

Institut für Hydrogeologie  
und Umweltgeologie  
Baugrunduntersuchungen



Dipl.-Geol. Wolfram Hammer

Dr. Joachim Höning  
öffentlich bestellter und vereidigter  
Sachverständiger für Erdbau,  
Grundbau und Bodenmechanik

Dr. Marius Schünke  
öffentlich bestellter und vereidigter  
Sachverständiger für Hydrogeologie  
(Boden und Grundwasserschäden)

## GEOTECHNISCHER BERICHT

### Erschließung „Mühlwiesen-Erweiterung“ in 72636 Frickenhausen

**Auftraggeber:** Gemeinde Frickenhausen  
72636 Frickenhausen, Mittlere Straße 18

**Planung:** Ing.-Büro Blankenhorn  
72622 Nürtingen, Robert-Mayer-Str. 44/1

**Projekt-Nr.:** 2-15-201

**Gutachten-Nr.:** 2-15-201-01-hö

\_. Ausfertigung

16. Dezember 2015



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

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Vorbemerkungen .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Untersuchungsumfang .....</b>	<b>4</b>
2.1	Geländearbeiten .....	4
2.2	Bodenmechanische Laborversuche .....	5
2.3	Chemische Analysen .....	5
<b>3</b>	<b>Baugrund .....</b>	<b>5</b>
3.1	Geologischer Schichtaufbau .....	5
3.2	Bodenkennwerte .....	10
<b>4</b>	<b>Bodenklassen/ Homogenbereiche nach ATV DIN 18300 .....</b>	<b>10</b>
4.1	Allgemeines .....	10
4.2	Bodenklassen/ Homogenbereiche für die Baumaßnahme .....	11
<b>5</b>	<b>Hinweise zur Gründung und Bauausführung von Neubauten .....</b>	<b>12</b>
5.1	Gründungsmöglichkeiten .....	12
5.2	Entwässerung und Bauwerksabdichtung .....	14
5.2.1	Allgemeines .....	14
5.2.2	Entwässerung und Abdichtung von Bauvorhaben über dem Grundwasser (-bemessungswasserspiegel) .....	14
<b>6</b>	<b>Gestaltung von Baugruben .....</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>Verkehrsflächen .....</b>	<b>16</b>
<b>8</b>	<b>Kanal- und Leitungsbau .....</b>	<b>20</b>
8.1	Herstellung von Kanal- und Leitungsräben .....	20
8.2	Wiederverfüllung von Kanal- und Leitungsräben .....	21
8.2.1	Allgemeines .....	21
8.2.2	Verfüllung der Kanalgräben .....	22
<b>9</b>	<b>Versickerung von Oberflächenwasser .....</b>	<b>22</b>
<b>10</b>	<b>Entsorgung von Bauaushub .....</b>	<b>24</b>
<b>11</b>	<b>Schlussbemerkungen .....</b>	<b>24</b>

## VERZEICHNIS DER ANLAGEN

<b>Anlage 1:</b>	Lageplan	M 1 : 500
<b>Anlage 2:</b>	Schnitt	M 1 : 100
<b>Anlage 3:</b>	Schichtenverzeichnis und Schichtprofile	M 1: 50
<b>Anlage 4:</b>	Protokolle bodenmechanische Versuche	
<b>Anlage 5:</b>	Analysenprotokolle Synlab	

## 1 Vorbemerkungen

Die Gemeinde Frickenhausen beabsichtigt die Erschließung „Mühlwiesen-Erweiterung“ in Frickenhausen.

Um Aussagen über die Beschaffenheit des Baugrundes zu erhalten, wurde unser Haus mit Schreiben vom 20.11.2015 beauftragt, Baugrunduntersuchungen durchzuführen und ein Baugrundgutachten (Geotechnischer Bericht) auszuarbeiten.

Zur Auftragsabwicklung wurden uns vom planenden Büro Blankenhorn ein Bebauungsplan (Stand: 02.12.2014) digital übersandt. Das Baugebiet war teilweise bebaut. Die Altbauten sind abgerissen. Nicht bekannt ist uns, ob die abgerissenen Altbauten unterkellert waren und ob eventuelle Keller beim Abbruch entfernt wurden.

Die Erschließung dürfte zur Geotechnischen Kategorie 1 oder 2 nach DIN 4020 gehören.

## 2 Untersuchungsumfang

### 2.1 Geländearbeiten

Zur Erkundung des Bodenaufbaus wurden bauseits am 26.11.2015 **vier Baggerschürfgruben** bis zu einer maximalen Tiefe von 3,30 m u. Gel. ausgehoben, die darin sichtbaren Bodenschichten aufgenommen und dokumentiert. Leider waren mit dem zur Verfügung stehenden Kleinbagger keine größeren Aufschlusstiefen als die erreichten möglich.

Die Anordnung der Schürfgruben auf dem Gelände ist aus dem Lageplan (Anlage 1) ersichtlich. Die Lage der Schürfgruben wurde vom Büro Blankenhorn festgelegt und vom Büro Kuhn ausgepflockt und die Geländearbeiten eingemessen.

In Anlage 2 sind die Schichtprofile der Schürfgruben in zwei geologischen Schnitten dargestellt.

## 2.2 Bodenmechanische Laborversuche

Aus den Schürftgruben wurden insgesamt drei Bodenproben entnommen. Im hauseigenen Baugrundlabor wurden an zwei Proben deren natürliche Wassergehalte (DIN EN ISO 17892-1) und die Konsistenzgrenzen (DIN EN ISO 17892-12) ermittelt. An der dritten Probe aus Kies wurde die Kornverteilung (DIN EN ISO 17 892-4) durch Abtrennen des Feinkorns ermittelt. Mit den Laborversuchen war eine Einstufung der Bodenschichten in Bodengruppen nach DIN 18 196 möglich, was für die Bestimmung von Bodenkenwerten und der Festlegung der Homogenbereiche von Bedeutung ist.

## 2.3 Chemische Analysen

Von den in den Schürftgruben 1 bis 4 angetroffenen künstlichen Auffüllungen bis maximal 0,9 m Tiefe wurde eine Mischprobe erstellt und auf die Parameter nach DepV<sup>1</sup> und VwV Boden<sup>2</sup> untersucht.

# 3 Baugrund

## 3.1 Geologischer Schichtaufbau

Die Schürftgruben lagen außerhalb der ehemaligen Bebauung. In den Schürftgruben wurden zuoberst Auffüllungen aus Lehm, Kies, Bauschutt und in SG 4 aus Hausmüll angetroffen. Unter den Auffüllungen folgten Ablagerungen der Steinach. Dabei handelte es sich bei SG 1, SG 2 und SG 4 um wechselnd stark schluffigen Kies. In der Schürfte SG 3 wurde zunächst bis 1,80 m ebenfalls Kies aufgeschlossen. Darunter folgte aber bis zur Endtiefe von 3,30 m tuftsandiger hellbrauner bis hellbeiger Auelehm von halbfester oder steifer bis halbfester Konsistenz.

Grundwasser wurde bis zu den Aufschlussendtiefen nicht angetroffen.

Die Fotos 1-6 zeigen die ausgeführten Schürftgruben:

---

<sup>1</sup> DepV Deponieverordnung (DepV): Verordnung über Deponien und Langzeitlager, 27.04.2009  
<sup>2</sup> VwV Boden: Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial, 14.03.2007





**Bild 1: Schürfgrube SG 1**



**Bild 2: Schürfgrube SG 2**





**Bild 3: Schürfgrube SG 3**



**Bild 4-6: Schürfgrube SG 4**





**Bild 5: Müllhaltige Auffüllungen**



**Bild 6: Alte Hartgummileitung (Wasserleitung?) in ca. 0,50 m Tiefe**



Die Schürftgruben zeigten folgenden Schichtaufbau:

**SG 1 (322,62 mNN):**

- 0,30 m      AUFFÜLLUNG: Recyclingschotter aus Abbruch mit viel Ziegel
- 0,60 m      AUFFÜLLUNG: Schluff, tonig, feinsandig, hellbraun, halbfest, Telefonkabel
- 0,80 m      AUFFÜLLUNG: Kies, stark schluffig, sandig, vereinzelt Ziegel, Mauersteine, nach Westen Auffüllungen bis 1,50 m
- 2,40 m      Kies, stark schluffig, sandig, hellbraun, ab ca. 1,50 m stark feucht bis nass, bindige Anteile weich bis breiig

**SG 2 (323,00 mNN):**

- 0,20 m      AUFFÜLLUNG: Oberboden, Schluff, tonig, durchwurzelt, humos
- 0,60 m      AUFFÜLLUNG: Schluff, tonig, sandig, kiesig, Ziegelstücke, dunkelbraun, durchwurzelt
- 1,00 m      Kies, schluffig, sandig, braun
- 1,60 m      Kies, schluffig, sandig, hellbraun
- 1,80 m      Schluff, tonig, feinsandig, hellbraun, halbfest
- 3,00 m      Kies, schluffig, sandig, hellbraun

**SG 3 (322,97 mNN):**

- 0,50 m      AUFFÜLLUNG: Oberboden, Schluff, tonig, schwach kiesig, Holzreste, vereinzelt Ziegel, dunkelbraun, steif bis halbfest
- 0,60 m      Schluff, tonig, hellbraun, halbfest
- 1,80 m      Kies, schluffig, sandig, bei 1,30 – 1,40 Schluff, tonig, feinsandig, hellbraun, halbfest
- 2,50 m      Schluff, tonig, feinkiesig, Schalenreste, hellbraun, halbfest
- 3,30 m      Schluff, tonig, tuffsandig, feinkiesig, hellbeige, steif bis halbfest

**SG 4 (322,19 mNN):**

- 0,10 m      AUFFÜLLUNG: Oberboden, Schluff, tonig, schwach sandig, feinkiesig, durchwurzelt, dunkelbraun, steif
- 0,90 m      AUFFÜLLUNG: Lehm, Ziegel, Bauschutt, Metallreste, Hausmüll, Mauersteine, Glasflaschen, Wasserleitung aus Hartgummi bei ca. 0,50 m, Stromkabel
- 1,90 m      Schluff, tonig, schwach feinkiesig, hellbraun, halbfest
- 2,70 m      Kies, schluffig bis stark schluffig, sandig, hellbraun

### 3.2 Bodenkennwerte

Den in den Schürftgruben anstehenden Bodenschichten können folgenden charakteristischen Bodenkennwerte zugeordnet werden.

Bodenschichten	Reibungswinkel $\varphi'$ (Grad)	Wichte $\gamma/\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	Kohäsion $c'$ (kN/m <sup>2</sup> )
Auelehm, steif –halbfest	22 – 25	19/9	10
Kies	32 - 35	19/11	0

## 4 Bodenklassen/ Homogenbereiche nach ATV DIN 18300

### 4.1 Allgemeines

Die ATV DIN 18300:2012-09 fasste Boden- und Felsarten nach dem Schwierigkeitsgrad beim Bearbeiten in sieben Klassen zusammen. Seit August 2015 ist sie aber nicht mehr gültig und soll im Folgenden nur als Orientierung dienen. In der neuen ATV DIN 18300: 2015-08 sind die Bodenklassen durch sogenannte Homogenbereiche ersetzt.

Der Homogenbereich ist nach ATV DIN 18300 ein begrenzter Bereich bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist.

Sind umweltrelevante Inhaltsstoffe zu beachten, so sind diese bei der Einteilung in Homogenbereiche zu berücksichtigen.

Bei Baumaßnahmen der Geotechnischen Kategorie GK 1 nach DIN 4020 sind folgende Angaben ausreichend: Bodengruppen nach DIN 18196, Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1, Konsistenz und Plastizität nach DIN EN ISO 14688-1, Lagerungsdichte.

## 4.2 Bodenklassen/ Homogenbereiche für die Baumaßnahme

Nach den Richtlinien und der Boden- und Felsklassifizierung der ATV DIN 18300 ergibt sich für die betreffende Baumaßnahme folgende Zuordnung der Bodenklassen/ Homogenbereiche:

Bodenschichten	Boden- bzw. Felsklasse ATV DIN 18 300 (alt)	Homogenbereiche ATV DIN 18 300:2015-08
Auffüllungen	3 + 4	A
Auelehm	4	B
Kies	3 + 4	C

### Homogenbereich A; Auffüllungen

Ortsübliche Bezeichnung	---
Kornverteilung	nicht bestimmt
Steine und Blöcke [M %]	<5 – 10
Dichte, feucht $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	1,7 – 1,9
undrionierte Scherfestigkeit $C_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	---
Wassergehalt $W$ [%]	---
Konsistenz bzw. Konsistenzzahl $I_c$ [-]	---
Plastizität $I_p$ [%]	---
Lagerungsdichte $I_D$ [-]	---
Organischer Anteil [M %]	---
Bodengruppe nach DIN 18196	TM, GU, GÜ

### Homogenbereich B; Auelehm

Ortsübliche Bezeichnung	Lehm
Kornverteilung	nicht bestimmt
Steine und Blöcke [M %]	<5
Dichte, feucht $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	1,9 – 2,0
undrionierte Scherfestigkeit $C_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	40 – 100
Wassergehalt $W$ [%]	20 – 25
Konsistenz bzw. Konsistenzzahl $I_c$ [-]	1,00 bis 1,25
Plastizität $I_p$ [%]	10 – 23
Lagerungsdichte $I_D$ [-]	---
Organischer Anteil [M %]	<0,5
Bodengruppe nach DIN 18196	TL, TM



**Homogenbereich C; Kies**

Ortsübliche Bezeichnung	Kies
Kornverteilung	siehe Anlage 4.4
Steine und Blöcke [M %]	<5
Dichte, feucht $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	1,8 – 1,9
undrÄnirierte Scherfestigkeit $C_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	---
Wassergehalt $W$ [%]	---
Konsistenz bzw. Konsistenzzahl $I_c$ [ - ]	---
PlastizitÄt $I_p$ [%]	---
Lagerungsdichte $I_D$ [ - ]	locker - mitteldicht
Organischer Anteil [M %]	---
Bodengruppe nach DIN 18196	GU, GÜ

Hinweis:

Die für das Gutachten angegebenen Kennwerte der Homogenbereiche sind überwiegend eingeschätzt und beruhen nur teilweise auf bodenmechanische Laborversuche. Sollten Kennwerte laborativ bestimmt werden, würde sich Art und Umfang der Baugrundaufschlüsse und Laborversuche erheblich erhöhen.

**Sollte es bei Erdarbeiten zu Unstimmigkeiten bezüglich der Bodenklassifizierung kommen, so kann der Baugrundgutachter hinzugezogen werden.**

## 5 Hinweise zur Gründung und Bauausführung von Neubauten

Das untersuchte Gelände soll als Wohngebiet ausgewiesen werden. Erdgeschossfußbodenhöhen liegen noch nicht fest. Die Schürftgruben konnten wegen des zur Verfügung stehenden Kleinbaggers leider nicht bis in ausreichende Tiefe von mindestens 4 - 5 m hergestellt werden.

### 5.1 Gründungsmöglichkeiten

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.

Entsprechend den Vorgaben des ab 01.07.2012 bauaufsichtlich eingeführten und damit verbindlichen Eurocode 7 (EC 7) sind Gründungen von Neubauten grundsätzlich von einem Sachverständigen von Geotechnik festzulegen.

Bei Gründung im **Auelehm** und ist je nach Tiefenlage der Fundamente ein Bemessungswert des Sohlwiderstands  $\sigma_{R,d}$  zwischen

$$\sigma_{R,d} = 210 \text{ und } 490 \text{ kN/m}^2,$$

denkbar, was einem **aufnehmbaren Sohldruck**  $\sigma_{E,k}$  von ca. 150 bis 350 kN/m<sup>2</sup> entspricht.

Im Auelehm sind zum Schutz gegen Austrocknung oberflächennahe Außenfundamente mindestens 1,50 m tief unter das endgültige Gelände einzubinden. Ferner wird von einer gebäudenahe, stark wasserziehenden Bepflanzung abgeraten.

#### **Erdbebengefährdung:**

Nach der Karte der Erdbebenzone für Baden-Württemberg bzw. nach DIN 4129: 2005-04 liegt das Baugebiet in der **Zone 1**.

Gemäß DIN EN 1998-1/NA NPD zu 3.1.2(1) liegt bei Gründung im Auelehm oder Kies die Baugrundklasse C und nach NCI NA 3.1.3 die Geologische Untergrundklasse R vor. Für die geplante Baumaßnahme gilt:

<b>Erdbebenzone nach DIN 4149: 2005-04</b>	<b>1</b>
Bemessungswert der Bodenbeschleunigung $a_g$ [m/s <sup>2</sup> ]	<b>0,40</b>
Baugrundklasse/Untergrundklasse	<b>C - R</b>
Untergrundparameter S	<b>1,50</b>

## **5.2 Entwässerung und Bauwerksabdichtung**

### **5.2.1 Allgemeines**

Unter Dränung wird die Entwässerung des Bodens durch Dränschicht und Dränleitung verstanden, um das Entstehen von drückendem Wasser auf erdberührende Bauteile zu verhindern. Für die Planung, Bemessung und Ausführung von Dränmaßnahmen gilt die DIN 4095.

Dränungen können Abdichtungen niemals ersetzen, sondern müssen stets in Verbindung mit Abdichtungen nach DIN 18 195 geplant und ausgeführt werden.

### **5.2.2 Entwässerung und Abdichtung von Bauvorhaben über dem Grundwasser (-bemessungswasserspiegel)**

Erdeinbindende Neubauten über dem Grundwasser könnten (falls erlaubt) über eine Ringdränage (Stangenware, DN 100, Mindestgefälle 0,5 %) entwässert werden. Dränmaßnahmen sind sorgfältig nach DIN 4095 zu planen und auszuführen.

Damit anfallendes Wasser ungehindert zur Dränage gelangen kann, ist vor den Außenwänden eine senkrechte Dränschicht aus Dränsteinen, Dränplatten oder Dränmatten vorzusehen und an die Dränage anzuschließen.

Unter dem UG-Fußboden wäre nach DIN 4095 eine Filterkieslage von mindestens 15 cm Stärke (Körnung 4/16 oder 8/16 mm) einzubauen. Um die Filterstabilität zu gewährleisten, ist zwischen Bodenplatte und Filterkies eine Folie und zwischen Filterkies und Erdplanum ein Geotextil zu verlegen. Wenn das Planum aus Kies besteht, könnte unseres Erachtens auf das Geotextil verzichtet werden.

Die erdeinbindenden Außenwände sind nach DIN 18 195, Teil 4, gegen Bodenfeuchtigkeit abzudichten. Vor der Verfüllung der Arbeitsräume ist die Isolierung durch eine Schutzschicht (DIN 18 195, Teil 10) gegen Beschädigung zu sichern.

Sollte keine Dränage erlaubt sein, die in die Kanalisation entwässert,- was immer öfter der Fall ist - so sind die erdberührenden Bauteile (Wände und Fußböden) nach DIN 18 195, Teil 6, Abschnitt 9 gegen aufstauendes Sickerwasser abzudichten. Bei Einbindetiefen > 3 m ist normgemäß eine Abdichtung gegen drückendes Wasser erforderlich.



Unter Umständen wäre eine Versickerung von Dränagewasser möglich, wenn die Sohle der Versickerungseinrichtung im Kies und mindestens 1 m über dem Grundwasser liegt. Die Höhe des Grundwassers ist aber (noch) nicht bekannt.

## 6 Gestaltung von Baugruben

Bei der Herstellung von Baugruben gelten die Richtlinien der DIN 4124. Sie besagt, dass ab einer Böschungshöhe von 1,25 m abgeböschert werden muss. Die Böschungsneigung richtet sich u. a. nach den bodenmechanischen Eigenschaften des Bodens.

Nach DIN 4124, Abschnitt 3.2.2 sind folgende Böschungsneigungen  $\beta$  maximal zulässig:

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

Bei steileren als den in der DIN 4124 angegebenen Böschungswinkeln, bei Böschungshöhen über 5 m, bei starkem Wasserandrang oder bei Gefährdung bestehender Gebäude oder sonstiger baulicher Anlagen (Straßen, Leitungen) ist ein rechnerischer Nachweis der Standsicherheit erforderlich oder ein Baugrubenverbau herzustellen.

Die Gestaltung der Baugrube ist im Einzelnen vom Baugrundsachverständigen festzulegen.

## 7 Verkehrsflächen

Wir empfehlen, für den Bau von Verkehrsflächen die Richtlinien der ZTVE-StB 09<sup>3</sup>, der RStO 12<sup>4</sup>, der ZTVT-StB 95<sup>5</sup> und der ZTVT-SoB StB 04<sup>6</sup> zu beachten.

Für das Erdplanum ist nach RStO bei frostempfindlichen Böden ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  erforderlich. An der Oberkante des Oberbaus (ungebundene Tragschicht) müssen  $E_{v2} \geq 120 \text{ bis } 150 \text{ MN/m}^2$  (je nach Gestaltung der Fahrbahndecke) erreicht werden.

Die Dicke der Tragschicht kann unter Berücksichtigung der Frostempfindlichkeit des Bodens aus

- den Richtwerten für die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaues in cm (RStO 12, Abschnitt 3.2, Tabelle 6)

Frostempfindlichkeitsklasse	Dicke bei Belastungsklasse		
	BK 100 bis BK 10	BK 3,2 bis BK 1,0	BK 0,3
F 2	55	50	40
F 3	65	60	50

und

- der **Mehr- oder Minderdicke** (RStO 12, Abschnitt 3.2, Tabelle 7) errechnet werden.

Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus ergibt sich aus der Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus und ggf. abzüglich einer nach ZTVE-StB verfestigten oberen Zone eines frostempfindlichen Untergrunds bzw. Unterbaus bis zu einer Dicke von 20 cm.

Nach RStO liegt Frickenhausen in der Frosteinwirkungszone I. Die Wohnstraße(n) dürften nach unserer Einschätzung zur Belastungsklasse BK 3,2/BK 1,0 oder BK 0,3 gehören.

<sup>3</sup> ZTVE-StB 09: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau. Ausgabe 2009 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Köln -

<sup>4</sup> RStO 12: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen. - Ausgabe 2012, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln.

<sup>5</sup> ZTVT-StB 95: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau. - Ausgabe 1995, Fassung 2001, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Sonderaufgaben, Köln. Teilweise ersetzt durch ZTV SoB-StB 04 (Abschnitt 2)

<sup>6</sup> ZTVT-SoB StB 04: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2004. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln

Gemäß RStO 12 ist in der Frosteinwirkungszone I eine Mindestdicke des frostsicheren Straßen-  
aufbaus in der Belastungsklasse BK 3,2/BK 1,0 von 0,60 m, in BK 0,3 von 0,50 m 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, so sind besondere Maßnahmen vorzusehen. Hierzu gehören allgemein Maßnahmen zur Bodenverbesserung nach ZTV E-StB 09, Bodenverfestigung gemäß ZTV E-StB 09 bzw. ZTV T-StB 95 oder eine Erhöhung der Tragschichtdicke durch Bodenaustausch.

Eine Bodenverbesserung dürfte wegen der innerörtlichen Lage und den steinhaltigen Auffüllungen nicht machbar sein.

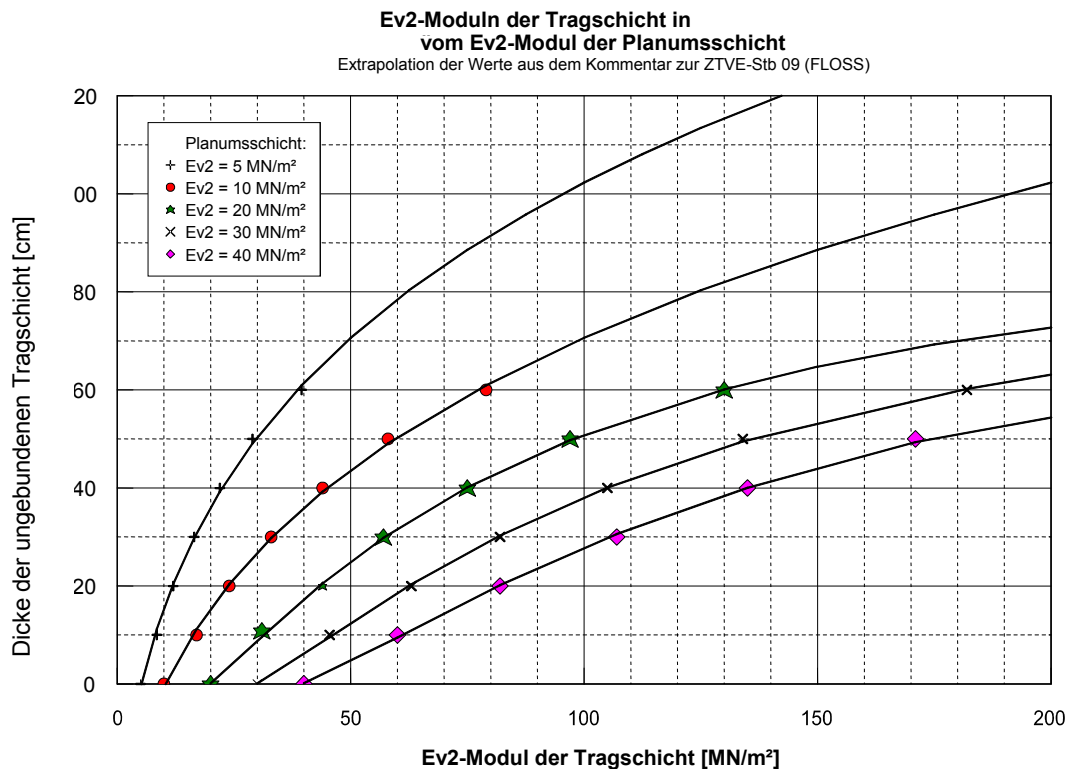
Bei einem **Bodenaustausch** werden nicht ausreichend tragfähige Schichten unterhalb des Erdplanums ausgeräumt und durch gut verdichtbares, lagenweise bei optimaler Verdichtung eingebautes, körniges Fremdmaterial ersetzt. Der Bodenaustausch ist so zu bemessen, dass an der Oberkante des Bodenaustauschs ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  erreicht wird und darauf ein Regelaufbau nach RSTO 12 hergestellt werden kann.

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 ein reißfestes Geotextil der Georobustheitsklasse GRK 4 verlegt werden, um ein Einarbeiten des Austausch- bzw. Tragschichtmaterials in den Untergrund zu verhindern.



Folgendes Diagramm, angelehnt an den Kommentar zur 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:



Zur wirtschaftlichen Bemessung des Oberbaus werden Plattendruckversuche nach DIN 18 134 auf dem verdichteten Erdplanum empfohlen (können ggf. durch unser Haus durchgeführt werden). Mit den hierdurch nachgewiesenen Verformungsmoduln des Untergrunds lässt sich die Dimensionierung der Tragschichtmächtigkeit bzw. Stärke der Bodenverbesserung optimieren.

**Beispiel:**

Der auf dem verdichteten Erdplanum aus erreichbare Verformungsmodul wurde 10  $MN/m^2$  betragen. Dies würde bedeuten, dass eine Mächtigkeit der ungebundenen Tragschicht von über 0,80 m erforderlich wäre, um an deren Oberkante ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 120 - 150$   $MN/m^2$  zu erreichen.

Das Diagramm der ZTVE liefert nur für die auf Tragschichten bis 0,60 m Dicke erreichbaren Verformungsmoduln abgesicherte Angaben. Bei Tragschichten >0,60 m stellen die gemachten Angaben nur eine Schätzung auf Grundlage einer Extrapolation des Diagramms der ZTVE dar.

Bei bindigen 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 nicht bindemittelstabilisiertem Erdplanum mindestens 4% betragen.

Für den Wiedereinbau bestimmte Massen sollten witterungsgeschützt zwischengelagert werden, um die Einbaufähigkeit zu erhalten (Wassergehalt!).

Der Einbau von Massen ist lagenweise (0,2 bis 0,4 m Lagenstärke) mit geeigneten Verdichtungsgeräten vorzunehmen. Der Verdichtungserfolg ist durch Eigenüberwachungsprüfungen des Auftragnehmers im Umfang gemäß ZTV E-Stb 09 Abschnitt 14 sowie durch Kontrollprüfungen des Auftraggebers nachzuweisen.

Sämtliche Böden und Baustoffgemische für Tragschichten müssen die Anforderungen der TL SoB-StB 04<sup>7</sup> erfüllen und nach TL G SoB-StB 04<sup>8</sup> güteüberwacht sein. Baustoffe aus industriell hergestellten Gesteinskörnungen und RC-Baustoffe sind zudem auf Eignung und Reinheit gemäß TL Gestein-StB 04<sup>9</sup> bzw. TL G SoB-StB 04 und Dihlmann-Erlass<sup>10</sup> zu prüfen.

Bei Bauweisen mit Pflasterdecken empfehlen wir, als Verlegebett keinen Muschelkalk- oder Jurasplitt zu verwenden. Nach unseren Erfahrungen neigt Kalksteinmaterial zur Verwitterung zu Feinkorn, welches sowohl das Verlegebett als auch die Tragschicht verschlämmt und wasserundurchlässig macht. Infolgedessen kann es, wenn Wasser durch die Fugen des Pflasterbelags eindringt, durch auf dem Verlegebett stehendes Wasser im Winter zu Frosthebungen und ganzjährig zu Hebungen und Senkungen infolge Durchfeuchtung/Trocknung kommen.

<sup>7</sup> TL SoB-StB 04: Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau. - Ausgabe 2004/Fassung 2007. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln.

<sup>8</sup> 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. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln.

<sup>9</sup> TL Gestein-StB 04: Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau. - Ausgabe 2004. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln.

<sup>10</sup> Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Recyclingmaterial, Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, 13.04.2004 und ergänzender Erlass vom 10.08.2008 sowie Verlängerungserlasse vom 22.12.2006 und 18.12.2007.

Das verwendete Bettungsmaterial muss daher hochfest 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>11</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>12</sup> zwischen Bettungsmaterial und Tragschichtmaterial zu achten, damit kein Bettungsmaterial in die Tragschicht einwandern kann. Alternativ könnte die Verlegung eines Vlieses als Trennschicht zwischen Tragschicht und Verlegebett erwogen werden.

## 8 Kanal- und Leitungsbau

### 8.1 Herstellung von Kanal- und Leitungsgräben

Bei der Herstellung von Kanalgräben sind die Richtlinien der DIN 4124 zu beachten. Danach können nicht verbaute Gräben bis zu einer Tiefe von maximal 1,25 m mit senkrechten Wänden hergestellt werden.

Tiefere Gräben sind zu böschen oder zu verbauen. Wird frei geböscht, so sind bei Böschungen bis 5 m Höhe ohne rechnerischen Standsicherheitsnachweis nach DIN 4084 Böschungswinkel von  $45^\circ$  bei weicher und  $60^\circ$  bei steifer oder besserer Konsistenz nicht überschreiten.

Auf den Oberkanten der Böschungen ist ein mindestens 1,5 m breiter, lastfreier Streifen einzuhalten (keine Stapellasten, Verkehrslasten, Baukran).

Bei Gräben über 2 m Tiefe empfehlen wir, generell einen Verbau vorzusehen (z.B. Krings-Verbau). Zur Herstellung und Verfüllung von Kanal- und Leitungsgräben sind die Richtlinien der

---

<sup>11</sup> 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.

<sup>12</sup>  $D_{15}/d_{85} \leq 5$  und  $D_{50}/d_{50} \leq 25$  Korndurchmesser der Tragschicht (D) bzw. Bettung (d) bei 15%, 50% bzw. 85% Siebdurchgang.

DIN 4124, der ZTVE-StB 09<sup>13</sup> und der ZTVA-StB 97<sup>14</sup> zu beachten. Sollte dennoch frei geböscht werden, ist auf halber Höhe eine Berme (Breite  $\geq 1,50$  m) vorzusehen, um abrutschendes Erdmaterial aufzufangen.

Das Auflager für Kanalisationsrohre ist gemäß DIN EN 1610 auszuführen. Nach den Bohrungen kann von einer ausreichenden Tragfähigkeit im Auflagerbereich ausgegangen werden. Werden im Sohlbereich nicht tragfähige, weiche oder breiige Bodenschichten angetroffen, so sind diese auszuräumen und z.B. mit Splitt oder Kiessand zu ersetzen.

## 8.2 Wiederverfüllung von Kanal- und Leitungsgräben

### 8.2.1 Allgemeines

In der ZTVA-StB 97, Abschnitt 4.3.2 sind die für die Verfüllzone geeigneten Bodenarten wie folgt in Verdichtbarkeitsklassen eingeteilt:

Verdichtbarkeitsklasse	Kurzbeschreibung	Bodengruppe (DIN 18 196)
V 1	nicht bindige bis schwach bindige, grobkörnige und gemischtkörnige Böden	GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST
V 2	bindige, gemischtkörnige Böden	GÜ, GT, SÜ, ST
V 3	bindige, feinkörnige Böden	UL, UM, TL, TM
	für das Verfüllen von Leitungsgräben nicht geeignete Böden, sind ausgeprägt plastische, organische und organogene Böden, sowie Böden mit organischen Beimengungen, aufquellende Böden (Gipskeuper, Posidonienschiefer)	HN, HZ, F, OU, OT, OK, TA

Für die Verfüllzone sind in der Regel Böden der Klasse V 1 zu verwenden, da sie wegen ihrer geringeren Wasser- und damit Witterungsempfindlichkeit leichter zu verdichten sind als Böden der Klasse 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.

<sup>13</sup> ZTVE-StB 09 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau. - Ausgabe 2009, Bundesministerium für Verkehr, Abt. Straßenbau

<sup>14</sup> ZTVA-StB 97: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen. - Ausgabe 1997, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsausschuss kommunaler Straßenbau, Köln.

Weiche oder ausgetrocknete, bindige Böden sind zur Verfüllung von Gräben im Straßen- und Wegbereich nicht geeignet.

Toniges Aushubmaterial in steifer Konsistenz kann nur bei vorheriger Kalkstabilisierung verwendet werden.

### 8.2.2 Verfüllung der Kanalgräben

Eine Wiederverwendung von lehmigem Aushubmaterial oder von Auffüllungen scheidet nach unserer Ansicht aus. Anfallender Kies mit bindigen Anteil <15% wäre zum Weidereinbau in trockenem Zustand geeignet, müsste ab zwischengelagert und mit Folie abgedeckt werden.

Ansonsten ist zur Verfüllung auf Eignung und Reinheit geprüftes sulfatarmes oder sulfatfreies Betonrecycling (Zulassung nach TL Gestein-StB 04<sup>15</sup> bzw. TLG SoB-StB 04<sup>16</sup> und Dihlmann-Erlass), KG FSS/STS (früher „KFT/Mineralbeton“) oder gleichwertiges lagenweise einzubauen und optimal zu verdichten. Die Mächtigkeit der einzelnen Lagen sollte 30-40 cm nicht überschreiten. Im Übrigen wird auf die Vorgaben der ZTVE-StB 09 und ZTVA-StB 97 für Verfüllungen im Straßenbereich verwiesen.

## 9 Versickerung von Oberflächenwasser

Zur Versickerung von Oberflächenwasser stehen prinzipiell folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Flächenversickerung
- Muldenversickerung
- Rigolen- und Rohrversickerung
- Schachtversickerung

sowie Kombinationen dieser Varianten.

---

<sup>15</sup> TL Gestein-StB 04: Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau. – Ausgabe 2004. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln

<sup>16</sup> TLG SoB-StB 04: Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau. Teil: Güteüberwachung. - Ausgabe 2004. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln



Die Bemessung und Herstellung von Versickerungsanlagen ist im Arbeitsblatt DWA-A 138<sup>17</sup> beschrieben.

Gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 sind für Versickerungen generell Locker- und Festgesteine mit Durchlässigkeitsbeiwerten besser als  $k_f \sim 10^{-6}$  geeignet. Im angetroffenen Auelehm ist nach DIN 18130 in ungestörtem Zustand mit einem Durchlässigkeitsbereich von etwa  $10^{-7} - 10^{-8}$  m/sec. im Kies von  $10^{-5} - 10^{-6}$  m/sec., zu rechnen.

Für anfallendes Dach- und Oberflächenwasser ist eine Versickerung ohne Notüberlauf innerhalb des Grundstücks nicht zu empfehlen. Hier muss 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 jedoch im vorliegenden Fall aufgrund zu geringer Durchlässigkeit nicht möglich. Es sind daher ggf. Maßnahmen zur Abflusdämpfung, 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.

In diesem Zusammenhang ist noch anzumerken, dass das natürliche, flächenhafte Versickern von unbelastetem Oberflächenwasser (z. B. Dachwasser) auf Freiflächen außerhalb von Wasserschutzgebieten keinen besonderen Vorschriften und Gesetzen unterliegt.

---

<sup>17</sup> Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef, Ausgabe April 2005

## 10 Entsorgung von Bauaushub

Die Mischprobe aus den künstlichen Auffüllungen ist wegen des Kupfergehalts von 180 mg/kg nach VwV Boden als Z 2 einzustufen. Nach Deponieverordnung müsste die Probe wegen des hohen organischen Gehalts (Glühverlust/TOC) als Deponieklasse 2 (DK II) klassifiziert werden.

Da das Material sehr inhomogen ist und auch Müllbestandteile enthält, muss es beim Ausheben separiert und bis zur endgültigen Deklaration zwischengelagert werden.

Der Laborprüfbericht ist als Anlage 5 beigelegt.

## 11 Schlussbemerkungen

Das vorliegende Baugrundgutachten beschreibt die Untergrundverhältnisse im geplanten Neubaugebiet „Mühlwiesen-Erweiterung“ in Frickenhausen und die daraus resultierenden, baulich notwendigen Maßnahmen für die Erschließung und Bebauung, soweit sie aus dem derzeitigen und uns bekannten Planungsstand absehbar sind.

Sie beruhen auf den Ergebnissen von vier Baggerschürfgruben, bodenmechanischen und chemischen Laborversuchen. Die Angaben beziehen sich auf die Untersuchungsstellen. Abweichungen von diesen punktuell festgestellten Untergrundverhältnissen können nicht ausgeschlossen werden, **zumal die Schürfe nicht bis in ausreichende Tiefe hergestellt werden konnten.**

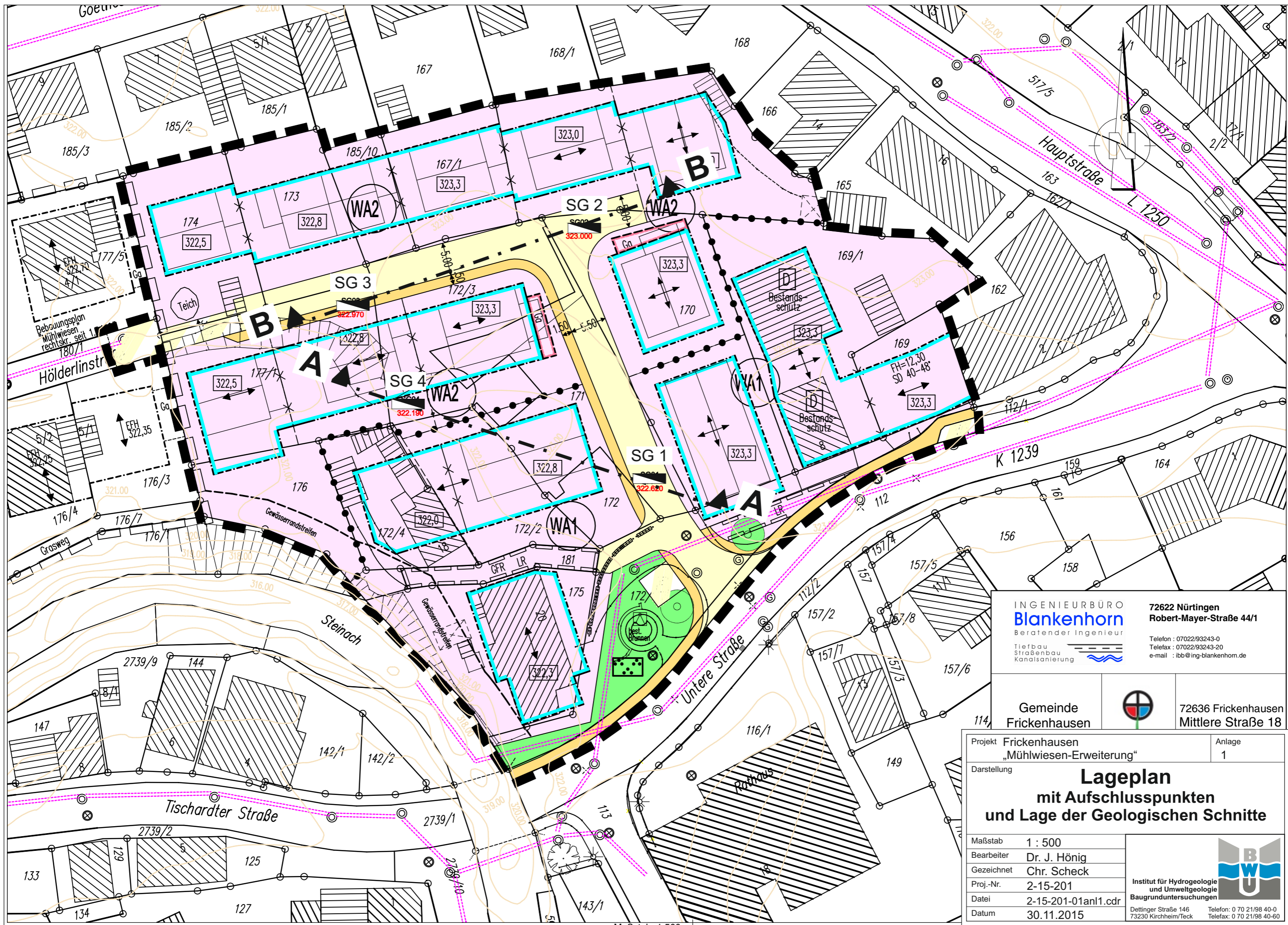
Sollten bei der Erschließung unvorhergesehene Schwierigkeiten oder Unklarheiten bezüglich des Baugrunds auftreten, so ist der Baugrundgutachten zu verständigen.

**Das Erschließungsgutachten ersetzt kein projektbezogenes Baugrundgutachten einzelner Baumaßnahmen. Hierzu sind die Richtlinien des EC 7 bzw. der DIN 4020 zu beachten und es ist dementsprechend ein Baugrundsachverständiger einzuschalten.**

Kirchheim/Teck, den 15.12.2015

The logo consists of a stylized blue and white circular emblem with a central white shape resembling a person's head or a stylized 'J'.  
**Dr. Joachim Hönig**  
von der Industrie- und Handelskammer Stuttgart  
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger  
für Erdbau, Grundbau, Bodenmechanik





INGENIEURBÜRO  
**Blankenhorn**  
 Beratender Ingenieur  
 Tiefbau  
 Straßenbau  
 Kanalsanierung

72622 Nürtingen  
 Robert-Mayer-Straße 44/1  
 Telefon : 07022/93243-0  
 Telefax : 07022/93243-20  
 e-mail : ibb@ing-blankenhorn.de

Gemeinde  
 Frickenhausen



72636 Frickenhausen  
 Mittlere Straße 18

Projekt Frickenhausen „Mühlwiesen-Erweiterung“ Anlage 1

Darstellung  
**Lageplan  
 mit Aufschlusspunkten  
 und Lage der Geologischen Schnitte**

Maßstab 1 : 500  
 Bearbeiter Dr. J. Hönig  
 Gezeichnet Chr. Scheck  
 Proj.-Nr. 2-15-201  
 Datei 2-15-201-01an1.cdr  
 Datum 30.11.2015

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



SG 4

322,19 mNN

SG 1

322,62 mNN

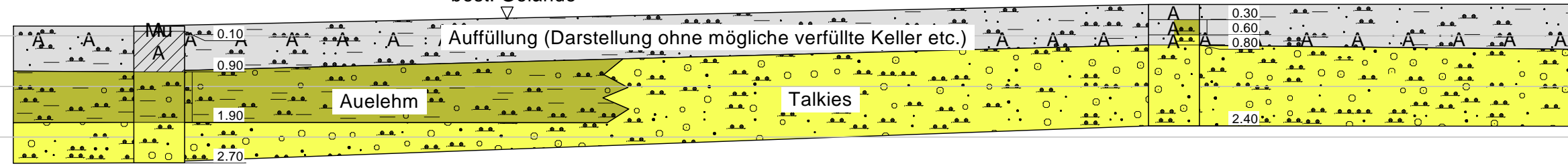
best. Gelände


Auffüllung (Darstellung ohne mögliche verfüllte Keller etc.)

Auelehm

Talkies

mNN  
322  
321  
320



Projekt Frickenhausen, Baugebiet "Mühlwiesen-Erweiterung"		Anlage 2.1
Darstellung		
<b>Geologischer Schnitt A</b> 2fach überhöht		
Maßstab	1 : 200/100	 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
Bearbeiter	Dr. J. Hönig	
Gezeichnet	Chr. Scheck	
Proj.-Nr.	2-15-201	
Datum	01.12.2015	



SG 3

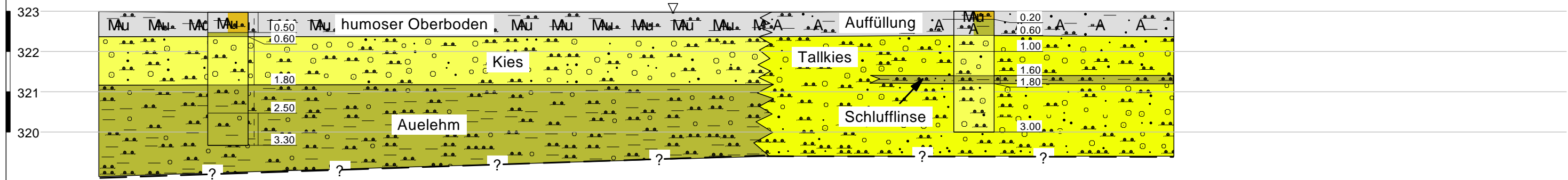
322,97 mNN

SG 2

323,00 mNN

mNN

best. Gelände



Projekt Frickenhausen, Baugebiet "Mühlwiesen-Erweiterung"	Anlage 2.2
--	---------------

Darstellung

## Geologischer Schnitt B

2fach überhöht

Maßstab	1 : 200/100
Bearbeiter	Dr. J. Hönig
Gezeichnet	Chr. Scheck
Proj.-Nr.	2-15-201
Datei	
Datum	01.12.2015



**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 3**

**Schichtenverzeichnis und Schichtprofile  
M 1 : 50**

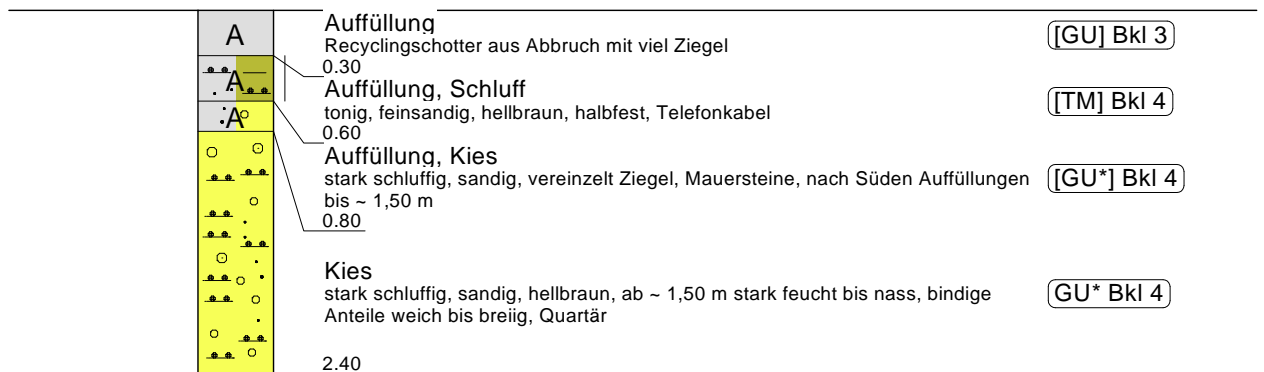
Aufschlussart	Schurf	Nutzung	-	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	-	Versiegelung	-	rechts	nicht bekannt
Methode	Bagger	Reliefformtyp	-	hoch	nicht bekannt
Zeitraum	26.11.2015	Neigung	-	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	Dr. J. Hönig				


Probenart:  
 B = Boden  
 Bl = Bodenluft  
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196  
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09  
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08

# SG 1

322,62 mNN



Projekt Frickenhausen, BG "Mühlwiesen-Erweiterung"		Anlage 3.1
Darstellung <b>Schichtenprofil und Schichten- beschreibung SG 1</b>		
Maßstab	1 : 50	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen <small>Dettinger Straße 146    Telefon: 0 70 21/98 40-0                  73230 Kirchheim/Teck    Telefax: 0 70 21/98 40-60</small>
Bearbeiter	Dr. J. Hönig	
Gezeichnet	Chr. Scheck	
Proj.-Nr.	2-15-201	
Datei	2-15-201-01an13.1.bop	
Datum	27.11.2015	

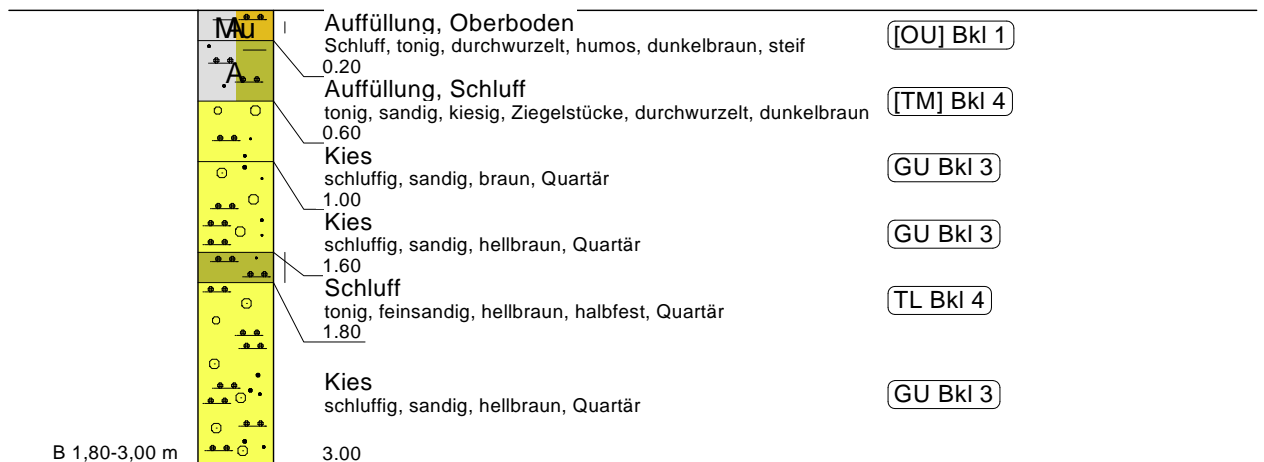
Aufschlussart	Schurf	Nutzung	-	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	-	Versiegelung	-	rechts	nicht bekannt
Methode	Bagger	Reliefformtyp	-	hoch	nicht bekannt
Zeitraum	26.11.2015	Neigung	-	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	Dr. J. Hönig				


Probenart:  
 B = Boden  
 Bl = Bodenluft  
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196  
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09  
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08

## SG 2

323,00 mNN



Projekt Frickenhausen, BG "Mühlwiesen-Erweiterung"		Anlage 3.2
Darstellung <b>Schichtenprofil und Schichten- beschreibung SG 2</b>		
Maßstab	1 : 50	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen <small>Deitinger Straße 146    Telefon: 0 70 21/98 40-0                  73230 Kirchheim/Teck    Telefax: 0 70 21/98 40-60</small>
Bearbeiter	Dr. J. Hönig	
Gezeichnet	Chr. Scheck	
Proj.-Nr.	2-15-201	
Datei	2-15-201-01an13.2.bop	
Datum	27.11.2015	

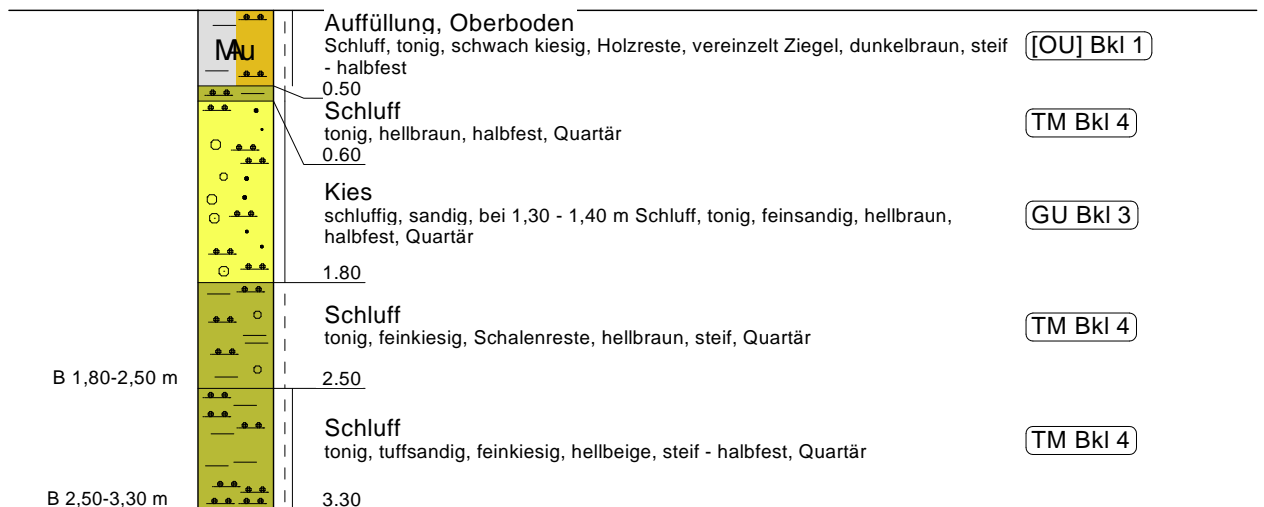
Aufschlussart	Schurf	Nutzung	-	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	-	Versiegelung	-	rechts	nicht bekannt
Methode	Bagger	Reliefformtyp	-	hoch	nicht bekannt
Zeitraum	26.11.2015	Neigung	-	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	Dr. J. Hönig				


Probenart:  
 B = Boden  
 Bl = Bodenluft  
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196  
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09  
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08

# SG 3

322,97 mNN



Projekt Frickenhausen, BG "Mühlwiesen-Erweiterung"		Anlage 3.3
Darstellung <b>Schichtenprofil und Schichten- beschreibung SG 3</b>		
Maßstab	1 : 50	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettlinger 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.	2-15-201	
Datei	2-15-201-01an13.3.bop	
Datum	27.11.2015	



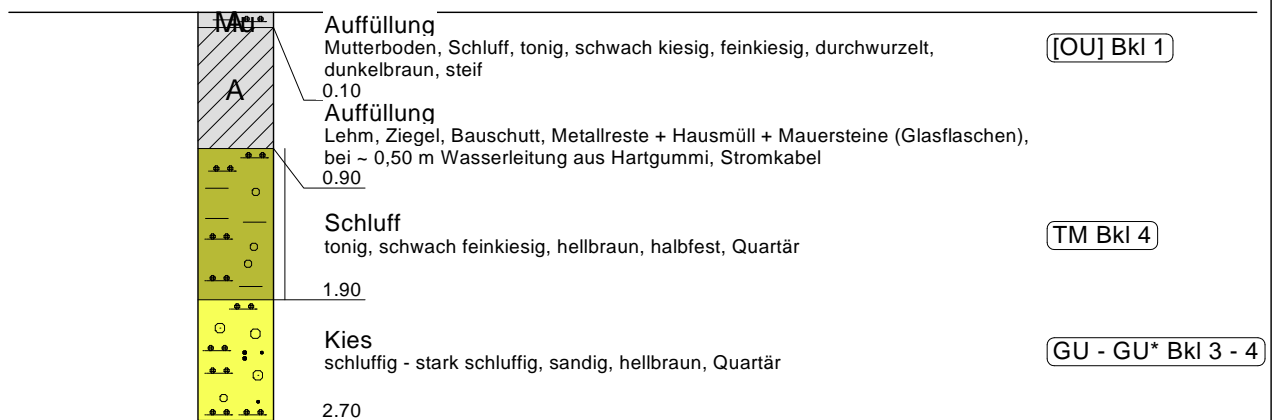
Aufschlussart	Schurf	Nutzung	-	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	-	Versiegelung	-	rechts	nicht bekannt
Methode	Bagger	Reliefformtyp	-	hoch	nicht bekannt
Zeitraum	26.11.2015	Neigung	-	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	Dr. J. Hönig				


Probenart:  
 B = Boden  
 Bl = Bodenluft  
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196  
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09  
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08

# SG 4

322,19 mNN



Projekt Frickenhausen, BG "Mühlweisen-Erweiterung"		Anlage 3.4
Darstellung <b>Schichtenprofil und Schichten- beschreibung SG 4</b>		
Maßstab	1 : 50	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettlinger 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.	2-15-201	
Datei	2-15-201-01an13.4.bop	
Datum	27.11.2015	


**Anlage 4**

**Protokolle bodenmechanische Versuche**

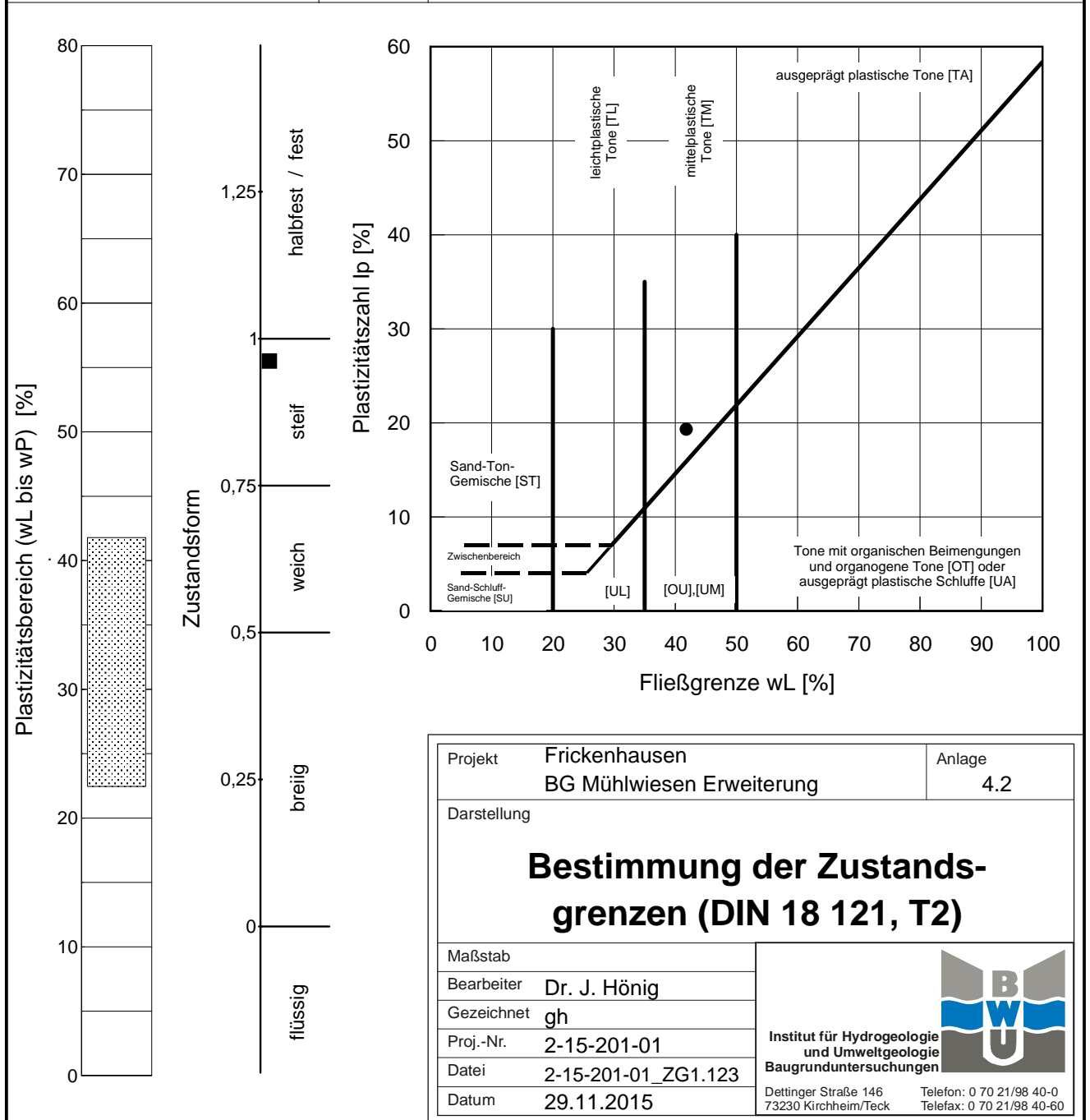
Entnahmestelle:	SG3	SG3					
Tiefe [m]:	1,80-2,50	2,50-3,30					
Bodenart:	Ton	Ton					
Entnahme am:	26.11.15	26.11.15					
durch:	hö	hö					
Ausgeführt am:	27.11.15	27.11.15					
durch:	gh	gh					
Behälter-Nr.:	9	11					
Feuchte Probe+Behälter mF+mB [g]:	118,43	192,87					
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	104,24	165,57					
Behälter mB [g]:	43,05	44,05					
Wasser mW=mF-mD [g]:	14,19	27,30					
Trockene Probe mD [g]:	61,19	121,52					
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	<b>23,19%</b>	<b>22,47%</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 [%]:							

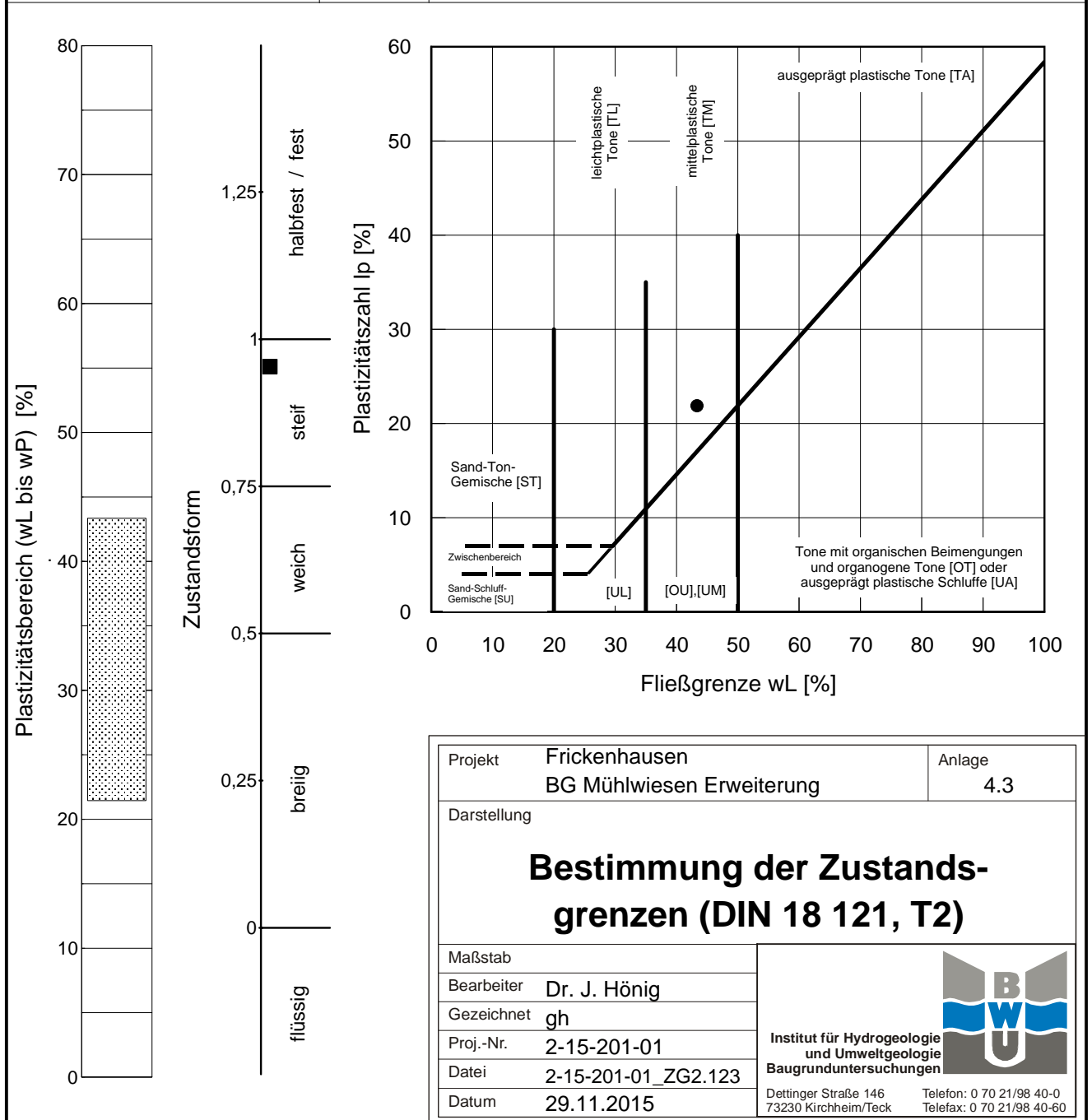
Entnahmestelle:							
Tiefe [m]:							
Bodenart:							
Entnahme am:							
durch:							
Ausgeführt am:							
durch:							
Behälter-Nr.:							
Feuchte Probe+Behälter mF+mB [g]:							
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:							
Behälter mB [g]:							
Wasser mW=mF-mD [g]:							
Trockene Probe mD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

Projekt		Frickenhausen BG Mühlwiesen Erweiterung	Anlage	4.1
Darstellung				
<b>Bestimmung des natürlichen Wassergehalts (DIN 18 121, T1)</b>				
Maßstab				
Bearbeiter	Dr. J. Hönig			
Gezeichnet	gh			
Proj.-Nr.	2-15-201-01			
Datei	2-15-201-01_WG1.123			
Datum	29.11.2015			
			 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:	SG3		Entnommen am:	26.11.15	durch:	hö
Tiefe [m]:	1,80-2,50		Ausgeführt am:	27.11.15	durch:	gh
Bodenart:	Ton					
	Fließgrenze			Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.:	116			106	123	307
Schlagzahl:	20					
Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]:	24,66			19,28	18,96	19,14
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	21,41			18,35	18,03	18,16
Behälter mB [g]:	13,84			14,28	13,84	13,77
Wasser mW=mF-mD [g]:	3,25			0,93	0,93	0,98
Trockene Probe mD [g]:	7,57			4,07	4,19	4,39
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	42,93%			22,85%	22,20%	22,32%
Nat. Wassergehalt wN [%]:	<b>23,19%</b>					
Fließgrenze wL [%]:	<b>41,79%</b>					
Ausrollgrenze wP [%]:	<b>22,46%</b>					
Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]:	<b>19,33%</b>					
Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip:	<b>0,96</b>					



Entnahmestelle:	SG3		Entnommen am:	26.11.15	durch:	hö
Tiefe [m]:	2,50-3,30		Ausgeführt am:	27.11.15	durch:	gh
Bodenart:	Ton					
	Fließgrenze			Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.:	105			115	119	303
Schlagzahl:	29					
Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]:	23,41			18,93	20,01	19,21
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	20,60			18,02	19,11	18,30
Behälter mB [g]:	14,00			13,81	14,90	14,04
Wasser mW=mF-mD [g]:	2,81			0,91	0,90	0,91
Trockene Probe mD [g]:	6,60			4,21	4,21	4,26
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	42,58%			21,62%	21,38%	21,36%
Nat. Wassergehalt wN [%]:	<b>22,47%</b>					
Fließgrenze wL [%]:	<b>43,35%</b>					
Ausrollgrenze wP [%]:	<b>21,45%</b>					
Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]:	<b>21,90%</b>					
Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip:	<b>0,95</b>					



Projekt	Frickenhausen BG Mühlwiesen Erweiterung	Anlage	4.3
Darstellung	<b>Bestimmung der Zustandsgrenzen (DIN 18 121, T2)</b>		
Maßstab			
Bearbeiter	Dr. J. Hönig		
Gezeichnet	gh		
Proj.-Nr.	2-15-201-01		
Datei	2-15-201-01_ZG2.123		
Datum	29.11.2015		
		 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

# Analysenprotokolle synlab



synlab Umweltinstitut GmbH - Hohnerstraße 23 - 70469 Stuttgart

**BWU Institut für Umwelt- und Hydrogeologie**  
Herr Wolfram Hammer  
Dettinger Str. 146  
73230 Kirchheim / Teck

### Niederlassung Stuttgart

Telefon: +49 (0)711 16272-0  
Telefax: +49 (0)711 16272-51  
E-Mail: [sui-stuttgart@synlab.com](mailto:sui-stuttgart@synlab.com)  
Internet: [www.synlab.com](http://www.synlab.com)

Seite 1 von 4

Datum: 07.12.2015

Prüfbericht Nr.: UST-15-0114555/01-1  
Auftrag-Nr.: UST-15-0114555  
Ihr Auftrag: schriftlich vom 30.11.2015  
Projekt: Frickenhausen, BG Mühlwiesen / Proj.-Nr.: 1-15-001  
Eingangsdatum: 30.11.2015  
Probenahme durch: Auftraggeber  
Probenahmedatum: 26.11.2015  
Prüfzeitraum: 30.11.2015 - 07.12.2015  
Probenart: Boden



### Probenbezeichnung: SG 1-SG 4 Auffüllung

Probe Nr. UST-15-0114555-01

#### Original

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	82,0	DIN EN 14346
Glühverlust	% TS	5,7	DIN EN 15169
TOC	% TS	3,0	DIN EN 13137
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039/LAGA KW 04 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039/LAGA KW 04 (UAU)
extrahierbare lipophile Stoffe	% OS	<0,03	LAGA KW 04

**Aromatische Kohlenwasserstoffe**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Benzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Toluol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Styrol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Summe AKW	mg/kg TS	--	DIN 38 407-F 9
Summe BTXE	mg/kg TS	--	DIN 38 407-F 9

**Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trichlorfluormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1,2-Trichlortrifluorethan (R113)	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Summe LHKW	mg/kg TS	--	DIN ISO 22155

**Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,052	DIN ISO 18287 (UAU)
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Phenanthren	mg/kg TS	0,12	DIN ISO 18287 (UAU)
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Fluoranthen	mg/kg TS	0,3	DIN ISO 18287 (UAU)
Pyren	mg/kg TS	0,25	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,19	DIN ISO 18287 (UAU)
Chrysen	mg/kg TS	0,19	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	0,37	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	0,11	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 18287 (UAU)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	0,095	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	0,28	DIN ISO 18287 (UAU)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,25	DIN ISO 18287 (UAU)
Summe PAK EPA	mg/kg TS	2,4	DIN ISO 18287 (UAU)

**Polychlorierte Biphenyle**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 138	mg/kg TS	0,006	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	0,006	DIN EN 15308 (UAU)

**Eluat**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat	--	Filtrat	DIN EN 12457-4
pH-Wert	--	7,9	DIN 38 404-C 5
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	150	DIN 38 409-H 1
DOC	mg/l	3,63	DIN EN 1484
Fluorid	mg/l	0,1	DIN EN ISO 10304-1
Chlorid	mg/l	<0,5	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	mg/l	72,9	DIN EN ISO 10304-1
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/l	<0,005	DIN EN ISO 14403 (UAU)
Phenol-Index	mg/l	<0,01	DIN EN ISO 14402 (H 37) (UAU)

**Schwermetalle**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Arsen	mg/l	0,002	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Cadmium	mg/l	<0,0001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Chrom (Gesamt)	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer	mg/l	0,008	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber	mg/l	<0,0001	DIN EN ISO 12846
Zink	mg/l	0,051	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Antimon	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Barium	mg/l	0,200	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Molybdän	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Selen	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

(UAU) - Niederlassung Augsburg

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung der synlab Umweltinstitut GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände (DIN EN ISO/IEC 17025).



Dipl.-Ing., Robert Ottenberger

Niederlassungsleiter

**Probenvorbereitungsprotokoll gemäß DepV nach DIN 19747**
**Anlage zu Auftrags-Nr. UST-15-0114555**
**Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe):**

Auftraggeber : BWU Institut für Umwelt- und Hydrogeologie		Probenahmedatum : 26.11.2015	
Probenehmer : Auftraggeber			
Probenart : Boden	Konsistenz : Feststoff		
Probengefäß : Eimer	Probenvolumen : ca. 5	L	
Ordnungsgemäße Anlieferung : ja : <input checked="" type="checkbox"/> nein : <input type="checkbox"/> inwiefern :			

**Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe):**

Probennummer : UST-15-0114555-01		Probenbezeichnung : SG 1-SG 4 Auffüllung	
Probeneingangsdatum : 30.11.2015		Probenahmeprotokoll :	
Sortierung : nein : <input checked="" type="checkbox"/> ja : <input type="checkbox"/>	Metal : g	Holz : g	
	Kunststoff : g	sonstiges : g	
Zerkleinerung/Backenbrecher : nein : <input checked="" type="checkbox"/> ja : <input type="checkbox"/>	Lufttrocknung : nein : <input checked="" type="checkbox"/> ja : <input type="checkbox"/>		
Siebung : nein : <input checked="" type="checkbox"/> ja : <input type="checkbox"/>	Siebschnitt : < mm		
Analyse : Gesamtfraktion : <input checked="" type="checkbox"/>	Siebrückstand : <input type="checkbox"/>	Siebdurchgang : <input type="checkbox"/>	
Teilung/Homogenisierung :	Kegeln und Vierteln : <input checked="" type="checkbox"/>	fraktionierte Teilung : <input type="checkbox"/>	Riffelteller : <input type="checkbox"/>
	Rotationsteller : <input type="checkbox"/>	cross-rifling : <input type="checkbox"/>	
Anzahl der Prüfproben : 1	Rückstellprobe : nein : <input type="checkbox"/> ja : <input checked="" type="checkbox"/>	Probenmenge : ca. 4700 g	

**Probenaufbereitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) :**

untersuchungsspezifische Trocknung der Prüfproben :	Trocknung 105 ° C : <input checked="" type="checkbox"/>	Gefriertrocknung : <input type="checkbox"/>
	Lufttrocknung : <input type="checkbox"/>	chemische Trocknung : <input type="checkbox"/>
untersuchungsspezifische Feinzerkleinerung der Prüfproben :	Mahlen : <input checked="" type="checkbox"/>	Endfeinheit : 200 µm
	Schneiden : <input type="checkbox"/>	Endfeinheit : µm

Datum / Unterschrift : 01.12.2015



## Erklärung der Untersuchungsstelle

1. Untersuchungsinstitut : synlab Umweltinstitut GmbH  
Anschrift : Niederlassung Stuttgart  
Hohnerstraße 23  
70469 Stuttgart
- Ansprechpartner : Dipl.-Ing., Robert Ottenberger
- Telefon/Telefax : +49 (0)711 16272-0 +49 (0)711 16272-51
- eMail : robert.ottenberger@synlab.com
2. Prüfbericht-Nr : UST-15-0114555/01-1  
Prüfbericht Datum : 07.12.2015
- Probenahmeprotokoll nach PN 98 liegt vor :  ja  nein
- Auftraggeber : BWU Institut für Umwelt- und Hydrogeologie  
Anschrift : Herr Wolfram Hammer  
Dettinger Str. 146  
73230 Kirchheim / Teck
3. Sämtliche gemessenen und im Untersuchungsbericht aufgeführten Parameter wurden nach den in Anhang 4 der geltenden DepV vorgegebenen Untersuchungsmethoden durchgeführt.  
 ja  teilweise
- Gleichwertige Verfahren angewandt  ja  nein
- Behördlicher Nachweis über die Gleichwertigkeit der angewandten Methoden liegt bei.
- Das Untersuchungsinstitut ist für die im Bericht aufgeführten Untersuchungsmethoden nach DIN EN ISO/IEC 17025, Ausgabe August 2005, 2. Berichtigung Mai 2007 akkreditiert
- nach dem Fachmodul Abfall von **LUBW** notifiziert
- Es wurden Untersuchungen von einem Fremdlabor durchgeführt  ja  nein
- Parameter :  
Untersuchungsinstitut :  
Anschrift :
- Akkreditierung DIN EN ISO/IEC 17025  Notifizierung Fachmodul Abfall

4. Stuttgart, den 07.12.2015



Dipl.-Ing., Robert Ottenberger

Niederlassungsleiter



synlab Umweltinstitut GmbH - Hohnerstraße 23 - 70469 Stuttgart

BWU Institut für Umwelt- und Hydrogeologie  
Herr Wolfram Hammer  
Dettinger Str. 146  
73230 Kirchheim / Teck

### Niederlassung Stuttgart

Telefon: +49 (0)711 16272-0  
Telefax: +49 (0)711 16272-51  
E-Mail: sui-stuttgart@synlab.com  
Internet: www.synlab.com

Seite 1 von 3

Datum: 07.12.2015

Prüfbericht Nr.: UST-15-0114555/02-1  
Auftrag-Nr.: UST-15-0114555  
Ihr Auftrag: schriftlich vom 30.11.2015  
Projekt: Frickenhausen, BG Mühlwiesen / Proj.-Nr.: 1-15-001  
Eingangsdatum: 30.11.2015  
Probenahme durch: Auftraggeber  
Probenahmedatum: 26.11.2015  
Prüfzeitraum: 30.11.2015 - 07.12.2015  
Probenart: Boden



### Probenbezeichnung: SG 1-SG 4 Auffüllung

Probe Nr. UST-15-0114555-01

#### Original

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	82,0	DIN EN 14346
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	0,5	DIN ISO 11262 (UAU)
EOX	mg/kg TS	<0,5	DIN 38414-S 17 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039/LAGA KW 04 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039/LAGA KW 04 (UAU)

#### Aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Benzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Toluol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Styrol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
n-Propylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
1,3,5-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9

Geschäftsführer:  
Dipl.-Ing. Lutz Eckardt  
Dr. Bartl Wimmer

Amts- und Registergericht  
Stuttgart HRB 19391  
Ust. Id-Nr.: DE 195 993 312  
Steuernummer 103/116/42540

UniCredit Bank AG  
BLZ 60020290 Kto-Nr. 388791721  
IBAN DE09600202900388791721  
SWIFT HYVEDEMM473

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
1,2,4-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
1,2,3-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Summe AKW	mg/kg TS	--	DIN 38 407-F 9

**Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trichlorfluormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1,2-Trichlortrifluorethan (R113)	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Summe LHKW	mg/kg TS	--	DIN ISO 22155

**Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,052	DIN ISO 18287 (UAU)
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Phenanthren	mg/kg TS	0,12	DIN ISO 18287 (UAU)
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Fluoranthren	mg/kg TS	0,3	DIN ISO 18287 (UAU)
Pyren	mg/kg TS	0,25	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,19	DIN ISO 18287 (UAU)
Chrysen	mg/kg TS	0,19	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,37	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,11	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 18287 (UAU)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	0,095	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	0,28	DIN ISO 18287 (UAU)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,25	DIN ISO 18287 (UAU)
Summe PAK EPA	mg/kg TS	2,4	DIN ISO 18287 (UAU)

**Polychlorierte Biphenyle**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 138	mg/kg TS	0,006	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	0,006	DIN EN 15308 (UAU)

**Schwermetalle**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Königswasseraufschluss	--	-	DIN EN 13657
Arsen	mg/kg TS	12	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei	mg/kg TS	69	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	79	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer	mg/kg TS	180	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel	mg/kg TS	28	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber	mg/kg TS	0,16	DIN EN ISO 12846
Zink	mg/kg TS	360	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Thallium	mg/kg TS	<0,25	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

**Eluat**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat	--	Filtrat	DIN EN 12457-4
pH-Wert	--	7,9	DIN 38 404-C 5
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	250	DIN EN 27888
Chlorid	mg/l	<0,5	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	mg/l	72,9	DIN EN ISO 10304-1
Cyanid, gesamt	µg/l	<5	DIN EN ISO 14403 (UAU)
Phenol-Index	µg/l	<10	DIN EN ISO 14402 (H 37) (UAU)

**Schwermetalle**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Arsen	µg/l	2,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Cadmium	µg/l	<0,10	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Chrom (Gesamt)	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer	µg/l	8,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel	µg/l	1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber	µg/l	<0,1	DIN EN ISO 12846
Zink	µg/l	51	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

(UAU) - Niederlassung Augsburg

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung der synlab Umweltinstitut GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände (DIN EN ISO/IEC 17025).



Dipl.-Ing., Robert Ottenberger

Niederlassungsleiter