



## Geotechnischer Bericht

### Erschließung Neubaugebiet „Morgen“ in 73105 Dürnau

**Auftraggeber:** Gemeinde Dürnau  
73105 Dürnau, Hauptstraße 16

**Planung:** mquadrat Mezger  
73087 Bad Boll, Badstraße 44

**Projekt-Nr.:** 2-19-180

**Gutachten-Nr.:** 2-19-180-01hö

\_. Ausfertigung

06.12.2019

  
Dr. Joachim Höning  
von der Industrie- und Handelskammer Stuttgart  
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger  
für Erdbau, Grundbau, Bodenmechanik

  
Dr. Marius Schünke  
von der Industrie- und Handelskammer Stuttgart  
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger  
für Hydrogeologie (Boden- und Grundwasserschäden)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorbemerkungen</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Untersuchungsumfang</b>	<b>5</b>
2.1	Geländearbeiten	5
2.2	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	5
2.3	Chemische Laboruntersuchungen	5
2.4	Bodenkundliche Untersuchungen	6
<b>3</b>	<b>Baugrund</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Grundwasser</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Feldweg</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Homogenbereiche, Boden-/Frostempfindlichkeitsklassen</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>Bodenkennwerte</b>	<b>11</b>
<b>8</b>	<b>Korrosionsverhalten von Böden</b>	<b>12</b>
<b>9</b>	<b>Betonaggressivität (DIN 4030) der Böden</b>	<b>12</b>
<b>10</b>	<b>Chemische Untersuchungsergebnisse</b>	<b>12</b>
<b>11</b>	<b>Ergebnisse der bodenkundlichen Untersuchungen</b>	<b>13</b>
11.1	Allgemeine Grundsätze für die Aufbringung von Bodenmaterial	15
11.2	Hinweise zur technischen Ausführung von Bodenumlagerungen	16
11.2.1	Bodenausbau	17
11.2.2	Bodeneinbau	18
11.2.3	Erstbewirtschaftung und Nachsorgemaßnahmen	18
<b>12</b>	<b>Erschließung und Bebauung</b>	<b>19</b>
12.1	Kanal- und Leitungsbau	19
12.1.1	Herstellung von Kanal- und Leitungsgräben	19
12.1.2	Leitungszone	22
12.2	Verkehrsflächen	26
12.3	Bebauung	33
12.3.1	Baugruben	33
12.3.2	Hinweise zur Gründung und Bauausführung	34
12.3.3	Bauwerksabdichtung und Entwässerung	35
12.3.3.1	Allgemeines	35
12.3.3.2	Bauwerksabdichtung über dem Bemessungsgrundwasserspiegel	36
12.3.3.3	Abdichtung von Bauvorhaben unterhalb des Bemessungswasserspiegels	37
12.4	Versickerung von Oberflächenwasser	39
12.5	Wasserrechtliche Hinweise	40
<b>13</b>	<b>Zusammenfassung und Schlussbemerkungen</b>	<b>40</b>

## Verzeichnis des Anhangs

**Anhang 1:** Richtlinien, Vertrags- und Lieferbedingungen, Arbeitsblätter, Rechtsgrundlagen, Normen und sonstige Unterlagen nach dem aktuellen Stand der Geotechnik

## Verzeichnis der Anlagen

**Anlage 1:** Lagepläne M 1 : 25.000/M 1: 1.000

**Anlage 2:** Schichtenverzeichnisse und Schichtprofile M 1 : 50

**Anlage 3:** Geologischer Schnitt M 1 : 500/100

**Anlage 4:** Versuchsprotokolle bodenmechanische Versuche

**Anlage 5:** Homogenbereiche nach DIN 18 300: 2016-09

**Anlage 6:** Analysenprotokolle chemisches Institut BVU (Markt Rettenbach)

## 1 Vorbemerkungen

Die Gemeinde Dürnau plant die Erschließung des Neubaugebiets „Morgen“.

Um Kenntnis über die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse zu erhalten, wurde unser Haus von der Gemeinde Dürnau über das Büro mquadrat beauftragt, das Neubaugebiet auf seine Baugrund- und Grundwasserverhältnisse zu untersuchen, bodenkundliche Untersuchungen durchzuführen und ein Gutachten sowie ein Bodenverwertungskonzept auszuarbeiten.

Grundlage des Auftrags war unser Angebot Nr. B 2-19-084c vom 28.10.2019.

Zur Ausarbeitung des Gutachtens wurde uns der Bebauungsplanvorentwurf des Büros mquadrat Mezger übersandt.

Bei den jeweiligen Versorgungsträgern wurden aktuelle Kabel- und Leitungspläne für die im Untersuchungsgebiet vorhandenen Sparten erhoben.

Weiterhin wurden die Topographische und die Geologische Karte M 1 : 25 000, Blatt 7323 Weilheim an der Teck, die Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg, M 1 : 350 000 sowie die Online-Kartenservices der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) und des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) mit herangezogen.

Der Baugrunderkundung und Ausarbeitung des geotechnischen Berichts liegen außerdem, soweit zutreffend, die in Anhang genannten Richtlinien, Vertrags- und Lieferbedingungen, Arbeitsblätter, Rechtsgrundlagen, Normen und sonstige Unterlagen in der Geotechnik und im Abfallrecht zugrunde. Im nachfolgenden Text benutzte Kürzel werden dort erläutert.

### Geotechnische Kategorie

Leitungsgräben können frei geböscht oder mit Grabenverbaugeräten oder einem Normverbau nach DIN 4124 gesichert werden. Nach den Ergebnissen der durchgeführten Baugrunderkundung liegt schwach geneigtes Gelände und für die Erschließung ausreichend tragfähiger Baugrund vor. Die Baumaßnahmen im Zuge der Erschließung sind in die Geotechnische Kategorie GK 2 nach DIN 4020 einzustufen.

## **2 Untersuchungsumfang**

### **2.1 Geländearbeiten**

Zur Erkundung der anstehenden Bodenschichten wurden am 21.11.2019 vier Kleinbohrungen ( $\varnothing$  60 mm) bis max. 5,30 m abgeteuft, die erbohrten Bodenschichten aufgenommen und dokumentiert.

Zusätzlich wurden entlang des asphaltierten Feldweges drei Kleinbohrungen (BS 1, BS 4 und BS 7) im Durchmesser 80 mm und bis 1 m Tiefe zur Erkundung des Straßenoberbaus durchgeführt.

Die Schichtenfolge in den Bohrungen wurde nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien aufgenommen (Benennung und Beschreibung nach DIN EN ISO 14688/14689, wobei die bisher gebräuchlichen Bezeichnungen der zurückgezogenen DIN 4022 beibehalten wurden) und nach DIN 18 196 und DIN 18 300 klassifiziert. Weiterhin wurden Wasserzutritte/-anstiege dokumentiert und das Bohrgut organoleptisch auf mögliche Verunreinigungen geprüft.

Die Untersuchungspunkte wurden nach Lage und Meereshöhe eingemessen und in einen Lageplan (siehe Anlage 1) eingetragen. Als Höhenbezug diente die Höhe des Kanaldeckels Nr. K 30258 an der Daimlerstraße mit 406,91 mNN.

### **2.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen**

Aus den Bohrungen wurden insgesamt 8 Bodenproben entnommen. Im hauseigenen Baugrundlabor wurden deren natürlicher Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1) und davon an drei Proben deren Konsistenzgrenzen (DIN 18 122-1) ermittelt. Mit den Laborversuchen war eine Einstufung der Bodenschichten in Bodengruppen nach DIN 18 196 möglich, was für die Bestimmung von Bodenkennwerten und für die Festlegung der Homogenbereiche von Bedeutung ist.

### **2.3 Chemische Laboruntersuchungen**

Aus dem Bohrgut der Kleinbohrungen BS2 und BS3 sowie aus den Bohrungen BS5 und BS6 wurde jeweils eine Mischprobe aus dem Oberboden für die Untersuchung auf die Parameter der Ziffer 4 des Anhangs 2 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) zu-

sammengestellt (Probenbezeichnungen: „MP bo1“ bzw. „MP bo2“). Aus den darunter folgenden Kiesen und Verwitterungstonen der Bohrungen BS2 und BS3 sowie BS5 und BS6 wurden die Mischproben „MP VwV1“ bzw. „MP VwV2“ für die Untersuchung auf die Parameter der Tabelle 6-1 der Verwaltungsvorschrift (VwV) „Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ des Umweltministeriums Baden-Württemberg vom 14.03.2007, kurz „VwV Boden“, hergestellt. Ferner wurde der Asphalt der Messpunkte BS 1 und BS4 (Probenbezeichnungen: „BS 1“ und „BS 4“) zur Bestimmung eventuellen Teergehaltes auf seine Konzentrationen an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) untersucht. Alle Proben wurden gekühlt und abgedunkelt gelagert und in geschlossener Kühlkette dem Labor der BVU Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH (*akkreditiert unter D-PL-14583-01-00*) in Markt Rettenbach angeliefert.

Aus den Bohrungen BS 2, BS 3 und BS 6 wurde eine Mischprobe des Opalinustonnes zusammengestellt und der Gehalt an Sulfat im Feststoff sowie im Eluat bestimmt.

## 2.4 Bodenkundliche Untersuchungen

Das leicht nach Norden geneigte und ungefähr 5.800 m<sup>2</sup> große Untersuchungsgelände (Flst. 817) liegt im Süden von Dürnau auf einer Höhe von rund 436 m NN und wird gegenwärtig landwirtschaftlich genutzt. Etwa 90 Meter westlich des Baugebietes entwässert der Sachsentobelbach in Richtung Norden.

Bei den Bodenaufschlüssen, die im Rahmen der Baugrunderkundung durchgeführt wurden, wurde auch der Ober- und Unterboden (im bodenkundlichen Sinne) aufgeschlossen und in Augenschein genommen. Zur Ermittlung der chemischen Güte der im Baugebiet verbreiteten Böden wurden aus dem Oberboden Proben für die chemische Laboranalytik entnommen. Für die weitere Beschreibung der Böden sowie für eine Vorauswahl von geeigneten Flächen für einen Bodenauftrag wurde der Online-Kartenviewer des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau ([http://maps.lgrb-bw.de/?view=lgrb\\_geola\\_bod](http://maps.lgrb-bw.de/?view=lgrb_geola_bod)) herangezogen.

### 3 Baugrund

In den Bohrungen wurde zuoberst 20 - 50 cm mächtiger, dunkelbrauner, Oberboden aus humosem Schluff angetroffen. Oberboden ist in die Bodengruppe OU nach DIN 18 196 und in den Homogenbereich E 1 (früher Bodenklasse 1) einzustufen.

Unter dem humosen Oberboden wurde bis in Tiefen zwischen 1,40 m und 2,50 m Hangschutt (steindurchsetzter; lehmiger Kies) erbohrt. Darunter folgte Hanglehm und Verwitterungston von überwiegend steifer Konsistenz.

Bodenmechanisch sind die Tonböden als mittel- bis ausgeprägt plastische Tone der Bodengruppe TM und TA, der Hangschutt als lehmiger Kies der Bodengruppe GÜ nach DIN 18 196 anzusprechen.

Unter Hangschutt und Verwitterungston wurde ab 1,70 m bis 4,00 m verwitterter Tonstein des Braunen Jura alpha (Opalinuston) aufgeschlossen, der in BS 6 von 1,70 bis 3,40 m als Ton-Tonstein-Gemisch vorlag.

Hangschutt, Verwitterungston und stark verwitterter Tonstein sind zum Homogenbereich E 3, fester Tonstein zum Homogenbereich E 4 zusammengefasst.

Die in den Bohrungen angetroffenen Bodenschichten sind in Form von Schichtenverzeichnissen und Schichtprofilen in der Anlage 2 beigefügt. Die Anlage 3 enthält einen geologischen Schnitt, der das Baugrundmodell darstellt.

### 4 Grundwasser

Die Bohrungen BS 1, BS 3 und BS 7 waren bis zum Bohrende trocken. In BS 2, BS 5 und BS 6 wurde Grundwasser angetroffen. Der Zutritt erfolgt sehr wahrscheinlich im klüftigen Tonstein. In diese Kleinbohrungen wurden PVC-Röhrchen eingestellt, um den Ruhewasserstand messen zu können. Dies erfolgte am 27.11.2019.

Folgende Wasserstände wurden nach Bohrende (21.11.2019) bzw. am 27.11.2019 gemessen:

	<b>21.11.2019 (Wsp. nach Bohrende)</b>	<b>27.11.2019 (Ruhewasserstand)</b>
<b>BS 2</b>	---	4,86 m = 431,89 mNN
<b>BS 5</b>	---	3,22 m = 431,90 mNN
<b>BS 6</b>	2,73 m = 430,89 mNN	2,75 m = 430,87 mNN

Mit einem starken Wasserandrang wird nicht gerechnet. Aufgrund der stark bindigen Böden kann aber bei Starkregenereignissen ein Oberflächen- bzw. Zwischenschichtabfluss (Interflow) aus der Grenze der Boden zu lehmigen Untergrund erfolgen.

Der Bemessungswasserspiegel ist für jedes Bauvorhaben gesondert festzulegen.

## 5 Feldweg

Die Schwarzdecke (SWD) in BS 1 und BS 4 bzw. der Betonbelag in BS 7 sowie die Schottertragschichten (STS) wurden in folgenden Mächtigkeiten angetroffen (Angaben jeweils in cm):

	<b>BS1</b>	<b>BS 4</b>	<b>BS 7</b>
<b>SWD/Beton</b>	12	4	16 (Beton)
<b>STS</b>	3	26	34
<b>ges. Oberbau</b>	50	30	50

Je nach anzuwendender Belastungsklasse und Bauweise ist nach den aktuellen Straßenbau-richtlinien eine Dicke der Schwarzdecke von 12 - 14 cm (Belastungsklasse Bk 0,3) oder 14 – 18 cm (Belastungsklasse Bk 1,0) erforderlich. Die vorhandene Schwarzdecke von 6 – 7 cm genügt demnach nur der geringsten Anforderung.

Eine Schottertragschicht aus gebrochenem Kalkstein liegt in Dicken von 26 bis 38 cm vor. Ob diese hinsichtlich Frostbeständigkeit den Anforderungen der Straßenbau-richtlinien genügen, kann nicht beurteilt werden.

Auf dem frostempfindlichen Planum ist eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenoberbaus von 50 cm (Belastungsklasse Bk 0,3) bzw. 60 cm (Belastungsklasse Bk 1,0-3,2) erforderlich. Dies wird in BS 1 und BS 7 erfüllt, in BS 4 nicht.

Unter dem Schwarz-/Betonbelag und den Schottertragschichten wurde in BS 4 bis 0,50 m Tiefe noch eine Auffüllung aus Tonsteinstücken und Lehm angetroffen. Darunter folgte Hangschutt.

Die ungebundenen Schichten des Feldwegoberbaus werden dem Homogenbereich E 2 nach DIN 18300:2016-09 zugeordnet.

Die lokalen Auffüllungen und der Hangschutt werden zum Homogenbereich E 3 zusammengefasst.

Grundwasserzutritte oder Hinweise auf eine eventuelle zeitweilige Sicker-, Schicht- oder Grundwasserführung konnten bis zur Aufschlussendtiefe von 1,00 m nicht beobachtet werden.

## 6 Homogenbereiche, Boden-/Frostempfindlichkeitsklassen

Die DIN 18 300 Ausgabe 2012 fasste Boden- und Felsarten nach dem Schwierigkeitsgrad beim Bearbeiten (Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten) in sieben Klassen zusammen.

Im September 2016 wurde die Neufassung der DIN 18 300 eingeführt, nach der Boden- und Felsarten in Homogenbereiche einzuteilen sind. Die bisherigen Bodenklassen entfallen.

Ein Homogenbereich umfasst einen begrenzten Bereich mit einer oder mehreren Boden- und/oder Felsarten, die entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweisen. Umweltrelevante Inhaltsstoffe sind bei der Einteilung in Homogenbereiche ggf. zu berücksichtigen.

Die aktuelle DIN 18 300 fordert die Angabe bestimmter Eigenschaften und Kennwerte sowie deren ermittelte Bandbreite. Um diese Anforderungen zu erfüllen, ist die Durchführung eines umfangreicheren bodenmechanischen Versuchsprogramms nötig, als dies nach der alten Norm erforderlich, von uns angeboten und beauftragt war. Das tatsächlich durchgeführte Untersuchungsprogramm genügt nicht in allen Punkten den aktuellen normativen Anforderungen.

Nachfolgend werden die geforderten Eigenschaften und Kennwerte als Schätzwerte angegeben, soweit dies auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen möglich ist. Eine Überprüfung der Eigenschaften und Kennwerte, insbesondere deren Bandbreite, wie dies in der aktuellen DIN 18 300 enthalten ist, konnte nicht in vollem Umfang erfolgen. Falls dies für die Ausschreibung der Erdarbeiten erforderlich ist, sind weitere Erkundungsmaßnahmen durchzuführen.

Die Einstufung von Böden in Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB 17 erfolgt auf Grundlage ihrer Zusammensetzung (Feinkornanteil, Kornverteilung, Mineralart) und der Einteilung in Bodengruppen nach DIN 18 196.

Die Zuordnung der angetroffenen Bodenarten Boden- und Felsarten zu Homogenbereichen nach den Richtlinien der DIN 18 300 ist in Anlage 5 mit deren Eigenschaften und der geschätzten Bandbreite der geotechnischen Kennwerte tabellarisch aufgelistet. Die Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB sowie die bisherigen Bodenklassen nach DIN 18 300 Ausgabe 2012 (zurückgezogen) sind zum Vergleich ebenfalls mit angegeben.

Die in Anlage 5 angegebenen Kennwerte sind nur für den Baubetrieb bzw. zur Beurteilung der erforderlichen Erdbauleistung maßgeblich und dürfen nicht für geotechnische/erdstatische Berechnungen herangezogen werden. Es handelt sich um geschätzte obere und untere Grenzwerte und nicht um charakteristische Werte im Sinne der DIN EN 1997 (EC 7) bzw. DIN 4020.

<b>Bodenschicht (Bodengruppe)</b>	<b>Homogenbereich nach DIN 18 300:2015-08</b>	<b>Boden- bzw. Fels- klasse nach DIN 18 300:2012-09</b>	<b>Frostempfindlichkeitsklasse ZTV E-StB 17</b>
Oberboden (OU)	E 1	1	F 2
Schottertragschicht Feldweg	E 2	3	F 2
Verwitterungston, verwitterte Juraschichten	E 3	4, 5	F 2, F 3
Tonstein, fest	E 4	6	F 2

**Sollte es zu Unstimmigkeiten bezüglich der Einteilung der anstehenden Boden- und Felsarten kommen, so kann der Baugrundgutachter beim Baugrubenaushub hinzugezogen werden.**

## 7 Bodenkennwerte

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche können Anlage 4 entnommen werden. Die im Folgenden für die an den Untersuchungspunkten aufgeschlossenen Bodenschichten angegebenen charakteristischen Boden- bzw. Berechnungskennwerte wurden nicht direkt durch bodenmechanische Laborversuche bestimmt. Sie wurden unter Berücksichtigung der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche und dem Geländebefund in Anlehnung an DIN 1055 und weiteren Literaturangaben eingeschätzt. In Klammern ist die geschätzte Schwankungsbreite angegeben, die bei Grenzwertbetrachtungen ggf. anzusetzen ist.

Bodenschichten	Boden- gruppe nach DIN 18 196	Wichte		Reibungs- winkel	Kohäsion
		über Wasser	unter Auf- trieb		
		$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_k'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Hangschutt	GU*	19,0 (18,0-20,0)	11,0 (10,0-12,0)	30 (27-32)	5 (2-8)
Hanglehm, Verwitterungston	TM, TA	19,0 (18,0-20,0)	9,0 (8,0-10,0)	25 (20-27)	5 (2-10)
Stark verwitterte Juraschichten	Z	21 (20-22)	11 (10-12)	30 (27-32)	30 (20-40)
Tonstein, fest	Z	23 (22-24)	13 (12-14)	32 (30-35)	60 (40-80)

Werden Schichten in offenen Baugruben/Kanalgräben längere Zeit der Witterung ausgesetzt, können sich die Kennwerte rapide verschlechtern. Dies gilt auch für Profilabschnitte, in denen Schichtwasser austritt und zu einem Aufweichen der Bodenschicht führt.

## 8 Korrosionsverhalten von Böden

Die im Baugebiet anstehenden Bodenschichten wurden hinsichtlich ihres Korrosionsverhaltens auf erdverlegte Rohrleitungen aus unlegierten oder niedriglegierten Eisenwerkstoffen beurteilt. Grundlage hierfür war das DVGW-Arbeitsblatt GW 9.

Die in diesem Arbeitsblatt beschriebenen chemischen und physikalischen Untersuchungen wurden im vorliegenden Fall nicht durchgeführt. Aufgrund der übrigen Beurteilungskriterien ist jedoch bei Grabenverfüllungen aus

- trockenem oder erdfeuchtem Schotter oder vergleichbarem und über dem Grundwasser nicht mit korrosiver Wirkung zu rechnen.
- bindigen Erdstoffen von geringer (Bodenklasse Ib) bis mittlerer Korrosionswahrscheinlichkeit (Bodenklasse II) auszugehen.
- bei Grabenverfüllungen aus Opalinuston ist von hoher Korrosionswahrscheinlichkeit auszugehen.

## 9 Betonaggressivität (DIN 4030) der Böden

Der in der Bodenmischprobe "MP VwV" gemessene Sulfatgehalt im Eluat lag bei 7 mg/l. Nach eigenen Erfahrungen ist anzunehmen, dass der Verwitterungston nicht betonangreifend wirkt.

Der Tonstein des Braunen Jura alpha (Opalinuston) weist nach der chemischen Analyse mit 1.140 mg/kg in der Festsubstanz und 91 mg/l im Eluat einen erhöhten Sulfatgehalt auf.

Nach dem ermittelten Sulfatgehalt ist der Tonstein nach DIN 4030 allerdings nicht betonangreifend (Grenzwert zu Expositionsklasse XA 1 liegt bei 2.000 mg/kg).

## 10 Chemische Untersuchungsergebnisse

Die Mischproben "MP VwV1" und „MP VwV2“ wurden auf den Parameterumfang der VwV Boden untersucht. Die Analytik erfolgte durch das Labor der BVU Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH (akkreditiert unter D-PL-14583-01-00) in Markt Rettenbach. Die Analyseergebnisse lassen sich den Laborberichten in Anlage 6 entnehmen.

Bei den nachfolgend beschriebenen Untersuchungsergebnissen handelt es sich um stichprobenartige, punktuelle Untersuchungen. Die Untersuchungsergebnisse gelten nur für die jeweiligen Bodenproben und vermitteln einen Eindruck, ob und in welchen Größenordnungen eventuell mit Schadstoffbelastungen zu rechnen ist, die zu erhöhten Entsorgungskosten für anfallenden Bodenaushub führen könnten.

Die Mischproben lassen sich der Bodenart "Ton" zuordnen. Den Analyseergebnissen zufolge halten beide Proben die Zuordnungswerte Z0 der VwV Boden ein.

Aushub dieser Qualität lässt eine uneingeschränkte Verwertung (außerhalb durchwurzelbarer Bodenschichten) zu. Da die beiden beschriebenen Proben lediglich einen groben Überblick über die zu erwartende Qualität des bei der Erschließung anfallenden Bodenaushubs erlauben, werden vor einer endgültigen Deklaration des Aushubs im Rahmen von Baumaßnahmen eventuell weitere Untersuchungen erforderlich.

Bei den beiden Asphaltproben „BS 1“ und „BS 4“ betragen die PAK-Konzentrationen 1,6 bzw. 0,86 mg/kg. **Die Proben können somit als teerfrei klassifiziert werden.**

Nach der Analyse der Mischprobe des Opalinustones ist dieser **nicht betonangreifend**, da der Grenzwert von 2.000 mg/kg nach DIN 4030 mit 730 mg/kg deutlich unterschritten ist.

Die Untersuchungsergebnisse der Oberbodenproben werden im nachfolgenden Kapitel 11 vorgestellt diskutiert.

## 11 Ergebnisse der bodenkundlichen Untersuchungen

Im Baugebiet hat sich laut Online-Kartenviewer des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau ([http://maps.lgrb-bw.de/?view=lgrb\\_geola\\_bod](http://maps.lgrb-bw.de/?view=lgrb_geola_bod)) eine Pararendzina aus Schwemmsedimenten entwickelt. Pararendzinen sind relativ junge, noch wenig entwickelte Böden, die zumeist einen mehrere Zentimeter bis wenige Dezimeter mächtigen humosen Oberboden besitzen, der direkt dem Ausgangssubstrat (hier: Schwemmsedimente des Sachsentobelbachs) aufliegt.

Die Bodenfunktionen dieses im Baugebiet verbreiteten Bodentyps werden gemäß den Kriterien des Leitfadens „Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit (Bodenschutz 23)“ wie folgt klassifiziert:

**Natürliche Bodenfruchtbarkeit:** mittel (2.0)

**Ausgleichskörper im Wasserkreislauf (unter landwirtschaftl. Nutzung):** mittel (2.0)

**Filter und Puffer für Schadstoffe (unter landwirtschaftlicher Nutzung):** sehr hoch (4.0)

**Gesamtbewertung:** 2.67 (unter landwirtschaftlicher Nutzung)

Der in der Regel gut durchwurzelte, tonige Oberboden (A-Horizont) besitzt im Baugebiet Mächtigkeiten von 0,20-0,40 m. Dieser Oberboden kann mit Humusgehalten von rund 2 bis 3 % als mittel humos (h3 gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung KA5) klassifiziert werden.

Die Analyseergebnisse der beiden Oberbodenmischproben sind nachfolgend in tabellarischer Zusammenfassung dargestellt.

Bodenprobe		MP bo1	MP bo2	Vorsorgewert BBodSchV Bodenart Ton
	Dimension			
Humusgehalt	%	1,9	2,8	
Blei	mg/kg	36	31	100
Cadmium	mg/kg	0,73	0,57	1,5
Chrom gesamt	mg/kg	54	55	100
Kupfer	mg/kg	30	26	60
Nickel	mg/kg	39	37	70
Quecksilber	mg/kg	0,13	0,14	1
Zink	mg/kg	129	116	200
PCB	mg/kg	n.n.	n.n.	0,05
PAK	mg/kg	n.n.	n.n.	3
Benz(a)pyren	mg/kg	<0,04	<0,04	0,3

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, werden die Vorsorgewerte der BBodSchV (Bodenart Ton) bei allen Parametern eingehalten. Eine Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung gemäß § 8 des BBodSchG ist bei den untersuchten Oberbodenproben somit nicht gegeben. Der Oberboden kann uneingeschränkt für die Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht verwertet werden. Bei den untersuchten Parametern wird auch das 70%-Kriterium der Vorsorgewerte eingehalten, sodass gemäß § 12, Abs. 4 der BBodSchV eine Verwertung auf einer landwirtschaftlichen Fläche durch Aufbringung von humosem Oberbodenmaterial somit prinzipiell möglich ist.

Mögliche landwirtschaftliche Flächen auf der Gemarkung Dürnau, die für einen Bodenauftrag in Frage kommen, finden sich laut des Online-Kartenviewers des LGRB vor allem nordwestlich und westlich des Baugebietes in den Gewannen Bühl [Flst. 646 – 649 (teilweise), 651 und 658 – 660], Oberer Grund [Flst. 517 – 522 (teilweise)] und Mähdle (Flst. 459/2 bis 461). Weitere Flächen finden sich im Süden von Dürnau in den Gewannen Flenner (Flst. 949 – 955), Hinterer Bach (Flst. 621), Erbiswiesen (Flst. 656, 657 und 659) und Hintere Wiesenäcker [Flst. 768 (teilweise), 775, 776 790 und 793 – 795].

## 11.1 Allgemeine Grundsätze für die Aufbringung von Bodenmaterial

*Die DIN 19731 gibt wesentliche Anforderungen für das Aufbringen von Bodenmaterial vor. Die nachfolgenden Hinweise und Ausführungen sind teilweise dem Merkblatt „**Bodenaushub und seine Verwertung**“ des Landratsamtes Göppingen und teilweise der Schrift „**Bodenschutz beim Bauen**“ des Bundesverbandes Boden e. V. entnommen.*

Für Flächen mit einem Umfang größer 500 m<sup>2</sup>, auf denen eine Bodenauffüllung erfolgen soll, ist eine Genehmigung mittels des „Antrags auf Auffüllung von Bodenmaterial“ beim Landratsamt Göppingen einzuholen; gegebenenfalls muss zusätzlich noch eine baurechtliche und/oder naturschutzrechtliche Genehmigung eingeholt werden.

Es darf nur Boden bzw. Bodenmaterial mit ähnlicher stofflicher und physikalischer Beschaffenheit kombiniert werden. Das einzubauende Bodenmaterial sollte hochwertiger sein als das vorhandene auf der Auftragsfläche. Dies bedeutet, dass mindestens eine der natürlichen, bewertungsrelevanten Funktionen des Bodens verbessert werden muss, ohne die anderen natürlichen Funktionen zu beeinträchtigen.

Zur Bodenverbesserung vorgesehene Bodenmaterial muss folgende Kriterien einhalten:

- es darf keine bodenfremden Bestandteile enthalten (bspw. Asphalt, Bauschutt, Müll etc),
- der Stein- oder Kiesgehalt muss geringer sein als im Boden der Auftragsfläche,
- der Grobkornanteil (Partikel größer 2 mm) darf maximal 30 % betragen,
- es darf keine großen Steine enthalten (< 20 cm),
- der pH-Wert muss > 5,5 sein,
- es darf keine hohe Bodenfeuchte besitzen,

- es darf nicht verdichtet sein,
- Einhaltung der Vorsorgewerte der BBodSchV (Ausnahme: Boden mit geogen erhöhten Konzentrationen, wenn der Boden auf der Auftragsfläche ebenfalls geogen erhöhte Konzentrationen aufweist)

Auftragshöhen von Oberboden auf landwirtschaftlich genutzten Flächen werden seitens der Behörden auf maximal 20 cm begrenzt, um die Bodenfunktionen am Auftragsort nicht zu stark zu beeinträchtigen. So sind z. B. entstandene Verdichtungen relativ einfach zu beseitigen, und das Risiko von Bodenerosionen und Rutschungen ist deutlich geringer als bei höheren Aufträgen. Auch der technische Aufwand ist vergleichsweise geringer. Außerdem ist eine raschere Belegung des aufgetragenen Bodenmaterials möglich.

## 11.2 Hinweise zur technischen Ausführung von Bodenumlagerungen

Beim Abtrag und beim Einbau von Bodenmaterial und bei der Wiederherstellung der Bodenschichten sind negative Einflüsse wie Verdichtung und Vernässung zu vermeiden.

Einer der wichtigsten Bausteine zum Schutz des Bodens und für einen effektiven Bauablauf ist die Erstellung eines Baustelleneinrichtungsplans. Er ist frühzeitig im Rahmen des Bodenmanagementkonzeptes zu erstellen und als Anlage der Ausschreibung von Baumaßnahmen beizulegen.

Damit der Abtrag des Bodens in vielbefahrenen Bereichen zu einem geeigneten Zeitpunkt und fachgerecht erfolgen kann, sollte der Baustelleneinrichtungsplan folgende Angaben mindestens enthalten, damit der Boden geschützt werden kann:

- Fläche, die bebaut wird
- Flächen, die nicht befahren bzw. beeinflusst und durch Bauzaun abgegrenzt werden
- Flächen, auf denen Ober- und Unterboden abgegraben werden, da sie befahren werden bzw. als Lagerfläche dienen und nicht durch Bauzaun geschützt werden können
- Flächen zur Einrichtung von Baustraßen und Zufahrtswegen
- Flächen zur Lagerung von Oberboden
- Flächen zur Lagerung von Unterboden
- Flächen zur Lagerung von Baumaterial

### 11.2.1 Bodenausbau

Oberirdische Pflanzenteile sollten zunächst zerkleinert oder abgemäht und entfernt werden. Die Grasnarbe kann mittels Scheibenegge oder Fräse zerkleinert werden. Vor allem wenn der Oberboden in Mieten zwischengelagert werden soll, ist eine möglichst vollständige Entfernung oberirdischer Pflanzenteile anzustreben.

Ist vorgesehen, Oberboden und Unterboden zur Bodenverbesserung zu nutzen, sind vorzugsweise Raupenbagger mit geeignetem Fahrwerk einzusetzen, die "vor Kopf" arbeiten können. Alternativ darf der Oberboden mit einer Planierraupe geringer Pressung ( $< 4 \text{ N/cm}^2$ ) abgeschoben werden. Anschließend wird der Unterboden möglichst in einem Arbeitsgang ohne Zwischenbefahrung separat ausgebaut.

Der zur Verwertung vorgesehene Boden darf nur in trockenem Zustand ausgebaut werden, da es sonst zu schädlichen Verdichtungen kommt (nach niederschlagsreichen Witterungsperioden müssen die Böden ausreichend abgetrocknet sein).

Abgetragener Oberboden und Unterboden, die nicht fortlaufend aufgebracht werden können, müssen in speziell angelegten Mieten separat zwischengelagert werden. Allerdings erhöht eine Zwischenlagerung immer das Risiko einer Qualitätsverschlechterung des Materials durch Verdichten oder Vernässen. Zur Vermeidung einer Qualitätsverschlechterung sind folgende Kriterien einzuhalten:

- Oberbodenmaterial sollte weitgehend frei von Pflanzenteilen sein und nicht höher als 2 m geschüttet werden, damit keine luftarmen Bereiche in der Miete entstehen.
- Die Mieten mit Unterbodenmaterial sollten 4 m nicht übersteigen. Der Flächenbedarf für die Zwischenlagerung ergibt sich daher u.a. aus der maximalen Schütthöhe.
- Bei der Schüttung dürfen keine Radfahrzeuge die Mieten befahren.
- Die Mieten müssen profiliert und geglättet werden, damit möglichst wenig Niederschlagswasser eindringt (die Oberflächen der Mieten sollten eine Neigung von mindestens 4 % aufweisen, damit das Niederschlagswasser abfließen kann. Ideal ist eine steile Trapezform. Gegebenenfalls sind Entwässerungsgräben anzulegen).
- Mieten dürfen nie auf vernässtem Untergrund angelegt werden, für ausreichende Dränung ist zu sorgen.
- Bei einer geplanten Lagerdauer von über 6 Monaten sind die Mieten mit tiefwurzelnden, winterharten, stark wasserzehrenden Pflanzen (z. B. Luzerne, Winterraps, Ölrettich) zu begrünen.

Ziel muss ein, die Mieten in ihrem ganzen Volumen gut durchlüftet zu halten. Ansonsten bilden sich anaerobe Bedingungen, unter denen das Bodenleben „erstickt“ und Fäulnisvorgänge einsetzen. Diese sind an einer Graufärbung und einem fauligen Geruch beim Abtrag der Mieten erkennbar.

### 11.2.2 Bodeneinbau

Optimal ist die Verwendung von Oberbodenmaterial (Mutterboden). Aber auch kultivierbares Unterbodenmaterial mit geringerem Steingehalt als im vorhandenen Oberboden und geeigneter Bodenart kann genutzt werden. Der ursprüngliche Oberboden braucht nicht abgeschoben und in Mieten zwischengelagert werden. Vor dem Bodenauftrag muss die Auftragsfläche aufgelockert werden.

Bei größerer Auffüllmenge ist für das Verteilen des Oberbodens eine Raupe (Kettenfahrzeug) erforderlich (z. B. Moorraupe). Nur mit solchen Raupen ist ein verdichtungsarmer Bodenauftrag möglich. Wichtig ist auch, dass die Schiebewege nicht zu lang werden (max. zulässig 30 m). Auf Flächen mit Verschiebewegen über 30 m liefern die Lkw auf Fahrbahnen in jeweils 50 – 60 m Abstand das Material an, das von dort mit der Raupe verteilt wird. Der verdichtete Boden in Fahrbahnbereichen muss dann vor einem Auftrag gut gelockert werden. Generell gilt, dass außerhalb von Wegen oder Fahrbahnen die Auftragsfläche wegen der Gefahr der Bodenverdichtung nicht von Lkw befahren werden darf.

Der Bodenauftrag darf nur bei trockener Witterung und abgetrocknetem Boden ausgeführt werden.

### 11.2.3 Erstbewirtschaftung und Nachsorgemaßnahmen

Nach einem Bodenauftrag kann sich ein tiefreichendes, stabiles Porensystem, das für eine ausreichende Belüftung der Pflanzenwurzeln sorgt, erst allmählich wieder ausbilden. Unterstützen lässt sich die Ausbildung des Porensystems durch den Anbau tiefwurzelnder Pflanzen in den ersten Jahren auch durch Düngung mit Stallmist. Gründüngung, organische Düngung fördert die Tätigkeit von Regenwürmern und anderen Bodenorganismen und trägt so indirekt zur Ausbildung von gut dränenden Grobporen bei.

**Empfehlungen:**

- Bewirtschaftungs- und Pflegemaßnahmen dürfen nur bei ausreichend trockenem Boden durchgeführt werden.
- Als erste Folgekultur sollten mehrjährige, intensivwurzelnde Pflanzen (z. B. 3 Jahre Luzerne zur Gefügestabilisierung) gewählt werden.
- Zuckerrüben und Mais sollten nicht vor dem sechsten Folgejahr angebaut werden.
- Bodenverdichtungen sind durch mechanische Lockerung zu beseitigen.

**Risiken:**

Um Risiken eines Bodenauftrags zu vermeiden bzw. möglichst gering zu halten, sollte darauf geachtet werden, dass

- es keine erhöhten Schadstoffgehalte aufweist,
- es keine Abfälle oder Bauschutt enthält,
- es zu keiner dauerhaften Verringerung der Ertragsfähigkeit führt (z. B. zu viel Steinmaterial enthält oder zu tonig ist).

Wenn der Bodenauftrag zu irreversiblen Verdichtungen führt, Erosionen oder Rutschungen verursacht und in der Folge Straßen, Wege oder andere Grundstücke beeinträchtigt, muss damit gerechnet werden, dass die Aufsichtsbehörde verlangt, zumindest den ursprünglichen Zustand wiederherzustellen. Für die Beseitigung des aufgetragenen Materials bzw. für die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes können hohe Kosten entstehen. Den Eigentümern bzw. Bewirtschaftern von Grundstücken ist deshalb zu empfehlen, sich vertraglich gegenüber den Unternehmen abzusichern, die den Aushub liefern und die technische Ausführung übernehmen.

## **12 Erschließung und Bebauung**

### **12.1 Kanal- und Leitungsbau**

#### **12.1.1 Herstellung von Kanal- und Leitungsgräben**

Bei der Herstellung von Kanal- und Leitungsgräben sind die Richtlinien der DIN 4124, DIN EN 1610 (Abwasserleitungen und -kanäle) und DIN EN 805 (Trinkwasserleitungen) zu beachten.

Gräben über 1,25 m sind zu böschen oder zu verbauen. Sollte frei geböscht werden, sind nach DIN 4124, Abschnitt 4.2.4 bei Böschungen bis 5 m Höhe folgende Böschungswinkel  $\beta$  ohne rechnerischen Standsicherheitsnachweis maximal zulässig:

- |    |   |                       |
|----|---|-----------------------|
| a) | nichtbindige oder weiche, bindige Böden | $\beta \leq 45^\circ$ |
| b) | steife bis halbfeste bindige Böden      | $\beta \leq 60^\circ$ |
| c) | fester Tonstein, Kalkstein              | $\beta \leq 80^\circ$ |

Bis zum festen Tonstein ist vorwiegend mit steifem oder halbbestem, bindigem Boden zu rechnen, so dass unter  $\beta \leq 60^\circ$  geböscht und ein maßhaltiger Aushub ohne besondere Erschwernisse erwartet werden kann. Im Bereich von möglicherweise lockeren bzw. weichen Auffüllungen ist der Böschungswinkel auf  $\beta \leq 45^\circ$  zu reduzieren. Im festen Gestein kann der Böschungswinkel auf  $\beta \leq 80^\circ$  erhöht werden.

Bei Herstellung freier Böschungen wird empfohlen, auf halber Höhe Bermen (Breite  $\geq 1,50$  m) zum Auffangen eventuell abrutschenden Erdmaterials vorzusehen.

Um die Massen für Aushub und Verfüllung möglichst gering zu halten, werden Kanal- und Leitungsgräben meist mit senkrechten Wänden hergestellt und mit einem Verbau gesichert. Dies ist bei Gräben über 2 m Tiefe generell zu empfehlen. Dabei gelten ebenfalls die Vorgaben der DIN 4124, DIN EN 1610 und DIN EN 805.

Verbausysteme, bei denen die Verbauelemente kontinuierlich mit dem Aushub abgesenkt werden, sind zu bevorzugen. Einfache Verbaukörbe, die nach dem Aushub in die Gräben eingestellt werden, können nur bei ausreichend standfesten Grabenwänden eingesetzt werden, wenn nicht mit Nachbrüchen zu rechnen ist. Die Wahl des Verbausystems ist daher den Baugrundverhältnissen anzupassen. Sie fällt im Einzelnen in den Verantwortungsbereich der beauftragten Tiefbauunternehmung.

Es ist zu beachten, dass ein Verbau mit vorauseilendem Erdaushub und anschließender Sicherung des Grabens mit einem nichtkraftschlüssigen Verbau (z. B. durch Verbauplatten) Spannungsumlagerungen im benachbarten Untergrund bewirkt, welche Setzungen oder Sackungen bis hin zur Geländeoberkante verursachen können. Es muss daher sichergestellt sein, dass bereits bestehende Bauteile (z. B. Wasserleitungen, Strom- oder Telefonkabel) insbesondere in den Anschlussbereichen zu den bestehenden Kanälen nicht setzungsempfindlich sind bzw. keine unzulässigen Verformungen erfahren.

Bei nicht ganz auszuschließenden Zutritten von Grund- und/oder Schichtwasser dürfte nur mit geringen Wassermengen zu rechnen sein ( $Q \leq 0,5$  l/s/lfm), die mit einer offenen Wasserhaltung problemlos beherrscht werden können. Werden hierzu Dränleitungen verlegt, so sind diese im Endzustand zu unterbrechen, um ein ständiges Ableiten von Grundwasser zu verhindern.

Sollte eine Grundwasserableitung/-absenkung erforderlich werden, so ist zu Beginn eine Grundwasserproben zu entnehmen und nach den in Abschnitt (Wasserrechtlicher Hinweis) genannten Vorgaben zu untersuchen. Zum Ende der Wasserhaltung vor der Grabenverfüllung wird die Entnahme und Untersuchung einer weiteren Grundwasserprobe gefordert.

Sollte eine Grundwasserableitung/-absenkung erforderlich werden, so ist zu Beginn eine Grundwasserprobe zu entnehmen und nach den in Abschnitt (wasserrechtlicher Hinweis) genannten Vorgaben zu untersuchen. Zum Ende der Wasserhaltung vor der Grabenverfüllung wird die Entnahme und Untersuchung einer weiteren Grundwasserprobe gefordert.

Im vorliegenden Fall erfolgt bei einer eventuellen Wasserhaltung keine Absenkung unter einen mittleren oder tiefen Grundwasserstand, sondern es wird ein Anstieg des Grundwasserstands in ein ungewöhnlich hohes Niveau verhindert. Insofern liegt auch der abgesenkte Grundwasserstand im Bereich der natürlichen Schwankungsbreite des Grundwasserstands. Suffosion oder Subrosion sind bei den geringen zu erwartenden Grundwassermengen nicht zu erwarten.

Bei einer zeitweiligen Grundwasserabsenkung bzw. -ableitung während der Bauzeit sind keine schädlichen Auswirkungen auf die Nachbargrundstücke bzw. die Nachbarbebauung zu erwarten.

Bei der Einleitung von Grundwasser in die Kanalisation oder in ein Gewässer wären nach unserer Kenntnis i.d.R. folgende Grenzwerte einzuhalten:

Parameter	Kanalisation	Gewässer
<b>pH-Wert</b>	6,5 – 10,0	6,5 – 8,5
<b>absetzbare Stoffe nach ½ Std.</b>	1,0 ml/l	0,3 ml/l
<b>abfiltrierbare Stoffe nach DIN EN 872</b>	---	100 mg/l
<b>Kohlenwasserstoffe ges. nach DEV V H53</b>	20 mg/l	5,0 mg/l
<b>chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW)</b>	0,05 mg/l	0,01 mg/l

\*Vorgaben der örtlichen Entwässerungssatzung bleiben hiervon unberührt

Zur Einhaltung der Grenzwerte ist gegebenenfalls die Zwischenschaltung eines Absetzbeckens und bei Ableitung von durch Beton verdrängtem oder mit frischem Beton in Berührung gekommenem Wasser einer Neutralisation erforderlich.

Wenn durch Baumaßnahmen ein Eingriff ins Grundwasser bzw. den Grundwasser-Schwankungsbereich ( $\hat{=}$  Bemessungswasserstand) erfolgt, ist dies ein wasserrechtlicher Tatbestand gemäß §49 WHG (Wasserhaushaltsgesetz der Bundesrepublik Deutschland), der anzeige- und genehmigungspflichtig ist.

### 12.1.2 Leitungszone

Die Leitungszone (Bettung, Seitenverfüllung und Rohrabdeckung) ist gemäß DIN EN 1610 auszuführen.

Den Untersuchungsergebnissen zufolge kann im natürlich anstehenden Untergrund von guter Tragfähigkeit im Auflagerbereich ausgegangen werden.

Bei wechselnden Schichten und damit verbundenen Tragfähigkeitsänderungen der Grabensohle sind an den Übergangsstellen ggf. entsprechende Schutzmaßnahmen notwendig, um überlagerte Beanspruchungen zu vermeiden.

Um Linien- und Punktlagerungen in steinigen oder festgelagerten Böden zu vermeiden, ist die Dicke der unteren Bettungsschicht von Abwasserkanälen bei derartigem Untergrund auf  $100 \text{ mm} + 1/5 \text{ DN}$  in mm, mindestens jedoch 150 mm zu erhöhen. Das Material für die Bettungsschicht muss die Anforderungen nach Abschnitt 5.3 der DIN EN 1610 erfüllen. Wir empfehlen, als Bettungsmaterial Fremdmaterial zu verwenden (z. B. Schotter-Splitt-Gemisch 0/32).

Die Aushubsohlen/Auflagerflächen sind zu verdichten, um eventuelle Auflockerungen durch den vorangegangenen Aushub rückzustellen. Die Grabensohle und die untere Bettungsschicht dürfen jedoch nicht stärker verdichtet werden als die obere Bettungsschicht, um eine gleichmäßige Spannungsverteilung im Bettungsbereich zu gewährleisten.

In der Leitungszone ist Material nach den Anforderungen der DIN EN 1610 bzw. DIN EN 805 und der einschlägigen DVGW-Arbeitsblätter bzw. Herstelleranforderungen einzubauen. Schüttmaterial, Schütthöhe und Verdichtungsgerät müssen aufeinander abgestimmt sein. In der Leitungszone darf nur mit leichten Verdichtungsgeräten verdichtet werden. Der Einbau ist in Lagen von maximal 0,2 m - 0,3 m auszuführen. Die Anforderung an das 10%Mindestquantil des Verdichtungsgrads  $D_{Pr}$  beträgt 97%.

Die Dicke der Abdeckung über der Rohrleitung sollte i.d.R. 300 mm betragen. Eine Minstdicke von 150 mm über dem Rohrschaft und 100 mm über der Rohrverbindung darf nicht unterschritten werden.

Wegen der Grundwasserverhältnisse (möglicher Anstieg des Grundwasserstands bis in die Leitungszone) ist darauf zu achten, dass kein suffosions- oder erosionsgefährdetes Bettungsmaterial zum Einsatz kommt (z.B. Sand), um einen Volumenverlust in Folge Ausspülen der Feinpartikel und dadurch bedingte Sackungen/Setzungen zu vermeiden.

### **Hauptverfüllung von Kanal- und Leitungsgräben**

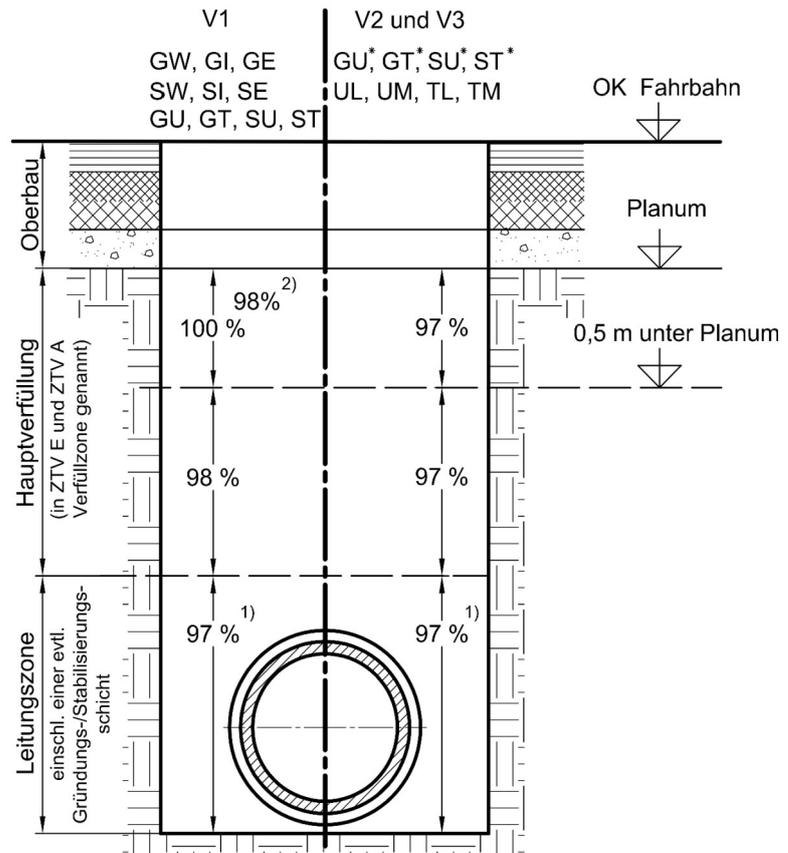
Die Hauptverfüllung ist gemäß den Planungsanforderungen auszuführen und lagenweise verdichtet einzubauen. Über den Rohren darf eine mechanische Verdichtung erst ab einer Schichtdicke von  $\geq 300$  mm erfolgen. Mittlere und schwere Verdichtungsgeräte dürfen erst ab einer Überdeckungshöhe von 1,00 m zum Einsatz kommen.

Bei der Wiederverfüllung und Verdichtung von Leitungsgräben sind die Richtlinien der ZTV E-StB 17 und der ZTV A-StB 12 sowie DIN EN 1610 einzuhalten. In den (zurückgezogenen) ZTV A-StB 97/06 sind die für die Verfüllzone geeigneten Bodenarten in Verdichtbarkeitsklassen eingeteilt.

Wir empfehlen, trotz der in den aktuell gültigen ZTV A-StB nicht mehr enthaltenen Regelungen, für die Verfüllzone Böden der Verdichtbarkeitsklasse V 1 zu verwenden, da sie wegen ihrer geringeren Wasser- und damit Witterungsempfindlichkeit in der Regel leichter zu verdichten sind als Böden der Klassen V 2 und V 3. Werden Böden der Klassen V 2 und V 3 verwendet, so muss der Wassergehalt dem optimalen Wassergehalt beim Proctorversuch entsprechen.

Gemäß ZTV E-StB 17 und ZTV A-StB 12 sind folgende Verdichtungsanforderungen einzuhalten:

Verdichtbarkeitsklasse nach DWA-A 139  
und ZTV A-StB 97  
Bodengruppen nach DIN 18196



1) Böden GU, GT, SU, ST sowie Böden der Verdichtbarkeitsklassen V2 und V3 sind im Regelblatt 15 für die Leitungszone nicht zugelassen.

2) In Geh- und Radwegen

Bei Baugruben und Gräben außerhalb von Verkehrsflächen ist mindestens die Lagerungsdichte des umgebenden Bodens einzuhalten, gemäß ZTV E-StB 17 jedoch mindestens 97%  $D_{Pr}$ .

Die nachfolgenden Bewertungen und Hinweise beziehen sich ausschließlich auf die geotechnische Eignung von Böden. Böden, die den o.g. abfallrechtlichen Anforderungen nicht genügen, dürfen auch bei geotechnischer Eignung nur im oberen Teil von Graben- und Baugrubenverfüllungen eingebaut werden.

Die anstehenden und beim Aushub anfallenden Lehmböden und der Hangschutt sind den Verdichtbarkeitsklasse V 2 und V 3 (natürliche Böden, Bodengruppen TM und TA) zuzuordnen.

Bindiges Aushubmaterial der Verdichtbarkeitsklasse V 3 in steifer Konsistenz ist unter geotechnischen Aspekten (Verdichtbarkeit beim Einbau, Tragfähigkeit) nach den o.g. Kriterien zum Wiedereinbau nur bedingt geeignet (evtl. nach Bodenverbesserung/Bindemittelbehandlung). Hinweise zu Bodenverbesserungsmaßnahmen können Abschnitt entnommen werden.

Bindiges Aushubmaterial in annähernd halbfester Konsistenz könnte eventuell wiederverwendet werden, wenn eine witterungsgeschützte Zwischenlagerung möglich ist. Zum Schutz vor Durchfeuchtung kann eine Miete mit geneigter (Quergefälle  $\geq 5\%$ ) und glatt abgewalzter Oberfläche hergestellt oder eine Abdeckung mit sturmsicher angebrachter Folie vorgenommen werden.

Gut für Verfüllzwecke geeignet sind Tragschichtmaterial nach ZTV SoB-StB 04 oder gleichwertige Schotter-Splitt-Gemische. Bei nicht güteüberwachtem Material ist dessen Eignung vor dem Einbau ggf. nachzuweisen, sofern nicht örtliche Erfahrungen hinsichtlich der Eignung vorliegen.

Bei Grabenverfüllungen mit unverändertem, ursprünglich vorhandenem Bodenmaterial muss auch bei sorgfältiger Verdichtung mit späteren Setzungen gerechnet werden. Daher sollte von dessen Verwendung im Fahrbahnbereich abgesehen werden. Hier sollte z.B. Betonrecycling (Zulassung nach TL Gestein-StB 04 bzw. TL G SoB-StB 04 und UVM-Erlass), Schotter oder gleichwertiges verwendet werden.

Das Verfüllgut ist lagenweise einzubauen und optimal zu verdichten. Die Mächtigkeit der einzelnen Lagen sollte 30-40 cm nicht überschreiten. Die Anforderung an das 10%-Mindestquantil des Verdichtungsgrades  $D_{Pr}$  in der Verfüllzone beträgt in Abhängigkeit vom eingebauten Erdstoff zwischen  $\geq 97\%$  und  $\geq 100\%$ . Im Übrigen wird auf die Vorgaben der ZTV E-StB 17 und ZTV A-StB 12 für die Verfüllung in Straßenbereichen verwiesen.

Die Verdichtung der Grabenverfüllung ist im geforderten Umfang gemäß ZTV E-StB 09, Abschnitt 14 je nach gewählter Prüfmethode im Zuge der Eigenüberwachung durch den Auftragnehmer nachzuweisen. Unabhängige Kontrollprüfungen durch den Auftraggeber werden empfohlen.

Unverändertes Aushubmaterial kann eventuell in nicht setzungsempfindlichen Bereichen (z.B. unter Grünflächen, zur Geländemodellierung) wieder eingebaut werden, wo keine besonderen Anforderungen hinsichtlich optimaler Verdichtbarkeit zu stellen sind und im Lauf der Zeit auftretende Konsolidationssetzungen der Grabenverfüllung ggf. im Zuge der gärtnerischen Pflege ausgeglichen werden können.

Der Rückbau eines Grabenverbaus muss unter abwechselndem schrittweisem Ziehen und unmittelbar anschließendem Nachverdichten erfolgen. Es muss eine kraftschlüssige und vollflächige Verbindung des Verfüllmaterials mit dem gewachsenen Boden der Grabenwand entstehen.

Ist ein Rückbau erst nach dem Verfüllen möglich, so ist dies in der Rohrstatik zu berücksichtigen. In besonderen Fällen ist der Verbau im Untergrund zu belassen.

Im Gründungsbereich der Schachtbauwerke kann überwiegend mit gut tragfähigem Baugrund gerechnet werden.

## 12.2 Verkehrsflächen

Bei der Bemessung und Ausführung von Verkehrsflächen empfehlen wir, die Richtlinien der RStO 12, der ZTV E-StB 17 und der ZTV T-StB 95 bzw. ZTV SoB-StB 04 und ZTV Beton-StB 07 zu beachten.

Bei der Erschließung von Baugebieten ist nach RStO12 in der Regel ein stufenweiser Ausbau der Fahrbahnbefestigung vorzusehen, dessen erste Ausbaustufe den zu erwartenden Baustellenverkehr aufnehmen muss. Soll nach weitgehender Fertigstellung der angrenzenden Bebauung der vollständige Aufbau hergestellt werden, ist der Zustand der verbleibenden Teilbefestigung gemäß RStO 12, Abschnitt 4, zu berücksichtigen. Bei der Ermittlung der Belastungsklasse ist der Baustellenverkehr zu berücksichtigen.

Gemäß RStO 12 sind die Wohnstraßen unter Berücksichtigung des Baustellenverkehrs wahrscheinlich der Belastungsklasse Bk1,0 oder Bk 3,2 zuzuordnen. Eine diesbezüglich verbindliche Festlegung kann jedoch nicht durch unser Haus erfolgen.

Auf dem Erdplanum frostempfindlicher Böden wird bei Regelbauweisen nach RStO 12 ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  verlangt. An der Oberkante des Oberbaus (ungebundene Tragschicht) werden in Abhängigkeit von der Bauweise bestimmte 10%-Quantile des  $E_{v2}$ -Werts gefordert. Die Anforderungen bei Wegen betragen  $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$  bzw.  $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$  (bei einer Decke ohne Bindemittel) und bei Straßen je nach Bauweise  $E_{v2} \geq 120\text{-}150 \text{ MN/m}^2$  (Belastungsklassen Bk100 - Bk1,0) bzw.  $E_{v2} \geq 100\text{-}120 \text{ MN/m}^2$  (Belastungsklasse Bk0,3). Die auf dem Erdplanum und der Tragschicht geforderten Verformungsmoduln sind durch Plattendruckversuche nach DIN 18 134 nachzuweisen.

Die im Bereich des voraussichtlichen Erdplanums natürlich anstehenden Bodenschichten sind den Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich) und F 2 (mittel frostempfindlich) nach ZTV E-StB 09 zuzuordnen. Da eine genauere Abgrenzung unterschiedlich frostempfindli-

cher Bereiche nicht möglich und eher ein größerer Anteil von sehr frostempfindlichen Flächen zu erwarten ist, empfehlen wir, sämtliche Verkehrsflächen für sehr frostempfindlichen Untergrund (F 3) zu dimensionieren.

Demnach sind nach RStO 12 dimensionierte Frostschutz- und Tragschichten aufzubringen. Sofern nicht örtliche Erfahrungen oder spezielle Untersuchungen zur Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus vorliegen, kann diese Dicke unter Berücksichtigung der Frostempfindlichkeit des Bodens aus den „Ausgangswerten für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus“ in cm (RStO 12, Abschnitt 3.2.2, Tabelle 6) und den „Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse“ (RStO 12, Abschnitt 3.2.3, Tabelle 7) errechnet werden.

## Dürnau liegt nach Bild 6 RStO 12 in der Frosteinwirkungszone II

Der anstehende Baugrund ist frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F 2 + F 3)

Gemäß RStO 12, Abschnitt 3.2 ist unter Berücksichtigung der entsprechenden Zu- und Abschläge eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 0,65 m (Belastungsklassen Bk3,2 - Bk1,0) bzw. 0,55 m (Belastungsklasse Bk0,3) erforderlich.

Die angegebene Mindestdicke ist auf einem Untergrund mit einem Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  vorgesehen. Wird dieser Wert nach Verdichtung des Planums nicht erreicht (im vorliegenden Fall sehr wahrscheinlich), so sind besondere Maßnahmen vorzusehen. Hierzu gehören z.B. Maßnahmen zur Bodenverbesserung (z.B. Bindemittelzugabe oder Bodenaustausch) oder Bodenverfestigung gemäß ZTV E-StB 17 bzw. ZTV Beton-StB 07 oder eine Erhöhung der Tragschichtdicke. Außerdem kann die Tragschicht durch Einbau von geeigneten Geogittern als Bewehrung oder durch Zugabe von Tragschichtbinder verbessert werden.

Die bei **Bodenverbesserungsmaßnahmen** erreichbare Qualität ist stark von der möglichst homogenen Einmischung des hydraulischen Bindemittels in den Boden abhängig. Optimale Ergebnisse werden mit Bodenfräsen erzielt. Bei Einsatz von Raupen mit Reißzähnen o.ä. wird oft nicht die erwartete Verbesserung erreicht.

Die angetroffenen Böden der Bodengruppen TA und TM liegen im Eignungsbereich für Feinkalk oder Kalkhydrat. Neben einer Kalkstabilisierung kommen auch Kalk-Zement-Gemische (z.B. Dorosol) zur Bodenverbesserung bzw. -verfestigung in Frage. Überschlägig kann von einer Ver-

ringerung des Wassergehalts von 1-2 % bei Zugabe von 1 M-% Bindemittel ausgegangen werden.

Durch Zugabe von Bindemittel verändern sich neben dem Wassergehalt auch die plastischen Eigenschaften, die Konsistenz sowie die Verdichtungseigenschaften. Die tatsächlich erforderliche Bindemittelmenge ist u.a. auch witterungsabhängig und kann daher nicht zuverlässig vom aktuellen Wassergehalt der zu bearbeitenden Böden abgeleitet werden. Bei anhaltend niederschlagsreicher Witterung muss mit starker Behinderung oder sogar vollständiger Einstellung der Erdarbeiten gerechnet werden.

Die Wassergehalte der anstehenden Tonböden lagen bei ca. 21 - 25 % (siehe Anlage 4.1) , so dass meist eine Bindemittelzugabe erforderlich werden wird. Im Mittel wird eine Bindemittelmenge von schätzungsweise 3 - 4% (50-65 kg/m<sup>3</sup>) wahrscheinlich ausreichend sein.

Wenn trockenere Böden in annähernd halbfester Konsistenz bei trockener Witterung bearbeitet werden können, so ist ein ausreichender Verdichtungsgrad voraussichtlich auch ohne Bindemittelzugabe erreichbar.

Ein ausreichender Verformungsmodul ( $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ ) kann beim Einbau der örtlich anstehenden Böden ohne Bindemittelzugabe nicht erwartet werden. Bei Böden mit einer Konsistenz schlechter als halbfest und bei niederschlagsreicher Witterung wird eine Bindemittelzugabe immer notwendig werden.

Im Bedarfsfall sind Testfelder zur Ermittlung der optimalen Bindemittelzugabemenge und Dicke der Bodenverbesserung anzulegen oder Eignungsprüfungen durchzuführen (v.a. bei Boden-Gruppe TA, die im Grenzbereich der Anwendbarkeit von Bodenverbesserungsmaßnahmen liegt). Die Bodenverbesserung ist so zu dimensionieren, dass auf dem Planum der geforderte Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  erreicht wird und darauf ein Regelaufbau nach RStO 12 hergestellt werden kann.

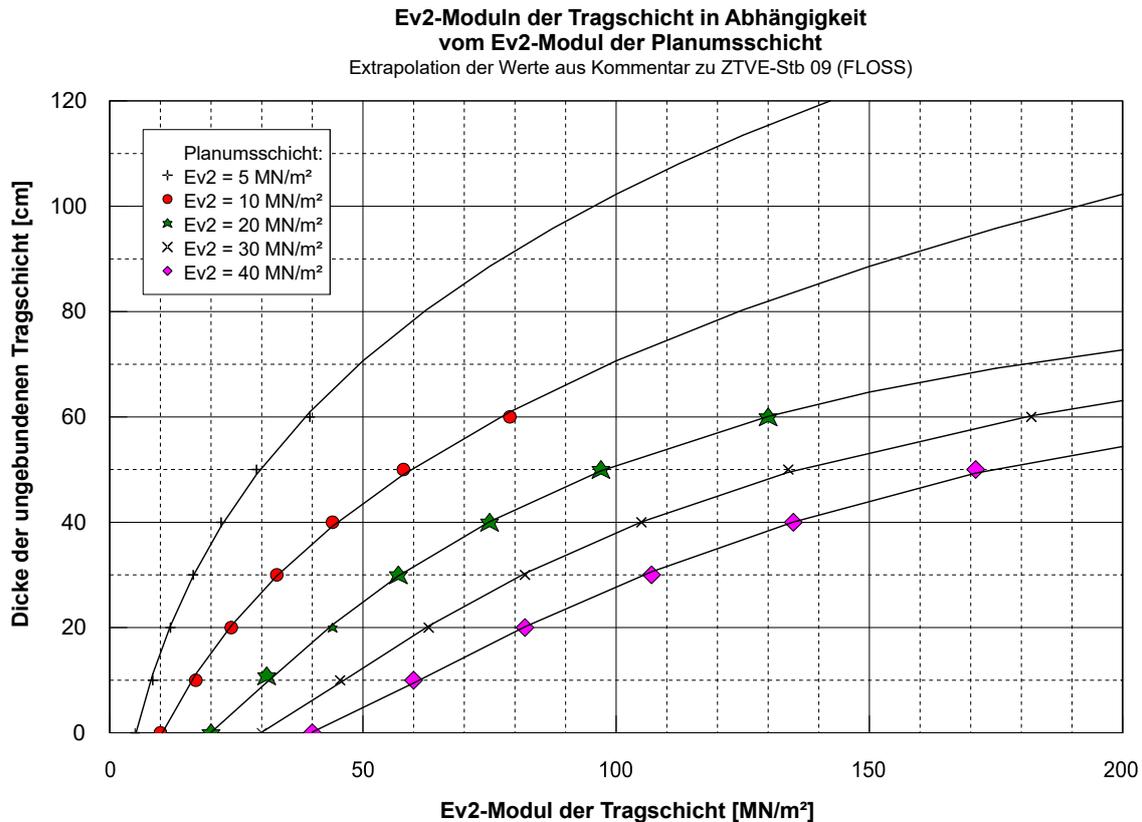
Im Fall eines **Bodenaustauschs** werden nicht ausreichend tragfähige Schichten unterhalb des Erdplanums ausgeräumt und durch gut verdichtbares, lagenweise bei optimaler Verdichtung eingebautes, körniges Fremdmaterial ersetzt. Die Mächtigkeit des Bodenaustauschs richtet sich nach dem Verformungsmodul des Untergrunds und den Verdichtungseigenschaften des Austauschmaterials und sollte auf Testfeldern bestimmt werden. Der Bodenaustausch ist so zu bemessen, dass an dessen Oberkante ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  erreicht wird und darauf ein Regelaufbau nach RStO 12 hergestellt werden kann.

Der auf einem verdichteten Erdplanum aus Decklehm bei guter Witterung erreichbare Verformungsmodul wird auf ca.  $E_{v2} \approx 10\text{-}15 \text{ MN/m}^2$  geschätzt. Bei einem Bodenaustausch auf derartigem Untergrund wäre bei Schotter STS/FSS 0/45 eine Austauschdicke von 30 – 40 cm absehbar, um ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  auf dem Erdplanum zu erreichen.

Die Erhöhung der Mächtigkeit der ungebundenen Tragschicht ist als Variante des Bodenaustausches zu betrachten. Hierbei wird die Tragschichtmächtigkeit soweit erhöht, dass der an Oberkante Tragschicht geforderte Verformungsmodul trotz zu geringem Verformungsmodul auf dem Erdplanum erreicht werden kann.

Ein Bodenaustausch mit körnigem, nichtbindigem Fremdmaterial oder eine Erhöhung der Tragschichtmächtigkeit kann auch bei niederschlagsreicher Witterung ausgeführt werden. Gegebenenfalls kann auf dem Erdplanum als unterste Lage der Einbau einer Lage Grobschotter („Schroppen“, z.B. 0/100 oder 0/150,  $D \approx 15\text{ - }20 \text{ cm}$ ) oder eines zug- und reißfesten Geotextils mindestens der Georobustheitsklasse GRK 4 erwogen werden, um ein Einarbeiten des Austausch- bzw. Tragschichtmaterials in den Untergrund zu verhindern.

Folgendes Diagramm, angelehnt an den Kommentar zu den ZTV E-StB 09, Abschnitt 4.5, gibt den Zusammenhang zwischen der Dicke des Oberbaus (ungebundene Tragschicht) und dem  $E_{v2}$ -Modul des Planums (OK Tragschicht) für verschiedene  $E_{v2}$ -Moduln des Rohplanums wieder:



Mit den oben genannten, auf dem verdichteten Erdplanum geschätzten Verformungsmoduln lassen sich etwa folgende Dicken der Schottertragschicht (ggf. einschl. Frostschuttschicht) abschätzen, um ohne Bodenverbesserung/Bodenaustausch einen den Anforderungen der RStO 12 je nach Bauweise genügenden Verformungsmodul an deren Oberkante zu erreichen:

Anforderung: erf. Dicke der Schottertragschicht

$Ev_2 \geq 100 \text{ MN/m}^2$ :  $D \approx 60 - 70 \text{ cm}$

$Ev_2 \geq 120 \text{ MN/m}^2$ :  $D \approx 65 - 80 \text{ cm}$

$Ev_2 \geq 150 \text{ MN/m}^2$ :  $D \approx 75 - 90 \text{ cm}$

Vor der Herstellung des Oberbaus empfehlen wir jedoch, die tatsächliche Festigkeit des verdichteten Planums mittels Plattendruckversuchen nach DIN 18 134 zu überprüfen (können ggf. durch unser Haus durchgeführt werden), um eine Tragschichtdimensionierung anhand tatsächlich gemessener Werte zu ermöglichen.

Das obige Diagramm liefert nur für die auf Tragschichten bis 0,60 m Dicke erreichbaren Verformungsmoduln abgesicherte Angaben. Da im vorliegenden Fall voraussichtlich eine größere

Tragschichtdicke erforderlich wird, stellen die obigen Angaben nur eine Schätzung auf Grundlage einer Extrapolation dar und es ist die Anlage von Testfeldern zur Überprüfung des tatsächlich erreichbaren Verformungsmoduls auf der vorgeschlagenen Tragschicht erforderlich.

Insbesondere bei wasserdurchlässigen Belägen ist das Erdplanum bereits mit ausreichendem Gefälle herzustellen, um einen Wasserabfluss zu ermöglichen und es sind Dränschichten und Dränagen an der Basis der Tragschicht vorzusehen. Weitere Hinweise hierzu können dem „Merkblatt für versickerungsfähige Verkehrsflächen“ (MW) entnommen werden. Bei der Ausführung wasserdurchlässiger Pflasterbeläge auf gering durchlässigem Untergrund sind weitere Anforderungen zu beachten<sup>1</sup>.

Bei bindigen und gemischtkörnigen Böden spielt der aktuelle Wassergehalt eine große Rolle. Sollte es während der Erdarbeiten zu Niederschlägen kommen, darf das ungeschützte Erdplanum nicht befahren werden, um Aufweichungen durch Walkbeanspruchung zu vermeiden. Während der Bauarbeiten ist das Erdplanum wasserfrei zu halten. Hierzu ist ein ausreichendes Quergefälle zur Ableitung von Niederschlagswasser während der Bauphase bzw. von Sickerwasser nach Fertigstellung des Oberbaus vorzusehen.

Das erforderliche Querneigungsgefälle ist u.a. von der Ausführung der Randbereiche abhängig, muss bei bindemittelstabilisiertem Erdplanum jedoch mindestens 2,5% und bei nicht bindemittelstabilisiertem Erdplanum mindestens 4% betragen.

Insbesondere bei für längere Zeit unmittelbar befahrenen Flächen und bei Winterbaustellen sind besondere Maßnahmen zur Sicherung der Planumsflächen vorzusehen. Ein Einbau auf gefrorener Unterlage ist nicht zulässig.

Für den Wiedereinbau bestimmte Massen sind witterungsgeschützt zwischenzulagern (Mieten mit glatt abgewalzter Oberfläche und Quergefälle oder sturmsicher angebrachte Folienabdeckung), um die Einbaufähigkeit zu erhalten (Wassergehalt!). Aufgeweichtes bindiges Aushubmaterial lässt sich beim Einbau nicht ausreichend verdichten.

Der Einbau von Massen ist lagenweise (0,2 bis 0,4 m Lagenstärke) mit geeigneten Verdichtungsgeräten vorzunehmen. Der Verdichtungserfolg ist durch Eigenüberwachungsprüfungen des Auftragnehmers sowie durch Kontrollprüfungen des Auftraggebers nachzuweisen (können ggf. durch unser Haus ausgeführt werden).

---

<sup>1</sup> Siehe z.B. Hanses, U., Wolf, G, Hofmann, T.: Wasserdurchlässiges Pflaster auf gering durchlässigem Untergrund, Tiefbau Ingenieurbau Straßenbau, April 1999, Heft 4, S. 61-69.

Nach der Herstellung des Rohplanums kann der Einbau einer Lage aus Grobschotter als Basis empfohlen werden, wenn keine Bodenverbesserung durchgeführt wird. Alternativ oder zusätzlich zur Grobschotterlage kann auch ein Geotextil mindestens der Georobustheitsklasse GRK 3 nach TL Geok E-StB 05 und/oder ein Geogitter verlegt werden, falls schlechte Befahrbarkeit und/oder Bearbeitbarkeit des Untergrunds dies erforderlich macht. Im Bereich von Baustraßen ist wegen der erhöhten Walkbeanspruchung durch den Baustellenverkehr mindestens GRK 4 zu verwenden. Dies sollte als Bedarfsposition in die Ausschreibung der Erdarbeiten aufgenommen werden.

Darüber kann kornabgestuftes, gebrochenes, gut verdichtbares Material lagenweise bei optimaler Verdichtung eingebaut werden.

Sämtliche Böden und Baustoffgemische für Tragschichten sollen die Anforderungen der TL SoB-StB 04 erfüllen und nach TL G SoB-StB 04 güteüberwacht sein. Baustoffe aus industriell hergestellten Gesteinskörnungen und RC-Baustoffe sind zudem auf Eignung und Reinheit gemäß TL Gestein-StB 04 bzw. TL G SoB-StB 04 und UVM-Erlass zu prüfen. Weiterhin sind ggf. die Regelwerke RuA-StB 01, RuVA-StB und RiStWag zu beachten.

Insbesondere bei wasserdurchlässigen Belägen und Bauweisen mit Pflasterdecken ist darauf zu achten, dass das Tragschichtmaterial dauerhaft wasserdurchlässig ( $k_f \geq 2 \cdot 10^{-4}$  m/s), dauerhaft frostsicher (Korngrößenverteilung) und dauerhaft frostbeständig (Materialeigenschaften) ist. Der Schlagzertrümmerungswert ist auf SZ(8/12) <18 M-% zu begrenzen, um eine eventuelle Nachverdichtung wegen Kornzertrümmerung zu minimieren.

Wir empfehlen, Tragschichtmaterial der Körnung 0/45 mit Feinkornanteil <0,063 mm unter 3% oder der Körnung 2/45 zu verwenden<sup>2</sup>.

Gemische mit Größtkorn  $\geq 56$  mm sind wegen deren Entmischungsneigung nicht zu empfehlen.

Bei Bauweisen mit Pflasterdecken empfehlen wir, als Verlegebett keinen Muschelkalk- oder Juraspalt zu verwenden. Nach unseren Erfahrungen neigt Kalksteinmaterial zur Verwitterung zu Feinkorn, welches sowohl das Verlegebett als auch die Tragschicht verschlammte und wasserundurchlässig macht. Infolgedessen kann es, wenn Wasser durch die Fugen des Pflasterbelags

---

2 Bei Verwendung von Material mit Nullkorn sollte sich die Sieblinie im unteren zulässigen Bereich der ZTV SoB-StB 04 bewegen. Neben dem Schlammkorn sollte auch der Sand- und Größtkorngehalt in der Ausschreibung definiert werden, um in der Kontrollprüfung die Eignung der Gemische kontrollieren zu können.

eindringt, durch auf dem Verlegebett stehendes Wasser im Winter zu Frosthebungen und ganzjährig zu Hebungen und Senkungen infolge Durchfeuchtung/Trocknung kommen.

Das verwendete Bettungsmaterial muss daher hochfest (Schlagzertrümmerungswert SZ(8/12) <18 M-%) und von gedrungener Kornform sein, um Zerreißung und Kornzerkleinerung zu vermeiden. Die dauerhafte Wasserdurchlässigkeit des Bettungsmaterials ist bereits bei der Sieblinie zu berücksichtigen (Fülleranteil <0,063 mm  $\leq$  5M%). Nach unserer Einschätzung wäre beispielsweise ein Gemisch<sup>3</sup> aus Edelbrechsand 0/2 (30%) und Edelsplitt 2/5 (70%) oder kalkarmer Moränesplitt der Körnung 2/5 als Verlegebett gut geeignet. Vor allem bei Ausführung von Tragschichten ohne Feinkorn (z.B. 2/45 oder 2/56) ist auf die Verwendung weitgestufter Korngemische ( $U \geq 13$ ) und auf ausreichende Filterstabilität<sup>4</sup> zwischen Bettungsmaterial und Tragschichtmaterial zu achten, damit kein Bettungsmaterial in die Tragschicht einwandern kann. Alternativ könnte die Verlegung eines Geotextils als Trennschicht zwischen Tragschicht und Verlegebett erwogen werden.

## 12.3 Bebauung

### 12.3.1 Baugruben

Bei der Herstellung von Baugruben und Gräben sind die Vorgaben der DIN 4124 einzuhalten. Wenn das anschließende Gelände höchstens flach geneigt ist, darf bei bindigem Baugrund von mindestens steifer Konsistenz bis zu einer Höhe von 1,25 m senkrecht abgegraben werden bzw. bis zu 1,75 m, wenn der oberste halbe Meter unter 45° abgeböscht wird.

Tiefere Baugruben und Gräben sind zu böschen oder zu verbauen. Der zulässige Böschungswinkel ist u.a. abhängig von den bodenmechanischen Eigenschaften des Baugrunds. Nach DIN 4124, Abschnitt 4.2.4 sind für Böschungen bis 5 m Höhe folgende Böschungswinkel  $\beta$  ohne rechnerischen Standsicherheitsnachweis maximal zulässig:

- |    |   |                       |
|----|---|-----------------------|
| a) | nichtbindige oder weiche, bindige Böden | $\beta \leq 45^\circ$ |
| b) | steife bis halbfeste bindige Böden      | $\beta \leq 60^\circ$ |
| c) | Fels                                    | $\beta \leq 80^\circ$ |

3 Dieses Gemisch kann bei ausreichender Fugenbreite ggf. auch für die erste Fugenverfüllung verwendet werden. Abschließend muss die Fuge allerdings mit feinen Materialien wie z.B. Edelbrechsand 0/2 oder Brechsand-Splitt-Gemisch 0/5 eingeschlämmt werden.

4  $D_{15}/d_{85} \leq 5$  und  $D_{50}/d_{50} \leq 25$   
Korndurchmesser der Tragschicht (D) bzw. Bettung (d) bei 15%, 50% bzw. 85% Siebdurchgang.

Bei Böschungshöhen über 5 m ist der rechnerische Nachweis der Standsicherheit zu erbringen oder ein Verbau vorzusehen.

Bei tieferen Baugruben und/oder Grundwasserandrang sowie beim Auftreten von Bodenschichten mit einer Konsistenz schlechter als steif können besondere Anforderungen an die Baugrubengestaltung (flachere Böschung, Bermen, Verbau) erforderlich werden.

### 12.3.2 Hinweise zur Gründung und Bauausführung

Je nach Festlegung der ErdgeschoSSHöhen und in Abhängigkeit davon, ob ein Gebäude unterkellert wird oder nicht, sind verschiedene Gründungsebenen möglich. Grundsätzlich ist anzustreben, auf Schichten gleicher Festigkeit zu gründen, um ein zu unterschiedliches Setzungsverhalten des Gebäudes zu vermeiden.

Bei Gründung im Hangschutt, Hanglehm und **Verwitterungston** ist bei mindestens steifer Festigkeit je nach Art und Tiefenlage der Fundamente ein **Bemessungswert des Sohlwiderstands**  $\sigma_{R,d}$  zwischen

$$\sigma_{R,d} = 210 \text{ und } 350 \text{ kN/m}^2$$

denkbar, was einem **aufnehmbaren Sohldruck**  $\sigma_{E,k}$  **zwischen etwa 150 und 250 kN/m<sup>2</sup> entspricht.**

Bei Gründung in den **BraunjuraJurasschichten** ist ein **Bemessungswert des Sohlwiderstands**  $\sigma_{R,d}$  **zwischen 350 und 560 kN/m<sup>2</sup> denkbar (aufnehmbarer Sohldruck**  $\sigma_{E,k}$  **250 – 400 kN/m<sup>2</sup>).**

Es wird grundsätzlich empfohlen, oberflächennahe Außenfundamente zum Schutz gegen Austrocknung mindestens 1,80 m tief unter das endgültige Gelände einzubinden. Von einer gebäudenahen, stark wasserziehenden Bepflanzung wird abgeraten.

### Erdbebengefährdung

Nach der Karte der Erdbebenzone für Baden-Württemberg bzw. nach DIN 4129: 2005-04 liegt Dürnau in der **Zone 0**. Es werden daher keine Erdbebenvorkehrungen gefordert.

**Hinweis:**

**Entsprechend den Vorgaben des ab 01.07.2012 bauaufsichtlich eingeführten und verbindlichen Eurocode 7 (EC 7) sind Gründungen von Bauwerken in den Geotechnischen Kategorien GK 2 und 3 grundsätzlich von einem Sachverständigen von Geotechnik festzulegen bzw. es ist ein projektbezogener geotechnischer Bericht nach DIN 4020 zu erstellen.**

**12.3.3 Bauwerksabdichtung und Entwässerung****12.3.3.1 Allgemeines**

Erdeinbindende Baukörper sind gegen Durchfeuchtung aus dem Untergrund zu schützen. Neben immer vorhandenem, kapillar gebundenem Wasser (Erdfuchtigkeit) und der Schwerkraft folgend zur Tiefe hin fließendem Sickerwasser nach Niederschlägen (nicht stauendes Sickerwasser) kann sich bei gering wasserdurchlässigem Untergrund in die Arbeitsräume eindringendes Niederschlags-, Schicht- und Sickerwasser an der Baugrubensohle aufstauen, wenn es nicht ausreichend schnell zur Tiefe in versickern kann. Um eine Beanspruchung erdeinbindender Baukörper durch drückendes Wasser zu verhindern, stellt eine Dränanlage in Verbindung mit einer Abdichtung gegen Erdfuchtigkeit und nicht stauendes Sickerwasser in derartigen Fällen die angemessene und i.d.R. kostengünstigste technische Lösung dar.

Eine Dränanlage, bestehend aus einer Dränschicht und Dränleitungen, dient zur Entwässerung des Bodens. Für die Planung, Bemessung und Ausführung von Dränmaßnahmen gilt die DIN 4095. Dränanlagen können Abdichtungen niemals ersetzen, sondern müssen stets in Verbindung mit Abdichtungen nach DIN 18 533 geplant und ausgeführt werden.

Falls eine Dränanlage nach DIN 4095 nicht möglich oder zulässig ist, oder wenn Grundwasser oberhalb der tiefsten Abdichtungsebene ansteht bzw. der Bemessungswasserstand oberhalb dieser liegt, ist eine Abdichtung erdeinbindender Baukörper gegen drückendes Wasser erforderlich.

### Wassereinwirkungsklasse

Zur Festlegung der erdseitigen Wassereinwirkung auf die Abdichtungsschicht gelten folgende Wassereinwirkungsklassen:

Wassereinwirkungsklasse	Art der Einwirkung	Abdichtung nach Abschnitt
W1-E	Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser	8.5
W1.1-E	Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden	8.5.1
W1.2-E	Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung	8.5.1
W2-E	Drückendes Wasser	8.6
W2.1-E	Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser $\leq 3$ m Eintauchtiefe	8.6.1
W2.2-E	Hohe Einwirkung von drückendem Wasser $>3$ m Eintauchtiefe	8.6.2
W3-E	Nicht drückendes Wasser auf erdüberschütteten Decken	8.7
W4-E	Spritzwasser und Bodenfeuchte am Wandsockel sowie Kapillarwasser in und unter Wänden	8.8

#### 12.3.3.2 Bauwerksabdichtung über dem Bemessungsgrundwasserspiegel

Der Untergrund ist gering wasserdurchlässig im Sinne der DIN 18 130 ( $k_f \leq 10^{-4}$  m/s).

Falls eine Dränanlage nach DIN 4095 möglich und zulässig ist, liegt die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E vor. Wenn eine Dränanlage nicht hergestellt werden kann oder darf, gilt bis zu Eintauchtiefen (= Tiefenlage der tiefsten Abdichtungsebene unter der Geländeoberfläche) von  $\leq 3$  m die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E und bei Eintauchtiefen  $>3$  m die Wassereinwirkungsklasse W2.2-E.

Bei gering wasserdurchlässigem Untergrund ( $k_f \leq 10^{-4}$  m/s) sind erdberührte Bauteile durch eine Dränanlage nach DIN 4095 vor drückendem Wasser zu schützen (Wassereinwirkungsklasse W1.2-E) und mit einer Abdichtung nach DIN 18 533, Abschnitt 8.5 gegen Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser zu versehen. Bei Anwendung der WU-Richtlinie ist die Beanspru-

chungsklasse 2 nach Abschnitt 5.2 (3) sowie bei hochwertiger Nutzung die Nutzungsklasse A nach Abschnitt 5.3 (2) anzusetzen.

Falls das Einleiten von Dränagewasser in die öffentliche Kanalisation nicht zulässig ist und auch keine andere Möglichkeit zur rückstaufreien Ableitung von Dränagewasser besteht, liegt die Wassereinwirkungsklasse W2-E vor und erdberührte Bauteile (Wände und Fußböden) sind gegen drückendes Wasser nach DIN 18533, Abschnitt 8.6 oder gemäß WU-Richtlinie abzudichten. Bei Vorliegen der Wassereinwirkungsgrenze W2-E ist für das abzudichtende Bauwerk ein statischer Nachweis gegen Auftrieb und Wasserdruck erforderlich.

### 12.3.3.3 Abdichtung von Bauvorhaben unterhalb des Bemessungswasserspiegels

Bauteile im Grundwasser, d.h. unterhalb des Bemessungswasserstands, sind gegen mäßige Einwirkung von drückendem Wasser (Wassereinwirkungsklasse W2.1-E,  $\leq 3$  m Eintauchtiefe) nach DIN 18 533, Abschnitt 8.6.1 abzudichten und auftriebssicher auszuführen. Die Abdichtung ist mindestens 0,30 m über den Bemessungswasserstand zu führen. Bei Anwendung der WU-Richtlinie ist die Beanspruchungsklasse 1 nach Abschnitt 5.2 (2) sowie bei hochwertiger Nutzung die Nutzungsklasse A nach Abschnitt 5.3 (2) anzusetzen.

Zur Gewährleistung der Grundwasserumflüchtigkeit nach Erstellung des Bauwerks sind die Arbeitsräume mit gut wasserdurchlässigem Material bis auf Höhe des Bemessungswasserspiegels zu verfüllen.

In Streifenfundamenten sind Durchflussöffnungen (DN 100, Abstand 2 - 3 m) mit Sohle auf Höhe des Erdplanums und Gefälle nach außen vorzusehen<sup>5</sup>.

**Bei allen Baumaßnahmen im Grundwasser** ist beim zuständigen Landratsamt Göppingen gemäß Wassergesetz Baden-Württemberg und Wasserhaushaltsgesetz der Bundesrepublik Deutschland im Wasserrechtsverfahren einzuleiten.

---

5 Gilt auch für innenliegende, allseitig von Streifenfundamenten umschlossene Bodenfelder

## Merkblatt

### Grundwasserabsenkung

#### I Antragsunterlagen

- Antrag auf vorübergehende Absenkung und Entnahme von Grundwasser während der Bauzeit und auf Grundwasserumleitung nach Erstellung des Bauwerks
- Erläuterungsbericht (s. II)
- Lageplan M 1 : 500 (1 : 2 500)
- Schnitte mit Darstellung des Wasserspiegels und den vorgesehenen Maßnahmen zur Gewährleistung der GW-Umläufigkeit
- Angaben über die zu erwartende Wassermenge (l/s), die Durchlässigkeit (kf-Wert) des Untergrundes, Reichweite der Absenkung und die eventuellen Auswirkungen bezüglich Setzungen (Baugrundgutachten bzw. hydrogeologisches Gutachten eines Sachverständigen).
- Ergebnisse der Baugrundaufschlussbohrungen
- Erlaubnis des Betreibers des Kanalnetzes zur Abführung des Grundwassers in die öffentliche Kanalisation

#### II Beschreibung des Bauvorhabens

- Erfordernis der Grundwasserabsenkung
- Baubeginn
- Absenkungsbeginn
- Absenkdauer
- Absenkziel bzw. Eintauchtiefe ins Grundwasser
- abzuführende Wassermenge in l/s
- Grundwasseranalyse (s.u.)
- Ableitung des Grundwassers während der Bauzeit
- Gründung (Flachgründung, Streifenfundamente, Einzelfundamente)
- Maßnahmen zur Gewährleistung der Grundwasserumläufigkeit nach Erstellung des Bauwerks
- Verbaumaßnahmen
- Auswirkungen auf die Nachbarbebauung

#### Parameter für die Grundwasseranalyse:

Vor Beginn und nach Beendigung der Grundwasserabsenkung ist eine Grundwasserprobe zu entnehmen, deren Analyse dem Landratsamt umgehend vorzulegen ist:

Folgende Parameter sind zu untersuchen: Temperatur, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, CKW, BTX-Aromaten, PAK, Kohlenwasserstoffe, Phenol, Ammonium

## 12.4 Versickerung von Oberflächenwasser

Zur Versickerung von Oberflächenwasser stehen prinzipiell folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Flächenversickerung
- Muldenversickerung
- Rigolen- und Rohrversickerung
- Schachtversickerung
- 

sowie Kombinationen dieser Varianten.

Die Bemessung und Herstellung von Versickerungsanlagen ist im Arbeitsblatt DWA-A 138 beschrieben.

Gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 sind für Versickerungen generell Locker- und Festgesteine mit Durchlässigkeitsbeiwerten besser als  $k_f \sim 10^{-6}$  geeignet. In den angetroffenen Lehmböden ist in ungestörtem Zustand nach DIN 18130 mit einem Durchlässigkeitsbereich von  $10^{-6}$  bis  $10^{-9}$  m/sec. zu rechnen. Aufgrund des zu erwartenden hohen Grundwasserstands sind nur Flächen- und Muldenversickerungen denkbar.

Für anfallende Dach- und Oberflächenwässer ist bei Gebäuden eine Versickerung innerhalb des Grundstücks wegen der dafür zu geringen Wasserdurchlässigkeit und der Grundwasserverhältnisse nicht zu empfehlen. Hier muss auch berücksichtigt werden, dass bei starken Niederschlägen kurzzeitig große Wassermengen anfallen können.

Allgemein sind Versickerungsanlagen so zu planen, dass eine belebte Bodenzone durchströmt wird. Hierdurch erfolgt eine biologische und physikalisch-chemische Reinigung des Sickerwassers. Die Ausführung von derartigen Versickerungsanlagen ist vermutlich im vorliegenden Fall aufgrund zu geringer Durchlässigkeit nicht möglich. Es sind daher ggf. Maßnahmen zur Abflussdämpfung, Retention und Verdunstung des Niederschlagswasser (z. B. Dachbegrünung, Rückhaltebecken, wasserdurchlässige Befestigung von Verkehrsflächen) empfehlenswert. Überschüssiges Wasser ist (möglichst im Trennsystem) abzuleiten.

Neben den Hinweisen und Empfehlungen im DWA-Arbeitsblatt A 138 ist zu beachten:

- Es darf nur unbelastetes Wasser versickert werden, da keine belebte Bodenzone durchströmt wird
- Der Sickerschacht ist mit einem Notüberlauf auszuführen.

## 12.5 Wasserrechtliche Hinweise

Wir empfehlen, wasserrechtlich relevante Maßnahmen wie Regenwasserbewirtschaftung, Erdwärmennutzung, eventuell erforderliche Wasserhaltungsmaßnahmen sowie Abdichtung und Entwässerung von Gebäuden frühzeitig mit der Wasserrechtsbehörde abzustimmen, damit eventuelle Auflagen bei der Planung berücksichtigt werden können. Die Wasserrechtsbehörde kann Auflagen erteilen, die von den hier gegebenen Empfehlungen abweichen oder darüber hinausgehen.

## 13 Zusammenfassung und Schlussbemerkungen

Die Gemeinde Dürnau beabsichtigt die Erschließung des Neubaugebiets „Morgen“. Um Aussagen über die Beschaffenheit des Baugrundes und die Grundwasserverhältnisse zu erhalten, wurde unser Haus mit der Baugrunderkundung und der Erstellung eines geotechnischen Berichts beauftragt.

Das Neubaugebiet liegt in der Erdbebenzone 0 und außerhalb von Wasserschutzgebieten.

Zur Baugrunderkundung wurden sieben Kleinbohrungen abgeteuft, bodenmechanische, bodenkundliche und chemischen Laboruntersuchungen durchgeführt.

Den Erkundungsergebnissen zufolge hat sich im Baugebiet ein 20 - 40 cm mächtiger humoser Oberboden entwickelt.

Der darunter anstehende Untergrund besteht bis zu den Bohrendtiefen aus Hangschutt, Hanglehm und Verwitterungston, anfangs verwitterten, dann festen Juraschichten (Opalinuston).

Bei dem auf dem Baugebiet verbreiteten Bodentyp handelt es sich um eine Pararendzina auf Schwemmsedimenten, also um einen relativ tonreichen, verdichtungsempfindlichen Boden. Im Ober- und Unterboden werden die Vorsorgewerte gemäß BBodSchV eingehalten, wie auch das 70%-Kriterium des Absatzes 4 des §12 der BBodSchV. Eine Verwertung des bei den Erschließungsmaßnahmen anfallenden und nicht im Rahmen einer Herstellung von durchwurzelbaren Bodenhorizonten innerhalb des Baugebietes benötigten Oberbodens auf landwirtschaftlichen Flächen ist somit möglich und auch zu empfehlen.

Mit den Landwirten bzw. Eigentümern der im Bericht genannten, für einen Bodenauftrag in Frage kommenden, landwirtschaftlichen Flächen sollte die Bereitschaft für die Annahme von Oberboden aus dem Baugebiet abgeklärt werden. Sobald die Flächen für einen Bodenauftrag feststehen, ist ein Bodenmanagementkonzept zu entwickeln, in dem die technischen Abläufe der Bodenumlagerung dargestellt werden. Dieses Bodenmanagementkonzept muss der Boden-schutzbehörde im Landratsamt Göppingen zur Stellungnahme vorgelegt werden.

Da Böden in der Regel sensibel auf mechanische Beanspruchungen reagieren, sind zur Vermeidung von schädlichen Verdichtungen die im Bericht dargestellten Hinweise zur technischen Ausführung von Bodenumlagerungen (Kapitel 11.2) zu beachten. Es wird deshalb empfohlen, vor Beginn der Baumaßnahmen, am Besten noch vor Beginn der Ausschreibung der Erdbau-maßnahmen, für die Sicherstellung des schonenden Umgangs mit den Böden, eine entsprechende Fachkraft für die bodenkundlichen Baubegleitung zu beauftragen.

Die unter dem Oberboden folgenden Schwemmsedimente, Hangschuttablagerungen und Verwitterungstone sind gemäß den Kriterien der VwV Bodenaushub vorläufig der Qualitätsstufe Z0 zuzuordnen. Sollte sich bei weiteren Untersuchungen des konkret bei den Erschließungsarbeiten anfallenden Bodenaushubs dieses Ergebnis verifizieren lassen, könnte der Aushub somit uneingeschränkt außerhalb durchwurzelbarer Bodenschichten (auch andernorts) verwertet werden.

Die untersuchten Asphaltflächen sind den beprobten Bereichen zufolge als teerfrei einzustufen. Sollten beim Ausbau der Asphaltbeläge allerdings Hinweise auf abschnittsweise Teerhaltigkeit bzw. Zweifel an der Teerfreiheit auftreten, müssen die ausgebauten Asphaltbeläge vor ihrer Entsorgung entsprechend beprobt und untersucht werden.

In drei der vier tiefen Bohrungen wurden Grundwasserzutritte beobachtet.

Das geotechnische Baugrundmodell wird in Schichtenbeschreibungen, Schichtenprofilen und in einem geologischen Schnitt dargestellt.

Es wird darauf hingewiesen, dass der angebotene und beauftragte Erkundungsumfang nicht in allen Punkten den Anforderungen der im September 2016 erschienenen Neufassung der DIN 18 300 genügt. Falls die Anforderungen der aktuellen DIN 18 300 eingehalten werden sollen, sind weitere Erkundungsmaßnahmen erforderlich.

Beim Kanal- und Leitungsbau kann im Verwitterungston ein weitgehend maßhaltiger Aushub in mittelschwer lösbarem, bindigem Boden und eine kurzfristig gute Standsicherheit von Grabenwänden erwartet werden. Die Tragfähigkeit der Grabensohle wird voraussichtlich gut sein.

Je nach Witterungs- und Grundwasserverhältnissen vor und während der Bauausführung kann es zu Grundwasserzutritten in Gräben und Baugruben und der Erfordernis einer bauzeitlichen Wasserhaltung kommen, die in Form einer offenen Wasserhaltung möglich sein wird.

Das voraussichtliche Erdplanum von Verkehrsflächen wird in frostempfindlichem und für Standardbauweisen nicht ausreichend tragfähigem Untergrund liegen und sind entsprechend zu bemessen. Die Erfordernis besonderer Maßnahmen (Bodenverbesserung, Bodenaustausch, erhöhte Tragschichtdicke) ist absehbar.

Bei ausreichenden Platzverhältnissen können Graben- und Baugrubenwände je nach Bodenart frei unter einem Winkel von  $\leq 45^\circ$ ,  $\leq 60^\circ$  oder  $\leq 80^\circ$  geböscht werden. In weichen Schichtabschnitten und/oder bei Grundwasserzutritten können besondere Maßnahmen erforderlich werden.

Von einer Versickerung von Niederschlagswasser wird aufgrund der dafür zu geringen Wasserdurchlässigkeit der Bodenschichten und den Grundwasserverhältnissen abgeraten.

Sollte Grundwasser über der Aushubsohle von Kanal- und Leitungsräben bzw. Baugruben liegen, ist ein Wasserrechtsverfahren für die Tiefbaumaßnahmen im Zuge der Erschließung und für unterkellerte Gebäude im Zuge der Bebauung durchzuführen.

Die Ergebnisse der Feld- und Laboruntersuchungen sowie die daraus resultierenden Angaben im Geotechnischen Bericht gelten nur für die Untersuchungsstellen und den Zeitpunkt der Untersuchungen. Abweichungen hiervon können nicht ausgeschlossen werden, so dass eine sorgfältige und laufende Überprüfung der angetroffenen Verhältnisse im Vergleich zu den Erkundungsergebnissen und Folgerungen im Gutachten erforderlich ist.

Der vorliegende Geotechnische Bericht beschreibt die Untergrundverhältnisse im geplanten Neubaugebiet „Morgen“ und die aus der Baugrunderkundung resultierenden baulich notwendigen Maßnahmen im Zuge der Erschließung, soweit sie aus dem derzeitigen und uns bekannten Planungsstand absehbar sind, und gibt Hinweise zur späteren Bebauung. Der Gutachter muss über den Beginn und die Durchführung von Aushub- sowie Gründungsarbeiten rechtzeitig verständigt und beigezogen werden, ferner bei Abschluss und/oder Änderung der Planung, um gegebenenfalls erforderliche Änderungen und Ergänzungen angeben zu können. Sollten bei der Baumaßnahme unvorhergesehene Schwierigkeiten oder Unklarheiten hinsichtlich der Angaben im Geotechnischen Bericht auftreten, so ist der Gutachter ebenfalls unverzüglich zu benachrichtigen.

Die Angabe der zu erwartenden Homogenbereiche und Bodenklassen und die in den Schnitten (Anlage) eingetragenen Schichtgrenzen können nicht als Grundlage für verbindliche Massenermittlungen dienen und können ein örtliches Aufmaß nicht ersetzen.

Die geologischen Ergebnisse der Baugrunderkundung (Lageplan und Bohrprofile/Schichtenbeschreibungen) wurden mit Fertigstellung des Gutachtens gemäß Verordnung des Innenministeriums über die Überwachung von Erdaufschlüssen i. V. mit §43 Wassergesetz dem Landratsamt Göppingen und gemäß §3 Lagerstättengesetz dem Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg übersandt.

**Das Erschließungsgutachten ersetzt kein projektbezogenes Baugrundgutachten einzelner Baumaßnahmen. Hierzu sind die Richtlinien des EC 7 bzw. der DIN 4020 zu beachten.**

## **ANHANG 1**

**Richtlinien, Vertrags- und Lieferbedingungen, Arbeitsblätter,  
Rechtsgrundlagen, Normen und sonstige Unterlagen  
nach dem aktuellen Stand der Geotechnik**

Straßen- und Tiefbau:

- ZTV E-StB 17: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau. Ausgabe 2017. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGVS), Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau. Köln.
- Floss, R. (2019): Handbuch ZTV E-StB, Kommentar und Kompendium Erdbau | Felsbau | Landschaftsschutz für Verkehrswege . 5. Auflage, 700 S.; Bonn (Kirschbaum).
- ZTV A-StB 12: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen. Ausgabe 2012. FGVS, Kommission kommunale Straßen, Köln.
- ZTV SoB-StB 04: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau. Ausgabe 2004/Fassung 2007. FGVS, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln.
- ZTV T-StB 95: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau. Ausgabe 1995/Fassung 2002. FGVS, Arbeitsgruppe Sonderaufgaben, Köln.
- ZTV Beton-StB 07: Teilweise ersetzt durch ZTV SoB-StB 04, TL SoB-StB 04 und ZTV Beton-StB 07!  
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton. Ausgabe 2007. FGVS, Arbeitsgruppe Betonbauweisen, Köln.
- ZTV Lsw 06: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen. Ausgabe 2006. FGVS, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, Köln.
- ZTV Lsw 88: Ergänzungen: Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen für Bohrpfahlgründungen und Stahlpfosten von Lärmschutzwänden an Straßen. Ausgabe 1997. FGVS, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Köln.
- ETV-StB-BW: Ergänzungen zu den Technischen Vertragsbedingungen im Straßenbau - Baden-Württemberg, Teil 1, Ausgabe 2010. Innenministerium Baden-Württemberg.
- TL Gestein-StB 04: Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau. Ausgabe 2004. FGVS, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln.
- TL SoB-StB 04: Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau. Ausgabe 2004/Fassung 2007. FGVS, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln.
- TL G SoB-StB 04: Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau. Teil: Güteüberwachung. Ausgabe 2004/Fassung 2007. FGVS, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln.
- TL Geok E-StB 05: Technische Lieferbedingungen für Geokunststoffe im Erdbau des Straßenbaus. Ausgabe 2005. FGVS, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau. Köln.
- RStO 12: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen. Ausgabe 2012. FGVS, Arbeitsgruppe Fahrzeug und Fahrbahn, Köln.
- RiStWag: Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten. Ausgabe 2002. FGVS, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Köln.
- RuA-StB 01: Richtlinien für die umweltverträgliche Anwendung von industriellen Nebenprodukten und Recycling-Baustoffen im Straßenbau. Ausgabe 2001. FGVS, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln.
- RuVA-StB 01: Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauphosphat im Straßenbau mit den Erläuterungen zu den Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung. Ausgabe 2001/Fassung 2005. FGVS, Arbeitsgruppe Asphaltstraßen, Köln.
- RAS-Ew: Richtlinien für die Anlage von Straßen - Teil: Entwässerung. Ausgabe 2005. FGVS Nr. 539, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau. Köln.
- RAL: Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL). Ausgabe 2012, FGVS Nr. 201, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, Köln.
- RAS-LG3: Richtlinien für die Anlage von Straßen, Abschnitt 3:- Landschaftsgestaltung, Lebendverbau. Ausgabe 1983, FGVS Nr. 293/1, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, Köln.
- M GUB: Merkblatt über geotechnische Untersuchungen und Bemessungen im Verkehrswegebau. Ausgabe 2018. und M GUB UA: Ergänzungen für den Um- und Ausbau von Straßen. Ausgabe 2013. FGVS Nr. 511 und 512, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau. Köln.
- MVV: Merkblatt für versickerungsfähige Verkehrsflächen. Ausgabe 2013. FGVS Nr. 947, Kommission kommunale Straßen. Köln.
- DVGW-Arbeitsblatt GW 9: Beurteilung von Böden hinsichtlich ihres Korrosionsverhaltens auf erdverlegte Rohrleitungen und Behälter aus unlegierten oder niedriglegierten Eisenwerkstoffen. - Technische Regel Arbeitsblatt GW 9. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Eschborn, März 1986.
- DVGW-Arbeitsblatt G 459: Gas-Hausanschlüsse für Betriebsdrücke bis 4 bar.
- DVGW-Arbeitsblatt G 462: Errichtung von Gasleitungen aus Stahlrohren.
- DVGW-Arbeitsblatt G 472: Gasleitungen bis 10 bar Betriebsdruck aus Polyethylen (PE 80, PE 100 und PE-Xa)

Versickerung:

- DWA-Arbeitsblatt A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser (April 2005). DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef.

Abfallrecht:

VwV:	Verwaltungsvorschrift des Umweltministerium Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14.03.2007.
DepV:	Deponieverordnung vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), zuletzt geändert durch Artikel 7 der Verordnung vom 2. Mai 2013 (BGBl. I Nr. 21, S. 973).
UVM-Erlass:	Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Recyclingmaterial. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, 13.04.2004 und ergänzender Erlass vom 10.08.2004 sowie Verlängerungserlass zuletzt vom 12.10.2015.
KrWG:	Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) vom 24.02.2012, zuletzt geändert durch Artikel 15 G vom 27.6.2017   1966
Handlungshilfe:	Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Stand Mai 2012 (Handlungshilfe organische Schadstoffe auf Deponien).
BBodSchV:	BBodSchV: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), zuletzt geändert durch Artikel 3 Absatz 4 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I Nr. 65, S. 3465), in Kraft getreten am 3. Oktober 2017
Spiegeleinträge:	Zuordnung von Abfällen zu Abfallarten aus Spiegeleinträgen. Vorläufige Vollzugshinweise des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg auf der Grundlage des Entwurfs einer Handlungshilfe des Abfalltechnikausschusses der LAGA. Reihe Abfall, Heft 69, 28.10.2002, aktualisiert Februar 2006.

Normen (jeweils gültig in der aktuellsten Fassung):

DIN 1054:	Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1.
DIN 1055-2:	Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2: Bodenkenngößen.
DIN 4019:	Baugrund - Setzungsberechnungen.
DIN 4020:	Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2.
DIN 4095:	Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung.
DIN 4030:	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase - Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte.
DIN 4084:	Baugrund - Geländebruchberechnungen
DIN 4123:	Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude.
DIN 4124:	Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten.
DIN 14 199:	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Mikropfähle; Deutsche Fassung EN 14199:2015.
DIN 18 122:	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) - Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze. - Teil 2: Bestimmung der Schrumpfgrenze.
DIN 18 125-2:	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Dichte des Bodens - Teil 2: Feldversuche.
DIN 18 127:	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Proctorversuch.
DIN 18 128:	Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Glühverlustes
DIN 18 130:	Baugrund - Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Teil 1: Laborversuche. - Teil 2: Feldversuche.
DIN 18 134:	Baugrund - Versuche und Versuchsgeräte - Plattendruckversuch.
DIN 18 136:	Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Einaxialer Druckversuch
DIN 18 195-1:	Bauwerksabdichtungen - Teil 1: Grundsätze, Definitionen, Zuordnung der Abdichtungsarten.
DIN 18 196:	Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke.
DIN 18 300:	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten.
DIN 18 301:	VOB - Teil C - Bohrarbeiten.
DIN 18 319:	VOB - Teil C - Rohrvortriebsarbeiten.
DIN 18 324:	VOB - Teil C - Horizontalspülbohrarbeiten
DIN 18 533:	Abdichtung von erdberührten Bauteilen.
DIN 18 915:	Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten.
DIN 18 916:	Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Pflanzen und Pflanzarbeiten.
DIN 18 917:	Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Rasen und Saatarbeiten
DIN 18 918:	Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Ingenieurbioologische Sicherungsbauweisen - Sicherungen durch Ansaaten, Bepflanzungen, Bauweisen mit lebenden und nicht lebenden Stoffen und Bauteilen, kombinierte Bauweisen.
DIN 18 919:	Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Entwicklungs- und Unterhaltungspflege von Grünflächen
DIN 19 731:	Bodenbeschaffenheit - Verwerten von Bodenmaterial
DIN EN 805:	Wasserversorgung, Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden
DIN EN 1536:	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Bohrpfähle; Deutsche Fassung EN 1536:2010+A1:2015
DIN EN 1537:	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Verpressanker; Deutsche Fassung EN 1537:2013
DIN EN 1610:	Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen; Deutsche Fassung EN 1610:2015
DIN EN 1997:	Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009 + A1:2013 + NA:2010. - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds; Dt. Fassung EN 1997-2:2007+ AC:2010 + NA:2010.

- DIN EN 1998: Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben  
 - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten; Deutsche Fassung EN 1998-1:2004 + AC:2009 + A1:2013.  
 - Teil 2: Brücken; Deutsche Fassung EN 1998-2:2005 + A1:2009 + A2:2011 + AC:2010. + NA:2011.  
 - Teil 3: Beurteilung und Ertüchtigung von Gebäuden; Deutsche Fassung EN 1998-3:2005+AC:2010+Ber1:2013.  
 - Teil 4: Silos, Tankbauwerke und Rohrleitungen; Deutsche Fassung EN 1998-4:2006.  
 - Teil 5: Gründungen, Stützbauwerke und geotechnische Aspekte; Deutsche Fassung EN 1998-5:2004+NA:2011.  
 - Teil 6: Türme, Maste und Schornsteine; Deutsche Fassung EN 1998-6:2005.
- DIN EN ISO 14 688: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden  
 - Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1:2002 + Amd 1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 14688-1:2002 + A1:2013.  
 - Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen (ISO 14688-2:2004 + Amd 1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 14688-2:2004 + A1:2013.
- DIN EN ISO 14 689: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels -  
 Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14689-1:2003); Deutsche Fassung EN ISO 14689-1:2003.
- DIN EN ISO 17 892: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben  
 - Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts (ISO 17892-1:2014); Deutsche Fassung EN ISO 17892-1:2014.  
 - Teil 2: Bestimmung der Dichte des Bodens (ISO 17892-2:2014); Deutsche Fassung EN ISO 17892-2:2014.  
 - Teil 3: Bestimmung der Korndichte (ISO 17892-3:2015); Deutsche Fassung EN ISO 17892-3:2015.  
 - Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung (ISO 17892-4:2016); Deutsche Fassung EN ISO 17892-4:2016.  
 - Teil 5: Ödometerversuch mit stufenweiser Belastung (ISO 17892-5:2017); Deutsche Fassung EN ISO 17892-5:2017.  
 - Teil 6: Fallkegelversuch (ISO 17892-6:2017); Deutsche Fassung EN ISO 17892-6:2017
- DIN ISO/TS 17 892: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben  
 - Teil 7 (Vornorm): Einaxialer Druckversuch an feinkörnigen Böden (ISO/TS 17892-7:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-7:2004.  
 - Teil 8 (Vornorm): Unkonsolidierter undrännierter Triaxialversuch (ISO/TS 17892-8:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-8:2004.  
 - Teil 9 (Vornorm): Konsolidierte triaxiale Kompressionsversuche an wassergesättigten Böden (ISO/TS 17892-9:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-9:2004.  
 - Teil 10 (Vornorm): Direkte Scherversuche (ISO/TS 17892-10:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-10:2004.  
 - Teil 11 (Vornorm): Bestimmung der Durchlässigkeit mit konstanter und fallender Druckhöhe (ISO/TS 17892-11:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-11:2004.  
 - Teil 12 (Vornorm): Bestimmung der Zustandsgrenzen (ISO/TS 17892-12:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-12:2004.
- DIN EN ISO 22 475: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen -  
 Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung (ISO 22475-1:2006); Deutsche Fassung EN ISO 22475-1:2006.
- DIN EN ISO 22 476: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen  
 - Teil 1: Drucksondierungen mit elektrischen Messwertaufnehmern und Messeinrichtungen für den Porenwasserdruck (ISO 22476-1:2012+Cor. 1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 22476-1:2012+AC:2013.  
 - Teil 2: Rammsondierungen (ISO 22476-2:2005+Amd 1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 22476-2:2005+A1:2011.  
 - Teil 3: Standard Penetration Test (ISO 22476-3:2005+Amd 1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 22476-3:2005+A1:2011.  
 - Teil 9: Flügelscherversuch (ISO/DIS 22476-9:2014); Deutsche Fassung prEN ISO 22476-9:2014

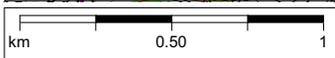
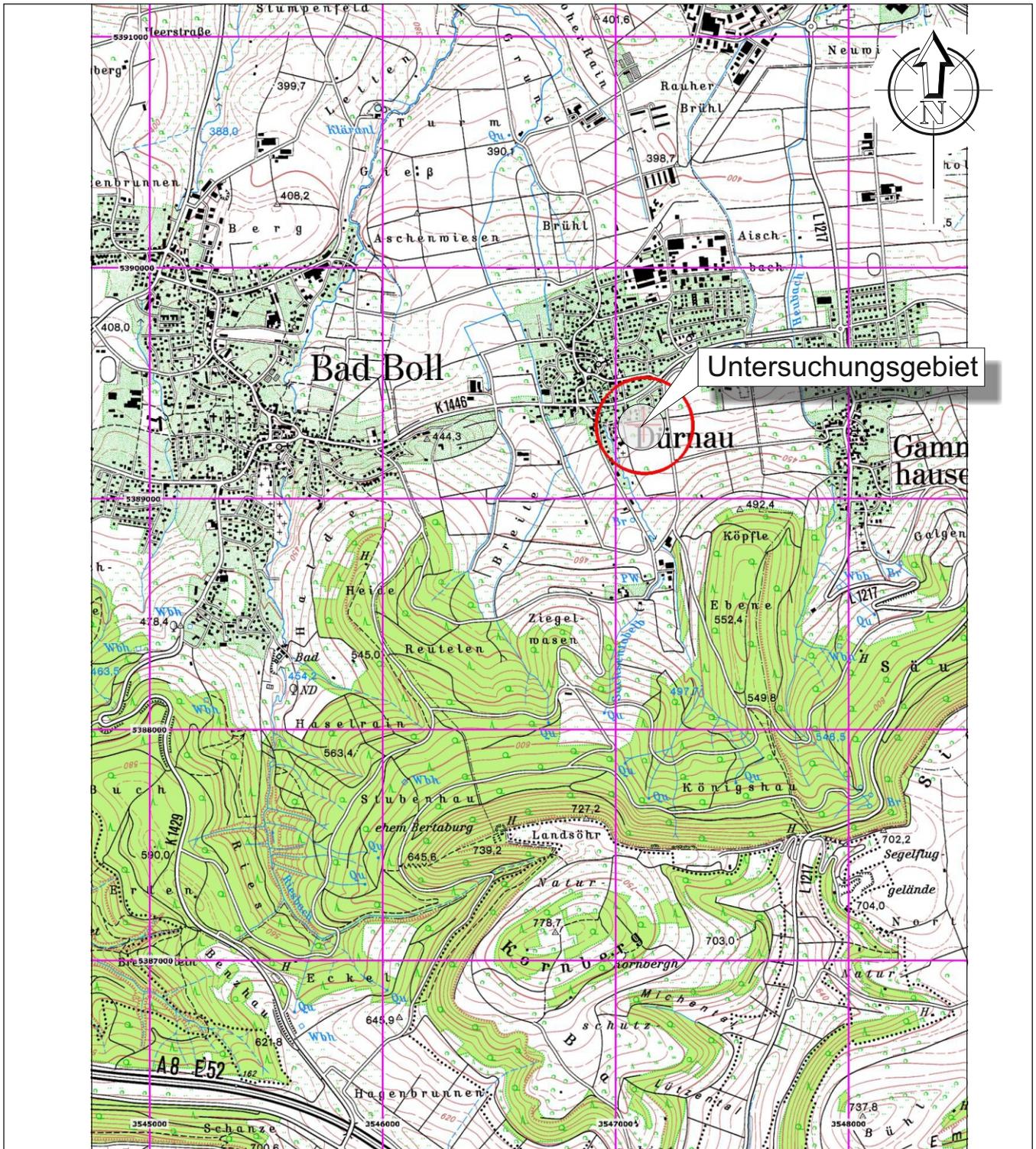
#### Weitere Unterlagen:

- EAB: Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“. Hrsg. Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. 5., vollst. überarb. Auflage. Berlin: Ernst & Sohn, September 2012
- EA-Pfähle: Empfehlungen des Arbeitskreises "Pfähle". Hrsg. Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., 2., erg. und erw. Auflage. Berlin: Ernst & Sohn, Januar 2012.
- EAU: Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Uferneinbauten" Häfen und Wasserstraßen. Hrsg. Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., 11., vollst. überarb. Auflage. Berlin: Ernst & Sohn, November 2012
- Lohmeyer, G., Ebeling, K. (2008): Betonböden für Produktions- und Lagerhallen. Planung, Bemessung, Ausführung. 2. überarb. Aufl., Düsseldorf: Verlag Bau+Technik GmbH, 2008.
- Schwarz, J./Grünthal, G. (2005): Bauten in deutschen Erdbebengebieten - zur Einführung der DIN 4149:2005 in Bautechnik 82 (2005), Heft 8, S. 486-499, Verlag Ernst & Sohn, Berlin
- Ostermayer, H (2009): Verpressanker. In: Witt, K. J. (Hrsg): Grundbau-Taschenbuch, Teil 2 - Geotechnische Verfahren. 7., überarbeitete und aktualisierte Auflage 2009, Ernst und Sohn, Berlin.
- WU-Richtlinie: DafStB-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)" (2003-11) und Berichtigung zur WU-Richtlinie (2006-03). Deutscher Ausschuss für Stahlbeton im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- DGEG: Empfehlungen für den Bau und die Sicherung von Böschungen. Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau. Die Bautechnik 39 (12): 404, 1962

## ANLAGE 1

### Lagepläne

1.1 Übersichtslageplan	M 1 : 25 000
1.2 Detaillageplan	M 1 : 500

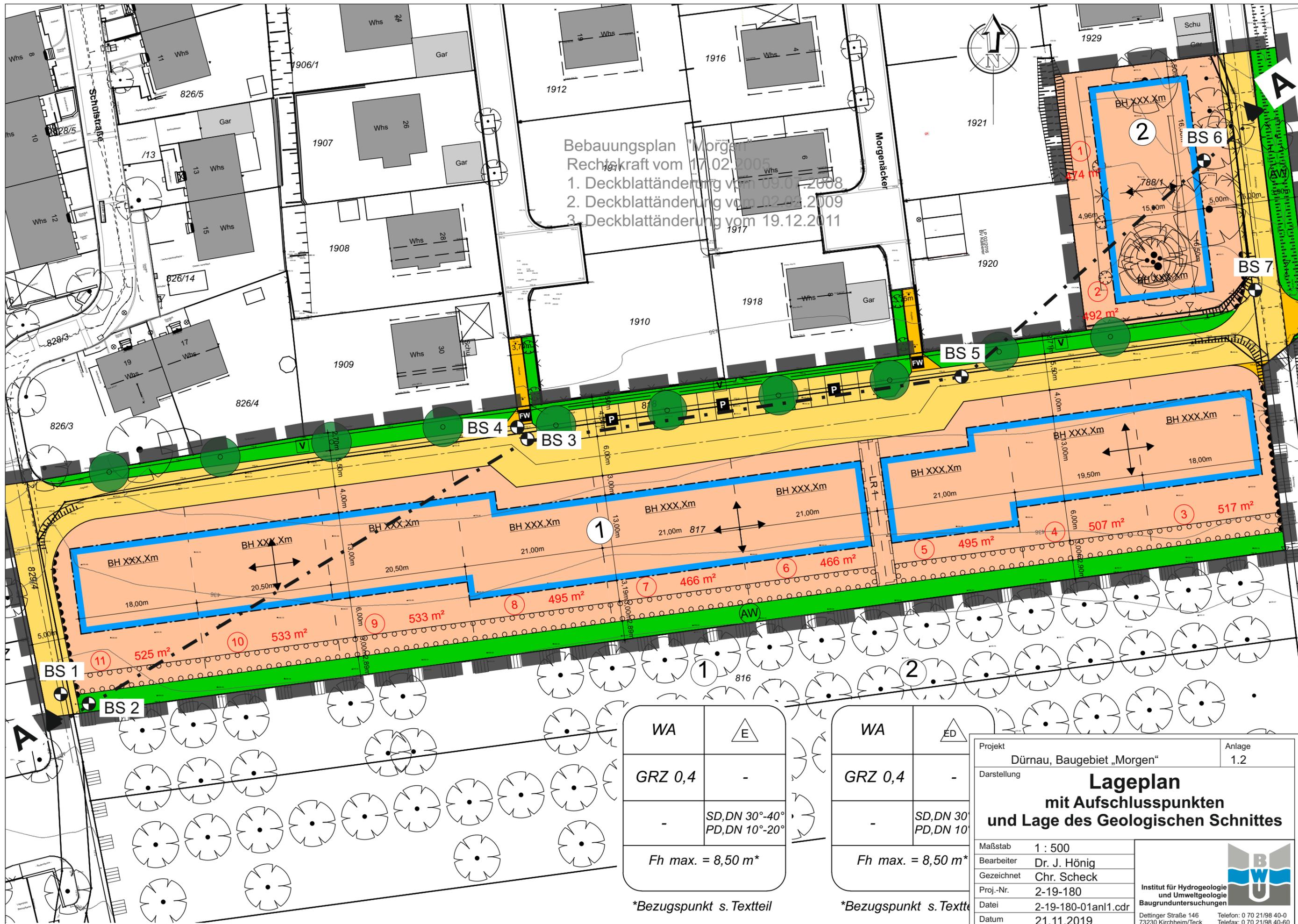


Projekt	Dürnau, Baugebiet „Morgen“	Anlage	1.1
Darstellung	<h2>Übersichtslageplan</h2> <h3>Ausschnitt aus der TK 25</h3> <h3>Blatt 7323 Weilheim a. d. Teck</h3>		
Maßstab	1 : 25 000		
Bearbeiter	Dr. J. Hönig		
Gezeichnet	Chr. Scheck		
Proj.-Nr.	2-19-180		
Datei	2-19-180-01an1.cdr		
Datum	28.10.2019		

Veröffentlichung genehmigt vom Landesvermessungsamt unter Az. 2851.2 - D/2423 thematisch ergänzt durch BWU



Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie  
Baugrunduntersuchungen  
Dettinger Straße 146  
73230 Kirchheim/Teck  
Telefon: 0 70 21/98 40-0  
Telefax: 0 70 21/98 40-60



Bebauungsplan "Morgen"  
 Rechtskraft vom 17.02.2005  
 1. Deckblattänderung vom 09.07.2008  
 2. Deckblattänderung vom 02.04.2009  
 3. Deckblattänderung vom 19.12.2011

WA	△ E
GRZ 0,4	-
-	SD,DN 30°-40° PD,DN 10°-20°
Fh max. = 8,50 m*	

\*Bezugspunkt s. Textteil

WA	△ ED
GRZ 0,4	-
-	SD,DN 30° PD,DN 10°
Fh max. = 8,50 m*	

\*Bezugspunkt s. Textteil

Projekt	Dürnau, Baugebiet „Morgen“	Anlage	1.2
Darstellung	<b>Lageplan mit Aufschlusspunkten und Lage des Geologischen Schnittes</b>		
Maßstab	1 : 500		
Bearbeiter	Dr. J. Hönig		
Gezeichnet	Chr. Scheck		
Proj.-Nr.	2-19-180		
Datei	2-19-180-01an1.cdr		
Datum	21.11.2019		

Institut für Hydrogeologie  
 und Umweltgeologie  
 Baugrunduntersuchungen

Dettinger Straße 146  
 73230 Kirchheim/Teck

Telefon: 0 70 21/98 40-0  
 Telefax: 0 70 21/98 40-60

## **ANLAGE 2**

**Dokumentation der Aufschlussarbeiten**  
**Schichtenbeschreibungen und Schichtprofile M 1 : 50**

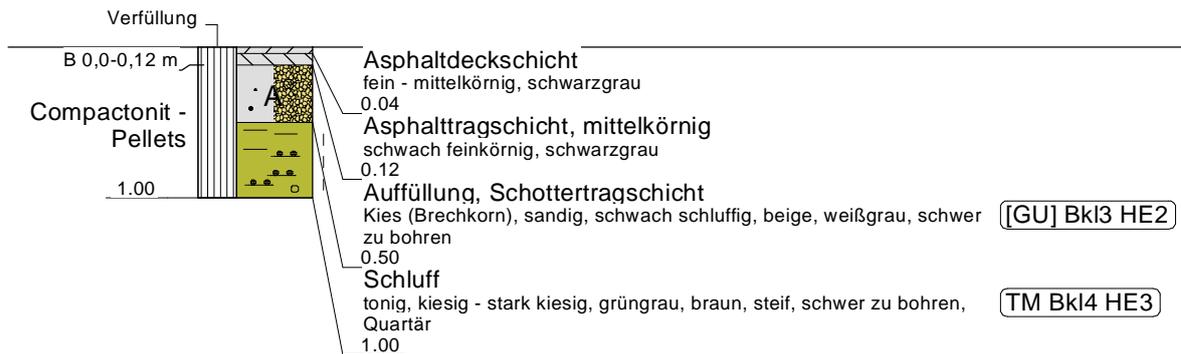
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Straße	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	80 mm	Versiegelung	ja	rechts	nicht bekannt
Methode	Rammkernsonde/Elektrohammer	Reliefformtyp	Hang	hoch	nicht bekannt
Zeitraum	21.11.2019	Neigung	N 2	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Munz	PID [ppm]	-		

Probenart:  
 B = Boden  
 BI = Bodenluft  
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196  
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09  
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2019-09

# BS 1

436,62 mNN



Projekt	Dürnau, BG "Morgen"	Anlage	2.1
Darstellung	<b>Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 1</b>		
Maßstab	1 : 50	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146    Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck    Telefax: 0 70 21/98 40-60	
Bearbeiter	Dr. J. Hönig		
Gezeichnet	Chr. Scheck		
Proj.-Nr.	2-19-180		
Datei	2-19-180-01an12.1.bop		
Datum	22.11.2019		

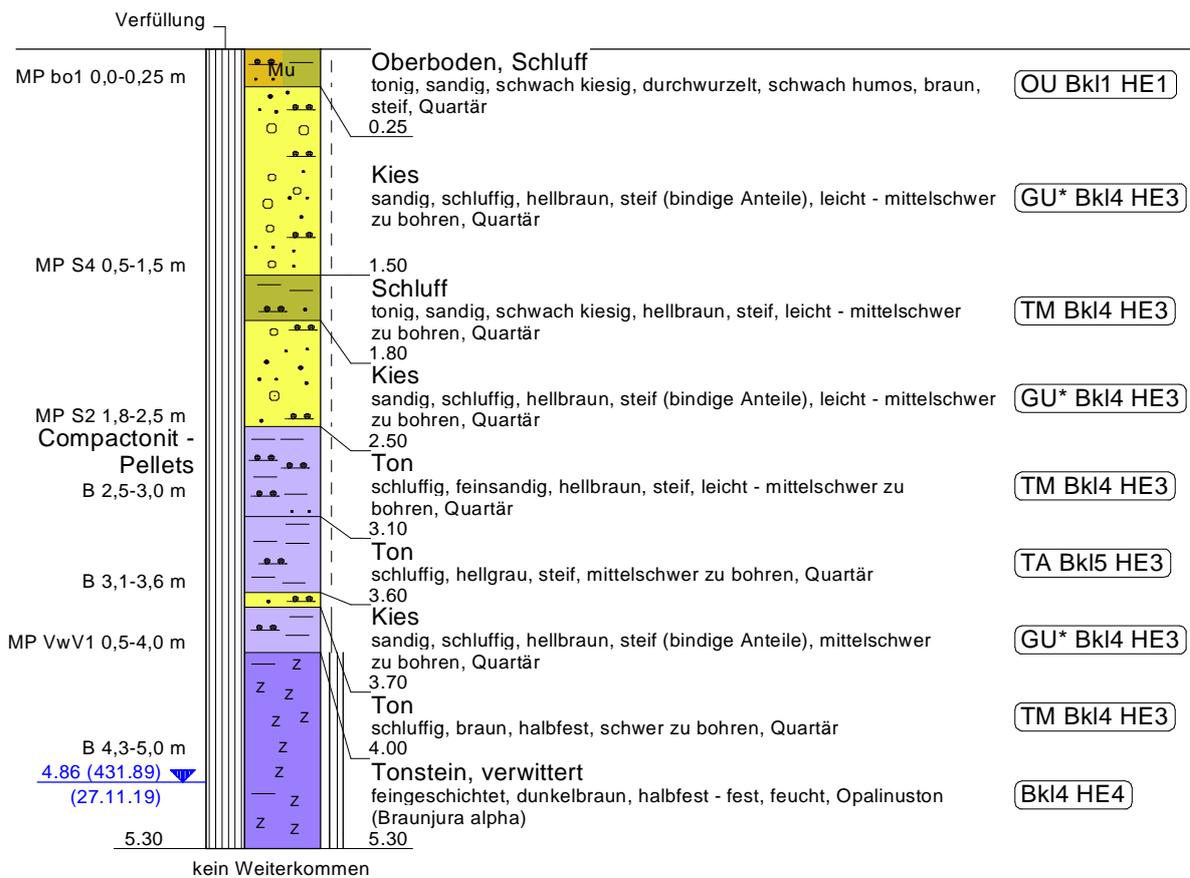
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Acker	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	80 mm	Versiegelung	nein	rechts	nicht bekannt
Methode	Rammkernsonde/Elektrohammer	Reliefformtyp	Hang	hoch	nicht bekannt
Zeitraum	21.11.2019	Neigung	N 2	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Munz	PID [ppm]	-		

Probenart:  
 B = Boden  
 Bl = Bodenluft  
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196  
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09  
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2019-09

## BS 2

436,75 mNN



Projekt	Dürnau, BG "Morgen"	Anlage	2.2
Darstellung	<b>Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 2</b>		
Maßstab	1 : 50	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146    Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck    Telefax: 0 70 21/98 40-60	
Bearbeiter	Dr. J. Hönig		
Gezeichnet	Chr. Scheck		
Proj.-Nr.	2-19-180		
Datei	2-19-180-01an12.2.bop		
Datum	22.11.2019		

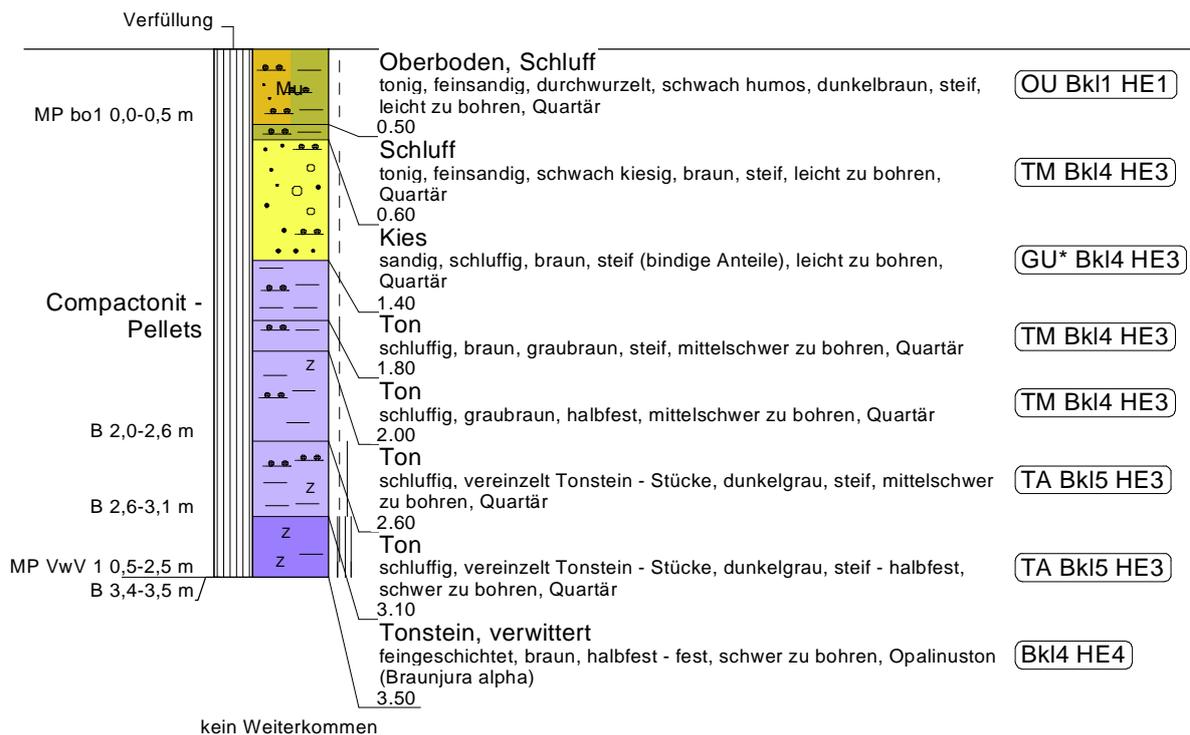
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Acker	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	80 mm	Versiegelung	nein	rechts	nicht bekannt
Methode	Rammkernsonde/Elektrohammer	Reliefformtyp	Hang	hoch	nicht bekannt
Zeitraum	21.11.2019	Neigung	N 2	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Munz	PID [ppm]	-		

Probenart:  
 B = Boden  
 BI = Bodenluft  
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196  
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09  
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2019-09

# BS 3

435,09 mNN



Projekt	Dürnau, BG "Morgen"	Anlage	2.3
Darstellung	<b>Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 3</b>		
Maßstab	1 : 50	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146    Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck    Telefax: 0 70 21/98 40-60	
Bearbeiter	Dr. J. Hönig		
Gezeichnet	Chr. Scheck		
Proj.-Nr.	2-19-180		
Datei	2-19-180-01an12.3.bop		
Datum	22.11.2019		

Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Feldweg	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	80 mm	Versiegelung	ja	rechts	nicht bekannt
Methode	Rammkernsonde/Elektrohammer	Reliefformtyp	Hang	hoch	nicht bekannt
Zeitraum	21.11.2019	Neigung	N 2	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Munz	PID [ppm]	-		

Probenart:  
 B = Boden  
 Bl = Bodenluft  
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196  
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09  
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2019-09

## BS 4

435,15 mNN



Projekt	Dürnau, BG "Morgen"	Anlage	2.4
Darstellung	<b>Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 4</b>		
Maßstab	1 : 50	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146    Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck    Telefax: 0 70 21/98 40-60	
Bearbeiter	Dr. J. Hönig		
Gezeichnet	Chr. Scheck		
Proj.-Nr.	2-19-180		
Datei	2-19-180-01an12.4.bop		
Datum	22.11.2019		

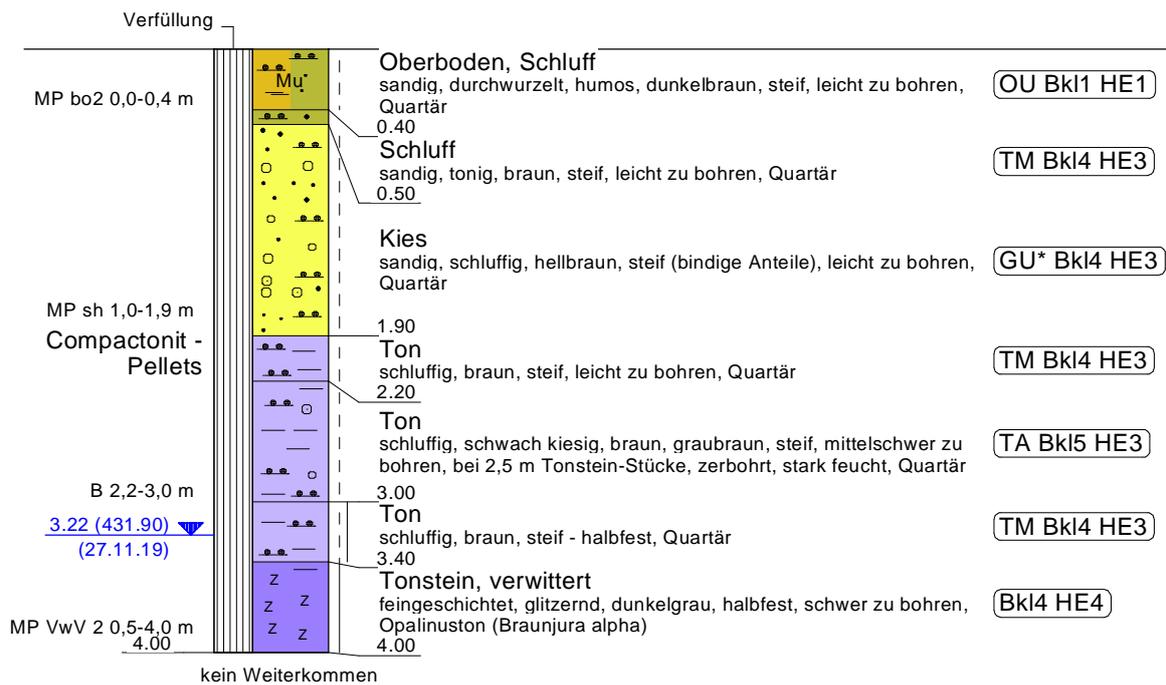
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Acker	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	80 mm	Versiegelung	nein	rechts	nicht bekannt
Methode	Rammkernsonde/Elektrohammer	Reliefformtyp	Hang	hoch	nicht bekannt
Zeitraum	21.11.2019	Neigung	N 2	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Munz	PID [ppm]	-		

Probenart:  
 B = Boden  
 BI = Bodenluft  
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196  
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09  
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2019-09

# BS 5

435,12 mNN



Projekt	Dürnau, BG "Morgen"	Anlage	2.5
Darstellung	<b>Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 5</b>		
Maßstab	1 : 50	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146    Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck    Telefax: 0 70 21/98 40-60	
Bearbeiter	Dr. J. Hönig		
Gezeichnet	Chr. Scheck		
Proj.-Nr.	2-19-180		
Datei	2-19-180-01an12.5.bop		
Datum	22.11.2019		

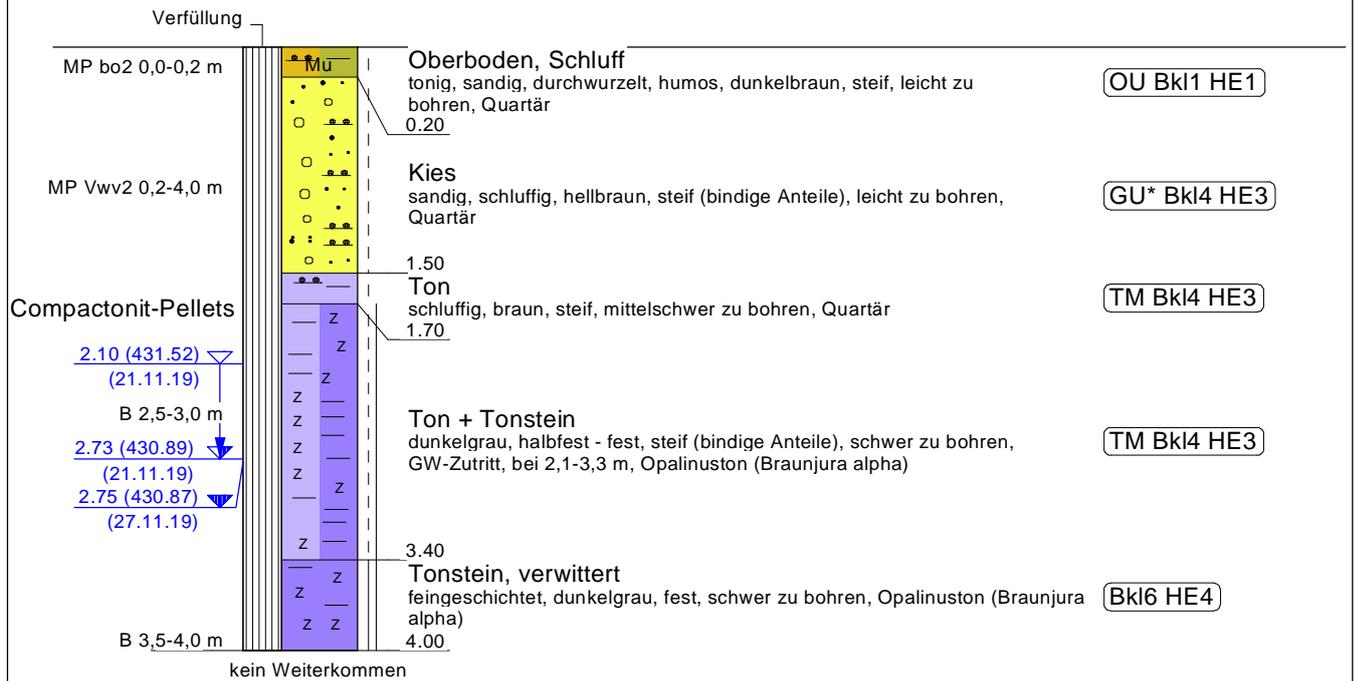
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Wiese	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	80 mm	Versiegelung	nein	rechts	nicht bekannt
Methode	Rammkernsonde/Elektrohammer	Reliefformtyp	Hang	hoch	nicht bekannt
Zeitraum	21.11.2019	Neigung	N 2	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Munz	PID [ppm]	-		

Probenart:  
 B = Boden  
 BI = Bodenluft  
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196  
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09  
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2019-09

# BS 6

433,62 mNN



Projekt	Dürnau, BG "Morgen"	Anlage	2.6
Darstellung	<b>Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 6</b>		
Maßstab	1 : 50	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146    Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck    Telefax: 0 70 21/98 40-60	
Bearbeiter	Dr. J. Hönig		
Gezeichnet	Chr. Scheck		
Proj.-Nr.	2-19-180		
Datei	2-19-180-01an12.6.bop		
Datum	22.11.2019		

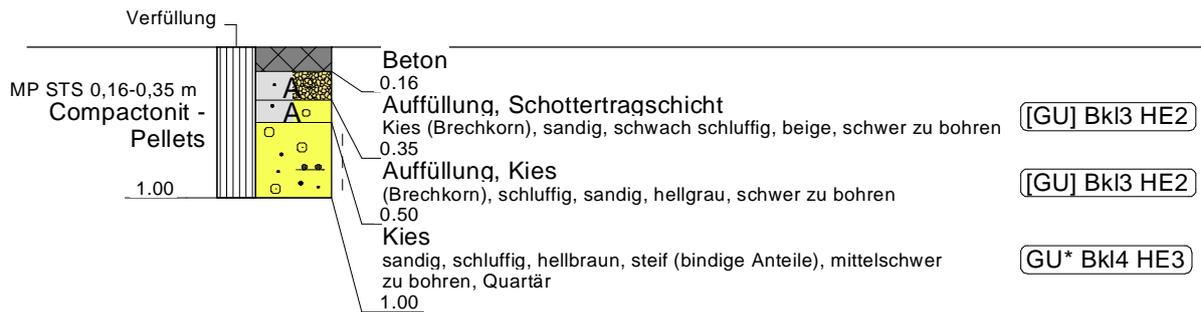
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Feldweg	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	80 mm	Versiegelung	ja	rechts	nicht bekannt
Methode	Rammkernsonde/Elektrohammer	Reliefformtyp	Hang	hoch	nicht bekannt
Zeitraum	21.11.2019	Neigung	N 2	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Munz	PID [ppm]	-		

Probenart:  
 B = Boden  
 Bl = Bodenluft  
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196  
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09  
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2019-09

# BS 7

434,44 mNN



Projekt	Dürnau, BG "Morgen"	Anlage	2.7
Darstellung	<b>Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 7</b>		
Maßstab	1 : 50	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146    Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck    Telefax: 0 70 21/98 40-60	
Bearbeiter	Dr. J. Hönig		
Gezeichnet	Chr. Scheck		
Proj.-Nr.	2-19-180		
Datei	2-19-180-01an12.7.bop		
Datum	22.11.2019		

## **ANLAGE 3**

**Geologischer Schnitt M 1 : 500/100**



## **ANLAGE 4**

### **Versuchsprotokolle bodenmechanischer Laborversuche**

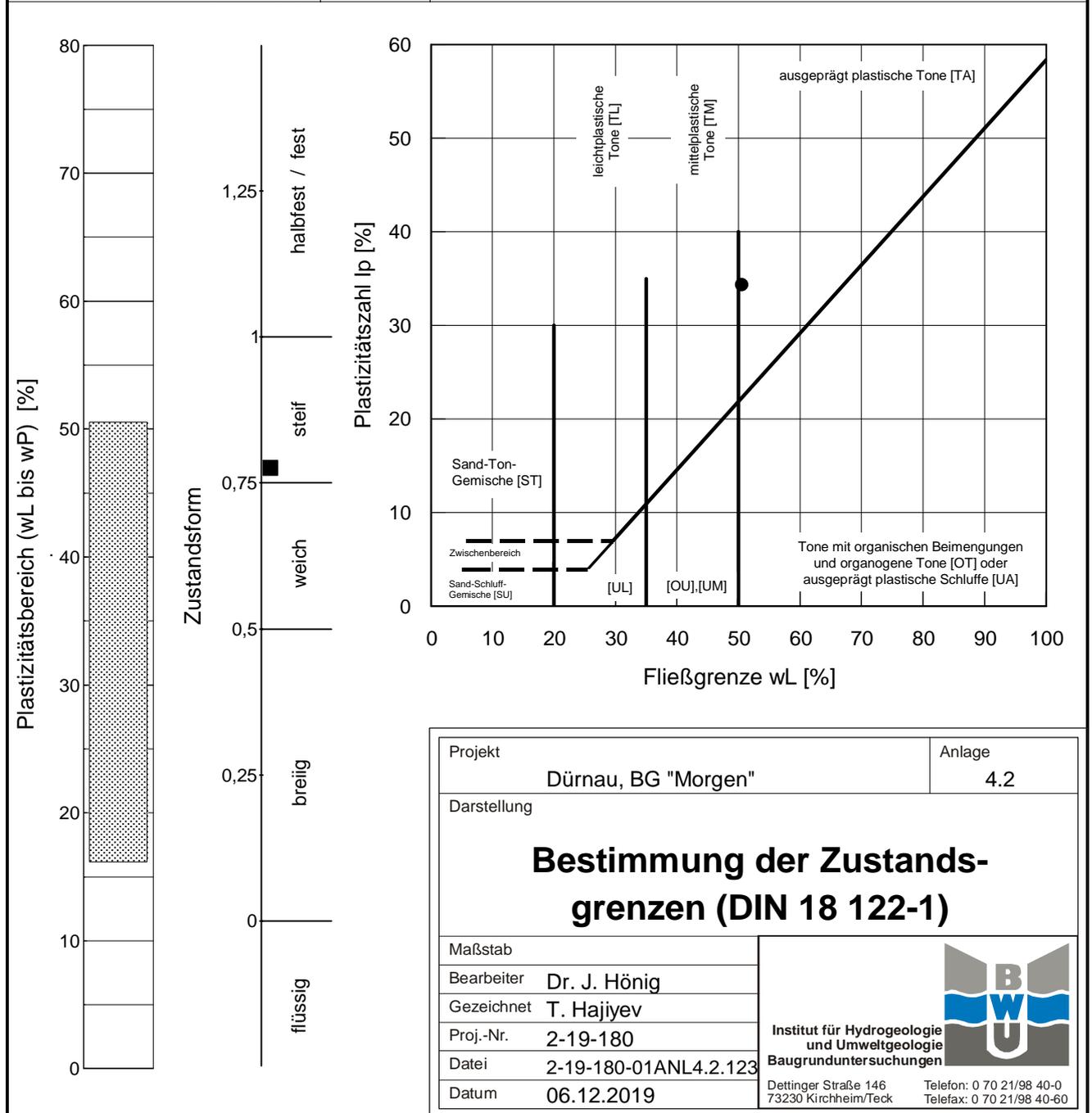
Entnahmestelle:	BS 2	BS 2	BS 2	BS 3	BS 3	BS 3	BS 5
Tiefe [m]:	2,5 - 3,0	3,1 - 3,6	4,3 - 5,0	2,0 - 2,6	2,6 - 3,1	3,4 - 3,5	2,2 - 3,0
Bodenart:	T, u, fs	T, u	Tst, vw	T, u	T, u	Tst, vw	T, u, g'
Entnahme am:	21. 11. 19	21. 11. 19	21. 11. 19	21. 11. 19	21. 11. 19	21. 11. 19	21. 11. 19
durch:	mm						
Ausgeführt am:	05. 12. 19	05. 12. 19	05. 12. 19	05. 12. 19	05. 12. 19	05. 12. 19	05. 12. 19
durch:	th						
Behälter-Nr.:	801	802	803	804	805	806	807
Feuchte Probe+Behälter mF+mB [g]:	112,60	108,79	110,21	112,60	110,39	107,94	110,16
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	102,96	98,79	102,65	103,83	101,72	99,99	100,76
Behälter mB [g]:	62,50	58,70	60,11	62,52	60,30	57,84	60,09
Wasser mW=mF-mD [g]:	9,64	10,00	7,56	8,77	8,67	7,95	9,40
Trockene Probe mD [g]:	40,46	40,09	42,54	41,31	41,42	42,15	40,67
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	<b>23,83%</b>	<b>24,94%</b>	<b>17,77%</b>	<b>21,23%</b>	<b>20,93%</b>	<b>18,86%</b>	<b>23,11%</b>

Entnahmestelle:	BS 6						
Tiefe [m]:	3,5 - 4,0						
Bodenart:	Tst, vw						
Entnahme am:	21. 11. 19						
durch:	mm						
Ausgeführt am:	05. 12. 19						
durch:	th						
Behälter-Nr.:	808						
Feuchte Probe+Behälter mF+mB [g]:	110,43						
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	105,82						
Behälter mB [g]:	60,37						
Wasser mW=mF-mD [g]:	4,61						
Trockene Probe mD [g]:	45,45						
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	<b>10,14%</b>						

Entnahmestelle:							
Tiefe [m]:							
Bodenart:							
Entnahme am:							
durch:							
Ausgeführt am:							
durch:							
Behälter-Nr.:							
Feuchte Probe+Behälter mF+mB [g]:							
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:							
Behälter mB [g]:							
Wasser mW=mF-mD [g]:							
Trockene Probe mD [g]:							
Wassergehalt w=mW/mD [%]:							

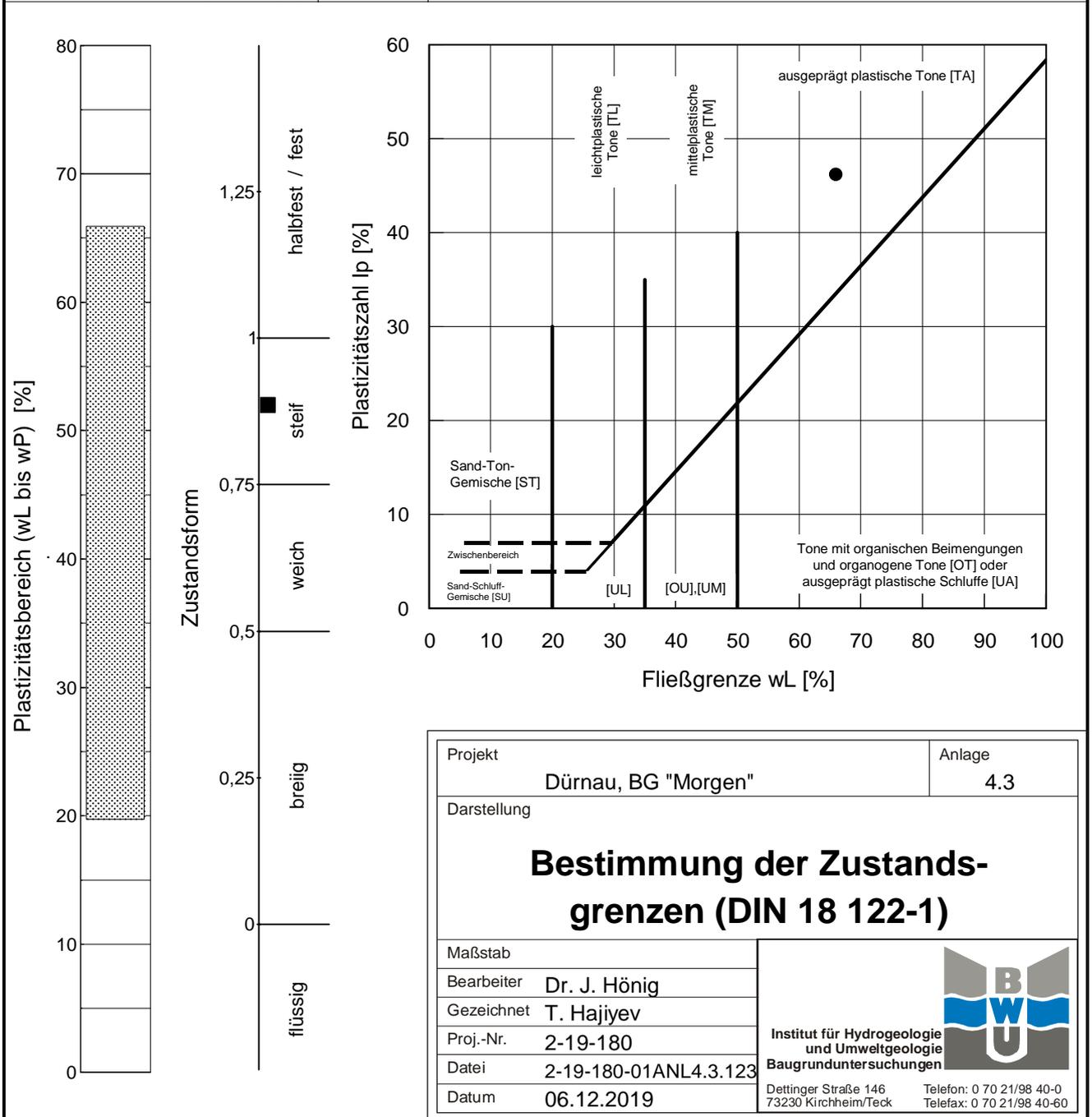
Projekt		Anlage
Dürnau, BG "Morgen"		4.1
Darstellung		
<b>Bestimmung des natürlichen Wassergehalts (DIN EN ISO 17 892-1)</b>		
Maßstab		
Bearbeiter	Dr. J. Hönig	
Gezeichnet	T. Hajiyev	
Proj.-Nr.	2-19-180	
Datei	2-19-180-01ANL4.1.123	
Datum	06.12.2019	
Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen		 Dettinger Straße 146 73230 Kirchheim/Teck Telefon: 0 70 21/98 40-0 Telefax: 0 70 21/98 40-60

Entnahmestelle:	BS 2		Entnommen am:	21. 11. 19		durch:	mm	
Tiefe [m]:	2,5 - 3,0		Ausgeführt am:	05. 12. 19		durch:	th	
Bodenart:	T, u, fs							
	Fließgrenze			Ausrollgrenze				
Behälter-Nr.:	116			108	110	112		
Schlagzahl:	25							
Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]:	29,33			19,29	19,56	19,77		
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	24,13			18,56	18,75	19,05		
Behälter mB [g]:	13,84			14,06	13,77	14,54		
Wasser mW=mF-mD [g]:	5,20			0,73	0,81	0,72		
Trockene Probe mD [g]:	10,29			4,50	4,98	4,51		
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	50,53%			16,22%	16,27%	15,96%		
Nat. Wassergehalt wN [%]:	<b>23,83%</b>							
Fließgrenze wL [%]:	<b>50,53%</b>							
Ausrollgrenze wP [%]:	<b>16,15%</b>							
Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]:	<b>34,38%</b>							
Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip:	<b>0,78</b>							



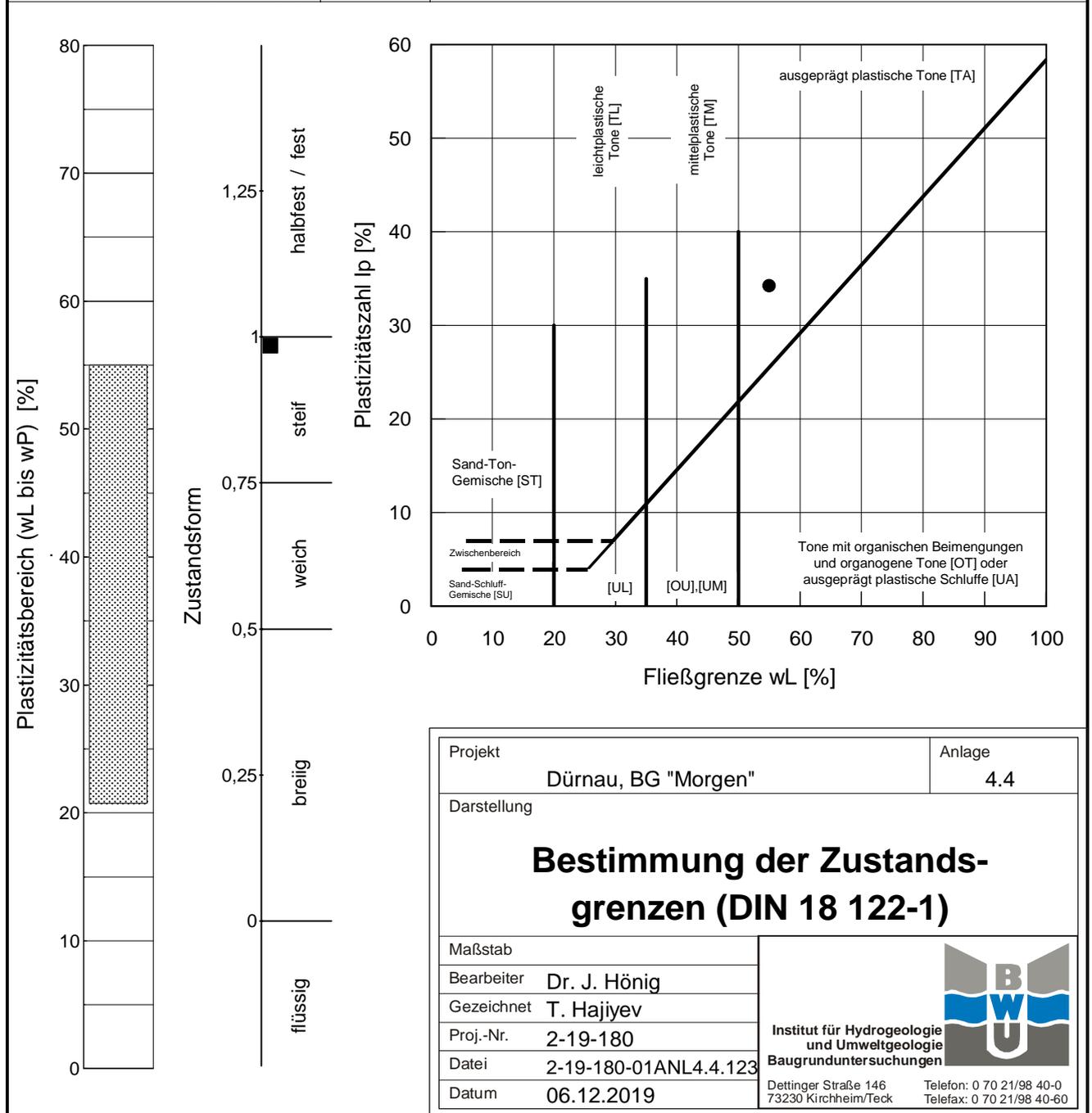
Projekt	Dürnau, BG "Morgen"	Anlage	4.2
Darstellung	<b>Bestimmung der Zustandsgrenzen (DIN 18 122-1)</b>		
Maßstab			
Bearbeiter	Dr. J. Hönig		
Gezeichnet	T. Hajiyev		
Proj.-Nr.	2-19-180		
Datei	2-19-180-01ANL4.2.123		
Datum	06.12.2019		
		 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen	
		Dettinger Straße 146      Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck      Telefax: 0 70 21/98 40-60	

Entnahmestelle:	BS 2		Entnommen am:	21. 11. 19	durch:	mm
Tiefe [m]:	3,1 - 3,6		Ausgeführt am:	05. 12. 19	durch:	th
Bodenart:	T, u					
	Fließgrenze			Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.:	118			113	114	115
Schlagzahl:	28					
Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]:	31,24			19,22	19,56	19,77
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	24,76			18,33	18,63	18,75
Behälter mB [g]:	14,82			13,75	13,75	13,81
Wasser mW=mF-mD [g]:	6,48			0,89	0,93	1,02
Trockene Probe mD [g]:	9,94			4,58	4,88	4,94
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	65,19%			19,43%	19,06%	20,65%
Nat. Wassergehalt wN [%]:	<b>24,94%</b>					
Fließgrenze wL [%]:	<b>65,93%</b>					
Ausrollgrenze wP [%]:	<b>19,71%</b>					
Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]:	<b>46,22%</b>					
Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip:	<b>0,89</b>					



Projekt	Dürnau, BG "Morgen"	Anlage	4.3
Darstellung	<b>Bestimmung der Zustandsgrenzen (DIN 18 122-1)</b>		
Maßstab			
Bearbeiter	Dr. J. Hönig		
Gezeichnet	T. Hajiyev		
Proj.-Nr.	2-19-180		
Datei	2-19-180-01ANL4.3.123		
Datum	06.12.2019		
		 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen	
		Dettinger Straße 146      Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck      Telefax: 0 70 21/98 40-60	

Entnahmestelle:	BS 3		Entnommen am:	21. 11. 19	durch:	mm
Tiefe [m]:	2,0 - 2,6		Ausgeführt am:	05. 12. 19	durch:	th
Bodenart:	T, u					
	Fließgrenze			Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.:	119			121	122	123
Schlagzahl:	23					
Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]:	30,33			19,24	19,61	19,76
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	24,82			18,30	18,71	18,75
Behälter mB [g]:	14,90			13,73	14,44	13,84
Wasser mW=mF-mD [g]:	5,51			0,94	0,90	1,01
Trockene Probe mD [g]:	9,92			4,57	4,27	4,91
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	55,54%			20,57%	21,08%	20,57%
Nat. Wassergehalt wN [%]:	<b>21,23%</b>					
Fließgrenze wL [%]:	<b>54,99%</b>					
Ausrollgrenze wP [%]:	<b>20,74%</b>					
Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]:	<b>34,25%</b>					
Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip:	<b>0,99</b>					



Projekt	Dürnau, BG "Morgen"	Anlage	4.4
Darstellung	<b>Bestimmung der Zustandsgrenzen (DIN 18 122-1)</b>		
Maßstab			
Bearbeiter	Dr. J. Hönig		
Gezeichnet	T. Hajiyev		
Proj.-Nr.	2-19-180		
Datei	2-19-180-01ANL4.4.123		
Datum	06.12.2019		
		 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen	
		Dettinger Straße 146    Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck    Telefax: 0 70 21/98 40-60	

## **ANLAGE 5**

**Homogenbereiche nach DIN 18 300:2019-09**

Homogenbereich für Erdarbeiten nach DIN 18 300:2019-09				E1	E2	E3	E4
	Kurzzeichen	Einheit	Ortsübliche Bezeichnung	Oberboden	Schottertragschicht, nur BS 1, BS 4 und BS 7	Hangschutt, Hanglehm, Verwitterungston, verwitterter Tonstein	Tonstein, fest
			Bestimmungsmethode				
Obere Schichtgrenze		[m u. GOK]		0,0	0,04 – 0,16		
Untere Schichtgrenze		[m u. GOK]		0,20 – 0,50	0,30 – 0,50	6,70 – 9,50	Bohrende
Umweltrelevante Einstufung				organoleptisch unauffällig	organoleptisch unauffällig	organoleptisch unauffällig	organoleptisch unauffällig
Bodengruppe(n)			DIN 18 196	OU	GU	TM, TA, GU*, Z	Z
Bodenklasse(n)			DIN 18 300:2012-09 (zurückgezogen)	1	3	4, 5	6
Frostempfindlichkeitsklasse(n)			ZTV E-StB 09	F 3	F 1-3, F 2	F 2	F 2
<b>Boden</b>				<b>Benennung und Beschreibung nach DIN EN ISO 14 688-1</b>			
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke		[M-%]	Aussortieren, Vermessen bzw. Sieben, Wiegen, auf Aushubmasse bezogen	Steine (Co)			
				Blöcke (Bo)			
				gr. Blöcke (LBo)			
			Schätzung nach Feldansprache	Steine (Co)	0	0 – 50	0 – 10
			Blöcke (Bo)	0	0	0	0
			gr. Blöcke (LBo)	0	0	0	0
Korngrößenverteilung		[mm]	Korngrößenanalyse nach DIN 18 123				
			Schätzung nach Feldansprache	0 – 20	0 – 45	0 – 63	0 – 0,063
Lagerungsdichte	ID	[-]	Lockerste und dichteste Lagerung nach DIN 18 126				
			Sondierungen nach DIN EN ISO 22 476				
			Schätzung nach Feldansprache	nz	nz	nz	nz
Wassergehalt	w <sub>n</sub>	[M-%]	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17 892-1			17,77 – 24,94	10,14
			Schätzung nach Feldansprache				
Plastizitätszahl	I <sub>p</sub>	[%]	Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122-1			34,25 – 46,22	
			Schätzung nach Feldansprache				
Konsistenzzahl	I <sub>c</sub>	[-]	Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122-1			0,78 – 0,99	
			Schätzung nach Feldansprache				>1,25
Undränierete Scherfestigkeit	c <sub>u</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	Flügelscherversuch nach DIN 4094-4				
			Einaxialer Druckversuch nach DIN 18 136				
			Triaxialversuch nach DIN 18 137-2				
			Taschenpenetrometer				
			Schätzung nach Feldansprache			150-300	>400
Organischer Anteil	V <sub>gl</sub>	[M-%]	Glühverlust nach DIN 18 128				
			Schätzung nach Feldansprache				
Dichte	ρ	[g/cm <sup>3</sup> ]	Dichtebestimmung nach DIN EN ISO 17 892-2 oder DIN 18 125-2				
			Schätzung nach Feldansprache	1,6-1,8	1,9-2,0	1,8-2,1	2,3-2,5
Abrasivität	LAK	[g/t]		<50, nicht abrasiv	<50, nicht abrasiv	<50, nicht abrasiv	50-100, kaum abrasiv
Anmerkungen				nz: nicht zutreffend nb: nicht bestimmbar (a): nichtbindige Anteile (b): bindige Anteile			
<b>Projekt</b>	<b>Dürnau, Baugebiet „Morgen“</b>						
Datei	2-19-180-01anI5.ods						

## **ANLAGE 6**

**Analysenprotokolle  
chemisches Institut BVU  
(Markt Rettenbach)**

BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund  
Dettinger Str. 146  
73230 Kirchheim / Teck

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>275/4530</b>	<b>Datum:</b>	<b>28.11.2019</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### 1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund  
 Projekt : Dürnau, BG Morgen  
 Projekt-Nr. : 2-19-180-01 Entnahmestelle :  
 Art der Probenahme : Mischprobe Art der Probe : Boden  
 Probenehmer : Herr Dr. Schünke, BWU Entnahmedatum : 21.11.2019  
 Probeneingang : 25.11.2019 Originalbezeich. : MP bo 1  
 Probenbezeich. : 275/4530 Untersuch.-zeitraum : 25.11.2019 – 28.11.2019

### 2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BBodSchV Tab. 4.1)

Parameter	Einheit	Messwert					Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe							DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	82,4		-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
Glühverlust	[% TS]	7,9					DIN EN 15169 :2007-05
TOC	[% TS]	1,1		-	-	-	DIN EN 13137 :2001-12
Humusgehalt (H)	[% TS]	1,9		-	-	-	berechnet

### 3 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BBodSchV Tab. 4.1)

Parameter	Einheit	Messwert		Sand	Lehm	Ton	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe							DIN 19747:2009-07
Arsen	[mg/kg TS]	29					EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	36		40	70	100	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,73		0,4	1	1,5	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	54		30	60	100	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	30		20	40	60	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	39		15	50	70	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,13		0,1	0,5	1,0	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[mg/kg TS]	129		60	150	200	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser							EN 13657 :2003-01

#### 4 Polychlorierte Biphenyle (PCB), PAK

Parameter	Einheit	Messwert		H > 8%	H < 8%		Methode
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB Gesamt (DIN):	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>		0,05	0,1		DIN EN 15308 :2016-12
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,05					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,12					
Pyren	[mg/kg TS]	0,09					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,07					
Chrysen	[mg/kg TS]	0,05					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,06					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,06		0,3	1,0		
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,04					
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>0,58</b>		<b>3</b>	<b>10</b>		DIN ISO 18287 :2006-05

Markt Rettenbach, den 28.11.2019

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele  
(Laborleiter)

BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund  
Dettinger Str. 146  
73230 Kirchheim / Teck

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>275/4531</b>	<b>Datum:</b>	<b>28.11.2019</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### 1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund  
 Projekt : Dürna, BG Morgen  
 Projekt-Nr. : 2-19-180-01 Entnahmestelle :  
 Art der Probenahme : Mischprobe Art der Probe : Boden  
 Probenehmer : Herr Dr. Schünke, BWU Entnahmedatum : 21.11.2019  
 Probeneingang : 25.11.2019 Originalbezeich. : MP bo 2  
 Probenbezeich. : 275/4531 Untersuch.-zeitraum : 25.11.2019 – 28.11.2019

### 2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BBodSchV Tab. 4.1)

Parameter	Einheit	Messwert					Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe							DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	80,2		-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
Glühverlust	[% TS]	9,4					DIN EN 15169 :2007-05
TOC	[% TS]	1,6		-	-	-	DIN EN 13137 :2001-12
Humusgehalt (H)	[% TS]	2,8		-	-	-	berechnet

### 3 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BBodSchV Tab. 4.1)

Parameter	Einheit	Messwert		Sand	Lehm	Ton	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe							DIN 19747:2009-07
Arsen	[mg/kg TS]	27					EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	31		40	70	100	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,57		0,4	1	1,5	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	55		30	60	100	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	26		20	40	60	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	37		15	50	70	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,14		0,1	0,5	1,0	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[mg/kg TS]	116		60	150	200	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser							EN 13657 :2003-01

#### 4 Polychlorierte Biphenyle (PCB), PAK

Parameter	Einheit	Messwert		H > 8%	H < 8%		Methode
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB Gesamt (DIN):	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>		0,05	0,1		DIN EN 15308 :2016-12
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,07					
Pyren	[mg/kg TS]	0,05					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,04					
Chrysen	[mg/kg TS]	0,04					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,04					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,04		0,3	1,0		
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>0,28</b>		<b>3</b>	<b>10</b>		DIN ISO 18287 :2006-05

Markt Rettenbach, den 28.11.2019

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele  
(Laborleiter)

BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund  
Dettinger Str. 146  
73230 Kirchheim / Teck

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>275/4532</b>	<b>Datum:</b>	<b>28.11.2019</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund	Art der Probenahme	: Mischprobe
Projekt	: Dürnau, BG Morgen	Probenehmer	: Herr Dr. Schünke, BWU
Projekt-Nr.	: 2-19-180-01	Probeneingang	: 25.11.2019
Entnahmestelle	:	Probenbezeich.	: 275/4532
Art der Probe	: Boden	Untersuch.-zeitraum	: 25.11.2019 – 28.11.2019
Entnahmedatum	: 21.11.2019		
Originalbezeich.	: MP VwV 1		

## 1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV BW)

### 1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	89,9	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	18	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	12	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,3	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	30	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	13	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	22	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,05	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	59	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser			EN 13657 :2003-01

## 1.2 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		DIN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25		DIN EN ISO 17380 :2013-10
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01		
<b>Σ PCB (6):</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>		DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05		
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05		
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05		
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05		
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05		
<b>Σ BTXE:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>		HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01		
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01		
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01		
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01		
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01		
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01		
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01		
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01		
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01		
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01		
<b>Σ LHKW:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>		HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>		DIN ISO 18287 :2006-05

## 2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

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

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Eluatherstellung				DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[ - ]	8,36		DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	110		DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		EN ISO 10304 :2009-07

Markt Rettenbach, den 28.11.2019

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele  
(Laborleiter)

BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund  
Dettinger Str. 146  
73230 Kirchheim / Teck

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>275/4533</b>	<b>Datum:</b>	<b>28.11.2019</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund	Art der Probenahme	: Mischprobe
Projekt	: Dürnau, BG Morgen	Probenehmer	: Herr Dr. Schünke, BWU
Projekt-Nr.	: 2-19-180-01	Probeneingang	: 25.11.2019
Entnahmestelle	:	Probenbezeich.	: 275/4533
Art der Probe	: Boden	Untersuch.-zeitraum	: 25.11.2019 – 28.11.2019
Entnahmedatum	: 21.11.2019		
Originalbezeich.	: MP VwV 2		

## 1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV BW)

### 1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	88,9	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	16	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	12	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,25	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	30	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	14	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	21	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,04	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	82	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser			EN 13657 :2003-01

## 1.2 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		DIN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25		DIN EN ISO 17380 :2013-10
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01		
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01		
<b>Σ PCB (6):</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>		DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05		
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05		
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05		
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05		
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05		
<b>Σ BTXE:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>		HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01		
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01		
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01		
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01		
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01		
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01		
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01		
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01		
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01		
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01		
<b>Σ LHKW:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>		HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04		
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>		DIN ISO 18287 :2006-05

## 2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

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

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Eluatherstellung				DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[ - ]	8,32		DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[ $\mu$ S/cm]	114		DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[ $\mu$ g/l]	< 4		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[ $\mu$ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[ $\mu$ g/l]	< 0,2		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[ $\mu$ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[ $\mu$ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[ $\mu$ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[ $\mu$ g/l]	< 0,15		DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[ $\mu$ g/l]	< 1		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[ $\mu$ g/l]	< 10		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[ $\mu$ g/l]	< 10		DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[ $\mu$ g/l]	< 5		EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		EN ISO 10304 :2009-07

Markt Rettenbach, den 28.11.2019

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele  
(Laborleiter)

BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund  
Dettinger Str. 146  
73230 Kirchheim / Teck

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>275/4534</b>	<b>Datum:</b>	<b>28.11.2019</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber : BWU GbR - Boden-Wasser-Untergrund  
 Projekt : Dürnau, BG Morgen  
 Entnahmestelle :  
 Art der Probenahme : Mischprobe Art der Probe : Boden  
 Probenehmer : Herr Dr. Schünke, BWU  
 Entnahmedatum : 21.11.2019 Probeneingang : 25.11.2019  
 Originalbezeich. : BS 2, BS 3, BS 6 Probenbezeich. : 275/4534  
 Untersuch.-zeitraum : 25.11.2019 – 28.11.2019

### 1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	87,1	DIN ISO 11465
Sulfat	[mg/kg TS]	730	EN ISO 11885
HCl-saurer Heißwasseraufschluss			DIN 4030-2

### 2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Eluatherstellung aus Fraktion < 12			DIN 38 414 S4
pH-Wert	[ - ]	6,99	DIN 38 404 - C5
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	185	EN 27 888
Sulfat	[mg/l]	8	EN ISO 10304-1

Markt Rettenbach, den 28.11.2019

Onlinedokument ohne Unterschrift  
Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele



