

**Stadt Heilbronn  
Amt für Straßenwesen  
Cäcilienstraße 49  
74072 Heilbronn**

INGENIEURBÜRO  
ROTH & PARTNER



## **Nordumfahrung Frankenbach/Neckargartach Bauwerk 233 und LSW**

**Ausweitung der Erkundung und Anpassung des Altgutachtens**



<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
1	Veranlassung ..... - 4 -
2	Unterlagen ..... - 4 -
3	Beschreibung der Baumaßnahmen ..... - 5 -
3.1	BW 233 Unterführung Radweg und Stützmauer ..... - 5 -
3.2	Lärmschutzwand Neckartalstraße / Obereisesheimer Straße ..... - 5 -
4	Durchgeführte Untersuchungen ..... - 6 -
5	Geologie ..... - 7 -
6	Baugrund ..... - 8 -
6.1	Baugrundbeschreibung ..... - 8 -
6.2	Klassifizierung und bodenmechanische Kenngrößen ..... - 15 -
7	Grundwasser ..... - 21 -
8	Umwelttechnische Analysen ..... - 22 -
9	Bauwerksgründung ..... - 24 -
9.1	Allgemeines ..... - 24 -
9.2	Unterführung ..... - 24 -
9.3	Stützwand bei Unterführung ..... - 27 -
9.4	Lärmschutzwand ..... - 28 -
10	Hinweise zur Bauausführung ..... - 31 -
10.1	Baugrube ..... - 31 -
10.2	Einbau von Böden ..... - 33 -
10.3	Entwässerung / Bauwerksabdichtung ..... - 33 -
10.4	Kampfmittel ..... - 34 -
10.5	Sonstige Hinweise ..... - 34 -



## **Anlagenverzeichnis**

Anlage 1	Auszug aus der topographischen Karte	M 1: 25.000
Anlage 2	Auszug aus der geologischen Karte	M 1: 25.000
Anlage 3	Lageplan mit Eintrag der Erkundungspunkte	M 1: 1.000
Anlage 4	Schnitte mit Eintrag der Erkundungsprofile und Homogenbereiche	
	4.1 Lärmschutzwand	M 1: 200
	4.2 BW 233 und Stützmauer	M 1: 200
Anlage 5	Zeichnerische Darstellung der Profile der Kernbohrung und der Rammkernsondierungen, Ergebnisse der schweren Rammsondierungen und der Kampfmitteluntersuchungen	M 1: 40 M 1: 60 M 1: 80
Anlage 6	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche	
	6.1 Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1	
	6.2 Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-12	
	6.3 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-4	
	6.4 Punktlastversuche nach Empfehlung 5 des AK 3.3 der DGGT	
Anlage 7	Ergebnisse der chemischen Analysen und Probenahmeprotokolle	
	7.1 Wasser	
	7.2 Boden	
Anlage 8	Grundwasserganglinie und Hochwasserkarten	
Anlage 9	Geotechnische Berechnungen	
	9.1 Unterführung	
	9.2 Stützmauer	
	9.3 Lärmschutzwand	



## 1 **Veranlassung**

Die Stadt Heilbronn plant die Nordumfahrung der Ortschaften Frankenbach und Neckargartach als Verbindung von der B 39 über die Böllinger Höfe bis zur L 1100 (Neckartalstraße) sowie die Verbreiterung eines Teils der Neckartalstraße. Die gesamte Trassenlänge beträgt etwa 5,70 km.

Im Bereich der Neckartalstraße ist im Zuge der Verbreiterung auch der Austausch des Bauwerks 233 (Unterführung Radweg), der Bau einer Stützmauer auf der Westseite des Straßendamms und der Bau einer Lärmschutzwand zwischen Neckartalstraße und Obereisesheimer Straße geplant.

Für diesen Bereich wurde durch unser Büro auf Grundlage der Beauftragung vom 15.11.2016 durch die Stadt Heilbronn, vertreten durch Herrn Schwotzer, bereits ein vorläufiges Gutachten erstellt. Damals erfolgte dies teils ohne vorherige Baugrunderkundung auf Wunsch des AG.

Gegenstand der vorliegenden Geotechnischen Stellungnahme ist die Ausweitung der Erkundung und Anpassung des Altgutachtens.

## 2 **Unterlagen**

Folgende Unterlagen standen uns zur Verfügung:

- [1] L1100 2-bahniger Ausbau HN-Neckargartach – AS HN-Untereisesheim und Nordumfahrung Frankenbach / Neckargartach, BW 233 – Unterführung Wimpfener Str. Variante 3 (Vorzugsvariante), Draufsicht, Ansicht, Schnitte, M1:100/50, Ingenieurgruppe Bauen GmbH, Karlsruhe, Vorentwurf vom 27.09.2018, per Mail vom 17.01.2022 (Plan neu)
- [2] Entwurfsplanung Projekt 16016, Unterführung Wimpfener Str., km 0.3+86,03, Entwurf Variante 3, Draufsicht, Ansicht, Schnitte, M1:100/50, Ingenieurgruppe Bauen, 31.07.2017 (Plan alt)
- [3] Nordumfahrung Frankenbach / Neckargartach, 16029 BW 233 L1100 UF Westbauwerk Wimpfener Straße, Vorplanung, Bericht zur Vorzugsvariante, Ingenieurgruppe Bauen, 04.10.2018, per Mail vom 17.01.2022 (Bericht)
- [4] L1100 2-bahniger Ausbau HN-Neckargartach – AS HN-Untereisesheim und Nordumfahrung Frankenbach / Neckargartach, Lageplan der Immissionsschutzmaßnahmen, M1:2.500, Stadt Heilbronn, Amt für Straßenwesen, Vorabzug 05/2018 (Plan alt)
- [5] L1100 2-bahniger Ausbau HN-Neckargartach – AS HN-Untereisesheim und Nordumfahrung Frankenbach / Neckargartach, Regelquerschnitt (LSW) Abschnitt Neckartalstraße, M1:50, Ingenieurgruppe Bauen GmbH, Karlsruhe, Vorentwurf vom 08.12.2017 (Plan alt)
- [6] Schreiben des RP Stuttgart zur Untersuchung der Kampfmittelsituation, Az. 16-1115.8/HN-7275, vom 09.11.2016 mit angehängten Karten





### 3 Beschreibung der Baumaßnahmen

#### **BW 233 Unterführung Radweg und Stützmauer**

Am südlichen Beginn der Baumaßnahme soll die aktuell 3-spurige L1100/Neckartalstraße um eine weitere Spur verbreitert werden. Die Verbreiterung ist an der Westseite der L1100/Neckartalstraße geplant.

In diesem Zuge wird die Unterführung des Radweges unter der L1100/Neckartalstraße hindurch neu gebaut. Die alte Planung ging von einer Verbreiterung der bestehenden Unterführung aus.

Die bestehende Unterführung ist ein Stahlbetonrahmenbauwerk mit einer Gesamtlänge von ca. 15,00 m, einer Durchlassbreite für den Radweg von 6,00 m und einer Höhe von 5,00 m (Unterkante bis Oberkante Rahmenbauwerk). Nach [2] ist das bestehende Bauwerk über eine Platte auf Vertiefungen aus Magerbeton gegründet. Die Unterkante der Magerbetonriegel liegt bei 149,30 m+NN am Übergang zu den anstehenden Kiesen.

Das neue Bauwerk, das an der gleichen Stelle errichtet werden soll wie der Bestand, ist mit einer Länge von 22,10 m geplant (4 Fahrstreifen, Mittelstreifen und 2 Randstreifen) und ist damit ca. 7,00 m breiter als das bestehende Brückenbauwerk. Die zu überspannende Breite bzw. die Durchlassbreite für den Radweg und die beidseitigen Randstreifen beträgt in der jetzigen Planung 7,00 m [2].

Nach [3] ist eine Gründung des Stahlbetonrahmenbauwerks über mit Magerbeton gefüllte Brunnenringe mit einem Durchmesser von 2,50 m vorgesehen (Variante A). Nach Gesprächen mit der Stadt Heilbronn wird alternativ auch eine Gründung im Schutz eines nicht rückverankerten Spundwandverbau in Betracht gezogen (Variante B). Mehr dazu in den Abschnitten 6.1 und 9.2 dieses Berichts.

Die dargestellte Vorzugsvariante in integraler Bauweise erfordert nach RE-ING<sup>1</sup>, Teil 2, Tab. 2.5.2 für den geotechnischen Bericht die Anforderungsklasse 1. Nach RE-ING, Teil 2 ist das Bauwerk somit in die Geotechnische Kategorie GK 2 nach EC 7<sup>2</sup> einzustufen.

Die niedrigste GOK liegt bei 151,80 m+NN. Damit liegt die frostsichere Gründungstiefe bei 151,00 m+NN.

Ergänzend zum Neubau der Unterführung soll nach [1] an der Westseite des südlichen Widerlagers eine Stützmauer aus Muschelkalkblöcken entstehen. Diese wird mit einer Maximalhöhe von 2,80 m errichtet und abgetreppt über eine Länge von ca. 12,50 m ausgebildet.

#### **Lärmschutzwand Neckartalstraße / Obereisesheimer Straße**

Etwa 100 m nördlich des Baubeginns im Bereich von km 0+088 bis km 0+230 ist zwischen der L110/Neckartalstraße und der Obereisesheimer Straße die Errichtung einer Lärmschutzwand geplant [4].

<sup>1</sup> Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauwerken, BM für Verkehr und digitale Infrastruktur, 01/2021

<sup>2</sup> Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009 + A1:2013, Ausgabe 2014-03



Die Pfosten der Lärmschutzwand sollen über Bohrpfähle gegründet werden. Die OK der Lärmschutzwand liegt bei ca. 159,00 m+NN. Die Höhe beträgt etwa 4,60 – 5,60 m über Gradiente [4].

Lastangaben oder sonstige Bauwerkseigenschaften liegen uns nicht vor.

Auch für die LSW gehen wir von einer Einstufung in die Geotechnische Kategorie GK 2 nach EC 7<sup>2</sup> aus.

#### **4 Durchgeführte Untersuchungen**

Gemäß Auftrag wurden im Bereich der geplanten Baumaßnahmen im Zeitraum vom 01.12.-03.12.2021 in unserem Auftrag durch die Hettmannsperger Bohrgesellschaft mbH, Ötigheim, folgende Erkundungen durchgeführt:

- 1 Kernbohrung (B1) mit einem Durchmesser von 219 mm (ab 13,8 m 146 mm) und einer Tiefe von 20,0 m u. GOK im mittleren Bereich der geplanten LSW.

Weiterhin wurden durch die WST GmbH, Eppelheim am 01.12.2021 in unserem Auftrag folgende Erkundungen durchgeführt:

- Kleinbohrung RKS 1 und Rammsondierung mit der schweren Rammsonde nach DIN 4094 bis 7,0 m u. GOK am südöstlichen Brückenwiderlager,
- Kleinbohrung RKS 2 bis 7,0 m u. GOK am nördlichen Ende der geplanten LSW
- Kleinbohrung RKS 4 bis 7,0 m u. GOK am südlichen Ende der geplanten LSW
- Rammsondierung mit der schweren Rammsonde nach DIN 4094 neben der Kernbohrung bis 12,60 m u. GOK.

Die Lage der Kernbohrung und Kleinbohrungen ist in Anlage 3 dargestellt.

Für die Erstellung des **Altgutachtens** wurden 2016 folgende Untersuchungen durchgeführt:

- 1 Kernbohrung (M8) mit einem Durchmesser von 146 mm und einer Tiefe von 15,0 m u. GOK am nördlichen Brückenwiderlager und
- 3 Standard Penetration Tests (SPT) nach DIN EN ISO 22476-3 durch die Handke Brunnenbau GmbH, Dirmstein, im Zeitraum 26.11.-01.12.2016 sowie
- Kleinbohrung RKS 52A bis 4,0 m u. GOK in der gegenüberliegenden Böschung,
- Kleinbohrung RKS 52 bis 4,0 m u. GOK im Bereich der dazugehörigen Stützmauer (etwa 90 m südlich der Unterführung) und
- Kleinbohrung RKS 54 bis 4,0 m u. GOK am östlichen Fuß des Straßendamms etwa 70 m nördlich der Unterführung durch die WST GmbH, Eppelheim am 22.11.2016.

Die Lage der Kernbohrungen und Kleinbohrungen ist ebenfalls in Anlage 3 dargestellt.

Die mit den Kern- und Kleinbohrungen aufgeschlossenen Bodenschichten wurden von uns bodenmechanisch nach DIN 4022 und DIN EN ISO 14688-1 angesprochen und sind in Anlehnung an DIN 4023 in Säulenprofilen in Anlage 5 dargestellt.



Aus jeder Schicht wurden Bodenproben entnommen. Sämtliche Bodenproben wurden organoleptisch untersucht und in unser Labor gebracht.

An ausgewählten Proben wurden die folgenden bodenmechanischen Versuche durchgeführt (siehe Anlage 6ff.):

- 19 Bestimmungen des Wassergehalts nach DIN EN ISO 17892-1 (5 aus Altgutachten),
- 4 Kornverteilungen mittels Nasssiebung nach DIN EN ISO 17892-12,
- 1 Kornverteilung mittels Sieb- und Schlämmanalyse nach DIN EN ISO 17892-12,
- 2 Bestimmungen der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-4,
- 18 Punktlastversuche nach Empfehlung 5 des AK 3.3 der DGGT.

Die Ergebnisse werden in Kap. 6 dargestellt und sind in Anlage 6.ff enthalten.

Nach [6] besteht im Untersuchungsgebiet Kampfmittelverdacht. Mehr dazu in Kap. 10.4.

Innerhalb der umweltechnischen Untersuchung wurden Bodenproben aus den aushubrelevanten Bodenschichten sowie das Grundwasser analysiert. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Kapitel 8 dargestellt, die Probenahmeprotokolle und die Analyseergebnisse im Detail sind in Anlage 7.ff enthalten.

Mit der Ausweitung der Erkundung für die Anpassung des Altgutachtens wird der nach M GUB<sup>3</sup> bzw. M GUB UA<sup>4</sup> geforderten Umfang von einer Erkundung je Widerlager erfüllt.

## 5 Geologie

Das Bauvorhaben liegt im Übergang vom morphologischen Höhenzug „Werthalde“ zur Talau des Neckars. Hier stehen gemäß geologischer Karte 6821 des Landesamts für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) Baden-Württemberg 6-7 m mächtige Flussablagerungen an. Unter einer 2,0-2,5 m mächtigen feinsandig, tonigen Lehmschicht (Aue-/Hochflutlehme) stehen 2,0-3,0 m mächtige sandige, teils schluffige Kiese, die Talauerschotter (auch als Neckarkiese bezeichnet), an.

Unterhalb der Talauablagerungen tritt ein zersetzter grün-grauer schluffig, toniger Verwitterungshorizont auf. Dieser ist aufgrund der nachstehend beschriebenen lithostratigraphischen Abfolge dem MITTLEREN KEUPER zuzuordnen. Dieser tritt allgemein im Gebiet des Bauvorhabens ab ca. 7,5-9,9 m u. GOK (Höhenlage Neckartalstraße) in Form von vollständig verwitterten, teilweise zersetzten grünlichen dunkelbraun/-grauen Tonsteinen auf.

Im Liegenden des MITTLEREN KEUPERS folgen bei etwa 10,0 m u. GOK Wechsellagerungen von Dolomit-, Ton- und Mergelsteinbänken, die in die ERFURT-FORMATION (früher LETTENKEUPER) des UNTEREN KEUPER einzustufen sind.

---

<sup>3</sup> Merkblatt über geotechnische Untersuchungen und Berechnungen im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe „Erd- und Grundbau“, Ausgabe 2004

<sup>4</sup> Merkblatt über geotechnische Untersuchungen und Berechnungen im Straßenbau, Ergänzung für den Um- und Ausbau von Straßen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe „Erd- und Grundbau“, Ausgabe 2013



Die hier angetroffene Abfolge der Erfurt-Formation umfasst vom Hangenden zum Liegenden folgende stratigraphische Abfolge: Grenzdolomit, Grüne Mergel, Böhlingen-Gips-Horizont, Linguladolomit, Obere Graue Mergel, Anoplophoradolomit, Untere Graue Mergel, Anthrakonitbank, Sandige Pflanzenschiefer und die Albertibank.

Die Mächtigkeit der einzelnen Schichtenlagen variiert hierbei von wenigen Dezimetern (Grenzdolomit, Böhlingen-Gips-Horizont, Graue Mergel) bis zu mehreren Metern (Sandige Pflanzenschiefer).

Die im Liegenden des Grenzdolomits anstehenden Grüne Mergel und der Böhlingen-Gips-Horizont liegen im Untersuchungsgebiet vollständig verwittert vor. Ab Beginn des Linguladolomits sind die Schichten als Festgestein zu erkennen. Die dolomitisches geprägten Lagen der o.g. Abfolge (dolomitsche Abfolgen in den Grünen Mergeln, Linguladolomit etc.) sind hierbei generell als Grundwasserleiter einzustufen.

## 6 Baugrund

### 6.1 Baugrundbeschreibung

Auf Grundlage der Erkundungsergebnisse aus dem Altgutachten, den aktuellen Untersuchungen vom Dezember 2021, den Laborversuchen sowie unter Berücksichtigung der lokalen Geologie wird nachfolgend ein Baugrundmodell erarbeitet, in welchem sich der Schichtenaufbau im Bereich der geplanten Baumaßnahme darstellt.

#### Lärmschutzwand

Die Beurteilung der Gründung der Lärmschutzwand (LSW) wurde erst nach Abschluss sämtlicher Erkundungsarbeiten für das Altgutachten beauftragt. So lagen für die Erstellung des damaligen Gutachtens keine Erkundungen direkt im Baubereich vor. Wie vereinbart wurde nur eine Abschätzung des im Bereich der Lärmschutzwand zu erwartenden Baugrundes durchgeführt. Mit den nun erfolgten Erkundungsarbeiten konnten die getroffenen Annahmen überprüft werden.

Die GOK im Bereich der LSW liegt bei etwa 153,60 – 154,10 m+NN. Die LSW wird direkt neben der L1100/Neckartalstraße bzw. im Grünstreifen zwischen L1100 und Obereisesheimer Straße erstellt.

Am nördlichen Ende der geplanten LSW wurde RKS 2 bei 154,07 m+NN bis 7,00 m u. GOK in der Grünfläche etwa 2,5 – 3,0 m neben der L1100 abgeteuft. Im mittleren Bereich wurde in der Obereisesheimer Straße auf 153,70 m+NN gelegen die Kernbohrung B1 bis 20,00 m u. GOK abgeteuft, daneben im Grünstreifen wurde parallel eine Rammsondierung mit der schweren Rammsonde bis 12,60 m u. GOK durchgeführt. Hier musste **aufgrund** eines Hindernisses abgebrochen werden. Am südlichen Ende der LSW wurde von der Obereisesheimer Straße aus ab 153,59 m+NN die RKS 4 bis 7,00 m u. GOK abgeteuft.

Eine Durchführung der Sondierungen im Grünstreifen war aufgrund des dort verlegten Kanals nicht möglich.



Wie bereits vermutet, wurden bei den Erkundungen Auffüllungen, die dem Straßendamm zugeordnet werden können, angetroffen. Im Bereich der RKS 2 reichten diese in Form von oberflächlich steifen, ab 0,30 m u. GOK halbfesten Schluffen ([UM/TM]) bis 2,30 m u. GOK. In Teilbereichen wurden mineralische Fremdbestandteile (insgesamt < 4 M.-%) angetroffen.

Bei Bohrung B1 reichten die Auffüllungen bis 2,5 m u. GOK, wobei der oberste Meter aus den ungebundenen Schichten des Straßenaufbaus stammt. Hier wurden unter einer 0,16 m starken Asphaltsschicht die Trag- und Frostschutzschichten der Bodengruppe [GW] angetroffen. Ab 1,00 m u. GOK liegen steife bis halbfeste, schluffige Auffüllungen ([UL]) mit nichtmineralischen Fremdbestandteilen in Form von Glas- Schlacke- und Mörtelresten vor, die zwischen 1,60 und 1,80 m u. GOK von einer Lage aus Sand, Kies und Recyclingmaterial unterbrochen werden.

In RKS 4 wurde unter der 0,15 m starken Asphaltsschicht bis 0,70 m u. GOK Trag- bzw. Frostschutzschichtmaterial der Bodengruppe [GW] angetroffen. Bis 1,30 m u. GOK reichten die, auch in den anderen Aufschlüssen erkundeten, aufgefüllten, halbfesten, bindigen Böden ([UL], [UM]).

Unter diesen Auffüllungen stehen in allen drei Sondierungen die Auelehme als tonige, schwach sandige Schluffe der Bodengruppe TM an. Mit zunehmender Tiefe nehmen in den RKS 2 und 4 auch die Wassergehalte der jeweiligen Schichten zu. Die Konsistenz verändert sich hierbei von (steif bis) halbfest zu steif zu weich. In Bohrung B1, die mehr Richtung Straßenmitte abgeteuft wurde, liegen die Konsistenzen im Bereich weich bzw. weich bis steif. Die Auelehme reichten je nach Aufschluss bis in eine Tiefe von 4,20 m (RKS 4) – 5,00 m u. GOK (RKS 2). An einer Probe aus RKS 4 (2,40 – 3,30 m u. GOK) wurden die Kornverteilung mittels Sieb- und Schlämmanalyse und die Konsistenzgrenzen bestimmt (Anlage 6.1 und 6.2). Hierbei bestätigte sich die Einteilung in einen weichen TM-Boden. Anhand der Wassergehalte (Anlage 6.3) der anderen Auelehmproben konnte deren Konsistenz aus der Feldansprache überprüft werden.

Im Liegenden der Auelehme folgen die Neckarkiese mit einer Mächtigkeit von etwa 2,00 – 2,50 m. An den Randbereichen zum Liegenden oder Hangenden können die Kiese teilweise als GU\*-Boden charakterisiert werden, sonst handelt es sich um GU-Böden, wie auch an zwei Proben der RKS 4 (4,2 - 5,0 m und 5,0 - 6,0 m) mittels Nasssiebungen bestätigt wurde (Anlage 6.1). Die Höhenlage der Ober- und Unterkante der Kiese in den einzelnen Aufschlüssen ist im Schnitt in Anlage 4.1 sowie in Tabelle 1 dargestellt.

**Tab. 1: Höhenlage der erkundeten Neckarkiese im Bereich der LSW**

Höhe	RKS 2		B1		RKS 4	
	m+NN	m u. GOK	m+NN	m u. GOK	m+NN	m u. GOK
OK Kiese	149,07	5,00	148,80	4,90	149,39	4,20
UK Kiese	n. e. (<147,0)	n. e. (7,00)	146,20	7,50	147,59	6,00

n. e. = nicht erkundet

Die neben B1 durchgeführte Rammsondierung mit der schweren Rammsonde ergab im Bereich der im Grundwasser liegenden, weitgestuften Kiese Schlagzahlen von  $N_{10} = 8 - 22$  (im Mittel 15,8). Gemäß EC 7, Anhang G, liegen die Kiese mitteldicht gelagert vor.



**Tab. 2: Zusammenhang zw. Schlagzahlen einer DPH und Lagerung der Kiessande**

Lagerung	Bezogene Lagerungsdichte I <sub>D</sub> [%]	Kiessande
		Schlagzahlen N <sub>10</sub> <u>über und im GW</u>
sehr locker	0 – 15	0 - 3
locker	15 – 35	4 – 7
mitteldicht	35 – 65	8 – 27
dicht	65 – 85	27 – 63

Die RKS 2 endete bei 7,00 m unter GOK in den Kiesen. Die Unterkante der Kiese wurde demnach nicht erkundet. In RKS 4 wurde unter den Kiesen (ab 6,00 m u. GOK) steif bis halbfester, toniger Schluff in mittelpastischer Konsistenz angetroffen (TM). Aufgrund der darin enthaltenen kieskorngroßen Bodenpartikel aus Ton- und Mergelstein handelt es sich hierbei um einen Verwitterungshorizont (von Ablagerungen aus dem MITTLEREN KEUPER). Diese Schicht reichte bis zum Sondierende bei 7,00 m u. GOK.

Bei der Bohrung B1 wurden unter den Kiesen ebenfalls die mittelpastischen, bindigen TM-Böden in steifer Konsistenz angetroffen. Sie reichten bis etwa 10,00 m u. GOK. In dieser Tiefe wurde der Grenzdolomit angetroffen, der den Übergang vom MITTLEREN KEUPER zum UNTEREN KEUPER markiert. Er ist im Bereich von Heilbronn nur etwa 10 bis 30 cm dick. Das ist auch in der daneben durchgeführten Rammsondierung an den deutlich höheren Schlagzahlen zu erkennen.

Unterhalb des Grenzdolomits liegen die vollständig verwitterten Grünen Mergel in Form von tonigen Schluffen mit Mergel- und Tonsteinstückchen. Im Bereich von 10,10 – 12,20 m liegen diese überwiegend in Kieskorngroße vor, ab 12,20 m u. GOK überwiegend in Steingroße bis 10 cm Kantenlänge. Die Konsistenz ändert sich hier ebenfalls von weich bis steif zu steif bis halbfest. Obwohl es sich geologisch um ein Festgestein handelt, ist es aus bodenmechanischer Sicht ein Boden, der der Bodengruppe UM/TM zuzuordnen ist. Im Liegenden zu den Grünen Mergeln folgt der Böhlingen-Gips-Horizont (BG), der ebenfalls vollständig zu einem steifen bis halbfesten Schluff-Ton-Boden der Bodengruppe UM/TM verwittert ist. Er reicht bis 13,75 m u. GOK.

Danach stehen bis 17,50 m u. GOK Festgesteine in Form von Dolomiten und Grauen Mergeln in Wechselfolge an. Der unter dem Böhlingen-Gips-Horizont liegende Linguladolomit besteht aus überwiegend faustgroßen Stücken Dolomitsteins. Bei der Erkundung war keine zusammenhängende, kompakte Festgesteinsschicht zu erkennen. Ab dem darunter liegenden Oberen Grauen Mergel (14,40 m bis 14,60 m u. GOK) sind die Bohrkernkerne als solche vorhanden. Die Schichtung hier und in den darunterliegenden Schichten ist überwiegend kaum zu erkennen. Da die Mächtigkeit der einzelnen Schichtabfolgen recht gering ist, wird davon ausgegangen, dass der Schichtflächenabstand innerhalb der Schichten überwiegend dünn bis sehr dünn ist.

An je einer Probe im Bereich des Anoplophoradolomits und der Sandigen Pflanzenschiefer (Probe III und VII) war die Schichtung gut erkennbar. Hier verläuft sie horizontal mit grob laminierten Abständen. Allgemein sind sowohl horizontale als auch vertikale bzw. schräggehende, teilweise belegte Kluffflächen erkennbar.

Ab 17,50 m u. GOK stehen die Sandigen Pflanzenschiefer in Form von Feinsand-/Mergel- und Tonsteinen an. Durch die enthaltenen fossilen Pflanzenstückchen lässt sich diese Schicht gut von den anderen unterscheiden. Die bei der Erkundung gewonnenen Kerne sind mit bis zu 22 cm hier auch am längsten.





Im Liegenden folgt ab 19,50 m die Alberti-Bank, die bis zum Sondierende bei 20,00 m u. GOK reicht. Sie markiert die untere Grenze der ERFURT-FORMATION und besteht aus karbonathaltigem Dolomitstein.

Aus den gewonnenen Bohrkernen wurden insgesamt 13 Proben für die Durchführung von Punktlastversuchen entnommen. Hierbei handelt es sich um einfache Indexversuche, deren Ausführung in der Empfehlung Nr. 5 des AK 3.3 der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V. geregelt wird.

Die Proben wiesen dabei unterschiedliche Verwitterungsgrade auf. Teilweise waren Klüfte oder drusenartige Einschlüsse enthalten. An den Proben wurden insgesamt 18 Punktlastversuche in Richtung der Bohrachse durchgeführt. Teilweise wurden an Bruchstücken erneut Versuche durchgeführt. Das Versuchsprotokoll ist in Anlage 6.4 enthalten.

Von den gültigen Ergebnissen waren sechs Gesteinsproben Dolomite (Dol) und sechs Proben aus den Schichten der Sandigen Pflanzenschiefer (SPS). Bei den Dolomiten variiert der korrigierte Punktlastindex von 4,9 bis 11,4 MPa, im Mittel liegt er bei 8,2 MPa. Bei den Sandigen Pflanzenschiefern variiert der korrigierte Punktlastindex von 6,9 bis 31,1 MPa, im Mittel liegt er bei 16,1 MPa. Für die Angabe eines gesteinspezifischen Umrechnungsfaktors  $c$  ist der Probenumfang zu klein. In der Literatur sind grob Werte für  $c$  zwischen  $14 < c < 26$ , teils aber auch zwischen 10 und 40 angegeben.

Ausgehend von einem  $c$  von etwa 10 liegt die daraus abgeleitete einaxiale Druckfestigkeiten  $\sigma_u^*$  der dolomitischen Schichten zwischen 49 MPa und 114 MPa bei einem Mittelwert von 82 MPa, was gemäß DIN EN ISO 14689 einer hohen (bis sehr hohen) einaxialen Gesteinsdruckfestigkeit entspricht.

Die Sandigen Pflanzenschiefer liegen bei einem  $c$  von 10 (ein  $c$  von 15-20 halten wir hier für zu hoch) bei einer abgeleiteten einaxialen Druckfestigkeit  $\sigma_u^*$  zwischen 69 MPa und 300 MPa bei einem Mittelwert von 161 MPa, was gemäß DIN EN ISO 14689 ebenfalls einer hohen bzw. außerordentlich hohen einaxialen Gesteinsdruckfestigkeit entspricht. Die Schichten mit den für diese Ablagerung typischen Pflanzenstückchen ist hierbei von geringerer Festigkeit, während die sandigeren Bereiche sehr hohe Festigkeiten aufweisen.

Nach der manuellen Ansprache vor Ort mit Hilfe der Hammerschlagmethode konnten die Proben des Linguladolomits mit einem bis zu mehreren Hammerschlägen zerbrochen werden (mäßig hoch bis hoch,  $25 \text{ MPa} < \sigma_u \leq 100 \text{ MPa}$ ), darunter waren mehrere bis viele Hammerschläge zum Zerteilen nötig (hohe bis sehr hohe einaxiale Druckfestigkeit, 50 bis 100 bis 250 MPa). Im unteren Bereich der Sandigen Pflanzenschiefer ab ca. 18,5 m u. GOK mussten viele Hammerschlägen zum Zerteilen einer Felsprobe aufgebracht werden bzw. konnten auch dann nur Splitter abgeschlagen werden (sehr hoch bis außerordentlich hoch,  $100 \text{ MPa} < \sigma_u \leq 250 \text{ MPa}$ ). D. h. nach dieser Methode wurden unter Annahme des Umrechnungsfaktors  $c = 10$  sehr ähnliche einaxiale Druckfestigkeiten abgeschätzt.

Es wird darauf hingewiesen, dass die eigentliche Gebirgsfestigkeit z. B. aufgrund von Klüftigkeit, Schichtung oder Inhomogenitäten geringer ausfällt als die mit dem Punktlastversuch oder der Hammerschlagmethode abgeschätzten Gesteinsfestigkeit.

Für die Betrachtung der LSW empfehlen wir nachfolgendes Baugrundmodell.



Tab. 3: Baugrundmodell Lärmschutzwand

Schicht Nr.	Bezeichnung	UK Schicht [m+NN]	
		Bereich	Mittelwert
	GOK	153,60 – 154,10	153,90
0	Auffüllungen	151,20 – 152,30	151,90
1	Auelehme, weich-steif-halbfest	148,80 – 149,40	148,50
2	Kiese, mitteldicht	146,20 – 147,60	147,00
3	Verwitterungshorizont (Schluffe, steif)	143,75	143,75
4	Grüne Mergel und BG	139,95	139,95
5	Festgestein	---	---

### **BW 233 Unterführung Radweg und Stützmauer**

Westlich der L1100 / Neckartalstraße kommt der Radweg von der parallel zur L1100 verlaufenden Wimpfener Straße (Höhenlage ca. 154,00 m+NN). Über eine S-Kurve verliert er in einem Geländeeinschnitt an Höhe und unterquert die L1100 auf einem Niveau von ca. 151,80 m+NN (tiefster Punkt, nördliche Richtungsfahrbahn). Danach verläuft er östlich der L1100 entlang des Neckarufers Richtung Norden auf ca. 152,00 m+NN. Der Radweg selbst ist mit Asphalt befestigt, sollte jedoch nicht weiter untersucht werden.

Für den Bereich des Radwegs lagen die im Rahmen der alten Erkundung durchgeführten Aufschlüsse nördlich der Unterführung auf der Ostseite der L1100 bei 151,80 m+NN (RKS 54), auf der Westseite der Unterführung am nördlichen Widerlager bei 151,80 m+NN (M8), an der Westseite des S-förmigen Einschnitts etwa auf Mitte der geplanten Stützmauer bei 154,05 m+NN (RKS 52A) und südlich der Unterführung auf Niveau der L1100 am westlichen Fahrbahnrand auf 154,34 m+NN (RKS 52) vor.

Von den im Dezember 2021 durchgeführten Erkundungsbohrungen liegt nur die RKS 1 mit ergänzender DPH in diesem Untersuchungsbereich. Diese wurden auf der Ostseite der L1100/Neckartalstraße auf der Anschüttung an das südliche Widerlager der Unterführung von einer Ansatzhöhe von 151,78 m+NN insgesamt 7,00 m abgeteuft.

Im Bereich der RKS 1, der RKS 52 und der RKS 52A stehen an der Oberfläche steife (bis halbsteife), leichtplastische, schluffige, kiesig-sandige Auffüllungen der Bodengruppe [UL] nach DIN 18196 an, die teilweise mineralische Fremdbestandteile beinhalten.

Diese bindigen Auffüllungen reichen bei RKS 1 bis 0,40 m u. GOK, bei RKS 52 bis 0,70 m u. GOK. In RKS 52A reichten sie in halbfester bis fester Konsistenz bis 2,20 m u. GOK, darunter folgt aufgefüllter schluffiger Feinsand ([SU\*]) bis 2,90 m u. GOK. Ab dieser Tiefe stehen bis zum Erkundungsende bei 4,00 m u. GOK die natürlich abgelagerten Auelehme in Form von mittelplastischen, tonigen Schluffen (UM) in weicher bis steifer Konsistenz an. Der Horizont der Neckarkiese wurde hier nicht erreicht.

In RKS 52 liegt unter der bindigen Auffüllung ebenfalls aufgefüllter schluffiger Kies ([GU\*]) mit Fremdbestandteilen von geschätzt etwa 10 – 20 % (Bauschutt, Ziegelbruch, Brandschutt) bis 1,80 m u. GOK. Dieser wird wiederum von bindigen Auffüllungen ([UL]) in weicher bis steifer Konsistenz unterlagert. Ab 2,90 m u. GOK stehen die zuvor beschriebenen Auelehme in steifer Konsistenz bis zum Erkundungsende bei 4,00 m u. GOK an. Der Horizont der Neckarkiese wurde auch hier nicht erreicht.





Bei den Auffüllungen von RKS 52 und 52A handelt es sich um Material des aufgeschütteten Straßendamms der L1100.

In RKS 1 folgen unter den oberflächlichen Auffüllungen die Auelehme. Die Konsistenz ändert sich hier mit zunehmendem Wassergehalt von steif bis halbfest ( $w = 16,0\%$ ) in weich ( $w = 25,2\%$ ). An der Probe 0,9 - 1,9 m u. GOK wurden die Zustandsgrenzen nach DIE EN ISO 17892-4 untersucht, die hier eine Einstufung in die Bodengruppe TM/TL ergab (Übergangsbereich TL zu TM; siehe Anlage 6.2).

Ab 1,90 m u. GOK beginnen die Neckarkiese, die bis 2,70 m u. GOK stark schluffig (GU\*), bis 4,70 u. GOK dann schwach schluffig (GU) vorliegen. Anhand von zwei Nasssiebungen an den jeweiligen Proben konnte die Kornverteilung bestimmt werden (siehe Anlage 6.1).

Liegend zu den Neckarkiesen wurden die Verwitterungsböden des Mittelkeupers angetroffen. Die steifen Schluff-Ton-Böden der Bodengruppe UM/TM sind schwach kiesig, wobei die Kieskörner hier Reste des ehemaligen Festgesteins aus Ton- und Mergelsteinen darstellen. Die Sondierung endete bei 7,00 m u. GOK.

In den Randbereichen des Straßendamms bzw. im Bereich der M8 und der RKS 54 ist die oberste Schicht ein Oberboden gemäß DIN 18320. Der Oberboden ist unseres Erachtens als schützenswerter Boden nach BauGB, §202 einzustufen. Er besteht im Wesentlichen aus der Grasnarbe sowie einem sandigen Schluff mit organischen Beimengungen durch Wurzelreste und meistens geringen Sand- bzw. Kiesanteilen. Die Mächtigkeit des Oberbodens beträgt etwa 0,20 – 0,30 m.

Bei M 8 und RKS 54 stehen unter dem Oberboden zunächst die Schichten der Auelehme an. Die Lehme sind gemäß der manuellen Ansprache im Feld als leicht bis mittelplastische Schluffe bzw. Tone (UL, UM, TL, TM) zu bezeichnen und weisen eine weiche bis steife Konsistenz auf. Sie reichen in RKS 54 bis 3,50 m u. GOK und in M8 bis 3,10 m u. GOK. Der natürliche Wassergehalt wurde an einer Probe aus M 8 bestimmt und lag bei  $w_n = 24,9\%$ . Im Vergleich mit den Konsistenzgrenzen ist dem Schluff somit eine weiche Konsistenz zuzuordnen. Damit wird auch die manuelle Konsistenzansprache im Feld bestätigt. Lokal waren auch bei der Feldansprache trockenere Bereiche festzustellen, weshalb den Auelehmen im Untersuchungsbereich generell eine weich-steife Konsistenz zugeordnet wird.

Darunter folgen in beiden Aufschlüssen die Neckarkiese (schwach schluffige, schwach sandige Kiese der Bodengruppe GU). RKS 54 endet bei 4,00 m u. GOK. In der Bohrung M8 wurden die Kiese bis 6,40 m u. GOK erkundet.

Die Höhenlage der Ober- und Unterkante der Kiese in den einzelnen Aufschlüssen ist in Schnitt in Anlage 4.2 sowie in Tabelle 4 dargestellt.

**Tab. 4: Höhenlage der erkundeten Neckarkiese im Bereich des BW233**

Höhe	RKS 54		M8		RKS 1	
	m+NN	m u. GOK	m+NN	m u. GOK	m+NN	m u. GOK
OK Kiese	148,30	3,5	148,70	3,10	149,07 (149,88)	2,70 (1,90)
UK Kiese	n. e. (<147,8)	n. e. (4,00)	145,40	6,40	147,08	4,70



Die neben RKS 1 durchgeführte Rammsondierung (DPH) ergab im Bereich der im Grundwasser liegenden, weitgestuften Kiese Schlagzahlen von  $N_{10} = 3 - 16$  (im Mittel 9,4). Gemäß EC 7, Anhang G, liegen die Kiese locker bis mitteldicht gelagert vor (siehe Tab. 5).

Jedoch ist nicht auszuschließen, dass der geringe Abstand zwischen Kampfmittelsondierung und Rammsondierung zu einer Beeinflussung der Schlagzahlen geführt hat. Nach unseren Erfahrungen liegen die Neckarkiese in diesem Gebiet eher in mitteldichter bis dichter Lagerung vor. Das bestätigen auch die bei der Erkundung 2016 in der Bohrung M8 in den Schottern/Neckarkiesen ausgeführten 3 Standard Penetration Tests (SPT) nach DIN EN ISO 22476-3.

Nach EC 7, Teil 2, Anhang F (in Verbindung mit der DIN 4094-2, 2003-05) ist dabei von einem Zusammenhang zwischen Lagerungsdichte der Sande und den erzielten Schlagzahlen bei den SPTs gemäß nachfolgender Tabelle auszugehen.

**Tab. 5: Zusammenhang zw. Schlagzahlen einer DPH und einer SPT und Lagerung der Sande und Kiese**

Lagerung	bezogene Lagerungsdichte $I_D$ [%]	DPH Kiese und Sande Schlagzahlen $N_{10}$ über und im GW	SPT Sande	
			Schlagzahlen $N_{10}$ über GW	Schlagzahlen $N_{10}$ im GW
sehr locker	0 – 15	0 - 3	0 – 2	0
locker	15 – 35	4 – 7	3 – 7	1 – 2
mitteldicht	35 – 65	8 – 27	8 – 31	3 – 23
dicht	65 – 85	27 – 63	32 – 86	24 – 64

Die in den Tiefenlagen der Hochterrassenschotter ausgeführten Standard Penetration Tests (SPT) lieferten Schlagzahlen pro 30 cm Eindringung von  $N_{30} = 33$  bis 38, im Mittel von 35. Entsprechend der Tabelle 5 ist für die Neckarkiese somit von einer dichten Lagerung auszugehen.

Im Liegenden der Neckarkiese wurden hier sandig-kiesige, schwach steinige Schluffe in steifer Konsistenz angetroffen. Diese reichten bis 14,00 m u. GOK. Hierbei handelt es sich um die bereits erwähnten Verwitterungsböden des Mittelkeupers und die vollständig verwitterten Grünen Mergel. Der dazwischenliegende Grenzdolomit, der im Bereich von Heilbronn nur eine Mächtigkeit von wenigen Dezimetern erreicht, wurde vermutlich während der Erkundung zerbohrt bzw. nicht erkannt. Ab 14,00 m u. GOK wurde der Festgesteinshorizont in Form von stark verwitterten Gesteinsbruchstücken in schluffig-feinsandiger Matrix (GU/GU\*) angetroffen. Dieser reichte bis zum Erkundungsende bei 15,00 m u. GOK.

Im Vergleich zur Bohrung B1 hätten bei M8 ab 12,00 m u. GOK Festgesteine angetroffen werden müssen. Bei den 2016 durchgeführten Untersuchungen zum Wassergehalt (Anlage 6.3) zeigt sich, dass der Wassergehalt zwischen 6,40 und 12,00 m u. GOK etwa gleich ist und ab 12 m u. GOK abnimmt.

An den Verwitterungsböden des MITTLEREN KEUPER wurden nur Wassergehalte genommen.



Für die Gründung der Unterführung nach **Variante B** gehen wir davon aus, dass diese auf einem einheitlichen Niveau aufliegen soll. Etwaige Höhendifferenzen in der Oberkante der Neckarkiese können z. B. mit Magerbeton ausgeglichen werden. Eine Unterscheidung in die Seiten Ost und West wird daher nicht vorgenommen.

Für die **Gründungsvariante A** wird für die Ostseite des Brückenbauwerks als Baugrundmodell das Profil der RKS 1 bis zu den Verwitterungsböden des MITTLEREN KEUPERS angesetzt, da hier die Kiese höher liegend angetroffen wurden und auch früher in die Verwitterungsböden übergehen. Bei dem vorgesehenen Gründungsniveau von 149,30 m+NN ist die unter den Schachtringen verbleibende, tragfähige Kiesschicht geringer, als es bei dem Profil von Bohrung M8 wäre. Dadurch ergibt sich eine geringere Einbindetiefe für die Schachtringe und die Berechnung wird auf der sicheren Seite liegend durchgeführt. Für die Westseite wird das Profil der Bohrung M 8 angesetzt. Hier ist zu beachten, dass die Neckarkiese erst ab 148,70 m+NN angetroffen wurden. Entsprechend ist hier die Gründung tieferzuführen.

Für die Stützwand empfehlen wir ebenfalls als Baugrundmodell die Schichtung der M 8, da hier die M 8 zum einen näher liegt und zum anderen durch die tiefere Lage der Kiesschicht die ungünstigeren Randbedingungen für die Berechnung liefert. So ist auch diese Betrachtung auf der sicheren Seite liegend.

**Tab. 6: Baugrundmodell Unterführung und Stützwand (für stat. Berechnungen)**

Schicht Nr.	Bezeichnung	UK Schicht [m+NN]		
		Unterführung		Stützwand
		West	Ost	
	GOK	151,80	151,80	151,80
0	Auffüllungen	---	151,40	151,60
1	Auelehme, weich-steif-halbfest	148,70	149,90	148,70
2	Kiese, locker-mitteldicht	145,40	147,10	145,40
3	Verwitterungshorizont MITTLERER KEUPER	143,60*	144,60**	144,60**
4	Verwitterungshorizont Grüne Mergel/ BG	139,60*	140,60**	140,60**
5	Festgestein	---*	---	---

\* In Bohrung M 8 konnten die jeweiligen Schichtgrenzen (und auch der Grenzdolomit) nicht eindeutig ausgemacht werden. Eine Schwankungsbreite im Untersuchungsbereich ist nicht auszuschließen.

\*\* Die Werte wurden aus den Aufschlussinformationen der Bohrung B 1 extrapoliert.

## 6.2 Klassifizierung und bodenmechanische Kenngrößen

Die einzelnen Bodenschichten und das Festgestein können anhand der manuellen Ansprache im Feld, der durchgeführten Feld- und Laborversuche und aufgrund von Erfahrungen mit gleichartigen Böden gemäß der nachfolgenden Tabellen 7 (Oberboden), 8 (Auffüllungen), 9 (anstehender Boden) und 10 (Festgestein) klassifiziert werden, wobei zugehörige mittlere Bodenkenngößen in den Tabellen 11 (Auffüllungen) 12 (anstehender Boden) und 13 (Festgestein) angegeben sind.

Nach VOB/C, Ausgabe 2019 sind die einzelnen Bodenarten für jedes Gewerk bzw. auch gewerkübergreifend in Homogenbereiche einzuteilen.



Dabei ist ein Homogenbereich als ein räumlich begrenzter Bereich aus einer oder mehreren Boden- und Felsschichten definiert, dessen bautechnische Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und der sich von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche abhebt.

Die Homogenbereiche sowie deren Parameter sind in den Tabellen 12 und 13 dargestellt. Ergänzend ist zu diesen ist auszuführen, dass einige Parameter teilweise aufgrund des Erkundungsverfahrens (RKS) nicht genauer bestimmt werden konnten und daher geschätzt sind.

Der vorhandene Oberboden ist ohne nähere Angaben in den Homogenbereich 320-A einzustufen. Dieser fällt nur beim Gewerk „Erdarbeiten“ an, ist als schützenswert einzustufen und grundsätzlich separat zu behandeln.

Es ist auch nicht auszuschließen, dass die Bestandteile der Böden und Auffüllungen im Baufeld variieren und daher die Streubreite der Parameter ebenfalls noch variieren kann.

Die angegebenen Homogenbereiche nach VOB/C, Ausgabe 2019 sind als Empfehlungen bzw. Vorschläge zu verstehen.

Die Böden können hinsichtlich ihrer weiteren Verwendung ggfs., z. B. aufgrund der Bearbeitbarkeit und der Witterungsempfindlichkeit, in weitere Homogenbereiche unterteilt werden. Hierzu liegen uns jedoch keine Angaben vor.

Mit fortschreitender Planung kann es daher erforderlich sein, die Homogenbereiche neu abzustimmen, zu ergänzen oder neu zu definieren.

**Tab. 7: Klassifizierung des angetroffenen Oberbodens**

<b>Bodenbezeichnung</b>	<b>Oberboden</b>
Bodengruppe DIN 18196	OH, [OU]
Bodengruppe nach DIN 18915	5
Homogenbereich DIN 18320	320-A
Masse an Steinen (geschätzt) [%]	0 – 5
Masse an Blöcken (geschätzt) [%]	0 – 5
Masse an großen Blöcken (geschätzt) [%]	0



Tab. 8: Klassifizierung der angetroffenen Auffüllungen

Bodenbezeichnung	Kiese und Sande	Sandige Schluffe
Bodengruppe DIN 18196	[GW], [SW], [GI], [GU*]	[UL], [UM], [TM]
Bodenart DIN ISO EN 14688-1	sasigrMg, sagrMg	grclsasiMg, sagrsiMg
Homogenbereich DIN 18300	300-B	300-C
Homogenbereich DIN 18301 (Bohrarbeiten)	301-B	301-C
Bohrklasse DIN 18301 (2006)	BN 1, BN 2	BB 2, BB 3
Homogenbereich DIN 18304 (Rammarbeiten)	304-B	304-C
Homogenbereich DIN 18311 (Nassbaggerarbeiten)	311-B	311-C
Frostempfindlichkeitsklasse ZTVE-StB 17 <sup>5</sup>	F1 - F 2	F 3
Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB 12 <sup>6</sup>	V 1 – V 2	V 3
Anteil Steine [M.-%] <sup>1)</sup>	0 – 20	0 – 15
Anteil Blöcke [M.-%] <sup>1)</sup>	0 – 5	0 – 5
Anteil große Blöcke [M.-%] <sup>1)</sup>	0	0
Dichte [to/m <sup>3</sup> ]	1,8 – 2,1	1,7 – 2,1
Kohäsion [kN/m <sup>2</sup> ]	0	2 – 20
undrän. Scherfestigkeit [kN/m <sup>2</sup> ]	-	25 – 200
Wassergehalt [%]	3 – 10	5 – 30
Konsistenz <sup>2)</sup>	-	w – hf/f
Konsistenzzahl [-]	-	0,50 – 1,25
Plastizität <sup>3)</sup>	-	l – m
Plastizitätszahl [%]	-	10 – 20
Lagerung <sup>4)</sup>	mdi bis di	-
Organischer Anteil [%]	0 – 2	0 – 5
Abrasivität <sup>1)</sup>	stark - extrem	nicht – schwach
Ortsübliche Bezeichnung	Kiese, Sande	Schluffe, Lehme

- <sup>1)</sup> geschätzt  
<sup>2)</sup> w = weich, st = steif, hf = halbfest, f = fest  
<sup>3)</sup> l = leicht, m = mittel, a = ausgeprägt  
<sup>4)</sup> mdi = mitteldicht, di = dicht

<sup>5</sup> Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe „Erd- und Grundbau“, Ausgabe 2017

<sup>6</sup> Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen, FGSV, Kommission „Kommunale Straßen“, Ausgabe 2012



Tab. 9: Klassifizierung der angetroffenen anstehenden Böden

Bodenbezeichnung	Auelehme tonige Schluffe	Neckarkiese (schluffige Kiese)	Verwitterungshorizont (Mittelkeuper und Grüne Mergel)*
Bodengruppe DIN 18196	TM, TL/TM, UM	GU/GU*	UM/TM, TM
Bodenart DIN ISO EN 14688-1	clsaSi, saclSi	sisaGr	sacogrclSi, grsiCl
Homogenbereich DIN 18300	300-D	300-E	300-F
Homogenbereich DIN 18301 (Bohrarbeiten)	301-D	301-E	301-D
Bohrklasse DIN 18301 (2006)	BB 2, BB 3	BN 1, BN 2, BS 1	BB 2, BB 3, BS 1
Rammpbarkeit nach EAU (E 154)	rammpbar	rammpbar	rammpbar
Homogenbereich DIN 18304 (Rammparbeiten)	304-D	304-E	304-D
Homogenbereich DIN 18311 (Nassbaggerarbeiten)	311-D	311-E	311-D
Frostempfindlichkeitsklasse ZTVE-StB 17	F 3	F 2 – F 3	F 3
Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB 12	V 3	V 2	V 3
Anteil Steine [M.-%] <sup>1)</sup>	0 – 5	0 – 20	0 – 15
Anteil Blöcke [M.-%] <sup>1)</sup>	0	0 – 10	0 - 10
Anteil große Blöcke [M.-%] <sup>1)</sup>	0	0	0
Mineralogische Zusammensetzung der Blöcke und Steine		Quarz, Feldspat, Glimmer, Calcit, Dolomit	Ton (40-80%), Schluff (30-50%), Quarz (0-20%)
Dichte [to/m <sup>3</sup> ]	1,7 – 2,1	1,7 – 2,1	1,7 – 2,1
Kohäsion [kN/m <sup>2</sup> ]	5 – 20	-	5 – 20
undrän. Scherfestigkeit [kN/m <sup>2</sup> ]	25 – 200	-	25 – 200
Wassergehalt [%]	12 – 35	5 – 25	15 – 25
Konsistenz <sup>2)</sup>	w - st - hf	-	w - st, st, st - hf
Konsistenzzahl [-]	0,45 – 1,20	-	0,75 – 1,10
Plastizität <sup>3)</sup>	m, l – m	-	m, l – m
Plastizitätszahl [%]	12 – 18	-	12 – 18
Lagerung <sup>4)</sup>	-	mdi, mdi - di	-
Organischer Anteil [%]	0 – 5	0 – 5	0 – 5
Abrasivität <sup>1)</sup>	nicht – schwach	stark – extrem	nicht – schwach
Ortsübliche Bezeichnung	Auelehme	Neckarkiese	Gipskeuper/Lettenkeuper

<sup>1)</sup> geschätzt

<sup>2)</sup> w = weich, st = steif, hf = halbfest

<sup>3)</sup> l = leicht, m = mittel, a = ausgeprägt

<sup>4)</sup> mdi = mitteldicht, d = dicht

\* Im Bereich des Verwitterungshorizonts im Übergang zwischen dem Mittleren Keuper und den Unteren Keuper ist vermutlich der Grenzdolomit vorhanden. In Bohrung B1 konnte er eindeutig identifiziert werden, bei Bohrung M8 nicht. Es ist davon auszugehen, dass der Grenzdolomit flächendeckend vorhanden ist, aber die Mächtigkeit überwiegend nur wenige Dezimeter beträgt. Für den Grenzdolomit gelten die Kennwerte der in nachstehender Tabelle 10 aufgeführten Dolomite. Für eine Durchörterung sind gegebenenfalls Entspannungs-/Lockerungsbohrungen nötig.



Tab. 10: Klassifizierung der angetroffenen Festgesteine

Bodenbezeichnung	Dolomite	Graue Mergel	Sandige Pflanzenschiefer
Homogenbereich DIN 18300 (Erdarbeiten)	300-G	300-G	300-H
Homogenbereich DIN 18301 (Bohrarbeiten)	301-G	301-G	301-H
Bohrklasse DIN 18301 (2006)	FV 2, FD 3	FV 2, FD 3 <sup>1)</sup>	FV 5, FD 3, ab 18,5 m auch FD 4
Rammbarkeit nach EAU E 154	nicht rammbar	nicht rammbar	nicht rammbar
Dichte [t/m <sup>3</sup> ] <sup>1)</sup>	2,5 – 2,9	2,4 – 2,9	2,3 – 2,9
Verwitterung	stark verwittert bis schwach verwittert	stark verwittert bis schwach verwittert	Schwach/mäßig verwittert bis frisch
Veränderungen Veränderlichkeit	nicht untersucht nicht veränderlich	nicht untersucht nicht untersucht	nicht untersucht nicht veränderlich
Kalkgehalt	gering	gering	gering
Sulfatgehalt	nicht untersucht	nicht untersucht	nicht untersucht
Druckfestigkeit q <sub>u,k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	50 - 150 (bestimmt)	50 – 200 <sup>1)</sup>	70 - 300 (bestimmt)
Trennflächenrichtung	senkrecht, teils auch horizontal u. schräg	senkrecht, teils auch horizontal	senkrecht, teils auch horizontal u. schräg
Trennflächenabstand	sehr engständig bis mittelständig	engständig bis mittelständig	außerordentlich engständig bis mittelständig
Gesteinskörperform	geschichtet	geschichtet	geschichtet
Gebirgsdurchlässigkeit	nicht untersucht, aus Erfahrung aber als wasserführend bekannt	nicht untersucht	nicht untersucht
Abrasivität <sup>1)</sup>	schwach abrasiv bis abrasiv	kaum bis schwach abrasiv	kaum abrasiv bis stark abrasiv
Ortsübliche Bezeichnung	Dolomit	Mergelstein	Mergel-/ Sandstein

<sup>1)</sup> geschätzt

Die Böden können hinsichtlich ihrer weiteren Verwendung ggfs., z. B. aufgrund der Bearbeitbarkeit und der Witterungsempfindlichkeit, in weitere Homogenbereiche unterteilt werden. Hierzu liegen uns jedoch keine Angaben vor.

Mit fortschreitender Planung kann es daher erforderlich sein, die Homogenbereiche neu abzustimmen, zu ergänzen oder neu zu definieren.

Die angegebenen Homogenbereiche nach VOB/C sind als Empfehlungen bzw. Vorschläge zu verstehen.

Ergänzend zu den Tabellen 8 und 9 ist anzuführen, dass die Böden der Homogenbereiche 300-C, 300-D und 300-F bei Nässeinfluss und unter Einfluss mechanischer Energie ihre Konsistenz in den weichen bis breiig-flüssigen Bereich ändern können.





In den nachfolgenden Tabellen sind die bodenmechanischen Kenngrößen der Auffüllungen, der Böden und des Festgesteins in Form von Mittelwerten als Grundlage für die geotechnischen Berechnungen angegeben.

**Tab. 11: Kenngrößen der angetroffenen Auffüllungen**

Bodenbezeichnung	Dim.	Kiese und Sande mdi-di	Sandige Schluffe w / st / hf
Feuchtwichte $\gamma_k$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20,0	18,0 / 19,0 / 20,0
Wichte u. Auftrieb $\gamma'_k$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10,0	8,0 / 9,0 / 10,0
Reibungswinkel $\varphi'_k$	[°]	32,5	27,5
Kohäsion $c'_k$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,0	2,0 / 5,0 / 8,0
Undrained Scherfestigkeit $c_{u,k}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	25 / 50 / 100
Durchlässigkeit $k_r$	[m/s]	$1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-8}$
Steifemodul $E_{s,k}$	[MN/m <sup>2</sup> ]	60,0	1,0 / 4,0 / 7,0

mdi = mitteldicht, di = dicht, w = weich, st = steif, hf = halbfest

**Tab. 12: Kenngrößen der angetroffenen Böden (Lockergesteine)**

Bodenbezeichnung	Dim.	Auelehme w / st / hf	Neckar- kiese mdi-di	Verwitterungshorizont	
				Mittelkeuper st	Grüne Mergel w-st / st-hf
Feuchtwichte $\gamma_k$	[kN/m <sup>3</sup> ]	18,0 / 19,0 / 20,0	20,0 / 21,0	19,0	18,5 / 19,5
Wichte u. Auftrieb $\gamma'_k$	[kN/m <sup>3</sup> ]	8,0 / 9,0 / 10,0	11,0 / 12,0	9,0	8,5 / 9,5
Reibungswinkel $\varphi'_k$	[°]	25,0	32,5	25,0	25,0
Kohäsion $c'_k$	[kN/m <sup>2</sup> ]	7,5 / 15,0 / 22,5	0,0	15,0	10,0
Undrained Scherfestigkeit $c_{u,k}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	25 / 75 / 125	-	100	60,0 / 90,0
Durchlässigkeit $k_r$	[m/s]	$1 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-2} - 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-10}$
Steifemodul $E_{s,k}$	[MN/m <sup>2</sup> ]	3,0 / 5,0 / 10,0	60,0 / 80,0	30,0	15,0 / 30,0

lo = locker, mdi = mitteldicht, w = weich, st = steif, hf = halbfest

**Tab. 13: Kenngrößen der angetroffenen Festgesteine**

Bodenbezeichnung	Dim.	Dolomite	Mergelstein	Sandige Pflanzenschiefer
		st verw. / schw. verw.	st verw. / schw. verw.	mäßig verw. / frisch
Feuchtwichte $\gamma_k$	[kN/m <sup>3</sup> ]	22,0 / 26,0	22,0 / 26,0	22,0 / 27,0
Wichte u. Auftrieb $\gamma'_k$	[kN/m <sup>3</sup> ]	12,0 / 16,0	12,0 / 16,0	12,0 / 17,0
Reibungswinkel $\varphi'_k$	[°]	30,0 / 40,0	30,0 / 40,0	35,0 / 45,0
Kohäsion $c'_k$	[kN/m <sup>2</sup> ]	25,0 / 100,0	25,0 / 100,0	25,0 / 100,0
Steifemodul $E_{s,k}$	[MN/m <sup>2</sup> ]	> 100	> 100	> 100
Abrasivität nach CAI	-	0,5 – 2,0	0,3 – 1,0	0,3 – 3,0

st = stark, schw. = schwach, verw. = verwittert





## 7 Grundwasser

### Wasserschutzgebiete

Nach Angaben des Kartendienstes des LUBW<sup>7</sup> liegt das Baufeld im fachtechnisch abgegrenzten Wasserschutzgebiet (WSG) 125058 Neckarsulm (Neckartalaue). Hierbei handelt es sich um ein Wasserschutzgebiet der Zone III.

Im Baubereich sind ansonsten keine festgesetzten, vorläufig angeordneten oder im Verfahren befindlichen WSG vorhanden.

### Grundwasserstände

Sowohl bei der Erkundung 2016 als auch im Zuge der Nacherkundung 2021 wurde in den Aufschlüssen Grundwasser angetroffen. Dabei ist anzumerken, dass der Grundwasserkörper jeweils unter den Auelehmen in den Neckarkiesen angebohrt wurde und bei der Erkundung 2021 das Grundwasser während der Sondierung anstieg. Bei den Erkundungen 2016 wurde dieser Anstieg nicht gemessen.

Dies lässt auf einen gespannten Grundwasserkörper schließen. Durch die Nähe zum Neckar und die durchlässigen Schichten der Neckarkiese ist von einem korrespondierenden Grundwasserstand auszugehen.

Nachfolgend sind die bei den Erkundungen gemessenen Grundwasserstände angegeben.

**Tab. 14: Während den Erkundungen angetroffene Wasserstände**

Wasserstand		Bereich Unterführung		Bereich Lärmschutzwand	
		[m+NN]	[m] unter GOK	[m+NN]	[m] unter GOK
2021	angetroffen	149,90	1,90	148,80 – 149,50	4,20 – 5,00
	eingestellt	151,05	0,75	150,80 – 151,20	2,66 – 2,90
2016	angetroffen	148,30 – 148,70	3,5 – 3,10	-	-
	eingestellt	-	-	-	-

Es zeigt sich, dass der angestiegene Grundwasserstand für den gesamten Baubereich bei knapp über 151,00 m+NN liegt. Dies entspricht etwa dem Wasserstand des Neckars.

In der näheren Umgebung des Bauvorhabens liegt die Grundwassermessstelle GWM T 12 EVS-AG Heilbronn der LUBW, deren Wasserstand seit 1993 beobachtet wird.

Anhand einer Auswertung der Pegeldata wurden der niedrigste Grundwasserstand (NGW), mittlere Grundwasserstand (MGW), der höchste Grundwasserstand (HGW) sowie der mittlere Höchstgrundwasserstand (MHGW/HGW<sub>Bau</sub>) für die Baumaßnahme ermittelt. Dabei ist zu beachten, dass es sich hierbei um den eingestellten Wasserstand des gespannten Grundwasserkörpers handelt. Die dazugehörigen Ganglinien sind in Anlage 8 enthalten. Die Angaben der einzelnen Wasserstände sind in Tabelle 15 im nächsten Abschnitt enthalten.

Demnach entsprechen die während der Erkundung angetroffenen Wasserstände etwa dem Niveau des mittleren Grundwasserstands.

<sup>7</sup> Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg



## Überschwemmungsgebiete

Nach Auskunft des Onlinedienstes der LUBW ist die Unterführung des Radwegs Teil der Überflutungsfläche eines 10-jährigen Hochwasserereignisses des Neckars. Die zugehörige Hochwasserrisikomanagementabfrage des LUBW ist in Anlage 8 enthalten. Der dabei auftretende Wasserspiegel von 152,30 m+NN liegt etwa 0,5 m über der OK des Radwegs in der Unterführung und deutlich über dem höchsten Grundwasserstand der Messstelle.

Dies bedeutet für den Bereich der Unterführung, dass bei der Wahl der Baustelleneinrichtung und für die Bauausführung nicht nur der  $HGW_{\text{Bau}}$  zu berücksichtigen ist, sondern auch das Auftreten eines 10-jährigen Hochwasserereignisses in Betracht gezogen werden sollte.

Dies betrifft insbesondere die Fläche der Baustelleneinrichtung sowie sichere (ausreichend hoch liegende) Abstellflächen für Baugeräte (Wasserschutzgebiet!) und gegebenenfalls die Ausarbeitung eines Havariekonzepts für die Baugrube/Baustellenfläche allgemein. Dies wird gegebenenfalls im Wasserrechtsverfahren behandelt.

Der Bereich der Lärmschutzwand ist nach Angaben des LUBW nur im Falle eines extremen Hochwasserereignisses betroffen, d.h. hier ist aus unserer Sicht der  $HGW_{\text{Bau}}$  maßgebend für die Bauausführung.

## Bemessungswasserspiegel

Tab. 15: Maßgebende Wasserstände im Baufeld

Wasserstand	Bereich Unterführung		Bereich Lärmschutzwand	
	[m+NN]	[m] unter GOK	[m+NN]	[m] unter GOK
Bei $HQ_{\text{EXTREM}}$	154,30	+2,50*	154,30	+0,70*
Bei $HQ_{10}$	152,30	+0,50*	152,30	1,40
HGW	151,64	0,16	151,64	2,06
$HGW_{\text{Bau}}$	151,33	0,47	151,33	2,37
MGW	151,04	0,76	151,04	2,66
NGW	150,86	0,94	150,86	2,84

\* Bei den farbig unterlegten Feldern liegt der Wasserstand über der GOK!

## 8 Umwelttechnische Analysen

Innerhalb der umwelttechnischen Untersuchung wurden Bodenproben aus den aushubrelevanten Bodenschichten sowie eine Grundwasserprobe analysiert. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in diesem Kapitel dargestellt.

### Wasser

Die Grundwasserprobe wurde aus der maschinellen Bohrung B1 am 02.12.2021 entnommen und hinsichtlich Beton- und Stahlaggressivität untersucht. Die Analyse ergab, dass das Grundwasser nicht betonangreifend ist und die Korrosionswahrscheinlichkeit von niedrig- und unlegierten Stählen sowohl im Unterwasserbereich als auch an der Wasser-



Luft-Grenze sehr gering ist. Das vollständig Analysenergebnis sowie das zugehörigen Probenahmeprotokoll sind in Anlage 7.1 enthalten.

### Boden

Mischprobe 1 besteht aus den natürlich anstehenden Böden bis zum Beginn der Neckarkiese aus RKS 1, die für das Einbringen der Schachtringe entnommen werden müssen.

Mischprobe 2 setzt sich aus den Auffüllungen im Bereich der geplanten LSW zusammen. Schichten, die eindeutig als Tragschichten der Obereisesheimer Straße zu erkennen waren, wurden nicht mit beprobt, da wir davon ausgehen, dass sie nicht entsorgt werden.

Mischprobe 3 setzt sich aus den natürlich anstehenden bindigen Böden bis zum Erreichen der Neckarkiese im Bereich der geplanten Lärmschutzwand zusammen.

Nachfolgende Tabelle stellt die relevanten Analysenparameter der Mischproben und die Einstufung nach VwV Boden dar. Die vollständigen Analysenergebnisse sowie die zugehörigen Probenahmeprotokolle sind in Anlage 7.2 enthalten.

**Tab. 16: Einstufung der untersuchten Bodenproben nach VwV BW**

Probe	Bereich	Material	Einstufung nach VwV	maßgebende Parameter
MP 1	RKS 1/0,40-0,90m/0,90-1,90m/1,90-2,70m	Schluff, Kies, Sand	<b>Z0</b>	-
MP 2	RKS 1/0,00-0,40m; RKS 2/0,00-0,30m/0,30-1,00m/ 1,00-1,60m/1,60-2,30m; RKS 4/0,70-1,30m; B1/1,00-1,70m/1,70-1,90m/1,90-2,20m/ 2,20-2,50m	Auffüllung: Schluff, Kies, Sand, Recycling- material ( < 2 M.-%)	<b>Z2</b>	PAK (17 mg/kg TS)
MP 3	RKS 2/2,30-2,70 m/2,70-3,20 m/ 3,20-4,00 m; RKS 4/1,30-1,60 m/1,60-2,40 m/ 2,40-3,30 m/3,30-3,90 m/3,90-4,20 m; B1/2,50-3,00 m/3,00-3,30 m/ 3,30-4,20 m/4,20-4,90 m	Schluff, Sand	<b>Z0</b>	*

\* Der Parameter ‚Elektrische Leitfähigkeit‘ ist erhöht (Einstufung Z1.2). Dieser ist bei alleiniger Grenzwertüberschreitung aber nicht maßgebend für eine ungünstigere Einstufung. Daher erfolgt eine Einstufung in Z0.

Der erhöhte PAK-Belastung der MP 2 kann auf die Lage im unmittelbaren Straßenbereich (Bankett) zurückgeführt werden. Insbesondere die oberflächennahen Bodenschichten liegen im Einflussbereich der Sprühhahnen bei nassen Witterungsverhältnissen. Der PAK-Gehalt nimmt mit zunehmender Tiefe ab. In MP 3 ist er noch messbar, liegt aber unterhalb des Grenzwerts für eine Z0-Einstufung.

Wir weisen darauf hin, dass Analysen zur Einstufung bzw. zur Entsorgung des Abfalles in der Regel nur 6 Monate bis 1 Jahr nach Erstellung gültig sind. Werden Baumaßnahmen später als 1 Jahr nach Erstellung der Analysen ausgeführt, sind neue Deklarationsanalysen erforderlich (Berücksichtigung in der Ausschreibung).



Wir weisen weiter darauf hin, dass bei einer Entsorgung des Aushubmaterials außerhalb von Deponien in der Regel alle 500 – 1000 t eine abfalltechnische Deklarationsanalytik erforderlich ist. Es wird empfohlen, die Deklarationsanalytik gemäß LAGA PN 98 an Haufwerken durchzuführen. Ein Platz für ein Bereitstellungslager für die Haufwerke/ Haufwerksbeprobungen ist vorzuhalten.

Bei einer Entsorgung auf eine Deponie ist der zu untersuchende Parameterumfang nach VwV um die Parameter der Deponieverordnung zu ergänzen. Hieraus können sich durch die ergänzend zu untersuchenden Parameter eventuell negativere Einstufungen ergeben. Deponien fordern grundsätzlich Haufwerksbeprobungen nach LAGA PN 98 inkl. Homogenitätsnachweis.

Hieraus ergeben sich mindestens 1-2 Analysen pro 500 t-Haufwerk gemäß dem Parameterumfang nach der VwV und Deponieverordnung bzw. der Handlungshilfen zur Deponierung in Baden-Württemberg.

Die durchgeführten Analysen können als „Übersichtsanalysen“ z.B. für eine LV-Erstellung herangezogen werden. Abweichungen in den Analysenergebnissen bei punktuellen Untersuchungen sind nicht auszuschließen.

## 9 Bauwerksgründung

### 9.1 Allgemeines

Nach dem alten Nationalen Anhang der DIN EN 1998-1 und der Karte der Erdbebenzonen Baden-Württemberg<sup>8</sup> liegen die Baumaßnahmen außerhalb der Erdbebenzonen.

Der alte Nationale Anhang ist nicht mehr gültig und wurde in Baden-Württemberg im Juli 2021 vom neuen Nationalen Anhang abgelöst. Hier ist die spektrale Antwortbeschleunigung  $S_{aP,R}$  und die Spitzenbodenbeschleunigung  $a_{gR}$  ( $=S_{aP,R}/2,5$ ) anzugeben. Für die Wiederkehrperiode  $T_{NCR} = 475$  Jahre beträgt  $S_{aP,R} < 0,50$  m/s<sup>2</sup>. Daher ist keine Erdbebenwirkung zu berücksichtigen.

Ebenso liegen die Baumaßnahmen außerhalb von Einflüssen aus dem Salzabbau (Geländesenkungen) im Bereich der Böllinger Höfe.

### 9.2 Unterführung

Bei km 0+390 wird die bestehende Unterführung des Radweges unter der L1100/Neckartalstraße hindurch erneuert und im Zuge dessen nach Westen hin verlängert.

Die bestehende Unterführung ist ein Stahlbetonrahmenbauwerk mit einer Außenbreite von 6,00 m und einer Höhe von 5,00 m (Unterkante bis Oberkante Rahmenbauwerk). Nach [2] ist das bestehende Bauwerk über eine Platte auf Vertiefungen aus Magerbeton gegründet. Die Unterkante der Magerbetonriegel liegt bei 149,30 m+NN. Nach dem Profil

<sup>8</sup> Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen Baden-Württemberg, Innenministerium Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 9: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, 1:350.000, 2005



der RKS 1 stehen in dieser Tiefe die Kiese des Neckars an. In Bohrung M 8 (im Westen) stehen in dieser Tiefe jedoch noch die Auelehme an (siehe Tab. 6).

Ursprünglich war eine Verlängerung der Unterführung nach Westen vorgesehen unter Erhalt des bestehenden Bauwerks. Im Zuge des Fortschreitens der Planung erfolgte eine Umplanung dahingehend, dass die gesamte Unterführung erneuert und dabei verbreitert wird.

Die niedrigste GOK liegt ca. bei 151,80 m+NN. Damit liegt die frostsichere Gründungstiefe bei 151,00 m+NN.

Nach [1] wird die neue Unterführung ebenfalls als Rahmenbauwerk aus Stahlbeton ausgeführt. Nach Fertigstellung verfügt die Unterführung über eine lichte Weite von 6,60 m (vorher 5,00 m) und eine lichte Höhe von ca. 3,00 m.

Für die Gründung wird neben der bisher in [1] und [3] geplanten Gründung über Schachtringe (Variante A) ein konventioneller Spundwandverbau mit Wasserhaltung und Baggeraushub (Variante B) betrachtet.

**Variante A:** Nach [3] ist eine Gründung über mit Magerbeton gefüllten Schachtringen vorgesehen, die auf den Neckarkiesen bei etwa 149,30 m+NN abgesetzt werden. Das Bauwerk an sich soll auf der Höhe von 151,00 m+NN gründen.

Für die Flachgründung wird nach [3] vorab der Bemessungswert der Sohlpressung bei 149,30 m+NN (Unterkante bisheriger Magerbeton) mit  $\sigma_d = 300 \text{ kN/m}^2$ , bezogen auf die Fläche des Rechteckfundamentes über den Brunnenringen, angesetzt.

Bei Einbau der Brunnenringe ist aufgrund der geringeren Grundfläche der kreisrunden Betonringe (Verhältnis etwa 4/3) ein Bemessungswert der Sohlpressung von  $\sigma_d = 400 \text{ kN/m}^2$  anzusetzen.

Wie bereits am Ende von Kap. 6.1 ausgeführt, wird für die Setzungsberechnung der Brückengründung im Osten das ungünstigere Erkundungsprofil (RKS 1) angesetzt, da hier die Kiese früher angetroffen werden und auch der Übergang in die Verwitterungsböden des GIPSKEUPERS höher liegend angetroffen wurden. Für die Westseite wurde das Profil der Bohrung M 8 angesetzt.

Wir haben hierzu in der Anlage 9.1 überschlägige geotechnische Berechnungen mit den in Tabelle 6 für die Unterführung dargestellten Baugrundmodellen durchgeführt. Dabei wurden Fundamentabmessungen von 3,5 m x 20,0 m mit einer Belastung von 300 kN/m<sup>2</sup> angesetzt.

Der Grundwasserstand wird auf Höhe des MGW zu 151,04 m+NN angesetzt.

In der Berechnung 1 haben wir die Unterkante der Gründung 149,30 m+NN angesetzt. Die Vorbelastung aus dem Aushub wurde abgemindert in Höhe von 30 kN/m<sup>2</sup> und für die Last aus dem bestehenden Brückenbauwerk abgemindert in Höhe von 40 kN/m<sup>2</sup> berücksichtigt.

Für diese Annahmen ergibt sich eine Setzung von  $s \cong 2,6 \text{ cm}$  und ein Ausnutzungsgrad gegen Grundbruch von  $\mu \cong 0,61$ . Dies betrifft den Bauwerksabschnitt, der auf der Fläche des bestehenden Brückenbauwerks gegründet wird.



Für den erweiternden Bereich, der westlich des bestehenden Bauwerks entsteht, wurde in der Berechnung [2] keine Vorbelastung aus dem bestehenden Brückenbauwerk berücksichtigt, sondern nur aus dem Aushub in abgeminderter Höhe von 30 kN/m<sup>2</sup>. Die Gründungssohle liegt hier bei 148,50 m+NN, da die Neckarkiese bei Bohrung M 8 erst in dieser Tiefe angetroffen wurden (20 cm Einbindung wurden berücksichtigt).

Für diese Annahmen ergeben sich rechnerische Setzungen von  $s \cong 2,6$  cm und ein Ausnutzungsgrad gegen Grundbruch von  $\mu \cong 0,52$ .

Nach Gesprächen mit der Stadt Heilbronn wird als Alternative die **Variante B**, ein konventioneller nichtverankerter Spundwandverbau mit Einbindung in die Verwitterungsböden des Gipskeupers, in Betracht gezogen. Dies ist vor allem mit den zu erwartenden hohen Grundwasserständen und der Durchführbarkeit des Verfahrens begründet.

Hierbei ist ein Spundwandverbau mit Einbindung bis mindestens in die verwitterten Ton- und Schluffböden des Gipskeupers (Mittlerer Keuper) vorgesehen. Im Schutz der Spundwand und unter Abpumpen des gering anzunehmenden Grundwasserzuflusses wird bis auf die Neckarkiese ausgehoben. Dann können die Fundamente der Widerlager aus Beton hergestellt werden. Durch die größere Grundfläche dieser Gründungsvariante kann auch von einer geringeren Sohlpressung von ausgegangen werden. Bei einer Fundamentbreite von 4,5 m (entspricht etwa dem Abstand der Außenkanten der Ringreihen) ergibt sich eine Sohlspannung von etwa  $\sigma_d = 235$  kN/m<sup>2</sup>.

Wir haben hierzu in der Anlage 9.1 eine überschlägige geotechnische Berechnung mit dem in Tabelle 6 für die Unterführung dargestellten Baugrundmodell der Ostseite durchgeführt. Dabei wurden Fundamentabmessungen von 4,5 m x 20,0 m angesetzt.

Gemäß der Berechnung [3] ergeben sich für diese Annahmen rechnerische Setzungen von  $s \cong 2,0$  cm und ein Ausnutzungsgrad gegen Grundbruch von  $\mu \cong 0,49$ .

Es zeigt sich, dass sich die Kiese und auch die darunterliegenden Verwitterungsböden des GIPSKEUPERS zum Abtrag der auftretenden Lasten eignen. Jedoch ist zu beachten, dass bei der Erkundung auf der westlichen Bauwerksseite (M 8) die Neckarkiese erst ab etwa 148,70 m+NN angetroffen wurden. Sollten die Kiese im Bauwerksbereich ebenfalls erst in dieser Tiefe bzw. unterhalb von 149,30 m+NN angetroffen werden, so müssten die darüber liegenden Auelehme z.B. mit unbewehrtem Beton ausgetauscht werden, um größere Setzungen zu vermeiden.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass etwa 40 – 50 % der angegebenen (rechnerischen) Setzungen während der Baumaßnahme abklingen. Die restlichen Setzungen treten nach Fertigstellung der Maßnahme in einem Zeitraum von etwa einem Jahr auf.

Es ist vom Tragwerksplaner zu prüfen, ob die angegebenen Setzungen bauwerksverträglich sind. Auch vom Verkehrsplaner ist die Verträglichkeit für den Radweg und die überführende L1100 zu prüfen.

Eine Reduzierung der Setzungen kann einerseits über die Verteilung der Lasten auf eine größere Fläche oder durch eine Pfahlgründung erfolgen. Bei der Pfahlgründung sind die Pfähle allerdings durch die Kiese und die Verwitterungsböden zu führen und auf den Festgesteinen des UNTEREN KEUPERS ab etwa 14 m u. GOK abzustellen. Im Hinblick





auf die erforderlichen Arbeiten für Verbau, Aushub und Wasserhaltung ist zu prüfen, ob eine Gründung über Pfähle gegebenenfalls günstiger wird. Für eine mögliche Pfahlbemessung können die Werte aus Abschnitt 9.4 dieses Berichts angesetzt werden. Wir möchten jedoch darauf hinweisen, dass für eine Einbindung der Pfähle auf dem Verwitterungshorizont oder in den Festgesteinen gemäß EC 7 die bisherige Erkundungstiefe nicht ausreichend ist und hier gfs. nochmals eine Erkundungsbohrung erforderlich ist.

### 9.3 Stützwand bei Unterführung

Direkt ab der südwestlichen Widerlagerwand ist der Bau einer Stützwand aus Muschelkalkblöcken geplant. Die Unterkante der ersten Steinlage der Stützwand liegt nach [1] bei 152,53 m+NN auf einem Fundament. Die Blöcke haben eine Kantenlänge von 0,70 m und sind in Abhängigkeit der Berechnung versetzt je Steinlage. Insgesamt sind maximal 4 Steinlagen vorgesehen, wobei die Höhe der Mauer nach Süden hin abnimmt, bis sie nach etwa 11,5 m endet.

Lasten liegen uns hier noch keine vor. Wir gehen jedoch für die Muschelkalkblöcke von einer Wichte  $\gamma = 27 \text{ kN/m}^3$  aus. Unter Berücksichtigungen von breiten Fugen durch versetzte Steinlagen wird die Gesamtwichte der Wand zu  $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$  angesetzt.

Zudem gehen wir entsprechend eines Vollstaus auf der L1100 mit LKW von einer Verkehrslast von  $16,7 \text{ kN/m}^2$  (entspricht SLW 30) in einem Abstand von 2,0 m aus (entspricht etwa dem Abstand zur Fahrbahn). Dieser Ansatz ist auf der sicheren Seite liegend, da in der Realität der Hauptabtrag der Verkehrslasten in diesem Bereich noch durch das Brückenwiderlager erfolgen wird.

Wir haben hierzu in der Anlage 9.2 überschlägige geotechnische Berechnungen mit dem in Tabelle 6 dargestellten Baugrundmodell durchgeführt.

Die Gründung der Mauer ist nach [1] über einen Streifen Bodenaustausch o.ä. vorgesehen. Aus Gründen der Frostsicherheit und der Standsicherheit der Stützmauer ist jedoch ein größeres Fundament nötig. Entsprechend den Berechnungen [3] (ohne Verkehrslast) und [4] (mit Verkehrslast) ist eine Gründung in den anstehenden Schluffen bzw. der Auffüllung über ein 1,50 m breites und 0,85 m tiefes Fundament möglich. Wir empfehlen, die Gründung der Mauer auf einem Fundament aus unbewehrtem Beton, da sich hier, im Gegensatz zu einer Tragschicht, kein Wasser anstauen kann. Die UK des Fundaments liegt etwa 1,00 m unter GOK auf der Luftseite. Bei einem Versatz von 0,15 m je Steinreihe sind hier alle Nachweise erbracht.

Betrachtet man die zu erwartenden Setzungen in Berechnung [5] für das 1,50 m breite Fundament, so ergibt sich bei 4 Steinlagen und einer Vertikallast aus dem Eigengewicht der Mauer und des Fundaments eine Setzung von ca. 2,10 cm. Der Abschnitt wird auf 5,0 m Länge abgeschätzt. Lasten aus einem angehängten Bodenkeil wurden nicht berücksichtigt, da in diesem Bereich das Widerlager diese Lasten aufnimmt.

Für den Bereich mit 3 Steinlagen (etwa 2,0 m Länge) wurde neben dem Eigengewicht der Mauer und des Fundaments ebenfalls das Gewicht eines angehängten Erdkeils (45° Winkel; Keil mit 2,1 m Kantenlänge) berücksichtigt. Hieraus ergeben sich gemäß Berechnung [6] für diesen Bereich Setzungen von ca. 2,7 cm.



Wir gehen davon aus, dass die überschlägig ermittelten Setzungen bauwerksverträglich sind, bitten aber um Prüfung.

Alternativ ist auch hier eine Gründung über Betonbrunnen bis in die anstehenden Kiese möglich.

So ist bei einem Betonpfeiler mit den Abmessungen  $a \times b = 1,50 \text{ m} \times 1,50 \text{ m}$  ein maximaler Bemessungswert des Sohlwiderstandes von  $\sigma_{R,d} \cong 1.050 \text{ kN/m}^2$  zulässig. Die Setzungen betragen dann etwa 1,2 cm. Die Begrenzung des Sohlwiderstandes erfolgt hier durch den Nachweis der Grundbruchsicherheit.

Betonbrunnen mit kreisförmigem Grundriss sind flächengleich aus den Quadratquerschnitten abzuleiten.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass auch hier etwa 40 – 50 % der angegebenen (rechnerischen) Setzungen während der Baumaßnahme abklingen. Die restlichen Setzungen treten nach Fertigstellung der Maßnahme in einem Zeitraum von etwa einem Jahr auf.

#### 9.4 Lärmschutzwand

im Bereich von km 0+088 bis km 0+230 ist zwischen der L1100/Neckartalstraße und der Obereisesheimer Straße die Errichtung einer Lärmschutzwand geplant [4].

Der bestehende Grünstreifen besitzt eine Breite von ca. 2,0 m inkl. Bordsteinen. Nach [5] wird dieser Streifen auf 3,5 m verbreitert, wobei 2,5 m auf das Bankett zur Neckartalstraße entfallen, auf die Lärmschutzwand 0,25 m und 0,75 m auf einen Pflasterstreifen zur Obereisesheimer Straße hin.

Zum Material der geplanten LSW sowie der Feldbreite liegen uns keine Angaben vor. Die Gründung sollte nach mündlicher Überlieferung und der Skizzierung in [5] über Bohrpfähle erfolgen.

In Anlage 9.3 ist eine überschlägige Berechnung der angreifenden Lasten für eine Feldbreite von 5,0 m enthalten.

Demnach greifen am zweiten Pfosten folgende charakteristische Lasten an (ohne Sicherheitsbeiwert):

- Vertikal aus Eigengewicht 175 kN
- Horizontal senkrecht zur Wandachse 29,4 kN
- Einspannmoment um die Wandachse 82,3 kNm

Nach [4] soll die Gründung der Lärmschutzwand über Bohrpfähle entsprechend der ZTV-Lsw 06<sup>9</sup> bzw. der ZTV-Lsw 88<sup>10</sup> Erg. erfolgen.

<sup>9</sup> *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe „Straßenentwurf“, Ausgabe 2006 (geändert 2012)*

<sup>10</sup> *Entwurfs- und berechnungsgrundlagen für Bohrpfehlgründungen und Stahlpfosten von Lärmschutzwänden an Straßen, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die*





In Anhang B der ZTV-Lsw Erg ist eine Tabelle der Bodengruppen für die Regelbemessungsfälle enthalten. Diese kann im vorliegenden Fall u. E. nicht angewendet werden, da die anstehenden Böden nicht den Regelböden entsprechen.

Wir empfehlen daher eine Bemessung über elastisch gebettete Pfähle.

Der Entwurf und die Bemessung von Bohrpfählen eines Durchmessers zwischen 0,3 m und 3,0 m sind in den EA Pfähle<sup>11</sup> und die Ausführung in der DIN EN 1536<sup>12</sup> geregelt.

Generell wird das äußere Tragverhalten von Druckpfählen in axialer Richtung durch die Abhängigkeit von Pfahlwiderstand und Pfahlkopfverschiebung (Setzung, Verschiebung) beschrieben.

Der äußere Pfahlwiderstand  $R_k$  wird bei den gegebenen Untergrundverhältnissen, die durch das Anstehen von überwiegend bindigen Böden bis in große Tiefen gekennzeichnet sind, von Mantelreibung und Spitzenwiderstand bestimmt. Der Bruchwiderstand des Pfahles (Größtwert des Pfahlwiderstandes) wird bei der Pfahlkopfsetzung erreicht, bei deren Überschreitung der Pfahlwiderstand  $Q$  nicht weiter gesteigert werden kann. Die Bestimmung dieses Bruchwiderstandes erfolgt über die Widerstands-Setzungslinie.

Diese Widerstands-Setzungslinie kann gemäß EA Pfähle auf zwei Arten ermittelt werden:

- a) über Probelastungen oder
- b) mittels Erfahrungs- und Tabellenwerten

Um einen Anhaltswert über die erforderlichen Pfahldimensionen zu bekommen wurden die Berechnungen der Widerstands-Setzungslinie auf Grundlage von Erfahrungs- und Tabellenwerten nach den EA Pfähle durchgeführt.

Die Tabellenwerte sind in Abhängigkeit der undrännierten Scherfestigkeit und der einaxialen Druckfestigkeit formuliert, die durch die Drucksondierungen ermittelt wurden.

In Abhängigkeit der auszuführenden Pfahlart können dort Pfahlspitzendruck und -mantelreibung entnommen werden. Es ist vorab das Baugrundmodell nach Tabelle 3 anzusetzen.

Nach Abschnitt 5.4.6.2 der EA Pfähle können somit so z. B. für Bohrpfähle folgende charakteristische Werte angesetzt werden. Dabei wurden die Unteren Werte der in den Tabellen 5.12 – 5.15 nach EA Pfähle angegebenen Werte in unseren Berechnungen angesetzt.

---

Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe „Erd- und Grundbau“, Ausgabe 1997

<sup>11</sup> Empfehlungen des Arbeitskreises "Pfähle" EA-Pfähle, AK 2.1 der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V. (Hrsg.), 2. Auflage, 2012

<sup>12</sup> DIN EN 1536:2015-10; Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Bohrpfähle; Deutsche Fassung EN 1536:2010+A1:2015



**Tab. 17: Charakteristischer Pfahlspitzendruck  $q_{b,k}$  [kN/m<sup>2</sup>]**

Bezogene Pfahlkopfsetzung s/D [-]	Auffüllungen	Auelehme	Kiese	Verwitterungshorizont
	-	weich-steif	mitteldicht	steif-h'fest
Schicht Nr.	0	1	2	3
0,02	0	350	1.750	600
0,03	0	450	2.250	700
0,10	0	800	4.000	1.200

**Tab. 18: Charakteristische Mantelreibung  $q_{s,k}$  [kN/m<sup>2</sup>]**

	Auffüllungen	Auelehme	Kiese	Verwitterungshorizont
	-	weich-steif	mitteldicht	steif – h'fest
Schicht Nr.	0	1	2	3
	0	40	130	50

Mitnahmesetzungen sind bei dieser Gründungsart kaum zu erwarten.

Aus unserer Sicht sind die Setzungen bauwerksverträglich, dies sollte jedoch nochmals vom Tragwerksplaner geprüft werden. Wir empfehlen, die Pfahlsetzungen nicht weiter zu reduzieren, um die Mantelreibung entsprechend zu aktivieren.

Die horizontale Bettung der Pfähle kann über die Formel

$$k_s = \frac{E_s}{D}$$

mit  $E_s$  = Steifeiffer und  $D$  = Pfahldurchmesser (für  $D > 1,0$  ist  $D = 1,0$  m zu setzen) ermittelt werden.

Die gegenseitige Beeinflussung einzelner Pfähle bzw. die sogenannte Gruppenwirkung ist in Kapitel 8.2 der EA Pfähle geregelt. Die Abminderung der Tragfähigkeit der Einzelfähle ist dort in Abhängigkeit des Pfahltyps, der Einbindelänge und des Pfahlabstands zu ermitteln. Ebenso ist die Setzung der Pfahlgruppe analog zu ermitteln.

Für die Herstellung der Bohrpfähle ist die Herstellung einer Arbeitsfläche für das Bohrgerät (Großgerät, 50 to) erforderlich. Diese sollte sinnvoller Weise unter Angabe der Baugrundbedingungen dem Bohrunternehmen überlassen und funktional ausgeschrieben werden.

Der EC 7 bzw. die DIN 1054<sup>13</sup> sieht im Vorfeld der Gründungsherstellung Probelastungen zur Ermittlung der Pfahlkennwerte vor.

Aus geotechnischer Sicht sind diese aufgrund der durchgeführten Baugrunderkundungen und dem Ansatz der Pfahlkennwerte an der unteren Grenze nicht erforderlich. Aus unse-

<sup>13</sup> Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1, Ausgabe 2010-12, inkl. Änderung A1:2012, Ausgabe 2012-08



rer Sicht ist dies nur erforderlich, wenn die Pfahlgründung wirtschaftlich ausgereizt werden soll, da die angesetzten Erfahrungs- bzw. Tabellenwerte auf der sicheren Seite liegen.

Für das Einbringen von Stoffen in das Grundwasser ist ein Wasserrechtsantrag zu stellen.

Sollten hier weitere Angaben erforderlich sein, bitten wir um Rücksprache.

## **10 Hinweise zur Bauausführung**

### **10.1 Baugrube**

Für die Erstellung der Bauwerke sind Abböschungen erforderlich.

In Anlehnung an die DIN 4124 können dann in den angetroffenen Böden ohne weitere Nachweise maximale Baugrubenböschungen

- unter 45° in den Auffüllungen, den weichen und weich-steifen Schluffen und den Kiesen

hergestellt werden. Die Vorgaben bzw. die Randbedingungen der DIN 4124 sind zu beachten.

Sonstige Böden sind über Grundwasser nicht vorhanden. Abböschungen in Böden im Schutze einer Grundwasserhaltung sind rechnerisch nachzuweisen (s. u.).

Nach DIN 4124, gelten die o. g. Neigungen nicht, wenn eine ungünstige Gegebenheit oder ein ungünstiger Einfluss die Standsicherheit gefährdet. Im vorliegenden Fall können dies z. B. sein:

- Nicht oder nur wenig verdichtete Verfüllungen oder Aufschüttungen (ist in o. g. Böschungswinkel berücksichtigt).
- Erhebliche Anteile an organischen Bestandteilen und ähnlichen festigkeitsmindernden Bodenarten im Fall eines weichen bindigen Bodens.
- Grundwasserabsenkung durch offene Wasserhaltung in Feinsand- oder Schluffböden.
- Zufluss von Schichtenwasser.
- Nicht entwässerter, im wassergesättigten Zustand zum Fließen neigender Boden.
- Der Verlust der Kapillarkohäsion eines nichtbindigen Bodens durch Austrocknen.
- Starke Erschütterungen, z. B. aus Verkehr, Rammarbeiten, Verdichtungsarbeiten oder Sprengungen.
- Lasten im Bereich der Böschungsschulter durch Haufwerke, Baumaschinen, Lagerung von Baumaterial, o. ä.

Sollten solche Randbedingungen vorliegen, ist die Standsicherheit von Böschungen rechnerisch nachzuweisen.



Die Standsicherheit ist ebenfalls rechnerisch nachzuweisen, wenn z. B.:

- Eine Böschung mehr als 5,00 m hoch ist.
- Die oben genannten Böschungswinkel überschritten werden, wobei jedoch ein Böschungswinkel von mehr als 80° bei nichtbindigen oder bindigen Böden und von mehr als 90° bei Fels nicht zulässig ist.
- Die Standsicherheit von vorhandenen Gebäuden, Leitungen, anderen baulichen Anlagen oder Verkehrsflächen gefährdet werden kann.
- Das Gelände neben der Böschungskante steiler als 1:10 ansteigt oder unmittelbar neben dem Schutzstreifen von 0,60 m eine steiler als 1:2 geneigte Erdaufschüttung bzw. Stapellasten von mehr als 10 kN/m<sup>2</sup> zu erwarten sind.

Bei einer bis 1:1 geneigten Erdaufschüttung darf der geforderte Standsicherheitsnachweis entfallen, wenn die Tiefe der Baugrube bzw. des Grabens zusammen mit der Höhe der Erdaufschüttung das Maß von 5,00 m nicht übersteigt

Ansonsten verweisen wir auf die DIN 4124. Wir empfehlen, für die Erdarbeiten nur Fachfirmen zuzulassen und die DIN 4124 vertraglich zu vereinbaren.

**Sollten z. B. bei Aushub Wasseraustritte oder abweichende Bodenarten festgestellt werden, so sind die Arbeiten einzustellen und es ist ein geotechnischer Sachverständiger hinzuzuziehen.**

**Auch bei Planungsänderungen, die Auswirkungen auf den Erdbau haben, sind die Auswirkungen vor Ausführungsbeginn von einem geotechnischen Sachverständigen zu prüfen.**

Variante 1:

Die alten Brunnenringe bleiben erhalten. Die Herstellung der geplanten Tieferführungen aus unbewehrtem Beton muss abschnittsweise erfolgen. Der Beton ist sofort nach Aushub unter Wasser (ggfs. im Kontraktorverfahren) einzubauen. Die Aushubebene sollte ca. 0,5 m über dem Grundwasserspiegel liegen.

Variante 2, Vorzugsvariante:

Die alte Gründung wird abgebrochen. In diesem Fall ist ein wenig wasserdurchlässiger Verbau erforderlich, der mindestens 1 m in den Verwitterungshorizont einbindet.

Sollten Verbauten erforderlich werden, so sind bei der Wahl der Verbauart folgende Punkte zu beachten:

Das Einbringen des Verbaus ist u. a. mit dem KMBD in Stuttgart abzustimmen. Dies ist „Sache“ des Bauherrn und ist vor Ausschreibung/Vergabe abzuklären. Erforderliche Maßnahmen sind mit auszuschreiben.

Eine Kampfmittelfreimessung entlang der Verbautrasse ist bei einem Trägerbohlverbau in der Regel lediglich an den Trägerpunkten erforderlich, während beim Spundwandverbau die komplette Trasse (Kampfmittelsondierungen mindestens alle 1,50 m) freizumessen ist. Wir verweisen hier auch auf den Abschnitt 10.4 dieses Berichts. Zudem ist bei der Wahl der Verbauart der Grundwasserstand zu berücksichtigen. Für eine Grundwasserabsenkung ist ein Trägerbohlverbau ungeeignet. Mit einem Spundwandverbau, der bis in die Verwitterungsböden des GIPSKEUPERS bei ca. 145,00 m+NN reicht, ist eine Grundwasserabsenkung bis z.B. auf die Neckarkiese mittels geschlossener Systeme möglich.



Die Bemessung des Verbaus empfehlen wir dem Unternehmer zu überlassen, da dieser in der Regel „seine Systeme“ hat.

Ansonsten verweisen wir auf die Vorgaben der EAB<sup>14</sup> (Lastansätze etc.).

Bei Bedarf können hierzu weitere Ausarbeitungen erfolgen. Wir bitten dann um Info.

## **10.2 Einbau von Böden**

Die beim Aushub anfallenden Schluffe sind für einen Wiedereinbau nicht geeignet und zu entsorgen. Die sandigen und kiesigen Auffüllungen im Bereich des LSW sind aufgrund ihrer chemischen Belastung (Z2) für den Wiedereinbau im Wasserschutzgebiet nicht geeignet und ebenfalls zu entsorgen. Die anstehenden Kiese hingegen können für die Wiederverfüllung eingesetzt werden.

Sollten Liefermaterialien erforderlich werden, empfehlen wir ein gut abgestuftes Material mit einem Feinkornanteil von maximal 5 % und einem Kieskornanteil von mindestens 40 % (Bodengruppen GI, GW nach DIN 18196; gebrochenes Korn ist zu bevorzugen).

RC-Material kann aufgrund der hohen Grundwasserstände nicht eingebaut werden.

Wir empfehlen Schüttlagenstärken (unverdichtet) von 0,20 – 0,30 m und einen 5-maligen Übergang mit der schweren Rüttelplatte. Die Baugrubensohle bzw. die Aufstandsflächen der Fundamente sind ebenfalls durch 5-maligen Übergang mit der schweren Rüttelplatte zu verdichten. Es ist ein Verdichtungsgrad von 100 %  $D_{Pr}$  zu fordern. Die Verdichtung ist gemäß ZTV E-StB 17<sup>15</sup> nachzuweisen und sollte auch durch die FÜ geprüft werden.

Beim Aushub der Betonbrunnen unter Wasser ist bis etwa 0,30 m in die Kiese auszuheben, um sicherzustellen, dass keine bindigen Böden in der Aushubsohle mehr vorhanden sind.

Da das bestehende Fundament der Unterführung ausgebaut werden muss und auf dieser Aushubtiefe dann die Brunnen abgestellt werden, ist der Bereich zwischen den einzelnen Brunnenringen zu verfüllen. Aufgrund des hohen Grundwasserstandes sollte hierbei ein möglichst geringdurchlässiges Material (z.B. Magerbeton) verwendet werden. Dadurch wird ein Zulauf des Grundwassers in die und gegebenenfalls Aufweichen der umliegenden Auelehme verhindert.

## **10.3 Entwässerung / Bauwerksabdichtung**

Während der Erkundungen zeigte sich ein gespannter Grundwasserkörper, der unterhalb der Auelehme liegt, aber beim Freilegen auf etwa 151,00 m+NN, d.h. 1,70 m über der Höhe der Brunnensohle, ansteigt.

---

<sup>14</sup> Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben", Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (Hrsg.), 5. Auflage, Berlin, September 2012

<sup>15</sup> Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, FGSV, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Ausgabe 2017



Dies hat zur Folge, dass im Rahmen der Baumaßnahme (je nach gewählter Gründungsart) gegebenenfalls Grundwasserhaltungen erforderlich werden. Die Abbrucharbeiten des bestehenden Bauwerks können über dem Grundwasser bzw. „im Trockenen“ ausgeführt werden. Die alten Gründungselemente liegen im Bereich des Grundwassers. Hier können die Gerätschaften über dem GW-Spiegel stehen und im Grundwasserbereich arbeiten. Das Einstellen der Brunnenringe erfolgt voraussichtlich ebenfalls unterhalb des Grundwasserspiegels. Die Brunnen können bei höheren Grundwasserständen auch im Grundwasser betoniert werden.

Sollte eine Grundwasserhaltung erforderlich werden, so ist bei einer Absenktiefe bis zu 0,30 m eine offene Wasserhaltung (Gräben und Pumpensämpfe) möglich. Bei geringen Restmächtigkeiten ist ein Nachweis gegen hydraulischen Grundbruch nötig. Die technische Umsetzung kann durch Entspannungsbohrungen erfolgen. Bei größeren Absenktiefen sind geschlossene Systeme, wie z. B. Brunnen oder Lanzen erforderlich.

Wir gehen davon aus, dass der Durchlass auch bei Lage im/unterhalb des HGW keine Abdichtung gegen Feuchtigkeit erhält, da er beidseitig bewittert ist. Bei Bedarf können hier noch Angaben gemacht werden.

#### **10.4 Kampfmittel**

Entsprechend der DIN 18299 ist im Hinblick auf die vorhandene Kampfmittelsituation eine Aussage des Auftraggebers in der Leistungsbeschreibung zu treffen.

Es liegt eine Auswertung des KMBD Stuttgart vor [6]. Demnach liegt im Baubereich Kampfmittelverdacht vor.

Hier sind entweder Untersuchungen zur Kampfmittelsituation (z. B. entsprechende Freimessungen, Räumungen) vor der Ausführung der eigentlichen Bauarbeiten durch den AG zu veranlassen. Alternativ hat der AG in der Leistungsbeschreibung auf die vorhandene Situation hinzuweisen, so dass im Zuge der geplanten Bauarbeiten geeignete Maßnahmen eingeplant werden können.

So wird für die Aushubarbeiten oder das Einbringen des Verbaus oder gegebenenfalls einer Pfahlgründung eine Aussage zur Kampfmittelfreiheit erforderlich.

Das Vorgehen ist auf jeden Fall mit dem KMBD in Stuttgart abzustimmen.

Die, während der Erkundungsarbeiten durchgeführten Kampfmitteluntersuchungen, haben keinen Hinweis auf im Untergrund verbliebene Kampfmittel ergeben. Dies gilt jedoch nur für die einzelnen, untersuchten Stellen.

#### **10.5 Sonstige Hinweise**

Die anstehenden bindigen Böden sind sehr witterungsempfindlich. Ein Befahren dieser Böden mit Baufahrzeugen ist daher nur bei trockener Witterung möglich. Bei Einwirkung von Nässe und mechanischer Energie können die Böden ihre Konsistenz in den breiigen bis flüssigen Bereich verändern. Zum Befahren sind evtl. Baustraßen erforderlich.



Wir weisen darauf hin, dass der Schutz des Planums eine Nebenleistung nach DIN 18299 ist.

Der durchgeführte Erkundungsumfang im Bereich der Unterführung inkl. Stützwand entspricht den Empfehlungen des EC 7. Bei punktuellen Aufschlüssen sind jedoch Abweichungen vom erkundeten Baugrund nicht auszuschließen.

Bei Abweichungen vom erkundeten Baugrund ist unser Büro zu informieren.

Dieser Bericht besteht aus 35 Seiten (inkl. Deckblatt) und den Anlagen 1 bis 9.

INGENIEURBÜRO ROTH  
& PARTNER GMBH

ppa. Dipl.-Ing. (FH) Peter Cuntz  
Beratender Ingenieur



Projektbearbeiter:

i. A. Dipl.-Ing. Elisabeth Rzepecki



**Anlage 1**

**Auszug aus der topographischen Karte**





Plangrundlage : Topografische Karte Blatt-Nr. 6821

**Legende:**



**Untersuchungsbereich**



Projekt :

**NU Frankenbach / Neckargartach  
Bauwerk 233 und Lärmschutzwall**

Ausweitung der Erkundung  
und Anpassung des Altgutachtens

Planinhalt:

**Auszug aus der  
Topografischen Karte**

Maßstab :

**1:25.000**

Anlage-Nr.:

**1**

Auftraggeber:



Stadt Heilbronn  
Amt für Straßenwesen

**INGENIEURBÜRO  
ROTH & PARTNER**



Karlsruhe, Januar 2022

Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH  
Hans-Sachs-Straße 9 · 76133 Karlsruhe  
Telefon 0721 98453-0 · Telefax -99  
info@ib-roth.com · www.ib-roth.com

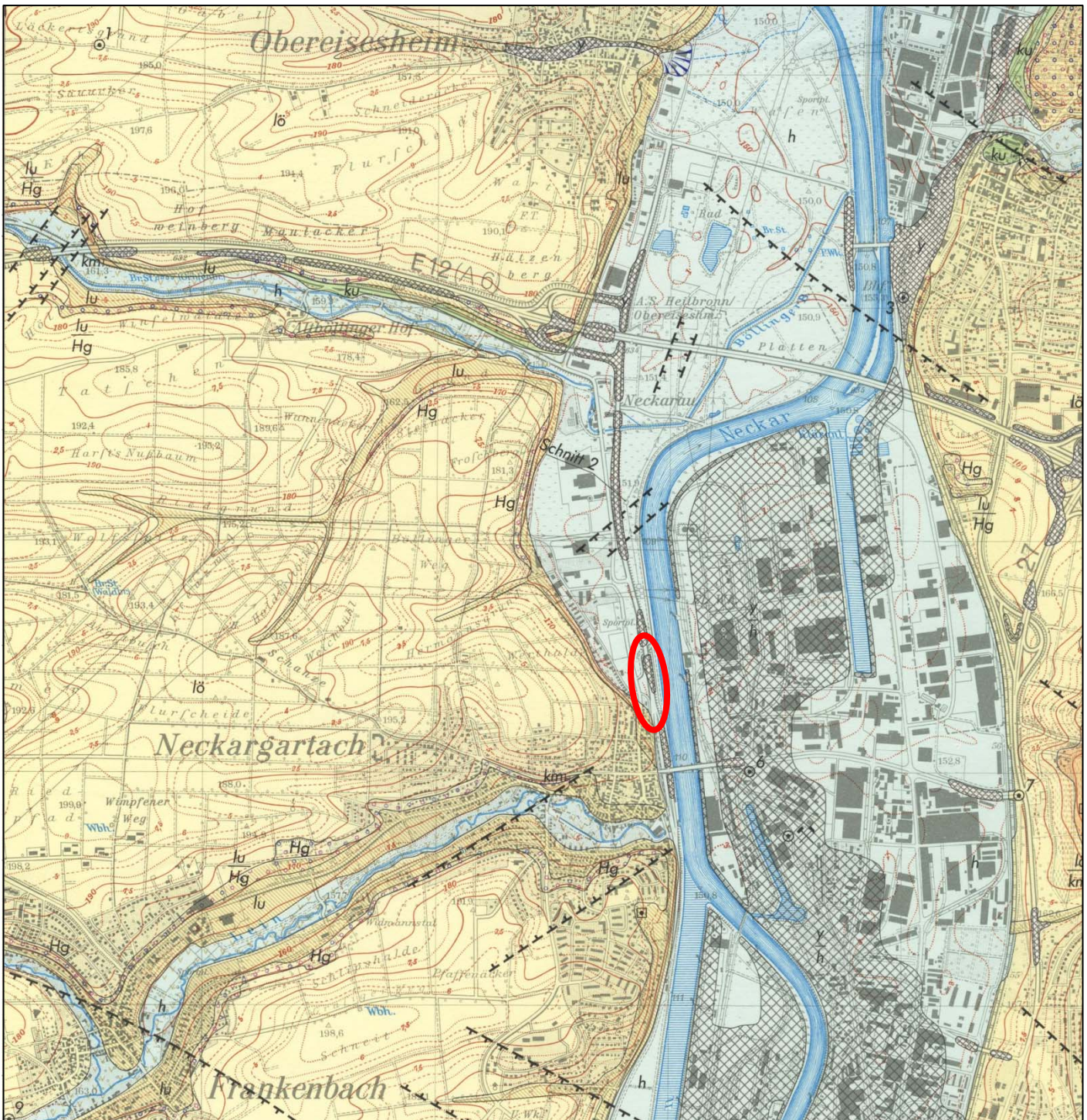




**Anlage 2**

**Auszug aus der geologischen Karte**





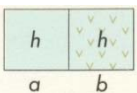
**Legende:**



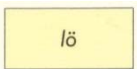
Untersuchungsbereich



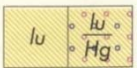
Künstliche Auffüllung



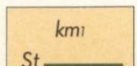
Ablagerungen in den Talauen



Löß, Lößlehm



Schwemmlöß



Gipskeuper

Plangrundlage : Geologische Karte Blatt-Nr. 6821

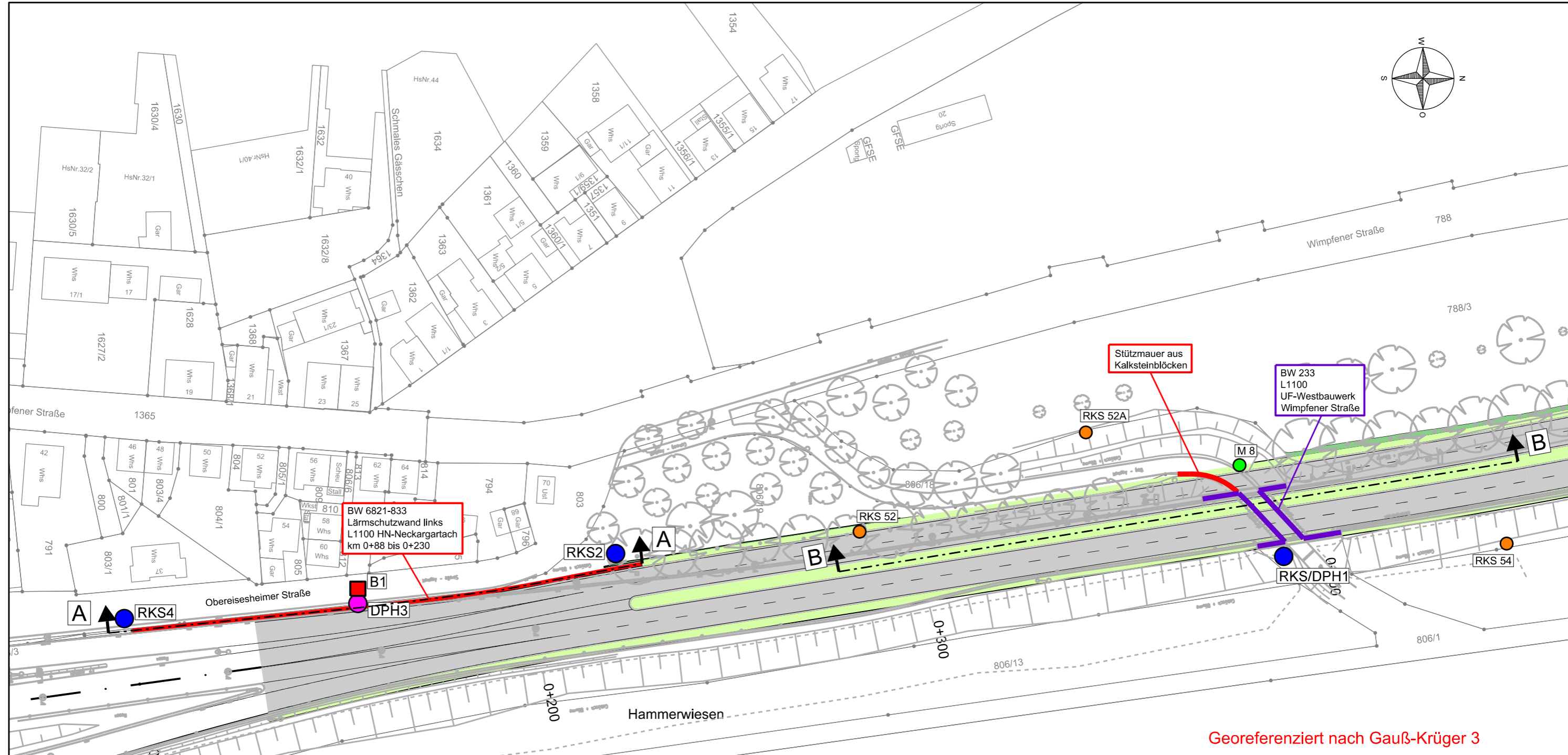
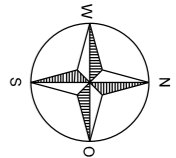
<b>Projekt :</b> <b>NU Frankenbach / Neckargartach</b> <b>Bauwerk 233 und Lärmschutzwall</b> Ausweitung der Erkundung und Anpassung des Altgutachtens		
<b>Planinhalt:</b> <b>Auszug aus der</b> <b>geologischen Karte</b>	<b>Maßstab :</b> <b>1:25.000</b>	<b>Anlage-Nr.:</b> <b>2</b>
<b>Auftraggeber:</b>  Stadt Heilbronn Amt für Straßenwesen		
<b>INGENIEURBÜRO</b> <b>ROTH &amp; PARTNER</b>  Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH Hans-Sachs-Straße 9 · 76133 Karlsruhe Telefon 0721 98453-0 · Telefax -99 info@ib-roth.com · www.ib-roth.com		Karlsruhe, Januar 2022





### **Anlage 3**

#### **Lageplan mit Eintrag der Erkundungspunkte**



BW 6821-833  
Lärmschutzwand links  
L1100 HN-Neckgartach  
km 0+88 bis 0+230

Stützmauer aus  
Kalksteinblöcken

BW 233  
L1100  
UF-Westbauwerk  
Wimpfener Straße

Georeferenziert nach Gauß-Krüger 3

### LEGENDE

- Erkundung November 2016*
- [M] Kernbohrung
  - [RKS] Rammkernsondierung T=4 m
- Erkundung Dezember 2021*
- [B] Kernbohrung
  - [RKS] Rammkernsondierung
  - [DPH] Rammsondierung mit der schweren Rammsonde
- ↑...↑ Schnittverlauf

<b>Projekt</b> <b>NU Frankenbach / Neckgartach</b> <b>Bauwerk 233 und Lärmschutzwand</b>		
Ausweitung der Erkundung und Anpassung des Altgutachtens		
Planinhalt	Maßstab	Anlage-Nr.
Lageplan mit Eintrag der Erkundungspunkte	1:1000	<b>3</b>
Auftraggeber  <b>Stadt Heilbronn</b> Amt für Straßenwesen		
<b>INGENIEURBÜRO</b> <b>ROTH &amp; PARTNER</b> 		Karlsruhe, Januar 2022
Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH Hans-Sachs-Straße 9 · 76133 Karlsruhe Telefon 0721 98453-0 · Telefax -99 info@ib-roth.com · www.ib-roth.com		

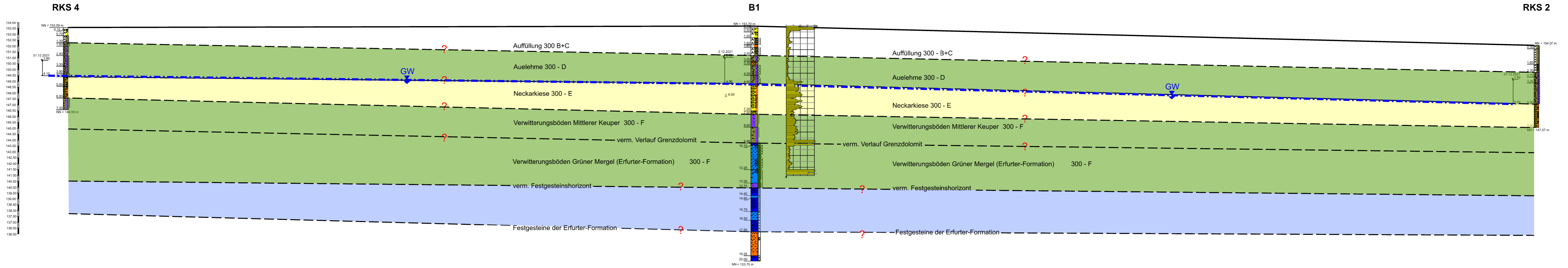


## **Anlage 4**

### **Schnitte mit Eintrag der Erkundungsprofile und Homogenbereiche**

- 4.1 Lärmschutzwand**
- 4.2 BW 233 und Stützmauer**

# Längsschnitt LSW



## Legende

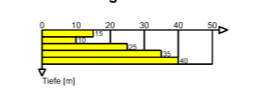
### Boden- und Felsarten

- Auffüllung, A
- Feinsand, fs, feinsandig, fs
- Schluff, U, schluffig, u
- Tonstein, Tst
- Kalkstein, Kst
- Sandstein, Sst
- Kies, G, kiesig, g
- Sand, S, sandig, s
- Steine, X, steinig, x
- Ton, T, tonig, t
- Dolomitstein, Dst
- Mergelstein, Mst

### Signaturen der Umweltgeologie (nicht DIN-gemäß)

- Bauschutt, B, mit Bauschutt, b
- Schlacke, Sl, mit Schlacken, sl

### Rammdiagramm



### Konsistenz

- breiig
- weich
- steif
- halbfest
- fest

### Verwitterungsstufen nach DIN EN ISO 14689-1

- frisch
- schwach verwittert
- mäßig bis stark verwittert
- vollständig verwittert

### Grundwasser

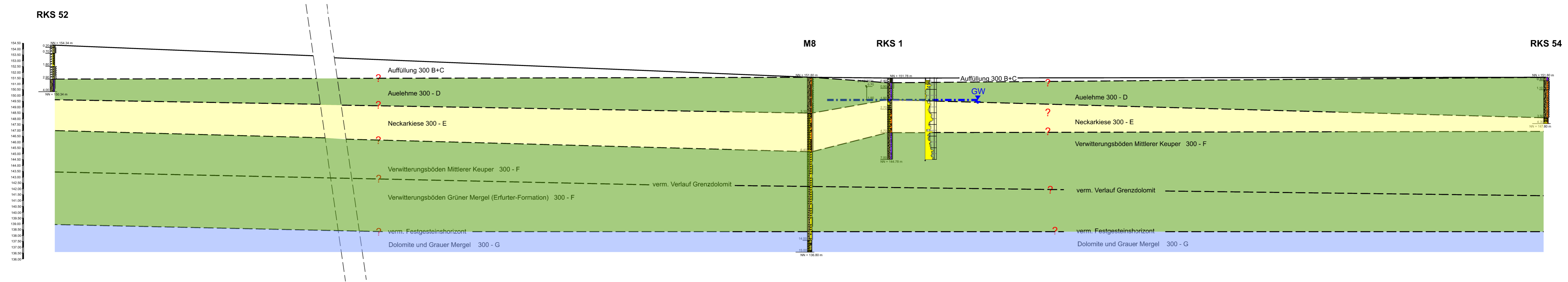
Grundwasser in 1,80 m unter Gelände angebohrt, Anstieg des Wassers auf 1,00 m unter Gelände am 16.03.2022

Grundwasser angebohrt  
300 - F Homogenbereiche nach DIN 18300

Projekt <b>NU Frankenbach / Neckgartach Bauwerk 233 und Lärmschutzwand</b>		
Ausweitung der Erkundung und Anpassung des Altgutachtens		
Planinhalt	Maßstab	Anlage-Nr.
Schnitt A - A Bereich LSW	1:200	4.1
Auftraggeber		
INGENIEURBÜRO ROTH & PARTNER		Karlsruhe, Januar 2022
Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH Hans-Sachs-Straße 9 · 76133 Karlsruhe Telefon 0721 98453-0 · Telefax -99 info@ib-roth.com · www.ib-roth.com		
\\Intern-IB-Roth.com\RP\Zeichner\21S832-Heilbronn Lärmschutzwand_BW231-232-233\21S832-Anlage4x.dgn		



# Längsschnitt BW 233 / Stützmauer



## Legende

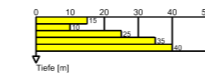
### Boden- und Felsarten

	Auffüllung, A		Kies, G, kiesig, g
	Feinsand, fS, feinsandig, fs		Sand, S, sandig, s
	Schluff, U, schluffig, u		Steine, X, steinig, x
	Tonstein, Tst		Ton, T, tonig, t
	Kalkstein, Kst		Dolomitstein, Dst
	Sandstein, Sst		Mergelstein, Mst

### Signaturen der Umweltgeologie (nicht DIN-gemäß)

	Bauschutt, B, mit Bauschutt, b
	Schlacke, Sl, mit Schlacken, sl

### Rammdiagramm



### Konsistenz

breiig  
 weich  
 steif  
 halbfest  
 fest

### Verwitterungsstufen nach DIN EN ISO 14689-1

frisch  
 schwach verwittert  
 mäßig bis stark verwittert  
 vollständig verwittert

### Grundwasser

Grundwasser in 1,80 m unter Gelände angebohrt, Anstieg des Wassers auf 1,00 m unter Gelände am 16.03.2022

**GW**

Grundwasser angebohrt

300 - F

Homogenbereiche nach DIN 18300

Projekt <b>NU Frankenbach / Neckgartach Bauwerk 233 und Lärmschutzwand</b> Ausweitung der Erkundung und Anpassung des Altgutachtens		
Planinhalt	Maßstab	Anlage-Nr.
Schnitt B - B Bereich BW 233	1:200	4.2
Auftraggeber Stadt Heilbronn Amt für Straßenwesen		
INGENIEURBÜRO ROTH & PARTNER Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH Hans-Sachs-Straße 9 · 76133 Karlsruhe Telefon 0721 98453-0 · Telefax -99 info@ib-roth.com · www.ib-roth.com		Karlsruhe, Januar 2022

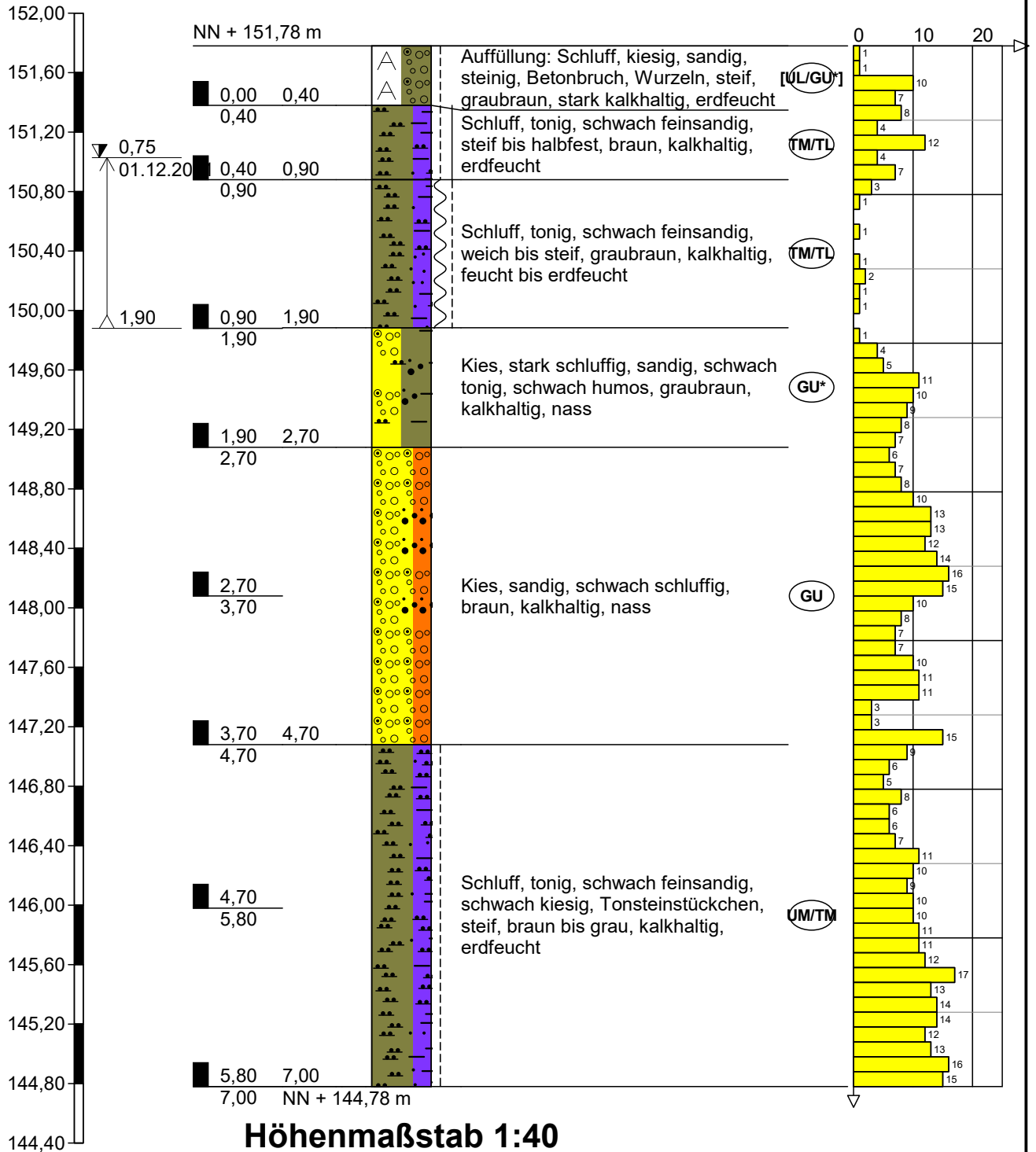


## **Anlage 5**

**Zeichnerische Darstellung der Profile der Kernbohrung und der Rammkernsondierungen, Ergebnisse der schweren Rammsondierungen und der Kampfmitteluntersuchungen Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche**

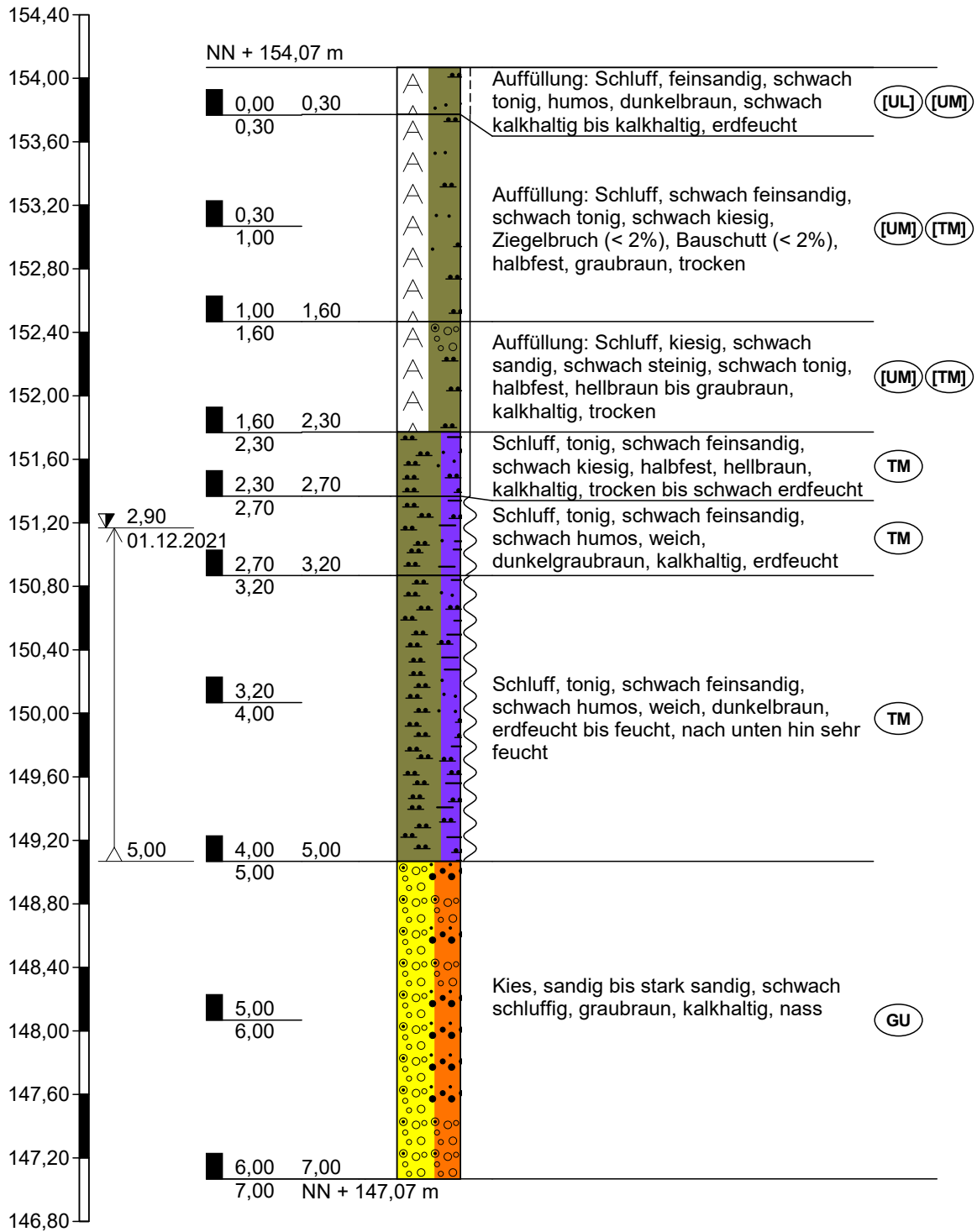
**Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023**

**RKS 1**



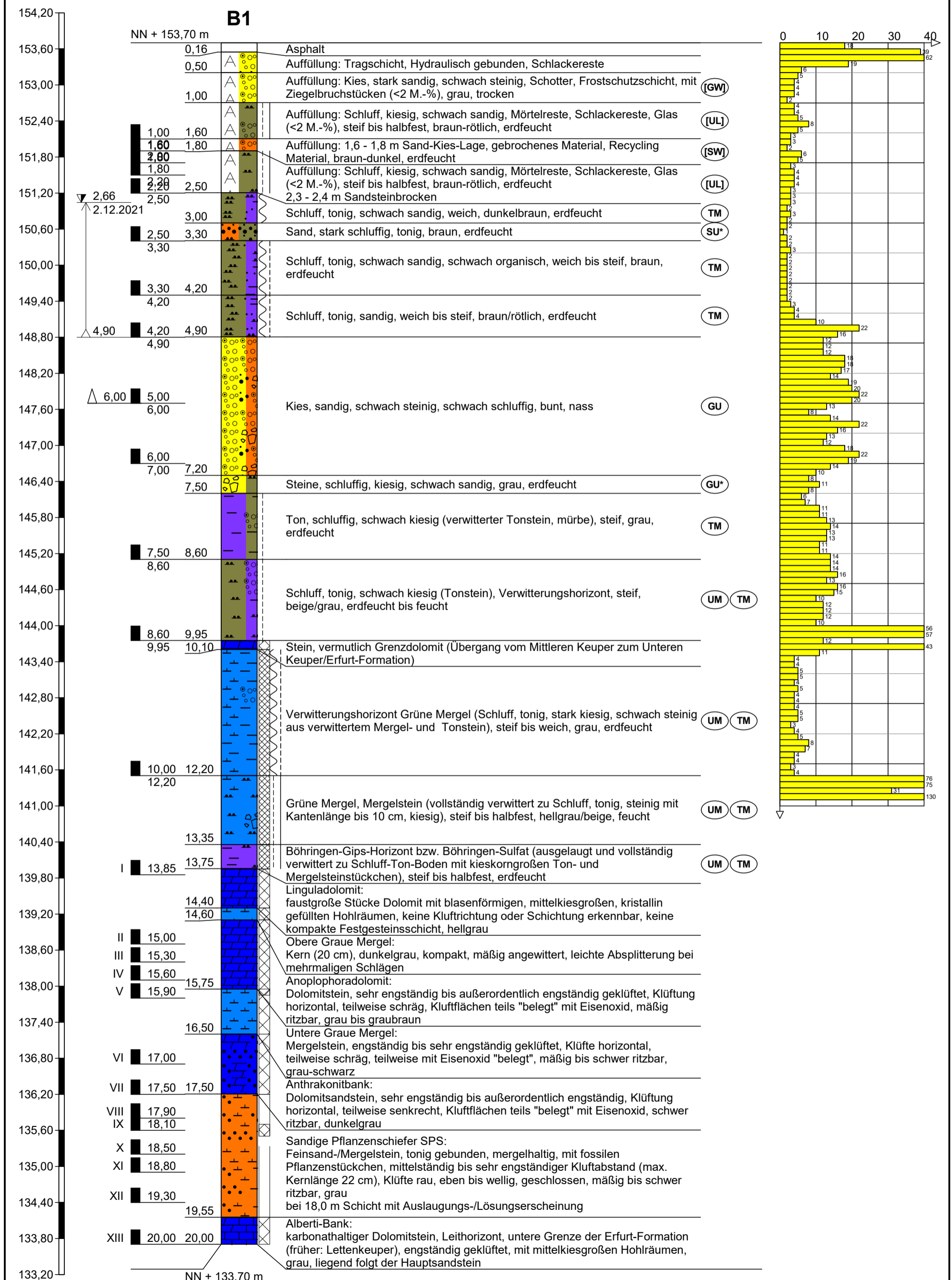
**Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023**

**RKS 2**



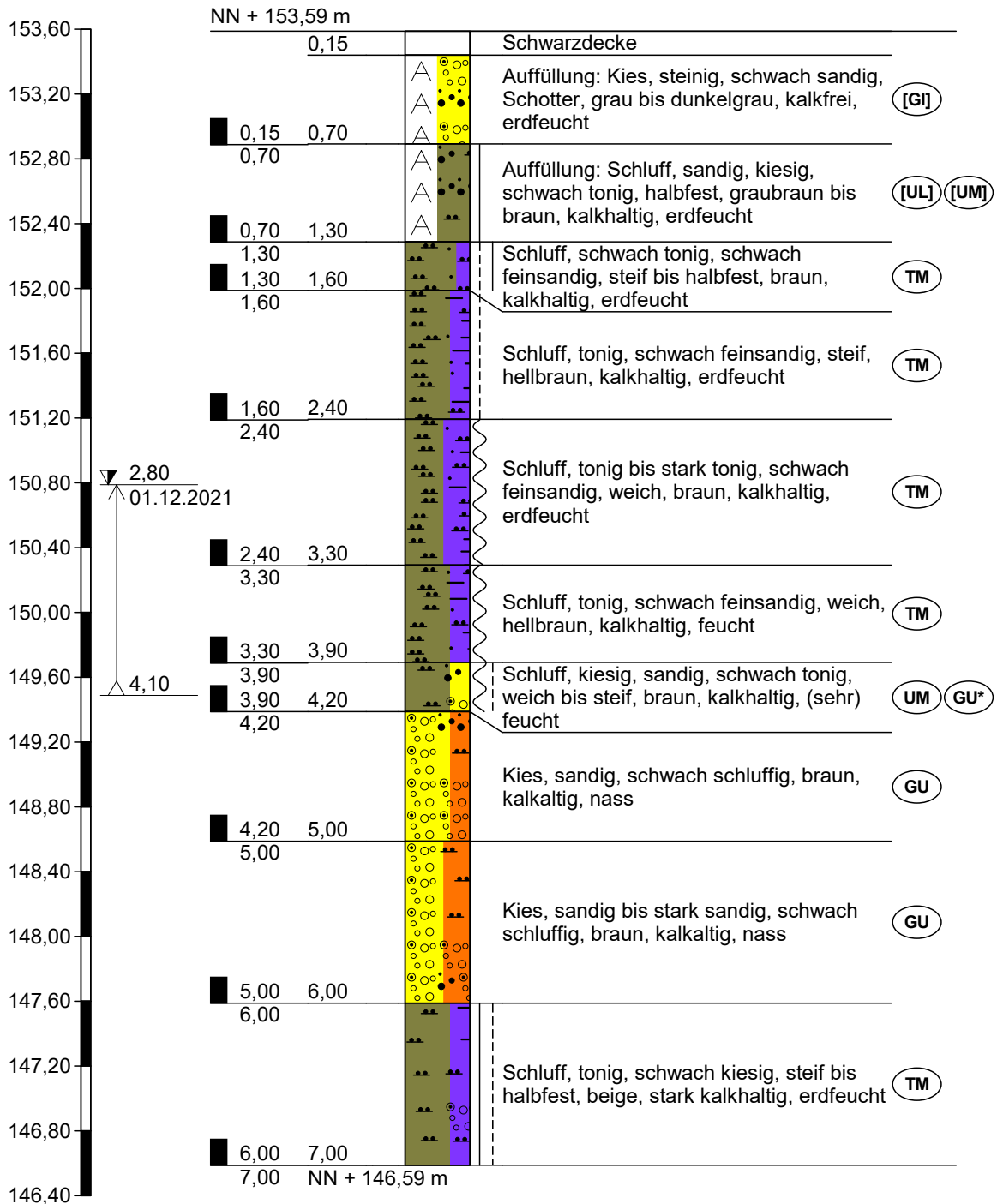
**Höhenmaßstab 1:40**

**Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023**



**Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023**

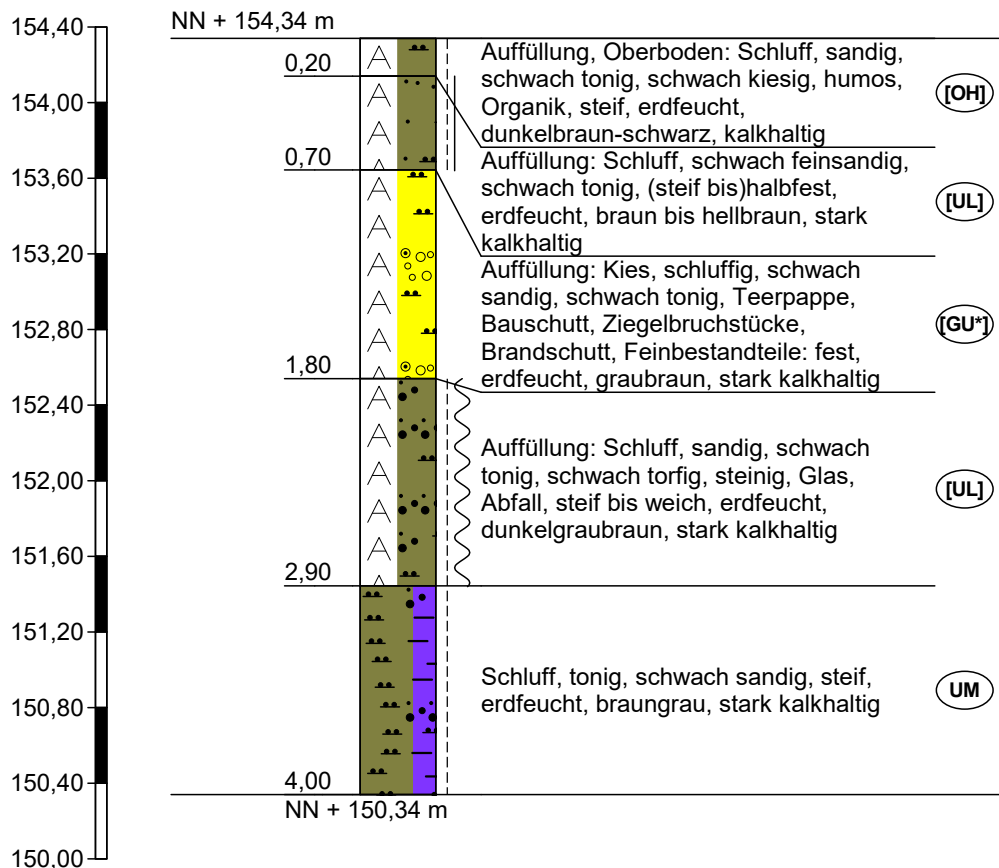
**RKS 4**



**Höhenmaßstab 1:40**

**Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023**

**RKS 52**

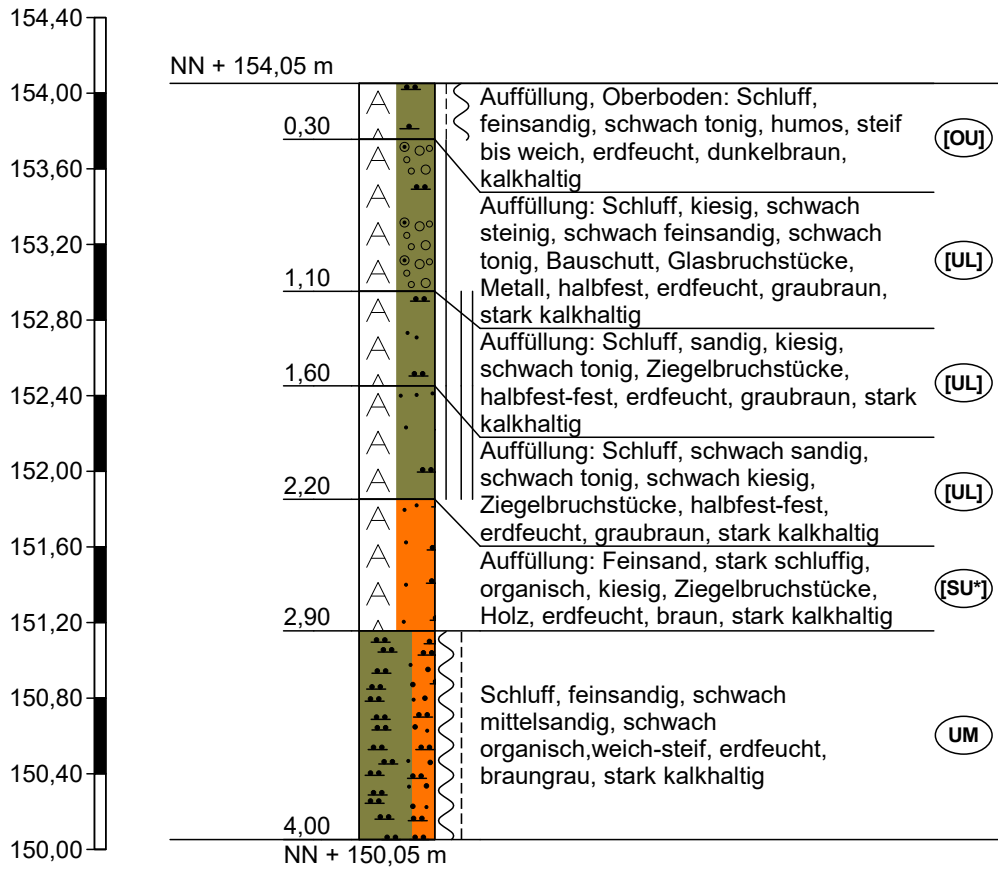


**Höhenmaßstab 1:40**



**Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023**

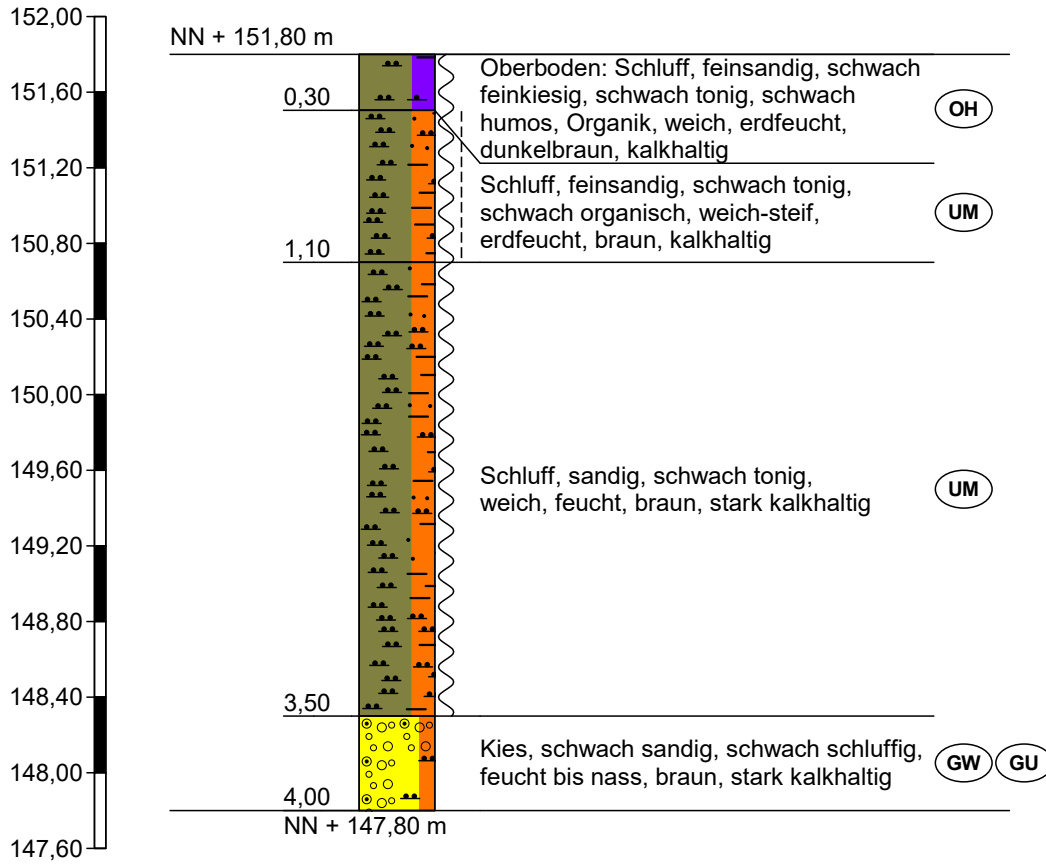
**RKS 52A**



**Höhenmaßstab 1:40**

**Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023**

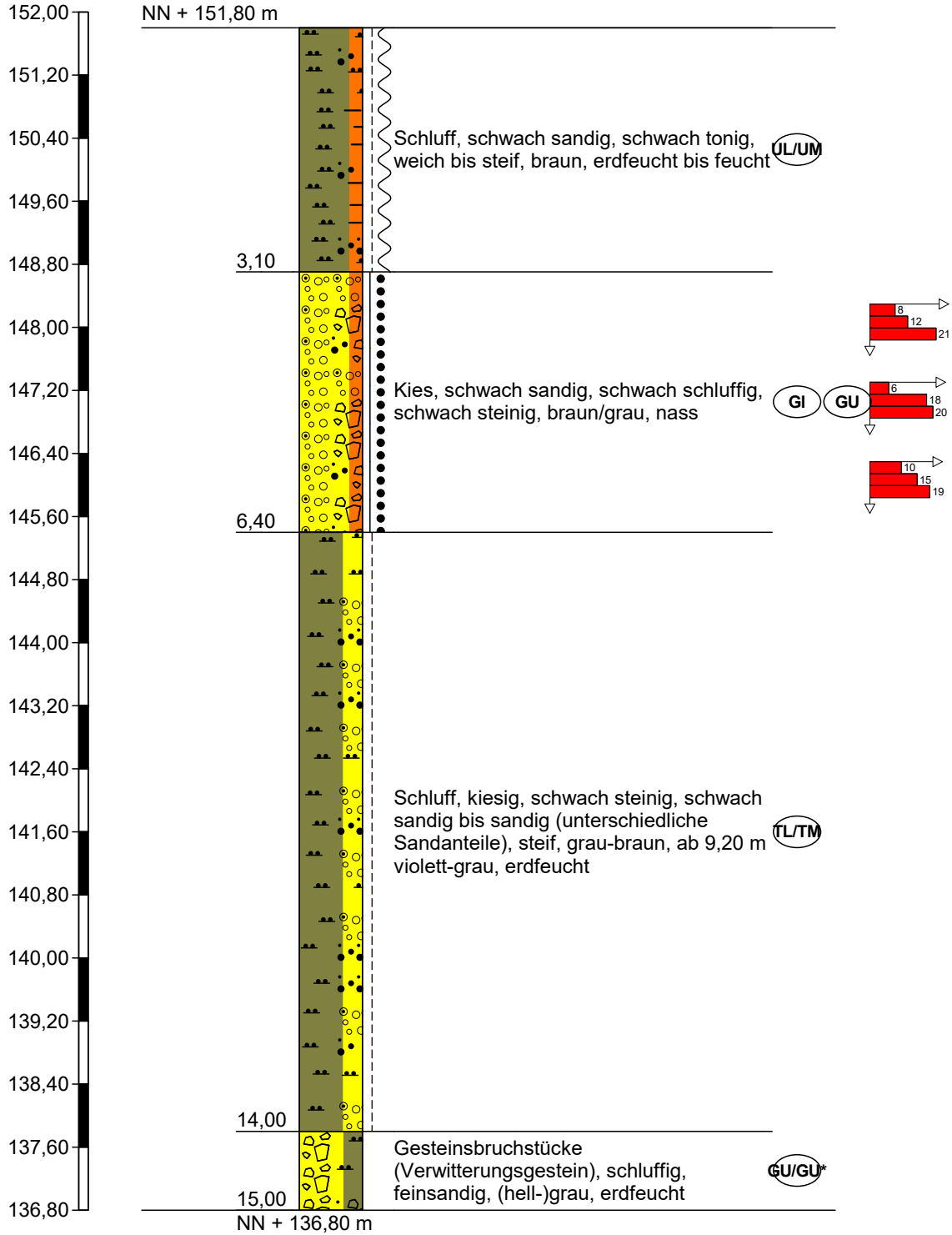
**RKS 54**



**Höhenmaßstab 1:40**

**Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023**

**M8**



**Höhenmaßstab 1:80**

WST-GmbH, Elly-Beinhorn-Str. 6, D-69214 Eppelheim

### Kurzbericht Kampfmittelerkundung

<b>Auftraggeber</b>	Roth & Partner GmbH	<b>Datum</b>	03.12.2021
<b>Projekt:</b>	Erkundung Neckartalstraße Heilbronn	<b>WST-Proj.-Nr</b>	211216
		<b>AG Proj.Nr</b>	

<b>eingesetztes Personal:</b>		
<b>Name</b>		<b>Tel.Nr.</b>
Ring, Marcus (§20 SprengG.)		0157 72076747

<b>Bohrlochsondierung:</b>	Tiefenorientierte Messung mittels Magnetometer Typ Ebinger 120LW			
<b>Sondierpunkt</b>	<b>Bohrtiefe [m]</b>	<b>Messtiefe [m]</b>	<b>Datum</b>	<b>Bemerkungen</b>
KS3	6,0	5,5	01.12.2021	Auffälligkeit bei 0,8-1,2 m: Leitung. Keine Hinweise auf im Untergrund verbliebene Kampfmittel; Bohrung freigegeben
KS4A	4,0	4,0	01.12.2021	Fehlansatz; Bohrung versetzt
KS4	6,0	5,0	01.12.2021	Keine Hinweise auf im Untergrund verbliebene Kampfmittel; Bohrung freigegeben
KS2	6,0	5,0	01.12.2021	Keine Hinweise auf im Untergrund verbliebene Kampfmittel; Bohrung freigegeben
KS1	6,0	5,0	01.12.2021	Keine Hinweise auf im Untergrund verbliebene Kampfmittel; Bohrung freigegeben

<b>Bemerkungen:</b>
Die Freigabe der Bohrstellen gilt nur für das unmittelbare Umfeld der jeweiligen Kampfmittelsondierung (Radius $\leq$ 0,7m). Die Freigabe gilt nicht für Kabel und Leitungen!

<b>Bestätigung der Angaben:</b>
Eppelheim, den 03.12.2021
 <hr/> Marcus Ring

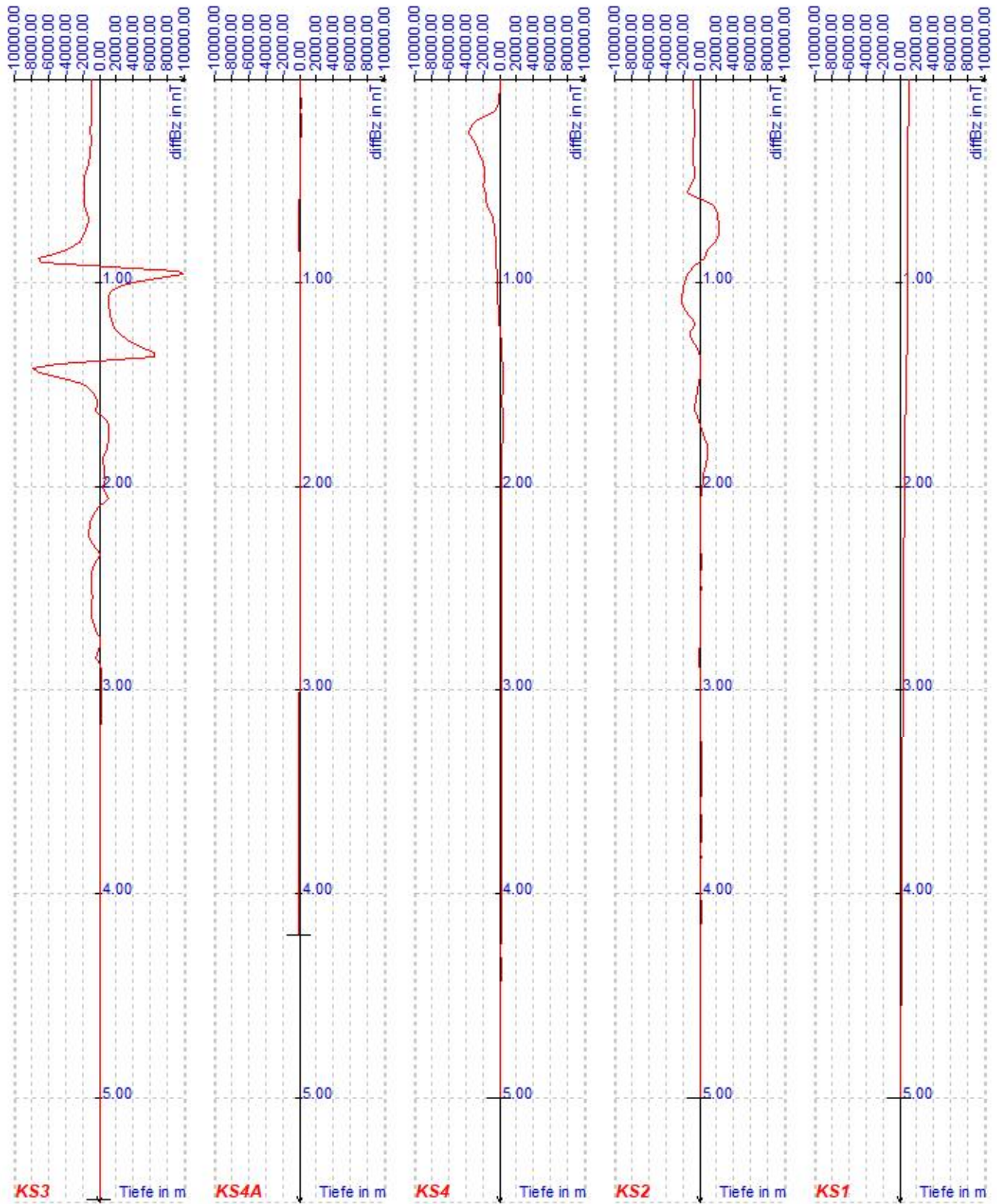
MAGNETO® 3.00 DE 03.00-11/00 - 512807 - WST GmbH

Auftraggeber: Roth & Partner GmbH  
Projekt: Erkundung Neckartalstraße Heilbronn  
WST Proj. - Nr.: 211216  
Bearbeiter: M.Ring  
Datum: 03.12.2021



# Kampfmittel - Erkundung

Auftraggeber: Roth & Partner GmbH  
Projekt: Erkundung Neckartalstraße Heilbronn  
WST Proj. - Nr.: 211216  
Bearbeiter: M.Ring  
Datum: 03.12.2021





## **Anlage 6**

### **Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche**

- 6.1 Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1**
- 6.2 Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-12**
- 6.3 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-4**
- 6.4 Punktlastversuche nach Empfehlung 5 des AK 3.3 der DGGT**



Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH  
Hans-Sachs-Straße 9  
76133 Karlsruhe

Bearbeiter: rz/el

Datum: 04.03.2022

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4  
21S 832 NU Frankenbach/Neckgartach

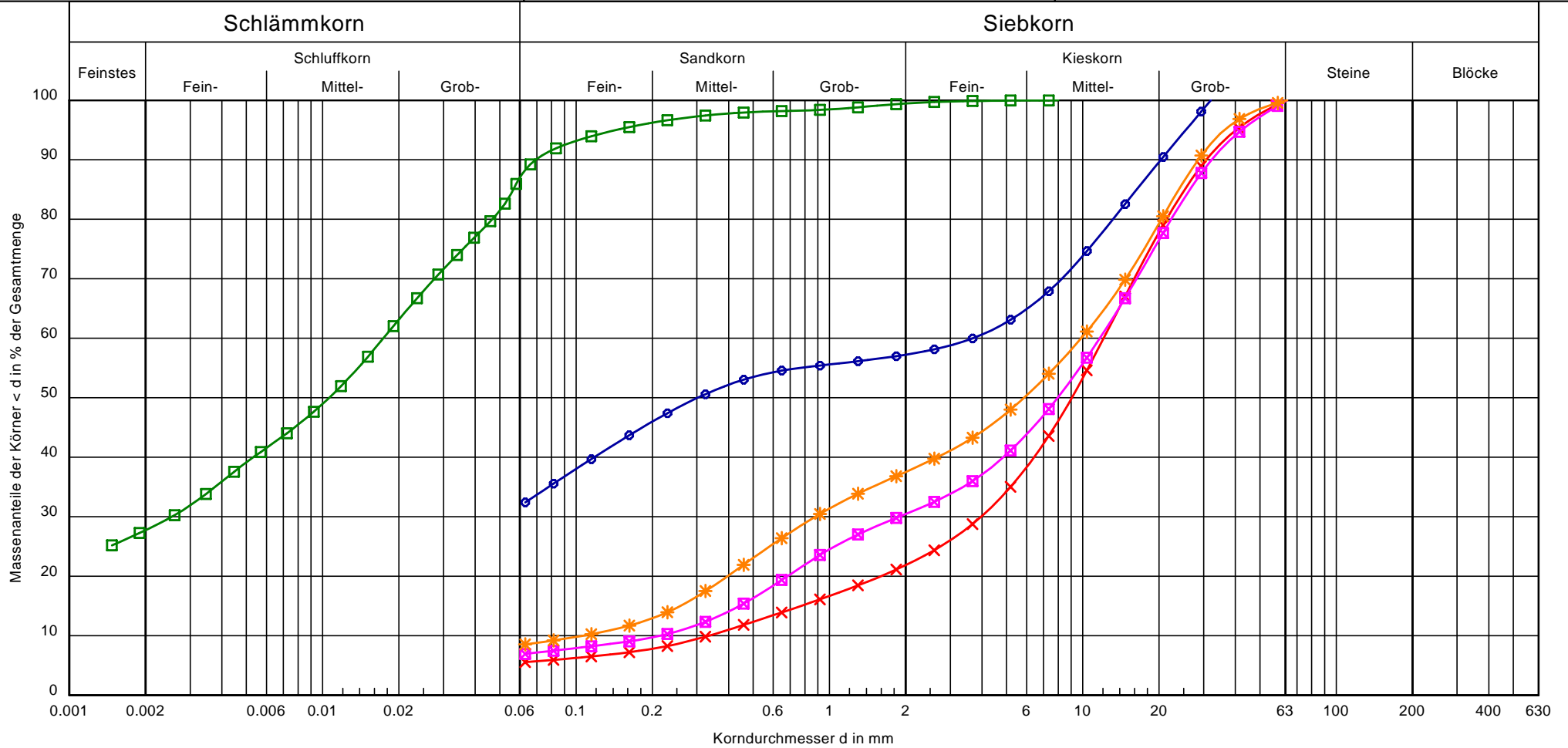
BW 233 und LSW  
Ausweitung der Erkundung und Anpassung des Altgutachtens

Projektnummer: 21S 932

Probe entnommen am: 01.+02.12.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung



Signatur					
Entnahmestelle:	RKS 1 (1,9 - 2,7 m)	RKS 1 (2,7 - 4,7m)	RKS 4 (2,4 - 3,3 m)	RKS 4 (4,2 - 5,0 m)	RKS 4 (5,0 - 6,0 m)
Bodenart:	sasi*Gr	si'saGr	sa'clSi	si'saGr	si'saGr
Bodengruppe:	GU*	GU	TM	GU	GU
T/U/S/G [%]:	- /32.4/24.8/42.8	- /5.5/16.3/78.2	27.7/60.6/11.2/0.5	- /6.9/23.5/69.4	- /8.5/29.0/62.4
U/Cc:	-/-	36.1/3.9	-/-	54.1/1.4	92.1/0.7
Wassergehalt [%]:	18,07	7,22	27,3	9,11	9,11
Durchlässigkeit [m/s]:	-	$1.1 \cdot 10^{-2}$	-	$1.5 \cdot 10^{-3}$	$4.3 \cdot 10^{-4}$

Anlage:  
6.1

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

21S832 NU Frankenbach/Neckargartach  
 BW 233 und LSW  
 Ausweitung der Erkundung und Anpassung des Altgutachtens

Projektnummer: 21S832

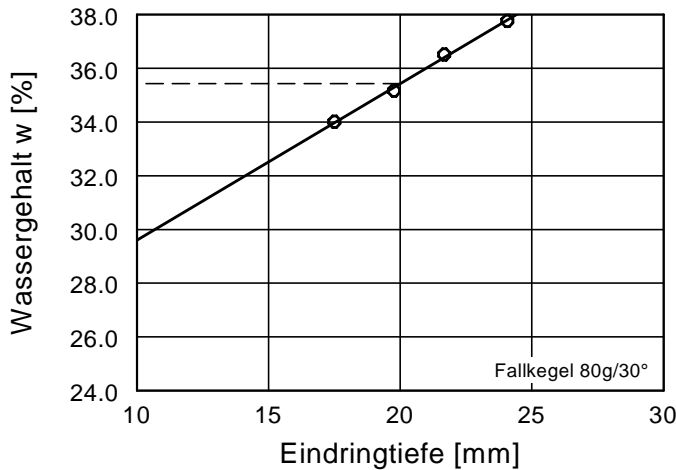
Entnahmestelle: RKS 1

Tiefe: 0,9 - 1,9 m

Probe entnommen am: 01.12.2021

Bearbeiter: rz/el

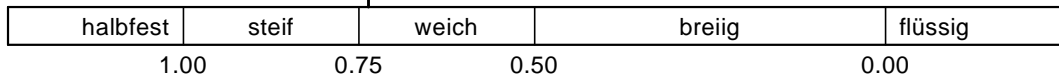
Datum: 04.03.2022



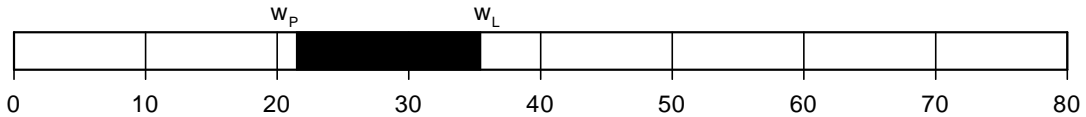
Wassergehalt  $w = 25.2 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 35.4 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 21.5 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_P = 13.9 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_C = 0.74$

Zustandsform

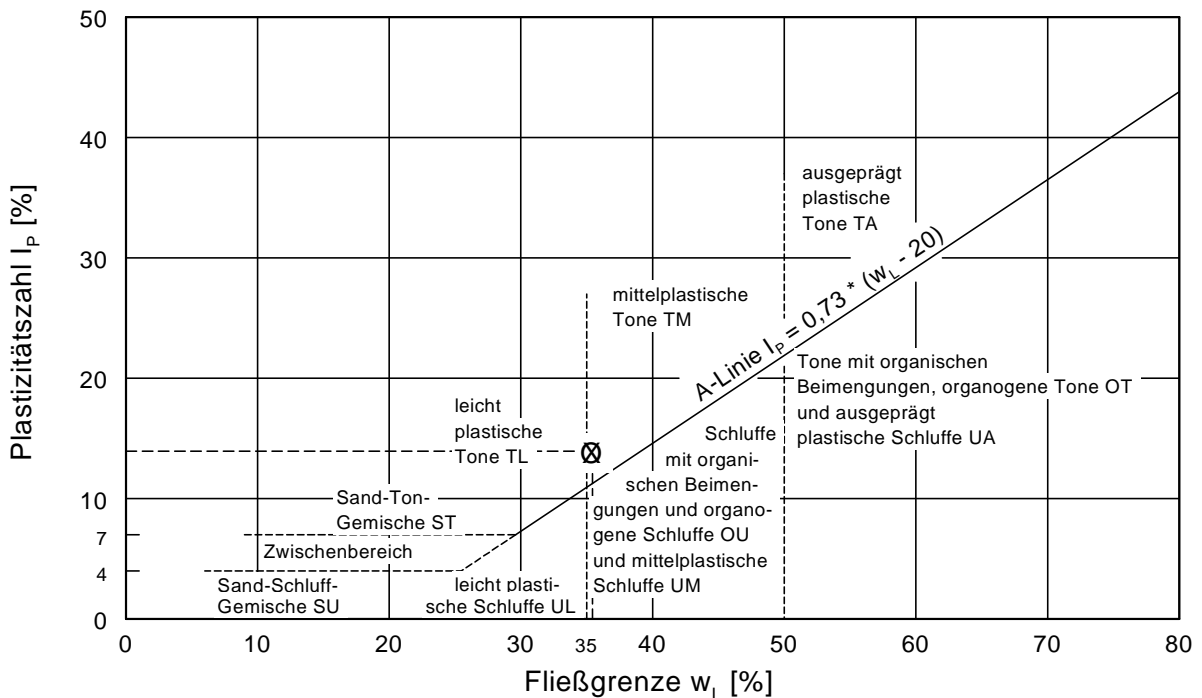
$I_C = 0.74$



Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_P$ ) [%]



Plastizitätsdiagramm



**Zustandsgrenzen** nach DIN 18 122

21S832 NU Frankenbach/Neckargartach

BW 233 und LSW

Ausweitung der Erkundung und Anpassung des Altgutachtens

Projektnummer: 21S832

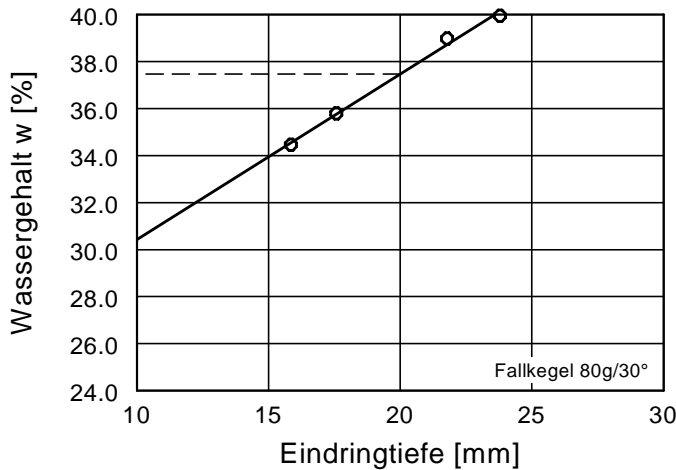
Entnahmestelle: RKS 4

Tiefe: 2,4 - 3,3 m

Probe entnommen am: 01.12.2021

Bearbeiter: rz/el

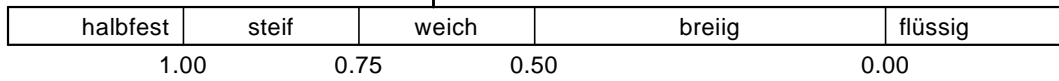
Datum: 04.03.2022



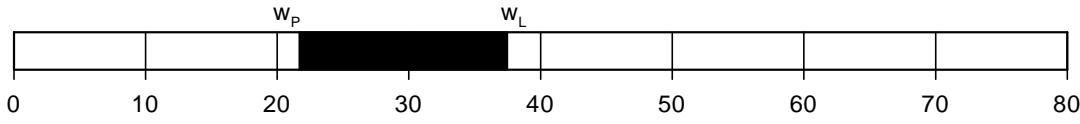
Wassergehalt w =	27.3 %
Fließgrenze $w_L$ =	37.5 %
Ausrollgrenze $w_P$ =	21.7 %
Plastizitätszahl $I_P$ =	15.8 %
Konsistenzzahl $I_C$ =	0.64

Zustandsform

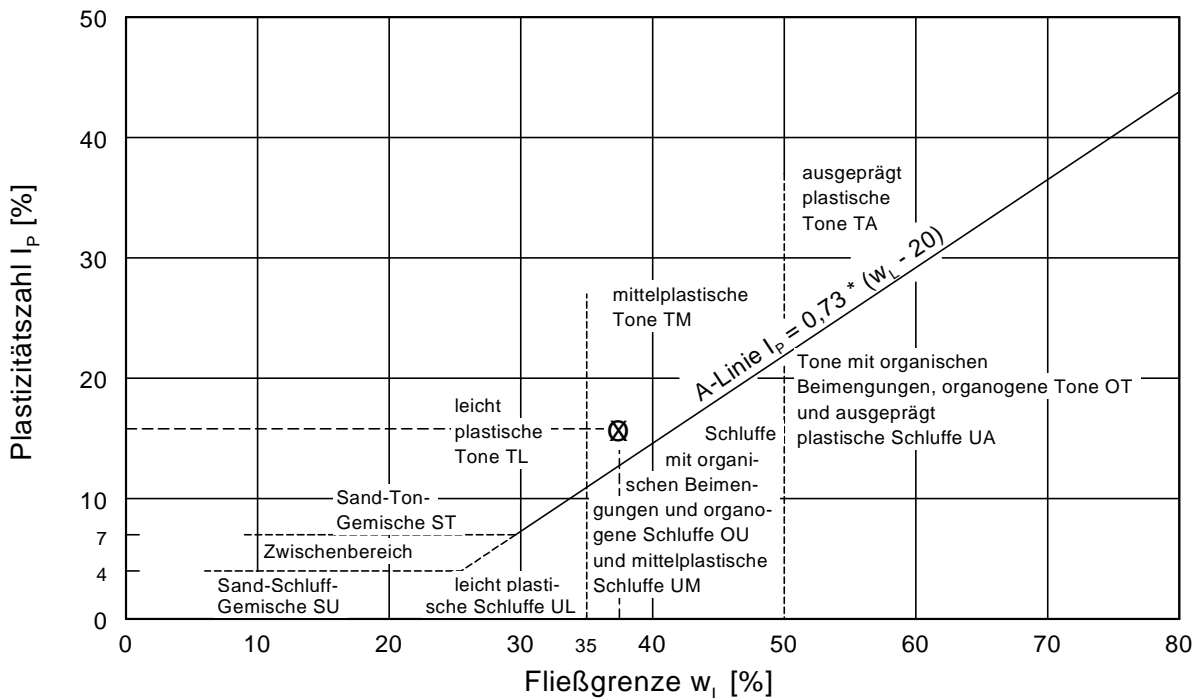
$I_C = 0.64$



Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_P$ ) [%]



**Plastizitätsdiagramm**



# Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1

Anlage 6.3



Projekt:	21S 832 NU Frankenbach/Neckargartach, BW 233 und LSW
Auftraggeber:	Stadt Heilbronn
Bearbeiter:	Frau Rzepecki

## Bestimmung des Wassergehaltes:

Probe:	Masse Behälter [g]	Behälter +m [g]	Behälter+md [g]	Masse Wasser [g]	Trockenmasse [g]	Wassergehalt [%]	Bodengruppe [-]	Konsistenz [-]
RKS 1 (0,4 - 0,9 m)	330,72	521,28	494,93	26,35	164,21	16,05	TM/TL	steif - halbfest
RKS 2 (2,3 - 2,7 m)	333,72	539,65	503,72	35,93	170	21,14	TM	halbfest
RKS 2 (2,7 - 3,2 m)	332,76	516,97	478,36	38,61	145,6	26,52	TM	weich
RKS 2 (3,2 - 4,0 m)	323,56	496,47	457,2	39,27	133,64	29,38	TM	weich
B1 (2,5 - 3,3 m)	332,3	505,97	468,38	37,59	136,08	27,62	TM	weich
B1 (3,3 - 4,2 m)	328,82	595,46	541,58	53,88	212,76	25,32	TM	weich - steif
B1 (4,2 - 4,9 m)	330,65	604,33	549,15	55,18	218,5	25,25	TM	weich - steif
B1 (7,5 - 8,6 m)	332,25	545,26	506,4	38,86	174,15	22,31	TM	steif
B1 (8,6 - 10,0 m)	323,9	538,23	494,93	43,3	171,03	25,32	UM/TM	steif
B1 (10,0 - 12,0 m)	330,74	567,33	533,77	33,56	203,03	16,53	UM/TM	weich - steif
RKS 4 (1,3 - 1,6 m)	333,7	545,12	510,96	34,16	177,26	19,27	TM	steif - halbfest
RKS 4 (1,6 - 2,4 m)	330,3	534,08	496,51	37,57	166,21	22,60	TM	steif
RKS 4 (3,3 - 3,9 m)	330,82	517,43	478,56	38,87	147,74	26,31	TM	weich
RKS 4 (3,9 - 4,2 m)	325,46	587,73	542,52	45,21	217,06	20,83	UM/GU*	weich - steif

<b>Projekt:</b>	Nordumfahrung Frankenbach-Neckargartach
<b>Auftraggeber:</b>	Stadt Heilbronn-Amt für Straßenwesen

Probe-Nr.		Bodengruppe DIN 18196	Wasser m [g]	Trockengewicht m <sub>d</sub> [g]	Wassergehalt w [%]
M 8	0,0 - 3,1 m u. derzeitige GOK	UL/UM	39,8	159,9	<b>24,9</b>
M 8	6,4 - 9,0 m u. derzeitige GOK	TL/TM	47,0	288,7	<b>16,3</b>
M 8	9,0 - 12,0 m u. derzeitige GOK	TL/TM	33,1	202,0	<b>16,4</b>
M 8	12,0 - 14,0 m u. derzeitige GOK	TL/TM	41,7	312,0	<b>13,4</b>
M 8	14,0 - 15,0 m u. derzeitige GOK	GU/GU*	25,4	280,8	<b>9,0</b>

**Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit mittels Punktlastversuch  
nach Empfehlung 5 des Arbeitskreises 3.3 der DGGT**



<b>Projektnummer:</b>	21S832	<b>Auftraggeber:</b>	Stadt Heilbronn
<b>Entnahmeort:</b>	Bohrung B1, Obereisesheimer Straße	<b>Versuchsdatum:</b>	06.04.2022
<b>Entnahmedatum:</b>	1.-3.12.2021	<b>Bearbeiter:</b>	Rzepecki
<b>Entnahme durch:</b>	Hettmansperger Bohrgesellschaft mbH	<b>Anlage:</b>	6.4

**Gesteinsbeschreibung:** grau, teils fast schwarz, Dolomite, Mergelsteine, sandige Schiefer  
Alle Versuche wurden normal zur Schichtung durchgeführt.

Probennr.	Teufe u. GOK	Gestein	Bruchkraft $F_B$ [kN]	Lastpunkt- abstand $l = h$ [mm]	Probekörper- abmessungen		Probekörper- fläche $A$ [mm <sup>2</sup> ]	Punktlast- index [N/mm <sup>2</sup> ] $i_s = F_B/A$	Größenkorrektur Brook(1985) $i_{s(50)}^* = i_s^* (A/2500)^{0,225}$
					b [mm]	t [mm]			
1	13,8	Dol	64,0	70	101	70	7070	9,1	11,4
2	15	Dol	26,6	68	101	68	6868	3,9	4,9
3	15,3	Dol	13,8	43	101	43	4343	ungültig	-
4	15,6	Dol	17,4	32	101	32	3232	5,4	5,7
4.1	15,6	Dol	23,6	30	101	30	3030	7,8	8,1
4.2	15,6	Dol	25,8	31	101	31	3131	8,2	8,7
5	15,9	GM	42,2	34	101	34	3434	ungültig	-
5.1	15,9	GM	44,6	27	101	26	2727	16,4	16,7
6	17	Dol	46	103	65	103	6695	ungültig	-
6.1	17	Dol	46,6	84	65	84	5460	8,5	10,2
7	17,5	SPS	13	29	70	29	2030	ungültig	-
7.1	17,5	SPS	27,2	25	80	25	2000	13,6	12,9
7.2	17,5	SPS	8,2	23	42	23	966	8,5	6,9
8	17,9	SPS	53,6	88	65	88	5720	ungültig	-
9	18	SPS	45	50	101	50	5050	8,9	10,4
10	18,5	SPS	71,4	73	78	73	5694	12,5	15,1
11	18,8	SPS	104,2	63	101	63	6363	16,4	20,2
12	19,3	SPS	146,4	56	101	56	5656	25,9	31,1
13	19,9	Dol	28,0	110	101	110	11110	ungültig	-

	<b>Dol</b>	<b>SPS</b>	<b>GM</b>		
<b>Anzahl gültiger Versuche:</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	Dol	Dolomit
<b>Mittelwert Punktlastfestigkeit <math>i_s</math>:</b>	<b>8,2</b>	<b>16,1</b>	<b>16,7</b>	GM	Mergelstein (Graue Mergel)
<b>Standardabweichung:</b>	<b>2,31</b>	<b>7,86</b>	-	SPS	sandige Pflanzenschiefer
<b>Umrechnungsfaktor c:</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>		
<b>Abgeleitete Druckfestigkeit <math>\sigma_u^* = c \cdot i_s</math> [N/mm<sup>2</sup>]:</b>	<b>81,633</b>	<b>161,045</b>	<b>166,779</b>		



## **Anlage 7**

### **Ergebnisse der chemischen Analysen und Probenahmeprotokolle**

**7.1 Wasser**

**7.2 Boden**



Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH

Hans-Sachs-Str. 9  
76133 Karlsruhe

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>641/8781</b>	<b>Datum:</b>	<b>25.02.2022</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### 1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH	Art der Probenahme	: Mischprobe
Projekt	: NU Frankenbach / Neckargartach	Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers
Projekt-Nr.	: 21 S 832	Probeneingang	: 22.02.2022
Entnahmestelle	:	Probenbezeich.	: 641/8781
Art der Probe	: Boden	Untersuchungszeitraum	: 22.02.2022 – 25.02.2022
Entnahmedatum	: 01.12.2021		
Originalbezeich.	: MP 1		

### 2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV:2007-03)

#### 2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0					Methode
			(S   L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2		
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	82,0	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	7,5	10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	13	40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,08	0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	24	30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	13	20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	16	15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,03	0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	38	60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser								EN 13657 :2003-01

2.2 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1	3	10	DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30	100	200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	100	400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	-	-	3	10	DIN EN ISO 17380:2013-10
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ PCB (6):</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
<b>Σ BTXE:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ LHKW:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	3	3	3 /9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

### 3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

#### 3.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert	Z0/Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode	
Eluatherstellung							DIN EN 12457-4 : 2003-01	
pH-Wert	[ - ]	8,28	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04-2012	
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	170	250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993	
Arsen	[µg/l]	< 4	-	14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5	-	40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2	-	1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5	-	12,5	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5	-	20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5	-	15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15	-	0,5	0,5	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1						DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10	-	150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		5	5	10	20	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	3		30	30	50	100	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	11		50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (VwV:2007-03) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 25.02.2022

**Onlinedokument ohne Unterschrift**

M.Sc. Ruth A. Schindele  
(stellv. Laborleiterin)

Ingenieurbüro Roth &amp; Partner GmbH

 Hans-Sachs-Str. 9  
 76133 Karlsruhe

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>641/8782</b>	<b>Datum:</b>	<b>25.02.2022</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

## 1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH	Art der Probenahme	: Mischprobe
Projekt	: NU Frankenbach / Neckargartach	Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers
Projekt-Nr.	: 21 S 832	Probeneingang	: 22.02.2022
Entnahmestelle	:	Probenbezeich.	: 641/8782
Art der Probe	: Boden	Untersuch.-zeitraum	: 22.02.2022 – 25.02.2022
Entnahmedatum	: 01.12.2021		
Originalbezeich.	: MP 2		

## 2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV:2007-03)

### 2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0					Methode
			(S   L/L)	Z 0*	Z1/2	Z 2		
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	88,7	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	8,7	10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	29	40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,08	0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	27	30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	24	20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	19	15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,09	0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	84	60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser								EN 13657 :2003-01

2.2 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1	3	10	DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30	100	200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	100	400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	-	-	3	10	DIN EN ISO 17380:2013-10
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ PCB (6):</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
<b>Σ BTXE:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ LHKW:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	0,09					
Phenanthren	[mg/kg TS]	1,1					
Anthracen	[mg/kg TS]	0,49					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	3,0					
Pyren	[mg/kg TS]	2,3					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	1,8					
Chrysen	[mg/kg TS]	1,4					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	2,1					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,78					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	1,5	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,26					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	0,88					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,99					
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	[mg/kg TS]	<b>17</b>	3	3	3 /9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

### 3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

#### 3.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert	Z0/Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode	
Eluatherstellung							DIN EN 12457-4 : 2003-01	
pH-Wert	[ - ]	8,53	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04-2012	
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	234	250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993	
Arsen	[µg/l]	< 4	-	14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5	-	40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2	-	1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5	-	12,5	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5	-	20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5	-	15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15	-	0,5	0,5	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1						DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10	-	150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		5	5	10	20	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	13		30	30	50	100	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	26		50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (VwV:2007-03) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 25.02.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele  
(stellv. Laborleiterin)

Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH

Hans-Sachs-Str. 9  
76133 Karlsruhe

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>641/8783</b>	<b>Datum:</b>	<b>25.02.2022</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### 1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH	Art der Probenahme	: Mischprobe
Projekt	: NU Frankenbach / Neckargartach	Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers
Projekt-Nr.	: 21 S 832	Probeneingang	: 22.02.2022
Entnahmestelle	:	Probenbezeich.	: 641/8783
Art der Probe	: Boden	Untersuch.-zeitraum	: 22.02.2022 – 25.02.2022
Entnahmedatum	: 01.12.2021		
Originalbezeich.	: MP 3		

### 2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV:2007-03)

#### 2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0					Methode
			(S   L/L)	Z 0*	Z1/2	Z 2		
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	80,7	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	9,4	10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	14	40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,05	0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	30	30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	17	20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	19	15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,92	0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	52	60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser								EN 13657 :2003-01

2.2 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1	3	10	DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30	100	200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	100	400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	-	-	3	10	DIN EN ISO 17380:2013-10
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ PCB (6):</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
<b>Σ BTXE:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ LHKW:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,3					
Anthracen	[mg/kg TS]	0,09					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,58					
Pyren	[mg/kg TS]	0,44					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,26					
Chrysen	[mg/kg TS]	0,22					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,34					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,11					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,23	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	0,16					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,16					
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	[mg/kg TS]	<b>2,89</b>	3	3	3 /9	30	DIN ISO 18287 :2006-05



### 3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

#### 3.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert	Z0/Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode	
Eluatherstellung							DIN EN 12457-4 : 2003-01	
pH-Wert	[ - ]	8,16	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04-2012	
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	262	250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993	
Arsen	[µg/l]	< 4	-	14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5	-	40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2	-	1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5	-	12,5	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5	-	20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5	-	15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15	-	0,5	0,5	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1						DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10	-	150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		5	5	10	20	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	11		30	30	50	100	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	20		50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (VwV:2007-03) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 25.02.2022

**Onlinedokument ohne Unterschrift**

M.Sc. Ruth A. Schindele  
(stellv. Laborleiterin)

## Probenahme in Anlehnung an LAGA PN 98


Probenbezeichnung: MP 1

### Protokoll gemäß Anhang C

#### A. Allgemeine Angaben

1. Veranlasser / Auftraggeber / Anschrift: Stadt Heilbronn  
Cäsilienstraße 49  
74072 Heilbronn
2. Objekt / Lage: Radwegunterführung unter Neckartalstraße
3. Projekt: NU Frankenbach / Neckargartach, Bauwerk 233 und LSW
4. Projektnummer: 21S832
5. Grund der Probenahme: abfallrechtliche Untersuchung (Deklarationsanalyse)
6. Probenahmetag / Uhrzeit: 01.12.2021
7. Probenehmer / Dienststelle / Firma: Frau Rzepecki (IB Roth & Partner GmbH)
8. Anwesende Personen: -
9. Herkunft des Abfalls (Anschrift): vor Ort, eingebauter Zustand
10. Vermutete Schadstoffe / Gefährdungen: -
11. Untersuchungsstelle: BVU GmbH, Markt Rettenbach
12. Analysenprotokoll-Nr. / Datum: 641/8781 vom 25.02.2022

#### B. Vor-Ort-Gegebenheiten

13. Abfallart / Allgemeine Beschreibung: Schluff, Kies, Sand (0,4-2,7 m)
14. Gesamtvolumen / Form der Lagerung: eingebauter Zustand
15. Lagerungsdauer: -
16. Einflüsse auf das Abfallmaterial (z. B. Witterung, Niederschläge): -
17. Probenahmegerät und -material: Rammkernsondierung DN 69
18. Probenahmeverfahren: RKS
19. Anzahl der Einzelproben: 3 Mischproben: 1 Sammelprouben: -  
Sonderproben (Beschreibung): -
20. Anzahl der Einzelproben je Misch- / Sammelproube: RKS 1/0,40-0,90m / 0,90-1,90m / 1,90-2,70m
21. Probenvorbereitungsschritte: Siehe Protokoll
22. Probentransport und -lagerung (evtl. Kühltemperatur): -
23. Vor-Ort-Untersuchung: Organoleptisch unauffällig
24. Beobachtungen bei der Probenahme / Bemerkungen:
25. Topographische Karte als Anhang? ja  nein  Hochwert: Rechtswert:
26. Lageskizze (Lage der Haufwerke, etc. und Probenahmepunkte, Straßen, Gebäude u. s. w.):  
Siehe Plan Anlage 3
27. Ort: Karlsruhe Unterschrift / Probenehmer:   
sachkundig   
fachkundig  Fachkundiger: Dipl.-Ing. Elisabeth Rzepecki  
Datum: 28.02.2022 Anwesende / Zeugen:

## Probenahme in Anlehnung an LAGA PN 98


Probenbezeichnung: MP 2

### Protokoll gemäß Anhang C

#### A. Allgemeine Angaben

1. Veranlasser / Auftraggeber / Anschrift: Stadt Heilbronn  
Cäsilienstraße 49  
74072 Heilbronn
2. Objekt / Lage: Radwegunterführung unter Neckartalstraße, Obereisesheimer Straße, Neckartalstr.
3. Projekt: NU Frankenbach / Neckargartach, Bauwerk 233 und LSW
4. Projektnummer: 21S832
5. Grund der Probenahme: abfallrechtliche Untersuchung (Deklarationsanalyse)
6. Probenahmetag / Uhrzeit: 01.12.2021
7. Probenehmer / Dienststelle / Firma: Frau Rzepecki (IB Roth & Partner GmbH)
8. Anwesende Personen: -
9. Herkunft des Abfalls (Anschrift): vor Ort, eingebauter Zustand
10. Vermutete Schadstoffe / Gefährdungen: -
11. Untersuchungsstelle: BVU GmbH, Markt Rettenbach
12. Analysenprotokoll-Nr. / Datum: 641/8782 vom 25.02.2022

#### B. Vor-Ort-Gegebenheiten

13. Abfallart / Allgemeine Beschreibung: Auffüllung: Schluff, Kies, Sand, Recyclingmaterial (< 2 M.-%) (0,0 - 2,5 m)
14. Gesamtvolumen / Form der Lagerung: eingebauter Zustand
15. Lagerungsdauer: -
16. Einflüsse auf das Abfallmaterial (z. B. Witterung, Niederschläge): -
17. Probenahmegerät und -material: Rammkernsondierung DN 69, Bohrgerät 210 mm
18. Probenahmeverfahren: RKS, Kernbohrung
19. Anzahl der Einzelproben: 10 Mischproben: 1 Sammelproben: -  
Sonderproben (Beschreibung): -
20. Anzahl der Einzelproben je Misch- / Sammelprobe: RKS 1/0,00-0,40-0,90m;  
RKS 2/0,00-0,30m/0,30-1,00m/1,00-1,60m/  
1,60-2,30m;  
RKS 4/0,70-1,30m;  
B1/1,00-1,70m/1,70-1,90m/1,90-2,20m/2,20-2,50m
21. Probenvorbereitungsschritte: Siehe Protokoll
22. Probentransport und -lagerung (evtl. Kühltemperatur): -
23. Vor-Ort-Untersuchung: Organoleptisch unauffällig
24. Beobachtungen bei der Probenahme / Bemerkungen:
25. Topographische Karte als Anhang? ja  nein  Hochwert: Rechtswert:
26. Lageskizze (Lage der Haufwerke, etc. und Probenahmepunkte, Straßen, Gebäude u. s. w.):  
Siehe Plan Anlage 3
27. Ort: Karlsruhe Unterschrift / Probenehmer:   
sachkundig   
fachkundig  Fachkundiger: Dipl.-Ing. Elisabeth Rzepecki  
Datum: 28.02.2022 Anwesende / Zeugen:

## Probenahme in Anlehnung an LAGA PN 98


Probenbezeichnung: MP 3

### Protokoll gemäß Anhang C

#### A. Allgemeine Angaben

1. Veranlasser / Auftraggeber / Anschrift: Stadt Heilbronn  
Cäsilienstraße 49  
74072 Heilbronn
2. Objekt / Lage: Obereisesheimer Straße, Neckartalstraße
3. Projekt: NU Frankenbach / Neckargartach, Bauwerk 233 und LSW
4. Projektnummer: 21S832
5. Grund der Probenahme: abfallrechtliche Untersuchung (Deklarationsanalyse)
6. Probenahmetag / Uhrzeit: 01.12.2021
7. Probenehmer / Dienststelle / Firma: Frau Rzepecki (IB Roth & Partner GmbH)
8. Anwesende Personen: -
9. Herkunft des Abfalls (Anschrift): vor Ort, eingebauter Zustand
10. Vermutete Schadstoffe / Gefährdungen: -
11. Untersuchungsstelle: BVU GmbH, Markt Rettenbach
12. Analysenprotokoll-Nr. / Datum: 641/8783 vom 25.02.2022

#### B. Vor-Ort-Gegebenheiten

13. Abfallart / Allgemeine Beschreibung: Schluff, Sand (1,3 – 4,9 m)
14. Gesamtvolumen / Form der Lagerung: eingebauter Zustand
15. Lagerungsdauer: -
16. Einflüsse auf das Abfallmaterial (z. B. Witterung, Niederschläge): -
17. Probenahmegerät und –material: Rammkernsondierung DN 69, Bohrgerät 210 mm
18. Probenahmeverfahren: RKS, Kernbohrung
19. Anzahl der Einzelproben: 12 Mischproben: 1 Sammelproben: -  
Sonderproben (Beschreibung): -
20. Anzahl der Einzelproben je Misch- / Sammelprobe: RKS 2/2,30-2,70m/2,70-3,20m/3,20-4,00m;  
RKS 4/1,30-1,60m/1,60-2,40m/2,40-3,30m/  
3,30-3,90m/3,90-4,20m;  
B1/2,50-3,00m/3,00-3,30m/3,30-4,20m/4,20-4,90m
21. Probenvorbereitungsschritte: Siehe Protokoll
22. Probentransport und –lagerung (evtl. Kühltemperatur): -
23. Vor-Ort-Untersuchung: Organoleptisch unauffällig
24. Beobachtungen bei der Probenahme / Bemerkungen:
25. Topographische Karte als Anhang? ja  nein  Hochwert: Rechtswert:
26. Lageskizze (Lage der Haufwerke, etc. und Probenahmepunkte, Straßen, Gebäude u. s. w.):  
Siehe Plan Anlage 3
27. Ort: Karlsruhe  
Unterschrift / Probenehmer:   
sachkundig   
fachkundig  Fachkundiger: Dipl.-Ing. Elisabeth Rzepecki  
Datum: 28.02.2022  
Anwesende / Zeugen:

Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH  
Hans-Sachs-Str. 9  
76133 Karlsruhe

<b>Analysenbericht Nr.:</b>	<b>641/8784</b>	<b>Datum:</b>	<b>08.03.2022</b>
-----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

## 1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH	Entnahmestelle	:
Projekt	: NU Frankenbach / Neckargartach	Entnahmedatum	: 01.12.2021
Art der Probe	: Grundwasser	Probeneingang	: 22.02.2022
Originalbezeichnung	: GW 1	<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>641/8784</b>
Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers		
Bearbeitungszeitraum	: 22.02.2022 – 28.02.2022		

## 2 Untersuchungsergebnisse

Bezeichnung	Einheit	Messwert	Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030-1 <sup>a)</sup>			Methode
			schwach	stark	sehrstark	
Aussehen	-	farblos				
Geruch (unveränderte Probe)	-	unauffällig				
Geruch (angesäuerte Probe)	-	unauffällig				
pH-Wert	-	7,61	6,5–5,5	5,5–4,5	<4,5	DIN 38 404-5: 2009-07
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	508	-	-	-	DIN EN 27 888: 1993-11
Säurekapazität (pH 4,3)	mmol/l	3,00	-	-	-	DIN 38409-7: 2005-12
KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch	mg / l	1,30	-	-	-	DIN EN ISO 8467: 1995-05
Härte [CaCO <sub>3</sub> ]	meq/l/l	4,66	-	-	-	DIN 38409-6:1986-01
Härtehydrogencarbonat	meq/l/l	2,95	-	-	-	DIN 38409-6:1986-01
Nichtcarbonathärte	meq/l/l	1,7	-	-	-	DIN 38409-6:1986-01
Magnesium	mg / l	15	300-1000	1000-3000	>3000	DIN EN ISO 17294: 2017-01
Ammonium	mg / l	0,03	15-30	30-60	>60	DIN 38406-5: 1983-10
Chlorid	mg / l	22,0	-	-	-	DIN EN ISO 10304-1 :2009-07
Sulfat	mg / l	63,8	200-600	600-3000	>3000	DIN EN ISO 10304-1 :2009-07
Kalkaggr. Kohlensäure	mg / l	< 10	15-40	40-100	>100	DIN 38404-10:2012-12
Sulfid (S <sup>2-</sup> )	mg / l	< 0,05	-	-	-	DIN ISO 15705: 2003-01
<sup>a)</sup> Für die Beurteilung ist der höchste Angriffsgrad maßgebend, auch wenn er nur von einem der Werte erreicht wird. Liegen zwei oder mehr Werte im oberen Viertel eines Bereiches (bei pH im unteren Viertel), so erhöht sich der Angriffsgrad um eine Stufe (ausgenommen Meerwasser und Niederschlagswasser)						
<b>5. Beurteilung</b>						
Das Wasser ist: <input checked="" type="checkbox"/> nicht <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> sehr stark - betonangreifend.						

Markt Rettenbach, den 08.03.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl. Ing. (FH) A. Schmid

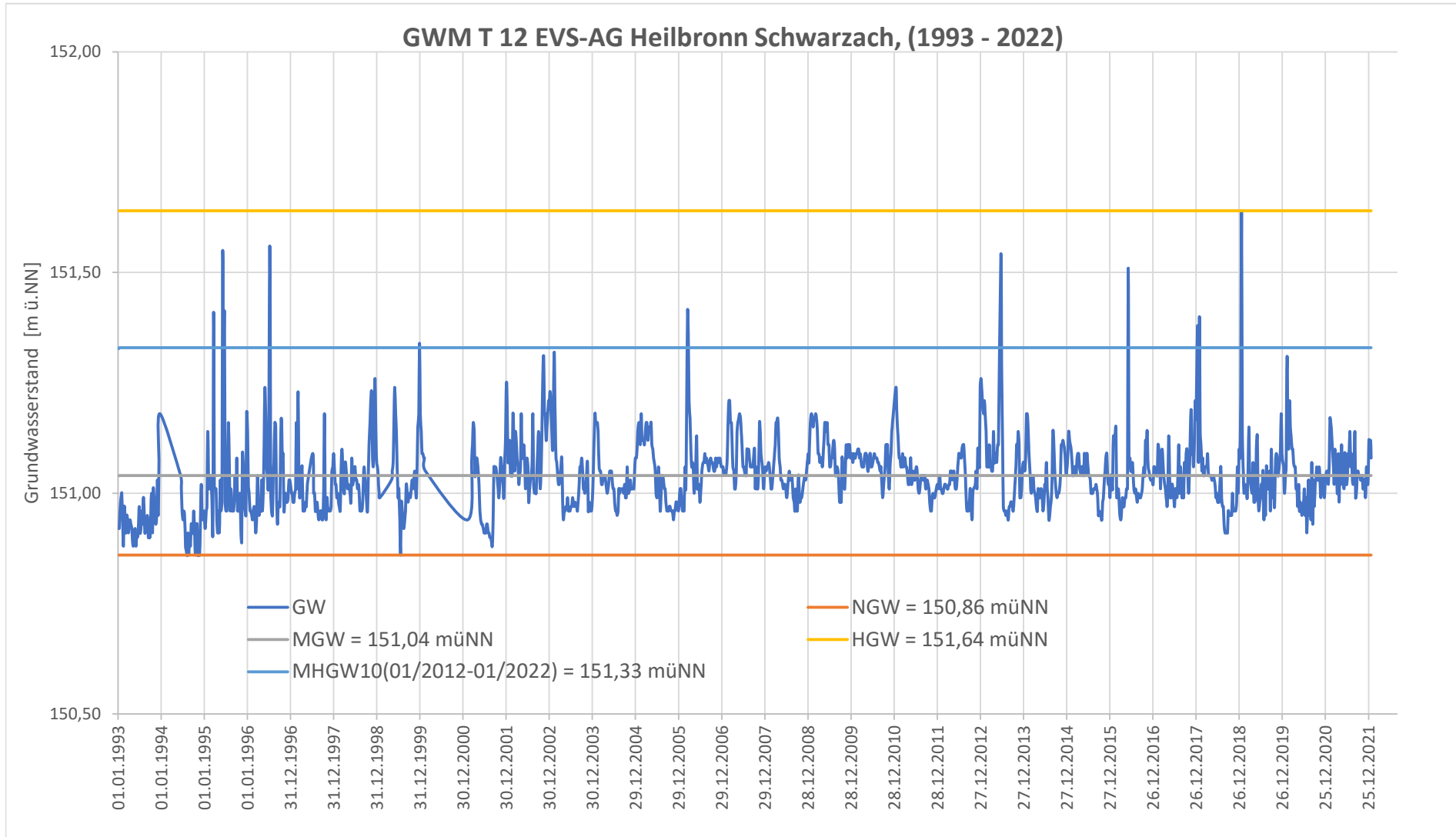
<b>Analysenbericht Nr.:</b>		<b>641/8784-2</b>		<b>Datum:</b>		<b>08.03.2022</b>	
<b>Bewertung der Stahlaggressivität von Wässern</b>							
nach DIN 50929 Teil 3: Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung (Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern)							
Merkmal und Dimension		Einheit	Messwert	unlegierte Eisen	verzinkter Stahl		
<b>(1) Wasserart</b>				$N_1 = 0$	$M_1 = -2$		
a) fließende Gewässer			<input checked="" type="checkbox"/>				
b) stehende Gewässer							
c) Küste von Binnenseen							
d) anaerobe Moor, Meeresküste							
<b>(2) Lage des Objektes</b>				$N_2 = 0$	$M_2 = 0$		
b) Unterwasserbereich			<input checked="" type="checkbox"/>				
b) Wasser-/Luftbereich							
c) Spritzwasserbereich							
d) anaerobe Moor, Meeresküste							
<b>(3) c(Cl-) + 2c(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)</b>			1,95	$N_3 = -2$	$M_3 = 0$		
Chlorid (Cl <sup>-</sup> )		mol/m <sup>3</sup>	0,62				
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )		mol/m <sup>3</sup>	0,66				
<b>(4) Säurekapazität bis pH 4,3</b>		mol/m <sup>3</sup>	3,00	$N_4 = 3$	$M_4 = 1$		
<b>(5) Ca<sup>2+</sup></b>		mol/m <sup>3</sup>	1,73	$N_5 = 0$	$M_5 = 2$		
<b>(6) pH-Wert</b>		-	7,61	$N_6 = 1$	$M_6 = 1$		
<b>(7) Objekt/Wasser-Potential UH</b>		V	0,069	$N_7 = -8$	$M_7 =$		
Bewertungszahlsumme	$W_0 =$	1					
Bewertungszahlsumme	$W_1 =$	1					
Bewertungszahlsumme	$W_D =$	2		Bewertungszahlsumme		$W_L =$	2
<b>Beurteilung:</b>							
Die Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen in Wässern ist im Unterwasserbereich							
<b>sehr gering</b>				bezüglich Mulden und Lochkorrosion und			
<b>sehr gering</b>				bezüglich der Flächenkorrosion			
Die Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen in Wässern ist an der Wasser/Luft-Grenze							
<b>sehr gering</b>				bezüglich Mulden und Lochkorrosion und			
<b>sehr gering</b>				bezüglich der Flächenkorrosion			
<b>sehr gut</b>				Die Güte der Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen			
<b>Bemerkung:</b>							



## **Anlage 8**

### **Grundwasserganglinie und Hochwasserkarten**

# Grundwasserganglinien







# Hochwasserrisikomanagement-Abfrage

Im Folgenden erhalten Sie das Ergebnis zu Ihrer Abfrage an der von Ihnen gewählten Koordinate.

Weitere ausführliche Informationen zum Thema Hochwasserrisiko-Management in Baden-Württemberg sind unter [www.hochwasserbw.de](http://www.hochwasserbw.de) zu finden.


gedruckt am 27.04.2022

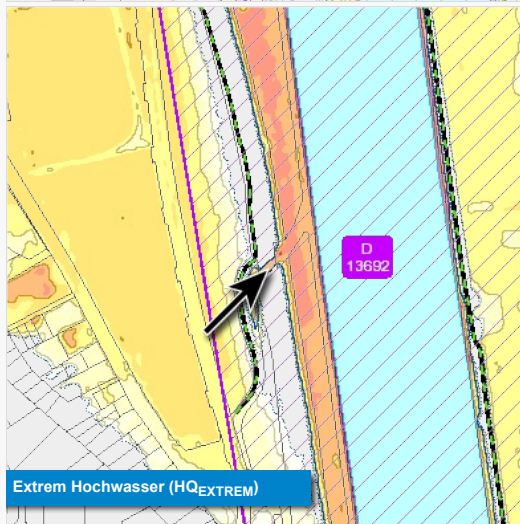
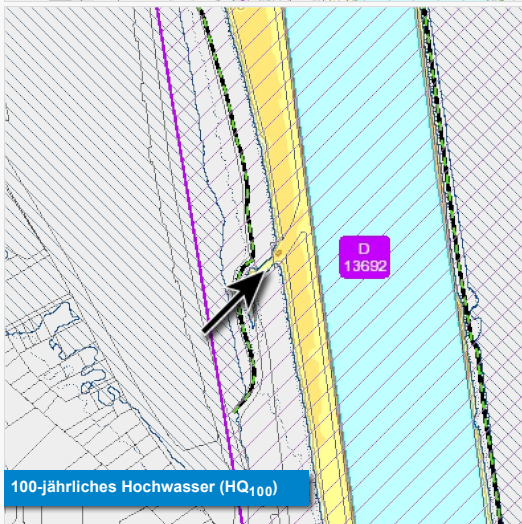
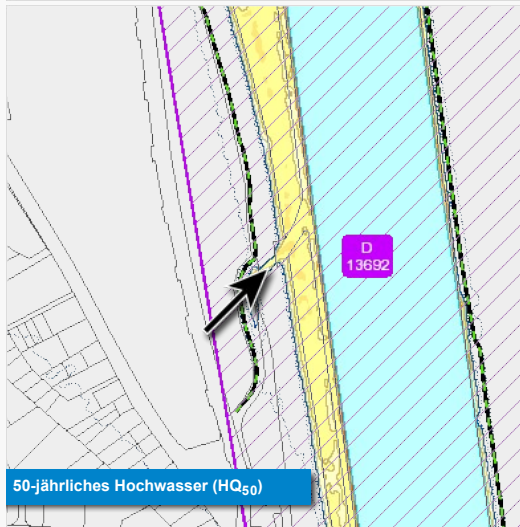
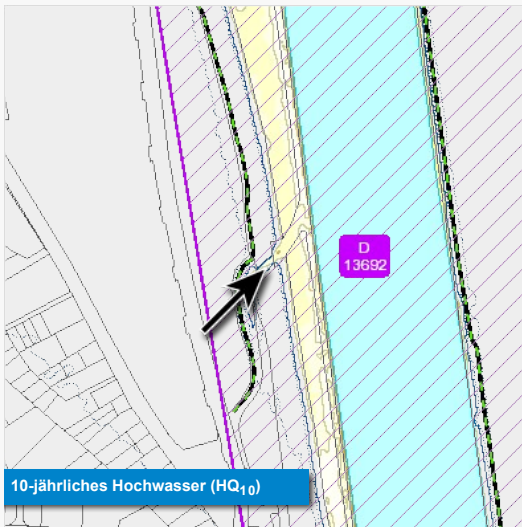
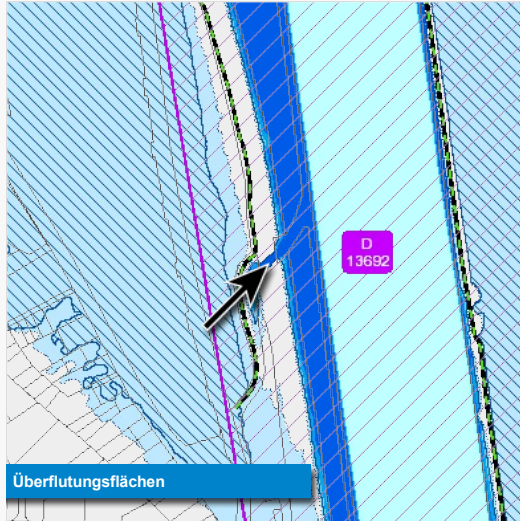
## Information zu Überflutungsflächen und -tiefen

Ost	514820
Nord	5446770
Das Lagebezugssystem ist ETRS89 (EPSG 25832)	
Gemeinde	Heilbronn
Kreis	Heilbronn, Stadt
Regierungspräsidium	Reg.-Bez. Stuttgart
Gewässereinzugsgebiet	RW Heilbronn-Neckarau

	UF	UT [m]	WSP [m ü. NHN]
10-jährliches Hochwasser (HQ <sub>10</sub> )	✓	0,2 m	152,3 m
50-jährliches Hochwasser (HQ <sub>50</sub> )	✓	1,0 m	153,1 m
100-jährliches Hochwasser (HQ <sub>100</sub> )	✓	1,3 m	153,4 m
Extrem Hochwasser (HQ <sub>EXTREM</sub> )	✓	2,2 m	154,3 m

UF: Überflutungsflächen, UT: Überflutungstiefen, WSP: Wasserspiegellagen  
 Hinweis: Die angegebenen Werte sind auf Dezimeter kaufmännisch gerundet.  
 Überflutungstiefen kleiner 10cm werden auf 10cm gerundet. Es ist zu beachten, dass Werte in Gebäuden mit Unsicherheiten behaftet sind.  
 Das Höhenbezugssystem für alle Höhenangaben ist DHHN2016, Höhenstatus (HST) 170, EPSG 7837.

 mögliche Änderung / Fortschreibung



## Geländeinformation

der Hochwassergefahrenkarte 152,1 m ü. NHN

### Hinweise:

- Digitales Geländemodell der Hochwassergefahrenkarte (HWGK-DGM). Es wurden alle hydraulisch relevanten Strukturen (z. B. terrestrisch vermessene Querprofile, Dämme und Durchlässe) in das DGM des Landes Baden-Württemberg eingearbeitet.
- Die angegebenen Werte sind auf Dezimeter kaufmännisch gerundet. Es ist zu beachten, dass Werte innerhalb von Gebäuden mit Unsicherheiten behaftet sind.
- Das Höhenbezugssystem für alle Höhenangaben ist DHHN2016, Höhenstatuszahl (HST) 170, EPSG 7837
- Das Lagebezugssystem ist ETRS89 (EPSG Code 25832)



## ▼ Dokumente

Zu der markierten Koordinate konnten folgende Dokumente gefunden werden:

### Endfassung

#### Überflutungsflächen-Karte M10.000

- [HWGK\\_UF\\_M100\\_060080.pdf](#)

#### Überflutungstiefen-Karte HQ100 M10.000

- [HWGK\\_UT100\\_M100\\_060080.pdf](#)

#### Hochwasserrisikokarte (HWRK)

#### Hochwasserrisikobewertungskarte (HWRBK)

#### Hochwasserrisikosteckbrief (HWRSt)

- [HWRK\\_GMD\\_8121000\\_Heilbronn.pdf](#)

#### Maßnahmenbericht – Allgemeine Beschreibung der Maßnahmen und des Vorgehens

- [HWRM\\_Massnahmenbericht\\_Allgemeine\\_Beschreibung.pdf](#)

#### Maßnahmenbericht – Anhang I: Maßnahmen auf Ebene des Landes Baden-Württemberg

- [HWRM\\_Massnahmenbericht\\_Anhang1.pdf](#)

#### Maßnahmenbericht – Anhang II: Maßnahmen nicht kommunaler Akteure

- [HWRM\\_Massnahmenbericht\\_Anhang2\\_GMD\\_8121000\\_Heilbronn.pdf](#)

#### Maßnahmenbericht – Anhang III: Verbale Risikobeschreibung und -bewertung

Der Anhang III setzt sich aus der verbalen Risikobeschreibung und -bewertung, den Maßnahmen der Kommune und dem zugehörigen Stand des Hochwasserrisikosteckbriefs für ein Gemeindegebiet zusammen.

- [HWRM\\_Massnahmenbericht\\_Anhang3A\\_Verbale\\_Risikobeschreibung\\_GMD\\_8121000\\_Heilbronn.pdf](#)

#### Maßnahmenbericht – Anhang III: Maßnahmen der Kommunen

- [HWRM\\_Massnahmenbericht\\_Anhang3B\\_Massnahmen\\_GMD\\_8121000\\_Heilbronn.pdf](#)

#### Maßnahmenbericht – Anhang III: Hochwasserrisikosteckbriefe

Hinweis: Der hier aufgeführte Hochwasserrisikosteckbrief entspricht dem Stand der verbalen Risikobeschreibung- und Bewertung für das jeweilige Gemeindegebiet. Zum Teil wurde bereits eine aktuellere Version erarbeitet, die oben unter Hochwasserrisikosteckbrief (HWRSt) bereits bereitgestellt ist.

- [HWRM\\_Massnahmenbericht\\_Anhang3C\\_Steckbrief\\_GMD\\_8121000\\_Heilbronn.pdf](#)

#### Blattschnittübersichten

- [HWGK\\_460\\_2\\_BoellingerBach\\_Blattschnitt\\_KartenTyp\\_1a\\_T2.pdf](#)
- [HWGK\\_460\\_2\\_BoellingerBach\\_Blattschnitt\\_KartenTyp\\_1b.pdf](#)
- [HWGK\\_499-2\\_Neckar\\_HD\\_DEI\\_Blattschnitt\\_KartenTyp\\_1a\\_T2.pdf](#)
- [HWGK\\_499-2\\_Neckar\\_HD\\_DEI\\_Blattschnitt\\_KartenTyp\\_1b.pdf](#)

#### sonstige Dokumente

#### Weiterführende Informationen:

- Hochwassergefahrenkarten: Beschreibung der Vorgehensweise zur Erstellung von Hochwassergefahrenkarten in Baden-Württemberg
- Hochwassergefahrenkarten: Beschreibung der Vorgehensweise zur Erstellung von Hochwassergefahrenkarten in Baden-Württemberg - Anlage
- HWRM-Maßnahmenkatalog
- HWRM Optionales Titelblatt für Anhang III
- HWRM Optionale Rückseite für Anhang III
- Lesehilfe HWGK
- Hochwasserrisikomanagementpläne
- Kommune - Rückmeldebogen
- Kommune - Checkliste
- Kommune - FAQ



# Hochwasserrisikomanagement-Abfrage

Im Folgenden erhalten Sie das Ergebnis zu Ihrer Abfrage an der von Ihnen gewählten Koordinate.

Weitere ausführliche Informationen zum Thema Hochwasserrisiko-Management in Baden-Württemberg sind unter [www.hochwasserbw.de](http://www.hochwasserbw.de) zu finden.



gedruckt am 27.04.2022

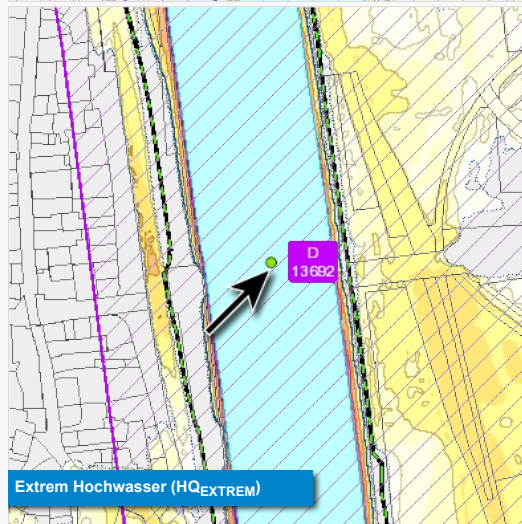
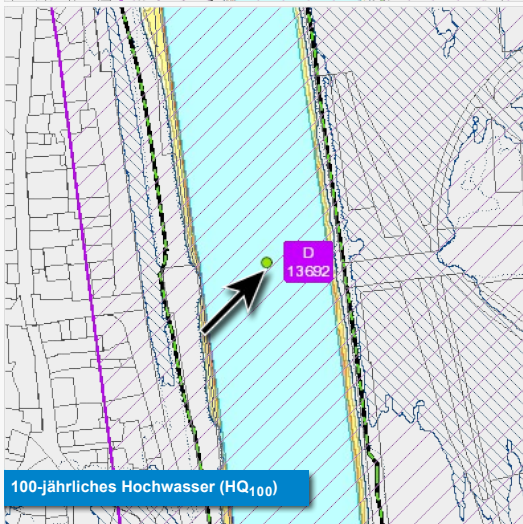
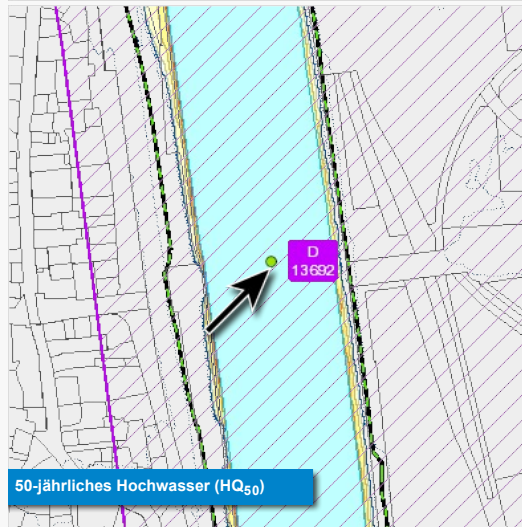
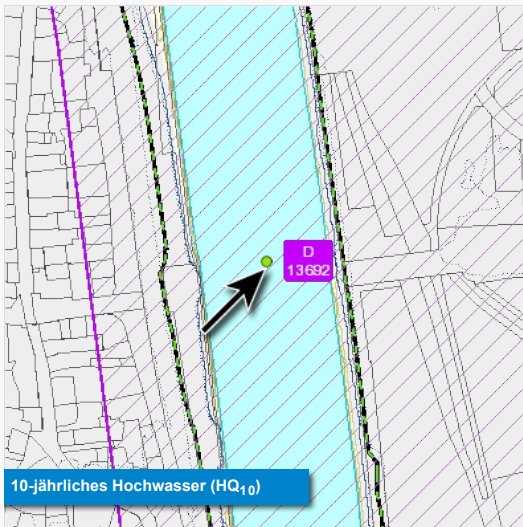
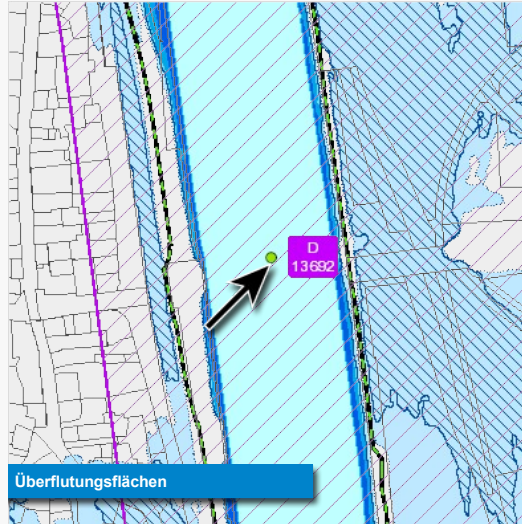
## Information zu Überflutungsflächen und -tiefen

Ost	514984
Nord	5446290
Das Lagebezugssystem ist ETRS89 (EPSG 25832)	
Gemeinde	Heilbronn
Kreis	Heilbronn, Stadt
Regierungspräsidium	Reg.-Bez. Stuttgart
Gewässereinzugsgebiet	Neckar uh. Lein oh. RW Heilbronn-Neckarau

	UF	UT [m]	WSP [m ü. NHN]
10-jährliches Hochwasser (HQ <sub>10</sub> )	✓	5,8 m	152,6 m
50-jährliches Hochwasser (HQ <sub>50</sub> )	✓	6,7 m	153,5 m
100-jährliches Hochwasser (HQ <sub>100</sub> )	✓	7,1 m	153,8 m
Extrem Hochwasser (HQ <sub>EXTREM</sub> )	✓	8,0 m	154,8 m

UF: Überflutungsflächen, UT: Überflutungstiefen, WSP: Wasserspiegellagen  
 Hinweis: Die angegebenen Werte sind auf Dezimeter kaufmännisch gerundet.  
 Überflutungstiefen kleiner 10cm werden auf 10cm gerundet. Es ist zu beachten, dass Werte in Gebäuden mit Unsicherheiten behaftet sind.  
 Das Höhenbezugssystem für alle Höhenangaben ist DHHN2016, Höhenstatus (HST) 170, EPSG 7837.

 mögliche Änderung /  
 Fortschreibung

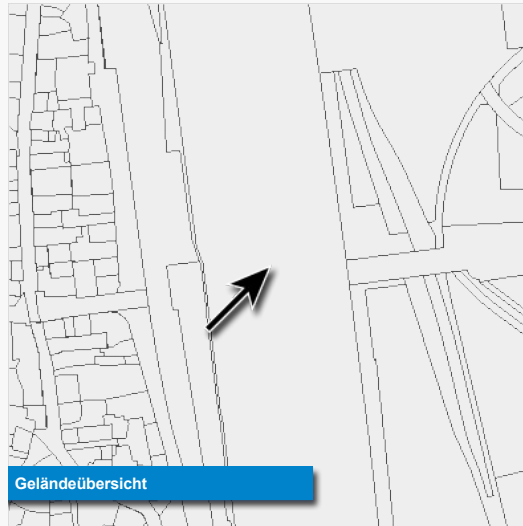


## Geländeinformation

der Hochwassergefahrenkarte 146,8 m ü. NHN

### Hinweise:

- Digitales Geländemodell der Hochwassergefahrenkarte (HWGK-DGM). Es wurden alle hydraulisch relevanten Strukturen (z. B. terrestrisch vermessene Querprofile, Dämme und Durchlässe) in das DGM des Landes Baden-Württemberg eingearbeitet.
- Die angegebenen Werte sind auf Dezimeter kaufmännisch gerundet. Es ist zu beachten, dass Werte innerhalb von Gebäuden mit Unsicherheiten behaftet sind.
- Das Höhen Bezugssystem für alle Höhenangaben ist DHHN2016, Höhenstatuszahl (HST) 170, EPSG 7837
- Das Lage Bezugssystem ist ETRS89 (EPSG Code 25832)



Geländeübersicht

## ▼ Dokumente

Zu der markierten Koordinate konnten folgende Dokumente gefunden werden:

### Endfassung

#### Überflutungsflächen-Karte M10.000

- [HWGK\\_UF\\_M100\\_060080.pdf](#)

#### Überflutungstiefen-Karte HQ100 M10.000

- [HWGK\\_UT100\\_M100\\_060080.pdf](#)

#### Hochwasserrisikokarte (HWRK)

#### Hochwasserrisikobewertungskarte (HWRBK)

#### Hochwasserrisikosteckbrief (HWRSt)

- [HWRK\\_GMD\\_8121000\\_Heilbronn.pdf](#)

#### Maßnahmenbericht – Allgemeine Beschreibung der Maßnahmen und des Vorgehens

- [HWRM\\_Massnahmenbericht\\_Allgemeine\\_Beschreibung.pdf](#)

#### Maßnahmenbericht – Anhang I: Maßnahmen auf Ebene des Landes Baden-Württemberg

- [HWRM\\_Massnahmenbericht\\_Anhang1.pdf](#)

#### Maßnahmenbericht – Anhang II: Maßnahmen nicht kommunaler Akteure

- [HWRM\\_Massnahmenbericht\\_Anhang2\\_GMD\\_8121000\\_Heilbronn.pdf](#)

#### Maßnahmenbericht – Anhang III: Verbale Risikobeschreibung und -bewertung

Der Anhang III setzt sich aus der verbalen Risikobeschreibung und -bewertung, den Maßnahmen der Kommune und dem zugehörigen Stand des Hochwasserrisikosteckbriefs für ein Gemeindegebiet zusammen.

- [HWRM\\_Massnahmenbericht\\_Anhang3A\\_Verbale\\_Risikobeschreibung\\_GMD\\_8121000\\_Heilbronn.pdf](#)

#### Maßnahmenbericht – Anhang III: Maßnahmen der Kommunen

- [HWRM\\_Massnahmenbericht\\_Anhang3B\\_Massnahmen\\_GMD\\_8121000\\_Heilbronn.pdf](#)

#### Maßnahmenbericht – Anhang III: Hochwasserrisikosteckbriefe

Hinweis: Der hier aufgeführte Hochwasserrisikosteckbrief entspricht dem Stand der verbalen Risikobeschreibung- und Bewertung für das jeweilige Gemeindegebiet. Zum Teil wurde bereits eine aktuellere Version erarbeitet, die oben unter Hochwasserrisikosteckbrief (HWRSt) bereits bereitgestellt ist.

- [HWRM\\_Massnahmenbericht\\_Anhang3C\\_Steckbrief\\_GMD\\_8121000\\_Heilbronn.pdf](#)

### Blattschnittübersichten

- [HWGK\\_460\\_2\\_BoellingerBach\\_Blattschnitt\\_KartenTyp\\_1a\\_T2.pdf](#)
- [HWGK\\_460\\_2\\_BoellingerBach\\_Blattschnitt\\_KartenTyp\\_1b.pdf](#)
- [HWGK\\_499-2\\_Neckar\\_HD\\_DEI\\_Blattschnitt\\_KartenTyp\\_1a\\_T2.pdf](#)
- [HWGK\\_499-2\\_Neckar\\_HD\\_DEI\\_Blattschnitt\\_KartenTyp\\_1b.pdf](#)

### sonstige Dokumente

#### Weiterführende Informationen:

- Hochwassergefahrenkarten: Beschreibung der Vorgehensweise zur Erstellung von Hochwassergefahrenkarten in Baden-Württemberg
- Hochwassergefahrenkarten: Beschreibung der Vorgehensweise zur Erstellung von Hochwassergefahrenkarten in Baden-Württemberg - Anlage
- HWRM-Maßnahmenkatalog
- HWRM Optionales Titelblatt für Anhang III
- HWRM Optionale Rückseite für Anhang III
- Lesehilfe HWGK
- Hochwasserrisikomanagementpläne
- Kommune - Rückmeldebogen
- Kommune - Checkliste
- Kommune - FAQ



# Hochwasserrisikomanagement-Abfrage

Im Folgenden erhalten Sie das Ergebnis zu Ihrer Abfrage an der von Ihnen gewählten Koordinate.

Weitere ausführliche Informationen zum Thema Hochwasserrisiko-Management in Baden-Württemberg sind unter [www.hochwasserbw.de](http://www.hochwasserbw.de) zu finden.


gedruckt am 27.04.2022

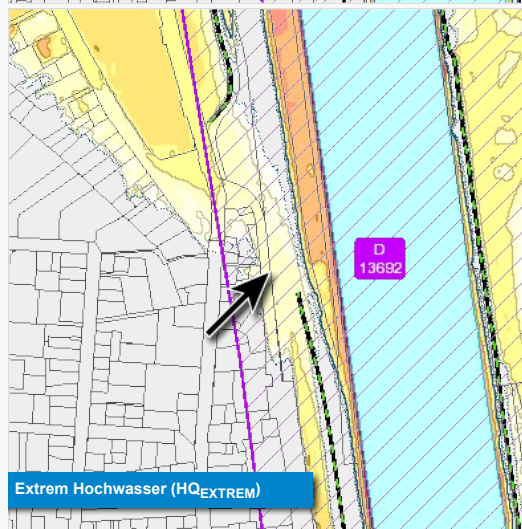
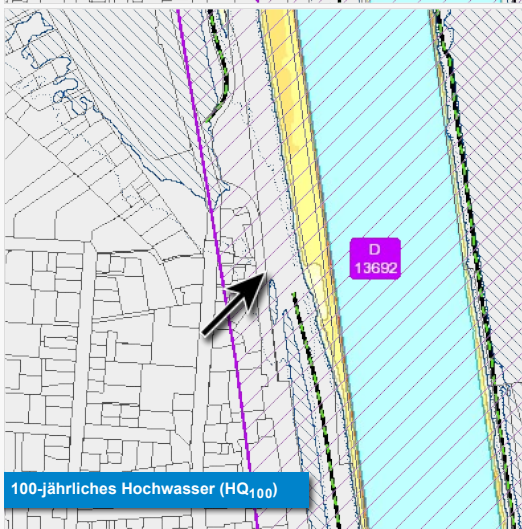
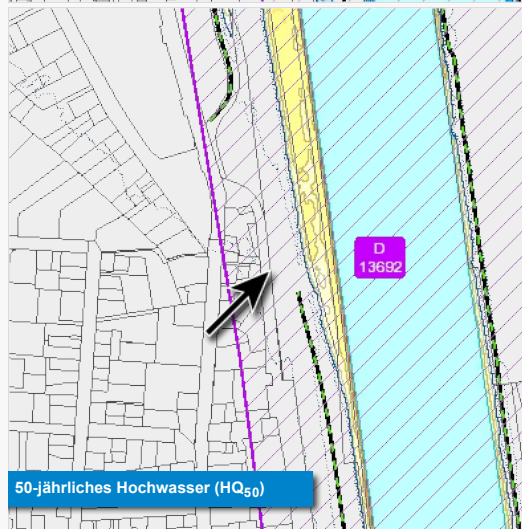
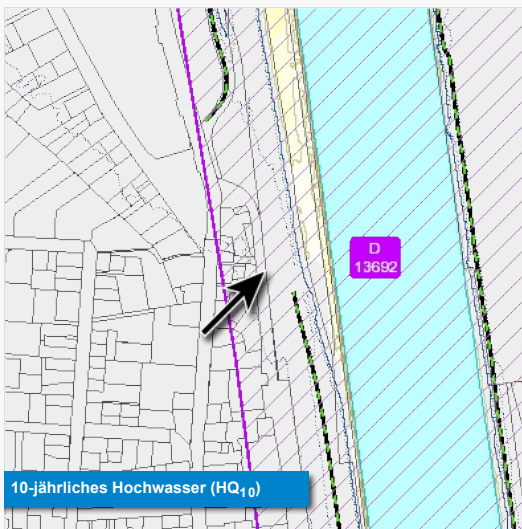
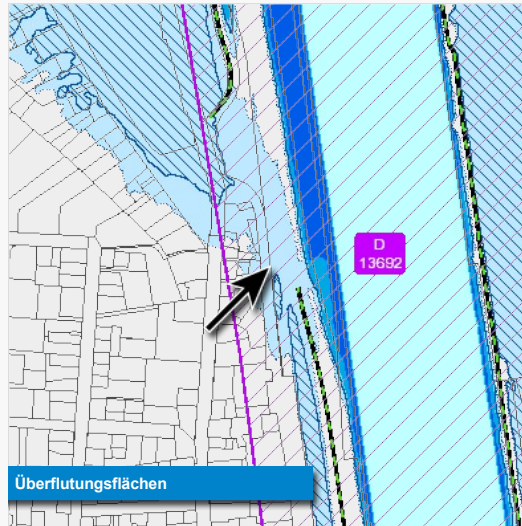
## Information zu Überflutungsflächen und -tiefen

Ost	514842
Nord	5446536
Das Lagebezugssystem ist ETRS89 (EPSG 25832)	
Gemeinde	Heilbronn
Kreis	Heilbronn, Stadt
Regierungspräsidium	Reg.-Bez. Stuttgart
Gewässereinzugsgebiet	Lein uh. Rotbach

	UF	UT [m]	WSP [m ü. NHN]
10-jährliches Hochwasser (HQ <sub>10</sub> )	✗	-	-
50-jährliches Hochwasser (HQ <sub>50</sub> )	✗	-	-
100-jährliches Hochwasser (HQ <sub>100</sub> )	✗	-	-
Extrem Hochwasser (HQ <sub>EXTREM</sub> )	✓	0,7 m	154,3 m

UF: Überflutungsflächen, UT: Überflutungstiefen, WSP: Wasserspiegellagen  
 Hinweis: Die angegebenen Werte sind auf Dezimeter kaufmännisch gerundet.  
 Überflutungstiefen kleiner 10cm werden auf 10cm gerundet. Es ist zu beachten, dass Werte in Gebäuden mit Unsicherheiten behaftet sind.  
 Das Höhenbezugssystem für alle Höhenangaben ist DHHN2016, Höhenstatus (HST) 170, EPSG 7837.

 mögliche Änderung / Fortschreibung





## Geländeinformation

der Hochwassergefahrenkarte 153,6 m ü. NHN

### Hinweise:

- Digitales Geländemodell der Hochwassergefahrenkarte (HWGK-DGM). Es wurden alle hydraulisch relevanten Strukturen (z. B. terrestrisch vermessene Querprofile, Dämme und Durchlässe) in das DGM des Landes Baden-Württemberg eingearbeitet.
- Die angegebenen Werte sind auf Dezimeter kaufmännisch gerundet. Es ist zu beachten, dass Werte innerhalb von Gebäuden mit Unsicherheiten behaftet sind.
- Das Höhenbezugssystem für alle Höhenangaben ist DHHN2016, Höhenstatuszahl (HST) 170, EPSG 7837
- Das Lagebezugssystem ist ETRS89 (EPSG Code 25832)



## ▼ Dokumente

Zu der markierten Koordinate konnten folgende Dokumente gefunden werden:

### Endfassung

#### Überflutungsflächen-Karte M10.000

- [HWGK\\_UF\\_M100\\_060080.pdf](#)

#### Überflutungstiefen-Karte HQ100 M10.000

- [HWGK\\_UT100\\_M100\\_060080.pdf](#)

#### Hochwasserrisikokarte (HWRK)

#### Hochwasserrisikobewertungskarte (HWRBK)

#### Hochwasserrisikosteckbrief (HWRSt)

- [HWRK\\_GMD\\_8121000\\_Heilbronn.pdf](#)

#### Maßnahmenbericht – Allgemeine Beschreibung der Maßnahmen und des Vorgehens

- [HWRM\\_Massnahmenbericht\\_Allgemeine\\_Beschreibung.pdf](#)

#### Maßnahmenbericht – Anhang I: Maßnahmen auf Ebene des Landes Baden-Württemberg

- [HWRM\\_Massnahmenbericht\\_Anhang1.pdf](#)

#### Maßnahmenbericht – Anhang II: Maßnahmen nicht kommunaler Akteure

- [HWRM\\_Massnahmenbericht\\_Anhang2\\_GMD\\_8121000\\_Heilbronn.pdf](#)

#### Maßnahmenbericht – Anhang III: Verbale Risikobeschreibung und -bewertung

Der Anhang III setzt sich aus der verbalen Risikobeschreibung und -bewertung, den Maßnahmen der Kommune und dem zugehörigen Stand des Hochwasserrisikosteckbriefs für ein Gemeindegebiet zusammen.

- [HWRM\\_Massnahmenbericht\\_Anhang3A\\_Verbale\\_Risikobeschreibung\\_GMD\\_8121000\\_Heilbronn.pdf](#)

#### Maßnahmenbericht – Anhang III: Maßnahmen der Kommunen

- [HWRM\\_Massnahmenbericht\\_Anhang3B\\_Massnahmen\\_GMD\\_8121000\\_Heilbronn.pdf](#)

#### Maßnahmenbericht – Anhang III: Hochwasserrisikosteckbriefe

Hinweis: Der hier aufgeführte Hochwasserrisikosteckbrief entspricht dem Stand der verbalen Risikobeschreibung- und Bewertung für das jeweilige Gemeindegebiet. Zum Teil wurde bereits eine aktuellere Version erarbeitet, die oben unter Hochwasserrisikosteckbrief (HWRSt) bereits bereitgestellt ist.

- [HWRM\\_Massnahmenbericht\\_Anhang3C\\_Steckbrief\\_GMD\\_8121000\\_Heilbronn.pdf](#)

#### Blattschnittübersichten

- [HWGK\\_460\\_2\\_BoellingerBach\\_Blattschnitt\\_KartenTyp\\_1a\\_T2.pdf](#)
- [HWGK\\_460\\_2\\_BoellingerBach\\_Blattschnitt\\_KartenTyp\\_1b.pdf](#)
- [HWGK\\_499-2\\_Neckar\\_HD\\_DEI\\_Blattschnitt\\_KartenTyp\\_1a\\_T2.pdf](#)
- [HWGK\\_499-2\\_Neckar\\_HD\\_DEI\\_Blattschnitt\\_KartenTyp\\_1b.pdf](#)

#### sonstige Dokumente

#### Weiterführende Informationen:

- Hochwassergefahrenkarten: Beschreibung der Vorgehensweise zur Erstellung von Hochwassergefahrenkarten in Baden-Württemberg
- Hochwassergefahrenkarten: Beschreibung der Vorgehensweise zur Erstellung von Hochwassergefahrenkarten in Baden-Württemberg - Anlage
- HWRM-Maßnahmenkatalog
- HWRM Optionales Titelblatt für Anhang III
- HWRM Optionale Rückseite für Anhang III
- Lesehilfe HWGK
- Hochwasserrisikomanagementpläne
- Kommune - Rückmeldebogen
- Kommune - Checkliste
- Kommune - FAQ



## **Anlage 9**

### **Geotechnische Berechnungen**

- 9.1    Unterführung**
- 9.2    Stützmauer**
- 9.3    Lärmschutzwand**



Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Bezeichnung
[Green]	18.0	8.0	25.0	10.0	3.0	0.00	Auelehme, weich-steif
[Yellow]	20.5	11.5	32.5	0.0	70.0	0.00	Kiese, lo-mdi
[Light Green]	19.0	9.0	25.0	15.0	30.0	0.00	Verwitterungsböden Gipskeuper
[Blue]	18.5	8.5	25.0	10.0	15.0	0.00	Verwitterungsböden Grüne Mergel w-st
[Light Blue]	19.5	9.5	25.0	10.0	30.0	0.00	Verwitterungsböden Grüne Mergel st-hf
[Dark Blue]	25.0	15.0	37.5	0.0	100.0	0.00	Festgestein

Berechnungsgrundlagen:

Norm: EC 7

BS: DIN 1054: BS-P

Grundbruchformel nach DIN 4017:2006

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

$\gamma_{R,v} = 1.40$

$\gamma_G = 1.35$

$\gamma_Q = 1.50$

Grenzzustand EQU:

$\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$

$\gamma_{Q,dst} = 1.50$

Oberkante Gelände = 151.80 mNHN

Gründungssohle = 149.30 mNHN

Grundwasser = 151.04 mNHN

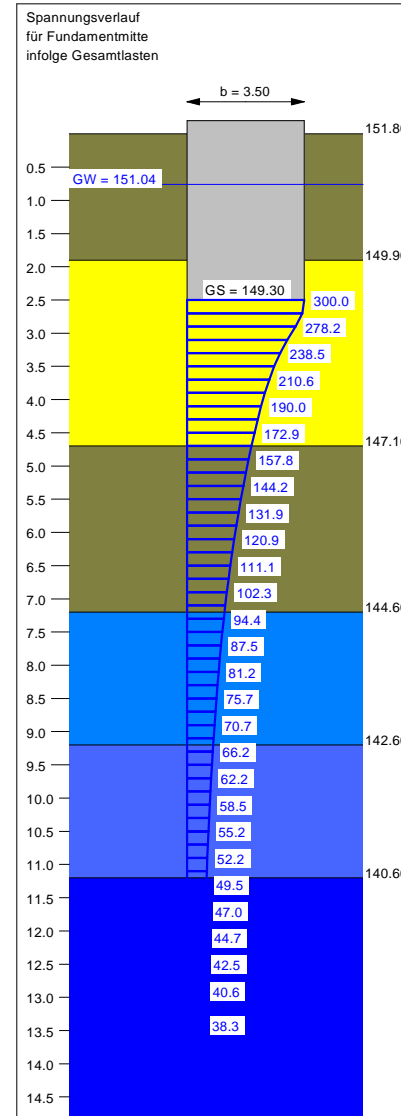
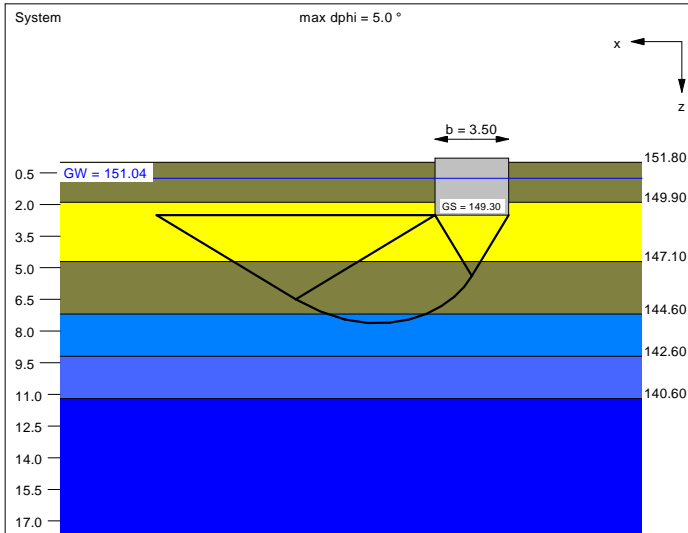
Grenztiefe mit p = 20.0 %

Datei: 21S832-uf-01.gdg

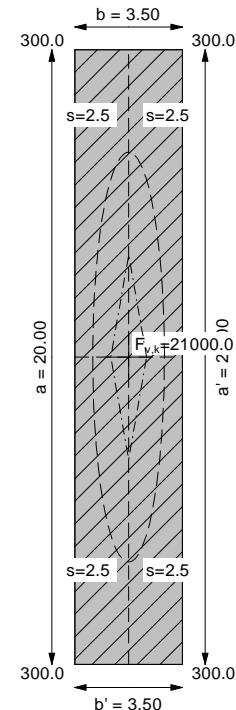
----- 1. Kernweite

----- 2. Kernweite

1



Grundriss



**Ergebnisse Einzelfundament:**  
 Lasten = ständig / veränderlich  
 Vertikallast  $F_{v,k} = 21000.00 / 0.00$  kN  
 Horizontalkraft  $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$  kN  
 Horizontalkraft  $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$  kN  
 Moment  $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$  kN-m  
 Moment  $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$  kN-m  
 Länge a = 20.000 m  
 Breite b = 3.500 m  
 Unter ständigen Lasten:  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
 Exzentrizität  $e_y = 0.000$  m  
 Resultierende im 1. Kern  
 Länge  $a' = 20.000$  m  
 Breite  $b' = 3.500$  m  
 Unter Gesamtlasten:  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
 Exzentrizität  $e_y = 0.000$  m  
 Resultierende im 1. Kern  
 Länge  $a' = 20.000$  m  
 Breite  $b' = 3.500$  m  
 Grundbruch:  
 Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 928.6 / 663.27$  kN/m<sup>2</sup>  
 $R_{n,k} = 65000.20$  kN  
 $R_{n,d} = 46428.72$  kN  
 $V_d = 1.35 \cdot 21000.00 + 1.50 \cdot 0.00$  kN  
 $V_d = 28350.00$  kN  
 $\mu$  (parallel zu x) = 0.611  
 cal  $\varphi = 27.6^\circ$   
 $\varphi$  wegen 5° Bedingung abgemindert  
 cal c = 8.83 kN/m<sup>2</sup>  
 cal  $\gamma_2 = 10.43$  kN/m<sup>3</sup>  
 cal  $\sigma_u = 29.70$  kN/m<sup>2</sup>

UK log. Spirale = 7.61 m u. GOK  
 Länge log. Spirale = 20.39 m  
 Fläche log. Spirale = 54.10 m<sup>2</sup>  
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):  
 $N_{c0} = 25.02$ ;  $N_{d0} = 14.08$ ;  $N_{b0} = 6.83$   
 Formbeiwerte (x):  
 $v_c = 1.087$ ;  $v_d = 1.081$ ;  $v_b = 0.948$

Setzung infolge Gesamtlasten:  
 Grenztiefe  $t_g = 13.41$  m u. GOK  
 Vorbelastung = 70.0 kN/m<sup>2</sup>  
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.55 cm  
 Setzungen der KPs:  
 links oben = 2.55 cm  
 rechts oben = 2.55 cm  
 links unten = 2.55 cm  
 rechts unten = 2.55 cm  
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0  
 Verdrehung(y) (KP) = 0.0  
 Nachweis EQU:  
 Maßgebend: Fundamentbreite  
 $M_{stab} = 21000.0 \cdot 3.50 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 33075.0$   
 $M_{dst} = 0.0$   
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 33075.0 = 0.000$

L1100 / Neckarstraße - BW 233 UF - Bereich alte Unterführung (Ostseite)  
 frostsichere Gründung auf den Schachtringen (UK bei 149,3 m+NN), Profil RKS 1 (und B1)



Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Bezeichnung
	18.0	8.0	25.0	10.0	4.0	0.00	Auelehme, weich-streif
	20.5	11.5	32.5	0.0	70.0	0.00	Neckarkiese
	19.0	9.0	25.0	15.0	30.0	0.00	Verwitterungsböden Gipskeuper
	19.0	9.0	25.0	10.0	22.5	0.00	Verwitterungsböden Grüne Mergel st
	25.0	15.0	37.5	0.0	100.0	0.00	Festgestein

Berechnungsgrundlagen:

Norm: EC 7

BS: DIN 1054: BS-P

Grundbruchformel nach DIN 4017:2006

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

$\gamma_{R,v} = 1.40$

$\gamma_G = 1.35$

$\gamma_Q = 1.50$

Grenzzustand EQU:

$\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$

$\gamma_{Q,dst} = 1.50$

Oberkante Gelände = 151.80 mNHN

Gründungssohle = 148.50 mNHN

Grundwasser = 151.04 mNHN

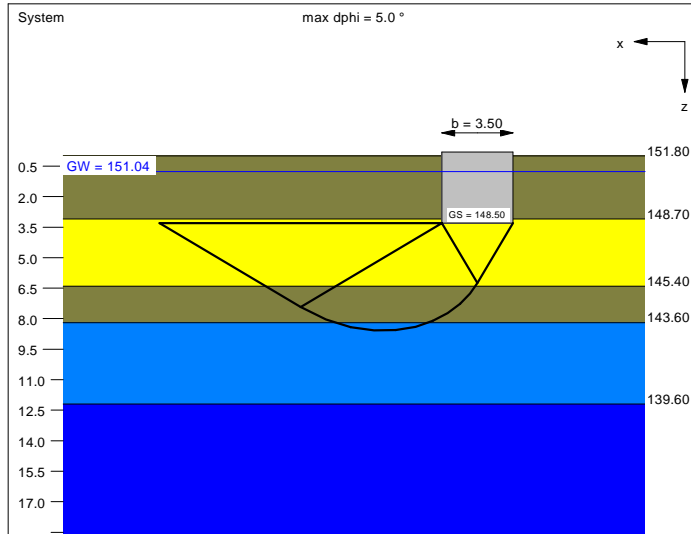
Grenztiefe mit  $p = 20.0\%$

Datei: 21S832-uf-02 mit M 8.gdg

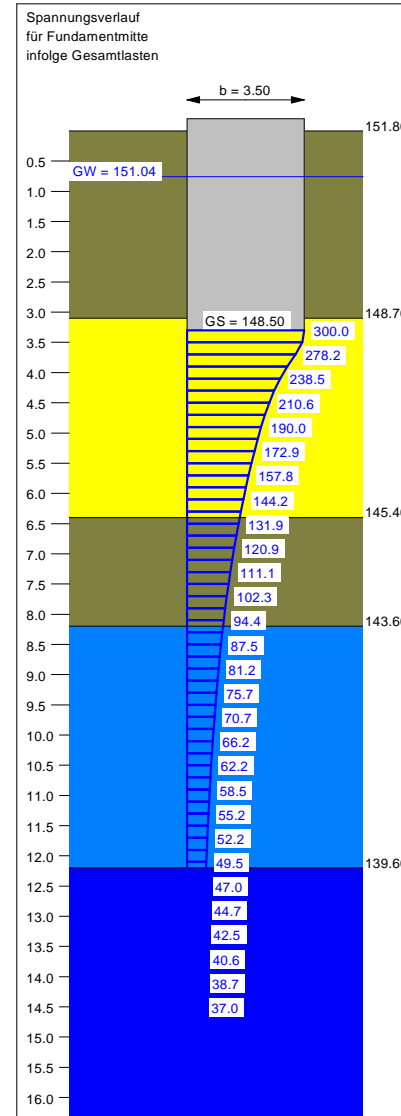
----- 1. Kernweite

----- 2. Kernweite

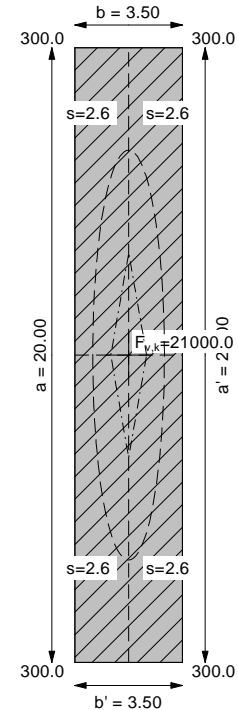
2



**Ergebnisse Einzelfundament:**  
 Lasten = ständig / veränderlich  
 Vertikallast  $F_{v,k} = 21000.00 / 0.00$  kN  
 Horizontalkraft  $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$  kN  
 Horizontalkraft  $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$  kN  
 Moment  $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$  kN-m  
 Moment  $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$  kN-m  
 Länge  $a = 20.000$  m  
 Breite  $b = 3.500$  m  
 Unter ständigen Lasten:  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
 Exzentrizität  $e_y = 0.000$  m  
 Resultierende im 1. Kern  
 Länge  $a' = 20.000$  m  
 Breite  $b' = 3.500$  m  
 Unter Gesamtlasten:  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
 Exzentrizität  $e_y = 0.000$  m  
 Resultierende im 1. Kern  
 Länge  $a' = 20.000$  m  
 Breite  $b' = 3.500$  m  
 Grundbruch:  
 Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 1083.6 / 773.98$  kN/m<sup>2</sup>  
 $R_{n,k} = 75850.25$  kN  
 $R_{n,d} = 54178.75$  kN  
 $V_d = 1.35 \cdot 21000.00 + 1.50 \cdot 0.00$  kN  
 $V_d = 28350.00$  kN  
 $\mu$  (parallel zu x) = 0.523  
 cal  $\varphi = 28.6^\circ$   
 cal  $c = 7.07$  kN/m<sup>2</sup>  
 cal  $\gamma_2 = 10.85$  kN/m<sup>3</sup>  
 cal  $\sigma_u = 34.70$  kN/m<sup>2</sup>  
 UK log. Spirale = 8.58 m u. GOK  
 Länge log. Spirale = 21.19 m  
 Fläche log. Spirale = 58.11 m<sup>2</sup>  
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):  
 $N_{c0} = 26.93$ ;  $N_{q0} = 15.66$ ;  $N_{b0} = 7.98$   
 Formbeiwerte (x):  
 $v_c = 1.089$ ;  $v_d = 1.084$ ;  $v_b = 0.948$   
 Setzung infolge Gesamtlasten:  
 Grenztiefe  $t_g = 14.79$  m u. GOK  
 Vorbelastung = 30.0 kN/m<sup>2</sup>  
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.58 cm  
 Setzungen der KPs:  
 links oben = 2.58 cm  
 rechts oben = 2.58 cm  
 links unten = 2.58 cm  
 rechts unten = 2.58 cm  
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0  
 Verdrehung(y) (KP) = 0.0  
 Nachweis EQU:  
 Maßgebend: Fundamentbreite  
 $M_{stab} = 21000.0 \cdot 3.50 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 33075.0$   
 $M_{dst} = 0.0$   
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 33075.0 = 0.000$



Grundriss



L1100 / Neckarstraße - BW 233 UF - Bereich Erweiterung (Westseite)  
 frostsichere Gründung auf den Schachtringen (UK bei 148,5 m+NN), Profil M 8



Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Bezeichnung
[Green]	18.0	8.0	25.0	10.0	3.0	0.00	Auelehme, weich-steif
[Yellow]	20.5	11.5	32.5	0.0	70.0	0.00	Kiese, lo-mdi
[Light Green]	19.0	9.0	25.0	15.0	30.0	0.00	Verwitterungsböden Gipskeuper
[Blue]	18.5	8.5	25.0	10.0	15.0	0.00	Verwitterungsböden Grüne Mergel w-st
[Dark Blue]	19.5	9.5	25.0	10.0	30.0	0.00	Verwitterungsböden Grüne Mergel st-hf
[Dark Blue]	25.0	15.0	37.5	0.0	100.0	0.00	Festgestein

Berechnungsgrundlagen:

Norm: EC 7

BS: DIN 1054: BS-P

Grundbruchformel nach DIN 4017:2006

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

$\gamma_{R,v} = 1.40$

$\gamma_G = 1.35$

$\gamma_Q = 1.50$

Grenzzustand EQU:

$\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$

$\gamma_{Q,stab} = 1.50$

Oberkante Gelände = 151.80 mNHN

Gründungssohle = 149.70 mNHN

Grundwasser = 151.04 mNHN

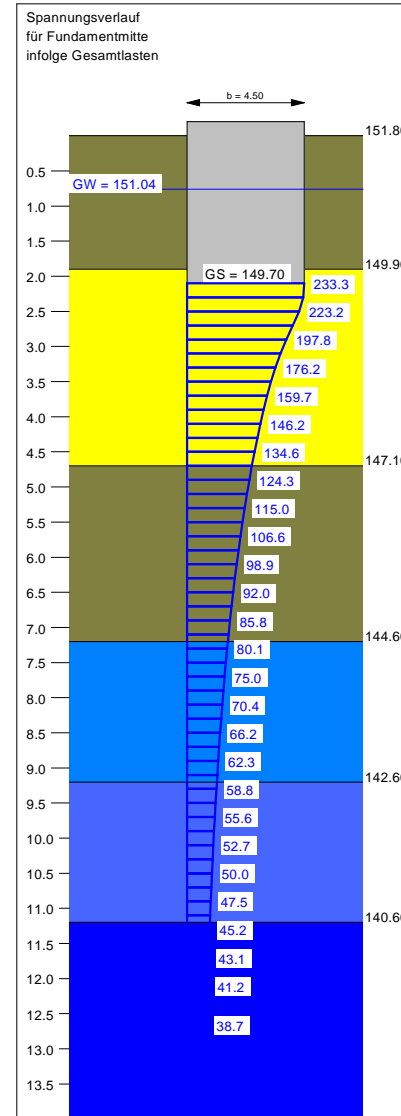
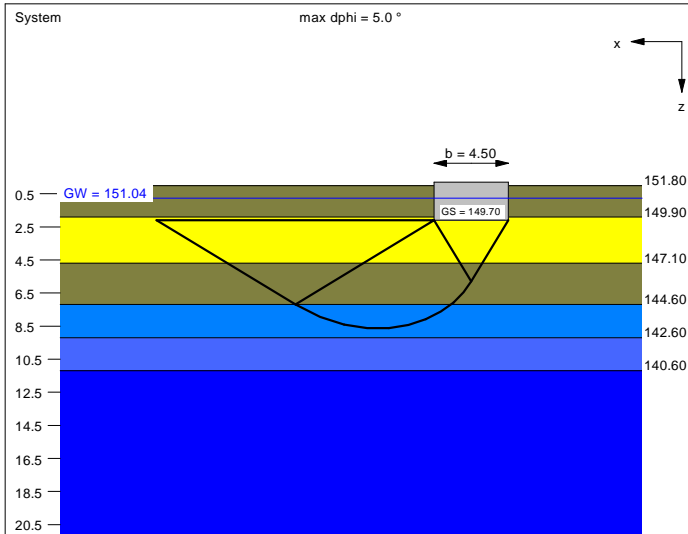
Grenztiefe mit  $p = 20.0\%$

Datei: 21S832-uf-03 Variante B.gdg

----- 1. Kernweite

----- 2. Kernweite

3

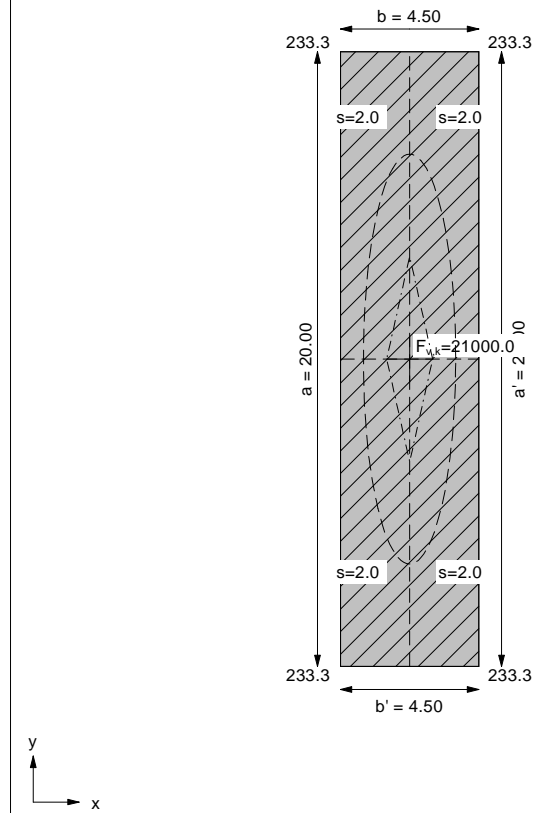


**Ergebnisse Einzelfundament:**  
 Lasten = ständig / veränderlich  
 Vertikallast  $F_{v,k} = 21000.00 / 0.00$  kN  
 Horizontalkraft  $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$  kN  
 Horizontalkraft  $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$  kN  
 Moment  $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$  kN-m  
 Moment  $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$  kN-m  
 Länge  $a = 20.000$  m  
 Breite  $b = 4.500$  m  
 Unter ständigen Lasten:  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
 Exzentrizität  $e_y = 0.000$  m  
 Resultierende im 1. Kern  
 Länge  $a' = 20.000$  m  
 Breite  $b' = 4.500$  m  
 Unter Gesamtlasten:  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
 Exzentrizität  $e_y = 0.000$  m  
 Resultierende im 1. Kern  
 Länge  $a' = 20.000$  m  
 Breite  $b' = 4.500$  m  
**Grundbruch:**  
 Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 900.0 / 642.87$  kN/m<sup>2</sup>  
 $R_{n,k} = 81001.78$  kN  
 $R_{n,d} = 57858.42$  kN  
 $V_d = 1.35 \cdot 21000.00 + 1.50 \cdot 0.00$  kN  
 $V_d = 28350.00$  kN  
 $\mu$  (parallel zu x) = 0.490  
 cal  $\varphi = 27.4^\circ$   
 $\varphi$  wegen  $5^\circ$  Bedingung abgemindert  
 cal c = 8.44 kN/m<sup>2</sup>  
 cal  $\gamma_2 = 10.30$  kN/m<sup>3</sup>  
 cal  $\sigma_u = 25.10$  kN/m<sup>2</sup>

UK log. Spirale = 8.63 m u. GOK  
 Länge log. Spirale = 26.01 m  
 Fläche log. Spirale = 88.13 m<sup>2</sup>  
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):  
 $N_{c0} = 24.67$ ;  $N_{d0} = 13.79$ ;  $N_{b0} = 6.63$   
 Formbeiwerte (x):  
 $v_c = 1.112$ ;  $v_d = 1.104$ ;  $v_b = 0.932$

Setzung infolge Gesamtlasten:  
 Grenztiefe  $t_g = 12.65$  m u. GOK  
 Vorbelastung = 70.0 kN/m<sup>2</sup>  
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.00 cm  
 Setzungen der KPs:  
 links oben = 2.00 cm  
 rechts oben = 2.00 cm  
 links unten = 2.00 cm  
 rechts unten = 2.00 cm  
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0  
 Verdrehung(y) (KP) = 0.0  
 Nachweis EQU:  
 Maßgebend: Fundamentbreite  
 $M_{stab} = 21000.0 \cdot 4.50 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 42525.0$   
 $M_{dst} = 0.0$   
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 42525.0 = 0.000$

Grundriss



L1100 / Neckarstraße - BW 233 UF - Gründungsvariante B

Widerlagerfundamente direkt auf den Kiesen mit Verbau (UK bei 149,7 m+NN), Profil RKS 1 (und B1)



Boden	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c(a)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta/\phi$ passiv	$\delta/\phi$ aktiv	Bezeichnung
	19.0	9.0	27.5	5.0	5.0	0.000	0.667	Auffüllung
	18.5	9.5	25.0	11.3	11.3	0.000	0.667	Auelehm (weich-steif)
	20.5	11.5	32.5	0.0	0.0	0.000	0.667	Kiese, locker-mitteldicht
	19.0	9.0	25.0	15.0	15.0	0.000	0.667	Verwitterungshorizont Mittlere
	18.5	8.5	25.0	10.0	10.0	0.000	0.667	Verwitterungshorizont (Grüne M)
	24.0	14.0	30.0	25.0	25.0	0.000	0.667	Festgestein

Setzungen: 11.00 15.00 0.00 0.00 Erdseite: s = 2.54 cm  
 > 11.00 100.00 0.00 0.00

Steifemodulprofil und  
 Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefe = 2.20 m u. GS  
 a = 11.50 m  
 b = 1.50 m

Tiefe [m u. GS]	Es [MN/m <sup>2</sup> ]	s(Luftseite) [cm]	s(Erdseite) [cm]
0.00	4.00	0.00	0.00
2.90	3.00	2.53	2.54
6.20	70.00	0.00	0.00
7.00	30.00	0.00	0.00

Setzungen in den kennzeichnenden Punkten:  
 Luftseite: s = 2.53 cm

**Bemessung:**  
 Exzentrizität e(Fuß) = 0.000 m  
 Maßgebend: g+q  
 $V_{Fuß} = 91.08$  kN/m (mit  $E_{p,mob,k}$ )  
 $H_{Fuß} = 4.93$  kN/m (mit  $E_{ph,mob,k}$ )  
 $M_{Fuß} = 0.04$  kN-m/m (mit  $E_{p,mob,k}$ )  
 $E_{p,mob,k} = 0.50 \cdot E_{p,k}$   
 $E_{p,mob,k} = 0.00$  kN/m;  $E_{ph,mob,k} = 22.17$  kN/m  
 b = 1.500 m; a = 11.500 m  
 b/6 = 0.250 m; b/3 = 0.500 m  
 $\sigma_1/\sigma_2(Fuß) = 60.6 / 60.8$  kN/m<sup>2</sup>

**Nachweis EQU:**  
 Tiefe = 153.90 m  
 $M_{sb} = 23.5 \cdot 0.70 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 7.41$   
 $M_{dst} = 3.7 \cdot 1.10 = 4.12$   
 $\mu_{EQU} = 4.12 / 7.41 = 0.556$

$\mu(Gleit) = H_d / (V_k \cdot \tan(\phi) / \gamma(Gleit) + E_{p,d}) = 36.6 / (91.1 \cdot \tan(20.0^\circ) / 1.10 + 31.7) = 0.592$   
 Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)  
 $\mu = H_k / (2/3 \cdot V_k \cdot \tan(\phi) + 1/3 \cdot E_{p,k}) = 27.1 / (2/3 \cdot 91.1 \cdot \tan(20.0^\circ) + 1/3 \cdot 44.3) = 0.735$

$\mu(Grundbruch) = 0.232$   
 mit:  $\phi_k = 25.0^\circ$ ;  $c_k = 11.3$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\gamma_2 = 13.70$  kN/m<sup>3</sup>;  $\sigma_u = 19.6$  kN/m<sup>2</sup>

$\gamma = 22.00$  kN/m<sup>3</sup>  
 E-Modul =  $1.000 \cdot 10^{15}$  kN/m<sup>2</sup>  
 Stützlinie liegt zwischen  
 1. und 2. Kernlinie auf der Erdseite

Gleitsicherheit (Außenhaut)  
 max  $\mu = 0.555$  (Tiefe = 152.630 m)

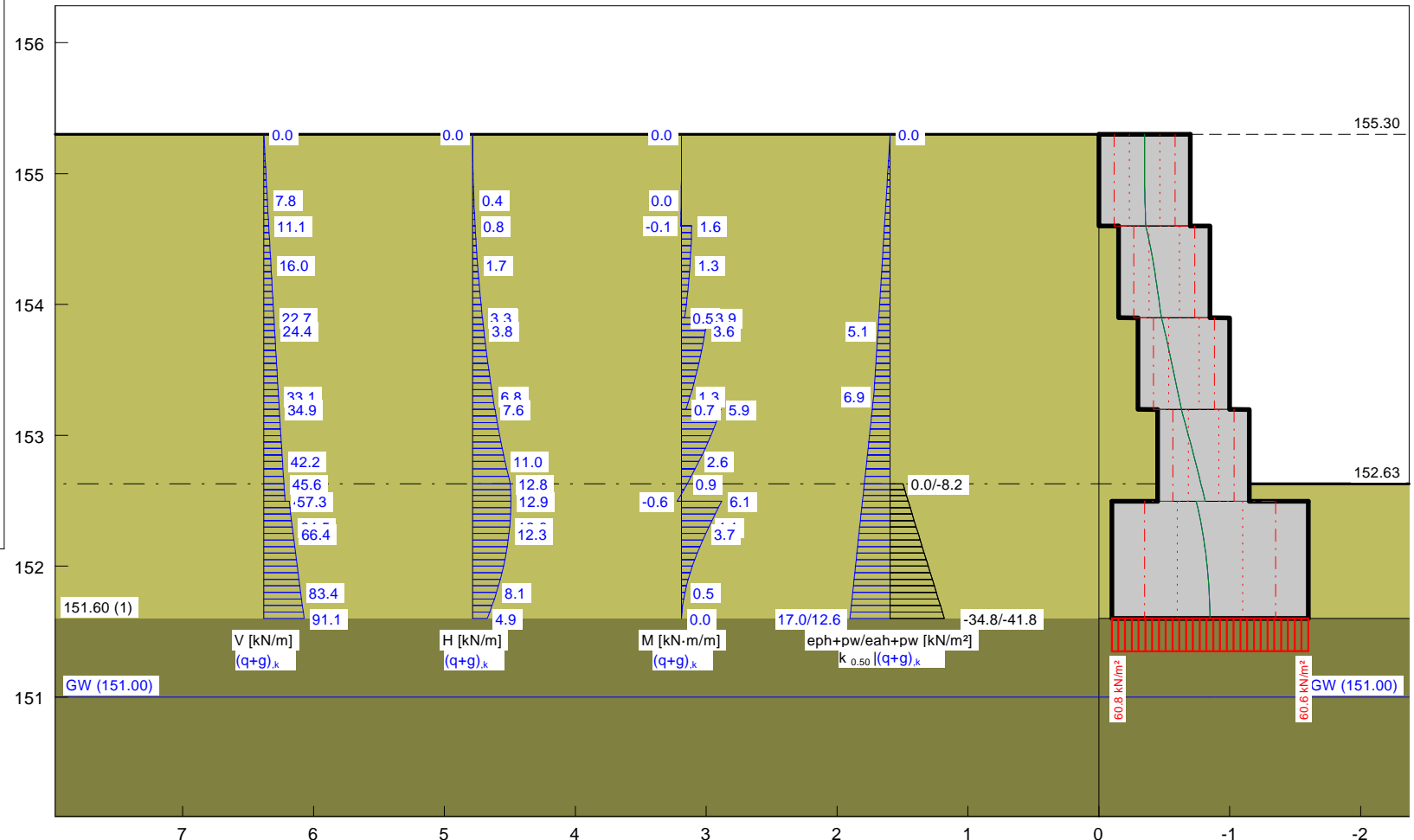
Kubatur = 3.307 m<sup>3</sup>/m

--- 1. Kernweite  
 --- 2. Kernweite  
 --- Stützlinie (g+q)  
 --- Stützlinie (g)

Norm: EC 7  
 Berechnungsgrundlagen:  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\phi = 40^\circ$   
 Passiver Erddruck nach: DIN 4085:2017

$\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_{E0g} = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$  (Gleiten)  
 Faktor( $E_p$ ) = 0.50 (Grundbruch/Stützlinie)  
 Grenzzustand EQU:

$\gamma_{G,dst} = 1.10$   
 $\gamma_{G,sb} = 0.90$   
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$



Stützmauer ohne Verkehrslasten, 15 cm Versatz je Lage





Boden	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c(a)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta/\phi$ passiv	$\delta/\phi$ aktiv	Bezeichnung
	19.0	9.0	27.5	5.0	5.0	0.000	0.667	Auffüllung
	18.5	9.5	25.0	11.3	11.3	0.000	0.667	Auelehm (weich-steif)
	20.5	11.5	32.5	0.0	0.0	0.000	0.667	Kiese, locker-mitteldicht
	19.0	9.0	25.0	15.0	15.0	0.000	0.667	Verwitterungshorizont Mittlere
	18.5	8.5	25.0	10.0	10.0	0.000	0.667	Verwitterungshorizont (Grüne M)
	24.0	14.0	30.0	25.0	25.0	0.000	0.667	Festgestein

Setzungen:	11.00	15.00	0.00	0.00	Erdseite: s = 2.54 cm
Steifemodulprofil und	> 11.00	100.00	0.00	0.00	
Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten					Grenztiefe mit p = 20.0 %
Tiefe	Es	s(Luftseite)	s(Erdseite)	Grenztiefe = 2.20 m u. Es	
infolge ständiger Lasten					
[m u. GS]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[cm]	a = 11.50 m	
0.00	4.00	0.00	0.00	b = 1.50 m	
2.90	3.00	2.53	2.54	$\sigma_k$ (Luftseite) = 60.62 kN/m <sup>2</sup>	
6.20	70.00	0.00	0.00	$\sigma_k$ (Erdseite) = 60.82 kN/m <sup>2</sup>	
7.00	30.00	0.00	0.00	Setzungen in den kennzeichnenden Punkten:	
				Luftseite: s = 2.53 cm	

**Bemessung:**  
 Exzentrizität e(Fuß) = -0.068 m  
 Maßgebend: g+q  
 $V_{Fu\beta} = 94.14$  kN/m (mit  $E_{p,mob,k}$ )  
 $H_{Fu\beta} = 13.89$  kN/m (mit  $E_{ph,mob,k}$ )  
 $M_{Fu\beta} = -6.40$  kN-m/m (mit  $E_{p,mob,k}$ )  
 $E_{p,mob,k} = 0.50 \cdot E_{p,k}$   
 $E_{pv,mob,k} = 0.00$  kN/m;  $E_{ph,mob,k} = 22.17$  kN/m  
 b = 1.500 m; a = 11.500 m  
 b/6 = 0.250 m; b/3 = 0.500 m  
 $\sigma_1/\sigma_2$ (Fuß) = 79.8 / 45.7 kN/m<sup>2</sup>

**Nachweis EQU:**  
 Tiefe = 153.90 m  
 $M_{sb} = 23.5 \cdot 0.70 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 7.41$   
 $M_{dst} = 3.7 \cdot 1.10 + 0.0 \cdot 1.50 = 4.13$   
 $\mu_{EQU} = 4.13 / 7.41 = 0.557$

$\mu$ (Gleit) =  $H_d / (V_k \cdot \tan(\phi) / \gamma(\text{Gleit}) + E_{p,d}) = 50.0 / (94.1 \cdot \tan(20.0^\circ) / 1.10 + 31.7) = 0.796$   
 Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)  
 $\mu = H_k / (2/3 \cdot V_k \cdot \tan(\phi) + 1/3 \cdot E_{p,k}) = 36.1 / (2/3 \cdot 91.1 \cdot \tan(20.0^\circ) + 1/3 \cdot 44.3) = 0.978$

$\mu$ (Grundbruch) = 0.332  
 mit:  $\phi_k = 25.0^\circ$ ;  $c_k = 11.3$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\gamma_2 = 15.04$  kN/m<sup>2</sup>;  $\sigma_u = 19.6$  kN/m<sup>2</sup>

$\gamma = 22.00$  kN/m<sup>3</sup>  
 E-Modul =  $1.000 \cdot 10^{15}$  kN/m<sup>2</sup>  
 Stützlinie liegt zwischen  
 1. und 2. Kernlinie auf der Erdseite

Gleitsicherheit (Außenhaut)  
 max  $\mu = 0.721$  (Tiefe = 152.497 m)

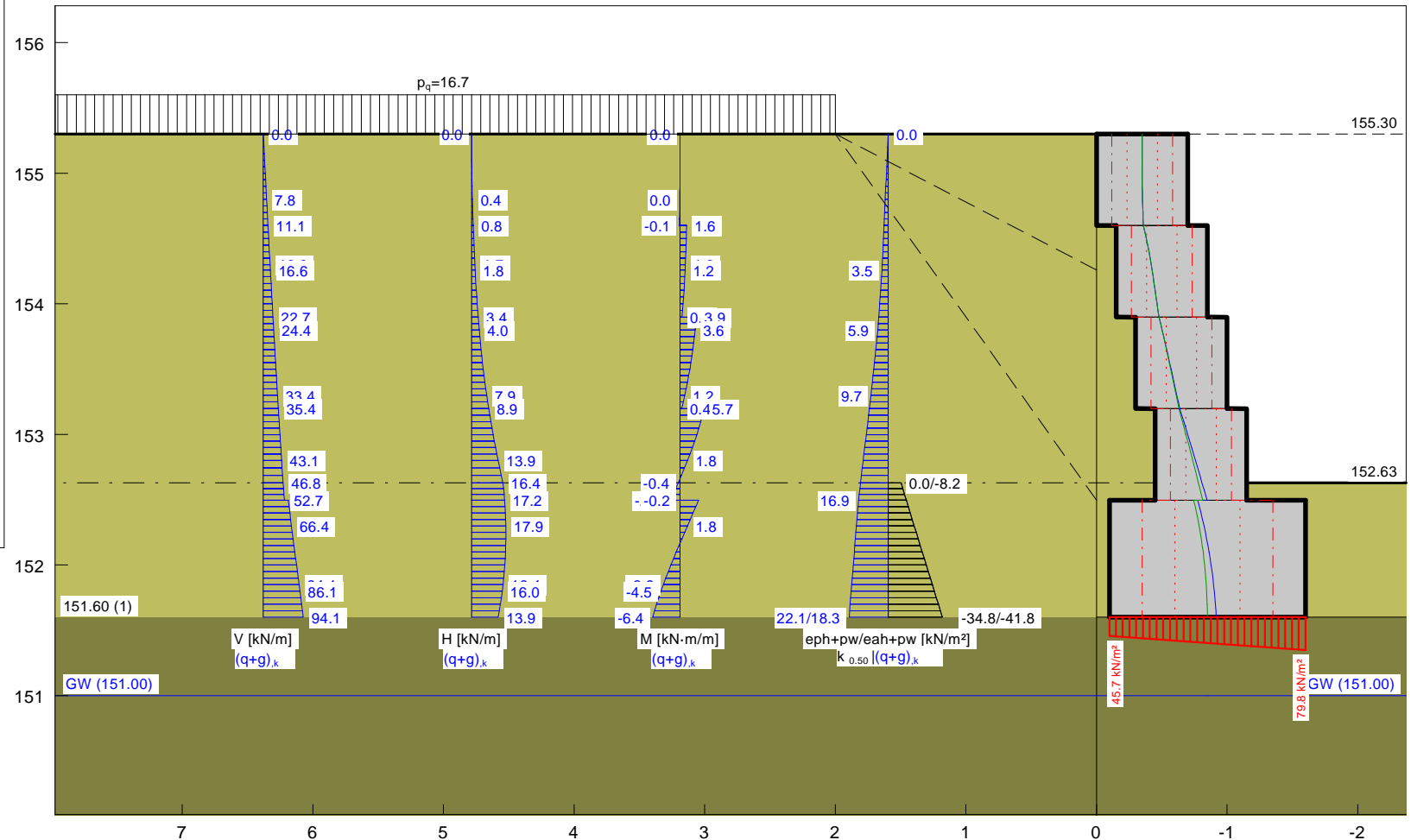
Kubatur = 3.307 m<sup>3</sup>/m

- 1. Kernweite
- 2. Kernweite
- Stützlinie (g+q)
- Stützlinie (g)

**Norm: EC 7**  
 Berechnungsgrundlagen:  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\phi = 40^\circ$   
 Passiver Erddruck nach: DIN 4085:2017

$\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_{E0g} = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$  (Gleiten)  
 Faktor( $E_p$ ) = 0.50 (Grundbruch/Stützlinie)  
 Grenzzustand EQU:

$\gamma_{G,dst} = 1.10$   
 $\gamma_{G,sb} = 0.90$   
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$



Stützmauer mit Verkehrslasten, 15 cm Versatz je Lage

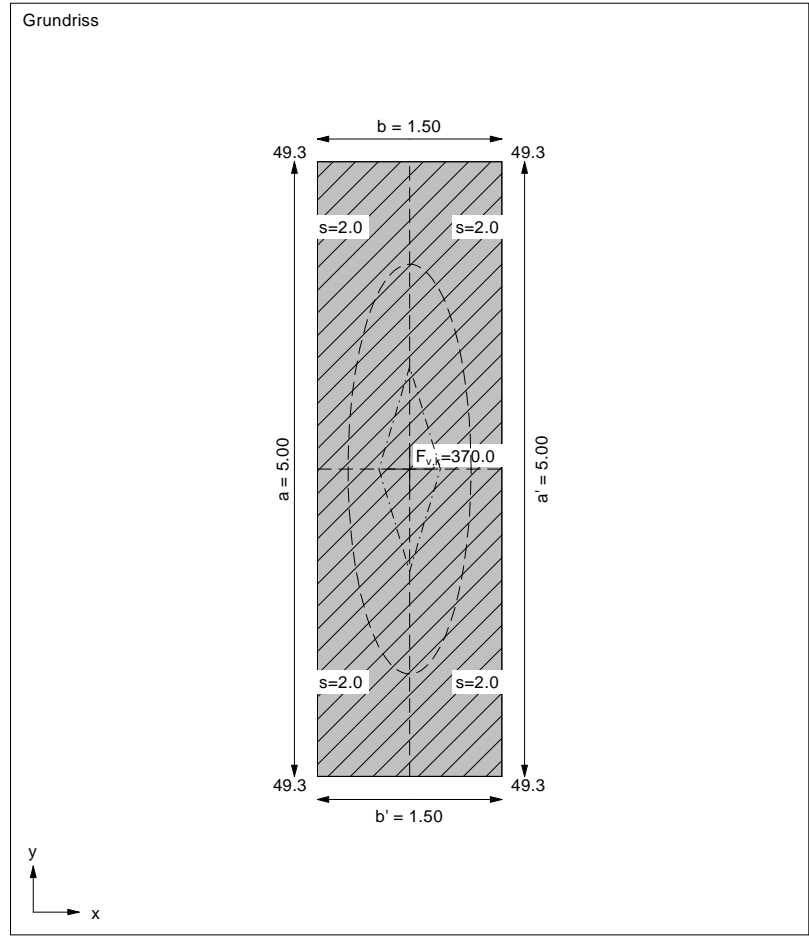
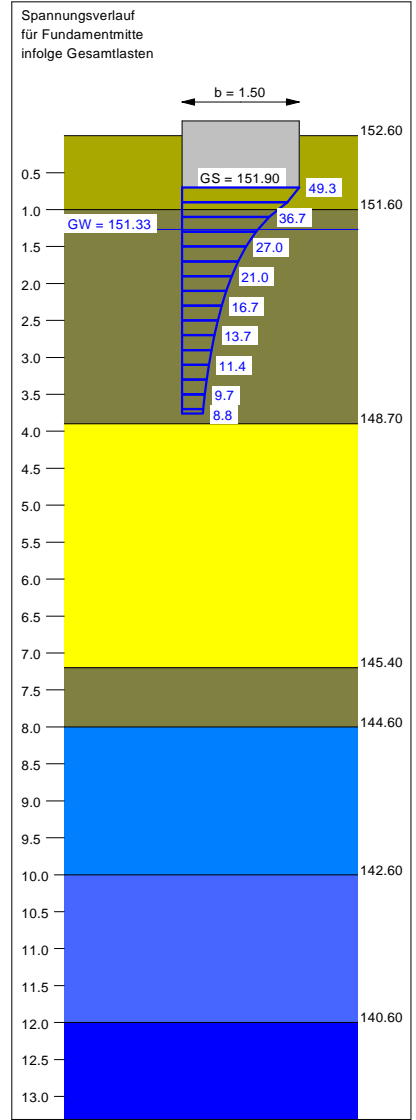
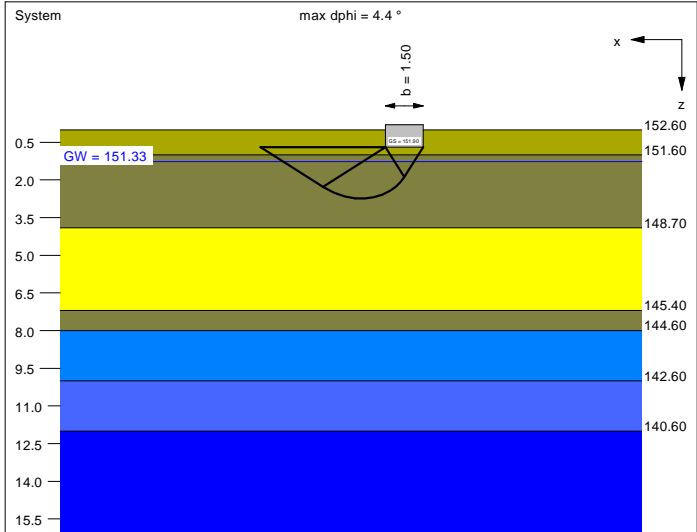


Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Bezeichnung
[Light Green]	19.0	9.0	27.5	5.0	4.0	0.00	Auffüllung (Schuffe, steif)
[Dark Green]	18.0	8.0	25.0	10.0	3.0	0.00	Auelehme, weich-steif
[Yellow]	20.5	11.5	32.5	0.0	70.0	0.00	Kiese, lo-mdi
[Light Blue]	19.0	9.0	25.0	15.0	30.0	0.00	Verwitterungsböden Gipskeuper
[Medium Blue]	18.5	8.5	25.0	10.0	15.0	0.00	Verwitterungsböden Grüne Mergel w-st
[Dark Blue]	19.5	9.5	25.0	10.0	30.0	0.00	Verwitterungsböden Grüne Mergel st-hf
[Black]	25.0	15.0	37.5	0.0	100.0	0.00	Festgestein

Berechnungsgrundlagen:  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Grenzzustand EQU:  
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

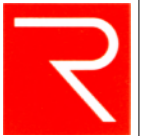
$\gamma_{G,stab} = 0.90$   
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$   
 Oberkante Gelände = 152.60 mNHN  
 Gründungssohle = 151.90 mNHN  
 Grundwasser = 151.33 mNHN  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Datei: 21S832-stm-01 2,8m neue Fundamentbreite.gdg  
 - - - - - 1. Kernweite  
 - - - - - 2. Kernweite

5



**Ergebnisse Einzelfundament:**  
 Lasten = ständig / veränderlich  
 Vertikallast  $F_{v,k} = 370.00 / 0.00$  kN  
 Horizontalkraft  $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$  kN  
 Horizontalkraft  $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$  kN  
 Moment  $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$  kN·m  
 Moment  $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$  kN·m  
 Länge a = 5.000 m  
 Breite b = 1.500 m  
 Unter ständigen Lasten:  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
 Exzentrizität  $e_y = 0.000$  m  
 Resultierende im 1. Kern  
 Länge  $a' = 5.000$  m  
 Breite  $b' = 1.500$  m  
 Unter Gesamtlasten:  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
 Exzentrizität  $e_y = 0.000$  m  
 Resultierende im 1. Kern  
 Länge  $a' = 5.000$  m  
 Breite  $b' = 1.500$  m  
 Länge log. Spirale = 7.96 m  
 Fläche log. Spirale = 8.35 m<sup>2</sup>  
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):  
 $N_{c0} = 21.16$ ;  $N_{d0} = 11.00$ ;  $N_{b0} = 4.72$   
 Formbeiwerte (x):  
 $v_c = 1.141$ ;  $v_d = 1.128$ ;  $v_b = 0.910$   
 Setzung infolge Gesamtlasten:  
 Grenztiefe  $t_g = 3.76$  m u. GOK  
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.05 cm  
 Setzungen der KPs:  
 links oben = 2.05 cm  
 rechts oben = 2.05 cm  
 links unten = 2.05 cm  
 rechts unten = 2.05 cm  
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0  
 Verdrehung(y) (KP) = 0.0  
 Nachweis EQU:  
 Maßgebend: Fundamentbreite  
 $M_{stab} = 370.0 \cdot 1.50 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 249.8$   
 $M_{dst} = 0.0$   
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 249.8 = 0.000$   
**Grundbruch:**  
 Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 471.3 / 336.62$  kN/m<sup>2</sup>  
 $R_{n,k} = 3534.47$  kN  
 $R_{n,d} = 2524.62$  kN  
 $V_d = 1.35 \cdot 370.00 + 1.50 \cdot 0.00$  kN  
 $V_d = 499.50$  kN  
 $\mu$  (parallel zu x) = 0.198  
 cal  $\varphi = 25.3^\circ$   
 cal c = 9.42 kN/m<sup>2</sup>  
 cal  $\gamma_2 = 12.21$  kN/m<sup>3</sup>  
 cal  $\sigma_u = 13.30$  kN/m<sup>2</sup>  
 UK log. Spirale = 2.73 m u. GOK

L1100 / Neckarstraße - Stützmauer bei BW 233  
 frostsichere Gründung auf Magerbetonstreifen (UK bei 151,9 m+NN), Profil M8 (und B1)  
 4 Steinlagen, Last aus Eigengewicht Mauer und Betonfundament (1,50 m \* 0,85 m)



Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Bezeichnung
[Light Green]	19.0	9.0	27.5	5.0	4.0	0.00	Auffüllung (Schluffe, steif)
[Dark Green]	18.0	8.0	25.0	10.0	3.0	0.00	Auelehme, weich-steif
[Yellow]	20.5	11.5	32.5	0.0	70.0	0.00	Kiese, lo-mdi
[Light Blue]	19.0	9.0	25.0	15.0	30.0	0.00	Verwitterungsböden Gipskeuper
[Medium Blue]	18.5	8.5	25.0	10.0	15.0	0.00	Verwitterungsböden Grüne Mergel w-st
[Dark Blue]	19.5	9.5	25.0	10.0	30.0	0.00	Verwitterungsböden Grüne Mergel st-hf
[Black]	25.0	15.0	37.5	0.0	100.0	0.00	Festgestein

Berechnungsgrundlagen:

Norm: EC 7

BS: DIN 1054: BS-P

Grundbruchformel nach DIN 4017:2006

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

$\gamma_{R,v} = 1.40$

$\gamma_G = 1.35$

$\gamma_Q = 1.50$

Grenzzustand EQU:

$\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$

$\gamma_{Q,dst} = 1.50$

Oberkante Gelände = 152.60 mNHN

Gründungssohle = 151.90 mNHN

Grundwasser = 151.33 mNHN

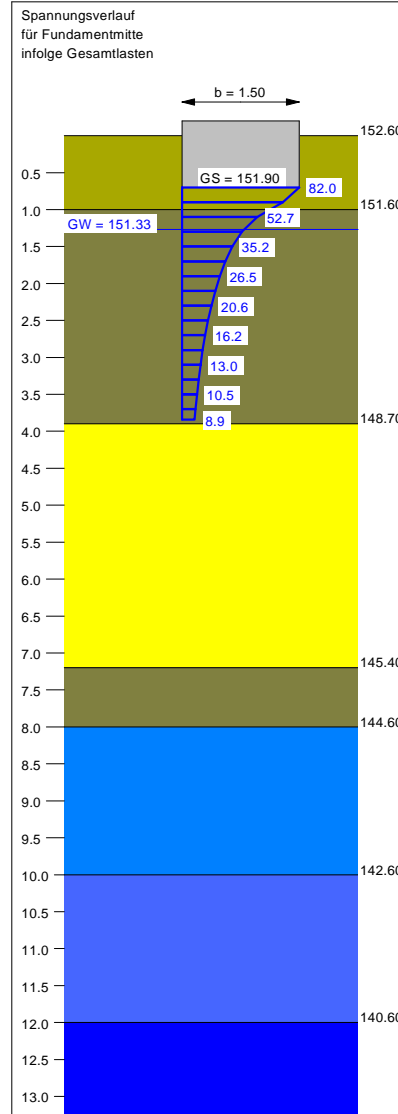
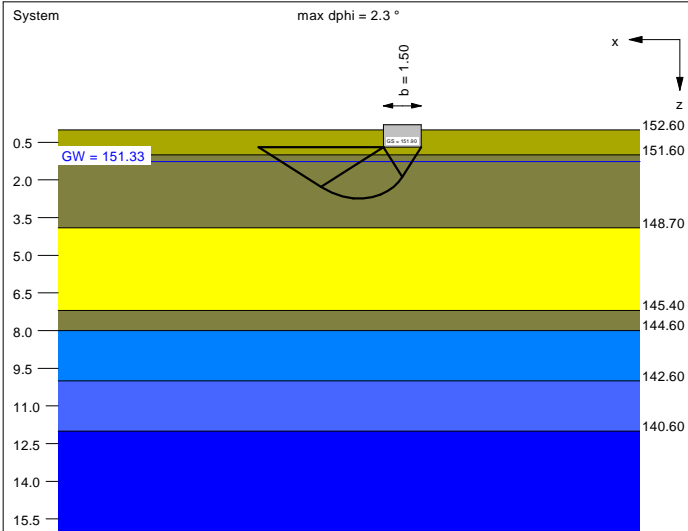
Grenztiefe mit p = 20.0 %

Datei: 21S832-stm-01 2,1m neue Fundamentbreite.gdg

--- 1. Kernweite

--- 2. Kernweite

6



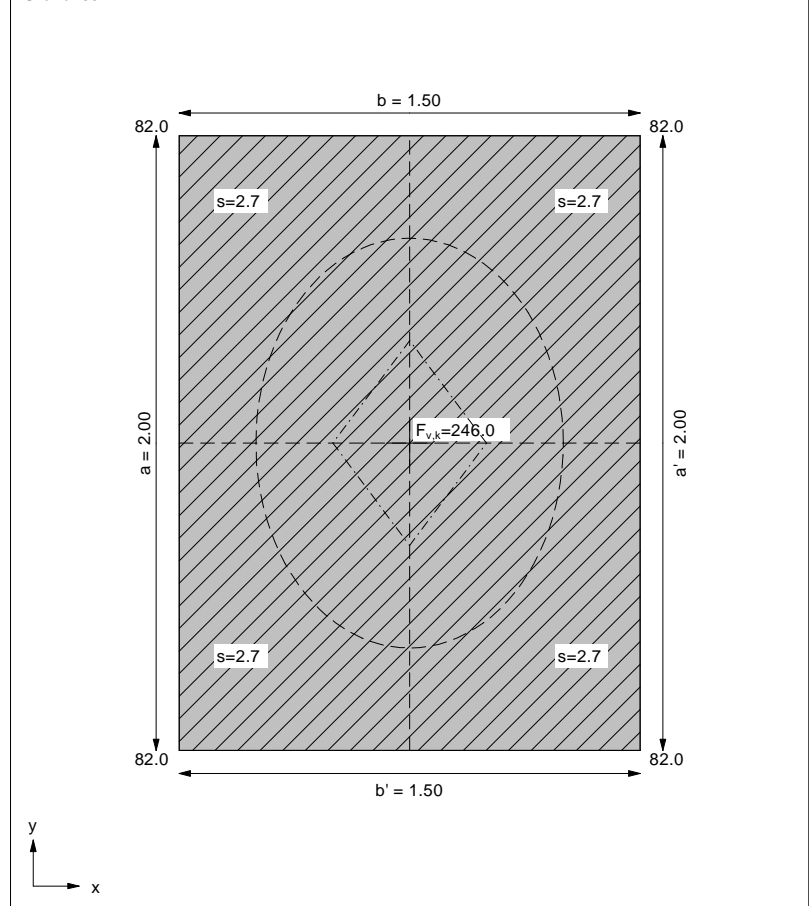
**Ergebnisse Einzelfundament:**  
 Lasten = ständig / veränderlich  
 Vertikallast  $F_{v,k} = 246.00 / 0.00$  kN  
 Horizontalkraft  $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$  kN  
 Horizontalkraft  $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$  kN  
 Moment  $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$  kN-m  
 Moment  $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$  kN-m  
 Länge a = 2.000 m  
 Breite b = 1.500 m  
 Unter ständigen Lasten:  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
 Exzentrizität  $e_y = 0.000$  m  
 Resultierende im 1. Kern  
 Länge a' = 2.000 m  
 Breite b' = 1.500 m  
 Unter Gesamtlasten:  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
 Exzentrizität  $e_y = 0.000$  m  
 Resultierende im 1. Kern  
 Länge a' = 2.000 m  
 Breite b' = 1.500 m

Länge log. Spirale = 7.96 m  
 Fläche log. Spirale = 8.35 m<sup>2</sup>  
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):  
 $N_{c0} = 21.16$ ;  $N_{d0} = 11.00$ ;  $N_{b0} = 4.72$   
 Formbeiwerte (x):  
 $v_c = 1.352$ ;  $v_d = 1.320$ ;  $v_b = 0.775$

Setzung infolge Gesamtlasten:  
 Grenztiefe  $t_g = 3.84$  m u. GOK  
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.73 cm  
 Setzungen der KPs:  
 links oben = 2.73 cm  
 rechts oben = 2.73 cm  
 links unten = 2.73 cm  
 rechts unten = 2.73 cm  
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0  
 Verdrehung(y) (KP) = 0.0  
 Nachweis EQU:  
 Maßgebend: Fundamentbreite  
 $M_{dst} = 246.0 \cdot 1.50 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 166.1$   
 $M_{EQU} = 0.0$   
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 166.1 = 0.000$

**Grundbruch:**  
 Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 529.9 / 378.48$  kN/m<sup>2</sup>  
 $R_{n,k} = 1589.60$  kN  
 $R_{n,d} = 1135.43$  kN  
 $V_d = 1.35 \cdot 246.00 + 1.50 \cdot 0.00$  kN  
 $V_d = 332.10$  kN  
 $\mu$  (parallel zu x) = 0.292  
 cal  $\varphi = 25.3^\circ$   
 cal c = 9.42 kN/m<sup>2</sup>  
 cal  $\gamma_2 = 12.21$  kN/m<sup>3</sup>  
 cal  $\sigma_u = 13.30$  kN/m<sup>2</sup>  
 UK log. Spirale = 2.73 m u. GOK

Grundriss



L1100 / Neckarstraße - Stützmauer bei BW 233

frostsichere Gründung auf Magerbetonstreifen (UK bei 151,9 m+NN), Profil M8 (und B1)

3 Steinlagen, Last aus Eigengewicht Mauer und Betonfundament (1,50 m \* 0,85 m) und angehängtem Erdkeil

Ausgangssituation:

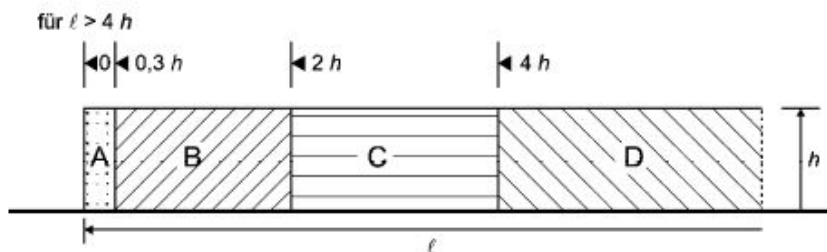
- Wandlänge  $l = 142 \text{ m}$
- Wandhöhe 4,6 – 5,6 m -> angenommen  $h = 5,6 \text{ m}$  über die Gesamtlänge
- Wandbreite 0,25 m nach [5]
- Wandsystem -> angenommen Stützen/Pfeiler mit dazwischenliegenden Wandelementen, Lastabtrag über die Stützen/Pfeiler in den Boden  
-> angenommener Abstand zwischen den Stützen/Feldbreite 5,0 m

Eigengewicht

- Material unbekannt, auf sicherer Seite liegend angenommen Betonvollprofil mit Wichte  $\gamma_{\text{Beton}} = 25 \text{ kN/m}^3$ :  
->  $25 \text{ kN/m}^3 * 5,6 \text{ m} * 0,25 \text{ m} = 35 \text{ kN je lfd. Wandmeter bzw. 175 kN je Pfosten}$  (bei 5,0 m Feldbreite)

Windlast (Berechnung nach DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12)

- Heilbronn liegt in der Windzone 1 (Bild NA.A.1) -> Basiswindgeschwindigkeit  $v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$ ,  
-> Basisgeschwindigkeitsdruck  $q_{b,0} = 0,32 \text{ kN/m}^2$
- Meereshöhe hat keinen Einfluss, da  $\sim 155 \text{ m+NN} < 800 \text{ m+NN}$
- Geländekategorie III (Vorstädte, Industrie- oder Gewerbegebiete; aus Tabelle NA.B.1)
- Vereinfachter Böengeschwindigkeitsdruck nach Tab. NA.B.3 für Bauwerke mit  $h < 10 \text{ m}$  und Windzone 1:  $q_p = 0,50 \text{ kN/m}^2$
- Topografieeinfluss entfällt, da kein Hang / exponierte Lage
- Strukturbeiwert der Wand für Bauwerke mit  $h < 15 \text{ m}$  ->  $c_s c_d = 1$  (Abschnitt 6, DIN EN 1991-1-4 2010-12)
- Völligkeitsgrad für massive Wände  $\phi = 1$
- Da der Wind bzw. die Sogwirkung aus dem Wind nicht über die gesamte Wandlänge gleich verteilt ist, werden in der DIN EN 1991-1-mehrere Abschnitte 4 betrachtet, deren Breite von der Höhe der Wand abhängt.



Ausschnitt aus Bild 7.19 aus DIN EN 1991-1-4:2010-12

- Hier:  $l = 142 \text{ m} \gg 4 * h = 22,4 \text{ m}$

Tabelle 7.9 —Druckbeiwerte  $c_{p,net}$  für freistehende Wände und Brüstungen

Volligkeitsgrad	Bereich	A	B	C	D	
$\varphi = 1$	gerade Wand	$l/h \leq 3$	2,3	1,4	1,2	1,2
		$l/h = 5$	2,9	1,8	1,4	1,2
		$l/h \geq 10$	3,4	2,1	1,7	1,2
	abgewinkelte Wand mit Schenkellänge $\geq h^a$	$\pm 2,1$	$\pm 1,8$	$\pm 1,4$	$\pm 1,2$	
$\varphi = 0,8$		$\pm 1,2$	$\pm 1,2$	$\pm 1,2$	$\pm 1,2$	

<sup>a</sup> Bei Schenkellängen des abgewinkelten Wandstücks zwischen 0,0 und h darf linear interpoliert werden.

Tab. 7.9 aus DIN EN 1991-1-4:2010-12

- Hier:  $l/h = 142/5,6 = 25,4 > 10$
- Windeinwirkung = Böengeschwindigkeitsdruck \* Druckbeiwert der jeweiligen Zone \* Breite der jeweiligen Zone \* Mauerhöhe
- Windeinwirkungen für den ersten Pfosten (Breite 5/2 m = 2,5 m):  

$$W_1 = q_p * c_{p,net,A} * h * b \text{ (Zone A)} + q_p * c_{p,net,B} * h * (2,5 \text{ m} - 0,3 * h)$$

$$= 0,5 \text{ kN/m}^2 * 3,4 * 0,3 * 5,6 \text{ m} * 5,6 \text{ m} + 0,5 \text{ kN/m}^2 * 2,1 * 5,6 \text{ m} * (2,5 \text{ m} - 0,3 * 5,6 \text{ m})$$

$$= \underline{20,82 \text{ kN}}$$
- Windeinwirkungen für den zweiten Pfosten (Breite 5 m bzw. 2,5 – 7,5 m ab Wandbeginn):  

$$W_2 = q_p * c_{p,net,B} * h * b \text{ (5,0 m)}$$

$$= 0,5 \text{ kN/m}^2 * 2,1 * 5,6 \text{ m} * 5,0 \text{ m}$$

$$= \underline{29,4 \text{ kN}}$$
- ➔ Am zweiten Pfosten sind bei gleichbleibender Feldbreite die horizontal wirkenden Kräfte aus der Windlast am größten.
- Hierbei handelt es sich um charakteristische Werte -> Multiplikation mit Teilsicherheitsbeiwert 1,5:  

$$W_{d,2} = W_2 * 1,5 = 44,1 \text{ kN}$$
- Bei einem Lastangriff auf halber Höhe der Wand ergibt sich daraus ein Moment am Fußpunkt des Pfostens (um die Längsachse der Wand) von:  

$$M_{x,d} = W_{d,2} * h/2 = 44,1 \text{ kN} * 2,80 \text{ m} = \underline{123,48 \text{ kNm}}$$