

Vorhaben:

*Bf Bruchköbel, Modernisierung und barrierefreier Ausbau der Verkehrsstation  
Km 21,6+61 bis 21,8+89, Strecke 3742 Friedberg - Hanau*



## **Unterlage 13 - Geotechnischer Bericht**

Unterlage	Bezeichnung
13	Geotechnischer Bericht


Vorhaben:

Bf Bruchköbel, Modernisierung und barrierefreier Ausbau der Verkehrsstation  
Km 21,6+61 bis 21,8+89, Strecke 3742 Friedberg – Hanau



Unterlage 13

## Geotechnischer Bericht

<p>Vorhabenträger:</p> <p> <b>Station&amp;Service AG</b></p> <p>DB Station&amp;Service AG Regionalbereich Mitte Weilburger Straße 22 60326 Frankfurt am Main</p> <p><b>20. April 2018</b> <i>i.v. F. Rad</i></p> <p>Datum                      Unterschrift</p>	<p>Vorhabenträger (Projektleiter):</p> <p> <b>Station&amp;Service AG</b></p> <p>DB Station&amp;Service AG Regionalbereich Mitte Weilburger Straße 22 60326 Frankfurt am Main</p> <p><b>20. April 2018</b> <i>i.A. L. Stees</i></p> <p>Datum                      Unterschrift</p>
<p>Vertreter des Vorhabenträgers:</p> <p>Name Adresse</p> <p>Datum                      Unterschrift</p>	<p>Verfasser:</p> <p><b>BPR</b> Dr. Schäpertöns Consult BPR Dr. Schäpertöns Consult GmbH &amp; Co. KG Stresemannallee 30 60596 Frankfurt am Main</p> <p><b>17.04.2018</b> <i>i.A. C. K.</i></p> <p>Datum                      Unterschrift</p>
<p>Genehmigungsvermerk Eisenbahn-Bundesamt</p>	

Planungsstand: 12.04.2018





**Vorstandsressort Wirtschaft,  
Recht und Regulierung  
Umweltservice (CUS)  
Brandenburg-Kirchmöser**



Die Akkreditierungen gelten für die in den Urkundenanlagen aufgeführten Prüf- bzw. Inspektionsverfahren. Die Urkundenanlagen mit den akkreditierten Verfahren sind unter [www.dakks.de](http://www.dakks.de) einsehbar.

## Prüfbericht Nr. 16B01755

Vorgangsbezeichnung: Umbau Bf Bruchköbel (IBES 16.200.1)

Vorgangsnr. CUS: 1601222

Auftraggeber: DB Station & Service AG  
RB Mitte  
I.SV-MI-I(2)  
Weilburger Straße 22  
60326 Frankfurt am Main

Probenehmer: IBES Neustadt  
Probenahme außerhalb des o. g. Akkreditierungsbereiches

Prüfungszeitraum: 09.05.2016-20.05.2016

Anzahl der Seiten: 5

Berichtersteller: Uta Thon

Brandenburg-Kirchmöser, 20.05.2016

  
**Birgit Henkel**  
Leiterin Umweltlabor (CUS 2)

*Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht genannten Gegenstände.  
Dieser Bericht darf ohne schriftliche Genehmigung durch den Umweltservice (CUS) nicht auszugsweise veröffentlicht werden.*

Bahn Technikering 70  
14774 Brandenburg - Kirchmöser  
Telefon: (03381) 812 305  
Fax: (03381) 812 408

Deutsche Bahn AG  
Sitz Berlin  
Registriergesellschaft  
Berlin - Charlottenburg  
HRB-Nr. 50 000  
Ust-IdNr.: DE 811569869

Vorsitzender  
des Aufsichtsrates  
Prof. Dr. Utz-Hellmuth F elcht

Vorstand:  
Dr. Rüdiger Grube,  
Vorsitzender

Berthold Huber  
Dr.-Ing. Volker Kefer  
Dr. Richard Lutz  
Ronald Pofalla  
Ulrich Weber

[www.deutschebahn.com](http://www.deutschebahn.com)

Auftragsnummer	1601222001	1601222001	1601222001	1601222001	1601222001		
Probennummer	16P08900	16P08901	16P08902	16P08903	16P08904		
Probenbezeichnung	BMP 2	BMP 3	BMP 4	BMP 5	AMP 1		
Probenart	Boden	Boden	Boden	Boden	Asphalt		
Entnahmetiefe [m]	-	-	-	-	-		
Probenahmedatum	21.04.2016	21.04.2016	21.04.2016	21.04.2016	21.04.2016		
Probeneingang	09.05.2016	09.05.2016	09.05.2016	09.05.2016	09.05.2016		
Parameter	Dim.	BG					
Farbe			dunkelbraun	dunkelbraun	dunkelbraun	braun	anthrazit
Feuchtigkeit			feucht	feucht	feucht	feucht	feucht
Beschaffenheit			-----	-----	-----	-----	-----
Sonstige Auffälligkeiten			-----	-----	-----	-----	Asphalt
Geruch			erdig	erdig	erdig	ohne	Eigengeruch
Bodenart			Sand	Sand	Sand	Lehm/Schluff	-----
Trockenrückstand	%		93,1	89,0	90,2	81,8	99,4
pH-Wert			7,4	7,1	7,9	7,3	-----
Kohlenwasserstoffindex (C10-C40)	mg/kg TS	100	<100	<100	<100	<100	-----
Mobiler KW-Anteil (C10-C22)	mg/kg TS	100	<100	<100	<100	<100	-----
EOX	mg/kg TS	1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-----
BTEX, Summe	mg/kg TS		k.S.	k.S.	k.S.	k.S.	-----
Benzol	mg/kg TS	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-----
Toluol	mg/kg TS	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-----
Ethylbenzol	mg/kg TS	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-----
o-Xylol	mg/kg TS	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-----
m/p-Xylol	mg/kg TS	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	-----
LHKW, Summe	mg/kg TS		k.S.	k.S.	k.S.	k.S.	-----
Dichlormethan	mg/kg TS	0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	-----
Trichlormethan	mg/kg TS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-----
Tetrachlormethan	mg/kg TS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-----
Trichlorethen	mg/kg TS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-----
Tetrachlorethen	mg/kg TS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-----
1,1,1-Trichlorethen	mg/kg TS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-----
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	-----
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	-----
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	-----
1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	-----
PCB (Ballschmitter), Summe	µg/kg TS		k.S.	k.S.	k.S.	k.S.	-----
PCB 28	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PCB 52	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PCB 101	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PCB 138	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PCB 153	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PCB 180	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PAK (EPA), Summe	mg/kg TS		1,40	8,36	1,09	k.S.	0,25
Naphthalin	mg/kg TS	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Acenaphthen	mg/kg TS	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Fluoren	mg/kg TS	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Phenanthren	mg/kg TS	0,10	0,10	0,38	0,11	<0,10	0,13
Anthracen	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Fluoranthren	mg/kg TS	0,10	0,32	1,66	0,27	<0,10	0,12
Pyren	mg/kg TS	0,10	0,22	1,15	0,18	<0,10	<0,10
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,10	0,13	0,85	0,12	<0,10	<0,10
Chrysen	mg/kg TS	0,10	0,13	0,72	0,12	<0,10	<0,10
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,10	0,20	1,03	0,17	<0,10	<0,10
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,50	<0,10	<0,10	<0,10
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,10	0,14	0,76	0,12	<0,10	<0,10
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,15	<0,10	<0,10	<0,10
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,44	<0,10	<0,10	<0,10
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TS	0,10	0,16	0,62	<0,10	<0,10	<0,10
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-----
Arsen	mg/kg TS	3,0	7,3	18,0	31,5	6,9	-----
Blei	mg/kg TS	3,0	41,6	94,0	96,8	10,0	-----
Cadmium	mg/kg TS	0,30	<0,30	0,51	<0,30	<0,30	-----
Chrom	mg/kg TS	3,00	36,8	38,4	54,4	69,0	-----
Kupfer	mg/kg TS	3,00	39,8	76,4	60,7	13,8	-----
Nickel	mg/kg TS	3,00	56,7	58,7	72,7	35,4	-----
Quecksilber	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,12	0,54	<0,10	-----
Thallium	mg/kg TS	0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	-----
Zink	mg/kg TS	3,00	112	328	91,2	44,7	-----



Auftragsnummer	1601222001	1601222001	1601222001	1601222001	1601222001		
Probennummer	16P08900	16P08901	16P08902	16P08903	16P08904		
Probenbezeichnung	<b>BMP 2</b>	<b>BMP 3</b>	<b>BMP 4</b>	<b>BMP 5</b>	<b>AMP 1</b>		
Probenart	Boden	Boden	Boden	Boden	Asphalt		
Entnahmetiefe [m]	-	-	-	-	-		
Probenahmedatum	21.04.2016	21.04.2016	21.04.2016	21.04.2016	21.04.2016		
Probeneingang	09.05.2016	09.05.2016	09.05.2016	09.05.2016	09.05.2016		
Parameter	Dim.	BG					
pH-Wert			7,0	6,8	8,1	7,5	8,5
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		104	58	140	115	78
Phenolindex	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Chlorid	mg/l	1,5	<1,5	<1,5	1,6	2,2	-----
Cyanid, gesamt	mg/l	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-----
Sulfat	mg/l	1,5	4,7	<1,5	4,2	3,1	-----
Arsen	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-----
Blei	mg/l	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-----
Cadmium	mg/l	0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	-----
Chrom	mg/l	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-----
Kupfer	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	-----
Nickel	mg/l	0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	-----
Quecksilber	mg/l	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	-----
Thallium	mg/l	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-----
Zink	mg/l	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-----

Auftragsnummer			
Probennummer			
Probenbezeichnung			
Probenart			
Entnahmetiefe [m]			
Probenahmedatum			
Probeneingang			
Parameter	Dim.	BG	Analysenverfahren <small>N - nicht akkreditiert F - Fremdleistung</small>
Farbe			Feinanteilprobe (Horizont B) wurde vor der Analyse luftgetrocknet und auf < 2mm gebrochen
Feuchtigkeit			Königswasseraufschluss: Hausverfahren Digiprep
Beschaffenheit			In Anlehnung an DIN 11466 / DIN EN 13346 / DIN EN 13657
Sonstige Auffälligkeiten			Eluat: DIN 38 414 - S 4 / DIN EN 12457-4
Geruch			
Bodenart			
Trockenrückstand	%		DIN EN 14346/DIN EN 15934
pH-Wert			DIN ISO 10390
Kohlenwasserstoffindex (C10-C40)	mg/kg TS	100	DIN EN ISO 16703
Mobiler KW-Anteil (C10-C22)	mg/kg TS	100	DIN EN ISO 16703
EOX	mg/kg TS	1,0	DIN 38414-S 17
BTEX, Summe	mg/kg TS		DIN ISO 22155
Benzol	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 22155
Toluol	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 22155
Ethylbenzol	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 22155
o-Xylol	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 22155
m/p-Xylol	mg/kg TS	0,4	DIN ISO 22155
LHKW, Summe	mg/kg TS		DIN ISO 22155
Dichlormethan	mg/kg TS	0,15	DIN ISO 22155
Trichlormethan	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 22155
Tetrachlormethan	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 22155
Trichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 22155
Tetrachlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 22155
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 22155
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,15	DIN ISO 22155
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,15	DIN ISO 22155
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	0,15	DIN ISO 22155
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	0,15	DIN ISO 22155
PCB (Ballschmitter), Summe	µg/kg TS		DIN 38414-S 20
PCB 28	µg/kg TS	3,0	DIN 38414-S 20
PCB 52	µg/kg TS	3,0	DIN 38414-S 20
PCB 101	µg/kg TS	3,0	DIN 38414-S 20
PCB 138	µg/kg TS	3,0	DIN 38414-S 20
PCB 153	µg/kg TS	3,0	DIN 38414-S 20
PCB 180	µg/kg TS	3,0	DIN 38414-S 20
PAK (EPA), Summe	mg/kg TS		DIN ISO 13877
Naphthalin	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Acenaphthen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Fluoren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Phenanthren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Anthracen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Fluoranthren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Pyren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Chrysen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	0,5	DIN ISO 11262
Arsen	mg/kg TS	3,0	DIN EN ISO 11885
Blei	mg/kg TS	3,0	DIN EN ISO 11885
Cadmium	mg/kg TS	0,30	DIN EN ISO 11885
Chrom	mg/kg TS	3,00	DIN EN ISO 11885
Kupfer	mg/kg TS	3,00	DIN EN ISO 11885
Nickel	mg/kg TS	3,00	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	mg/kg TS	0,10	DIN EN 1483
Thallium	mg/kg TS	0,40	DIN 38406-E 26
Zink	mg/kg TS	3,00	DIN EN ISO 11885

Auftragsnummer				
Probennummer				
Probenbezeichnung				
Probenart				
Entnahmetiefe [m]				
Probenahmedatum				
Probeneingang				
Parameter	Dim.	BG	Analysenverfahren	N - nicht akkreditiert F - Fremdleistung
pH-Wert			DIN 38404-C 5	
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		DIN EN 27888	
Phenolindex	mg/l	0,01	DIN EN ISO 14402	
Chlorid	mg/l	1,5	DIN EN ISO 10304-1	
Cyanid, gesamt	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403	
Sulfat	mg/l	1,5	DIN EN ISO 10304-1	
Arsen	mg/l	0,01	DIN EN ISO 11885	
Blei	mg/l	0,02	DIN EN ISO 11885	
Cadmium	mg/l	0,0015	DIN EN ISO 11885	
Chrom	mg/l	0,01	DIN EN ISO 11885	
Kupfer	mg/l	0,01	DIN EN ISO 11885	
Nickel	mg/l	0,015	DIN EN ISO 11885	
Quecksilber	mg/l	0,0002	DIN EN ISO 17852 (E53)*	
Thallium	mg/l	0,001	DIN 38406-E 26	
Zink	mg/l	0,005	DIN EN ISO 11885	

\* Aufschluss mit Kaliumpermanganat/  
Hydroxylammoniumchlorid



# IBES Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Bauwesen



Fritz-Voigt-Straße 4  
67433 Neustadt/Weinstr.  
Telefon: 06321 4996-00  
Telefax: 06321 4996-29  
ibes-gmbh@ibes-gmbh.de  
www.ibes-gmbh.de

## Baugrund- und Gründungsgutachten mit abfallrechtlicher Bewertung

- Geotechnik
- Umwelttechnik
- Hydrogeologie
- FEM-Berechnungen
- Beweissicherungen
- Erdbaulabor
- Geotechnische Bauüberwachung
- Erschütterungsmessungen
- Infrastrukturgeotechnik
- Bausubstanzuntersuchungen
- Gebäuderückbaukonzepte

Privatrechtlich anerkannte Prüfstelle  
nach RAP Stra 10, Fachgebiet A3, I3

**Projekt:** Umbau Bahnhof Bruchköbel

**Auftraggeber:** DB Station&Service AG  
Regionalbereich Mitte  
I.SF-MI  
Weilburger Straße 22  
60326 Frankfurt

**Auftrag vom:** 15.03. und 05.07.2016  
**Rahmenvertrag-Nr.** 1000 / RA8 / 92202014  
**Bestell-Nr.** 0011 / PQF / 26174764 und 0011 / PQF / 26373568

**IBES-Projekt-Nr.:** 16.200.1

**Ort und Datum  
des Gutachtens:** Neustadt, 27.09.2016, wei/bö

**Dieser Bericht umfasst 96 Seiten einschließlich Anlagen.**

**Hauptsitz:** Neustadt an der Weinstraße  
**Zweigniederlassung Schweiz:** Basel

**Geschäftsführer:** Dipl.-Ing. (FH) Bernhard Rauch  
Dipl.-Ing. (FH) Johannes Rauch

**Registergericht:** Ludwigshafen Nr. HRB 41377  
**Steuernummer:** 31/652/0418/2



<b>Inhaltsverzeichnis</b>		<b>Seite</b>
1	Vorgang und Veranlassung	- 4 -
2	Unterlagen	- 4 -
3	Baugelände, Bestandaufnahme, Bauvorhaben	- 5 -
3.1	Baugelände	- 5 -
3.2	Bestand	- 5 -
3.3	Bauvorhaben	- 5 -
3.3.1	Bahnsteige	- 5 -
3.3.2	Personenunterführung (PU), Treppenanlagen, Aufzugsanlagen	- 6 -
4	Baugrundverhältnisse	- 6 -
4.1	Allgemeines	- 6 -
4.2	Homogenbereiche	- 7 -
4.3	Regionale Geologie	- 7 -
4.4	Durchgeführte Baugrundaufschlüsse	- 7 -
4.5	Bodenart und Schichtenfolge	- 9 -
4.6	Hydrogeologische Verhältnisse. Grundwasseranalyse	- 10 -
4.6.1	Hydrogeologische Verhältnisse	- 10 -
4.6.2	Grundwasseranalyse	- 10 -
4.7	Erdbebenzone	- 11 -
5	Geotechnische Baugrundkenngößen, Ersatzboden	- 11 -
6	Ausführungsvorschläge	- 13 -
6.1	Allgemeine Hinweise	- 13 -
6.2	Gründungsempfehlungen	- 14 -
6.2.1	Bahnsteige	- 14 -
6.2.2	Gründung Bahnsteigdächer	- 16 -
6.2.3	Gründung PU	- 16 -
6.2.4	Gründung Aufzugsschächte	- 17 -
6.2.5	Gründung Treppenanlagen	- 18 -
6.2.6	Gründung Düker	- 18 -
7	Bauhilfskonstruktionen	- 19 -
7.1	Allgemeines	- 19 -
7.2	Baugrubenausbildung	- 19 -
7.2.1	Geböschte Baugrubenwände	- 19 -
7.2.2	Verbaute Baugrubenwände	- 20 -
7.3	Rückverankerung	- 23 -
7.3.1	Allgemeines	- 23 -
7.3.2	Verpressanker	- 24 -
7.3.3	Verpresste Mikropfähle	- 24 -
7.4	Wasserhaltung, dichte Baugrube	- 25 -
7.5	Versickerung von Oberflächenwasser	- 26 -
8	Hinweise zur Bauausführung	- 26 -





9	Umwelttechnische Untersuchungen und Bewertungen	- 27 -
9.1	Probenahme, Untersuchungsumfang und Bewertungsgrundlage	- 27 -
9.2	Untersuchungsergebnisse	- 29 -
9.2.1	Ergebnisse und abfallrechtliche Bewertung von Bodenmaterialien	- 29 -
9.2.2	Ergebnisse und Einstufung des Oberflächenbelages	- 31 -
9.3	Abfallrechtliche Einstufungen und Verwertungsmöglichkeiten	- 31 -
9.4	Angaben zum Ausbau und zur Entsorgung, Gefährdungspotentiale	- 31 -
9.5	Empfehlung für die Ausschreibung	- 32 -
10	Schlussbemerkungen	- 32 -

### Anlagenverzeichnis

1	Ausschnitt aus der topographischen Karte, Blatt 5819 Hanau, Ausgabe 1996, M. 1 : 25.000 (1 Blatt)
2	Lageplan mit Erkundungspunkten, M. 1 : 500 (1 Blatt)
3	Fotodokumentation (11 Blatt)
4	Legende, Bohrprofile und Rammdiagramme, Handschürfungen, M 1 : 100, 1 : 50, 1 : 25 (13 Blatt)
5	Ingenieurgeologischer Schnitt, M 1 : 100/100 (1 Blatt)
6	Bodenmechanische Laborversuche (15 Blatt)
7	Prüfbericht - Grundwasseranalyse nach DIN 4030 (3 Blatt)
8	Prüfberichte - chemische Analysen Asphalt und Boden (8 Blatt)
9	Darstellung der Homogenbereiche nach DIN 18300 - Ingenieurgeologischer Schnitt, M. 1 : 100 / Kennwerttabelle / Kornsummenbänder (10 Blatt)



## 1 Vorgang und Veranlassung

Die DB Station&Service AG, Frankfurt, plant den Umbau und die Modernisierung des Bahnhofs in Bruchköbel (Hessen).

Das IBES Baugrundinstitut wurde mit Datum vom 15.03. und 15.07.2016 von der DB Station&Service AG, Frankfurt/Main, mit der Durchführung der Baugrunderkundung sowie der Ausarbeitung eines Baugrund- und Gründungsgutachtens einschließlich abfallrechtlicher Bewertung des Abtrags- und Aushubmaterials beauftragt. Das Gutachten beinhaltet u. a. eine Beschreibung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse, Angaben zu den bodenmechanischen Kennwerten, Gründungs- und Ausführungsvorschläge, Hinweise zu baubetrieblichen Belangen sowie die Auswertung und Beurteilung der Ergebnisse der chemischen Deklarationsanalysen.

## 2 Unterlagen

Neben den einschlägigen Vorschriften und Richtlinien standen für die Ausarbeitung des Gutachtens folgende Unterlagen und Hilfsmittel zur Verfügung:

- [U1] Topographische Karte, Blatt 5819 Hanau, Ausgabe 1996, M. 1 : 25.000
- [U2] Geologische Karte von Hessen, Blatt 5819 Hanau, Ausgabe 1998, M. 1 : 25.000
- [U3] Lageplanauszug über flimas (Flächeninformations- und Managementsystem der DB Mobility Networks Logistics), M 1 : 1.500, Bearbeitungsstand: 05.04.2016
- [U4] Bestandspläne zur „Erneuerung Bf. Bruchköbel, Strecke 3742“, Planverfasser: Angermeier Ingenieure GmbH, Giebelstadt
  - [U4.1] Lageplan, Koordinatensystem DB\_REF\_GK\_3, Höhensystem DHHN\_92, M. 1 : 200, Plan Nr. 001 und 002, Bearbeitungsstand: 04/2016
  - [U4.2] Querprofile 1 bis 6, km 21,6+50, km 21,6+70, km 21,7+15, km 21,7+65, km 21,8+00, M. 1 : 100, Bearbeitungsstand: 03/2016
- [U5] Planunterlagen zum „Bahnsteigumbau Bf Bruchköbel“, Planverfasser: TÜV Rheinland Grebner Ruchay Consulting, Frankfurt/Main
  - [U5.1] Übersichtslageplan Variante 1, Personenunterführung, M. 1 : 1.000, Bearbeitungsstand: 05/2013
  - [U5.2] Lageplan Variante 1, Personenunterführung, M. 1 : 500, Bearbeitungsstand: 04/2013
  - [U5.3] Querschnitt Variante 1, Personenunterführung, M. 1 : 50, Bearbeitungsstand: 04/2013
- [U6] Erläuterungsbericht zu Lph 1+2 „Bahnsteigumbau Verkehrsstation Bf Bruchköbel“, Aufsteller: TÜV Rheinland Grebner Ruchay Consulting, Frankfurt/Main, Erstellungsdatum: 14.06.2013
- [U7] Fotodokumentation Bf Bruchköbel, Aufsteller: DB Station&Service, Erstellungsdatum: unbekannt
- [U8] Grundwasserrecherche über des Auskunftsdienst des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG), Homepage: [www.hlug.de](http://www.hlug.de)





### **3 Baugelände, Bestandaufnahme, Bauvorhaben**

#### **3.1 Baugelände**

Das Baugelände bzw. der Bahnhof Bruchköbel befinden sich nördlich vom Stadtkern. Im Bahnhofsbereich ist das Gelände weitestgehend eben ausgebildet und die Gleis- und Bahnsteiganlagen verlaufen in gerader Richtung.

Die Anlage 1 zeigt einen Ausschnitt aus der Topographischen Karte, in dem das Bauvorhaben eingetragen ist. Einen Eindruck von den Geländebeziehungen zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung vermitteln die Bilder in Anlage 3.

#### **3.2 Bestand**

Die im Bereich des Bahnhofs Bruchköbel verlaufenden Gleise der elektrifizierten, zweigleisigen Strecke 3742 Friedberg - Hanau werden momentan über einen Haus- sowie einen Mittelbahnsteig erschlossen. Der Zugang zum Mittelbahnsteig erfolgt über einen Reisendenüberweg bei ca. km 21,7+25. Das Empfangsgebäude befindet sich östlich der Gleisanlagen.

Die Nutzlänge beträgt beim Hausbahnsteig (Bahnsteig 1) derzeit ca. 121 m und beim Mittelbahnsteig (Bahnsteig 2) ca. 125 m.

Die Bahnsteigfläche des Hausbahnsteiges ist auf einer Länge von ca. 60 m asphaltiert. Die restliche Bahnsteigfläche sowie die Bahnsteigfläche des Mittelbahnsteiges bestehen aus wassergebundener Decke.

Eine Bahnsteigentwässerung ist lediglich im Bereich der asphaltierten Bahnsteigfläche in Form einer Kastenrinne vorhanden. Das an den Bahnsteigflächen mit wassergebundener Decke anfallende Niederschlagswasser versickert im Bahnsteig bzw. im Schotter.

Sowohl zwischen den beiden Gleisen (unter dem vorhandenen Bahnsteig 2) als auch westlich von Gleis 2 (derzeit freie Fläche) verläuft je eine Tiefenentwässerung mit regelmäßigen Kontrollschächten.

Die Bahnsteige entsprechen nicht den Anforderungen der Ril 813 (Mindesthöhe, deutliche Kennzeichnung des Gefahrenbereichs fehlt etc.).

#### **3.3 Bauvorhaben**

##### **3.3.1 Bahnsteige**

Der Hausbahnsteig wird praktisch auf der gesamten Länge einschl. Fundament abgebrochen. Im Bereich von km 21,6+96 bis km 21,7+53 wird die Bahnsteigfläche in der Breite des neu geplanten Bahnsteiges rückgebaut. Die restliche befestigte Fläche im Bereich des Empfangsgebäudes bleibt unverändert. Die Rückbaulänge des Bahnsteigs 1 beträgt rund 130 m.

Der bestehende Mittelbahnsteig wird einschl. Fundamente komplett abgebrochen und das Regelprofil wiederhergestellt. Die Rückbaulänge beträgt etwa 128 m.

Die neuen Außenbahnsteige „Bahnsteig 1“ (Hausbahnsteig am Gl. 1) und „Bahnsteig 2“ (am Gl. 2) sind mit Baulängen von je 120 m, einer Mindestbreite von 2,5 m und 55 cm hohen Bahnsteigkanten geplant.



Der Neubau erfolgt in konventioneller Bauweise mit Streifenfundamenten, Bahnsteigkanten (als Fertigteile), Hinterfüllung und Betonsteinpflaster als Bahnsteigbefestigung.

Die neuen Bahnsteige sollen im mittleren Bereich auf einer Länge von ca. 21 m überdacht werden.

Zudem sind im Bereich der Bahnsteige Mulden zur Versickerung von Oberflächenwasser vorgesehen.

### 3.3.2 Personenunterführung (PU), Treppenanlagen, Aufzugsanlagen

Der Zugang zum Bahnsteig 2 erfolgt künftig über eine PU mit Treppenanlagen, die im Schutze von Hilfsbrücken erstellt werden soll. Eine Nachrüstung von Aufzugsanlagen an der PU ist eingeplant.

Aus [U5] leiten sich für die PU die folgenden maßgeblichen Eckdaten ab:

- Bauwerkslänge L ~ 21 m
- Bauwerksbreite B ~ 3,5 m (geschätzt aus [U5.2])
- Lichte Höhe LH ~ 2,5 m
- Lichte Weite LW ~ 2,8 m ± 0,2 m (Annahme)
- Gründungssohle GS ~ 5,5 m u. SO

Die vorhandene TE wird im Bereich der PU ggf. als Düker unter dem Bauwerk hindurchgeführt.

Die mit jeweils einem Mittelpodest geplanten Treppenanlagen schließen südlich an die PU an.

Bei den Aufzügen wird von Grundrissabmessungen von ca. 3,0...3,5 m × 3,0...3,5 m und einer Tiefenlage der Gründungssohle von 6 m bis 7 m u. SO ausgegangen.

Die optionale Zuwegung zum Bahnsteig 2 von den westlich des Bahnhofs gelegenen Siedlungsgebieten wird nicht weiter verfolgt (vgl. E-Mail AG vom 23.02.2016); vor diesem Hintergrund wurden in diesem Bereich keine geo- und umwelttechnischen Untersuchungen durchgeführt.

## 4 Baugrundverhältnisse

### 4.1 Allgemeines

Nach DIN EN ISO 14688 / DIN 4022 weisen feinkörnige Böden i. d. R. eine oberhalb der A-Linie angesiedelte Plastizitätszahl auf und sind dementsprechend als Tone zu klassifizieren. Diese Ansprache scheint relativ undifferenziert, da alle feinkörnigen Böden nahezu gleich angesprochen werden und ein Ableiten der Plastizität auf Grundlage der Ansprache nach DIN EN ISO 14688 / DIN 4022 kaum möglich ist. Bei der Ansprache von feinkörnigen Böden wird daher im Folgenden und in den Anlagen von den Regeln der DIN EN ISO 14688 / DIN 4022 abgewichen und die feinkörnigen Böden analog zu den grobkörnigen Böden nach ihren Massenanteilen angesprochen und nicht nach ihrem plastischen Verhalten beurteilt.





## 4.2 Homogenbereiche

Die DIN 18300ff (Ausgabe 2015) gilt für das Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten von Boden, Fels und sonstigen Stoffen. Boden und Fels sind 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 einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist.

In diesem Bericht werden bei der Festlegung der Homogenbereiche vordergründig bodenmechanische Eigenschaften der aufgeschlossenen Böden und bautechnische Belange berücksichtigt (siehe Anlage 9). Im Zuge der weiteren Planung und Erstellung der Ausschreibungsunterlagen sind die hier definierten Homogenbereiche, in Bezug auf die zur Anwendung kommenden technischen Gerätschaften und sonstiger Randbedingungen, eventuell anzupassen.

## 4.3 Regionale Geologie

Bruchköbel liegt im westlichen Teil des Main-Kinzig-Kreises, rund sieben Kilometer nördlich von Hanau entfernt im sog. „Hessischer Trog“.

Gemäß [U2] wird der Baugrund im Bereich des Baugeländes unter oberflächennahen Auffüllungen aus einer quartären Decklehmschicht und Terrassenablagerungen gebildet, die von miozänen Tonen unterlagert werden. Während die aus Löss- und Lösslehmböden aufgebaute Decklehmschicht mehrere Meter dick ausgebildet ist, ist die aus sandigen Ablagerungen bestehende Niederterrasse mit 1 bis 2 m nur vergleichsweise dünn ausgeprägt. Die im tieferen Untergrund anstehenden „fetten“ Tone stellen ein Verwitterungsprodukt der unterlagernden Tonmergel dar.

## 4.4 Durchgeführte Baugrundaufschlüsse

Zur Überprüfung der vorherrschenden Baugrundsituation wurden zwischen dem 19. und 21.04.2016 sowie zwischen dem 22. und 25.08.2016 folgende Baugrundaufschlüsse hergestellt.

**Tabelle 1: Baugrund- und Bauwerksaufschlüsse**

km	Bez.	Tiefe <sup>1)</sup> [m]	Zweck				
			Bstg. 2 (Rück-/Neubau)	Bstg. 2 (Neubau)	Mittelbstg. (Rückbau)	PU/Aufzüge (Neubau)	Treppen (Neubau)
21,650	BS 3	4,0	X				
21,672	BK 2 <sup>3)</sup>	16,0	X			X	X
	DPH 2	14,6 <sup>2)</sup>	X			X	X
21,688	BS 4	10,0	X				X
	DPH 4	11,0	X				X
21,723	BS 5	4,0	X				
21,764	BS 6	4,0	X				
21,789	BS 7	3,0	X				







## 4.5 Bodenart und Schichtenfolge

Die Baugrundverhältnisse im Untersuchungs Gelände sind relativ homogen ausgebildet. Die ange troffenen Böden können - bodenmechanisch vereinfachend - zu den vier folgenden Schichten bzw. Schichtkomplexen zusammengefasst werden:

- (1) **Auffüllungen**
- (2) **Schluffe**
- (3) **Sande**
- (4) **Tone**

### (1) Auffüllungen

An den Aufschlusspunkten wurden Auffüllungsmächtigkeiten zwischen ca. 0,1 m bei BK 2 und BS 11 und etwa 1,2 m bei BS 4 festgestellt. Der Auffüllungshorizont besteht im Regelfall aus grob- und gemischtkörnigen Materialien in Form von kieshaltigen Sanden sowie Kiessanden mit wechselnden Schluffanteilen bis ca. 20 M.-%; lediglich punktuell können auch feinkörnige Einschlüsse aus Schluffen eingeschaltet sein (vgl. BS 6), die jedoch die geplanten Gründungen nicht beeinflussen, daher in den weiteren Ausführungen unbeachtet bleiben. Darüber hinaus treten in den Auffüllungsböden nahe der GOK nutzungsbedingt teils Gleisschotteranteile und Grobschotter (mit Dränfunktion im Bereich der TE) auf.

Auffallend und unter umwelttechnischen Gesichtspunkten von Relevanz sind insbesondere die teils in den Auffüllungen eingelagerten Schlackeanteile sowie die Beschaffenheit des Asphaltbelages am Hausbahnsteig, der mit BS 5 in einer Dicke von ca. 8 cm nachgewiesen wurde. Sonstige Fremdbestandteile wurden nicht erbohrt.

Aufgrund der Vorschachtungen können bezüglich der Lagerungsdichte der GU- bzw. GW-Böden keine verbindlichen Aussagen getroffen werden; die leichte Lösbarkeit des Materials bei den händischen Grabungen lässt jedoch auf eine lockere Lagerungsdichte schließen.

### (2) Schluffe

Die Deckschicht setzt sich aus Schluffen mit wechselnden Ton- und Sandanteilen zusammen. Die Festigkeit der Schluffböden ist geprägt durch die weiche bis steife, örtlich auch steif-halbfeste Konsistenz. Eine geordnete Verteilung der Konsistenz - z. B. Konsistenzzunahme mit der Tiefe oder dgl. - ist dabei nicht zu erkennen.

Die Unterkante der Decklehmschicht verläuft ca. 10 m u. GOK mit leichtem Gefälle Nordwest auf rund 113,5 m ü. NHN bei BK 1 bzw. 114,5 m ü. NHN bei BK 2.

### (3) Sande

Mit BK 1 und BK 2 wurde die sog. Niederterrasse in einer Dicke von lediglich etwa 1,5 m aufgeschlossen. Der Schichtkomplex setzt sich aus schluffigen bis stark schluffigen Feinsanden zusammen; dabei weist die feinkörnige Matrix eine halbfeste bis halbfest-feste Konsistenz und das Grobskelett der Sande eine mitteldichte Lagerung auf.

### (4) Tone

Unterhalb von ca. 112,0 m ü. NHN bis 113,0 m ü. NHN stehen bis zur Endteufe der Bohrungen (BK 1 = 108,0 m ü. NHN, BK 2 = 108,5 m ü. NHN) Tone in halbfester bis fester Konsistenz an.





## 4.6 Hydrogeologische Verhältnisse. Grundwasseranalyse

### 4.6.1 Hydrogeologische Verhältnisse

Mit den Bohrungen BK 1, BK 2 sowie BS 4 und BS 9 wurden folgende Wasserstände eingemessen:

- |        |              |                |                         |
|--------|--------------|----------------|-------------------------|
| • BK 1 | 2,5 m u. GOK | 121,0 m ü. NHN | Ruhewasserspiegel       |
| • BK 2 | 4,2 m u. GOK | 120,3 m ü. NHN | Ruhewasserspiegel       |
| • BS 4 | 4,1 m u. GOK | 120,3 m ü. NHN | Wasserspiegel angebohrt |
| • BS 9 | 3,5 m u. GOK | 119,9 m ü. NHN | Wasserspiegel angebohrt |

Den eigenen Messungen zufolge ist davon auszugehen, dass der geschlossene Grundwasserspiegel zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten im April/Aug. 2016 rund 4 m u. GOK auf ca. 120 m ü. NHN lag. Diese Annahme wird verifiziert durch die Tatsache, dass in den übrigen, nur max. 4 m tiefen Kleinbohrungen (BS) keine Wasserzutritte festgestellt wurden und das zu [U2] mitgelieferte „Beiblatt 2 zur Geologischen Karte von Hessen“ für das Baugelände überwiegend Grundwasserflurabstände von 4 bis 5 m ausweist.

Demzufolge ist das Messergebnis bei BK 1 auf den Einfluss von (temporärem) Schicht- und Sickerwasser oder des beim Bohrvorgang eingesetzten Spülwassers zurückzuführen.

Neben Schicht- und Sickerwassereinfluss im Baugrund kann es speziell nach länger anhaltenden und/oder intensiven Niederschlagsereignissen auf der Oberfläche nur eingeschränkt wasserdurchlässiger Schichten lokal zu Staunässebildung kommen. Im vorliegenden Fall ist dieser Effekt in erster Linie am Übergang zwischen Auffüllungen und Decklehmen zu erwarten.

Den Recherchen über [U8] zufolge werden im Umfeld des Bauvorhabens keine offiziellen Grundwassermessstellen unterhalten. Vor diesem Hintergrund können keine verbindlichen Festlegungen zu den Bemessungswasserständen getroffen werden.

Aus gutachterlicher Sicht können jedoch auf der Grundlage der eigenen Messungen sowie den Angaben in [U2] für den Bau- und Endzustand folgende Wasserstände abgeschätzt werden:

- **BHW<sub>Bauzustand</sub> = 120,5 m ü. NHN**
- **BHW<sub>Endzustand</sub> = 122,0 m ü. NHN**

### 4.6.2 Grundwasseranalyse

Zur Feststellung/Untersuchung des Wassers auf Betonaggressivität wurde aus der Bohrung BK 1 eine Wasserprobe entnommen.

Die Untersuchung hat ergeben, dass das Wasser gemäß DIN 4030 als

**nicht betonangreifend**

einzustufen ist. Der Untersuchungsbefund und die Beurteilung sind diesem Gutachten als Anlage 7 beigefügt.



## 4.7 Erdbebenzone

Gemäß DIN EN 1998-1/NA: 2011-01 (ehemals DIN 4149 - 2005 "BAUTEN IN DEUTSCHEN ERDBEBENGEBIETEN - LASTANNAHMEN, BEMESSUNG UND AUSFÜHRUNG ÜBLICHER HOCHBAUTEN") ist für das Bauvorhaben folgende Einteilung vorzunehmen:

- Erdbebenzone 0
- Geologische Untergrundklasse S
- Baugrundklasse B

## 5 Geotechnische Baugrundkenngößen, Ersatzboden

Die anstehenden Bodenarten bzw. Baugrundverhältnisse sind in den vorigen Abschnitten beschrieben und in der Anlage 4 und 5 dargestellt. Für die mögliche Tiefenlage bzw. Einflusstiefe der Baumaßnahmen und Baugruben einschließlich Verbau können für die angetroffenen Hauptbodenarten die in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengestellten Bodenkenngrößen angesetzt werden.

Diese Werte bilden die Grundlage für die erdstatischen Berechnungen oder Nachweise und wurden anhand der Bodenansprache, den Laborergebnissen (Anlage 6) und aufgrund unserer Erfahrungen mit vergleichbaren Bodenarten derselben geologischen Formation festgelegt. Die erdstatischen Nachweise sind grundsätzlich mit den charakteristischen Werten der Tabelle 2 zu führen. Zu beachten ist eventuell die Zuordnung der Tabellenwerte zu bestimmten Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen (feinkörnige Böden).

**Tabelle 2: Charakteristische Zahlenwerte ausgewählter geotechnischer Kenngrößen**

Schicht-komplex	Bodenart <sup>1)</sup>	Bodengruppe n. DIN 18196	Konsistenz/Lagerungsdichte	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
(1)	Sand, kiesig, (schwach schluffig)	[SI], [SE], [SU]	locker	18/10	32,5	0	20-30
	Kiessand (schwach schluffig)	[GI], [GU]	locker	18/10	32,5	0	30-40
	Sand, (stark) schluffig	[SU*]	locker	19/11	30,0	0-2	10-20
(2)	Schluff, sand-, tonhaltig	SU*/TL, TL	weich steif halbfest	19/9 20/10 21/11	27,5	2 5 7	5 8 12
		TL/TM, TM, TM/TA	weich steif halbfest	19/9 20/10 21/11	25,0	3 7 15	5 8 12
(3)	Feinsand, (stark) schluffig	SU*	md./hf.-(fest)	22/12	30,0	0-8	30-40
(4)	Ton, (schluff-, sandhaltig)	TM/TA, TA	halbfest	20/10	22,5	20-30 30-50	10-15 15-25
			fest	21/11			

$\gamma$  ( $\gamma'$ ) Wichte (Wichte unter Auftrieb)

$c'_k$  charakteristischer Wert für die Kohäsion

$\phi'_k$  charakteristischer Wert für den Reibungswinkel

$E_{s,k}$  charakteristischer Wert für die Steifeziffer

<sup>1)</sup> Nebenbestandteile, die bei der Vergabe der Kenngrößen unbedeutend sind, sind in dieser Spalte nicht mit aufgeführt.





Die beschriebenen Schichten lassen sich hinsichtlich ihrer Bodengruppe, Bodenklasse, Frostempfindlichkeit und Verdichtbarkeit gemäß Tabelle 3 klassifizieren.

**Tabelle 3: Geotechnische Klassifizierungen des Baugrundes**

Schichtkomplex	Bodengruppe nach DIN 18196	Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB 09	Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVE-Kommentar
(1)	[SI], [SE], [GI]; [SU], [GU]; [SU*]	F1; F2; F3	V1; V1; V2
(2)	SU*/TL, TL, TL/TM, TM; TM/TA	F3	V3; -
(3)	SU*	F3	V2
(4)	TM/TA, TA	F2	-

<sup>1)</sup> gemischtkörnige Böden mit über 15 M.-% Feinanteilen sowie feinkörnige Böden reagieren insbesondere in Verbindung mit mechanischer Beanspruchung empfindlich auf Wassergehaltsveränderungen, was zu einem Übergang in Bodenklasse 2 („flüssige Bodenarten“) bzw. BB 1 führen kann.

Für Hinterfüllungen, Arbeitsraumverfüllungen, Geländeauffüllungen, Bodenaustausch o.ä. ist ein geeignetes Bodenmaterial zu verwenden. Ein evtl. einzubauender Ersatzboden hat die Kriterien der Tabelle 4 zu erfüllen.

**Tabelle 4: Spezifische Anforderungen an Ersatzboden**

Bodengruppe nach DIN 18196	Nicht bindige bis schw. bindige, grob- und gemischtkörnige Böden GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, SU
Schlammkornanteil ( $d \leq 0,063$ mm)	$\leq 10$ (15) M. %
Steinanteil ( $d \geq 63$ mm)	$\leq 10$ M. %
Größtkorndurchmesser $d_{max}$	$\leq 100$ mm, in Abhängigkeit von der Schichtdicke
Ungleichförmigkeitszahl U	$U \geq 3$ für $D_{Pr} \geq 98$ % bzw. $U \geq 7$ für $D_{Pr} \geq 100$ %
Glühverlust $V_{GI}$	$\leq 3$ M. %
Schütthöhe	je nach Verdichtungsgerät 20 - 40 cm
Wichte erdfeucht $\gamma$	18 - 21 kN/m <sup>3</sup>
Scherwinkel $\phi'_k$	$\geq 35^\circ$
Kohäsion $c'_k$	0 kN/m <sup>2</sup>

Die Verdichtungsanforderung liegt bei 98 % (97 %) der Proctordichte. Im Bereich vom Planum bis 1,0 m darunter sind  $D_{Pr} \geq 100$  % zu erreichen. Für Hinterfüllungen und unter Gründungssohlen wird generell  $D_{Pr} \geq 100$  % gefordert.

Unter geotechnischen Gesichtspunkten erfüllen die nicht bis schwach schluffigen Auffüllungen mit max. 10 M.-% Schluffgehalt die Anforderungen nach Tabelle 4 und können beispielsweise als Unterbau für den Bahnsteig oder zur Verfüllung der Baugruben eingesetzt werden. Gemischtkörnige Erdstoffe mit Feinteilgehalten über 10 M.-% sowie feinkörnige Böden sind als Ersatzboden prinzipiell ungeeignet. Die umwelttechnischen Gesichtspunkte sind gesondert zu bewerten (vgl. Kap. 9).

Ob eine Separierung, fachgerechte Zwischenlagerung und Wiederverwertung anstehender Böden in situ unter bautechnischen Gesichtspunkten praktikabel und unter wirtschaftlichen Aspekten darstellbar ist, ist unter Berücksichtigung umwelttechnischer Belange von planerischer Seite zu beurteilen.





Fremdmaterialien müssen grundsätzlich die in der Tabelle 4 angeführten Anforderungen erfüllen. Abweichend hierzu wird empfohlen, in überbauten Flächen (z. B. für Bodenaustauschmaßnahmen oder Planumsverbesserungen etc.) auf Materialien der Bodengruppen GW, GI, GE, SW, SI oder SE zurückzugreifen, wobei speziell GE- und SE-Böden aufgrund der ungünstigeren Kornabstufung i. a. einen höheren Verdichtungsaufwand beim Einbau erfordern. Darüber hinaus ist die Kornabstufung ggf. dem erforderlichen Einsatzzweck - z. B. bei Verwendung als Dränmaterial - anzupassen.

Vom Einsatz gemischtkörniger Böden mit Feinteilgehalten über 10 M-% wird abgeraten, da hierbei mit unplanmäßigen, witterungsbedingten Verzögerungen beim Einbau gerechnet werden muss.

Im Hinblick auf die Gestaltung der Übergänge zwischen Erd- und Kunstbauwerk(en) sind die Vorgaben der Ril 836 zu beachten.

Güteüberwachtes Recyclingmaterial kann, wenn es den Anforderungen entspricht und chemisch unbedenklich ist, oberhalb von ca. 123,0 mNN verwendet werden. Besonders hingewiesen wird in dem Zusammenhang auf die einschlägigen Richtlinien und Vorschriften (z.B. LAGA TR). Eine rechtzeitige Abstimmung mit der zuständigen Genehmigungsbehörde wird zudem empfohlen.

## 6 Ausführungsvorschläge

### 6.1 Allgemeine Hinweise

Den Baugrund prägen oberflächennahe Auffüllungen über einer bis zu 10 m dicken Decklehmschicht über Terrassensanden und ausgeprägt plastischen Tonen.

Bautechnisch von Belang sind die eingeschränkte Tragfähigkeit der Deckschicht sowie bei der Herstellung der Aufzugsschächte, Treppenanlagen und PU sowie ggf. des Dükers die vorherrschenden Grundwasserstände und die Tiefenlage der Tonschicht.

Angaben zu den auftretenden Bauwerkslasten liegen derzeit noch nicht vor. Es werden daher im Folgenden zum Führen der erdstatischen Nachweise Annahmen getroffen, deren Richtigkeit im Zuge der weiteren Planungen zu überprüfen ist. Bei Abweichungen sollten mit Kenntnis der tatsächlichen Lasten und ggf. unter Berücksichtigung der maßgeblichen Lastfälle von einem Sachverständigen für Geotechnik Nachrechnungen durchgeführt und diese in einem geotechnischen Entwurfsbericht bewertet werden.

Sämtliche Fundamente müssen grundsätzlich frostfrei in einer Tiefe von mindestens  $t \geq 0,8$  m gegründet werden; bei den Bahnsteigkanten ist diese Forderung bei einer FUK  $\geq 1,0$  m unter SO i. A. gewährleistet.

Es wird angezeigt, dass die in den folgenden Kapiteln angegebenen Bemessungswerte  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstandes im Sinne des EC 7 zu interpretieren sind und für effektive Fundamentbreiten ( $b$  bzw.  $b' = b - 2e$ ) und vertikal, mittig belastete Fundamente (Bemessungssituation BS-P) gelten. Eine Erhöhung der  $\sigma_{R,d}$ -Werte ist nicht zulässig. Zwischenwerte, die nicht in den Tabellen 5 und 6 ausgewiesen sind, können linear interpoliert werden. Eine Extrapolation ist nicht zulässig. Weiterhin wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei den genannten Werten nicht um die aufnehmbaren Sohlrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11 handelt. Die zulässigen Bodenpressungen können durch Division mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten für Einwirkungen ermittelt werden.





Die in den nachfolgenden Abschnitten teils angeführten Angaben zu gesonderten Bodenaustauschmaßnahmen wurden auf der Grundlage der punktuellen Bohrerergebnisse festgelegt. Maßgeblich ist letztendlich der Zustand des Erdplanums bei der Durchführung der Erdarbeiten, weshalb der tatsächliche Umfang für den Bodenaustausch erst im Zuge der Bauausführung verbindlich festgelegt werden kann.

Vor der Herstellung der Tragschicht bzw. vor dem Einbringen der Sauberkeitsschicht oder dem Bodenaustauschmaterial ist das Abtragsplanum sorgfältig nachzuverdichten. Um dabei der Bildung von Porenwasserüberdrücken und damit Aufweichungen im oberflächennahen Bodenhorizont entgegenzuwirken, ist bei feinkörnigem Abtragsplanum ggf. auf eine dynamische Nachverdichtung zu verzichten und das Planum lediglich statisch abzuwalzen.

Es wird davon ausgegangen, dass sich das BV außerhalb von Schutzgebieten (Denkmal-, Natur-, Landschaftsschutzgebiet) befindet.

## 6.2 Gründungsempfehlungen

### 6.2.1 Bahnsteige

- Bahnsteigkante

Die neuen Bahnsteige sollen in herkömmlicher Bauweise errichtet werden.

Alternativ wäre auch eine Modulbauweise denkbar, bei der Bahnsteigplatten auf Längsträgern auflagern, deren Lasten an den Stoßfugen über Fundamentquerbalken (-riegel) in den Untergrund abgetragen werden. Konstruktionsbedingt treten bei diesem Konzept allerdings gegenüber der konventionellen Bauweise deutlich höhere Lasten auf, was in Anbetracht der vergleichsweise setzungsempfindlichen Decklehme zu vermeiden ist.

Die Ausführung von standardisierten Bahnsteigkantenfertigteilen (BSK-Bauweise) ist im vorliegenden Fall nicht möglich, da die Anforderungen an die bodenmechanischen Eigenschaften des Baugrundes nicht eingehalten sind. Ein Bodenaustausch ist dabei ebenfalls nicht zielführend, da im Bettungspolster wegen des undurchlässigen Untergrundes mit temporärem Wasseraufstau zu rechnen ist und infolge dessen die Frostsicherheit nicht mehr gegeben ist. Im weiteren sind die  $\sigma_{R,d}$ -Werte in Tabelle 5 zu beachten.

Bei weicher Beschaffenheit der Fundamentsohle wird zur Stabilisierung der Gründung und zur Vergleichmäßigung der Setzungen der Einbau eines mindestens 30 cm dicken Bettungspolsters unter den Fundamenten empfohlen, das zur Berücksichtigung der seitlichen Druckausbreitung allseitig über die Fundamentaußenkanten unter einem gedachten Druckausbreitungswinkel von  $60^\circ$  - gemessen zur Horizontalen - zu verbreitern ist. Aufgrund der problematischen Ausführbarkeit kann alternativ auf den gleiszugewandten Seiten auf eine Beachtung der Druckausbreitung verzichtet werden, sofern an den übrigen Fundamenträndern mit einem Druckausbreitungswinkel von  $45^\circ$  geplant wird. Das Bettungspolster ist aus zertifiziertem Frostschutzmaterial der Körnung 0/32 herzustellen.

Die Streifenfundamente können mit Hilfe der in der nachfolgenden Tabelle 5 im Sinne des EC 7 angeführten Bemessungswerte des Sohlwiderstandes  $\sigma_{R,d}$  dimensioniert werden. Dabei wurde die Einbindetiefe  $d$  mit 0,8 m u. GOK (ca. 1,0 m u. SO) angenommen, die tatsächliche Setzung auf  $s_{\text{tats.}} = 1$  cm bzw. 2 cm begrenzt und die Fundamentbreite innerhalb eines praktikablen Rahmens variiert.




**Tabelle 5: Bemessungswerte des Sohlwiderstandes  $\sigma_{R,d}$  für Streifenfundamente**

Bemessungskriterium	d [m]	Fundamentbreite b [m]						
		0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60
$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ] für Stats. $\leq 1$ cm <sup>1)</sup>	0,8	200	150	125	110	100	90	85
$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ] für Stats. $\leq 2$ cm <sup>1)</sup>		205 <sup>2)</sup>	215 <sup>2)</sup>	225 <sup>2)</sup>	200	180	165	155

<sup>1)</sup> tatsächliche Setzungen unter Berücksichtigung eines Korrekturfaktor gemäß DIN 4019 von <sup>2)/3</sup>

<sup>2)</sup> Grundbruch maßgebend

Die prognostizierten Absolutsetzungen stellen sich zu etwa 30 % bis 50 % im Zuge der Lastaufbringung ein. Setzungsdifferenzen in der Größenordnung von bis zu 50 % der Maximalsetzung sind bei einer konventionellen Flachgründung in Kauf zu nehmen.

Die sonstigen Nachweise (Gleiten, Kippen, usw.) sind auf der Grundlage der bodenmechanischen Kennwerte in Tabelle 2 sowie der Schichtenfolge in Anlage 4 bzw. Anlage 5 durch den Tragwerksplaner zu erbringen.

- Oberbaukonstruktion

In Anlehnung an die RStO 12 ist für einen Bahnsteigoberbau in Pflasterbauweise nach Tafel 7, Zeile 3, ein frostsicherer Aufbau von rund 50 cm Stärke vorzusehen, der üblicherweise aus 8 cm Pflasterbelag, 3 cm Splittbettung und ca. 40 cm Trag- und Frostschuttschicht besteht. Auf Oberkante Tragschicht ist ein statischer Verformungsmodul von mind.  $E_{v2} \geq 80$  MN/m<sup>2</sup> nachzuweisen.

Für die Herstellung der Tragschicht sind Baustoffgemische einzusetzen, deren Kornabstufungen innerhalb der Sieblinienbereiche liegen, die die ZTV SoB-StB 04/07 für Kies- und Schottertragschichten für die Körnungen 0/32, 0/45 oder 0/56 vorgibt.

Durch die Zusatzlasten aus der Bahnsteigerhöhung bzw. -verlängerung ist mit Konsolidierungsprozessen im Baugrund und folglich mit Nachsetzungen des Bahnsteigbelages von bis zu 0,5 cm (Bahnsteigerhöhung) bzw. bis zu 1 cm (Bahnsteigverlängerung) zu rechnen.

- Unterbaukonstruktion, Erdplanum

Um bei der in obigen Abschnitt angegebenen Tragschichtdicke auf OK Tragschicht einen  $E_{v2}$  - Wert von mind. 80 MN/m<sup>2</sup> einzuhalten, ist auf Oberkante Erdplanum / Unterbau ein Tragfähigkeitswert von  $E_{v2} \geq 45$  MN/m<sup>2</sup> nachzuweisen.

Im Bereich vorhandener Auffüllungen mit (Rest-)Mächtigkeiten von ca. 30 cm bis 40 cm ist davon auszugehen, dass dieser Wert nach erfolgter Nachverdichtung des Planums erreicht wird. Bleibt die (Rest-)Dicke unter dem o.g. Wertbereich, ist ein zusätzlicher Bodenaustausch vorzusehen. Dabei ist davon auszugehen, dass das Abtragsplanum in der Deckschicht zu liegen kommt und die Austauschstärke variabel ist - abhängig von der Konsistenz der anstehenden Lehmböden. Bei weicher Konsistenz des Planums ist ein Bodenaustausch von 40 cm, bei mindestens steifer Konsistenz von 25 cm bis 30 cm einzukalkulieren.

Für die überschlägliche Ermittlung des Bodenaustausches zur Kostenermittlung können die Einzelprofile herangezogen werden.





## 6.2.2 Gründung Bahnsteigdächer

Es wird davon ausgegangen, dass die Bahnsteigdächer auf quadratischen Einzelfundamenten gegründet werden sollen (Flachgründung). Die Fundamentabmessungen werden mit  $a = b = 1,0 \text{ m} \dots 3,0 \text{ m}$  angenommen.

Bei planmäßiger, d. h. frostfreier Gründung, erfolgt die Gründung im vorhandenen Auffüllungs-horizont bzw. ggf. auch in den Decklehmen (vgl. Anlage 4). Dementsprechend ist die Gründung direkt bzw. indirekt durch die vergleichsweise setzungsempfindlichen Decklehme beeinflusst, weshalb nur relativ geringe Sohlspannungen realisierbar sind.

Bei weichem Untergrund wird der Einbau eines mindestens 40 cm dicken Bettungspolsters aus zertifiziertem Frostschutzmaterial 0/32 mit allseitiger Verbreiterung über die Fundamentaußenkanten hinaus unter einem gedachten Druckausbreitungswinkel von  $60^\circ$  - gemessen zur Horizontalen - empfohlen.

Die Einzelfundamente können mit Hilfe der in der nachfolgenden Tabelle 6 im Sinne des EC 7 angeführten Bemessungswerte des Sohlwiderstandes  $\sigma_{R,d}$  dimensioniert werden. Dabei wurde die Einbindetiefe  $d$  mit 0,8 m u. GOK angenommen und die tatsächliche Setzung auf  $s_{\text{tats.}} = 1 \text{ cm}$  bzw. 2 cm begrenzt.

**Tabelle 6: Bemessungswerte des Sohlwiderstandes  $\sigma_{R,d}$  für Einzelfundamente**

Bemessungskriterium	d [m]	Fundamentkantenlänge $a = b$ [m]								
		1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0
$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ] für $s_{\text{tats.}} \leq 1 \text{ cm}$ <sup>1)</sup>	0,8	200	170	150	135	125	115	105	95	90
$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ] für $s_{\text{tats.}} \leq 2 \text{ cm}$ <sup>1)</sup>		290 <sup>2)</sup>	315 <sup>2)</sup>	280	250	230	210	195	175	155

<sup>1)</sup> tatsächliche Setzungen unter Berücksichtigung eines Korrekturfaktor gemäß DIN 4019 von  $\frac{2}{3}$

<sup>2)</sup> Grundbruch maßgebend

Die Tabelle kann auch für Einzelfundamente mit rechteckiger Grundrissfläche bis  $b/a = 2$  angewendet werden. Hierfür ist die vorhandene in eine quadratische Grundrissfläche umzurechnen.

Die Prognosen zum Zeitsetzungsverhalten entsprechen den Angaben im Kap. 6.2.1.

## 6.2.3 Gründung PU

### 6.2.3.1 Allgemeine Hinweise

Die hydrogeologischen Randbedingungen erfordern eine Bauteilabdichtung nach DIN 18195/T6. Darüber hinaus kommt die Gründungsfuge in teils weich-steifen, teils auch steif-halbfesten Schluffen zu liegen. Vor diesem Hintergrund ist grundsätzlich eine Lastabtragung über eine elastisch gebettete Bodenplatte zu favorisieren.

Zur Vergleichmäßigung der Lastabtragung wird der Einbau eines mind. 40 cm dicken Bettungspolsters unter der Bodenplatte aus verdichtungsfähigem Kiessand oder dgl. empfohlen, das - geeignete Materialwahl vorausgesetzt - bei Bedarf auch zum Betrieb einer offenen (Rest-)Wasserhaltung herangezogen werden kann.

Im Weiteren sind die im Kap. 7.4 enthalten Hinweise zur Wasserhaltung zu beachten.





### 6.2.3.2 Konventionelle Bauweise

Unter Annahme einer gleichmäßig verteilten charakteristischen Flächenlast von  $\sigma_{\text{vorh.}} = 150 \text{ kN/m}^2$  bis  $180 \text{ kN/m}^2$ , einer Plattenabmessung von ca.  $21,0 \text{ m} \times 3,5 \text{ m}$  und unter Berücksichtigung des o. g. Bettungspolsters sind bei fachgerechter Bauausführung infolge der Vorbelastung des Baugrundes Setzungen in der Größenordnung von bis  $3 \text{ cm}$  zu erwarten.

Die Lehmböden reagieren nur bedingt auf eine Änderung des Spannungszustandes, so dass sich im Einflussbereich nur etwa  $30 \%$  des angegebenen Setzungsbetrages im Zuge der Lastaufbringung einstellt und die Gesamtsetzung erst nach etwa  $1 \text{ Jahr}$  vollständig abgeklungen ist.

Der Vorbemessung der Bodenplatte als elastisch gebettete Platte kann ein Bettungsmodul von

$$k_{s,k} = 6 \text{ MN/m}^3$$

zugrunde gelegt werden.

Grundsätzlich kann unter den durch die aufgehenden Wände (mit der Wandstärke  $d_w$ ) höher belasteten Plattenstreifen die Bettungsziffer um  $50 \%$  erhöht werden. Die ansetzbare Breite des Plattenstreifens  $b_{PI}$  ist dabei über die Dicke der Bodenplatte  $d_{PI}$  zu ermitteln, in der ein gedachter Druckausbreitungswinkel von  $45^\circ$  angenommen werden kann.

**Beispiel:**  $d_w = 0,5 \text{ m}, d_{PI} = 0,4 \text{ m} \Rightarrow b_{PI} = 0,5 + 0,4 = 0,9 \text{ m}$

Der Nachweis der Grundbruchsicherheit ist bei einer Plattengründung entbehrlich.

Bei einer Bemessung der Bodenplatte nach dem Steifemodulverfahren gelten die Werte der Tabelle 2. Für den Wiederbelastungsbereich können die darin aufgeführten Steifemoduln mit dem Faktor  $2,5$  multipliziert werden.

### 6.2.3.3 Standardisierte Bauweise

Die Anwendbarkeit der standardisierten Rahmenbauweise ist im Modul 804.9040 geregelt und setzt u. a. unter geotechnischen und hydrogeologischen Aspekten bestimmte Anforderungen im Hinblick auf die bodenmechanischen Eigenschaften des Baugrundes, den maximalen Grundwasserstand und die Erdbebenzone voraus.

Die Baumaßnahme befindet sich im erdbebengefährdeten Gebiet (vgl. Kap. 4.7), so dass eine standardisierte Rahmenbauweise im vorliegenden Fall gemäß o. g. Regelwerk unzulässig ist.

### 6.2.4 Gründung Aufzugsschächte

Aufgrund der ohnehin erforderlichen wu-Ausbildung wird davon ausgegangen, dass die ggf. zu einem späteren Zeitpunkt ausgeführten Aufzugsschächte jeweils über eine elastisch gebettete Bodenplatte rund  $6 \text{ m}$  bis  $7 \text{ m}$  unter SO in den Schluffen abgesetzt werden. Die Fundamentabmessungen der Bodenplatten werden vorab mit ca.  $3,0 \dots 3,5 \text{ m} \times 3,0 \dots 3,5 \text{ m}$  angenommen.

Bei weicher Konsistenz der Schluffe wird ein zusätzlicher Bodenaustausch und die Anordnung eines mindestens  $0,3 \text{ m}$  dicken Bettungspolsters aus zertifiziertem Frostschutzmaterial der Körnung 0/32 empfohlen.



Unter Annahme einer gleichmäßig verteilten charakteristischen Flächenlast von  $\sigma_{\text{vorh.}} = 160 \text{ kN/m}^2$  bis  $200 \text{ kN/m}^2$  und o. g. Plattenabmessungen sind bei fachgerechter Bauausführung infolge der Vorbelastung des Baugrundes Setzungen in der Größenordnung von bis zu 2 cm zu erwarten.

Die Lehmböden reagieren nur bedingt auf eine Änderung des Spannungszustandes, so dass sich im Einflussbereich nur etwa 30 % des angegebenen Setzungsbetrages im Zuge der Lastaufbringung einstellt und die Gesamtsetzung erst nach etwa 1 Jahr vollständig abgeklungen ist.

Die Vordimensionierung der Bodenplatte der Aufzugsschächte als elastisch gebettete Platte kann für einen Bettungsmodul von

$$k_{s,k} = 9 \text{ MN/m}^3$$

erfolgen.

### 6.2.5 Gründung Treppenanlagen

Bei den Treppenanlagen liegen die Gründungsfugen praktisch durchgehend in den eingeschränkt tragfähigen Decklehmen.

Bei weicher Konsistenz der Schluffe wird ein zusätzlicher Bodenaustausch und die Anordnung eines mindestens 0,3 m dicken Bettungspolsters aus zertifiziertem Frostschutzmaterial der Körnung 0/32 empfohlen.

Ausgehend von einer flächigen Lastabtragung über Bodenplatten und einer charakteristischen mittleren Bodenpressung von  $\sigma_{\text{vorh.}} = 20 \text{ kN/m}^2$  bis  $50 \text{ kN/m}^2$  können bei der Vorbemessung der Betonplatten der Treppenanlage folgende Bettungsziffern angesetzt werden:

**Oberhalb Mittelpodest:**  $k_{s,k} = 5 \text{ MN/m}^3$

**Mittelpodest/unterhalb Mittelpodest:**  $k_{s,k} = 8 \text{ MN/m}^3$

Bei fachgerechter Ausführung ist im Bereich der Auffüllungen und Decklehme mit Setzungen von etwa 1 bis 2 cm zu rechnen.

Die Decklehme reagieren nur bedingt auf Änderung des Spannungszustandes, so dass sich im Einflussbereich der Decklehme nur etwa 30 % der Setzungen bei der Lastaufbringung einstellen und die Setzungen erst nach etwa 1 Jahr vollständig abgeklungen sind.

### 6.2.6 Gründung Düker

Die vorhandene TE wird im Bereich der PU ggf. als Düker konzipiert und unter dem Bauwerk hindurchgeführt. Die Herstellung der hierfür erforderlichen Baugrube gestaltet sich aufgrund der Baugrubentiefen und den damit verbundenen, relativ weitreichenden Eingriff in den geschlossenen Grundwasserspiegel aufwändig. Vor diesem Hintergrund sollte geprüft werden, ob alternativ die Möglichkeit besteht, die neue PU zu umfahren.

Bei Änderungen an der TE sind die Vorgaben der Ril 836.4602 zu beachten.





## 7 Bauhilfskonstruktionen

### 7.1 Allgemeines

Für die Umsetzung des Bauvorhabens sind Baubehelfe erforderlich, die im Wesentlichen Maßnahmen zur Sicherung der Baugrube(n) und bestehender baulicher Anlagen sowie zur Trockenlegung der Baugrube(n) umfassen.

Bei der Planung und der Ausführung von Verbauten sind die Rammdiagramme von DPH 1 und DPH 2 zu beachten. Danach ist die Herstellung von Verbauten bis  $UK_{\text{Verbau}} \sim 110,0 \text{ m ü. NHN}$  weitgehend unproblematisch. Bei aus statischem Erfordernis tiefer liegender Verbauunterkante sind Lockerungsbohrungen oder besser ausschließlich Verbauarten vorzusehen, die im Bohrverfahren - also nicht rammend, rüttelnd, drückend oder vibrierend - ausgeführt werden.

### 7.2 Baugrubenausbildung

#### 7.2.1 Geböschte Baugrubenwände

Frei geböschte Baugruben sind bei den vorherrschenden Baugrundverhältnissen i. a. unter max.  $45^\circ$  Neigung anzulegen. Im Bereich feinkörniger Böden mit mindesten steifer Konsistenz darf auf max.  $60^\circ$  Böschungswinkel versteilt werden. Die Voraussetzungen der DIN 4124 und der Ril 836 sind zu beachten.

Ab 3 m Böschungshöhe wird die Anordnung einer mindestens 1 m breiten Zwischenberme empfohlen. Bei Böschungshöhen über 5 m oder einer Zusatzbeanspruchung durch äußere Einwirkungen (z. B. Verkehrslasten) ist ein Standsicherheitsnachweis nach DIN 4084: 2009-1 erforderlich. Darüber hinaus sind ungesicherte Böschungen vor Witterungseinflüssen und Frost zu schützen und mittels geeigneter Folien abzudecken.

Für temporäre Gleissicherungsmaßnahmen sind für das Abböschchen die Bereichsgrenzen der nachfolgenden Abbildung einzuhalten (Bild 1, Modul 4305, Ril 836):

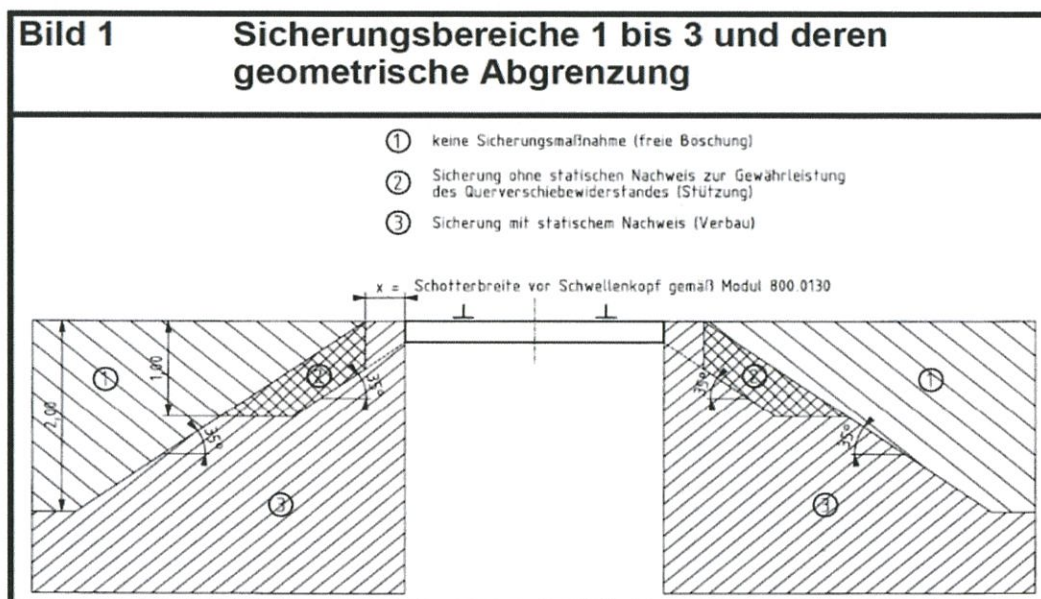


Abbildung 1: Sicherungsbereiche 1 bis 3 und deren geometrische Abgrenzung





Die Anwendung der Bereichsbegrenzungen nach Abbildung 1 ist mit geotechnischen und sonstigen Randbedingungen verknüpft, die einzuhalten sind. So müssen innerhalb des Einflussbereiches der Abgrabung mindestens mitteldicht gelagerte nichtbindige Böden oder mindestens steife bindige Böden anstehen.

Werden die Randbedingungen - wie hier innerhalb der Auffüllungen und verbreitet der Decklehme - nicht eingehalten, sind Standsicherheitsnachweise zu führen. U. U. werden Stützmaßnahmen oder Stützkonstruktionen erforderlich.

Für die Bereiche, in denen keine Sicherungsmaßnahmen erforderlich sind, ist eine freie Böschung möglich (z. B. Bereich 1 der Abbildung 1).

Die Baugrubenböschungen und der Bereich oberhalb der Böschungsschulter sind während der Bauausführung regelmäßig zu observieren. Sofern dabei Veränderungen festgestellt werden, ist umgehend ein Baugrundsachverständiger zu informieren.

#### 7.2.2 Verbaute Baugrubenwände

Bei der Planung und Bauausführung ist die Gewährleistung der Betriebssicherheit des nahegelegenen Eisenbahnverkehrs von entscheidender Relevanz. Dies ist insbesondere bei der Verbaubemessung und den baulichen Aktivitäten während der Bauausführung zu berücksichtigen.

Die zur Berechnung des auf die Verbauwand wirkenden Erddruckes notwendigen bodenmechanischen Kennwerte sind der Tabelle 2 zu entnehmen. Die Verbauwand ist entsprechend der statischen Erfordernisse zu bemessen. Es wird auf die einschlägigen Vorschriften und Empfehlungen (EAB, Fachbuch „Baugruben“ von Weißenbach usw.) verwiesen. Die horizontale Bettung der Verbauträger kann entsprechend den Angaben der EAB (EB102) berechnet werden. Zur Kontrolle müssen die berechneten seitlichen Bodenpressungen mit dem abgeminderten Erdwiderstand verglichen werden.

Es wird empfohlen, den Verbau mindestens auf den erhöhten aktiven Erddruck  $E = (E_0 + E_a)/2$  zu bemessen. Um bei Bedarf die Verformungen des Verbaus weiter zu verringern, sollte der Verbau in diesem Fall für den Erdruchedruck dimensioniert werden. Weiterhin ist es ggf. erforderlich, die Verformungen durch die Wahl biegesteifer Profile und / oder Aussteifungen und entsprechendem Sicherheitsbeiwert für den Erdwiderstand zusätzlich zu reduzieren.

Wird auf zusätzliche Aussteifungen verzichtet, sind u. U. Rückverankerungen vorzusehen, deren Planung und Ausführung sich jedoch im Regelfall als aufwändig und kostspielig erweist (Berücksichtigung baulicher Anlagen im Umfeld, Genehmigungen bei Eingriff in Nachbargelände, Sondergerätschaften für die Ankerherstellung, etc.).

Bei den vorherrschenden Baugrundverhältnissen erweisen sich in erster Linie die folgenden Verbauarten als praktikabel:

- Spundwandverbau<sup>1)</sup>
- Bohlträgerverbau mit Ausfachung<sup>2)</sup>
- Bohrpfahlwand<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Achtung: Spundwandverbau nur bis Absetztiefen von 110,0 m ü. NHN möglich, bei UK Verbau < 110,0 m ü. NHN ist ein gebohrtes Verbausystem zu favorisieren (vgl. Kap. 7.1).

<sup>2)</sup> Trägerbohlwände mit Holzausfachung dürfen nur für kurzzeitige Zwecke und sollen nach Modul 836.2001 nur außerhalb des Druckbereiches von Eisenbahnverkehrslasten eingesetzt werden.





Es ist grundsätzlich auf einen kraftschlüssigen Verbund zwischen der Gesamtkonstruktion und dem anstehenden Baugrund zu achten. Beim Ziehen der Verbauelemente darf keine „klaffende Fuge“ zurück bleiben: Der durch das Ziehen der Verbauelemente entstehende Spalt ist beim Ziehen zu Verpressen oder die Verbauelemente müssen im Untergrund verbleiben, wenn entsprechende Verformungen nicht bewusst in Kauf genommen werden.

Die Bestandsbauten sind je nach Zustand und Gründungstiefe durch geeignete Maßnahmen in Form von Unterfangungen, Absteifungen usw. zu sichern.

Bauzustände sind sorgfältig zu planen und die Standsicherheit der Bestandsbebauung ist nachzuweisen. Je nach Zustand der vorhandenen Bausubstanz sind u. U. zusätzliche Verbau- und Sicherungsmaßnahmen notwendig.

Die in den nachfolgenden Kapiteln angegebenen Bemessungskenngrößen beziehen sich auf die äußere Standsicherheit. Die innere Bemessung der Konstruktionsteile muss gesondert nachgewiesen werden.

Vor der Ausführung hat die beauftragte Fachfirma prinzipiell eine prüffähige Verbaustatik aufzustellen und vorzulegen.

#### 7.2.2.1 Spundwandverbau, Fertigrammpfähle (Bohlträger)

Unter Einbeziehung der in der EAB (5. Auflage, A10) bzw. den EA-Pfähle (2. Auflage, Tabelle 5.1 und 5.2) festgelegten Angaben können für gerammte Spundwände im Grenzzustand die in der folgenden Tabelle angegebenen Werte für die Mantelreibung  $q_{s,k}$  und den Spitzendruck  $q_{b,k}$  angenommen werden.

**Tabelle 7: gerammte Spundwände, charakteristische Werte für  $q_{s,k}$  und  $q_{b,k}$  (nach EAB)**

Schicht-komplex	Bezeichnung	Lagerungsdichte bzw. Konsistenz	SUK [m ü. NHN]	$q_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
(1)	Auffüllungen	locker	123,5	- <sup>1)</sup>	- <sup>1)</sup>
(2)	Schluffe	i. M. steif	114,0	0,010	0,8
(3)	Sande	md./hf.	112,5 <sup>2)</sup>	0,040	1,5 <sup>2)</sup>
(4)	Tone	hf.-fest	109,0	0,025	1,5
		fest	< 109,0	0,030	2,0

<sup>1)</sup> Anforderungen an Baugrundfestigkeit und / oder Schichtmächtigkeit nicht erfüllt.

<sup>2)</sup> Aufgrund der begrenzten Schichtdicke des Sandhorizontes ist hier kein höher Wert für den Spitzendruck zulässig; stattdessen ist mit dem Wert der unterlagernden Tonschicht zu bemessen.

<sup>1)</sup> Als überschnittene Bohrpfehlwand oder aufgelöste Bohrpfehlwand mit Spritzbetonausfachung.



Die nachfolgende Tabelle enthält die  $q_{s,k}$ - und  $q_{b,k}$ -Werte für gerammte Träger nach EA Pfähle.

**Tabelle 8: gerammte Träger aus StB und SpB, charakteristische Werte für  $q_{s,k}$  und  $q_{b,k}$  für Fertigrammpfähle (nach EA-Pfähle)**

Schicht-komplex	Bezeichnung	Lagerungsdichte bzw. Konsistenz	SUK [m ü. NHN]	s <sup>1)</sup>	$q_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	s/D <sub>eq</sub> <sup>1)</sup>	$q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
(1)	Auffüllungen	locker	123,5	-	- <sup>2)</sup>	-	- <sup>2)</sup>
(2)	Schluffe	i. M. steif	114,0	$s_{sg}^*$ 0,1D <sub>eq</sub>	0,015 0,020	0,035 0,100	0,3 0,5
(3)	Sande	md./hf.	112,5 <sup>2)</sup>	$s_{sg}^*$ 0,1D <sub>eq</sub>	0,550 0,800	0,035 0,100	0,7 <sup>3)</sup> 1,1 <sup>3)</sup>
(4)	Tone	hf.-fest	109,0	$s_{sg}^*$ 0,1D <sub>eq</sub>	0,050 0,060	0,035 0,100	0,7 1,1
		fest	< 109,0	$s_{sg}^*$ 0,1D <sub>eq</sub>	0,065 0,080	0,035 0,100	1,0 1,5

<sup>1)</sup> Setzung  $s_{sg}^*$  bzw.  $s_{sg} = s_g = 0,1D_{eq}$  bei  $q_{s,k}$  bzw. bezogene Pfahlkopfsetzung  $s/D_{eq}$  bei  $q_{b,k}$

<sup>2)</sup> Anforderungen an Baugrundfestigkeit und / oder Schichtmächtigkeit nicht erfüllt.

<sup>3)</sup> Aufgrund der begrenzten Schichtdicke des Sandhorizontes ist hier kein höher Wert für den Spitzendruck zulässig; stattdessen ist mit dem Wert der unterlagernden Tonschicht zu bemessen.

Bei den angeführten Werten handelt es sich um Grenzwerte, die nach EC 7 mit entsprechenden Sicherheiten und in Anlehnung an die EA-Pfähle bzw. EAB mit entsprechenden Anpassungs- bzw. Modellfaktoren zu belegen sind. Die ansetzbare Fläche nach EA Pfähle ist zu berücksichtigen.

Es wird empfohlen, die Spundwandprofile oder Träger mit Rücksicht auf die angrenzende Bahnstrecke und Bebauung möglichst erschütterungsfrei einzubringen. Sofern die erforderlichen Drücke weder statisch noch mittels Hydro-Press-Verfahren erreicht werden, wird der Einsatz langsam schlagender Rammen empfohlen. Werden die Spundbohlen bzw. Bohlträger eingerüttelt, müssen die o. g. Grenzwerte auf 75 % abgemindert werden.

Infolge der eingebrachten Unruhe beim Einbringen des Verbaus ist angesichts der vermutlich geringen Lagerungsdichte der Auffüllungsböden mit leichten Nachsetzungen am Bestand zu rechnen.





### 7.2.2.2 Bohrpfähle

Für Bohrpfähle nach EC 7 / EA Pfähle können die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten charakteristischen Werte für die Mantelreibung  $q_{s,k}$  sowie den Pfahlspitzendruck  $q_{b,k}$  zur Konstruktion der Widerstandssetzungslinie bei nicht vorliegender Pfahlprobelastung angesetzt werden. Die Einbindetiefe in den ausreichend tragfähigen Baugrund muss mindestens 2,5 m betragen. Beim Erreichen des Grundwasserspiegels ist mit Wasserüberdruck zu bohren.

**Tabelle 9: Charakteristische Werte für  $q_{s,k}$  und  $q_{b,k}$  bei Bohrpfählen**

Schichtkomplex	Bezeichnung	Lagerungsdichte bzw. Konsistenz	SUK [m ü. NHN]	$q_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	s/D <sub>s</sub> bzw. s/D <sub>b</sub> <sup>1)</sup>	$q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
(1)	Auffüllungen	locker	123,5	- <sup>2)</sup>	-	- <sup>2)</sup>
(2)	Schluffe	i. M. steif	114,0	0,030	0,02 0,03 0,10 (= s <sub>g</sub> )	0,3 0,4 0,7
(3)	Sande	md./hf.	112,5 <sup>2)</sup>	0,120	0,02 0,03 0,10 (= s <sub>g</sub> )	0,7 <sup>3)</sup> 0,9 <sup>3)</sup> 1,5 <sup>3)</sup>
(4)	Tone	hf.-fest	109,0	0,065	0,02 0,03 0,10 (= s <sub>g</sub> )	0,7 0,9 1,5
		fest	< 109,0	0,085	0,02 0,03 0,10 (= s <sub>g</sub> )	1,2 1,4 2,0

<sup>1)</sup> Bezogene Pfahlkopfsetzung s/D<sub>s</sub> bzw. s/D<sub>b</sub> bei  $q_{b,k}$

<sup>2)</sup> Anforderungen an Baugrundfestigkeit und / oder Schichtmächtigkeit nicht erfüllt.

<sup>3)</sup> Aufgrund der begrenzten Schichtdicke des Sandhorizontes ist hier kein höher Wert für den Spitzendruck zulässig; stattdessen ist mit dem Wert der unterlagernden Tonschicht zu bemessen.

Die in der Tabelle genannten Werte gelten für Einzelpfähle. Weiterhin handelt es sich bei den angegebenen Werten um Grenzwerte, die nach EC 7 / EA Pfähle mit entsprechenden Sicherheiten abzumindern sind.

Sollen Horizontalkräfte über Biegung abgeleitet werden, so ist die seitliche Bettung zu berücksichtigen. Die Bestimmung der Bettungsmodulverteilung im Baugrund richtet sich nach den aktuellen Normen (z. B. EC 7) sowie im Weiteren nach den einschlägigen Vorschriften und Richtlinien (EA Pfähle, EAB) und anerkannten Fachliteratur (z. B. Grundbau-Taschenbuch) in der jeweils aktuellen Fassung.

## 7.3 Rückverankerung

### 7.3.1 Allgemeines

Zur Aussteifung des Verbaus sind u. U. Rückverankerungen erforderlich, die grundsätzlich als Verpressanker nach DIN EN 1537 oder als verpresste Mikropfähle nach E DIN EN 14199 ausgeführt werden können. Im Weiteren wird auf die Angaben in den einschlägigen Normen und Richtlinien speziell der Ril 836, Modul 43XX verwiesen (z. B. im Hinblick auf die Mindestüberdeckung).

Bei der Festlegung der zulässigen Gebrauchslast ist der entsprechende Sicherheitsbeiwert zu berücksichtigen. Des Weiteren ist der Nachweis der Standsicherheit des Gesamtsystems, bestehend aus Verbau, Ankern / Pfählen und dem von den Ankern / Pfählen erfassten Bodenkörper, zu führen.





Die Beachtung der einschlägigen Vorschriften, Richtlinien und Regelwerke wird ausdrücklich angezeigt.

Prinzipiell sind in Abstimmung mit dem Sachverständigen für Geotechnik Eignungs- und Abnahmeprüfungen durchzuführen.

Auf der Grundlage der Ergebnisse von Probelastungen können die in den Kap. 7.3.2 und 7.3.3 genannten Bemessungswerte u. U. erhöht werden.

### 7.3.2 Verpressanker

Für die Vorbemessung der Anker können bei einer Rückverankerung nach Ostermayer (vgl. z.B. Grundbautaschenbuch, T.2) in Abhängigkeit von der Verpresskörperlänge, der Verpresskörperlänge  $l_0$  und der Lage im Baugrund die in folgender Tabelle angeführten Grenzmantelreibungswerte  $q_{s,k}$  angesetzt werden.

**Tabelle 10: Grenzmantelreibungswerte  $q_{s1,k}$  für Verpressanker nach Ostermayer**

Schicht-komplex	Bezeichnung	Lagerungsdichte bzw. Konsistenz	SUK [m ü. NHN]	$q_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]		
				$l_0 = 3$ m	$l_0 = 6$ m	$l_0 = 9$ m
(1)	Auffüllungen	locker	123,5	- <sup>1)</sup>	- <sup>1)</sup>	- <sup>1)</sup>
(2)	Schluffe	i. M. steif	114,0	0,15	0,10	0,07
(3)	Sande	md./hf.	112,5 <sup>2)</sup>	0,25 <sup>2)</sup>	0,23 <sup>2)</sup>	0,18 <sup>2)</sup>
(4)	Tone	hf.-fest bis fest	109,0	0,25	0,23	0,18

<sup>1)</sup> Mindestüberdeckung nicht eingehalten.

<sup>2)</sup> Aufgrund der begrenzten Schichtdicke des Sandhorizontes ist in dieser Schicht vorsorglich mit dem Wert der unterlagernden Tone zu bemessen.

Eine sorgfältige und ggf. mehrfache Nachverpressung der Anker wird angezeigt.

### 7.3.3 Verpresste Mikropfähle

Bei verpressten Mikropfählen gemäß DIN 4128, EC 7 / EA-Pfähle bzw. DIN EN 14199 ist die zulässige Pfahlbelastung aufgrund von Probelastungen festzulegen. Die Probelastungen sollen mindestens an zwei Pfählen, jedoch wenigstens an 3 % aller Pfähle durchgeführt werden. Der Vorbemessung von Mikropfählen können die in folgender Tabelle aufgeführten Grenzmantelreibungswerte  $q_{s,k}$  zugrunde gelegt werden.

**Tabelle 11: Grenzmantelreibungswerte  $q_{s,k}$  für verpresste Mikropfähle nach EA-Pfähle**

Schicht-komplex	Bezeichnung	Lagerungsdichte bzw. Konsistenz	SUK [m ü. NHN]	$q_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
(1)	Auffüllungen	locker	123,5	- <sup>1)</sup>
(2)	Schluffe	i. M. steif	114,0	0,045
(3)	Sande	md./hf.	112,5 <sup>2)</sup>	0,100 <sup>2)</sup>
(4)	Tone	hf.-fest bis fest	109,0	0,100

<sup>1)</sup> Mindestüberdeckung nicht eingehalten.

<sup>2)</sup> Aufgrund der begrenzten Schichtdicke des Sandhorizontes ist in dieser Schicht vorsorglich mit dem Wert der unterlagernden Tone zu bemessen.





## 7.4 Wasserhaltung, dichte Baugrube

Bei den vorherrschenden Böden ist eine offene Wasserhaltung bis zu einem Grundwasserstand bis max. 0,5 m über Baugrubensohle erfolgversprechend. Bei einer SO von ca. 124 m ü. NHN und einem abgeschätzten Bauwasserstand von  $BHW_{\text{Bau}} = 120,5$  m ü. NHN kommt die Baugrubensohle - auch bei einer Optimierung der Bauwerkshöhe und damit der Baugrubentiefe - mit Sicherheit unter 120,0 m ü. NHN zu liegen, was die Baugrubenherstellung relativ aufwändig gestaltet.

Die anstehenden Decklehme besitzen die Eigenschaft, das Wasser infolge ihrer geringen Wasserdurchlässigkeit nur sehr langsam abzugeben. Vor diesem Hintergrund ist eine konventionelle Absenkung des Grundwasserspiegels mittels geschlossener Wasserhaltung technisch nicht möglich.

In diesem Fall ist die Ausführung einer wasserdichten Baugrubenumschließung mit Restwasserhaltung zu favorisieren. Als wasserdichter Verbau eignet sich beispielsweise eine mit Schlosddichtungen ausgestattete Spundwand in Kombination mit einer (bei Bedarf rückverankerten) Unterwasserbetonsohle. Zudem kann geprüft werden, ob die Rückverankerung optimiert bzw. gänzlich entfallen kann, sofern die bzw. ein Teil der auftretenden Auftriebskräfte in die Baugrubenumschließung eingeleitet werden. Die innere Tragfähigkeit der UW-Betonsohle ist in diesem Fall über Gewölbewirkung nachzuweisen.

Alternativ besteht die Möglichkeit, auf eine Unterwasserbetonsohle zu verzichten und stattdessen die Baugrubenumspondung in die Tone unterhalb von 112,0 m ü. NHN bis 113,0 m ü. NHN einzubinden und dadurch den Wasserzutritt über die Baugrubensohle abzusperren. Die Einbindetiefe hängt dabei stark vom Bemessungswasserstand und der tatsächlichen Baugrubentiefe ab und kann daher derzeit noch nicht festgesetzt werden.

Die Wasserhaltungsmaßnahmen sind bei diesem Ausführungskonzept auf das Lenzen der Baugrube nach Fertigstellung der Baugrubensicherung und die Restwasserhaltung während der Bauzeit beschränkt. Bei Ausführung einer UW-Betonsohle ist zu berücksichtigen, dass das Restwasser durch das Einbringen des Betons i. d. R. einen erhöhten pH-Wert aufweist und möglicherweise vor der Ableitung in den Vorfluter neutralisiert werden muss.

Während der Bauphase ist eine regelmäßige Kontrolle des Grundwasserstandes erforderlich um bei drohender Überschreitung des für die Bauzeit abgeschätzten Bemessungswasserstandes rechtzeitig die notwendigen Sicherheitsmaßnahmen in die Wege leiten zu können (z. B. Räumung und Flutung der Baugrube).

Grundsätzlich ist zu bedenken, dass bei einer nachträglichen Installation der Aufzugsschächte das Fenster auf der Anschlussseite der Aufzugsunterfahrt zur PU mit in die Baugrubensicherung/-umschließung eingebunden werden und dementsprechend mit verschlossen werden muss, was sich als aufwändig erweist. Vor diesem Hintergrund ist es grundsätzlich sinnvoll, PU und Aufzugsschächte „in einem Rutsch“ herzustellen (gemeinsame Baugrube).

Abschließend wird darauf hingewiesen, dass nach dem Wasserhaushaltsgesetz (§ 31) für jede Grundwasserentnahme eine wasserrechtliche Genehmigung einzuholen ist. Die Grundwasserhaltung ist fachgerecht zu planen und auszuführen. Eine ausreichende Vorlaufzeit zum Erreichen des Absenkzieles ist einzuplanen. Über eventuelle Verunreinigungen des gefördert Grundwassers können keine Angaben gemacht werden.





## 7.5 Versickerung von Oberflächenwasser

Versickerungsfähiger Unterbau/Untergrund liegt gemäß Ril 836, Modul 4601 und 4602 vor, wenn Böden mit einer Durchlässigkeit von  $k_f \geq 1 \times 10^{-5}$  m/s anstehen.

Der Baugrund besteht unter oberflächennaher Auffüllung bis in größere Tiefe aus wenig wasserdurchlässigen Decklehmen mit Durchlässigkeitsbeiwerten  $k_f < 1 \times 10^{-7}$  m/s.

Unter diesen Voraussetzungen ist im Baufeld eine planmäßige Versickerung von Oberflächenwasser ausgeschlossen.

## 8 Hinweise zur Bauausführung

- Um im Bedarfsfall durch die Baumaßnahme verursachte Schäden von bereits bestehenden Schäden abgrenzen zu können, empfehlen wir an unmittelbar an die Baumaßnahme grenzenden Gebäuden, Gleisen, Verkehrsflächen etc. eine Beweissicherung durchzuführen.
- Bereits in der Planungs- und Ausschreibungsphase ist zu berücksichtigen, dass für die Bau-phase die Zeitdauer von Gleissperrungen zu minimieren ist. Ferner sind die örtlichen Platzverhältnisse, Bestandsleitungen, die vorhandene Bahnlinie etc. zu berücksichtigen. Es sind Bauverfahren zu wählen, die ein Minimum an Beeinträchtigungen für die Umgebung und Umwelt erwarten lassen.
- Grundsätzlich ist die DIN 4150 („Erschütterungen im Bauwesen“) zu beachten. Bei ungünstigen Randbedingungen und sensiblem Umfeld ist gegebenenfalls eine Überschreitung der im Teil 3 der DIN 4150 angegebenen Anhaltswerte der Schwinggeschwindigkeiten durch Erschütterungsmessungen zu überprüfen.
- Während der Baumaßnahme sind eventuelle Lage- und Höhenveränderungen, z. B. an den Bahngleisen messtechnisch im Rahmen eines Beweissicherungsverfahrens zu dokumentieren. Bei Bedarf sind etwaige Gleislagefehler durch Nachstopfen zu beseitigen.
- Um Auflockerungen auf Höhe der Aushubsohle zu vermeiden, wird der Einsatz zahnloser Baggerlöffel empfohlen.
- Zwischengelagerte, einzubauende Erdstoffe sind so zu lagern bzw. zu behandeln, dass ein günstiger Einbauwassergehalt beibehalten oder erreicht wird.
- Sämtliche unterschiedlichen Materialien sind filterwirksam, erforderlichenfalls durch ein Geotextil, voneinander zu trennen.
- Alle Schüttmaterialien sind generell lagenweise und mit ausreichender Verdichtung einzubauen. Die Stärke der Schüttlagen ist dem eingesetzten Verdichtungsgerät anzupassen.
- Gründungssohlen sind vor dem Einbringen von Ersatzboden, der Sauberkeitsschicht oder des Fundamentbetons grundsätzlich sorgfältig nachzuverdichten. Dabei ist bei gemischtkörnigen Böden darauf zu achten, dass der Verdichtungsprozess nicht zur Bildung von Porenwasserüberdrücken und damit zu Aufweicherscheinungen in der verdichteten Lage führt.
- Bei Bodenaustauschmaßnahmen unter Gründungsfugen ist die seitliche Druckausbreitung zu beachten und das Bettungspolster allseitig unter einem gedachten Druckausbreitungswinkel von  $(45^\circ) 60^\circ$  - gemessen zur Horizontalen - über die Fundamentaußenkanten hinausgehend zu verbreitern ( $\Rightarrow$  größere Baugrubenabmessungen!).





- Die fachgerechte Ausführung ist durch Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen zu dokumentieren.
- Die Arbeitsgeräte und Baufahrzeuge sind den jeweiligen Verhältnissen anzupassen.
- Generell wird die Abnahme der Gründungssohle (Kontrolle der Baugrundverhältnisse) bzw. die Überwachung von Auffüllarbeiten durch das unterzeichnende Büro empfohlen.
- Bei der Durchführung der Arbeiten sind u. a. die Anforderungen der ZTVE-StB 09, ZTVA-StB 04/07, EAB, EA Pfähle sowie der jeweils gültigen Normen (DIN 4123 und DIN 4124, DIN EN 1610, usw.), Vorschriften und Richtlinien (z.B. Ril 836) zu beachten.

## 9 Umwelttechnische Untersuchungen und Bewertungen

### 9.1 Probenahme, Untersuchungsumfang und Bewertungsgrundlage

Die Beprobung der zu untersuchenden potentiell entsorgungsrelevanten Materialien wurde im Rahmen der Baugrunderkundung vorgenommen. Die Positionierung der Erkundungspunkte richtete sich demnach vorrangig nach den Erfordernissen der Baugrunderkundung. Die Durchführung der Feldarbeiten (hier: Probenahme und Erstellung von Mischproben) und im Weiteren die chemoanalytischen Untersuchungen sowie die Erstellung der hier vorliegenden abfallrechtlichen Stellungnahme stützen sich auf die allgemein anzuwenden sowie die für Hessen gültigen Vorschriften, Richtlinien und Regelwerke.

Alle untersuchten Proben sowie der jeweilige analytische Untersuchungsumfang sind in der folgenden Tabelle 12 zusammenfassend aufgelistet. Die Proben sind jeweils abfallcharakterisierend für die untersuchten Bodenbereiche. Weitere Proben wurden darüber hinaus als Rückstellproben behandelt.

**Tabelle 12: Untersuchte Proben und Untersuchungsumfang**

Entnahmebereich	Probenbez.	Lage	Aufschluss	Tiefenbereich [m u. GOK] bzw. [m u. SO]	Untersuchungsumfang
Auffüllung (überwiegend Sand)	BMP2	Bstg. 1 (alt/neu)	BS 3	0,00-0,40(-0,80)	LAGA (TR Boden)
			BS 4	0,00-0,05-0,10-0,50(-1,20)	
			BS 5	0,08-0,17-0,35(-1,10)	
			BS 6	0,00-0,10-0,20(-0,30)-0,50(-1,10)	
			BS 7	0,00-0,04-0,20-0,50-1,00	
	BMP3	Bstg. 2 (neu)	BS 8	0,00-0,30	
			BS 9	0,00-0,30	
			BS 10	0,00-0,20	
			BS 11	0,00-0,10	
	BMP4	Mittelbahnstg. (alt)	SCH 12	0,00-0,12(-1,00)	
			SCH 13	0,00-0,10-0,45(-0,80)	
			SCH 14	0,00-0,12-0,27(-0,90)	
			SCH 15	0,00-0,13-0,35(-0,90)	





## Fortsetzung Tabelle 12

Entnahmebereich	Probenbez.	Lage	Aufschluss	Tiefenbereich [m u. GOK] bzw. [m u. SO]	Untersuchungsumfang
gewachsener Boden (Schluff)	BMP5	Bstg. 1 (alt/neu) Bstg. 2 (neu)	BS 3	0,80-1,90	LAGA (TR Boden)
			BS 4	1,20-2,40-4,50-5,80	
			BS 5	1,10-4,00	
			BS 6	1,10-3,10	
			BS 7	1,00-2,60	
			BS 8	0,55-0,70-3,00	
			BS 9	0,30-1,10-3,20-5,00-5,80	
			BS 10	0,20-1,10-3,00	
			BS 11	0,10-0,60-1,70	
Boden (aufgefüllt)	BMP2/3/4	Bstg. 1 (alt/neu)	BS 3	0,00-0,40(-0,80)	Stahlaggressivität nach DIN 50929
			BS 4	0,00-0,05-0,10-0,50(-1,20)	
			BS 5	0,08-0,17-0,35(-1,10)	
			BS 6	0,00-0,10-0,20(-0,30)-0,50(-1,10)	
			BS 7	0,00-0,04-0,20-0,50-1,00	
		Bstg. 2 (neu)	BS 8	0,00-0,30	
			BS 9	0,00-0,30	
			BS 10	0,00-0,20	
			BS 11	0,00-0,10	
		Mittelbahnstg. (alt)	SCH 12	0,00-0,12(-1,00)	
			SCH 13	0,00-0,10-0,45(-0,80)	
			SCH 14	0,00-0,12-0,27(-0,90)	
SCH 15	0,00-0,13-0,35(-0,90)				
Boden (gewachsen)	BMP5	Bstg. 1 (alt/neu) Bstg. 2 (neu)	BS 3	0,80-1,90	
			BS 4	1,20-2,40-4,50-5,80	
			BS 5	1,10-4,00	
			BS 6	1,10-3,10	
			BS 7	1,00-2,60	
			BS 8	0,55-0,70-3,00	
			BS 9	0,30-1,10-3,20-5,00-5,80	
			BS 10	0,20-1,10-3,00	
			BS 11	0,10-0,60-1,70	
Asphalt	AMP1	Bstg. 1 (alt/neu)	BS 5	0,00-0,03-0,08	RuVA StB 01 (Asphalt)

Die chemoanalytischen Untersuchungen erfolgten in der Zeit vom 09. bis 20.05.2016. Die Laborprüfberichte liegen als Anlage 8 bei.



## 9.2 Untersuchungsergebnisse

### 9.2.1 Ergebnisse und abfallrechtliche Bewertung von Bodenmaterialien

Die einstufigsrelevanten Ergebnisse der chemoanalytischen Untersuchungen an Proben von Bodenmaterialien sind in den Tabellen 13 bis 16 dargestellt. Für eine Bewertung werden die Untersuchungsergebnisse den bodenartspezifischen Zuordnungswerten nach LAGA (TR Boden) und der DepV gegenübergestellt. Parameter, die Konzentrationen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze bzw. kleiner der bodenartspezifischen Zuordnungswerte Z0 aufweisen, führen nicht zu Einschränkungen bei der Verwertung und sind daher in den Tabellen nicht aufgeführt. Angaben zu Deponieklassen werden hier vorbehaltlich der Einhaltung von Zuordnungswerten weiterer Parameter nach der Deponieverordnung gemacht.

An den Bodenmischproben BMP 2/3/4 und BMP 5 wurden zusätzliche Untersuchungen zur Bestimmung der Bodenaggressivität und Korrosionswahrscheinlichkeit durchgeführt. Die Analyseergebnisse sind dem Bericht in Anlage 8 beigelegt.

Die durch die Proben BMP2 bis BMP4 repräsentierten Materialien sind aufgrund der ihrer granulometrischen Zusammensetzungen auf Grundlage der Zuordnungswerte für die Bodenart „Sand“ zu bewerten. Für BMP5 gelten aufgrund der granulometrischen Zusammensetzung die Zuordnungswerte für die Bodenart „Schluff“.

**Tabelle 13: Relevante Untersuchungsergebnisse Probe BMP2**

Parameter	Messung	Einheit	Messwert	Einbauklasse	Deponieklasse	Gefahrezuordnung
Blei	Feststoff	mg/kg	41,6	Z1.1	(DK 0)	nicht gefährlich
Chrom ges.	Feststoff	mg/kg	36,8	Z1.1	(DK 0)	nicht gefährlich
Kupfer	Feststoff	mg/kg	39,8	Z1.1	(DK 0)	nicht gefährlich
Nickel	Feststoff	mg/kg	56,7	Z1.1	(DK 0)	nicht gefährlich
Zink	Feststoff	mg/kg	112	Z1.1	(DK 0)	nicht gefährlich
Maßgebende Einstufung bei Bewertung „Sand“				Z1.1	(DK 0)	nicht gefährl. Abfall

**Tabelle 14: Relevante Untersuchungsergebnisse Probe BMP3**

Parameter	Messung	Einheit	Messwert	Einbauklasse	Deponieklasse	Gefahrezuordnung
Blei	Feststoff	mg/kg	94,0	Z1.1	(DK 0)	nicht gefährlich
Chrom ges.	Feststoff	mg/kg	38,4	Z1.1	(DK 0)	nicht gefährlich
Kupfer	Feststoff	mg/kg	76,4	Z1.1	(DK 0)	nicht gefährlich
Nickel	Feststoff	mg/kg	58,7	Z1.1	(DK 0)	nicht gefährlich
Quecksilber	Feststoff	mg/kg	0,12	Z1.1	(DK 0)	nicht gefährlich
Zink	Feststoff	mg/kg	328	Z1.2	(DK 0)	nicht gefährlich
ΣPAK	Feststoff	mg/kg	8,36	Z1.2	(DK 0)	nicht gefährlich
Benzo(a)pyren	Feststoff	mg/kg	0,76	Z1.2	(DK 0)	nicht gefährlich
Maßgebende Einstufung bei Bewertung „Sand“				Z1.2	(DK 0)	nicht gefährl. Abfall





Tabelle 15: Relevante Untersuchungsergebnisse Probe BMP4

Parameter	Messung	Einheit	Messwert	Einbauklasse	Deponieklasse	Gefahruordnung
Arsen	Feststoff	mg/kg	31,5	Z1.2	(DK 0)	nicht gefährlich
Blei	Feststoff	mg/kg	96,8	Z1.1	(DK 0)	nicht gefährlich
Chrom ges.	Feststoff	mg/kg	54,4	Z1.1	(DK 0)	nicht gefährlich
Kupfer	Feststoff	mg/kg	60,7	Z1.1	(DK 0)	nicht gefährlich
Nickel	Feststoff	mg/kg	72,7	Z1.1	(DK 0)	nicht gefährlich
Quecksilber	Feststoff	mg/kg	0,54	Z1.1	(DK 0)	nicht gefährlich
Zink	Feststoff	mg/kg	91,2	Z1.1	(DK 0)	nicht gefährlich
Maßgebende Einstufung bei Bewertung „Sand“				Z1.2	(DK 0)	nicht gefährl. Abfall

Tabelle 16: Relevante Untersuchungsergebnisse Probe BMP5

Parameter	Messung	Einheit	Messwert	Einbauklasse	Deponieklasse	Gefahruordnung
Chrom ges.	Feststoff	mg/kg	69,0	Z1.1	(DK 0)	nicht gefährlich
Maßgebende Einstufung bei Bewertung „Schluff“				Z1.1	(DK 0)	nicht gefährl. Abfall

Die durch die Proben BMP2 bis BMP5 repräsentierten Bodenmaterialien halten die Zuordnungswerte der Einbauklassen Z1.1 (BMP2 und BMP 5) bzw. Z1.2 (BMP3 und BMP4) ein.

### Bodenaggressivität

Nach DIN 50929 ist der Boden der **BMP2/3/4 (Auffüllungen)** bzgl. Mulden- und Lochkorrosion als

**sehr gering korrosiv**

bzgl. Flächenkorrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen desgleichen als

**sehr gering korrosiv**

einzustufen.

Die **Auffüllungsböden** sind als **praktisch nicht aggressiv** zu bezeichnen.

Nach DIN 50929 ist der Boden der **BMP5 (gewachsener Boden)** bzgl. Mulden- und Lochkorrosion als

**mittel korrosiv**

bzgl. Flächenkorrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen desgleichen als

**sehr gering korrosiv**

einzustufen.

Der **gewachsene Boden** ist als **aggressiv** zu bezeichnen.



### 9.2.2 Ergebnisse und Einstufung des Oberflächenbelages

Die Einstufung des untersuchten Oberflächenbelages nach RuVA-StB 01 sowie nach der Abfallverzeichnisverordnung (AVV) ist in folgender Tabelle zusammengefasst dargestellt.

**Tabelle 17: Ergebnisse der Teer-/Pechuntersuchungen und Deklaration**

Probenbez.	PAK [mg/kg]	Verwertungs- klasse/ -verfahren	teer- haltig	Deponie- klasse	Gefahr- zuordnung	AVV-Schlüssel
AMP1	0,25	A - 4.1(4.2)(4.3)	nein	DK 0	nicht gefährlich	17 03 02 Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01* fallen

Es handelt sich bei den untersuchten Proben AMP1 um teerfreien Ausbausphalt.

### 9.3 Abfallrechtliche Einstufungen und Verwertungsmöglichkeiten

In Tabelle 20 sind die untersuchten Boden-, Bauschutt und Gleisschotterproben, deren Herkunft, die abfallrechtlichen Einstufungen, sowie die Abfalleinstufungen nach AVV tabellarisch zusammengefasst.

**Tabelle 18: Zusammenfassung der abfallrechtlichen Einstufungen**

Probenbez.	Entnahmebereich / Materialart	Einbauklasse/ Deponieklasse <sup>A)</sup>	Abfallschlüssel und Bezeichnung nach AVV	Verwertbarkeit am Anfallort
BMP2	Auffüllungsböden überwiegend Sand	Z1.1 / (DK 0)	17 05 04 Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03* fallen	bei boden- mechanischer Eignung
BMP3		Z1.2 / (DK 0)		
BMP4		Z1.1 / (DK 0)		
BMP5	gewachsener Boden Schluff	Z1.1 / (DK 0)		

<sup>1)</sup> Angaben zu Deponieklassen in Klammern sind vorbehaltlich der Einhaltung von Grenzwerten weiterer Parameter nach der Deponieverordnung.

Die für die Entsorgung des Aushubmaterials auf eine Deponie oder sonstige Entsorgungsanlage erforderlich werdenden weiteren, ergänzenden Parameterbestimmungen sind rechtzeitig vor der Entsorgung beim Anlagenbetreiber zu erfragen und zu beauftragen.

### 9.4 Angaben zum Ausbau und zur Entsorgung, Gefährdungspotentiale

Ausbau, Zwischenlagerung und Entsorgung aller unterschiedlichen Abfallchargen bzw. von Chargen mit unterschiedlichen abfallrechtlichen Einstufungen haben getrennt voneinander zu erfolgen (Durchmischungsverbot). Materialien der Einbauklassen Z2 sowie Materialien, die gefährliche Stoffe enthalten, sind bei Bedarf auf befestigter und versiegelter Fläche oder in geeigneten Behältern und mit Folie abgedeckt zwischenzulagern, um einer Elution von Schadstoffen vorzubeugen und eine Beeinträchtigung von Schutzgütern zu vermeiden.





Eine Zwischenlagerung von Abfällen außerhalb der Baustelle bedarf i. d. R. einer Genehmigung nach dem Immissionsschutzrecht. Unabhängig davon sind grundsätzlich Flächen oder Aufhaldungen mit freiliegenden schadstoffhaltigen Materialien zu vermeiden bzw. es ist bei längeren Unterbrechungen des Rückbaus oder Aushubes witterungsbeständiges Abdeckmaterial aufzubringen.

Können Bodenmaterialien oder Gleisschotter nicht in bodenähnlichen Anwendungen oder in technischen Bauwerken verwertet werden, so sind sie einer Deponie oder sonstigen Entsorgungsanlage zuzuführen. Für die Entsorgung solcher Materialien auf einer Deponie oder sonstigen Entsorgungsanlage sind eventuell weitere Parameter analytisch zu bestimmen, die vom Anlagenbetreiber festgelegt sind.

## **9.5 Empfehlung für die Ausschreibung**

Grundsätzlich sollte die Verwertung von Aushubmaterialien der Einstufungsklassen Z0 bis Z2 angestrebt und auf eine Entsorgung auf Deponien verzichtet werden, sofern diese aus bodenmechanischen Gesichtspunkten in technischen Bauwerken oder in bodenähnlichen Anwendungen verwertbar sind. Falls Böden nicht für die hier betroffene Baumaßnahme verwertet werden können bzw. sollen, wird empfohlen, diese Böden im LV zur Off-Site-Verwertung außerhalb von Deponien auszuschreiben. Der Verwertungsweg bzw. die Verwertungsstelle ist dann vom Auftragnehmer anzugeben.

Können mineralische Abfälle (Böden, Altschotter) nicht in technischen Bauwerken oder in bodenähnlichen Anwendungen verwertet werden, sind diese auf einer Deponie zu entsorgen. Diese sind dann auf Grundlage der durchgeführten Analysen im LV als Abfälle zur Entsorgung auf einer Deponie auszuschreiben. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass je 500 t Abfall eine komplette Deklarationsanalytik gemäß LAGA und DepV erforderlich wird. Gegebenenfalls wird die Untersuchung weiterer Parameter nach DepV, wie biologische Atmungsaktivität, Heizwert, Säureneutralisationskapazität etc. erforderlich.

Sollte der erforderliche Analysenumfang nicht im Zuge von Voruntersuchungen durchgeführt worden sein, so wird empfohlen, dies entweder rechtzeitig vor Beginn oder während der Baumaßnahme durchzuführen. Hierfür sind mindestens 3 bis 5 Wochen einzuplanen. Es wird empfohlen, den tatsächlichen Untersuchungsumfang im Vorfeld mit dem Deponiebetreiber zu klären, um zeit- und kostenintensive Verzögerungen des Bauablaufs zu verhindern.

## **10 Schlussbemerkungen**

Für den geplanten Umbau des Bahnhofes Bruchköbel (Hessen) wurde vom IBES Bau-Grundinstitut eine Baugrunderkundung mit begleitenden Laboruntersuchungen durchgeführt.

Anhand der Untersuchungsergebnisse, der Geländeaufnahme und der zur Verfügung stehenden Unterlagen und Informationen wurde dieses Baugrund- und Gründungsgutachten ausgearbeitet.

Bei der Bauausführung ist ein fachgerechtes Arbeiten wichtig. Während der Erd- und Gründungsarbeiten wird eine weitere Überwachung des Projektes (Abnahme von Gründungssohlen, Verdichtungskontrollen etc.) durch den Baugrundsachverständigen erforderlich werden.



Prinzipiell sind Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit und –ausbildung zwischen bzw. außerhalb der Aufschlusspunkte nicht auszuschließen. Sollten beim großflächigen Aufschluss während der Bauarbeiten andere Baugrundverhältnisse als diesem Gutachten zugrunde liegende festgestellt werden, ist unser Institut sofort zu verständigen, um die Ursache und die Auswirkung auf die genannten Empfehlungen überprüfen und gegebenenfalls ergänzen zu können.

Die die Geotechnik betreffenden und tangierenden Ausführungspläne und Standsicherheitsnachweise sind uns im Rahmen der Entwurferstellung zur Prüfung vorzulegen. Die Ergebnisse der Überprüfung werden in einem geotechnischen Entwurfsbericht zusammengefasst. Weitere geotechnische Berichte können im Laufe der Bauausführung erforderlich werden (vgl. hierzu EC 7, Kap. 4).

Die in diesem Bericht unter abfallrechtlichen Gesichtspunkten dargelegten Wertungen und Maßnahmeempfehlungen erfolgten aus Sicht des Gutachters unter Zugrundelegung entsprechender Regeln, Richtlinien und Merkblätter, sind jedoch nicht rechtsverbindlich. Die Entscheidungen über Notwendigkeit und Realisierung der Empfehlungen sowie allgemein der weiteren Vorgehensweise bezüglich der umwelttechnischen Belange, bleiben im vorliegenden Fall dem Auftraggeber bzw. Bauherrn, ggf. in Rücksprache mit den umweltrelevanten Aufsichts- und Fachbehörden, vorbehalten, sollten aber letztendlich nicht grundlegend von den hier gemachten Aussagen abweichen, da sonst anderweitige Umstände maßgebend werden könnten, die es dann erneut zu untersuchen und zu beurteilen gilt.

Bei neu auftretenden Fragen bitten wir um rechtzeitige Benachrichtigung

Das Gutachten besitzt nur in seiner Gesamtheit Gültigkeit.

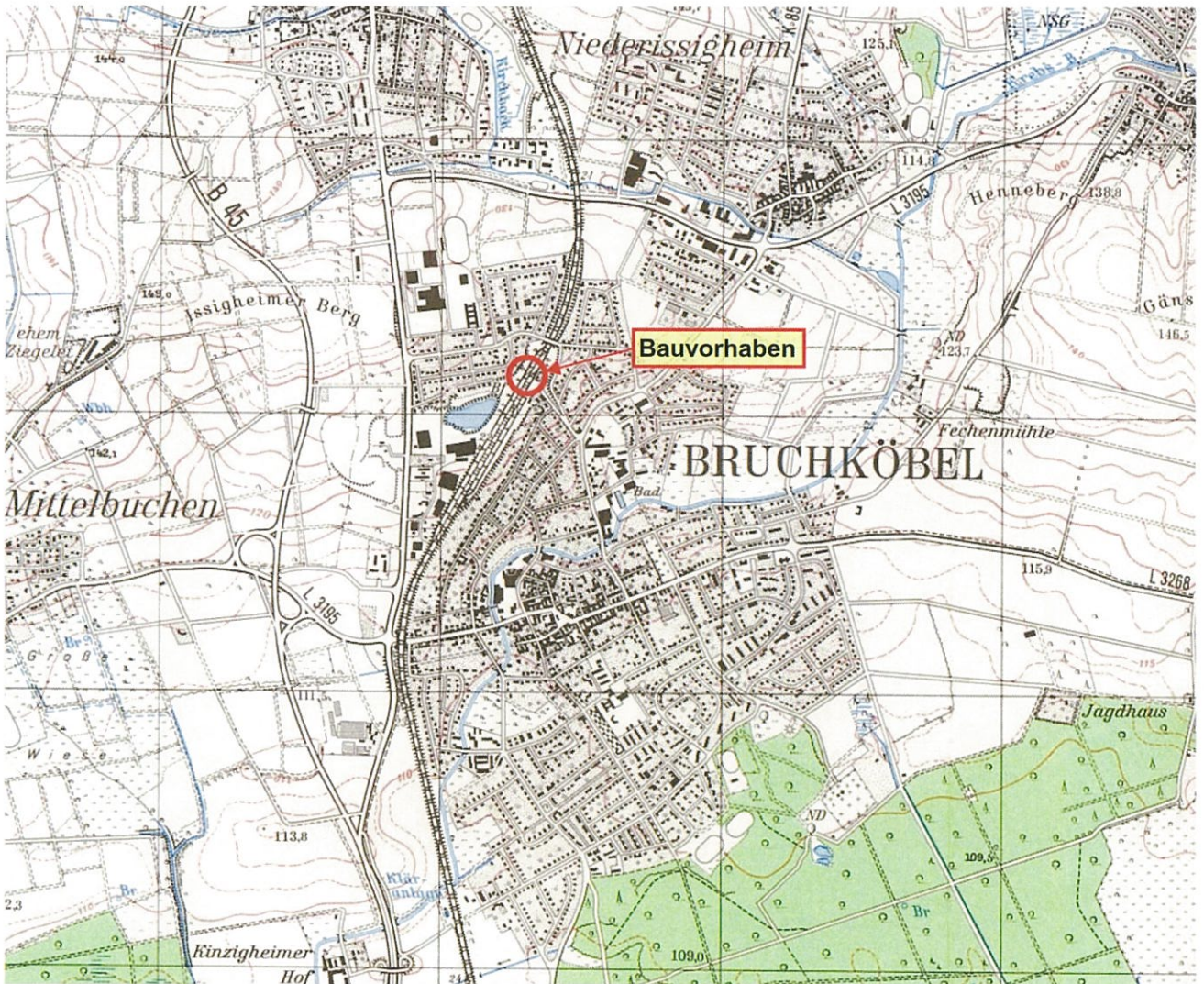
Neustadt/Wstr., 27.09.2016 wei/bö  
Fritz-Voigt-Str. 4  
Tel.: 06321 4996-00  
Fax: 06321 4996-29  
E-Mail: [ibes-gmbh@ibes-gmbh.de](mailto:ibes-gmbh@ibes-gmbh.de)

**IBES Baugrundinstitut GmbH**  
Beratende Ingenieure und Geologen für Bauwesen

Dipl.-Ing. (FH) Bernhard Rauch  
Geschäftsführer

Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Weinacht  
Geschäftsleitung Geotechnik





Auszug aus der top. Karte, Blatt 5819 Hanau, Ausgabe 1996, M. 1 : 25.000





**BAUGELÄNDE (AUSZUG)**



Bild 1: Übersicht Baufeld, Blickrichtung Nordost



Bild 2: Übersicht Baufeld, Blickrichtung Süd





**BAUGELÄNDE / AUFSCHLUSSARBEITEN (AUSZUG)**



Bild 3: Antransport Bohranlage zur BK 1



Bild 4: Ausführung BK 1



Bild 5: Ausführung BK 2



Bild 6: Ausführung BK 2

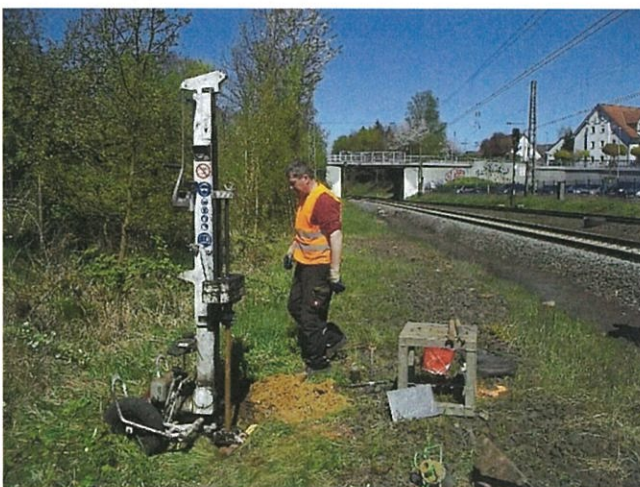


Bild 7: Ausführung DPH 1



Bild 8: Ausführung DPH 2





## AUFSCHLUSSARBEITEN (AUSZUG)



Bild 9: Ausführung BS 3



Bild 10: Ausführung BS 4



Bild 11: Ausführung BS 5



Bild 12: Ausführung BS 6



Bild 13: Ausführung BS 7



Bild 14: Ausführung BS 8





**AUF SCHLUSSARBEITEN (AUSZUG)**



Bild 15: Ausführung BS 9



Bild 16: Ausführung BS 10



Bild 17: Ausführung BS 11



Bild 18: Ausführung BS 11





**AUFSCHLUSSARBEITEN (AUSZUG)**



Bild 19: Ausführung SCH 12



Bild 20: Ausführung SCH 13



Bild 21: Ausführung SCH 14



Bild 22: Ausführung SCH 15





**BOHRGUT (AUSZUG)**



Bild 23: Bohrgut BK 1, Tiefenstufe 0,00 – 15,50 m





**BOHRGUT (AUSZUG)**



Bild 24: Bohrgut BK 2, Tiefenstufe 0,00 – 16,00 m





**BOHR- / SCHÜRFGUT (AUSZUG)**



Bild 25: Bohrgut BS 4, Tiefenstufe: 0,00 – 10,00 m



Bild 26: Bohrgut BS 5, Tiefenstufe: 0,00 – 4,00 m





**BOHR - / SCHÜRFGUT (AUSZUG)**



Bild 27: Bohrgut BS 6, Tiefenstufe: 0,00 – 4,00 m



Bild 28: Bohrgut BS 7, Tiefenstufe: 0,00 – 3,00 m



Bild 29: Bohrgut BS 8, Tiefenstufe: 0,00 – 4,00 m





**BOHR- / SCHÜRFGUT (AUSZUG)**



Bild 30: Bohrgut BS 9, Tiefenstufe: 0,00 – 10,00 m



Bild 31: Bohrgut BS 11, Tiefenstufe: 0,00 – 4,00 m





**BOHR- / SCHÜRFGUT (AUSZUG)**



Bild 32: Schurfgut SCH 13, Tiefenstufe: 0,00 – 0,80 m



Bild 33: Schurfgut SCH 14, Tiefenstufe: 0,00 – 0,90 m





# ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

## UNTERSUCHUNGSSTELLEN

- SCH Schurf
- B Bohrung
- BK Bohrung mit durchgehender Kerngewinnung
- BP Bohrung mit Gewinnung nicht gekernter Proben
- BuP Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben
- DPL Rammsondierung leichte Sonde DIN 4094
- DPM Rammsondierung mittelschwere Sonde DIN 4094
- DPH Rammsondierung schwere Sonde DIN 4094
- ⊕ BS Sondierbohrung
- DS Drucksondierung nach DIN 4094
- RKS Rammkernsondierung
- GWM Grundwassermeßstelle

## BODENARTEN

Auffüllung		A	
Blöcke	mit Blöcken	Y y	
Steine	steinig	X x	
Kies	kiesig	G g	
Sand	sandig	S s	
Schluff	schluffig	U u	
Ton	tonig	T t	
Torf	humos	H h	
Mudde	organisch	F o	
Geschiebemergel	mergelig	Mg me	

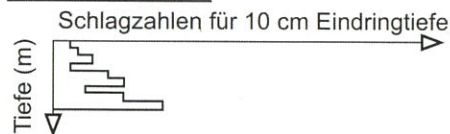
## KORNGRÖßENBEREICH

- f fein
- m mittel
- g grob

## KONSISTENZ

- brg ⇒ breiig
- stf | steif
- fst || fest
- wch > weich
- hfst | halbfest

## RAMMDIAGRAMM



## PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER

- Proben-Güteklasse nach DIN 4021 Tab.1
- Bohrprobe (Glas 0,7l)
  - ⊗ Bohrprobe (Eimer 5l)
  - Sonderprobe
  - ▨ Verwachsene Bohrkernprobe
  - ▽ Grundwasser angebohrt
  - ▽ Grundwasser nach Bohrende
  - ▽ Ruhewasserstand
  - k.GW kein Grundwasser
- GU\* Bodengruppe aufgrund Laborergebnis  
 GU\* Bodengruppe aufgrund Ansprache

## FELSARTEN

Fels, allgemein	Z	
Fels, verwittert	Zv	
Kongl., Brekzie	Gst.	
Sandstein	Sst	
Schluffstein	Ust	
Tonstein	Tst	
Mergelstein	Mst	
Kalkstein	Kst	
Granit	Gr	

## NEBENANTEILE (DIN 4022)

- ' schwach (<15%)
- /\* stark (>30%)

## BODENKLASSE

Bkl. 3

## FEUCHTIGKEIT

f̄ ∪ nass

## KLÜFTUNG

- klü < klüftig
- klü ≧ stark klüftig

## RAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094

	leicht	mittelschwer	schwer
Spitzendurchmesser	2,52 cm	3,57 cm	4,37 cm
Spitzenquerschnitt	5,00 cm <sup>2</sup>	10,00 cm <sup>2</sup>	15,00 cm <sup>2</sup>
Gestängedurchmesser	2,20 cm	2,20 cm	3,20 cm
Rambbärgewicht	10,00 kg	30,00 kg	50,00 kg
Fallhöhe	50,0 cm	20,0 cm	50,0 cm

Bauvorhaben:

Umbau Bahnhof Bruchköbel

Planbezeichnung:

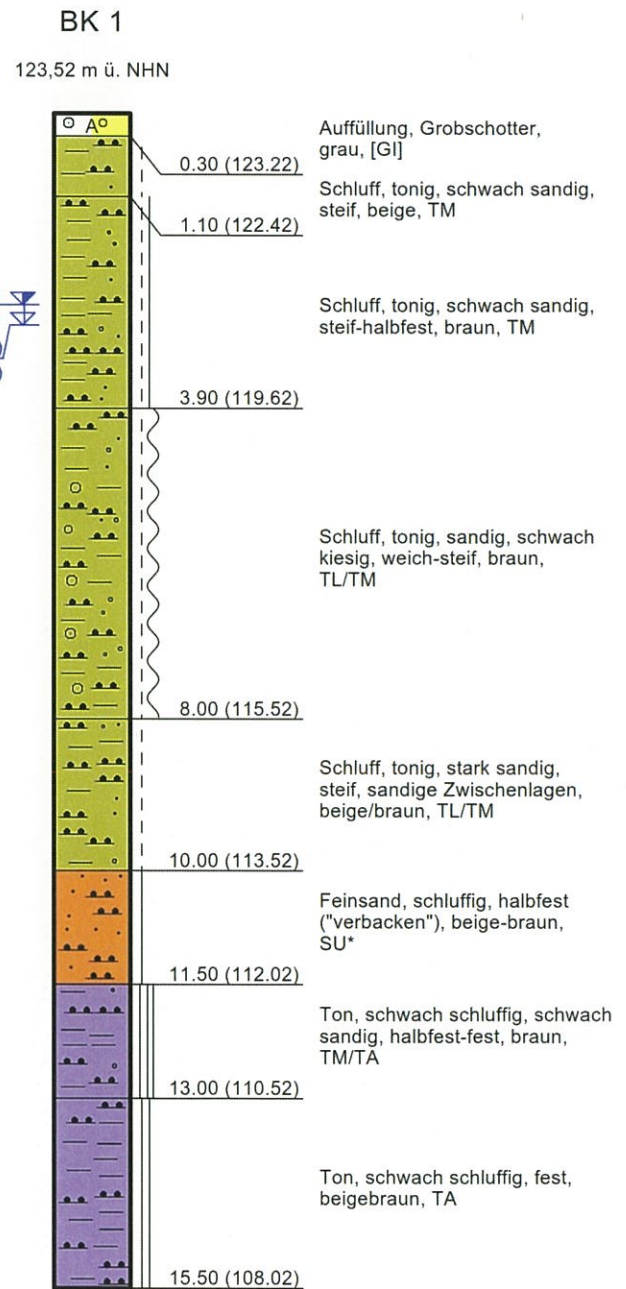
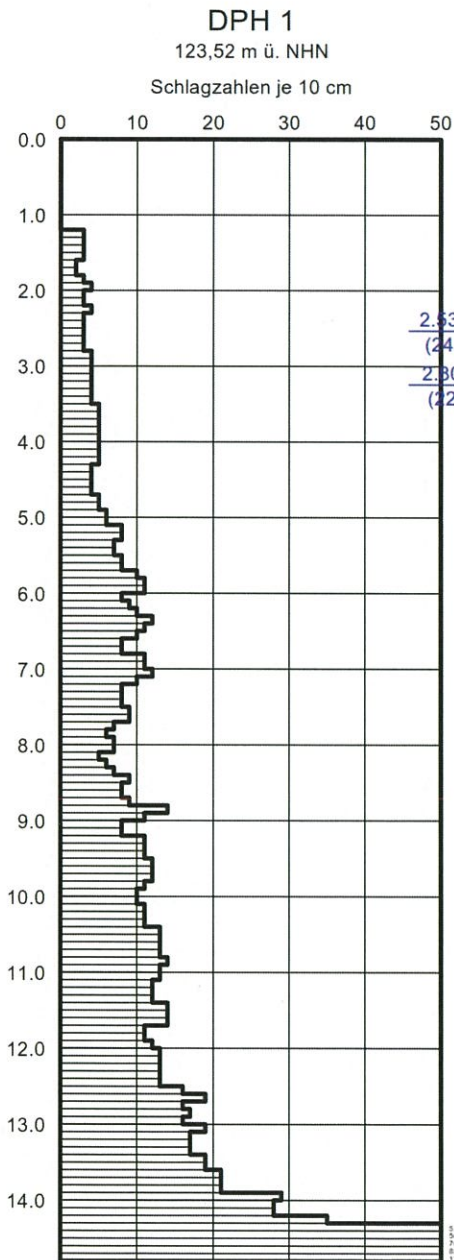
Legende:

M. 1 : 100, M 1 : 50 und M. 1 : 25





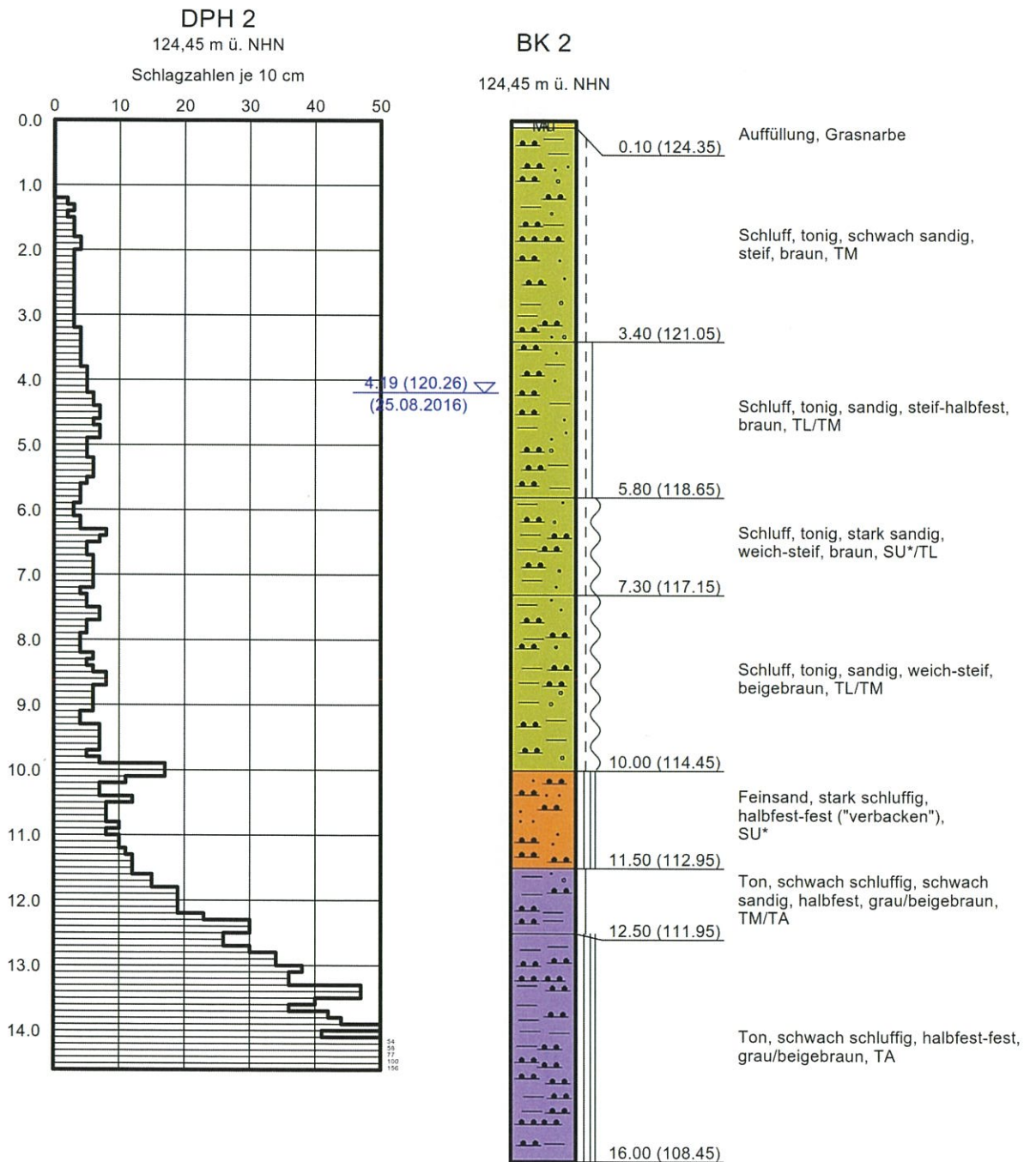
## Bahnsteig 1 / PU / Aufzug / Treppe







## Bahnsteig 2 / PU / Aufzug / Treppe



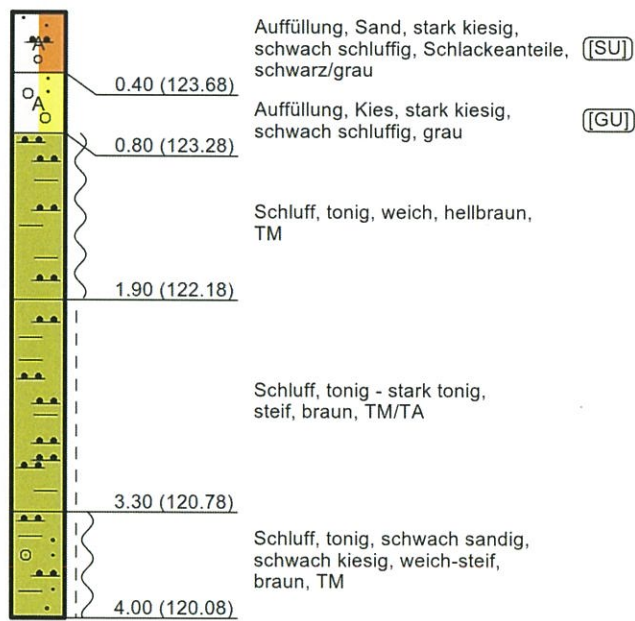




## Bahnsteig 1

### BS 3

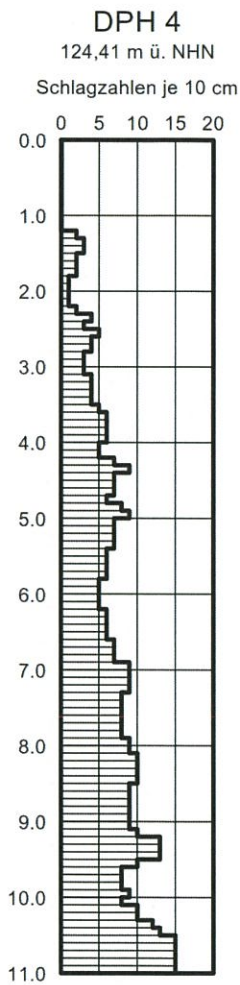
124,08 m ü. NHN





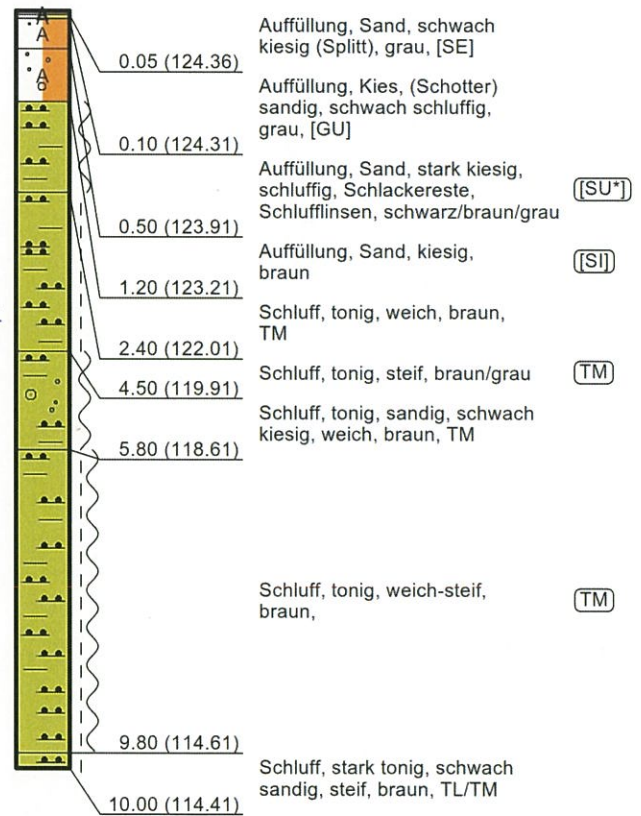


## Bahnsteig 1 / Treppe



**BS 4**  
124,41 m ü. NHN

4.10 (120.31) ∇  
(19.04.2016)

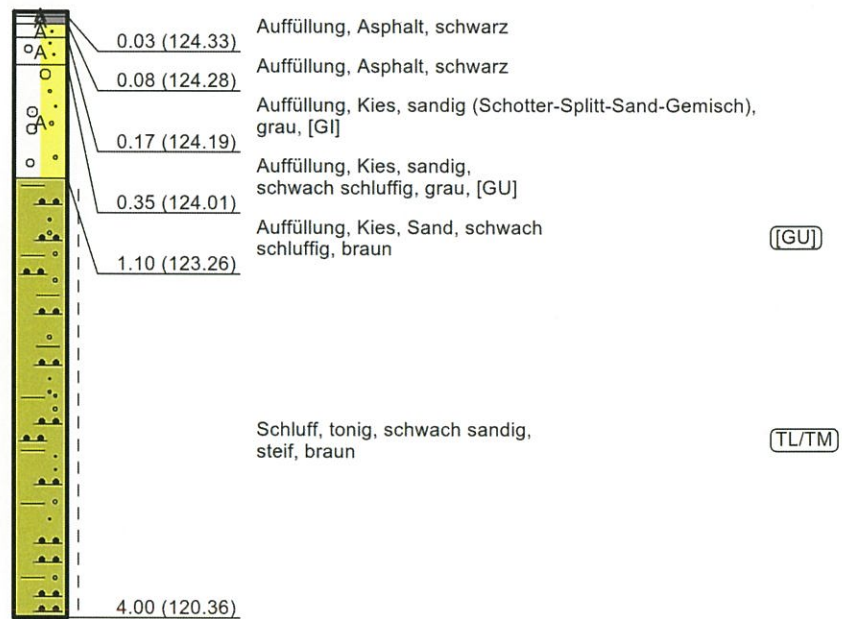




## Bahnsteig 1

### BS 5

124,36 m ü. NHN



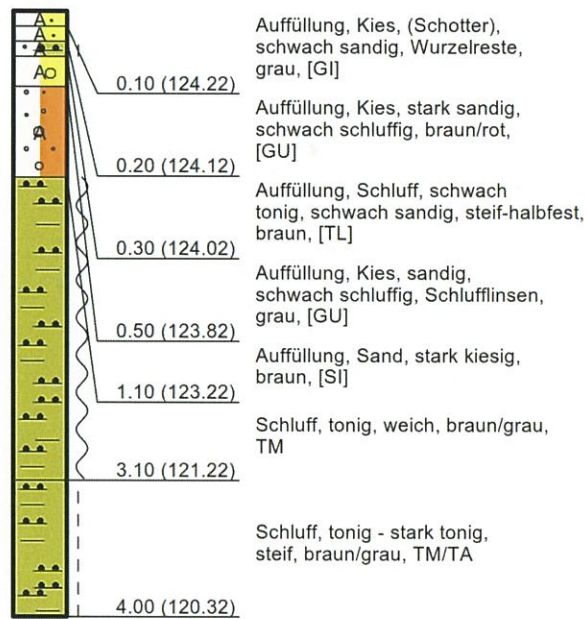




## Bahnsteig 1

### BS 6

124,32 m ü. NHN

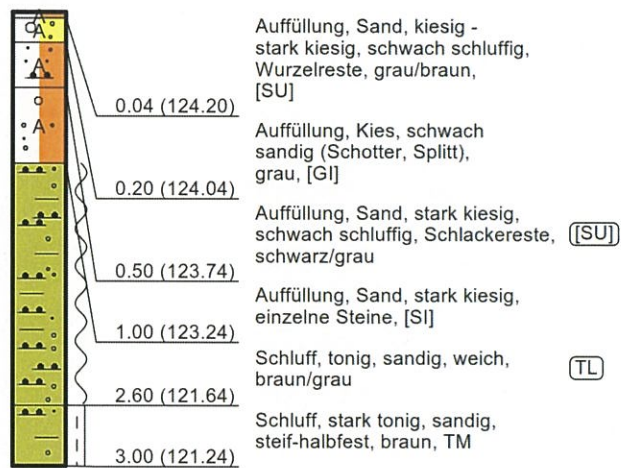




## Bahnsteig 1, Versickerungsmulde

BS 7

124,24 m ü. NHN



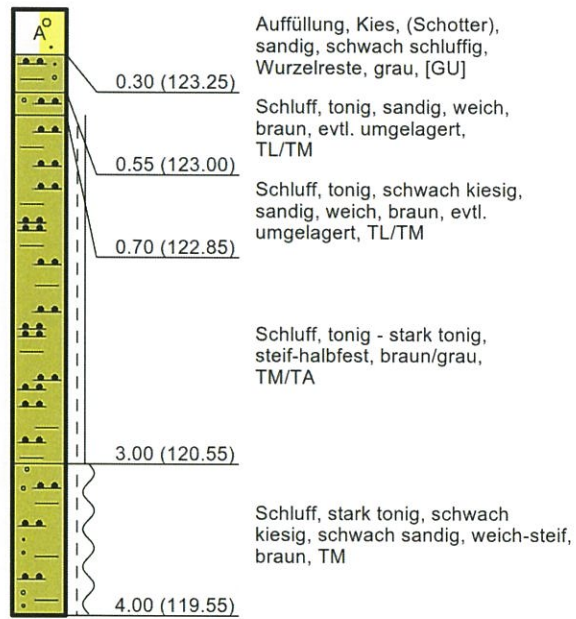




## Bahnsteig 2

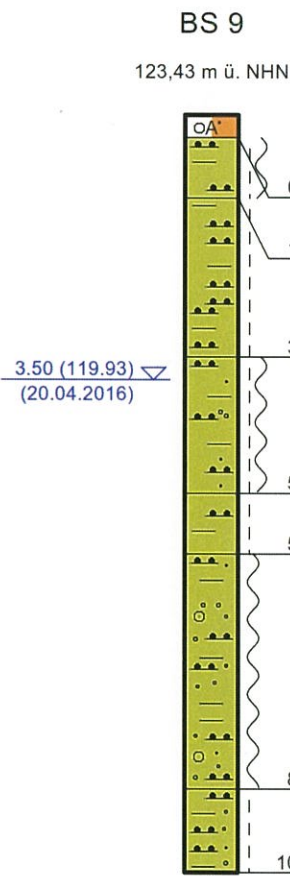
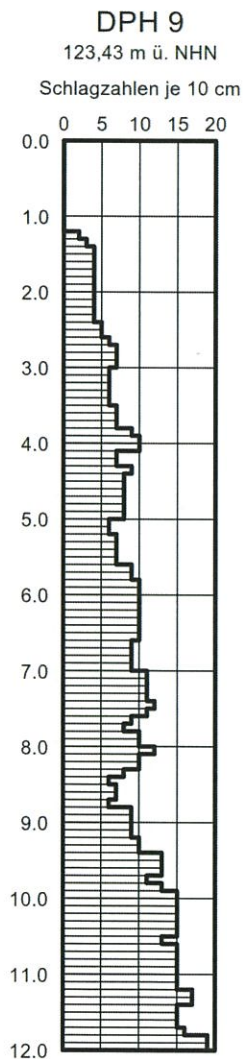
### BS 8

123,55 m ü. NHN





## Bahnsteig 2 / Treppe



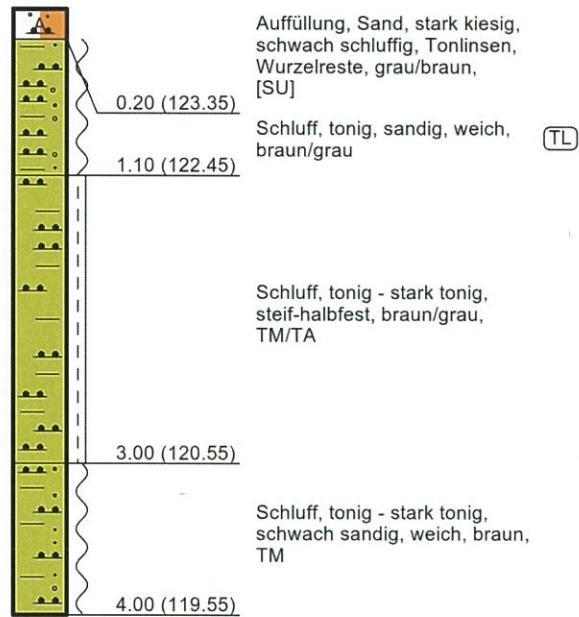




## Bahnsteig 2

BS 10

123,55 m ü. NHN

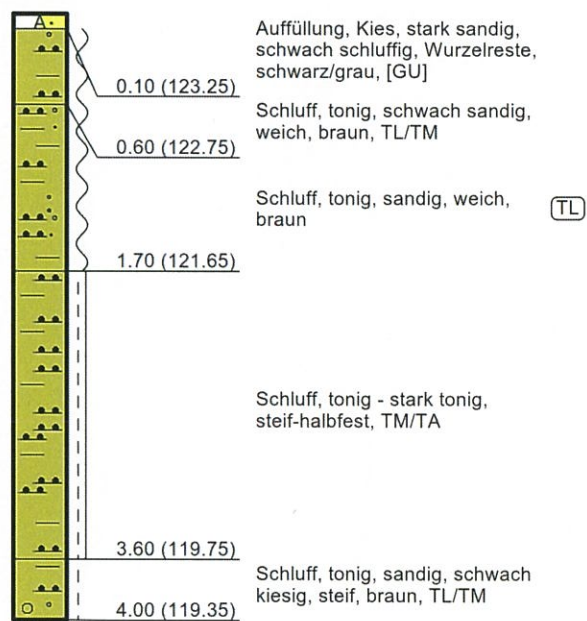




## Bahnsteig 2

### BS 11

123,35 m ü. NHN



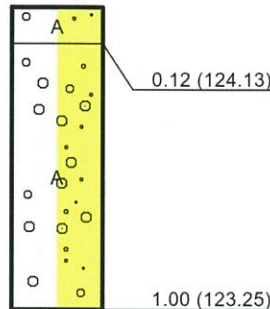




## Mittelbahnsteig (Rückbau)

### SCH 12

124,25 m ü. NHN

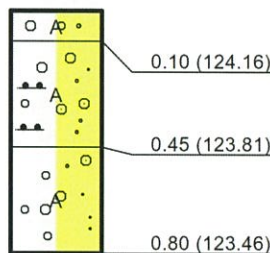


Auffüllung, Kies, schwach sandig, (Schotter, Splitt), Wurzelreste, grau, [GI]

Auffüllung, Kies, stark sandig, braun, [GI]

### SCH 13

124,26 m ü. NHN



Auffüllung, Kies, sandig (Schotter, Splitt, Sand), grau, [GI]

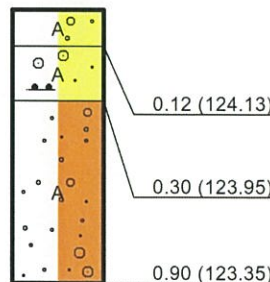
Auffüllung, Kies, Sand, schwach schluffig, Schlufflinsen, Schlackereste, schwarz/grau/braun

[GU]

Auffüllung, Kies, sandig, [GI]

### SCH 14

124,25 m ü. NHN



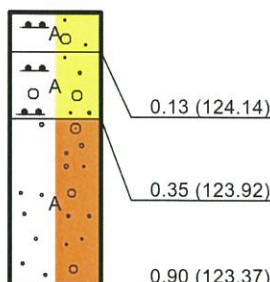
Auffüllung, Kies, schwach sandig, (Schotter, Splitt), Schlackereste, schwarz/grau, [GI]

Auffüllung, Kies, sandig, schwach schluffig, grau/braun, [GU]

Auffüllung, Sand, stark kiesig, braun, [SI]

### SCH 15

124,27 m ü. NHN



Auffüllung, Kies, stark sandig, schwach schluffig, Schlackeannteile, Wurzelreste, schwarz/grau, [GU]

Auffüllung, Kies, stark sandig, schwach schluffig, grau/braun, [GU]

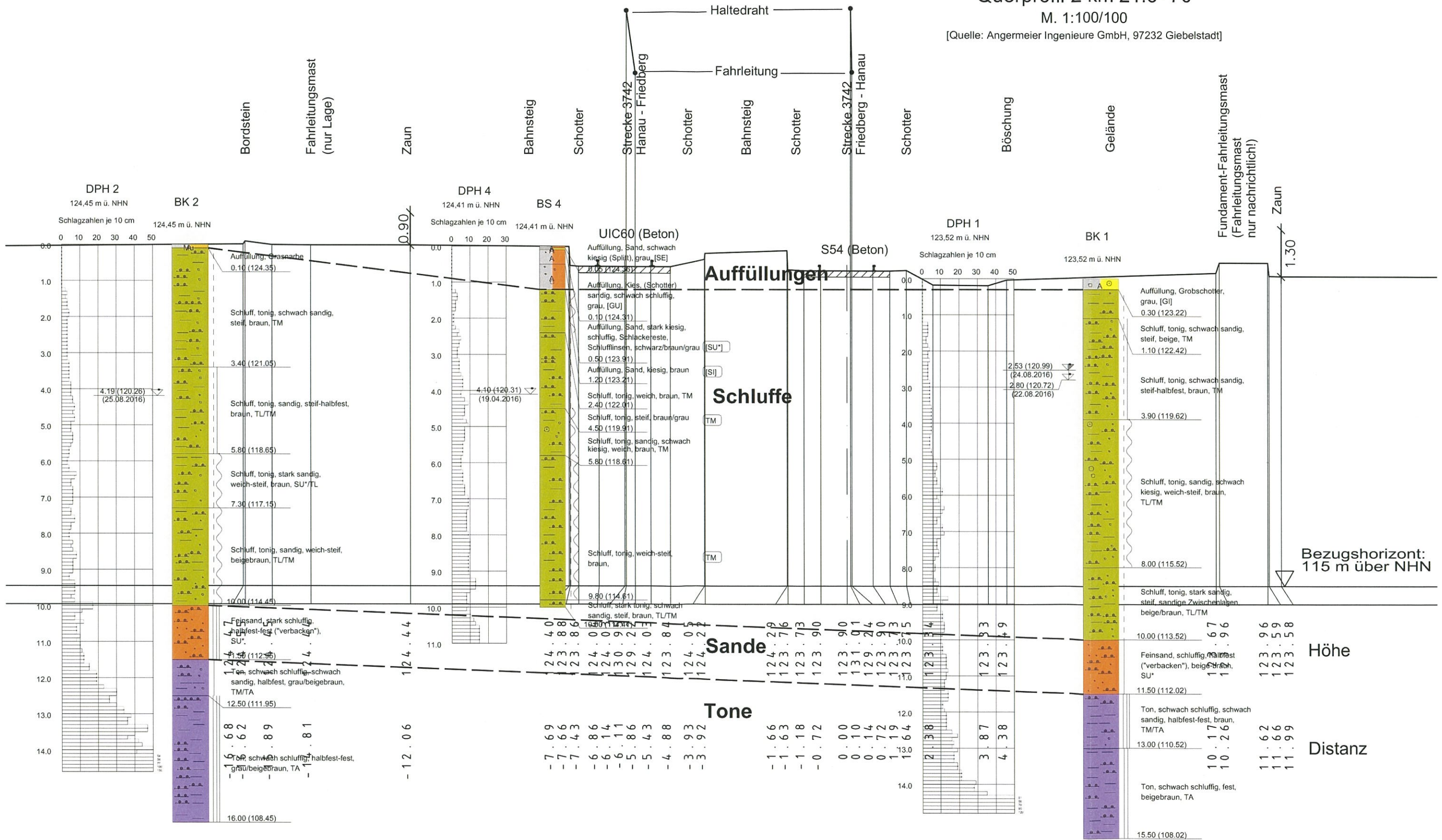
Auffüllung, Sand, stark kiesig, braun, [SI]



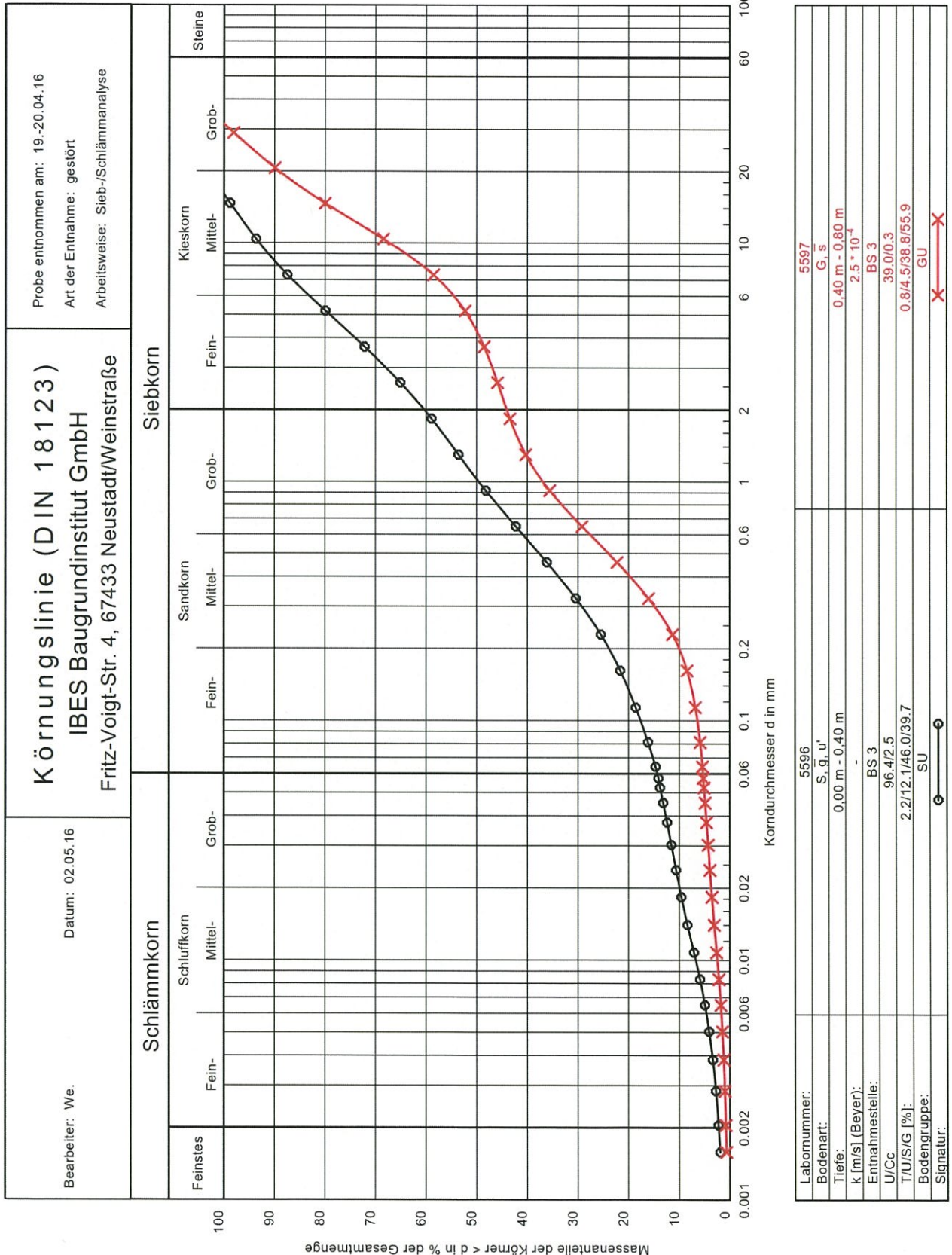
### Ingenieurgeologischer Schnitt Querprofil 2 km 21.6+70

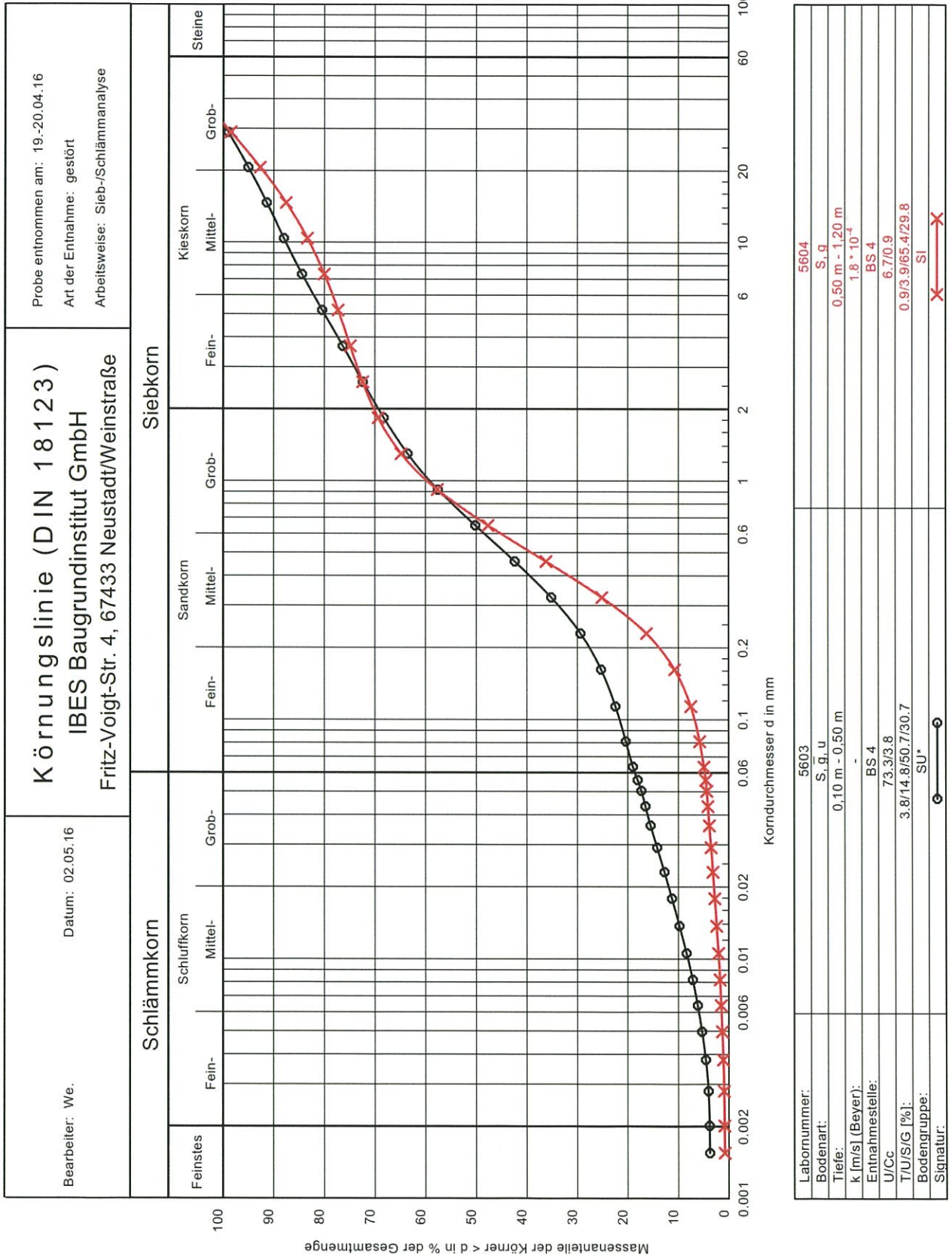
M. 1:100/100

[Quelle: Angermeier Ingenieure GmbH, 97232 Giebelstadt]

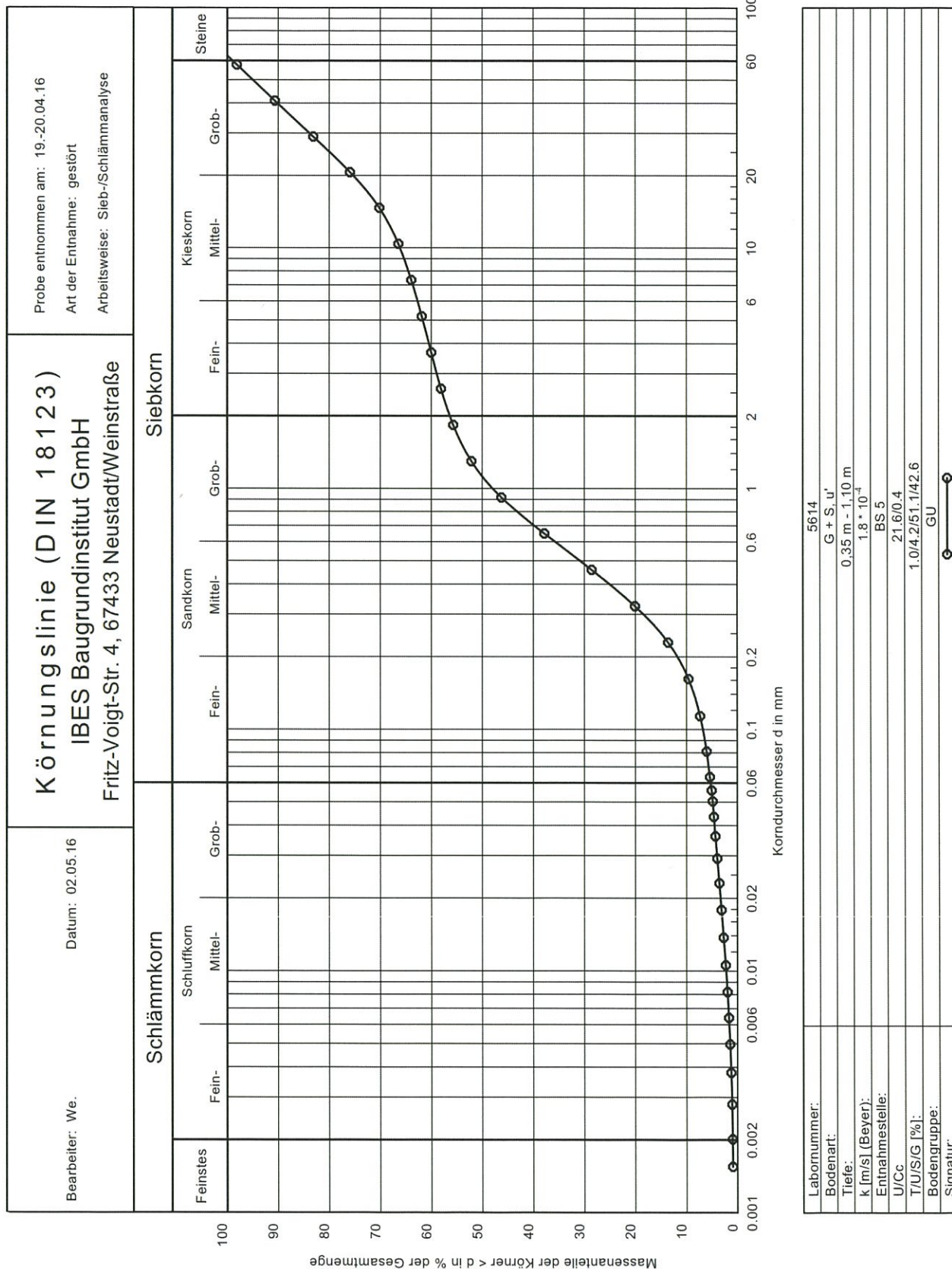


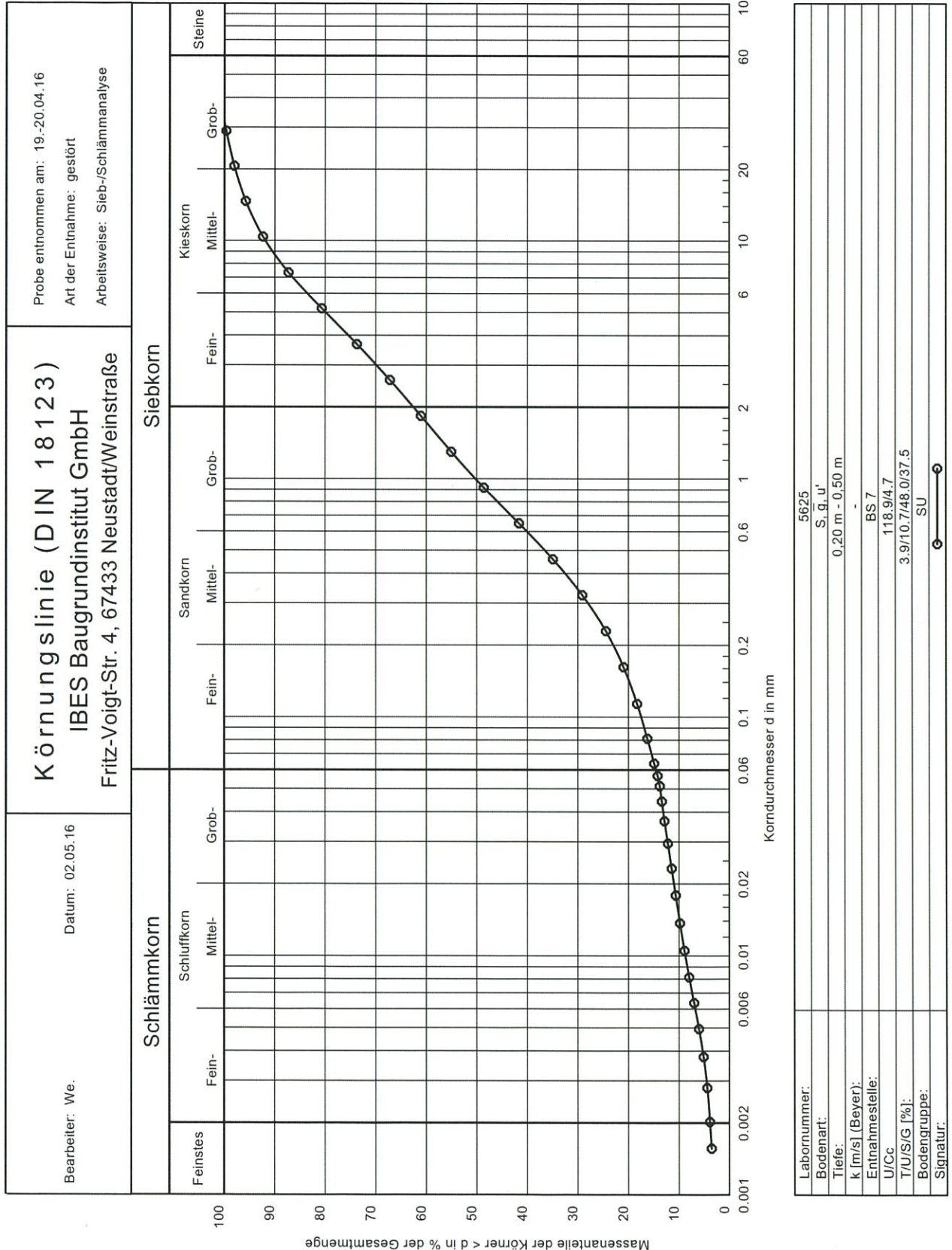




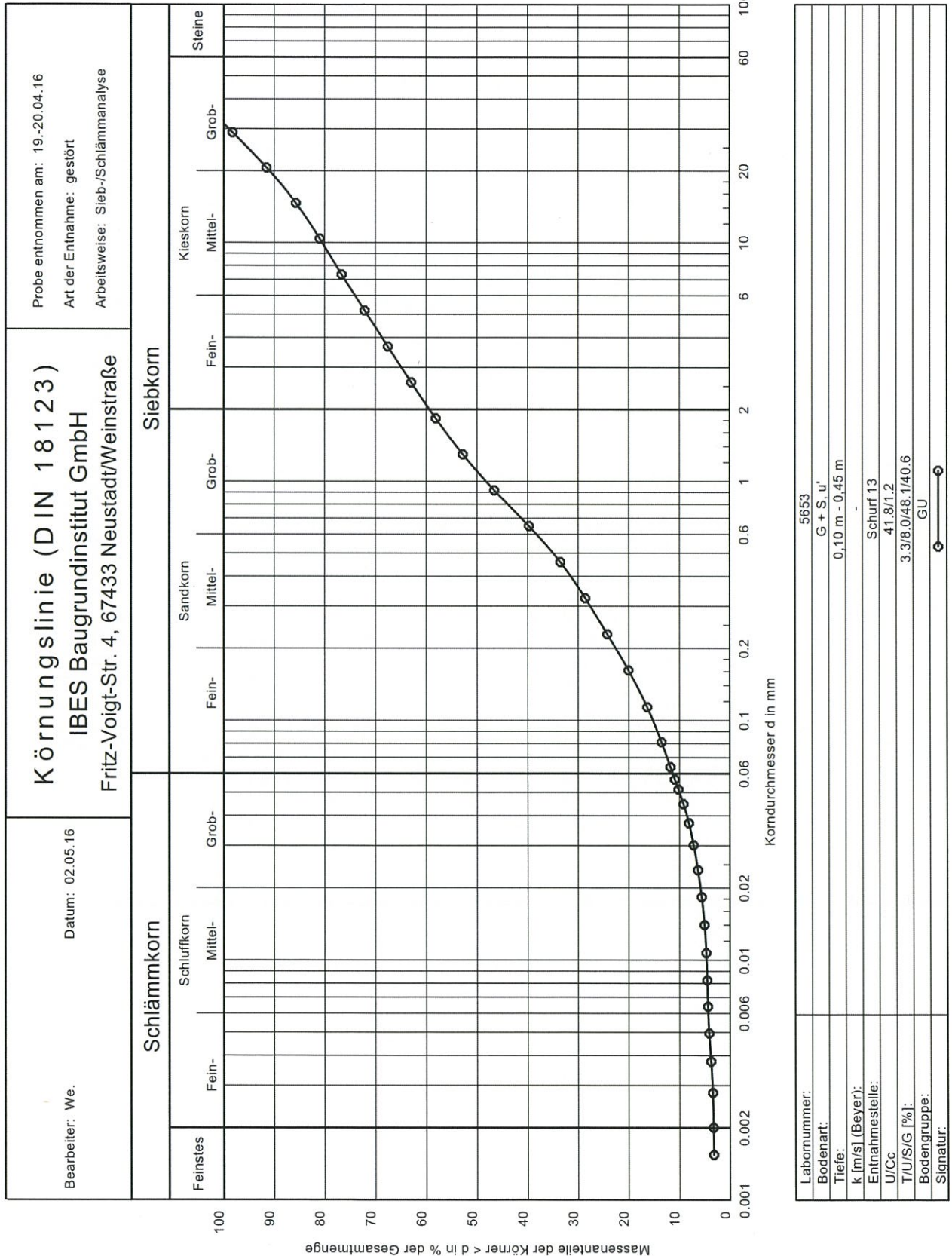












Labornummer:	5653
Bodenart:	G + S, u'
Tiefe:	0,10 m - 0,45 m
k [m/s] (Beyer):	-
Entnahmestelle:	Schurf 13
U/Cc	41,8/1,2
T/U/S/G [%]:	3,3/8,0/48,1/40,6
Bodengruppe:	GU
Signatur:	

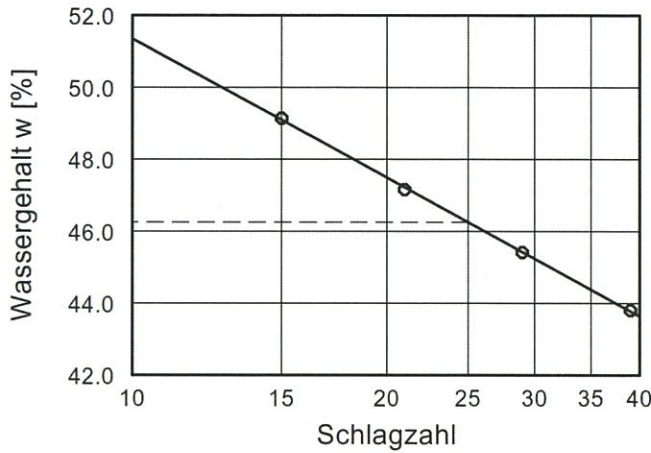


## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

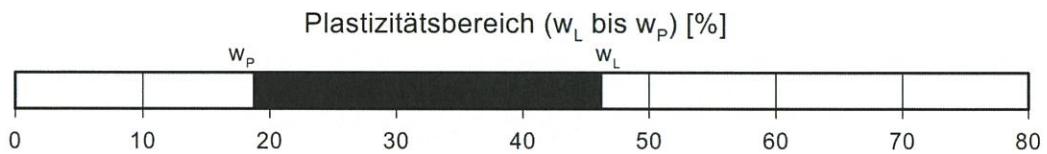
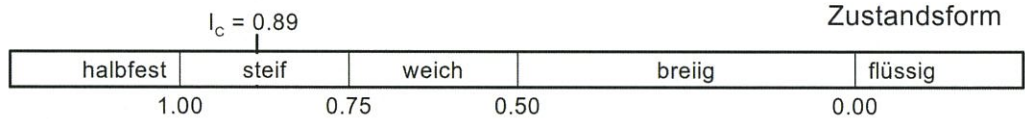
Labornummer: 5606  
 Entnahmestelle: BS 4  
 Tiefe: 2,40 m - 4,50 m  
 Bodengruppe: TM  
 Art der Entnahme: gestört  
 Probe entnommen am: 19.-20.04.16

Bearbeiter: Jg.

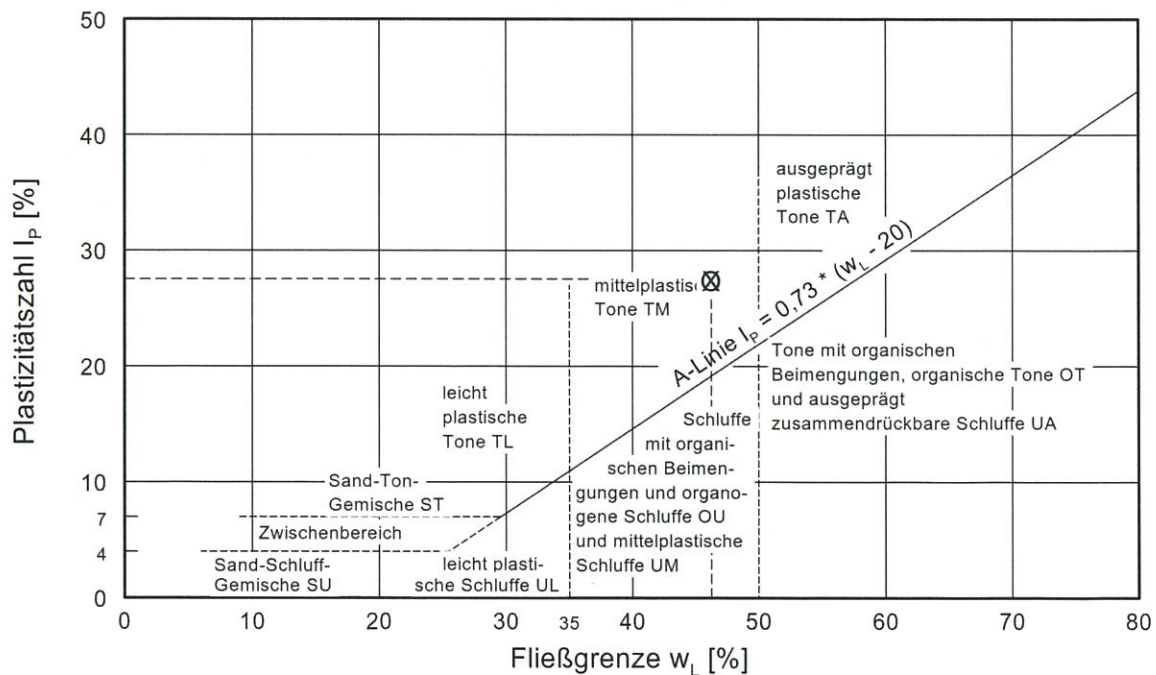
Datum: 02.05.16



Wassergehalt w =	21.9 %
Fließgrenze $w_L$ =	46.3 %
Ausrollgrenze $w_p$ =	18.7 %
Plastizitätszahl $I_p$ =	27.5 %
Konsistenzzahl $I_c$ =	0.89



Plastizitätsdiagramm





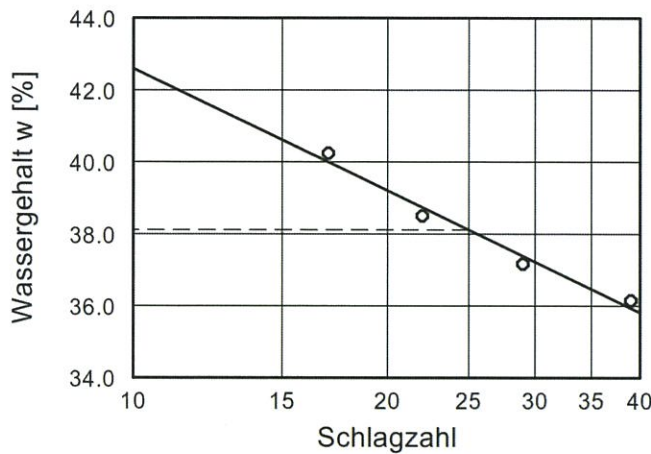


# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

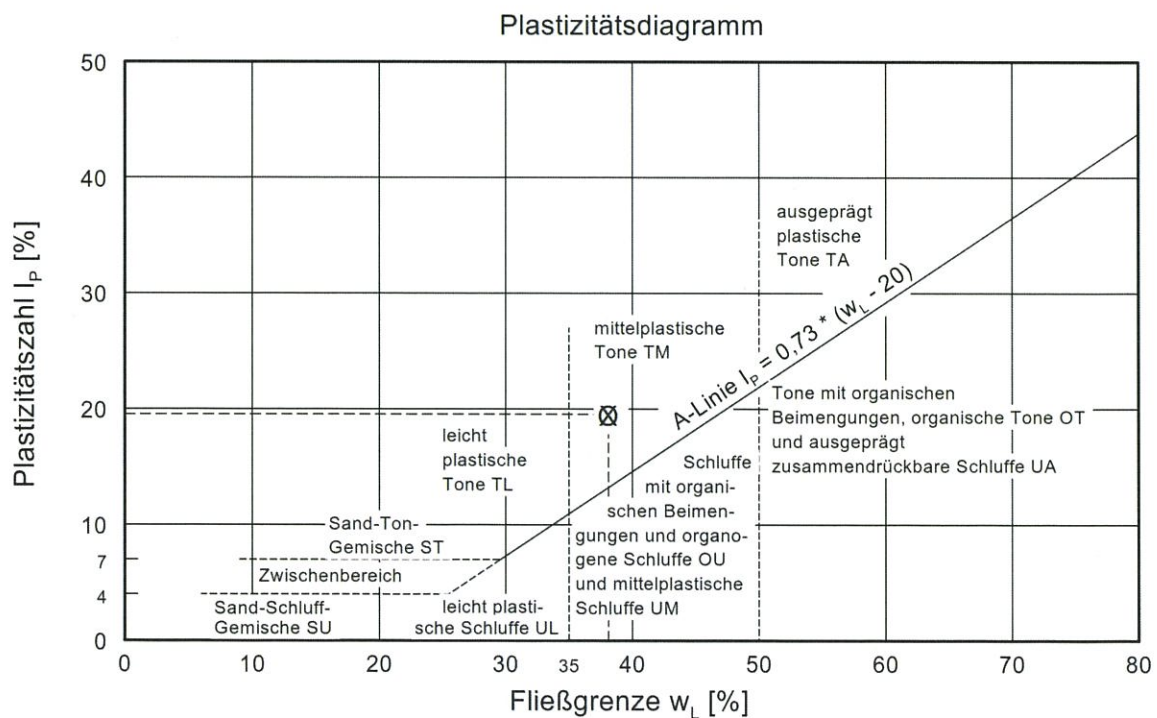
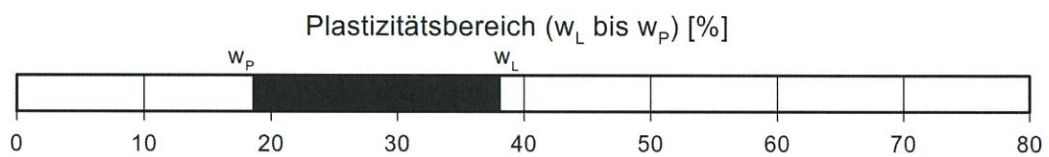
Labornummer: 5608  
 Entnahmestelle: BS 4  
 Tiefe: 5,80 m - 9,80 m  
 Bodengruppe: TM  
 Art der Entnahme: gestört  
 Probe entnommen am: 19.-20.04.16

Bearbeiter: Jg.

Datum: 02.05.16



Wassergehalt w =	24.1 %
Fließgrenze $w_L$ =	38.1 %
Ausrollgrenze $w_p$ =	18.6 %
Plastizitätszahl $I_p$ =	19.6 %
Konsistenzzahl $I_c$ =	0.72



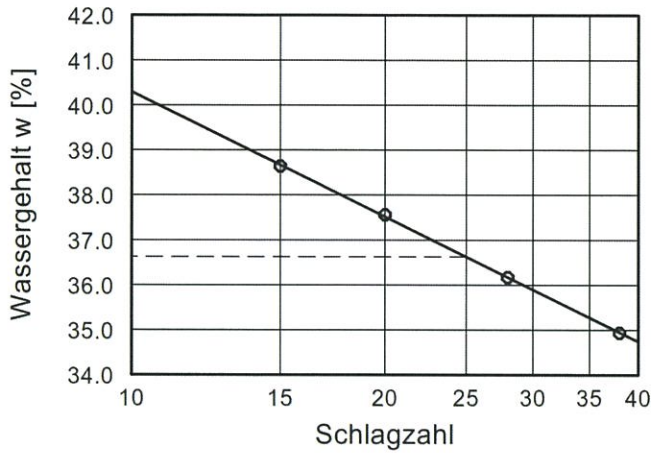


# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

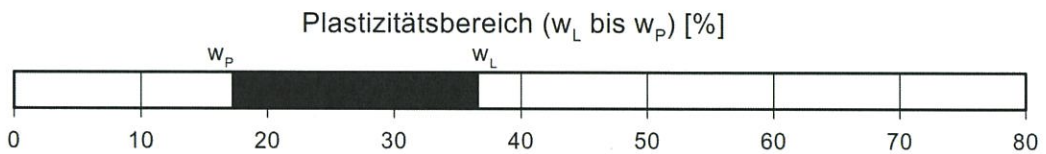
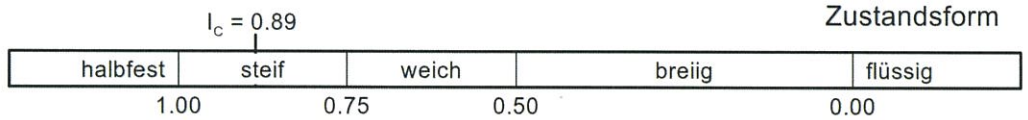
Labornummer: 5615  
 Entnahmestelle: BS 5  
 Tiefe: 1,10 m - 4,00 m  
 Bodengruppe: TL/TM  
 Art der Entnahme: gestört  
 Probe entnommen am: 19.-20.04.16

Bearbeiter: Jg.

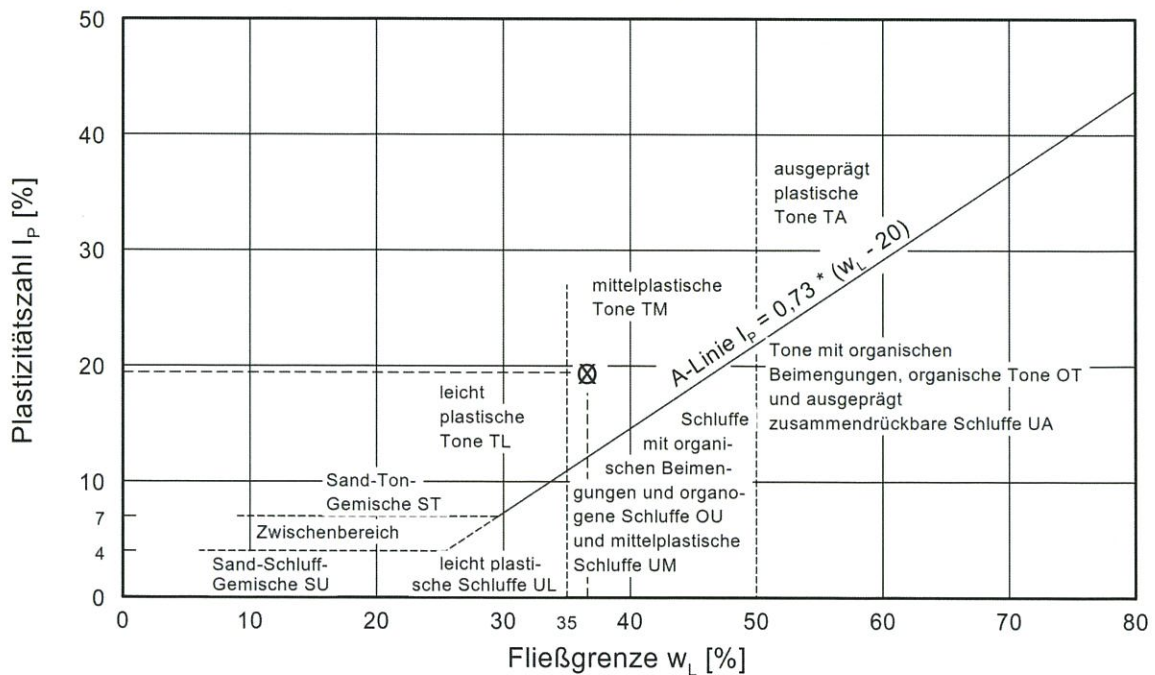
Datum: 02.05.16



Wassergehalt w =	19.4 %
Fließgrenze $w_L$ =	36.6 %
Ausrollgrenze $w_p$ =	17.2 %
Plastizitätszahl $I_p$ =	19.4 %
Konsistenzzahl $I_c$ =	0.89



Plastizitätsdiagramm





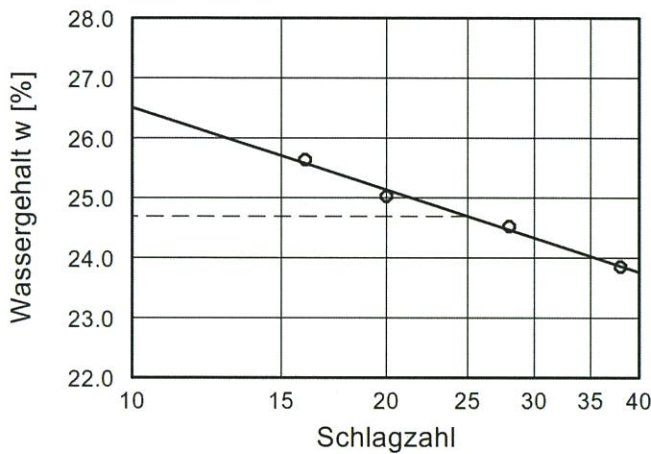


# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Labornummer: 5627  
 Entnahmestelle: BS 7  
 Tiefe: 1,00 m - 2,60 m  
 Bodengruppe: TL  
 Art der Entnahme: gestört  
 Probe entnommen am: 19.-20.04.16

Bearbeiter: Jg.

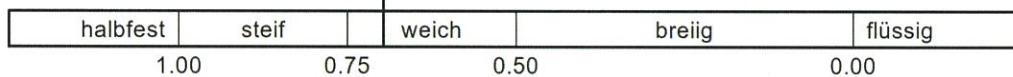
Datum: 02.05.16



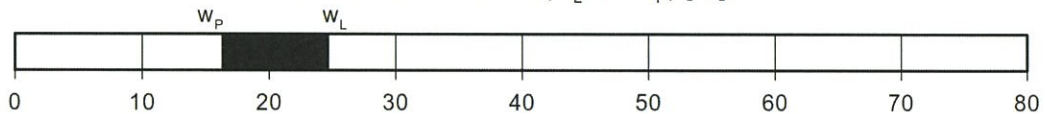
Wassergehalt $w =$	18.8 %
Fließgrenze $w_L =$	24.7 %
Ausrollgrenze $w_p =$	16.3 %
Plastizitätszahl $I_p =$	8.4 %
Konsistenzzahl $I_c =$	0.70

Zustandsform

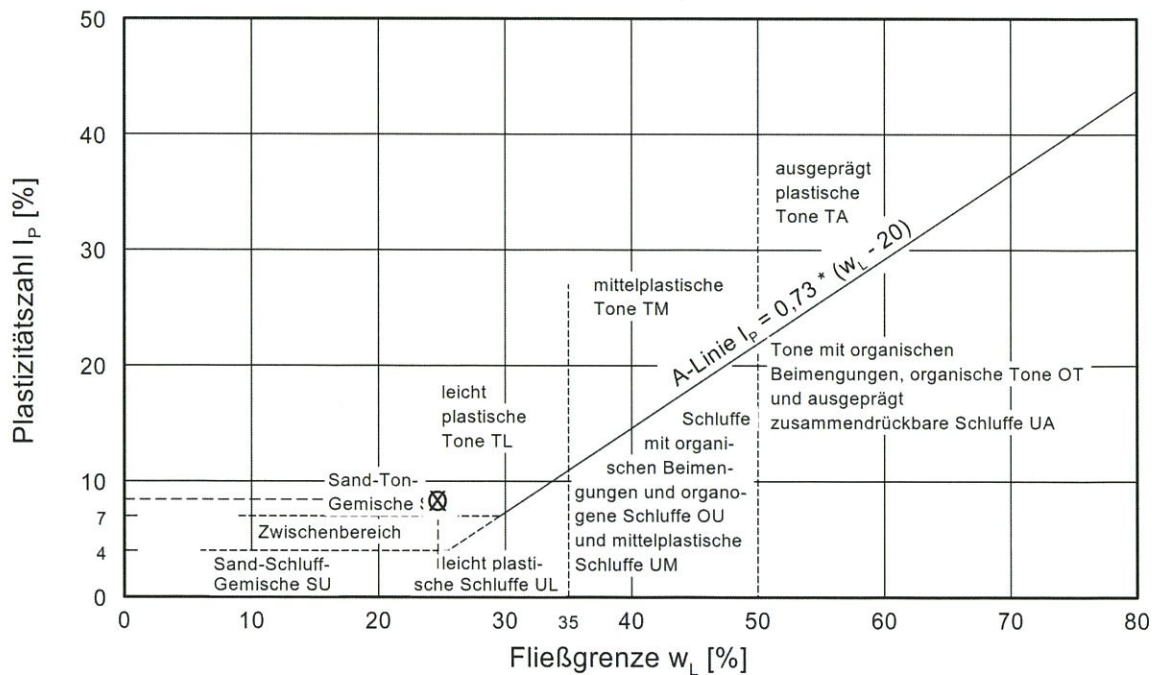
$I_c = 0.70$



Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_p$ ) [%]



Plastizitätsdiagramm



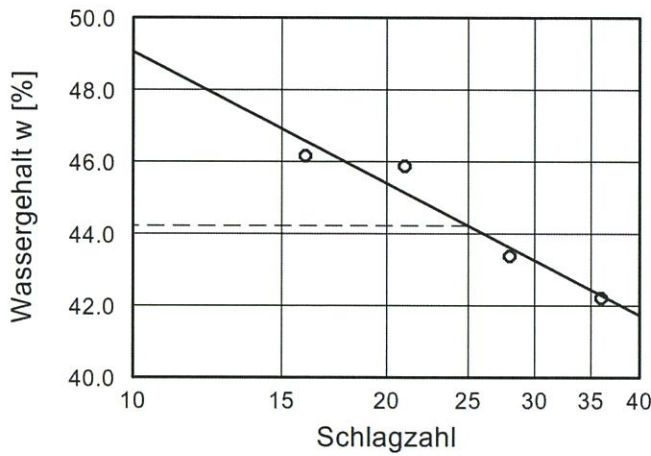


# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

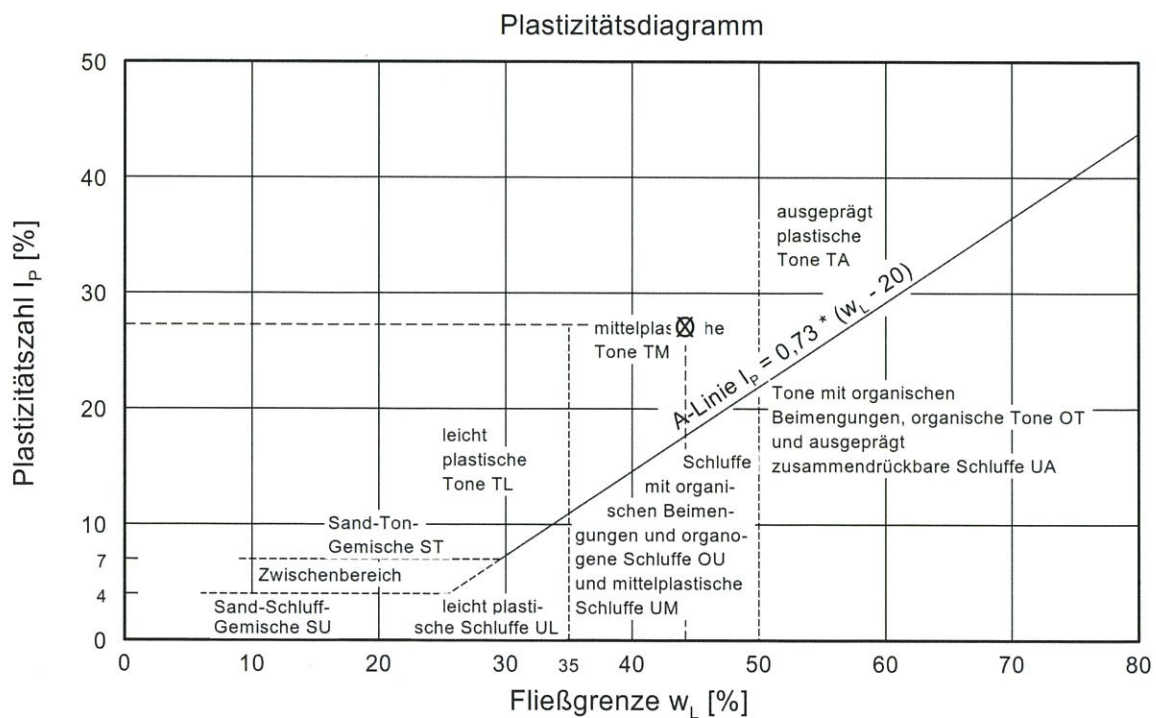
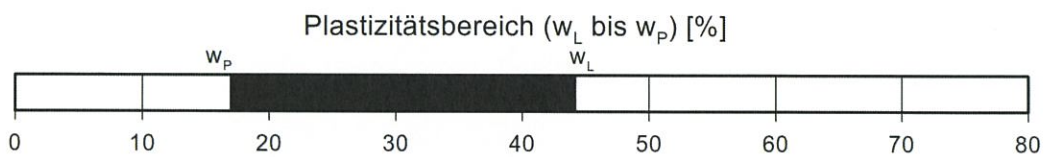
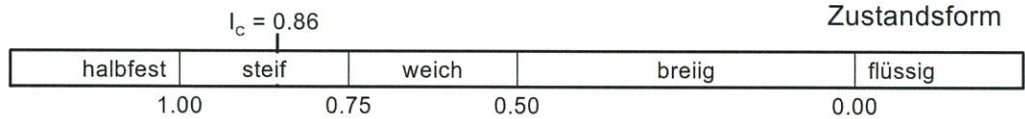
Labornummer: 5636  
 Entnahmestelle: BS 9  
 Tiefe: 1,10 m - 3,20 m  
 Bodengruppe: TM  
 Art der Entnahme: gestört  
 Probe entnommen am: 19.-20.04.16

Bearbeiter: Jg.

Datum: 02.05.16



Wassergehalt w =	20.9 %
Fließgrenze $w_L$ =	44.2 %
Ausrollgrenze $w_P$ =	17.0 %
Plastizitätszahl $I_P$ =	27.3 %
Konsistenzzahl $I_C$ =	0.86





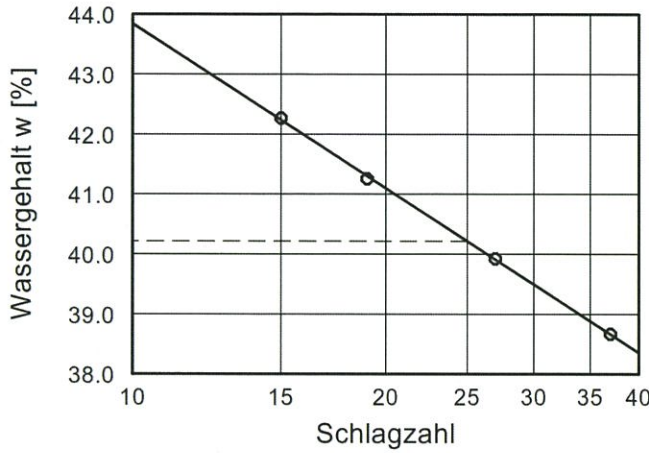


# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Labornummer: 5637  
 Entnahmestelle: BS 9  
 Tiefe: 3,20 m - 5,00 m  
 Bodengruppe: TM  
 Art der Entnahme: gestört  
 Probe entnommen am: 19.-20.04.16

Bearbeiter: Jg.

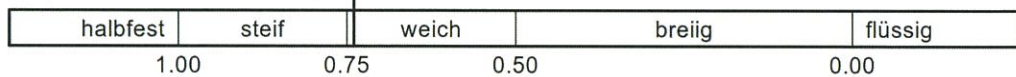
Datum: 02.05.16



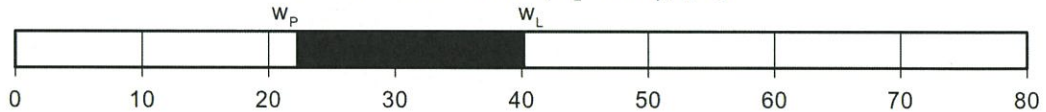
Wassergehalt w =	26.9 %
Fließgrenze $w_L$ =	40.2 %
Ausrollgrenze $w_p$ =	22.2 %
Plastizitätszahl $I_p$ =	18.0 %
Konsistenzzahl $I_c$ =	0.74

Zustandsform

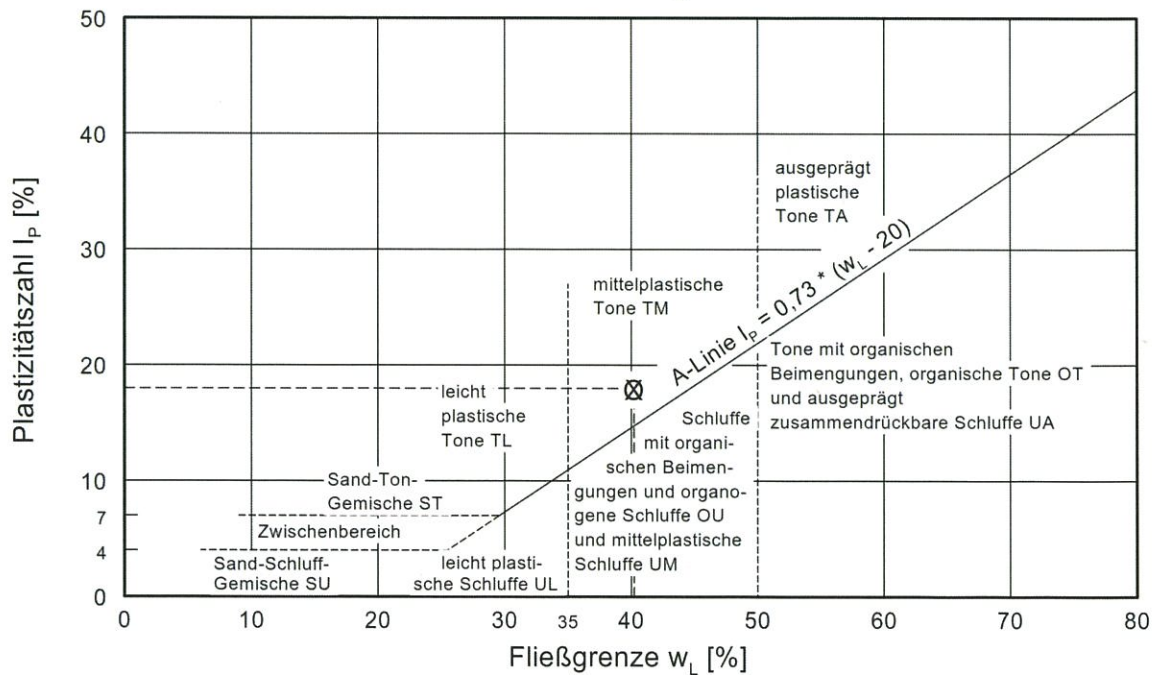
$I_c = 0.74$



Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_p$ ) [%]



Plastizitätsdiagramm







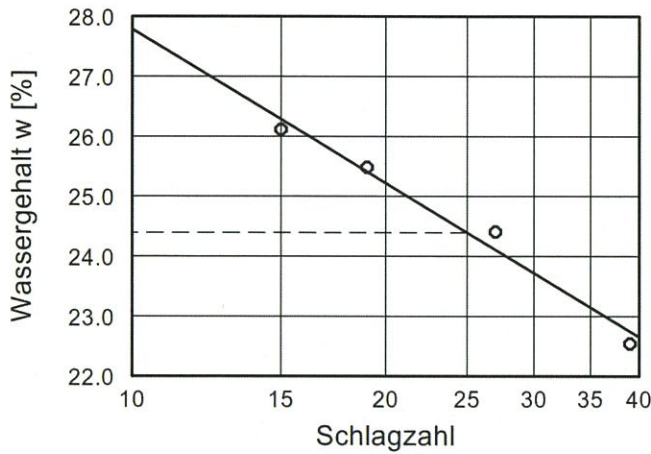


Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Labornummer: 5642  
 Entnahmestelle: BS 10  
 Tiefe: 0,20 m - 1,10 m  
 Bodengruppe: TL  
 Art der Entnahme: gestört  
 Probe entnommen am: 19.-20.04.16

Bearbeiter: Jg.

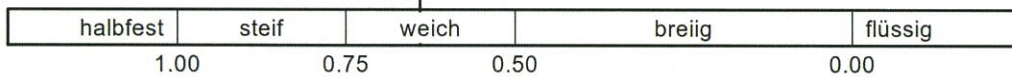
Datum: 02.05.16



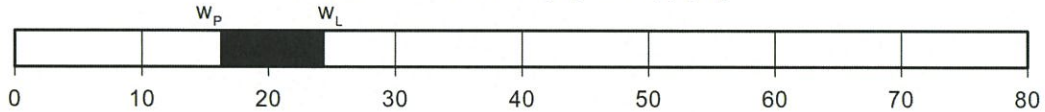
Wassergehalt $w =$	19.1 %
Fließgrenze $w_L =$	24.4 %
Ausrollgrenze $w_p =$	16.2 %
Plastizitätszahl $I_p =$	8.2 %
Konsistenzzahl $I_c =$	0.64

Zustandsform

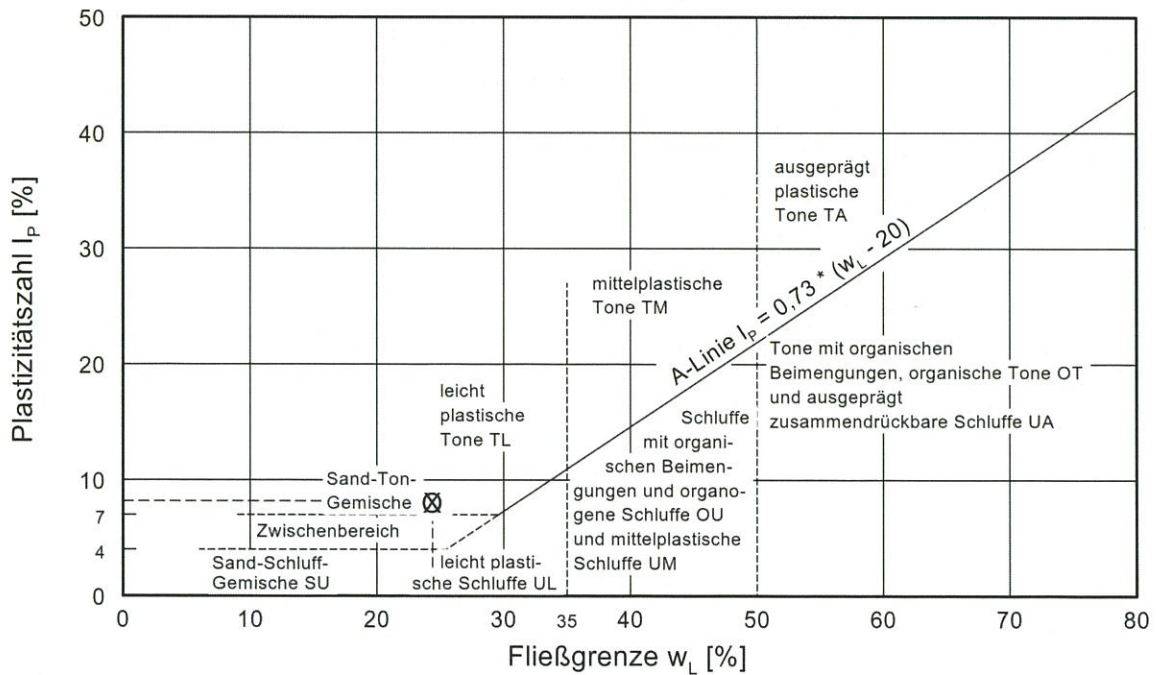
$I_c = 0.64$



Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_p$ ) [%]



Plastizitätsdiagramm



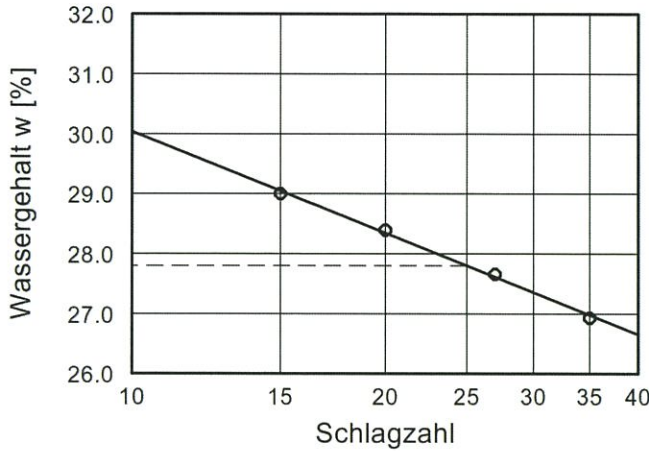


### Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Labornummer: 5647  
 Entnahmestelle: BS 11  
 Tiefe: 0,60 m - 1,70 m  
 Bodengruppe: TL  
 Art der Entnahme: gestört  
 Probe entnommen am: 19.-20.04.16

Bearbeiter: Jg.

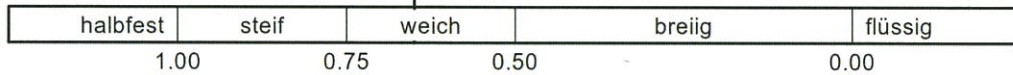
Datum: 02.05.16



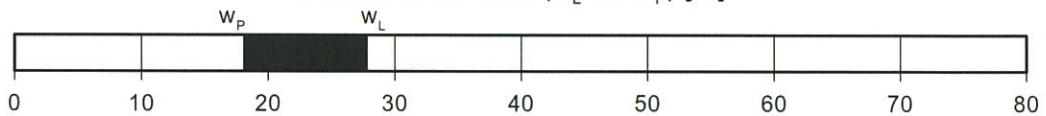
Wassergehalt w =	21.5 %
Fließgrenze $w_L$ =	27.8 %
Ausrollgrenze $w_p$ =	18.1 %
Plastizitätszahl $I_p$ =	9.7 %
Konsistenzzahl $I_c$ =	0.65

Zustandsform

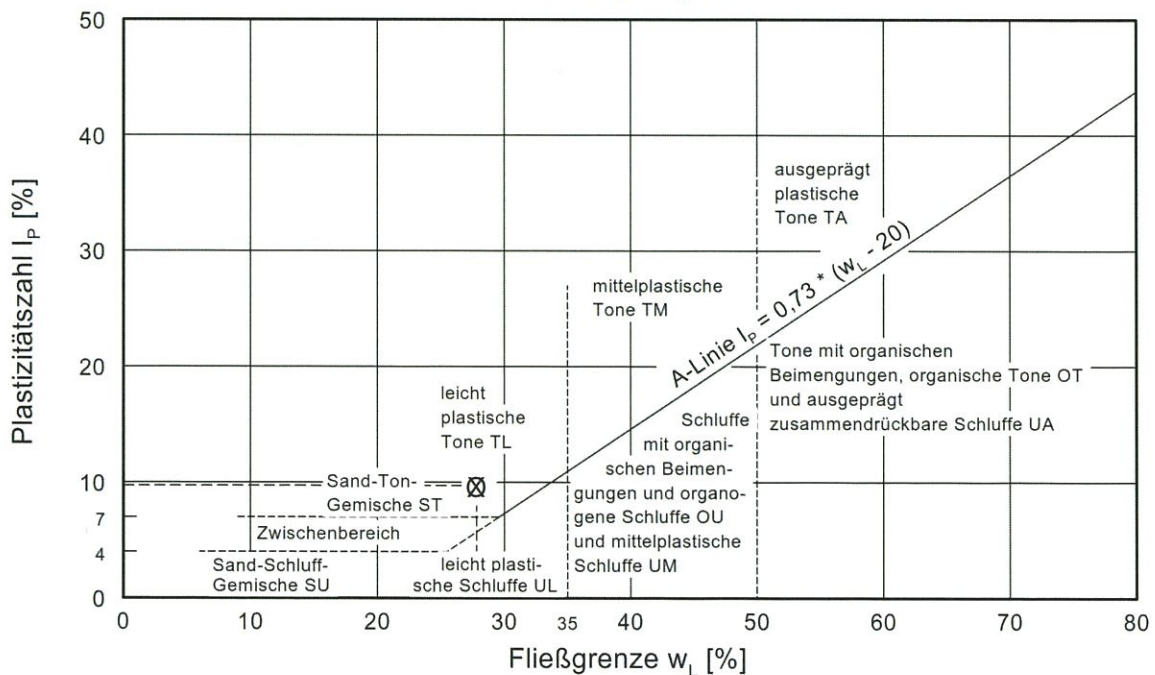
$I_c = 0.65$



Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_p$ ) [%]



Plastizitätsdiagramm







<b>Bestimmung des Wassergehaltes</b>							
durch Ofentrocknung nach DIN 18121, Teil 1							
Projekt - Nr: 16.200.1				Entnahmeart: gestört			
Projekt:				Entnahme am: 19.-20.04.16			
Ausgf. durch: We.		Datum: 28.04.16		durch:			
Labornummer:	5606	5608	5615	5627	5636	5637	5638
Entnahmestelle (km :	BS 4	BS 4	BS 5	BS 7	BS 9	BS 9	BS 9
Entnahmetiefe [m]:	2,4-4,5	5,8-9,8	1,1-4,0	1,0-2,6	1,1-3,2	3,2-5,0	5,0-5,8
Behälter Nr.	63	107	122	27	137	117	12
Feuchte Probe + Behälter $m+m_b$ [g]	230,40	270,15	260,91	266,96	279,86	244,26	243,20
Trock. Probe + Behälter $m_d + m_b$ [g]	201,59	236,05	234,53	237,34	247,85	212,61	214,72
Behälter $m_b$ [g]	69,73	94,47	98,71	79,93	94,72	95,00	93,84
Wasser $(m_a+m_b)-(m_d+m_b)=m_w$ [g]	28,81	34,10	26,38	29,62	32,01	31,65	28,48
Trockene Probe $m_d$ [g]	131,86	141,58	135,82	157,41	153,13	117,61	120,88
Wassergehalt $w=(m_w/m_d) \cdot 100$ [%]	<b>21,85</b>	<b>24,09</b>	<b>19,42</b>	<b>18,82</b>	<b>20,90</b>	<b>26,91</b>	<b>23,56</b>
Labornummer:	5642	5647					
Entnahmestelle:	BS 10	BS 11					
Entnahmetiefe [m]:	0,2-1,1	0,6-1,7					
Behälter Nr.	52	19					
Feuchte Probe + Behälter $m+m_b$ [g]	294,89	288,45					
Trock. Probe + Behälter $m_d + m_b$ [g]	259,95	253,09					
Behälter $m_b$ [g]	77,50	88,45					
Wasser $(m_a+m_b)-(m_d+m_b)=m_w$ [g]	34,94	35,36					
Trockene Probe $m_d$ [g]	182,45	164,64					
Wassergehalt $w=(m_w/m_d) \cdot 100$ [%]	<b>19,15</b>	<b>21,48</b>					



---

**Ergebnisse der Grundwasseranalyse**  
**- Prüfbericht -**

gefertigt von

**AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg**

3 Blatt incl. Deckblatt



**AGROLAB Labor GmbH**, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

IBES BAUGRUNDINSTITUT GMBH  
 FRITZ-VOIGT-STR. 4  
 67433 NEUSTADT A.D. WEINSTRASSE

Datum 16.09.2016  
 Kundennr. 27014775

## PRÜFBERICHT 2002950 - 558092

Auftrag **2002950 16.200.1: Umbau Bf. Bruckköbel**  
 Analysennr. **558092 Wasser**  
 Probeneingang **14.09.2016**  
 Probenahme **24.08.2016**  
 Probenehmer **Auftraggeber**  
 Kunden-Probenbezeichnung **BK 1 (GW-Probe)**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
<b>Sensorische Prüfungen</b>					
Färbung (Labor)		farblos			DIN EN ISO 7887 (C 1)
Trübung (Labor)		stark getrübt			visuell
Geruch (Labor)		ohne			DEV B1/2

<b>Physikalische Parameter</b>					
pH-Wert (Labor)		7,80	0		DIN EN ISO 10523 (C 5)
Leitfähigkeit bei 20 °C (Labor)	µS/cm	725	10		DIN EN 27888 (C 8)
Leitfähigkeit bei 25 °C (Labor)	µS/cm	809	10		DIN EN 27888 (C 8)

<b>Kationen</b>					
Ammonium (NH <sub>4</sub> )	mg/l	<0,03	0,03		DIN ISO 15923-1 (D 42)
Calcium (Ca)	mg/l	130	1		DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Magnesium (Mg)	mg/l	25	1		DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

<b>Anionen</b>					
Chlorid (Cl)	mg/l	40	1		DIN ISO 15923-1 (D 42)
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	mg/l	27	1		DIN ISO 15923-1 (D 42)
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	52	2		DIN ISO 15923-1 (D 42)
Sulfid leicht freisetzbar	mg/l	<0,05	0,05		DIN 38405-27 (D 27)
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	6,05	0,1		DIN 38409-7-1 (H 7-1)
Säurekapazität bis pH 4,3 nach Marmorlöse-V.	mmol/l	6,05	0,1		DIN 38409-7-1 (H 7-1)

<b>Summarische Parameter</b>					
Oxidierbarkeit (KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch)	mg/l	7,3	0,5		DIN EN ISO 8467 (H 5)
KMnO <sub>4</sub> -Index (als O <sub>2</sub> )	mg/l	1,8	0,13		DIN EN ISO 8467 (H 5)

<b>Berechnete Werte</b>					
Carbonathärte	°dH	16,9	0,3		Berechnung
Carbonathärte	mg/l CaO	169			Berechnung
Nichtcarbonathärte	°dH	7,0	0		Berechnung
Nichtcarbonathärte	mg/l CaO	69,7	0		Berechnung
Gesamthärte	°dH	23,9	1		Berechnung
Gesamthärte	mg/l CaO	239			Berechnung
Kalkl. Kohlensäure	mg/l	<1	1		DIN 4030
Gesamthärte (Summe Erdalkalien)	mmol/l	4,27	0,18		Berechnung
Betonaggressivität (Angriffsgrad DIN 4030)		nicht angreifend			DIN 4030

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

## AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany  
Fax: +49 (08765) 93996-28  
www.agrolab.de



Datum 16.09.2016  
Kundennr. 27014775

### PRÜFBERICHT 2002950 - 558092

\* Nitrat: Messung mittels automatisierter Photometrie.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Lietz', is centered on the page.

**AGROLAB Labor GmbH, Katharina Lietz, Tel. 08765/93996-84**  
**Fax 08765/93996-28, E-Mail Katharina.Lietz@agrolab.de**  
**Kundenbetreuung**

Beginn der Prüfungen: 14.09.2016  
Ende der Prüfungen: 16.09.2016

*Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.*







---

**Ergebnisse der chemoanalytischen Untersuchungen**  
**- Prüfberichte -**

gefertigt von

**Deutschen Bahn AG - Technik, Systemverbund und Dienstleistungen**  
**Umweltservice (TUS 2), Brandenburg - Kirchmöser**

und

**AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg**

8 Blatt incl. Deckblatt



**Vorstandsressort Wirtschaft,  
Recht und Regulierung  
Umweltservice (CUS)  
Brandenburg-Kirchmöser**



Die Akkreditierungen gelten für die in den Urkundenanlagen aufgeführten Prüf- bzw. Inspektionsverfahren. Die Urkundenanlagen mit den akkreditierten Verfahren sind unter [www.dakks.de](http://www.dakks.de) einsehbar.

## Prüfbericht Nr. 16B01755

Vorgangsbezeichnung: Umbau Bf Bruchköbel (IBES 16.200.1)

Vorgangsnr. CUS: 1601222

Auftraggeber: DB Station & Service AG  
RB Mitte  
I.SV-MI-I(2)  
Weilburger Straße 22  
60326 Frankfurt am Main

Probenehmer: IBES Neustadt  
Probenahme außerhalb des o. g. Akkreditierungsbereiches

Prüfungszeitraum: 09.05.2016-20.05.2016

Anzahl der Seiten: 5

Berichtersteller: Uta Thon

Brandenburg-Kirchmöser, 20.05.2016

  
**Birgit Henkel**  
Leiterin Umweltlabor (CUS 2)

*Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht genannten Gegenstände.  
Dieser Bericht darf ohne schriftliche Genehmigung durch den Umweltservice (CUS) nicht auszugsweise veröffentlicht werden.*

Bahntechnikering 70  
14774 Brandenburg - Kirchmöser  
Telefon: (03381) 812 305  
Fax: (03381) 812 408

Deutsche Bahn AG  
Sitz Berlin  
Registriergesellschaft  
Berlin - Charlottenburg  
HRB-Nr. 50 000  
Ust-IdNr.: DE 811569869

Vorsitzender  
des Aufsichtsrates  
Prof. Dr. Utz-Hellmuth F elcht

Vorstand:  
Dr. Rüdiger Grube,  
Vorsitzender

Berthold Huber  
Dr.-Ing. Volker Kefer  
Dr. Richard Lutz  
Ronald Pofalla  
Ulrich Weber

[www.deutschebahn.com](http://www.deutschebahn.com)



Auftragsnummer	1601222001	1601222001	1601222001	1601222001	1601222001		
Probennummer	16P08900	16P08901	16P08902	16P08903	16P08904		
Probenbezeichnung	BMP 2	BMP 3	BMP 4	BMP 5	AMP 1		
Probenart	Boden	Boden	Boden	Boden	Asphalt		
Entnahmetiefe [m]	-	-	-	-	-		
Probenahmedatum	21.04.2016	21.04.2016	21.04.2016	21.04.2016	21.04.2016		
Probeneingang	09.05.2016	09.05.2016	09.05.2016	09.05.2016	09.05.2016		
Parameter	Dim.	BG					
Farbe			dunkelbraun	dunkelbraun	dunkelbraun	braun	anthrazit
Feuchtigkeit			feucht	feucht	feucht	feucht	feucht
Beschaffenheit			-----	-----	-----	-----	-----
Sonstige Auffälligkeiten			-----	-----	-----	-----	Asphalt
Geruch			erdig	erdig	erdig	ohne	Eigengeruch
Bodenart			Sand	Sand	Sand	Lehm/Schluff	-----
Trockenrückstand	%		93,1	89,0	90,2	81,8	99,4
pH-Wert			7,4	7,1	7,9	7,3	-----
Kohlenwasserstoffindex (C10-C40)	mg/kg TS	100	<100	<100	<100	<100	-----
Mobilier KW-Anteil (C10-C22)	mg/kg TS	100	<100	<100	<100	<100	-----
EOX	mg/kg TS	1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-----
BTEX, Summe	mg/kg TS		k.S.	k.S.	k.S.	k.S.	-----
Benzol	mg/kg TS	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-----
Toluol	mg/kg TS	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-----
Ethylbenzol	mg/kg TS	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-----
o-Xylol	mg/kg TS	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-----
m/p-Xylol	mg/kg TS	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	-----
LHKW, Summe	mg/kg TS		k.S.	k.S.	k.S.	k.S.	-----
Dichlormethan	mg/kg TS	0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	-----
Trichlormethan	mg/kg TS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-----
Tetrachlormethan	mg/kg TS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-----
Trichlorethen	mg/kg TS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-----
Tetrachlorethen	mg/kg TS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-----
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-----
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	-----
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	-----
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	-----
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	-----
PCB (Ballschmitter), Summe	µg/kg TS		k.S.	k.S.	k.S.	k.S.	-----
PCB 28	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PCB 52	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PCB 101	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PCB 138	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PCB 153	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PCB 180	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PAK (EPA), Summe	mg/kg TS		1,40	8,36	1,09	k.S.	0,25
Naphthalin	mg/kg TS	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Acenaphthen	mg/kg TS	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Fluoren	mg/kg TS	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Phenanthren	mg/kg TS	0,10	0,10	0,38	0,11	<0,10	0,13
Anthracen	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Fluoranthren	mg/kg TS	0,10	0,32	1,66	0,27	<0,10	0,12
Pyren	mg/kg TS	0,10	0,22	1,15	0,18	<0,10	<0,10
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,10	0,13	0,85	0,12	<0,10	<0,10
Chrysen	mg/kg TS	0,10	0,13	0,72	0,12	<0,10	<0,10
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,10	0,20	1,03	0,17	<0,10	<0,10
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,50	<0,10	<0,10	<0,10
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,10	0,14	0,76	0,12	<0,10	<0,10
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,15	<0,10	<0,10	<0,10
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,44	<0,10	<0,10	<0,10
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TS	0,10	0,16	0,62	<0,10	<0,10	<0,10
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-----
Arsen	mg/kg TS	3,0	7,3	18,0	31,5	6,9	-----
Blei	mg/kg TS	3,0	41,6	94,0	96,8	10,0	-----
Cadmium	mg/kg TS	0,30	<0,30	0,51	<0,30	<0,30	-----
Chrom	mg/kg TS	3,00	36,8	38,4	54,4	69,0	-----
Kupfer	mg/kg TS	3,00	39,8	76,4	60,7	13,8	-----
Nickel	mg/kg TS	3,00	56,7	58,7	72,7	35,4	-----
Quecksilber	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,12	0,54	<0,10	-----
Thallium	mg/kg TS	0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	-----
Zink	mg/kg TS	3,00	112	328	91,2	44,7	-----

Auftragsnummer	1601222001	1601222001	1601222001	1601222001	1601222001		
Probennummer	16P08900	16P08901	16P08902	16P08903	16P08904		
Probenbezeichnung	BMP 2	BMP 3	BMP 4	BMP 5	AMP 1		
Probenart	Boden	Boden	Boden	Boden	Asphalt		
Entnahmetiefe [m]	-	-	-	-	-		
Probenahmedatum	21.04.2016	21.04.2016	21.04.2016	21.04.2016	21.04.2016		
Probeneingang	09.05.2016	09.05.2016	09.05.2016	09.05.2016	09.05.2016		
Parameter	Dim.	BG					
pH-Wert			7,0	6,8	8,1	7,5	8,5
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		104	58	140	115	78
Phenolindex	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Chlorid	mg/l	1,5	<1,5	<1,5	1,6	2,2	-----
Cyanid, gesamt	mg/l	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-----
Sulfat	mg/l	1,5	4,7	<1,5	4,2	3,1	-----
Arsen	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-----
Blei	mg/l	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-----
Cadmium	mg/l	0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	-----
Chrom	mg/l	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-----
Kupfer	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	-----
Nickel	mg/l	0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	-----
Quecksilber	mg/l	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	-----
Thallium	mg/l	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-----
Zink	mg/l	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-----



Auftragsnummer			
Probennummer			
Probenbezeichnung			
Probenart			
Entnahmetiefe [m]			
Probenahmedatum			
Probeneingang			
Parameter	Dim.	BG	Analysenverfahren
			N - nicht akkreditiert F - Fremdleistung
Farbe			Feinanteilprobe (Horizont B) wurde vor der Analyse luftgetrocknet und auf < 2mm gebrochen
Feuchtigkeit			Königswasseraufschluss: Hausverfahren Digiprep
Beschaffenheit			In Anlehnung an DIN 11466 / DIN EN 13346 / DIN EN 13657
Sonstige Auffälligkeiten			Eluat: DIN 38 414 - S 4 / DIN EN 12457-4
Geruch			
Bodenart			
Trockenrückstand	%		DIN EN 14346/DIN EN 15934
pH-Wert			DIN ISO 10390
Kohlenwasserstoffindex (C10-C40)	mg/kg TS	100	DIN EN ISO 16703
Mobiler KW-Anteil (C10-C22)	mg/kg TS	100	DIN EN ISO 16703
EOX	mg/kg TS	1,0	DIN 38414-S 17
BTEX, Summe	mg/kg TS		DIN ISO 22155
Benzol	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 22155
Toluol	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 22155
Ethylbenzol	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 22155
o-Xylol	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 22155
m/p-Xylol	mg/kg TS	0,4	DIN ISO 22155
LHKW, Summe	mg/kg TS		DIN ISO 22155
Dichlormethan	mg/kg TS	0,15	DIN ISO 22155
Trichlormethan	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 22155
Tetrachlormethan	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 22155
Trichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 22155
Tetrachlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 22155
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 22155
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,15	DIN ISO 22155
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,15	DIN ISO 22155
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	0,15	DIN ISO 22155
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	0,15	DIN ISO 22155
PCB (Ballschmitter), Summe	µg/kg TS		DIN 38414-S 20
PCB 28	µg/kg TS	3,0	DIN 38414-S 20
PCB 52	µg/kg TS	3,0	DIN 38414-S 20
PCB 101	µg/kg TS	3,0	DIN 38414-S 20
PCB 138	µg/kg TS	3,0	DIN 38414-S 20
PCB 153	µg/kg TS	3,0	DIN 38414-S 20
PCB 180	µg/kg TS	3,0	DIN 38414-S 20
PAK (EPA), Summe	mg/kg TS		DIN ISO 13877
Naphthalin	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Acenaphthen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Fluoren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Phenanthren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Anthracen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Fluoranthren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Pyren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Chrysen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	0,5	DIN ISO 11262
Arsen	mg/kg TS	3,0	DIN EN ISO 11885
Blei	mg/kg TS	3,0	DIN EN ISO 11885
Cadmium	mg/kg TS	0,30	DIN EN ISO 11885
Chrom	mg/kg TS	3,00	DIN EN ISO 11885
Kupfer	mg/kg TS	3,00	DIN EN ISO 11885
Nickel	mg/kg TS	3,00	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	mg/kg TS	0,10	DIN EN 1483
Thallium	mg/kg TS	0,40	DIN 38406-E 26
Zink	mg/kg TS	3,00	DIN EN ISO 11885

Auftragsnummer				
Probennummer				
Probenbezeichnung				
Probenart				
Entnahmetiefe [m]				
Probenahmedatum				
Probeneingang				
Parameter	Dim.	BG	Analysenverfahren	N - nicht akkreditiert F - Fremdleistung
pH-Wert			DIN 38404-C 5	
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		DIN EN 27888	
Phenolindex	mg/l	0,01	DIN EN ISO 14402	
Chlorid	mg/l	1,5	DIN EN ISO 10304-1	
Cyanid, gesamt	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403	
Sulfat	mg/l	1,5	DIN EN ISO 10304-1	
Arsen	mg/l	0,01	DIN EN ISO 11885	
Blei	mg/l	0,02	DIN EN ISO 11885	
Cadmium	mg/l	0,0015	DIN EN ISO 11885	
Chrom	mg/l	0,01	DIN EN ISO 11885	
Kupfer	mg/l	0,01	DIN EN ISO 11885	
Nickel	mg/l	0,015	DIN EN ISO 11885	
Quecksilber	mg/l	0,0002	DIN EN ISO 17852 (E53)*	
Thallium	mg/l	0,001	DIN 38406-E 26	
Zink	mg/l	0,005	DIN EN ISO 11885	

\* Aufschluss mit Kaliumpermanganat/  
Hydroxylammoniumchlorid



# AWV-Dr. Busse GmbH

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany  
Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550  
eMail: awv@agrolab.de www.agrolab.de



AWV JössnitzerStr.113 08525 Plauen

IBES BAUGRUNDINSTITUT GMBH  
FRITZ-VOIGT-STR.4  
67433 NEUSTADT/WEINSTR.

Datum 11.05.2016  
Kundennr. 27008633

## PRÜFBERICHT 857376 - 378105

Auftrag **857376 16.200.1**  
Analysennr. **378105 Boden**  
Probeneingang **02.05.2016**  
Probenahme **19.-21.04.2016**  
Probenehmer **Auftraggeber**  
Kunden-Probenbezeichnung **BMP 2/3/4**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Parameter	Methode
<b>Berechnete Werte</b>					
Neutralsalze	mmol/kg	* <b>1,29</b>		39826	Berechnung
<b>Feststoff</b>					
Trockensubstanz	%	* <b>91,0</b>	0,1	23146	DIN ISO 11465 / DIN EN 14346:2007
pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )		* <b>7,18</b>	0,1	23131	DIN ISO 10390
Bodenart		* <b>Sand</b>	0	23409	VDLUFA I, D2.1
Basekapazität pH 7,0	mmol/kg	<b>&lt;0,400</b>	0,4	40657	DIN 38409-7-2 (H 7-2)
Säurekapazität pH 4,3	mmol/kg	<b>4,80</b>	0,4	40656	DIN 38409-7-2 (H 7-2)
Sulfat aus salzsauren Auszug	mg/kg	* <b>874</b>	100	27264	DIN EN 1744-1 n)
Sulfat aus salzsauren Auszug	mmol/kg	* <b>9,10</b>	1	42605	DIN EN 1744-1 n)
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%	<b>4,8</b>	0,1	23149	DIN ISO 10694 / DIN EN 13137
Sulfid leicht freisetzbar	mg/kg	<b>&lt;0,20</b>	0,2	1487	DIN 38405-27 (D 27) (mod.) n)
<b>Eluat</b>					
Chlorid (Cl)	mg/l	<b>5,80</b>	0,1	23175	DIN EN ISO 10304-1:2009
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	<b>7,64</b>	0,1	23196	DIN EN ISO 10304-1:2009
<b>Aufbereitung</b>					
Eluatherstellung				39825	DIN 38414-4 (S 4) (mod.)

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit \* gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

n) Nicht akkreditiert

### AWV Daniela Kucharski, Tel. 03741/55076-2 Kundenbetreuung

Beginn der Prüfungen: 02.05.2016

Ende der Prüfungen: 11.05.2016

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

# AWV-Dr. Busse GmbH

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany  
Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550  
eMail: awv@agrolab.de www.agrolab.de



AWV JössnitzerStr.113 08525 Plauen

IBES BAUGRUNDINSTITUT GMBH  
FRITZ-VOIGT-STR.4  
67433 NEUSTADT/WEINSTR.

Datum 11.05.2016  
Kundennr. 27008633

## PRÜFBERICHT 857376 - 378106

Auftrag 857376 16.200.1  
Analysennr. 378106 Boden  
Probeneingang 02.05.2016  
Probenahme 19.-21.04.2016  
Probenehmer Auftraggeber  
Kunden-Probenbezeichnung BMP 5

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Parameter	Methode
<b>Berechnete Werte</b>					
Neutralsalze	mmol/kg	* 1,45		39826	Berechnung
<b>Feststoff</b>					
Trockensubstanz	%	* 83,5	0,1	23146	DIN ISO 11465 / DIN EN 14346:2007
pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )		* 7,49	0,1	23131	DIN ISO 10390
Bodenart		* sandiger Lehm	0	23409	VDLUF A I, D2.1
Basekapazität pH 7,0	mmol/kg	<0,400	0,4	40657	DIN 38409-7-2 (H 7-2)
Säurekapazität pH 4,3	mmol/kg	5,20	0,4	40656	DIN 38409-7-2 (H 7-2)
Sulfat aus salzsauren Auszug	mg/kg	* 593	100	27264	DIN EN 1744-1 n)
Sulfat aus salzsauren Auszug	mmol/kg	* 6,18	1	42605	DIN EN 1744-1 n)
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%	<0,1 (NWG)	0,1	23149	DIN ISO 10694 / DIN EN 13137
Sulfid leicht freisetzbar	mg/kg	<0,20	0,2	1487	DIN 38405-27 (D 27) (mod.) n)
<b>Eluat</b>					
Chlorid (Cl)	mg/l	5,95	0,1	23175	DIN EN ISO 10304-1:2009
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	9,38	0,1	23196	DIN EN ISO 10304-1:2009
<b>Aufbereitung</b>					
Eluatherstellung				39825	DIN 38414-4 (S 4) (mod.)

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.  
Das Zeichen "<... (NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit \* gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.  
n) Nicht akkreditiert

### AWV Daniela Kucharski, Tel. 03741/55076-2 Kundenbetreuung

Beginn der Prüfungen: 02.05.2016  
Ende der Prüfungen: 11.05.2016

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.





---

**Darstellung der Homogenbereiche nach**  
**DIN 18 300 / 18 301 / 18 304 / 18 319 / 18 321 / 18 324**

**Ingenieurgeologischer Schnitt,**  
**Kennwerttabelle und Kornsummenbänder**

gefertigt von

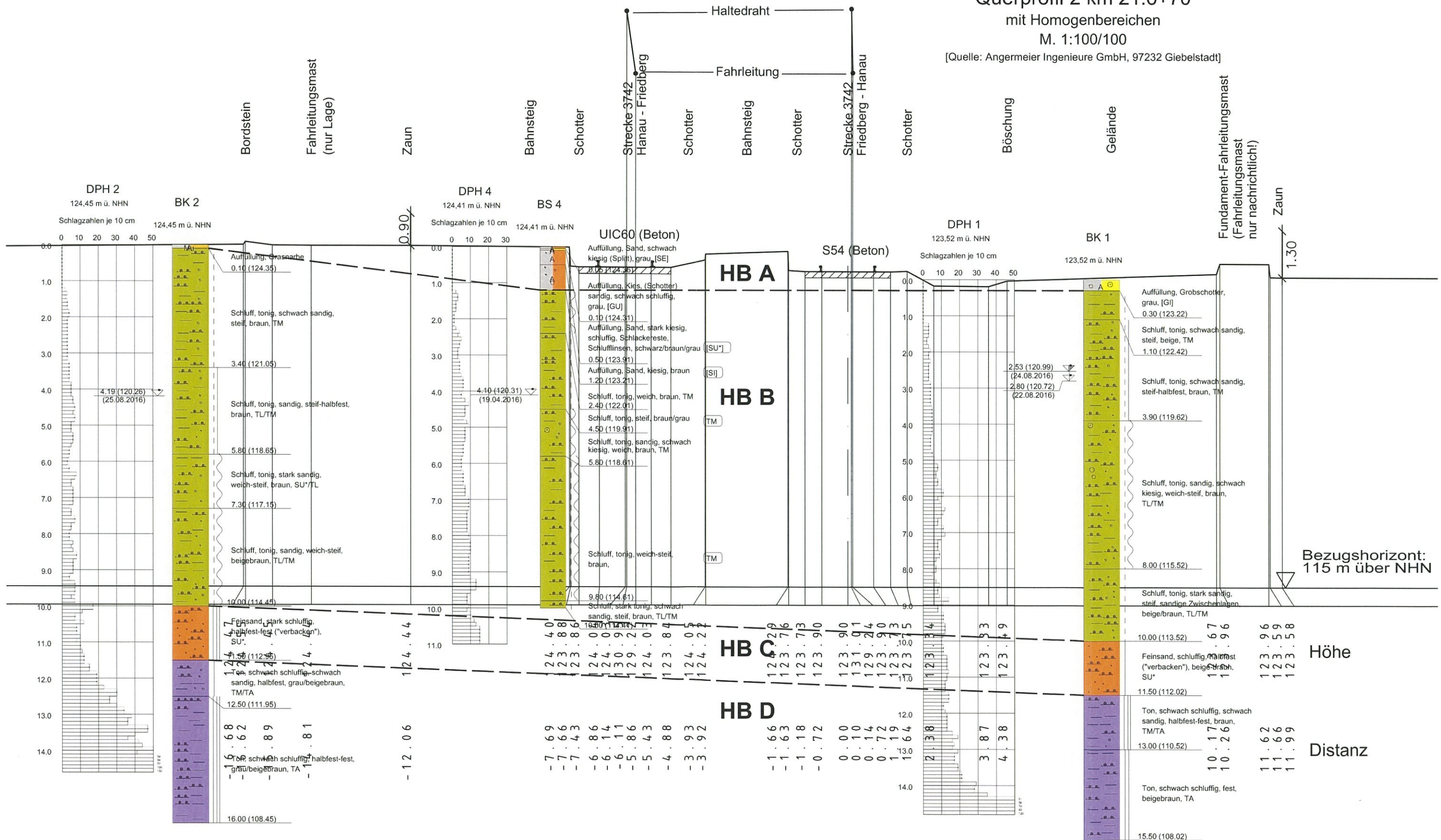
**IBES Baugrundinstitut GmbH, Duisburg**

10 Blatt incl. Deckblatt



### Ingenieurgeologischer Schnitt Querprofil 2 km 21.6+70 mit Homogenbereichen M. 1:100/100

[Quelle: Angermeier Ingenieure GmbH, 97232 Giebelstadt]

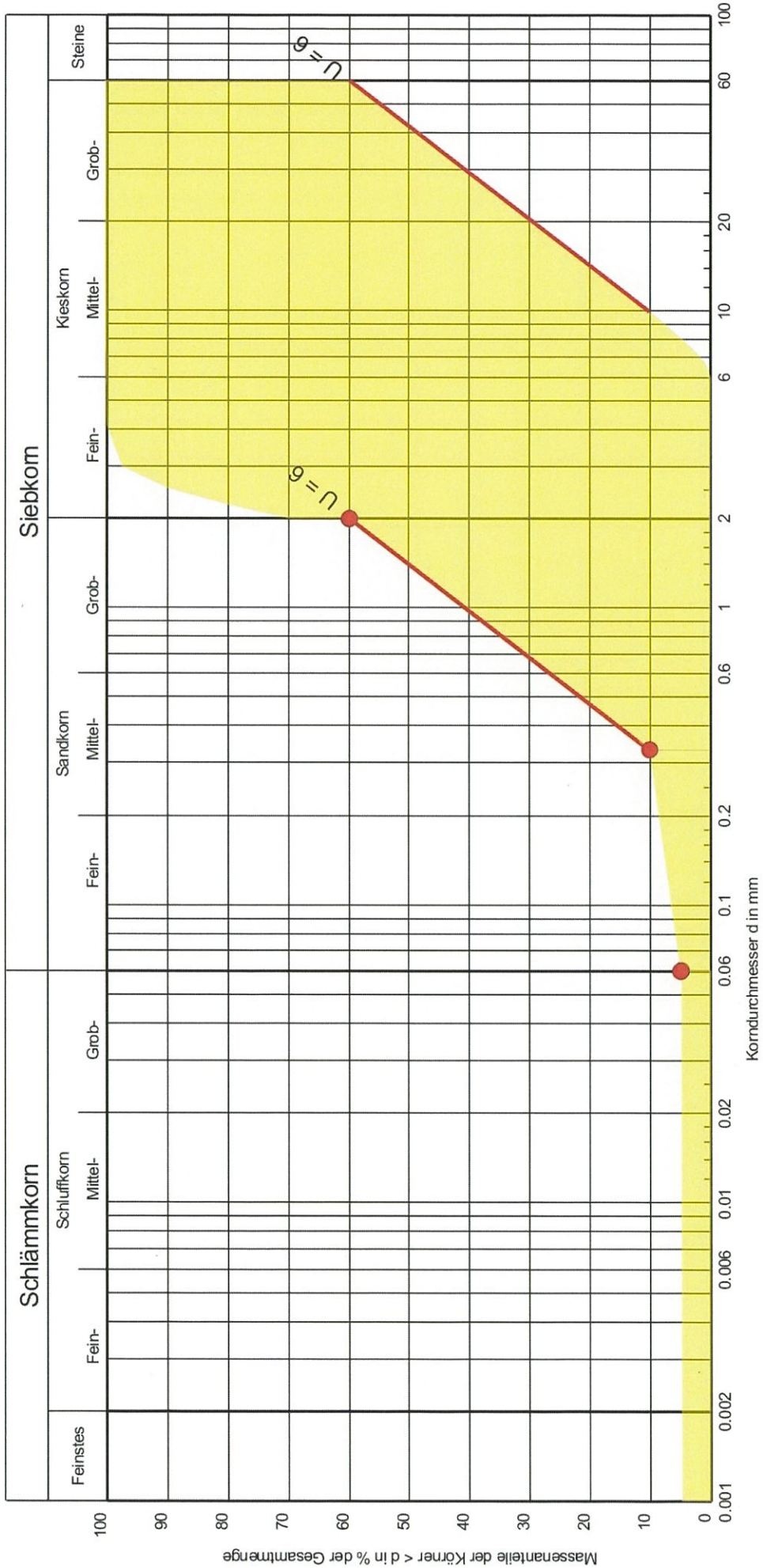






Nr.	Eigenschaften	Kürzel [Einheit]	HOMOGENBEREICHE / BODENSCHICHTEN			
			Homogenbereich A (Auffüllungen)	Homogenbereich B (Schluffe)	Homogenbereich C (Sande)	Homogenbereich D (Tone)
1	Schichtnummer / Schichtkomplex	-	HB A (1)	HB B (2)	HB C (3)	HB D (4)
2	Ortsübliche Bezeichnung	-	Klössand	Schluff	Sand	Ton
3	Bodengruppe nach DIN 18196 (Gesteinsmerkmal)	-	[G]l, [(GU)]	SU*7TL, TL, TL/7M, TM, TM/TA	SU*	TM/TA, TA
4	Bodengruppe nach DIN 18915	-	-	-	-	-
5	Korngrößenverteilungen nach DIN 18123 (s. Anhang "graphische Darstellung der Körnungsbänder" <sup>1)</sup> )	-	KSB 1, KSB 5	KSB 9	KSB 8	KSB 9
6	Massenteil Steine, Blöcke, und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1 <sup>2)</sup>	[M,-%]	< 15 k.A. k.A.	< 10 k.A. k.A.	< 5 k.A. k.A.	< 5 k.A. k.A.
7	Mineralogische Zusammensetzung nach DIN EN ISO 14689	[M,-%]	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
8	Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	I <sub>c</sub> [-]	n.b.	0,5 - 1,0	(> 1)	> 1
9	Konsistenz DIN EN ISO 14688-1	w <sub>L</sub> [-] w <sub>p</sub> [-]	n.b.	0,1 - 0,5 0,2 - 0,4	(0,1 - 0,3) (0,1 - 0,2)	0,4 - 0,7 0,2 - 0,3
10	Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	I <sub>p</sub> [-]	n.b.	< 0,3	(< 0,10)	0,2 - 0,4
11	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1 (oberhalb des Grundwasserspiegels)	w [%]	5 - 20	10 - 30	5 - 15	10 - 20
12	bezogene Lagerungsdichte: Definition nach DIN EN ISO 14688-2	I <sub>D</sub> [-]	locker < 0,3	k.A.	mittel dicht 0,3 - 0,5	k.A.
13	Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2	[t/m <sup>3</sup> ]	1,7 - 2,0	1,8 - 2,2	1,9 - 2,2	2,0 - 2,3
14	Organische Bestandteile nach DIN 18128	V <sub>GL</sub> [%]	< 5	< 10	< 5	< 5
15	Benennung / Beschreibung organischer Böden nach DIN EN ISO 14688-1	-	-	-	-	-
16	Kohäsion nach DIN 18137-1, DIN 18137-2 oder DIN 18137-3	c <sub>s</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	0	2 - 15	0 - 8	20 - 50
17	Undrainierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN 18136 oder DIN 18137-2	c <sub>u</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	n.b.	20 - 100	n.b.	100 - 250
18	Sensitivität nach DIN 4094-4	S [-]	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
19	Kalkgehalt nach DIN 18129	V <sub>ca</sub> [M,-%]	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
20	Sulfatgehalt nach DIN EN 1997-2	SO <sub>4</sub> [mg/l]	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
21	Abrasivitätsbezeichnung Abraktivität nach NF P18-579	A <sub>BR</sub> [g/l]	schwach abrasiv bis stark abrasiv 100 - 1.000	nicht / kaum abrasiv 0 - 100	schwach abrasiv bis abrasiv 100 - 500	nicht / kaum abrasiv 0 - 100
22	Durchlässigkeit nach der Normreihe DIN 18130-1 oder DIN 18130-2	k <sub>v</sub> [m/s]	10 <sup>7</sup> - 10 <sup>9</sup>	< 10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup> - 10 <sup>3</sup>	< 10 <sup>9</sup>

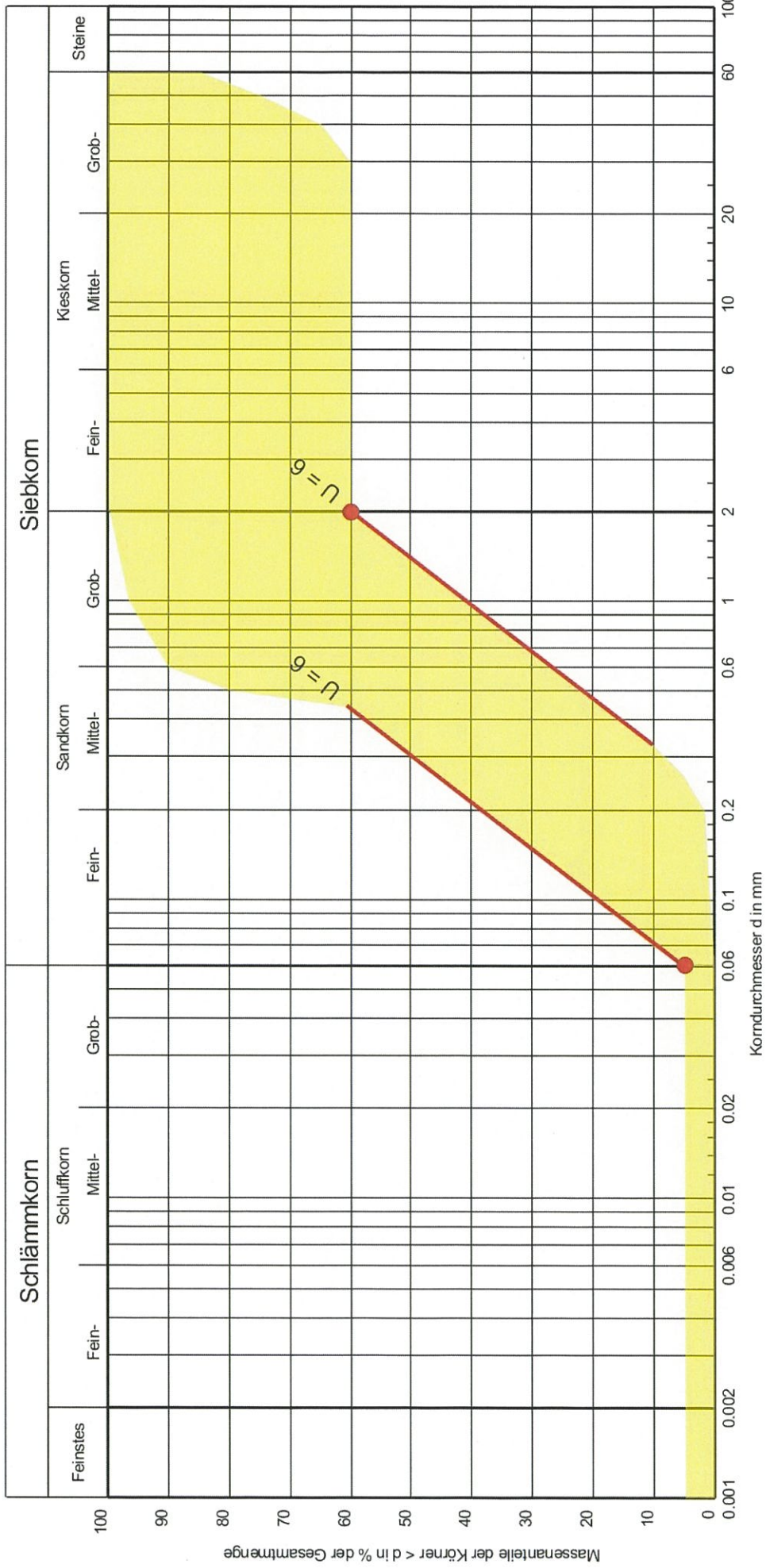
<sup>1)</sup> Darstellung als Kornsummenband (zulässiger Sieblinienbereich für die jeweilige(n) Bodengruppe(n))



**Kornsummenband KSB 1: GI**

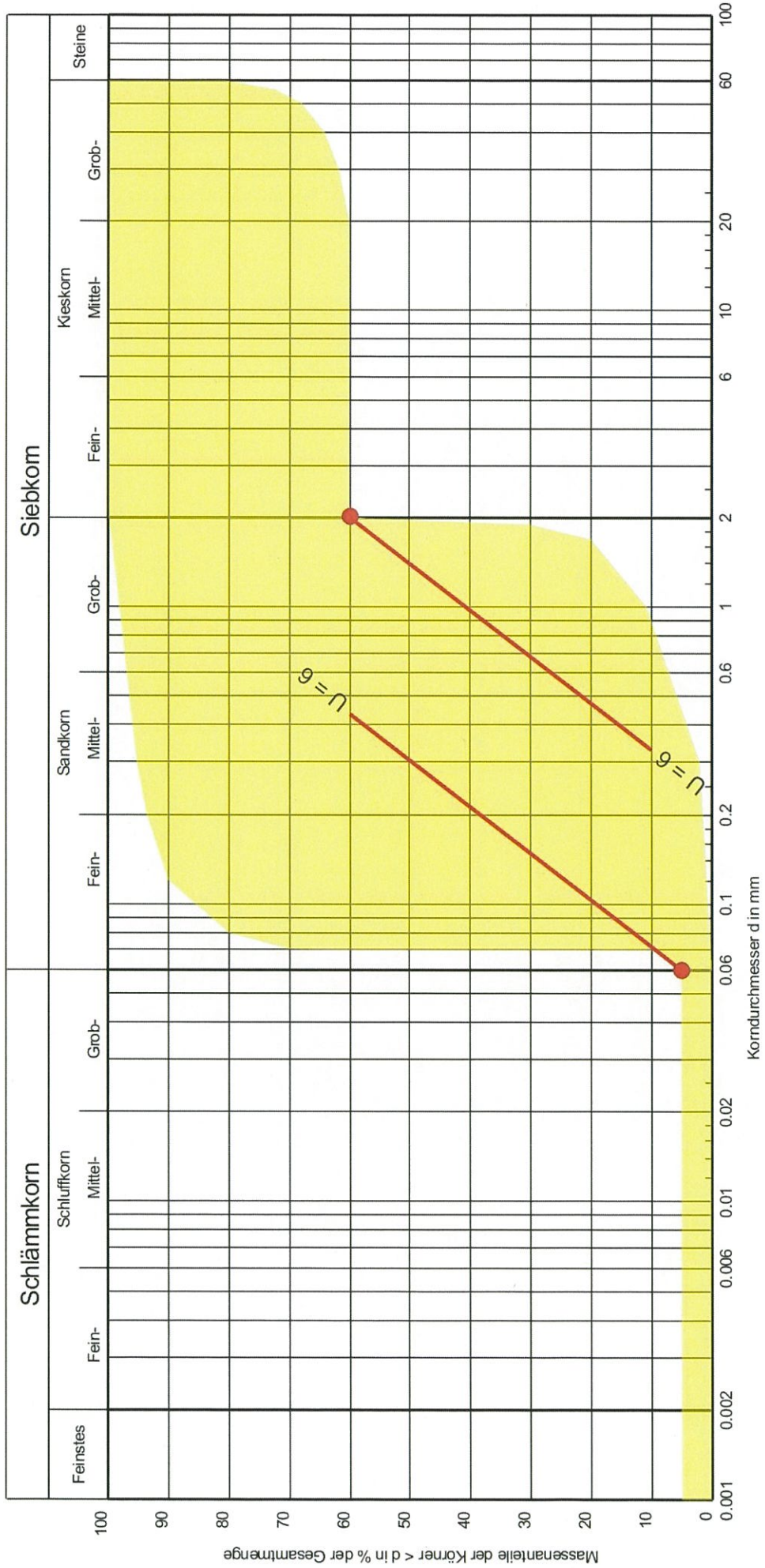






**Kornsummenband KSB 3: SI**

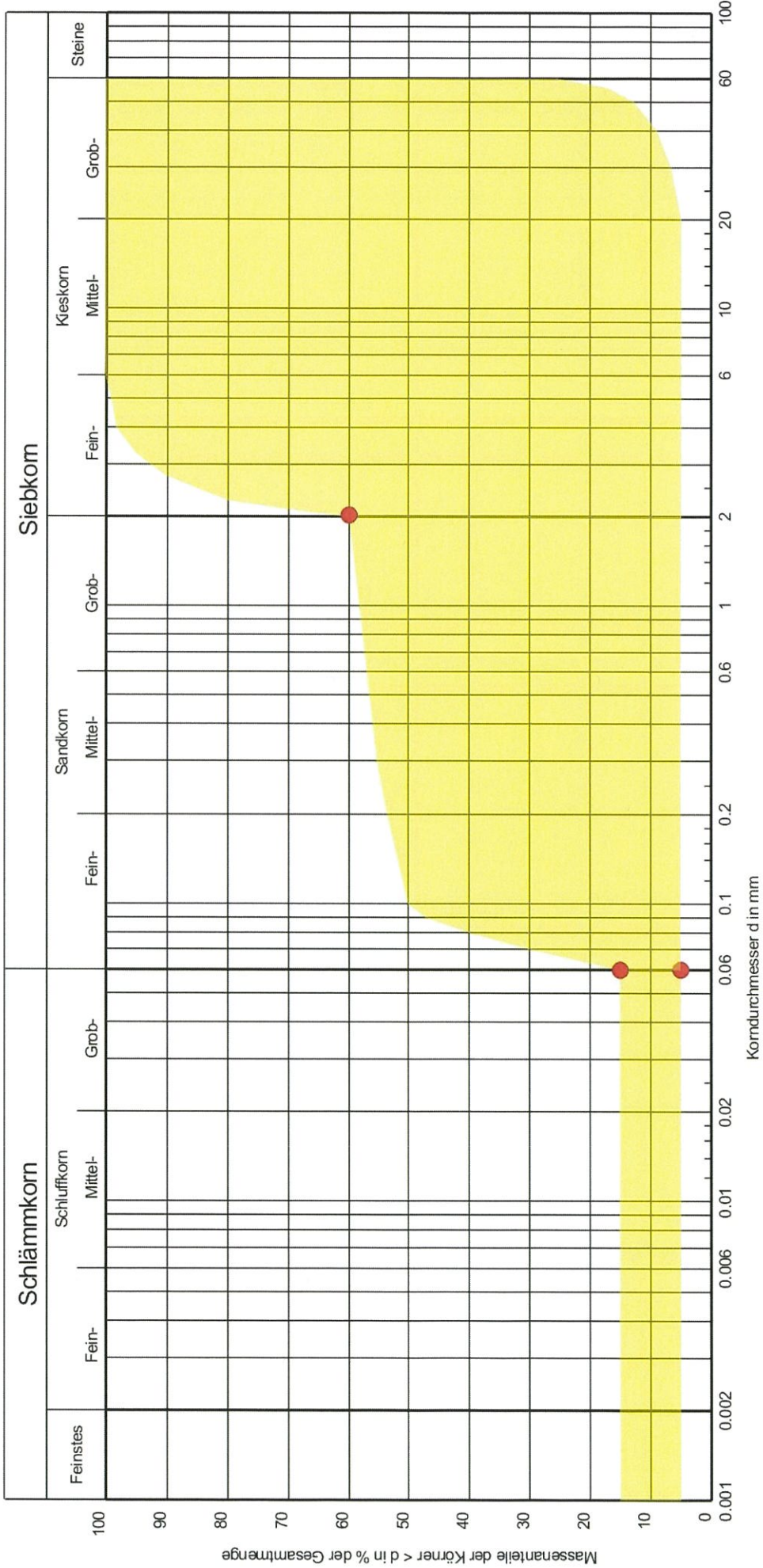




## Kornsummenband KSB 4: SE

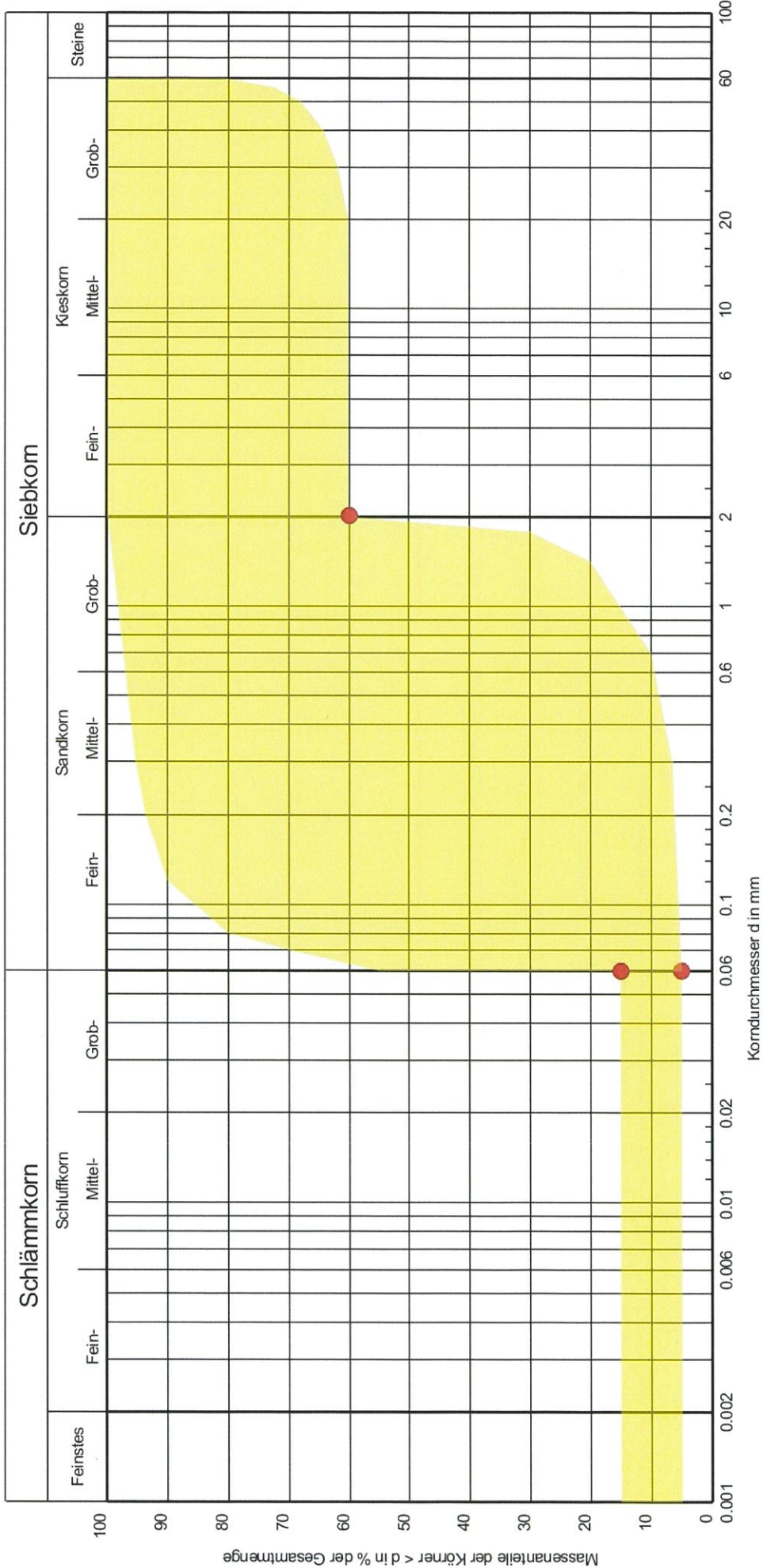






**Kornsummenband KSB 5: GU**

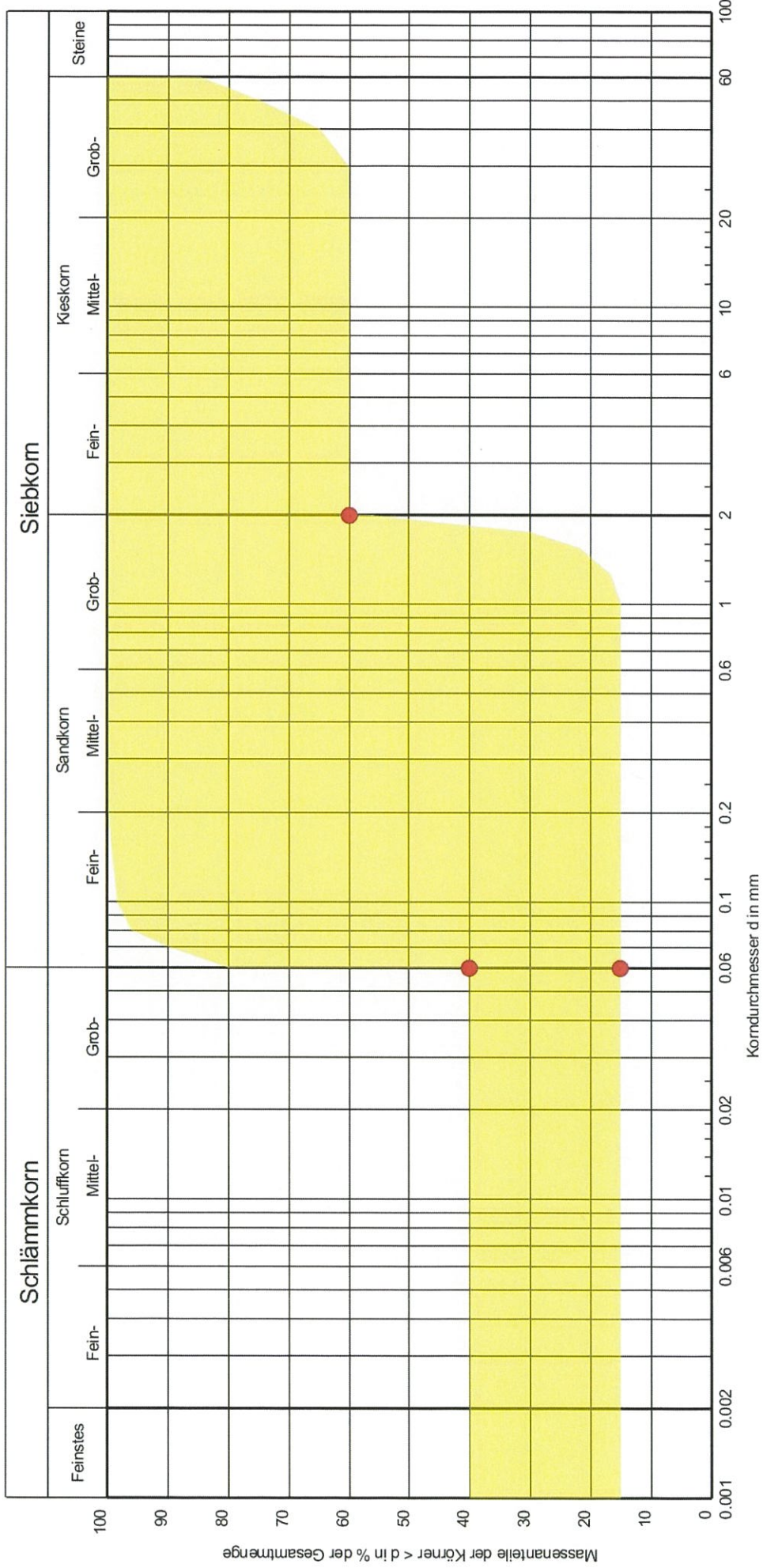




**Kornsummenband KSB 6: SU**

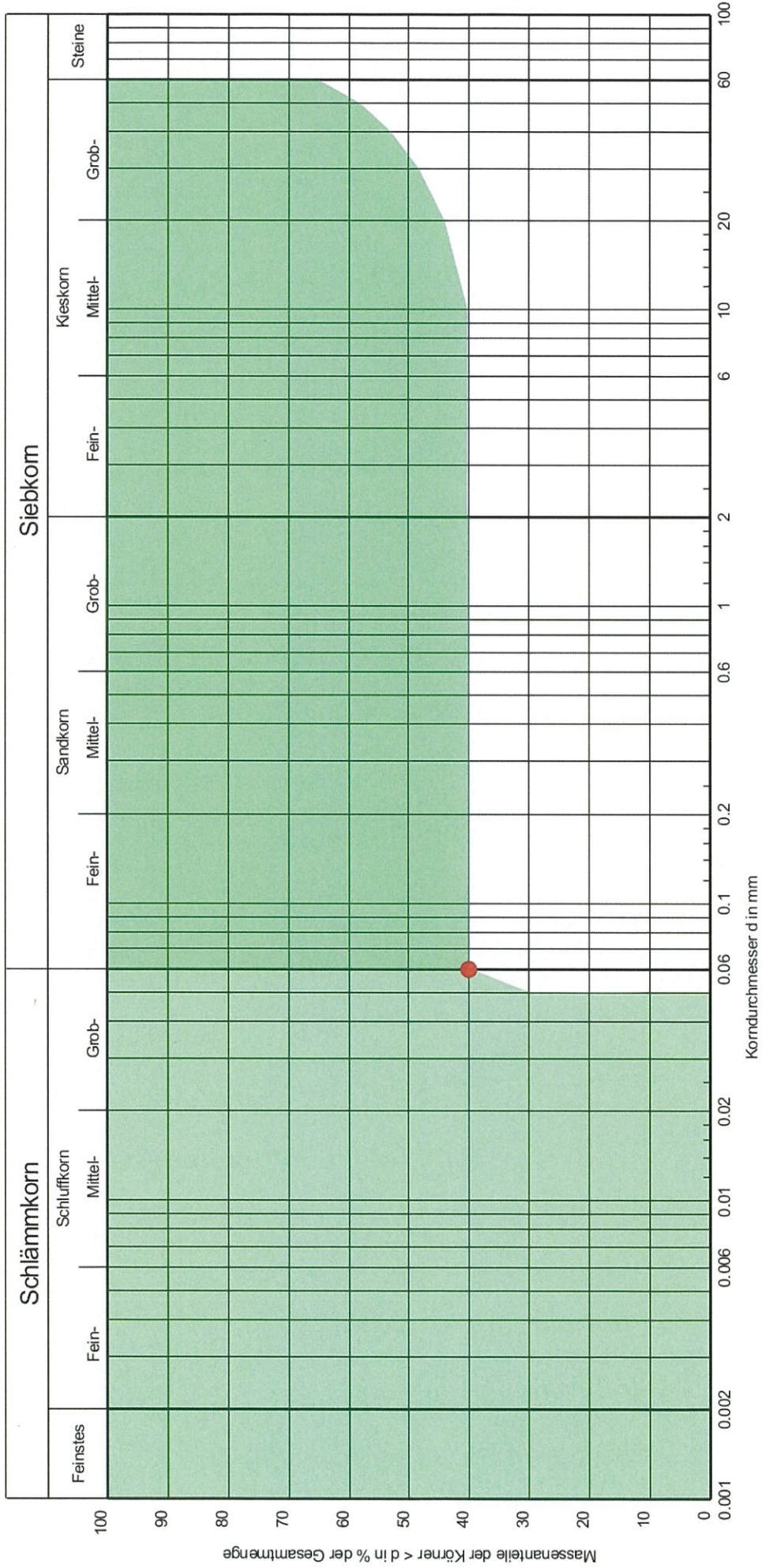






## Kornsummenband KSB 8: SU\*





**Kornsummenband KSB 9: SU\*/TL, TL, TL/TM, TM, TM/TA, TA**





**Vorstandsressort Wirtschaft,  
Recht und Regulierung  
Umweltservice (CUS)  
Brandenburg-Kirchmöser**



Die Akkreditierungen gelten für die in den Urkundenanlagen aufgeführten Prüf- bzw. Inspektionsverfahren. Die Urkundenanlagen mit den akkreditierten Verfahren sind unter [www.dakks.de](http://www.dakks.de) einsehbar.

## Prüfbericht Nr. 16B01755

Vorgangsbezeichnung: Umbau Bf Bruchköbel (IBES 16.200.1)

Vorgangsnr. CUS: 1601222

Auftraggeber: DB Station & Service AG  
RB Mitte  
I.SV-MI-I(2)  
Weilburger Straße 22  
60326 Frankfurt am Main

Probenehmer: IBES Neustadt  
Probenahme außerhalb des o. g. Akkreditierungsbereiches

Prüfungszeitraum: 09.05.2016-20.05.2016

Anzahl der Seiten: 5

Berichtersteller: Uta Thon

Brandenburg-Kirchmöser, 20.05.2016

  
**Birgit Henkel**  
Leiterin Umweltlabor (CUS 2)

*Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht genannten Gegenstände.  
Dieser Bericht darf ohne schriftliche Genehmigung durch den Umweltservice (CUS) nicht auszugsweise veröffentlicht werden.*

Bahntechnikerring 70  
14774 Brandenburg - Kirchmöser  
Telefon: (03381) 812 305  
Fax: (03381) 812 408

Deutsche Bahn AG  
Sitz Berlin  
Registriergericht  
Berlin - Charlottenburg  
HRB-Nr. 50 000  
Ust-IdNr.: DE 811569869

Vorsitzender  
des Aufsichtsrates  
Prof. Dr. Utz-Hellmuth F elcht

Vorstand:  
Dr. Rüdiger Grube,  
Vorsitzender

Berthold Huber  
Dr.-Ing. Volker Kefer  
Dr. Richard Lütz  
Ronald Pofalla  
Ulrich Weber

[www.deutschebahn.com](http://www.deutschebahn.com)

Auftragsnummer	1601222001	1601222001	1601222001	1601222001	1601222001		
Probennummer	16P08900	16P08901	16P08902	16P08903	16P08904		
Probenbezeichnung	BMP 2	BMP 3	BMP 4	BMP 5	AMP 1		
Probenart	Boden	Boden	Boden	Boden	Asphalt		
Entnahmetiefe [m]	-	-	-	-	-		
Probenahmedatum	21.04.2016	21.04.2016	21.04.2016	21.04.2016	21.04.2016		
Probeneingang	09.05.2016	09.05.2016	09.05.2016	09.05.2016	09.05.2016		
Parameter	Dim.	BG					
Farbe			dunkelbraun	dunkelbraun	dunkelbraun	braun	anthrazit
Feuchtigkeit			feucht	feucht	feucht	feucht	feucht
Beschaffenheit			-----	-----	-----	-----	-----
Sonstige Auffälligkeiten			-----	-----	-----	-----	Asphalt
Geruch			erdig	erdig	erdig	ohne	Eigengeruch
Bodenart			Sand	Sand	Sand	Lehm/Schluff	-----
Trockenrückstand	%		93,1	89,0	90,2	81,8	99,4
pH-Wert			7,4	7,1	7,9	7,3	-----
Kohlenwasserstoffindex (C10-C40)	mg/kg TS	100	<100	<100	<100	<100	-----
Mobiler KW-Anteil (C10-C22)	mg/kg TS	100	<100	<100	<100	<100	-----
EOX	mg/kg TS	1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-----
BTEX, Summe	mg/kg TS		k.S.	k.S.	k.S.	k.S.	-----
Benzol	mg/kg TS	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-----
Toluol	mg/kg TS	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-----
Ethylbenzol	mg/kg TS	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-----
o-Xylol	mg/kg TS	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-----
m/p-Xylol	mg/kg TS	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	-----
LHKW, Summe	mg/kg TS		k.S.	k.S.	k.S.	k.S.	-----
Dichlormethan	mg/kg TS	0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	-----
Trichlormethan	mg/kg TS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-----
Tetrachlormethan	mg/kg TS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-----
Trichlorethen	mg/kg TS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-----
Tetrachlorethen	mg/kg TS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-----
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-----
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	-----
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	-----
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	-----
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	-----
PCB (Ballschmitter), Summe	µg/kg TS		k.S.	k.S.	k.S.	k.S.	-----
PCB 28	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PCB 52	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PCB 101	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PCB 138	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PCB 153	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PCB 180	µg/kg TS	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	-----
PAK (EPA), Summe	mg/kg TS		1,40	8,36	1,09	k.S.	0,25
Naphthalin	mg/kg TS	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Acenaphthen	mg/kg TS	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Fluoren	mg/kg TS	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Phenanthren	mg/kg TS	0,10	0,10	0,38	0,11	<0,10	0,13
Anthracen	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Fluoranthren	mg/kg TS	0,10	0,32	1,66	0,27	<0,10	0,12
Pyren	mg/kg TS	0,10	0,22	1,15	0,18	<0,10	<0,10
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,10	0,13	0,85	0,12	<0,10	<0,10
Chrysen	mg/kg TS	0,10	0,13	0,72	0,12	<0,10	<0,10
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,10	0,20	1,03	0,17	<0,10	<0,10
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,50	<0,10	<0,10	<0,10
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,10	0,14	0,76	0,12	<0,10	<0,10
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,15	<0,10	<0,10	<0,10
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,44	<0,10	<0,10	<0,10
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TS	0,10	0,16	0,62	<0,10	<0,10	<0,10
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-----
Arsen	mg/kg TS	3,0	7,3	18,0	31,5	6,9	-----
Blei	mg/kg TS	3,0	41,6	94,0	96,8	10,0	-----
Cadmium	mg/kg TS	0,30	<0,30	0,51	<0,30	<0,30	-----
Chrom	mg/kg TS	3,00	36,8	38,4	54,4	69,0	-----
Kupfer	mg/kg TS	3,00	39,8	76,4	60,7	13,8	-----
Nickel	mg/kg TS	3,00	56,7	58,7	72,7	35,4	-----
Quecksilber	mg/kg TS	0,10	<0,10	0,12	0,54	<0,10	-----
Thallium	mg/kg TS	0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	-----
Zink	mg/kg TS	3,00	112	328	91,2	44,7	-----



Auftragsnummer			1601222001	1601222001	1601222001	1601222001	1601222001
Probennummer			16P08900	16P08901	16P08902	16P08903	16P08904
Probenbezeichnung			BMP 2	BMP 3	BMP 4	BMP 5	AMP 1
Probenart			Boden	Boden	Boden	Boden	Asphalt
Entnahmetiefe [m]			-	-	-	-	-
Probenahmedatum			21.04.2016	21.04.2016	21.04.2016	21.04.2016	21.04.2016
Probeneingang			09.05.2016	09.05.2016	09.05.2016	09.05.2016	09.05.2016
<b>Parameter</b>	<b>Dim.</b>	<b>BG</b>					
pH-Wert			7,0	6,8	8,1	7,5	8,5
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		104	58	140	115	78
Phenolindex	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Chlorid	mg/l	1,5	<1,5	<1,5	1,6	2,2	-----
Cyanid, gesamt	mg/l	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-----
Sulfat	mg/l	1,5	4,7	<1,5	4,2	3,1	-----
Arsen	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-----
Blei	mg/l	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-----
Cadmium	mg/l	0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	-----
Chrom	mg/l	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-----
Kupfer	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	-----
Nickel	mg/l	0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	-----
Quecksilber	mg/l	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	-----
Thallium	mg/l	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-----
Zink	mg/l	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-----

Auftragsnummer			
Probennummer			
Probenbezeichnung			
Probenart			
Entnahmetiefe [m]			
Probenahmedatum			
Probeneingang			
Parameter	Dim.	BG	Analysenverfahren
			N - nicht akkreditiert F - Fremdleistung
Farbe			Feinanteilprobe (Horizont B) wurde vor der Analyse luftgetrocknet und auf < 2mm gebrochen
Feuchtigkeit			Königswasseraufschluss: Hausverfahren Digiprep
Beschaffenheit			In Anlehnung an DIN 11466 / DIN EN 13346 / DIN EN 13657
Sonstige Auffälligkeiten			Eluat: DIN 38 414 - S 4 / DIN EN 12457-4
Geruch			
Bodenart			
Trockenrückstand	%		DIN EN 14346/DIN EN 15934
pH-Wert			DIN ISO 10390
Kohlenwasserstoffindex (C10-C40)	mg/kg TS	100	DIN EN ISO 16703
Mobiler KW-Anteil (C10-C22)	mg/kg TS	100	DIN EN ISO 16703
EOX	mg/kg TS	1,0	DIN 38414-S 17
BTEX, Summe	mg/kg TS		DIN ISO 22155
Benzol	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 22155
Toluol	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 22155
Ethylbenzol	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 22155
o-Xylol	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 22155
m/p-Xylol	mg/kg TS	0,4	DIN ISO 22155
LHKW, Summe	mg/kg TS		DIN ISO 22155
Dichlormethan	mg/kg TS	0,15	DIN ISO 22155
Trichlormethan	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 22155
Tetrachlormethan	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 22155
Trichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 22155
Tetrachlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 22155
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 22155
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,15	DIN ISO 22155
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,15	DIN ISO 22155
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	0,15	DIN ISO 22155
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	0,15	DIN ISO 22155
PCB (Ballschmitter), Summe	µg/kg TS		DIN 38414-S 20
PCB 28	µg/kg TS	3,0	DIN 38414-S 20
PCB 52	µg/kg TS	3,0	DIN 38414-S 20
PCB 101	µg/kg TS	3,0	DIN 38414-S 20
PCB 138	µg/kg TS	3,0	DIN 38414-S 20
PCB 153	µg/kg TS	3,0	DIN 38414-S 20
PCB 180	µg/kg TS	3,0	DIN 38414-S 20
PAK (EPA), Summe	mg/kg TS		DIN ISO 13877
Naphthalin	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Acenaphthen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Fluoren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Phenanthren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Anthracen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Fluoranthren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Pyren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Chrysen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TS	0,10	DIN ISO 13877
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	0,5	DIN ISO 11262
Arsen	mg/kg TS	3,0	DIN EN ISO 11885
Blei	mg/kg TS	3,0	DIN EN ISO 11885
Cadmium	mg/kg TS	0,30	DIN EN ISO 11885
Chrom	mg/kg TS	3,00	DIN EN ISO 11885
Kupfer	mg/kg TS	3,00	DIN EN ISO 11885
Nickel	mg/kg TS	3,00	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	mg/kg TS	0,10	DIN EN 1483
Thallium	mg/kg TS	0,40	DIN 38406-E 26
Zink	mg/kg TS	3,00	DIN EN ISO 11885



Auftragsnummer				
Probenummer				
Probenbezeichnung				
Probenart				
Entnahmetiefe [m]				
Probenahmedatum				
Probeneingang				
Parameter	Dim.	BG	Analysenverfahren	N - nicht akkreditiert F - Fremdleistung
pH-Wert			DIN 38404-C 5	
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		DIN EN 27888	
Phenolindex	mg/l	0,01	DIN EN ISO 14402	
Chlorid	mg/l	1,5	DIN EN ISO 10304-1	
Cyanid, gesamt	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403	
Sulfat	mg/l	1,5	DIN EN ISO 10304-1	
Arsen	mg/l	0,01	DIN EN ISO 11885	
Blei	mg/l	0,02	DIN EN ISO 11885	
Cadmium	mg/l	0,0015	DIN EN ISO 11885	
Chrom	mg/l	0,01	DIN EN ISO 11885	
Kupfer	mg/l	0,01	DIN EN ISO 11885	
Nickel	mg/l	0,015	DIN EN ISO 11885	
Quecksilber	mg/l	0,0002	DIN EN ISO 17852 (E53)*	
Thallium	mg/l	0,001	DIN 38406-E 26	
Zink	mg/l	0,005	DIN EN ISO 11885	

\* Aufschluss mit Kaliumpermanganat/  
Hydroxylammoniumchlorid