

sbt – Paul Simon & Partner – Am Kenner Haus 13 – 54344 Kenn

OG Heimbach, über:
VGW Baumholder
Am Weiherdamm 1
55774 Baumholder

Geotechnische Stellungnahme Nr. 24-1689-1

Datum: 11.12.2024

interne Nr. 24-1689

Auftrag vom: 11. Juni 2024 // Herr Bak, Ing.-Büro Petry

Beprobung am: 16. August 2024 // div. Mitarbeiter, sbt

Projekt: Heimbach,
Böschungssanierung „Am Hahnenhübel“

Hier: Baugrund

Zweck der Untersuchung: **Böschungssicherung, orientierende Erkundung
und grundlegende abfalltechnische Klassifizierung**

Untersuchungsumfang: **Bit. gebundener Oberbau:**

- Probenahme, Bohrkern Ø 400 mm (2)
- Schichtdicken (2)

Tragschicht ohne Bindemittel:

- Probenahme, Handschurf (2)
- Schichtdicken (2)

Oberboden / Untergrund / Unterbau:

- Rammsondierung (3; 3,4 m)
- Probenahme, Handschurf/Kleinrammbohrung (2/1; 3,5 m)
- Ingenieurgeologische Bodenansprache (3,5 m)
- Chemie – EBV, Anl. 1, Tab. 3 (1)

Dieser Untersuchungsbericht umfasst 21 Seiten und 6 Anlagen und darf ohne unsere Genehmigung weder gekürzt noch auszugsweise wiedergegeben oder vervielfältigt werden.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 VORGANG.....	3
2 UNTERLAGEN.....	3
3 MAßNAHME UND GELÄNDEVERHÄLTNISSE	3
4 ERKUNDUNGSPROGRAMM	4
5 PROBENZUSAMMENSTELLUNG UND UNTERSUCHUNGSUMFANG	5
6 BAUGRUND UND HYDROLOGISCHE VERHÄLTNISSE	6
7 TABELLARISCHE DARSTELLUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	12
8 ERGÄNZENDE ANGABEN ZU UMWELTTECHNISCHEN MERKMALEN	15
9 ANGABEN ZUR ENTSORGUNG	15
10 AUSFÜHRUNGSKONZEPT ZUR SICHERUNG DER FELSBÖSCHUNG	17
11 SCHLUSSSATZ	21

ANLAGEN

- 1 Übersichtslageplan / Geologische Übersichtskarte / Luftbild / Ansicht 3D**
- 2 Fotodokumentation**
- 3 Aufschlussprofile und Sondierdiagramme und Darstellung im Schnitt**
- 4 Untersuchungsergebnisse Laborprüfungen Chemie inkl. Prüfbericht SEWA**
- 5 Probenahmeprotokoll**
- 6 Technische Regelwerke für die Prüfungsdurchführung und Bewertung**

1 VORGANG

Am Böschungsfuß der bestehenden Felsböschung im Bereich der Straße „Am Hahnenhübel“ in der Ortsgemeinde Heimbach kam es infolge von durch Hochwasser- bzw. Extremwasserereignisse hervorgerufene Erosion zu einer Auskolkung in einem ca. 5 x 3 m großen Böschungsbereich verbunden mit einem Abtrag von Felsmaterial.

Aus Sicherheitsgründen, insbesondere aufgrund der regelmäßigen Nutzung durch den öffentlichen Personennahverkehr sowie der freiwilligen Feuerwehr, wurde zur Verringerung der direkten Auflast im Kronenbereich der Böschung, der Fahrbahnbereich der Straße „Am Hahnenhübel“ derart verengt, dass der Verkehr einstreifig auf dem bergseitigen Fahrbahnquerschnitt geführt wird.

Unser Institut wurde mit Erkundungsuntersuchungen beauftragt, um das anstehende Festgestein im Bereich der Böschung im Hinblick auf die Ausführung einer notwendigen Böschungssicherung aufzunehmen sowie die umwelttechnischen Merkmale des im Gleithangbereiches anstehenden Bodens im Hinblick auf die geplante Bachbegradigung zu ermitteln.

2 UNTERLAGEN

- /1/ Umlegung des Reichenbaches, Lageplan im Maßstab 1:100 und Schnitte des Bestandes
Datum: 23.04.2024; August 2024, Ing.-Büro Petry GmbH & Co. KG
- /2/ Geologische Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000, herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Zusammenarbeit mit den Geologischen Landesämtern der Bundesrepublik Deutschland und benachbarter Staaten, Blatt CC 6302 Trier, Hannover 1987

3 MAßNAHME UND GELÄNDEVERHÄLTNISSE

In der Ortslage Reichenbach fließt der Reichenbach, ein Gewässer III. Ordnung in einem begrenzten Bereich ca. 5,5 m unterhalb der Straße „Am Hahnenhübel“. Die aus einem klüftigen **Andesit** gebildete südliche Böschung fungiert in dem betroffenen Projektbereich als Prallhang (siehe Anlage 2, Fotos 14 bis 20). Ein Kolkschutz oder vergleichbare bauliche Sicherungsmaßnahmen sind nicht vorhanden.

Zum Ortstermin am 16. August 2024 waren großflächige Ausbrüche mit einem signifikanten Einfluss auf die Böschungsgeometrie erkennbar. Die Gefährdung im Niedrig- oder Normalwasserzustand ist aufgrund der Art und Struktur des anstehenden Festgesteins als gering einzustufen. Die vorliegenden Schäden sind somit vorwiegend auf Hoch- oder Extremwasserereignisse zurückzuführen.

Da seitens der Verbandsgemeinde im Bereich der Böschung zunächst auf eine Bohrung mit durchgehendem Kerngewinn verzichtet wurde, können zu den geotechnischen Eigenschaften des anstehenden Festgesteins sowie zur Standsicherheit der Böschung keine konkreten Angaben gemacht werden.

Die unter Ziffer 9 aufgeführten Empfehlungen zur Böschungssicherung basieren auf den örtlichen Aufnahmen im Zuge des Ortstermins am 16.08.2024 und auf Erfahrungswerten zu den geologischen Formationen im Projektgebiet. Des Weiteren wurde durch das projektbegleitende Planungsbüro darauf hingewiesen, dass es keine strengen Auflagen seitens der Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord (SGD Nord) hinsichtlich einer naturnah zu gestaltenden Böschungssicherung gibt.

4 ERKUNDUNGSPROGRAMM

Die Beprobung und Untersuchung des Böschungsbereiches sowie des Gleithangs erfolgte an den Erkundungsstellen mittels folgender Verfahren:

Schichtquerschnitt	Probenahme- und Untersuchungsverfahren	Erkundungsstellen
Gebundener Straßenoberbau	Kernbohrung Ø 400 mm	1, 1.1
Tragschicht ohne Bindemittel	Handschurf	1, 1.1
Oberboden	Rammsondierung, DPH	2
	Kleinrammbohrung Ø 50 – 80 mm	
Untergrund	Rammsondierung, DPH	1.1, 1.2
	Kleinrammbohrung Ø 50 – 80 mm	1, 1.1

Wie schon angesprochen wurde auf eine Bohrung mit durchgehendem Kerngewinn in den Bodenklassen 6 und 7 auf Wunsch des Auftraggebers verzichtet, sodass Aussagen zum anstehenden Festgestein nicht möglich sind.

Die Aufschlüsse wurden unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten entsprechend den Vorgaben des Auftraggebers an den nachfolgend aufgeführten Stellen ausgeführt:

Erk.-St.	UTM			
	Zone	Ostwert	Nordwert	
1	Heimbach, Straße "Am Hahnenhübel", Fahrtrichtung "Im Krämlersroth", Höhe Haus Nr. 4 und Flurstück 193/2			
	32U	373534	5497108	
1.1	Heimbach, Straße "Am Hahnenhübel", Fahrtrichtung "Im Krämlersroth", Höhe Haus Nr. 4 und Flurstück 193/2			
	32U	373534	5497108	
2	Heimbach, "In der Dorfwies", Flurstück 193/2, nahe Grundstücksgrenze z. "Reichenbach", Höhe Haus Nr. 35 (Hauptstraße), Uferbereich, Reichenbach			
	32U	373539	5497123	

Die Lage der Erkundungsstellen ist in dem beigefügten Luftbild gekennzeichnet (Anlage 1).

In der Anlage 2 sind Fotos der Erkundungsbereiche, der Aufschlüsse und der entnommenen Proben abgebildet.

5 PROBENZUSAMMENSTELLUNG UND UNTERSUCHUNGSUMFANG

Die an den Erkundungsstellen entnommenen Proben sind in der Anlage 5 im Probenahmeprotokoll aufgelistet.

Die Bestimmung der chemischen Parameter erfolgte unter dem Aspekt einer orientierenden Untersuchung. Die Zusammenstellung erfolgte unter Berücksichtigung der Lage der Erkundungsstellen und der Zusammensetzung der aufgeschlossenen Schichtquerschnitte.

An den aus den entnommenen Proben hergestellten Laborproben sowie an den Aufschlüssen wurden die nachstehend aufgeführten Untersuchungen durchgeführt:

5.1 Bit. gebundener Oberbau

- Schichtdicke (an Einzelschichten) – Angabe mit einer Genauigkeit von 0,5 cm

5.2 Tragschicht ohne Bindemittel & Betonquerschnitt

- Schichtdicke (materialspezifisch)

5.3 Oberboden

- Rammsondierung
- Schichtdicke (nach Bodengruppe)
- Ingenieurgeologische Bodenansprache

5.4 Untergrund

- Rammsondierung
- Schichtdicke (nach Bodengruppe)
- Ingenieurgeologische Bodenansprache
- Chemie – EBV^[50], Anlage 1, Tabelle 3

Für die chemische Untersuchungsdurchführung nach EBV^[50] wurde die nachstehend aufgeführte Sammelprobe (SP) zusammengestellt:

C1: Untergrund – Erk.-St. 2 (Sammelprobe, P6 – P8)

Im Zuge der Probenvorbereitung wurden zusätzlich zu den Laborproben Rückstellproben der ToB, des Oberbodens sowie des Untergrundes hergestellt, welche für ggf. notwendige weitere Untersuchungen bis zum 11.03.2025 in unserem Haus aufbewahrt werden.

Die Bestimmung der chemischen Parameter erfolgte über die SEWA GmbH.

6 BAUGRUND UND HYDROLOGISCHE VERHÄLTNISSE

6.1 Geologische Übersicht

Die Anlage 1 zeigt den Projektstandort im Ausschnitt der Geologischen Karte /3/. Im Bereich des Reichenbaches und des nördlich gelegenen Gleithanges sind gemäß der Karte ungegliederte fluviatile Sedimente anstehend. Petrographisch handelt es sich dabei um kiesige Sande bis sandige Kiese, die z. T. lehmige, humose Beimengungen enthalten; lokal können Verzahnungen mit Hangsedimenten auftreten.

Der südlich des Reichenbaches liegende Prallhang wird nach der Geologischen Karte /3/ aus intermediären bis basischen Effusivgesteinen (Andesit, Basalt, Latit, Dacit) gebildet.

6.2 Erdbebenzone

Der Projektstandort befindet sich gemäß einer Online-Abfrage auf dem Internetportal des Landesamtes für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz¹ innerhalb der nachstehend aufgeführten Bereiche:

- Erdbebenzone: Zone 99 – Gebiete außerhalb von Erdbebenzonen
- Untergrundklasse: NN – keine Untergrundklasse

Wir weisen darauf hin, dass für statische Nachweise die Angaben der DIN EN 1998-1² (Eurocode 8) zu berücksichtigen sind.

6.3 Schutzgebiete

Gemäß einer Online-Abfrage im Internetportal der Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz³ befindet sich das Erkundungsgebiet außerhalb von derzeit ausgewiesenen Wasserschutzgebieten.

6.4 Standortbedingungen – hydrologische Verhältnisse

6.4.1 Allgemeines

Zur Beurteilung der Standortbedingungen wurden die nachstehenden Informationen und Unterlagen einbezogen:

- Aufschlussergebnisse der Erkundung vom August 2024
- Hydrologische Übersichtskarte des Landesamtes für Geologie und Bergbau
- Pegel, Grundwassermessstellen, Wasserfassungen, etc. im Umfeld des Projektes
- Topografie

¹ https://mapclient.lgb-rlp.de/?app=lgb&view_id=9 (Stand: 08.11.2024)

² DIN EN 1998-1:2010-12, DIN EN 1998-1/A1:2013-05 und DIN EN 1998-1/NA:2021-07, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten

³ <https://wasserportal.rlp-umwelt.de/geoexplorer> (Stand: 08.11.2024)

6.4.2 Aufschlussergebnisse

Im Bohr- bzw. Sondierloch der Erkundungsstelle 2 wurde am Erkundungstag (16.08.2024) Grundwasser in einer Tiefe von GOK -1,0 m festgestellt. Der ermittelte Grundwasserspiegel korrespondiert mit der Wasserspiegellage des Reichenbaches.

6.4.3 Hydrologische Übersichtskarte

Gemäß hydrogeologischer Übersichtskarte des Landesamts für Geologie und Bergbau⁴ liegt der Grundwasserflurabstand im Untersuchungsgebiet im Gleithangbereich des Reichenbaches bei 0 m bis 1,5 m unter GOK. Im Umfeld des Bachlaufes ist in diesem Bereich im Zuge von Hoch- und Extremwasserereignissen mit Überschwemmungen zu rechnen.

Der sich aus der hydrologischen Übersichtskarte ergebende Grundwasserflurabstand wird außerhalb von Hochwasser- und Extremwasserereignissen mit den Wasserspiegellagen des Reichenbaches korrespondieren.

6.4.4 Pegel, Grundwassermessstellen, Wasserfassungen etc.

Im Umfeld des Projektbereiches sind keine öffentlichen Pegel, Grundwassermessstellen oder Wasserfassungen ausgewiesen.

6.4.5 Topografie

Der nördliche Projektbereich ist der direkte Uferbereich des Reichenbaches (Gleithang). Südlich des Reichenbaches verläuft eine im Bereich der Trassenführung der Straße „Am Hahnenhübel“ ca. 5,5 m hohe Felsböschung (Prallhang).

6.4.6 Konfiguration der Grundwasserdeckschicht

Basierend auf den vorgenannten Ausführungen sowie unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten (Topografie, Abstand zum nächsten Fließgewässer, etc.) kann für den Projektbereich folgende Einschätzung getroffen werden:

Im relevanten Projektbereich ist im Bereich des Gleithangs von einer **ungünstigen Konfiguration** der Grundwasserdeckschicht auszugehen.

⁴ https://mapclient.lgb-rlp.de/?app=lgb&view_id=9 (Stand: 08.11.2024)

6.5 Baugrundaufbau und -beschaffenheit

Die mit der Kleinrammbohrung und der Rammsondierung an der Erkundungsstelle 2 erkundeten Baugrundsichten sind in der Anlage 3.2 als Bohrprofile und Sondierdiagramme dargestellt.

Die erkundeten Oberboden- und Untergrundsichten werden in der nachfolgenden Tabelle zu Schichtquerschnitten vergleichbarer Eigenschaften zusammengefasst und beschrieben:

Tabelle 1: Zusammenfassende Beschreibung der erkundeten Baugrundsichten

Bezeichnung	Beschreibung	Färbung
Oberboden	-	dunkelbraun
fluviale Sedimentabl.	schwach sandige bis sandige, teils schluffige Kiese (Kieskorn = Kies)	grün-grau bis braun-grau

Die an der Erkundungsstelle 1 durchgeführte Kleinrammbohrung musste in einer Tiefe von 0,7 m unter Gelände auf einem Rammhindernis abgebrochen werden. Die Sondierungen an der Erkundungsstelle 1.1 und 1.2 konnten bis in eine Tiefe von jeweils 1,1 m unter Gelände ausgeführt werden und mussten dann ebenfalls auf einem Rammhindernis abgebrochen werden. Die Bohr- und Sondierungen enden unter Berücksichtigung der örtlichen Feldaufnahme in der Verwitterungszone des anstehenden Festgesteins.

6.6 Baugrundklassifizierung

In der nachfolgenden Tabelle werden den erkundeten Schichten die Bodengruppen nach DIN 18196^[22], die Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09^[23] und die Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E^[2] zugewiesen.

Tabelle 2: Bodengruppen, -klassen, Frostempfindlichkeitsklassen

Bezeichnung	Bodengruppen nach DIN 18196	Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09	Frostempfindlichkeits- klassen nach ZTV E-StB 17
Oberboden	OH (SU)	1	-
fluviale Sedimentabl.	GU, GW	3	F 2

6.7 Bodenkennwerte

In der nachfolgenden Tabelle werden dem erkundeten Untergrund auf der Grundlage von Erfahrungswerten charakteristische Bodenkennwerte zugewiesen:

Tabelle 3: charakteristische Bodenkennwerte

Bezeichnung		Wichte γ_k [kN/m ³]	Wichte u.A. γ'_k [kN/m ³]	Reibungs- winkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m ²]
fluviale Sedimentabl.	GU GW	22	13	37,5	0
Festgestein (Andesit) schwach verwittert bis frisch		26	16	35 – 45	10 – 20

6.8 Umwelttechnische Einstufung des Untergrundes

Für die umwelttechnischen Untersuchungen wurde der Untergrund im Bereich des Gleithangs zu einer Sammelprobe zusammengefasst.

Entsprechend der durchgeführten Untersuchung nach EBV^[50] ist die untersuchte Probe wie folgt einzustufen:

Tabelle 4: Umwelttechnische Einstufung

Probe	Einstufung EBV ^[50]	Abfallverzeichnis-Nr.
C1	BM-F3	17 05 04

6.9 Homogenbereiche nach DIN 18300 und DIN 18320

Im Zusammenhang mit den Erdarbeiten wird eine Einteilung des Baugrundes (ohne Oberboden [O1]) in drei Homogenbereiche vorgeschlagen, die im Folgenden (Tabelle 5 und 6) entsprechend den Anforderungen der DIN 18300^[34] bzw. DIN 18320^[36] für Baumaßnahmen der Geotechnischen Kategorie GK 2 beschrieben werden. Im Rahmen der Planung und Ausschreibung ist zu prüfen, ob ggf. eine Modifikation der Homogenbereicheinteilung sinnvoll ist.

Eine vollumfängliche Beschreibung des Festgesteins gemäß den Vorgaben der DIN 18300:2019^[34] ist auf Grundlage der durchgeführten Aufschlüsse verfahrensbedingt nicht möglich. Hierzu ist ein ergänzender Felsaufschluss mittels einer Bohrung mit durchgehendem Kerngewinn notwendig. Die in der Tabelle 6: Homogenbereich – Fels aufgeführten Angaben basieren auf Erfahrungswerten bzw. für die Angaben zum Trennflächengefüge auf der visuellen Aufnahme am Böschungsfuß im Bereich der Auskolkung und der benachbarten Flächenbereiche.

Tabelle 5: Homogenbereiche – Boden

Homogenbereich	B1	B2
Ortsübliche Bezeichnung	Bachsediment	fluviatiles Sediment
Bodengruppen nach DIN 18196 ^[22]	GU, GW	GW
Anteil Steine (Co) / Blöcke (Bo) / große Blöcke (lBo) in M.-% ⁵	≤ 30 / ≤ 5 / 0	≤ 50 / ≤ 10 / 0
Korngrößenanteile in M.-% - Kies (2 - 63 mm) - Sand (0,063 – 2 mm) - Schluff und Ton (< 0,063 mm)	40 – 70 10 – 20 0 – 10	50 – 80 5 – 15 0 – 5
Wassergehalt in M.-%	n. e.	n. e.
Wichte in kN/m³	21 – 22	22 – 23
undräßierte Scherfestigkeit c _u in kN/m²	-	-
Plastizität	-	-
Konsistenz	-	-
organischer Anteil in M.-%	≤ 5	≤ 5
Lagerungsdichte	locker	mitteldicht bis dicht

⁵ Aufgrund des Durchmessers der Kleinrammbohrungen ist die Gewinnung von Stein- und Blockanteilen nicht möglich. An den Aufschlussstellen wurden nach den Bohrfortschritten keine Stein- oder Blockanteile angetroffen. Die Angaben beruhen auf Erfahrungen mit ähnlichen Böden.

Tabelle 6: Homogenbereich – Fels

Homogenbereich	X1
Ortsübliche Bezeichnung	-
Benennung von Fels	Andesit
Dichte in Mg/m ³	2,6 – 2,8
Verwitterung nach DIN EN ISO 14689 ^[45] , Tab. 15	frisch bis schwach verwittert
Veränderungen nach DIN EN ISO 14689 ^[45] , Tab. 3	frisch bis verfärbt
Veränderlichkeit nach DIN EN ISO 14689 ^[45] , Tab. 5	nicht veränderlich bis veränderlich
Einaxiale Druckfestigkeit nach DIN EN ISO 14689 ^[45] , Tab. 2	mäßig hoch bis sehr hoch
Trennflächenrichtung, Schichten	söhlilig
Trennflächenrichtung, Klüfte	steil bis orthogonal auf Schichtfugen
Trennflächenabstand, Schichten nach M Fels in Verb. mit DIN EN ISO 14689 ^[45] , T. 7	dünn bis mittel
Trennflächenabstand, Klüfte nach M Fels in Verb. mit DIN EN ISO 14689 ^[45] , T. 8	eng- bis mittelständig
Gesteinskörperform nach M Fels in Verb. mit DIN EN ISO 14689 ^[45] , T. C1	quaderig-bankig bis schieferig

7 TABELLARISCHE DARSTELLUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Im folgenden Abschnitt werden die Untersuchungsergebnisse tabellarisch zusammengefasst und bewertet. Für weitere Details wird auf die Anlagen 3 und 4 verwiesen.

7.1 Bit. gebundener Oberbau

Tabelle 7: Untersuchungsergebnisse bit. gebundener Oberbau

Erkundungsstelle	1	1.1
Aufbruch	Bk400	Bk400
Technische Merkmale		
Gesamtdicke geb. Oberbau, cm	12	12
Belastungsklasse, ⁶ RStO ^[5]	keine	keine

7.2 Tragschicht ohne Bindemittel (ToB) und Betonquerschnitt

Tabelle 8: Untersuchungsergebnisse ToB und Betonquerschnitt

Erkundungsstelle	1	1.1
Aufbruch	Handschruf	Handschruf
Technische Merkmale		
Dicke, cm	5	
	12	
Gesamtdicke Oberbau, cm	29	
Material	Gem. a. G. (LS/RC) BK, sg [T: 12 - 17]	
	Beton [T: 17 - 29]	
Anmerkungen: Für die angegebenen Tiefen [] gilt die Einheit cm. Gem. a. G. = Gemisch aus Gesteinskörnungen, LS = Lavaschlacke, RC = Rezyklierte Gesteinskörnung, BK = Brechkorn, sg = stetig gestuft		

⁶ Einstufung unter Berücksichtigung der Tafel 1, Zeile 1 der RStO^[5]

7.3 Oberboden

Tabelle 9: Untersuchungsergebnisse Oberboden

Erkundungsstelle	2
Aufschlussart	Kleinramm- bohrung
Technische Merkmale	
Bodengruppe, DIN 18196 ^[22]	OH, SU [T: 0 - 30]
Bodengruppe, DIN 18915 ^[37]	3a [T: 0 - 30]
Anmerkungen: Für die angegebenen Tiefen [] gilt die Einheit cm.	

7.4 Untergrund

Tabelle 10: Untersuchungsergebnisse Untergrund

Erkundungsstelle	1	1.1	2
Aufschlussart	Handschurf	Handschurf	Kleinrammbohrung
Dicke, cm	41		240
Gesamtdicke, cm	70		270
Zieltiefe, ⁷ cm	700		250
Technische Merkmale			
Bodengruppe, DIN 18196 ^[22]	Felszersatz [T: 29 - 70]		GU [T: 30 - 100] GU, GW [T: 100 - 220] GW [T: 220 - 270]
Bodenklasse, DIN 18300 ^[23]	3, 6 [T: 29 - 70]		3 [T: 30 - 270]
Bodenartenhauptgruppe, DIN 19682-2 ^[24]	Sande [T: 29 - 70]		Sande [T: 30 - 270]
Homogenbereich, DIN 18300:2019-09 ^[34]	- [T: 29 - 70]		B1 [T: 30 - 220] B2 [T: 220 - 270]
Frostempfindlichkeitsklasse, ZTV E ^[2]	F 2 [T: 29 - 70]		F 2 [T: 30 - 100] F 2 - F 1 [T: 100 - 220] F 1 [T: 220 - 270]
Feuchtezustand	< W _{Pr} [T: 29 - 70]		≤ W _{Pr} [T: 30 - 100] > W _{Pr} [T: 100 - 270]
Verdichtungsfähigkeit ⁸	- [T: 29 - 70]		JA [T: 30 - 100] NEIN [T: 100 - 270]
Anmerkungen: Für die angegebenen Tiefen [] gilt die Einheit cm. Die Einstufung der Verdichtungsfähigkeit erfolgt unter Berücksichtigung der Bodenfeuchtigkeit und der Konsistenz des Materials zum Erkundungszeitpunkt.			

⁷ An den Erk.-St. 1 und 1.1: Rammhindernis; keine tiefere Entnahme möglich

⁸ Die Einstufung der Verdichtungsfähigkeit erfolgt unter Berücksichtigung der Bodenfeuchtigkeit und der Konsistenz des Materials zum Erkundungszeitpunkt.

Erkundungsstelle	1	1.1	2
Umwelttechnische Merkmale			
Laborprobe	- [T: 29 - 70]		C1 [T: 30 - 270]
Abgrenzung Gefährlichkeit, Schreiben des MKUEM ^[16]	- [T: 29 - 70]		nicht gefährlich [T: 30 - 270]
Materialklasse, EBV Boden ^[50]	- [T: 29 - 70]		BM-F3 [T: 30 - 270]
Abfallschlüssel, AVV ^[14]	- [T: 29 - 70]		17 05 04 [T: 30 - 270]
Anmerkungen: Für die angegebenen Tiefen [] gilt die Einheit cm. Die Einstufung der Verdichtungsfähigkeit erfolgt unter Berücksichtigung der Bodenfeuchtigkeit und der Konsistenz des Materials zum Erkundungszeitpunkt.			

8 ERGÄNZENDE ANGABEN ZU UMWELTTECHNISCHEN MERKMALEN

8.1 Bit. gebundener Oberbau / Betonbefestigung / Tragschicht ohne Bindemittel / Oberboden

Auf die Durchführung chemischer Untersuchungen am bit. gebundenen Oberbau, der Tragschicht ohne Bindemittel, der Betonbefestigung, und des Oberbodens wurde entsprechend dem Untersuchungsauftrag verzichtet.

9 ANGABEN ZUR ENTSORGUNG

9.1 Allgemeines

9.1.1 Wiederverwertung

Grundsätzlich sind beim Einbau bautechnisch verwertbarer Materialien die jeweiligen Ausschlusskriterien der EBV^[50] für die entsprechenden Einbaubereiche (z. B. Wasserschutz- und Wassergewinnungsgebiete, Kinderspielplätze etc.) zu beachten.

Wir verweisen für die Wiederverwertung von bautechnisch verwertbaren Materialien auf die Anlagen 2 und 3 der EBV^[50].

Die Verwertung auf der Baustelle hängt maßgeblich von den wasserwirtschaftlichen Merkmalen ab.

Wir empfehlen im Weiteren bei einer geplanten Aufbereitung von rückgebauten Materialien in technischen Anlagen aufgrund unterschiedlicher Zulassungsbescheide und damit verschiedener Annahmekriterien der Verwertungsanlagen, schon im Zuge der Ausschreibung bzw. des Bieterverfahrens zu klären, ob die Annahme unter Berücksichtigung der ermittelten Eluat- und Feststoffparameter möglich ist, um so ggf. auftretende Probleme frühzeitig ausschließen zu können.

9.1.2 Verwertung von unaufbereitetem Boden bzw. mineralischen Baustoffen

Die im Zuge dieses Untersuchungsberichtes ermittelten chemischen Ergebnisse stellen eine Grundlage für eine orientierende Bewertung der vorhandenen mineralischen Baustoffe und Böden dar. Eine Verwertung der Materialien ist mit diesen auf Basis der Vorgaben der EBV^[50] unter Umständen nicht bzw. nur eingeschränkt möglich.

Entsprechend des Unterabschnittes 2 der EBV^[50] und der darin aufgeführten Paragraphen sowie ergänzend den Vorgaben der Bundesbodenschutzverordnung bzw. der LAGA FAQs ist eine Verwertung von nicht aufbereiteten Böden auf der Baustelle grundsätzlich auch ohne eine Qualitätssicherung nach EBV^[50] möglich.

Bei unaufbereiteten mineralischen Baustoffen ist eine Verwertung unter Berücksichtigung vorstehender Verordnungen nach dem Unterabschnitt 1 der EBV^[50] bzw. der LAGA FAQ nur dann möglich, wenn sich der Verwertungszweck nicht ändert. Die Einhaltung der technischen Verwertungsmöglichkeiten bzw. der Einbauweisen ist hiervon nicht ausgeschlossen.

9.1.3 Verwertung von aufbereitetem Boden bzw. mineralischen Baustoffen

Wiederaufbereitete Böden und mineralische Abfälle unterliegen zwingend dem Qualitätssicherungssystem der EBV^[50] und dürfen ohne dieses nicht wieder in Verkehr gebracht werden. Die Regelungen hierfür sind im Unterabschnitt 1 der EBV^[50] ausgeführt. Hierbei ist zu beachten, dass die im Zuge der Güteüberwachung ermittelten Ergebnisse nicht zwingend denen der vorliegenden, im Zuge der orientierenden Erkundung ermittelten Ergebnisse entsprechen.

9.1.4 Beseitigung

Eine Ablagerung von Bodenmaterial auf Deponien ist ab dem 01.01.2024 mit dem Inkrafttreten des neuen § 7 Abs. 3 DepV^[15] nur möglich, wenn dieses keiner Verwertung zugeführt werden kann.

Sofern das Bodenmaterial aus technischen oder wirtschaftlich zumutbaren Gründen nicht verwertbar ist und einer Deponie zur Beseitigung zugeführt werden muss, hat der Abfallerzeuger/-besitzer die Verwertungsprüfung zu dokumentieren.

Weiterhin sind für die Beseitigung auf einer Deponie u. a. nachfolgende Angaben zu berücksichtigen:

Bautechnisch verwertbare Materialien können im Fall einer Entsorgung aufgrund ihrer technischen Eigenschaften grundsätzlich zur Herstellung von Deponieersatzbaustoffen oder als Deponieersatzbaustoff verwendet werden. Es ist zu beachten, dass neben wasserwirtschaftlichen Anforderungen u. U. die technische Eignung für die jeweilige Einsatzmöglichkeit nachzuweisen ist.

„Unter Berücksichtigung des § 8 Ziffer 3 der DepV^[15] ist festzustellen, dass zeitnahe Untersuchungen grundsätzlich nur für kontinuierlich anfallende Abfälle wie z.B. aus Abfallbeseitigungsanlagen erforderlich sind. „Bei Abfällen, die nicht regelmäßig anfallen, ist eine Untersuchung nach Satz 1 nicht erforderlich, wenn die gesamte zu deponierende Abfallmenge im Rahmen der grundlegenden Charakterisierung nach Anhang 4 beprobt und untersucht worden ist“. Dieser Grundsatz wird in der Regel im Zuge der durchgeführten Voruntersuchungen und der ergänzenden Untersuchung nach DepV^[15] eingehalten. Entsprechend ist hier auch zunächst keine zeitliche Begrenzung der Gültigkeit der Untersuchungsergebnisse gegeben, sofern der Umfang den gültigen Regelwerken entspricht und in der Örtlichkeit keine maßgeblichen

Veränderungen vorliegen.“ Die vorgenannten Aussagen gelten analog für Untersuchungen gemäß EBV^[50].

Die Zuordnung zu einem Abfallschlüssel hängt letztlich von den Annahmebedingungen und der Abfalleinstufung der vorgesehenen Entsorgungseinrichtung ab. Wir empfehlen rechtzeitig vor Beginn der Maßnahme die möglichen Entsorgungsverfahren und -wege mit der vorgesehenen Entsorgungseinrichtung insbesondere im Hinblick auf die Abfallmenge und die ggf. geforderten technischen Eigenschaften abzustimmen.

Für den Fall einer Beseitigung sind die ausgebauten Baustoffe nach EBV^[50] einzustufen und gemäß den entsprechenden Richtlinien der vorgesehenen Deponierungsstätte unter Umständen auf weitere Parameter zu untersuchen (Restparameter nach MKUEM^[18], Deklarationsanalyse nach DepV^[15]). Zur Gewährleistung eines ordnungsgemäßen Ablaufs, sind bezogen auf die jeweilige Abfallmenge unter Berücksichtigung der Vorgaben der jeweiligen Entsorgungseinrichtung unter Umständen weitere Analysen durchzuführen (z. B. 1 Analyse je 500 m³).

9.2 Oberboden

9.2.1 Wiederverwendung

Entsprechend den Angaben des BauGB § 202 ist „Mutterboden, der bei der Errichtung und Änderung baulicher Anlagen sowie bei wesentlichen anderen Veränderungen der Erdoberfläche ausgehoben wird, in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen.“ Organoleptisch unauffälliges Oberbodenmaterial kann einer Wiederverwendung innerhalb oder außerhalb des Projektgebietes zugeführt werden.

Eine Beseitigung (Deponierung) von Oberbodenmaterial ist grundsätzlich zu vermeiden.

9.3 Untergrund

9.3.1 Wiederverwertung

Gemäß den Angaben der EBV^[50] ist eine Verwertung von Böden bis zu dem Zuordnungswert BM-F3 in Technischen Bauwerken möglich.

Verwertungsempfehlungen bezogen auf technische Eigenschaften (Wassergehalt, Kornzusammensetzung etc.) waren nicht Gegenstand unseres Untersuchungsauftrages.

9.3.2 Beseitigung

Im Falle einer Beseitigung ist das Material nach EBV Boden^[50] zu bewerten.

10 AUSFÜHRUNGSKONZEPT ZUR SICHERUNG DER FELSBÖSCHUNG

10.1 Vorbemerkung

Die nachfolgend aufgeführten Sanierungsvarianten werden konzeptionell beschrieben. Für dezidierte Aussagen mit Bemessungsangaben ist die Durchführung von Felsaufschlüssen mittels mindestens einer gekernten Bohrung notwendig.

10.2 Variante 1: Böschungssicherung mit einer Gabionenwand

10.2.1 Bauverfahren

Herstellung einer rückverankerten, zur Felsböschung geneigten Gabionenwand auf einem in das Bachbett einbindenden Betonfundament.

10.2.2 Konstruktive Gestaltung im Projektbereich

- **Herstellung eines Betonfundaments**

Das Betonfundament ist parallel zur Böschung herzustellen und sollte in das Bachbett in ausreichender Tiefe einbinden. Die Breite des Fundaments sollte es ermöglichen eine untere Gabionenreihe von bis zu 3 Metern auszuführen. Das Fundament sollte mit einem Überstand von beidseitig mindestens 1 m über den unmittelbaren Auskolkungsbereich in die ungeschädigten Böschungsbereiche auskragen. Die Höhe des Betonfundaments sollte den sich bei einem HQ₁₀₀-Ereignis einstellenden Bachwasserspiegel überschreiten.

- **Aufsetzen der Gabionenkörbe auf das Betonfundament**

Die vorgefertigten und mit frostbeständigen und druckfesten Gesteinen gefüllten Elemente sind auf das Betonfundament aufzusetzen. Jede weitere Lage ist leicht nach hinten zu versetzen, um die Stabilität zu erhöhen. Die Höhe der Gabionenwand sollte der Höhe der Felsböschung entsprechen.

- **Verankern der Gabionenwand**

Die Gabionen sind mittels in Anzahl und Geometrie statisch zu bemessenden Felsnägeln im Hang zu sichern.

- **Drainage und Hinterfüllung der Gabionenwand**

Hinter der Gabionenwand ist ein effektives Drainagesystem hinter der Wand anzuordnen, um einen sich möglicherweise böschungsseitig einstellenden Wasserdruck zu reduzieren. Zur lagenweisen Verfüllung der Gabionenwand könnte u. a. Leichtbeton verwendet werden, um einen kraftschlüssigen und dichten Verbund zur Felswand zu gewährleisten.

10.2.3 Fazit

Gabionenwände sind eine bewährte Wahl für die Sicherung von Felsböschungen, die folgende Vorteile bietet:

- **Stabilität und Flexibilität:**

Gabionenwände bieten eine hohe Stabilität und können sich an Bewegungen und Setzungen anpassen, ohne ihre strukturelle Integrität zu verlieren.

- **Drainage:**

Die offene Struktur der Gabionen ermöglicht eine hervorragende Drainage, wodurch Wasserdruck hinter der Wand reduziert wird und das Risiko von Erosion und Instabilität minimiert wird.

- **Langlebigkeit:**

Gabionenwände sind sehr langlebig und widerstandsfähig gegen Witterungseinflüsse und Erosion. Sie erfordern nur minimale Wartung.

- **Umweltfreundlichkeit:**

Gabionenwände können mit natürlichen Materialien gefüllt werden und bieten Lebensräume für Pflanzen und Tiere, was sie zu einer umweltfreundlichen Lösung macht.

- **Ästhetik:**

Gabionenwände fügen sich gut in die natürliche Umgebung ein und können durch die Wahl der Füllmaterialien und eine mögliche Bepflanzung mit regional ansässigen Pflanzenarten optisch ansprechend gestaltet werden.

Insgesamt bieten Gabionenwände eine robuste, flexible und umweltfreundliche Lösung zur Sicherung von Felsböschungen. Sie sind besonders geeignet für Projekte, bei denen sowohl technische Anforderungen als auch ästhetische und ökologische Aspekte berücksichtigt werden müssen.

10.3 Variante 2: Böschungssicherung mit einer Krainerwand

10.3.1 Bauverfahren

Die Krainerwand ist eine traditionelle Bauweise zur Stabilisierung von Böschungen und Hängen. Sie besteht aus einer gitterähnlichen Holz- oder Betonkonstruktion, die mit Erde und Steinen verfüllt wird. Diese Methode wird häufig in naturnahen und landschaftlich sensiblen Bereichen eingesetzt, da sie sich gut in die Umgebung einfügt und ökologisch vorteilhaft ist.

10.3.2 Konstruktive Gestaltung im Projektbereich

10.3.2.1 Einflussbereich von Hoch- und Extremwasserereignissen

- **Herstellung eines Betonfundaments**

Das Betonfundament ist parallel zur Böschung herzustellen und sollte in das Bachbett in ausreichender Tiefe einbinden. Die Breite des Fundaments ist an die Höhe der Böschung anzupassen. Das Fundament sollte mit einem Überstand von beidseitig mindestens 1 m über den unmittelbaren Auskolkungsbereich in die ungeschädigten Böschungsbereiche auskragen.

- **Aufsetzen von Betonblöcken- bzw. Betonelementen auf das Betonfundament**

Die ggf. vorgefertigten Elemente sind in ähnlichen Gitterstrukturen wie bei der Holzkrainerwand anzuordnen. Die Betonblöcke werden mit Stahlankern oder Bewehrungsstäben im Fundament verankert, um zusätzliche Stabilität zu gewährleisten. Die Höhe der Gabionenwand sollte der Höhe der Felsböschung entsprechen.

- **Verfüllen der Gitterkonstruktion**

Einfüllung und Verdichtung von tragfähigem Material, z. B. Gesteinskörnungsgemisch oder schwach bindiges Bodenmaterial. Dies sorgt für zusätzliche Stabilität und verhindert Setzungen. Gleichzeitig sorgen wasserdurchlässige Verfüllbaustoffe für eine natürliche Drainage bei böschungsseitig auftretenden Wasserzulauf.

- **Ausbildung Erosionsschutz**

Die Oberfläche der Betonkrainerwand kann begrünt oder mit einer Schutzschicht versehen werden, um Erosion zu verhindern und die Wand in die Landschaft zu integrieren.

10.3.2.2 Außerhalb des Einflussbereiches von Hoch- und Extremwasserereignissen

- **Aufsetzen der Holzkonstruktion**

Längs zur Hangrichtung werden lange Baumstämme, die sogenannten Läufer, eingebaut. Quer zur Hangrichtung werden kürzere Hölzer, die Zangen, befestigt. Diese Zangen nehmen die Zugkräfte auf. Die einzelnen Etagen der Krainerwand werden schichtweise aufgebaut. Die Läufer und Zangen werden mit langen Nägeln oder Bauklammern fixiert.

- **Verfüllen der Gitterkonstruktion**

Einfüllung und Verdichtung von tragfähigem Material, z. B. Gesteinskörnungsgemisch oder schwach bindiges Bodenmaterial analog dem Vorgehen im Bereich der Betonkonstruktion.

- **Ausbildung Erosionsschutz**

Um die Holzkrainerwand zu stabilisieren und vor Erosion zu schützen, können Buschlagen und Lebendfaschinen eingebaut werden. Diese bestehen aus verzweigten Ästen austriebsfähiger Holzarten oder bereits bewurzelten Pflanzen.

10.3.3 Fazit

Die Krainerwand stellt eine umweltfreundliche und ästhetisch ansprechende Lösung zur Böschungssicherung dar. Ihre einfache Konstruktion und die Verwendung natürlicher Materialien machen sie zu einer bevorzugten Bauweise insbesondere in naturnah zu gestaltenden Projekten.

Mit der unterschiedlichen Ausführung in Beton und in Holz können die unterschiedlichen Vorteile der beiden Ausführungsarten im jeweiligen Anwendungsbereich genutzt werden.

Für die Betonbauweise sind im vorliegenden Fall die nachstehenden Vorteile zu benennen:

- **Langlebigkeit:**

Beton ist widerstandsfähiger gegen Witterungseinflüsse und Verrottung, was die Lebensdauer der Wand insbesondere im hochwasser- bzw. extremwassergefährdeten Bereich erheblich verlängert.

- **Stabilität:**

Betonkrainerwände bieten eine höhere strukturelle Stabilität und können größere Lasten tragen, was sie ideal für steilere und schwerere Böschungen macht.

- **Wartungsarm:**

Im Vergleich zu Holz erfordert Beton weniger Wartung und Instandhaltung, was langfristig Kosten und Aufwand reduziert.

Die i.d.R. höheren Kosten für eine Bauweise in Beton werden durch die höhere Dauerhaftigkeit nach unserer Auffassung wett gemacht.

Für die Ausführung in Holz können die nachstehenden Vorteile genutzt werden:

- **Nachhaltigkeit:**

Holz ist ein nachwachsender Rohstoff und hat eine geringere Umweltbelastung als Beton. Es speichert Kohlenstoff und trägt so zur Reduzierung von CO₂-Emissionen bei.

- **Ästhetik:**
Holzkrainerwände fügen sich harmonisch in die natürliche Umgebung ein und können begrünt werden, was sie besonders in landschaftlich sensiblen Bereichen attraktiv macht.
- **Flexibilität:**
Holzkrainerwände sind anpassungsfähig und können leicht an unterschiedliche Geländeformen angepasst werden. Sie lassen sich auch relativ einfach reparieren und modifizieren.
- **Drainage:**
Die Struktur von Holzkrainerwänden ermöglicht eine natürliche Entwässerung, was das Risiko von Wasseransammlungen und Erosion verringert.
- **Kosteneffizienz:**
In vielen Fällen sind Holzkrainerwände kostengünstiger in der Herstellung und Installation als Betonwände, insbesondere wenn lokal verfügbares Holz verwendet wird.

11 SCHLUSSSATZ

Für die orientierende Erkundung der Böschung sowie den Bereich des Gleithangs wurden punktuelle Aufschlüsse und Messungen unter Berücksichtigung der Vorgaben des Auftraggebers ausgeführt. Kleinräumig abweichende Baugrundverhältnisse und Materialbeschaffenheiten können selbst bei einer detaillierteren Erkundung grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden.

geprüft:

erstellt:

Dieter Thelen
Dipl.-Ing. (FH)



Christian Simon
Dipl.-Ing. (FH)

Anlagen

ANLAGE 1

**Übersichtslageplan
Geologische Übersichtskarte
Luftbild
Ansicht 3D**

(3 Seiten)



Abbildung 2: Geologische Übersichtskarte (GÜK 200) – Lage d. Untersuchungsgebietes (rote Markierung)



Abbildung 3: Luftbild – Lage der Erkundungsstellen



Abbildung 4: Ansicht der Böschung im Bereich der Ausspülung (3D-Bild)

ANLAGE 2

Fotodokumentation

(7 Seiten)



Foto 1: Erkundungsstelle 1 – Umfeld

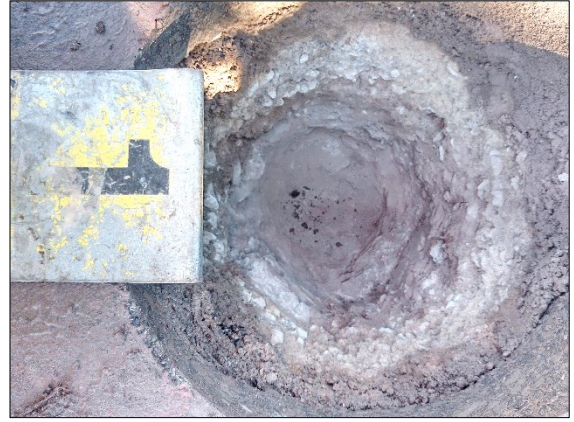


Foto 2: Erkundungsstelle 1 – Aufschluss



Foto 3: Erkundungsstelle 1 – Bohrkernprobe



Foto 4: Erkundungsstelle 1 – Material ToB



Foto 5: Erkundungsstelle 1 – Umfeld



Foto 6: Erkundungsstelle 1.1 – Aufschluss



Foto 7: Erkundungsstelle 1.1 – Bohrkernprobe



Foto 8: Erkundungsstelle 1.1 – Material ToB



Foto 9: Erkundungsstelle 1.1 – Material ToB



Foto 10: Erkundungsstelle 1.1 – Material ToB



Foto 11: Erkundungsstelle 2 – Umfeld



Foto 12: Erkundungsstelle 2 – Umfeld



Foto 13: Erkundungsstelle 2 – Bohrgut Kleinrammbohrung



Foto 14 - 16: Böschungsbereich – Ansicht Süd-Ost – Süd – Süd-West



Foto 17: Böschung – Detailansicht



Foto 18: Böschung - Detailansicht



Foto 19: Böschung – Detailansicht



Foto 20: Böschung - Detailansicht



Abbildung 21: Ausbruchmaterial aus dem Böschungsbereich



Abbildung 22: Ausbruchmaterial aus dem Böschungsbereich

ANLAGE 3

Aufschlussprofile + Sondierdiagramme

und

Darstellung im Schnitt

(6 Seiten)

-2,00

-0,700

0,410 Fels, f°, 7, vo

TIEFE	BODENART
0,120	bit. Befestigung, schwarz-grau
0,170	Tragschicht ohne Bindemittel, Gem. a. G. (LS,RC), schwach feucht, braun-grau
0,290	Beton, fest, grau
0,700	Fels, trocken, 7 , frisch, oliv-grau

1,10

100/10cm

1

100/10cm

-2,00

DPH 2
16.08.2024
32U 373539 5497123

GOK

Erk.-St. 2

16.08.2024

32U 373539 5497123

0,00

▽+0,000

M_{Lu}

0,300 Mu, f', OH,SU,3a

0,300

0,700 G, s', f', GU,3

1,000

▽-1,00 GW

1,200 G, s, u, f-f', GU,GW,3

2,200

0,500 G, s', u, f', GW,3

2,700

-2,700

-1,00

-2,00

-3,00

Rammhindernis; keine tiefere Entnahme möglich
Abbruch auf dicht gelagerten fluviatilen Talfüllungen

Erk.-St. 2

TIEFE	BODENART
0,300	Mutterboden, schwach feucht, OH,SU,3a, dunkelbraun
1,000	Kies, schwach sandig, schwach feucht, GU,3, grün-grau
2,200	Kies, sandig, schluffig, feucht bis stark feucht, GU,GW,3, braun-grau
2,700	Kies, schwach sandig, schluffig, stark feucht, GW,3, braun-grau

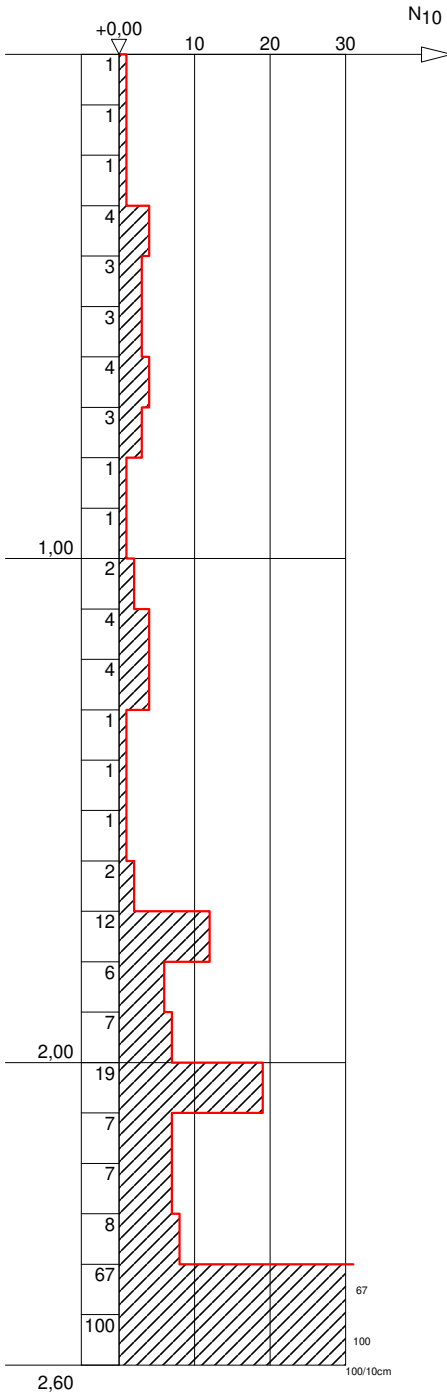
GOK

0,00

-1,00

-2,00

-3,00



Laboratorium für Straßen- und
Betonbau
Paul Simon & Partner Ingenieure
Am Kenner Haus 13
D-54344 Kenn

Projekt:
Heimbach,
Böschungssicherung "Am Hahnenhübel"

Planbezeichnung:
Aufschlussprofile + Sondierdiagramme

Projekt-Nr: 24-1689

Datum: 28.10.2024

Blattformat: DIN A3

Maßstab: 1 : 15

Anlage: 3.2

ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN

- SCH Schurf
- B Bohrung
- BK Bohrung mit durchgehender Kerngewinnung
- BP Bohrung mit Gewinnung nicht gekernter Proben
- BuP Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben
- DPL Rammsondierung leichte Sonde ISO 22476-2
- DPM Rammsondierung mittelschwere Sonde ISO 22476-2
- DPH Rammsondierung schwere Sonde ISO 22476-2
- KRB Kleinrammbohrung
- CPT Drucksondierung nach DIN 4094-2
- KRB Kleinrammbohrung
- GWM Grundwassermeßstelle

PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER

Proben-Güteklasse nach DIN 4021 Tab.1

- Grundwasser angebohrt
- Grundwasser nach Bohrende
- Ruhewasserstand
- Schichtwasser angebohrt
- Sonderprobe
- Bohrprobe (Eimer 5 l)
- Bohrprobe (Glas 0.7l)
- k. GW. kein Grundwasser
- Verwachsene Bohrkernprobe

BODENARTEN

Auffüllung		A	
Blöcke	mit Blöcken	Y y	
Geschiebemergel	mergelig	Mg me	
Kies	kiesig	G g	
Mudde	organisch	F o	
Sand	sandig	S s	
Schluff	schluffig	U u	
Steine	steinig	X x	
Ton	tonig	T t	
Torf	humos	H h	

FELSARTEN

Fels,allgemein	Z	
Fels,verwittert	Zv	
Granit	Gr	
Kalkstein	Kst	
Kongl.,Brekzie	Gst	
Mergelstein	Mst	
Sandstein	Sst	
Schluffstein	Ust	
Tonstein	Tst	

KORNGRÖßENBEREICH

- f fein
- m mittel
- g grob

NEBENANTEILE

- ' schwach (< 15 %)
- stark (ca. 30-40 %)
- " sehr schwach; " sehr stark

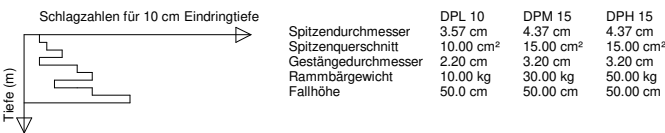
KONSISTENZ

- brg breiig
- stf steif
- fst fest
- wch weich
- hfst halbfest

FEUCHTIGKEIT


- f naß
- klü klüftig
- klü stark klüftig

RAMMSONDIERUNG NACH EN ISO 22476-2



BOHRLOCHRAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094-2





Laboratorium für Straßen- und Betonbau
Paul Simon & Partner Ingenieure
Am Kenner Haus 13
D-54344 Kenn

Projekt:
Heimbach,
Böschungssicherung "Am Hahnenhübel"

Planbezeichnung:
Aufschlussprofile + Sondierdiagramme

Projekt-Nr: 24-1689

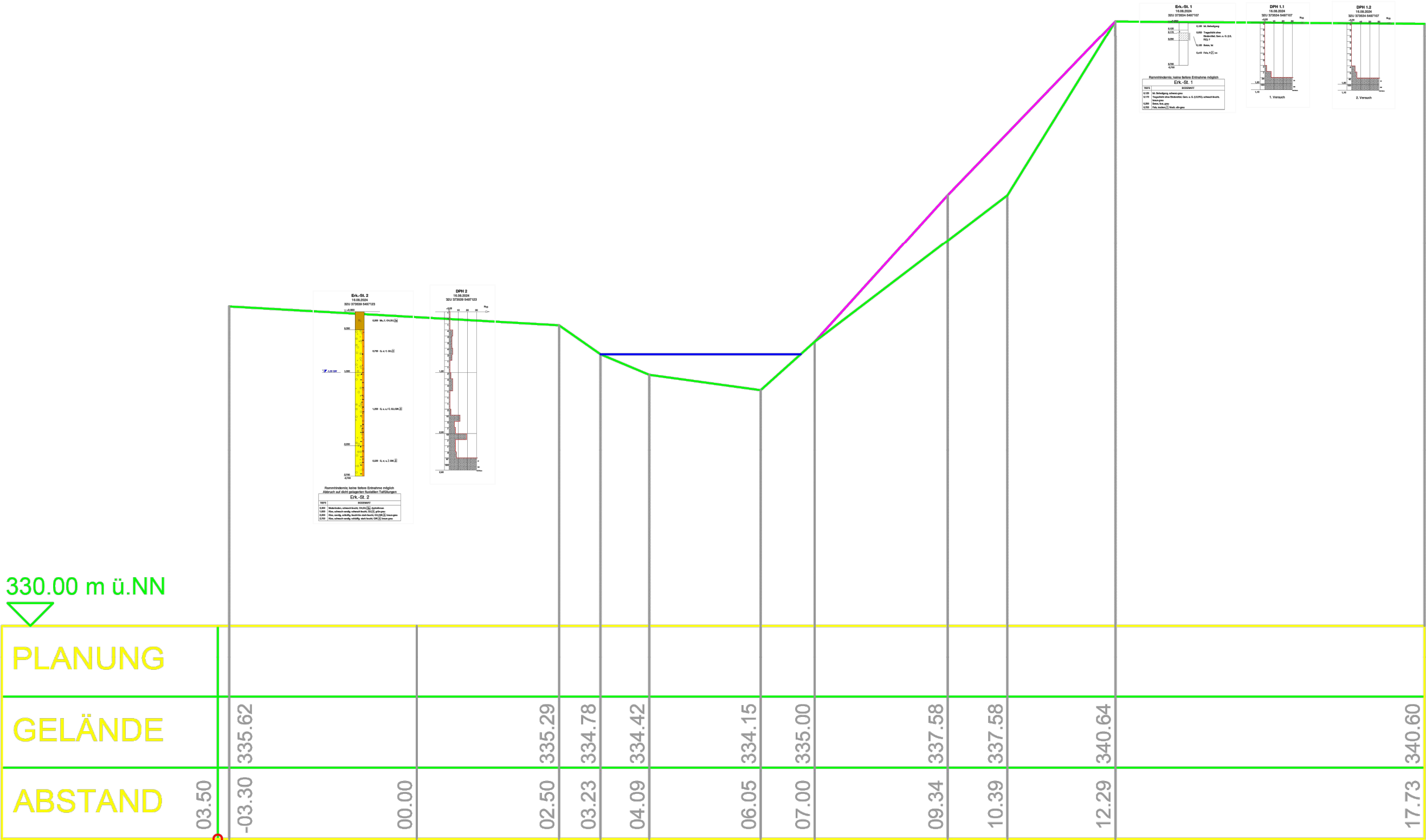
Datum: 28.10.2024

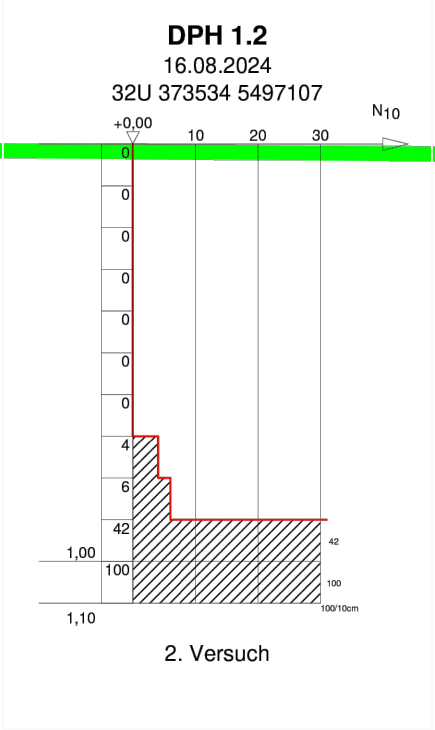
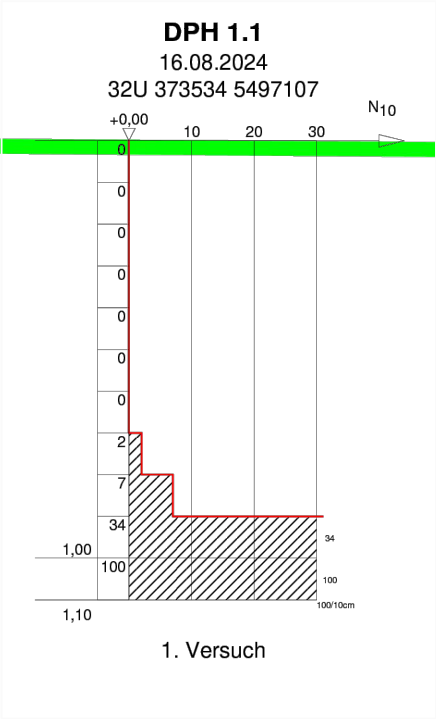
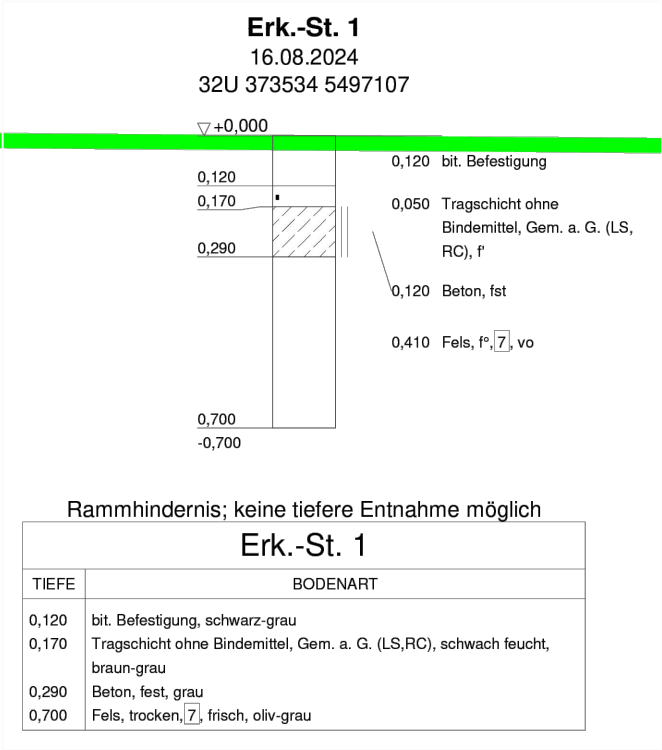
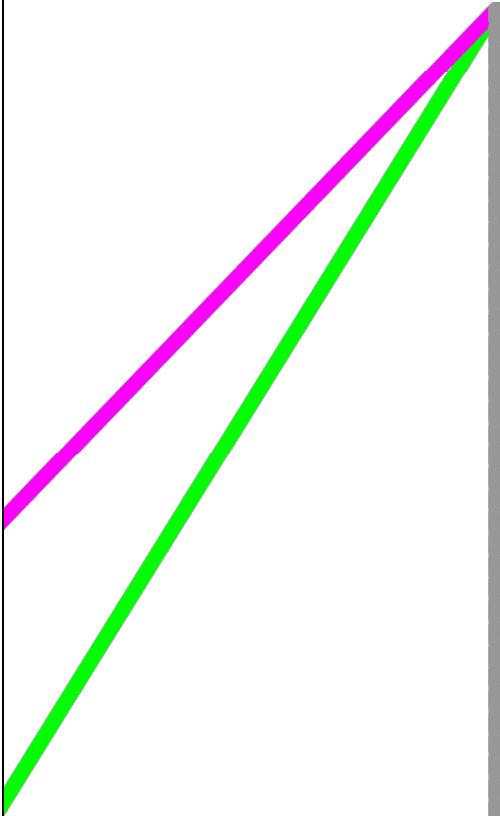
Blattformat: DIN A3

Maßstab:

Anlage: 3.3

Schnitt B-B





ANLAGE 4

Untersuchungsergebnisse Laborprüfungen Chemie

inkl.

**Prüfbericht
SEWA**

(10 Seiten)

**Abgrenzung der Gefährlichkeit auf Grundlage des
Schreibens des Ministeriums für Klimaschutz,
Umwelt, Energie und Mobilität vom 11.01.2023,
Az.: 6520#2022/0009-14017.0016**

Parameter	Einheit	C1		Grenzwert gemäß Schreiben des MKUEM
		Erk.-St. 2	Untergrund	
Trockenmasse	M.-%	-	-	-
Feststoffkriterien				
Kohlenwasser- stoffe	C ₁₀ – C ₂₂	mg/kg TS	< 40	1.000
	C ₁₀ – C ₄₀	mg/kg TS	< 40	2.000
BTEX	mg/kg TS	-	-	6
LHKW	mg/kg TS	-	-	1
EOX	mg/kg TS	< 1	-	10
PCB ₆	mg/kg TS	-	-	10*
PAK ₁₆ nach EBV	mg/kg TS	0,8	-	30
Arsen	mg/kg TS	12	-	150
Blei	mg/kg TS	110	-	700
Cadmium	mg/kg TS	< 0,2	-	10
Chrom, gesamt	mg/kg TS	60	-	600
Kupfer	mg/kg TS	23	-	320
Nickel	mg/kg TS	32	-	350
Thallium	mg/kg TS	< 0,2	-	7
Quecksilber	mg/kg TS	0,7	-	5
Zink	mg/kg TS	140	-	1.200
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	-	-	10
Lipophile Stoffe	M.-%	-	-	0,8
Eluatkriterien				
Arsen	mg/l	-	-	0,2
Blei	mg/l	-	-	1
Cadmium	mg/l	-	-	0,1
Chrom, gesamt	mg/l	-	-	1
Kupfer	mg/l	-	-	5
Nickel	mg/l	-	-	1
Quecksilber	mg/l	-	-	0,02
Zink	mg/l	-	-	5
Fluorid	mg/l	-	-	15
Ammoniumstickstoff	mg/l	-	-	200
Cyanide, leicht freisetzbar	mg/l	-	-	0,5
Wasserlöslicher Anteil	M.-%	-	-	6
Phenole	mg/l	-	-	50

Anmerkungen: - = Parameter nicht untersucht
unterhalb der Bestimmungsgrenze
zur Summenbildung werden nur die Werte > BG
verwendet

* Spezialregelung gemäß PCB/PCT-Abfallverordnung PCB₆ > 10 mg/kg
bzw. PCB_{Gesamt} > 50 mg/kg

Einstufung nach EBV, Anlage 1, Tabelle 3: Materialwerte für Bodenmaterial und Baggergut

Parameter	Einheit	C1 Erk.-St. 2 Untergrund	BM-0 BG-0			BM-0* BG-0* ¹⁾	BM-F0* BG-F0*	BM-F1 BG-F1	BM-F2 BG-F2	BM-F3 BG-F3
		[1]	Sand	Lehm / Schluff	Ton					
Bodenart										
Mineralische Fremdbestandteile	Vol.-%	< 10	10	10	10	10	50	50	50	50
Trockenmasse	M.-%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Feststoffkriterien										
Arsen	mg/kg TS	12	10	20	20	20	40	40	40	150
Blei	mg/kg TS	110	40	70	100	140	140	140	140	700
Cadmium	mg/kg TS	< 0,2	0,4	1	1,5	1	2	2	2	10
Chrom (ges.)	mg/kg TS	60	30	60	100	120	120	120	120	600
Kupfer	mg/kg TS	23	20	40	60	80	80	80	80	320
Nickel	mg/kg TS	32	15	50	70	100	100	100	100	350
Quecksilber	mg/kg TS	0,7	0,2	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5
Thallium	mg/kg TS	< 0,2	0,5	1	1	1	2	2	2	7
Zink	mg/kg TS	140	60	150	200	300	300	300	300	1200
TOC 4) _{loc}	M.-%	0,45	1	1	1	1	5	5	5	5
MKW ⁵⁾	C ₁₀ - C ₂₂	mg/kg TS	< 40	-	-	300	300	300	300	1000
	C ₁₀ - C ₄₀	mg/kg TS	< 40	-	-	600	600	600	600	2000
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,073	0,3	0,3	0,3	-	-	-	-	-
PAK ₁₆	mg/kg TS	0,8	3	3	3	6	6	6	9	30
PCB ₆ und PCB-118	mg/kg TS	n.b.	0,05	0,05	0,05	0,1	-	-	-	-
EOX ⁷⁾	mg/kg TS	< 1	1	1	1	1	-	-	-	-
Eluatkriterien										
pH-Wert ²⁾	-	8,75	-	-	-	-	6,5 – 9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	5,5-12
elektr. Leitfähigkeit ²⁾	µS/cm	330	-	-	-	350	350	500	500	2.000
Sulfat ³⁾	mg/l	16	250	250	250	250	250	450	450	1000
Arsen	µg/l	3	-	-	-	8 (13)	12	20	85	100
Blei	µg/l	< 5	-	-	-	23 (43)	35	90	250	470
Cadmium	µg/l	< 0,5	-	-	-	2 (4)	3	3	10	15
Chrom (ges.)	µg/l	< 5	-	-	-	10 (19)	15	150	290	530
Kupfer	µg/l	< 5	-	-	-	20 (41)	30	110	170	320
Nickel	µg/l	< 5	-	-	-	20 (31)	30	30	150	280
Quecksilber ⁸⁾	µg/l	< 0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	-
Thallium ⁸⁾	µg/l	< 0,2	-	-	-	0,2 (0,3)	-	-	-	-
Zink	µg/l	< 10	-	-	-	100 (210)	150	160	840	1600
PAK ₁₅ ⁶⁾	µg/l	n.b.	-	-	-	0,2	0,3	1,5	3,8	20
Naphtalin und Methylnaphtaline, gesamt	µg/l	n.b.	-	-	-	2	-	-	-	-
PCB ₆ und PCB-118	µg/l	n.b.	-	-	-	0,01	-	-	-	-

Anmerkungen: - = Parameter nicht untersucht
n. b. = nicht berechenbar, da alle Einzelparameter unterhalb Bestimmungsgrenze;
zur Summenbildung werden nur Werte > BG verwendet

Erläuterungen zu den Fußnoten siehe nachfolgende Seite.

- 1) Die Eluatwerte in Spalte 6 sind mit Ausnahme des Eluatwertes für Sulfat nur maßgeblich, wenn für den betreffenden Stoff der jeweilige Feststoffwert nach Spalte 3 bis 5 überschritten wird. Der Eluatwert für PAK15 und Naphthalin und Methylnaphthaline, gesamt, ist maßgeblich, wenn der Feststoffwert für PAK16 nach Spalte 3 bis 5 überschritten wird. Die in Klammern genannten Werte gelten jeweils bei einem TOC-Gehalt von $\geq 0,5\%$.
- 2) Stoffspezifischer Orientierungswert; bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen.
Kann bei einer Abweichung bei bis zu 10 % (elekt. Leitfähigkeit) bzw. 0,5 Einheiten (pH-Wert) dem günstigeren Materialwert zugeordnet werden.
- 3) Bei Überschreitung des Wertes ist die Ursache zu prüfen. Handelt es sich um naturbedingt erhöhte Sulfatkonzentrationen, ist eine Verwertung innerhalb der betroffenen Gebiete möglich.
Außerhalb dieser Gebiete ist über die Verwertungseignung im Einzelfall zu entscheiden.
- 4) Bodenmaterialspezifischer Orientierungswert. Der TOC-Gehalt muss nur bei Hinweisen auf erhöhte Gehalte nach den Untersuchungsverfahren in Anlage 5 bestimmt werden. § 6 Absatz 11
- 5) Die angegebenen Werte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 bis C22. Der Gesamtgehalt bestimmt nach der DIN EN 14039, „Charakterisierung von Abfällen - Bestimmung des Gehalts an Kohlenwasserstoffen von C10 bis C40 mittels Gaschromatographie“, Ausgabe Januar 2005 darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.
- 6) PAK15: PAK16 ohne Naphthalin und Methylnaphthaline
- 7) Bei Überschreitung der Werte sind die Materialien auf fallspezifische Belastungen zu untersuchen.
- 8) Bei Quecksilber und Thallium ist für die Klassifizierung in die Materialklassen BM-F0*/BG-F0*, BM-F1/BG-F-1, BM-F2/BG-F-2, BM-F-3/BG-F3 der angegebene Gesamtgehalt maßgeblich. Der Eluatwert der Materialklasse BM-0*/BG-0* ist einzuhalten.

Einstufung nach EBV, Anlage 1, Tabelle 4:

Parameter	Einheit	C1	BM-F0*, BG-F0*	BM-F1, BG-F1	BM-F2, BG-F2	BM-F3, BG-F3
		Erk.-St. 2 Untergrund				
Trockenmasse	M.-%	-	-	-	-	-
Feststoffkriterien						
BTEX	mg/kg TS	-	1	1	1	1
EOX	mg/kg TS	-	3	3	3	10
LHKW	mg/kg TS	-	1	1	1	1
Cyanide	mg/kg TS	-	3	3	3	10
Trybutylzinn-Kation	µg/kg TS	-	20	100	100	1000
PCB ₆ und PCB-118	mg/kg TS	n.b.	0,15	0,15	0,15	0,5
Eluatkriterien						
Antimon	µg/l	-	7,5	7,5	7,5	15
Molybdän	µg/l	-	55	55	55	110
Vanadium	µg/l	-	30	55	450	840
MKW	µg/l	-	150	160	160	310
Phenole	µg/l	-	12	60	60	2000
PCB ₆ und PCB-118	µg/l	n.b.	0,02	0,02	0,02	0,04
Chlorphenole ges.	µg/l	-	1,5	10	10	100
Chlorbenzole ges.	µg/l	-	1,5	1,7	1,7	4,0
Atrazin	µg/l	-	0,2	0,4	0,5	1,3
Bromacil	µg/l	-	0,2	0,2	0,3	0,4
Diuron	µg/l	-	0,1	0,1	0,2	0,3
Glyphosat	µg/l	-	0,2	0,6	2,2	4,0
AMPA	µg/l	-	2,5	2,5	2,5	4,0
Simazin	µg/l	-	0,2	0,6	1,2	4,0
sonst. Herbizide ¹	µg/l	-	0,2	0,7	1,0	4,0
Hexachlorbenzol	µg/l	-	0,02	0,02	0,02	0,04

Anmerkung:

1 Einzelwerte jeweils für Dimefuron, Flazasulfuron, Flumioxazin, Ethidimuron, Thiazafuron sowie für neu zugelassene Wirkstoffe.

ANLAGE 5

Probenahmeprotokoll

(3 Seiten)

Probenahmeprotokoll Boden/Feststoffe

Projektdaten

Auftraggeber	OG Heimbach, über: VGV Baumholder	Betreiber	
Straße	Am Weiherdamm 1	Objekt	
Ort	55774 Baumholder	Lage	

Projekt	Heimbach, Böschungssicherung „Am Hahnenhübel“		
Grund d. Probenahme	orientierende Erkundung; grundlegende abfalltechn. Klassifizierung		
Vermutete Schadstoffe	unspezifischer Verdacht		
Untersuchungsstelle	SEWA – Laborbetriebsgesellschaft mbH; sbt		
Probenehmer	Meyer, Ronny; Plakolli, Mensur	Anwesende	
Datum	16.08.2024	Uhrzeit	

Gegebenheiten der Entnahmestelle

Abfallart	Asphalt, Beton, Oberboden, Boden und Steine
Lagerungsform	eingebauter Zustand
Gesamtvolumen	keine Angabe
Lagerungsdauer	keine Angabe
Äußere Einflüsse	keine Angabe
Probenahmeverfahren	Kernbohrung, Handschurf, Sondierung
Vorbereitungsschritte	fraktionierendes Schaufeln
Untersuchungen	organoleptische Untersuchungen
Probenahmegerät	Schaufel, Rammkernsonde, Kernbohrgerät
Probentransport	keine Angabe
Übersichtskarte	Siehe Anhang

Laborproben	Einzelproben	Mischproben	Sammelproben	Sonderproben
1	29	7		
Anzahl Einzelproben pro Mischprobe		4		

Bemerkungen

Lageskizze

<p>s. Anlage 1</p>

Abbildung 1: Lage der Haufwerke, etc. und Entnahmepunkte, Straßen, Gebäude

Ort	Heimbach	Datum	16.08.2024
Unterschrift			

Probe Nr.	Art	Behälter Vol.	Haufwerk Vol.	Abfallart		Farbe Geruch Bodenart	Erk. St.	Tiefe	Notiz
		/	/					cm	
P1	EP	-	-	bit. Befestigung	-	schwarz-grau neutral -	1.1	0 - 12	FOK
P2	MP	PE-Eimer 10 l	-	Gem. a. G. (LS/RC)	-	braun-grau neutral -	1.1	12 - 17	FOK
P3	MP	PE-Eimer 10 l	-	Boden	-	grau neutral -	1.1	17 - 29	FOK
P4	MP	PE-Eimer 10 l	-	Boden	-	oliv-grau neutral -	1.1	29 - 70	FOK
P5	MP	Bohrkiste	-	Oberboden	-	dunkelbraun neutral -	2	0 - 30	GOK
P6	MP	Bohrkiste	-	Boden	-	grün-grau neutral Sande	2	30 - 100	GOK
P7	MP	Bohrkiste	-	Boden	-	braun-grau neutral Sande	2	100 - 220	GOK
P8	MP	Bohrkiste	-	Boden	-	braun-grau neutral Sande	2	220 - 270	GOK

ANLAGE 6

Technische Regelwerke für die Prüfungsdurchführung und Beurteilung

(3 Seiten)

- [1] **ZTV Asphalt-StB**, Ausgabe 2007, Fassung 2013
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien
für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt
- [2] **ZTV E-StB**, Ausgabe 2017
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien
für Erdarbeiten im Straßenbau
- [3] **ZTV E-StB / Kommentar zur ZTV E-StB 17**, Ausgabe 2019
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien
für Erdarbeiten im Straßenbau - Kommentar und Kompendium Erd- und Felsbau
- [4] **ZTV SoB-StB**, Ausgabe 2020
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien
für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau
- [5] **RStO**, Ausgabe 2012
Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012
- [6] **RuVA-StB**, Ausgabe 2001, Fassung 2005
Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen
Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau
- [7] **TP D-StB**, Ausgabe 2012
Technische Prüfvorschriften zur Bestimmung der Dicken von Oberbauschichten im Straßenbau
- [8] **TL AG-StB**, Ausgabe 2009
Technische Lieferbedingungen für Asphaltgranulat
- [9] **M WA**, Ausgabe 2009, Fassung 2013
Merkblatt für die Wiederverwendung von Asphalt
- [10] **FGSV-Arbeitspapier Nr. 27/2**, Ausgabe 2000
Prüfung von Straßenausbaumaterial auf carbostämmige Bindemittel - Schnellverfahren
- [11] **LAGA M 20**, Ausgabe 2004
Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20
- Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln
- [12] **Leitfaden Boden**, Ausgabe April 2023
Leitfaden für den Umgang mit Bodenmaterial und ungebundenen/gebundenen Straßenbaustoffen
hinsichtlich Verwertung oder Beseitigung
- [13] **Leitfaden Ausbauasphalt**, Ausgabe September 2006 (aktualisiert August 2008)
Leitfaden für die Behandlung von Ausbauasphalt und Straßenaufbruch mit teer-/pechtypischen
Bestandteilen
- [14] **AVV**, Ausgabe 2001 (Stand: 30.06.2020)
Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung - AVV)
- [15] **DepV**, Ausgabe 2009 (Stand: 09.07.2021)
Verordnung über Deponien und Langzeitleger (Deponieverordnung - DepV)
- [16] **TL SoB-StB**, Ausgabe 2020
Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne
Bindemittel im Straßenbau
- [17] **Entscheidungshilfe** (Stand: 11.01.2023)
für die Festlegung von Feststoffwerten bei der Entsorgung von Boden bzw. mineralischen Bauabfall
auf Deponien der Klasse I und II

- [18] **Schreiben des MKUEM** vom 11.01.2023
Abgrenzung gefährlicher / nicht gefährlicher Boden bzw. mineralischer Bauabfall - Vollzug der AVV
- [19] **DIN EN ISO 17892-1:2022-08**
Geotechnische Erkundung und Untersuchung
- Laborversuche an Bodenproben – Teil 1: Bestimmung des Wassergehaltes
- [20] **DIN 18127:2012-09**
Baugrund, Untersuchung von Bodenproben
- Proctorversuch
- [21] **DIN 18134:2012-04**
Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte
- Plattendruckversuch
- [22] **DIN 18196:2023-02**
Erd- und Grundbau, Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
- [23] **DIN 18300:2012-09**
VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
- Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten
- [24] **DIN 19682-2:2014-07**
Bodenbeschaffenheit - Felduntersuchungen
- Teil 2: Bestimmung der Bodenart
- [25] **DIN EN 932-1:1996-11**
Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen
- Teil 1: Probenahmeverfahren
- [26] **DIN EN 933-1:2012-03**
Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen
- Teil 1: Bestimmung der Korngrößenverteilung; Siebverfahren
- [27] **TL Gestein-StB**, Ausgabe 2004, Fassung 2023
Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau
- [28] **LAGA M 20**, Ausgabe 1997
Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20
- Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln
- [29] **DIN 4124:2012-01**
Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
- [30] **DIN 4022-1:1987-09**
Baugrund und Grundwasser - Benennung und Beschreiben von Boden und Fels
- [31] **DIN EN 1427:2015-09**
Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung des Erweichungspunktes - Ring- und Kugel-Verfahren
- [32] **Rundschreiben des LBM RLP**, 24. Juli 2007
Qualitätssicherung im Straßenbau – Umgang mit Asphaltgranulat-Vorerkundung
- [33] **TL Asphalt-StB**, Ausgabe 2007, Fassung 2013
Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen
- [34] **DIN 18300:2019-09**
VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
- Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten

- [35] **RuA-StB**, Ausgabe 2001
Richtlinien für die umweltverträgliche Anwendung von industriellen Nebenprodukten und Recycling-Baustoffen im Straßenbau
- [36] **DIN 18320**:2019-09
VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
- Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Landschaftsbauarbeiten
- [37] **DIN 18915**:2018-06
Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten
- [38] **Richtlinie zum Umgang mit Bankettschälgut**, Ausgabe 2010
Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Abteilung Straßenbau
- [39] **Arbeitsblatt DWA-A 904**, Ausgabe Oktober 2005
Richtlinie für den ländlichen Wegebau
- [40] **ZTV A-StB**, Ausgabe 2012
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen
- [41] **TP BF-StB – Teil B 8.3**, Ausgabe 2012
Technische Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau
– Teil B 8.3: Dynamischer Plattendruckversuch mit Leichtem Fallgewichtsgerät
- [42] **H FA**, Ausgabe 2010
Hinweise für das Fräsen von Asphaltbefestigungen und Befestigungen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen
- [43] **ARS 16/2015**:2015-09-11
Regelungen zur Verwertung von Straßenausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen in Bundesfernstraßen
- [44] **Leitfaden Hocheinbau**, Ausgabe 2015-05-27
Leitfaden für den Asphaltstraßenbau zur Bauweise „Erneuerung auf vorhandener Befestigung (Hocheinbau)“
- [45] **DIN EN ISO 14689**:2018-05
Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels
- [46] **Schreiben des MUFV** vom 12.10.2009
Belasteter Boden und Bauschutt - Vollzug der Abfallverzeichnisverordnung
- [47] **BBodSchV**, Ausgabe 2021 (Stand: 09.07.2021)
Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
- [48] **M Ls**, Ausgabe 2006
Merkblatt über die Verwendung von Lavaschlacke im Straßen- und Wegebau
- [49] **LAGA M 32 – LAGA PN 98**, Ausgabe Mai 2019
Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 32
- LAGA PN 98 - Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen
- [50] **EBV**, Ausgabe 2021 (Stand: 13.07.2023)
Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung - ErsatzbaustoffV)