	Projekt : Erneuerung Stützwand 128 Strecke 2630
und -meßtechnik mbH	Projektnr.: 870712
Robert-Bosch-Straße 7	Anlage :
D-65549 Limburg/Lahn	Maßstab : 1: 15
Bohrprofil nach DIN 4023	Datum : 23.08.2017

S3

Ansatzpunkt: GOK 0,0 ü. SO

0.00m



Gleisschotter
grau

0.70m



Schluffstein
braun

0.80m

Endtiefe

1-2



Gesellschaft für Baugeologie	Projekt : Erneuerung Stützwand 128 Strecke 2630
und -meßtechnik mbH	Projektnr.: 870712
Robert-Bosch-Straße 7	Anlage :
D-65549 Limburg/Lahn	Maßstab : 1: 15
Bohrprofil nach DIN 4023	Datum : 23.08.2017

S4

Ansatzpunkt: GOK 0,0 ü. SO

0.00m



Gleisschotter
grau

0.70m

A A

Auffüllung (U, s, x, Ziegelbruch)
grau bis schwarz

0.80m

Endtiefe

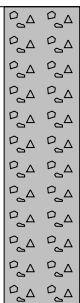


Gesellschaft für Baugelogie	Projekt : Erneuerung Stützwand 128 Strecke 2630
und -meßtechnik mbH	Projektnr.: 870712
Robert-Bosch-Straße 7	Anlage :
D-65549 Limburg/Lahn	Maßstab : 1: 15
Bohrprofil nach DIN 4023	Datum : 23.08.2017

S5

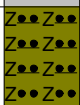
Ansatzpunkt: GOK 0,0 ü. SO

0.00m



Gleisschotter
grau

0.60m



Schluffstein
braun

0.80m

Endtiefe

1-2

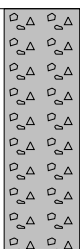


Gesellschaft für Baugeologie	Projekt : Erneuerung Stützwand 128 Strecke 2630
und -meßtechnik mbH	Projektnr.: 870712
Robert-Bosch-Straße 7	Anlage :
D-65549 Limburg/Lahn	Maßstab : 1: 15
Bohrprofil nach DIN 4023	Datum : 23.08.2017

S6

Ansatzpunkt: GOK 0,0 ü. SO

0.00m



Gleisschotter
grau

0.50m



Auffüllung (Schluff, sandig, steinig)
grau bis schwarz

0.80m



0.85m

Endtiefe

Schluffstein
grau bis braun

1-2

Anlage 4

Laboruntersuchungen

Anlage 4.1

Probenahmeprotkolle Umweltproben

Probenahmeprotokoll nach LAGA 98

Laborprobe gbm82395

Seite 1 von 2

gbm Gesellschaft für Baugeologie und –meßtechnik mbH · Baugrundinstitut
Robert-Bosch-Straße 7 D-65549 Limburg/Lahn
Tel. 06431 9112-0 Fax 06431 9112-10 E-Mail: Limburg@gbm-Baugrundinstitut.de

A. Allgemeine Angaben

Anschriften

1	Veranlasser / Auftraggeber:	Betreiber / Betrieb:
	DB Netz AG Regionales Projektmanagement	DB Netz AG
2	Landkreis / Ort / Straße:	Objekt / Lage:
	Hahnstraße 49 60528 Frankfurt am Main	Tunnel Kammereck, Stützbauwerk 128, Strecke 2630

- 3 Grund der Probenahme: Erkundung
- 4 Probenahmetag / Uhrzeit: 01.09..2017
- 5 Probenehmer / Dienststelle/Firma: M.Sc.-Geol. T. Wittig / gbm
- 6 Anwesende Personen: -
- 7 Herkunft des Abfalls: KB 4 2-7 m, KB 5 2,5 m, KB 6 3-6 m, KB 2 3,4 m , BK 1 3,4 m, KB 3 5,5 m
- 8 Vermutete Schadstoffe / Gefährdungen : -
- 9 Untersuchungsstelle: Eurofins Umwelt West, Vorgebirgsstraße 20, 50389 Wesseling

B. Vor-Ort-Gegebenheiten

- 10 Abfallart / Allgemeine Beschreibung: Boden / Fels (Siltstein)
- 11 Gesamtvolumen / Form der Lagerung: - / eingebauter Zustand
- 12 Lagerungsdauer: -
- 13 Einflüsse auf das Abfallmaterial (z. B. Witterung, Niederschläge): -
- 14 Probenahmegerät und -material: Hammer
- 15 Probenahmeverfahren: Entnahme aus Bohrkernkiste

Probenahmeprotokoll nach LAGA 98

Laborprobe gbm82395

Seite 2 von 2

16 Anzahl der Einzelproben: 8 Mischproben: 1 Sammelproben: -

Sonderproben (Beschreibung):

17 Anzahl der Einzelproben je Mischprobe: 8

18 Probenvorbereitungsschritte: Probenhomogenisierung

19 Probentransport und -lagerung: trocken, kühl, dunkel

Kühlung (evtl. Kühltemperatur):

20 Vor-Ort-Untersuchung: Organoleptische Ansprache

21 Beobachtungen bei der Probenahme / Bemerkungen: -

22 Topograf. Karte als Anhang? ja ☐ nein ☒ Hochwert: Rechtswert:

23 Lageskizze (Lage der Haufwerke, etc. und Probenahmepunkte, Straßen, Gebäude, usw.):



24 Ort: Fernthal

Unterschrift(en):
Probennehmer:

Datum: 01.09..2017

Anwesende / Zeugen:

Probenahmeprotokoll nach LAGA 98

Laborprobe gbm82396

Seite 1 von 2

gbm Gesellschaft für Baugeologie und –meßtechnik mbH · Baugrundinstitut
Robert-Bosch-Straße 7 D-65549 Limburg/Lahn
Tel. 06431 9112-0 Fax 06431 9112-10 E-Mail: Limburg@gbm-Baugrundinstitut.de

A. Allgemeine Angaben

Anschriften

1	Veranlasser / Auftraggeber:	Betreiber / Betrieb:
	DB Netz AG Regionales Projektmanagement	DB Netz AG
2	Landkreis / Ort / Straße:	Objekt / Lage:
	Hahnstraße 49 60528 Frankfurt am Main	Tunnel Kammereck, Stützbauwerk 128, Strecke 2630

- 3 Grund der Probenahme: Erkundung
- 4 Probenahmetag / Uhrzeit: 01.09..2017
- 5 Probenehmer / Dienststelle/Firma: M.Sc.-Geol. T. Wittig / gbm
- 6 Anwesende Personen: -
- 7 Herkunft des Abfalls: KB 6 2,4 m, KB 2 2,5 m, KB 3 2,2 m, KB 4 2,0 m
- 8 Vermutete Schadstoffe / Gefährdungen : -
- 9 Untersuchungsstelle: Eurofins Umwelt West, Vorgebirgsstraße 20, 50389 Wesseling

B. Vor-Ort-Gegebenheiten

- 10 Abfallart / Allgemeine Beschreibung: Bauschutt / Hinterpackung (Siltstein, Mörtel)
- 11 Gesamtvolumen / Form der Lagerung: - / eingebauter Zustand
- 12 Lagerungsdauer: -
- 13 Einflüsse auf das Abfallmaterial (z. B. Witterung, Niederschläge): -
- 14 Probenahmegerät und -material: Hammer
- 15 Probenahmeverfahren: Entnahme aus Bohrkernkiste

Probenahmeprotokoll nach LAGA 98

Laborprobe gbm82396

Seite 2 von 2

16 Anzahl der Einzelproben: 5 Mischproben: 1 Sammelproben: -

Sonderproben (Beschreibung):

17 Anzahl der Einzelproben je Mischprobe: 5

18 Probenvorbereitungsschritte: Probenhomogenisierung

19 Probentransport und -lagerung: trocken, kühl, dunkel

Kühlung (evtl. Kühltemperatur):

20 Vor-Ort-Untersuchung: Organoleptische Ansprache

21 Beobachtungen bei der Probenahme / Bemerkungen: -

22 Topograf. Karte als Anhang? ja ☐ nein ☒ Hochwert: Rechtswert:

23 Lageskizze (Lage der Haufwerke, etc. und Probenahmepunkte, Straßen, Gebäude, usw.):



24 Ort: Fernthal

Unterschrift(en):
Probennehmer:



Datum: 01.09..2017

Anwesende / Zeugen:

Probenahmeprotokoll nach LAGA 98

Laborprobe gbm82397

Seite 1 von 2

gbm Gesellschaft für Baugeologie und –meßtechnik mbH · Baugrundinstitut
Robert-Bosch-Straße 7 D-65549 Limburg/Lahn
Tel. 06431 9112-0 Fax 06431 9112-10 E-Mail: Limburg@gbm-Baugrundinstitut.de

A. Allgemeine Angaben

Anschriften

1	Veranlasser / Auftraggeber:	Betreiber / Betrieb:
	DB Netz AG Regionales Projektmanagement	DB Netz AG
2	Landkreis / Ort / Straße:	Objekt / Lage:
	Hahnstraße 49 60528 Frankfurt am Main	Tunnel Kammereck, Stützbauwerk 128, Strecke 2630

- 3 Grund der Probenahme: Erkundung
- 4 Probenahmetag / Uhrzeit: 30.08..2017
- 5 Probenehmer / Dienststelle/Firma: M.Sc.-Geol. T. Wittig / gbm
- 6 Anwesende Personen: -
- 7 Herkunft des Abfalls: KB 2 1,2 m; KB 3 0,5 m; KB 4 1,6 m; KB 5 1,3 m; KB 6 2,0 m
- 8 Vermutete Schadstoffe / Gefährdungen : -
- 9 Untersuchungsstelle: Eurofins Umwelt West, Vorgebirgsstraße 20, 50389 Wesseling

B. Vor-Ort-Gegebenheiten

- 10 Abfallart / Allgemeine Beschreibung: Bauschutt / Natursteinmauerwerk (Siltstein, Mörtel)
- 11 Gesamtvolumen / Form der Lagerung: - / eingebauter Zustand
- 12 Lagerungsdauer: -
- 13 Einflüsse auf das Abfallmaterial (z. B. Witterung, Niederschläge): -
- 14 Probenahmegerät und -material: Hammer
- 15 Probenahmeverfahren: Entnahme aus Bohrkernkiste

Probenahmeprotokoll nach LAGA 98

Laborprobe gbm82397

Seite 2 von 2

16 Anzahl der Einzelproben: 8 Mischproben: 1 Sammelproben: -

Sonderproben (Beschreibung):

17 Anzahl der Einzelproben je Mischprobe: 8

18 Probenvorbereitungsschritte: Probenhomogenisierung

19 Probentransport und -lagerung: trocken, kühl, dunkel

Kühlung (evtl. Kühltemperatur):

20 Vor-Ort-Untersuchung: Organoleptische Ansprache

21 Beobachtungen bei der Probenahme / Bemerkungen: -

22 Topograf. Karte als Anhang? ja ☐ nein ☒ Hochwert: Rechtswert:

23 Lageskizze (Lage der Haufwerke, etc. und Probenahmepunkte, Straßen, Gebäude, usw.):



24 Ort: Fernthal

Unterschrift(en):
Probennehmer:

Datum: 31.08..2017

Anwesende / Zeugen:

Anlage 4.2

Tabellarische Ansicht der Analyseergebnisse

e-870712: Chemisch - analytische Untersuchungsergebnisse der Bauschuttmischproben nach LAGA Bauschutt
Beprobung vom 30.08.2017

			pH-Wert	Leitf. [µS/cm]	Schwermetalle													
					Arsen		Blei		Cadmium		Chrom ges.		Kupfer		Nickel		Quecksilber	
					[mg/l]	[mg/kg]	[mg/l]	[mg/kg]	[mg/l]	[mg/kg]	[mg/l]	[mg/kg]	[mg/l]	[mg/kg]	[mg/l]	[mg/kg]	[mg/l]	[mg/kg]
			Eluat	Eluat	Eluat	Brutto	Eluat	Brutto	Eluat	Brutto	Eluat	Brutto	Eluat	Brutto	Eluat	Brutto	Eluat	Brutto
Zuordnungswerte nach LAGA (Tab. II.1.4-5 und II.1.4-6) Bauschutt		Z0	7,0 - 12,5	<500	0,01	20	0,02	100	0,002	0,6	0,015	50	0,05	40	0,04	40	0,0002	0,3
		Z1.1	7,0 - 12,5	<1.500	0,01	-	0,04	-	0,002	-	0,030	-	0,05	-	0,05	-	0,0002	-
		Z1.2	7,0 - 12,5	<2.500	0,04	-	0,1	-	0,005	-	0,075	-	0,15	-	0,1	-	0,001	-
		Z2	7,0 - 12,5	<3.000	0,05	-	0,1	-	0,005	-	0,100	-	0,2	-	0,1	-	0,002	-
gbm82396	MP 1 Hinterpackung	Z1.1	9,4	54	0,003	8,3	< 0,001	16	< 0,0003	< 0,2	0,009	80	< 0,005	19	< 0,001	89	< 0,0002	< 0,07
gbm82397	MP 1 Nstmau	Z1.1	10,8	311	0,004	11	< 0,001	29	< 0,0003	< 0,2	0,003	67	< 0,005	19	< 0,001	76	< 0,0002	< 0,07

			Zink		KW C10-C40 [mg/kg]	PCB [mg/kg]	PAK [mg/kg]	Phenolindex [mg/l]	Chlorid [mg/l]	Sulfat [mg/l]	EOX [mg/kg]
			[mg/l]	[mg/kg]							
			Eluat	Brutto							
Zuordnungswerte nach LAGA (Tab. II.1.4-5 und II.1.4-6) Bauschutt		Z0	0,1	120	100	0,02	1	<0,01	10	50	1
		Z1.1	0,1	-	300	0,1	5	0,01	20	150	3
		Z1.2	0,3	-	500	0,5	15	0,05	40	300	5
		Z2	0,4	-	1.000	1,0	75	0,1	150	600	10
gbm82396	MP 1 Hinterpackung	Z1.1	< 0,01	106	< 40	n.b.*	n.b.*	0,072	< 1,0	< 1,0	< 1,0
gbm82397	MP 1 Nstmau	Z1.1	< 0,01	103	< 40	n.b.*	n.b.*	< 0,01	1,9	60	< 1,0

n.b*. nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > Bestimmungsgrenze verwendet werden

** erhöhte Leitfähigkeit auf betonhaltige Baustoffe rückführbar

e-870712: Chemisch - analytische Untersuchungsergebnisse der Bodenmischproben zur Deklarationsanalytik nach LAGA - Boden TR 2004, Beprobung vom 30.08.2017

Probe		Entnahmestelle		TOC	pH-Wert	el. Leitf.	Schwermetalle													
							Arsen		Blei		Cadmium		Chrom ges.		Kupfer		Nickel		Quecksilber	
							[Masse-%]	Eluat	[mg/l] Eluat	[mg/kg] Brutto	[mg/l] Eluat	[mg/kg] Brutto	[mg/l] Eluat	[mg/kg] Brutto	[mg/l] Eluat	[mg/kg] Brutto	[mg/l] Eluat	[mg/kg] Brutto	[mg/l] Eluat	[mg/kg] Brutto
Vorsorgewerte für die durchwurzelbare Bodenschicht Infoblatt 24 - Juli 2007 ohne landwirtschaftliche Folgenutzung Zuordnungswerte nach LAGA Tab. II.1.2-4 und II.1.2-5 (2004)			Z0 (Schluff)	0,5 - 1	6,5 - 9,5	250	0,014	15	0,04	70	0,0015	1	0,0125	60	0,02	40	0,015	50	<0,0005	0,5
			Z0 (Ton)	0,5 - 1	6,5 - 9,5	250	0,014	20	0,04	100	0,0015	1,5	0,0125	100	0,02	60	0,015	70	<0,0005	1
			Z0 (Sand)	0,5 - 1	6,5 - 9,5	250	0,014	10	0,04	40	0,0015	0,4	0,0125	30	0,02	20	0,015	15	<0,0005	0,1
			Z0*	0,5 - 1	6,5 - 9,5	250	0,014	15	0,04	140	0,0015	1	0,0125	120	0,02	80	0,015	100	<0,0005	1
			Z1.1	1,5	6,5 - 9,5	250	0,014	45	0,04	210	0,0015	3	0,0125	180	0,02	120	0,015	150	<0,0005	1,5
			Z1.2	1,5	6 - 12	1500	0,02	45	0,08	210	0,003	3	0,025	180	0,06	120	0,02	150	0,001	1,5
			Z2	5	5,5 - 12	2000	0,06	150	0,2	700	0,006	10	0,060	600	0,1	400	0,07	500	0,002	5
gbm82395	MP 1 Fels	Z0*	0,1	9,4	49	0,002	11,2	< 0,001	< 2	< 0,0003	< 0,2	< 0,001	75	< 0,005	18	< 0,001	73	< 0,0002	< 0,07	

		Thallium		Zink		Cyanide ges.		KW	PAK	Na	B(a)p	EOX	Phenole	PCB	BTEX	LHKW	Chlorid	Sulfat
		[mg/l] Eluat	[mg/kg] Brutto	[mg/l] Eluat	[mg/kg] Brutto	[mg/l] Eluat	[mg/kg] Brutto	[mg/kg] Brutto	[mg/kg] Brutto	[mg/kg] Brutto	[mg/kg] Brutto	[mg/kg] Brutto	[mg/l] Eluat	[mg/kg] Brutto	[mg/kg] Brutto	[mg/kg] Brutto	[mg/l] Eluat	[mg/l] Eluat
Vorsorgewerte für die durchwurzelbare Bodenschicht Infoblatt 24 - Juli 2007 ohne landwirtschaftliche Folgenutzung Zuordnungswerte nach LAGA Tab. II.1.2-4 und II.1.2-5 (2004)	Z0 (Schluff)	-	0,7	0,15	150	0,005	-	100	3	-	0,3	1	0,02	0,05	1	1	30	20
	Z0 (Ton)	-	1	0,15	200	0,005	-	100	3	-	0,3	1	0,02	0,05	1	1	30	20
	Z0 (Sand)	-	0,4	0,15	60	0,005	-	100	3	-	0,3	1	0,02	0,05	1	1	30	20
	Z0*	-	0,7	0,15	300	0,005	-	400	3	-	0,6	1	0,02	0,1	1	1	30	20
	Z1.1	-	2,1	0,15	450	0,005	3	600	3 - 9	-	0,9	3	0,02	0,15	1	1	30	20
	Z1.2	-	2,1	0,2	450	0,01	3	600	3 - 9	-	0,9	3	0,04	0,15	1	1	50	50
	Z2	-	7	0,6	1500	0,02	10	2000	30	-	3	10	0,1	0,5	1	1	100	200
gbm82395	MP 1 Fels	Z0*	-	< 0,2	< 0,01	80	< 0,005	< 0,5	< 40	n.b.*	36	24	< 1,0	< 0,01	n.b.*	n.b.*	< 1,0	< 1,0

n.b. = nicht berechenbar, alle Einzelwerte unter der Bestimmungsgrenze

Anlage 4.3

Prüfberichte EUROFINS

Eurofins Umwelt West GmbH - Vorgebirgsstrasse 20 - D-50389 - Wesseling

**GBM Gesellschaft für Baugeologie und
-meßtechnik mbH
Robert-Bosch-Straße 7
65549 Limburg/Lahn**

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 01746132
Prüfberichtsnummer: AR-17-AN-018849-01

Auftragsbezeichnung: e-870712

Anzahl Proben: 1
Probenart: Boden
Probenahmedatum: 01.09.2017
Probenehmer: Auftraggeber
Probeneingangsdatum: 01.09.2017
Prüfzeitraum: 01.09.2017 - 07.09.2017

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Dieser Prüfbericht ist nur mit Unterschrift gültig und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Dr. Marco Runk
Prüfleiter
Tel. +49 2236 897 405

Digital signiert, 08.09.2017
Dr. Marco Runk
Prüfleitung



Probenbezeichnung	gbm 82395
Probenahmedatum/ -zeit	01.09.2017
Probennummer	017189449

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit	
-----------	------	------	---------	----	---------	--

Probenvorbereitung Feststoffe

Probenmenge inkl. Verpackung	AN		DIN 19747:2009-07		kg	2,9
Fremdstoffe (Art)	AN	LG004	DIN 19747:2009-07			nein
Fremdstoffe (Menge)	AN	LG004	DIN 19747:2009-07		g	0,0
Siebrückstand > 10mm	AN	LG004	DIN 19747:2009-07			ja

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	AN	LG004	DIN EN 14346	0,1	Ma.-%	100,0
--------------	----	-------	--------------	-----	-------	-------

Anionen aus der Originalsubstanz

Cyanide, gesamt	AN	LG004	DIN EN ISO 17380	0,5	mg/kg TS	< 0,5
-----------------	----	-------	------------------	-----	----------	-------

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657

Arsen (As)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,8	mg/kg TS	11,2
Blei (Pb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	2	mg/kg TS	< 2
Cadmium (Cd)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,2	mg/kg TS	< 0,2
Chrom (Cr)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	75
Kupfer (Cu)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	18
Nickel (Ni)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	73
Quecksilber (Hg)	AN	LG004	DIN EN ISO 12846	0,07	mg/kg TS	< 0,07
Thallium (Tl)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,2	mg/kg TS	< 0,2
Zink (Zn)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	80

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

TOC	AN	LG004	DIN EN 13137	0,1	Ma.-% TS	0,1
EOX	AN	LG004	DIN 38414-S17	1,0	mg/kg TS	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN	LG004	DIN EN 14039	40	mg/kg TS	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN	LG004	DIN EN 14039	40	mg/kg TS	< 40

BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz

Benzol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Toluol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Ethylbenzol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05
m-/p-Xylol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05
o-Xylol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Summe BTEX	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

LHKW aus der Originalsubstanz

Dichlormethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Tetrachlormethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Trichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Tetrachlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05
1,1-Dichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05
1,2-Dichlorethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	AN	LG004	DIN EN ISO 22155		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

Probenbezeichnung	gbm 82395
Probenahmedatum/ -zeit	01.09.2017
Probennummer	017189449

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit	
------------------	-------------	-------------	----------------	-----------	----------------	--

PAK aus der Originalsubstanz

Naphthalin	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Acenaphthylen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Acenaphthen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Fluoren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Phenanthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[a]anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Chrysen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[b]fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[k]fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[ghi]perylene	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	AN	LG004	DIN ISO 18287		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl.BG	AN	LG004	DIN ISO 18287		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

PCB aus der Originalsubstanz

PCB 28	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 52	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 101	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 153	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 138	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 180	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN	LG004	DIN EN 15308		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾
PCB 118	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
Summe PCB (7)	AN	LG004	DIN EN 15308		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4

pH-Wert	AN	LG004	DIN 38404-C5			9,4
Temperatur pH-Wert	AN	LG004	DIN 38404-C4		°C	22,5
Leitfähigkeit bei 25°C	AN	LG004	DIN EN 27888	5	µS/cm	49

Anionen aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4

Chlorid (Cl)	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1	1,0	mg/l	< 1,0
Sulfat (SO ₄)	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1	1,0	mg/l	< 1,0
Cyanide, gesamt	AN	LG004	DIN EN ISO 14403	0,005	mg/l	< 0,005

Probenbezeichnung	gbm 82395
Probenahmedatum/ -zeit	01.09.2017
Probennummer	017189449

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit	
------------------	-------------	-------------	----------------	-----------	----------------	--

Elemente aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4

Arsen (As)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,001	mg/l	0,002
Blei (Pb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,001	mg/l	< 0,001
Cadmium (Cd)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,0003	mg/l	< 0,0003
Chrom (Cr)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,001	mg/l	< 0,001
Kupfer (Cu)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,005	mg/l	< 0,005
Nickel (Ni)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,001	mg/l	< 0,001
Quecksilber (Hg)	AN	LG004	DIN EN ISO 12846	0,0002	mg/l	< 0,0002
Zink (Zn)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,01	mg/l	< 0,01

Organische Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4

Phenolindex, wasserdampflich	AN	LG004	DIN EN ISO 14402	0,010	mg/l	< 0,010
---------------------------------	----	-------	------------------	-------	------	---------

Erläuterungen

BG: Bestimmungsgrenze

Lab.: Kürzel des durchführenden Labors

Akk.: Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ nicht berechenbar

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die mit LG004 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

Eurofins Umwelt West GmbH - Vorgebirgsstrasse 20 - D-50389 - Wesseling

**GBM Gesellschaft für Baugeologie und
-meßtechnik mbH
Robert-Bosch-Straße 7
65549 Limburg/Lahn**

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 01746132
Prüfberichtsnummer: AR-17-AN-018850-01

Auftragsbezeichnung: e-870712

Anzahl Proben: 1
Probenart: Bauschutt / Bausubstanz
Probenahmedatum: 01.09.2017
Probenehmer: Auftraggeber
Probeneingangsdatum: 01.09.2017
Prüfzeitraum: 01.09.2017 - 07.09.2017

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Dieser Prüfbericht ist nur mit Unterschrift gültig und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Dr. Marco Runk
Prüfleiter
Tel. +49 2236 897 405

Digital signiert, 08.09.2017
Dr. Marco Runk
Prüfleitung



Probenbezeichnung	gbm 82396
Probenahmedatum/ -zeit	01.09.2017
Probennummer	017189450

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit	
-----------	------	------	---------	----	---------	--

Probenvorbereitung Feststoffe

Probenmenge inkl. Verpackung	AN		DIN 19747:2009-07		kg	2,8
Fremdstoffe (Art)	AN	LG004	DIN 19747:2009-07			nein
Fremdstoffe (Menge)	AN	LG004	DIN 19747:2009-07		g	0,0
Siebrückstand > 10mm	AN	LG004	DIN 19747:2009-07			ja

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	AN	LG004	DIN EN 14346	0,1	Ma.-%	100,0
--------------	----	-------	--------------	-----	-------	-------

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657

Arsen (As)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,8	mg/kg TS	8,3
Blei (Pb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	2	mg/kg TS	16
Cadmium (Cd)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,2	mg/kg TS	< 0,2
Chrom (Cr)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	80
Kupfer (Cu)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	19
Nickel (Ni)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	89
Quecksilber (Hg)	AN	LG004	DIN EN ISO 12846	0,07	mg/kg TS	< 0,07
Zink (Zn)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	106

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

EOX	AN	LG004	DIN 38414-S17	1,0	mg/kg TS	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN	LG004	DIN EN 14039 / LAGA KW 04	40	mg/kg TS	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN	LG004	DIN EN 14039 / LAGA KW 04	40	mg/kg TS	< 40

PAK aus der Originalsubstanz

Naphthalin	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Acenaphthylen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Acenaphthen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Fluoren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Phenanthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[a]anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Chrysen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[b]fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[k]fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[ghi]perylene	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	AN	LG004	DIN ISO 18287		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl.BG	AN	LG004	DIN ISO 18287		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

Probenbezeichnung	gbm 82396
Probenahmedatum/ -zeit	01.09.2017
Probennummer	017189450

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit	
------------------	-------------	-------------	----------------	-----------	----------------	--

PCB aus der Originalsubstanz

PCB 28	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 52	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 101	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 153	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 138	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 180	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN	LG004	DIN EN 15308		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾
PCB 118	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
Summe PCB (7)	AN	LG004	DIN EN 15308		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4

pH-Wert	AN	LG004	DIN 38404-C5			9,4
Temperatur pH-Wert	AN	LG004	DIN 38404-C4		°C	24,1
Leitfähigkeit bei 25°C	AN	LG004	DIN EN 27888	5	µS/cm	54

Anionen aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4

Chlorid (Cl)	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1	1,0	mg/l	< 1,0
Sulfat (SO ₄)	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1	1,0	mg/l	< 1,0

Elemente aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4

Arsen (As)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,001	mg/l	0,003
Blei (Pb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,001	mg/l	< 0,001
Cadmium (Cd)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,0003	mg/l	< 0,0003
Chrom (Cr)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,001	mg/l	< 0,001
Kupfer (Cu)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,005	mg/l	< 0,005
Nickel (Ni)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,001	mg/l	< 0,001
Quecksilber (Hg)	AN	LG004	DIN EN ISO 12846	0,0002	mg/l	< 0,0002
Zink (Zn)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,01	mg/l	< 0,01

Organische Summenparameter aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4

Phenolindex, wasserdampflich	AN	LG004	DIN EN ISO 14402	0,010	mg/l	< 0,010
---------------------------------	----	-------	------------------	-------	------	---------

Erläuterungen

BG: Bestimmungsgrenze

Lab.: Kürzel des durchführenden Labors

Akk.: Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ nicht berechenbar

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die mit LG004 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

Eurofins Umwelt West GmbH - Vorgebirgsstrasse 20 - D-50389 - Wesseling

**GBM Gesellschaft für Baugeologie und
-meßtechnik mbH
Robert-Bosch-Straße 7
65549 Limburg/Lahn**

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 01746132
Prüfberichtsnummer: AR-17-AN-018851-01

Auftragsbezeichnung: e-870712

Anzahl Proben: 1
Probenart: Bauschutt / Bausubstanz
Probenahmedatum: 01.09.2017
Probenehmer: Auftraggeber
Probeneingangsdatum: 01.09.2017
Prüfzeitraum: 01.09.2017 - 07.09.2017

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Dieser Prüfbericht ist nur mit Unterschrift gültig und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Dr. Marco Runk
Prüfleiter
Tel. +49 2236 897 405

Digital signiert, 08.09.2017
Dr. Marco Runk
Prüfleitung



Probenbezeichnung	gbm 82397
Probenahmedatum/ -zeit	01.09.2017
Probennummer	017189451

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit	
-----------	------	------	---------	----	---------	--

Probenvorbereitung Feststoffe

Probenmenge inkl. Verpackung	AN		DIN 19747:2009-07		kg	3,0
Fremdstoffe (Art)	AN	LG004	DIN 19747:2009-07			nein
Fremdstoffe (Menge)	AN	LG004	DIN 19747:2009-07		g	0,0
Siebrückstand > 10mm	AN	LG004	DIN 19747:2009-07			ja

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	AN	LG004	DIN EN 14346	0,1	Ma.-%	99,0
--------------	----	-------	--------------	-----	-------	------

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657

Arsen (As)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,8	mg/kg TS	11,0
Blei (Pb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	2	mg/kg TS	29
Cadmium (Cd)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,2	mg/kg TS	< 0,2
Chrom (Cr)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	67
Kupfer (Cu)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	19
Nickel (Ni)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	76
Quecksilber (Hg)	AN	LG004	DIN EN ISO 12846	0,07	mg/kg TS	< 0,07
Zink (Zn)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	103

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

EOX	AN	LG004	DIN 38414-S17	1,0	mg/kg TS	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN	LG004	DIN EN 14039	40	mg/kg TS	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN	LG004	DIN EN 14039	40	mg/kg TS	< 40

PAK aus der Originalsubstanz

Naphthalin	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Acenaphthylen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Acenaphthen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Fluoren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Phenanthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[a]anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Chrysen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[b]fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[k]fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[ghi]perylene	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	AN	LG004	DIN ISO 18287		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl.BG	AN	LG004	DIN ISO 18287		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

Probenbezeichnung	gbm 82397
Probenahmedatum/ -zeit	01.09.2017
Probennummer	017189451

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit	
------------------	-------------	-------------	----------------	-----------	----------------	--

PCB aus der Originalsubstanz

PCB 28	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 52	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 101	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 153	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 138	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 180	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN	LG004	DIN EN 15308		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾
PCB 118	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
Summe PCB (7)	AN	LG004	DIN EN 15308		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4

pH-Wert	AN	LG004	DIN 38404-C5			10,8
Temperatur pH-Wert	AN	LG004	DIN 38404-C4		°C	22,0
Leitfähigkeit bei 25°C	AN	LG004	DIN EN 27888	5	µS/cm	311

Anionen aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4

Chlorid (Cl)	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1	1,0	mg/l	1,9
Sulfat (SO ₄)	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1	1,0	mg/l	60

Elemente aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4

Arsen (As)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,001	mg/l	0,004
Blei (Pb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,001	mg/l	< 0,001
Cadmium (Cd)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,0003	mg/l	< 0,0003
Chrom (Cr)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,001	mg/l	0,003
Kupfer (Cu)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,005	mg/l	< 0,005
Nickel (Ni)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,001	mg/l	< 0,001
Quecksilber (Hg)	AN	LG004	DIN EN ISO 12846	0,0002	mg/l	< 0,0002
Zink (Zn)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,01	mg/l	< 0,01

Organische Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4

Phenolindex, wasserdampflich	AN	LG004	DIN EN ISO 14402	0,010	mg/l	< 0,010
---------------------------------	----	-------	------------------	-------	------	---------

Erläuterungen

BG: Bestimmungsgrenze

Lab.: Kürzel des durchführenden Labors

Akk.: Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ nicht berechenbar

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die mit LG004 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

Anlage 4.4

Prüfberichte RWTH Aachen Universität – Einaxialversuche

Zusammenstellung der geotechnischen Laborversuche

Untersuchungsstelle:	Geotechnik im Bauwesen RWTH Aachen Mies-van-der-Rohe-Strasse 1 52074 Aachen
Auftraggeber:	gbm Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH - Baugrundinstitut Robert-Bosch-Str. 7 D-65549 Limburg
Projektbezeichnung AG:	Stützwand 128 am Südportal Kammerich Tunnel
Projektnummer AG:	e-870712
Projektbezeichnung intern:	GBM_17-11
Projektnummer intern:	17135
Probeneingang:	12.09.2017
Anlagen:	1 Probeneingang 2 Untersuchungsprogramm 3 Einaxialer Druckversuch

i. A. 
Dipl.-Ing. (FH) Michael Kürschner
Laborleiter



1

[illegible]



2

13.09.2017

[illegible]

Einaxiale Druckfestigkeit

DGGT Empfehlungen Nr. 1

Projektbezeichnung:	GBM_17-11	Projektbezeichnung AG:	siehe Anlage 1
Projektnummer:	17135	Projektnummer AG:	e-870712
Labornummer:	0936	Eingangsdatum:	12.09.2017
Probenbezeichnung:	KB 3	Ausgeführt von:	AM
Entnahmestelle:	siehe Anlage 1	Ausgeführt am:	14.09.2017
Entnahmetiefe:	5,00 - 5,30	Material:	Fels
Art der Entnahme:	ungestört	Beschreibung:	-

Höhe Prüfkörper			
h_{a1}	=	20,29	[cm]
h_{a2}	=	20,29	[cm]
h_{a3}	=	20,29	[cm]
$\varnothing h_a$	=	20,29	[cm]

Durchmesser Prüfkörper			
d_{a1}	=	12,25	[cm]
d_{a2}	=	12,25	[cm]
d_{a3}	=	12,25	[cm]
$\varnothing d_a$	=	12,25	[cm]

Feuchtmasse Prüfkörper			
$m_{fa} + \text{Tara}$	=	6344,10	[g]
Tara	=	0,00	[g]
m_{fa}	=	6344,10	[g]

Wassergehalt nach Versuch			
$m_{fe} + m_B$	=	661,60	[g]
$m_d + m_B$	=	660,37	[g]
m_B	=	108,43	[g]
m_w	=	1,23	[g]
m_d	=	551,94	[g]
w_e	=	0,0022	[1]

Kreisfläche Prüfkörper			
A_a	=	117,86	[cm ²]

Volumen Prüfkörper			
V_a	=	2391,36	[cm ³]

Feuchtdichte			
ρ	=	2,653	[g/cm ³]

Trockendichte			
ρ_d	=	2,647	[g/cm ³]

Verhältnis Höhe zu Durchmesser			
h/d	=	1,66	[-]

einaxiale Druckfestigkeit			
q_u	=	30,046	[MN/m ²]
$q_{u(2)}^{1)}$	=	29,286	[MN/m ²]

Bruchstauchung			
ϵ	=	0,711	[%]

Modul der Erstbelastung			
$E_u^{2)}$	=	6749	[MN/m ²]

Bemerkungen:

¹⁾ Einaxiale Druckfestigkeit wenn $h/d < 2$

²⁾ Ableitung E-Modul aus Maschinenweg / Spannung

geprüft:

i.A.

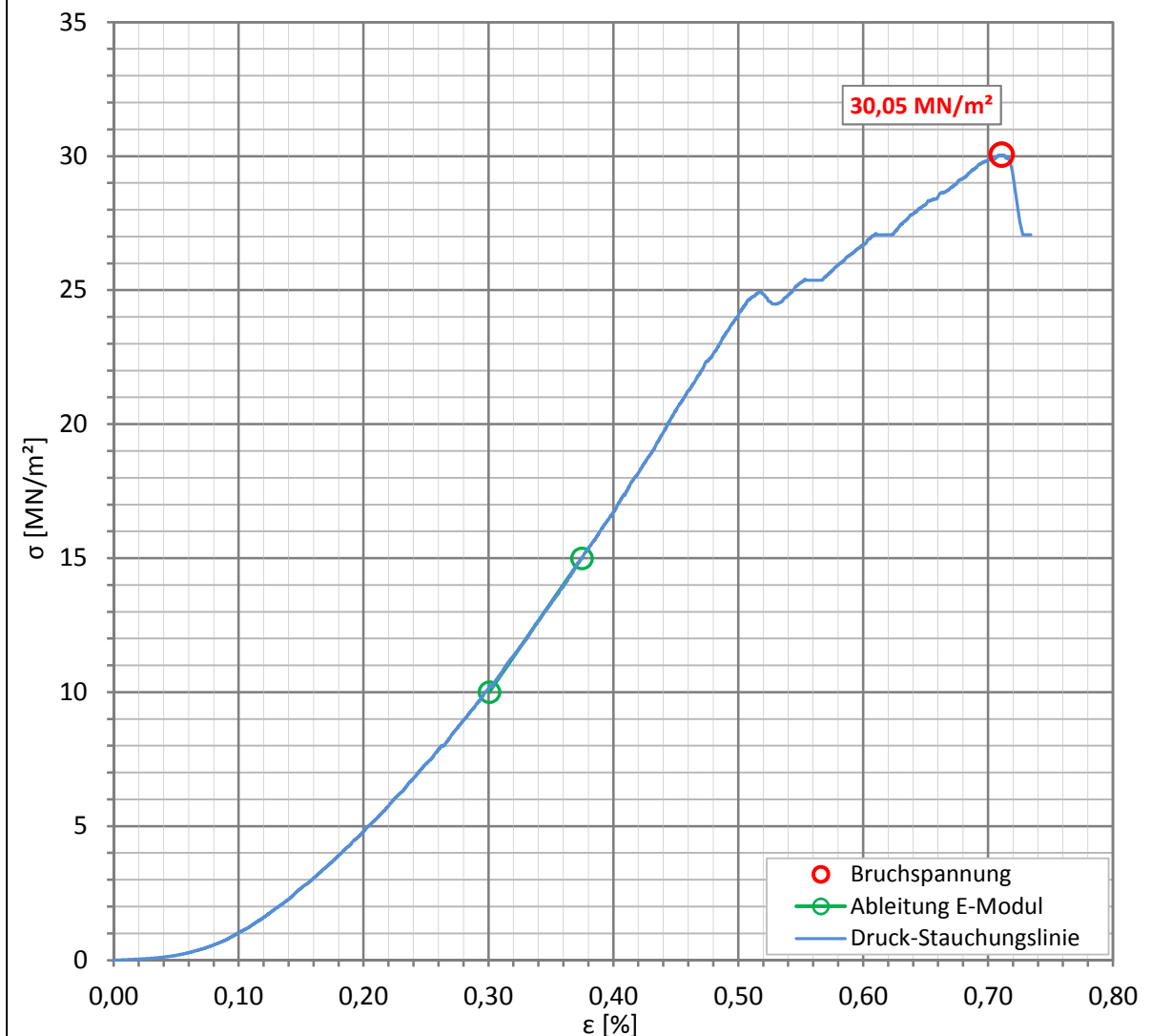


Einaxiale Druckfestigkeit

DGGT Empfehlungen Nr. 1

Projektbezeichnung:	GBM_17-11	Projektbezeichnung AG:	siehe Anlage 1
Projektnummer:	17135	Projektnummer AG:	e-870712
Labornummer:	0936	Eingangsdatum:	12.09.2017
Probenbezeichnung:	KB 3	Ausgeführt von:	AM
Entnahmestelle:	siehe Anlage 1	Ausgeführt am:	14.09.2017
Entnahmetiefe:	5,00 - 5,30	Material:	Fels
Art der Entnahme:	ungestört	Beschreibung:	-

Druck - Stauchungsdiagramm



Bemerkungen:

geprüft:

i.A.



Einaxiale Druckfestigkeit

DGGT Empfehlungen Nr. 1

Projektbezeichnung:	GBM_17-11	Projektbezeichnung AG:	siehe Anlage 1
Projektnummer:	17135	Projektnummer AG:	e-870712
Labornummer:	0936	Eingangsdatum:	12.09.2017
Probenbezeichnung:	KB 3	Ausgeführt von:	AM
Entnahmestelle:	siehe Anlage 1	Ausgeführt am:	14.09.2017
Entnahmetiefe:	5,00 - 5,30	Material:	Fels
Art der Entnahme:	ungestört	Beschreibung:	-

Fotodokumentation

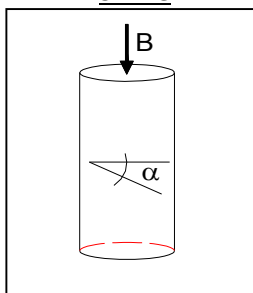
Prüfkörper vor Versuch



Prüfkörper nach Versuch



Skizze



Winkel α_s der Schichtung oder Schieferung des Prüfkörpers senkrecht zur Bohrrichtung B	α_s	=	62 / 68	[°]
Bruchwinkel α_b nach Versuch des Prüfkörpers senkrecht zur Bohrrichtung B	α_b	=	62	[°]

Bemerkungen:

geprüft:

i.A.





Geotechnik
im Bauwesen

RWTHAACHEN
UNIVERSITY

Anlage-Nr.:

3.2.1

Einaxiale Druckfestigkeit

DGGT Empfehlungen Nr. 1

Projektbezeichnung:	GBM_17-11	Projektbezeichnung AG:	siehe Anlage 1
Projektnummer:	17135	Projektnummer AG:	e-870712
Labornummer:	0937	Eingangsdatum:	12.09.2017
Probenbezeichnung:	KB 1	Ausgeführt von:	AM
Entnahmestelle:	siehe Anlage 1	Ausgeführt am:	14.09.2017
Entnahmetiefe:	5,60 - 5,80	Material:	Fels
Art der Entnahme:	ungestört	Beschreibung:	-

Höhe Prüfkörper

h_{a1}	=	19,19	[cm]
h_{a2}	=	19,19	[cm]
h_{a3}	=	19,19	[cm]
$\varnothing h_a$	=	19,19	[cm]

Kreisfläche Prüfkörper

A_a	=	118,63	[cm ²]
-------	---	--------	--------------------

Volumen Prüfkörper

V_a	=	2276,51	[cm ³]
-------	---	---------	--------------------

Durchmesser Prüfkörper

d_{a1}	=	12,29	[cm]
d_{a2}	=	12,29	[cm]
d_{a3}	=	12,29	[cm]
$\varnothing d_a$	=	12,29	[cm]

Feuchtdichte

ρ	=	2,613	[g/cm ³]
--------	---	-------	----------------------

Trockendichte

ρ_d	=	2,601	[g/cm ³]
----------	---	-------	----------------------

Feuchtmasse Prüfkörper

$m_{fa} + \text{Tara}$	=	5948,10	[g]
Tara	=	0,00	[g]
m_{fa}	=	5948,10	[g]

Verhältnis Höhe zu Durchmesser

h/d	=	1,56	[-]
-------	---	------	-----

Wassergehalt nach Versuch

$m_{fe} + m_B$	=	1220,40	[g]
$m_d + m_B$	=	1216,35	[g]
m_B	=	298,42	[g]
m_w	=	4,05	[g]
m_d	=	917,93	[g]
w_e	=	0,0044	[1]

einaxiale Druckfestigkeit

q_u	=	17,700	[MN/m ²]
$q_{u(2)}^{1)}$	=	17,100	[MN/m ²]

Bruchstauchung

ϵ	=	0,489	[%]
------------	---	-------	-----

Modul der Erstbelastung

$E_u^{2)}$	=	4974	[MN/m ²]
------------	---	------	----------------------

Bemerkungen:

¹⁾ Einaxiale Druckfestigkeit wenn $h/d < 2$

²⁾ Ableitung E-Modul aus Maschinenweg / Spannung

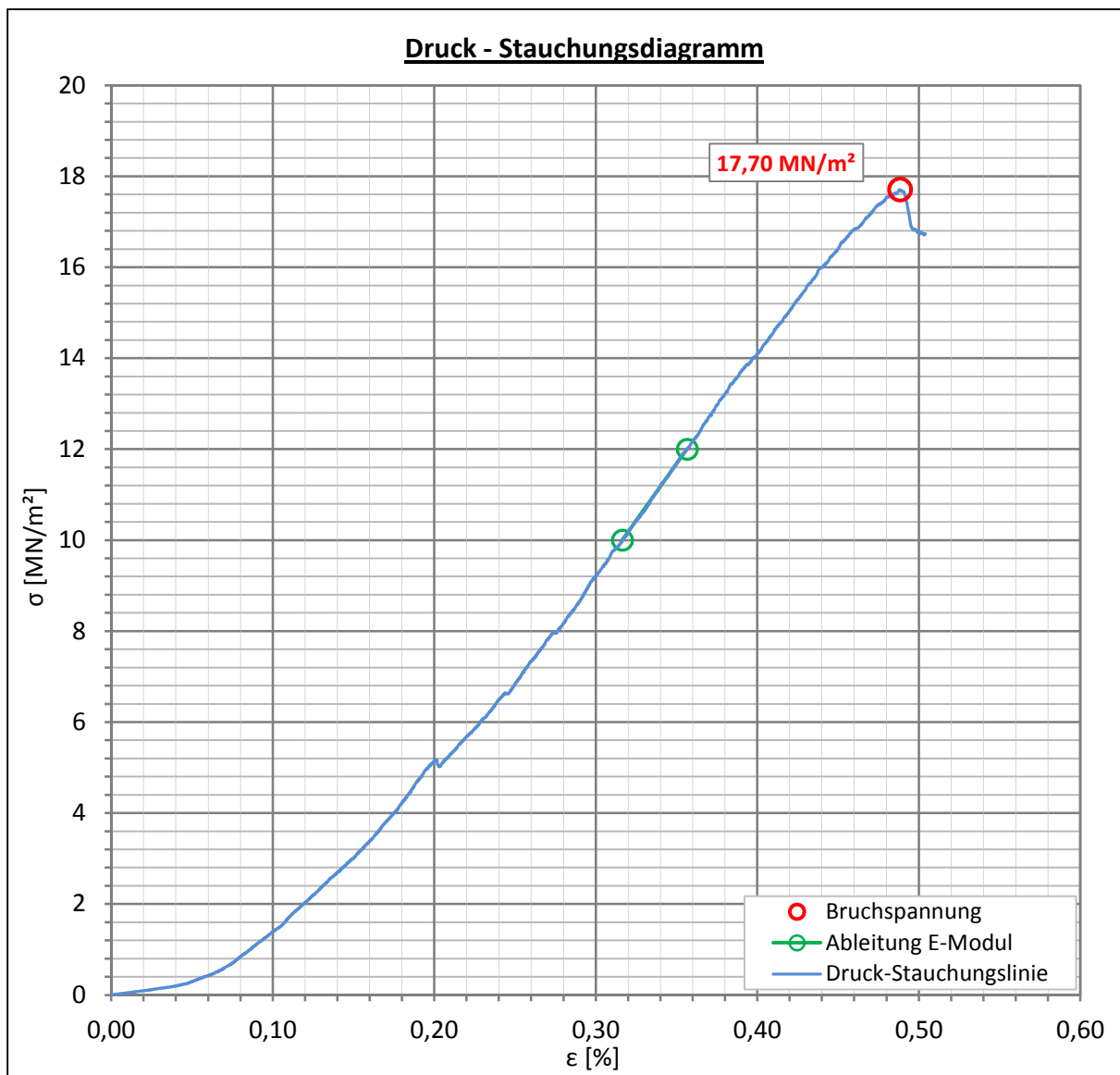
geprüft:

i.A.

Einaxiale Druckfestigkeit

DGGT Empfehlungen Nr. 1

Projektbezeichnung:	GBM_17-11	Projektbezeichnung AG:	siehe Anlage 1
Projektnummer:	17135	Projektnummer AG:	e-870712
Labornummer:	0937	Eingangsdatum:	12.09.2017
Probenbezeichnung:	KB 1	Ausgeführt von:	AM
Entnahmestelle:	siehe Anlage 1	Ausgeführt am:	14.09.2017
Entnahmetiefe:	5,60 - 5,80	Material:	Fels
Art der Entnahme:	ungestört	Beschreibung:	-



Bemerkungen:

geprüft:

i.A.

Einaxiale Druckfestigkeit

DGGT Empfehlungen Nr. 1

Projektbezeichnung:	GBM_17-11	Projektbezeichnung AG:	siehe Anlage 1
Projektnummer:	17135	Projektnummer AG:	e-870712
Labornummer:	0937	Eingangsdatum:	12.09.2017
Probenbezeichnung:	KB 1	Ausgeführt von:	AM
Entnahmestelle:	siehe Anlage 1	Ausgeführt am:	14.09.2017
Entnahmetiefe:	5,60 - 5,80	Material:	Fels
Art der Entnahme:	ungestört	Beschreibung:	-

Fotodokumentation

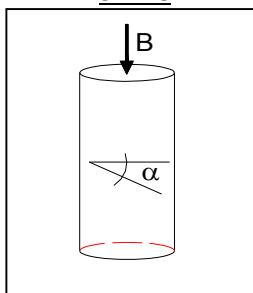
Prüfkörper vor Versuch



Prüfkörper nach Versuch



Skizze



Winkel α_s der Schichtung oder Schieferung des Prüfkörpers senkrecht zur Bohrrichtung B	α_s	=	43 / 64	[°]
Bruchwinkel α_b nach Versuch des Prüfkörpers senkrecht zur Bohrrichtung B	α_b	=	52	[°]

Bemerkungen:

geprüft:

i.A.





Geotechnik
im Bauwesen

RWTHAACHEN
UNIVERSITY

Anlage-Nr.:

3.3.1

Einaxiale Druckfestigkeit

DGGT Empfehlungen Nr. 1

Projektbezeichnung:	GBM_17-11	Projektbezeichnung AG:	siehe Anlage 1
Projektnummer:	17135	Projektnummer AG:	e-870712
Labornummer:	0938	Eingangsdatum:	12.09.2017
Probenbezeichnung:	KB 6	Ausgeführt von:	AM
Entnahmestelle:	siehe Anlage 1	Ausgeführt am:	14.09.2017
Entnahmetiefe:	0,00 - 0,35	Material:	Fels
Art der Entnahme:	ungestört	Beschreibung:	-

Höhe Prüfkörper			
h_{a1}	=	25,42	[cm]
h_{a2}	=	25,42	[cm]
h_{a3}	=	25,42	[cm]
$\varnothing h_a$	=	25,42	[cm]

Durchmesser Prüfkörper			
d_{a1}	=	13,75	[cm]
d_{a2}	=	13,75	[cm]
d_{a3}	=	13,75	[cm]
$\varnothing d_a$	=	13,75	[cm]

Feuchtmasse Prüfkörper			
$m_{fa} + \text{Tara}$	=	9670,70	[g]
Tara	=	0,00	[g]
m_{fa}	=	9670,70	[g]

Wassergehalt nach Versuch			
$m_{fe} + m_B$	=	1048,55	[g]
$m_d + m_B$	=	1044,57	[g]
m_B	=	103,47	[g]
m_w	=	3,98	[g]
m_d	=	941,10	[g]
w_e	=	0,0042	[1]

Kreisfläche Prüfkörper			
A_a	=	148,49	[cm ²]

Volumen Prüfkörper			
V_a	=	3774,60	[cm ³]

Feuchtdichte			
ρ	=	2,562	[g/cm³]

Trockendichte			
ρ_d	=	2,551	[g/cm³]

Verhältnis Höhe zu Durchmesser			
h/d	=	1,85	[-]

einaxiale Druckfestigkeit			
q_u	=	24,964	[MN/m²]
$q_{u(2)}^{1)}$	=	24,711	[MN/m ²]

Bruchstauchung			
ϵ	=	0,252	[%]

Modul der Erstbelastung			
$E_u^{2)}$	=	13746	[MN/m²]

Bemerkungen:

¹⁾ Einaxiale Druckfestigkeit wenn $h/d < 2$

²⁾ Ableitung E-Modul aus Maschinenweg / Spannung

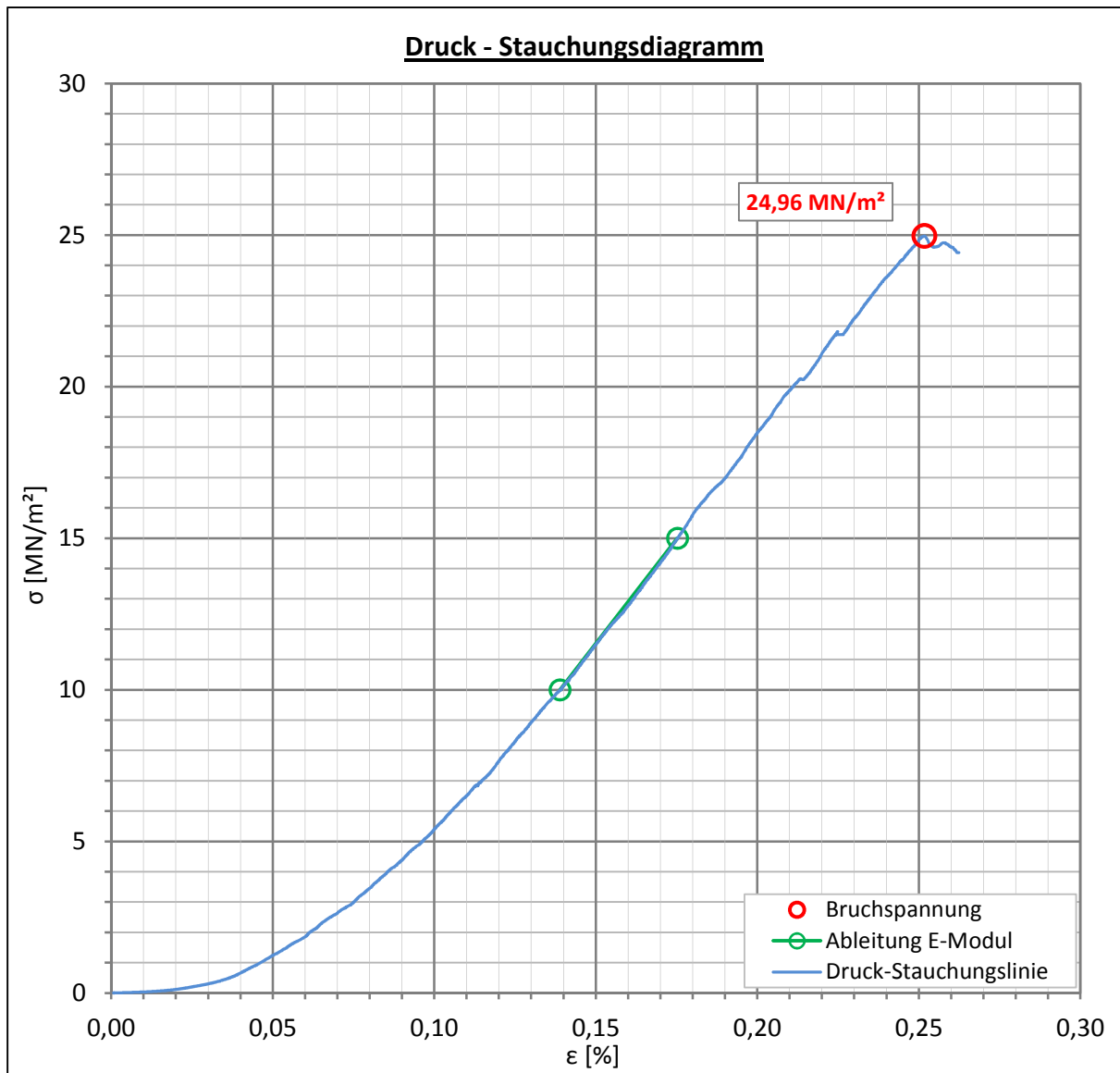
geprüft:

i.A.

Einaxiale Druckfestigkeit

DGGT Empfehlungen Nr. 1

Projektbezeichnung:	GBM_17-11	Projektbezeichnung AG:	siehe Anlage 1
Projektnummer:	17135	Projektnummer AG:	e-870712
Labornummer:	0938	Eingangsdatum:	12.09.2017
Probenbezeichnung:	KB 6	Ausgeführt von:	AM
Entnahmestelle:	siehe Anlage 1	Ausgeführt am:	14.09.2017
Entnahmetiefe:	0,00 - 0,35 m u. GOK	Material:	Fels
Art der Entnahme:	ungestört	Beschreibung:	-



Bemerkungen:

geprüft:

i.A.



Einaxiale Druckfestigkeit

DGGT Empfehlungen Nr. 1

Projektbezeichnung:	GBM_17-11	Projektbezeichnung AG:	siehe Anlage 1
Projektnummer:	17135	Projektnummer AG:	e-870712
Labornummer:	0938	Eingangsdatum:	12.09.2017
Probenbezeichnung:	KB 6	Ausgeführt von:	AM
Entnahmestelle:	siehe Anlage 1	Ausgeführt am:	14.09.2017
Entnahmetiefe:	0,00 - 0,35	Material:	Fels
Art der Entnahme:	ungestört	Beschreibung:	-

Fotodokumentation

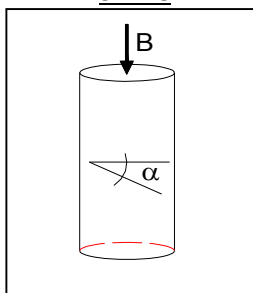
Prüfkörper vor Versuch



Prüfkörper nach Versuch



Skizze



Winkel α_s der Schichtung oder Schieferung des Prüfkörpers senkrecht zur Bohrrichtung B	α_s	=	62 / 82	[°]
Bruchwinkel α_b nach Versuch des Prüfkörpers senkrecht zur Bohrrichtung B	α_b	=	75 / 82	[°]

Bemerkungen:

geprüft:

i.A.





Einaxiale Druckfestigkeit

DGGT Empfehlungen Nr. 1

Projektbezeichnung:	GBM_17-11	Projektbezeichnung AG:	siehe Anlage 1
Projektnummer:	17135	Projektnummer AG:	e-870712
Labornummer:	0939	Eingangsdatum:	12.09.2017
Probenbezeichnung:	KB 4	Ausgeführt von:	AM
Entnahmestelle:	siehe Anlage 1	Ausgeführt am:	14.09.2017
Entnahmetiefe:	5,80 - 6,00	Material:	Fels
Art der Entnahme:	ungestört	Beschreibung:	-

Höhe Prüfkörper			
h_{a1}	=	20,35	[cm]
h_{a2}	=	20,35	[cm]
h_{a3}	=	20,35	[cm]
$\varnothing h_a$	=	20,35	[cm]

Kreisfläche Prüfkörper			
A_a	=	119,02	[cm ²]

Volumen Prüfkörper			
V_a	=	2421,98	[cm ³]

Durchmesser Prüfkörper			
d_{a1}	=	12,31	[cm]
d_{a2}	=	12,31	[cm]
d_{a3}	=	12,31	[cm]
$\varnothing d_a$	=	12,31	[cm]

Feuchtdichte			
ρ	=	2,648	[g/cm ³]

Trockendichte			
ρ_d	=	2,622	[g/cm ³]

Feuchtmasse Prüfkörper			
$m_{fa} + \text{Tara}$	=	6412,30	[g]
Tara	=	0,00	[g]
m_{fa}	=	6412,30	[g]

Verhältnis Höhe zu Durchmesser			
h/d	=	1,65	[-]

Wassergehalt nach Versuch			
$m_{fe} + m_B$	=	719,13	[g]
$m_d + m_B$	=	713,58	[g]
m_B	=	148,43	[g]
m_w	=	5,55	[g]
m_d	=	565,15	[g]
w_e	=	0,0098	[1]

einaxiale Druckfestigkeit			
q_u	=	10,314	[MN/m ²]
$q_{u(2)}^{1)}$	=	10,051	[MN/m ²]

Bruchstauchung			
ϵ	=	0,951	[%]

Modul der Erstbelastung			
$E_u^{2)}$	=	2560	[MN/m ²]

Bemerkungen: ¹⁾ Einaxiale Druckfestigkeit wenn $h/d < 2$
²⁾ Ableitung E-Modul aus Maschinenweg / Spannung

geprüft:
i.A.



Geotechnik
im Bauwesen

RWTHAACHEN
UNIVERSITY

Anlage-Nr.:

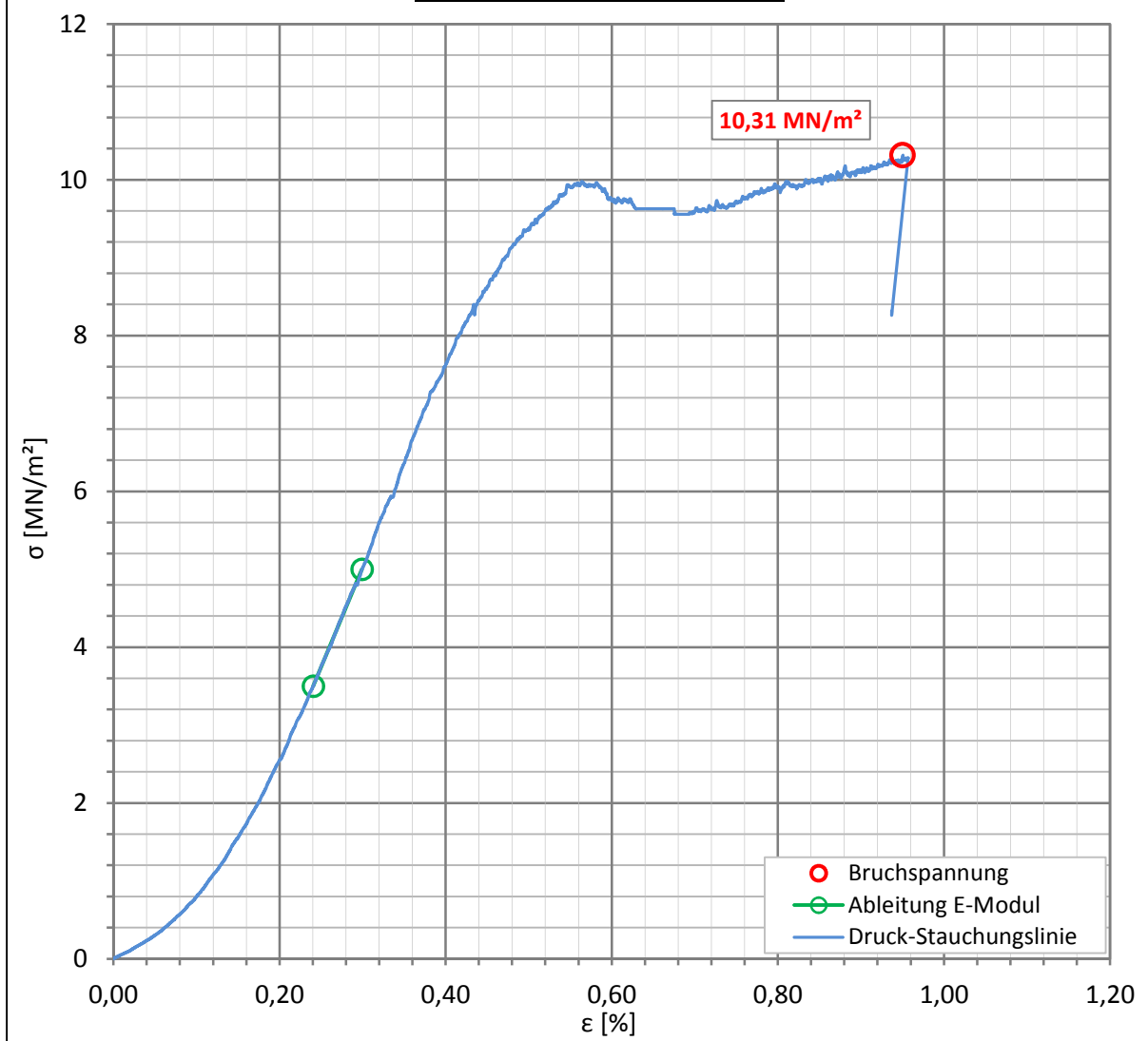
3.4.2

Einaxiale Druckfestigkeit

DGGT Empfehlungen Nr. 1

Projektbezeichnung:	GBM_17-11	Projektbezeichnung AG:	siehe Anlage 1
Projektnummer:	17135	Projektnummer AG:	e-870712
Labornummer:	0939	Eingangsdatum:	12.09.2017
Probenbezeichnung:	KB 4	Ausgeführt von:	AM
Entnahmestelle:	siehe Anlage 1	Ausgeführt am:	14.09.2017
Entnahmetiefe:	5,80 - 6,00	Material:	Fels
Art der Entnahme:	ungestört	Beschreibung:	-

Druck - Stauchungsdiagramm



Bemerkungen:

geprüft:

i.A.

Einaxiale Druckfestigkeit

DGGT Empfehlungen Nr. 1

Projektbezeichnung:	GBM_17-11	Projektbezeichnung AG:	siehe Anlage 1
Projektnummer:	17135	Projektnummer AG:	e-870712
Labornummer:	0939	Eingangsdatum:	12.09.2017
Probenbezeichnung:	KB 4	Ausgeführt von:	AM
Entnahmestelle:	siehe Anlage 1	Ausgeführt am:	14.09.2017
Entnahmetiefe:	5,80 - 6,00	Material:	Fels
Art der Entnahme:	ungestört	Beschreibung:	-

Fotodokumentation

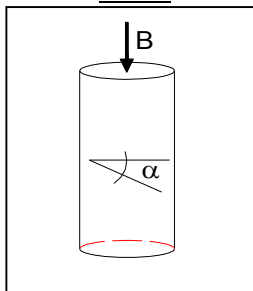
Prüfkörper vor Versuch



Prüfkörper nach Versuch



Skizze



Winkel α_s der Schichtung oder
Schieferung des Prüfkörpers
senkrecht zur Bohrrichtung B

α_s

=

65 / 68

[°]

Bruchwinkel α_b nach Versuch des
Prüfkörpers senkrecht zur
Bohrrichtung B

α_b

=

33

[°]

Bemerkungen:

geprüft:

i.A.



Anlage 4.5

Prüfbericht MBL Merenberger Baustoff Labor GmbH

Merenberger Baustoff Labor GmbH | Siemensstr. 12 | 35799 Merenberg

Gesellschaft für Baugeologie
und -meßtechnik mbH

Robert-Bosch-Str. 7
65549 Limburg

Prüfbericht

17/3277

Projekt	e-870712 Stützwand 128
Prüfgrundlage	DIN EN 1926:2007-03 (Naturstein) DIN EN 12504-1:2009-07 (Beton) DIN 18555-3:1982-09 bzw. -9:1999-09 (Mörtel)
Art der Prüfung	Bestimmung der Druckfestigkeit diverser Baustoffe

Probe-Nr.	Bohrung	Tiefe(m)	Material/ Baustoff	Abholung	Herstell- datum	Prüfalter [d]	Prüf- zeitraum
1	KB 3	1,05	Mörtel	07.09.2017	k.A.	k.A.	18.09. - 29.09.2017
2	KB 5	1,25	Mörtel	07.09.2017	k.A.	k.A.	18.09. - 29.09.2017
3	KB 5	1,70	Natursteinmauerwerk	07.09.2017	k.A.	k.A.	18.09. - 29.09.2017
4	KB 4	0,15	Natursteinmauerwerk	07.09.2017	k.A.	k.A.	18.09. - 29.09.2017

Probenvorbereitung Die Bohrkerns bzw. Ausbaustücke wurden gemäß den jeweils gemäß den oben angegebenen Prüfnormen vorbereitet und geprüft.

Prüfergebnisse

Probe-Nr.	Abmessungen			Roh- dichte	Orientierung der Belastungs- achse zur Anisotropieebene	Bruch- kraft	Druck- festigkeit *)
	Länge	Breite/Ø	Höhe				
	[mm]	[mm]	[mm]	[g/cm³]		[kN]	[N/mm²]
1	42,9	47,0	38,0	1,60	--	16,74	10,5
2	48,9	47,5	41,8	1,62	--	15,01	9,4
3	Vorbereitung einer prüffähigen Probe nicht möglich						
4	Vorbereitung einer prüffähigen Probe nicht möglich						
Mittelwert				--			--

*) Bei Materialproben Mörtel beträgt die Kontaktfläche der Druckplatte 1600mm²

Merenberg, 20.10.2017



Dr.-Ing. (FH) Ulrich Rupp
Prüfstellenleiter

Anlage 4.6

Prüfbericht gbm Punktlastversuche



Gesellschaft für Baugeologie und
-meßtechnik mbH • Baugrundinstitut
Robert-Bosch-Straße 7
65549 Limburg / Lahn

Punktlastversuche

(nach Empfehlung Nr. 5 des Arbeitskreises 3.3 der DGGT)

Anlage:
Datum: 20.10.2017
Bearbeiter:
Prüfgerät: LP4500

Projekt-Nr. e-870712

Projektname: DB 2630 Kammereck Bett Bank Tunnel DB PB Ffm

lfd. Nr.	Labor- nummer	Proben- bezeichnung	Entnahme- tiefe	Probekörper 1 = Zyl. liegend 2 = Zyl. stehend 3 = Quader 4 = Handstück	Lastpunkt- abstand l	Probekörper- abmessungen b bzw. d	Probekörper- fläche A	Bruchkraft F _B	Punktlast- index $i_s = F_B / A$	Größen- korrektur $i_{s(50)} = i_s (A/2500)^{0,225}$	Bemerkungen
			[m]		[mm]	[mm]	[mm ²]	[kN]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	
1	83310	KB 3	4,3	2	39,0	120,0	4680	27,64	5,906	6,801	
2	83310	KB 3	4,3	1	120,0	80,0	11310	9,20	0,813	1,142	
3	83310	KB 3	4,3	4	42,0	55,0	2310	14,09	6,100	5,992	
4	83311	KB 3	3,3	4	25,0	59,0	1475	10,26	6,956	6,177	
5	83311	KB 3	3,3	4	27,0	51,0	1377	12,00	8,715	7,620	
6	83312	KB 3	3,9	2	28,0	120,0	3360	9,00	2,679	2,863	
7	83312	KB 3	3,9	4	40,0	52,0	2080	9,20	4,423	4,244	
8	83313	BK 1	5,8	1	120,0	97,0	11310	6,12	0,541	0,760	
9	83313	BK 1	5,8	2	35,0	120,0	4200	12,18	2,900	3,259	
10	83313	BK 1	5,8	4	31,0	57,0	1767	17,72	10,028	9,275	
11	83314	KB 1	2,85	1	120,0	75,0	11310	7,97	0,705	0,990	
12	83314	KB 1	2,85	2	46,0	120,0	5520	11,23	2,034	2,431	
13	83314	KB 1	2,85	4	28,0	59,0	1652	6,41	3,880	3,535	
14	83315	KB 1	1,7	2	32,0	120,0	3840	17,89	4,659	5,131	
15	83315	KB 1	1,7	4	34,0	63,0	2142	15,43	7,204	6,957	
16	83316	KB 6	5,25	2	36,0	120,0	4320	18,63	4,313	4,877	
17	83316	KB 6	5,25	4	47,0	78,0	3666	11,92	3,252	3,544	
18	83317	KB 6	3,55	4	32,0	65,0	2080	9,23	4,438	4,258	
19	83317	KB 6	3,55	4	37,0	60,0	2220	9,49	4,275	4,162	
20	83318	KB 6	2,8	4	42,0	80,0	3360	4,29	1,277	1,365	
21	83318	KB 6	2,8	4	40,0	65,0	2600	6,60	2,538	2,561	

22	83319	KB 5	5,3	2	33,0	120,0	3960	16,15	4,078	4,523	
23	83319	KB 5	5,3	4	40,0	50,0	2000	11,76	5,880	5,592	
24	83320	KB 4	2,2	4	42,0	77,0	3234	10,37	3,207	3,398	
25	83320	KB 4	2,2	4	38,0	62,0	2356	9,29	3,943	3,891	
26	83321	KB 4	2,85	2	27,0	120,0	3240	9,00	2,778	2,945	
27	83321	KB 4	2,85	4	27,0	40,0	1080	9,20	8,519	7,053	
28	83322	KB 4	4,5	2	35,0	120,0	4200	8,15	1,940	2,181	
29	83322	KB 4	4,5	4	26,0	60,0	1560	6,94	4,449	4,001	
30	83323	KB 2	6,1	2	33,0	120,0	3960	23,52	5,939	6,587	
31	83323	KB 2	6,1	4	30,0	45,0	1350	8,72	6,459	5,623	
32	83324	KB 2	3,2	2	32,0	120,0	3840	9,17	2,388	2,630	
33	83324	KB 2	3,2	4	28,0	52,0	1456	11,63	7,988	7,073	
34	83325	KB 2	3,7	2	32,0	120,0	3840	20,06	5,224	5,754	
35	83325	KB 2	3,7	4	29,0	48,0	1392	11,37	8,168	7,160	
Anzahl gültige Versuche			35		Mittelwert Punktlastfestigkeit I_s					4,467	

Anlage 5

Fotodokumentation, Bohrkernfotos

Fotodokumentation

KB 1



0 – 1 m

1 – 2 m

2 – 3 m

3 – 4 m

4 – 5 m

5 – 6 m

Fotodokumentation

KB 2



0 – 1 m

1 – 2 m

2 – 3 m

3 – 4 m

4 – 5 m

5 – 6 m

6 – 7 m

Fotodokumentation

KB 3

	0 – 1 m
	1 – 2 m
	2 – 3 m
	3 – 4 m
	4 – 5 m
	5 – 6 m

Fotodokumentation

KB 4



0 – 1 m

1 – 2 m

2 – 3 m

3 – 4 m

4 – 5 m

5 – 6 m

6 – 7 m

Fotodokumentation

KB 5

	0 – 1 m
	1 – 2 m
	2 – 3 m
	3 – 4 m
	4 – 5 m
	5 – 6 m

Fotodokumentation

KB 6



0 – 1 m

1 – 2 m

2 – 3 m

3 – 4 m

4 – 5 m

5 – 6 m

6 – 7 m