

Erneuerung 4 Durchlässe

Str. 4550 DL km 001,520 ERNG DLDL

G.016267039

ERNG Durchlass BW1 Herbertingen – Isny

Baugrund- und Gründungsgutachten

Auftraggeber >	DB Netz AG Region Südwest Schwarzwaldstraße 86 76137 Karlsruhe	
GTU-Projektnummer >	1521171	
Datum >	27.06.2022	
Bearbeiter >	Dipl.- Ing. Andreas Tröger 0511 / 90 89 9 – 26 andreas.troeger@gtu-online.de	Aileen Schubert, M.Sc. 0511 / 90 89 9 – 16 aileen.schubert@gtu-online.de

P:\15 Geotechnik\1521\1521171 4 DL Str. 4550\Auftragsbearbeitung\Gutachten\1521171 Gutachten DL Str. 4550 km 1,520.docx

Erneuerung Durchlass km 1,520 Strecke 4550
Baugrund- und Gründungsgutachten> GTU 1521171

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 > Veranlassung, Unterlagen, Bauvorhaben, Untersuchungen.....	4
1.1 > Veranlassung	4
1.2 > Unterlagen.....	4
1.3 > Geplantes Bauvorhaben	5
1.4 > Art und Umfang der Untersuchungen	5
1.4.1 > Felduntersuchungen	5
1.4.2 > Bodenmechanische Laboruntersuchungen	6
1.4.3 > Chemische Analytik.....	6
2 > Baugrund	7
2.1 > Geologischer Überblick.....	7
2.2 > Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche.....	7
2.3 > Beschreibung der angetroffenen Bodenarten	8
2.4 > Vereinfachter Baugrundaufbau	8
2.5 > Hydrologische Verhältnisse	9
3 > Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse.....	10
3.1 > Bautechnische Eigenschaften und bodenmechanische Kennwerte	10
3.2 > Homogenbereiche	11
3.3 > Untersuchung auf beton- und stahlangreifende Eigenschaften.....	12
3.4 > Untersuchung nach LAGA	12
4 > Folgerungen, Empfehlungen, Hinweise.....	13
4.1 > Gründungsempfehlung - Allgemeines.....	13
4.2 > Rohrvortrieb	13
4.2.1 > Anforderungen	13
4.2.2 > Sicherung von Start- und Zielgruben	15
4.3 > Flachgründung Stahlbeton-Fertigteil.....	16
4.3.1 > Bemessung	16
4.3.2 > Ausführung mit geböschter Baugrube	18
4.3.3 > Bauwerkshinterfüllung.....	18
5 > Hinweise und Empfehlungen.....	19

Erneuerung Durchlass km 1,520 Strecke 4550
Baugrund- und Gründungsgutachten> GTU 1521171

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Pläne

Anlage 1.1 Übersichtskarte

Anlage 1.2 Lageplan mit Ansatzpunkten der Baugrundaufschlüsse

Anlage 2 Darstellung der Baugrundaufschlüsse

Anlage 3 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

Anlage 3.1 Übersichtstabelle der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Anlage 3.2 Korngrößenverteilungen (DIN EN ISO 17892-4)

Anlage 4 Homogenbereiche

Anlage 4.1 Übersichtstabelle

Anlage 4.2 Körnungsbänder

Anhang Dokumentation der Baugrunderkundungen

Anhang A Schichtenverzeichnisse der Kleinbohrungen (unkorrigiert)

Anhang B Protokolle der schweren Rammsondierungen

Anhang C Protokolle der chemischen Analysen

Erneuerung Durchlass km 1,520 Strecke 4550
Baugrund- und Gründungsgutachten GTU 1521171

1 › Veranlassung, Unterlagen, Bauvorhaben, Untersuchungen

1.1 › Veranlassung

Die DB Netz AG, Regionalbereich Südwest Produktion I.NF-SW-P 2 in Karlsruhe, plant die Erneuerung von vier Durchlässen zwischen Herbertingen und Aulendorf der Strecke 4550. Hierzu müssen Kenntnisse über die Baugrundverhältnisse vorliegen.

Die GTU Ingenieurgesellschaft mbH, Hannover, wurde von der DB Netz AG mit der Durchführung von Baugrunderkundungen, der Durchführung von bodenmechanischen Laborversuchen und der Erstellung eines Baugrund- und Gründungsgutachtens beauftragt.

Das nachstehende Gutachten präsentiert die Ergebnisse der ausgeführten Untersuchungen für den Durchlass km 1,520, BW1 Herbertingen – Isny.

1.2 › Unterlagen

Neben den gegenwärtig gültigen Normen, Richtlinien und Vorschriften für Erd- und Grundbau wurden zur Bearbeitung dieses Gutachtens folgende Unterlagen verwendet:

- [U1] Geologische Übersichtskarte von Baden-Württemberg 1:500000, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, 2., erg. Aufl., Freiburg i. Br. 1998
- [U2] BGR Geoviewer, Böden Deutschlands,
<https://geoviewer.bgr.de/mapapps4/resources/apps/geoviewer/index.html?lang=de>, abgerufen 02/2022
- [U3] 1. Maßnahme A013595 DB Netz AG, Lieferanten-Portal, Projekt-Nr. G.016267039
- [U4] Messstellenauswahl Grundwasserstand, Daten- und Kartendienst der LUBW,
<https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/?highlightglobalid=gwMessstellenauswahl>,
abgerufen 03/2022

Für die fachliche Bearbeitung des vorliegenden Berichtes werden die derzeit gültigen DIN - Normen im "Weißdruck" sowie dem Stand der Technik entsprechende Merkblätter und Veröffentlichungen berücksichtigt.

Erneuerung Durchlass km 1,520 Strecke 4550
Baugrund- und Gründungsgutachten> GTU 1521171

1.3 › Geplantes Bauvorhaben

Auf der Strecke 4550 bei Herbertingen ist der Durchlass in km 1,520 zu erneuern. Dabei werden zwei Varianten zur Herstellung des Durchlasses in Betracht gezogen. Der neu zu errichtende Durchlass soll entweder durch den Einbau eines Stahlrohrs im Rohrvertriebsverfahren neben dem Bestandsdurchlass, oder durch einen Ersatzneubau aus Stahlbeton-Fertigteilen in einer Totalspernung in geböschter Baugrube ohne Hilfsbrücke hergestellt werden.

Weitere Angaben zum geplanten Bauwerk lagen gemäß zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht vor.

1.4 › Art und Umfang der Untersuchungen

1.4.1 › Felduntersuchungen

Im November 2021 wurden von der GTU Ingenieurgesellschaft mbH, Hannover, zur Erkundung der Baugrundverhältnisse insgesamt zwei Kleinrammbohrungen (Bohrsondierungen, BS, Ø 80 mm, DIN EN ISO 22475-1, im weiteren als Bohrung bezeichnet) sowie zwei schwere Rammsondierungen (DPH, DIN EN ISO 22476-2) niedergebracht. An allen Erkundungspunkten wurde bis in eine Tiefe von rd. 1,2 m unter Geländeoberkante (GOK) vorgeschachtet.

Eine Übersicht über die durchgeführten Aufschlüsse bietet die nachfolgende Tabelle 1.

Tabelle 1 Baugrunderkundungen

Aufschluss		Datum	Ansatzhöhe [m SO]	Endteufe [m u. GOK]	Endteufe [m SO]
Art	Nr.				
Kleinrammbohrung (BS) DIN EN ISO 22475-1	BS 1	03.11.2021	- 0,5	8,0	- 8,5
	BS 2	03.11.2021	- 0,2	8,0	- 8,2
Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) DIN EN ISO 22476-2	DPH 1	03.11.2021	- 0,5	3,6 ¹⁾	- 4,1
	DPH 2	03.11.2021	- 0,2	4,0 ¹⁾	- 4,2

¹⁾ Abbruch aufgrund Geräteauslastung

Die Ergebnisse der Aufschlüsse (BS, DPH) sind in Anlage 2 graphisch in Form von Bohrprofilen und Sondierdiagrammen dargestellt.

Erneuerung Durchlass km 1,520 Strecke 4550
Baugrund- und Gründungsgutachten> GTU 1521171

Die Ergebnisse der Bohrungen sind als Schichtenverzeichnisse in Anhang A und die Protokolle der schweren Rammsondierungen in Anhang B enthalten.

1.4.2 › Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Die Benennung und die Beschreibung der angetroffenen Bodenarten erfolgt anhand der in situ bzw. der im Labor vorgenommenen Bodenansprache sowie anhand der Ergebnisse der durchgeführten Laborversuche. Dabei werden sowohl die Korngrößenverteilungen als auch das bodenmechanische Verhalten der jeweiligen Bodenarten berücksichtigt.

Aus den Bohrungen, einschließlich Vorschachtungen, wurden gestörte Bodenproben entnommen und im bodenmechanischen Labor der GTU visuell begutachtet.

An ausgewählten, repräsentativen Bodenproben wurden nachfolgende bodenmechanische Laborversuche durchgeführt:

- | | | | |
|---|-----|----------------------|--------------------|
| • | 4 x | Korngrößenverteilung | DIN EN ISO 17892-4 |
| • | 5 x | Wassergehalt | DIN EN ISO 17892-1 |
| • | 1 x | Glühverlust | DIN 18128 |

Die Protokolle der Versuchsergebnisse sind in Anlage 3 zusammengestellt.

1.4.3 › Chemische Analytik

Aus den jeweils separat bis rd. 3,8 m bzw. bis rd. 3,6 m unter GOK entnommenen Bodeneinzelp Proben der zwei Kleinbohrungen wurde aus BS 1 (GP 1 – GP 3) und BS 2 (GP 1 – GP 3) eine Mischprobe (MP 1) gebildet und den Laboratorien Dr. Döring GmbH, Bremen, zwecks chemischer Analytik übergeben. Auftragsgemäß wurden die Mischproben nach LAGA M20 und auf Beton- und Stahlaggressivität untersucht.

2 › Baugrund

2.1 › Geologischer Überblick

Entsprechend der uns vorliegenden geologischen Karten [U1] und [U2] sind in dem zu untersuchenden Bereich lehmig-sandig-kiesige und kalkhaltige Moränenablagerungen bzw. Talauenablagerungen zu erwarten.

Erfahrungsgemäß sind die im Bereich der Bahnanlagen und kreuzender Wege anstehenden oberen Bodenschichten i.d.R. durch Abtragung, Umlagerung und Durchmischung in ihrer ursprünglichen Form verändert und werden oft von künstlichen Auffüllungen unterschiedlicher Dicke und Zusammensetzung bedeckt, die auch Fremdstoffe enthalten können.

2.2 › Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

Eine Übersicht der Laborversuche enthält die Anlage 3.1.

Die Korngrößenverteilungen sind in Anlage 3.2 aufgetragen. Nach kornanalytischer Betrachtung handelt es sich bei den Auffüllungen um tonige, sandige Schluffe und bei den unter den Auffüllungen bis rd. 2,6 m bzw. rd. 3,8 m unter GOK anstehenden bindigen Böden um tonige, sandige Schluffe oder schluffige Sande - Kiese mit tonigen Anteilen. Das bodenmechanische Verhalten wird jedoch durch den tonigen Anteil bestimmt. Demnach ist dieser Boden als schluffiger, sandiger Ton mit teilweisen kiesigen Anteilen zu bezeichnen und bei der Angabe der Bodenart ist der Ton voranzustellen. Die Ergebnisse der Bestimmung der Wassergehalte in der Größenordnung $w_n = \text{rd. } 0,185$ bis $\text{rd. } 0,220$ bestätigen die angesprochene steife bzw. steif-halbfeste Konsistenz des Tones.

Bei den unter den Tonen erbohrten bindigen Böden handelt es sich kornanalytisch um schluffige Sande - Kiese mit schwach tonigen Beimengungen. Aufgrund der bindigen Anteile ist der schluffige Anteil prägend. Es handelt sich somit um einen Schluff mit sandigen, kiesigen und tonigen Anteilen. Der Wassergehalt von $w_n = \text{rd. } 0,155$ deutet auf eine steif-halbfeste Konsistenz hin

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche werden zur Verifizierung der organoleptischen Ansprache in die in Anlage 2 dargestellten Bohrprofile aufgenommen. Die im

Erneuerung Durchlass km 1,520 Strecke 4550
Baugrund- und Gründungsgutachten GTU 1521171

Anhang A beigefügten Schichtenverzeichnisse beinhalten lediglich die unkorrigierte Feldansprache.

2.3 › Beschreibung der angetroffenen Bodenarten

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundungen stehen im Bereich des Bauvorhabens unterhalb der GOK bis in Tiefen von rd. 1,2 m umgelagerte Oberböden (Bodengruppe [UL], [TL]) mit darunter liegenden schluffigen, teilweise kiesigen Tonen (Bodengruppe TL) mit wechselnden Sandanteilen bis rd. 2,6 m bis rd. 3,8 m unter GOK an. Die Tone liegen in steifer bzw. steif-halbfester Konsistenz vor.

Bis zur Endtiefe bis rd. 8,0 m unter GOK stehen kiesige, sandige und tonige Schluffe (Bodengruppe UL) mit steif-halbfester und halbfester Konsistenz an.

2.4 › Vereinfachter Baugrundaufbau

Für die im Rahmen dieses Projekts durchzuführenden erdstatischen Berechnungen kann von dem in Tabelle 2 angegebenen vereinfachten Baugrundaufbau ausgegangen werden.

Tabelle 2 Vereinfachter Baugrundaufbau

bis Tiefe		Bodenart	Lagerungsdichte/ Konsistenz
[m unter GOK]	[m SO]		
1,2	-1,4 bis -1,7	umgelagerte Oberböden ([UL], [TL])	weich-steif, steif - halbfest
2,6 – 3,8	-2,8 bis -4,3	Tone (TL)	steif, steif - halbfest
8,0 Endteufe	- 8,2 bis -8,5	Schluff (UL)	steif - halbfest, halbfest

2.5 › Hydrologische Verhältnisse

Die hydrologischen Verhältnisse werden durch die Grundwasserstände, den Geländeverlauf sowie die anstehenden Bodenarten und deren Schichtenfolge bestimmt.

Während der Aufschlussarbeiten im November 2021 wurde Wasser in einer Tiefe von rd. 4,6 m unter SO angeschnitten. Am Ende der Bohrarbeiten hat sich der Wasserstand bei rd. 4,3 m unter SO eingependelt. Bei dem angetroffenen Wasserstand handelt es sich um Stauwasser.

In und nach Starkniederschlägen und/oder entsprechend nassen Witterungsperioden muss generell mit Stauwasser auf den tonigen Böden bis knapp unter die GOK gerechnet werden.

In einer amtlichen Grundwassermessstelle (Nr. 2002/569-7) aus Unterlage [U4] nahe des Durchlasses wurde ein Grundwasserstand bei 538,51 m NN bei einer Geländeoberkante von rd. 548 m NN gemessen, sodass sich ein Grundwasserstand von rd. 9,5 m GOK ergibt. In Bezug auf die Bohrungen ergibt sich somit bei einer angenommenen Geländeoberkante von rd. 561 m NN ein Grundwasserstand von mehr als 20 m unter GOK.

Das Baugebiet liegt außerhalb von Überschwemmungsgebieten.

3 › Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse

3.1 › Bautechnische Eigenschaften und bodenmechanische Kennwerte

Für die im Rahmen der vorliegenden Baumaßnahme ggf. durchzuführenden erdstatischen Berechnungen können die in Tabelle 3 angegebenen charakteristischen Werte der bodenmechanischen Kennwerte zugrunde gelegt werden.

Tabelle 3 Bodenmechanische Kenngrößen (charakteristische Werte)

Bodenart	Lagerungs- dichte / Konsistenz	Wichte		Scherparameter			Steife- modul $E_{s,k}$ [MN/m ²]
		γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	c_u [kN/m ²]	ϕ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	
umgelagerter Oberboden [UL], [TL]	weich-steif,	19	9	60 - 80	27,5	2 - 4	4 - 6
	steif - halbfest	19	9	80 - 120	27,5	4 - 6	8 - 10
Tone TL	steif	19	9	80 - 100	25	8 - 10	6 - 8
	steif - halbfest	19	9	80 - 120	25	10 - 15	8 - 10
Schluffe UL	steif - halbfest	20	10	80 - 120	27,5	4 - 6	8 - 10
	halbfest	20	10	120 - 140	27,5	6 - 8	10 - 12

Die Festlegung der Bodenkennwerte erfolgt anhand der in situ vorgenommenen Bodenansprache, der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche bzw. deren Bewertung. Gleichzeitig werden die Erfahrungen mit vergleichbaren Bodenarten berücksichtigt.

Die angegebenen Steifemoduli gelten für den Spannungsbereich von $50 \leq \sigma_{E,k} \leq 250$ kN/m². Anhand zusätzlicher Erkenntnisse bzw. abweichender Spannungen können sich Änderungen in den anzusetzenden Kennwerten ergeben.

3.2 › Homogenbereiche

Zur bautechnischen Klassifizierung und zur Beurteilung der angetroffenen Bodenarten hinsichtlich der Erd- und Gründungsarbeiten sind in Tabelle 4 die Bodengruppen nach DIN 18 196 und die Homogenbereiche nach DIN 18 300 (Erdarbeiten), DIN 18304 (Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten) und DIN 18 319 (Rohrvortriebsarbeiten) angegeben. Bei der Einteilung in Homogenbereiche werden sowohl die bodenmechanischen Laborversuche als auch die bodenmechanischen Kenngrößen berücksichtigt.

Eine zusammenfassende Übersicht der Homogenbereiche mit der Angabe ihrer Eigenschaften und Kennwerte ist in der Anlage 4 dargestellt. Bei den aufgeführten Eigenschaften und Kennwerten handelt es sich nicht um charakteristische Kennwerte für Berechnungen, sondern um Spannbreiten, die zur Abschätzung der Bearbeitbarkeit der angetroffenen Bodenschichten verwendet werden können.

Tabelle 4 Bodengruppen und Homogenbereiche

Bodenart	Bodengruppe nach DIN 18 196	Homogenbereich		
		DIN 18 300	DIN 18304	DIN 18319
umgelagerter Oberboden	[UL], [TL]	Erd-1	RRP-1	Rohr-1
Ton	TL	Erd-2	RRP-2	Rohr-2
Schluff	UL	Erd-3	RRP-3	-

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Böden stark wasserempfindlich sind und bei Wasserzutritt und dynamischer Beanspruchung, z.B. durch den Baubetrieb, zum Aufweichen neigen.

Für Erdarbeiten wird eine annähernd gleiche Leistungsaufwendung für das Lösen, Laden und Transportieren angenommen. Sollte ein Wiedereinbau vorgesehen werden, müssen die Homogenbereiche unter Berücksichtigung der Wiederverwendbarkeit und Verdichtbarkeit weiter aufgeteilt werden.

Die Böden im Homogenbereich RRP-1 sind mittelschwer bis schwer rammbar. In dem Homogenbereich RRP 2 ist aufgrund der Konsistenz von einer mittelschweren bis schweren

Rammpbarkeit auszugehen. Im Homogenbereich RRP 3 ist eine sehr schwere Rammpbarkeit anzunehmen. Obwohl während der Erkundungsarbeiten nicht angetroffen, ist in den Tonen mit dem Auftreten von Steinen und Geröllen bis hin zu Findlingen zu rechnen, die eine Rammung erschweren und sogar zum Stillstand führen können.

Die beschriebene Rammpbarkeit beruht auf Erfahrungswerten und schließt die Einschätzungen und Erfahrungen von Fachfirmen bei der Durchführung von Rammparbeiten in ähnlichen Böden nicht aus. Für die Auswahl der Rammgeräte und des Rammgutes sind Fachfirmen heranzuziehen und Proberammungen auszuführen.

3.3 › Untersuchung auf beton- und stahlangreifende Eigenschaften

Die Auswertung der erstellten Bodenmischprobe ergaben für die MP 1 eine geringe Wahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion sowie eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion. Die untersuchte Probe MP 1 ist als nicht betonangreifend zu bewerten.

3.4 › Untersuchung nach LAGA

Die Mischprobe MP 1 wurde von Laboratorien Dr. Döring, Bremen, umweltchemisch analysiert. Der Prüfbericht mit den detaillierten Analyseergebnissen ist als Anhang C beigelegt. Die Bewertung der Untersuchungsergebnisse erfolgt nach den Zuordnungswerten für Boden und Bauschutt der LAGA M 20.

Das Bodenmaterial weist keine erhöhten Schadstoffkonzentrationen auf, sodass eine Einordnung in die Zuordnungsgruppe Z 0 erfolgen kann. Das Material kann somit uneingeschränkt verwertet werden.

4 › Folgerungen, Empfehlungen, Hinweise

4.1 › Gründungsempfehlung - Allgemeines

Durchlässe unter einer Eisenbahnstrecke werden aufgrund des Einflusses auf die Standsicherheit des Fahrweges nach Handbuch EC7-1¹ grundsätzlich in die Geotechnische Kategorie GK2 - Baumaßnahme mit normalem Schwierigkeitsgrad – eingestuft.

Der neu zu errichtende Durchlass soll entweder durch den Einbau eines Stahlrohrs im Rohrvertriebsverfahren neben dem Bestandsdurchlass, oder durch einen Ersatzneubau aus Stahlbeton-Fertigteilen in einer Totalsperrung in geböschter Baugrube ohne Hilfsbrücke hergestellt werden. Weitere Informationen zur geplanten Baumaßnahme liegen zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht vor.

4.2 › Rohrvortrieb

4.2.1 › Anforderungen

Für Rohrleitungen bzw. Querungen gilt nach Ril 836, Modul 836.4501 und für einzusetzende Bauprodukte Modul 836.0101.

In Modul 836.4501 sind entsprechende Anforderungen aufgeführt. Grundsätzlich sind bei Rohrleitungen/ Querungen unter Gleisen nach Modul 836.4502 folgende Anforderungen an die Überdeckung $h_{\bar{u}}$ (OK Rohr OK Schwelle) bzw. an die Überdeckung h_e (OK Rohr ... Planum) einzuhalten:

für Rohre $d_a \geq 1000$ mm:	$h_{\bar{u}} \geq 1,50$ m	(Forderung)
für Rohre $d_a < 1000$ mm:	$h_{\bar{u}} \geq 1,50$ m	(Empfehlung)
	$h_B \geq 1 \times d_a$ und $h_B \geq 0,5$ m	(Forderung bei biegesteifen Rohren)
	$h_B \geq 2 \times d_a$ und $h_B \geq 0,5$ m	(Forderung bei nicht biegesteifen Rohren)

Für den gutachterlicherseits zu empfehlendem Einsatz von Rohrvortriebsverfahren gilt zusätzlich:

$$h_B \geq 2 \times d_a \quad (\text{Rohr-Außendurchmesser})$$

¹ Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik (DIN EN 1997-1)

Erneuerung Durchlass km 1,520 Strecke 4550
Baugrund- und Gründungsgutachten GTU 1521171

Bei einer Überdeckung von 1,5 m bis 2 m liegt der Bereich des Rohrvortriebes in den steif – bzw. steif – halbfesten Tonen.

Hinsichtlich des Abstandes zu vorhandenen Bauwerken bzw. Fundamenten von Oberleitungsmasten sind die Hinweise der Ril 836 Modul 4501 Bild 1 zu beachten.

Für die Durchführung der Rohrvortriebsarbeiten sind die Ausführungen der Ril 836.4505 Kap. 3, der DIN 18 319 sowie das Arbeitsblatt ATV A 125 und A 161 zu beachten.

Rohrvortriebe sind ohne Unterbrechung durchzuführen. Bodeneinbrüche am Ende des Vortriebes sind durch eine Abstützung gegen die Ortbrüst bei vorherigem Anlegen der Start- und Zielgrube zu vermeiden. Am umgebenden Erdkörper dürfen keine Verformungen auftreten. Zum Einbau der Rohre sind ausschließlich steuerbare Verfahren mit Bodenentnahme anzuwenden, z.B. Tunnelbau im Pilotrohr – Vortrieb, mit und ohne Grundwasser.

Bei dem Rohrvortrieb ist nach dem Verfahren von SCHERLE (1977) bei einem Rohrdurchmesser von bis zu 800 mm mit zu erwartenden Setzungen von bis zu rd. 1 cm zu rechnen. Die Setzungsmulden können sich dabei über eine Länge von rd. 3 m bis 4 m ausbilden.

Beim gewählten Vortriebsverfahren ist zu gewährleisten, dass durch das Bohrverfahren über den Bohrdurchmesser hinaus keine weiteren Hohlräume im Bereich des Gleisuntergrundes hervorgerufen werden. Zur Gewährleistung des sicheren Bahnbetriebs sind die Gleise im Rahmen einer Beweissicherung während der Rohrvortriebsarbeiten regelmäßig geodätisch zu kontrollieren.

Bei der Querung von Gleisen sind die Grenzwerte der zulässigen Gleislageänderungen vor Beginn der Arbeiten durch den zuständigen Fachdienst der DB mitzuteilen. Vor, während und nach den Vortriebsarbeiten ist die Gleislage bis zum Abklingen der Setzungen vermessungstechnisch zu überwachen. Nachstopfungen sind nicht auszuschließen.

4.2.2 › Sicherung von Start- und Zielgruben

Sofern es die Platzverhältnisse zulassen, und die Start- und Zielbaugrube außerhalb des Druckbereiches der Eisenbahnverkehrslasten (außerhalb Sicherungsbereich 2 bzw. 3) liegen können die Baugruben grundsätzlich geböscht ausgeführt werden.

Bei der Böschungsherstellung sind die Vorgaben der DIN 4124 uneingeschränkt zu beachten. Die Standsicherheit von Baugrubenwänden ist in allen Bauzuständen und unter allen Witterungsbedingungen zu gewährleisten. Unbelastete Baugruben-böschungen (bis maximal 5 m Höhe, über Grundwasser) können nach DIN 4124:2012-01 mit abgeböschten Wänden hergestellt werden. Ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit darf hierbei ein Böschungswinkel von 45° nicht überschritten werden.

Parallel zu den Grubenwänden ist ein mind. 0,6 m breiter, waagerechter Schutzstreifen vorzusehen. Dieser ist während des gesamten Offenstehens von Aushub, Maschinen, Baumaterial o.ä. lastfrei zu halten.

Gemäß DIN 4124 sind frei abgeböschte Graben- und Grubenwände vollflächig und überlappend mit witterungsbeständigen Planen/Folien während des gesamten Offenstandes gegen nachteilige Witterungseinflüsse (Niederschlag, Austrocknung, Frost) zu schützen.

In und nach niederschlagsreichen Jahreszeiten ist mit Stauwasser zu rechnen. Zur Fassung und Ableitung von Stau- und Niederschlagswasser ist eine offene Wasserhaltung mit Pumpensümpfen vorzusehen. Anfallendes Oberflächenwasser ist so abzuführen, dass die Standsicherheit der Böschungen nicht beeinträchtigt wird. Der Sicherheitsabstand von Fahrzeugen zur Böschungskante ist gemäß DIN 4124 einzuhalten.

Es wird darauf hingewiesen, dass für die Entnahme und Einleitung von Wasser eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich ist. In diesem Zusammenhang sollte möglichst frühzeitig Kontakt zu den Genehmigungsbehörden hergestellt werden, um im Vorfeld der Genehmigungsanträge gegebenenfalls erforderliche zusätzliche Untersuchungen bzw. Untersuchungsparameter mit der Behörde abzustimmen

Steht nicht genügend Raum zur Verfügung, um die Baugruben unter Einhaltung der Vorgaben der DIN 4124 frei abgebösch zu erstellen oder liegen sie im Sicherungsbereich 2 bzw. 3, so sind die betreffenden Baugrubenwände zu verbauen.

Erneuerung Durchlass km 1,520 Strecke 4550
Baugrund- und Gründungsgutachten GTU 1521171

Die Nachweise für den Baugrubenverbau sind für alle maßgebenden Bauzustände und Lastfälle gesondert zu erbringen. Für die Bemessung erforderlicher Baugrubenverbauten sind die bodenmechanischen Kenngrößen entsprechend Kapitel 3.1 sowie für die Ausführung eines verformungsarmen Verbaus der erhöhte aktive Erddruck anzusetzen. Dieser ist in Abhängigkeit von den zulässigen Verformungen des Verbaus entsprechend den Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ EAB, 6. Auflage 2021 zu berücksichtigen.

Auf die Empfindlichkeit der in der Aushubsohle anstehenden Tone gegenüber Wasserezutritt und dynamischen Beanspruchungen wird nochmals ausdrücklich hingewiesen. Die Aushubsohle darf nicht mit schwerem Gerät befahren werden. Weiche bzw. durch den Baubetrieb aufgeweichte Böden sind durch Magerbeton zu ersetzen.

4.3 › Flachgründung Stahlbeton-Fertigteil

4.3.1 › Bemessung

Bei der geplanten Erneuerung des Durchlasses in Form eines Stahlbetonvollrahmens als Fertigteil kann die Gründung flach in frostfreier Tiefe $\geq 0,8$ m erfolgen.

Bei einer nach RIL 836.4502, Punkt (5) empfohlenen Überdeckungshöhe des Durchlass-Bauwerkes von mindestens 1,5 m unter Schienenoberkante (SO) und einer angenommenen Bauwerkshöhe von rd. 1,2 m (2 x 30 cm Beton und 0,6 m lichte Höhe) ergibt sich damit eine voraussichtliche Gründungssohle von rd. 2,7 m unter SO. In dieser Tiefe stehen steife Tone bzw. steif bis halbfeste Schluffe an.

Zur Vereinheitlichung der Baugrundverhältnisse wird je nach Tiefenlage der Gründung unter der Sohlplatte der Einbau einer Bodenaustauschschicht von $d \geq 0,3$ m empfohlen. Gegebenenfalls auftretende weiche oder aufgeweichte Schichten müssen vollständig ausgetauscht werden.

Als Bodenaustauschmaterial kann ein grobkörniges Material der Körnung 0/32 verwendet werden, das lagenweise ($d \leq 0,3$ m) mit einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 1,0$ einzubauen ist. Bei einem Bodenaustausch ist ein Lastausbreitungswinkel von $\alpha = 45^\circ$ ab Fundamentaußenkante zu berücksichtigen. Alternativ kann der Austausch mit Magerbeton erfolgen.

Die Aushubsohle ist sorgfältig mit schwerem Gerät statisch nachzuverdichten.

Erneuerung Durchlass km 1,520 Strecke 4550
Baugrund- und Gründungsgutachten> GTU 1521171

Bei einer Flachgründung resultiert die Höhe des Bemessungswertes des Sohlwiderstandes aus der Forderung einer ausreichenden Sicherheit gegen Grundbruch sowie der Einhaltung zulässiger Setzungen. Zur Vorbemessung wurden Grundbruchberechnungen gemäß DIN 1054:2010 nach dem Teilsicherheitskonzept für die Bemessungssituation BS-P (persistent situations) im Grenzzustand GEO2 für mittige und lotrechte Belastungen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 5 zusammengefasst. Dabei wurde von einer Fundamentlänge von rd. 6 m ausgegangen und die Fundamentbreite variiert. Darüber hinaus wurde der maximale Bemessungswert des Sohlwiderstandes unter Zugrundelegung der zu erwartenden Lasten auf $\sigma_{R,d} = 200 \text{ kN/m}^2$ festgesetzt.

Tabelle 5 Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$

Fundamentbreite in m (Einbindetiefe 0,8 m)	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ in kN/m^2 (rechnerische Setzungen in cm)
	Länge: 6,0 m
1,5	200 (1,0)
2,0	200 (1,2)
2,5	200 (1,4)
ACHTUNG - Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohlrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.	

Die rechnerischen Setzungen bei Ausnutzung der in Tabelle 5 angegebenen Bemessungswerte des Sohlwiderstandes sind ebenfalls in den o.g. Tabellen enthalten (Werte in Klammern). Demnach ist bei voller Ausnutzung des angegebenen Bemessungswertes des Sohlwiderstandes mit Setzungen von bis zu $s < 1,5 \text{ cm}$ zu rechnen. Mögliche Setzungsdifferenzen werden mit $\Delta s \leq 0,5 \text{ cm}$ abgeschätzt. Die Setzungen und Setzungsdifferenzen sind unter Berücksichtigung der Tragwerksplanung auf ihre Unschädlichkeit zu prüfen.

Für die endgültigen Lasten sind im Rahmen der Ausführungsplanung unter Berücksichtigung außermittiger und/oder schräger Belastungen die Nachweise in den Grenzzuständen GEO2 sowie SLS nach EC7-1 und DIN 1054 zwingend erforderlich.

Für die Bemessung eines durchgehend bewehrten Fundamentes kann unter der Annahme der oben angegebenen Bauwerksabmessungen, Belastungen und Setzungen ein Bettungsmodul von $k_s = 10\text{--}14 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden.

Erneuerung Durchlass km 1,520 Strecke 4550
Baugrund- und Gründungsgutachten GTU 1521171

Der Bettungsmodul k_s ist keine Bodenkonstante, sondern eine Kenngröße zur Beschreibung der Nachgiebigkeit der Bodenoberfläche unter einer Flächenlast. Der Bettungsmodul ist u.a. von den tatsächlichen Lasten, den geometrischen Randbedingungen sowie der Schichtung des Baugrunds abhängig.

Die ermittelten Verformungen des Baugrundes und der Bodenplatte sind hinsichtlich Plausibilität zu prüfen. Auf der Grundlage dieser Prüfung sind die anzusetzenden Bettungsmoduln gegebenenfalls anzupassen.

Die Berechnung ist jeweils für den oberen und den unteren Wert durchzuführen und die Bemessung der Bodenplatte für den jeweils ungünstigeren Wert vorzunehmen.

4.3.2 › Ausführung mit geböschter Baugrube

Nach den vorliegenden Unterlagen soll die Variante des Ersatzneubaus des Durchlasses als Betonfertigteile in einer Totalsperrung mit geböschter Baugrube ohne Hilfsbrücke eingebaut werden. Für die Herstellung und Trockenhaltung der Baugrube gelten entsprechend die Anmerkungen des Kapitels 4.2.2.

4.3.3 › Bauwerkshinterfüllung

Die Bauwerkshinterfüllungen sind gemäß Richtlinie 836 Modul 836.4106 auszuführen. Entsprechend der im Bild 7 im Anhang zum oben genannten Modul dargestellten Übersicht ist die Hinterfüllung für den Schotteroberbau in Abhängigkeit von der Entwurfsgeschwindigkeit der jeweiligen Gleise auszubilden. Bei der Herstellung der Übergänge zwischen Erd- und Kunstbauwerken sind an die Ausbildung der Hinterfüllbereiche besondere Anforderungen zu stellen. Die Angaben der Ril 836.4106 sind zu berücksichtigen. Setzungen am Übergangsbereich sind grundsätzlich zu vermeiden.

Bei Verwendung von grobkörnigen Böden nach Modul 836.4106, Bild 2 sind die Hinterfüllungen/Überschüttungen lagenweise ($d \leq 0,3 \text{ m}$) herzustellen und mit geeignetem Gerät auf $D_{pr} \geq 1,0$ zu verdichten.

Erneuerung Durchlass km 1,520 Strecke 4550
Baugrund- und Gründungsgutachten> GTU 1521171

Mit dem Aushub fallen überwiegend Böden der Homogenbereiche Erd-1 und Erd-2 an, die für die Bauwerkshinterfüllung nicht geeignet sind.

5 › Hinweise und Empfehlungen

Es gelten nur die zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung gültigen Normen „Weißdruck“ bzw. der „Stand der Technik“.

Das Gutachten gilt nur für den vorliegenden Planungsstand. Planungsänderungen sind dem Gutachter mitzuteilen. Sondervorschläge, gründungstechnische Detailfragen und Planungsänderungen sind im Rahmen einer zusätzlichen Begutachtung bzw. geotechnischen Beratung zu prüfen bzw. zu beurteilen.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei den durchgeführten Baugrunderkundungen nur um punktuelle Aufschlüsse handelt. Sie lassen für zwischenliegende Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zu. Es ist daher nicht auszuschließen, dass kleinräumig Abweichungen von den beschriebenen Baugrundverhältnissen vorliegen können, die dem Gutachter umgehend anzuzeigen sind. Die Einbauempfehlungen sind dann ggf. entsprechend anzupassen.

Für die Erdarbeiten sind generell die Bestimmungen der ZTV E-StB 17 bzw. der RIL 836 zu beachten.

Zur Prüfung und Bestätigung der in vorliegendem Gutachten enthaltenen Angaben sollten die Gründungsarbeiten durch den Gutachter begleitet werden.

Der Bericht gilt für den vorliegenden Planungsstand. Planungsänderungen sowie weitere technische Detailfragen sind im Rahmen einer Gründungsberatung zu prüfen und zu beurteilen.

Hannover, 27.06.2022

GTU Ingenieurgesellschaft mbH

gez. ppa. Dipl.-Ing. Andreas Tröger
Abteilungsleiter Geotechnik

gez. i.A. Aileen Schubert, M.Sc.
Projektingenieurin

Erneuerung 4 Durchlässe, Strecke 4550 DL km 001,520 ERNG DLDL
G.016267039 ERNG Durchlass BW 1 Herbertingen – Isny
Baugrund- und Gründungsgutachten › GTU 1521171

Anlage 1

Pläne

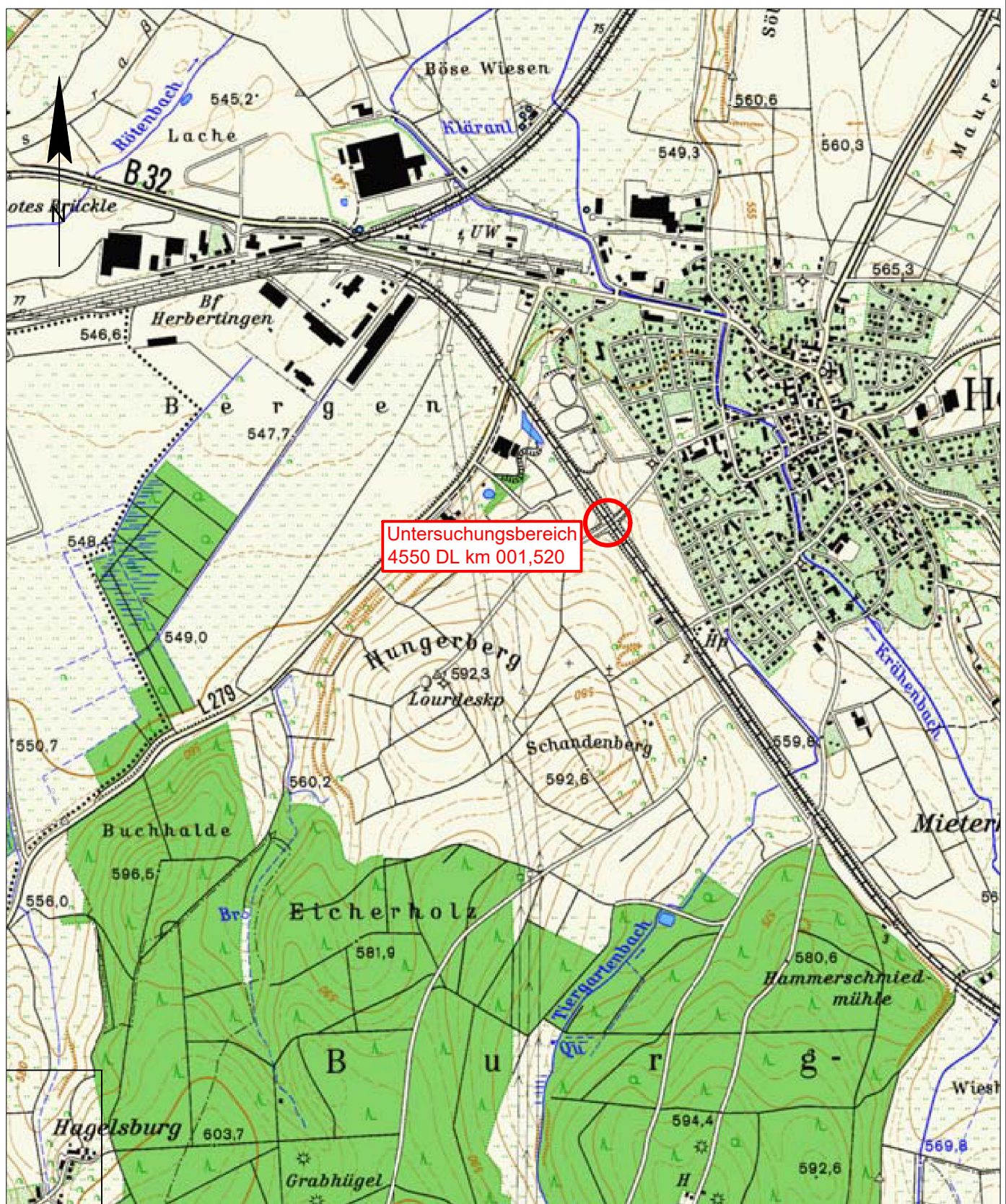
- | | |
|------------|---|
| Anlage 1.1 | Übersichtskarte |
| Anlage 1.2 | Lageplan mit Ansatzpunkten der
Baugrundaufschlüsse |

Übersichtskarte

GTU
 INGENIEURGESELLSCHAFT

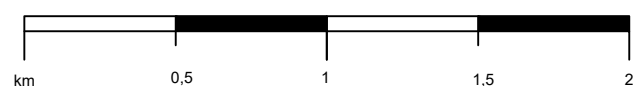
Projekt: 4550 DL KM 001,520 ERNG DLDL
 ERNG Durchlass BW1 Herbertingen - Isny
 Baugrund- und Gründungsgutachten

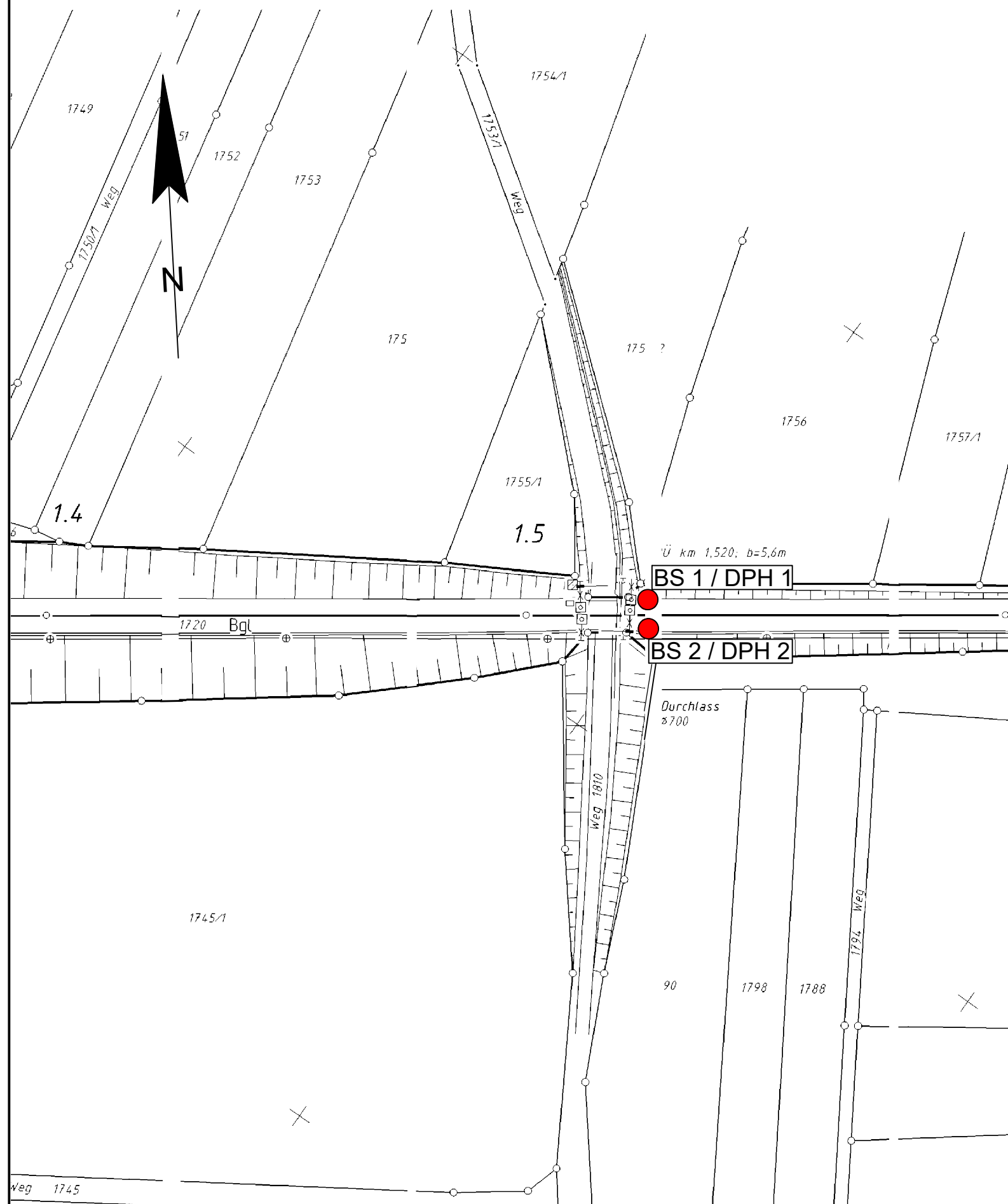
GTU 1521171



Kartengrundlage:
 MagicMaps Tour Explorer 25 Deutschland, Version 8
 © 2016 MagicMaps GmbH

ohne Maßstab





Legende

BS / DPH



Kleinbohrung / Schwere Rammsondierung

GTU
Ingenieurgesellschaft

GTU Ingenieurgesellschaft mbH
Sahlkamp 149
30179 Hannover
Tel.: 0511 / 90899 - 0; Fax: -25
e-mail: gtu.hannover@gtu-online.de

Datum Name

bearbeitet 03/2022 Träger

gezeichnet 03/2022 Alshiz

geprüft:

Auftraggeber:

DB Netz AG
Region Südwest
Schwarzwaldstraß 86
76137 Karlsruhe

Anlage 1.2

Blatt-Nr.: 1/1

GTU 1521171

Datum Zeichen

nachgeprüft

Erneuerung 4 Durchlässe
4550 DL KM 001,520 ERNG DLDL
G.016267039
ERNG Durchlass BW 1 Herbertingen - Isny
Baugrund- und Gründungsgutachten

Lageplan mit Ansatzpunkten
der Baugrundaufschlüsse

Maßstab 1 : 1000

Erneuerung 4 Durchlässe, Strecke 4550 DL km 001,520 ERNG DLDL
G.016267039 ERNG Durchlass BW 1 Herbertingen – Isny
Baugrund- und Gründungsgutachten › GTU 1521171

Anlage 2

Darstellung der Baugrundaufschlüsse

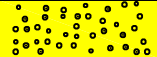
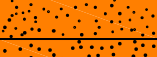
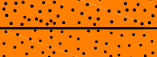
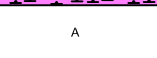
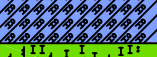
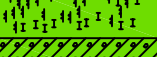
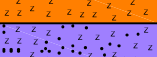
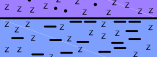
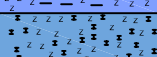
Legende der verwendeten Kurzzeichen und Signaturen

nach DIN EN ISO 14688-1, DIN EN ISO 14689-1 und DIN 4023:2006-02

GTU

INGENIEURGESELLSCHAFT

Kurzzeichen, Zeichen und Farbkennzeichnungen nach DIN 4023

Benennung		Kurzzeichen		Zeichen
Bodenart	Beimengungen			Zeichen
KIES	kiesig	G	g	
Grobkies	grobkiesig	gG	gg	
Mittelkies	mittelkiesig	mG	mg	
Feinkies	feinkiesig	fG	fg	
SAND	sandig	S	s	
Grobsand	grobsandig	gS	gs	
Mittelsand	mittelsandig	mS	ms	
Feinsand	feinsandig	fS	fs	
Schluff		U	u	
Ton		T	t	
Torf, Humus		H	h	
Mudde		F		
Auffüllung		A		A
Steine		X	x	
Mutterboden		Mu		Mu
Geschiebelehm		Lg		
Geschiebemergel		Mg		
Löß		Lö		
Lößlehm		Löl		
Klei, Schlick		Kl		
Sandstein		Sst		
Tonstein		Tst		
Mergelstein		Mst		
Kalkstein		Kst		

Grundwasserstände und Probenarten

▼ NN +118.0
22.11.02

Ruhewasserstand in einem
ausgebauten Bohrloch

▼ 118.0
(22.11.02)

Grundwasserstand nach
Beendigung der Bohrung

▽ 118.0
(22.11.02)

Grundwasseroberfläche am
22.11.02 in 118,0 m unter Gelände
angebohrt

↑ 118.0
(22.11.02)

Anstieg des Grundwassers

Konsistenz des Bodens nach DIN 4023

	klüftig
	fest
	halbfest - fest
	halbfest
	steif - halbfest
	steif
	weich - steif
	weich
	breiig - weich
	breiig

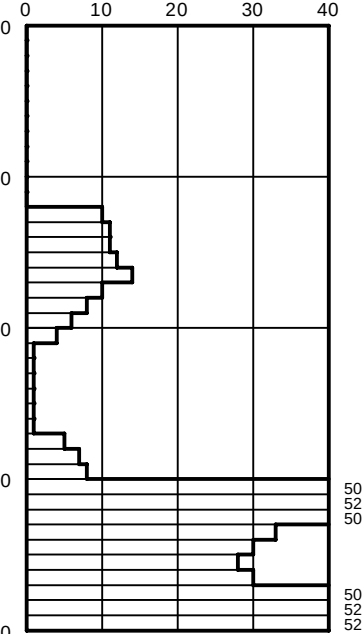
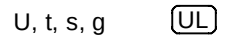
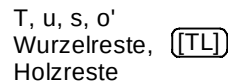
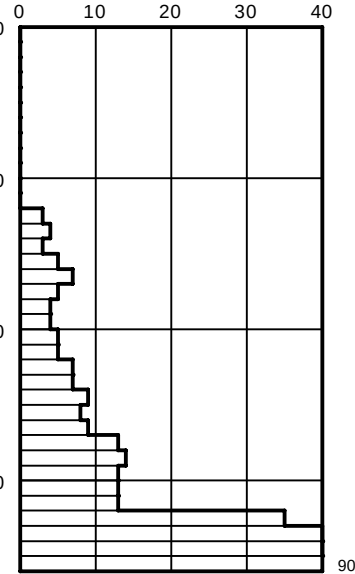
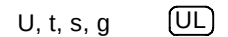
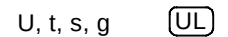
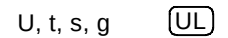
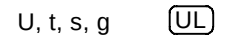
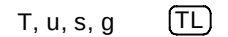
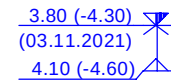
Hauptanteile werden mit großen, Nebenteile mit kleinen Buchstaben aufgeführt

Beispiel: Umfang bzw. Einfluß des Nebenteils

s* (stark sandig), s (sandig), s' (schwach sandig)

Beispiel für Benennung:

fS, ms*, g, u' (Feinsand, stark mittelsandig, kiesig, schwach schluffig)



GTU
Ingenieurgesellschaft

GTU Ingenieurgesellschaft mbH
Sahlkamp 149
30179 Hannover
Tel.: 0511 / 90899 - 0; Fax: -25
e-mail: [gtu.hannover\(at\)gtu-online.de](mailto:gtu.hannover(at)gtu-online.de)

	Datum	Name
bearbeitet	03/2022	Schubert
gezeichnet	03/2022	Alshiz

geprüft:

Auftraggeber:

DB Netz AG
Region Südwest
Schwarzwaldstraße 86
76137 Karlsruhe

Anlage	2
Blatt-Nr.:	1/1
GTU	1521171

Datum	Zeichen
-------	---------

Erneuerung 4 Durchlässe
4550 DL km 001,520 ERNG DLDL
G.016267039
ERNG Durchlass BW1 Herberlingen - Isny

nachgeprüft		
-------------	--	--

Darstellung der Baugrundaufschlüsse

Maßstab in der Höhe: M 1 : 50

Erneuerung 4 Durchlässe, Strecke 4550 DL km 001,520 ERNG DLDL
G.016267039 ERNG Durchlass BW 1 Herbertingen – Isny
Baugrund- und Gründungsgutachten › GTU 1521171

Anlage 3

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

Anlage 3.1 Übersichtstabelle

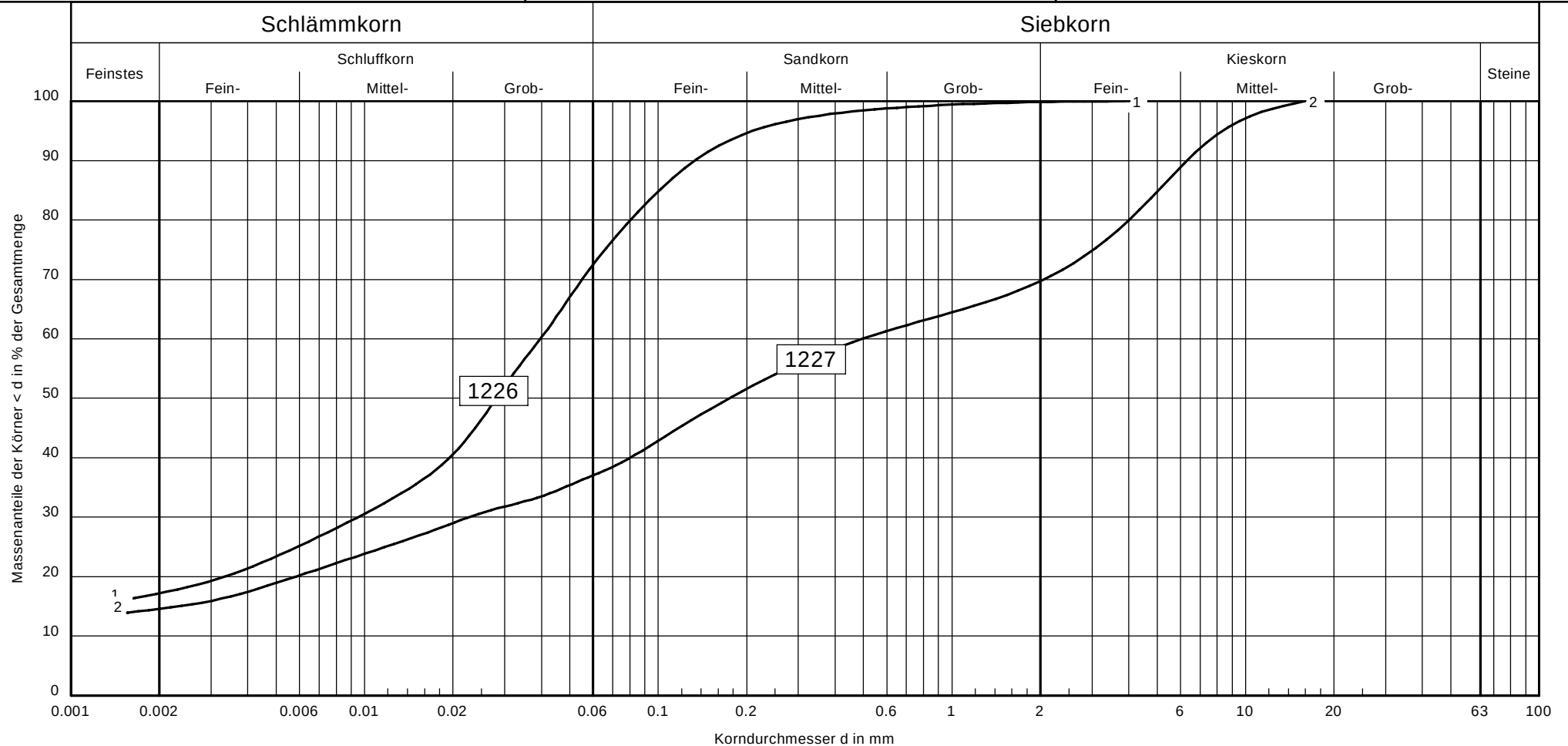
Anlage 3.2 Korngrößenverteilungen

[illegible]

Datum: 11.03.2022

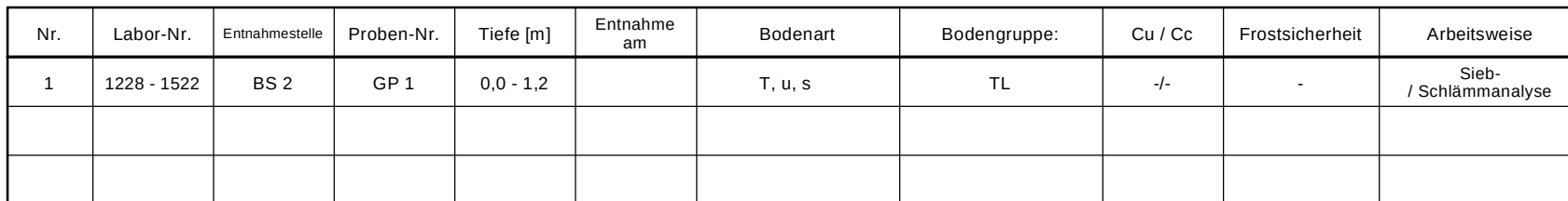
nach DIN EN ISO 17892-4

GTU
Ingenieurgesellschaft

[illegible]

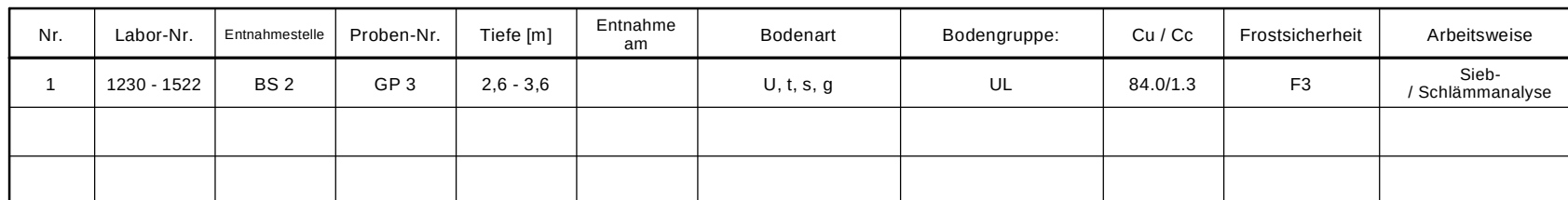
Datum: 11.03.2022

nach DIN EN ISO 17892-4



Datum: 11.03.2022

nach DIN EN ISO 17892-4



Erneuerung 4 Durchlässe, Strecke 4550 DL km 001,520 ERNG DLDL
G.016267039 ERNG Durchlass BW 1 Herbertingen – Isny
Baugrund- und Gründungsgutachten › GTU 1521171

Anlage 4

Homogenbereiche

Anlage 4.1 Übersichtstabelle

Anlage 4.2 Körnungsbänder

Übersicht Homogenbereiche

Eigenschaften und Kennwerte



Projekt: 4550 DL KM 001,520 ERNG DLDL

GTU 1521171

Eigenschaften / Kennwerte		Erd-1 RRP-1 Rohr-1	Erd-2 RRP-2 Rohr-2	Erd-3 RRP-3
Ortsübliche Bezeichnung	[-]	umgelagerter Oberboden	Ton	Schluff
Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17892-4	[-]	Anlage 4.2.1	Anlage 4.2.2	Anlage 4.2.3
Anteil Steine und Blöcke DIN 14688-2	[%]	< 5 ¹⁾	< 5 ¹⁾	< 5 ¹⁾
Wichte im feuchten Zustand ²⁾ DIN 18125-1 oder -2	[kN/m ³]	18 - 20	18 - 20	19 - 21
Kohäsion ²⁾ DIN 18137-1 bis -3	[kN/m ²]	2 - 6	8 - 15	4 - 8
Undränierete Scherfestigkeit ²⁾ DIN 18137, DIN 18136, DIN 4094-4	[kN/m ²]	60 - 120	80 - 120	80 - 140
Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1	[%]	15 - 30	15 - 25	10 - 20
Konsistenz DIN EN ISO 17892-12	[-]	I _C = 0,60 - >1,0 weich - steif, steif - halbfest	I _C = 0,75 - >1,0 steif, steif - halbfest	I _C = 0,75 - >1,0 steif - halbfest, halbfest
Plastizität ²⁾ DIN EN ISO 17892-12	[%]	w _L = 10 - 35 I _P = 8 - 25	w _L = 15 - 35 I _P = 8 - 25	w _L = 10 - 35 I _P = 5 - 12
Lagerungsdichte DIN 14688-2	[-]	-	-	-
Organischer Anteil ²⁾ DIN 18128	[%]	< 2 ²⁾	< 2 ²⁾	< 2 ²⁾
Abrasivität ²⁾ NF P18-579	[g/t]	0 - 500	0 - 500	0 - 500
Bodengruppe DIN 18196	[-]	[UL], [TL]	TL	UL

¹⁾ Abgeschätzter Wert, höhere Anteile sind nicht auszuschließen

²⁾ kein Laborversuch durchgeführt, sondern aus Erfahrungswerten abgeschätzt

GTU 1521171
4550 DL KM 001,520
ERNG DLDL
Anlage 4.2.1

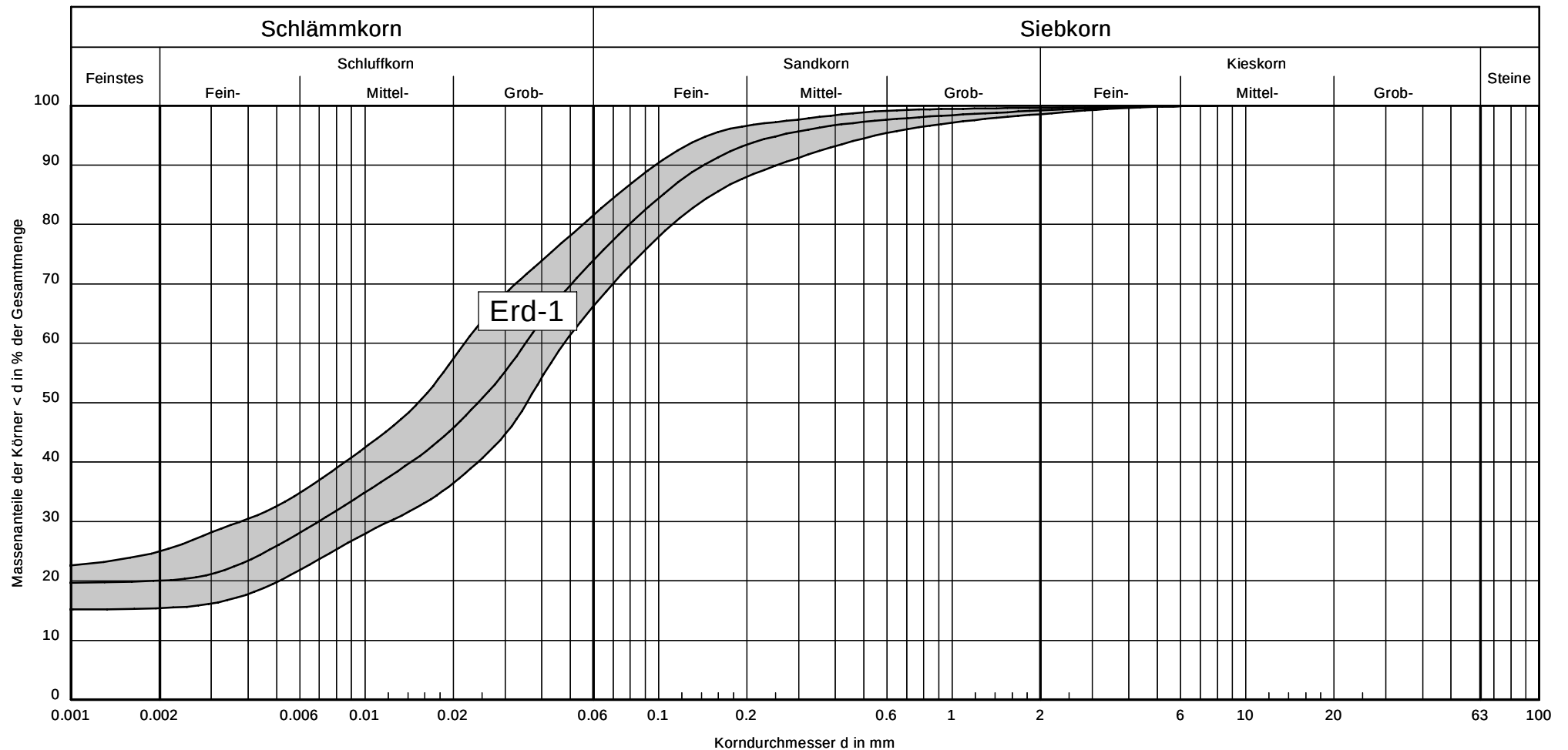
Bearbeiter: AS

Datum: 15.03.2022

Körnungsband

Homogenbereich Erd-1
umgelagerter Oberboden

GTU
Ingenieurgesellschaft



GTU 1521171
4550 DL KM 001,520
ERNG DLDL
Anlage 4.2.2

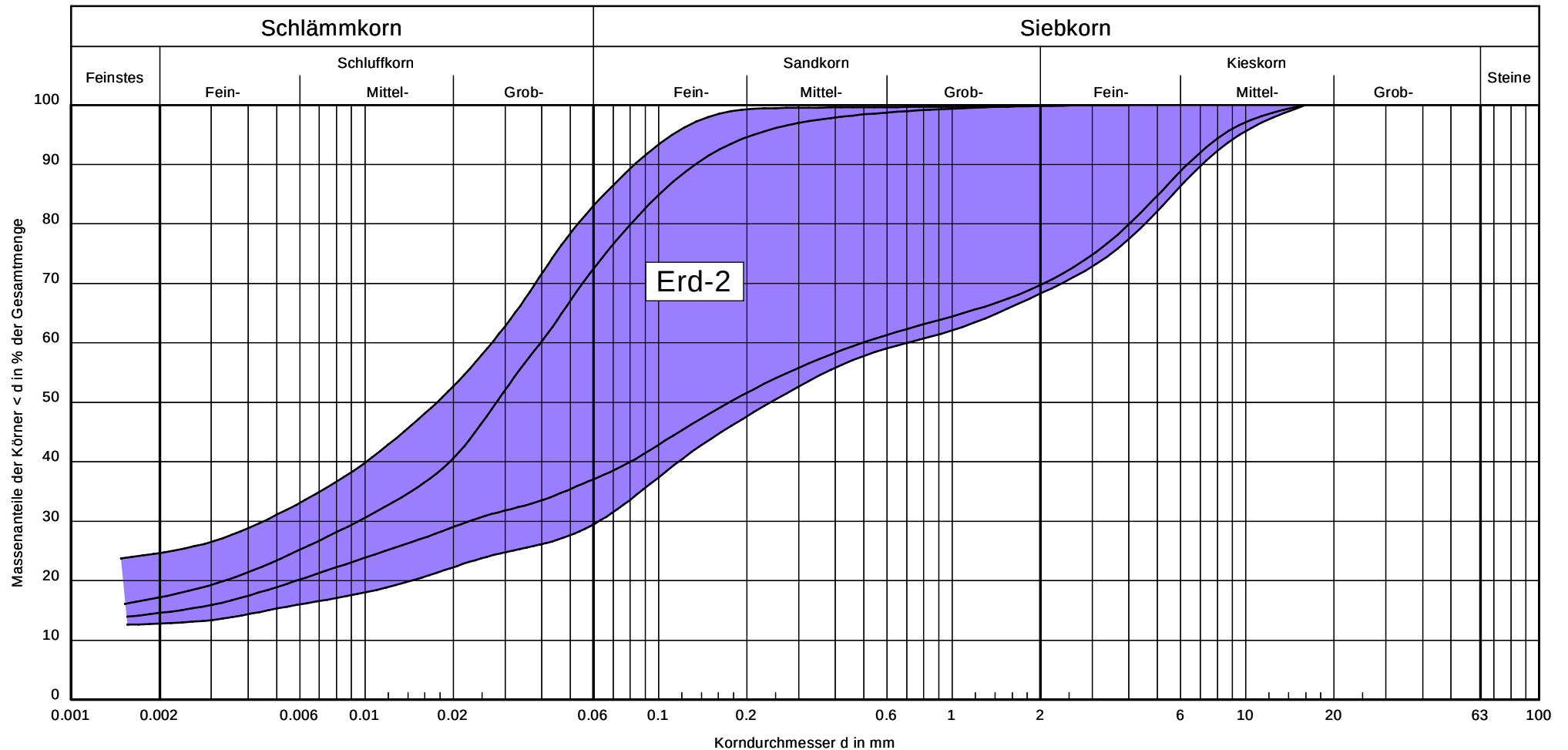
Bearbeiter: AS

Datum: 15.03.2022

Körnungsband

Homogenbereich Erd-2
Ton

GTU
Ingenieurgesellschaft



GTU 1521171
4550 DL KM 001,520
ERNG DLDL
Anlage 4.2.3

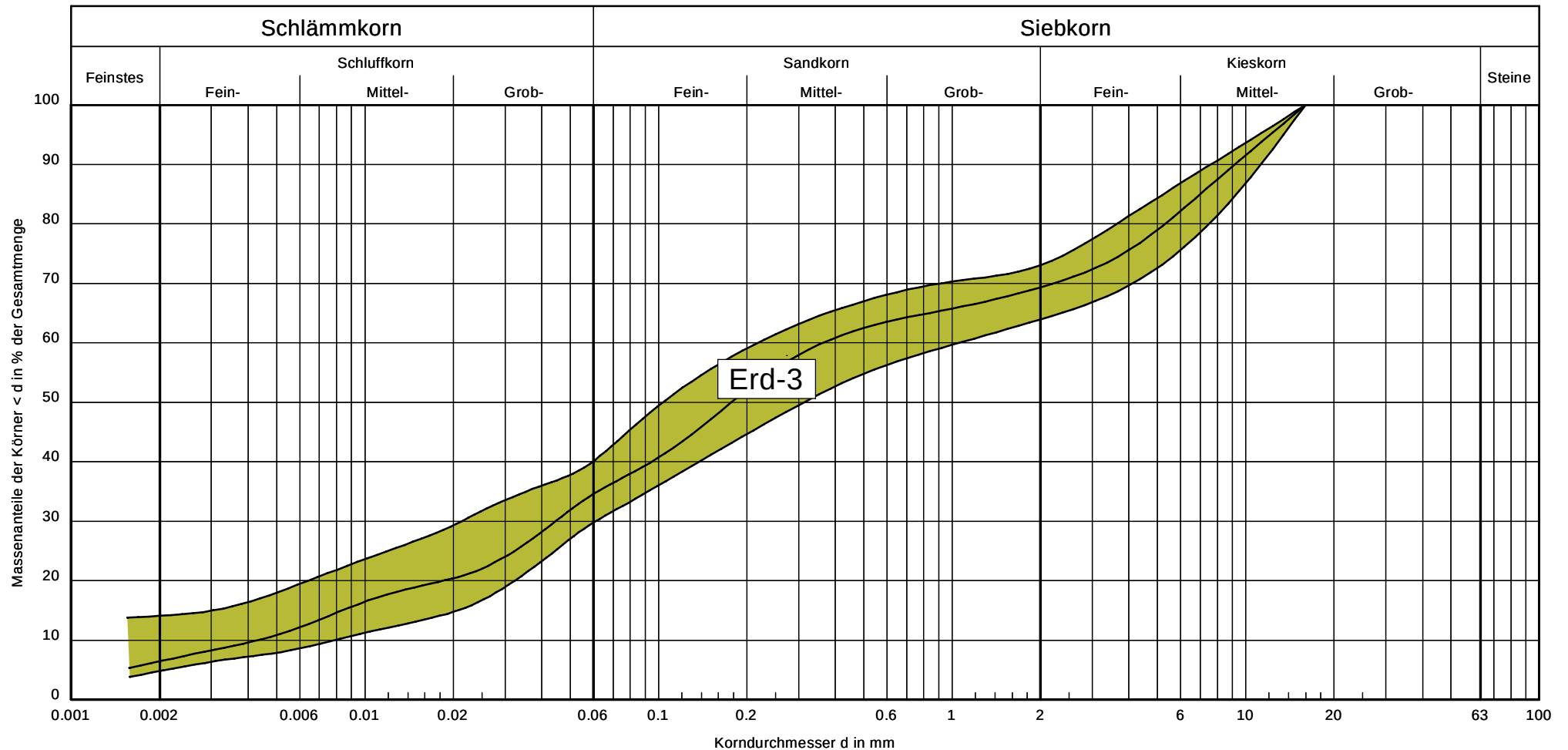
Bearbeiter: AS

Datum: 15.03.2022

Körnungsband

Homogenbereich Erd-3
Schluff

GTU
Ingenieurgesellschaft



Erneuerung 4 Durchlässe, Strecke 4550 DL km 001,520 ERNG DLDL
G.016267039 ERNG Durchlass BW 1 Herbertingen – Isny
Baugrund- und Gründungsgutachten › GTU 1521171

Anhang A

Schichtenverzeichnisse der Kleinbohrungen

GTU Sahlkamp 149 30179 Hannover Tel.: 0511/ 9 08 99 - 0 Fax.: 0511/ 9 08 99 - 25		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Projekt-Nr.: 1521171 Anhang A		
Vorhaben: 4550.DL KM 001,520 ERNG DLDL							
Bohrung BS 1 / Blatt: 1					Höhe: -0,50 m SO		
					Datum: 03.11.2021		
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe i) Kalk- gehalt				
1.20	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig			erdfeucht, vorgesichert bis 1.20 m	GP	1	1.20
	b) Wurzelreste						
	c) weich	d)	e) dunkelbraun				
	f) Oberboden	g)	h) [UL] i) O				
2.40	a) Schluff, schwach tonig, feinsandig			erdfeucht	GP	2	2.40
	b)						
	c) steif	d) mittelschwer bohrbar	e) dunkelbraun				
	f) Schluff	g)	h) UL i) O				
3.80	a) Schluff, stark kiesig, sandig, schwach tonig			feucht - nass, Grundwasser bei 4.10 m angebohrt Grundwasser bei 3.80 m nach Bohrende	GP	3	3.80
	b)						
	c) weich	d) schwer bohrbar	e) dunkelbraun				
	f) Schluff	g)	h) UL i) O				
5.20	a) Schluff, stark kiesig, sandig, schwach tonig			erdfeucht	GP	4	5.20
	b)						
	c) weich	d) schwer bohrbar	e) braun				
	f) Schluff	g)	h) UL i) ++				
6.80	a) Schluff, stark sandig, kiesig, schwach tonig			trocken - erdfeucht	GP	5	6.80
	b)						
	c) fest - halbfest	d) schwer bohrbar	e) graubraun				
	f) Schluff	g)	h) UL/GU* i) ++				
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor							

GTU Sahlkamp 149 30179 Hannover Tel.: 0511/ 9 08 99 - 0 Fax.: 0511/ 9 08 99 - 25		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Projekt-Nr.: 1521171 Anhang A		
Vorhaben: 4550.DL KM 001,520 ERNG DLDL								
Bohrung BS 1 / Blatt: 2						Höhe: -0,50 m SO		
						Datum: 03.11.2021		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalkgehalt				
7.40	a) Schluff, sandig, kiesig, schwach tonig				trocken - erdfeucht	GP	6	7.40
	b)							
	c) halbfest - fest	d) schwer bohrbar	e) grau					
	f) Schluff	g)	h) UL/GU*	i) +				
8.00	a) Sand, schluffig, kiesig, schwach tonig				erdfeucht	GP	7	8.00
	b)							
	c) weich	d) schwer bohrbar	e) grau					
	f) Sand	g)	h) SU*	i) ++				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

GTU Sahlkamp 149 30179 Hannover Tel.: 0511/ 9 08 99 - 0 Fax.: 0511/ 9 08 99 - 25		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Projekt-Nr.: 1521171 Anhang A		
Vorhaben: 4550.DL KM 001,520 ERNG DLDL							
Bohrung BS 2 / Blatt: 1					Höhe: -0,2 m SO		
					Datum: 03.11.2021		
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe i) Kalkgehalt				
1.20	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach organisch			erdfeucht, vorgesichert bis 1.20 m	GP	1	1.20
	b) Wurzelreste, Holzreste, Tonestreifen						
	c) steif	d)	e) dunkelbraun				
	f) Oberboden	g)	h) [UL] i) O				
2.60	a) Schluff, sandig, kiesig, schwach tonig			erdfeucht	GP	2	2.60
	b)						
	c) weich	d) mittelschwer bohrbar	e) dunkelbraun				
	f) Schluff	g)	h) UL/GU* i) O				
3.60	a) Schluff, stark sandig, stark kiesig, schwach tonig			erdfeucht - feucht	GP	3	3.60
	b)						
	c) weich	d) mittelschwer bohrbar	e) braun				
	f) Schluff	g)	h) GU*/ UL i) O				
5.40	a) Sand, schluffig, stark kiesig, schwach tonig			trocken - erdfeucht	GP	4	5.40
	b)						
	c) weich	d) schwer bohrbar	e) braun				
	f) Sand	g)	h) SU* i) ++				
6.60	a) Schluff, stark sandig, kiesig, schwach tonig			erdfeucht - feucht	GP	5	6.60
	b)						
	c) weich	d) schwer bohrbar	e) grau				
	f) Schluff	g)	h) UL i) ++				
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor							

GTU Sahlkamp 149 30179 Hannover Tel.: 0511/ 9 08 99 - 0 Fax.: 0511/ 9 08 99 - 25		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Projekt-Nr.: 1521171 Anhang A		
Vorhaben: 4550.DL KM 001,520 ERNG DLDL							
Bohrung BS 2 / Blatt: 2					Höhe: -0,2 m SO		Datum: 03.11.2021
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe i) Kalk-gehalt				
7.10	a) Schluff, mittelsandig, schwach feinsandig			erdfeucht - feucht, Probe fehlt	GP	6	7.10
	b) einzelne Kiese						
	c) weich	d) schwer bohrbar	e) grau				
	f) Schluff	g)	h) UL i) +				
8.00	a) Schluff, sandig, stark kiesig, schwach tonig			erdfeucht - trocken	GP	7	8.00
	b)						
	c) halbfest	d) schwer bohrbar	e) grau				
	f) Schluff	g)	h) UL/GU* i) ++				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Erneuerung 4 Durchlässe, Strecke 4550 DL km 001,520 ERNG DLDL
G.016267039 ERNG Durchlass BW 1 Herbertingen – Isny
Baugrund- und Gründungsgutachten › GTU 1521171

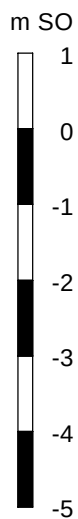
Anhang B

Protokolle der schweren Rammsondierungen

Projekt: 4550 DL KM 001,520 ERNG DLDL

Datum: 03.11.2021

Sondierart: DPH

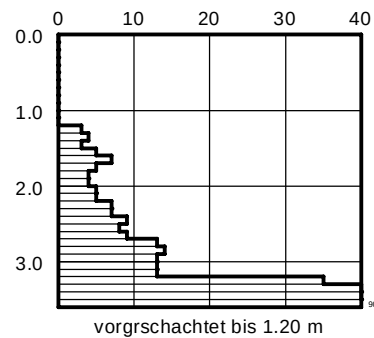


Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	0	2.60	8
0.20	0	2.70	9
0.30	0	2.80	13
0.40	0	2.90	14
0.50	0	3.00	13
0.60	0	3.10	13
0.70	0	3.20	13
0.80	0	3.30	35
0.90	0	3.40	40
1.00	0	3.50	40
1.10	0	3.60	90
1.20	0		
1.30	3		
1.40	4		
1.50	3		
1.60	5		
1.70	7		
1.80	5		
1.90	4		
2.00	4		
2.10	5		
2.20	5		
2.30	7		
2.40	7		
2.50	9		

DPH 1

-0.5 m SO

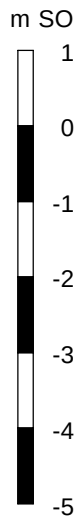
Schlagzahlen je 10 cm



Projekt: 4550 DL KM 001,520 ERNG DLDL

Datum: 03.11.2021

Sondierart: DPH



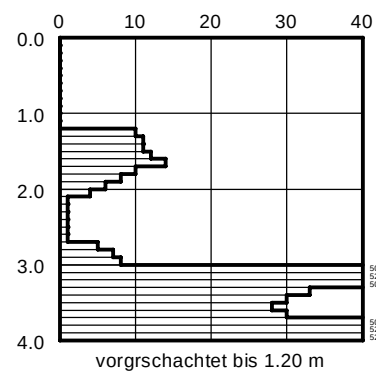
Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	0	2.60	1
0.20	0	2.70	1
0.30	0	2.80	5
0.40	0	2.90	7
0.50	0	3.00	8
0.60	0	3.10	50
0.70	0	3.20	52
0.80	0	3.30	50
0.90	0	3.40	33
1.00	0	3.50	30
1.10	0	3.60	28
1.20	0	3.70	30
1.30	10	3.80	50
1.40	11	3.90	52
1.50	11	4.00	52
1.60	12		
1.70	14		
1.80	10		
1.90	8		
2.00	6		
2.10	4		
2.20	1		
2.30	1		
2.40	1		
2.50	1		

DPH 2

km 1.520

-0.2 m SO

Schlagzahlen je 10 cm



Erneuerung 4 Durchlässe, Strecke 4550 DL km 001,520 ERNG DLDL
G.016267039 ERNG Durchlass BW 1 Herbertingen – Isny
Baugrund- und Gründungsgutachten › GTU 1521171

Anhang C

Protokolle der chemischen Analysen

Laboratorien Dr. Döring Haferwende 21 28357 Bremen

GTU Ingenieurgesellschaft mbH
Sahlkamp 149

30179 HANNOVER

11. März 2022

PRÜFBERICHT 040322001

Auftragsnr. Auftraggeber: 1521171
Projektbezeichnung: 4 DL Str. 4550
Probenahme: durch Auftraggeber
Probentransport: durch Laboratorien Dr. Döring GmbH am 03.03.2022
Probeneingang: 04.03.2022
Prüfzeitraum: 04.03.2022 – 11.03.2022
Probennummer: 112981 - 112983 / 22
Probenmaterial: Boden
Verpackung: PE-Dose
Bemerkungen: -
Sonstiges: Der Messfehler dieser Prüfungen befindet sich im üblichen Rahmen. Näheres teilen wir Ihnen auf Anfrage gerne mit. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die Laboratorien Dr. Döring GmbH.
Analysenbefunde: Seite 3 - 5
Messverfahren: Seite 2
Qualitätskontrolle:

Dr. Jens Krause
(stellv. Laborleiter)

Dr. Farzin Mostaghimi
(Projektleiter)

Probenvorbereitung:

DIN 19747: 2009-07

Messverfahren:

Trockenmasse	DIN EN 14346: 2007-03
TOC (F)	DIN EN 15936: 2012-11
Kohlenwasserstoffe (GC;F)	DIN EN 14039: 2005-1: i.V. mit LAGA KW/04: 2019-04
EOX (F)	DIN 38414-17 (S17): 2017-01
Aufschluss	DIN EN 13657: 2003-01
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
Chrom	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
PAK (F)	DIN ISO 18287: 2006-05
Eluat	DIN EN 12457-4: 2003-01
pH-Wert (E)	DIN EN ISO 10523 (C 5): 2012-04
el. Leitfähigkeit (E)	DIN EN 27888 (C8): 1993-11
Chlorid (E)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
Sulfat (E)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
Säuregrad	nach Baumann-Gully E DIN 4030-2: 2008-06)
Säurekapazität	analog DIN DIN 38409-H7:2005-12
Basenkapazität	analog DIN DIN 38409-H7:2005-12
Abschlammbarer Anteil ($< 0,63 \mu\text{m}$)	DIN 18123-4: 2011-04
spezifischer Bodenwiderstand	DIN EN 27888 (C8): 1993-11

Labornummer	112981	112982	112983
Probenbezeichnung	MP 1 (km 1,520)	MP 1 (km 7,412)	MP 1 (km 17,328)
Dimension	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]
Trockenmasse [%]	80,4	77,0	81,0
TOC [%]	0,26	2,3	0,92
Kohlenwasserstoffe, C ₁₀ -C ₂₂	< 5	< 5	< 5
Kohlenwasserstoffe, C ₁₀ -C ₄₀	< 5	< 5	< 5
EOX	< 0,1	0,1	< 0,1
Arsen	10	4,5	8,7
Blei	13	17	19
Cadmium	0,2	0,2	0,2
Chrom	31	43	30
Kupfer	15	11	17
Nickel	25	37	27
Quecksilber	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zink	39	45	46
Naphthalin	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Acenaphthylen	< 0,001	0,002	0,004
Acenaphthen	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Fluoren	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Phenanthren	0,001	0,005	0,010
Anthracen	< 0,001	0,002	0,004
Fluoranthren	0,001	0,016	0,033
Pyren	0,001	0,012	0,024
Benzo(a)anthracen	0,001	0,007	0,015
Chrysen	0,001	0,007	0,013
Benzo(b)fluoranthren	0,001	0,015	0,025
Benzo(k)fluoranthren	< 0,001	0,005	0,009
Benzo(a)pyren	< 0,001	0,008	0,015
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0,001	0,005	0,010
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0,001	< 0,001	0,001
Benzo(g,h,i)perylene	< 0,001	0,006	0,011
Summe PAK (EPA)	0,006	0,090	0,174

Labornummer	112981	112982	112983
Probenbezeichnung	MP 1 (km 1,520)	MP 1 (km 7,412)	MP 1 (km 17,328)
Dimension	ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]
pH-Wert bei 20 °C	7,6	7,8	8,3
el. Leitfähigkeit [µS/cm] bei 25 °C	35	123	65
Chlorid	3.900	16.000	1.500
Sulfat	670	820	1.400
Arsen	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Blei	< 0,2	< 0,2	0,8
Cadmium	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Chrom	< 0,3	< 0,3	2,6
Kupfer	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Nickel	< 1,0	< 1,0	1,4
Quecksilber	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zink	< 2,0	< 2,0	2,4

Labornummer	112981	112982	112983
Probenbezeichnung	MP 1 (km 1,520)	MP 1 (km 7,412)	MP 1 (km 17,328)
Dimension	[-]	[-]	[-]
Trockenmasse [%]	80,4	77	81
Wassergehalt [%]	19,6	23	19
pH-Wert bei 20 °C	7,6	7,8	8,3
spezifischer Bodenwiderstand [Ω · cm] bei 25 °C	13.000	5.800	8.900
Anteil an abschlämbbaren Bestandteilen [%]	41,6	71,2	54,0
Säurekapazität [mmol/kg]	14	620	290
Basenkapazität [mmol/kg]	n.b.	n.b.	n.b.
Sulfid [mg/kg]	< 2,0	< 2,0	< 2,0
wässriger Auszug			
Chlorid [mmol/kg]	1,1	4,5	0,42
Sulfat [mmol/kg]	0,07	0,09	0,15
salzsaurer Auszug			
Sulfat [mmol/kg]	2,8	13	13
Sulfat [mg/kg]	270	1.200	1.200
Säuregrad nach Baumann-Gully [ml/kg]	40	40	40

n.b. = nicht bestimmbar (pH-Wert $\geq 7,0$)