



## Baugrundgutachten

0	Ausgangsverfahren: Antragsfassung	23.11.2021						
Index	Änderungen bzw. Ergänzungen	Planungsstand						
<p>Vorhabenträgerin:</p> <p>DB Netz AG  Regionalbereich Süd Richelstraße 1 80643 München</p> <table><tr><td>Datum</td><td>Unterschrift</td><td>Datum</td><td>Unterschrift</td><td>Datum</td><td>Unterschrift</td></tr></table>			Datum	Unterschrift	Datum	Unterschrift	Datum	Unterschrift
Datum	Unterschrift	Datum	Unterschrift	Datum	Unterschrift			
<p>Vertreter der Vorhabenträgerin:</p> <table><tr><td>Datum</td><td>Unterschrift</td></tr></table>		Datum	Unterschrift	<p>Verfasser:</p> <p>DB Engineering &amp; Consulting GmbH  Region Süd Richelstraße 3 80643 München</p> <table><tr><td>Datum</td><td>Unterschrift</td></tr></table>	Datum	Unterschrift		
Datum	Unterschrift							
Datum	Unterschrift							
<p>Genehmigungsvermerk Eisenbahn-Bundesamt</p>								



DB Engineering & Consulting GmbH  
Umwelt, Geotechnik & Geodäsie  
I.TV-S-U  
Büro München  
Landsberger Straße 318  
80687 München  
www.db-engineering-consulting.de

## Geotechnischer Bericht

Bauvorhaben: Erneuerung BÜ Wolnzacher Straße  
Strecke 5383 Rohrbach (Ilm) - Wolnzach  
km 3,653

Leistungsphase: Genehmigungsplanung

Auftraggeber: DB Netz AG, I.NP-S-M-K(5)  
Projektrealisierung KIB Bahnübergänge  
Richelstr. 3  
80634 München

Auftragsnummer: U-SD00828

Bearbeiter: M. Sc. Geogr. F. März

Dieser geotechnische Bericht umfasst 34 Seiten und 8 Anlagen und darf auszugsweise nicht veröffentlicht werden.

München, 27.11.2019

i.V.   
Dipl. Ing. K. Besser

i.A.   
M. Sc. Geogr. F. März



## Inhaltsverzeichnis

Seite

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
1.1	Unterlagen	3
1.2	Vorgang / Aufgabenstellung	5
1.3	Aufschlussarbeiten und Laboruntersuchungen	5
<b>2</b>	<b>Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse</b>	<b>7</b>
2.1	Beschreibung der örtlichen Verhältnisse	7
2.2	Geologische Situation	7
2.3	Erdbebenzone	8
2.4	Baugrundverhältnisse - Schichtenaufbau	8
2.5	Hydrogeologische Verhältnisse	9
2.6	Kampfmittel	10
2.7	Baugrundmodell	11
2.8	Bodenrechenwerte	12
2.9	Rammfähigkeit des Untergrundes	13
2.10	Beton- und Stahlaggressivität	14
<b>3</b>	<b>Bautechnische Empfehlungen</b>	<b>15</b>
3.1	Allgemeines	15
3.2	Gründungstechnische Empfehlung für das Betonschalthauses (BSH)	15
3.3	Geotechnische Beurteilung des Untergrundes	18
3.4	Gründung auf Ramppfählen	19
3.5	Gründung der Lichtsignale und Schrankenbäume mittels Betonmonolithen	24
3.6	Angaben zur Verbreiterung der Straße und zur Errichtung des Stellplatzes	26
3.7	Einfluss der Baumaßnahme auf angrenzende Bebauungen / Gleisanlagen	26
3.8	Baugrubensicherung und Wasserhaltung	27



3.9	Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen	28
3.10	Versickerungsfähigkeit des Untergrundes	28
<b>4</b>	<b>Abfalltechnik</b>	<b>29</b>
4.1	Allgemein	29
4.2	Untersuchungsergebnisse	30
4.3	Bewertungsgrundlagen	30
4.4	Verwertung und Entsorgung	31
<b>5</b>	<b>Homogenbereiche</b>	<b>32</b>
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung / Fazit</b>	<b>32</b>

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Abkürzungsverzeichnis	2 Blatt
Anlage 2	Lage- und Aufschlussplan	1 Blatt
Anlage 3	Bohrprofile	1 Blatt
Anlage 4	Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen	9 Blatt
Anlage 5	Ergebnisse der chemischen Untersuchungen	11 Blatt
Anlage 6	Setzungs- und Grundbruchberechnungen	1 Blatt
Anlage 7	Homogenbereiche	9 Blatt
Anlage 8	Fotodokumentation	2 Blatt

## 1 Einleitung

### 1.1 Unterlagen

Neben den gegenwärtig gültigen Normen und Vorschriften des Erd- und Grundbaus kamen bei der Erstellung dieses Geotechnischen Berichtes nachstehende Unterlagen zur Anwendung:



- /U1/ Angebot UGU18036 der DB Engineering & Consulting GmbH, Region Süd, UGG München vom 05.03.2019.
- /U2/ Leistungsvereinbarung Nr. C4000756 vom 01.04.2019.
- /U3/ Bautechnischer Kreuzungsplan: Variante 1, BÜ Wolnzacher Straße, km 3,653, Str. 5383, DB Netz AG München, Stand Februar 2019.
- /U4/ Schichtenverzeichnisse und Sondierdiagramme der DB Engineering & Consulting GmbH, Region Süd, UGG München, Juli 2019.
- /U5/ Laborergebnisse der DB Engineering & Consulting GmbH, Region Süd, UGG München, August/September 2019.
- /U6/ Laborergebnisse Synlab GmbH, Augsburg, August/September 2019.
- /U7/ Digitale Geologische Übersichtskarte, Bayern Atlas, Maßstab 1:25.000, herausgegeben vom Bayerischen Landesamt für Umwelt, abgefragt am 16.09.2019.
- /U8/ Karte der Erdbebenzonen in Deutschland (DIN EN 1988-1/ NA:2011-01; ehemals DIN4149:2005-04), Sektion 2.6, G. Grünthal, Deutsches Geoforschungszentrum Potsdam 2005: [http://www.gfz-potsdam.de/DIN4149\\_Erdbebenzonenabfrage](http://www.gfz-potsdam.de/DIN4149_Erdbebenzonenabfrage); abgefragt am 24.07.2019.
- /U9/ Informations- und Kartendienst „Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiete (IÜG)“ des Bayerischen Landesamtes für Umwelt:  
[https://www.lfu.bayern.de/wasser/hw\\_ue\\_gebiete/informationsdienst/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/wasser/hw_ue_gebiete/informationsdienst/index.htm);  
abgefragt am 16.09.2019.
- /U10/ Informations- und Kartendienst „Kartendienst Gewässerbewirtschaftung Bayern“ des Bayerischen Landesamtes für Umwelt:  
<https://www.lfu.bayern.de/wasser/wrrl/uab/index.htm>; abgefragt am 16.09.2019.
- /U11/ Programm „GGU-Footing“, Berechnung von Fundamenten nach DIN 4017 und DIN 4019 bzw. DIN 1054, Version 9.02, 15.03.2019, Copyright + Verfasser: Prof. Dr.-Ing. Johann Buß.
- /U12/ Einbauanweisung für Rammrohr mit Adapter, große Bauform, S 8240.25.3t, Mai 2011.
- /U13/ Regelblatt Betonmonolith, kleine u. große Bauform, S 8240.21, März 2011.
- /U14/ EA-Pfähle: Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, 2. Auflage, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., Verlag Ernst & Sohn, 2012.
- /U15/ Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO 12), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2012.
- /U16/ Ril 836 Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten, 6. Aktualisierung, Fassung vom 01.12.2018.



/U17/ Arbeitsblatt DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, April 2005.

/U18/ Verordnung über Deponien und Langzeitlager (DepV), Stand 20.07.2017.

/U19/ Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (AVV), Stand 17.07.2017.

## **1.2 Vorgang / Aufgabenstellung**

Die DB Netz AG plant, an der Strecke 5383 Rohrbach (Ilm) - Wolnzach den Bahnübergang bei km 3,653 (BÜ Wolnzacher Straße) zu erneuern. Entsprechend dem uns vorliegenden Neubauplan /U3/ ist vorgesehen, zwei Schrankenanlagen für den Straßenverkehr, vier Schrankenanlagen für die geplanten Geh-/Radwege, zehn Andreaskreuze, ein BSH und einen Stellplatz zu errichten. Außerdem ist geplant eine Deckensanierung im Bereich des Bahnübergangs vorzunehmen sowie einen Geh-/ Radweg auf beiden Seiten zu bauen.

Der Fachbereich Umwelt, Geotechnik und Geodäsie, I.TV-S-U der DB Engineering & Consulting GmbH, Büro München, wurde am 01.04.2019 auf Grundlage unseres Angebotes vom 05.03.2019 /U1/ von der DB Netz AG im Rahmen der Genehmigungsplanung mit der Erkundung und geotechnischen Bewertung des Baugrundes im Bereich des Bahnübergangs beauftragt /U2/.

## **1.3 Aufschlussarbeiten und Laboruntersuchungen**

Die Aufschlussarbeiten wurden im Juli 2019 durch die DB Engineering & Consulting GmbH, Büro München ausgeführt. Für die Erkundung des Baugrundes wurden vier Kleinrammbohrungen (KRB) und vier schwere Rammsondierungen (DPH) ausgeführt. Die Ist-Lage der Aufschlüsse wurde vor Ort mittels GPS-Gerät nach Gauß-Krüger-Koordinaten im Bezugssystem DB REF eingemessen. Die Lage der Aufschlüsse ist in Anlage 2 dargestellt. Die Baugrundprofile und Rammsondierdiagramme sind in Anlage 3 aufgetragen. Die durchgeführten Aufschlüsse sind im Einzelnen in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Lage der Aufschlusspunkte

Bezeichnung	Rechtswert	Hochwert	Höhe [NN]	geplante Aufschluss-tiefe [m u. AP]	Tiefe [m u. AP]	Tiefe [m NN]
KRB W1	4471401.402	5386268.838	404,10	7,0	7,0	397,10
DPH W1	4471401.402	5386268.838	404,10	7,0	7,0	397,10
KRB W2	4471424.471	5386295.632	402,86	7,0	7,0	395,86
DPH W2	4471424.471	5386295.632	402,86	7,0	7,0	395,86
KRB W3	4471442.599	5386278.859	403,26	7,0	7,0	396,26
DPH W3	4471442.599	5386278.859	403,26	7,0	7,0	396,26
KRB W4	4471445.621	5386264.275	403,15	7,0	7,0	396,15
DPH W4	4471445.621	5386264.275	403,15	7,0	7,0	396,15

KRB: Rammkernbohrung; S: Schurf; AP: Ansatzpunkt

Die Entnahme von gestörten Bodenproben erfolgte je lfd. Meter bzw. bei geologischem Schichtwechsel. Insgesamt wurden aus den abgeteuten Bohrungen 26 gestörte Bodenproben entnommen.

Die einzelnen, auf Bohrmeisterangaben beruhenden, handschriftlichen Schichtenverzeichnisse /U4/ können bei Bedarf im Archiv der DB Engineering & Consulting GmbH, Umwelt, Geotechnik & Geodäsie, München eingesehen werden.

Zudem wurden Bodenmischproben über die vollständigen Bohrlängen der abgeteuten Kleinrammbohrungen, aus den anstehenden und aus den aufgefüllten Bodenschichten entnommen und hinsichtlich ihrer Beton- und Stahlaggressivität und gemäß dem Parameterumfang des Eckpunktepapiers Bayern im Feststoff und Eluat analysiert. Außerdem wurden eine Abschlagsprobe des Asphalts und eine Mischprobe des Gleisschotters im Bereich des Bahnübergangs genommen, und auf PAK bzw. gemäß dem Parameterumfang des LfU-Merkblattes 3.4/2 Anhang 1 untersucht.

Alle entnommenen gestörten Bodenproben wurden durch den Bearbeiter spezifiziert. Zur genaueren Klassifizierung der Bodenarten in Bodengruppen nach DIN 18196 sind ausgewählte Proben bodenphysikalischen Untersuchungen unterzogen worden.

Im Einzelnen wurden ausgeführt:

- 1 x Nass-/ Trockensiebung zur Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4,
- 1 x kombinierte Sieb-/ Schlämmanalyse nach DIN EN ISO 17892-4,
- 4 x Bestimmung der Atterberg'schen Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122,
- 2 x Bestimmung des Glühverlusts nach DIN 18128.

Die Prüfberichte der bodenmechanischen Untersuchungen /U5/ sind der Anlage 4 zu entnehmen. Die Prüfberichte des chemischen Labors /U6/ sind Anlage 5 zu entnehmen.

## **2 Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse**

### **2.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse**

Der zu erneuernde Bahnübergang liegt an der Strecke 5383 bei km 3,653 in Gosseltshausen, Landkreis Pfaffenhofen an der Ilm. Die Strecke 5383 ist im Untersuchungsbereich nicht elektrifiziert und eingleisig. Die Strecke verläuft im Bereich des Bahnübergangs an der Wolnzacher Straße geländegleich.

### **2.2 Geologische Situation**

Entsprechend der digitalen geologischen Karte von Bayern /U7/ stehen im Untersuchungsreich quartäre Abschwemmmassen in Form von Schluffen, tonig, teilweise sandig an. In der näheren Umgebung wurden quartäre Lehmablagerungen, Hangsande sowie Auenablagerungen und Niedermoortorfe kartiert.

Die anhand der Literatur erwarteten Untergrundverhältnisse wurden anhand der Baugrundaufschlüsse im Wesentlichen bestätigt.

Im Untersuchungsgebiet sind die natürlich anstehenden Lockergesteine anthropogen überprägt. Durch den anthropogenen Einbau von zumeist lokal vorkommenden Böden ist eine zweifelsfreie Unterscheidung zwischen aufgefülltem und gewachsenem Boden nicht immer möglich.



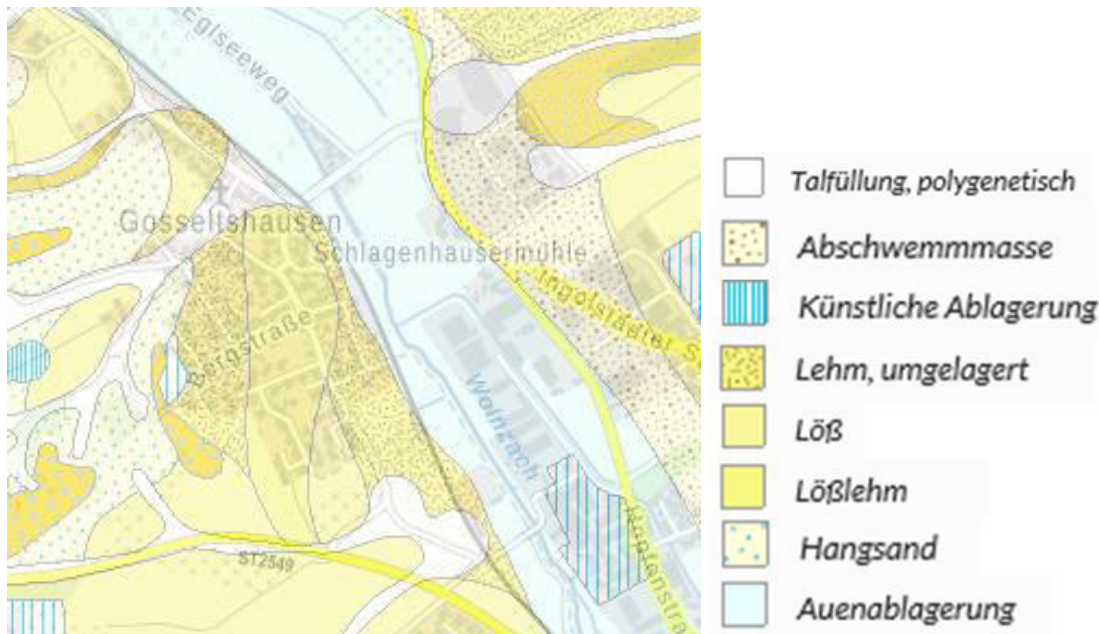


Abbildung 1: Ausschnitt aus der digitalen geologischen Karte von Bayern 1:25.000, /U7/.

## 2.3 Erdbebenzone

Der Ortsteil Gosseltshausen liegt in Wolnzach (PLZ: 85283) in Bayern und gehört, bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte, zu keiner Erdbebenzone /U7/.

## 2.4 Baugrundverhältnisse – Schichtenaufbau

Im Bereich des Bahnübergangs in der Wolnzacher Straße in Gosseltshausen bei km 3,653 wurde in den Aufschlusspunkten W2, W3 und W4 aufgefüllter Oberboden durchteuft. Diese oberste Bodenschicht liegt sowohl in sandiger bzw. kiesiger Ausbildung [OH] als auch schluffiger Ausbildung (OU) vor. In KRB W1 wurde eine schluffige Sandauffüllung [SU\*] bis 2,0 m u. GOK erkundet.

Unterhalb des Oberbodens bzw. der Auffüllung in KRB W1 und W2 folgen gewachsene Böden. Bei KRB W1 und W3 wurden schluffige Sande (SU\*) in lockerer Lagerung erkundet bis in eine Tiefe von 400,3 m NN. In den Aufschlusspunkten W2 und W4 folgen unterhalb des aufgefüllten Oberbodens bis in eine Tiefe von 400,3 m NN bindige Bodenschichten in Form von weichen bis steifen, leicht- bis ausgeprägt plastischen Schluffen (UL) und Tonen (TM, TA) sowie breiige organische Tone (OT).

Darunter folgen in allen vier Aufschlusspunkten nasse Kiese (GU, GU\*) in lockerer bis mitteldichter Lagerung, die von schluffigen Sanden (SU\*) in mitteldichter bis dichter Lagerung bis zur maximalen Erkundungstiefe von 7,0 m u. GOK unterlagert sind. In KRB W3 wird der schluffige Sand von einer 0,20 m mächtigen weichen Tonschicht (TA) unterbrochen. Die Endtiefe von 7,0 m u. GOK wurde in allen vier Erkundungspunkten erreicht.

## 2.5 Hydrogeologische Verhältnisse

Die oberflächennahen Bodenschichten wurden im schwach feuchten Zustand angetroffen. Ab ca. 400,7 m NN wurde unter bindigen (UL/TM; Schichten 4.1.1, 4.1.2), teilweise gemischtkörnigen (SU\*; Schicht 3.3.1) ebenfalls schwach feuchten Bodenschichten eine nasse Kiesschicht (GU, 2.2.2, 2.3.1, 2.3.2) angetroffen. Die nassen Kiese lassen auf eine grundwasserführende Bodenschicht schließen. Es ist von leicht gespannten Grundwasserverhältnissen auszugehen. Als Bemessungswasserstand empfehlen wir 402,0 m NN anzusetzen. Diese Angabe ist jedoch stark überschlägig, da keine exakten Messwerte zur Verfügung stehen.

Entsprechend /U9/ liegt das Untersuchungsgebiet außerhalb von Überschwemmungsgebieten und nach /U10/ außerhalb von Wasserschutz-, sowie Natura2000-Gebieten. Laut /U9/ liegt der Untersuchungsbereich in einem wassersensiblen Bereich (Abbildung 2).

Wassersensible Bereiche sind durch den Einfluss von Wasser geprägt und werden anhand von Mooren, Auen, Gleyen und Kolluvien abgegrenzt. Hier kann es durch über die Ufer tretende Flüsse und Bäche, Wasserabfluss in sonst trockenen Tälern oder hoch anstehendes Grundwasser zu Überschwemmungen und Überspülungen kommen. Im Unterschied zu Hochwassergefahrenflächen kann bei diesen Flächen kein definiertes Risiko (Jährlichkeit des Abflusses) angegeben werden, und es gibt keine rechtlichen Vorschriften wie Verbote oder Nutzungsbeschränkungen im Sinne des Hochwasserschutzes.



Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Informations- und Kartendienst „IÜG: Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiete“ des Bayerischen Landesamtes für Umwelt /U9/.

## 2.6 Kampfmittel

Im Vorfeld der Feldarbeiten wurden alle Sondieransatzpunkte durch die Firma Geolog mittels Georadar/-magnetik im Hinblick auf eine Kampfmittelgefährdung für die Baugrunderkundung freigemessen. Es besteht kein Verdacht auf mögliche Kampfmittel an den Ansatzpunkten der durchgeführten Kleinrammbohrungen und schweren Rammsondierungen.

Die durchgeführte Freimessung bezieht sich ausschließlich auf die Bohr- und Sondieransatzpunkte der Baugrunduntersuchung. Sie ersetzt nicht gegebenenfalls erforderliche kampfmitteltechnische Maßnahmen während der Bauausführung.

## 2.7 Baugrundmodell

Aus den Ergebnissen der Baugrunderkundungen für das BÜ Paket „BÜ Altmann, BÜ Wolnzacherstraße, BÜ Starzhausen, BÜ Klöpferholz und BÜ-RF Wolnzach“ wurde ein übergreifendes Baugrundmodell erstellt, welches für die Bewertung der Baugrundverhältnisse herangezogen wird. Dabei wurden die angetroffenen Böden mit annähernd gleichen bodenmechanischen Eigenschaften zusammengefasst. In Tabelle 2 sind die angetroffenen Böden im Bereich BÜ Wolnzacher Straße zusammengestellt. Der Schichtenverlauf ist in den Profilen in Anlage 3 dargestellt.

Tabelle 2: Baugrundmodell

Gruppe	Schicht	Lagerungsdichte	Konsistenz	Klassifikation lt. DIN 18196	Beschreibung	Frostempfindlichkeit ZTVE-StB 17	Durchlässigkeitsbeiwerte $k_f$ [m/s]
Mutterboden/ Oberboden	0.1.1	lo	-	[OH]	Sand/Kies, schwach schluffig bis schluffig, humose Beimengungen	F2	$10^{-3} - 10^{-5}$
	0.1.2	lo	-	[OU]	Schluff, sandig, schwach kiesig, humose Beimengungen	F3	$10^{-5} - 10^{-7}$
Auffüllung	1.3.1	lo	-	[SU*]	Auffüllung: Sand, kiesig, schluffig	F3	$10^{-5} - 10^{-7}$
Anstehende Kiese	2.2.2	md	-	GU	Kies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig	F2	$10^{-3} - 10^{-5}$
	2.3.1	lo	-	GU*	Kies, sandig, schluffig	F3	$10^{-5} - 10^{-7}$
	2.3.2	md	-	GU*			
Anstehende Sande	3.2.3	d	-	SU	Feinsand, schwach schluffig	F2	$10^{-3} - 10^{-5}$
	3.3.1	lo	-	SU*	Feinsand, schluffig	F3	$10^{-5} - 10^{-7}$
	3.3.2	md	-	SU*			
	3.3.3	d	-	SU*			

Gruppe	Schicht	Lagerungs- dichte	Konsistenz	Klassifikation lt. DIN 18196	Beschreibung	Frostemp- findlich- keit ZTVE- StB 17	Durchlässig- keitsbeiwerte $k_f$ [m/s]
Anstehende Schluffe und Tone	4.1.1	-	we	TM	Ton teilw. schwach kiesig, teilw. schwach organisch, schwach sandig bis stark sandig	F3	$10^{-8} - 10^{-10}$
	4.1.2	-	st	UL	Schluff, sandig, schwach organisch	F3	$10^{-8} - 10^{-10}$
	4.2.1	-	we	TA	Ton, schluffig, stark sandig	F2	$10^{-7} - 10^{-10}$
	4.3.0	-	br	OT	Ton, sandig, schluffig, schwach organisch	F2	

we - weich, st - steif, lo - locker, md - mitteldicht, d - dicht

## 2.8 Bodenrechenwerte

Den angetroffenen Böden im Bereich des Bahnübergangs Altmann können für erdstatische Berechnungen unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten die Bodenrechenwerte entsprechend Tabelle 3 zugeordnet werden.

Tabelle 3: Bodenrechenwerte

Gruppe	Schicht	Lagerungs- dichte	Konsistenz	Klassifikation lt. DIN 18196	Boden				
					$\gamma_k$	$\gamma'_k$	$\phi'_k$	$c'_k$	$E_{s,k}^{1)}$
					kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	°	kN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>
Auffüllung	1.3.1	lo	-	[SU*]	19,0	9,0	26,0	0,0	12,0
Kiese	2.2.2	md	-	GU	20,0	10,0	32,0	0,0	60,0
	2.3.1	lo	-	GU*	19,0	9,0	28,0	1,0	30,0
	2.3.2	md	-	GU*	20,0	10,0	30,0	2,0	50,0
Sande	3.2.3	d	-	SU	21,0	11,0	35,0	0,0	60,0
	3.3.1	lo	-	SU*	19,0	9,0	28,0	1,0	25,0
	3.3.2	md	-	SU*	20,0	10,0	30,0	2,0	40,0
	3.3.3	d	-	SU*	21,0	11,0	32,0	3,0	60,0
Schluffe und Tone	4.1.1	-	we	TM	18,0	8,0	22,0	5,0	4,0
	4.1.2	-	st	UL	19,0	9,0	25,0	10,0	10,0

Gruppe	Schicht	Lagerungs- dichte	Konsis- tenz	Klassifikation lt. DIN 18196	Boden				
					$\gamma_k$	$\gamma'_k$	$\phi'_k$	$c'_k$	$E_{s,k}^{1)}$
					kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	°	kN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>
	4.2.1	-	we	TA	18,0	8,0	20,0	10,0	3,0
	4.3.0	-	br	OT	16,0	8,0	18,0	3,0	1,0

<sup>1)</sup> Angaben gelten für  $\sigma = 100 \text{ kN/m}^2$ , die Ermittlung des Spannungsabhängigen Steifemoduls  $E_{s,k}$  ergibt sich nach

der Gleichung:  $E_s = E_{s,100kPa} \left( \frac{\sigma}{100kPa} \right)^w$ , wobei w ein Parameter ist und  $\sigma$  die betrachtete Spannung

Bodenart	w
Organische Böden	0,85-1,0
Tone	0,85-1,0
Schluffe	0,80-0,95
Sand/Kies	0,55-0,70

## 2.9 Rammfähigkeit des Untergrundes

Die Rammfähigkeit der erkundeten Böden im untersuchten Abschnitt ist in der nachfolgenden Tabelle 4 zusammengefasst. Eine allgemein bindende Klassifizierung der Böden hinsichtlich ihrer Rammfähigkeit (z.B. nach DIN-Norm) gibt es nicht. Die nachfolgende Einschätzung basiert daher auf der Grundlage der erkundeten Bodenarten, Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen und den Erfahrungen des Baugrundgutachters.

Tabelle 4: Rammfähigkeit der Untergrundschichten

Gruppe	Schicht	Lagerungs- dichte	Konsis- tenz	Klassifikati- on lt. DIN 18196	Beschreibung	Rammfähigkeit
Mutterboden / Oberboden	0.1.1	lo	-	[OH]	Sand/Kies, schwach schluffig bis schluffig, humose Beimengungen	leicht
	0.1.2	lo	-	[OU]	Schluff, sandig, schwach kiesig, humose Beimengungen	leicht
Auffüllung	1.3.1	lo	-	[SU*]	Auffüllung: Sand, kiesig, schluffig	leicht bis mittelschwer
Kiese	2.2.2	md	-	GU	Kies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig	mittelschwer bis schwer
	2.3.1	lo	-	GU*	Kies, sandig, schluffig	leicht bis mittelschwer

Gruppe	Schicht	Lagerungs- dichte	Konsis- tenz	Klassifikati- on lt. DIN 18196	Beschreibung	Rammfähigkeit
	2.3.2	md	-	GU*		mittelschwer bis schwer
Sande	3.2.3	d	-	SU	Feinsand, schwach schluffig	schwer bis nicht rammbar <sup>1)</sup>
	3.3.1	lo	-	SU*	Feinsand, schluffig	leicht bis mittelschwer
	3.3.2	md	-	SU*		mittelschwer bis schwer
	3.3.3	d	-	SU*		schwer bis nicht rammbar <sup>1)</sup>
Tone / Schluffe	4.1.1	-	we	TM	Ton/ Schluff, teilw. schwach kiesig, teilw. schwach orga- nisch, schwach sandig bis stark sandig	mittelschwer
	4.1.2	-	st	UL	Schluff, sandig, schwach organisch	schwer
	4.2.1	-	we	TA	Ton, schluffig, stark sandig	mittelschwer
	4.3.0	-	br	OT	Ton, sandig, schluffig, schwach organisch	leicht

<sup>1)</sup> evtl. Rammhilfe erforderlich

In aufgefüllten Böden ist generell mit Steinen, Blöcken o. ä. zu rechnen, welche die Rammfähigkeit des Untergrundes wesentlich verschlechtern können.

Generell empfehlen wir zur Festlegung der geeigneten Rammtechnologie bzw. der Geräte, vor Ausführung der Rammarbeiten Proberammungen durchzuführen.

Für Rammarbeiten sind Vorbohrreinrichtungen zur Beseitigung von Rammhindernissen vorzuhalten. Wir empfehlen, die Gleislage während der Arbeiten messtechnisch zu überwachen.

## 2.10 Beton- und Stahlaggressivität

Zur Beurteilung der Betonaggressivität und Stahlkorrosivität wurde eine Mischprobe aus dem Bohrgut der Kleinrammbohrungen KRB W1 bis KRB W4 erstellt. Die Mischprobe wurde auf beton- und stahlangreifende Inhaltsstoffe nach DIN 4030 und DIN 50929 untersucht. Gemäß den Analyseergebnissen /U6/ ist der Boden nach DIN 4030 Teil 1 als nicht betonangreifend einzustufen.



Des Weiteren zeigen die Untersuchungsergebnisse, dass der Boden nach DIN 50929 Teil 3 hinsichtlich seiner Stahlaggressivität als praktisch nicht aggressiv einzustufen ist. Die Korrosionswahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion ist sehr gering, und für Flächenkorrosion sehr gering.

### **3 Bautechnische Empfehlungen**

#### **3.1 Allgemeines**

Entsprechend dem uns vorliegenden Neubauplan /U3/ ist für den BÜ Wolnzacher Straße, km 3,653 vorgesehen, zwei Schrankenanlagen für den Straßenverkehr, vier Schrankenanlagen für die geplanten Geh-/Radwege, zehn Andreaskreuze, ein BSH und einen Stellplatz zu errichten. Außerdem ist geplant eine Deckensanierung im Bereich des Bahnübergangs vorzunehmen sowie einen Geh-/Radweg auf beiden Seiten zu bauen.

Im Folgenden werden die Gründung des BSH betrachtet sowie die Gründungsvarianten der Lichtzeichen und Schrankenanlagen auf Rammpfählen und Betonmonolithen dargestellt. Die jeweilige Gründungsart ist dabei in Abhängigkeit der Lage und der Baugrundeigenschaften zu wählen. Sowohl für die Lichtsignalanlagen als auch für die Schrankenbäume an Bahnübergängen gilt die Tiefgründung mittels Rammrohren als Regelfall. Hierzu wurde von der DB Netz AG eine Einbauanweisung (2011) /U12/ für Rammrohrgründungen erstellt, welche je nach Adapter-Typ in eine Große und Kleine Bauform unterschieden wird.

Alternativ dazu ist eine Gründung auf Betonmonolithen der FA. Railbeton /U13/ aus geotechnischer Sicht möglich.

In Abschnitt 3.6 werden Hinweise zum Bau des Radweges und zum Einrichten des Stellplatzes im IV. Quadranten gegeben.

#### **3.2 Gründungstechnische Empfehlung für das Betonschalthauses (BSH)**

Im Folgenden wird eine Gründungsvariante für das geplante Betonschalthaus beschrieben.

Entsprechend dem uns vorliegenden Kreuzungsplan /U3/ ist im IV. Quadranten der Neubau eines Betonschalthauses geplant. Nach DIN 1054: 2010-12 entspricht das Bauwerk der geotechnischen Kategorie GK 2. Das Betonschalthaus hat gemäß /U3/ eine ungefähre Abmes-



sung von 1,8 m x 2,8 m. Lastangaben und Angaben zur bevorzugten Gründung liegen uns nicht vor.

Als Fundamentsohle wird eine Kote von 0,5 m u. GOK angenommen. Dementsprechend kommen die Fundamente in weichen bis steifen, sandigen Schluffen (UL; Schicht 4.1.1) zum Liegen, die von einem weichen, stark sandigen Schluff (UL; Schicht 4.1.1.) unterlagert werden. Der Boden erfüllt nicht die Anforderungen der ZTVE-StB 17 an einen frostsicheren Gründungsaufbau (F1-Boden). Die Frosteindringtiefe beträgt 1,2 m u. GOK (Frosteinwirkungszone II), deshalb wird empfohlen, ein 0,7 m starkes Kiespolster (Frostschuttschicht, GW/GI) unterhalb der Fundamentsohlen einzubauen. Bei anstehenden bindigen Böden in der Aushubsohle (Schicht 4.1.1) wird der Einbau eines Geotextils GRK3 empfohlen.

Der Einbau der mineralischen Frostschuttschicht hat lagenweise und mit einer Verdichtung der einzelnen Lagen auf  $D_{Pr} \geq 100 \%$  zu erfolgen. Der Bodenaustausch sollte prinzipiell mit einem seitlichen Überstand so breit ausgeführt werden, dass eine Ausbreitung der Lasteinwirkungen innerhalb des Kiespolsters mit einem  $45^\circ$ -Winkel möglich ist.

Für das Kiespolster können die folgenden Bodenrechenwerte angesetzt werden:

- |                         |                                 |
|-------------------------|---------------------------------|
| ▪ Wichte über Wasser    | $\gamma_k = 21 \text{ kN/m}^3$  |
| ▪ Wichte unter Auftrieb | $\gamma'_k = 11 \text{ kN/m}^3$ |
| ▪ Reibungswinkel        | $\phi'_k = 35^\circ$            |
| ▪ Kohäsion              | $c'_k = 0 \text{ kN/m}^2$       |
| ▪ Steifemodul           | $E_{s,k} = 80 \text{ MN/m}^2$   |

Für die Bemessung der Fundamente sind die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes erforderlich. Diese müssen so gewählt werden, dass

- die Grundbruchsicherheit nach DIN 4017 gewährleistet ist und
- keine bauwerksschädlichen Setzungen bzw. Setzungsunterschiede auftreten.

In Anlage 6 wurden unter Ansatz der Teilsicherheitsbeiwerte nach EC 7 (Lastfall BS-P) und lotrecht mittiger Belastung überschlägige Grundbruch- und Setzungsberechnungen mit dem Programm GGU Footing durchgeführt /U11/, und die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes ermittelt. Dabei wurde als Vorbelastung die Aushubentlastung (geschätzte Einbindetiefe der Gründung) zum Ansatz gebracht.

Für die Berechnung wurden folgende Annahmen getroffen:

- Maßgebendes Baugrundprofil: KRB / DPH W4
- Fundamentlänge: 3,0 m
- Fundamentbreiten: 1, 2, 3 m
- Einbindetiefe: 0,5 m u. AP
- Frostschutzschicht: GW/GI bis 1,20 m u. AP
- Grundwasser: 402,0 m NN / 1,15 m u. AP
- Vorbelastung: 10,0 kN/m<sup>2</sup> (0,5 m Bodenaushub)
- Bodenrechenwerte: entsprechend Tabelle 3

Die Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnung sind in Tabelle 5 aufgelistet.

Tabelle 5: Grundbuch und Setzungsabschätzung, Baugrundprofil KRB W4

	Fundamentbreite b [m]		
	1,0	2,0	3,0
Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ] bei Grundbruch	224,5	168,9	189,4
Setzungsbetrag bei Grundbruch [cm]	2,49	2,84	3,86
Charakteristische Lasteinwirkung $\sigma_{E,K}$ [kN/m <sup>2</sup> ] bei s = 1,0 cm	100,0	70,0	61,0
Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ] bei s = 1,0 cm	70,2	49,1	42,8
Bettungsmodul $k_S$ [MN/m <sup>3</sup> ] bei s = 1,0 cm	7,0	4,9	4,3
charakteristische Lasteinwirkung $\sigma_{E,K}$ [kN/m <sup>2</sup> ] bei s = 2,0 cm	184,0	124,0	106,5
Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ] bei s = 2,0 cm	129,1	87,0	74,7
Bettungsmodul $k_S$ [MN/m <sup>3</sup> ] bei s = 2,0 cm	6,5	4,4	3,7

Die angegebenen Bemessungswerte des Sohlwiderstandes gelten zur Vorbemessung. Sie ersetzen nicht die notwendigen erdstatischen Nachweise (Grundbruchsicherheit, Gleiten, Kippen, Setzungen) unter Ansatz der tatsächlichen Fundamentabmessungen und Lasten.

Eine Erhöhung der Bemessungswerte des Sohlwiderstandes kann durch eine Erhöhung des Bodenaustausches sowie ggfs. durch den Einbau eines Geoverbandkunststoffs erreicht werden.

### Beurteilung der Flachgründung

Anhand der vorliegenden Untergrundverhältnisse ist für das Betonschalthaus am Bahnübergang bei km 3,653 der DB-Strecke 5383 Rohrbach (Ilm) - Wolnzach eine Flachgründung möglich. Die Frosteindringtiefe beträgt 1,2 m u. GOK, deshalb wird empfohlen ein 0,7 m starkes Kieselpolster (Frostschutzschicht) unterhalb der Fundamentsohlen einzubauen.

Wir empfehlen die Aushubsohle vor Aufbringen der Frostschutzschicht / des Bodenaustauschmaterials tiefenwirksam nachzuverdichten. Bei anstehenden bindigen Böden in der Aushubsohle (Schicht 4.1.1) wird der Einbau eines Geotextils GRK3 empfohlen. Als Abnahmewert für die OK Bodenaustausch / UK Fundament ist ein Verformungsmodul  $E_{vd} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen.

Es wird empfohlen die Gründungssohle durch einen fachkundigen Geotechniker abnehmen zu lassen.

### 3.3 Geotechnische Beurteilung des Untergrundes

Im Bereich des Bahnübergangs wurden an den Aufschlusspunkten KRB W1, W2 und W3 tragfähige Böden in Form von mitteldicht gelagerten, schwach schluffigen bis schluffigen Kiesen ab 400,7 (KRB W3) bis 400,3 (KRB W1 und W2) m NN angetroffen. Die geringste Mächtigkeit der Kiesschicht wurde in KRB W1 mit 1,7 m festgestellt. Unterhalb der mitteldichten Kiesschicht wurden in allen vier Aufschlusspunkten tragfähige Böden in Form von leicht schluffigen bis schluffigen Feinsanden (SU, SU\*; Schichten 3.2.3, 3.3.2 und 3.3.3) erkundet.

In KRB W2 wurden bereits oberflächennah unter Auffüllungen bedingt tragfähige Böden in Form von leichtplastischen Schluffen (UL, Schicht 4.1.2) mit einer Mächtigkeit von 0,70 m angetroffen.

In der nachfolgenden Tabelle 6 ist eine Übersicht über die Höhenlage des tragfähigen Horizontes für Rammrohre der großen Bauform entsprechend der Vorgaben der Einbauanweisung S 8240.25.3t /U12/ und für Betonmonolithe der kleinen und großen Bauform entsprechend der Anforderungen des Regelblattes S 8240.21 /U13/ gegeben.

Tabelle 6: Tiefenbereich des tragfähigen Bodens

Bereich	Maßgebende Bohrung / Sondierung	Gründung	tragfähiger Boden ab Kote [m u. AP] [m NN]		Bodenverhältnisse (tragfähige Bodenschichten)
I. Quadrant	KRB / DPH W1	Rammrohr / Betonmonolith	3,8	400,3	mitteldicht gelagerte, schluffige Kiese GU, Schicht 2.2.2 über schluffigen Feinsanden SU*, Schicht 3.3.2
II. Quadrant	KRB / DPH W2	Rammrohr / Betonmonolith	4,7	398,2	mitteldicht gelagerte, schluffige Feinsande SU*, Schicht 3.3.2
III. Quadrant	KRB / DPH W3	Rammrohr /	2,6 - 3,8	400,7 -	mitteldicht gelagerte, schwach

rant		Betonmono- lith	(bedingt tragfähig)	399,5 (bedingt tragfähig)	schluffige Kiese GU, Schicht 2.2.2, im Grenzbereich unterlagernde Feindsande SU*, Schicht 3.3.2 lo- cker gelagert
			4,7 - 6,1 (bedingt tragfähig)	398,6 - 397,2 (bedingt tragfähig)	mitteldicht gelagerte, schluffige Sande SU*, Schicht 3.3.2 über wei- chen, ausgeprägt plastischen Tonen TA, Schicht 4.2.1
			6,4	396,9	dicht gelagerte, schwach schluffige Sande SU, Schicht 3.2.3
IV. Quad- rant	KRB / DPH W4	Rammrohr / Betonmono- lith	3,9	399,3	mitteldicht gelagerte, schluffige Kie- se GU*, Schicht 2.3.2 über mittel- dicht und dicht gelagerten schluffi- gen Sanden SU*, Schichten 3.3.2 und 3.3.3

### 3.4 Gründung auf Ramppfählen

Sofern der statische Nachweis erbracht werden kann, ist für den Neubau der Signal- und Schrankenstandorte eine Tiefgründung auf Ramppfählen bei den vorliegenden Baugrundverhältnissen aus geotechnischer Sicht grundsätzlich möglich.

Im Falle einer Rammpfahlgründung gehen wir davon aus, dass die geplanten Signale und Schrankenantriebe mittels Rammrohrgründungen (große Bauform) gemäß der TM 4-2015-10212 I.NPS 3 /U12/, sowie der zugehörigen Regelzeichnung und den Einbauanweisungen S 8240.25.3t gegründet werden.

Demnach werden dem Baugrund die in der Tabelle 7 genannten Anforderungen auferlegt. Wir gehen davon aus, dass es sich hierbei um charakteristische Werte handelt.

Tabelle 7: Mindestanforderungen an den Baugrund für Rammrohre nach /U12/

Mindestbodenkenn- werte	Nichtbindige Böden	Bindige Böden	Gemischtkörnige Bö- den
Schichtnummern	-	4.1.1, 4.1.2, 4.2.1, 4.3.0	2.2.2, 2.3.1, 2.2.2, 2.3.2, 3.2.3, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3
$E_{sk}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	20	10 (5)*	10
$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	-	5	-
$\phi'_k$ [°]	30	22,5	27,5

Mindestbodenkennwerte	Nichtbindige Böden	Bindige Böden	Gemischtkörnige Böden
$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18	18	20
$\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	10	8	10

\* bei Werten zw. 5 und 10 MN/m<sup>2</sup> ist die Rohrwanddicke auf 14,2 mm zu erhöhen

Bei ebenem Gelände und Erfüllung der Mindestanforderungen an den Boden kann bei Rammrohrgründungen der großen Bauform in bindigen und gemischtkörnigen Böden von einer erforderlichen Rammrohrlänge von 5,0 m ausgegangen werden, bei nichtbindigen Böden verringert sich die erforderliche Rammrohrlänge auf 4,0 m.

Wie die Baugrundprofile in Anlage 3 zeigen, stehen im Gründungsniveau der Schrankenanlagen (5,0 m u. GOK) bei KRB W2 und W4 Feinsande (SU\*; Schichten 3.3.2 und 3.3.3) an.

Die Mindestanforderungen an den Baugrund für Rammrohre der großen Bauform werden im Tiefenbereich von 5,0 m u. GOK entsprechend der Tabelle 3 im Abschnitt 2.8 von den Schichten 2.2.2 und 3.3.2 erfüllt (KRB W1, W2 und W4). Im Bereich von KRB W3 wird aufgrund der hier im Tiefenbereich 6,2 m – 6,4 m u. AP festgestellten weichen Tonen eine Rammrohrlänge von mindestens 7 m empfohlen, um eine Einbindung in ausreichend tragfähige Bodenschichten sicherzustellen.

Die endgültige Pfahllänge ist vom Statiker entsprechend den jeweiligen Erfordernissen vorzugeben.

Entsprechend den Ergebnissen der durchgeführten Baugrunderkundung ist eine Gründung mittels Rammrohren grundsätzlich durchführbar.

### 3.4.1 Pfahlkennwerte

Sofern zur Bemessung der Tiefgründung Angaben zur Mantelreibung und zum Spitzendruck benötigt werden, finden sich in den nachfolgenden Tabellen die erforderlichen Kennwerte in Anlehnung an die EA-Pfähle /U14/. Die angegebenen Werte gelten für Fertigrammpfähle mit einer Einbindetiefe in den tragfähigen Baugrund von mindestens 2,5 m.

Gemäß /U14/ gelten rollige Böden mit einem Spitzenwiderstand der Drucksonde  $q_c \geq 7,5$  MN/m<sup>2</sup> und bindige Böden mit einer Scherfestigkeit des undrainierten Bodens  $c_{u,k} \geq 0,1$  MN/m<sup>2</sup> als ausreichend tragfähig, und somit für den Ansatz eines Pfahlsitzenwiderstandes geeignet. Diese Forderungen erfüllen im vorliegenden Fall näherungsweise feinkörnige Böden mit mindestens steifer Konsistenz und grob- und gemischtkörnige Böden mit mindestens

mitteldichter Lagerung. Des Weiteren darf die Mächtigkeit des tragfähigen Bodens unterhalb der Pfahlfußfläche gemäß /U14/ ein Maß von 5 x Pfahldurchmesser (mind. jedoch 1,5 m) nicht unterschreiten. Ist dies nicht gewährleistet, empfehlen wir, sicherheitshalber keinen Spitzendruck anzusetzen.

Aus geotechnischer Sicht kann aufgrund der im Regelfall nur geringen auftretenden Vertikalkräfte bei der Gründung von Andreaskreuzen und Schrankenbäumen auf die nach EA Pfähle /U14/ geforderte Mindesteinbindetiefe der Pfähle von 2,5 m in den tragfähigen Horizont verzichtet werden. Durch den Statiker muss jedoch nachgewiesen werden, dass die auftretenden Kräfte schadfrei in den Untergrund abgeleitet werden können.

In Tabelle 8 sind die Kennwerte für Pfahlspitzenwiderstand und Mantelreibung für Fertigrampfpfähle gemäß EA-Pfähle /U14/ angegeben.

Tabelle 8: Pfahlspitzenwiderstand und Mantelreibung für Fertigrampfpfähle aus Stahlbeton und Spannbeton gemäß EA-Pfähle /U14/.

Schicht	Bodenart	Boden- gruppe lt. DIN 18196	Pfahlmantelrei- bung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ] bei einer Setzung s/D von		Pfahlspitzenwi- derstand $q_{b,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ] bei einer Pfahlkopfssetzung von s/D	
			$s_{sg}^*$	$s_g =$ 0,1·D	0,035	0,100
1.3.1	Auffüllung: Sand, kiesig schluffig, <b>locker</b>	[SU]	-	-	-	-
2.2.2	Kies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig, <b>mitteldicht</b>	GU	30	40	2.200	4.200
2.3.1	Kies, sandig, schluffig, <b>locker</b>	GU*	20	20	-	-
2.3.2	Kies, sandig, schluffig, <b>mitteldicht</b>	GU*	30	40	2.200	4.200
3.2.3	Feinsand, schwach schluffig, <b>dicht</b>	SU	65	95	4.000	7.600
3.3.1	Feinsand, schluffig, <b>locker</b>	SU*	20	20	-	-
3.3.2	Feinsand, schluffig, <b>mitteldicht</b>	SU*	30	40	2.200	4.200
3.3.3	Feinsand, schluffig, <b>dicht</b>	SU*	65	95	4.000	7.600
4.1.1	Ton/ Schluff, teilw. schwach kiesig, teilw. schwach organisch, schwach sandig bis stark sandig, <b>weich</b>	TM	-	-	-	-

Schicht	Bodenart	Boden- gruppe lt. DIN 18196	Pfahlmantelrei- bung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ] bei einer Setzung s/D von		Pfahlsitzenwi- derstand $q_{b,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ] bei einer Pfahlkopfsetzung von s/D	
			$s_{sg}^*$	$s_g = 0,1 \cdot D$	0,035	0,100
4.1.2	Ton/ Schluff, teilw. schwach kiesig, teilw. schwach organisch, schwach sandig bis stark sandig, <b>steif</b>	UL	20	20	350	600
4.2.1	Ton, schluffig, stark sandig, <b>weich</b>	TA	-	-	-	-
4.3.0	Ton, sandig, schluffig, schwach orga- nisch, <b>breiig</b>	OT	-	-	-	-

\*)  $s_{sg}$  = Setzung bei der die Mobilisierung der Bruchmantelreibung beginnt

Die vom Pfahltyp abhängigen Anpassungsfaktoren  $\eta_b$  und  $\eta_s$  für Spitzendruck und Mantelreibung von Fertigrammpfählen (nach Tabelle 5.5 EA Pfähle) sind dabei nicht berücksichtigt. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9: Anpassungsfaktoren für Spitzendruck und Mantelreibung von Fertigrammpfählen nach Tab. 5.5 der EA Pfähle 2012 /U14/.

Pfahltyp		$\eta_b$	$\eta_s$
Stahlbeton und Spannbeton		1,00	1,00
Stahlträgerprofil <sup>1)</sup> ( $h \leq 0,50$ m und $h / b_F \leq 1,5$ )	$S = 0,035 \times D_{eq}$	$0,61 - 0,30 \times h / b_F$	0,60
	$S = 0,10 \times D_{eq}$	$0,78 - 0,30 \times h / b_F$	
doppeltes Stahlträgerprofil		0,25	0,60
offenes Stahlrohr und Hohlkasten ( $0,30$ m $\leq D_b \leq 1,60$ m)		$0,95 \times e^{-1,2 \times D_b}$	$1,1 \times e^{-0,63 \times D_b}$
geschlossen Stahlrohr ( $D_b \leq 0,80$ m)		0,80	0,60

<sup>1)</sup>h= Höhe des Stahlträgerprofils,  $b_F$ = Flanscbreite des Stahlträgerprofils

Die Hinweise zur Rammfähigkeit der einzelnen Schichten können dem Abschnitt 2.9 entnommen werden. Das Einbringen der Rammfähle sollte erschütterungsarm erfolgen, um Schäden an der Gleisanlage zu vermeiden. Durch die Rammarbeiten ist mit Verdichtungssetzungen in

der locker gelagerten Auffüllung zu rechnen. Beim Rütteln oder Einvibrieren der Rammpfähle sind zusätzlich Geräte zur Hindernisbergung bzw. -beseitigung vorzuhalten.

Durch Vorbohren werden die durch Rammarbeiten verursachte Vibrationseinwirkung in den Baugrund sowie die Lärmbelästigung reduziert. Diese Bohrung sollte dann mindestens 1,0 m über dem Pfahlfuß enden, um eine ausreichende Tragfähigkeit des Pfahlfußes zu ermöglichen. Bei der Anwendung des Vorbohrens bzw. bei Einsatz von Spülhilfen sind zur Bemessung die in Tabelle 10 angegebenen Abminderungsfaktoren zu berücksichtigen.

Tabelle 10: Abminderungsfaktoren

	Vorbohren	Spülhilfe
Mantelreibung	0,5 (bei $d - d_B \leq 50 \text{ mm}$ )	0,9
	0,6 (bei $d - d_B > 50 \text{ mm}$ )	
	1,0 (bei $d - d_B > 150 \text{ mm}$ )	
Spitzendruck	1,0 <sup>1)</sup>	1,0 <sup>1)</sup>

d Pfahldurchmesser bzw. -breite;  $d_B$  Durchmesser der Bohrung

<sup>1)</sup> gilt nur, wenn Rammhilfe 1,0 m oberhalb der Pfahlspitze endet

### 3.4.2 Pfahlwiderstände quer zur Pfahlachse

Pfahlwiderstände quer zur Pfahlachse dürfen nur für Pfähle mit einem Pfahlschaftdurchmesser  $D_s \geq 0,30 \text{ m}$  bzw. einer Kantenlänge  $a_s \geq 0,30 \text{ m}$  angesetzt werden. Der charakteristische Querwiderstand darf dabei durch charakteristische Werte des horizontalen Bettungsmoduls beschrieben werden.

Sofern der Bettungsmodul nur der Ermittlung der Schnittgrößen und nicht der Ermittlung der Verformung der Pfahlgründung dient, darf er nach folgender Gleichung abgeschätzt werden:

$$k_{s,k} = E_{s,k} / D_s \quad \text{mit } E_{s,k} \dots \text{ charakteristischer Wert des Steifemoduls}$$

$$D_s \dots \text{ Pfahldurchmesser}$$

Die Anwendung dieser Formel gilt für Pfahldurchmesser  $D_s \leq 1,0 \text{ m}$  und einen Höchstwert der Horizontalverschiebung von 2 cm bzw.  $0,03 \cdot D_s$ , wobei der kleinere Wert maßgebend ist. Bei größeren Verformungen sind die Bettungsmoduli abzumindern. Bei der Ermittlung des horizontalen Bettungsmoduls ist zudem eine Gruppenwirkung der Pfähle zu berücksichtigen. Bei einem Pfahlabstand, der dem zweifachen Pfahldurchmesser entspricht, ist der Bettungsmodul mit dem Faktor 0,75 abzumindern.



Die weiteren Empfehlungen, Hinweise und Forderungen der EA-Pfähle /U14/ sind zu beachten.

### 3.5 Gründung der Lichtsignale und Schrankenbäume mittels Betonmonolithen

Neben der Gründung mittels Rammrohren besteht die Möglichkeit, die geplanten Signale und Schrankenantriebe auf monolithischen Betonfundamenten zu gründen. Für Betongründungen der kleinen und großen Bauform im ebenen Gelände sind die Einbauanweisung 8240.21t (Ausgabe 04.2015) bzw. die Anforderungen des Regelblatts S 8240.21 /U13/ maßgebend.

Unabhängig von der kleinen oder großen Bauform sind zur Gründung mittels Betonmonolithen folgende Anforderungen und Bodenkennwerte zu gewährleisten:

- Horizontales Gelände in der Höhe OK Fundament
- Nichtbindige Böden mit Ungleichförmigkeitszahl  $U \leq 3$ , einer Lagerungsdichte  $D \geq 0,3$  (mitteldicht) bzw. mindestens  $D_{Pr} \geq 95 \%$  (SE, SU, GE, GU)
- Nichtbindige Böden mit Ungleichförmigkeitszahl  $U > 3$ , einer Lagerungsdichte  $D \geq 0,45$  (mitteldicht) bzw.  $D_{Pr} \geq 98 \%$  (SE, SW, SI, SU, ST, GE, GW, GI, GT, GU)
- Bindige Mischböden und leicht plastischer Schluff mit mindestens steifer Konsistenz,  $I_c \geq 0,75$  (GU, GT, SU, ST, UL)
- Bei anderen anstehenden Böden muss die Scherfestigkeit den angesetzten Parametern  $f' = 27,5^\circ$  und  $c = 0 \text{ kN/m}^2$  entsprechen und die Dichte  $r > 20 \text{ kN/m}^3$  betragen
- Bemessungsgrundwasserstand in Höhe UK Fundament oder tiefer
- Lagenweiser Einbau der Hinterfüllung mit Lagen  $\leq 0,30 \text{ m}$ , Verdichtungsgrad mindestens  $D_{Pr} \geq 95 \%$
- Abgrabungen neben dem Fundament sind grundsätzlich zu vermeiden

Die geforderten Bodenkennwerte beziehen sich auf das Hinterfüllmaterial. Zusätzlich ist zu gewährleisten, dass der Betonmonolith auf einem tragfähigen Horizont gegründet wird. Ist dies nicht gegeben, ist ein Bodenaustausch bzw. eine Bodenverbesserung erforderlich.

Die Gründungskote der Betonmonolithe variiert zwischen 0,9 und 1,8 m (Angaben des Regelblattes S 8240.21). Bei einer Einbindetiefe von  $\geq 1,7 \text{ m}$  u. GOK ist die Anforderung des Regelblattes S 8240.21 /U13/, „Bemessungsgrundwasserstand in Höhe UK Fundament oder tiefer“ nicht erfüllt.

Im Tiefenbereich 0,9 bis 1,8 m wurden in KRB W1 und W3 aufgefüllte und anstehende, locker gelagerte Sande (SU\*, Schichten 1.3.1 und 3.3.1) erkundet. In KRB W2 und W4 wurden anstehende weiche bis steife, leicht- bis ausgeprägt plastische Schluffe (UL, Schicht 4.1.2) und Tone (TM, TA, Schicht 4.2.1) angetroffen.

Die Bodenschichten 1.3.1, 3.3.1, 4.1.2 und 4.2.1 erfüllen nicht die Anforderungen des Regelblattes S 8240.21 /U13/. Es wird daher empfohlen, entsprechend des Regelblattes geeignetes Hinterfüllmaterial für den Einbau der Betonmonolithen bereit zu halten.

Die im Gründungsbereich angetroffenen Schichten sind als bedingt tragfähig (UL; Schicht 4.1.2) bzw. nicht tragfähig (SU; Schichten 1.3.1, 3.3.1 und UL; Schicht 4.2.1) und nicht frostsicher einzustufen. Zur Gewährleistung einer frostsicheren Gründung und eines homogenen Gründungsplanums empfehlen wir bis 1,20 m u. GOK, mindestens jedoch bis 0,40 m unter UK Betonmonolith einen Bodenaustausch mit frostsicherem Liefermaterial der Bodengruppen GW/GI nach DIN 18196 durchzuführen. Für die Ausführung und den Schutz des Erdplanums sind die Anforderungen der ZTVE-StB 17, Kap. 4.4 zu erfüllen. Speziell bindige Bodenstoffe sind vor Witterungseinflüssen zu schützen um ein Aufweichen zu verhindern. Aufgeweichte bindige Bereiche sind abzusaugen. Sollten beim Aushub unerwartete Untergrundverhältnisse auftreten, ist der Baugrundgutachter hinzu zu ziehen.

Das einzubauende Material soll die Anforderungen nach ZTVE-StB 17 bzgl. der Frostsicherheit erfüllen.

Der Einbau der mineralischen Frostschuttschicht hat lagenweise und mit einer Verdichtung der einzelnen Lagen auf  $D_{Pr} \geq 98 \%$  zu erfolgen. Die zulässige Stärke der einzelnen Einbaulagen ist abhängig vom Größtkorn des Einbaumaterials und den verwendeten Gerätschaften zur Verdichtung zu wählen (siehe hierfür ZTVE-StB-17). Für Kiesmaterial sind Einbaustärken von  $\leq 0,3$  m vorzusehen.

Der Kieskörper sollte mit einem seitlichen Überstand so breit ausgeführt werden, dass eine Ausbreitung der Lasteinwirkungen innerhalb des Polsters mit einem  $45^\circ$ -Winkel möglich ist.

Für das Kiespolster können die folgenden Bodenrechenwerte angesetzt werden:

- |                         |                                 |
|-------------------------|---------------------------------|
| ▪ Wichte über Wasser    | $\gamma_k = 21 \text{ kN/m}^3$  |
| ▪ Wichte unter Auftrieb | $\gamma'_k = 11 \text{ kN/m}^3$ |
| ▪ Reibungswinkel        | $\phi'_k = 35^\circ$            |
| ▪ Kohäsion              | $c'_k = 0 \text{ kN/m}^2$       |
| ▪ Steifemodul           | $E_{s,k} = 80 \text{ MN/m}^2$   |

Die Erdbau- und Gründungsarbeiten sollten auf jeden Fall in einer stabilen, frostfreien Witterungsperiode erfolgen. Bauzeitlich ist darauf zu achten, dass sich kein Oberflächenwasser im Bereich der Gründungssohle sammeln und den Boden auffrieren lassen kann.

Die Gleislage sollte im Rahmen eines Beweissicherungsverfahrens aufgenommen, und im Falle von Bohrbetrieb während der Arbeiten messtechnisch überwacht werden.

### 3.6 Angaben zur Verbreiterung der Straße und zur Errichtung des Stellplatzes

Für den Neubau des Radwegs und die Errichtung eines Stellplatzes im IV. Quadranten ist eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus gemäß RStO 12 /U15/, dargestellt in nachfolgender Tabelle 11 zu berücksichtigen. Durch die Lage in Frosteinwirkungszone II ergibt sich eine Mehrdicke von 5 cm auf die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus. Weitere Hinweise der RStO 12 /U15/ bezüglich Mehr- oder Minderdicken sind zu beachten. Detaillierte Angaben zu den unterschiedlichen Aufbauvarianten sind der RStO 12 /U15/ zu entnehmen.

KRB W4 liegt in der Nähe des geplanten Stellplatzes. Hier wurden unterhalb des Oberbodens leichtplastische Schluffe (UL, Schicht 4.1.1) der Frostempfindlichkeitsklasse F3 erkundet. Alle vier Aufschlusspunkte liegen in der Nähe des geplanten Radwegs. Hier wurden unterhalb des Oberbodens aufgefüllte und anstehende Sande (SU\*, Schichten 1.3.1, 3.3.1) sowie anstehende Schluffe (UL, Schicht 4.1.2) der Frostempfindlichkeitsklasse F3 erkundet.

Tabelle 11: Anforderungen an den frostsicheren Aufbau gemäß RStO 12 /U15/

Frostempfindlichkeitsklasse	Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus in cm nach Belastungsklasse + Mehrdicke aufgrund der Lage in Frosteinwirkungszone II	
	Bk 3,2 bis Bk 1,0	Bk 0,3
F3	60 + 5	50 + 5

Bei der Herstellung der Frostschutzschicht ist gemischtkörniges, ausreichend verdichtbares Material mit einem Anteil der Kornfraktion  $< 0,063$  mm von maximal 5% einzubauen (Bodengruppen GW/GI gem. DIN 18196, Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke). Das Material ist lagenweise ( $\leq 30$  cm) einzubauen und zu verdichten.

### 3.7 Einfluss der Baumaßnahme auf angrenzende Bebauungen / Gleisanlagen

Bei der Durchführung der Baumaßnahme können Setzungen im Gleisbereich nicht ausgeschlossen werden. Die Arbeitsgeräte müssen daher so gewählt werden, dass möglichst geringe Erschütterungen auf den Untergrund einwirken.

Um Gleissenkungen und Schäden an Anlagen etc. in der Nähe der Baumaßnahme zu verhindern / zu minimieren, sind ggf. entsprechende Sicherungsmaßnahmen vorzunehmen.

Ggf. vorhandene Anlagen bzw. Leitungen Dritter (z.B. Gas, Fernwärme, Strom, Telefon) sind mit den Betreibern in einer Beweissicherung zu markieren und einzumessen. Unter Umständen ist eine Umverlegung erforderlich.

Eine bautechnische Beweissicherung im Vorfeld der Maßnahme wird empfohlen.

### **3.8 Baugrubensicherung und Wasserhaltung**

Für die Erneuerung des Bahnüberganges sind gegebenenfalls Baugruben erforderlich. Generell können nicht verbaute Baugruben bis 1,25 m Tiefe u. GOK ohne besondere Sicherung mit senkrechten Wänden hergestellt werden, wenn die Geländeoberfläche nicht stärker als 1:2 bei bindigen bzw. 1:10 bei nichtbindigen Böden geneigt ist.

Unbelastete Böschungen bis 5,0 m Höhe über dem Grundwasser können nach DIN 4124 unter Einhaltung eines Böschungswinkels von maximal 45° hergestellt werden. Bei belasteten oder höheren Böschungen sowie Böschungen unter Grundwasser ist die Standsicherheit nachzuweisen. Ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit darf ein maximaler Böschungswinkel von 60° bei mindestens steifen bindigen Böden nicht überschritten werden.

Geringere Böschungsneigungen können erforderlich werden, wenn starke Erschütterungen durch Verkehr, Ramm- oder Verdichtungsarbeiten oder wenn hohe Grundwasserstände oder Schichtenwasseraustritte zu erwarten sind. Bezüglich des Befahrens der Böschungsschulter ist der je nach Gesamtgewicht des Fahrzeugs gem. DIN 4124, Abschnitt 4.2.5 erforderliche lastfreie Streifen einzuhalten (Mindestbreite 1,0 m bei Gesamtgewicht  $\leq 12$  t, Mindestbreite 2,0 m bei Gesamtgewicht von 12 t bis 40 t).

Die so hergestellten Böschungen sind gegen Austrocknung (Erhalt der Kapillarkohäsion) und Durchnässung (Aufweichung), z.B. mittels Planen, zu schützen. Für Verbauarbeiten können die Kennwerte aus Tabelle 3 entnommen werden. Für den Verbau und die Ausbildung der Baugrube sind die Hinweise der DIN 4124 sowie des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB) der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau und der Ril 836 /U16/ zu beachten.

Im Zuge der Baugrunderkundung wurden grundwasserführende Schichten angetroffen (empfohlener Bemessungs-Wasserstand: 402,0 m NN). Bei Einbindetiefen der flachgründenden

Bauteile von < 1,7 m u. GOK sind voraussichtlich keine besonderen Maßnahmen zur Wasserhaltung erforderlich. Falls Grundwasser erreicht wird, empfehlen wir eine offene Wasserhaltung. Beim Verfahren der offenen Wasserhaltung wird das der Baugrube zufließende Wasser in offenen Gräben oder Dränen gesammelt, dem Pumpensumpf zugeleitet und hier abgepumpt. Ausreichend starke Pumpen sind auf der Baustelle vorzuhalten.

### **3.9 Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen**

Im Zuge der Baumaßnahme ist damit zu rechnen, dass Erdaushub anfällt.

Die schluffigen Sande der Schicht 1.3.1 sind aufgrund ihrer bedingt guten Verdichtbarkeit (Verdichtbarkeitsklasse 2 nach ZTVA-StB 97) für die Wiederverfüllung von belasteten Flächen (z. B. Kanalgräben) nicht geeignet.

Die aufgefüllten und anstehenden Oberböden der Schichten 0.1.1 und 0.1.2 sind aufgrund ihrer schlechten Verdichtbarkeit (Verdichtbarkeitsklasse 3 nach ZTVA-StB 97) nur für die Wiederverfüllung von später nicht belasteten Flächen (z. B. Grünflächen) geeignet. Gegebenenfalls ist das Material vor dem Einbau hinsichtlich der geotechnischen Eignung mittels Siebungen, Proctorversuchen und dergleichen zu prüfen.

Voraussetzung für den Wiedereinbau der Böden ist die Durchführung einer umwelttechnischen Analytik. Die Erdstoffe dürfen nur entsprechend ihrer Einstufung und den zugehörigen Einbaukonfigurationen gemäß dem bayerischen Eckpunktepapier zum Verfüllen von Gruben, Brüchen und Tagebauen wiederverwertet werden. Gegebenenfalls ist die bodenschutzrechtlich zuständige Behörde hinzuzuziehen, um die Wiedereinbaufähigkeit von Ausbaumaterial abzuklären.

### **3.10 Versickerungsfähigkeit des Untergrundes**

Nach DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ [U17] sind Böden für Versickerungsanlagen geeignet, deren Wasserdurchlässigkeitbeiwerte  $k_f$  im Bereich zwischen  $10^{-3}$  m/s und  $10^{-6}$  m/s liegen. Die Mächtigkeit des Sickerraums sollte bezogen auf den mittleren Höchstgrundwasserstand grundsätzlich mindestens 1 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten. Bei Einsatz einer Schachtversickerung sollte der Abstand zwischen Oberkante der Filterschicht und dem mittleren höchsten Grundwasserstand das Maß von 1,5 m nicht unterschreiten.

Die angetroffenen aufgefüllten und anstehenden schluffigen Sande (Schichten 1.3.1 und 3.3.1) sind gering durchlässig und als bedingt bis nicht versickerungsfähig einzustufen ( $k_f$ -Wert:  $10^{-5}$  -  $10^{-7}$  m/s). Die in KRB S2 und S4 angetroffenen anstehenden weichen bis steifen Tone und Schluffe (Schichten 4.1.1, 4.1.2 und 4.2.1) sind sehr gering durchlässig und daher nicht versickerungsfähig ( $k_f$ -Wert:  $10^{-8}$  -  $10^{-10}$  m/s).

Eine freie Sickerstrecke von mindestens 1 m ist bei allen Aufschlusspunkten gegeben, jedoch sind die anstehenden Böden nur bedingt bis nicht versickerungsfähig. Die Versickerung von Niederschlagswasser in die anstehenden Böden ist somit bei den vorliegenden Baugrundverhältnissen nicht möglich. Anfallendes Niederschlagswasser kann einer Vorflut oder einer geeigneten Entwässerungseinrichtung zugeführt werden. Dies ist anzeige- und gegebenenfalls gebührenpflichtig.

Die ATV-DVWK- Merk- und Arbeitsblätter M153 und A138 sind für Detailplanungen der Entwässerungseinrichtungen zu berücksichtigen.

## **4 Abfalltechnik**

### **4.1 Allgemein**

Im Zuge der Baumaßnahme fällt Bodenaushubmaterial an, das verwertet bzw. entsorgt werden muss.

Das Ziel der umwelttechnischen Untersuchung ist, dem Auftraggeber einen grundsätzlichen Überblick über die Belastungssituation des von der Baumaßnahme betroffenen Bereichs zu liefern. Sie umfasst die Beurteilung des bei den vorzunehmenden Aushubarbeiten anfallenden Bodens unter abfalltechnischen Gesichtspunkten. Das im Zuge der Baumaßnahme anfallende Aushubmaterial ist auf Haufwerken zwischenzulagern, gemäß den geltenden abfallrechtlichen Bestimmungen zu beproben, und den für eine fachgerechte Verwertung bzw. Entsorgung erforderlichen chemisch-analytischen Untersuchungen zuzuführen.

Im Rahmen der abfalltechnischen Untersuchung wurde aus dem Bohrgut der KRB W1 bis KRB W4 eine Mischprobe aus dem Boden hergestellt. Im Bereich des Bahnübergangs wurde außerdem eine Gleisschotterprobe genommen. Die Bodenproben wurden nach dem in Bayern geltenden Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen („Eckpunktep-

pier“, Feststoff und Eluat) analysiert. Die Gleisschotterprobe wurde nach dem LfU-Merkblatt Nr. 3.4/2 sowie auf Schwermetalle gem. KVO zzgl. Arsen (SM8) untersucht.

Die chemischen Untersuchungen erfolgten durch das akkreditierte Labor Synlab GmbH, Augsburg.

## 4.2 Untersuchungsergebnisse

Die Ergebnisse der abfalltechnischen Laboruntersuchungen /U6/ sind in der nachfolgenden Tabelle 12 dargestellt, die chemischen Analyseberichte befinden sich in der Anlage 5.

Tabelle 12: Ergebnisse chemische Analysen /U6/

Probenbezeichnung	EPP MP1 BÜ Wolnzacher Straße		PA 3 BÜ Wolnzach		Asphalt BÜ Wolnzach	
Art	Bodenmischprobe		Gleisschotterprobe		Schwarzdecke	
Beschreibung	Boden		Feinkorn Gleisschotter		Material	
Herkunft	KRB W1 bis W4		GA km 3,653		Abschlagsprobe	
Entnahmetiefe [m]	Gesamte Bohrtiefe		0,20 m u. AP		0,05 m u. AP	
Prüfbericht-Nr.	UAU-19-0124147/01-1		UAU-19-0099451/03-1		UAU-19-0124147/03-1	
Laboreingang	10.09.2019		19.07.2019		10.09.2019	
Untersuchungsumfang	Eckpunktepapier		LfU-Merkblatt Nr. 3.4/2		PAK (EPA) / LfU-Merkblatt 3.4/1	
Laborfertigstellung	18.09.2019		01.08.2019		18.09.2019	
Einstufung	<b>Z 0</b>	-	<b>Z 2</b>	<b>Maßgebende Parameter:</b> - Glyphosat 5 µg/ l - AMPA 2,3 µg/ l	--	Ausbauasphalt, ohne Verunreinigung

## 4.3 Bewertungsgrundlagen

Die Einstufung der chemischen Analytik der Bodenmischprobe und der Abschlagsprobe des Bestandsbauwerkes erfolgte nach dem „Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen“ (Eckpunktepapier) des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen, in der Fassung vom 09.12.2005. Die Einstufung der chemischen Analytik der Schotterprobe erfolgte bezogen auf die Fraktion < 31,5 mm im Feststoff und Eluat gemäß dem LfU-Merkblatt 3.4/2, 2017, Anhang 1.

Entsprechend den festgelegten Stoffgehalten bzw. Messwerten wird zur Verfüllung, für bodenähnliche Anwendungen, oder zur Verwertung in technischen Bauwerken vorgesehenes Material in die Einbauklassen Z 0 - Z 2 eingestuft. Auf einer Deponie zu verwertendes Material wird den Deponieklassen gemäß der bayerischen bzw. bundesweit gültigen DepV (DK 0 - DK III) zugeordnet. Maßgebend für die Einstufung bzw. Festlegung des Entsorgungszieles (Beseitigung oder Verwertung) ist der höchste Zuordnungswert, bzw. die sich daraus ergebende höchste Einbauklasse.

#### **4.4 Verwertung und Entsorgung**

Nach den Ergebnissen der chemischen Analyse /U6/ und Einstufung gemäß bayerischem Eckpunktepapier ist die Bodenmischprobe EPP MP1 der Einbauklasse Z 0 zuzuordnen. Die Analytik der Gleisschotterprobe BÜ Wolnzacher Straße ergab eine Einstufung in die Einbauklasse Z 2.

Grundsätzlich werden die nachfolgenden Einbauklassen unterschieden:

##### **Uneingeschränkter Einbau Z 0**

Verzicht auf den Einbau in Kinderspielplätzen, Sportanlagen, Schulhöfen, gärtnerisch und landwirtschaftlich genutzten Flächen, Trinkwasserschutzgebieten (Zone I+II).

##### **Eingeschränkter offener Einbau Z 1**

###### **Zuordnungswert Z 1.1**

Bei Einhaltung der entsprechenden Werte ist ein Einbau auf nutzungsunempfindlichen Flächen möglich (z.B. bergbauliche Rekultivierungsgebiete, Straßenbau und begleitende Erdbaumaßnahmen, Industrie-, Gewerbe- und Lagerflächen).

###### **Zuordnungswert Z 1.2**

Bei Einhaltung der entsprechenden Werte ist ein Einbau in hydrogeologisch günstigen Gebieten möglich (Grundwasserleiter wird durch ausreichend mächtige, gering durchlässige Deckschichten überlagert).

##### **Eingeschränkter Einbau mit technischen Sicherungsmaßnahmen Z 2**

Bei Einhaltung der entsprechenden Werte ist ein Einbau in z.B. Straßen- und Wegebau, Lärmschutzwälle, Straßendämme unter technischen Sicherungsmaßnahmen möglich. Recyclingbau-



stoffe und nicht aufbereiteter Bauschutt dieser Klasse dürfen nicht in Dränschichten oder zur Verfüllung von Leitungsgräben ohne technische Sicherungsmaßnahmen verwendet werden.

Bei Überschreitung von Z2-Werten ist eine Verwertung (offener Einbau mit Sicherungsmaßnahmen) nicht zulässig. Das Material ist einer gemäß Deponieverordnung zugelassenen Deponie zuzuführen. Gegebenenfalls sind für die Entsorgung gemäß den Deponieklassen der Deponieverordnung entsprechende ergänzende Parameter zu analysieren.

### **Deponieklassen (DK 0 – DK III)**

Bei Überschreitung von Z2-Werten ist das Material einer gemäß Deponieverordnung (DepV) zugelassenen Deponie zuzuführen /U18/. Hierfür sind ggfs. die gem. DepV erforderlichen Ergänzungsanalysen durchführen.

## **5 Homogenbereiche**

Gemäß VOB – Teil C sind Boden und Fels entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für das jeweilige Baugewerk bzw. Bauverfahren vergleichbare Eigenschaften aufweist.

Die Einteilung der angetroffenen Böden in Homogenbereiche gemäß VOB – Teil C ist in Anlage 7 (Homogenbereiche) enthalten.

## **6 Zusammenfassung / Fazit**

Im vorliegenden geotechnischen Bericht sind die Baugrundverhältnisse und deren Bewertung im Bereich des zu erneuernden Bahnübergangs an der Wolnzacher Straße bei km 3,653 der Strecke 5383 dargestellt. Die Ergebnisse einer orientierenden abfalltechnischen Untersuchung des bei der Bauausführung zu erwartenden Erdaushubs sind ebenfalls Bestandteil des Berichts.

In Kapitel 2 werden die angetroffenen Bodenschichten in den vier Aufschlüssen erläutert und ein Baugrundmodell daraus abgeleitet. Es werden die zugehörigen Bodenrechenwerte (s. Kapitel 2.8) angegeben und die Rammfähigkeit des Untergrundes (s. Kapitel 2.9) wird eingeschätzt. Als Bemessungswasserstand empfehlen wir 402,0 m NN anzusetzen (s. Kapitel 2.5). Diese

Angabe ist jedoch ein überschlägiger Wert, da keine exakten Messwerte z.B. aus einer Grundwassermessstelle zur Verfügung stehen.

Die Betonaggressivität wird in Kapitel 2.10 als nicht betonangreifend eingestuft. Die Stahlaggressivität des Bodens wird als praktisch nicht aggressiv eingestuft. Die Mulden- und Lochkorrosion ist sehr gering und die Flächenkorrosion sehr gering.

Kapitel 3 enthält bautechnische Empfehlungen zur Erneuerung des Bahnübergangs.

Für das Betonschaltheus am Bahnübergang bei km 3,653 wird aus geotechnischer Sicht eine Flachgründung empfohlen. Die Frosteindringtiefe beträgt 1,2 m u. GOK. Ein 0,7 m starkes Kiespolster (Frostschuttschicht) ist unterhalb der Fundamentsohlen einzubauen.

Grundsätzlich ist eine Gründung der Lichtsignale und Schrankenanlagen auf Betonmonolithen sowie auf Ramppfählen entsprechend dem Regelblatt S 8240.21 bzw. dem Regelblatt 8240.25.3t möglich.

Empfohlen wird jedoch eine Gründung der Lichtsignale und Schrankenanlagen über Betonmonolithe (s. Kapitel 3.5). Zur Gewährleistung einer frostsicheren Gründung und eines homogenen, tragfähigen Gründungsplanums bis 1,20 m u. GOK, mindestens jedoch bis 0,40 m unter UK Betonmonolith ist ein Bodenaustausch mit frostsicherem Liefermaterial der Bodengruppen GW/GI nach DIN 18196 durchzuführen.

Aus geotechnischer Sicht kann als Alternative eine Gründung über Rammrohrpfähle durchgeführt werden. Die entsprechenden Kennwerte können dem Kapitel 3.4 entnommen werden.

Für die Errichtung des Stellplatzes im Frosteinwirkungsgebiet II mit Böden der Klasse F3 ist der frostsichere Oberbau je nach Belastungsklasse 0,55 m oder 0,65 m mächtig aufzubauen. Weitere Angaben gem. RStO 12 für die Errichtung des Stellplatzes und der Verbreiterung der Straße können dem Kapitel 3.6 entnommen werden.

Die abfalltechnische Betrachtung in Kapitel 4 ergibt eine Einstufung des Bodens in Einbauklasse Z 0. Die Analytik der Gleisschotterprobe BÜ Wolnzacher Straße ergab eine Einstufung in die Einbauklasse Z 2.

Voraussichtlich sind keine Maßnahmen zur Wasserhaltung erforderlich (s. Kapitel 3.8). Dies ist jedoch nach Festlegen der Ausführungsweise nochmals zu überprüfen.



Projektnr.: U-SD00828  
Stand: 27.11.2019

Erneuerung BÜ Wolnzacher Straße  
Strecke 5383, km 3,653  
Geotechnischer Bericht

Die Versickerung von Niederschlagswasser in die anstehenden Böden ist bei den vorliegenden Baugrundverhältnissen nicht möglich. Weiteres ist dem Kapitel 3.10 zu entnehmen.

Die punktförmig durchgeführten Bodenuntersuchungen geben einen guten Überblick über die vorhandenen Untergrundverhältnisse, sie schließen jedoch Abweichungen in Teilbereichen nicht aus. Wir empfehlen daher uns einzuschalten, wenn sich Abweichungen von den hier dargestellten Untersuchungsergebnissen ergeben bzw. planungstechnische Änderungen durchgeführt werden, die Einfluss auf die Gründung des Bauwerkes haben.

Unsere beauftragten Leistungen für dieses Objekt sind hiermit abgeschlossen.

Aufgestellt durch:

M. Sc. Geogr. F. März

# Kurzzeichen und Zeichen für Bodengruppen und Eigenschaften nach DIN 4023 und DIN 18 196

## Bodenart

## Beimengungen

## Bodengruppe

Kies	G	kiesig	g	enggestufte Kiese	GE
Grobkies	gG	grobkiesig	gg	weitgestufte Kies-Sand-Gemische	GW
Mittelkies	mG	mittelkiesig	mg	intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische	GI
Feinkies	fG	feinkiesig	fg		
Sand	S	sandig	s	enggestufte Sande	SE
Grobsand	gS	grobsandig	gs	weitgestufte Sand-Kies-Gemische	SW
Mittelsand	mS	mitelsandig	ms	intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische	SI
Feinsand	fS	feinsandig	fs		
Schluff	U	schluffig	u	Kies-Schluff-Gemische	GU bzw. GÜ <sup>x)</sup>
Ton	T	tonig	t	Kies-Ton-Gemische	GT bzw. GT <sup>x)</sup>
Torf, Humus	H	torfig, humos	h	Sand-Schluff-Gemische	SU bzw. SÜ <sup>x)</sup>
Mudde	M	org. Beimengungen	o	Sand-Ton-Gemische	ST bzw. ST <sup>x)</sup>
Auffüllung	A			Sand-Schluff-Gemische ohne Plastizität	SÜ <sub>OP</sub>
Mutterboden	Mu	z.B.		Für Querbalken gilt auch *- Symbol	
Geschiebelehm	Lg	schwach grobsandig	gs'	z.B. SÜ = SU*	
Geschiebemergel	Mg	stark mittelsandig	ms		
Löß	Lö			leicht plastische Schluffe	UL
Lößlehm	Löl			mittelpastische Schluffe	UM
Wiesenkalk, Seekalk,				ausgeprägt plastische Schluffe	UA
Seekreide,				leicht plastische Tone	TL
Kalkmudde	Wk			mittelpastische Tone	TM
				ausgeprägt plastische Tone	TA

## Farbe

grau	(g)	grün	(ü)	bunt	(u)	Schluffe mit organischen Beimengungen	OU
braun	(b)	blau	(a)	hell	(h)	Tone mit organischen Beimengungen	OT
rot	(r)	schwarz	(s)	dunkel	(d)	grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art	OH
weiß	(w)	gelb	(e)			grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen/ kieseligen Bildungen	OK

## Kalkgehalt

kalkfrei	o	nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)	HN
kalkhaltig	+	zersetzte Torfe	HZ
stark kalkhaltig	++	Schlamm als Sammelbegriff	F

## Konsistenz

$l_c \leq 0,50$ - breiig	-	⋮	Auffüllungen aus natürlichen Böden	[ ]
$0,50 < l_c \leq 0,75$ - weich	-	}	Auffüllungen aus Fremdstoffen	A
$0,75 < l_c \leq 1,00$ - steif	-	⋮		
$l_c > 1,00$ - halbfest	-		Abstand des Bohransatzpunktes v. Gleisachse	GA

## Lagerungsdichte

$0 < D \leq 0,30$ - locker	[ l ]	oooooooo
$0,30 < D \leq 0,50$ - mitteldicht	[ m ]	oooooooo
$0,50 < D \leq 1,00$ - dicht	[ d ]	.....

<sup>x)</sup> GU, GT, SU, ST: 5 - 15 % bei  $d \leq 0,063$  mm

GÜ, GT̄, SÜ, ST̄: > 15 - 40 % bei  $d \leq 0,063$  mm

## Wasserstände

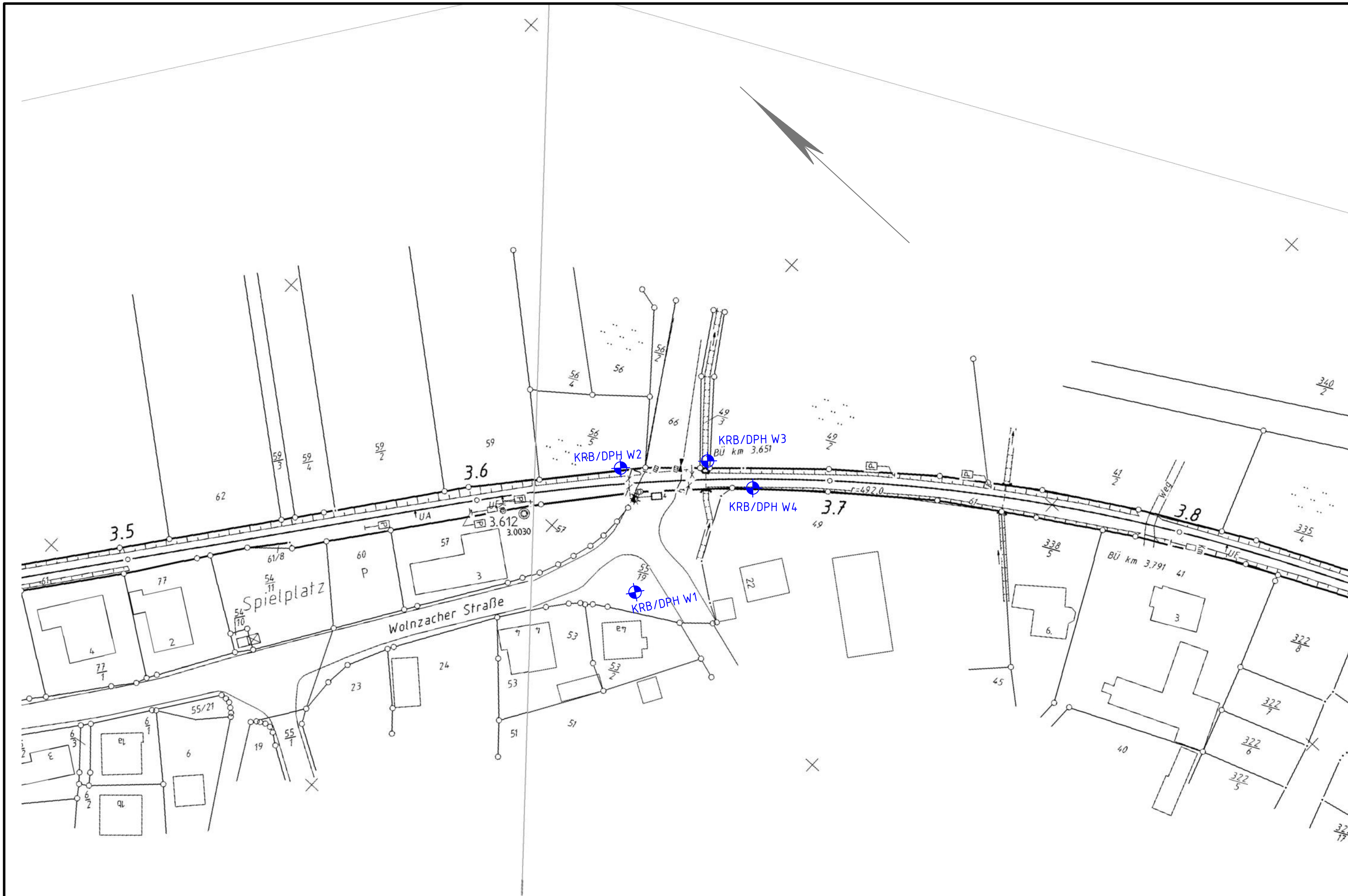
	GW	Grundwasser angebohrt
	GW	Grundwasser nach Bohrende
	GW	Ruhewasser
	SW	Schichtenwasser angebohrt
	SW	Schichtenwasser nach Bohrende
	SW	Schichtenwasser



## Verzeichnis der Abkürzungen

AG	Auftraggeber	LAGA	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
AKW	Aromatische Kohlenwasserstoffe	LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft
ALMAS	Altlasten-Managementsystem (der DB AG)	Wasser	
ALVF	Altlastenverdachtsfläche	LfU	Landesamt für Umweltschutz
AN	Auftragnehmer	LfW	Landesamt für Wasserwirtschaft
As	Arsen	LHKW	Leichtflüchtige halogenierte KW
		LRA	Landratsamt
		LSG	Landschaftsschutzgebiet
B(a)P	Benzo(a)pyren	mNN	Meter über Normal-Null
BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz	mg	Milligramm
BBodSchV	Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung	min	Minute
BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol	MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
Bw	Bahnbetriebswerk		
		N	Norden, nördlich
Cd	Cadmium	Ni	Nickel
Cr	Chrom	n.a.	nicht analysiert
Cu	Kupfer	n.b.	nicht bestimmbar
		NL	Niederlassung
		NSG	Naturschutzgebiet
DB (AG)	Deutsche Bahn (Aktiengesellschaft)	o.A.	ohne Angabe
DB Imm	Immobilien-gesellschaft der Deutschen Bahn AG GmbH	OG	Obergeschoß
DK	Dieselmotorkraftstoff	OU	Orientierende Untersuchung
DU	Detailuntersuchung		
		PAK	Polycyclische aromatische KW
E	Osten, östlich	Pb	Blei
EFK	Erfassungskomponente	PCB	Polychlorierte Biphenyle
EG	Empfangsgebäude	POK	Pegeloberkante
EOX	Extrahierbare organische Halogen-verbindungen	PSM	Pflanzenschutzmittel (ohne Weinbau)
EPA	U.S. Environmental Protection Agency	PSM WB	Pflanzenschutzmittel (nur weinbauspezifische)
		RKS	Rammkernsondierung
GB	Geschäftsbereich	S	Süden, südlich
GK	Gauß-Krüger	SM	Schwermetalle (nach KVO)
GK 0-3	Gefahrenklassen der DB AG	SW	Sickerwasser
GLA	Geologisches Landesamt		
GOK=GOF	Geländeoberkante/-fläche		
GW	Grundwasser	TA	Technische Anleitung
GWL	Grundwasserleiter	Tab.	Tabelle
		Tb.	Teilbereich (des Standortes)
HE	Historische Erkundung	TS	Trockensubstanz
Hg	Quecksilber	TWSZ	Trinkwasserschutzzone
HK 0-3	Handlungskategorien der DB AG		
HS	Headspace	ü. NN	über Normal-Null
KRB	Kleinrammbohrung (d <100mm)	VK	Vergaserkraftstoff
KF	Kontaminationsfläche	VK 0-3	Verdachtskategorien der DB AG
KGW	Kontaktgrundwasser		
K <sub>f</sub> -Wert	Durchlässigkeitsbeiwert	W	Westen, westlich
Köf	Kleinlok ölgefeuerte Flüssigkeitsgetriebe	WSG	Trinkwasserschutzgebiet
		WWA	Wasserwirtschaftsamt
k.S.	Summenbildung nicht zulässig		
KVO	Klärschlammverordnung	Zn	Zink
KW	Kohlenwasserstoffe	Z-Wert	Zuordnungswert nach LAGA



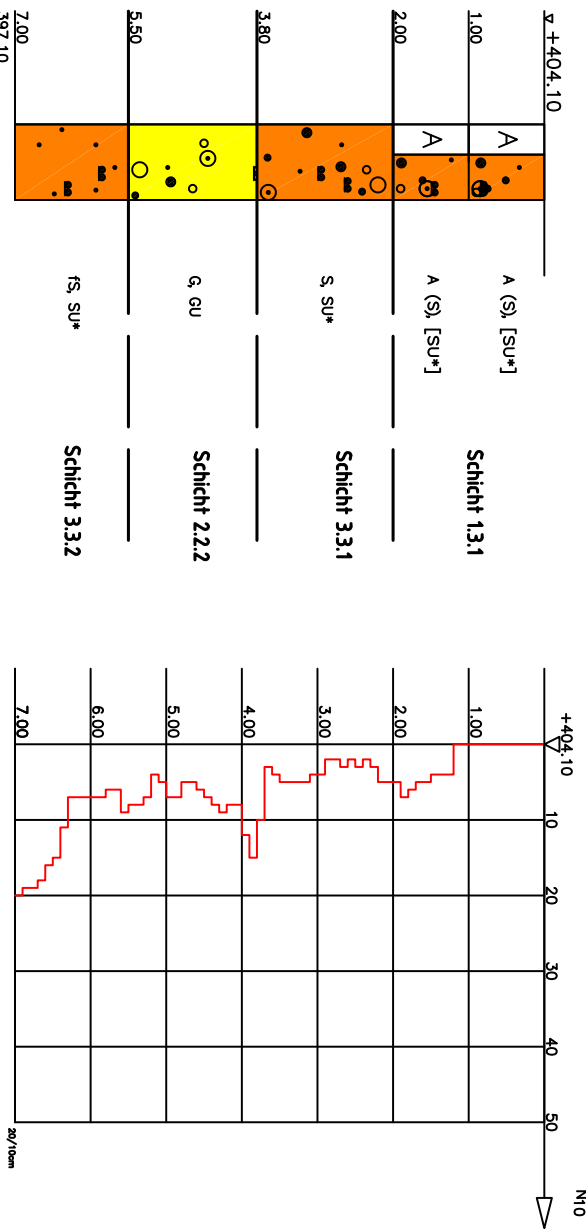


Nr.	Änderungen bzw. Ergänzungen	Dat.	Name					
<div><div>DB Engineering &amp; Consulting GmbH</div><div>Umwelt, Geotechnik &amp; Geodäsie</div><div>Region Süd</div><div>Landsberger Str. 318</div><div>80687 München</div><div>Tel. +49 89 130849150</div><div>Fax. +49 89 15908599</div><div>München,</div></div>						Anlage: 2	Blatt: 1	
						Auftragsnummer: U-SD00828		
							Datum	Name
						bearbeitet	11/2019	März
						gezeichnet	11/2019	Peixoto
						geprüft	11/2019	Besser
Maßstab:  1:1000	<div>Erneuerung BÜ Wolnzacher Straße</div> <div>Strecke 5383</div> <div>Wolnzach – Mainburg</div> <div>km 3,653</div> <div>Lage- und Aufschlussplan</div>					Reg.-Nr.:		
						Ausgabe vom		
							Ersatz f.	
							Ursprung	

Darstellung horizontal nicht maßstäblich

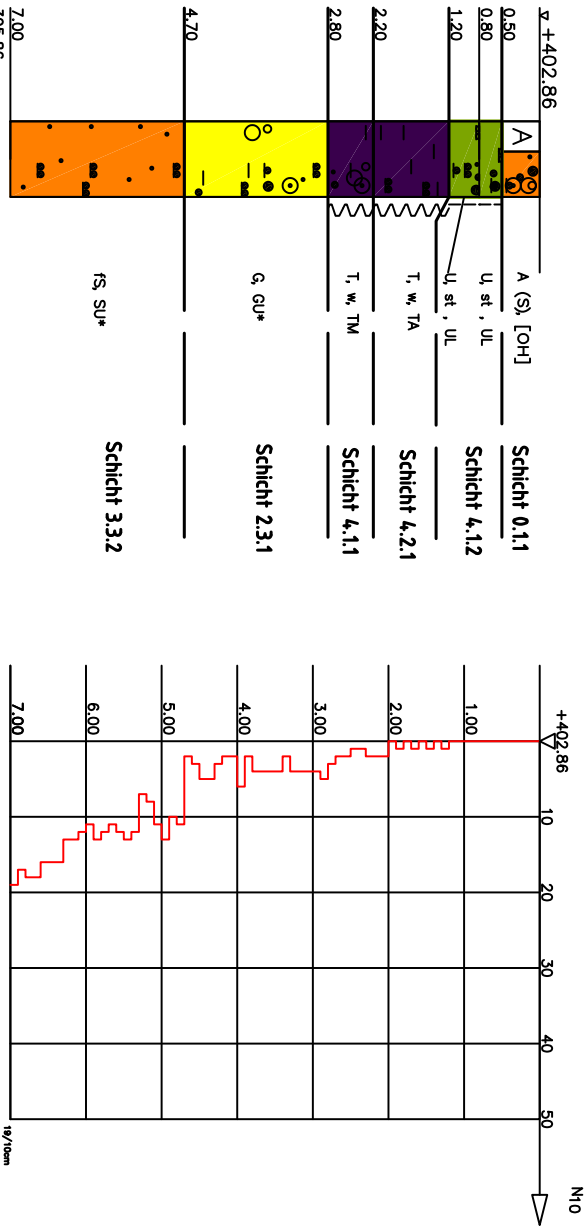
KRB W1  
4210,40  
4210,40  
4210,40  
H:536268,636  
m U.N.N.

DPH W1  
4210,40  
4210,40  
4210,40  
H:536268,636



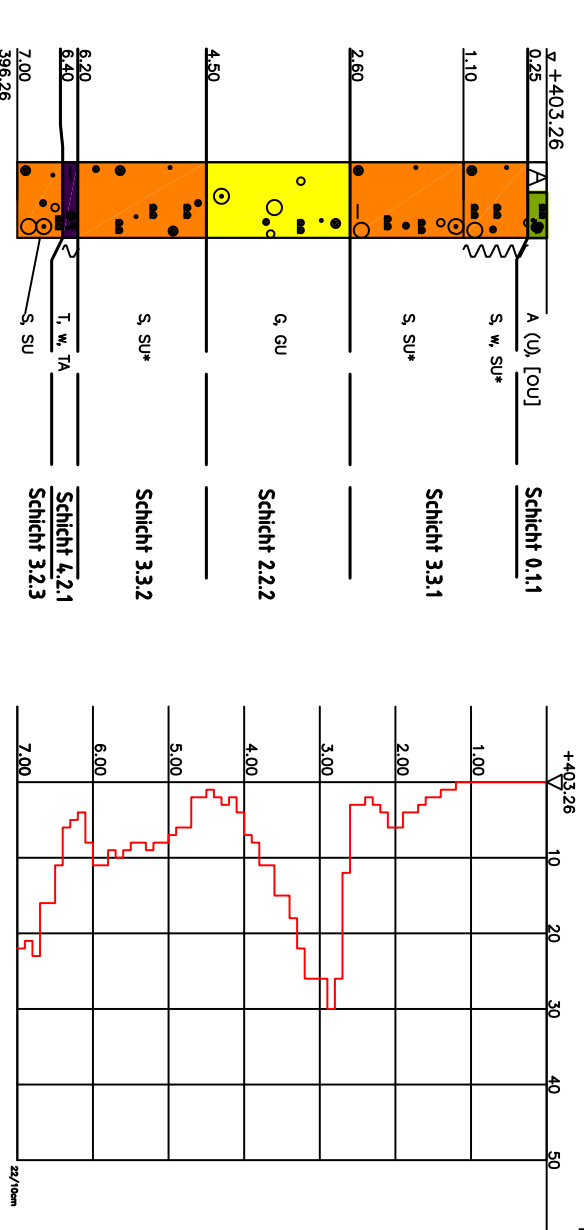
KRB W2  
4210,40  
4210,40  
4210,40  
H:536268,632

DPH W2  
4210,40  
4210,40  
4210,40  
H:536268,632



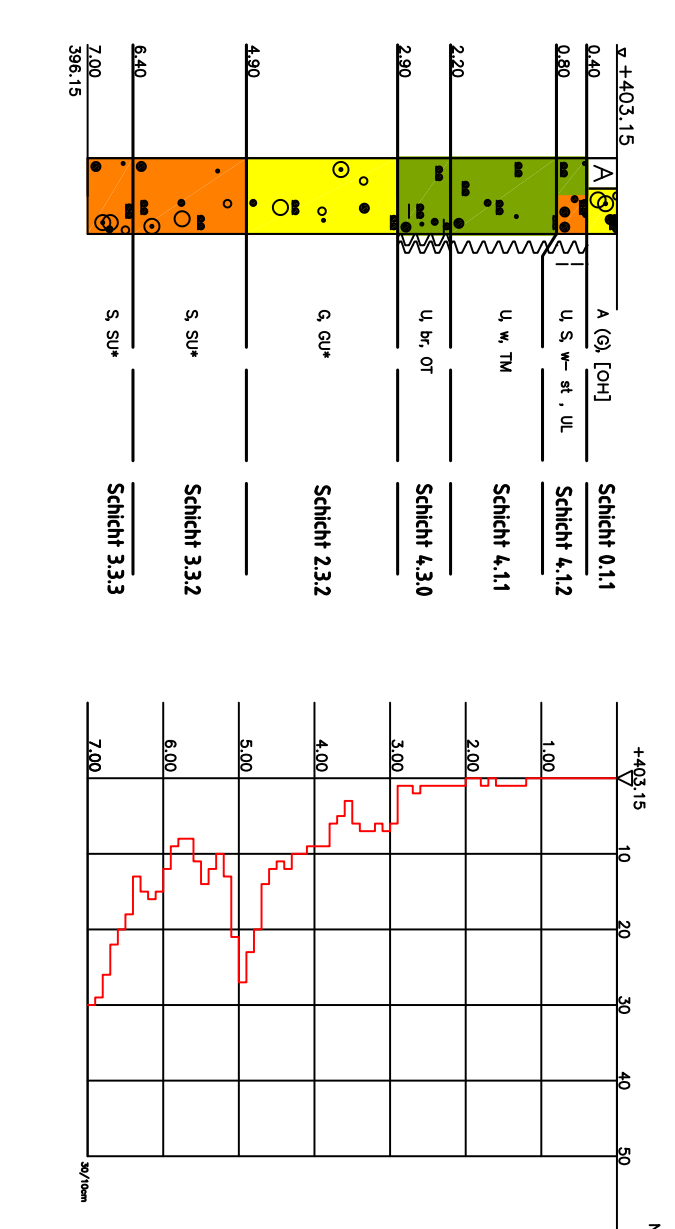
KRB W3  
4210,40  
4210,40  
4210,40  
H:536278,859

DPH W3  
4210,40  
4210,40  
4210,40  
H:536278,859



KRB W4  
4210,40  
4210,40  
4210,40  
H:536264,275

DPH W4  
4210,40  
4210,40  
4210,40  
H:536264,275



KRB W1

tiefe	BODENK
1,00	Auffüllung (Sand, stark schlingig, schwach organisch)
2,00	Auffüllung (Sand, stark schlingig, schwach lehmig, Ziegelstein)
3,80	Sand, stark schlingig, schwach lehmig, Sand, grau-braun
7,00	Feinsand, schwingig, mit SL, grau-braun

KRB W2

tiefe	BODENK
0,50	Auffüllung (Sand, stark schlingig, schwach organisch, lehmig)
0,80	Auffüllung (Sand, stark schlingig, schwach lehmig, lehmig, lehmig)
1,20	Sand, stark schlingig, schwach organisch, lehmig, lehmig, lehmig
2,20	Sand, stark schlingig, schwach organisch, lehmig, lehmig, lehmig
4,70	Feinsand, schwingig, mit SL, grau-braun
7,00	Feinsand, schwingig, mit SL, grau-braun

KRB W3

tiefe	BODENK
0,25	Auffüllung (Sand, stark schlingig, schwach organisch, lehmig)
1,10	Sand, stark schlingig, schwach lehmig, Sand, grau-braun
4,50	Sand, stark schlingig, schwach lehmig, Sand, grau-braun
6,20	Feinsand, schwingig, mit SL, grau-braun
7,00	Sand, stark lehmig, schwach schlingig, mit SL, grau

KRB W4

tiefe	BODENK
0,40	Auffüllung (Fein, stark schlingig, schwach organisch)
0,80	Schulur, Sand, stark schlingig, schwach lehmig, Sand, grau-braun
2,20	Schulur, Sand, stark schlingig, schwach lehmig, Sand, grau-braun
4,80	Sand, stark schlingig, schwach lehmig, Sand, grau-braun
7,00	Sand, stark lehmig, schwach schlingig, mit SL, grau

Maßstab: 1:100	
Erneuerung BÜ Wainzacher Straße Strecke 5383 Wainzach – Wainburg km 3,653 Bohr- und Sonderprofile	
Reg.-Nr.: _____	
Auftragsg.-Nr.: U-S000828	
Blatt: 1	
DB Engineering & Consulting GmbH Umwelt, Geotechnik & Geodäsie Region Süd Landsherner Str. 318 80687 München Tel. +49 89 15084 950 Fax +49 89 15985 959 München,	
Bearbeitet 11/2019 März	
Gezeichnet 11/2019 Pexido	
Geprüft 11/2019 Besser	
Ausgabe vom _____	
Ersatz f. _____	
Ursprung _____	



# Bestimmung des Glühverlustes

nach DIN 18128 - GL

**DB Engineering & Consulting GmbH**

Umwelt, Geotechnik & Geodäsie  
I.TPU(O)  
EUREF-Campus 4-5  
10829 Berlin  
Tel: 030 297 59530

Bauvorhaben : **BÜ's Wolnzach**  
Objekt : BÜ Wolnzachcher Straße  
Prüfungs-Nr. : 2019 / 1658 / 1659  
Reg.-Nr. :  
Auftrags-Nr. : U-SD00828

Entnahmestelle	KRB W2 Pr. 5 t=2,2-2,8m		
Boden	TM		
Bemerkung	zu ZP/1655 Entnahme : DB E&C GmbH / 19.06.2019		
Tiegel	18	29	A 3
Brutto m <sub>s</sub>	52,3033 g	61,5344 g	53,6096 g
- Tara m <sub>B</sub>	- 39,6346 g	- 47,7446 g	- 40,7267 g
Netto m <sub>s</sub>	12,6687 g	13,7898 g	12,8829 g
Brutto m <sub>s</sub>	52,3033 g	61,5344 g	53,6096 g
- Brutto nach 550°C	- 51,9163 g	- 61,1104 g	- 53,2115 g
m <sub>so</sub>	0,3870 g	0,4240 g	0,3981 g
$\frac{m_{so}}{m_s} \cdot 100$	0,3870 · 100	0,4240 · 100	0,3981 · 100
Netto m <sub>s</sub>	12,6687	13,7898	12,8829
= V <sub>gl</sub>	3,055 %	3,075 %	3,090 %
<b>Mittelwert V<sub>gl</sub></b>		<b>3,1 %</b>	

Entnahmestelle	KRB W4 Pr. 4 t=2,2-2,9m		
Boden	OT		
Bemerkung	zu ZP/1657 Entnahme : DB E&C GmbH / 19.06.2019		
Tiegel	26	31	34
Brutto m <sub>s</sub>	61,0182 g	58,8126 g	55,7809 g
- Tara m <sub>B</sub>	- 51,9315 g	- 47,0717 g	- 46,2814 g
Netto m <sub>s</sub>	9,0867 g	11,7409 g	9,4995 g
Brutto m <sub>s</sub>	61,0182 g	58,8126 g	55,7809 g
- Brutto nach 550°C	- 60,5336 g	- 58,1960 g	- 55,2806 g
m <sub>so</sub>	0,4846 g	0,6166 g	0,5003 g
$\frac{m_{so}}{m_s} \cdot 100$	0,4846 · 100	0,6166 · 100	0,5003 · 100
Netto m <sub>s</sub>	9,0867	11,7409	9,4995
= V <sub>gl</sub>	5,333 %	5,252 %	5,267 %
<b>Mittelwert V<sub>gl</sub></b>		<b>5,3 %</b>	

Berlin, 16.09.2019 Bearbeiter: Seemann geprüft:

**Bestimmung des Glühverlustes**

**Anlage 4. / Blatt**





Bestimmung der Korngrößenverteilung

**Naß-/Trockensiebung**

nach DIN EN ISO 17892-4

Prüfungs-Nr.: 2019 / 1653

Bauvorhaben: BÜ's Wolnzach

BÜ Wolnzacher Straße

Ausgeführt durch: Keil / Seemann

am: 08.08.2019

Bemerkung:

Entnahmestelle: KRB W1 Pr. 2

Entnahmetiefe: 1,0-2,0m

Bodenart:

Art der Entnahme: Kleinrammbohrung

Entnahme am: 27.06.2018

durch: DB E&C GmbH

**Siebanalyse:**

Einwaage Siebanalyse me: 570,00 g

Abgeschlammter Anteil ma: 0,00 g

Gesamtgewicht der Probe mt: 570,00 g

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	63,000	0,00	0,00	100,0
2	31,500	0,00	0,00	100,0
3	16,000	0,00	0,00	100,0
4	8,000	7,80	1,37	98,6
5	4,000	21,50	3,77	94,9
6	2,000	16,90	2,96	91,9
7	1,000	10,70	1,88	90,0
8	0,500	8,90	1,56	88,5
9	0,250	61,50	10,79	77,7
10	0,125	120,00	21,05	56,6
11	0,063	108,80	19,09	37,53
12	0,020	92,20	16,18	21,35
	Schale	121,70	21,35	0,00


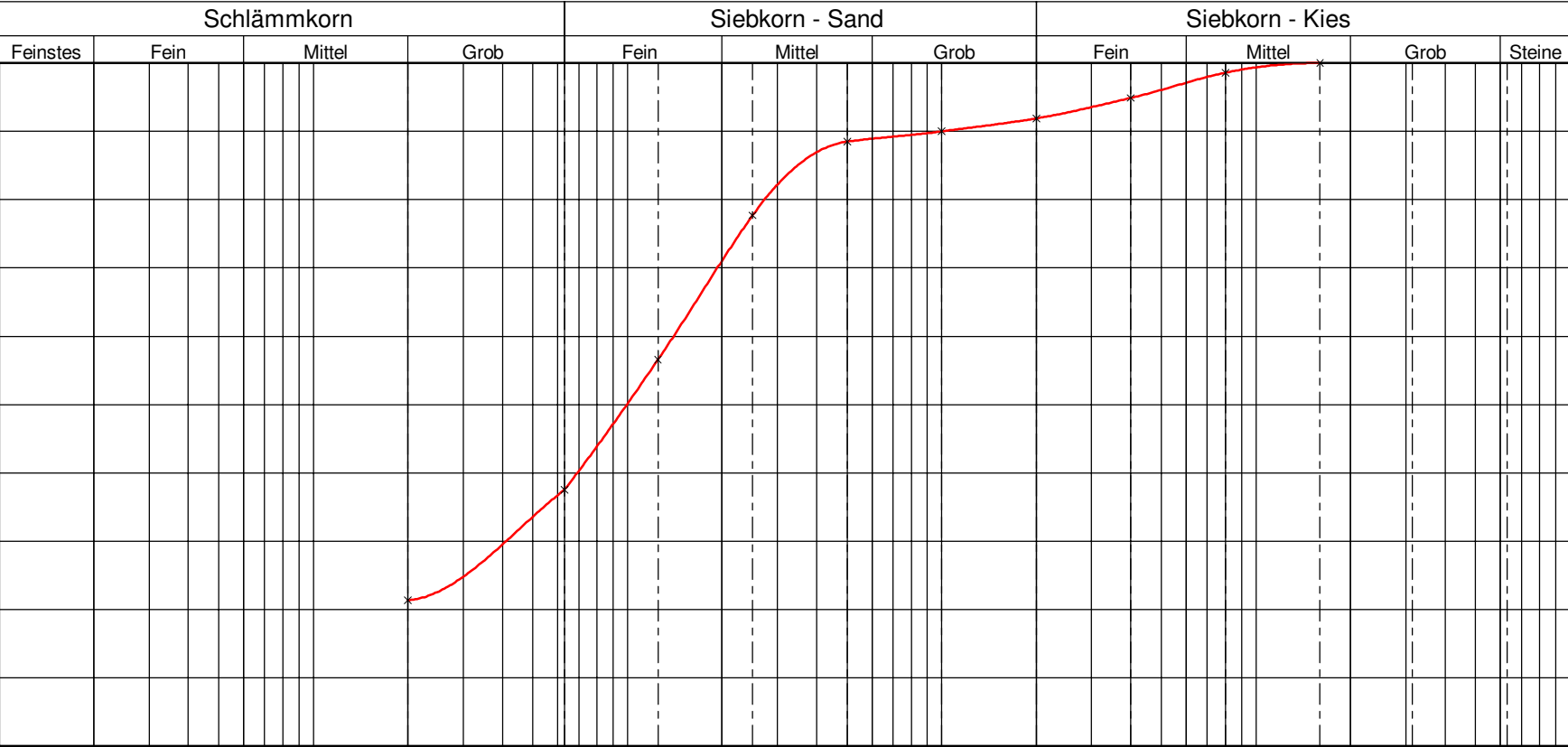
Summe aller Siebrückstände: S = 570,00 g Größtkorn [mm]: 16,00

Siebverlust: SV = me - S = 0,00 g

SV' = ( me - S ) / me \* 100 = 0,00 %

Fraktionsanteil	Prozentanteil
Ton	
Schluff	37,53
Sandkorn	54,37
Feinsand	33,56
Mittelsand	17,83
Grobsand	2,97
Kieskorn	8,10
Feinkies	5,23
Mittelkies	2,87
Grobkies	0,00
Steine	0,00

Bemerkungen:

<div>Prüfungs-Nr.: 2019 / 1653 Bauvorhaben: BÜ's Wolnzach BÜ Wolnzacher Straße Ausgeführt durch: Keil / Seemann am: 08.08.2019 Bemerkung:</div>	<div>Bestimmung der Korngrößenverteilung  Naß-/Trockensiebung  nach DIN EN ISO 17892-4</div>	<div>Entnahmestelle: KRB W1 Pr. 2  Entnahmetiefe: 1,0-2,0m Bodenart:  Art der Entnahme: Kleinrammbohrung Entnahme am: 27.06.2018 durch: DB E&amp;C GmbH</div>	<div> DB Engineering&amp;Consulting UGG</div>
<div><div><div>100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0</div><div>Massenanteile a der Körner &lt; d der Gesamtmenge [%]</div></div><div><div><div>Schlammkorn</div><div>FeinstesFeinMittelGrob</div></div><div><div>Siebkorn - Sand</div><div>FeinMittelGrob</div></div><div><div>Siebkorn - Kies</div><div>FeinMittelGrobSteine</div></div></div><div><div>0.0010.0020.0060.020.0630.20.6262060100</div><div>Korndurchmesser d [mm]</div></div></div>			
<div>Kurve Nr.:1653</div>	<div>Arbeitsweise:Nass-/Trockensiebung</div>	<div><math>C_U = d_{60}/d_{10} / C_C / \text{Median}</math></div>	<div>Bemerkungen</div>
<div>Bodengruppe (DIN 18196)</div>	<div>SU*</div>	<div>Geologische Bezeichnung</div>	
<div>kf-Wert</div>			



## Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

nach DIN 18122 - LM

Prüfungsnr.: 2019 / 1654

Bauvorhaben: BÜ's Wolnzach

BÜ Wolnzacher Straße

Ausgeführt durch: Seemann

am: 21.08.2019

Bemerkung:  $I_c = 0,63$  bezogen auf die Gesamtprobe

Entnahmestelle: KRB W2 Pr. 4

Entnahmetiefe: 1,2-2,2m

Bodenart: TA (nach DIN 18196)

$< 0,063 \text{ mm} = 72,2\%$

Art der Entnahme: Kleinrammbohrung

Entnahme am: 19.06.2019

durch: DB E&C GmbH

### Fließgrenze

### Ausrollgrenze

Behälter Nr.:					
Zahl der Schläge:	39	37	31	24	20
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]:	19,76	22,92	22,86	22,85	23,01
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]:	17,49	20,63	20,49	20,38	20,76
Behälter $m_B$ [g]:	13,80	17,03	16,84	16,71	17,51
Wasser $m - m_d = m_w$ [g]:	2,27	2,29	2,37	2,47	2,25
Trockene Probe $m_d$ [g]:	3,69	3,60	3,65	3,67	3,25
Wassergehalt $m_w / m_d \cdot 100$ [%]:	61,52	63,61	64,93	67,30	69,23
Wert übernehmen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

23,55	22,63	25,91	
22,37	21,39	24,68	
17,56	16,32	19,72	
1,18	1,24	1,23	
4,81	5,07	4,96	
24,53	24,46	24,80	

Natürlicher Wassergehalt:  $w = 40,20\%$

Größtkorn: mm

Masse des Überkorns: 1,60 g

Trockenmasse der Probe: 54,71 g

Überkornanteil:  $\bar{u} = 2,92\%$

Anteil  $\leq 0,4 \text{ mm}$ :  $m_d / m = 97,08\%$

Anteil  $\leq 0,002 \text{ mm}$ :  $m_T / m = \%$

Wassergehalt (Überkorn)  $w_{\bar{u}} = 0,00\%$

korr. Wassergehalt:  $w_K = \frac{w - w_{\bar{u}}}{1 - \bar{u}} = 41,41\%$

Fließgrenze  $w_L = 67,05\%$

Ausrollgrenze  $w_P = 24,60\%$

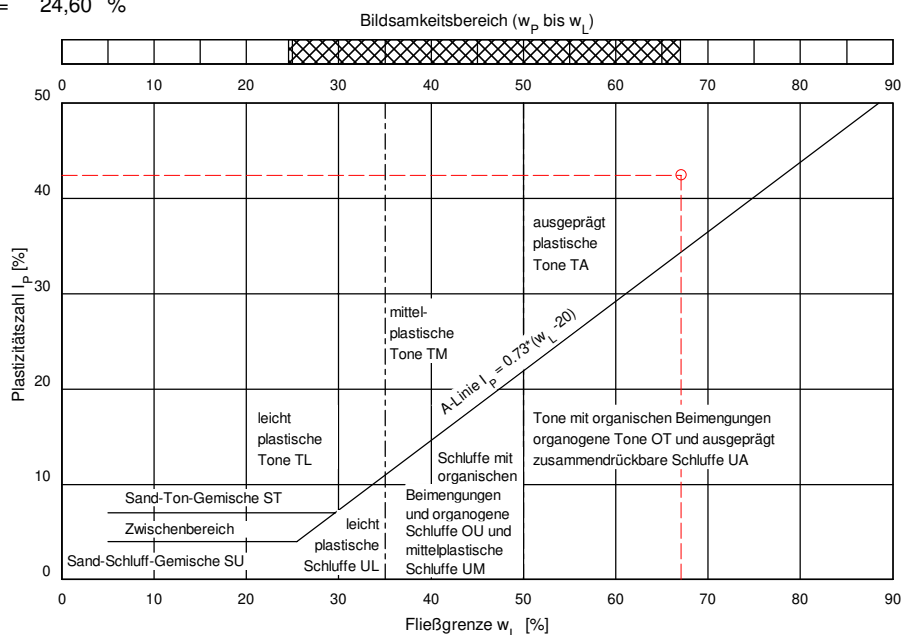
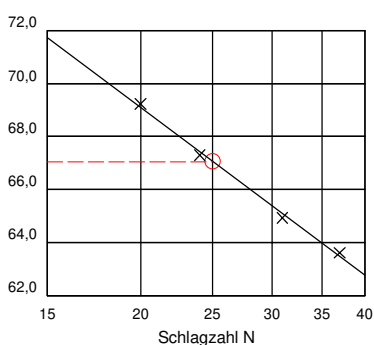
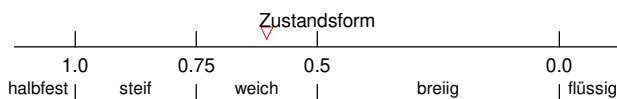
Bodengruppe = TA

Plastizitätszahl  $I_P = w_L - w_P = 42,46\%$

Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 0,60 \triangleq \text{weich}$

Liquiditätszahl  $I_L = 1 - I_C = 0,40$

Aktivitätszahl  $I_A = \frac{I_P}{m_T / m} =$



Bemerkungen:

## Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

nach DIN 18122 - LM

Prüfungsnr.: 2019 / 1655

Bauvorhaben: BÜ's Wohnzack

BÜ Wolzacher Straße

Ausgeführt durch: Seemann

am: 21.08.2019

Bemerkung:  $I_c=0,95$  bezogen auf die Gesamtprobe

vgl=3,1%

Entnahmestelle: KRB W2 Pr. 5

Entnahmetiefe: 2,2-2,8m

Bodenart: TM (nach DIN 18196)

<0,063mm=40,8%

Art der Entnahme: Kleinrammbohrung

Entnahme am: 19.06.2019

durch: DB E&C GmbH

## Fließgrenze

## Ausrollgrenze

Behälter Nr.:					
Zahl der Schläge:	15	18	24	27	33
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g]:	22,88	24,41	21,74	25,25	20,27
Trockene Probe + Behälter $m_d+m_B$ [g]:	20,74	22,49	19,76	23,26	18,50
Behälter $m_B$ [g]:	16,50	18,63	15,73	19,09	14,73
Wasser $m - m_d = m_w$ [g]:	2,14	1,92	1,98	1,99	1,77
Trockene Probe $m_d$ [g]:	4,24	3,86	4,03	4,17	3,77
Wassergehalt $m_w / m_d \cdot 100$ [%]:	50,47	49,74	49,13	47,72	46,95
Wert übernehmen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

39,34	44,12	41,76	
37,29	42,30	39,55	
29,72	35,45	31,02	
2,05	1,82	2,21	
7,57	6,85	8,53	
27,08	26,57	25,91	

Natürlicher Wassergehalt:  $w = 27,50 \%$

Bodengruppe = TM

Größtkorn: mm

Plastizitätszahl  $I_P = w_L - w_P = 21,65 \%$ 

Masse des Überkorns: 17,80 g

$$\text{Konsistenzzahl} \quad I_C = \frac{w_I - w_K}{w_I - w_P} = 0,65 \hat{=} \text{weich}$$

Trockenmasse der Probe: 90.91 g

Liquiditätszahl  $I_L = 1 - I_C = 0,35$

Überkornanteil:  $\ddot{u} = 19,58 \%$

$$I_A = \frac{I_P}{m_T / m_d} =$$

Anteil  $\leq 0.4$  mm:  $m_d / m = 80,42 \%$

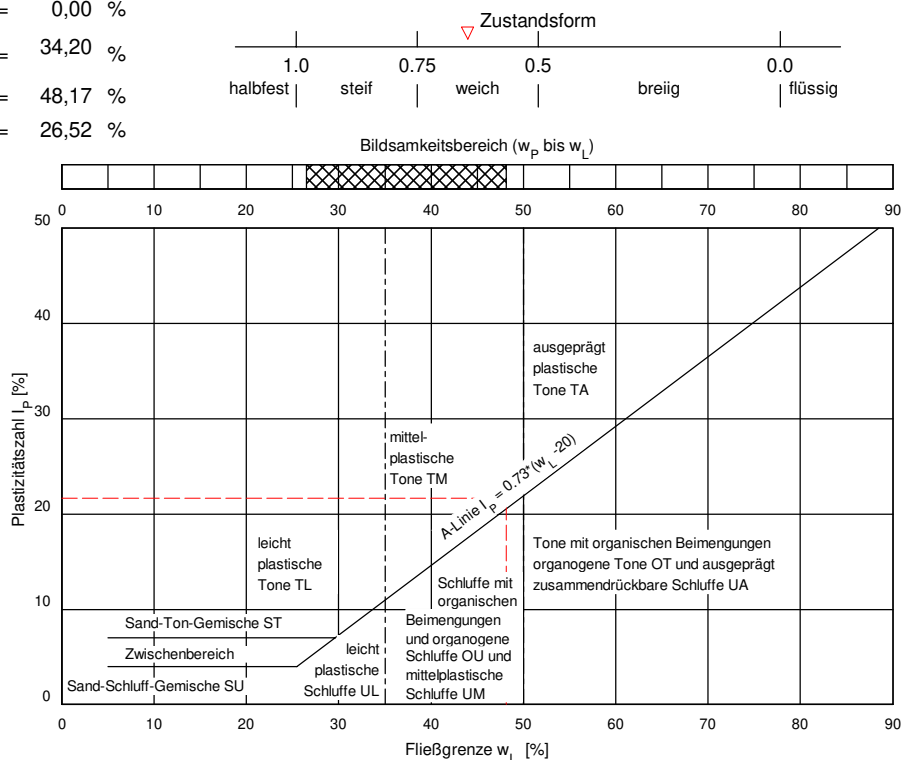
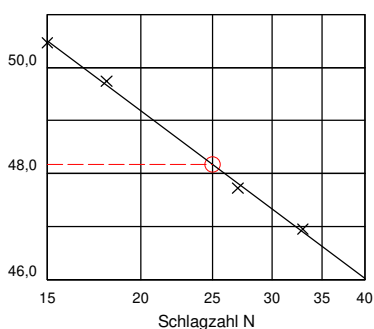
$$\text{Aktivitätszahl} \quad I_A = \frac{I_P}{m_T / m_d} =$$

Anteil  $\leq 0.002$  mm:  $m_T / m =$  %

Wassergehalt (Überkorn)  $w_{[1]} = 0,00 \%$

$$\text{korr. Wassergehalt: } w_K = \frac{w - w_{\ddot{U}}^*}{1.0 - \ddot{U}} = 34,20 \%$$
$$\text{Fließgrenze} \quad w_L = 48,17 \%$$

Ausrollgrenze  $w_p = 26,52 \%$



Bemerkungen:



## Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

nach DIN 18122 - LM

Prüfungsnr.: 2019 / 1656

Bauvorhaben: BÜ's Wolnzach

BÜ Wolnzacher Straße

Ausgeführt durch: Seemann

am: 21.08.2019

Bemerkung:  $I_c = 0,74$  bezogen auf die Gesamtprobe

Entnahmestelle: KRB W4 Pr. 3

Entnahmetiefe: 0,8-2,2m

Bodenart: TM (nach DIN 18196)

$< 0,063\text{mm} = 68,8\%$

Art der Entnahme: Kleinrammbohrung

Entnahme am: 19.06.2019

durch: DB E&C GmbH

### Fließgrenze

### Ausrollgrenze

Behälter Nr.:					
Zahl der Schläge:	39	34	27	21	17
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]:	21,97	21,80	23,64	22,38	18,68
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]:	20,27	19,97	21,70	20,48	16,94
Behälter $m_B$ [g]:	15,98	15,49	17,09	16,11	13,03
Wasser $m - m_d = m_w$ [g]:	1,70	1,83	1,94	1,90	1,74
Trockene Probe $m_d$ [g]:	4,29	4,48	4,61	4,37	3,91
Wassergehalt $m_w / m_d \cdot 100$ [%]:	39,63	40,85	42,08	43,48	44,50
Wert übernehmen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

43,23	42,25	44,85	
41,79	40,94	43,50	
35,36	35,10	37,50	
1,44	1,31	1,35	
6,43	5,84	6,00	
22,40	22,43	22,50	

Natürlicher Wassergehalt:  $w = 27,70$  %

Bodengruppe = TM

Größtkorn: mm

Plastizitätszahl  $I_P = w_L - w_P = 19,97$  %

Masse des Überkorns: 1,80 g

Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 0,71 \triangleq \text{weich}$

Trockenmasse der Probe: 87,74 g

Liquiditätszahl  $I_L = 1 - I_C = 0,29$

Überkornanteil:  $\bar{u} = 2,05$  %

Aktivitätszahl  $I_A = \frac{I_P}{m_T / m_d} =$

Anteil  $\leq 0,4$  mm:  $m_d / m = 97,95$  %

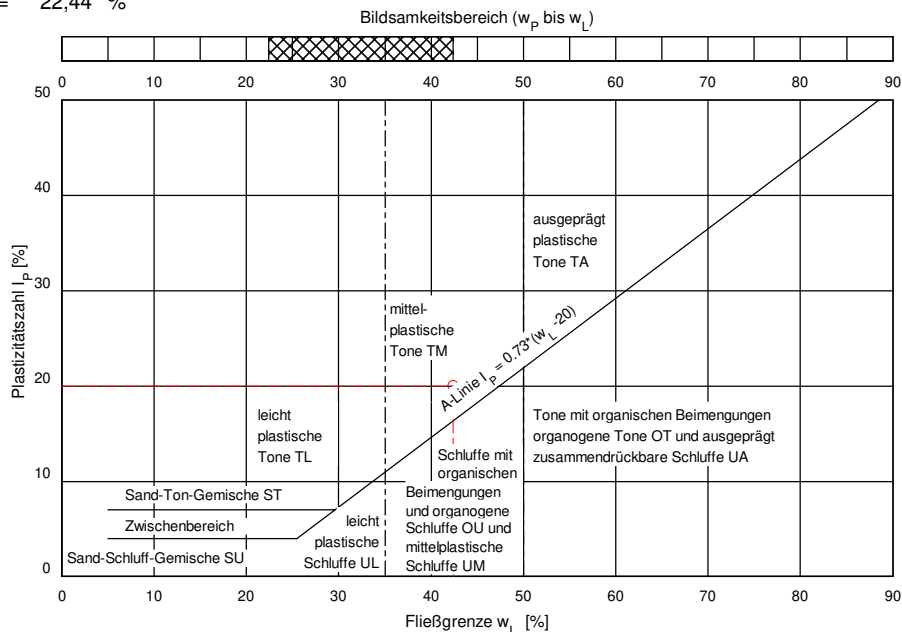
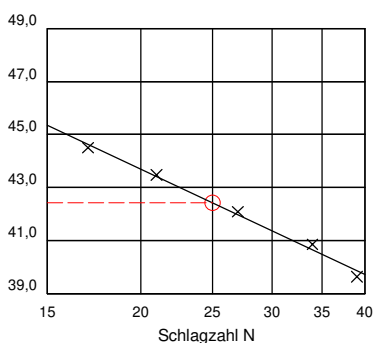
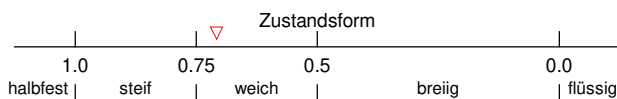
Anteil  $\leq 0,002$  mm:  $m_T / m =$  %

Wassergehalt (Überkorn)  $w_{\bar{u}} = 0,00$  %

korr. Wassergehalt:  $w_K = \frac{w - w_{\bar{u}}}{1,0 - \bar{u}} = 28,28$  %

Fließgrenze  $w_L = 42,42$  %

Ausrollgrenze  $w_P = 22,44$  %



Bemerkungen:



## Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

nach DIN 18122 - LM

Prüfungsnr.: 2019 / 1657

Bauvorhaben: BÜ's Wolnzach

BÜ Wolnzacher Straße

Ausgeführt durch: Seemann

am: 21.08.2019

Bemerkung:  $I_c=0,54$  bezogen auf die Gesamtprobe

vgl.=5,3%

Entnahmestelle: KRB W4 Pr. 4

Entnahmetiefe: 2,2-2,9m

Bodenart: OT (nach DIN 18196)

$<0,063\text{mm}=74,2\%$

Art der Entnahme: Kleinrammbohrung

Entnahme am: 19.06.2019

durch: DB E&C GmbH

### Fließgrenze

### Ausrollgrenze

Behälter Nr.:					
Zahl der Schläge:	38	30	23	20	16
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g]:	22,35	22,42	22,82	21,06	20,54
Trockene Probe + Behälter $m_d+m_B$ [g]:	20,07	19,94	20,48	18,71	18,03
Behälter $m_B$ [g]:	16,66	16,36	17,17	15,41	14,60
Wasser $m - m_d = m_w$ [g]:	2,28	2,48	2,34	2,35	2,51
Trockene Probe $m_d$ [g]:	3,41	3,58	3,31	3,30	3,43
Wassergehalt $m_w / m_d \cdot 100$ [%]:	66,86	69,27	70,69	71,21	73,18
Wert übernehmen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

35,12	37,67	31,05	
34,00	36,65	29,91	
30,01	32,96	25,84	
1,12	1,02	1,14	
3,99	3,69	4,07	
28,07	27,64	28,01	

Natürlicher Wassergehalt:  $w = 47,10$  %

Größtkorn: mm

Masse des Überkorns: 2,20 g

Trockenmasse der Probe: 43,02 g

Überkornanteil:  $\bar{u} = 5,11$  %

Anteil  $\leq 0.4$  mm:  $m_d / m = 94,89$  %

Anteil  $\leq 0.002$  mm:  $m_T / m =$  %

Wassergehalt (Überkorn)  $w_{\bar{u}} = 0,00$  %

korr. Wassergehalt:  $w_K = \frac{w - w_{\bar{u}}}{1.0 - \bar{u}} = 49,64$  %

Fließgrenze  $w_L = 69,89$  %

Ausrollgrenze  $w_P = 27,91$  %

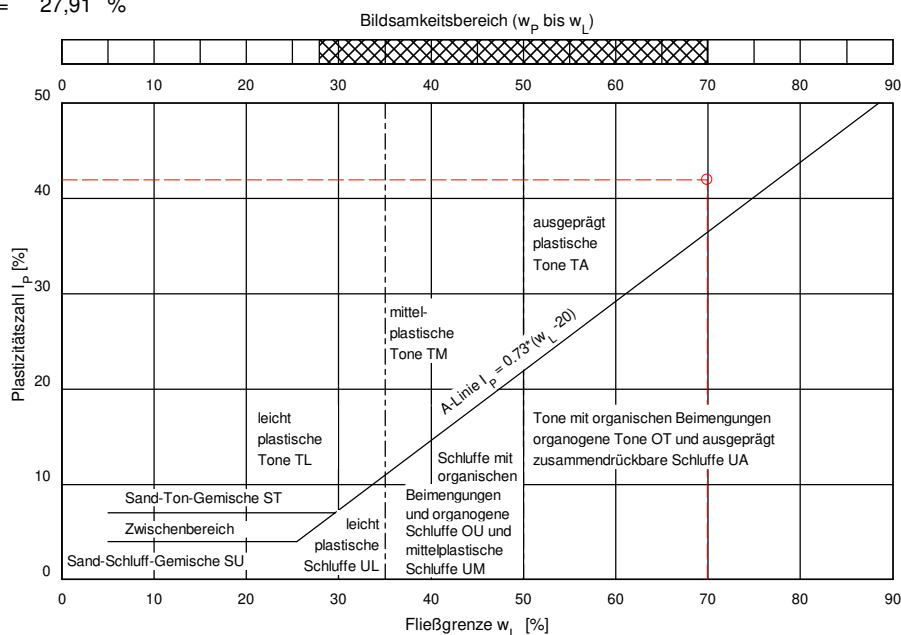
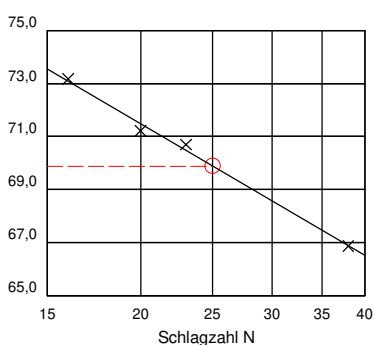
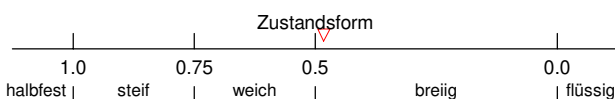
Bodengruppe = OT

Plastizitätszahl  $I_P = w_L - w_P = 41,98$  %

Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 0,48 \triangleq$  breiig

Liquiditätszahl  $I_L = 1 - I_C = 0,52$

Aktivitätszahl  $I_A = \frac{I_P}{m_T / m} =$



Bemerkungen:

SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH - Gubener Str. 39 - 86156 Augsburg

DB Engineering & Consulting GmbH  
Umwelt, Geotechnik & Geodäsie (I.TV-S-U)  
Frau Franziska März  
Landsberger Straße 318  
80687 München

## Standort Augsburg

Telefon: +49-821-56995-0  
Telefax: +49-821-56995-888  
E-Mail: [sui-augsburg@synlab.com](mailto:sui-augsburg@synlab.com)  
Internet: [www.synlab.de](http://www.synlab.de)

Seite 1 von 2

Datum: 18.09.2019

Prüfbericht Nr.: UAU-19-0124147/02-1  
Auftrag-Nr.: UAU-19-0124147  
Ihr Auftrag: vom 10.09.2019, 00R0/R0S/28717099  
Projekt: U-SD00828 - BÜ Altmann - Wolnzacher Straße  
Eingangsdatum: 10.09.2019  
Probenahme durch: AG, Fr. Reusch  
Prüfzeitraum: 10.09.2019 - 18.09.2019  
Probenart: Boden



## Probenbezeichnung: Beton&Stahl MP 2

Probe Nr.: UAU-19-0124147-02

### Original

### Untersuchung aus der zerklein. Probe (Ausnahme: LHKW, AKW aus der Originalprobe)

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Zerkleinern (Backenbrecher)	--	x	- (ULE)

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockensubstanz	%	85,9	DIN ISO 11465:1996-12 (ULE)
Wassergehalt	%	14,1	DIN ISO 11465:1996-12 (ULE)
pH-Wert	--	8,6	DIN ISO 10390:2005-12 (ULE)

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Säuregrad nach Baumann-Gully	ml/kg	14	DIN 4030-2:2008-06 (*) (ULE)
Sulfat	mg/kg	100	DIN 4030-2:2008-06 (*) (ULE)
Sulfid (S)	mg/kg	<3	DIN 4030-2:2008-06 (*) (ULE)
Chlorid	mg/kg	63	DIN 4030-2:2008-06 (*) (ULE)
Sulfid im Feststoff	mg/kg TS	<0,10	DIN 38 405-D 27:2017-10 (ULE)



**Eluat**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat	--	x	DIN 38 414-S 4:1984-10 (ULE)

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Säurekapazität bis pH 4,3 (Ks 4,3)	mmol/kg	87	in Anl. an DIN 38409-H7-2:2005-12 (ULE)
Basekapazität bis pH 7,0 (KB 7,0)	mmol/kg	-	in Anl. an DIN 38409-H7-4-1:2005-12 (ULE)
Sulfat (salzsaurer Auszug)	mmol/kg TS	4,87	DIN 50929-3:1985-09 (ULE)
Chlorid	mmol/kg TS	1,8	DIN EN ISO 10304-2:1996-11 (ULE)
Sulfat	mmol/kg TS	1,1	DIN EN ISO 10304-2:1996-11 (ULE)
Neutralsalze berechnet (mmol/kg TS)	mmol/kg TS	3,9	berechnet (ULE)

**Beurteilung**

Beurteilung Betonaggressivität DIN 4030 Teil 1:

Der Boden gilt als nicht betonangreifend.

Beurteilung Korrosionswahrscheinlichkeit DIN 50929 Teil 3:

Auf der Grundlage der untersuchten Parameter ergibt sich:

Die Bodenaggressivität: praktisch nicht aggressiv.

Die Korrosionswahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion sehr gering, für Flächenkorrosion sehr gering.

(ULE) - Verfahren durchgeführt am Standort Markkleeberg;(\*) - nicht akkreditiertes Verfahren

Sofern nicht anders dargestellt wurden die Untersuchungen am eigenen Standort durchgeführt. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH.

Der Prüfbericht wurde am 18.09.2019 um 17:24 Uhr durch Dr. Thomas Weiß (Standortleiter / Dipl.-Chem.) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.



SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH - Gubener Str. 39 - 86156 Augsburg

DB Engineering & Consulting GmbH  
Umwelt, Geotechnik & Geodäsie (I.TV-S-U)  
Frau Franziska März  
Landsberger Straße 318  
80687 München

## Standort Augsburg

Telefon: +49-821-56995-0  
Telefax: +49-821-56995-888  
E-Mail: [sui-augsburg@synlab.com](mailto:sui-augsburg@synlab.com)  
Internet: [www.synlab.de](http://www.synlab.de)

Seite 1 von 3

Datum: 18.09.2019

Prüfbericht Nr.: UAU-19-0124147/01-1  
Auftrag-Nr.: UAU-19-0124147  
Ihr Auftrag: vom 10.09.2019, 00R0/R0S/28717099  
Projekt: U-SD00828 - BÜ Altmann - Wolnzacher Straße  
Eingangsdatum: 10.09.2019  
Probenahme durch: AG, Fr. Reusch  
Prüfzeitraum: 10.09.2019 - 18.09.2019  
Probenart: Boden



**Probenbezeichnung:** EPP MP 1  
Probe Nr.: UAU-19-0124147-01

### Original

### Untersuchung aus der Fraktion <2mm (Ausnahme: LHKW, AKW aus der Originalprobe)

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Siebung < 2 mm	--	ja	DIN 18123:2016-03

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	86,2	DIN EN 14346:2007-03
EOX	mg/kg TS	<0,50	DIN 38414-S 17:2017-01
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039 (01.05) i.V. mit LAGA KW/04 (12.09):2005-01

### Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05



Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05
Pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05
Summe PAK EPA	mg/kg TS	--	DIN ISO 18287:2006-05

### Polychlorierte Biphenyle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2008-05
Summe PCB	mg/kg TS	--	DIN EN 15308:2008-05

### Metalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Königswasserauflschluss	--	ja	DIN EN 13657:2003-01
Arsen	mg/kg TS	5	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Blei	mg/kg TS	4,5	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	7,9	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Kupfer	mg/kg TS	7,6	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Nickel	mg/kg TS	6,5	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	mg/kg TS	27	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	DIN ISO 11262:2012-04

### Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat	--	ja	DIN EN 12457-4:2003-01
pH-Wert	--	8,0	DIN 38 404-C5:2009-07
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	78,2	DIN EN 27888:1993-11
Chlorid	mg/l	3	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Sulfat	mg/l	8	DIN EN ISO 10304-1:2009-07

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Cyanid, gesamt	µg/l	<5,0	DIN EN ISO 14403:2002-07
Phenol-Index	µg/l	<10	DIN EN ISO 14402 (H 37):1999-12

#### Metalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Arsen	µg/l	6,0	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Blei	µg/l	<5,0	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Cadmium	µg/l	<0,50	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Chrom (Gesamt)	µg/l	<5,0	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Kupfer	µg/l	<5,0	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Nickel	µg/l	<5,0	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Quecksilber	µg/l	<0,10	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	µg/l	<10	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09

Sofern nicht anders dargestellt wurden die Untersuchungen am eigenen Standort durchgeführt. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH.

Der Prüfbericht wurde am 18.09.2019 um 17:24 Uhr durch Dr. Thomas Weiß (Standortleiter / Dipl.-Chem.) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH - Gubener Str. 39 - 86156  
Augsburg

DB Engineering & Consulting GmbH  
Umwelt, Geotechnik & Geodäsie (I.TPU)  
Frau M.Sc. Lena Reusch  
Landsberger Straße 318  
80687 München

## Standort Augsburg

Telefon: +49-821-56995-0  
Telefax: +49-821-56995-888  
E-Mail: [sui-augsburg@synlab.com](mailto:sui-augsburg@synlab.com)  
Internet: [www.synlab.de](http://www.synlab.de)

Seite 1 von 4

Datum: 01.08.2019

Prüfbericht Nr.: UAU-19-0099451/03-1  
Auftrag-Nr.: UAU-19-0099451  
Ihr Auftrag: schriftlich vom 22.07.2019, 00R0/R0S/28717099  
Projekt: U-SD00828  
Eingangsdatum: 19.07.2019  
Probenahme durch: AG, Frau Reusch  
Probenahmedatum: 19.06.2019  
Prüfzeitraum: 22.07.2019 - 01.08.2019  
Probenart: Gleisschotter



**Probenbezeichnung:**
**BÜ Wolnzacherstraße PW3**

Probe Nr.:

UAU-19-0099451-03

**Original**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Siebung < 31,5 mm	--	ja	DIN 18123:2016-03
Feinkornanteil <31,5 mm	%	77,7	DIN 18123:2016-03

**Untersuchung aus der zerklein. Probe (Ausnahme: LHKW, AKW aus der Originalprobe)**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Zerkleinern (Backenbrecher)	--	nach Siebung	-

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Probenvorb. nach BBodSchV	--	ja	DIN ISO 11464:2006-12
Trockenmasse	%	99,8	DIN EN 14346:2007-03
Aussehen	--	Tyoisch	sensorisch
Farbe	--	grau schwarz	sensorisch
Geruch	--	mineralisch	sensorisch
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039 (01.05) i.V. mit LAGA KW/04 (12.09):2005-01

**Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN EN 15527:2008-07
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN 15527:2008-07
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN 15527:2008-07
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	DIN EN 15527:2008-07
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	DIN EN 15527:2008-07
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN 15527:2008-07
Fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN EN 15527:2008-07
Pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN EN 15527:2008-07
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN 15527:2008-07
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN 15527:2008-07
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN EN 15527:2008-07
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN EN 15527:2008-07
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,050	DIN EN 15527:2008-07
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN 15527:2008-07
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	<0,05	DIN EN 15527:2008-07
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN EN 15527:2008-07
Summe PAK EPA	mg/kg TS	--	DIN EN 15527:2008-07

**Metalle**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Königswasseraufschluss	--	ja	DIN ISO 11466:1997-06
Arsen	mg/kg TS	<3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Blei	mg/kg TS	7,4	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	19	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Kupfer	mg/kg TS	8,8	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Nickel	mg/kg TS	9,7	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	mg/kg TS	59	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02

**Eluat**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat	--	ja	DIN EN 12457-4:2003-01
Färbung	--	farblos	sensorisch
Trübung	--	klar	sensorisch
Geruch	--	ohne	sensorisch
pH-Wert	--	8,9	DIN 38 404-C5:2009-07
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	38,4	DIN EN 27888:1993-11
Phenol-Index	µg/l	<10	DIN EN ISO 14402 (H 37):1999-12

**Metalle**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Arsen	µg/l	<5,0	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Blei	µg/l	<5,0	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Cadmium	µg/l	<0,50	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Chrom (Gesamt)	µg/l	<5,0	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Kupfer	µg/l	<5,0	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Nickel	µg/l	<5,0	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Quecksilber	µg/l	<0,10	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	µg/l	<10	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
DOC	mg/l	1,6	DIN EN 1484:1997-08

**Pflanzenbehandlungsmittel (Herbizide)**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Glyphosat	µg/l	5,0	DIN 38 407-F 22:2001-10 (UST)
AMPA	µg/l	2,3	DIN 38 407-F 22:2001-10 (UST)
Atrazin	µg/l	<0,02	DIN EN ISO 11369 (F 12):1997-11 (UST), Abweichung: Detektion MS/MS
Desethylatrazin	µg/l	<0,02	DIN EN ISO 11369 (F 12):1997-11 (UST), Abweichung: Detektion MS/MS
Diuron	µg/l	<0,02	DIN EN ISO 11369 (F 12):1997-11 (UST), Abweichung: Detektion MS/MS
Hexazinon	µg/l	<0,02	DIN EN ISO 11369 (F 12):1997-11 (UST), Abweichung: Detektion MS/MS
Simazin	µg/l	<0,02	DIN EN ISO 11369 (F 12):1997-11 (UST), Abweichung: Detektion MS/MS

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Terbuthylazin	µg/l	<0,02	DIN EN ISO 11369 (F 12):1997-11 (UST), Abweichung: Detektion MS/MS
Bromacil	µg/l	<0,02	DIN EN ISO 11369 (F 12):1997-11 (UST), Abweichung: Detektion MS/MS
Ethidimuron	µg/l	<0,02	DIN EN ISO 11369 (F 12):1997-11 (UST), Abweichung: Detektion MS/MS
Dimefuron	µg/l	<0,02	DIN EN ISO 11369 (F 12):1997-11 (UST), Abweichung: Detektion MS/MS
Flumioxazin	µg/l	<0,05	DIN EN ISO 11369 (F 12):1997-11 (UST), Abweichung: Detektion MS/MS
Flazasulfuron	µg/l	0,20	DIN EN ISO 11369 (F 12):1997-11 (UST), Abweichung: Detektion MS/MS
Summe PBSM ohne Glyphosat/AMPA Gleisschotter	µg/l	0,20	DIN EN ISO 11369 (F 12):1997-11 (UST), Abweichung: Detektion MS/MS

(UST) - Fellbach

Sofern nicht anders dargestellt wurden die Untersuchungen am eigenen Standort durchgeführt. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH.

Der Prüfbericht wurde am 01.08.2019 um 13:35 Uhr durch Markus Schamel (Kundenbetreuer) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH - Gubener Str. 39 - 86156  
Augsburg

DB Engineering & Consulting GmbH  
Umwelt, Geotechnik & Geodäsie (I.TV-S-U)  
Frau Franziska März  
Landsberger Straße 318  
80687 München

## Standort Augsburg

Telefon: +49-821-56995-0  
Telefax: +49-821-56995-888  
E-Mail: [sui-augsburg@synlab.com](mailto:sui-augsburg@synlab.com)  
Internet: [www.synlab.de](http://www.synlab.de)

Seite 1 von 2

Datum: 18.09.2019

Prüfbericht Nr.: UAU-19-0124147/03-1  
Auftrag-Nr.: UAU-19-0124147  
Ihr Auftrag: vom 10.09.2019, 00R0/R0S/28717099  
Projekt: U-SD00828 - BÜ Altmann - Wolnzacher Straße  
Eingangsdatum: 10.09.2019  
Probenahme durch: AG, Fr. Reusch  
Prüfzeitraum: 10.09.2019 - 18.09.2019  
Probenart: Material





**Probenbezeichnung:** Asphalt  
Probe Nr.: UAU-19-0124147-03

**Original**

**Untersuchung aus der zerklein. Probe (Ausnahme: LHKW, AKW aus der Originalprobe)**

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Zerkleinern (Backenbrecher)	--	ja	-

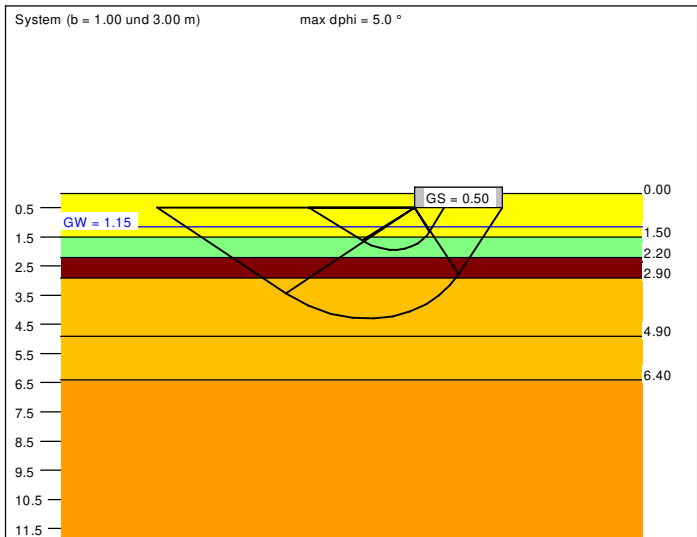
#### Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05
Fluoren	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287:2006-05
Phenanthren	mg/kg TS	0,43	DIN ISO 18287:2006-05
Anthracen	mg/kg TS	0,11	DIN ISO 18287:2006-05
Fluoranthren	mg/kg TS	0,61	DIN ISO 18287:2006-05
Pyren	mg/kg TS	0,55	DIN ISO 18287:2006-05
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,25	DIN ISO 18287:2006-05
Chrysen	mg/kg TS	0,22	DIN ISO 18287:2006-05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,34	DIN ISO 18287:2006-05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,11	DIN ISO 18287:2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,21	DIN ISO 18287:2006-05
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	0,11	DIN ISO 18287:2006-05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	0,22	DIN ISO 18287:2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,17	DIN ISO 18287:2006-05
Summe PAK EPA	mg/kg TS	3,41	DIN ISO 18287:2006-05
1-Methylnaphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05
2-Methylnaphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05
Summe Naphthaline	mg/kg TS	--	DIN ISO 18287:2006-05

Sofern nicht anders dargestellt wurden die Untersuchungen am eigenen Standort durchgeführt. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH.

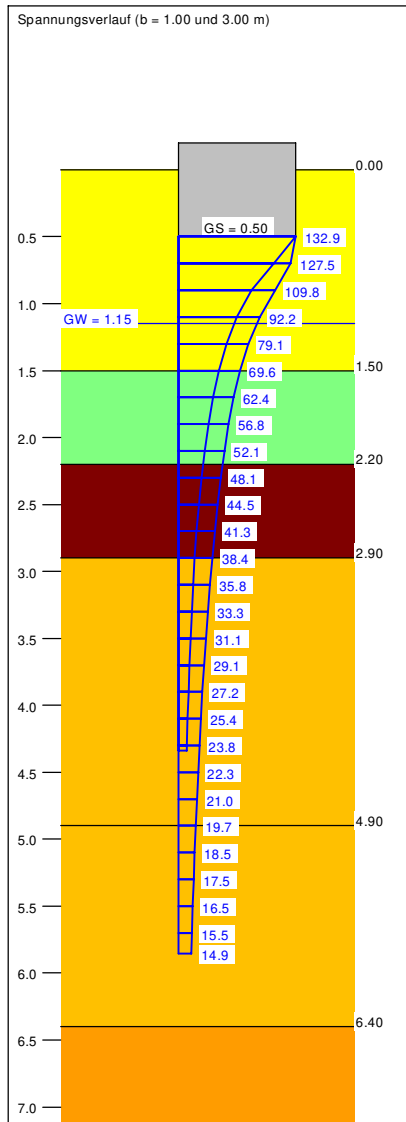
Der Prüfbericht wurde am 18.09.2019 um 17:24 Uhr durch Dr. Thomas Weiß (Standortleiter / Dipl.-Chem.) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

Boden	$\gamma$ [kN/m³]	$\gamma'$ [kN/m³]	$\phi$ [°]	c [kN/m²]	$E_s$ [MN/m²]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	21.0	11.0	35.0	0.0	80.0	0.00	Bodenaustausch, GW/GI
	18.0	8.0	22.0	5.0	5.0	0.00	4.1.1, TM, w
	16.0	8.0	18.0	3.0	1.00	0.00	4.3.0, OT, br
	20.0	10.0	30.0	2.0	50.0	0.00	2.3.2, GU*, md
	20.0	10.0	30.0	2.0	40.0	0.00	3.3.2, SU*, md
	21.0	11.0	32.0	3.0	60.0	0.00	3.3.3, SU*, d



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{EK}$ [kN/m²]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m²]	$\gamma_2$ [kN/m³]	$\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m²]	$t_g$ [m]	UK LS [m]	$k_s$ [MN/m³]
3.00	1.00	224.5	224.5	157.6	2.49 *	27.0 **	2.27	16.53	10.50	4.34	1.93	6.3
3.00	1.10	234.4	257.9	164.5	2.80 *	27.0 **	2.52	15.92	10.50	4.57	2.07	5.9
3.00	1.20	233.6	280.3	163.9	2.97 *	26.6 **	2.71	15.46	10.50	4.71	2.20	5.5
3.00	1.30	178.4	231.9	125.2	2.34 *	24.1 **	2.70	15.46	10.50	4.33	2.20	5.4
3.00	1.40	157.4	220.4	110.5	2.14 *	23.0 **	2.47	15.20	10.50	4.20	2.28	5.2
3.00	1.50	159.3	238.9	111.8	2.26 *	23.0 **	2.42	14.80	10.50	4.33	2.40	4.9
3.00	1.60	162.0	259.2	113.7	2.39 *	23.0 **	2.42	14.44	10.50	4.46	2.53	4.7
3.00	1.70	160.2	272.3	112.4	2.45 *	22.7 **	2.44	14.15	10.50	4.53	2.64	4.6
3.00	1.80	156.7	282.0	109.9	2.47 *	22.4 **	2.45	13.91	10.50	4.58	2.74	4.5
3.00	1.90	153.7	292.1	107.9	2.49 *	22.1 **	2.47	13.68	10.50	4.62	2.85	4.3
3.00	2.00	168.9	337.9	118.5	2.84 *	22.9 **	2.33	13.34	10.50	4.90	3.03	4.2
3.00	2.10	171.8	360.8	120.6	2.96 *	23.0 **	2.28	13.14	10.50	5.02	3.16	4.1
3.00	2.20	173.4	381.4	121.7	3.06 *	23.0 **	2.25	12.98	10.50	5.11	3.29	4.0
3.00	2.30	175.5	403.6	123.2	3.17 *	23.0 **	2.23	12.83	10.50	5.22	3.42	3.9
3.00	2.40	177.6	426.3	124.6	3.27 *	23.0 **	2.22	12.70	10.50	5.32	3.54	3.8
3.00	2.50	179.4	448.6	125.9	3.37 *	23.0 **	2.20	12.58	10.50	5.41	3.67	3.7
3.00	2.60	181.7	472.3	127.5	3.48 *	23.0 **	2.19	12.47	10.50	5.50	3.80	3.7
3.00	2.70	183.3	495.0	128.6	3.57 *	23.0 **	2.19	12.38	10.50	5.59	3.92	3.6
3.00	2.80	185.4	519.1	130.1	3.67 *	23.0 **	2.18	12.28	10.50	5.68	4.05	3.5
3.00	2.90	187.4	543.5	131.5	3.76 *	23.0 **	2.17	12.20	10.50	5.77	4.18	3.5
3.00	3.00	189.4	568.1	132.9	3.86 *	23.0 **	2.17	12.12	10.50	5.86	4.30	3.4

\* Vorbelastung = 10.0 kN/m²  
 \*\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert  
 $\sigma_{EK} = \sigma_{BIL} / (\gamma_{R,V} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{BIL} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{BIL} / 1.99$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

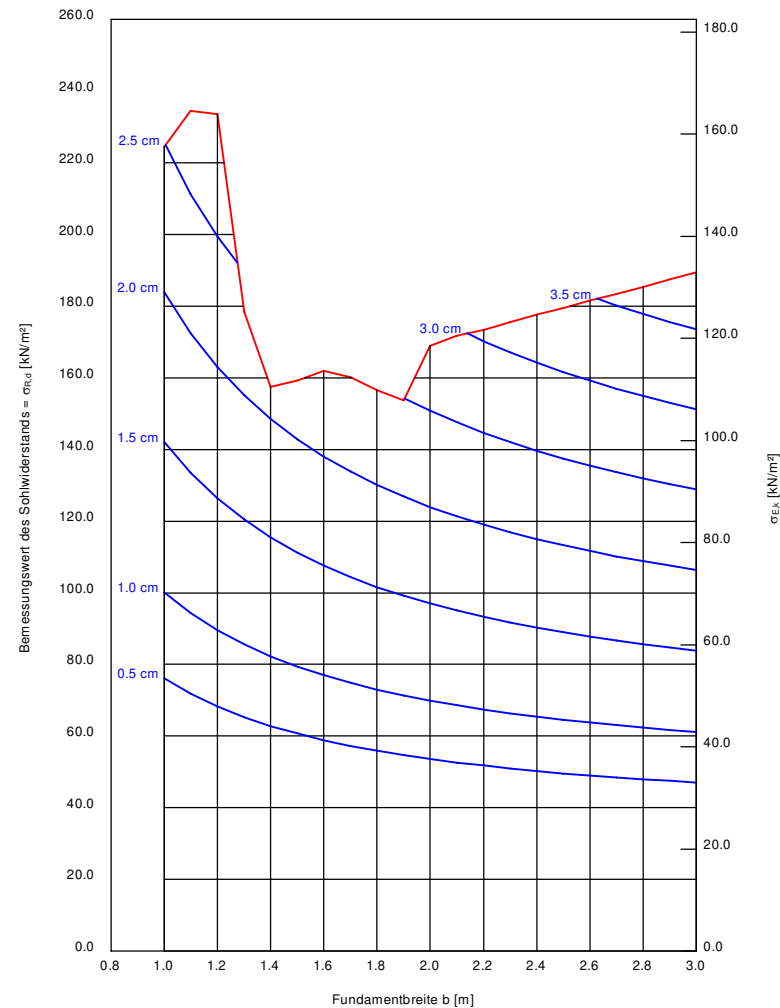


Berechnungsgrundlagen:  
 Str. 5383, km 3,653, KRB/DPH S4  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 3.00 m)

Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 Gründungssohle = 0.50 m  
 Grundwasser = 1.15 m  
 Vorbelastung = 10.0 kN/m²  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

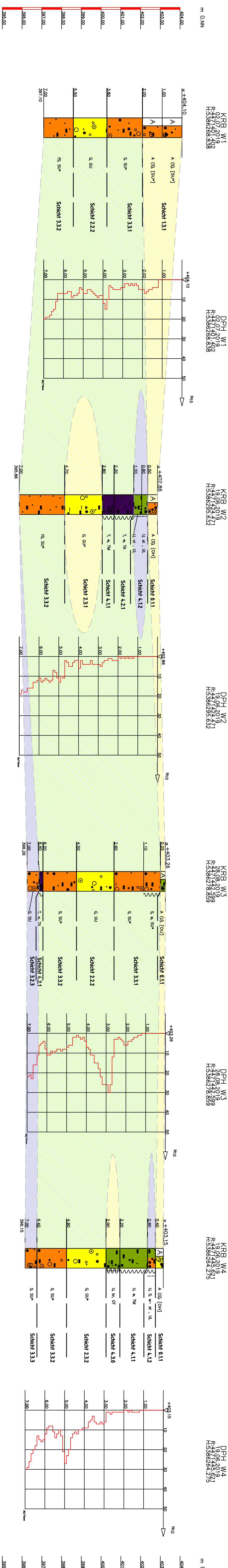
$\gamma_{R,V} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$

— Sohldruck  
 — Setzungen



### Legende Homogenbereich

- 



KRB w1	
BODENART	
1.00	Aufluffung (Sand, schluffig, schwach leinig, schwach organisch)
2.00	Aufluffung (Sand, stark schluffig, schwach leinig, Ziegelerde)
3.80	Sand, schluffig, schwach leinig, feinst. Si <sup>4+</sup> -grau-braun
5.50	Sand, schluffig, schwach schluffig, nass. ÖL-grau-braun
7.00	Feinstsand, schluffig, nass. Si <sup>4+</sup> -braun-grau

IFRE	BOBDAKT	KRB W2
0,50		aufliegend (Zand, schlauch schlingend, zwischen organisch, kiesel)
0,80		Schluff, zwischen organisch, schlauch, faulend, bis faulend, steil
1,20		IL, braun
2,20		aufliegend, schwach, zwischen organisch, faulend, IL, braun
2,80		Ton, schlingend, schwach, weich, IL, braun
4,70		Ton, sandig, zwischen faulend, weich, IM, dunkelbraun
		faulend, schwach, zwischen organisch, faulend, IM, dunkelbraun
		faulend, schwach, schlingend, Ton, zwischen organisch, nass, grau
		Faulend, schlingend, nass, grau, grau-braun

KRB W3	
TEFTE	BOESNAR
0,25	Aurfling (Schiff, Oberboden) sand, schwach, keisig, schwach
1,10	opagnen), schwach, feucht, bis feucht, (OU) dunkelbraun
2,50	Sand stark schlingend, schwach, keisig, feucht, bis Su, braun
4,50	Sand stark schlingend, tonig, schwach, keisig, feucht, Su*, dunkelgrau
6,50	Keis, stark, sandig, schwach, schlingend, braun, grau
7,50	Sand, schwach, sandig, feucht, weich, T, braun
8,50	Sand, stark, keisig, schwach, schlingend, braun, grau

KRB W4	
TIERE	BOCKENART
0,40	Aufliegen (Kies, stark sonnig, schiffing schwach)
0,80	Schwimm (Kies, stark sonnig, schiffing schwach)
1,20	Schwim, Sand zwischen sonnig, schiffing schwach, fauch
2,50	Schwim, Sand, Ull, braun
4,00	Schwim, Sand, Ull, braun
4,50	Schwim, Sand, Ull, braun
5,00	Schwim, Sand, Ull, braun
7,00	Schwim, Sand, Ull, braun

[illegible]

Maßstab: 1:100  
Erneuerung Bü Wolzacher Straße  
Strecke 5383 Wolnzach - Mainburg

**Bohr- und Sondierprofile**  
Homogenbereiche - Ramm-, Rüttel- und Pressarbei

Reg.-Nr.:	
Ausgabe vom	
Ersatz f.	
Ursprung	

# Gewerk Erdarbeiten gemäß DIN 18300, geotechnische Kategorie 2 (ERD2)

Tabelle 1: Homogenbereich ERD2 A

ERD2 A		Laborversuche					Erfahrungswerte	
		von	bis	Mittelwert	Standardabweichung	Anzahl Versuche	von	bis
Korngrößenverteilung	T/U [%]	35,7	37,5	--	--	2	5	98
	S [%]	33,6	54,4	--	--	2	2	95
	G [%]	8,1	30,7	--	--	2	2	95
Massenanteil an Steinen	X [%]	--	--	--	--	--	0	10
Massenanteil Blöcke	Y [%]	--	--	--	--	--	0	5
Masseanteil große Blöcke	Z [%]	--	--	--	--	--	0	2
Feuchtdichte (DIN EN ISO 17892-2 / DIN 18125-2)	r [t/m³]	--	--	--	--	--	1,7	2,0
undräßierte Scherfestigkeit (DIN 4094-4 oder DIN 18136 oder DIN 18137-2)	cu [kN/m²]	--	--	--	--	--	2	200
Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1)	wN [%]	27,5	47,1	35,6	8,4	4	5	35
Plastizitätszahl (DIN 18122-1)	IP [%]	20,0	42,5	31,5	10,7	4	0	45
Konsistenzzahl (DIN 18122-1)	IC [-]	0,48	0,71	0,61	0,08	4	0,00	1,00
Konsistenz (DIN EN ISO 14688-1)	[-]	--	--	--	--	--	breiig	steif
bez. Lagerungsdichte: (DIN EN ISO 14688-2)	[-]	--	--	--	--	--	locker	mitteldicht
	ID [%]	--	--	--	--	--	15	65
Organischer Anteil (DIN 18128)	Vgl [%]	--	--	--	--	--	0	20
ortsübliche Bezeichnung	Kies, Sand, Schluff, Ton							
Schichten lt. Baugrundmodell:	0.1.1, 0.1.2, 1.3.1, 2.2.2, 2.3.1, 2.3.2, 3.3.1, 3.3.2, 4.1.1, 4.1.2, 4.2.1, 4.3.0							
Bodengruppen	[OH], [OU], [SU*], GU, GU*, TM, UL, TA, OT							

Tabelle 2: Homogenbereich ERD2 B

ERD2 B		Laborversuche					Erfahrungswerte	
		von	bis	Mittelwert	Standardabweichung	Anzahl Versuche	von	bis
Korngrößenverteilung	T/U [%]	--	--	--	--	--	5	40
	S [%]	--	--	--	--	--	5	95
	G [%]	--	--	--	--	--	2	40
Massenanteil an Steinen	X [%]	--	--	--	--	--	0	10
Massenanteil Blöcke	Y [%]	--	--	--	--	--	0	0
Masseanteil große Blöcke	Z [%]	--	--	--	--	--	0	2
Feuchtdichte (DIN EN ISO 17892-2 / DIN 18125-2)	r [t/m³]	--	--	--	--	--	1,8	2,1
undräßierte Scherfestigkeit (DIN 4094-4 oder DIN 18136 oder DIN 18137-2)	cu [kN/m²]	--	--	--	--	--	--	--
Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1)	wN [%]	--	--	--	--	--	5	35
Plastizitätszahl (DIN 18122-1)	IP [%]	--	--	--	--	--	--	--
Konsistenzzahl (DIN 18122-1)	IC [-]	--	--	--	--	--	--	--
Konsistenz (DIN EN ISO 14688-1)	[-]	--	--	--	--	--	--	--
bez. Lagerungsdichte: (DIN EN ISO 14688-2)	[-]	--	--	--	--	--	mitteldicht	dicht
	ID [%]	--	--	--	--	--	35	85
Organischer Anteil (DIN 18128)	Vgl [%]	--	--	--	--	--	0	3
ortsübliche Bezeichnung		Sand						
Schichten lt. Baugrundmodell:		3.2.3, 3.3.3						
Bodengruppen		SU, SU*						

Tabelle 3: Homogenbereich RAM A

RAM A		Laborversuche					Erfahrungswerte	
		von	bis	Mittelwert	Standardabweichung	Anzahl Versuche	von	bis
Korngrößenverteilung	T/U [%]	37,5	37,5	--	--	1	15	96
	S [%]	54,4	54,4	--	--	1	2	85
	G [%]	8,1	8,1	--	--	1	2	85
Massenanteil an Steinen	X [%]	--	--	--	--	--	0	10
Massenanteil Blöcke	Y [%]	--	--	--	--	--	0	5
Masseanteil große Blöcke	Z [%]	--	--	--	--	--	0	2
Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1)	wN [%]	47,1	47,1	--	--	1	5	35
Plastizitätszahl (DIN 18122-1)	IP [%]	42,0	42,0	--	--	1	0	30
Konsistenzzahl (DIN 18122-1)	IC [-]	0,48	0,48	--	--	1	0,00	0,50
Konsistenz (DIN EN ISO 14688-1)	[-]	--	--	--	--	--	breiig	weich
bez. Lagerungsdichte: (DIN EN ISO 14688-2)	[-]	--	--	--	--	--	locker	mitteldicht
	ID [%]	--	--	--	--	--	15	35
ortsübliche Bezeichnung		Kies, Sand, Schluff, Ton						
Schichten lt. Baugrundmodell:		0.1.1, 0.1.2, 1.3.1, 2.3.1, 4.3.0						
Bodengruppen		[OH], [OU], [SU*], GU*, OT						

Tabelle 4: Homogenbereich RAM B

RAM B		Laborversuche					Erfahrungswerte	
		von	bis	Mittelwert	Standardabweichung	Anzahl Versuche	von	bis
Korngrößenverteilung	T/U [%]	35,7	35,7	--	--	1	5	98
	S [%]	33,6	33,6	--	--	1	2	85
	G [%]	30,7	30,7	--	--	1	2	95
Massenanteil an Steinen	X [%]	--	--	--	--	--	0	10
Massenanteil Blöcke	Y [%]	--	--	--	--	--	0	5
Masseanteil große Blöcke	Z [%]	--	--	--	--	--	0	2
Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1)	wN [%]	27,5	40,2	31,8	--	3	5	35
Plastizitätszahl (DIN 18122-1)	IP [%]	20,0	42,5	28,0	--	3	15	45
Konsistenzzahl (DIN 18122-1)	IC [-]	0,60	0,71	0,65	--	3	0,50	1,00
Konsistenz (DIN EN ISO 14688-1)	[-]	--	--	--	--	--	weich	steif
bez. Lagerungsdichte: (DIN EN ISO 14688-2)	[-]	--	--	--	--	--	locker	mitteldicht
	ID [%]	--	--	--	--	--	15	65
ortsübliche Bezeichnung		Kies, Sand, Ton						
Schichten lt. Baugrundmodell:		2.2.2, 2.3.2, 3.3.1, 3.3.2, 4.1.1, 4.2.1						
Bodengruppen		GU, GU*, SU*, TM, TA						

Tabelle 5: Homogenbereich RAM C

RAM C		Laborversuche					Erfahrungswerte	
		von	bis	Mittelwert	Standardabweichung	Anzahl Versuche	von	bis
Korngrößenverteilung	T/U [%]	--	--	--	--	--	5	98
	S [%]	--	--	--	--	--	2	95
	G [%]	--	--	--	--	--	2	40
Massenanteil an Steinen	X [%]	--	--	--	--	--	0	10
Massenanteil Blöcke	Y [%]	--	--	--	--	--	0	5
Masseanteil große Blöcke	Z [%]	--	--	--	--	--	0	2
Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1)	wN [%]	--	--	--	--	--	5	35
Plastizitätszahl (DIN 18122-1)	IP [%]	--	--	--	--	--	0	12
Konsistenzzahl (DIN 18122-1)	IC [-]	--	--	--	--	--	0,75	1,25
Konsistenz (DIN EN ISO 14688-1)	[-]	--	--	--	--	--	steif	halbfest
bez. Lagerungsdichte: (DIN EN ISO 14688-2)	[-]	--	--	--	--	--	mitteldicht	dicht
	ID [%]	--	--	--	--	--	35	85
ortsübliche Bezeichnung		Sand, Schluff						
Schichten lt. Baugrundmodell:		3.2.3, 3.3.3, 4.1.2						
Bodengruppen		SU, SU*, UL						



**Darstellung der Laborergebnisse**

Aufschl.-Nr	Tiefe von GOK [m]	Tiefe bis [m]	Schicht-Nr	Probenart (g: gestört / u: ungestört)	Korngrößenverteilung nach DIN 18123 mit Körnungsbändern			Ungleichförmigkeitsgrad	Krümmungszahl	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	Fließgrenze	Ausrollgrenze	Plastizitätszahl DIN 18122-1	Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	kf-Wert nach Bias	Organischer Anteil nach DIN 18128	Bodengruppe nach DIN 18196
					T/U [%]	S [%]	G/X [%]											
				[-]				U [-]	Cc [-]	w <sub>N</sub> [%]	w <sub>L</sub> [-]	w <sub>P</sub> [%]	I <sub>p</sub> [%]	I <sub>c</sub> [-]	[-]	[m/s]	V <sub>gl</sub> [%]	[-]
KRB W2 Pr. 4	1,20	2,20	4.2.1	g						40,20	67,05	24,6	42,46	0,60				TA
KRB W2 Pr. 5	2,20	2,80	4.2.1	g						27,500	48,17	26,52	21,65	0,65				TM
KRB W4 Pr. 3	0,80	2,20	4.1.1	g						27,700	42,42	22,44	19,97	0,71				TM
KRB W4 Pr. 4	2,20	2,90	4.3.0	g						47,100	69,89	27,91	41,98	0,48				OT
KRB W1 Pr. 2	1,00	2,00	1.3.1	g	37,53	54,37	8,10											SU*
KRB W3 Pr. 2	0,25	1,10	3.3.1	g	35,67	33,63	30,69									6,800 * 10 <sup>-7</sup>		SU*

Aufgestellt durch:

M. Sc. Geogr. F. März



Legende Homogenbereiche:

- Homogenbereich A
- Homogenbereich B

KRB W1  
02.07.2019  
R:43443.9  
H:5366278.838  
m U.N.N.

DPH W1  
02.07.2019  
R:43443.9  
H:5366278.838

KRB W2  
19.06.2019  
R:43443.9  
H:5366278.632

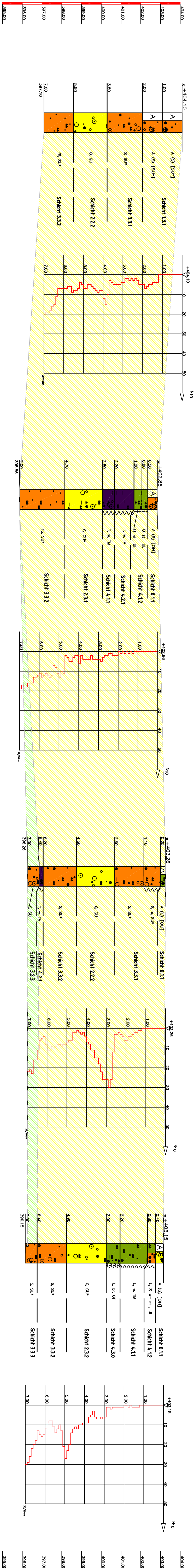
DPH W2  
19.06.2019  
R:43443.9  
H:5366278.632

KRB W3  
19.06.2019  
R:43443.9  
H:5366278.859

DPH W3  
19.06.2019  
R:43443.9  
H:5366278.859

KRB W4  
19.06.2019  
R:43443.9  
H:5366278.275

DPH W4  
19.06.2019  
R:43443.9  
H:5366278.275



KRB W1	
BOCKWART	
TIERE	
1.00	Auffüllung (Sand, schluffig, schwach lehmig, schwach organisch)
2.00	Auffüllung (Sand, stark schluffig, schwach lehmig, Ziegelbruch)
3.80	Sand, stark schluffig, schwach lehmig, grau-braun
5.00	Sand, stark schluffig, schwach lehmig, grau-braun
7.00	Sand, stark schluffig, schwach lehmig, grau-braun

KRB W2	
BOCKWART	
TIERE	
0.50	Auffüllung (Sand, schluffig, schwach lehmig)
0.80	Schluff, Sand, schluffig, schwach lehmig, grau-braun
1.20	Schluff, Sand, schluffig, schwach lehmig, grau-braun
2.20	Schluff, Sand, schluffig, schwach lehmig, grau-braun
4.70	Schluff, Sand, schluffig, schwach lehmig, grau-braun
7.00	Schluff, Sand, schluffig, schwach lehmig, grau-braun

KRB W3	
BOCKWART	
TIERE	
0.25	Auffüllung (Schluff, Sand, schluffig, schwach lehmig)
1.10	Schluff, Sand, schluffig, schwach lehmig, grau-braun
4.50	Schluff, Sand, schluffig, schwach lehmig, grau-braun
6.20	Schluff, Sand, schluffig, schwach lehmig, grau-braun
7.00	Schluff, Sand, schluffig, schwach lehmig, grau-braun

KRB W4	
BOCKWART	
TIERE	
0.40	Auffüllung (Fein, stark schluffig, schwach lehmig)
0.80	Schluff, Sand, schluffig, schwach lehmig, grau-braun
2.20	Schluff, Sand, schluffig, schwach lehmig, grau-braun
4.80	Schluff, Sand, schluffig, schwach lehmig, grau-braun
7.00	Schluff, Sand, schluffig, schwach lehmig, grau-braun

DB Engineering & Consulting GmbH	
Umwelt, Geotechnik & Geodäsie	
Region Süd	
Landsherner Str. 318	
80687 München	
Tel. +49 89 15084 950	
Fax +49 89 15085 959	
München	
Reg.-Nr.: 1	
Auftragsnummer: U-S000828	
Datum: 11/2019	
Name: März	
gezeichnet: 11/2019	
geprüft: Besser	
Ausgabe vom: 11/2019	
Ersatz f.:	
Ursprung:	

Maßstab: 1:100

Erneuerung BÜ Woinzacher Straße  
Strecke 5383 Woinzach - Mainburg  
km 3.653  
Bohr- und Sonderprofile  
Homogenbereiche - Erdarbeiten





Abbildung 1: KRB / DPH W1



Abbildung 2: KRB / DPH W2





Abbildung 3: KRB / DPH W3



Abbildung 4: KRB / DPH W4