

---

---

---

---

**INGENIEUR  
GRUPPE  
GEOTECHNIK**

Dr.-Ing. Josef Hintner  
Dr.-Ing. Daniel Renk  
Dr.-Ing. Thomas Scherzinger  
Dr.-Ing. Rüdiger Wunsch

Sachverständige für Erd- und  
Grundbau nach Bauordnungsrecht

Prüfstelle nach RAP Stra 15, Fachgebiet A3

Ingenieurgruppe Geotechnik  
Hintner · Renk · Scherzinger · Wunsch  
Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure  
Lindenbergstraße 12 · D - 79199 Kirchzarten  
Tel. 0 76 61 / 93 91 - 0 · Fax 0 76 61 / 93 91 75  
[www.ingenieurgruppe-geotechnik.de](http://www.ingenieurgruppe-geotechnik.de)

**Erschließung Baugebiet  
„Inneres Gratzfeld-Neuweg“  
in Merdingen  
- Geotechnischer Bericht -**

**Auftraggeber:**

Gemeinde Merdingen  
Bauamt  
Kirchgasse 2  
79291 Merdingen

**Unsere Auftragsnummer:**

20020/Hi-Ki

**Bearbeiter:**

Herr Hintner/ Herr Kiefer

**Ort, Datum:**

Kirchzarten, 06. April 2020/Ki-gl

Sparkasse Freiburg-Nördl. Breisgau:  
IBAN: DE39 6805 0101 0010 0307 92  
BIC: FRSPDE66XXX

Sparkasse Hochschwarzwald:  
IBAN: DE48 6805 1004 0004 3531 08  
BIC: SOLADES1HSW

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Veranlassung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Unterlagen</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Baugrund</b>	<b>5</b>
3.1	Baugrunderkundung	5
3.1.1	Geotechnische Untersuchungen	5
3.1.2	Umwelttechnische Untersuchungen	6
3.2	Geländeverlauf und Untergrundaufbau	7
3.3	Geotechnische / Umwelttechnische Einstufung und Bodenkennwerte	9
3.4	Wasserverhältnisse	9
<b>4</b>	<b>Geotechnische Beratung</b>	<b>11</b>
4.1	Allgemeine Geotechnische Randbedingungen	11
4.2	Allgemeine geotechnische Angaben zum Hochbau	12
4.3	Kanalbau	13
4.4	Verkehrsflächen	15
4.5	Verwendung des Aushubmaterials	16
4.5.1	Geotechnische Hinweise	16
4.5.2	Umwelttechnische Hinweise	17
4.6	Versickerung von Niederschlagswasser	18
<b>5</b>	<b>Hinweise für die weitere Planung</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>Geotechnische Begleitung der Baumaßnahme</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>Schlussbemerkungen</b>	<b>20</b>

## Anlagenverzeichnis

### 1 Lagepläne

- 1.1 Übersichtskarte, M 1:25.000
- 1.2 Lageplan, M 1:1.000

### 2 Ergebnisse der Baugrunderkundung

- 2.1 schematisch in Schnitt A-A übertragen
- 2.2 schematisch in Schnitt B-B übertragen
- 2.3 schematisch in Schnitt C-C übertragen

### 3 Laborversuche

- 3.1 Tabellarische Zusammenstellung
- 3.2 Korngrößenverteilungen
- 3.3 Konsistenzversuche
- 3.4 Wassergehalte

### 4 Maßgebende Angaben zu Homogenbereichen und Bodenkenngrößen

- 4.1 Maßgebende Angaben zu Bodenschichten/Homogenbereichen
- 4.2 Maßgebende Angaben zu Bodenkenngrößen (charakteristische Werte)

### 5 Ermittlung des $k_r$ -Wertes aus der Kornverteilung nach der Kozeny/Carman – Gleichung

## Anhang

- A Unterlagen zur orientierenden Schadstoffuntersuchung (Aufsteller: solum büro für boden + geologie, Freiburg)
- B Allgemeine Hinweise für den Umgang mit Erdaushub (Aufsteller: solum büro für boden + geologie, Freiburg)

## 1 Veranlassung

Die Gemeinde Merdingen beabsichtigt die Erschließung des Neubaugebietes „Inneres Gratzfeld - Neuweg“ auf den Flurstücken Lgb.-Nr. 1450, 820, 823, 826, 831, 833, 834, 836 und 837 in Merdingen. Die Erschließungsplanung erfolgt durch das Büro fsp.stadtplanung, Freiburg. Die Ingenieurgruppe Geotechnik, Kirchzarten, wurde durch die Bauherrenschaft auf Grundlage des Angebotes vom 22.01.2020 beauftragt, für die Erschließungsplanung geotechnische Erkundungen durchzuführen und eine geotechnische Beratung auszuarbeiten, die Angaben in Hinblick auf den geplanten Kanal- und Straßenbau, die Versickerungsfähigkeit des Baugrunds sowie zur allgemeinen Bebaubarkeit des Geländes für den Hochbau enthält. Eine eingehende Baugrunderkundung, -beurteilung und Gründungsberatung entsprechend des Leistungsbildes Geotechnik der HOAI für konkrete Einzelbauvorhaben war nicht Bestandteil der Beauftragung und kann erst erfolgen, wenn eine konkrete Planung für die Bebauung vorliegt.

Eine orientierende Schadstoffuntersuchung war ebenfalls Bestandteil der Beauftragung. Die umwelttechnischen Leistungen wurden von solum, büro für boden + geologie, Freiburg, erbracht [U3].

## 2 Unterlagen

- **Gemeinde Merdingen:**
  - [U1] Geltungsbereich Bebauungsplan „Inneres Gratzfeld – Neuweg“, M 1:2000, Stand: 19.11.2019, per-E-Mail am 13.01.2020, Aufsteller: fsp.Stadtplanung, Freiburg
- **fsp.stadtplanung – Fahle Stadtplaner Partnerschaft mbB, Freiburg:**
  - [U2] Luftbildauswertung auf Kampfmittelbelastung, Neuweg, BG Inneres Gratzfeld, Merdingen, per E-Mail am 27.02.2020, Aufsteller: LBA Luftbildauswertung GmbH
- **solum büro für boden + geologie, Freiburg:**
  - [U3] Orientierende Schadstoffuntersuchung, per E-Mail vom 27.03.2020, s. Anhänge A + B

- **Vermessungsbüro Markstein, Emmendingen:**
  - [U4] Lage- und Höhenkoordinaten der Erkundungspunkte, per E-Mail am 09.03.2020
- **Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 5, Ref. 53.2:**
  - [U5] Ganglinien, Datenreihen und Messpunkthöhen der amtlichen Grundwassermessstellen 0141/069-8 und 0194/069-9
- **Ingenieurgruppe Geotechnik, Kirchzarten:**
  - [U6] Geotechnische Berichte zu Bauvorhaben in der näheren Umgebung
  - [U7] Honorarangebot zum Bauvorhaben, 22.01.2020
  - [U8] Allgemeine geotechnische Unterlagen aus unserem Archiv (z. B. geologische und hydrogeol. Karten)

### 3 Baugrund

#### 3.1 Baugrunderkundung

##### 3.1.1 Geotechnische Untersuchungen

Vor Erkundung des Baugrundes wurden die Unterlagen aus dem Archiv der Ingenieurgruppe Geotechnik ausgewertet.

Der Schichtenaufbau wurde am 10.03.2020 stichprobenartig durch sechs 2,0 m bis 2,4 m tiefe **Kleinrammkernbohrungen (d = 40 - 80 mm)** erkundet. Eine Tieferführung der Bohrungen war aufgrund großer Bohrwiderstände nicht möglich. In Hinblick auf einen flächenhafteren bzw. tiefer reichenden Baugrundaufschluss wurden daher ergänzend am 11.03.2020 zwei **Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-15** bis in Tiefen von 2,1 m bzw. 5,0 m zur Ermittlung der Lagerungsdichte der überwiegend körnigen Erdstoffe durchgeführt. Aufgrund großer Sondierwiderstände musste eine Sondierung einmal umgesetzt werden. Die Bohrungen wurden nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien in Anlehnung an DIN EN ISO 14688 bzw. 14689 (Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden bzw. Fels) aufgenommen. Die Ansatzpunkte der Bohrungen bzw. Sondierungen wurden nach Lage und Höhe durch das Vermessungsbüro Markstein, Emmendingen, im Gelände eingemessen [U4].

Im Lageplan der Anlage 1.2 sind die Ansatzpunkte der Untergrundaufschlüsse angegeben. Die Erkundungsergebnisse sind in der Anlage 2.1 ff dargestellt.

An kennzeichnenden Erdstoffproben aus den Bohrungen wurden **Laborversuche** zur geotechnischen Klassifizierung und zur Festlegung von Bodenkennwerten ausgeführt (tabellarische Zusammenstellung, s. Anlage 3.1, Korngrößenverteilungen, s. Anlage 3.2, Konsistenzgrenzen, s. Anlage 3.3, Wassergehalte, s. Anlage 3.4).

Aufgrund der größten Aufschlusstiefe wurde die Rammsondierung RS1 zu einer bauzeitlichen Grundwassermessstelle ausgebaut. Hier und in zwei amtlichen Messstellen [U5] erfolgten **Stichtagmessungen** am 11.03. und 19.03.2020.

### 3.1.2 Umwelttechnische Untersuchungen

Aus den entnommenen Proben wurden durch das Büro Solum, Freiburg, entsprechende Mischproben erstellt, um die orientierende Schadstoffuntersuchung vorzunehmen (siehe Anhang A). Eine historische Recherche für das Baugrundstück wurde nicht durchgeführt. Hinsichtlich der Zusammensetzung und der schadstofftechnischen Einstufung können folgende Schichten unterschieden werden (detaillierte Schichtbeschreibung, s. Kapitel 3.2):

**Tabelle 1:** Probenmanagement (Verzeichnis der Analyseproben und Analysenumfang)

Homogenbereich	Material	Probe	Tiefe [m]	Einzelproben/ Tiefe [m]	Analysenumfang
Oberboden	Schluff, sandig bis feinsandig, schwach tonig	MP1	0,00-0,45	BS1-1; 0,00-0,15 BS2-1; 0,00-0,35 BS3-1; 0,00-0,35 BS4-1; 0,00-0,45 BS5-1; 0,00-0,40 BS6-1; 0,00-0,15	PAK, Arsen, Schwermetalle, pH-Wert
Decklage	Ton, schluffig, schwach sandig	MP2	0,25-1,30	BS1-3; 0,80-1,30 BS2-2; 0,45-0,70 BS4-2; 0,50-0,60 BS4-3; 0,70-0,90 BS5-2; 0,50-0,60 BS6-2; 0,25-0,70 BS6-3; 0,85-1,05 BS6-4; 1,15-1,25	Arsen, Schwermetalle

Die Einstufung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse erfolgt nach folgenden Schriften:

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung, Berlin, 1999
- Umweltministerium Baden-Württemberg (Hrsg): Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV Boden), Stuttgart, 2007

- Umweltministerium Baden- Württemberg: Anwendung der VwV Boden bei großflächig erhöhten Schadstoffgehalten; Az.: 5-8982.31/6, vom 27. Juli 2016

### 3.2 Geländeverlauf und Untergrundaufbau

Das Baugebiet liegt in vergleichsweise flachem Gelände am nördlichen Ortsrand von Merdingen und wird derzeit landwirtschaftlich genutzt (Ackerflächen und Streuobstwiesen). Die südlich an das Baufeld angrenzende Bebauung liegt teilweise bis zu ca. 1,5 m über dem Geländeniveau im Bereich des Baugebiets, was eine großflächige Geländeauffüllung vermuten lässt. Die Kreisstraße K4929 führt durch das Baugebiet hindurch.

Nach der entsprechenden geologischen Karte des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Baden-Württemberg, wird der Untergrund im geplanten Baugebiet durch mittel- bis jungeszeitliche Kiese der Ostrheinrinne (Neuenburg-Formation) aufgebaut, die von einer bindigen Decklage (holozäne Abschwemmmassen und Hochflutsedimente) überlagert werden (Geologische Karte des LGRB-Kartenviewers, abgerufen am 26.03.2020).

Das aus den Baugrundaufschlüssen abgeleitete Baugrundmodell ist in den Anlagen 2.1 ff. dargestellt. In den Aufschlüssen wurde folgender Aufbau von Bodenschichten/Homogenbereichen festgestellt:

▸ **Oberboden (Mutterboden)**

Schichtunterkante:	ca. 0,2 bis 0,5 m u. GOF
Zusammensetzung:	Schluff, schwach bis stark tonig, sandig bis feinsandig, einzelne Kiesgerölle, durchwurzelt
Farbe:	braun
Geotechnische Beurteilung:	Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten nicht geeignet.
Umwelttechnische Beurteilung:	Die Mischprobe MP1 überschreitet die Vorsorgewerte für PAK nach BBodSchV (1999). Prüfwerte werden nicht überschritten. Umweltgefährdungen werden weitgehend ausgeschlossen. Zur abfallrechtlichen Orientierung kann das Oberbodenmaterial hilfsweise nach VwV Boden (2007) mit dem Zuordnungswert Z1.2 eingestuft werden.

▸ **Decklage**

Schichtunterkante:	ca. 0,6 bis 1,4 m u. GOF
Zusammensetzung:	Ton, schluffig, schwach sandig bis feinsandig, einzelne Kiesgerölle, teilweise auch kiesig, durchwurzelt (nach DIN 18196 TM/TL, s. Anlage 3.3) und Schluff, feinsandig, schwach tonig bis tonig, (lössartig)
Konsistenz:	steif, weich bis steif
Farbe:	braun bis grau, Ton tlw. rotbraun
Geotechnische Beurteilung:	Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten nur bedingt geeignet; es ist sehr wasser- und frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach ZTVE-StB17) und weist eine vergleichsweise geringe Scherfestigkeit sowie relativ große Zusammendrückbarkeit auf.
Umwelttechnische Beurteilung:	Die Mischprobe (MP2) der Auffüllung wird nach VwV Boden (2007) mit Z0 eingestuft. Umweltgefährdungen werden nicht angenommen

▸ **Rheinkiese**

Schichtunterkante:	nicht festgestellt, tiefer als für übliche Wohnbauvorhaben maßgebend, bis 5 m u. GOF indirekt mittels Rammsondierung erschlossen
Zusammensetzung:	bis ca. 0,7 bis 1,9 m u. GOF (Rheinkiese verlehmt): Kies, schwach sandig bis sandig, schwach schluffig bis schluffig, schwach tonig bis tonig, im nordöstlichen Bereich (BS2) rollkiesartige Schicht ca. 1,7 m u. GOF; darunter: Kies, sandig, bereichsweise schwach schluffig (Feinanteil ca. 4 bis 6 Gew.-%, s. Anlage 3.2); erfahrungsgemäß werden die Kiessande mit zunehmender Tiefe sauber
Lagerungsdichte:	dicht bis sehr dicht, lokal mitteldicht und locker (RS1)
Farbe:	braun bis grau
Geotechnische Beurteilung:	Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten gut geeignet; es ist gering bis sehr wasser- und frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F1 - F3 nach



ZTVE-StB17) und weist eine hohe Scherfestigkeit sowie eine geringe Zusammendrückbarkeit auf.

Umwelttechnische Beurteilung:

keine Untersuchung durchgeführt, da kein Schadstoffverdacht

### 3.3 Geotechnische / Umwelttechnische Einstufung und Bodenkennwerte

Bei der Ausschreibung der Erdarbeiten kann von der Beschreibung in Kapitel 3.2 und der Einstufung in Anlage 4.1 ausgegangen werden.

Bei erdstatischen Berechnungen kann von den in der Anlage 4.2 angegebenen mittleren charakteristischen Bodenkennwerten ausgegangen werden.

### 3.4 Wasserverhältnisse

**Allgemeine Angaben zu den Grundwasserverhältnissen:** Im Untersuchungsbereich ist ein zusammenhängender Grundwasserspiegel (GWS) ausgebildet, wobei die durchlässigen Rheinkiese Grundwasserleiter sind. In der feinkörnigen Decklage können zudem Schicht- und Stauwässer vorhanden sein, deren Wasserführung in Abhängigkeit von den jeweiligen Niederschlagsverhältnissen wechselhaft ist. Erfahrungsgemäß handelt es sich dabei aber nicht um dauerhafte, sondern nur um temporäre Wasservorkommen. Nach dem Grundwassergleichenplan für den Raum Colmar - Freiburg (Hrsg. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 1999) strömt das Grundwasser mit einem sehr geringen Gefälle von rund 0,03 % in Richtung Nordosten.

Das geplante Baugebiet liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Stand: 26.03.2020) außerhalb von Wasserschutzgebieten.

**Festgestellter Grundwasserstand:** In der bauzeitlichen Grundwassermessstelle RS1 sowie in den amtlichen Grundwassermessstelle 0141/069-8 (etwa 850 m nordöstlich des geplanten Baugebiets) und 0194/069-9 (etwa 750 m südwestlich des geplanten Baugebiets) wurden folgende Wasserstände gemessen:

Messstelle	Datum	Wasserspiegel [mNN]	Flurabstand [m]
RS1	11.03.2020	190,45	2,29
	19.03.2020	190,43	2,31
0141/069-8	07.03.2020	190,37	1,63
	11.03.2020	190,37	1,63
	19.03.2020	190,35	1,65
0194/069-9	11.03.2020	190,48	3,78
	19.03.2020	190,47	3,79

### **Grundwasserschwankung und Grundwasserhöchststand (Bemessungswasserstand):**

Die Abschätzung der Grundwasserschwankung und des Grundwasserhöchststandes (Bemessungswasserstand) erfolgt mit Hilfe langjähriger Grundwasserstandsmessungen der amtlichen Grundwassermessstellen 0141/069-8 (ausgewerteter Zeitraum: 1958-2020) und 0194/069-9 (ausgewerteter Zeitraum: 1980-2020) sowie aus Ergebnissen geohydrologischer Untersuchungen von Bauvorhaben in der näheren Umgebung.

Zum Zeitpunkt der Stichtagsmessungen am 11.03.2020 und 19.03.2020 lag der gemessene Grundwasserstand bei der Grundwassermessstelle 0141/069-8 ca. 0,04 m über dem langjährigen mittleren Grundwasserstand in Höhe von MW = 190,32 mNN und ca. 0,44 m unter dem langjährigen mittleren Hochwasserstand von MHW = 190,80 mNN. Der höchste gemessene Wasserspiegel lag am 24.05.1983 bei HHW = 191,47 mNN.

Diese Ergebnisse stimmen gut überein mit den Messungen an den gleichen Stichtagen bei der Grundwassermessstelle 0194/069-9. Hier lag der gemessene Grundwasserstand zum Zeitpunkt der o. g. Stichtagsmessungen ca. 0,12 m über dem langjährigen mittleren Grundwasserstand in Höhe von MW = 190,36 mNN und ca. 0,41 m unter dem langjährigen mittleren Hochwasserstand von MHW = 190,89 mNN. Der höchste gemessene Wasserspiegel in der Grundwassermessstelle 0194/069-9 datiert vom 30.05.1983 und lag bei HHW = 191,47 mNN.

Überträgt man diese Werte unter Berücksichtigung des Grundwassergefälles auf das Neubaugebiet, welches sich ca. mittig zwischen den beiden o. g. Grundwassermessstellen befindet, ist für das Baugebiet von folgenden maßgebenden Grundwasserstandswerten auszugehen:

Mittlerer Wasserstand MW	ca. 190,4 mNN
Mittlerer Hochwasserstand MHW	ca. 190,9 mNN
Höchster Wasserstand HHW	ca. 191,6 mNN

Als Bemessungswasserstand (BW) wird im Hinblick auf die Trockenhaltung und Auftriebssicherheit von Bauwerken üblicherweise von einem sog. 100-jährigen Grundwasserhochstand ( $HW_{100}$ ) ausgegangen. Dieser lässt sich durch einen Zuschlag (Beobachtungszeitraum < 100 Jahre, größerer Abstand zum Baugelände usw.) von 0,5 m auf den bisher höchsten gemessenen Grundwasserstand (HHW) abschätzen. Daraus ergibt sich für das Baufeld ein Bemessungswasserstand von:

$$\mathbf{BW = 192,1 \text{ mNN}}$$

Unabhängig von den Grundwasserverhältnissen kann sich in der feinkörnigen Decklage witterungsabhängig Wasser bis zur Geländeoberfläche (GOF) aufstauen, was bei der Abdichtung erdberührter Bauteile zu beachten ist (s. Abschnitt 4.2).

## 4 Geotechnische Beratung

### 4.1 Allgemeine Geotechnische Randbedingungen

Das Baugebiet „Inneres Gratzfeld – Neuweg“ befindet sich in ebenem, bislang unbebautem Gelände, das derzeit als landwirtschaftliche Fläche genutzt wird. Es ist eine Bebauung mit Wohngebäuden vorgesehen. Der Untergrund wird unter einer ca. 0,6 bis 1,4 m dicken bindigen Decklage von Rheinkiesen aufgebaut, die im Schichtoberen erhöhte Feinkorngehalte aufweisen und infolge dessen als sehr wasser- und frostempfindlich einzustufen sind. Darunter sind die Rheinkiese als gering bis mittel wasser- und frostempfindlich und gut tragfähig zu bezeichnen. In den Rheinkiesen muss bei mittleren Grundwasserständen ab einer Tiefe von ca. 2,2 m u. GOF mit einem zusammenhängenden Grundwasserhorizont gerechnet werden (s. Abschnitt 3.4). Nach länger anhaltender feuchter Witterung kann in den bindigen Böden der Decklage außerdem Stau- und Sickerwasser vorhanden sein.

Für das Baugebiet liegt derzeit keine konkrete Planung vor. Für die nachfolgenden Angaben gehen wir daher davon aus, dass die Kanalsohlen in üblichen Tiefen von etwa 2 bis 3 m un-

ter der derzeitigen GOF liegen werden. Für die Verkehrsflächen wird nach eigener Einschätzung von einer Belastungsklasse Bk1,0 nach RStO 12 (typische Wohnstraßen) ausgegangen. Diese Annahmen sind seitens des Planers im Zuge der weiteren Planung zu überprüfen.

#### 4.2 Allgemeine geotechnische Angaben zum Hochbau

**Allgemeines:** Die nachfolgend gemachten Angaben sind allgemeiner und orientierender Art und ersetzen nicht eine gezielte geotechnische Erkundung und Beratung für konkrete Bauvorhaben.

**Untergrund:** Bei **nicht unterkellerten** Gebäuden sind im Einflussbereich der Gründung die bindigen Erdstoffe der Decklage mit geringer Tragfähigkeit und großer Zusammendrückbarkeit vorhanden. Bei **unterkellerten** Gebäuden liegen im Bereich der Gründungssohlen die zum Lastabtrag geeigneten Rheinkiese vor.

**Gründungsart:** Bei üblichem Lastniveau können nicht unterkellerte Gebäude im Baugebiet **flach auf Einzel- und Streifenfundamenten** bzw. einer **tragenden Bodenplatte** gegründet werden. Erforderliche Zusatzmaßnahmen (Bodenaustausch oder einheitliche Tieferführung bis auf die Rheinkiese) hängen von der tatsächlichen Höhenlage der Bauwerke und ggf. geplanter Geländeaufschüttungen ab. Sind Unterkellerungen vorgesehen, empfiehlt sich grundsätzlich aufgrund der erforderlichen Abdichtung die Gründung auf einer **tragenden Bodenplatte**.

**Berücksichtigung der Wasserverhältnisse:** Wie in Abschnitt 3.4 erläutert, muss mit Grundwasser und in den anstehenden Erdstoffen der Decklage witterungsabhängig mit Sicker- und Stauwasser gerechnet werden. Bei Ausführung einer einfachen **Unterkellerung** liegt die Gründungsebene i. d. R. weniger als 3 m unter GOF. Für die Abdichtung von erdberührten Bauteilen nach DIN 18533-1:2017-07 (Abdichtung von erdberührten Bauteilen, Teil 1) ist die **Wassereinwirkungsklasse W2.1-E** (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser) maßgebend (nach vorheriger Norm: DIN 18195-1, Bauwerksabdichtungen Teil 1, Tab.1: Abdichtung gegen drückendes Wasser). Der für die Abdichtung maßgebende Wasserstand ist an GOF anzusetzen.

Sofern die Gründungsebene der geplanten Bebauungsobjekte tiefer als 3 m unter GOF liegt, ist für die Abdichtung von erdberührten Bauteilen nach DIN 18533-1:2017-07 (Abdichtung von erdberührten Bauteilen, Teil 1) die **Wassereinwirkungsklasse W2.2-E** (hohe Einwir-

kung von drückendem Wasser) anzusetzen (nach vorheriger Norm: DIN 18195-1, Bauwerksabdichtungen Teil 1, Tab.1: Abdichtung gegen drückendes Wasser). Der für die Abdichtung maßgebende Wasserstand ist an GOF anzusetzen.

In beiden Fällen ist gemäß WU-Richtlinie die Beanspruchungsklasse 1 maßgebend.

Ins Erdreich einbindende Bauteile müssen **auftriebssicher** ausgebildet werden.

**Bauzeitliche Wasserhaltung:** Bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen werden in Abhängigkeit der Tiefenlage der geplanten Bauwerke sowie der Grundwasserstände zum Zeitpunkt des Baugrubenaushubs erforderlich.

Im Rahmen einer Vorbemessung der Wasserhaltung kann für das Untersuchungsgebiet nach den Karten zur Durchlässigkeitsverteilung des oberen Grundwasserleiters (LRGB-Kartenviewer, abgerufen am 27.03.2020) ein **mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert** der Rheinkiese von ca.  $k_f = 5 \cdot 10^{-4}$  m/s angesetzt werden.

Für Wasserhaltungsmaßnahmen muss bei den zuständigen Behörden grundsätzlich ein Erlaubnisverfahren eingeleitet werden.

### 4.3 Kanalbau

Ausgehend von üblichen Kanaltiefen von bis zu ca. 3 m Tiefe (s. o.) werden die Kanalsohlen in den Rheinkiesen liegen (s. Anlagen 2.1 ff). Eine detaillierte Planung liegt noch nicht vor.

**Kanalgräben:** Für den Bau der Leitungen ist der Aushub von Gräben erforderlich. Grundsätzlich sind bei der Planung und Ausführung von Gräben die Angaben der DIN 4124 (Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau) zu beachten. Der Leitungseinbau und die Grabenverfüllung müssen nach den Vorgaben der DIN 4033 (Entwässerungskanäle und Leitungen) bzw. der EN1610 (Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen) erfolgen.

Freie Kanalgrabenböschungen sind je nach den bodenmechanischen Eigenschaften des örtlichen Untergrundes nur bis zu einem bestimmten Grenzneigungswinkel ohne Verbau ausreichend standsicher. Bei den gegebenen Untergrundverhältnissen kann bis zu einer erforderlichen Tiefe von ca. 3 m u. GOF unter einem Winkel von  $\beta = 45^\circ$  abgeböschert werden. Bei Schichtwasseraustritten bzw. unterhalb des Grundwassers müssen die Böschungen weiter abgeflacht oder mit u. g. Maßnahmen gesichert werden. An der Böschungsoberkante ist

ein lastfreier Streifen mit einer Breite von mindestens 2 m vorzusehen. Die Baugrubenböschungen sind durch geeignete Maßnahmen vor Witterungseinflüssen zu schützen.

**Sicherungsmaßnahmen:** Bei auftretenden Schichtwasseraustritten und ggf. unterhalb des Grundwassers sollten die Leitungsgräben zur Vermeidung von Nachbrüchen mit üblichen Verbautafeln oder dergleichen gesichert werden. Die Sicherung muss grundsätzlich kraftschlüssig ausgeführt werden.

**Rohraufleger:** Bei den angetroffenen Untergrundverhältnissen sind auf Höhe der Kanalsohlen vergleichsweise feinkornarme Rheinkiese vorhanden. Nach Nachverdichtung der Aushubsohlen ist keine zusätzliche Tragschicht unterhalb der Rohrbettung erforderlich.

Die Bemessung der Rohrleitungen kann unter Ansatz der in Anlage 4.2 angegebenen Kennwerte nach den Richtlinien des Arbeitsblattes ATV-DVWK-A 127 (Statische Berechnung von Abwasserkanälen und -leitungen, 3. Aufl., korrigierter Nachdruck, April 2008) erfolgen. Die Anforderungen an das Rohraufleger sind mit dem Hersteller anzustimmen.

**Auftriebssicherheit:** Je nach Tiefenlage der Kanäle und vorherrschenden Grundwasserverhältnissen liegen die Kanalsohlen unterhalb des Grundwassers. Die Auftriebssicherheit unter Berücksichtigung des Bemessungswasserstandes (vgl. Abschnitt 3.4) ist daher sicherzustellen.

**Wasserhaltung:** Grundsätzlich sollten die Kanaltiefen so gering als möglich gehalten werden, um den Aufwand für Wasserhaltungsmaßnahmen zu minimieren.

Bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen werden in Abhängigkeit von der Kanaltiefe und des Grundwasserstandes zum Zeitpunkt des Baugrubenaushubs erforderlich. Je nach Einbindung in das Grundwasser und Wasserzufluss ist ggf. auch eine geschlossene Wasserhaltung mit Brunnen erforderlich.

Für Wasserhaltungsmaßnahmen muss bei den zuständigen Behörden grundsätzlich ein Erlaubnisverfahren eingeleitet werden.

**Grabenverfüllungen:** Der Leitungseinbau und die Grabenverfüllung müssen kraftschlüssig und mit ausreichender Verdichtung nach den Vorgaben der ZTVE-StB 17 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau) erfolgen. Die bei Herstellung der Kanalgräben anfallenden Rheinkiese sind aus geotechnischer Sicht grundsätzlich für den Wiedereinbau in den Kanalgräben geeignet, sofern diese einen geeigneten Wassergehalt nahe dem Proctorwassergehalt  $w_{Pr}$  (ggf. Abtrocknung bzw. Bodenverbesserungsmaßnahmen der verlehnten Rheinkiese erforderlich) aufweisen.



Das oberflächennah anstehende, vergleichsweise witterungsanfällige Aushubmaterial der Decklage wurde bei den Untersuchungen mit i. d. R. weicher bis steifer Konsistenz aufgeschlossen und ist daher nur mit entsprechenden Zusatzmaßnahmen (Abtrocknung, Bindemittelzugabe) für die Verfüllung der Leitungsgräben geeignet.

Unabhängig von der Art der Materialien für die Kanalgrabenverfüllungen müssen diese während der Lagerung grundsätzlich vor Witterungseinflüssen geschützt werden.

Bei der Wiederverfüllung der Gräben sind Querschotter z. B. aus gering durchlässigem Bodenmaterial oder Beton einzuziehen, um bevorzugte Wasserwegsamkeiten entlang der wiederverfüllten Leitungsgräben zu vermeiden.

#### 4.4 Verkehrsflächen

**Allgemeines:** Die angrenzende Bebauung liegt teilweise über dem ursprünglichen Geländeneiveau. Angaben zu Geländeaufschüttungen im Baugebiet liegen nicht vor. Bei der Durchführung von Geländeaufschüttungen sind die folgenden Angaben zu überprüfen, da ggf. wirtschaftlichere Lösungen möglich sind.

Verkehrsflächen sind grundsätzlich gem. den Vorgaben der RStO 12 und der ZTVE-StB 17 herzustellen. Für die Verkehrsflächen wird nach eigener Einschätzung von einer Belastungsklasse Bk1,0 (typische Wohnstraßen) ausgegangen. Diese Annahme ist seitens des Planers zu überprüfen.

**Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus:** Nach Abschieben des Oberbodens sind im anstehenden Untergrund die feinkörnigen Erdstoffe der Decklage vorhanden. Entsprechend RStO 12 beträgt die erforderliche Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus (ab OK Verkehrsfläche) unter Berücksichtigung u. a. einer Frostempfindlichkeitsklasse F3 (nach ZTVE-StB 17) und einer Frosteinwirkungszone I und ungünstigen Wasserverhältnissen für die Belastungsklasse Bk1,0:  $d_{\text{Frost}} = 0,65 \text{ m}$ . Die Dicke der Frostschutzschicht ergibt sich dann zunächst in Abhängigkeit der gewählten Bauweise nach den Tafeln 1 bis 3 der RStO. Unabhängig davon muss bei einer geforderten Tragfähigkeit auf dem Planum (UK Frostschutzschicht) von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  zum Erreichen eines geforderten Wertes  $E_{v2} \geq 120$  auf OK Frostschutzschichten die Dicke der Frostschutzschicht mindestens 0,35 m betragen.

**Unterbau:** Es ist davon auszugehen, dass die nach RStO 12 auf dem Planum (bindige Erdstoffe der Decklage) geforderte Tragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  (Verformungsmodul bei Wiederbelastung beim statischen Plattendruckversuch) auch durch Nachverdichtung nicht

erreicht wird, weshalb unterhalb der Frostschutz-/Tragschicht ein **Bodenaustausch** aus geeigneten körnigen, weit gestuften und gut verdichtbaren Materialien erforderlich ist (z. B. Kiessande, Schottergemische oder vergleichbar güteüberwachte Recyclingmaterialien, nicht zwingend frostsicher). Bei Annahme eines Wertes  $E_{v2} = 10 \text{ MN/m}^2$  auf dem Planum kann zunächst für eine Vordimensionierung / Kostenschätzung von einer Dicke des Bodenaustauschs von ca. 0,40 m ausgegangen werden, was im Zuge der Baumaßnahme auf der Grundlage von auf dem Planum durchzuführender statischer Plattendruckversuche (nach DIN 18134) zu überprüfen ist.

Anstelle eines Bodenaustausches (s. o.) kann die erforderliche Tragfähigkeit im Planum auch durch eine **Bindemittelzugabe** erreicht werden. Für eine Kostenschätzung kann bei den vorliegenden Verhältnissen zunächst angenommen werden, dass hierzu ca. 2 bis 3 M.-% Bindemittel (Mischbinder: ca. 70 % Weißfeinkalk/ca. 30 % Feinzement) bis mindestens 0,4 m unter das Planum gleichmäßig einzufräsen ist, was im Zuge der Baumaßnahme in Testfeldern zu überprüfen ist. Zu berücksichtigen ist, dass bei einer Bodenverbesserung durch Einfräsen von Mischbinder mit Staubentwicklungen gerechnet werden muss. Entsprechend ist im Vorfeld zu prüfen, inwieweit das Umfeld von dieser Maßnahme betroffen sein wird bzw. ob für das Umfeld die auftretende Staubentwicklung zumutbar ist.

**Planum:** Die feinkörnigen Erdstoffe der Decklage sind witterungs- und frostempfindlich, weshalb die Aushubsohlen nur in kleinen, der Witterung angepassten Abschnitten freizulegen und umgehend mit o. g. Maßnahmen (z. B. Bodenaustausch) zu schützen sind. Das Planum darf nicht mit schweren Baufahrzeugen oder Radfahrzeugen befahren werden; ggf. sind entsprechende Baustraßen anzulegen.

**Entwässerung der Tragschicht:** In die Frostschutz-/Tragschicht einsickerndes Niederschlagswasser kann sich im Planum auf den nur wenig durchlässigen Erdstoffen aufstauen. Der Oberbau ist deshalb durch geeignete Maßnahmen zu entwässern.

## 4.5 Verwendung des Aushubmaterials

### 4.5.1 Geotechnische Hinweise

Aus geotechnischer Sicht sind die Materialien der Decklage und die verlehnten Rheinkiese aufgrund ihres bindigen Charakters bzw. hohen Feinkornanteils ohne Maßnahmen zur Bodenverbesserung (Bindemittelzugabe) nur für untergeordnete Schüttungen (z. B. zur Geländemodellierung im Bereich der Freiflächen) zu verwenden, wo spätere Setzungen und Nach-



sackungen in Kauf genommen werden können, d. h. wo keine Anforderungen an Tragfähigkeit und das Verformungsverhalten gestellt werden.

Die darunter anfallenden feinkornarmen Rheinkiese sind auch für den Einbau in höherwertigen Geländeauffüllungen geeignet, sofern diese beim Einbau einen geeigneten Wassergehalt (nahe  $w_{Pr}$ ) aufweisen.

#### **4.5.2 Umwelttechnische Hinweise**

Die an den o. g. Oberbodenproben vorgenommenen Untersuchungen ergeben Anreicherungen mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen. Hinsichtlich des Wirkungspfades Boden- Mensch liegen keine Prüfwertüberschreitungen und damit Gefährdungen vor.

Sofern es nach sorgfältiger Prüfung keine Verwendungsmöglichkeit für den Oberboden gibt, kann hilfsweise nach den Vorgaben des Abfallrechts verfahren werden. Unter Anwendung der VwV Boden können die o. g. Proben mit dem Zuordnungswert Z1.2 nach VwV Boden eingestuft werden.

Für die Verwendung des Oberbodens werden folgende Empfehlungen gegeben:

- Innerhalb des Baugrundstücks wird eine Verwendung des Oberbodens in Vergleichslage als möglich angesehen (bei einer Nutzung als Gewerbefläche). Ggf. sollte geprüft werden, ob Beeinträchtigungen des Wirkungspfades Boden- Nutzpflanze bestehen.
- Eine Verwendung des belasteten Oberbodens außerhalb des Baugrundstücks kann ggf. in Bereichen mit großflächig erhöhten PAK- Gehalten erfolgen (vorbehaltlich der Zustimmung des Eigentümers). Die Eignung der Aufbringungsfläche ist vorab zu prüfen
- Falls keine weitere Verwendung des Oberbodenmaterials möglich ist, muss das Material auf eine Deponie verbracht werden. Dafür sind i.d.R. weitere Deklarationsuntersuchungen erforderlich

#### Abfalltechnische Hinweise

##### Verwendung von Boden auf dem Baugrundstück

- Solange umweltrechtlich unbedenkliches Bodenmaterial auf der Baustelle verbleibt, ist es nicht als Abfall einzustufen. Solches Material ist vorrangig, auch zur Vermeidung erhöhter Verwertungskosten, auf der Baustelle zu verwerten.
- Hilfsweise können die im Rahmen dieser Untersuchung vorgenommenen Einstufungen nach Abfallrecht im Hinblick auf die Verwendung von Bodenmaterial auf der Baustelle wie

folgt interpretiert werden: Material der Zuordnungsstufe Z0 (MP2) kann uneingeschränkt verwendet werden

#### Verwertung von Boden außerhalb des Baugrundstücks

- Bodenmaterial, das aus planerischer Sicht nicht mehr benötigt wird und vom Baugrundstück abgefahren werden muss, ist als Abfall einzustufen
- Vorsorglich wird darauf hingewiesen, dass für eine Entsorgung der Aushubmaterialien von Seiten des Entsorgungsunternehmers weitere Beprobungen (bspw. Haufwerksbeprobung) und Laboranalysen (bspw. Vollanalysen nach VwV Boden) gefordert werden können. Eine Abweichung von der bisherigen Einstufung kann nicht ausgeschlossen werden
- Eine Verwertung des unbelasteten Aushubs (MP2) außerhalb des Baugrundstücks ist unter Einhaltung der Einbaukriterien Z0 nach VwV Boden vorbehaltlich der Vorgaben nach BBodSchV (§12, bspw. bei einer Verwendung auf Ackerflächen) möglich

#### Hinweise zur Baubegleitung

Aufgrund der geringen Belastungen kann von einer umwelttechnischen Begleitung abgesehen werden. Sollten Bodenverhältnisse auftreten, die von der vorgenannten Beschreibung abweichen, ist der Gutachter hinzuzuziehen.

#### **4.6 Versickerung von Niederschlagswasser**

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, April 2005) sind Schichten des Untergrundes für eine technische Versickerung geeignet, wenn der Durchlässigkeitsbeiwert der Schicht bei Wassersättigung im Bereich zwischen  $1 \cdot 10^{-3}$  bis  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s liegt.

Die im Baugebiet anstehenden bindigen Böden der Decklage und die verlehnten Rheinkiese erfüllen diese Anforderungen aufgrund ihrer geringen Wasserdurchlässigkeit nicht, so dass hier eine technische Versickerung von Niederschlagswasser ohne weitere Maßnahmen nicht möglich ist.

Denkbar wäre eine Einleitung des Niederschlagswassers über Sickerpackungen (s. u.) in die Rheinkiese, die in einer Tiefe von ca. 0,5 bis 1,5 m unter GOF vorhanden sind. Aufgrund der im Schichtoberen höheren Feinkorngehalte (s. „verlehnte Rheinkiese“ in Anlage 2.1 ff) müssen die Sickerpackungen mindestens 1,0 m, bereichsweise auch tiefer, in die Rheinkiese einbinden, um eine ausreichende Durchlässigkeit der Materialien sicherstellen zu können.

Aus den Sieblinien der Kiessandproben (vgl. Anlage 3.2) wurden mit Hilfe der Kozeny / Carman-Gleichung Durchlässigkeitsbeiwerte für gesättigte Verhältnisse von ca.  $k_f = 3,69 \cdot 10^{-5}$  bis  $2,2 \cdot 10^{-5}$  m/s für die nicht bzw. schwach schluffigen Rheinkiese ermittelt (s. Anlage 5). Diese Werte sind entsprechend DWA-A 138 um den Faktor 5 abgemindert.

Anhand der Auswertung der Korngrößenverteilungen kann für eine Vorbemessung der Versickerungsanlage ein **Bemessungswert  $k_f = 2 \cdot 10^{-5}$  m/s** für die gesättigte Zone angesetzt werden. Dieser Wert wird bei einer Dimensionierung nach DWA-A 138 um den Faktor 2 abgemindert, um die i. d. R. bei einer Versickerung vorherrschenden „ungesättigten“ Verhältnisse zu berücksichtigen. Der o. g. Bemessungs- $k_f$ -Wert ist im Zuge der weiteren Planung spätestens jedoch beim Bau der Versickerungsanlage durch Versickerungsversuche in einem Baggerschurf am geplanten Standort der Versickerungsanlage zu überprüfen.

Zur Gewährleistung einer ausreichend sicheren Versickerungsleistung ist es erforderlich, die Versickerungsanlage hydraulisch wirksam und mechanisch filterfest über Sickerpackungen o. ä. an die feinkornarmen Rheinkiese anzuschließen (Verfüllung der Sickerpackungen z. B. mit sauberem Sand (DIN 18196: SE) oder - bei seitlicher Anordnung eines geotextilen Trennvlieses im Bereich der bindigen Decklage - mit einem feinen Kies/Splitt 2/5 mm). Im Sickerweg dürfen keine Vliese angeordnet werden. Die Sohle der Sickerpackungen darf nicht verdichtet werden.

Wir weisen darauf hin, dass der zur ausreichenden Reinigung des Niederschlagswassers nach DWA-A138 empfohlene Mindestabstand der Sohle der Versickerungsanlage von 1 m zum mittleren jährlichen Hochwasser (MHW) ggf. nicht eingehalten werden kann. Nach Arbeitsblatt DWA-A 138 kann bei unbedenklichen Niederschlagsabflüssen mit geringer stofflicher Belastung in begründeten Ausnahmefällen eine Mächtigkeit des Sickerraumes von weniger als 1 m vertreten werden. Die weitere Planung der Versickerungsanlage ist frühzeitig mit der genehmigenden Fachbehörde abzustimmen. Es wird weiterhin darauf hingewiesen, dass die Versickerungsleistung der Anlage durch den vergleichsweise hohen Grundwasserstand beeinträchtigt wird. Zur Gewährleistung der Entwässerung bei hohen Grundwasserständen oder extremen Niederschlagsereignissen ist in jedem Fall ein Überlauf zur schadlosen Ableitung des Wassers vorzusehen.

Bezüglich der Planung, der Dimensionierung und dem Bau von Versickerungsanlagen wird auf das Arbeitsblatt DWA-A 138 verwiesen.

## 5 Hinweise für die weitere Planung

Zur Begrenzung von Wasserhaltungsmaßnahmen (s. Abschnitt 4.2) ist eine großflächige Geländeaufschüttung empfehlenswert. Die im Abschnitt 4 dieses Berichts gemachten Angaben und Empfehlungen sind dann den neuen Rand- und Untergrundbedingungen entsprechend anzupassen.

## 6 Geotechnische Begleitung der Baumaßnahme

Die geotechnischen und bautechnischen Angaben des Berichtes beruhen auf stichprobenartigen Untergrundaufschlüssen, weshalb sie im Zuge der Aushubarbeiten stichprobenhaft zu überprüfen sind. Folgende Maßnahmen bzw. Bauteile sind vom geotechnischen Sachverständigen stichprobenhaft abzunehmen bzw. zu überwachen:

- Rohrauflager
- Kanalgrabenverfüllung: Eignung der Einbaumaterialien und ausreichende Verdichtung
- Kanalgrabenböschungen
- Abnahme Planum (Erschließungsstraßen)

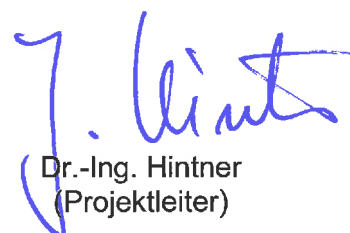
## 7 Schlussbemerkungen

Den Aussagen dieses Berichtes liegen die in Abschnitt 2 genannten Unterlagen zugrunde. Bei Vorliegen einer detaillierten Planung muss überprüft werden, ob die Aussagen auch noch für den neuen Planungsstand zutreffend sind.

Wie bereits erwähnt, sind die im vorliegenden Bericht getroffenen Angaben allgemeiner und orientierender Art. Für die jeweiligen Bauobjekte empfehlen wir eine ergänzende gezielte geotechnische Untersuchung und umwelttechnische Bewertung von entsorgungsrelevantem Material durchzuführen.



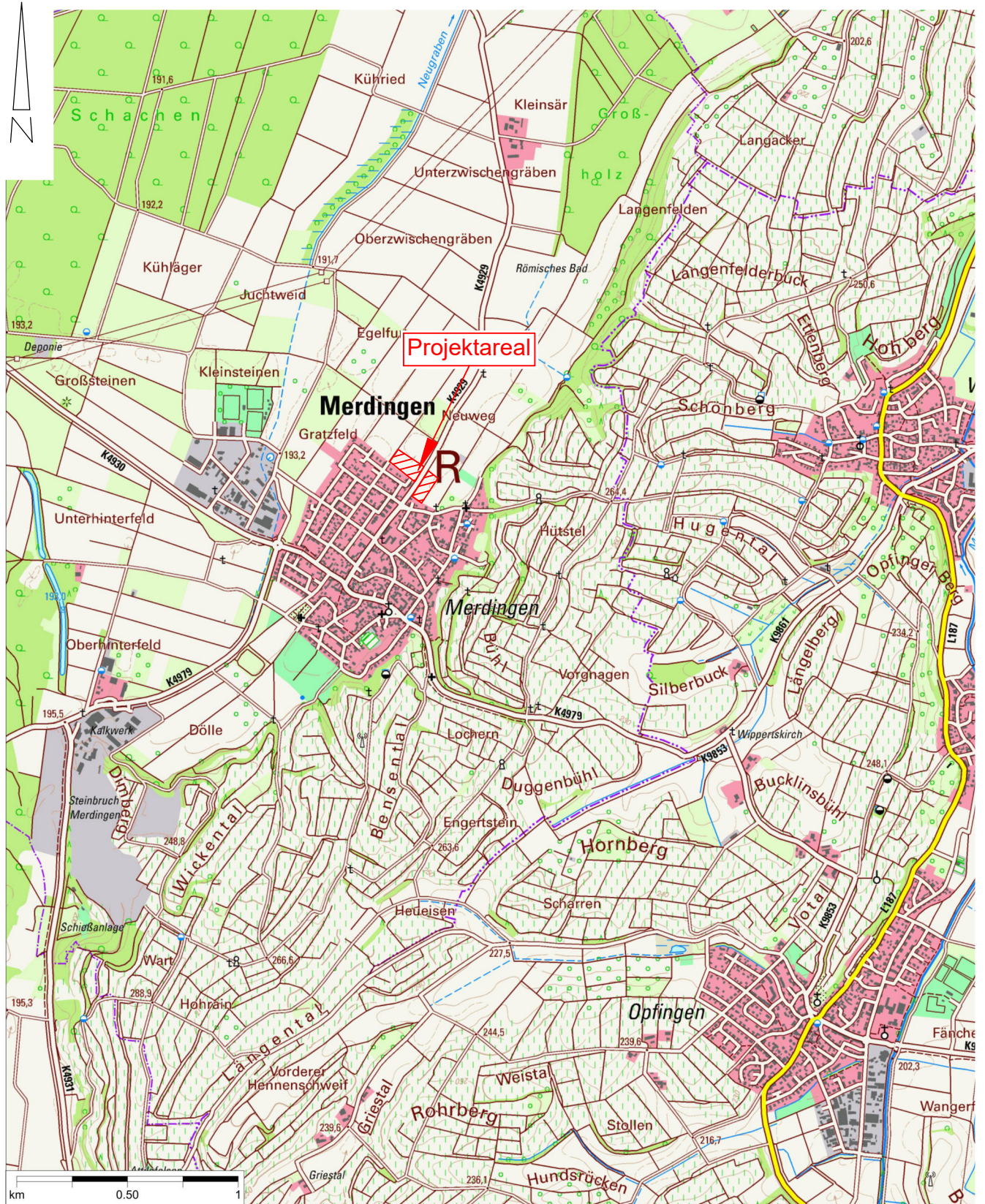
Kiefer, M.Sc.  
(Projektbearbeiter)



Dr.-Ing. Hintner  
(Projektleiter)

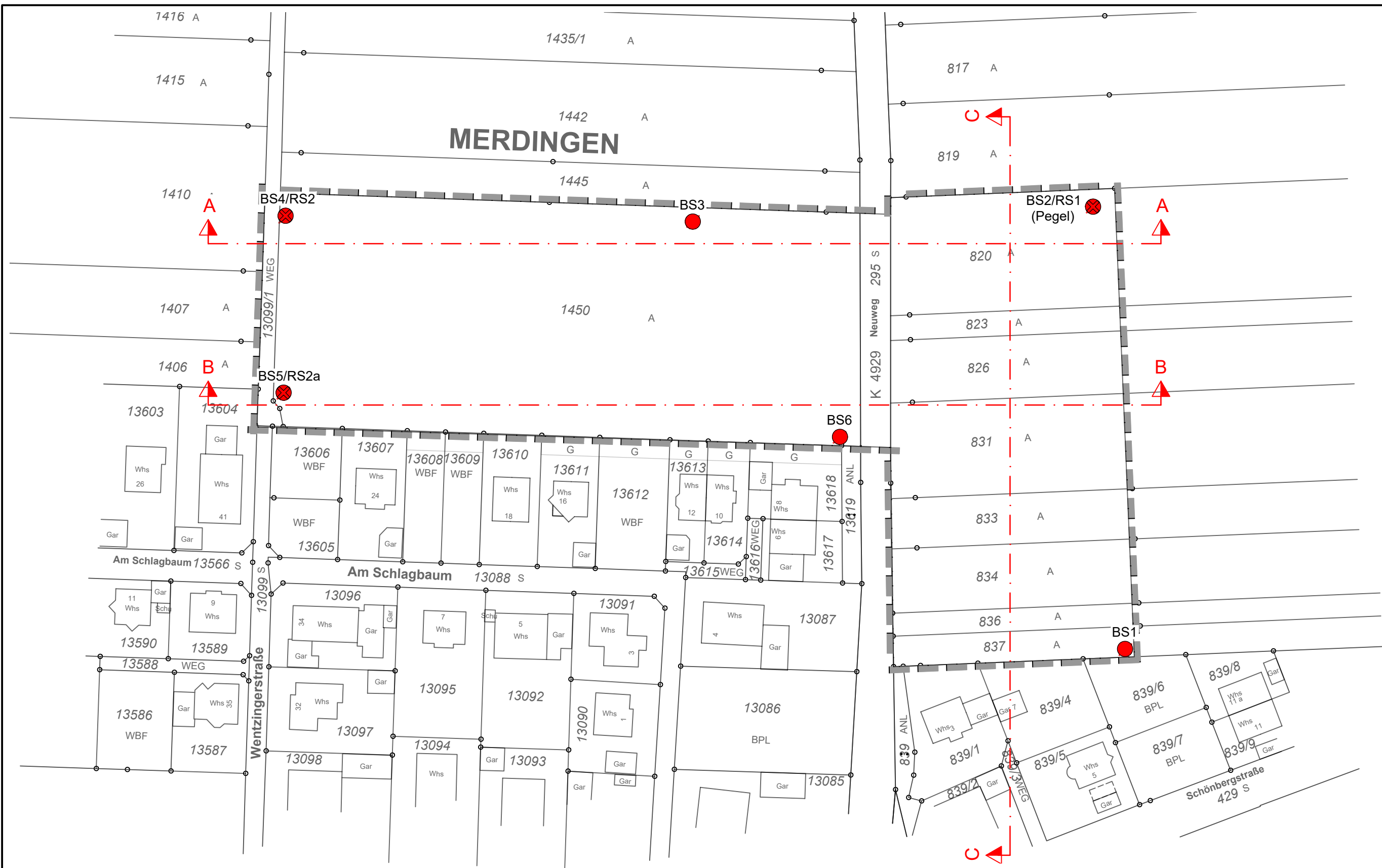


Projekt: Erschließung Baugebiet  
„Inneres Gratzfeld - Neuweg“  
Merdingen



Plangrundlage: Top. Karte Baden-Württemberg  
Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung BW  
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2017





**Zeichenerklärung:**

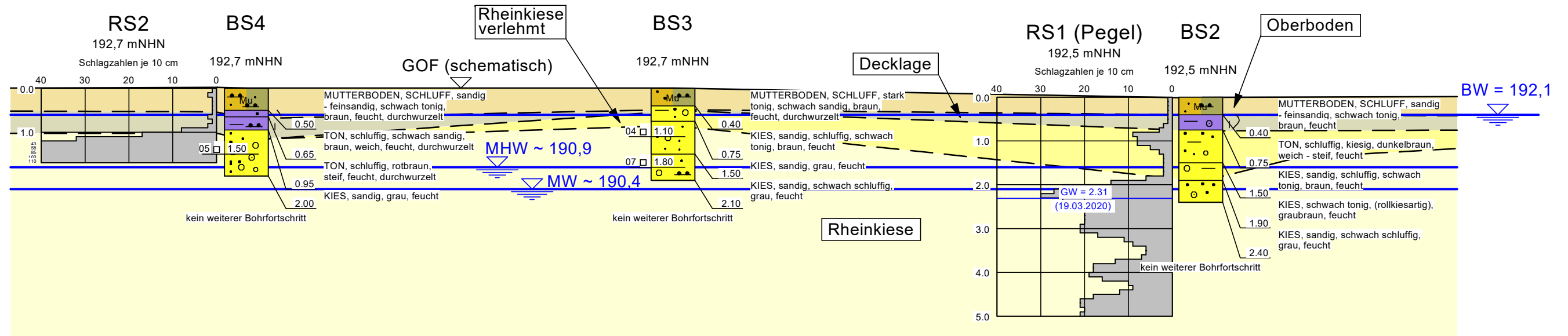
- ✗ RS: Sondierung mit der Schweren Rammsonde DPH-15
- BS: Kleinrammkernbohrung (d = 40-80 mm)

Plangrundlage: Lageplan  
 Vermessungsbüro Markstein, Emmendingen  
 Stand vom 09.03.2020

**Ingenieurgruppe Geotechnik**  
**Hintner • Renk • Scherzinger • Wunsch**  
**Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure**

Lindenbergstraße 12 79199 Kirchzarten  
 Tel.: 07661 / 9391 - 0 Fax: 07661 / 9391 - 75  
 E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de

Projekt: Erschließung Baugebiet „Inneres Gratzfeld - Neuweg“ Merdingen	Projekt - Nr.: 20020/Hi-Ki
	Datum: 06.04.2020/gl
Lageplan	Maßstab: 1 : 1.000 Dateiname: 20020-G-Anlage 1.2



Zeichenerklärung:

- BK Rammkernbohrung
- BS Kleinrammkernbohrung
- SCH Baggerschurf
- RS Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-15
- w natürlicher Wassergehalt
- I<sub>c</sub> Zustandszahl
- c<sub>u</sub> Kohäsion des undrained Bodens (Handflügelsonde)
- GOF Geländeoberfläche
- GOK Geländeoberkante

- SW Sickerwasser
- ▼ e. GW Grundwasser eingespiegelt (Ruhewasserstand)
- ▽ a. GW Grundwasser angetroffen, nicht eingespiegelt
- 2□ 1,0 m gestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe
- 1,0 m Wasserprobe mit Entnahmetiefe

Datei: 20020-G-Anlage 2-1.bop

Ingenieurgruppe Geotechnik  
Hintner • Renk • Scherzinger • Wunsch  
Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure

Lindenbergstraße 12, 79199 Kirchzarten  
Tel.: 07661 / 9391-0 Fax: 07661 / 9391-75  
E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de



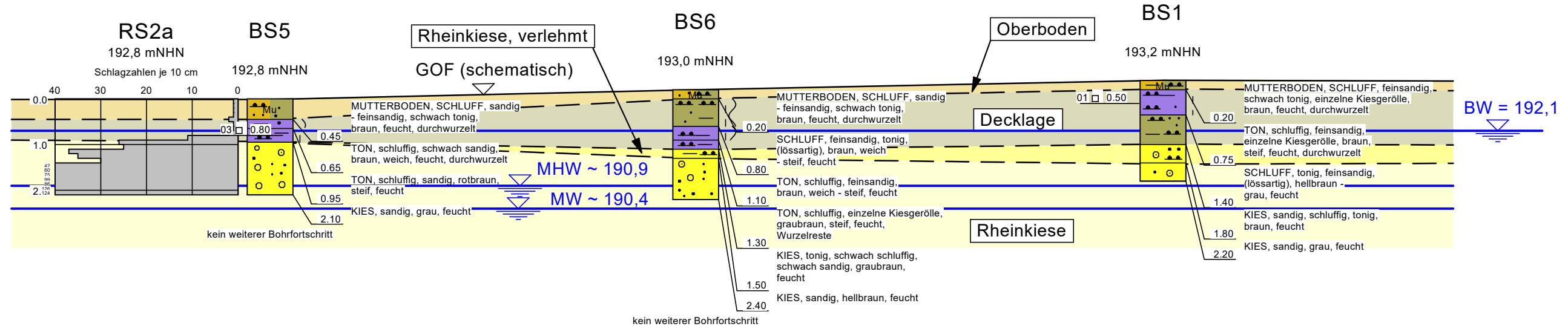
Projekt: Erschließung Baugebiet  
"Inneres Gratzfeld - Neuweg"  
Merdingen

Projekt-Nr.: 20020/Hi-Ki

Maßstab: 1:---/1:100

Ergebnisse Baugrunderkundung (Schnitt A-A)

Datum: 06.04.2020/gl



**Zeichenerklärung:**

- BK Rammkernbohrung
- BS Kleinrammkernbohrung
- SCH Baggerschurf
- RS Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-15
- w natürlicher Wassergehalt
- I<sub>c</sub> Zustandszahl
- c<sub>u</sub> Kohäsion des undrained Bodens (Handflügelsonde)
- GOF Geländeoberfläche
- GOK Geländeoberkante

- SW Sickerwasser
- ▼ e. GW Grundwasser eingespiegelt (Ruhewasserstand)
- ▽ a. GW Grundwasser angetroffen, nicht eingespiegelt
- 2□ 1,0 m gestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe
- 1,0 m Wasserprobe mit Entnahmetiefe

Datei: 20020-G-Anlage 2-2.bop

**Ingenieurgruppe Geotechnik**  
Hintner • Renk • Scherzinger • Wunsch  
Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure

Lindenbergstraße 12, 79199 Kirchzarten  
Tel.: 07661 / 9391-0 Fax: 07661 / 9391-75  
E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de



Projekt: Erschließung Baugebiet  
"Inneres Gratzfeld - Neuweg"  
Merdingen

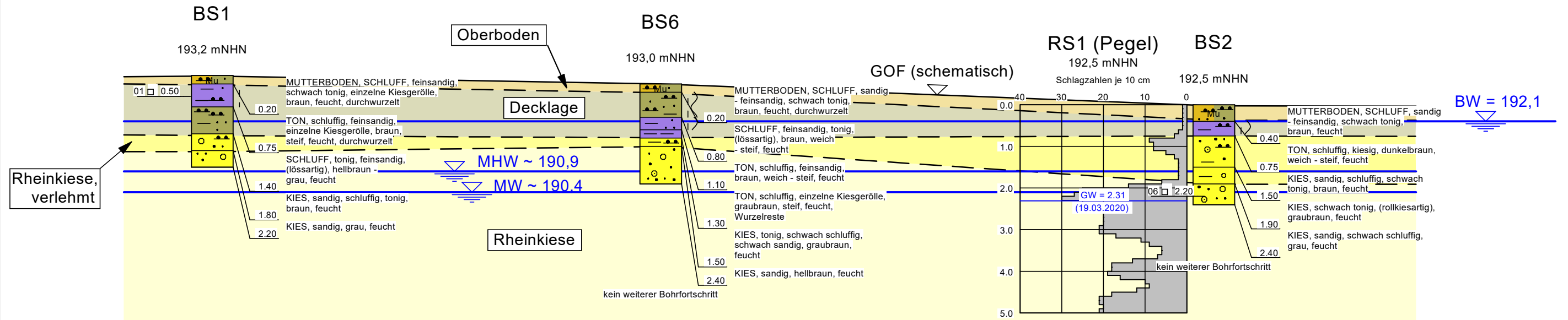
Projekt-Nr.: 20020/Hi-Ki

Maßstab: 1:---/1:100

Ergebnisse Baugrunderkundung (Schnitt B-B)

Datum: 06.04.2020/gl





Zeichenerklärung:

- BK Rammkernbohrung
- BS Kleinrammkernbohrung
- SCH Baggerschurf
- RS Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-15
- w natürlicher Wassergehalt
- I<sub>c</sub> Zustandszahl
- c<sub>u</sub> Kohäsion des undränierten Bodens (Handflügelsonde)
- GOF Geländeoberfläche
- GOK Geländeoberkante

- SW Sickerwasser
- ▼ e. GW Grundwasser eingespiegelt (Ruhewasserstand)
- ▽ a. GW Grundwasser angetroffen, nicht eingespiegelt
- 2□ 1,0 m gestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe
- 1,0 m Wasserprobe mit Entnahmetiefe

Ingenieurgruppe Geotechnik  
 Hintner • Renk • Scherzinger • Wunsch  
 Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure

Lindenbergstraße 12, 79199 Kirchzarten  
 Tel.: 07661 / 9391-0 Fax: 07661 / 9391-75  
 E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de



Projekt: Erschließung Baugebiet  
 "Inneres Gratzfeld - Neuweg"  
 Meringingen

Projekt-Nr.: 20020/Hi-Ki

Maßstab: 1:---/1:100

Ergebnisse Baugrunderkundung (Schnitt C-C)

Datum: 06.04.2020/gl

# Laboruntersuchungen

**Projekt:** Erschließung Baugebiet  
 „Inneres Gratzfeld - Neuweg“  
**Ort:** Merdingen  
**Auftrag:** 20020/Hi-Ki

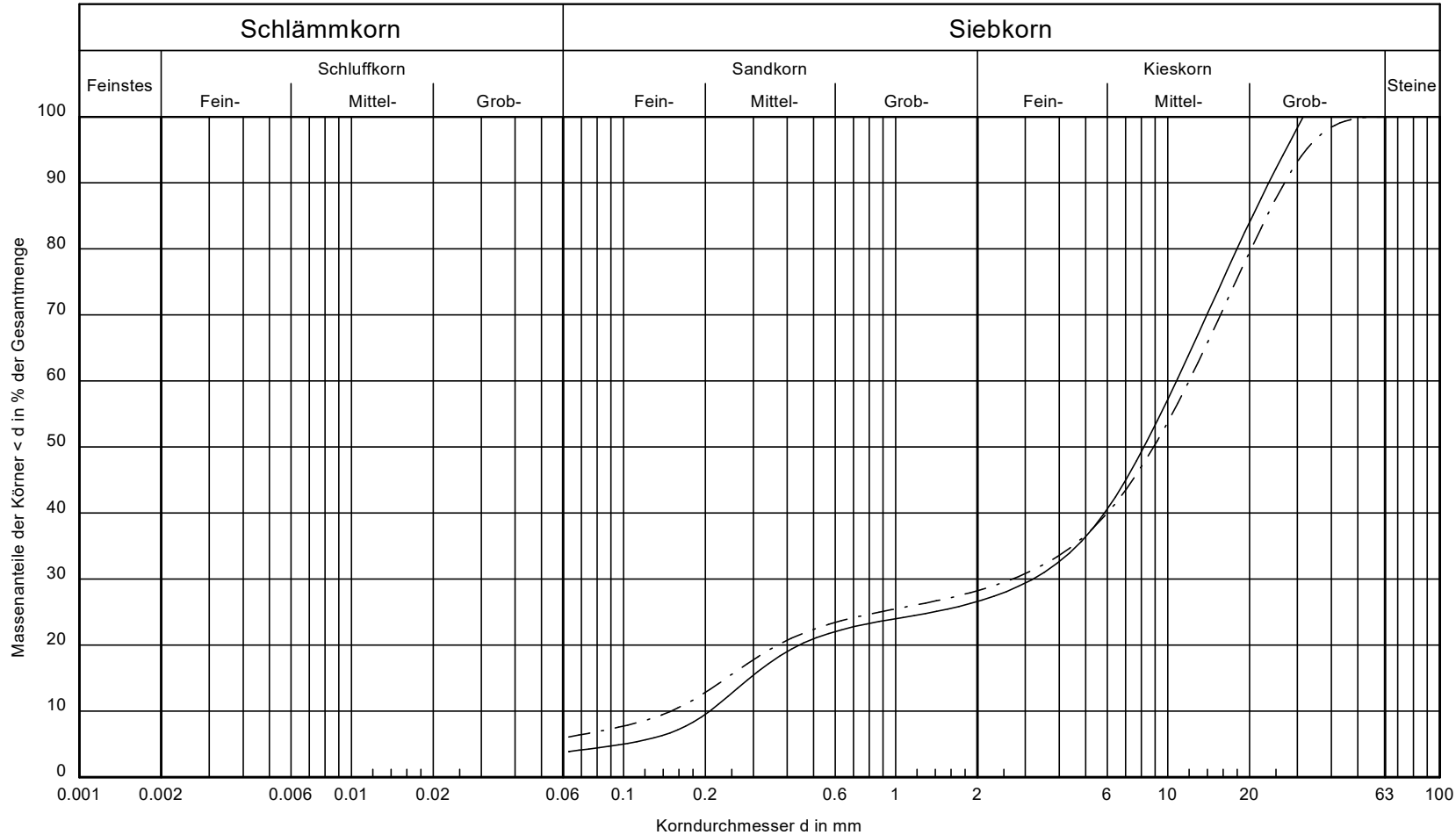


Aufschluss	Entnahme-		Labor-Nr.	Bodenbe- zeichnung nach DIN 4022	Boden- gruppe nach DIN 18196	natürlicher Wasser- gehalt $w_n$ [%]	Fließ- grenze $w_L$ [%]	Ausroll- grenze $w_p$ [%]	Plastizi- tätzahl $I_p$ [%]	Zustands- zahl $I_c$
	tiefe [m]	art <sup>1)</sup>								
BS1	0,25-0,70	GP	01		TM/TL	22,4	35,3	19,5	15,8	0,82
BS5	0,50-0,60	GP	02			19,9				
	0,70-0,90	GP	03		TM	21,4	48,3	15,4	32,9	0,82
MP1 (BS3)	0,80-1,40	GP	04	G, s	GI					
MP1 (BS4)	1,00-2,00	GP	05							
MP2 (BS2)	2,00-2,40	GP	06	G, s, u'	GU					
MP2 (BS3)	1,50-2,10	GP	07							

<sup>1)</sup> SP: Sonderprobe, GP: gestörte Probe, MP: Mischprobe

Bearbeiter: Herrmann

Datum: 17.03.2020



20020-G-Anlage 3-2\_01-07 (MP1-MP2).kvs

Labor-Nr.:	MP1 (04+05)	MP2 (06/07)	Bemerkungen:
Signatur:	—	— · — · —	
Entnahmestelle:	BS3 / BS4	BS2 / BS3	
Tiefe [m]:	0,80-1,40 / 1,00-2,00	2,00-2,40 / 1,50-2,10	
U/Cc:	51.9/4.6	80.1/4.0	
Anteile (T/U/S/G) [%]:	- /3.9/22.7/73.4	- /6.1/22.1/71.8	
Bodenart (DIN 4022):	G, s	G, s, u'	
Bodengruppe (DIN 18196):	GI	GU	



Ingenieurgruppe Geotechnik  
 Hintner • Renk • Scherzinger • Wunsch  
 Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure  
 Lindenbergstraße 12, 79199 Kirchzarten  
 Tel.: (0 76 61) / 93 91-0; Fax: (0 76 61) / 93 91-75

Baugrund, Untersuchung von Bodenproben  
**Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen)**

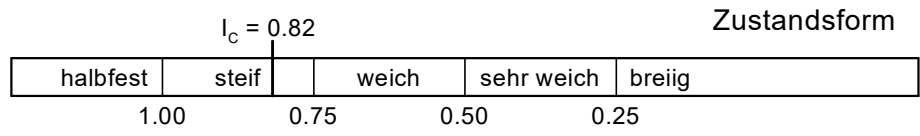
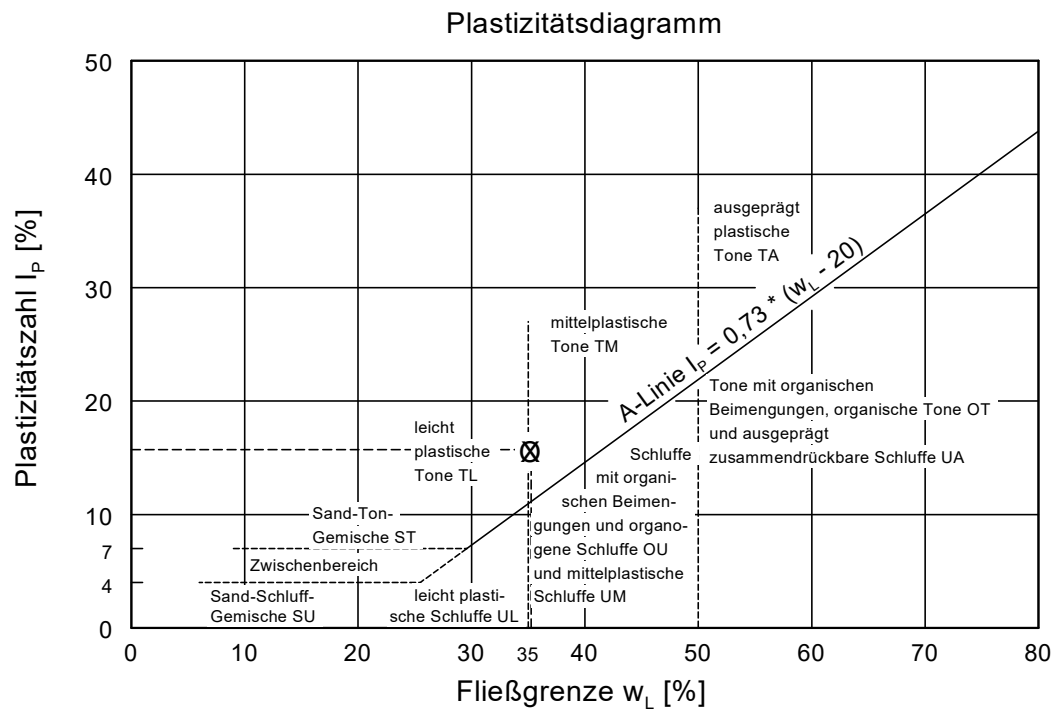
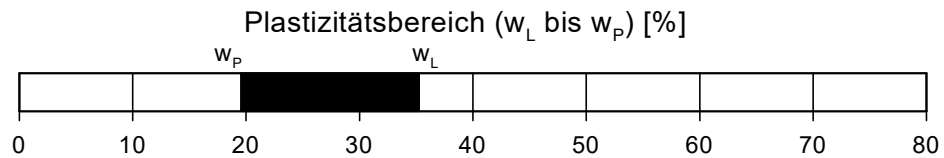
Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze  
 Versuch DIN 18122 - LM und Versuch DIN 18122 - P

Anlage 3.3.1  
 Projekt-Nr.:  
 20020/Hi-Ki  
 DIN 18 122-1

Projekt: Erschließung Baugebiet  
 "Inneres Gratzfeld - Neuweg"  
 Merdingen

Labor-Nr.: 01  
 Entnahmestelle: BS1  
 Tiefe [m]: 0,25-0,70  
 Bearbeiter: Grether  
 Datum: 13.03.2020

Versuchergebnisse:  
 Wassergehalt  $w = 22.4 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 35.3 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 19.5 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_p = 15.8 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_c = 0.82$





Ingenieurgruppe Geotechnik  
 Hintner • Renk • Scherzinger • Wunsch  
 Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure  
 Lindenbergstraße 12, 79199 Kirchzarten  
 Tel.: (0 76 61) / 93 91-0; Fax: (0 76 61) / 93 91-75

Baugrund, Untersuchung von Bodenproben  
**Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen)**

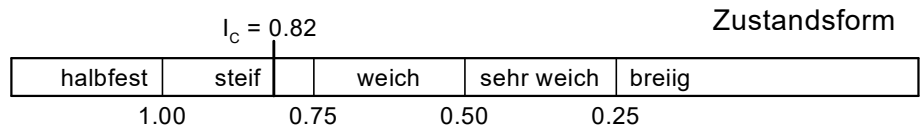
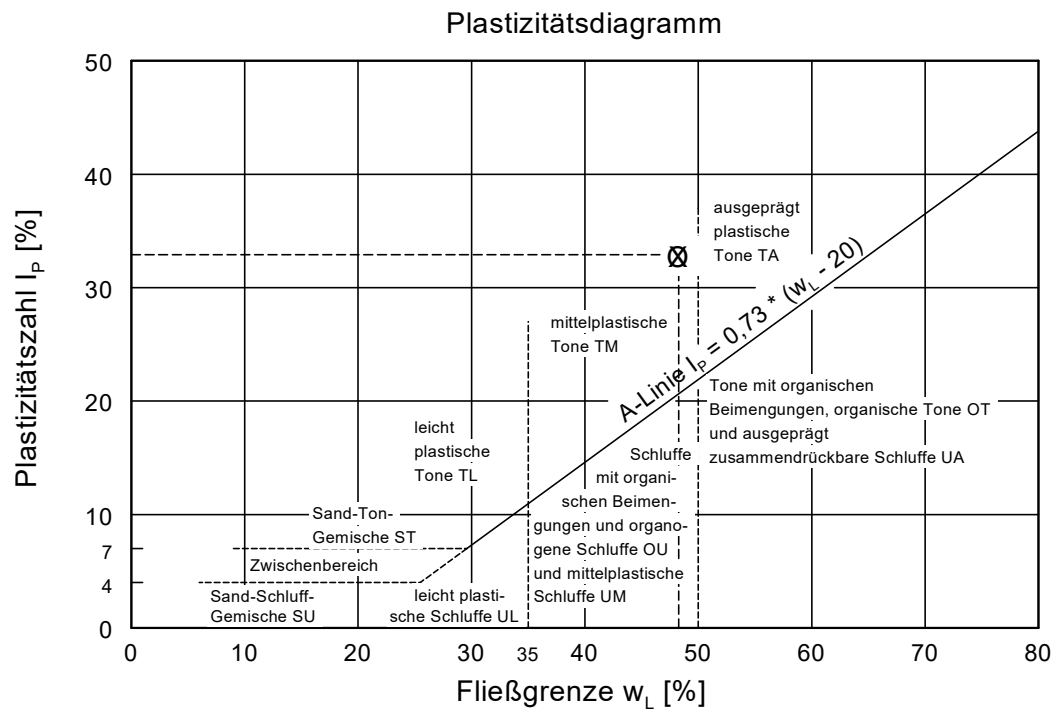
Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze  
 Versuch DIN 18122 - LM und Versuch DIN 18122 - P

Anlage 3.3.2  
 Projekt-Nr.:  
 20020/Hi-Ki  
 DIN 18 122-1

Projekt: Erschließung Baugebiet  
 "Inneres Gratzfeld - Neuweg"  
 Merdingen

Labor-Nr.: 03  
 Entnahmestelle: BS5  
 Tiefe [m]: 0,70-0,90  
 Bearbeiter: Fallner  
 Datum: 11.03.2020

Versuchsergebnisse:  
 Wassergehalt  $w = 21.4 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 48.3 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 15.4 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_p = 32.9 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_c = 0.82$





Ingenieurgruppe Geotechnik  
 Hintner • Renk • Scherzinger • Wunsch  
 Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure  
 Lindenbergstraße 12, 79199 Kirchzarten  
 Tel.: (0 76 61) 93 91-0, Fax: (0 76 61) 93 91-75

# Bestimmung des Wassergehaltes DIN EN ISO 17892-1

Geotechnische Erkundung und Untersuchung  
 Laborversuche an Bodenproben

Anlage 3.4  
 Projekt-Nr.:  
 20020/Hi-Ki  
 DIN EN ISO 17892-1

Projekt: Erschließung Baugebiet  
 "Inneres Gratzfeld - Neuweg"  
 Merdingen

Bearbeiter: Herrmann

Datum: 17.03.2020

Entnahmestelle:	BS1	BS5	BS5			
Labor-Nr.:	01	02	03			
Feuchte Probe + Behälter [g]:	371.31	358.74	334.33			
Trockene Probe + Behälter [g]:	335.98	324.43	297.67			
Behälter [g]:	178.18	152.29	126.61			
Porenwasser [g]:	35.33	34.31	36.66			
Trockene Probe [g]:	157.80	172.14	171.06			
Wassergehalt [%]:	22.39	19.93	21.43			

Entnahmestelle:						
Labor-Nr.:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]:						

Entnahmestelle:						
Labor-Nr.:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]:						

Entnahmestelle:						
Labor-Nr.:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]:						

**Projekt: Erschließung Baugebiet "Inneres Gratzfeld-Neuweg"  
Merdingen**

**Auftrag: 20020/Hi-Ki**

**Maßgebende Angaben zu Bodenschichten/Homogenbereichen nach  
VOB 2016 (z. T. Erfahrungs- bzw. Schätz-/Literaturwerte)**

Homogenbereich/Schicht	Oberboden	Decklage	Rheinkiese
Zusammensetzung	s. Abschn. 3.2		
Bodengruppen nach DIN 18196 <sup>1)</sup>	---	TL, TM, UL, UM	GW, GE, GI, GU, GU*, GT
Steinanteil/Blockanteil [Massen-%]	---	---	< 30 / < 5
Schichtunterkante [m u GOK]	s. Anlage 2		
Dichte [ $t/m^3$ ]	---	1,7 - 2,0	2,0 - 2,3
Wassergehalt w [%]	---	15 - 35	i.d.R. 4 - 15
Bezogene Lagerungsdichte $I_D$ [-]	---	---	i.d.R. 0,35 bis > 0,85
Konsistenz [-]	---	weich - steif	---
Konsistenzzahl $I_c$ [-]	---	0,5 - 1,0	---
Plastizitätszahl $I_p$ [%]	---	10 - 35	---
Kohäsion <sup>5)</sup> $c$ [ $kN/m^2$ ]	---	0 - 10	---
undränierte Scherfestigkeit $c_u$ [ $kN/m^2$ ]	---	20 - 150	---
organischer Anteil [%]	---	< 3	< 1
Bodenklassen DIN 18300 <sup>2)</sup>	1	4	3 - 5
Einbaukonfiguration/Materialqualität nach VwV Boden (2007) <sup>6)</sup>	Z1.2	Z0	kein Verdacht
Einbaukonfiguration/Materialqualität nach RC Erlass (MU 2004) <sup>7)</sup>	n. b.	n. b.	n. b.

1), 2), 3), 4), 5), 6), 7); s. Erläuterungen

n. b. = nicht bestimmt

## Erläuterungen zu Anlage 4.1

### 1) Bodengruppen nach DIN 18196:

GE: enggestufte Kiese  
 GW: weitgestufte Kies-Sand-Gemische  
 GI: intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische  
 SE: enggestufte Sande  
 SW: weitgestufte Sand-Kies-Gemische  
 SI: intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische  
 GU, GU\*: Kies-Schluff-Gemische  
 GT, GT\*: Kies-Ton-Gemische  
 SU, SU\*: Sand-Schluff-Gemische  
 ST, ST\*: Sand-Ton-Gemische  
 UL: leicht plastische Schluffe  
 UM: mittelplastische Schluffe  
 UA: ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff  
 TL: leicht plastische Tone  
 TM: mittelplastische Tone  
 TA: ausgeprägt plastische Tone  
 OH: grob-, gemischtkörnige Böden m. humosen Beimengungen  
 OU: Schluffe mit organischen Beimengungen  
 OT: Tone mit organischen Beimengungen  
 HN: nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)  
 HZ: zersetzte Torfe

### 2) Boden- und Felsklassen nach DIN 18300 (nur nachrichtlich, nach VOB 2016 nicht mehr gültig):

1: Oberboden  
 2: Fließende Bodenarten  
 3: Leicht lösbare Bodenarten  
 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten  
 5: Schwer lösbare Bodenarten  
 6: Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten  
 7: Schwer lösbarer Fels

### 3) Boden- und Felsklassen nach DIN 18301 (nur nachrichtlich, nach VOB 2016 nicht mehr gültig):

BN1: nichtbindig Sand-Kies, Feinkorn bis 15%  
 BN2: nichtbindig Sand-Kies, Feinkorn über 15%  
 BB1: bindig, flüssig bis breiig  
 BB2: bindig, weich bis steif  
 BB3: bindig, halbfest  
 BB4: bindig, fest bis sehr fest  
 BO1: Mudde, Humus und zersetzte Torfe  
 BO2: unzersetzte Torfe  
 FV1: Fels entfestigt  
 FV2: Fels angewittert, Trennflächenabstand bis 30cm  
 FV3: Fels angewittert, Trennflächenabstand über 30cm  
 FV4: Fels unverwittert, Trennflächenabstand bis 10cm  
 FV5: Fels unverwittert, Trennflächenabstand 10-30cm  
 FV6: Fels unverwittert, Trennflächenabstand über 30cm

#### Für Lockergestein Zusatzklasse BS bei Steinen und Blöcken:

BS1: Steine (63-200mm) bis 30 Vol. %  
 BS2: Steine (63-200mm) über 30 Vol. %  
 BS3: Blöcke (200-600mm) bis 30 Vol. %  
 BS4: Blöcke (200-600mm) über 30 Vol. %

#### Für Felsklasse FV2-6 Zusatzklasse FD:

FD1: einaxiale Festigkeit bis 20 N/mm<sup>2</sup>  
 FD2: einaxiale Festigkeit 20-80 N/mm<sup>2</sup>  
 FD3: einaxiale Festigkeit 80-200 N/mm<sup>2</sup>  
 FD4: einaxiale Festigkeit 200-300 N/mm<sup>2</sup>  
 FD5: einaxiale Festigkeit über 300 N/mm<sup>2</sup>

### 4) Boden- und Felsklassen nach DIN 18319 (nur nachrichtlich, nach VOB 2016 nicht mehr gültig):

#### Für Lockergestein Zusatzklasse S bei Steinen und Blöcken:

S1: Steine (63-200mm) bis 30 Vol. %  
 S2: Steine (63-200mm) über 30 Vol. %  
 S3: Blöcke (200-600mm) bis 30 Vol. %  
 S4: Blöcke (200-600mm) über 30 Vol. %

#### Für Klasse F: Fels

FZ1: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20 N/mm<sup>2</sup>  
 FZ2: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20-50 N/mm<sup>2</sup>  
 FZ3: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 50-100 N/mm<sup>2</sup>  
 FZ4: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 100-200 N/mm<sup>2</sup>  
 FD1: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20 N/mm<sup>2</sup>  
 FD2: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20-50 N/mm<sup>2</sup>  
 FD3: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 50-100 N/mm<sup>2</sup>  
 FD4: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 100-200 N/mm<sup>2</sup>

#### Für Lockergesteine, Klasse L:

LN: nicht bindige Böden  
 LNE1: enggestuft, locker, Feinkorn bis 15 %  
 LNE2: enggestuft, mitteldicht, Feinkorn bis 15 %  
 LNE3: enggestuft, dicht, Feinkorn bis 15 %  
 LNW1: weit- oder intermittierend gestuft, locker, Feinkorn bis 15 %  
 LNW2: weit- oder intermittierend gestuft, mitteldicht, Feinkorn bis 15 %  
 LNW3: weit- oder intermittierend gestuft, dicht, Feinkorn bis 15 %  
 LN1: locker, Feinkorn über 15 %  
 LN2: mitteldicht, Feinkorn über 15 %  
 LN3: dicht, Feinkorn über 15 %  
 LBO1: organogen, breiig bis weich  
 LBO2: organogen, steif bis halbfest  
 LBO3: organogen, fest

#### Klasse LB: bindige Böden

LBM1: mineralisch, breiig bis weich  
 LBM2: mineralisch, steif bis halbfest  
 LBM3: mineralisch, fest

#### Für bindige Böden Zusatzklassen Plastizität:

P1: leicht bis mittelplastisch  
 P2: ausgeprägt plastisch

### 5) Rechenwerte für erdstatische Berechnungen, s. gesonderte Anlage

#### 6) Einbaukonfigurationen/ Materialqualitäten nach VwV Boden (2007)

Z0: uneingeschränkte Verwendung in bodenähnlichen Anwendungen  
 Z0\*: wie Z0, mit Einschränkungen  
 Z1.1: Verwertung in technischen Bauwerken  
 Z1.2: wie Z1.1, unter günstigen hydrogeologischen Verhältnissen  
 Z2: Verwertung in technischen Bauwerken bei definierten Sicherungsmaßnahmen  
 >Z2: i.A. Entsorgung auf Deponie

#### 7) Einbaukonfigurationen/ Materialqualitäten nach RC Erlass (MU 2004)

Z1.1: Verwertung in technischen Bauwerken  
 Z1.2: wie Z1.1, unter günstigen hydrogeologischen Verhältnissen  
 Z2: Verwertung in technischen Bauwerken bei definierten Sicherungsmaßnahmen



**Projekt:** Erschließung Baugebiet "Inneres Gratzfeld-Neuweg", Merdingen  
der K 4941

**Auftrag:** 20020/Hi-Ki

**Maßgebende Angaben zu Bodenkenngößen (charakteristische Werte)**

Bodenschicht / Homogenbereich	Schicht- unterkante unter GOK  [m]	Feucht-/Auf- triebswichte  $\gamma_k/\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Scherfestigkeit des dränierten Bodens		maßgebender Steifemodul bei Erstbelastung  $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]
			Reibungswinkel $\varphi'_k$ [°]	Kohäsion $c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	
Decklage	s. Anlage 2	19/10	27	3	6-8
Rheinkiese		22/13	33-37	0	40-80

Bodenkennwerte gelten nur für den Kanalbau

## Ermittlung des $k_f$ -Wertes aus der Kornverteilung nach der Kozeny/Carman - Gleichung

**Projekt:** Erschließung Baugebiet "Inneres Gratzfeld-Neuweg", Merdingen  
**Auftragsnummer:** 20020/Hi-Ki

### theoretischer Ansatz und Bedingungen:

wirksamer  
Korndurchmesser ( $d_w$ ):

$$d_w = \frac{1}{\int_{d_0}^{d_{100}} \frac{1}{x} \frac{\partial D}{\partial x} \cdot dx} \approx \frac{100\%}{\sum_1^k \frac{\Delta D_i [\%]}{d_i}}$$

Porosität ( $n$ ):

Kies: 0,20 - 0,25  
 Sand, kiesig: 0,15 - 0,20  
 Mittelsand, gleichkörnig: 0,10 - 0,15

Wichte Wasser  $\gamma_w$ :  
[kN/m<sup>3</sup>]  
 $\gamma_w = 10$

Viskosität Wasser ( $\eta$ )  
[kN s/m<sup>2</sup>]  
 $\eta_{10^\circ} = 1,02E-06$

Korrekturfaktor  $C_1$ :  
 $C_1: 180 - 270$

### Kozeny/Carman - Gleichung:

$$k = \frac{1}{C_1} \cdot \frac{n^3}{(1-n)^2} \cdot \frac{\gamma_w}{\eta} \cdot d_w^2$$

Datengrundlage aus Kornverteilung:

Labor-Nr.:	$d_i$ [mm]								$d_w$ [m]
04+05	0,06	0,09	0,23	0,57	1,50	3,75	5,83	11,49	0,0006
$\Delta D_i$ [%]	4	3	12	5	5	7	9	55	

Labor-Nr.:	$d_i$ [mm]								$d_w$ [m]
06+07	0,06	0,08	0,18	0,60	2,86	6,15	13,02	41,18	0,0004
$\Delta D_i$ [%]	7	2	11	8	8	11	49	4	

Labor-Nr.:	$d_i$ [mm]								$d_w$ [m]
$\Delta D_i$ [%]									

Labor-Nr.:	$d_i$ [mm]								$d_w$ [m]
$\Delta D_i$ [%]									

Labor-Nr.:	$d_i$ [mm]								$d_w$ [m]
$\Delta D_i$ [%]									

	k-Wert [m/s]	$k_{f,korr}$ -Wert [m/s]
Labor-Nr.: 04+05	1,84E-04	3,69E-05
Labor-Nr.: 06+07	1,10E-04	2,20E-05
Labor-Nr.:		
Labor-Nr.:		
Labor-Nr.:		

Bedingungen:	
n	$C_1$
0,2	220
0,2	220
0,2	220
0,2	220
0,2	220



**büro für boden + geologie**

## **Anhang A**

Unterlagen zur orientierenden Schadstoffuntersuchung (Aufsteller: solum, büro für boden + geologie, Freiburg i. Br.)

Anlage A1: Probenzusammenstellung

Anlage A2: Tabellen zu den Schadstoffgehalten

Anlage A3: Abfallrechtliche Bewertung der Analyseproben

Anlage A4: Umweltrechtliche Bewertung der Analyseproben

Anlage A5: Prüfbericht B2002413 (Biolab Umweltanalysen GmbH, Braunschweig)

## Anlage A1: Probenzusammenstellung

**Tabelle 1:** Probenmanagement (Verzeichnis der Analyseproben und Analysenumfang)

Homogenbereich	Material	Probe	Tiefe [m]	Einzelproben/ Tiefe [m]	Analysenumfang
Oberboden	Schluff, sandig bis feinsandig, schwach tonig	MP1	0,00-0,45	BS1-1; 0,00-0,15 BS2-1; 0,00-0,35 BS3-1; 0,00-0,35 BS4-1; 0,00-0,45 BS5-1; 0,00-0,40 BS6-1; 0,00-0,15	PAK, Arsen, Schwermetalle, ph- Wert
Decklage	Ton, schluffig, schwach sandig	MP2	0,25-1,30	BS1-3; 0,80-1,30 BS2-2; 0,45-0,70 BS4-2; 0,50-0,60 BS4-3; 0,70-0,90 BS5-2; 0,50-0,60 BS6-2; 0,25-0,70 BS6-3; 0,85-1,05 BS6-4; 1,15-1,25	Arsen, Schwermetalle

Anlage A2: Tabellen zu den Schadstoffgehalten

**Tabelle 2:** Schadstoffgehalte im Feststoff [mg/kg], VwV Boden Teil 1

Probe	Bodenart <sup>4</sup>	pH	As	Pb	Cd	Cr ges.	Cu	Ni	Zn	Hg	TI
MP1	Schluff, sandig bis feinsandig, schwach tonig	8,4	<10	27	0,29	30	27	23	60	0,062	-
MP2	Ton, schluffig, schwach sandig	-	10	23	0,16	32	18	28	52	<0,050	-
<b>VwV Boden (2007) Zuordnungswerte</b>											
Z0 Sand (S)			10	40	0,4	30	20	15	60	0,1	0,4
Z0 Lehm/Schluff (L/U)			15	70	1,0	60	40	50	150	0,5	0,7
Z0 Ton (T)			20	100	1,5	100	60	70	200	1,0	1,0
Z0*IIIA			15/20 <sup>3</sup>	100	1	100	60	70	200	1,0	0,7
Z0*			15/20 <sup>3</sup>	140	1	120	80	100	300	1,0	0,7
Z1.1			45	210	3,0	180	120	150	450	1,5	2,1
Z1.2			45	210	3,0	180	120	150	450	1,5	2,1
Z2			150	700	10	600	400	500	1.500	5	7

**Tabelle 3:** Schadstoffgehalte im Feststoff [mg/kg], VwV Boden Teil 2

Probe	Humus <sup>4</sup>	PAK <sub>16</sub>	Benzo(a)pyren	MKW <sub>C10-22</sub>	MKW <sub>C10-40</sub>	BTEX	LHKW	EOX	PCB <sub>6</sub>	Cyanid (ges)
MP1	<8,0	3,9	0,44	-	-	-	-	-	-	-
MP2	<8,0	<1,0	<0,006	-	-	-	-	-	-	-
<b>VwV Boden (2007) Zuordnungswerte</b>										
Z0 Sand/ Lehm/ Schluff/ Ton		3	0,3	100	-	1	1	1	0,05	-
Z0*IIIA		3	0,3	100	-	1	1	1	0,05	-
Z0*		3	0,6	200	400	1	1	1	0,1	-
Z1.1		3	0,9	300	600	1	1	3	0,15	3
Z1.2		9	0,9	300	600	1	1	3	0,15	3
Z2		30	3	1.000	2.000	1	1	10	0,5	10

**Tabelle 4:** Erläuterungen zu den Tabellen „Schadstoffgehalte im Feststoff/ Eluat“ nach VwV Boden

Abkürzung/ Hochzahl	Erläuterung
P/ MP/ PP	Einzelprobe/ Mischprobe/ Prüfprobe
-	Es wird kein Zuordnungswert angegeben/ Analyse nicht durchgeführt
<BG	Wert liegt unter der Bestimmungsgrenze
1	Eine Überschreitung dieser Parameter allein ist kein Ausschlusskriterium.
2	Auf die Öffnungsklausel in Nr. 6.3 wird besonders hingewiesen. Bei großflächigen Verwertungen von Bodenmaterialien mit mehr als 20 mg/l Sulfat im Eluat sind in Gebieten ohne geogen erhöhte Sulfatgehalte im Grundwasser grundwassereinzugsbezogene Frachtbetrachtungen anzustellen.
3	Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.
4	Schätzwert

**Tabelle 5: Vorsorge- und Prüfwerte (WP Boden- Mensch) nach BBodSchV im Feststoff [mg/kg] Teil 1**

Probe	Bodenart <sup>6</sup>	pH <sup>3</sup>	As	Pb	Cd	Cr ges.	Cu	Ni	Zn	Hg	Cyanid (ges)
MP1	U,s-fs,t2	8,4	<10	27	0,29	30	27	23	60	0,062	-
<b>BBodSchV(1999)</b>											
Vorsorgewerte <sup>1</sup> Sand (S) <sup>2</sup>			.*	40	0,4	30	20	15	60	0,1	-
Vorsorgewerte <sup>1</sup> Schluff/Lehm (U/L)			.*	70	1	60	40	50	150	0,5	-
Vorsorgewerte <sup>1</sup> Ton (T)			.*	100	1,5	100	60	70	200	1	-
Böden mit naturbedingt und großflächig siedlungsbedingt erhöhten Hintergrundgehalten			Unbedenklich, soweit eine Freisetzung der Schadstoffe oder zusätzliche Einträge nach §9 Abs. 2 und 3 der BBodSchV Boden keine nachteiligen Auswirkungen auf die Bodenfunktionen erwarten lassen								
Prüfwert Kinderspielfläche			25	200	10 <sup>5</sup>	200	-	70	-	10	50
Prüfwert Wohngebiet			50	400	20 <sup>5</sup>	400	-	140	-	20	50
Prüfwert Park- und Freizeitfläche			125	1.000	50	1.000	-	350	-	50	50
Prüfwert Gewerbefläche			140	2.000	60	1.000	-	900	-	80	100

\* Für Arsen gibt es keinen Vorsorgewert, ersatzweise werden die Z0-Werte aus der VwV herangezogen

**Tabelle 6: Vorsorge- und Prüfwerte (WP Boden- Mensch) nach BBodSchV im Feststoff [mg/kg] Teil 2**

Probe	Humusgehalt <sup>4,8</sup> [%]	PAK <sub>16</sub>	Benzo(a)pyren	PCB <sub>6</sub> <sup>5</sup>	Aldrin	DDT	Hexachlorbenzol
MP1	<8,0	3,9	0,44	-	-	-	-
<b>BBodSchV(1999)</b>							
Vorsorgewerte <sup>1</sup> Humusgehalt < 8% / >8%		3 / 10	0,3 / 1	0,05 / 0,1	-	-	-
Prüfwert Kinderspielfläche		-	2	0,4	2	40	4
Prüfwert Wohngebiet		-	4	0,8	4	80	8
Prüfwert Park- und Freizeitfläche		-	10	2	10	200	20
Prüfwert Gewerbefläche		-	12	40	-	-	200

**Tabelle 7: Erläuterungen zu den Tabellen „Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte“ nach VwV Boden**

Abkürzung/ Hochzahl	Erläuterung
P/ MP/ PP	Einzelprobe/ Mischprobe/ Prüfprobe
-	Es wird kein Vorsorge-, Prüf- oder Maßnahmenwert angegeben /Analyse nicht ausgeführt
<BG	Wert liegt unter der Bestimmungsgrenze
1	Die Vorsorgewerte werden nach den Hauptbodenarten gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung, 4. Auflage, berichtigter Nachdruck 1996, unterschieden; sie berücksichtigen den vorsorgenden Schutz der Bodenfunktionen bei empfindlichen Nutzungen. Für die landwirtschaftliche Bodennutzung gilt § 17 Abs. 1 des Bundes-Bodenschutzgesetzes.
2	Stark schluffige Sande sind entsprechend der Bodenart Lehm/ Schluff zu bewerten.
3	Bei den Vorsorgewerten für Metalle ist der Säuregrad der Böden wie folgt zu berücksichtigen: - Bei Böden der Bodenart Ton mit einem pH-Wert von < 6 gelten für Cadmium, Nickel und Zink die Vorsorgewerte der Bodenart Lehm/Schluff. - Bei Böden der Bodenart Lehm/Schluff mit einem pH-Wert von < 6 gelten für Cadmium, Nickel und Zink die Vorsorgewerte der Bodenart Sand. §4 Abs.8 Satz 2 der Klärschlammverordnung vom 15. April 1992 (BGBl. IS.912), zuletzt geändert durch die Verordnung vom 6. März 1997 (BGBl. IS.446) bleibt unberührt. - Bei Böden mit einem pH-Wert von < 5 sind die Vorsorgewerte für Blei entsprechend der ersten beiden Anstrichen herabzusetzen.
4	Die Vorsorgewerte für Metalle finden für Böden und Bodenhorizonte mit einem Humusgehalt von mehr als 8 Prozent keine Anwendung. Für diese Böden können die zuständigen Behörden ggf. gebietsbezogene Festsetzungen treffen.
5	In Haus- und Kleingärten, die sowohl als Aufenthaltsbereiche für Kinder als auch für den Anbau genutzt werden, ist für Cadmium der Wert von 2 mg/kg TM als Prüfwert anzuwenden.
6	Maßnahmenwerte: Summe der 2,3,7,8 – TCDD-Toxizitätsäquivalente (nach NATO/CCMS)
7	Soweit PCB- Gesamtgehalte bestimmt werden, sind die ermittelten Messwerte durch den Faktor 5 zu dividieren.
8	Schätzwert
9	Bei Grünlandnutzung durch Schafe gilt als Maßnahmenwert 200mg/kg Trockenmasse.

### Anlage A3: Abfallrechtliche Bewertung der Analyseproben

**Tabelle 9:** Abfallrechtliche Bewertung nach Zuordnungswerten

Homogenbereich	Material	Probe	relevante(r) Schadstoff(e)	Einstufung n. VwV Boden	Einstufung n. RC- Erlaß	VwK <sup>1</sup>	gefährlicher Abfall
Decklage	Ton, schluffig, schwach sandig	MP2	-	Z0	-	-	Nein

<sup>1</sup>Verwertungsklasse für Straßenbaustoffe nach RuVaStB 01

### Anlage A4: Umweltrechtliche Bewertung der Analyseproben

**Tabelle 9:** Umweltrechtliche Bewertung nach Vorsorge- Prüf- und Maßnahmenwerten

Homogenbereich	Material	Probe	relevante(r) Schadstoff(e)	BBodSchV Vorsogewert Überschritten*	BBodSchV Prüfwert* überschritten	BBodSchV Maßnahmewert überschritten
Oberboden	Schluff, sandig bis feinsandig, schwach tonig	MP1	PAK	Ja	Nein	Nein
<b>Hilfsweise Einstufung nach VwV Boden</b>						
Homogenbereich	Material	Probe	relevante(r) Schadstoff(e)	Einstufung nach VwV Boden	Abfall besonders überwachungsbedürftig	
Oberboden	Schluff, sandig bis feinsandig, schwach tonig	MP1	PAK	Z1.2	Nein	

**Kursiv**

*Oberboden: Für Oberboden sieht die VwV Boden keine Verwertungsmöglichkeit vor. In der Entsorgungspraxis wird jedoch häufig eine abfallrechtliche Einstufung nach VwV Boden benötigt. Daher erfolgt für den Oberboden eine hilfsweise Einstufung nach VwV Boden.*

Biolab Umweltanalysen GmbH · Bienroder Weg 53 · 38108 Braunschweig

**solum**  
**Herr Glomb**  
**Basler Straße 19**  
**79100 FREIBURG i.Br.**

Bienroder Weg 53  
D-38108 Braunschweig  
Telefon 05 31-31 30 00  
Telefax 05 31-31 30 40  
E-Mail info@biolab.de

Braunschweigische Landessparkass  
IBAN: DE75 2505 0000 0001 7430 00  
BIC: NOLADE2HXXX

Deutsche Bank Braunschweig  
IBAN: DE85 2707 0030 0100 0900 00  
BIC: DEUTDE2H270

Geschäftsführer:  
Dipl.- Chemiker  
Martin Mueller von der Haegen  
Dr. André Nientiedt

Amtsgericht Braunschweig  
HRB 3263

**Braunschweig, 19.03.2020**

### **Analysenbericht B2002413**

**Auftrag** : **A2002163**  
**Ihr Projekt** : **2020\_030 / IG Inneres Gratzfeld, Merdingen**  
**Probenahme** : **Auftraggeber**  
**Probeneingang** : **13.03.2020**  
**Analysenabschluss** : **19.03.2020**  
**Verwerfdatum** : **13.05.2020**

Sehr geehrte Damen und Herren,

beiliegend übersenden wir Ihnen die Analysenergebnisse der Laboruntersuchungen an Ihren Proben. Das o.g. Projekt wurde am 13.03.2020 durch unser Labor in Bearbeitung genommen.

Die Analysen wurden gemäß dem "Qualitätssicherungshandbuch der BIOLAB Umweltanalysen GmbH" ausgeführt. Die mit "Q" gekennzeichneten Analysen sind nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert. Mit "E" gekennzeichnete Analysen wurden durch ein externes Partnerlabor ausgeführt. Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Dieser Prüfbericht darf nur nach Absprache mit dem Prüflabor auszugsweise wiedergegeben werden. Eine vollständige Wiedergabe bedarf keiner Genehmigung.

Sollten Sie weitere Fragen an uns haben, stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. Andrea Gruner  
(Auftragsmanagerin)

Der Prüfbericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.

Seite 1 von 3



### Untersuchte Proben

Labornummer	Matrix	Probenbezeichnung
P2007902	Boden	MP1
P2007903	Boden	MP2

### Untersuchungsergebnisse

		P2007902	P2007903
		MP1	MP2
Trockenrückstand	Gew. %	79,6	81,7
pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )		8,4	
Messtemperatur	°C	23,1	

#### Schwermetalle

Arsen	mg/kg TS	< 10	10
Blei	mg/kg TS	27	23
Cadmium	mg/kg TS	0,29	0,16
Chrom	mg/kg TS	30	32
Kupfer	mg/kg TS	27	18
Nickel	mg/kg TS	23	28
Zink	mg/kg TS	60	52
Quecksilber	mg/kg TS	0,062	< 0,050

#### Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Naphthalin	mg/kg TS	< 0,060
Acenaphthylen	mg/kg TS	< 0,060
Acenaphthen	mg/kg TS	< 0,060
Fluoren	mg/kg TS	< 0,060
Phenanthren	mg/kg TS	0,14
Anthracen	mg/kg TS	0,060
Fluoranthren	mg/kg TS	0,62
Pyren	mg/kg TS	0,47
Benzo[a]anthracen	mg/kg TS	0,36
Chrysen	mg/kg TS	0,42
Benzo[b]fluoranthren	mg/kg TS	0,44
Benzo[k]fluoranthren	mg/kg TS	0,21
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,44
Dibenzo[a,h]anthracen	mg/kg TS	< 0,060
Benzo[g,h,i]perylen	mg/kg TS	0,29
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	mg/kg TS	0,26
Summe PAK (16 nach EPA)	mg/kg TS	3,9

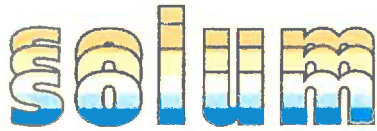
## Untersuchungsmethoden

### Vorbereitungsanalysen

Parameter	Methodennorm	
KW-Aufschluss	DIN EN 13657 2003-01	Q

### Laboranalysen

Parameter	Methodennorm	
Trockenrückstand	DIN ISO 11465 1996-12	Q
pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )	DIN ISO 10390 2005-12	Q
Arsen	DIN EN ISO 22036 2009-06	Q
Blei	DIN EN ISO 22036 2009-06	Q
Cadmium	DIN EN ISO 22036 2009-06	Q
Chrom	DIN EN ISO 22036 2009-06	Q
Kupfer	DIN EN ISO 22036 2009-06	Q
Nickel	DIN EN ISO 22036 2009-06	Q
Zink	DIN EN ISO 22036 2009-06	Q
Quecksilber	DIN ISO 16772 2005-06 (Abw. DC)	Q
PAK in Boden	DIN ISO 18287 2006-05	Q



## **Anhang B**

### **Allgemeine Hinweise für den Umgang mit Erdaushub**

#### **Verwertung**

- Für die Bau- und Erdstoffe, sofern sie nicht auf dem Grundstück verbleiben können, ist je nach Zuordnungswerten eine geeignete Verwertungsmöglichkeit auszuwählen. Es sollte vor Auftragsvergabe geklärt werden, wer den Entsorgungsweg bestimmt (AG oder AN). Die abfalltechnischen Randbedingungen sind dann mit dem ausgewählten Entsorgungsunternehmen abzuklären. Einzelheiten sollten im Vorfeld der Auftragsvergabe im Rahmen eines Bietergespräches abgestimmt werden
- In der Regel werden für die Entsorgung der Aushubmaterialien von Seiten des Entsorgungsunternehmers weitere Beprobungen (bspw. Haufwerksbeprobung) und Laboranalysen (bspw. nach Deponieverordnung) gefordert. Eine Abweichung von der bisherigen Einstufung kann daher nicht ausgeschlossen werden
- Ggf. kann die Zwischenlagerung des Materials zu Deklarationszwecken erforderlich werden (Haufwerksbeprobung). Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass die Zwischenlagerung auf dem Baugrundstück zu Behinderungen im Bauablauf führen kann. Aus diesem Grund wird empfohlen, die Entsorgung des Aushubs zeitlich und räumlich von den Rohbauarbeiten zu trennen
- Im Fall einer Zwischenlagerung bis zur vorgesehenen Verwertung, sollten die Materialien gegen Witterungseinflüsse geschützt werden (bspw. abplanen). Bei der Lagerung ist darauf zu achten, dass Beeinträchtigungen durch Sicker-, Stau- und Grundwasser vermieden werden
- Bei einer Verwertung von Aushubmaterialien außerhalb des Plangebietes sind am Aufbringungsort die Einbaukriterien nach RC-Erlass/ VwV Boden zu beachten. (bspw. beim Einbau in ein technisches Bauwerk). Insbesondere sind die hydrogeologischen Randbedingungen am Aufbringungsort zu prüfen. Die Wasserschutzgebietsverordnungen sind zu berücksichtigen. Die bautechnische Eignung des Bodenmaterials sollte im Vorfeld geprüft werden
- Bei einer Verwendung innerhalb des Plangebietes sollte geprüft werden, ob aus bodenschutzrechtlicher Sicht Beeinträchtigungen vorliegen können

#### **Baubetrieb**

- Bei Auftreten von auffälligem Bodenmaterial während der Baumaßnahme (bspw. bisher nicht erkannte Belastungen, oder bodenfremden Beimengungen) ist der Gutachter hinzuzuziehen. Auffälliges Bodenmaterial muss auf jeden Fall separiert werden. Die ausgebauten Materialien dürfen nicht vermischt werden, da sonst eine Verschlechterung eintreten kann (Verschlechterungsverbot), die in der Regel mit Mehrkosten verbunden ist
- Der Aushub sollte frei von Störstoffen sein. Ggf. vorhandene Störstoffe (bspw. Folie, Kunststoffe) und Wurzelreste sind im Fall der Entsorgung zu entfernen. Bei Störstoffgehalten können deutlich erhöhte Entsorgungskosten anfallen