

## Geotechnischer Bericht nach DIN 4020 (GB)

zum

### Neubau eines Container Terminals

in

### 72160 Horb-Heiligenfeld

Bauherr und Auftraggeber:

**Spedition Kußmaul GmbH**

Kernenstraße 1-13

72202 Nagold

Geotechnische Projektleitung:

Dipl.-Ing. (FH) Markus Katz

Erstattungsdatum:

27. März 2018

Aktenzeichen:

HORCON G01

---

**Geschäftsführer:**

PROF. DIPL.-GEOL. MATTHIAS HILLER

DIPL.-ING.(FH) MARKUS KATZ

DIPL.-ING.(FH) THOMAS BENZ

DIPL.-ING. CHRISTIAN RAUSER-HÄRLE

DIPL.-GEOL. FALK WINTEROLL

**Vertretung Oberschwaben**

PROF. DIPL.-ING. ROLF SCHRODI

DIPL.-ING. CHRISTIAN RAUSER-HÄRLE

Waldseer Str. 51 88400 Biberach

Tel.: 07351.47 400-30

Fax: 07351.47 400-29

E-Mail: [bc@henkegeo.de](mailto:bc@henkegeo.de)

**Vertretung Kirchheim/Teck**

DIPL.-ING. (FH) THOMAS BENZ

Blumenstr. 19

73271 Holzmaden

Tel.: 0177.71 61 678

Fax: 0711.73 56 298

E-Mail: [tb@henkegeo.de](mailto:tb@henkegeo.de)

**Vertretung Nagold**

DIPL.-ING. (FH) MARKUS KATZ

Haydnweg 10/1

72202 Nagold

Tel.: 0177.71 61 682

Fax: 0711.73 56 298

E-Mail: [mk@henkegeo.de](mailto:mk@henkegeo.de)

**Vertretung Schwarzwald-Baar**

DIPL.-ING. (FH) ACHIM FÖRSTER

Vor dem Hummelholz 4

78056 VS-Schwenningen

Tel.: 07720.95 86-92

Fax: 07720.95 86-87

E-Mail: [vs@henkegeo.de](mailto:vs@henkegeo.de)

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Auftrag	3
2. Unterlagen	3
3. Projektbeschreibung	3
4. Schutzgebietsausweisungen	4
5. Geologischer Überblick	4
6. Baugrunduntersuchungen	5
6.1 Schürftgruben- und Böschungsaufnahmen	5
6.2 Schichtbeschreibung und -lagerung	6
7. Bodenverunreinigungen/geogene Inhaltsstoffe	7
8. Hydrogeologische Situation	8
9. Laboruntersuchungen	8
10. Homogenbereiche nach DIN 18300: 2015-08	9
11. Bodenkennwerte	11
12. Geländeprofilierung	11
12.1 Vorbereiten der Baufläche	11
12.2 Geländeabtrag	12
12.3 Geländeauffüllung	13
12.4 Böden zur Geländeauffüllung	14
12.5 Einbauvoraussetzungen	15
12.6 Umwelanforderungen an die Lieferböden	16
12.7 Verdichtungsanforderung	16
12.8 Bodenstabilisierung	17
12.9 Hebungsproblematik durch sulfathaltige Böden und Baustoffgemische	18
13. Dauerhafte Böschungen	19
14. Bodenpressungen	20
15. Verkehrsflächen	20
15.1 Erdplanum	20
15.2 Dimensionierung Oberbau	21
15.3 Tragschicht	23
16. Gleistrasse	23
17. Erdbebensicherheit	24
18. Schlussbemerkungen	24

**Verzeichnis der Anlagen:**

Anlage	1	Lagepläne	
		1.1	Übersichtslageplan
		1.2	Lageplan der Untersuchungspunkte
Anlage	2	Schürfgruben	
		2.1.1 – 2.9.1	Schürfgrubenaufnahmen SG 1 bis SG 9
		2.1.2 – 2.9.2	Fotodokumentation der Schürfgruben
		2.10 – 2.12	Böschungsaufnahmen BA 1 – BA 3
		2.13	Legende der verwendeten Signaturen und Abkürzungen
Anlage	3	Lageplan mit Darstellung der vereinfachten geologischen Profile	
Anlage	4	Chemische Analysenergebnisse	
Anlage	5	Zusammenstellung der bodenmechanischen/-physikalischen Laborversuche	
Anlage	6	Konsistenzgrenzenbestimmungen	
Anlage	7	Homogenbereiche	
		7.1	A 18300 (Auffüllung)
		7.2	B 18300 (Hanglehm/Verwitterungslehm)
		7.3	C 18300 (Verwitterungsschicht)
		7.4	D 18300 (Meißner-Formation)

## 1. Auftrag

Die Spedition Kußmaul GmbH plant den Neubau eines Container Terminals in Horb-Heiligenfeld. In diesem Zusammenhang wurde das Ingenieurbüro für Geotechnik Henke und Partner GmbH (HUP) auf der Basis des Angebotes vom 06.12.2017 (Az.: HORCON K01) beauftragt, einen Geotechnischen Bericht nach DIN 4020 zu erstellen.

## 2. Unterlagen

Als Unterlagen zur Bearbeitung standen uns zur Verfügung:

### **Gauss + Lörcher Ingenieurtechnik GmbH:**

- [1] Stadt Horb am Neckar, GI Heiligenfeld, Lageplan, M 1:500, 08.09.2017

### **Leonhard Weiss GmbH & Co KG:**

- [2] Container Terminal Willy-Ledermann-Straße Horb am Neckar, Gleisplanung und Planung Container Terminal, Variante 2 vom 10.01.2018  
[3] Container Terminal Willy-Ledermann-Straße Horb am Neckar, Gleisplanung mit Darstellung Urgelände und Querschnitten Variante 2 vom 10.01.2018  
[4] Container Terminal Willy-Ledermann-Straße Horb am Neckar, Querprofile 0+160 bis 0+320 - Gleisplanung Variante 2 vom 10.01.2018  
[5] Container Terminal Willy-Ledermann-Straße Horb am Neckar, Querprofile 0+340 bis 0+440 - Gleisplanung Variante 2 vom 10.01.2018

### **Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg:**

- [6] Digitale geologische Karte (<http://maps.lgrb-bw.de/?view=lgrb.adb>), Stand 12/2017

sowie diverse Leitungs- und Kanalpläne.

## 3. Projektbeschreibung

Der geplante Container Terminal soll im östlich Bereich von Horb-Heiligenfeld, unmittelbar südlich der DB Strecke 4880 Eutingen im Gäu-Schiltach errichtet werden. Eine bereits in diesem Bereich bestehende Gleisanlage soll hierbei um ca. 130 m verlängert werden. In südliche Richtung anschließend ist ein Containerumschlagplatz von ca. 450 m Länge und einer Breite von ca. 60 m geplant. Die Fläche soll im Wesentlichen als hochbelastete Verkehrsfläche genutzt und in einem Teilbereich mit einer

Überdachung versehen werden. Ferner ist die Errichtung eines Bürogebäudes, einer Tankstelle, eines Stacker-Stellplatzes sowie eines Container-Lagerplatzes vorgesehen.

Der westliche Bereich der zu bebauenden Fläche wird derzeit überwiegend als Ackerfläche genutzt, im östlichen Bereich befindet sich eine befestigte Fläche, die derzeit der Lagerung von Bauteilen, Grüngut sowie Bodenmaterial dient.

Das bestehende Gelände weist starke Höhendifferenzen auf. Etwa mittig des geplanten Baufeldes befindet sich ein Höhenrücken, im westlichen Bereich eine Senke. Die befestigte Fläche im östlichen Bereich ist nahezu eben, wobei zumindest im südöstlichen Bereich eine Auffüllung zur Profilierung vorgenommen worden ist.

Zur Nivellierung der Baufläche und Nutzung als Container Terminal muss der Höhenrücken um bis zu 5 m abgetragen, und sofern geeignet, das abzutragende Material als Schüttmaterial in den tieferen Bereich eingebaut werden. Die maximale Geländeauffüllung in der Geländesenke beträgt ca. 2,5 m.

Als Anlage 1.1 liegt ein Übersichtslageplan, als Anlage 1.2 ein Lageplan des geplanten Container Terminals bei.

#### **4. Schutzgebietsausweisungen**

Der geplante Container Terminal liegt in der Zone III des Wasserschutzgebiets Talmühlquelle ((WSG-Nr. 237.216) des Zweckverbandes Gäu-Wasserversorgung, jedoch außerhalb des Einflussbereichs von Oberflächengewässern. Naturschutzrechtliche Schutzgebietsausweisungen sind uns nicht bekannt.

#### **5. Geologischer Überblick**

Das Baugrundstück befindet sich auf einem Höhenrücken nördlich des Neckartals und südlich des Steinachtals, im unteren Bereich des schwäbischen Schichtstufenlandes. Der Untergrund wird durch die Ablagerungen des Oberen Muschelkalkes gebildet. Gemäß der Geologischen Karte [6] sind im

Baufeld überwiegend die Ablagerungen der Meißner-Formation (moM) zu erwarten. Es handelt sich hierbei im Wesentlichen um Kalksteine, die mit Tonmergelsteinen und dolomitischen Kalksteinen wechsellagern.

Die geologische Karte zeigt ferner, dass in etwa entlang der östlichen Baufeldgrenze eine Störungszone verläuft. Hier sind Ablagerungen der Meißner-Formation gegen Trigonodusdolomitablagerungen (moD) versetzt. Die Sprunghöhe dieser SE-NW streichenden Störung beträgt wenige Meter. Neben dem genannten Versatz ist benachbart –zumindest in größeren Tiefen- mit Brüchen und Schichtverbiegungen zu rechnen.

Überlagert werden die genannten Ablagerungen von deren Verwitterungsprodukten, die je nach Grobkomponentenanteil als Verwitterungsschichten oder Verwitterungslehme bezeichnet werden sowie bereichsweise von Hanglehmen.

## **6. Baugrunduntersuchungen**

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden im Bereich der geplanten Gleisanlagen drei Schürfgruben (SG 1 – SG 3), im Bereich der geplanten Baufläche sechs weitere (SG 4 – SG 9) mittels Bagger angelegt. Die Schürfgrubenansatzpunkte wurden vorab durch die Fa. Leonhard Weiss GmbH & Co. KG nach deren Lage und Höhe mittels GPS eingemessen. Die Lage der Untersuchungspunkte geht aus dem Lageplan, der als Anlage 1.2 beigefügt ist, hervor.

Ferner wurde im Bereich des Geländeeinschnitts der bestehenden Gleisanlage an drei Punkten eine Böschungsaufnahme (BA 1 – BA 3) ausgeführt. Die Lage dieser Aufnahmen geht ebenfalls aus der Anlage 1.2 hervor.

### **6.1 Schürfgruben- und Böschungsaufnahmen**

Mittels eines schweren Baggers mit Raupenfahrwerk wurden am 25.01.2018 die insgesamt neun Schürfgruben mit Tiefen zwischen 1,7 m und 4,1 m angelegt. Die Schürftiefe endete zumeist mit der Reißfähigkeit des Baggers.

Die Schürfgruben sowie die Böschungsaufnahmen wurden von einer Diplomgeologin unseres Büros nach geologischen, bodenmechanischen und umwelthygienischen Gesichtspunkten gemäß DIN EN ISO 14688-1 aufgenommen und beschrieben. Die Schichtenbeschreibungen sowie die zeichnerische Darstellung in Anlehnung an DIN 4023 der Schürfen sind als Anlagen 2.1.1 bis 2.9.1 beigelegt. Die fotografische Dokumentation der Schürfgruben ist den Anlagen 2.1.2 bis 2.9.2 zu entnehmen. Die Böschungsaufnahmen liegen als Anlagen 2.10 - 2.12 bei. Eine Legende der bei der Aufnahme verwendeten Signaturen und Abkürzungen liegt als Anlage 2.13 bei.

Die ca. 1,5 m breiten und ca. 3-4 m langen Schürfgruben wurden nach der Aufnahme mit dem Aushubmaterial durch den Bagger wieder verfüllt. Eine definierte Verdichtung dieser Bereiche fand nicht statt.

## **6.2 Schichtbeschreibung und -lagerung**

Anhand der Aufschlüsse stellt sich die geologische Situation im Bereich des geplanten Container Terminals wie folgt dar:

Die Schichtenfolge beginnt, mit Ausnahme der befestigten Fläche im Osten, mit einem zumeist humosen **Oberboden**. Die erschürften Mächtigkeiten schwanken zwischen 0,2 m und 0,3 m.

Im Bereich der befestigten Fläche folgt unter einer 0,25 m bzw. 0,3 m mächtigen Kalksteinschotter-Tragschicht bereichsweise eine bindige **Auffüllung** steifer Konsistenz.

Im Bereich alter Rinnenstrukturen –insbesondere im Bereich der SG 2, SG 6 und SG 9 – wurden unter dem Oberboden bzw. der Auffüllungen **Hanglehme** weicher, weich steifer und halbfester Konsistenz aufgeschlossen. Die recht homogen ausgebildete Hanglehmfolgen weisen Mächtigkeit zwischen 0,8 m (SG 2) und 2,5 m (SG 6) auf und besitzen eine zumeist beigebraune Farbe.

Zur Tiefe folgen einheitlich **Verwitterungslehme** und/oder **Verwitterungsschichten** aus verwitterten Ablagerungen der Meißner-Formation. Bei den Verwitterungslehmen handelt es sich um beigebraune, tonige und kiesige Schluffe, welche in unterschiedlichem Maße mit Kalksteinbröckchen durchsetzt sind. Die Konsistenz dieser Ablagerungen wurde im Gelände mit weich, weich-steif und steif angesprochen. Zum Großteil überwiegt der Anteil an Schutt- bzw. Grobkomponenten jedoch, so dass von

Verwitterungsschichten zu sprechen ist. Die Verwitterungslehme bzw. –schichten reichen bis in Tiefen zwischen 0,6 m (SG 7) und > 4,1 m (SG 1) unter Gelände.

Unter der genannten Schichtenfolge folgen die Ablagerungen der **Meißner-Formation (moM)** des Oberen Muschelkalkes. Die Meißner-Formation ist als Folge von bankigen Kalksteinen ausgebildet. Im oberen Bereich bzw. oberflächennah liegen sie zumeist stark geklüftet und daher grobstückig zerlegt mit beigebrauner-grauer Farbe vor. Zur Tiefe geht der Zerlegungsgrad des zunehmend bankigen Kalksteins stetig zurück und erweist sich in den Schürfruben als nicht mehr baggerbar.

Karsterscheinungen (Dolinen, Karstschlotten etc.) konnten über die Schürfruben nicht aufgeschlossen werden, sind jedoch im Baufeld nicht gänzlich auszuschließen.

Zur Verdeutlichung der beschriebenen geologischen Verhältnisse wurde ein Lageplan mit Darstellung der vereinfachten geologischen Profile erstellt, der dem Gutachten als Anlage 3 beiliegt.

## **7. Bodenverunreinigungen/geogene Inhaltsstoffe**

Routinemäßig wurde das Baggergut einer sensorischen Prüfung unterzogen. Hierbei ergaben sich keine Hinweise auf Verunreinigungen.

Erfahrungsgemäß weisen jedoch sedimentäre Ablagerungen sowie deren Verwitterungsprodukte bereichsweise jedoch geogene Inhaltsstoffe auf, deren Konzentrationen zum Teil die Zuordnungswerte der „Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterials vom 14.03.2007“ (VwV) für unbelastetes Aushubmaterial übersteigen. Organoleptisch sind diese Parameter nicht wahrnehmbar, so dass von den entnommenen Proben schichtspezifische Mischproben erstellt wurden.

Von nachfolgenden Schichtgliedern (jeweils einschließlich deren Verwitterungsprodukten) wurden Mischproben (MP) erstellt:

- MP Deckschicht (Hang-/Verwitterungslehm)
- MP Muschelkalk/Verwitterungsschicht

Die Mischproben wurden unmittelbar nach deren Entnahme gekühlt und lichtgeschützt verwahrt zur ANALYTIK-TEAM GmbH verbracht und auf die Parameter o.g. VwV analysiert. Die detaillierten Analyseergebnisse liegen als Anlage 4 bei.

Die erstellten Mischproben weisen keine erhöhten Schadstoffkonzentrationen auf, so dass das Aushubmaterial der Verwertungskategorie Z 0 zuzuordnen ist und uneingeschränkt verwertbar ist.

## **8. Hydrogeologische Situation**

Das Baufeld liegt innerhalb der Zone III des Wasserschutzgebiets Talmühlquelle (WSG-Nr. 237.216) des Zweckverbandes Gäu-Wasserversorgung. Eventuelle Anforderungen sind zu beachten.

Im Zuge der Schürfgubenherstellung konnten keine Grundwasserzutritte beobachtet werden. Unabhängig davon können - insbesondere aufgrund der Hanglage sowie jahreszeitlich bedingt - lokal geringergiebige Schichtwasserzutritte oder Stauwasserhorizonte innerhalb der stückig verwitterten Muschelkalkablagerungen nicht ausgeschlossen werden.

Die bindigen Deckschichten (Hang- und Verwitterungslehm) weisen aufgrund ihrer überwiegend schluffig-tonigen Ausbildung nur eine sehr geringe Wasserwegsamkeit auf, und sind daher im Wesentlichen als nicht grundwasserführend anzusprechen.

Der eigentliche Grundwasserleiter wird von den Muschelkalkablagerungen gebildet. Es handelt sich dabei um Kluftgrundwasserleiter, d.h. das Grundwasser zirkuliert im Gebirge in Hohlräumen, die durch Klüfte und Schichtflächen gebildet werden.

## **9. Laboruntersuchungen**

Für Laboruntersuchungen wurden vom frischen Aushubmaterial der Schürfguben insgesamt

10 Becherproben (BP)

entnommen.

Zur Klassifizierung und Bestimmung der bodenmechanischen und bodenphysikalischen Eigenschaften der angetroffenen Bodenschichten wurden an den entnommenen Proben folgende Laboruntersuchungen durchgeführt:

9	-mal	Bestimmung des natürlichen Wassergehalts	DIN EN ISO 17892-1, Teil 1:2015-03
3	-mal	Bestimmung der Konsistenzgrenzen	DIN 18122

Eine tabellarische Zusammenstellung der Ergebnisse liegt als Anlage 5 bei. Die Bestimmungen der Konsistenzgrenzen sind der Anlage 6 zu entnehmen.

Der Hanglehm ist nach DIN 18196 anhand zweier durchgeführter Konsistenzgrenzenbestimmungen den Bodenarten leicht- (Bodenart TL) oder mittelplastische (Bodenart TM) Tone zuzuordnen. Die Konsistenzen wurden mit weich und steif ermittelt.

Die Verwitterungslehmlagerungen gehören zu den leicht plastischen Tonen (Bodenart TL). Die Konsistenzen reichen von weich, über weich-steif bis steif.

## 10. Homogenbereiche nach DIN 18300: 2015-08

Die im Untersuchungsbereich aufgeschlossenen Böden können entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen anhand der Baugrunduntersuchung, den durchgeführten boden- und felsmechanischen Untersuchungen sowie allgemeine Erfahrung mit vergleichbaren Böden in nachfolgende Homogenbereiche nach DIN 18300 für Erdarbeiten eingeteilt werden:

Schicht	Erdarbeiten
Auffüllung	A 18300
Hanglehm/Verwitterungslehm	B 18300
Verwitterungsschicht	C 18300
Meißner-Formation (moM)	D 18300

Die Angaben zu den einzelnen Homogenbereichen sind in Anlage 7.1 bis 7.4 aufgeführt. Die den Homogenbereichen zugeordneten Schichtgrenzen können den Schürftgrubenprofilen entnommen werden.

Der im Bereich des Untersuchungsfeldes anstehende Oberboden ist vor Beginn der eigentlichen Erdbauarbeiten abzuschieben und getrennt zu verwerten. Für Oberbodenarbeiten ist DIN 19731 maßgeblich.

Die aufgeführten Bodenparameter gelten ausschließlich zur Charakterisierung der anstehenden Böden hinsichtlich des Lösens, Förderns, Ladens und Transportierens sowie des Einbaus entsprechend den Zielsetzungen der VOB. Die Werte gelten ausdrücklich nicht für erdstatische Berechnungen und sonstige Bemessungen.

Die in den genannten Anlagen angegebenen Werte sind nur in sehr geringem Umfang durch Laboruntersuchungen direkt bestimmt worden. Die überwiegenden Angaben beruhen auf Erfahrungen mit vergleichbaren Böden und Schätzungen, wodurch Abweichungen zu den tatsächlichen Werten nicht auszuschließen sind. Für eine Präzisierung wären zusätzlich weitere Laboruntersuchungen erforderlich. Bei Bedarf wird um Mitteilung gebeten.

Statt der bisher allgemein definierten „Bodenklassen“ sind seit 2015 in den Normen der VOB/C die projektspezifisch zu definierende „Homogenbereiche“ gültig. Gemäß VOB/C-2015 sind Homogenbereiche individuell auf das entsprechende Verfahren für den Erdbau und für alle Verfahrenstechniken des Spezialtiefbaus anzuwenden und festzulegen. Für die einzelnen Bauverfahren sind die geotechnischen Parameter unterschiedlich. Die Festlegung von Homogenbereichen ist mittels vorgeschriebener geotechnischer Kenngrößen mit anwendungsgerechten Bandbreiten zu parametrisieren. Diese Bestimmung erfordern gezielte Feld- und Laboruntersuchungen erheblichen Umfangs, die für die Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung nicht oder nicht in gleicher Weiser notwendig sind. Weiterhin können diese Angaben zweckmäßige erst nach Beendigung der Planung und Festlegung der Verfahrenstechnik gezielt vorgenommen werden.

## 11. Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können nachfolgende Bodenkennwerte als charakteristische Bodenkennwerte nach Eurocode 7 angesetzt werden. Die Boden- bzw. Berechnungskennwerte sind auf der Grundlage der Geländeaufnahmen sowie allgemeinen Erfahrungen mit vergleichbaren Böden festgelegt worden.

Bodenschichten	Wichte $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungswinkel $\phi_k$ [°]	Kohäsion $c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
<b>Auffüllung</b>	(19-21)	(20-32,5)	(2-10)	(10-20)
Berechnungskennwerte	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>5</b>	<b>15</b>
<b>Hanglehm/Verwitterungslehm</b>	19	(20-25)	(5-10)	(3-15)
Berechnungskennwerte	<b>19</b>	<b>22,5</b>	<b>7,5</b>	<b>5</b>
<b>Verwitterungsschicht</b>	(20-22)	(27,5-32,5)	(0-10)	(20-50)
Berechnungskennwerte	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>2,5</b>	<b>25</b>
<b>Meißner-Formation (moM)</b>	(22-24)	(30-35)	(25-100)	(100-300)
Berechnungskennwerte	<b>23</b>	<b>32,5</b>	<b>50</b>	<b>200</b>

(Schwankungsbreite der Bodenkenngrößen, z.B. für Grenzwertbetrachtungen)

## 12. Geländeprofilierung

Das Gelände soll nach der Profilierung als Gleistrasse und hochbelastete Verkehrsflächen genutzt und mit leichteren Bauwerken überbaut werden. Aus den sehr unterschiedlichen Untergrundverhältnissen, der Abtragsmächtigkeit von bis zu ca. 5 m und Auffüllungen von bis zu ca. 2,5 m resultieren unterschiedliche Erdbaumaßnahmen über die Baufläche, um eine tragfähige Verkehrsfläche herstellen zu können.

### 12.1 Vorbereiten der Baufläche

Die komplette Bepflanzung, vorhandener Oberboden, durchwurzelte Böden und ungeeignete Auffüllungen sind vor der Geländeprofilierung vollständig zu entfernen. Vorhandene asphaltierte Flächen sind bei unzureichender Ober- und Unterbaumächtigkeit für die geplante Nutzung gleichfalls abzutragen.

## 12.2 Geländeabtrag

Auf etwa 2/3 der Fläche ist der etwa in Baufeldmitte liegende Höhenrücken abzutragen. Ein weiterer Geländeeinschnitt ist im westlichen Baufeld erforderlich. Über die Schürffgruben SG 1 bis SG 5 und SG 7 sowie die Böschungsaufnahmen BA1 – BA 3 wurde der Baugrund im Bereich des Abtrags erkundet.

Die Schürffgruben SG 3 bis SG 5 und SG 7, die im Bereich des Höhenrückens und im südwestlichen Einschnittbereich angelegt wurden, sind oberflächennah unterschiedlich mächtig verwittert. Ab Tiefen zwischen 0,6 m und 3,2 m unter Gelände wurde bei den Aufschlüssen das felsige Gebirge der Meißner-Formation angetroffen. Die überlagernde Verwitterungsschicht war aufgrund von bindigen Zwischenlagen und der stückigen-plattigen Ausprägung auch in den Schürfen noch gut zu lösen, während die unterlagernden Kalksteinbänke bei großer Bankmächtigkeit in den Schürfen nicht mehr gelöst werden konnten. Im Flächenabtrag lassen sich die mächtigeren Bänke noch mit großem Bagger lösen. Für den Aushub in Gräben oder zum Zerkleinern des Gesteins sind allerdings Meißelarbeiten erforderlich.

Durch die Felsbänke ist kein profilgerechtes Lösen des Gesteins möglich, so dass an den Böschungen und in den Baugrubensohlen von einem geologisch bedingten Mehrausbruch ausgegangen werden muss. Durch Meißelarbeiten kann der Mehrausbruch in den Böschungen begrenzt werden. Allerdings muss zur Vermeidung größerer Gebirgsauflockerungen auf eine schonende Arbeitsweise geachtet werden. In den Baugrubensohlen lässt sich der Fels nur entlang von Schichtgrenzen lösen, so dass der Mehrausbruch der Bankstärke entsprechen kann. Über das Baufeld mit Verwitterungsschicht wird der Mehrausbruch in der Sohle mit im Mittel etwa 20 cm und im Bereich der Meißner-Formation mit im Mittel 30 cm abgeschätzt.

Werden in der Aushubsohle Dolinenstrukturen erkannt, müssen diese Bereiche hinsichtlich deren Mächtigkeit und Tragfähigkeit überprüft werden. Bei plombierten Dolinenverfüllungen mit geringer Konsistenz und Tragfähigkeit müssen diese nachgebessert ggfs. mit Bindemittel stabilisiert oder mit bindemittelstabilisiertem Boden ausgetauscht werden. Werden Hohlräume erkannt, müssen diese mit geeigneten Materialien verfüllt werden.

Die im nordwestlichen Baufeld angeordneten Schürffgruben SG 1 und SG 2 werden abweichend von dem oben beschriebenen Schichtaufbau von weichen und weich-steifen Verwitterungslehmen und

Hanglehmen überlagert. Im Bereich dieser Aufschlüsse werden diese gering tragfähigen und wenig standfesten Böden planmäßig weitgehend abgetragen, so dass nur noch eine Nachbesserung der Aushubsohlen erforderlich wird. Zur Senke bzw. in südöstlicher Richtung muss jedoch von größeren Restmächtigkeiten und damit Austausch- oder Bodenverbesserungsmaßnahmen von diesen Böden gerechnet werden.

Die Böden mit weicher Konsistenz sind auch als kritisch hinsichtlich der Böschungstabilität der bis zu 4 m mächtigen Einschnittsböschungen, insbesondere zur bestehenden Bahntrasse hin anzusehen. In diesen Bereichen sind nach der Festlegung der genauen Geometrie zur Bahnanlage spezifische Standsicherheitsuntersuchungen erforderlich. Bei naher Lage zur Bahntrasse sind ggfs. Stützkonstruktionen erforderlich.

### **12.3 Geländeauffüllung**

Im Bereich der SG 6, die im Bereich der Senke angelegt wurde, steht bis 2,8 m unter Gelände ein Hanglehm mit weicher Konsistenz an. Dieser kompressible Boden ist für eine setzungsarme Überschüttung und Nutzung als Verkehrsfläche ungeeignet. Der aufgeweichte, geländenahe Horizont wird sich vermutlich in nordwestlicher Richtung zu den Schürfen SG 1 und SG 2 ausdehnen. Die größte Mächtigkeit dürfte etwa der im Tiefpunkt der Senke angeordneten Schürfe SG 6 von etwa 3 m entsprechen. In nördlicher Richtung ist von einem Anstieg der Verwitterungsschicht bzw. Felsoberkante und damit Verringerung der Restmächtigkeit von weichen Böden auszugehen.

Bei hohen Anforderungen an das Setzungsverhalten wird zur Tragfähigkeitssteigerung des Untergrundes eine Bodenverbesserung mit Bindemittel über die Gesamtmächtigkeit der weichen Böden oder ein Bodenaustausch mit dem Felsaushub aus dem Abtrag empfohlen. Bei einer Bodenverbesserung sind die Böden mit weicher Konsistenz bis auf die Verwitterungsschicht auszuheben und nach einer Bindemittelzugabe lagenweise einzubauen und zu verdichten. Mit dieser Bearbeitung wird die Bodensteifigkeit erhöht und annähernd ein Setzungsverhalten wie in den angrenzenden Bereichen erreicht. Bei einem Bodenaustausch mit Felsaushub muss aufbereitetes Gestein eingebaut werden und der ungeeignete Boden abgefahren oder anderweitig unter Bindemittelzugabe eingebaut werden.

Bei geringen Setzungsanforderungen an die Geländeoberfläche, kann ein Teil der weichen Böden unter der Aushubsohle belassen bleiben. Mindestens die oberen 0,5 m des weichen Bodens sind

jedoch mit Bindemittel zu stabilisieren, um die Einbauvoraussetzungen für die weitere Geländeauffüllung erreichen zu können. Die Setzungen aus einer etwa 1 m mächtigen Auffüllung und einer angenommenen Nutzlast von 30 kN/m<sup>2</sup> werden bei dieser Bauweise mit etwa 4 cm bis 6 cm abgeschätzt.

Im Auffüllungsbereich bei SG 8 und SG 9 ist eine Tragschichtmächtigkeit von 25 und 30 cm festgestellt worden. Eine eventuell aufgrund der Grüngutlagerung organisch stark durchsetzte Tragschicht ist für den Aufbau des Straßenoberbaus ungeeignet und muss abgetragen werden

Die festgestellte Tragschichtmächtigkeit reicht für den geplanten Verkehrsflächenoberbau aus Gründen der Frostsicherheit und Tragfähigkeit nicht aus. Nach dem Freilegen der planmäßigen Tragschichtoberkante muss eine verbleibende geeignete Tragschichtmächtigkeit und die Tragfähigkeit über die derzeit befestigte Fläche überprüft werden. Bei einer Unterschreitung der geforderten Werte unter Berücksichtigung des weiteren Tragschichtaufbaus muss die Fläche bis auf die planmäßige Erdplanumshöhe abgetragen werden. Nach der Nachverdichtung und ggfs. Bodenverbesserung des Erdplanums kann der planmäßige Straßenoberbau aufgebaut werden.

#### **12.4 Böden zur Geländeauffüllung**

Für die Geländeauffüllung können der Hang- und Verwitterungslehm aus den Abtragbereichen verwendet werden, sofern diese mit Bindemittel aufbereitet werden. Ohne eine Bindemittelstabilisierung sind diese vorwiegend weichen und weich-steifen Böden nicht für einen qualifizierten Erdbau geeignet. Die Verwitterungsschicht kann bei einer Homogenisierung und Zerkleinerung der Grobkomponenten gleichfalls verwendet werden. Die Zerkleinerung ist mittels geeigneten Verdichtungsgeräten oder Felsfräsen sicherzustellen, so dass ein hohlraumfreier Einbau erreicht wird. Überwiegt der bindige Anteil muss ggfs. Bindemittel mit eingearbeitet werden. Die Kalksteinbänke aus der Meißner-Formation müssen über eine Brecheranlage mit Absiebung auf ein abgestuftes Korngemisch z.B. der Körnung 0-45 mm, 0-56 mm oder 0-80 mm gebrochen werden, um als aufbereiteter Schotter im Flächeneinbau eingebaut werden zu können.

Bei einer Geländeauffüllung mit Fremdmaterial eignen sich kornabgestufte (Kornabstufung  $U \geq 15$ ), grobkörnige Schüttmaterial (z.B. Bodenart GW, GI) oder gemischtkörniges Schüttmaterial mit einem Korn-zu-Korn Kontakt der Grobkomponenten (z.B. Bodenart GU, GT mit Feinkornanteil  $\leq 15\%$ ). Bei einem Einbau von feinkörnigen oder gemischtkörnigen Böden (z.B. Bodenart TL, TM, GU\*, GT\*) ist

eine Bodenstabilisierung mit Bindemittel, wie für den Ort vorhandene bindigen Boden vorzusehen. Zur Begrenzung der erforderlichen Bindemittelzugabemenge sollten die Anlieferungsböden mindestens steife Konsistenz besitzen.

## **12.5 Einbauvoraussetzungen**

Die Geländeauffüllung oder Bodenaustauschmaßnahmen sind flächig aufzubauen, um ein gleichmäßiges Trag- und Verformungsverhalten zu erhalten. Die maximale Schütthöhe je Einbaulage ist auf das Schüttmaterial und das Verdichtungsgerät abzustimmen. Die verdichtete Schütthöhe darf in Abhängigkeit des Verdichtungsgerätes maximal zwischen 30 cm und 40 cm betragen. Die Aushubsohle und Einbauebenen sind bei einer Neigung größer als 1:5 abzutreten. Der Randbereich des Geländeauftrages bzw. von Teilabschnitten ist mit vorübergehendem Überprofil von mindestens 1 m zu schütten, zu verdichten und nach Erreichen der Endhöhe auf die Sollgeometrie zu profilieren. Andernfalls sind im Randbereich auf 2 m Breite geringere Schütthöhen aufzubauen und kleinere Verdichtungsgeräte einzusetzen.

Das Erdplanum ist zur Oberflächenentwässerung mit Gefälle auszubilden. Bei stabilisierten Böden ist ein Mindestgefälle von 2,5% zu Dränagen oder der Böschungskrone hin auszubilden. Bei nicht verbesserten, wasserempfindlichen Böden ist ein Gefälle von mindestens 4% vorzusehen. Die obersten beiden Lagen der Schüttung sollten jedoch als Witterungsschutz bodenverbessert werden.

Die Geländeauffüllungen sind so aufzubauen, dass sich keine Stauhorizonte durch einsickerndes Oberflächenwasser innerhalb der Auffüllung bilden können. Bei einem Einbau von durchlässigeren Schüttmaterialien sind diese über Filterschichten, Rigolen oder Dränagen unter dem Schüttabschnitt zu entwässern oder bis zur Böschungsvorderkante zu führen und mit Gefälle zur Böschung auszubilden.

Die Einbaulagen sind mit bestehenden Böschungen lagenweise zu verzahnen. Die mittlere Neigung darf hierbei maximal 1:2 bei einer Abstufungshöhe von maximal 0,5 m betragen.

## 12.6 Umweltaforderungen an die Lieferböden

In der Baufläche ist von einem Grundwasserabstand von deutlich über 1 m auszugehen. Die Verkehrsflächen werden bis auf den Gleiskörper mit Asphaltoberbau überbaut.

Aufgrund der Lage innerhalb der Wasserschutzzone III dürfen im Baufeld nur Böden der Kategorie Z0/Z1.1 nach Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die „Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ vom 14.03.2007 (nachfolgend als VwV bezeichnet) antransportiert und eingebaut werden.

Für den großflächigen Einbau begrenzt die VwV die Sulfatkonzentration in den Lieferböden, ohne eine spezifische grundwassereinzugsbezogene Frachtbetrachtung für das Gebiet, darüber hinaus auf 20 mg/l. Für den Nachweis der Einbaukonfiguration sind chemische Analysen je Einbaucharge, mindestens jedoch 1 Untersuchung je 1.000 t vorzulegen.

## 12.7 Verdichtungsanforderung

An die Verdichtung der Geländeauffüllung werden in Abhängigkeit von der Nutzung der überlagernden Flächen folgende Anforderungen an die einfache Proctordichte ( $D_{pr}$ ) gestellt:

unter Gebäuden mit Lastausbreitung unter 45°	$D_{pr} \geq 100 \%$
unter Verkehrsflächen	
Aushubsohle bis 0,5 m unter Erdplanum	$D_{pr} \geq 97 \%$
Erdplanum bis 0,5 m unter Erdplanum	$D_{pr} \geq 100 \%$

Die Mindesttragfähigkeit der Einbauböden wird zur Reduzierung von Setzungen mit  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  gefordert.

Sofern sich bodenabhängig aus dem geforderten Verdichtungsgrad höhere Anforderungen an die Tragfähigkeit ergeben (z.B. für grobkörnige oder gemischtkörnige Böden), sind diese einzuhalten. Die gestellten Anforderungen sind über Verdichtungs- und Tragfähigkeitsversuche im Rahmen einer Eigen- und Fremdüberwachung zu überprüfen.

Der Umfang der Kontrollprüfungen durch den Gutachter gegenüber der Eigenüberwachung sollte mindestens im Verhältnis 1:2 vorgesehen werden. Die Anzahl an Prüfungen kann in Anlehnung an die Angaben zur Mindestanzahl an Kontrollversuchen nach ZTV E StB 2009, Tabelle 8 anhand der Massen, Flächen und Einbauhöhen geplant werden.

Zum Nachweis der Verdichtung können statische und dynamische Plattendruckversuche ausgeführt werden. Zur Festlegung der erforderlichen dynamischen Verformungsmoduli sind an den Einbaulagen jedoch Korrelationsversuche mit dem statischen Plattendruckversuch durchzuführen.

Bei dynamischen Lastplattendruckversuchen ist gegenüber statischen Lastplattendruckversuchen aufgrund der größeren Streuung beim dynamischen Lastplattendruckversuch der Prüfumfang nach ZTV E StB 2009, Abschnitt 14.3.5 zu verdoppeln.

**Tabelle: Mindestanzahl der Eigen-/ Fremdüberwachungsprüfungen (Auszug aus Tabelle 8 ZTVE-StB 2009)**

Zeile	Bereich	empfohlene Mindestanzahl Eigenüberwachung
1	Planum, Unterbau, Untergrund	1 Versuch je angefangene 1.000 m <sup>2</sup> , mindestens jedoch 2 Prüfungen

## 12.8 Bodenstabilisierung

Für die Bodenstabilisierung der anstehenden bindigen Böden wird als Bindemittel ein Zement-Kalk Gemisch mit einem Mindestzementanteil von 50% (z.B. Dorosol C 50, C 30 der Firma Holcim oder Bodenbinder BB 500, BB 300 der Fa. Schwenk) empfohlen. Durch den Zementanteil werden höhere Tragfähigkeiten und Scherfestigkeiten erreicht als bei einer reinen Kalkzugabe.

Die Zugabemenge ist bei der Bauausführung auf die geforderte Tragfähigkeit, die Feuchtdichte des Bodens und die Witterungsverhältnisse anzupassen. Die Durchführung einer Eignungsprüfung für eine Bodenverbesserung oder das Anlegen eines Probefeldes zu Beginn der Baumaßnahme wird empfohlen. Die Mindestbindemittelzugabemenge sollte ca. 3 Trockenmasseprozent, ca. 50 kg/m<sup>3</sup>, betragen.

Die Bodenstabilisierung von bindigen Erdplanien wird mit einer Mindestmächtigkeit von 50 cm empfohlen.

Um ein homogenes Boden-Bindemittel Gemisch zu erhalten, ist die Einarbeitung des Bindemittels mit einer leistungsfähigen Fräse auszuführen, die auch vorhandene Kalksteine aus der Verwitterungsschicht mit bearbeiten kann. Bei zu trockenen Böden ist eine Wasserzugabe erforderlich, um die Verdichtungsanforderungen einhalten zu können.

Die geforderte Tragfähigkeit ist durch statische Plattendruckversuche auf OK Erdplanum spätestens einen Tag nach dem Einbau nachzuweisen.

Bei Ausführung einer Bodenstabilisierung ist der geplante Ausführungszeitraum mit zu beachten. Üblicherweise müssen die stabilisierten Böden bei Temperaturen unter 5° geschützt werden. Gefrorener Boden kann nicht für eine Stabilisierung verwendet werden.

## **12.9 Hebungsproblematik durch sulfathaltige Böden und Baustoffgemische**

Bei Ausführung einer Bodenstabilisierung dürfen keine Böden verbessert oder eingebaut werden, die aufgrund der Sulfatkonzentration zu einem Sulfatreiben bzw. zu Ettringitbildung und damit zu einer Volumenvergrößerung bzw. zu Hebungen führen. Der bei Bodenverbesserungen üblicherweise noch zulässige Schwellenwert des Anteils an wasserlöslicher Sulfate in der Trockensubstanz von VSS < 0,5% bzw. ein Sulfatgehalt nach dem DEV Verfahren (im Eluat) von 500 mg/l ist im Einbaugebiet aufgrund der empfohlenen Begrenzung auf die Einbaukategorie Z0/Z1.1 nach VwV zu hoch. Bei dem vorgesehenen großflächigen Einbau begrenzt die VwV die Sulfatkonzentration in den Lieferböden, ohne eine spezifische grundwassereinzugsbezogene Frachtbetrachtung auf 20 mg/l. Wir empfehlen diesen Grenzwert in der Ausschreibung zu berücksichtigen. In Absprache mit der Wasserrechtsbehörde kann diese Grenze ggfs. auch auf den Regelwert von Z0/Z1.1 von 50 mg/l heraufgesetzt werden.

Die bei der Baugrunderkundung aufgeschlossenen und chemisch untersuchten Böden hatten keinen erhöhten Sulfatgehalt, der eine Stabilisierung mit Bindemittel ausschließen würde.

### 13. Dauerhafte Böschungen

Die dauerhaft anzulegenden Böschungen können in Abhängigkeit der anstehenden Böden unter der Voraussetzung eines lastfreien Streifens von 2 m wie folgt ausgebildet werden:

#### Einschnittböschungen

Hanglehm und Verwitterungslehm	
Konsistenz mindestens steif	$\beta \leq 30^\circ$
Konsistenz mindestens weich	$\beta \leq 25^\circ$
Verwitterungsschicht	$\beta \leq 45^\circ$
Meißner-Formation, Kalksteinbänke, bankig	$\beta \leq 70^\circ$

#### Auffüllungsböschungen

Bindige Böden bodenverbessert,	$\beta \leq 35^\circ$
Verwitterungsschicht, Schotterauffüllungen	$\beta \leq 40^\circ$

Steilere Böschungen können nur ausgebildet werden, sofern dies über eine Standsicherheitsberechnung nachgewiesen werden kann.

Die Böschungen sind in der Verwitterungsschicht und der Meißner-Formation bei der steilen Neigung mit einem dauerhaften Steinschlagschutz (Drahtgeflecht und Nägeln) zu konzipieren. Mit geringen Abwitterungen des Felses hinter dem Drahtgeflecht muss gerechnet werden. Insbesondere durch Frost-Tauwechsel und durch starke Niederschläge lösen sich Steine aus dem Gebirge. Sofern kein Fallschutzraum vor der Böschung vorhanden ist, müssen regelmäßige Beräumungen von kleineren Steinen an der Basis vorgenommen werden. Eine oberflächennahe Erosion wird in Bereichen der Größenordnung der äußersten 5 cm bis 15 cm erwartet.

Ist der Bereich vor der Böschung nicht begehbar und steht ein abgegrenzter Fallschutzraum, der nicht begangen wird, zur Verfügung, kann auf den Steinschlagschutz verzichtet werden. Stattdessen können die Felsböschungen der Einschnittböschungen auch auf folgende Böschungswinkel abgeflacht werden

Verwitterungsschicht	$\beta \leq 35^\circ$
Meißner-Formation, Kalksteinbänke bankig	$\beta \leq 45^\circ$

Nach der Festlegung der Lage der Einschnittböschungen in Bezug zu der bestehenden Bahntrasse sind Standsicherheitsuntersuchungen durchzuführen. Idealerweise schneiden die Böschungen nicht in den Stützbereich (Neigung  $\leq 1:1,5$ ) der Bahnanlage ein.

## 14. Bodenpressungen

Für die Fundamentdimensionierung können nachfolgende Angaben berücksichtigt werden. Die Angaben basieren auf die EC 7, ständige Bemessungssituation BS-P („*Persistent situations*“ = ständige und während der Funktionszeit des Bauwerks regelmäßig auftretende veränderliche Einwirkungen). Die Angabe des **Bemessungswertes des Sohlwiderstandes** ( $\sigma_{R,d}$ ) gilt für die Gründung des Bauwerks über Einzel- und Streifenfundamente. Es werden eine Mindesteinbindetiefe der Fundamente von  $t = 1$  m unter GOK bzw. unter OK Bodenplatte und einem Anteil der Verkehrslast (Q) von 50 % angenommen. Die Mindestaufstandsfläche von Einzelfundamenten wird mit  $1 \text{ m}^2$  und die Mindestbreite von Streifenfundamenten mit  $0,5 \text{ m}$  vorausgesetzt.

Bodenverbesserte Geländeauffüllung	$\sigma_{R,d} \leq$	<b>350 kN/m<sup>2</sup></b>
Verwitterungsschicht	$\sigma_{R,d} \leq$	<b>600 kN/m<sup>2</sup></b>
Meißner-Formation, Kalkstein bankig	$\sigma_{R,d} \leq$	<b>1.500 kN/m<sup>2</sup></b>

Die Gründung von Bauwerken sollte jeweils in einheitlichen Bodenschichten erfolgen.

## 15. Verkehrsflächen

### 15.1 Erdplanum

Die nachstehenden Angaben setzen voraus, dass eine dauerhaft wirksame Entwässerung des Erdplanums (Quer- und Längsneigung, ausreichende Dränung, Kontrollschächte usw.) und der Verkehrsfläche vorhanden ist. Zur Entwässerung der gering durchlässigen, wasserempfindlichen Böden sind die Hinweise der ZTV-E-StB 2009<sup>1</sup> zu beachten. Nach Pkt. 4.4.5 sind Querneigungen von mindestens 4% und bei einer qualifizierten Bodenverbesserung/-verfestigung von mindestens 2,5% vorzusehen.

---

<sup>1</sup> Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau ZTV E-StB 2009

Das fertiggestellte Planum ist vor Witterungseinflüssen (Austrocknung, Niederschläge, Frost, usw.) zu schützen. Die erforderlichen Schutzmaßnahmen sind in Abhängigkeit der Liegezeit festzulegen. Das aus dem Erdplanum anfallende Wasser ist kontrolliert mittels einer Dränage abzuleiten.

Die oberflächennah anstehenden Auffüllungen und der Hang-/Verwitterungslehm werden bei dem angetroffenen Konsistenzspektrum zwischen weich bis halbfest Verformungsmoduli zwischen etwa  $E_{v2} = 7,5 - 25 \text{ MN/m}^2$  aufweisen. Der Verformungsmodul der Verwitterungsschicht wird zwischen  $E_{v2} = 25 - 45 \text{ MN/m}^2$  geschätzt. Um die für Erdplanien unter Verkehrswegen geforderte Ausgangstragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  erreichen zu können, sind Bodenverbesserungen oder Bodenaustauschmaßnahmen erforderlich. Es wird empfohlen nach dem Freilegen der planmäßigen Aushubsohlen die Tragfähigkeit zu bestimmen und die Maßnahmen zur Bodenverbesserung oder Bodenaustausch in der Örtlichkeit nach Bodenart und Bauabschnitten festzulegen.

Die Bodenstabilisierung unter dem Erdplanum von Verkehrsflächen wird mit einer Mindestmächtigkeit von 40 cm empfohlen. Die Ausführungsvoraussetzungen und Ausführungsempfehlungen sind den Kapiteln 12.8 Bodenstabilisierung und Kapitel 12.9 Hebungsproblematik zu entnehmen.

Die bindigen Böden und die Verwitterungsschicht sind vorwiegend in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 (sehr frostempfindlich) und untergeordnet F2 (gering bis mittel frostempfindlich) einzustufen, so dass die Frostempfindlichkeitsklasse F3 außerhalb der bankigen Felsaushubsohle maßgebend wird. Bei Herstellung einer qualifizierten Bodenverbesserung (Bindemittelzugabe von  $\geq 3\%$  bezogen auf die Trockenmasse des Bodens) mit einer Schichtdicke  $\geq 25 \text{ cm}$  und einem Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$  kann der Untergrund in die Frostempfindlichkeitsklasse F2 eingestuft werden. Im Bereich der bankigen Kalksteinbänke der Meißner-Formation ist die Frostempfindlichkeitsklasse F1 vorhanden.

## 15.2 Dimensionierung Oberbau

Für den Aufbau der Verkehrsflächen wird die Anwendung der Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 2012) empfohlen. Diese Richtlinie ist für öffentliche Straßen inner- und außerhalb geschlossener Ortschaften anzuwenden, kann jedoch auch für nicht öffentliche Verkehrsflächen als Basis herangezogen werden – bindend ist diese Richtlinie jedoch nicht. Die Di-

cke des Straßenbaues ist so festzulegen, dass zum einen die Tragfähigkeit und zum anderen die Frostsicherheit gewährleistet ist.

Die Verkehrsflächen können in Abhängigkeit der Nutzung nachfolgenden Belastungsklassen nach der RStO zugeordnet werden:

Verkehrsflächen in Neben- und Rastanlagen (Tabelle 4 der RStO) sowie Abstellflächen (Tabelle 5 der RStO):

Schwerverkehr

Bk3,2 bis Bk10

Sofern die vorgesehene Nutzung mit Stacker höhere Belastungen bewirkt, sind die Anforderungen anzupassen.

Das Baufeld liegt nach Bild 6 der RStO in der Frosteinwirkungszone II, so dass ein Zuschlag auf den Ausgangswert zur Bestimmung eines frostsicheren Straßenaufbaues nach Tabelle 7 von +5 cm vorzusehen ist.

In Abhängigkeit der Belastungsklasse ergibt sich damit hinsichtlich der Frostsicherheit folgende Mindestaufbaumächtigkeit:

**Tabelle: Frostsicherheitsklassen in Abhängigkeit der Mindestaufbaumächtigkeit**

<b>Belastungsklasse</b>	<b>Frostempfindlichkeitsklasse</b>	<b>frostsichere Mindestdicke [cm]</b>
<b>Bk100 bis Bk10</b>	F3	70
	F2	60
<b>Bk3,2 bis Bk1,0</b>	F3	65
	F2	55

Bei einem Aufbau über dem bankigen Fels der Meißner-Formation ist die Frostsicherheit gegeben, so dass kein Mindestaufbau erforderlich wird.

### 15.3 Tragschicht

Für den Tragschichtaufbau wird ein korngestuftes, gebrochenes, frostunempfindliches Baustoffgemisch empfohlen, z.B. Schotter FSS/STS 0/45 mm oder 0/56 mm. Der Einbau des Schotters hat lagenweise ( $d \leq 30$  cm) bei einem Verdichtungsgrad  $D_{Pr} \geq 103$  % zu erfolgen. Der Nachweis kann näherungsweise mittels statischen Plattendruckversuchen bei Einhaltung eines Verhältniswertes von  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$  erfolgen.

Folgende Tragfähigkeiten und Verhältniswerte werden gefordert:

OK Schottertragschicht	$E_{v2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$	$E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$
OK Frostschuttschicht	$E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$	$E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$

Die Einbauweisen und Einbaubedingungen nach der ZTVE-StB sind einzuhalten. Die nach ZTVE-StB und ZTV SoB-StB bzw. RStO geforderte Verdichtung und Tragfähigkeit auf OK Erdplanum und OK ungebundener Frost-/Tragschicht ist nachzuweisen.

Über dem bankigen Fels der Meißner-Formation ist die Tragschicht als Ausgleichsschicht des geologisch bedingten Mehrausbruchs erforderlich. Um eine optimale Verdichtung der Tragschicht erreichen zu können, ist bei einem Korngemisch 0/45 mm eine Mindestaufbaustärke von 15 cm auszubilden.

### 16. Gleistrasse

Die Gleistrasse liegt überwiegend in der Meißner-Formation und zum Trassenende in der Verwitterungsschicht. Lediglich der Endbereich der eingleisigen Trasse könnte noch in den geringer tragfähigen Hang-/Verwitterungslehm reichen.

Für den Aufbau der Gleistrasse sind die Bahnrichtlinien zu beachten. Die Mindestanforderungen an die Tragfähigkeiten des Erdplanums und der Planumsschutzschicht werden vorbehaltlich der Ausbauklassen wie folgt gefordert:

Erdplanum	$E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$
Planumsschutzschicht	$E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$

Die Planumsschutzschicht ist in einer Mächtigkeit von mindestens 20 cm mit einem Schotter FSS/STS 0/45 mm aufzubauen.

Die in den Kapiteln 15.1 und 15.3 beschriebenen Ausführungshinweise und Tragfähigkeitsanforderungen an das Erdplanum und die Tragschicht sind entsprechend zu berücksichtigen.

## 17. Erdbebensicherheit

Gemäß DIN 4149<sup>2</sup> - Bauten in deutschen Erdbebengebieten - sowie der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg ergibt sich für das geplante Bauvorhaben folgende Zuordnung:

<b>Erdbebenzone</b>	<b>2</b>	Intensitätsintervalle $7 \leq I \leq 7,5$ Bemessungswert der Bodenbeschleunigung $a_g = 0,6 \text{ m/s}^2$
<b>Untergrundklasse</b>	<b>R</b>	Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund
<b>Baugrundklasse</b>	<b>A</b>	unverwitterte (bergfrische) Festgesteine bzw. Festgesteine mit hoher Festigkeit (dominierende Scherwellengeschwindigkeiten liegen höher als etwa 800 m/s)

## 18. Schlussbemerkungen

Die Ausführungen im Bericht beruhen auf punktuell durchgeführten Aufschlüssen. Treten von den beschriebenen Baugrundverhältnissen wesentliche Abweichungen auf, sind uns diese umgehend mitzuteilen.

Zur Eingrenzung der erforderlichen Bodenverbesserungs- bzw. Bodenaustauschmaßnahmen in den Bereichen der Senke und im nordwestlichen Teil der Fläche könnten rasterförmig angeordnete Rammsondierungen ausgeführt werden. Zur Erfassung des Tragschichtaufbaus und Durchmischung im Bereich der auf der Ostseite liegenden befestigten Fläche wären zusätzliche Baggerschürfen über die Fläche verteilt anzulegen.

<sup>2</sup> DIN 4149: 2005-04 – Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastnahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten

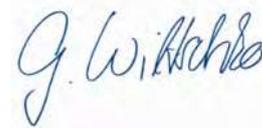
Nach Abtrag des Oberbodens wird eine Abnahme der aufzufüllenden Fläche zur Beurteilung von Bereichen geringer Tragfähigkeit empfohlen. Über diese Abnahme können eventuelle auszutauschende Bereiche näher eingegrenzt werden.

Für die weitere geotechnische Beratung, Verdichtung der Untersuchungspunkte, Standsicherheitsberechnungen, Tragfähigkeits- und Verdichtungskontrollen sowie für eventuelle Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.



---

(Projektleitung + Geschäftsführer + P.)  
Dipl.-Ing. (FH) Markus Katz

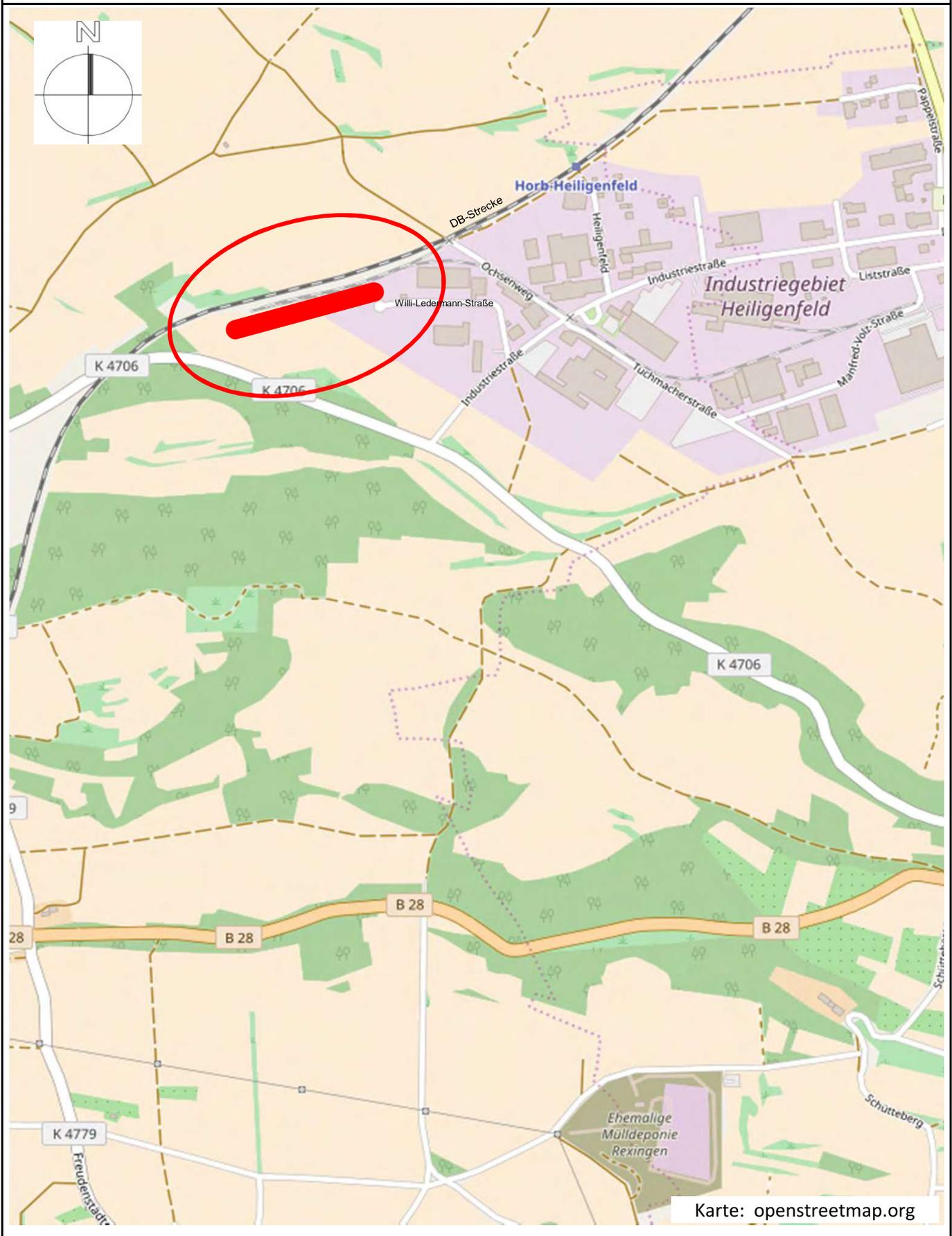


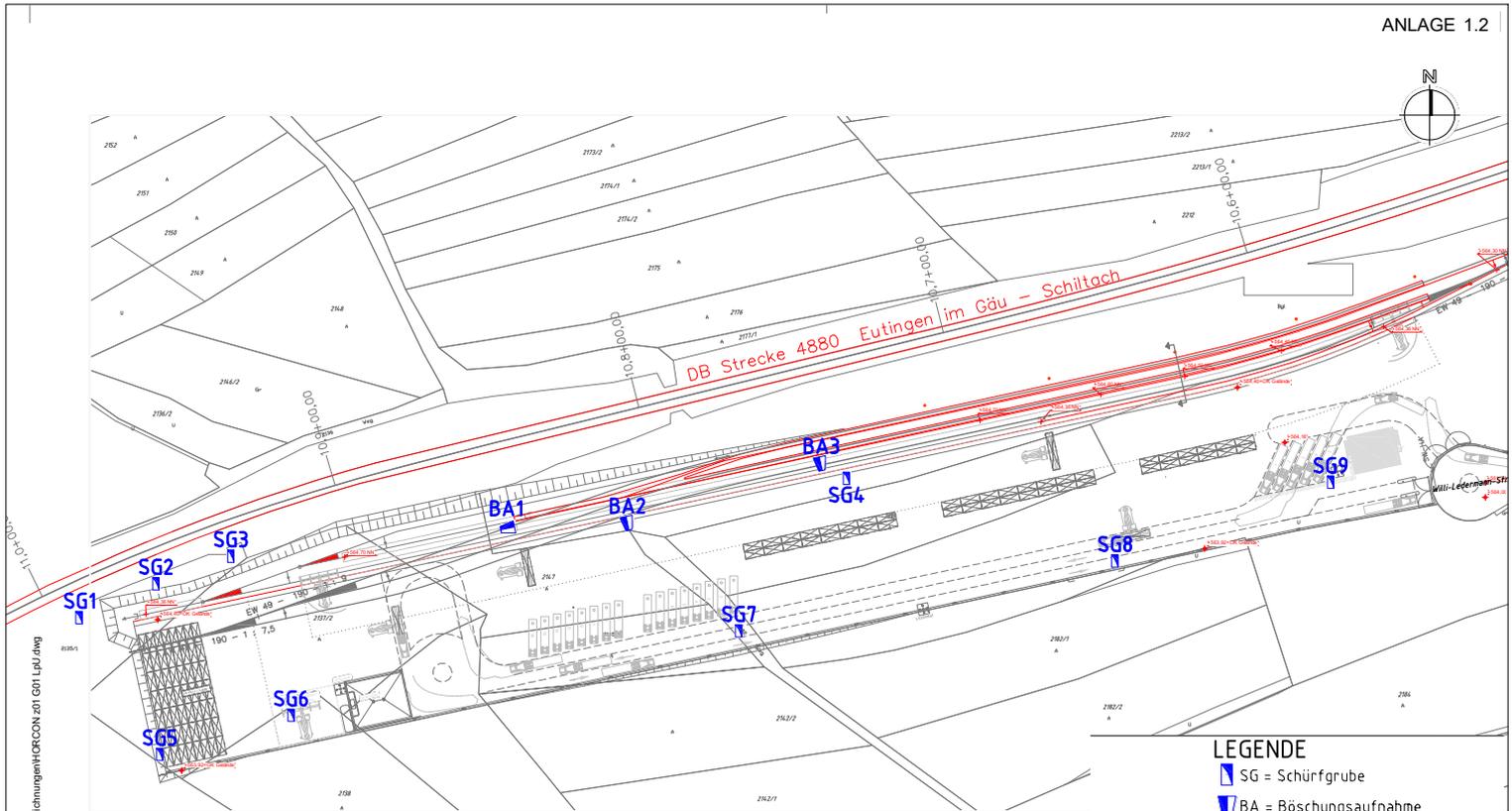
---

(Projektbearbeitung Geologie)  
Dipl.-Geol. Gesine Wiltshko

## ANLAGE 1.1

Projekt: Neubau Container Terminal, Spedition Kußmaul GmbH  
in Willi-Ledermann-Straße 72160 Horb am Neckar (Heiligenfeld)





**LEGENDE**

- SG = Schürfgrube
- BA = Böschungsaufnahme

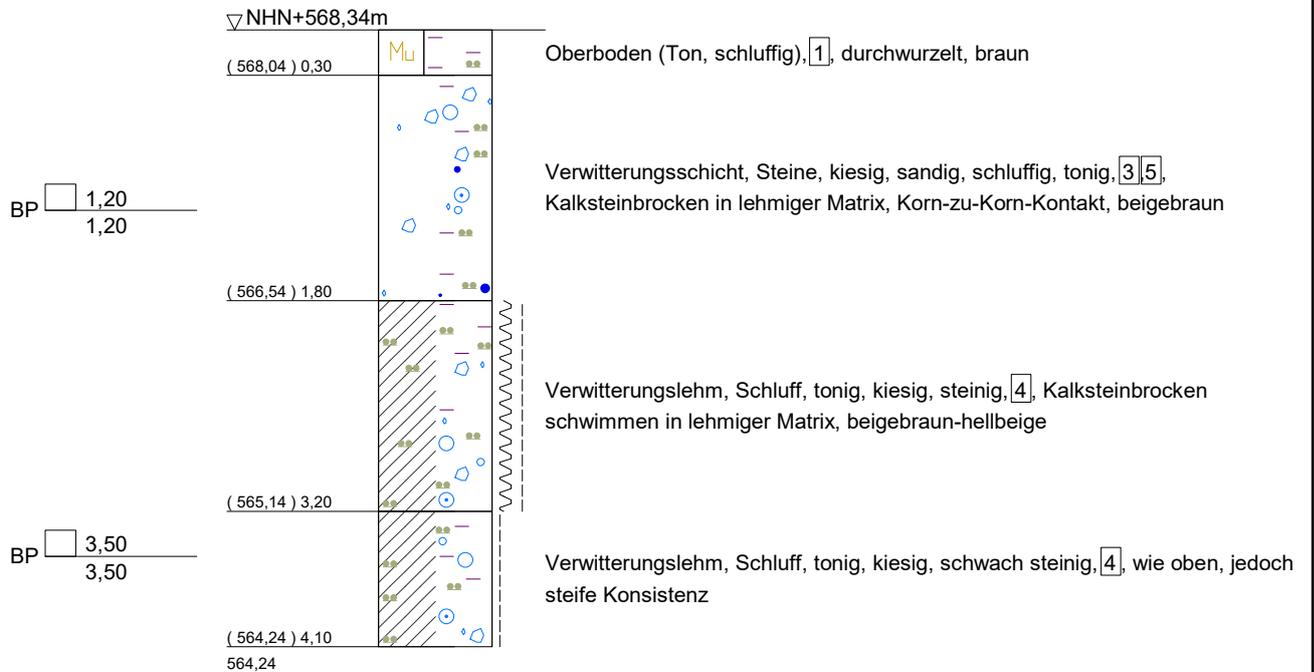
**HENKE UND PARTNER GMBH**  
 Ingenieurbüro für Geotechnik

Emilienstr. 2 70563 Stuttgart  
 Telefon: 0711997 60 73-0  
 Telefax: 071173 56 298  
 e-mail: kontakt@henkegeo.de  
 www.henkegeo.de

<b>Gezeichnet</b>	<b>Datum</b>	<b>Name</b>	<b>Bauherr</b>
gsz	02.18	Bg	Spedition Kufmaul GmbH
ges	02.18	Wi	Kernensstrasse 1-13 72202 Nagold
<b>Projekt</b>			Neubau Container Terminal, Spedition Kufmaul GmbH Willi-Ledermann-Straße in 72160 Horb am Neckar (Heiligenfeld)
<b>Darstellung</b>			Lageplan der Untersuchungspunkte
<b>ANLAGE</b>			1.2
<b>MAßSTAB</b>			1 : 1200

Zeichnung: N:\Henke\Projekte\H1\HORCON\Zeichnungen\HORCON\_z01\_G01\_LpU.dwg  
 Layout: A3quert

SG 1



trocken

**Bauvorhaben:**  
 Neubau Container-Terminal  
 in Horb-Heiligenfeld

**Planbezeichnung:**  
 Schürfgrube (SG) 1

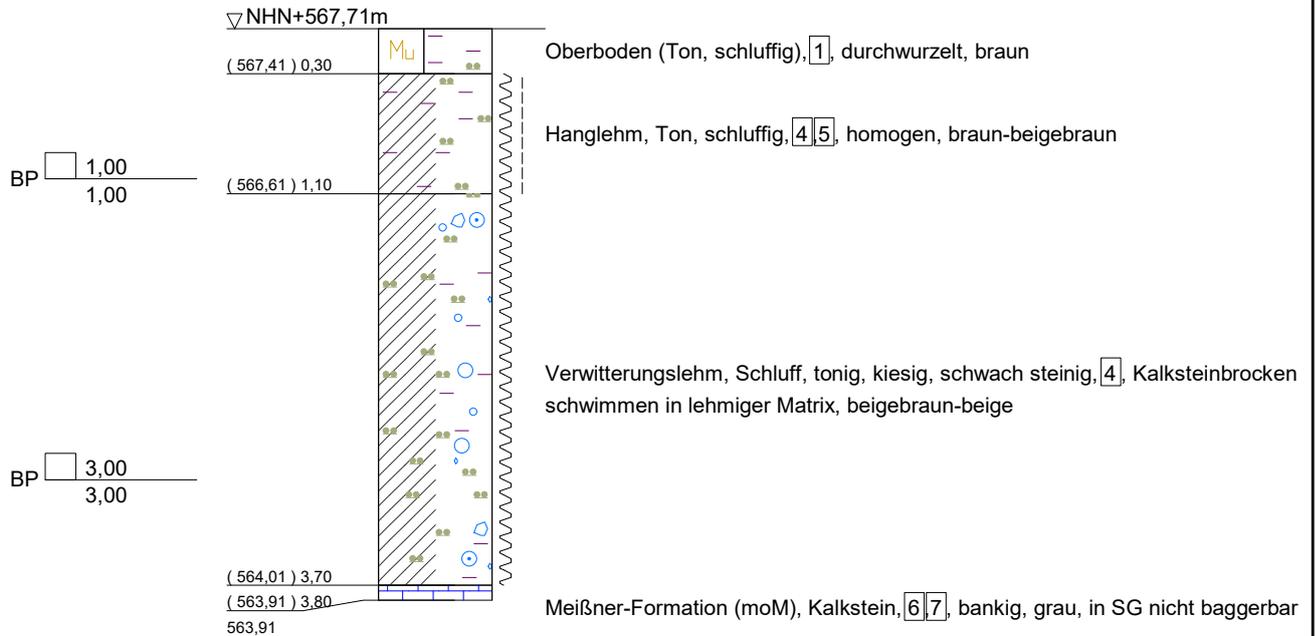
Plan-Nr: HORCON SG1	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. G. Wilttschko
	Gezeichnet: Wi
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
Projekt-Nr: HORCON	

Projekt: Neubau Container-Terminal in Horb-Heiligenfeld



bearb.	Wi	gepr.		geseh.	
--------	----	-------	--	--------	--

# SG 2



trocken  
 SG nicht standfest, Wände brechen im unteren Bereich nach

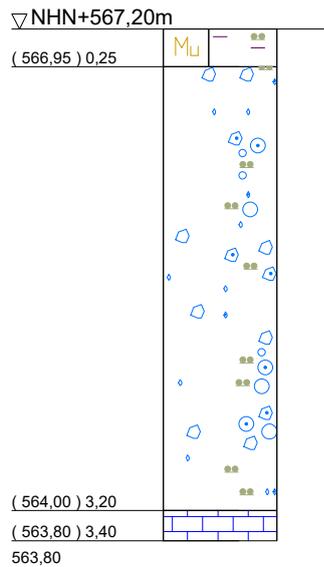
<b>Bauvorhaben:</b> Neubau Container-Terminal in Horb-Heiligenfeld	
<b>Planbezeichnung:</b> Schürfgrube (SG) 2	
Plan-Nr: HORCON SG2	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilianstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. G. Wiltshcko Datum: 25.01.18 Gezeichnet: Wi Geändert: Gesehen:
	Projekt-Nr: HORCON

Projekt: Neubau Container-Terminal in Horb-Heiligenfeld



bearb.	Wi	gepr.		geseh.
--------	----	-------	--	--------

SG 3



Oberboden (Ton, schluffig), 1, durchwurzelt, braun

Verwitterungsschicht / moM, Steine, mit Blöcken, kiesig, schluffig, 3, 5,  
Kalksteinbrocken mit schluffigen Zwischenlagen/-füllungen, beigebraun-grau,  
zur Tiefe zunehmend in verw. moM übergehend

Meißner-Formation (moM), Kalkstein, 6, 7, bankig, klüftig, kaum bindige  
Anteile, grau, in SG tiefer nicht baggerbar

trocken

**Bauvorhaben:**

**Neubau Container-Terminal  
in Horb-Heiligenfeld**

**Planbezeichnung:**

**Schürfgrube (SG) 3**

Plan-Nr: HORCON SG3	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. G. Wiltshcko
	Gezeichnet: Wi
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
Projekt-Nr: HORCON	

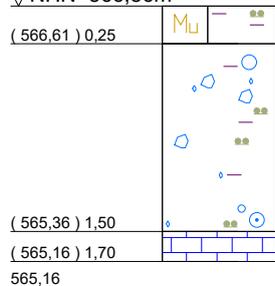
Projekt: Neubau Container-Terminal in Horb-Heiligenfeld



bearb.	Wi	gepr.		geseh.
--------	----	-------	--	--------

# SG 4

▽NHN+566,86m



Oberboden (Ton, schluffig), [1], durchwurzelt, braun

Verwitterungsschicht, Steine, kiesig, tonig, schluffig, [3], Kalksteinbrocken mit schluffigen Zwischenlagen/-füllungen, Korn-zu-Korn-Kontakt vorhanden, beigebraun-braun, zur Tiefe beigebraun-hellbeige

Meißner-Formation (moM), Kalkstein, [6], [7], bankig, kaum klüftig, grau, in SG tiefer nicht baggerbar

trocken

**Bauvorhaben:**

**Neubau Container-Terminal  
in Horb-Heiligenfeld**

**Planbezeichnung:**

**Schürfgrube (SG) 4**

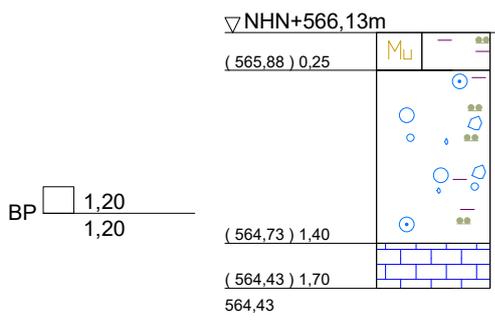
Plan-Nr: HORCON SG4	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilianstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. G. Wiltshcko
	Gezeichnet: Wi
	Datum: 25.01.18
	Geändert: _____
Gesehen: _____	Projekt-Nr: HORCON

Projekt: Neubau Container-Terminal in Horb-Heiligenfeld



bearb.	Wi	gepr.		geseh.	
--------	----	-------	--	--------	--

# SG 5



Oberboden (Ton, schluffig), 1, durchwurzelt, braun

Verwitterungsschicht, Kies, steinig, tonig, schluffig, 3, 4, Kalksteinbrocken in bindiger Matrix, Korn-zu-Korn-Kontakt vorhanden, beigebraun-helbeige

Meißner-Formation (moM), Kalkstein, 6, 7, bankig, kaum klüftig, grau und beigebraun, in SG nicht tiefer baggerbar

trocken

**Bauvorhaben:**  
 Neubau Container-Terminal  
 in Horb-Heiligenfeld

**Planbezeichnung:**  
 Schürfgrube (SG) 5

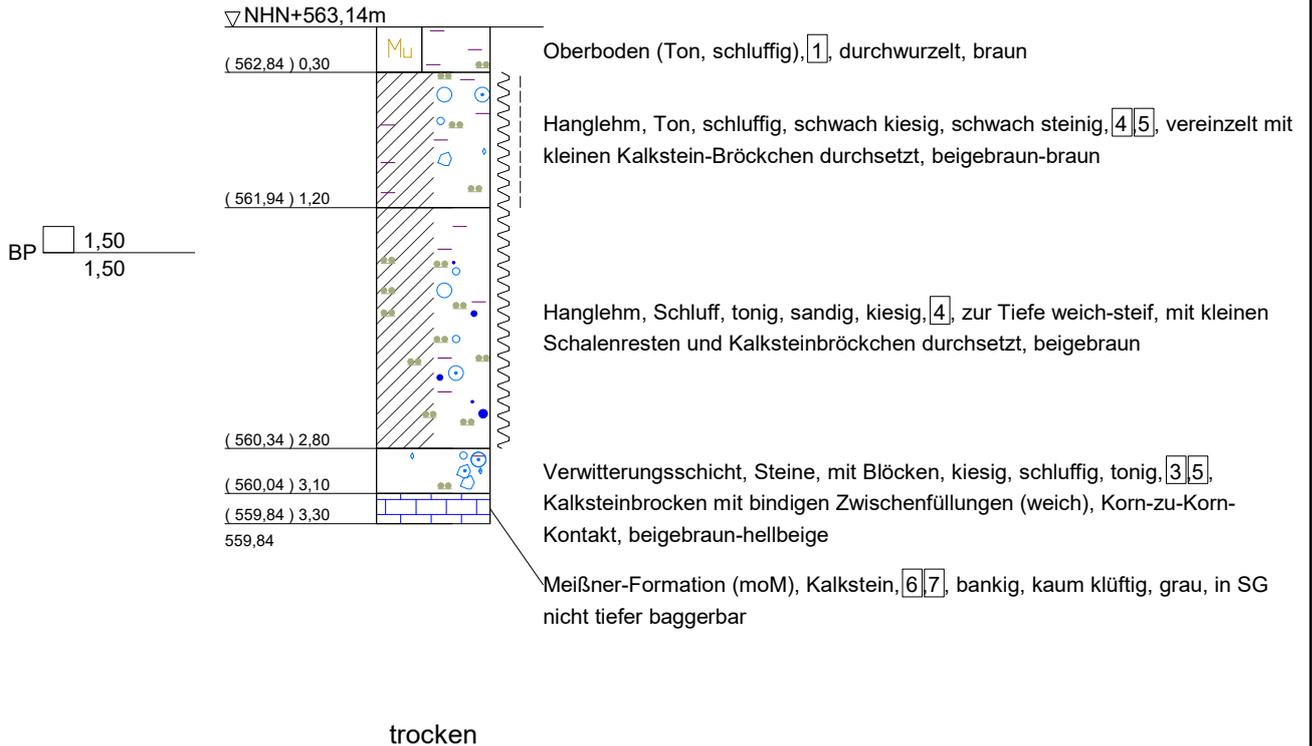
Plan-Nr: HORCON SG5	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. G. Wiltshcko
	Gezeichnet: Wi
	Geändert:
	Gesehen:
Projekt-Nr: HORCON	

Projekt: Neubau Container-Terminal in Horb-Heiligenfeld



bearb.	Wi	gepr.		geseh.	
--------	----	-------	--	--------	--

# SG 6



**Bauvorhaben:**  
 Neubau Container-Terminal  
 in Horb-Heiligenfeld

**Planbezeichnung:**  
 Schürfgrube (SG) 6

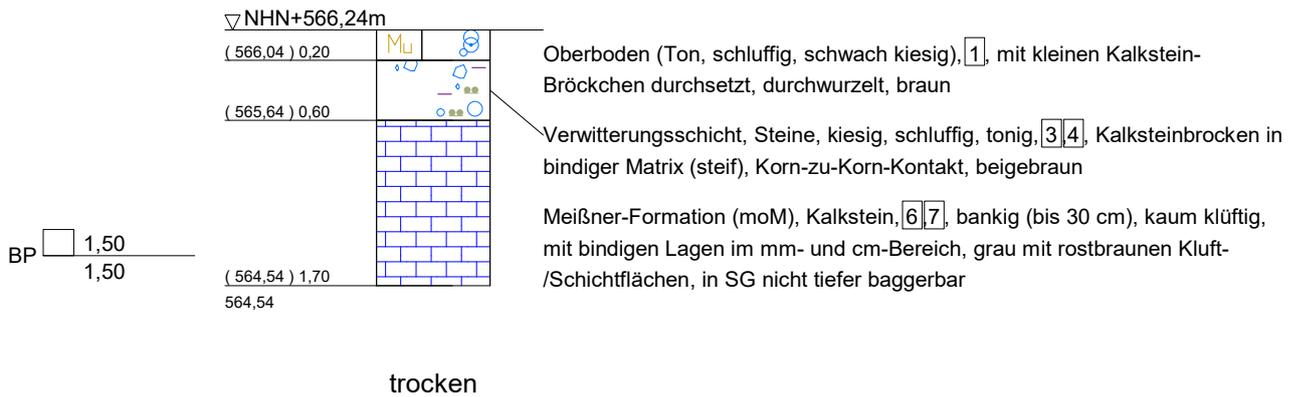
Plan-Nr: HORCON SG6	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. G. Wilttschko
	Gezeichnet: Wi
	Geändert:
	Gesehen:
Projekt-Nr: HORCON	

Projekt: Neubau Container-Terminal in Horb-Heiligenfeld



bearb.	Wi	gepr.		geseh.	
--------	----	-------	--	--------	--

# SG 7



**Bauvorhaben:**  
 Neubau Container-Terminal  
 in Horb-Heiligenfeld

**Planbezeichnung:**  
 Schürfgrube (SG) 7

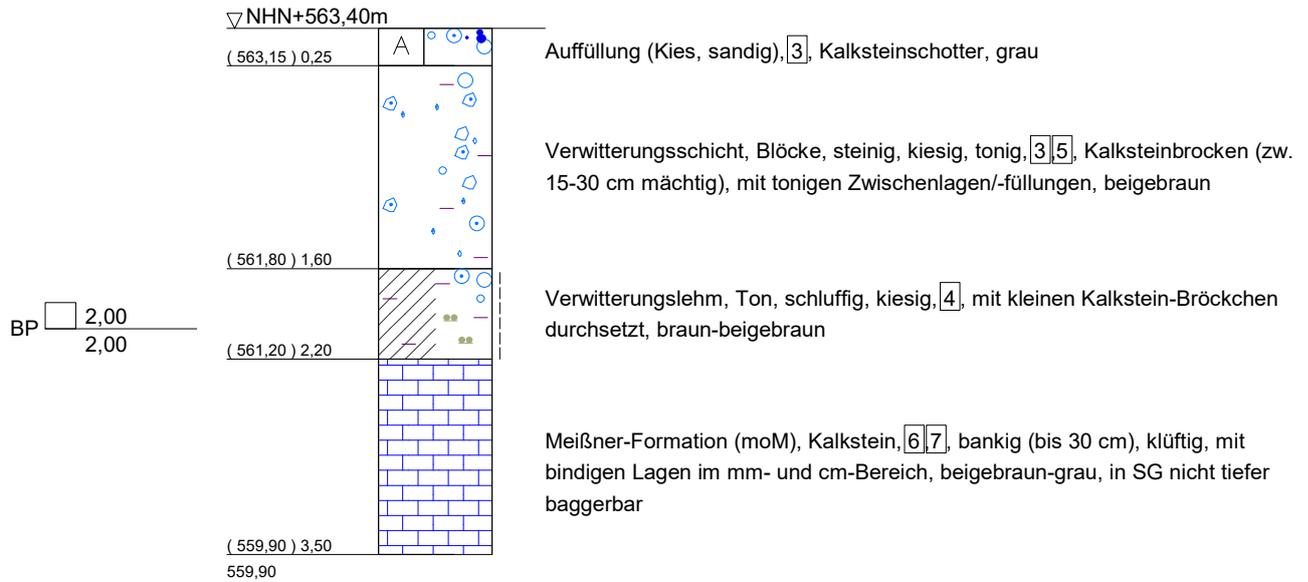
Plan-Nr: HORCON SG7	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. G. Wiltshcko
	Gezeichnet: Wi
	Geändert:
	Gesehen:
Projekt-Nr: HORCON	

Projekt: Neubau Container-Terminal in Horb-Heiligenfeld



bearb.	Wi	gepr.		geseh.	
--------	----	-------	--	--------	--

# SG 8



trocken

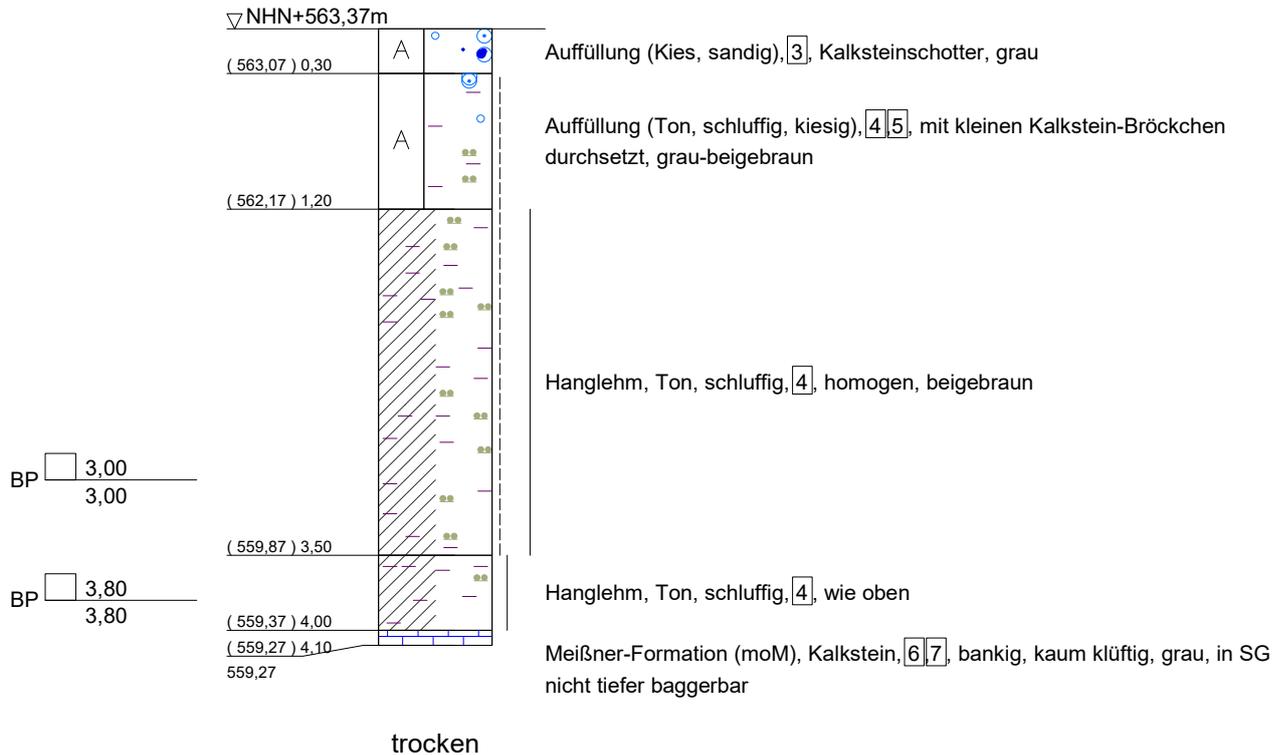
<b>Bauvorhaben:</b> Neubau Container-Terminal in Horb-Heiligenfeld	
<b>Planbezeichnung:</b> Schürfgrube (SG) 8	
Plan-Nr: HORCON SG8	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. G. Wiltshcko    Datum: 25.01.18
	Gezeichnet: Wi
	Geändert:
	Gesehen:
Projekt-Nr: HORCON	

Projekt: Neubau Container-Terminal in Horb-Heiligenfeld



bearb.	Wi	gepr.		geseh.	
--------	----	-------	--	--------	--

SG 9



**Bauvorhaben:**  
 Neubau Container-Terminal  
 in Horb-Heiligenfeld

**Planbezeichnung:**  
 Schürfgrube (SG) 9

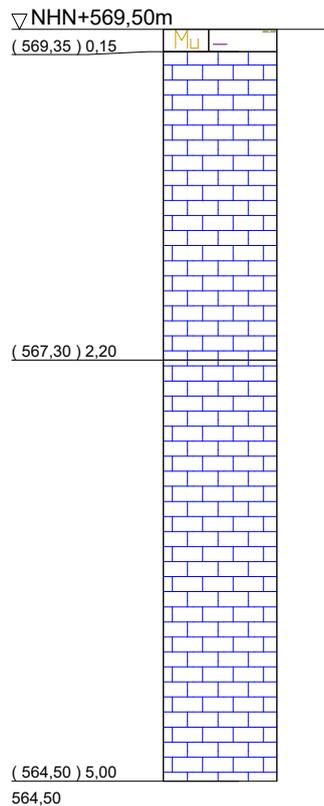
Plan-Nr: HORCON SG9	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilianstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. G. Wiltshcko Datum: 25.01.18
	Gezeichnet: Wi
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
Projekt-Nr: HORCON	

Projekt: Neubau Container-Terminal in Horb-Heiligenfeld



bearb.	Wi	gepr.		geseh.	
--------	----	-------	--	--------	--

BA 1



Oberboden (Ton, schluffig), 1, durchwurzelt, braun

Meißner-Formation (moM), Kalkstein, 7, bankig (Bankstärke zwischen 30 - 60 cm), kaum klüftig, beigebraun

Meißner-Formation (moM), Kalkstein, 6, 7, bankig (Bankstärke 10-30 cm), klüftig, mit dünnen Mergelzwischenlagen, grau-beigebraun

**Bauvorhaben:**

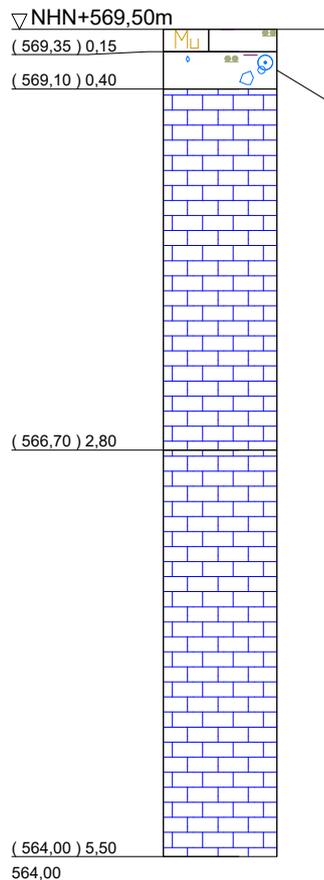
**Neubau Container-Terminal  
in Horb-Heiligenfeld**

**Planbezeichnung:**

**Böschungsaufnahme (BA) 1**

Plan-Nr: HORCON BA1	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. G. Wiltshcko
	Gezeichnet: Wi
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
Projekt-Nr: HORCON	

BA 2



Oberboden (Ton, schluffig), 1, durchwurzelt, braun

Verwitterungsschicht, Steine, kiesig, tonig, schluffig, 3, Kalksteinbrocken mit bindigen Zwischenlagen/-füllungen, Korn-zu-Korn-Kontakt vorhanden, beigebraun-braun

Meißner-Formation (moM), Kalkstein, 6, 7, bankig (Bankstärke zwischen 15 - 50 cm), kaum klüftig, grau-beigebraun

Meißner-Formation (moM), Kalkstein, 6, 7, bankig (Bankstärke 15-25 cm), klüftig, mit dünnen Mergelzwischenlagen, grau-beigebraun

**Bauvorhaben:**

**Neubau Container-Terminal  
in Horb-Heiligenfeld**

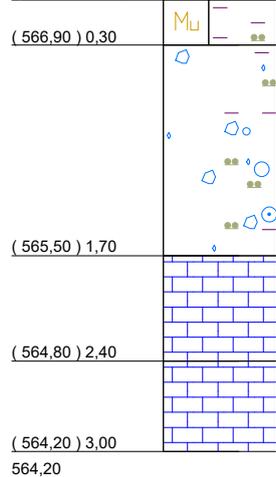
**Planbezeichnung:**

**Böschungsaufnahme (BA) 2**

Plan-Nr: HORCON BA2	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. G. Wiltshcko
	Gezeichnet: Wi
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
Projekt-Nr: HORCON	

BA 3

▽NHN+567,20m



Oberboden (Ton, schluffig), [1], durchwurzelt, braun

Verwitterungsschicht, Steine, kiesig, tonig, schluffig, [3], Kalksteinbrocken mit bindigen Zwischenlagen/-füllungen, Korn-zu-Korn-Kontakt vorhanden, beigebraun-braun

Meißner-Formation (moM), Kalkstein, [6], bankig, klüftig, grau-beigebraun

Meißner-Formation (moM), Kalkstein, [7], bankig (Bankstärke 15-35 cm), mit dünnen Mergelzwischenlagen, grau-beigebraun

**Bauvorhaben:**

**Neubau Container-Terminal  
in Horb-Heiligenfeld**

**Planbezeichnung:**

**Böschungsaufnahme (BA) 3**

Plan-Nr: HORCON BA3	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. G. Wiltshcko
	Gezeichnet: Wi
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
Projekt-Nr: HORCON	

**Zeichenerklärung (DIN 4023)****HENKE UND PARTNER GMBH**

Ingenieurbüro für Geotechnik

Bodenarten

Blöcke	mit Blöcken	Y y	
Steine	steinig	X x	
Kies	kiesig	G g	
Sand	sandig	S s	
Schluff	schluffig	U u	
Ton	tonig	T t	
Torf	torfig	H h	
Mergel	mergelig	Mg mg	
Auffüllung		A	

Felsarten

Fels allgemein	Z	
Fels verwittert	Zv	
Brekzie, Konglomerat	Gst	
Sandstein	Sst	
Schluffstein	Ust	
Tonstein	Tst	
Kalkstein	Kst	
Mergelstein	Mst	
Granit, Gneis	Ma	

Korngrößenbereich

f	fein
m	mittel
g	grob

Nebenanteile

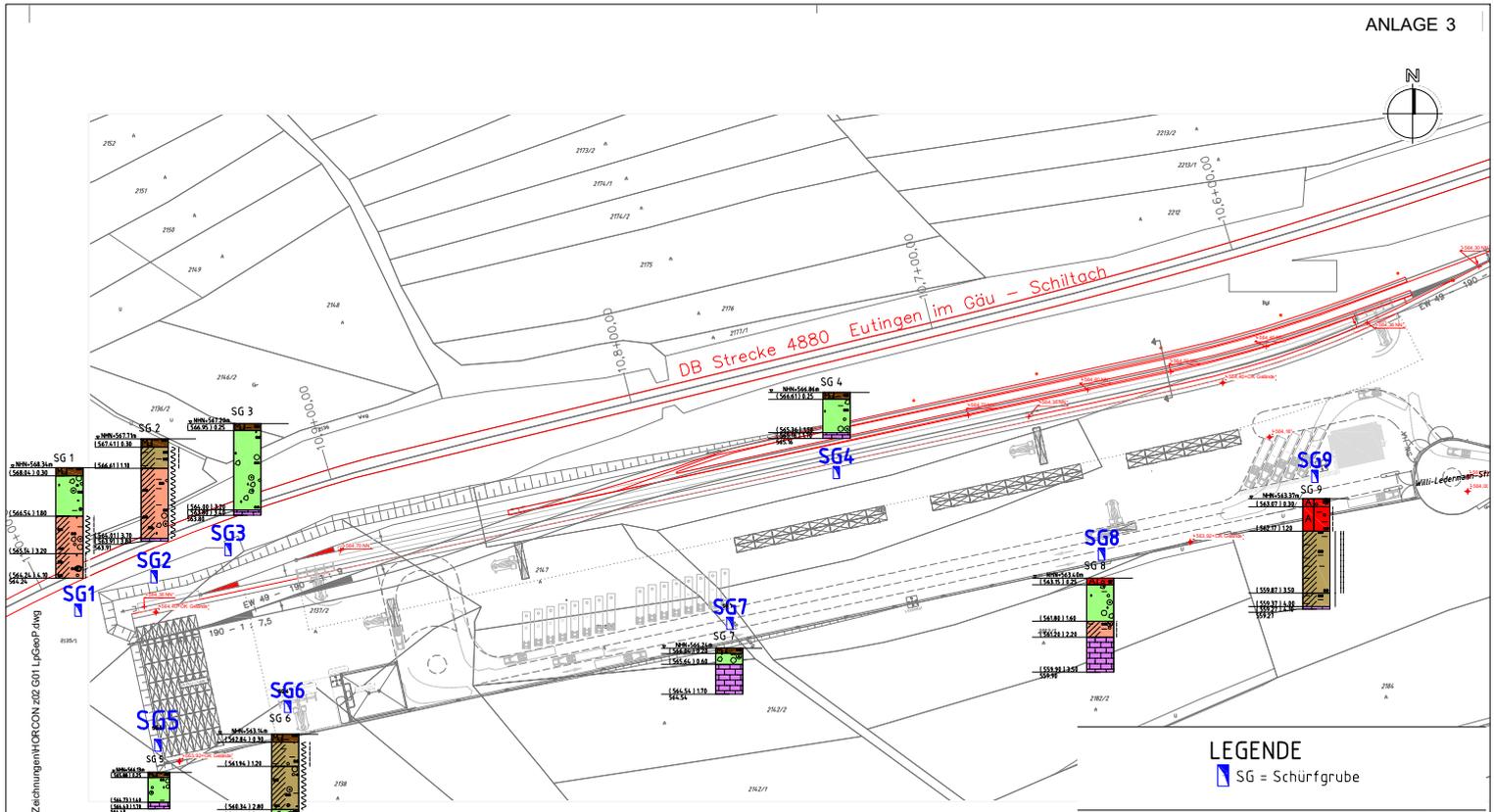
t'	schwach (< 15 %), z.B. schwach tonig
ḡ	stark (ca. 30-40 %), z.B. stark kiesig

Konsistenz/ Lagerungsdichte

	flüssig		halbfest		locker
	breiig		fest		dicht
	weich		klüftig		mittel dicht
	steif		stark klüftig, brüchig		sehr dicht

Probenentnahmen und Grundwasser

BP		Becherprobe
EP		Eimerprobe
GP		Glasprobe
ZP		Zylinderprobe
HP		Head-Space Probe
UP		ungestörte Probe
		Grundwasser angebohrt
		Grundwasser nach Bohrende
		Ruhewasserstand
k. GW		kein Grundwasser



LEGENDE Bodenschichten

- Oberboden
- Auffüllung
- Hanglehm
- Verwitterungsschicht
- Verwitterungslehm
- Meißner-Formation

LEGENDE

■ SG = Schürfgrube

**HENKE UND PARTNER GMBH**  
Ingenieurbüro für Geotechnik

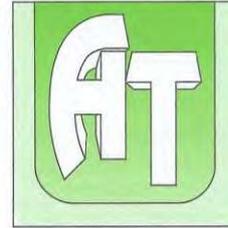
Emilienstr. 2 70563 Stuttgart  
Telefon: 0711 997 60 73-0  
Telefax: 0711 73 56 298  
e-mail: kontakt@henkegeo.de  
www.henkegeo.de

<table border="1"> <tr><th>Datum</th><th>Name</th></tr> <tr><td>02.18</td><td>Bg</td></tr> <tr><td>02.18</td><td>Wi</td></tr> </table>	Datum	Name	02.18	Bg	02.18	Wi	<table border="1"> <tr><th>Bauherr</th><td>Spedition Kufmaul GmbH Kernsstraße 1-13 72202 Nagold</td></tr> <tr><th>Projekt</th><td>Neubau Container Terminal, Spedition Kufmaul GmbH Willi-Ledermann-Straße in 72160 Horb am Neckar (Heiligenfeld)</td></tr> <tr><th>Darstellung</th><td><b>Lageplan</b> mit Darstellung der vereinfachten geologischen Profile</td></tr> </table>	Bauherr	Spedition Kufmaul GmbH Kernsstraße 1-13 72202 Nagold	Projekt	Neubau Container Terminal, Spedition Kufmaul GmbH Willi-Ledermann-Straße in 72160 Horb am Neckar (Heiligenfeld)	Darstellung	<b>Lageplan</b> mit Darstellung der vereinfachten geologischen Profile
Datum	Name												
02.18	Bg												
02.18	Wi												
Bauherr	Spedition Kufmaul GmbH Kernsstraße 1-13 72202 Nagold												
Projekt	Neubau Container Terminal, Spedition Kufmaul GmbH Willi-Ledermann-Straße in 72160 Horb am Neckar (Heiligenfeld)												
Darstellung	<b>Lageplan</b> mit Darstellung der vereinfachten geologischen Profile												
DaN/MORCON z02 G01 LpGeoP oDaN 10-01-2018 Rev.1 ANLAGE 3 Maßstab 1:1200													

Probenahme  
und  
Erstellung  
von  
Analysen

auf den  
Gebieten  
Wasser, Boden,  
Luft, Abfall,  
Altlasten und  
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM  
GmbH



Daimler Str. 6  
70736 Fellbach-  
Oeffingen  
Tel. 07 11/95 19 42-0  
Fax 07 11/95 19 42-42  
info@analytik-team.de  
www.analytik-team.de

## Analytik gemäß der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 im Feststoff

Auftraggeber: Henke und Partner GmbH, Emilienstraße 2, 70563 Stuttgart  
 Projekt: Neubau Container -Terminal in Horb -Heiligenfeld  
 Projektbearbeiter: Frau Wiltshko  
 Probenahme: 25.01.2018 durch Auftraggeber  
 Bearbeitungszeitraum: 26.01.- 30.01.2018

### Untersuchungsbefund:

Parameter	MP Deckschicht	MP Muschelkalk+ Verwitterungsschicht	Dimension
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe: <b>PAK 16</b>			
Naphthalin	< 0,01	0,01	mg/kg TS
Acenaphthylen	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
Acenaphthen	< 0,01	0,01	mg/kg TS
Fluoren	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
Phenanthren	0,01	< 0,01	mg/kg TS
Anthracen	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
Fluoranthen	0,01	< 0,01	mg/kg TS
Pyren	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
Benzo(a)anthracen	0,01	< 0,01	mg/kg TS
Chrysen	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
Benzo(b/k)fluoranthen	0,01	0,01	mg/kg TS
Benzo(a)pyren	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
Dibenzo(ah)anthracen	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
Benzo(ghi)perylene	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
<b>Summe PAK 16*</b>	0,04	0,03	mg/kg TS
Polychlorierte Biphenyle: <b>PCB</b>			
PCB 28	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
PCB 52	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
PCB 101	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
PCB 138	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
PCB 153	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
PCB 180	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS
<b>Summe PCB*</b>	< 0,01	< 0,01	mg/kg TS

\* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Analytik: PAK: DIN ISO 18287  
 PCB: DIN EN 15308

Probenahme  
und  
Erstellung  
von  
Analysen

auf den  
Gebieten  
Wasser, Boden,  
Luft, Abfall,  
Altlasten und  
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM  
GmbH



Daimler Str. 6  
70736 Fellbach-  
Oeffingen  
Tel. 07 11/95 19 42-0  
Fax 07 11/95 19 42-42  
info@analytik-team.de  
www.analytik-team.de

## Analytik gemäß der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 im Feststoff

Auftraggeber: Henke und Partner GmbH, Emiliestraße 2, 70563 Stuttgart  
 Projekt: Neubau Container -Terminal in Horb -Heiligenfeld  
 Projektbearbeiter: Frau Wiltshko  
 Probenahme: 25.01.2018 durch Auftraggeber  
 Bearbeitungszeitraum: 26.01.- 30.01.2018

### Untersuchungsbefund:

Parameter	MP Deckschicht	MP Muschelkalk+ Verwitterungsschicht	Dimension
Dichlormethan	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
trans-1,2-Dichlorethen	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
1,1-Dichlorethan	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
cis-1,2-Dichlorethen	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Trichlormethan	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
1,1,1-Trichlorethan	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Tetrachlormethan	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Trichlorethen	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Tetrachlorethen	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
<b>Summe LHKW*</b>	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Benzol	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Toluol	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
Ethylbenzol	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
m/p-Xylol	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
o-Xylol	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS
<b>Summe BTEX*</b>	< 0,010	< 0,010	mg/kg TS

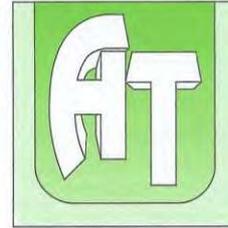
\* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Analytik: LHKW: DIN EN ISO 10301, GC-ECD  
 BTEX: DIN 38407-9, GC-FID

Probenahme  
und  
Erstellung  
von  
Analysen

auf den  
Gebieten  
Wasser, Boden,  
Luft, Abfall,  
Altlasten und  
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM  
GmbH



Daimler Str. 6  
70736 Fellbach-  
Oeffingen  
Tel. 07 11/95 19 42-0  
Fax 07 11/95 19 42-42  
info@analytik-team.de  
www.analytik-team.de

## Analytik gemäß der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 im Feststoff

Auftraggeber: Henke und Partner GmbH, Emilienstraße 2, 70563 Stuttgart  
 Projekt: Neubau Container -Terminal in Horb -Heiligenfeld  
 Projektbearbeiter: Frau Wiltshko  
 Probenahme: 25.01.2018 durch Auftraggeber  
 Bearbeitungszeitraum: 26.01.- 30.01.2018

### Untersuchungsbefund:

Parameter	MP Deckschicht	MP Muschelkalk+ Verwitterungsschicht	Dimension
Extrah. org. Halogenverb. <b>EOX</b>	< 0,50	< 0,50	mg/kg TS
Kohlenwasserstoffe <b>C<sub>10</sub>-C<sub>22</sub></b>	< 50	< 50	mg/kg TS
Kohlenwasserstoffe <b>C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub></b>	< 50	< 50	mg/kg TS
Cyanide, ges. <b>CN<sup>-</sup></b>	< 0,10	< 0,10	mg/kg TS
<b>Schwermetalle:</b>			
Arsen <b>As</b>	17	13	mg/kg TS
Blei <b>Pb</b>	32	20	mg/kg TS
Cadmium <b>Cd</b>	< 0,40	< 0,40	mg/kg TS
Chrom, ges. <b>Cr</b>	41	30	mg/kg TS
Kupfer <b>Cu</b>	28	20	mg/kg TS
Nickel <b>Ni</b>	38	28	mg/kg TS
Quecksilber <b>Hg</b>	< 0,10	< 0,10	mg/kg TS
Thallium <b>Tl</b>	< 0,50	< 0,50	mg/kg TS
Zink <b>Zn</b>	79	47	mg/kg TS

Analytik: EOX: DIN 38414-17  
 Cyanide, ges.: ISO 11262  
 Quecksilber: DIN EN ISO 12846  
 KW-GC: DIN EN 14039  
 Säureaufschluss: DIN EN 13657  
 Metalle außer Hg: DIN EN ISO 11885

Probenahme  
und  
Erstellung  
von  
Analysen

auf den  
Gebieten  
Wasser, Boden,  
Luft, Abfall,  
Altlasten und  
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM  
GmbH



Daimler Str. 6  
70736 Fellbach-  
Oeffingen  
Tel. 07 11/95 19 42-0  
Fax 07 11/95 19 42-42  
info@analytik-team.de  
www.analytik-team.de

## Analytik gemäß der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 im Eluat

Auftraggeber: Henke und Partner GmbH, Emilienstraße 2, 70563 Stuttgart  
Projekt: Neubau Container -Terminal in Horb -Heiligenfeld  
Projektbearbeiter: Frau Wiltshko  
Probenahme: 25.01.2018 durch Auftraggeber  
Bearbeitungszeitraum: 26.01.- 30.01.2018

### Untersuchungsbefund:

Parameter		MP Deckschicht	MP Muschelkalk+ Verwitterungsschicht	Dimension
pH-Wert	bei 20°C	8,1	8,3	--
Leitfähigkeit	bei 25°C	160	130	µS/cm
Chlorid	<b>Cl<sup>-</sup></b>	< 3,0	< 3,0	mg/l
Sulfat	<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	3,9	< 3,0	mg/l
Cyanide, ges.	<b>CN<sup>-</sup></b>	< 5,0	< 5,0	µg/l
Phenolindex	<b>PI</b>	< 10	< 10	µg/l
<b>Schwermetalle:</b>				
Arsen	<b>As</b>	< 3,0	< 3,0	µg/l
Blei	<b>Pb</b>	< 10	< 10	µg/l
Cadmium	<b>Cd</b>	< 1,0	< 1,0	µg/l
Chrom, ges.	<b>Cr</b>	< 10	< 10	µg/l
Kupfer	<b>Cu</b>	< 10	< 10	µg/l
Nickel	<b>Ni</b>	< 10	< 10	µg/l
Quecksilber	<b>Hg</b>	< 0,10	< 0,10	µg/l
Zink	<b>Zn</b>	< 25	< 25	µg/l

Analytik: Eluat: DIN EN 12457-4      pH-Wert: DIN EN ISO 10523  
Leitfähigkeit: DIN EN 27888      Chlorid, Sulfat: DIN EN ISO 10304  
Cyanide, ges.: DIN 38405-13      Phenolindex: DIN 38409-16  
Quecksilber: DIN EN ISO 12846      Metalle außer Quecksilber: DIN EN ISO 11885

### Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	MP Deckschicht	MP Muschelkalk+ Verwitterungsschicht
Labornummer:	1801119-1	1801119-2
Matrix:	Feststoff	Feststoff
Probenbehälter:	PE-Becher	PE-Becher
Probenmenge:	1,0kg	1,0kg

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2005.

Fellbach, den 30. Januar 2018  
Analytik-Team GmbH



Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

# Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt:		Neubau Container-Terminal in Horb-Heiligenfeld										PL / PB: Ka/Wi		Projektkürzel: HORCON		
Probe	Material	W <sub>n</sub> %	W <sub>l</sub> %	W <sub>p</sub> %	I <sub>p</sub> %	I <sub>c</sub> %	Kon- sistenz	Körnungsziffer T - U - S - G	BA nach DIN 18196	ρ t/m <sup>3</sup>	ρ <sub>D</sub> t/m <sup>3</sup>	φ' (°)	c' kN/m <sup>2</sup>	c <sub>u</sub> kN/m <sup>2</sup>	E <sub>s</sub> kN/m <sup>2</sup>	Bemerkungen
SG 1 / 1,2 m	Verwitterungsschicht	13,7														
3,5 m	Verwitterungslehm	17,2					<i>steif- halbfest</i>									
SG 2 / 1,0 m	Hanglehm	24,1					<i>steif</i>									
3,0 m	Verwitterungslehm	19,2	25,0	17,1	7,8	0,74	<i>weich</i>		TL							
SG 5 / 1,2 m	Verwitterungsschicht	14,0														
SG 6 / 1,5 m	Hanglehm	18,3	23,8	16,2	7,6	0,73	<i>weich</i>		TL							
SG 8 / 2,0 m	Verwitterungslehm	19,0					<i>steif</i>									
SG 9 / 3,0 m	Hanglehm	19,3	49,7	16,3	33,3	0,91	<i>steif</i>		TM							
3,8 m	Hanglehm	26,1														

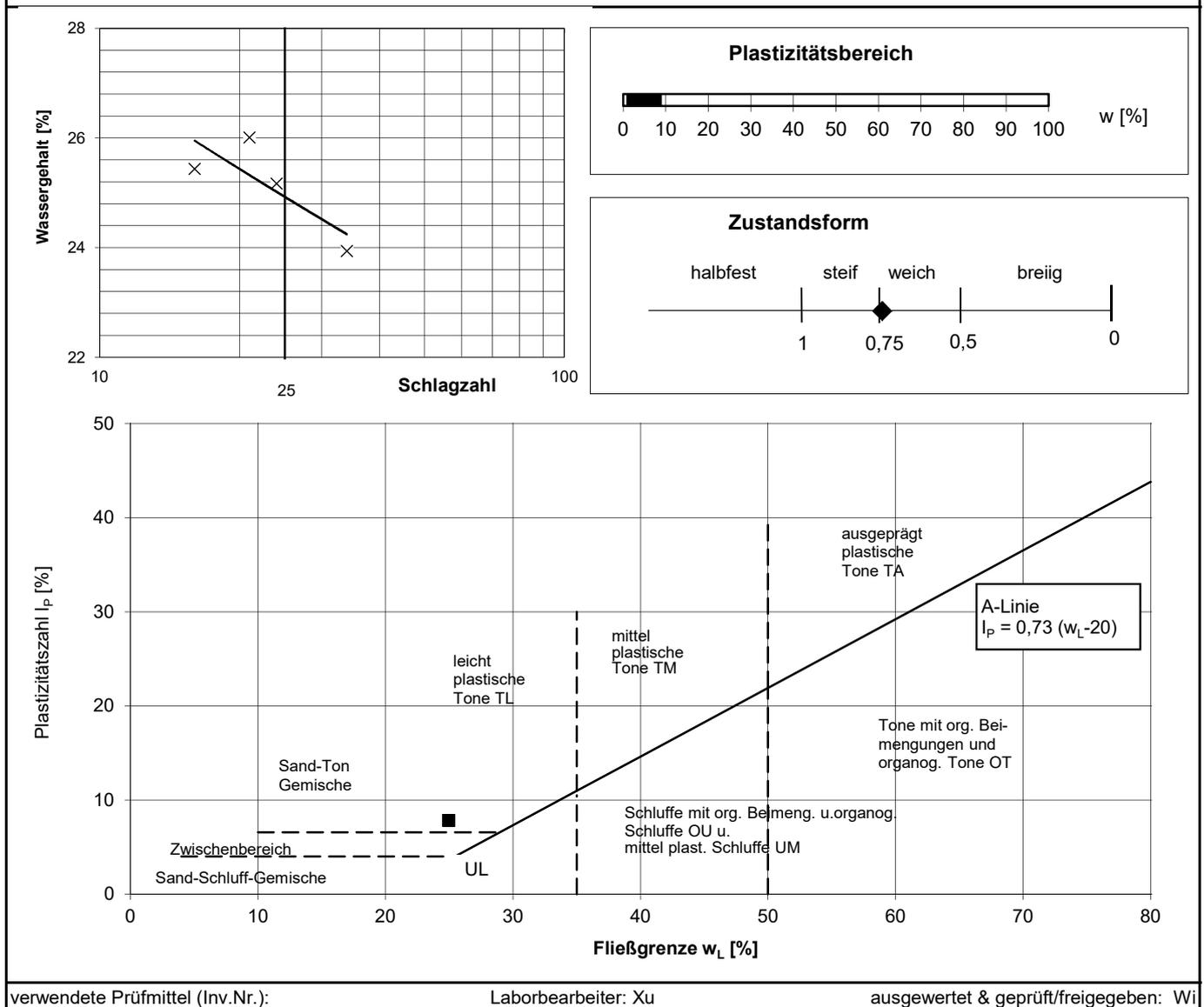
*kursiv angegebene Konsistenzen abgeschätzt anhand wn*

ANLAGE 5

# Konsistenzgrenzenbestimmung nach DIN 18 122

## ANLAGE 6.1

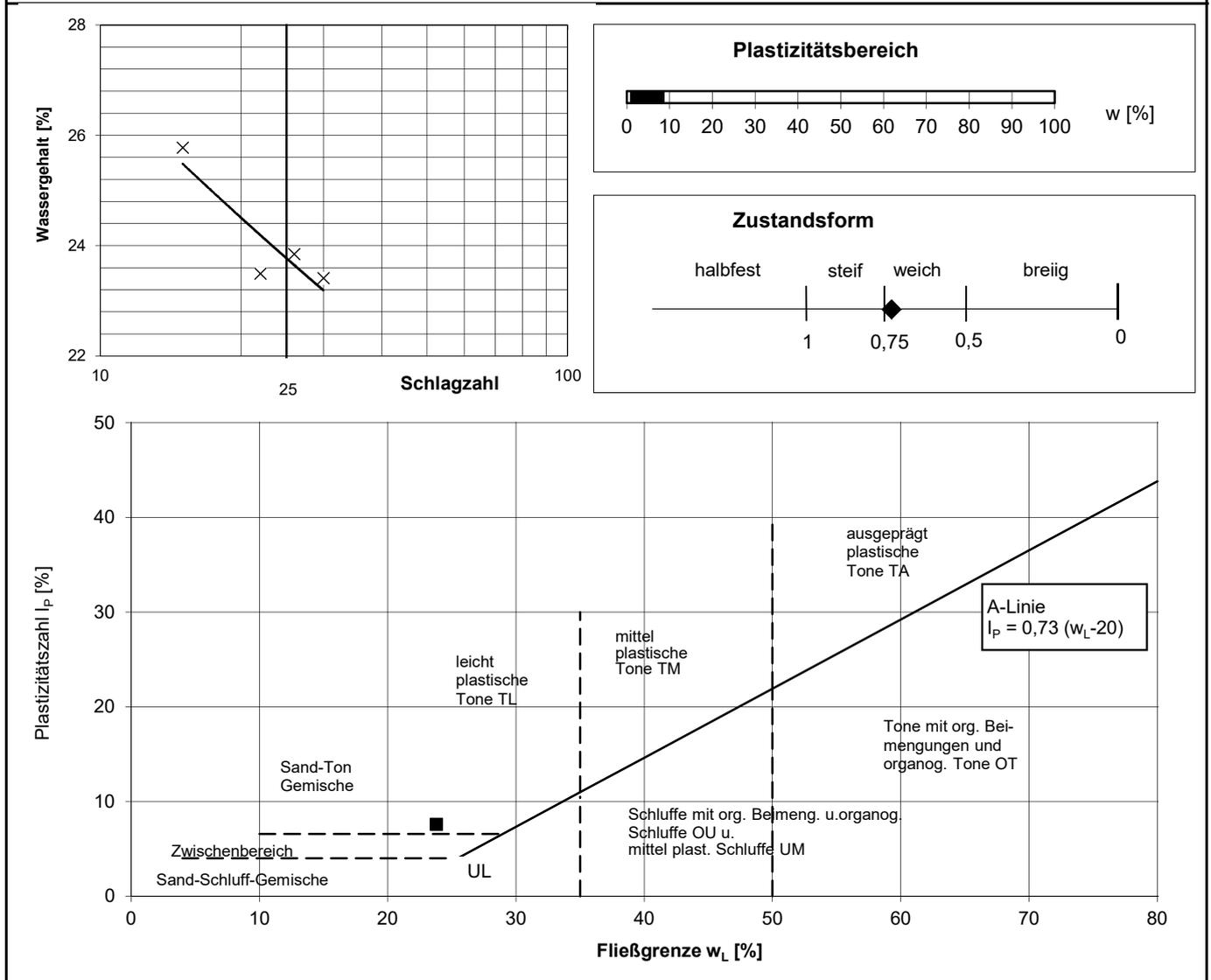
Projekt:	Neubau Container-Terminal in Horb-Heiligenfeld			Kürzel:	HORCON
Probe:	SG 2 / 3,0 m			Versuchsdatum:	14.02.18
nat. Wassergehalt $w_n$ :	19,2	%	Massenanteil Körner >0,4mm (ü):	-	%
Fließgrenze $w_L$ :	25,0	%	Wassergehalt $w_{<0,4}$ :	-	%
Ausrollgrenze $w_P$ :	17,1	%	Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P$ :	7,8	
Konsistenz:	weich			Konsistenzzahl $I_C = (w_L - w_n) / I_P$ :	0,74
Bodenart:	TL				
Maximaler Wassergehalt <b>halbfest</b> ( $I_C = 1,0$ ):					17,1 %
Wassergehalt <b>steif</b> ( $I_C = 0,75-1,0$ ) von:	19,1	%	bis	17,2	%
Wassergehalt <b>weich</b> ( $I_C = 0,5-0,75$ ) von:	21,1	%	bis	19,2	%
Wassergehalt <b>breiig</b> ( $I_C = 0,0-0,5$ ) von:	25,0	%	bis	21,2	%



verwendete Prüfmittel (Inv.Nr.): Laborbearbeiter: Xu ausgewertet & geprüft/freigegeben: Wi

**ANLAGE 6.2**

Projekt:	Neubau Container-Terminal in Horb-Heiligenfeld			Kürzel:	HORCON
Probe:	SG 6 / 1,5 m			Versuchsdatum:	30.01.18
nat. Wassergehalt $w_n$ :	18,3	%	Massenanteil Körner >0,4mm (ü):	-	%
Fließgrenze $w_L$ :	23,8	%	Wassergehalt $w_{<0,4}$ :	-	%
Ausrollgrenze $w_P$ :	16,2	%	Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P$ :	7,6	
Konsistenz:	weich		Konsistenzzahl $I_C = (w_L - w_n) / I_P$ :	0,73	
Bodenart:	<b>TL</b>				
Maximaler Wassergehalt <b>halbfest</b> ( $I_C = 1,0$ ):					<b>16,2</b> %
Wassergehalt <b>steif</b> ( $I_C = 0,75-1,0$ ) von:	<b>18,1</b>	%	bis	<b>16,3</b>	%
Wassergehalt <b>weich</b> ( $I_C = 0,5-0,75$ ) von:	<b>20,0</b>	%	bis	<b>18,2</b>	%
Wassergehalt <b>breiig</b> ( $I_C = 0,0-0,5$ ) von:	<b>23,8</b>	%	bis	<b>20,1</b>	%

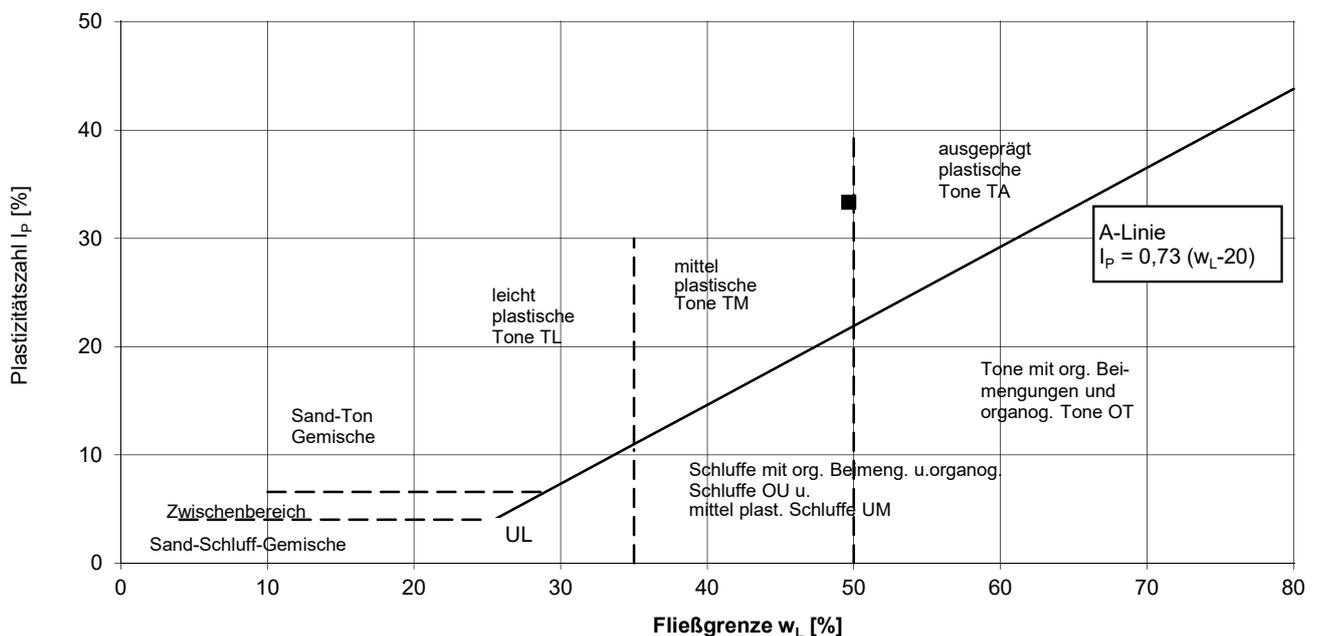
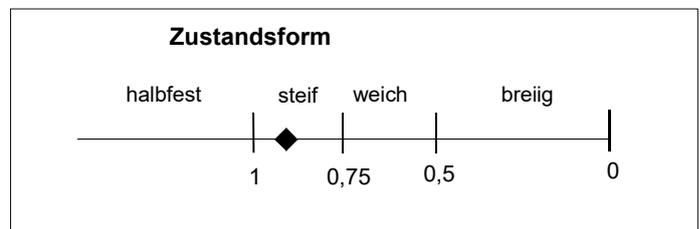
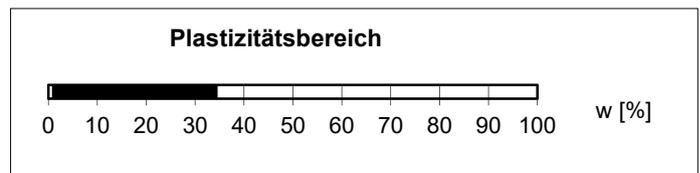
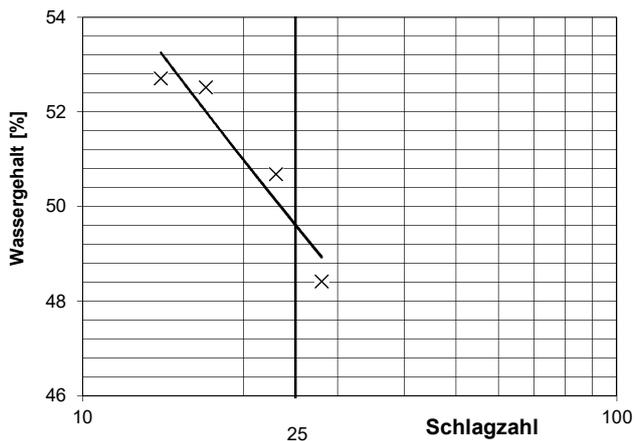


verwendete Prüfmittel (Inv.Nr.): Laborbearbeiter: Xu ausgewertet & geprüft/freigegeben: WI

# Konsistenzgrenzenbestimmung nach DIN 18 122

## ANLAGE 6.3

Projekt:	Neubau Container-Terminal in Horb-Heiligenfeld			Kürzel:	HORCON
Probe:	SG 9 / 3,0 m			Versuchsdatum:	30.01.18
nat. Wassergehalt $w_n$ :	19,3	%	Massenanteil Körner >0,4mm (ü):	-	%
Fließgrenze $w_L$ :	49,7	%	Wassergehalt $w_{<0,4}$ :	-	%
Ausrollgrenze $w_P$ :	16,3	%	Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P$ :	33,3	
Konsistenz:	steif		Konsistenzzahl $I_C = (w_L - w_n) / I_P$ :	0,91	
Bodenart:	<b>TM</b>				
Maximaler Wassergehalt <b>halbfest</b> ( $I_C = 1,0$ ):					<b>16,3</b> %
Wassergehalt <b>steif</b> ( $I_C = 0,75-1,0$ ) von:	<b>24,7</b>	%	bis	<b>16,4</b>	%
Wassergehalt <b>weich</b> ( $I_C = 0,5-0,75$ ) von:	<b>33,0</b>	%	bis	<b>24,8</b>	%
Wassergehalt <b>breiig</b> ( $I_C = 0,0-0,5$ ) von:	<b>49,7</b>	%	bis	<b>33,1</b>	%



verwendete Prüfmittel (Inv.Nr.): Laborbearbeiter: Me/Ak ausgewertet & geprüft/freigegeben: Wi

Homogenbereich: **A 18300**

**ANLAGE 7.1**

Projekt: **Neubau Container-Terminal in Horb-Heiligenfeld**

Parameter			Laborversuche und Feldansprache				Erfahrungswerte	
			Anzahl Versuche	von	bis	Median	von	bis
ortsübliche Bezeichnung		[-]	<b>Auffüllung</b>					
Bodengruppe		[-]					alle Bodenarten möglich (v.a. TL- TA, GU/GU*, GT/GT*)	
Korngrößenverteilung	T/ U						10	90
	S	[%]					10	50
	G						10	90
Massenanteil	Steine						0	50
	Blöcke	[%]					0	10
	gr. Blöcke						0	5
Dichte	$\rho$	[g/cm³]					1,9	2,1
Wassergehalt	$w_n$	[%]					5	30
Plastizitätszahl	$I_p$	[-]					15	40
Konsistenzzahl	$I_c$	[-]					0,7	1,1
Konsistenz		[-]					steif	halbfest
Lagerungsdichte	D	[%]					50	100
Kohäsion	c	[kN/m²]						
undrained Scherfestigkeit	$c_u$	[kN/m²]					50	200
Sensitivität	$S_t$	[-]						
Durchlässigkeit	$k_f$	[m/s]						
Kalkgehalt	$V_{Ca}$	[%]						
Sulfatgehalt	$V_S$	[%]						
Abrasivität <sup>1)</sup>		[-]						
organischer Anteil	$V_{gl}$	[Gew.-%]					0	5
Benennung und Beschreibung organischer Böden		[-]						
BKI. nach DIN 18300 (09/2012)*		[-]	3, 4 und 5					

n.r. = nicht relevant

n.b. = nicht bestimmbar

Feld leer = nicht untersucht

\* informell, nicht verbindlich

<sup>1)</sup> gemäß CAI - Vergleichstabelle (beiliegend)

Homogenbereich: **C 18300**

**ANLAGE 7.3**

Projekt: **Neubau Container-Terminal in Horb-Heiligenfeld**

Parameter			Laborversuche und Feldansprache				Erfahrungswerte	
			Anzahl Versuche	von	bis	Median	von	bis
ortsübliche Bezeichnung		[-]	<b>Verwitterungsschicht</b>					
Bodengruppe		[-]					GE-GW + X	
Korngrößenverteilung	T/ U						10	30
	S	[%]					10	30
	G						10	80
Massenanteil	Steine						20	80
	Blöcke	[%]					0	20
	gr. Blöcke						0	5
Dichte	$\rho$	[g/cm <sup>3</sup> ]					2,0	2,2
Wassergehalt	$w_n$	[%]					5	15
Plastizitätszahl	$I_p$	[-]					n.r.	n.r.
Konsistenzzahl	$I_c$	[-]					n.r.	n.r.
Konsistenz		[-]					n.r.	n.r.
Lagerungsdichte	D	[%]					40	85
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]						
undrained Scherfestigkeit	$c_u$	[kN/m <sup>2</sup> ]					n.r.	n.r.
Sensitivität	$S_t$	[-]						
Durchlässigkeit	$k_f$	[m/s]						
Kalkgehalt	$V_{Ca}$	[%]						
Sulfatgehalt	$V_S$	[%]						
Abrasivität <sup>1)</sup>		[-]						
organischer Anteil	$V_{gl}$	[Gew.-%]					0	0
Benennung und Beschreibung organischer Böden		[-]						
BKI. nach DIN 18300 (09/2012)*		[-]	3, 4 und 5					

n.r. = nicht relevant

n.b. = nicht bestimmbar

Feld leer = nicht untersucht

\* informell, nicht verbindlich

<sup>1)</sup> gemäß CAI - Vergleichstabelle (beiliegend)

Homogenbereich: **C 18300**

**ANLAGE 7.3**

Projekt: **Neubau Container-Terminal in Horb-Heiligenfeld**

Parameter			Laborversuche und Feldansprache				Erfahrungswerte	
			Anzahl Versuche	von	bis	Median	von	bis
ortsübliche Bezeichnung		[-]	<b>Verwitterungsschicht</b>					
Bodengruppe		[-]					GE-GW + X	
Korngrößenverteilung	T/ U						10	30
	S	[%]					10	30
	G						10	80
Massenanteil	Steine						20	80
	Blöcke	[%]					0	20
	gr. Blöcke						0	5
Dichte	$\rho$	[g/cm³]					2,0	2,2
Wassergehalt	$w_n$	[%]					5	15
Plastizitätszahl	$I_p$	[-]					n.r.	n.r.
Konsistenzzahl	$I_c$	[-]					n.r.	n.r.
Konsistenz		[-]					n.r.	n.r.
Lagerungsdichte	D	[%]					40	85
Kohäsion	c	[kN/m²]						
undrained Scherfestigkeit	$c_u$	[kN/m²]					n.r.	n.r.
Sensitivität	$S_t$	[-]						
Durchlässigkeit	$k_f$	[m/s]						
Kalkgehalt	$V_{Ca}$	[%]						
Sulfatgehalt	$V_S$	[%]						
Abrasivität <sup>1)</sup>		[-]						
organischer Anteil	$V_{gl}$	[Gew.-%]					0	0
Benennung und Beschreibung organischer Böden		[-]						
BKI. nach DIN 18300 (09/2012)*		[-]	3, 4 und 5					

n.r. = nicht relevant  
n.b. = nicht bestimmbar  
Feld leer = nicht untersucht

\* informell, nicht verbindlich  
<sup>1)</sup> gemäß CAI - Vergleichstabelle (beiliegend)

Homogenbereich: **D 18300**

**ANLAGE 7.4**

Projekt: **Neubau Container-Terminal in Horb-Heiligenfeld**

Parameter			Laborversuche und Feldansprache				Erfahrungswerte	
			Anzahl Versuche	von	bis	Median	von	bis
ortsübliche Bezeichnung		[-]	<b>Meißner-Formation (moM)</b>					
Benennung von Fels		[-]	sedimentär, geschichtet, feinkörnig, Karbonate					
Dichte	$\rho$	[g/cm <sup>3</sup> ]					2,2	2,4
Einaxiale Druckfestigkeit des Gesteins	$q_u$	[kN/m <sup>2</sup> ]					20	150
Spaltzugfestigkeit	$q_z$	[MN/m <sup>2</sup> ]						
Verwitterung und Veränderung		[-]					V0	V2
Veränderlichkeit							1	2
Kalkgehalt	$V_{Ca}$	[%]						
Sulfatgehalt	$V_s$	[%]						
Trennflächenrichtung		[-]					horizontal	
Trennflächenabstand		[cm]					5	50
Gesteinskörperform		[-]						
Öffnungsweite und Kluffüllung		[mm]						
Gebirgs-durchlässigkeit	$k_G$	[m/s]						
Abrasivität <sup>1)</sup>		[-]						
BKI. nach DIN 18300 (09/2012)*		[-]	6 und 7					

n.r. = nicht relevant

n.b. = nicht bestimmbar

Feld leer = nicht untersucht

\* informell, nicht verbindlich

<sup>1)</sup> gemäß CAI - Vergleichstabelle (beiliegend)