

ELEKTRIFIZIERUNG DER TAUNUSBAHN



UNTERLAGE 26.3: DATENBLATT EÜ BIZZENBACH

Auftraggeber:



Verkehrsverband Hochtaunus (VHT)

Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
61352 Bad Homburg v. d. Höhe

Bad Homburg, den 05.11.2020

gez. Denfeld

Auftragnehmer:

PG ELEKTRIFIZIERUNG
TAUNUSBAHN

c/o Schüßler-Plan
Ingenieurgesellschaft mbH
Lindleystraße 11
60314 Frankfurt

Frankfurt, den 04.11.2020

gez. Keck

Bearbeiter:

PG ELEKTRIFIZIERUNG
TAUNUSBAHN

c/o Schüßler-Plan
Ingenieurgesellschaft mbH
Lindleystraße 11
60314 Frankfurt

Frankfurt, den 04.11.2020

gez. i.A. Hippenstiel

Bauwerk: Eisenbahnüberführung km 8,804

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Abkürzungsverzeichnis	1 Blatt
Anlage 2	Lage- und Aufschlussplan	1 Blatt
Anlage 3	Bohrprofile, Sondierdiagramme/ Querschnitte	1 Blatt
Anlage 4	Laborversuche	
4.1	Körnungslinien	2 Blatt
4.2	Zustandsgrenzen	2 Blatt
4.3	geomechanische Versuchsergebnisse (Fels)	5 Blatt
4.4	Betonaggressivität und Stahlkorrosivität des Bodens	10 Blatt
Anlage 5	Bodenkennwerte	11 Blatt
Anlage 6	Setzungsberechnungen	3 Blatt
Anlage 7	Fotodokumentation	9 Blatt

Aufschlüsse:

KRB/DPH 24 (br), 25 (br), 26 (bl); KRB 1; BK1
 DPH W1a, 1, 2, 2a

Morphologie, Geologie:

Die Gleisanlagen verlaufen im Untersuchungsgebiet auf einem Damm. Die Dammhöhe beträgt ca. 2 - 3 m.

Der Damm besteht aus Schotter und bindigen Auffüllungen, die durch anstehenden, bindigen Böden unterlagert werden. Diese setzen sich im Wesentlichen aus den anstehenden Tonen/Schluffen und Festgesteinen (Ton-/Schluffstein) zusammen. Alle Aufschlüsse enden im Felsersatz bzw. im Festgestein (V3-V5).

Die Bohrung BK 1 sowie die KRB 1, DPH W1a, 1, 2, 2a wurden am Dammfuß ausgeführt.

Der Baugrund ab Dammfuß besteht in BK 1 unterhalb der Oberflächenbefestigung aus anstehenden Tonen/Schluffen sowie Festgesteinen (Ton-/Schluffstein). Mit zunehmender Tiefe nimmt der Verwitterungsgrad stark ab. Im Bereich der KRB 1 wurde oberflächennah eine geringmächtige Schicht aus sandigem Mutterboden erkundet. Unterlagert wird der Mutterboden von aufgefüllten, leichtplastischen Schluffen mit weicher Konsistenz.

Baugrund:

Die Bodenprofile liegen diesem Datenblatt als Anlage 3 bei. In den Profilen sind den Bodenschichten die entsprechenden Schichtnummerierungen zugewiesen.

Grundwasser:

Bei der Bohrung BK 1 wurden zwei Grundwasserstockwerke bei 2,7 m (300,15 m NHN) und bei 7,0 m (295,85 m NHN) unter GOK angeschnitten. In Kleinrammbohrung KRB 1 wurde Grundwasser bei 2,0 m unter GOK erkundet.

Bemessungswasserstand: 1,0 m unter GOK (302,35 m NHN, KRB1)

Betonaggressivität und Stahlkorrosivität:

MP1 aus BK1 (0,0-6,0) und MP2 aus BK1 (6,0-15,0)

Betonaggressivität	unterhalb XA 1	
Stahlkorrosivität	Mulden- und Lochkorrosions- wahrscheinlichkeit	Flächenkorrosions- wahrscheinlichkeit
	gering	sehr gering
freie Korrosion	I b - schwach aggressiv	

Charakteristische Bodenkennwerte (Rechenwerte)

Die charakteristischen Bodenkennwerte entnehmen Sie bitte der Anlage 5. Die Boden und Felskennwerte Tabelle 1 entsprechend der Schichtnummerierung in den beigefügten Profilschnitten.

Gründungsempfehlung / Sonstige Hinweise:

Flachgründung	Siehe Berechnungen in Anlage 6.
---------------	---------------------------------

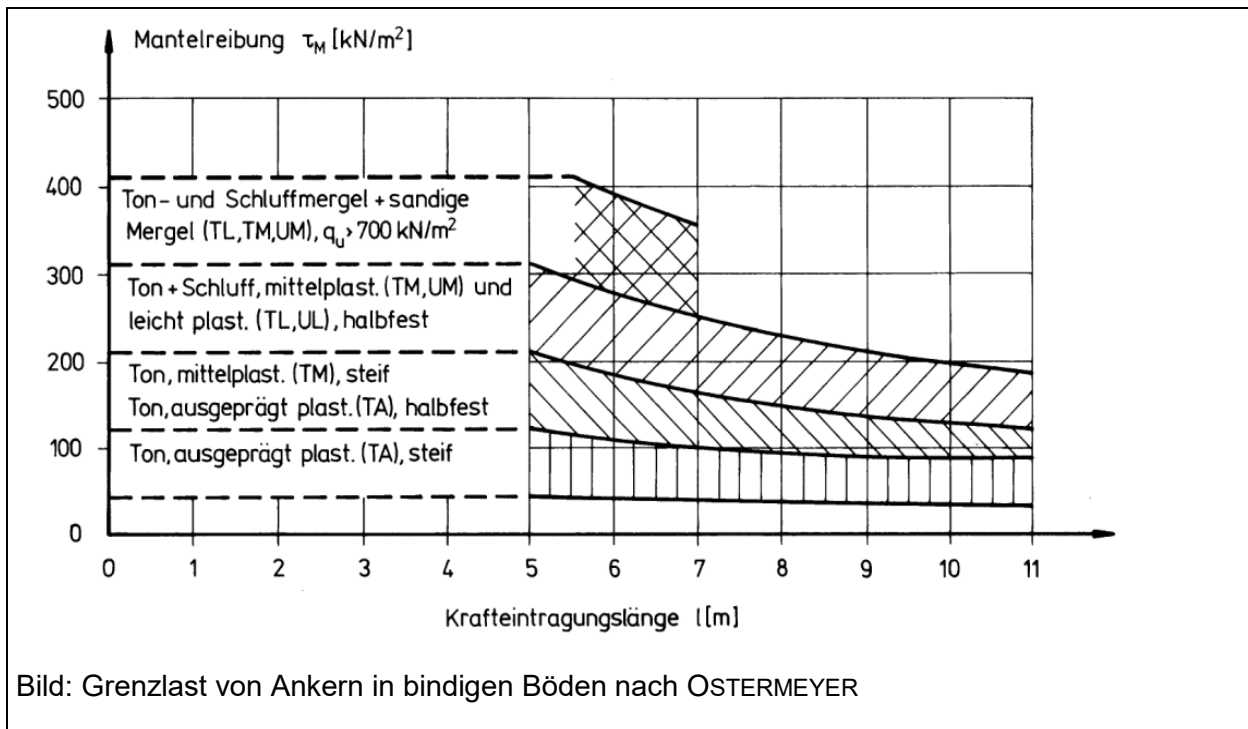
Gründungsempfehlung / Sonstige Hinweise:	
	<p>Die Gründungssohle liegt bei 1,2 m unter GOK voraussichtlich innerhalb der steifen Schluffe/Tone (Bodengruppe UM, Schicht 4.3). Es empfiehlt sich ein Bodenaustausch mit $\geq 0,5$ m Mächtigkeit aufgrund der bindigen Schichten. Für das Kiespolster können folgende charakteristische Berechnungskennwerte zum Ansatz gebracht werden: $\varphi_{k'} = 35,0^\circ$; $c_{k'} = 0 \text{ kN/m}^2$; $\gamma_k / \gamma_{k'} = 19 / 11 \text{ kN/m}^3$; $E_{s,k} = 50 \text{ MN/m}^2$ Die angegebenen Bemessungswerte des Sohldruckwiderstandes gelten zur Vorbemessung. Sie ersetzen nicht die notwendigen erdstatischen Nachweise (Grundbruchsicherheit, Gleiten, Kippen, Setzungen) unter Ansatz der tatsächlichen Fundamentabmessungen und Lasten.</p>
Bohrpfahlgründung	möglich

Pfahlspitzenwiderstand und Pfahlmantelreibung für Spundwände
Die Pfahlspitzenwiderstände und Pfahlmantelreibungen für Spundwände entnehmen Sie bitte der Anlage 5. Die Boden und Felskennwerte in Tabelle 3 entsprechend der Schichtnummerierung in den beigefügten Profilschnitten.

Pfahlspitzenwiderstand und Pfahlmantelreibung für Bohrpfahlgründung
Die Pfahlspitzenwiderstände und Pfahlmantelreibungen für Bohrpfahlgründungen entnehmen Sie bitte der Anlage 5. Die Boden und Felskennwerte in Tabelle 6 entsprechend der Schichtnummerierung in den beigefügten Profilschnitten.

Pfahlspitzenwiderstand und Pfahlmantelreibung für Rammpfähle
Die Pfahlspitzenwiderstände und Pfahlmantelreibungen für Rammpfähle entnehmen Sie bitte der Anlage 5. Die Boden und Felskennwerte in Tabelle 4 entsprechend der Schichtnummerierung in den beigefügten Profilschnitten.

Verankerung
<p>Die Werte gelten für Einzelanker mit Verpresskörper-Durchmessern zwischen 100-150 mm und einer Überlagerung $\geq 4,0$ m. Für die erkundeten, mindestens steifen bis halbfesten/festen Tone/Schluffe können folgende Grenzlasten angesetzt werden: Krafteintragungslänge $l = 5 \text{ m} \rightarrow$ Grenzlast beim Bruch 310 kN/m^2 Krafteintragungslänge $l = 7 \text{ m} \rightarrow$ Grenzlast beim Bruch 250 kN/m^2 Krafteintragungslänge $l = 9 \text{ m} \rightarrow$ Grenzlast beim Bruch 220 kN/m^2 Wir empfehlen diese zur Abschätzung der <u>Gebrauchslast</u> mit dem Faktor 0,5 abzumindern.</p>



Baugruben:	
Rammfähigkeit	mittelschwer bis sehr schwer, nicht rammfähig (im zersetzten Felsgestein (Schicht 5.2) Schichten 5.3 bis 5.4 ist ausschließlich nur bohren möglich.
Böschungswinkel	Schicht 1.3, 4 → $\beta \leq 60^\circ$ (mindestens steife Konsistenz, sonst $\beta \leq 45^\circ$)
Verbau	wasserdichter Verbau ggf. mit Betonsohle. Im Falle einer geplanten Flachgründung muss die Baugrube bei einem Bemessungswasserstand von 1,0 m unter GOK (302,35 NHN) mit einem wasserdichten Verbau gesichert werden.
Wasserhaltung:	Ist bei einer geplanten Pfahlgründung nicht notwendig. Bei einer Flachgründung muss geprüft werden wie hoch der Wasserdrang zur Baugrube ist. Die Wasserhaltung kann bei einem wasserdichten Verbau mittels Pumpensumpf erfolgen.

Versickerung
Maßgebend für eine oberflächennahe Versickerung sind die anstehenden Tone/Schluffe (Lösslehme), die aufgrund des hohen Feinkornanteils nicht versickerungsfähig sind. Die anstehenden Bodenschichten weisen geringe bis sehr geringe Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte liegen bei $10^{-6} \dots 10^{-10}$ m/s) auf. In niederschlagsreichen Zeiten ist mit der Bildung von Stau- und Schichtwasserhorizonten in unterschiedlichen Tiefen zu rechnen. Eine Versickerung von Oberflächenwasser ist im Untersuchungsabschnitt somit nicht möglich.

Laborergebnisse:

Laborergebnisse:

Wasserlagerung:

Zur Untersuchung der Veränderlichkeit der erkundeten Felsschichten im Hinblick auf Wasserzutritte wurden an ausgewählten Kernproben der BK 2 eine Wasserlagerung nach DIN EN ISO 14689-1 durchgeführt. Die Ergebnisse der 24-stündigen Wasserlagerung zeigt

Tabelle 1.

Demnach kann der Verwitterungshorizont der Schichten 5.1, 5.2, 5.3 und 5.4 als veränderlich bis stark veränderlich angesehen werden. Die Proben wiesen nach der Erkundung eine mittlere Trockenfestigkeit auf, zeigten jedoch bereits nach kurzzeitigem Wasserkontakt hohe Veränderungen auf.

Einaxialer Druckversuch/Punktlastindex:

Zur Ermittlung der einaxialen Druckfestigkeit wurden im Labor Versuche ausgeführt. Die Ergebnisse der untersuchten Proben sind in der Tabelle aufgeführt.

16,5 - 16,75	Tonstein/ Tonschiefer verwittert	5.3	Bildung von einigen Rissen, Bröckeln der Probenoberfläche	2-3	veränderlich
--------------	--	-----	---	-----	--------------

Tabelle

Abrasivität:

Zur Abschätzung der Bohrgeschwindigkeit und der Schneidleistung von Vortriebsmaschinen wurde ebenso die Abrasivität ermittelt.

BK 1 (9,50-9,80)	LAK: 140 g/t => schwach abrasiv
	LBR: 82,4% => mittel stark

Tabelle 1: Wasserlagerungsversuch nach DIN EN ISO 14689-1

Tiefe[m u. AP]	Gestein	Schicht	Zustand nach 24 h Wasserlagerung	Veränderlichkeitsgrad	Bezeichnung
9,5 - 9,8	Tonstein, zersetzt, halbfest	5.2	Probe fast vollständig zerfallen bzw. zu Brei übergegangen	5	stark veränderlich
9,4 - 10,0	Tonstein, zersetzt, halbfest	5.3	Bildung von einigen Rissen, Bröckeln / Zerfall von an Probenoberfläche, tlw. Zerfall	2-3	veränderlich
16,5 - 16,75	Tonstein/ Tonschiefer verwittert	5.3	Bildung von einigen Rissen, Bröckeln der Probenoberfläche	2-3	veränderlich

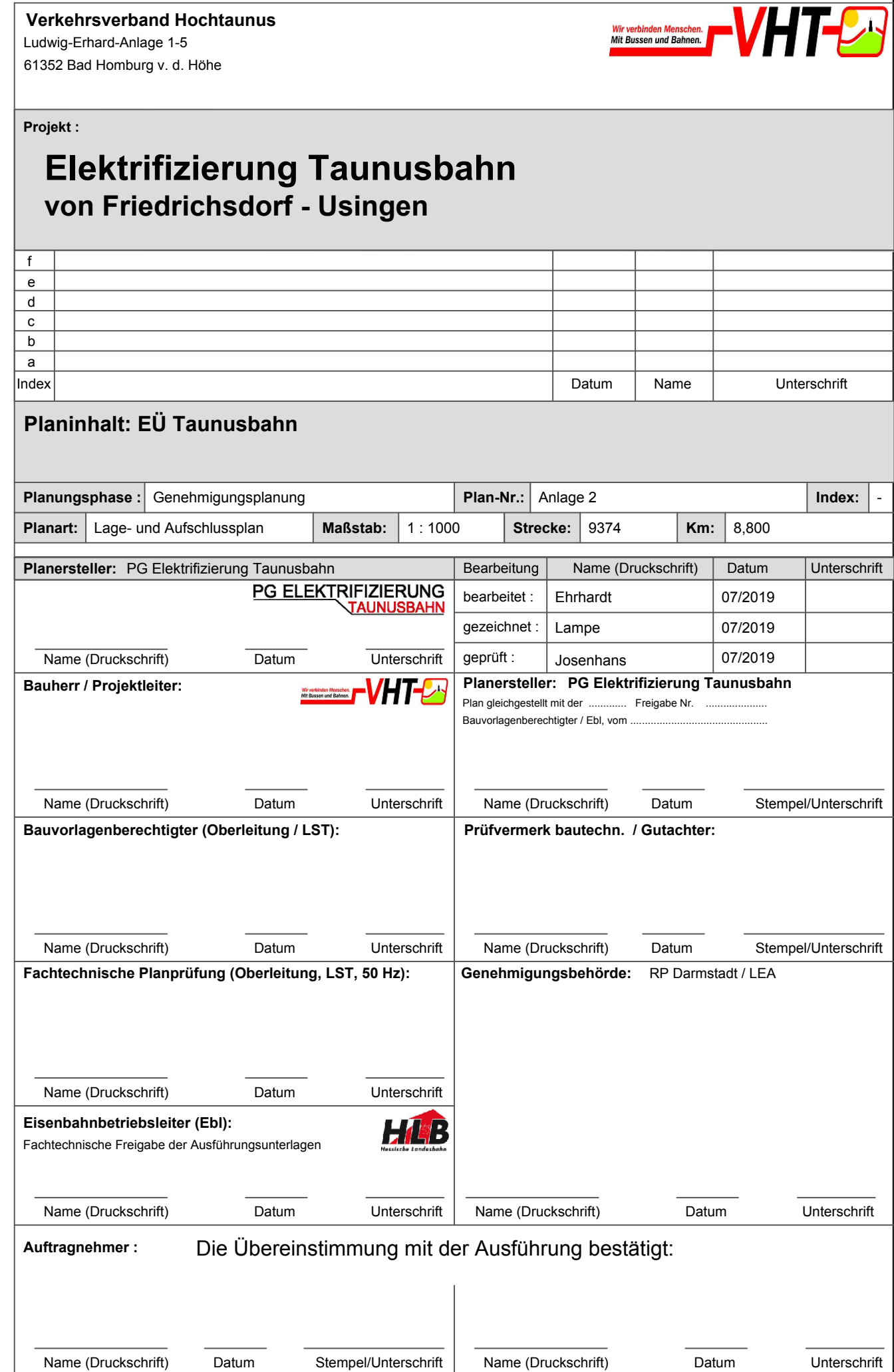
Tabelle 2: Ergebnisse der Einaxialen Druckfestigkeit Ergebnisse Punktlastversuch

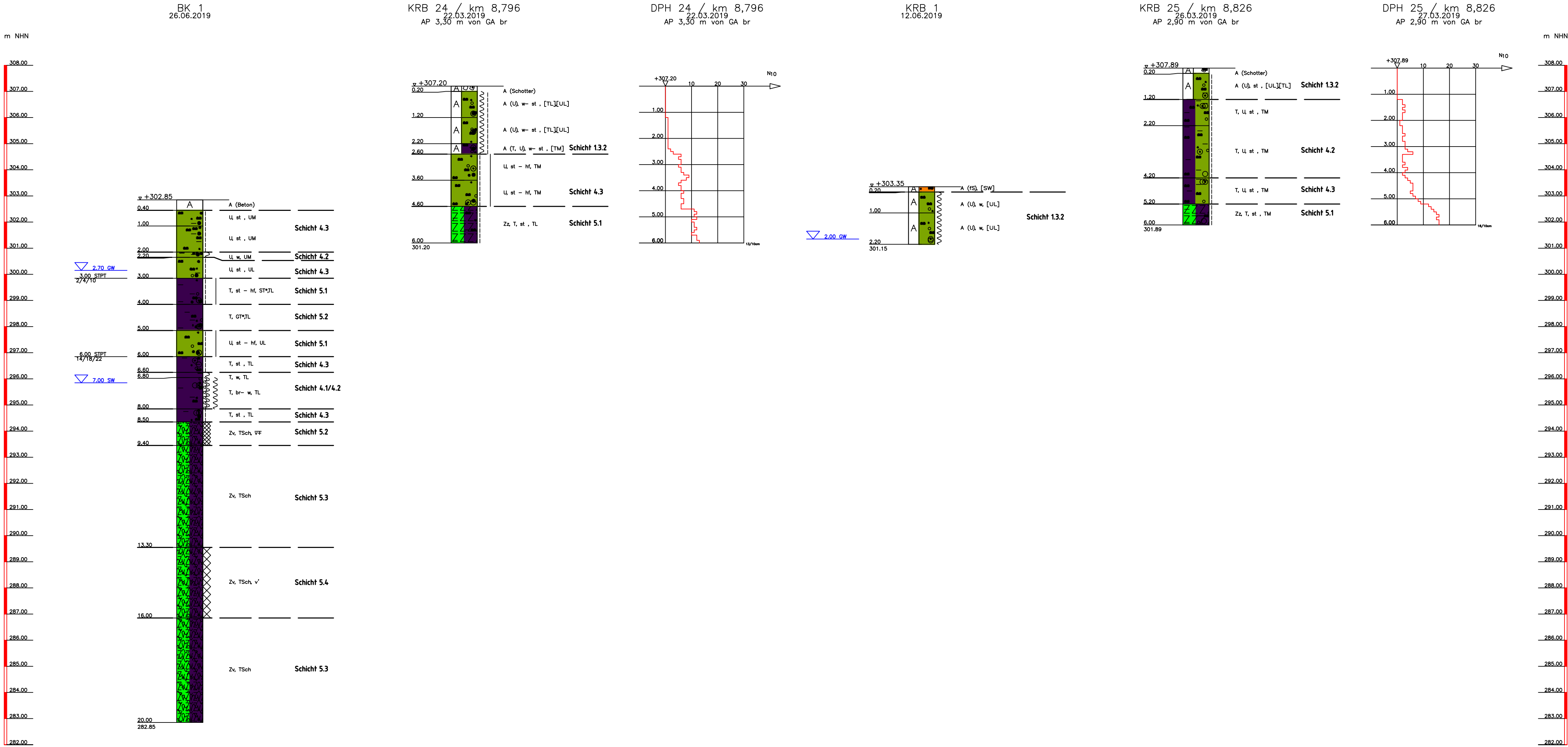
Aufschluss	Schicht	Tiefe [m]	Boden	Einaxiale Druckfestigkeit q_u [MN/m ²]
BK 1	5.2	4,30-4,50	Tonstein	0,863
BK 1	5.2	9,50-9,80	Tonstein	0,335
BK 1	5.3	18,00-18,45	Tonstein	2,040

Tabelle 2: Ergebnisse Punktlastversuch

Aufschluss	Schicht	Tiefe [m]	Boden	Punktlast-index $I_{s(50)}$ [MN/m ²]
BK 1	5.3	13,00-13,20	Tonstein	0,132
BK 1	5.3	16,50-16,75	Tonstein	0,082
BK 1	5.3	17,65-18,00	Tonstein	0,049

Stand: 15.08.2019





BK 1	
TIEFE	BODENART
0.40	Auffüllung (Beton), grau
1.00	Schluff, tonig sandig steif, UM
2.00	Schluff, tonig sandig steif, UM
2.20	Schluff, tonig schwach sandig organisch, weich, UM, braungrau
3.00	Schluff, tonig kiesig schwach sandig steif, UL, braun
4.00	Ton, schluffig, kiesig stark sandig steif bis halbfest, ST*TL, braun
5.00	Ton, kiesig schluffig schwach steinig schwach sandig, Tonschiefer, trocken, GT*TL, braun
6.00	Schluff, tonig, kiesig schwach sandig steif bis halbfest, UL, braun
6.60	Ton, schluffig, kiesig schwach sandig steif, TL, braun
6.80	Ton, schluffig, weich, TL, braun
8.00	Ton, schluffig, kiesig schwach sandig breig bis weich, TL, braun
8.50	Ton, schluffig, kiesig schwach sandig trocken, steif, TL, braun
9.40	Fels, verwittert, Tonschiefer, stark verwittert, Trennfischen 80-90°, braungrau
13.30	Fels, verwittert, Tonschiefer, (massig verwittert), Trennfischen 80-90°, braun
16.00	Fels, verwittert, Tonschiefer, schwach verwittert, Trennfischen 80-90°, braun
20.00	Fels, verwittert, Tonschiefer, (massig verwittert), Trennfischen 80-90°, grau

KRB 24 / km 8,796	
TIEFE	BODENART
0.20	Auffüllung (Schotter)
1.20	Auffüllung (Schluff, sandig, kiesig, weich bis steif, [TL][UL], braun
2.20	Auffüllung (Schluff, sandig, kiesig, weich bis steif, [TL][UL], braun
2.60	Auffüllung (Ton, Schluff, sandig, kiesig, weich bis steif, [TM], braun
3.60	Schluff, kiesig sandig steif bis halbfest, TM, braun
4.60	Schluff, kiesig sandig steif bis halbfest, TM, braun
6.00	Felzersatz, Ton, schluffig, schwach feinsandig steif, TL, grau

KRB 1	
TIEFE	BODENART
0.20	Auffüllung (Feinsand, schluffig, kiesig, Mutterboden), [SW], braunschwarz
1.00	Auffüllung (Schluff, feinsandig, kiesig, weich, [UL], rotbraun
2.20	Auffüllung (Schluff, feinsandig, kiesig, weich, [UL], braun

KRB 25 / km 8,826	
TIEFE	BODENART
0.20	Auffüllung (Schotter, schwach humos, schwach schluffig), trocken
1.20	Auffüllung (Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig, schwach kiesig), steif, [UL][TL], hellbraun-braun
2.20	Ton, Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig, schwach kiesig, steif, TM, hellbraun-braun
4.20	Ton, Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig, schwach kiesig, steif, TM, hellbraun-braun
5.20	Ton, Schluff, schwach tonig, schwach kiesig, steif, TM, hellbraun-braun
6.00	Felzersatz, Ton, schluffig, kiesig, steif, TM, grau-hellbraun

Verkehrsverband Hochtaunus
Ludwig-Erhard-Anlage 1-5
61352 Bad Homburg v. d. Höhe

Wir verbinden Menschen.
Mit Bussen und Bahnen.

VHT

Projekt :
**Elektrifizierung Taunusbahn
von Friedrichsdorf - Usingen**

f				
e				
d				
c				
b				
a				
Index		Datum	Name	Unterschrift

Planinhalt: EÜ Taunusbahn

Planungsphase :	Genehmigungsplanung	Plan-Nr.:	Anlage 3 Blatt 1 von 2	Index:	-
Planart:	Bohr- und Sondierprofile	Maßstab:	1 : 100	Strecke:	9374
				Km:	8,800

Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
	PG ELEKTRIFIZIERUNG TAUNUSBahn	Ehrhardt	07/2019	
	gezeichnet :	Lampe	07/2019	
Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	geprüft :	Josenhans
			07/2019	

Bauherr / Projektleiter:

VHT

Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn
Plan gleichgestellt mit der Freigabe Nr.
Bauvorlagenberechtigter / Ebl, vom

Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift
---------------------	-------	--------------	---------------------	-------	----------------------

Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):

Prüfermerk bautechn. / Gutachter:

Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift
---------------------	-------	--------------	---------------------	-------	----------------------

Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):

Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA

Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift
---------------------	-------	--------------	---------------------	-------	----------------------

Eisenbahnbetriebsleiter (Ebl):
Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen

HLB

Heinrich Lohmann

Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
---------------------	-------	--------------	---------------------	-------	--------------

Auftragnehmer : Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:

Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
---------------------	-------	----------------------	---------------------	-------	--------------

Projekt :

Elektrifizierung Taunusbahn

von Friedrichsdorf - Usingen

f				
e				
d				
c				
b				
a				
Index		Datum	Name	Unterschrift


Planinhalt: EÜ Taunusbahn

Planungsphase :		Genehmigungsplanung		Plan-Nr.:		Anlage 3 Blatt 2 von 2		Index:		-
Planart:	Sondierprofile		Maßstab:	1 : 100	Strecke:	9374	Km:	8,800		

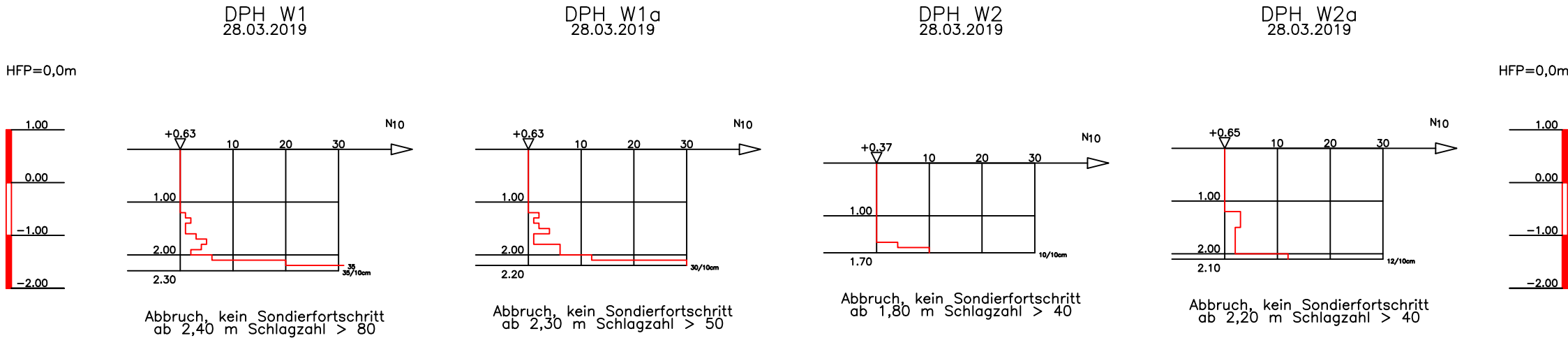
Planersteller:	PG Elektrifizierung Taunusbahn	Bearbeitung	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift
	<div>PG ELEKTRIFIZIERUNG TAUNUSBahn</div>	bearbeitet :	Ehrhardt	07/2019	
		gezeichnet :	Lampe	07/2019	
	<div>Name (Druckschrift)</div>		<div>Datum</div>	<div>Unterschrift</div>	
		geprüft :	Josenhans	07/2019	

Bauherr / Projektleiter:		<div><div>Wir verbinden Menschen Mit Bussen und Bahnen</div><div></div></div>		Planersteller: PG Elektrifizierung Taunusbahn	
		Plan gleichgestellt mit der Freigabe Nr.		Bauvorlagenberechtigter / Ebl, vom	
<div>Name (Druckschrift)</div>		<div>Datum</div>	<div>Unterschrift</div>		
			<div>Name (Druckschrift)</div>		<div>Datum</div>
					<div>Stempel/Unterschrift</div>

Bauvorlagenberechtigter (Oberleitung / LST):			Prüfvermerk bautechn. / Gutachter:		
<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift

Fachtechnische Planprüfung (Oberleitung, LST, 50 Hz):			Genehmigungsbehörde: RP Darmstadt / LEA		
_____	_____	_____			
Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift			
Eisenbahnbetriebsleiter (Ebl):					
Fachtechnische Freigabe der Ausführungsunterlagen					
_____	_____	_____	_____	_____	_____
Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift

Auftragnehmer :		Die Übereinstimmung mit der Ausführung bestätigt:			
Name (Druckschrift)	Datum	Stempel/Unterschrift	Name (Druckschrift)	Datum	Unterschrift



Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse (Fels)

Entnahmedaten	Proben-Nr.		Zeilen-Nr.:	BK	BK	BK	BK	BK	BK	
	Entnahmestelle			1	1	1	1	1	1	
	Zusätzliche Angaben									
	Entnahmetiefe	von bis		m m	4,30 4,50	9,50 9,80	13,00 13,20	16,50 16,75	17,65 18,00	18,00 18,45
	Entnahmeart				ungestört	ungestört	ungestört	ungestört	ungestört	ungestört
Probenbeschreibung			Tst	Tst	Tst	Tst	Tst	Tst		
Stratigraphie										
Dichte- bestimmung	Korndichte ρ_s		t/m³	31						
	Feuchtdichte ρ		t/m³	32						
	Wassergehalt w		%	33						
	Trockendichte ρ_d		t/m³	34						
Einaxialer Druckversuch	Einax. Druckfestigkeit σ_u		MN/m²	35	0,863	0,335			2,040	
	Belastungsmodul $\frac{B}{V}$		MN/m²		113	24,5			192	
	Wiederbelastungsmodul $\frac{V}{E}$									
	Poisson- zahlen	für Belastung, Wiederbelastung und Entlastung	$\frac{V_B}{V_V}$	-	36					
$\frac{V_V}{V_E}$										
Dreiaxialer Druckversuch	Vers. Typ/Probendurchm.		- / cm	37						
	Anzahl der Zyklen		-	38						
	Reibungswinkel φ		°							
technische Kohäsion c			MN/m²							
Punktlastindex diametral axial			$I_{S(50)}$ MN/m²	39		0,132	0,082	0,049		
Spaltzugversuch $\frac{\perp}{\parallel}$			σ_z MN/m²	40						
Reibungsversuch	Probenfläche A		cm²	41						
	Anzahl der Laststufen		-	42						
	Trennflächentyp		-							
	Trennflächengeometrie		-							
	Reibungswinkel φ		°							
	technische Kohäsion c		MN/m²							
Quellversuche	Quellspannung σ_q		MN/m²	43						
	Versuchsdauer d			44						
	Quelldehnung $\varepsilon_{q,0}$		%	45						
	Versuchsdauer d			46						
	Quellversuch nach Huder und Amberg $\frac{K}{\sigma_0}$		% MN/m²	47						
	Versuchsdauer d			48						
DIN 52103	Wasseraufnahme		%	49						
	Absplitterung									
	Kennziffer der Absplitt.		-		50					
Veränderlichk. in Wasser DIN 4022			-	51						
Austrockn. - Befeucht. - Absplitt.			%	53						
Versuch nach ISRM-Empf. Kennzi.			-	54						
Frostversuch nach Absplitt.			%	55						
DIN 52104 / 4226 Kennzi.			-	56						
Einaxialer Kriechversuch	% von einax. Druckfestigkeit		%	57						
	Kriechrate am 10. Tag (LS 1)		%							
	% von einax. Druckfestigkeit		%							
	Kriechrate am 10. Tag (LS 2)		%							
	% von einax. Druckfestigkeit		%							
Kriechrate am 10. Tag (LS 3)			%							
Slake Durability Test $\frac{I_{d1}}{I_{d2}}$ <td>% %</td> <td>58</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>			% %	58						

zu Zeile 51: w- / w' / w / w* = nicht veränderlich / mäßig veränderlich / veränderlich / stark veränderlich

zu Zeile 54 u. 56: Kennziffer der Absplitter.

Bemerkungen:

Einaxialer Druckversuch

Felsprobe ohne Messung der Querdehnung

Entnahmestelle

BK 1

Tiefe unter GOK:

4,30 - 4,50 m

Entnahmeart:

ungestört

Probenbeschreibung:

Tst

Bodengruppe:

Stratigraphie:

Entn. am:

von: DB E&C

Ausgeführt von: J. Bergen

am: 06.08.2019

Gepr.:

Ausgewertet von: Fröhwrth

am: 14.08.2019

Probenhöhe: 180,8 mm

Feuchtdichte: 2,135 t/m³

Verformungsgeschwindigkeit:

0,20 mm/min

Durchmesser: 100,9 mm

Wassergehalt: %

Höhen/Durchmesser Verhältnis(h/d):

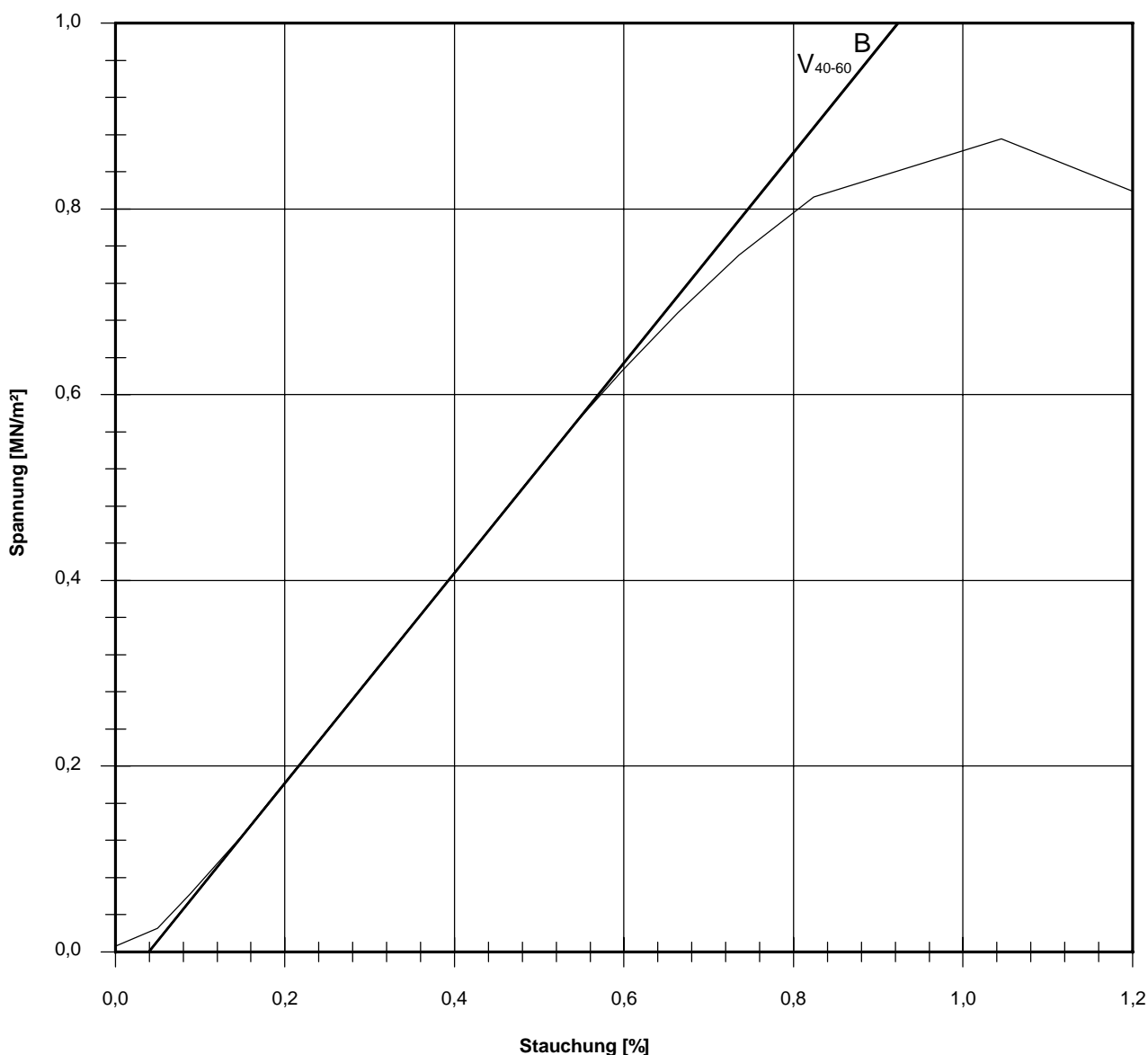
1,79

Querschnittsfläche: 79,96 cm²

Trockendichte: t/m³

Korrekturfaktor; $f = 8/(7+2d/h)$:

0,986



Bruchspannung σ : 0,875 MN/m²

Einaxiale Druckfestigkeit

$f \cdot \sigma = q_u$ bzw. σ_u : 0,863 MN/m²

Stauchung beim Bruch: 1,05 %

Querdehnung beim Bruch:

Verformungsmoduli:

Belastungsmodul V_{40-60} : 113 MN/m²

Modul d. einaxialen Druckf. E_u :

Belastungsmodul B : 113 MN/m²

Wiederbelastungsmodul V :

Entlastungsmodul E :

Poissonzahl:

für Belastung ν_B :

für Wiederbelastung ν_V :

für Entlastung ν_E :

Bemerkungen:

Einaxialer Druckversuch

Felsprobe ohne Messung der Querdehnung

Entnahmestelle

BK 1

Tiefe unter GOK:

9,50 - 9,80 m

Entnahmeart:

ungestört

Probenbeschreibung:

Tst

Bodengruppe:

Stratigraphie:

Entn. am:

von: DB E&C

Ausgeführt von: J. Bergen

am: 29.07.2019

Gep.::

Ausgewertet von: Fröhlich

am: 15.08.2019

Probenhöhe: 163,8 mm

Feuchtdichte: 2,183 t/m³

Verformungsgeschwindigkeit:

0,20 mm/min

Durchmesser: 106,6 mm

Wassergehalt: %

Höhen/Durchmesser Verhältnis(h/d):

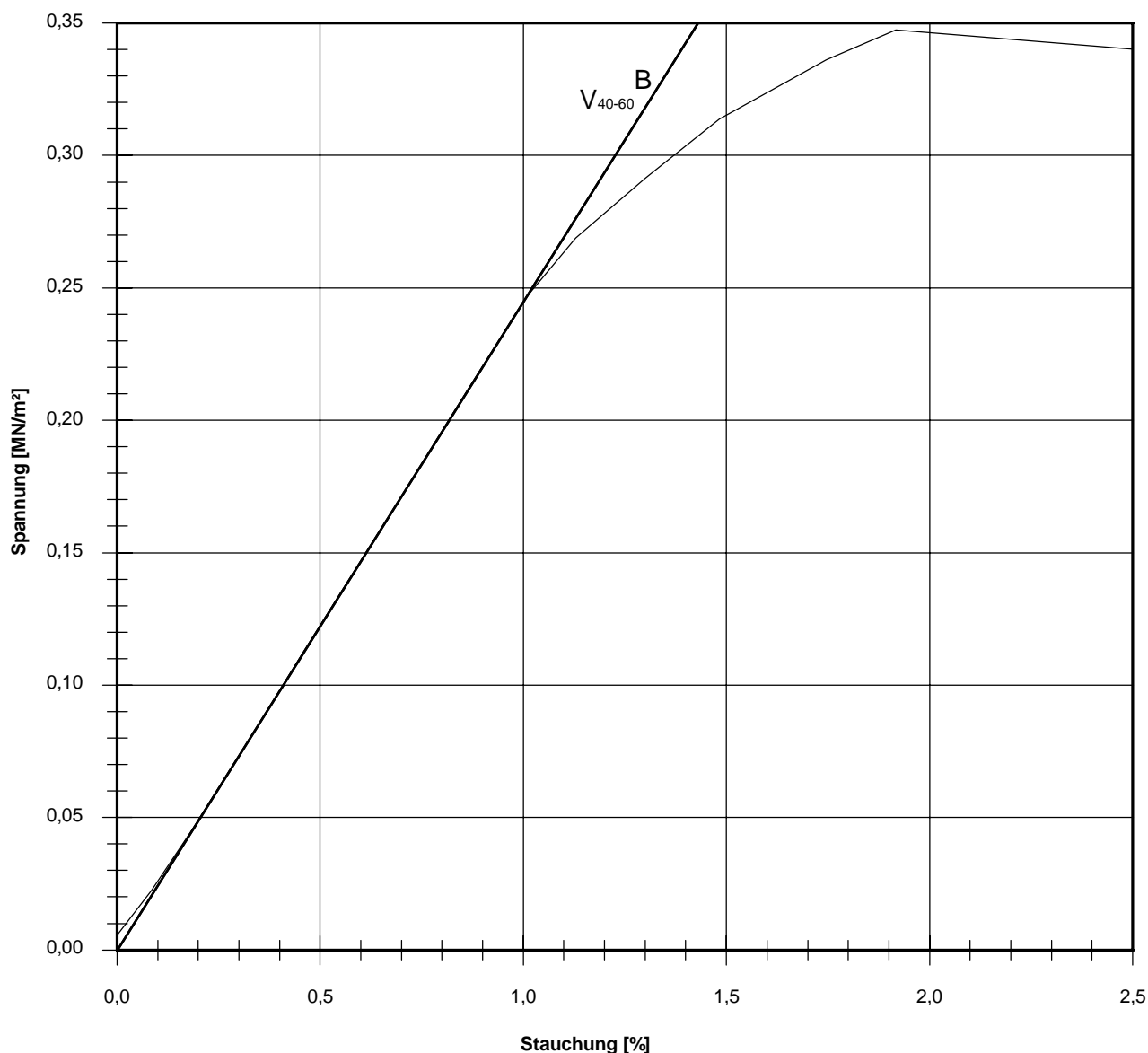
1,54

Querschnittsfläche: 89,25 cm²

Trockendichte: t/m³

Korrekturfaktor; $f = 8/(7+2d/h)$:

0,964



Bruchspannung σ : 0,347 MN/m²

Einaxiale Druckfestigkeit

$f \cdot \sigma = q_u$ bzw. σ_u : 0,335 MN/m²

Stauchung beim Bruch: 1,92 %

Querdehnung beim Bruch:

Verformungsmoduli:

Belastungsmodul V_{40-60} : 24,5 MN/m²

Modul d. einaxialen Druckf. E_u :

Belastungsmodul B : 24,5 MN/m²

Wiederbelastungsmodul

Entlastungsmodul E :

Poissonzahl:

für Belastung ν_B :

für Wiederbelastung ν_V :

für Entlastung ν_E :

Bemerkungen:

Einaxialer Druckversuch

Felsprobe ohne Messung der Querdehnung

Entnahmestelle

BK 1

Tiefe unter GOK:

18,00 - 18,45 m

Entnahmeart:

ungestört

Probenbeschreibung:

Tst

Bodengruppe:

Stratigraphie:

Ausgeführt von: J. Bergen

am: 30.07.2019

Gep.::

Ausgewertet von: Fröhlich

am: 15.08.2019

Entn. am:

von: DB E&C

Probenhöhe: 138,3 mm

Feuchtdichte: 2,233 t/m³

Verformungsgeschwindigkeit:

0,20 mm/min

Durchmesser: 107,0 mm

Wassergehalt: %

Höhen/Durchmesser Verhältnis(h/d):

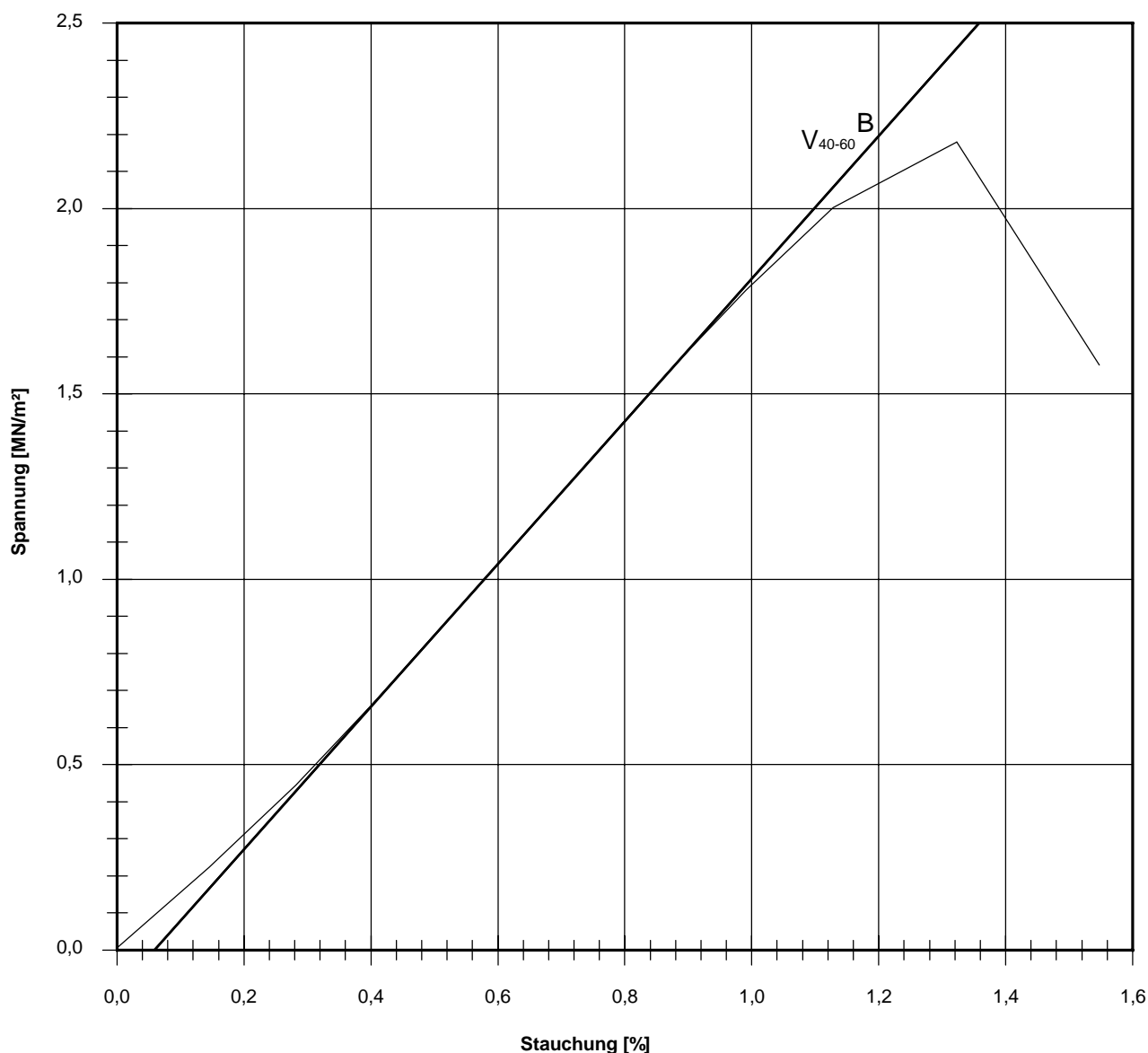
1,29

Querschnittsfläche: 89,92 cm²

Trockendichte: t/m³

Korrekturfaktor; $f = 8/(7+2d/h)$:

0,936



Bruchspannung σ : 2,180 MN/m²

Einaxiale Druckfestigkeit

$f \cdot \sigma = q_u$ bzw. σ_u : 2,040 MN/m²

Stauchung beim Bruch: 1,32 %

Querdehnung beim Bruch:

Verformungsmoduli:

Belastungsmodul V_{40-60} : 192 MN/m²

Modul d. einaxialen Druckf. E_u :

Belastungsmodul B : 192 MN/m²

Wiederbelastungsmodul V :

Entlastungsmodul E :

Poissonzahl:

für Belastung ν_B :

für Wiederbelastung ν_V :

für Entlastung ν_E :

Bemerkungen:

LCPC - Abrasivitätsversuch nach NF P18-579

Ausgeführt von: Rhode	am: 31.07.2019	Gepr.:
Ausgewertet von: Rhode	am: 31.07.2019	

Entnahmestelle:	BK 1	
Tiefe :	9,50 - 9,80	[m]
Entnahmeart:	ungestört	
Probenbeschreibung:	Bodengruppe:	Stratigraphie:
Tst		
Entrn. am:	von: DB E&C	

Ausgangskörnung 0 - 6,3 mm:	0,0 %	Ausgangskörnung auf 4 - 6,3 mm gebrochenes Korn:	100,0 %
-----------------------------	-------	--	---------

Bestimmung LAK

$$LAK = \frac{m_v - m_n}{M(t)}$$

Einwaage (m):	500,00 g
Metallflügel vor Versuch (m _v):	46,13 g
Metallflügel nach Versuch (m _n):	46,06 g
Abrieb (Δm):	0,07 g

LAK: 140 g/t
Abrasivität: schwach abrasiv

LAK [g/t]	Abrasivitätsbezeichnung
0 - 50	nicht abrasiv
50 - 100	kaum abrasiv
100 - 250	schwach abrasiv
250 - 500	abrasiv
500 - 1250	stark/sehr abrasiv
1250 - 2000	extrem abrasiv

Klassifikation des LCPC Abrasivitätskoeffizienten

Bestimmung LBR

$$LBR = \frac{m_{1,6}}{m} \cdot 100\%$$

Einwaage (m):	500,00 g
Siebdurchgang 1,6 mm (m _{1,6}):	411,85 g

LBR: 82,4 %
Brechbarkeit: mittelstark

LBR [%]	Brechbarkeitsbezeichnung
0 - 25	sehr schwach
25 - 50	mittelschwach
50 - 75	mittel
75 - 100	mittelstark
	sehr stark

Klassifikation der LCPC Brechbarkeit

Bemerkungen:



WESSLING GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried

FeBoLab GmbH
Frau Dipl.-Geol. Cornelia Rhode
Hohentrüdingen Straße 11
91747 WestheimGeschäftsfeld: Umwelt

Ansprechpartner: A. Grewe
Durchwahl: +49 89 829969 54
Fax: +49 89 829969 22
E-Mail: Annika.Grewe
@wessling.de

Prüfbericht

Az: F190155 Elektrifizierung Taunusbahn

Prüfbericht Nr.	CMU19-015993-1	Auftrag Nr.	CMU-04259-19	Datum	06.08.2019
Probe Nr.	19-123524-01				
Eingangsdatum	29.07.2019				
Bezeichnung	BK 1 MP1, T: 0,00-0,60m				
Probenart	Boden				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probenmenge	ca. 550 g				
Probengefäß	1xBeutel				
Anzahl Gefäße	1				
Untersuchungsbeginn	29.07.2019				
Untersuchungsende	06.08.2019				

Boden auf Beton- und Stahlaggressivität

Probe Nr.	19-123524-01				
Bezeichnung	BK 1 MP1, T: 0,00-0,60m				
wässriger Auszug	L-TS	02.08.19			
Salzsäureauszug	L-TS	02.08.19			
wässriger Auszug	L-TS	02.08.19			
Abschlämmbare Stoffe	Gew%	OS	64,0		
Wassergehalt	Gew%	OS	14,1		
pH-Wert		OS	7,7		
Säurekapazität, pH 4,3	mmol/kg	OS	13,0		
Basekapazität, pH 7,0	mmol/kg	OS	n.a.		
Sulfid (S), gesamt	mg/kg	L-TS	<1,00		
Säuregrad nach Baumann-Gully	ml/kg	L-TS	21		

im H2O-Extrakt C

Probe Nr.	19-123524-01				
Bezeichnung	BK 1 MP1, T: 0,00-0,60m				
Chlorid (Cl)	mmol/kg	L-TS	0,17		



Prüfbericht Nr.	CMU19-015993-1	Auftrag Nr.	CMU-04259-19	Datum	06.08.2019
Probe Nr.	19-123524-01				
Sulfat (SO₄)	mmol/kg	L-TS	0,15		

im HCl-Extrakt B

Probe Nr.	19-123524-01				
Bezeichnung	BK 1 MP1, T: 0,00-0,60m				
Schwefel (S)	mg/kg	L-TS	60,0		
Sulfat (SO₄) ber.	mg/kg	L-TS	180		
Sulfat (SO₄) ber.	mmol/kg	L-TS	1,87		

im H₂O-Extrakt A

Probe Nr.	19-123524-01				
Bezeichnung	BK 1 MP1, T: 0,00-0,60m				
Chlorid (Cl)	mg/kg	L-TS	<25,0		



Prüfbericht Nr.	CMU19-015993-1	Auftrag Nr.	CMU-04259-19	Datum	06.08.2019
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

19-123524-01

Kommentare der Ergebnisse:

Säure-/Basekapazität F, Basekapazität, pH 7,0: nicht analysierbar aufgrund des pH-Wertes

Abkürzungen und Methoden

Salzsäureauszug
wässriger Auszug
Abschlämmbare Stoffe nach Steinrath/DVGW
Trockenrückstand/Wassergehalt im Schlamm
pH-Wert im Feststoff
Säure- und Basekapazität
Sulfid gesamt (Beton- und Stahlaggressivität)
Chlorid Stahlaggressivität
Sulfat Stahlaggressivität
Säuregrad nach Baumann-Gully
Sulfat (SO₄) HCl-Extr. B (Beton- und Stahlaggress.)
Chlorid im H₂O-Extr. A (Betonaggressivität)
wässriger Auszug
L-TS
OS

DIN 4030-2 (2008-06)^A
DIN 4030-2 (2008-06)^A
WES 1017 (2018-01)
DIN EN 12880 (2001-02)^A
DIN ISO 10390 (2005-12)^A
H. Steinrath/DVGW (1966)
DIN 4030-2 (2008-06)^A
DIN 50929-3 mod. (1985-09)
DIN 4030-2 mod. (2008-06)^A
DIN 4030-2 (2008-06)^A
DIN 4030-2 mod. (2008-06)^A
DIN 4030-2 mod. (2008-06)^A
DIN 50929-3 mod.
Lufttrockensubstanz
Originalsubstanz

ausführender Standort

Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin

Annika Grewe
Dipl.-Ing. Umweltsicherung
Sachverständige Umwelt

Anhang C

Prüfungen und Beurteilung von Böden

DIN 4030-2:2008-06

Prüfbericht		Probenahme und Bodenanalyse nach DIN 4030 Teil 2	
über die Prüfung und Beurteilung von betonangreifendem Boden			
1. Allgemeine Angaben			
Auftraggeber: FeBoLab GmbH		Auftrags-Nr.:	
Bauvorhaben: Az: F190155 Elektrifizierung Taunusbahn		Probe-Nr.: 19-123524-01	
Art des Bodens:		Bezeichnung des Bodens:	
Entnahmestellen: BK 1 MP1, T: 0,00-0,60m		Entnahmetiefe: Entnahmemenge:	
Entnahmezeit:		Entnahmedatum:	
2. Erweiterte Angaben			
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: Ackerfläche Ortsrandlage			
Ort, Datum:		Probennehmer: Auftraggeber	
Probeneingang		Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1	
Bestandteil	Prüfergebnis	schwach angreifend	stark angreifend
Säuregrad nach Baumann-Gully	21 ml/kg	> 200	-
Sulfat (SO_4^{2-})	180 mg/kg	2000 bis 5000	> 5000
Sulfid (S^{2-})	0,5 mg/kg	- a)	-
Chlorid	12,5 mg/kg	-	-
a) Bei Sulfidgehalten von > 100 mg S^{2-} /kg Boden ist eine gesonderte Beurteilung durch einen Fachmann erforderlich.			
3. Beurteilung			
Der Boden gilt als nicht betonangreifend.			
München Ort	06.08.2019 Datum	A. Grewe Sachbearbeiter	WESSLING GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried

Anlage: Bewertung der Stahlaggressivität von Boden

nach **DIN 50929 Teil 3**: Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe

bei äußerer Korrosionsbelastung

(Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern)

Auswertung für Probennummer:

19-123524-01

Merkmal und Messgröße	Einheit	Analyse	Bewertungszahl
(1) Abschlämbbare Bestandteile (a) (nicht für Torf, Moor, Müll, Schlacke!)	Ma%	64	Z ₁ = -2
(3) Wassergehalt	Ma%	14,1	Z ₃ = 0
(4) pH-Wert		7,7	Z ₄ = 0
(5) Pufferkapazitäten			
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	13	Z ₅ = 0
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	n.a.	Z ₆ = 0
(6) Sulfid (S²⁻)	mg/kg	0,5	Z ₇ = 0
(7) Neutralsalze (wässriger Auszug)	mmol/kg		
c(Cl ⁻) + 2c(SO ₄ ²⁻)		0,47	Z ₉ = 0
mit Chlorid (Cl ⁻) im H ₂ O-Extr.	mmol/kg	0,17	
mit Sulfat (SO ₄ ²⁻) im H ₂ O-Extr.	mmol/kg	0,15	
(8) Sulfat (SO₄²⁻ im salzsauren Auszug)	mmol/kg	1,87	Z ₈ = 0

Eingabe der Z-Werte aus vor-Ort- Betrachtungen/Messungen	Bewertungszahl
(2) spezifischer Bodenwiderstand	Z ₂ =
(9) Lage des Objektes zum Grundwasser	Z ₁₀ =
(10) Bodenhomogenität, horizontal	Z ₁₁ =
(11) Bodenhomogenität, vertikal	Z ₁₂ =
(12) Bodenhomogenität, Bettung	Z ₁₃ =
(13) Bodenhomogenität, unterschiedliche pH-Werte	Z ₁₄ =
(14) Anwesenheit von Fremdkathoden	Z ₁₅ =

Bewertungszahlsumme B₀=

-2

Bewertungszahlsumme B₁=

-2

Einschätzung/Beurteilung:

Der Boden ist in die Bodenklasse

I b

einzuordnen, die Korrosionsbelastung ist

niedrig

(B₀= **-2**)

Die Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und

niedriglegierten Eisenwerkstoffen ist

gering

bezüglich der Mulden- und

Lochkorrosion und

sehr gering

bezüglich der Flächenkorrosion.

(B₁= **-2**)

Die o.g. Auswertung bezieht sich ausschließlich auf die o.g. Analysenwerte. Durch fehlende Vor-Ort-Werte ist eine Gesamteinschätzung nicht möglich !

München
Ort

06.08.2019
Datum

A. Grewe
Sachbearbeiter

WESSLING GmbH, Forstenrieder
Straße 8-14, 82061 Neuried



WESSLING GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried

FeBoLab GmbH
Frau Dipl.-Geol. Cornelia Rhode
Hohentrüdingen Straße 11
91747 WestheimGeschäftsfeld: Umwelt

Ansprechpartner: A. Grewe
Durchwahl: +49 89 829969 54
Fax: +49 89 829969 22
E-Mail: Annika.Grewe@wessling.de

Prüfbericht

Az: F190155 Elektrifizierung Taunusbahn

Prüfbericht Nr.	CMU19-015994-1	Auftrag Nr.	CMU-04259-19	Datum	06.08.2019
Probe Nr.	19-123524-02				
Eingangsdatum	29.07.2019				
Bezeichnung	BK 1 MP2, T: 6,00-15,00m				
Probenart	Boden				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probenmenge	ca. 550 g				
Probengefäß	1xBeutel				
Anzahl Gefäße	1				
Untersuchungsbeginn	29.07.2019				
Untersuchungsende	06.08.2019				

Boden auf Beton- und Stahlaggressivität

Probe Nr.	19-123524-02				
Bezeichnung	BK 1 MP2, T: 6,00-15,00m				
wässriger Auszug	L-TS	02.08.19			
Salzsäureauszug	L-TS	02.08.19			
wässriger Auszug	L-TS	02.08.19			
Abschlämmbare Stoffe	Gew%	OS	61,0		
Wassergehalt	Gew%	OS	15,9		
pH-Wert		OS	8,0		
Säurekapazität, pH 4,3	mmol/kg	OS	14,5		
Basekapazität, pH 7,0	mmol/kg	OS	n.a.		
Sulfid (S), gesamt	mg/kg	L-TS	<1,00		
Säuregrad nach Baumann-Gully	ml/kg	L-TS	12		

im H2O-Extrakt C

Probe Nr.	19-123524-02				
Bezeichnung	BK 1 MP2, T: 6,00-15,00m				
Chlorid (Cl)	mmol/kg	L-TS	0,44		



Prüfbericht Nr.	CMU19-015994-1	Auftrag Nr.	CMU-04259-19	Datum	06.08.2019
Probe Nr.	19-123524-02				
Sulfat (SO₄)	mmol/kg	L-TS	0,19		

im HCl-Extrakt B

Probe Nr.	19-123524-02				
Bezeichnung	BK 1 MP2, T: 6,00-15,00m				
Schwefel (S)	mg/kg	L-TS	22,0		
Sulfat (SO₄) ber.	mg/kg	L-TS	65,9		
Sulfat (SO₄) ber.	mmol/kg	L-TS	0,686		

im H₂O-Extrakt A

Probe Nr.	19-123524-02				
Bezeichnung	BK 1 MP2, T: 6,00-15,00m				
Chlorid (Cl)	mg/kg	L-TS	35,0		



Prüfbericht Nr.	CMU19-015994-1	Auftrag Nr.	CMU-04259-19	Datum	06.08.2019
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

19-123524-02

Kommentare der Ergebnisse:

Säure-/Basekapazität F, Basekapazität, pH 7,0: nicht analysierbar aufgrund des pH-Wertes

Abkürzungen und Methoden

Salzsäureauszug
wässriger Auszug
Abschlämmbare Stoffe nach Steinrath/DVGW
Trockenrückstand/Wassergehalt im Schlamm
pH-Wert im Feststoff
Säure- und Basekapazität
Sulfid gesamt (Beton- und Stahlaggressivität)
Chlorid Stahlaggressivität
Sulfat Stahlaggressivität
Säuregrad nach Baumann-Gully
Sulfat (SO₄) HCl-Extr. B (Beton- und Stahlaggress.)
Chlorid im H₂O-Extr. A (Betonaggressivität)
wässriger Auszug
L-TS
OS

DIN 4030-2 (2008-06)^A
DIN 4030-2 (2008-06)^A
WES 1017 (2018-01)
DIN EN 12880 (2001-02)^A
DIN ISO 10390 (2005-12)^A
H. Steinrath/DVGW (1966)
DIN 4030-2 (2008-06)^A
DIN 50929-3 mod. (1985-09)
DIN 4030-2 mod. (2008-06)^A
DIN 4030-2 (2008-06)^A
DIN 4030-2 mod. (2008-06)^A
DIN 4030-2 mod. (2008-06)^A
DIN 50929-3 mod.
Lufttrockensubstanz
Originalsubstanz

ausführender Standort

Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin

Annika Grewe
Dipl.-Ing. Umweltsicherung
Sachverständige Umwelt

Anhang C

Prüfungen und Beurteilung von Böden

DIN 4030-2:2008-06

Prüfbericht		Probenahme und Bodenanalyse nach DIN 4030 Teil 2	
über die Prüfung und Beurteilung von betonangreifendem Boden			
1. Allgemeine Angaben			
Auftraggeber: FeBoLab GmbH		Auftrags-Nr.:	
Bauvorhaben: Az: F190155 Elektrifizierung Taunusbahn		Probe-Nr.: 19-123524-02	
Art des Bodens:		Bezeichnung des Bodens:	
Entnahmestellen: BK 1 MP2, T: 6,00-15,00m		Entnahmetiefe: Entnahmemenge:	
Entnahmezeit:		Entnahmedatum:	
2. Erweiterte Angaben			
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: Ackerfläche Ortsrandlage			
Ort, Datum:		Probennehmer: Auftraggeber	
Probeneingang		Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1	
Bestandteil	Prüfergebnis	schwach angreifend	stark angreifend
Säuregrad nach Baumann-Gully	12 ml/kg	> 200	-
Sulfat (SO_4^{2-})	65,9 mg/kg	2000 bis 5000	> 5000
Sulfid (S^{2-})	0,5 mg/kg	- a)	-
Chlorid	35 mg/kg	-	-
a) Bei Sulfidgehalten von > 100 mg S^{2-} /kg Boden ist eine gesonderte Beurteilung durch einen Fachmann erforderlich.			
3. Beurteilung			
Der Boden gilt als nicht betonangreifend.			
München Ort	06.08.2019 Datum	A. Grewe Sachbearbeiter	WESSLING GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried

Anlage: Bewertung der Stahlaggressivität von Boden

nach **DIN 50929 Teil 3**: Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe

bei äußerer Korrosionsbelastung

(Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern)

Auswertung für Probennummer:

19-123524-02

Merkmal und Messgröße	Einheit	Analyse	Bewertungszahl
(1) Abschlämbbare Bestandteile (a) (nicht für Torf, Moor, Müll, Schlacke!)	Ma%	61	Z ₁ = -2
(3) Wassergehalt	Ma%	15,9	Z ₃ = 0
(4) pH-Wert		8	Z ₄ = 0
(5) Pufferkapazitäten			
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	14,5	Z ₅ = 0
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	n.a.	Z ₆ = 0
(6) Sulfid (S²⁻)	mg/kg	0,5	Z ₇ = 0
(7) Neutralsalze (wässriger Auszug)	mmol/kg		
c(Cl ⁻) + 2c(SO ₄ ²⁻)		0,82	Z ₉ = 0
mit Chlorid (Cl ⁻) im H ₂ O-Extr.	mmol/kg	0,44	
mit Sulfat (SO ₄ ²⁻) im H ₂ O-Extr.	mmol/kg	0,19	
(8) Sulfat (SO₄²⁻ im salzsauren Auszug)	mmol/kg	0,686	Z ₈ = 0

Eingabe der Z-Werte aus vor-Ort- Betrachtungen/Messungen	Bewertungszahl
(2) spezifischer Bodenwiderstand	Z ₂ =
(9) Lage des Objektes zum Grundwasser	Z ₁₀ =
(10) Bodenhomogenität, horizontal	Z ₁₁ =
(11) Bodenhomogenität, vertikal	Z ₁₂ =
(12) Bodenhomogenität, Bettung	Z ₁₃ =
(13) Bodenhomogenität, unterschiedliche pH-Werte	Z ₁₄ =
(14) Anwesenheit von Fremdkathoden	Z ₁₅ =

Bewertungszahlsumme B₀=

-2

Bewertungszahlsumme B₁=

-2

Einschätzung/Beurteilung:

Der Boden ist in die Bodenklasse

I b

einzuordnen, die Korrosionsbelastung ist

niedrig

(B₀= **-2**)

Die Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und

niedriglegierten Eisenwerkstoffen ist

gering

bezüglich der Mulden- und

Lochkorrosion und

sehr gering

bezüglich der Flächenkorrosion.

(B₁= **-2**)


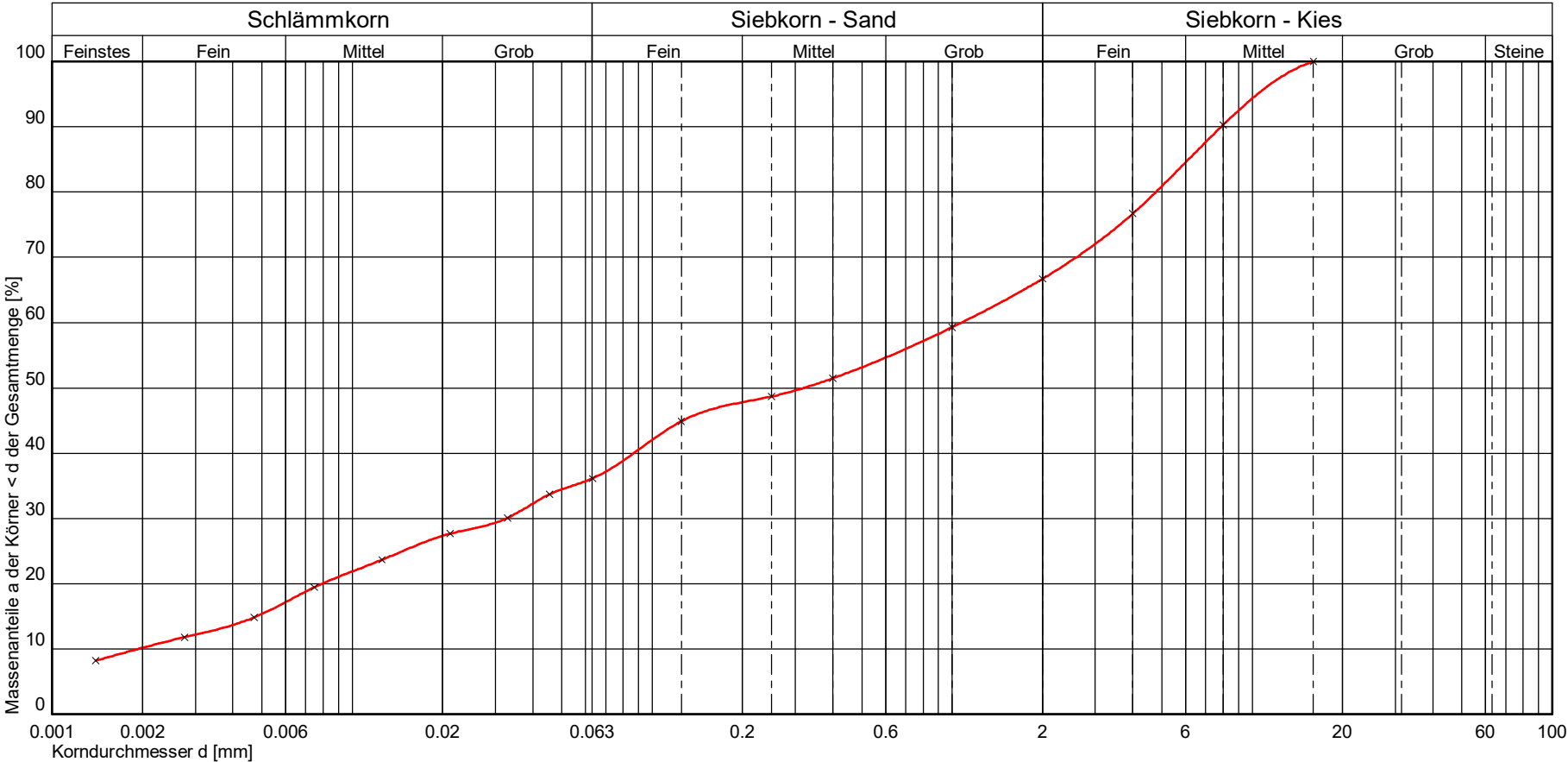
Die o.g. Auswertung bezieht sich ausschließlich auf die o.g. Analysenwerte. Durch fehlende Vor-Ort-Werte ist eine Gesamteinschätzung nicht möglich !

München
Ort

06.08.2019
Datum

A. Grewe
Sachbearbeiter

WESSLING GmbH, Forstenrieder
Straße 8-14, 82061 Neuried

<div>Prüfungs-Nr.: 2019 / 1361 Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn Ausgeführt durch: Seemann am: 11.07.2019 Bemerkung: ZP/1363 Verwitterungsmaterial</div>	<div>Bestimmung der Korngrößenverteilung kombinierte Sieb-/Schlammanalyse nach DIN EN ISO 17892-4</div>	<div>Entnahmestelle: BK 1 Entnahmetiefe: 3,0-4,0m Bodenart: Ton Art der Entnahme: Kernbohrung Entnahme am: durch:</div>	<div> DB Engineering&Consulting</div>																																		
<div><div>Massenanteile a der Körner < d der Gesamtmenge [%]</div><div><table><tr><th colspan="4">Schlammkorn</th><th colspan="3">Siebkorn - Sand</th><th colspan="4">Siebkorn - Kies</th></tr><tr><th>Feinstes</th><th>Fein</th><th>Mittel</th><th>Grob</th><th>Fein</th><th>Mittel</th><th>Grob</th><th>Fein</th><th>Mittel</th><th>Grob</th><th>Steine</th></tr></table><table><tr><td>0.001</td><td>0.002</td><td>0.006</td><td>0.02</td><td>0.063</td><td>0.2</td><td>0.6</td><td>2</td><td>6</td><td>20</td><td>60</td><td>100</td></tr></table><div>Korndurchmesser d [mm]</div></div></div>				Schlammkorn				Siebkorn - Sand			Siebkorn - Kies				Feinstes	Fein	Mittel	Grob	Fein	Mittel	Grob	Fein	Mittel	Grob	Steine	0.001	0.002	0.006	0.02	0.063	0.2	0.6	2	6	20	60	100
Schlammkorn				Siebkorn - Sand			Siebkorn - Kies																														
Feinstes	Fein	Mittel	Grob	Fein	Mittel	Grob	Fein	Mittel	Grob	Steine																											
0.001	0.002	0.006	0.02	0.063	0.2	0.6	2	6	20	60	100																										
<div>Kurve Nr.: 1361</div>	<div>Arbeitsweise: kombinierte Sieb-/Schlammanalyse</div>	<div>$C_U = d_{60}/d_{10} / C_C / \text{Median}$ 564,55 0,52</div>	<div>Bemerkungen</div>																																		
<div>Bodengruppe (DIN 18196): ST*</div>																																					
<div>Geologische Bezeichnung:</div>																																					
<div>kf-Wert: $5,293 \cdot 10^{-8}$ [m/s] nach USBR/Bialas</div>																																					

<div>Prüfungs-Nr.: 2019 / 1362 Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn Ausgeführt durch: Seemann am: 11.07.2019 Bemerkung: ZP/1364 Verwitterungsmaterial</div>		<div>Bestimmung der Korngrößenverteilung kombinierte Sieb-/Schlammanalyse nach DIN EN ISO 17892-4</div>		<div>Entnahmestelle: BK 1 Entnahmetiefe: 6,0-6,6m Bodenart: Ton Art der Entnahme: Kernbohrung Entnahme am: durch:</div>	
<div><div><div>100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0</div><div>FeinstesFeinMittelGrobFeinMittelGrobFeinMittelGrobSteine</div><div>Massenanteile a der Körner < d der Gesamtmenge [%]</div><div>0.0010.0020.0060.020.0630.20.6262060100</div><div>Korndurchmesser d [mm]</div></div></div>					
Kurve Nr.: 1362				Bemerkungen	
Arbeitsweise: kombinierte Sieb-/Schlammanalyse					
C _U = d ₆₀ /d ₁₀ / C _C / Median					
Bodengruppe (DIN 18196): TL					
Geologische Bezeichnung					
kf-Wert: 1,046 * 10 ⁻⁹ [m/s] nach USBR/Bialas					





Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze
nach DIN 18122 - LM

Prüfungsnr.: 2019 / 1363

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Ausgeführt durch: Meineck

am: 10.07.2019

Bemerkung: $I_c=1,62$ bezogen auf die Gesamtprobe
 $\ddot{u}>25\%$

Entnahmestelle: BK 1

Entnahmetiefe: 3,0-4,0m

Bodenart: ST* (nach DIN 18196)

$<0,063\text{mm}=36\%$, ZS/ 1361

Art der Entnahme: Kernbohrung

Entnahme am:

durch:

Fließgrenze

Ausrollgrenze

Behälter Nr.:					
Zahl der Schläge:	15	21	25	28	34
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g]:	23,71	24,58	22,98	25,56	25,26
Trockene Probe + Behälter m_d+m_B [g]:	21,94	22,47	21,00	23,19	23,01
Behälter m_B [g]:	17,46	16,98	15,78	16,84	16,80
Wasser $m - m_d = m_w$ [g]:	1,77	2,11	1,98	2,37	2,25
Trockene Probe m_d [g]:	4,48	5,49	5,22	6,35	6,21
Wassergehalt $m_w / m_d \cdot 100$ [%]:	39,51	38,43	37,93	37,32	36,23
Wert übernehmen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

21,54	24,50	23,57	
20,23	23,11	22,15	
14,88	17,38	16,31	
1,31	1,39	1,42	
5,35	5,73	5,84	
24,49	24,26	24,32	

Natürlicher Wassergehalt: $w = 16,00\%$

Bodengruppe

= ST*

Größtkorn: mm

Plastizitätszahl

$I_P = w_L - w_P = 13,46\%$

Masse des Überkorns: 38,54 g

Konsistenzzahl

$I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 0,50 \triangle \text{sehr weich}$

Trockenmasse der Probe: 79,40 g

Liquiditätszahl

$I_L = 1 - I_C = 0,50$

Überkornanteil: $\ddot{u} = 48,54\%$

Aktivitätszahl

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

Anteil $\leq 0,4$ mm: $m_d / m = 51,46\%$

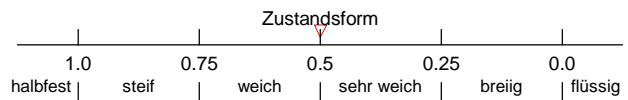
Anteil $\leq 0,002$ mm: $m_T / m = \%$

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

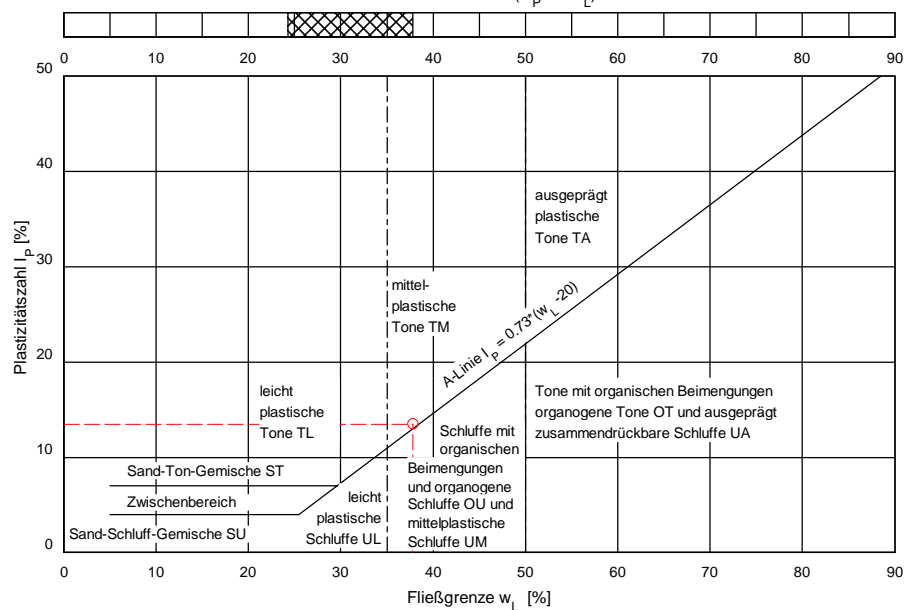
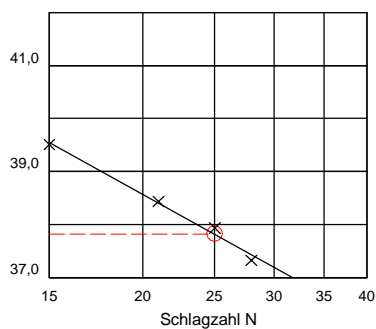
kor. Wassergehalt: $w_K = \frac{w - w_{\ddot{u}}}{1 - \ddot{u}} = 31,09\%$

Fließgrenze $w_L = 37,82\%$

Ausrollgrenze $w_P = 24,35\%$



Bildsammelbereich (w_P bis w_L)



Bemerkungen:



Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

nach DIN 18122 - LM

Prüfungsnr.: 2019 / 1364

Bauvorhaben: Elektrifizierung Taunusbahn

Ausgeführt durch: Meineck

am: 10.07.2019

Bemerkung: $I_c=1,37$ bezogen auf die Gesamtprobe

Entnahmestelle: BK 1

Entnahmetiefe: 6,0-6,6m

Bodenart: TL (nach DIN 18196)

<0,063mm=59%, ZS/ 1362

Art der Entnahme: Kernbohrung

Entnahme am:

durch:

Fließgrenze

Ausrollgrenze

Behälter Nr.:					
Zahl der Schläge:	16	18	22	27	34
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g]:	21,68	25,26	22,21	25,66	25,56
Trockene Probe + Behälter m_d+m_B [g]:	20,10	23,68	20,62	23,75	23,80
Behälter m_B [g]:	14,98	18,50	17,16	15,27	17,65
Wasser $m - m_d = m_w$ [g]:	1,58	1,58	1,59	1,91	1,76
Trockene Probe m_d [g]:	5,12	5,18	3,46	8,48	6,15
Wassergehalt $m_w / m_d \cdot 100$ [%]:	30,86	30,50	45,95	22,52	28,62
Wert übernehmen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

35,25	36,18	37,59	
34,28	35,08	36,08	
29,32	29,45	28,38	
0,97	1,10	1,51	
4,96	5,63	7,70	
19,56	19,54	19,61	

Natürlicher Wassergehalt: $w = 15,90$ %

Größtkorn: mm

Masse des Überkorns: 16,04 g

Trockenmasse der Probe: 66,70 g

Überkornanteil: $\bar{u} = 24,05$ %

Anteil ≤ 0.4 mm: $m_d / m = 75,95$ %

Anteil ≤ 0.002 mm: $m_T / m =$ %

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

korr. Wassergehalt: $w_K = \frac{w - w_{\bar{u}}}{1.0 - \bar{u}} = 20,93$ %

Fließgrenze $w_L = 29,53$ %

Ausrollgrenze $w_P = 19,57$ %

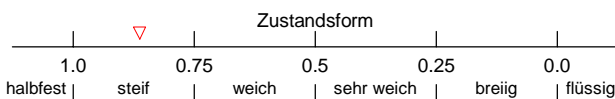
Bodengruppe = TL

Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 9,96$ %

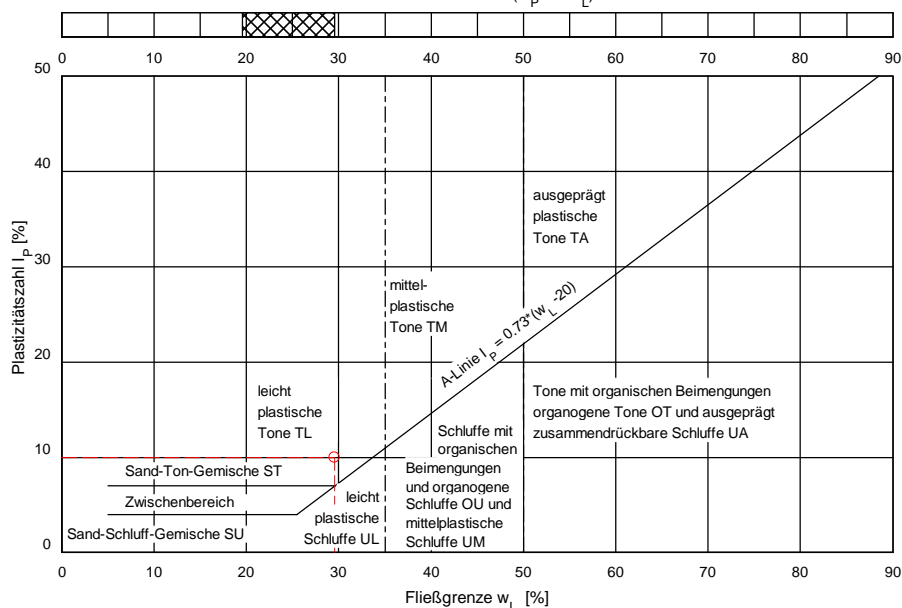
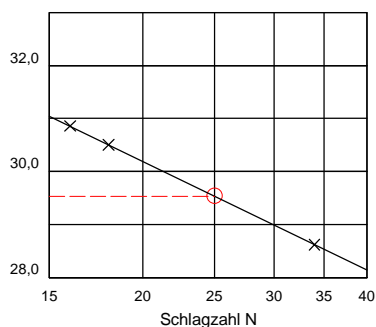
Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 0,86 \triangle$ steif

Liquiditätszahl $I_L = 1 - I_C = 0,14$

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



Bildsammelbereich (w_P bis w_L)



Bemerkungen:

Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse (Fels)

Entnahmedaten	Proben-Nr.		Zeilen-Nr.:	BK	BK	BK	BK	BK	BK	
	Entnahmestelle			1	1	1	1	1	1	
	Zusätzliche Angaben									
	Entnahmetiefe	von bis		m m	4,30 4,50	9,50 9,80	13,00 13,20	16,50 16,75	17,65 18,00	18,00 18,45
	Entnahmeart				ungestört	ungestört	ungestört	ungestört	ungestört	ungestört
Probenbeschreibung			Tst	Tst	Tst	Tst	Tst	Tst		
Stratigraphie										
Dichte- bestimmung	Korndichte	ρ_s	t/m ³	31						
	Feuchtdichte	ρ	t/m ³	32						
	Wassergehalt	w	%	33						
	Trockendichte	ρ_d	t/m ³	34						
Einaxialer Druckversuch	Einax. Druckfestigkeit		σ_u	MN/m ²	35	0,863	0,335			2,040
	Belastungsmodul		B	MN/m ²		113	24,5			192
	Wiederbelastungsmodul		V							
	Entlastungsmodul		E							
	Poisson- zahlen	für Belastung, Wiederbelastung und Entlastung	ν_B ν_V ν_E		-	36				
Dreiaxialer Druckversuch	Vers. Typ/Probendurchm.		- / cm	37						
	Anzahl der Zyklen		-							
	Reibungswinkel		φ °	38						
	technische Kohäsion		c	MN/m ²						
Punktlastindex diametral axial			$I_{S(50)}$	MN/m ²	39		0,132	0,082	0,049	
Spaltzugversuch \perp \parallel			σ_z	MN/m ²	40					
Reibungsversuch	Probenfläche		A	cm ²	41					
	Anzahl der Laststufen		-							
	Trennflächentyp		-							
	Trennflächengeometrie		-	42						
	Reibungswinkel		φ °							
	technische Kohäsion		c	MN/m ²						
Quellversuche	Quellspannung		σ_q	MN/m ²	43					
	Versuchsdauer		d	44						
	Quelldehnung		$\varepsilon_{q,0}$	%	45					
	Versuchsdauer		d	46						
	Quellversuch nach Huder und Amberg		K σ_0	% MN/m ²	47					
	Versuchsdauer		d	48						
DIN 52103	Wasseraufnahme		%	49						
	Absplitterung		-	50						
	Kennziffer der Absplitt.		-	50						
Veränderlichk. in Wasser DIN 4022			-	51						
Austrockn. - Befeucht. - Absplitt.			%	53						
Versuch nach ISRM-Empf. Kennzi.			-	54						
Frostversuch nach Absplitt.			%	55						
DIN 52104 / 4226 Kennzi.			-	56						
Einaxialer Kriechversuch	% von einax. Druckfestigkeit		%	57						
	Kriechrate am 10. Tag (LS 1)		%							
	% von einax. Druckfestigkeit		%							
	Kriechrate am 10. Tag (LS 2)		%							
	% von einax. Druckfestigkeit		%							
Kriechrate am 10. Tag (LS 3)			%							
Slake Durability Test	l_{d1}		%	58						
	l_{d2}		%							

zu Zeile 51: w- / w' / w / w* = nicht veränderlich / mäßig veränderlich / veränderlich / stark veränderlich

zu Zeile 54 u. 56: Kennziffer der Absplitter.

Bemerkungen:

Einaxialer Druckversuch

Felsprobe ohne Messung der Querdehnung

Entnahmestelle

BK 1

Tiefe unter GOK:

4,30 - 4,50 m

Entnahmeart:

ungestört

Probenbeschreibung:

Tst

Bodengruppe:

Stratigraphie:

Entn. am:

von: DB E&C

Ausgeführt von: J. Bergen

am: 06.08.2019

Gepr.:

Ausgewertet von: Fröhlich

am: 14.08.2019

Probenhöhe: 180,8 mm

Feuchtdichte: 2,135 t/m³

Verformungsgeschwindigkeit:

0,20 mm/min

Durchmesser: 100,9 mm

Wassergehalt: %

Höhen/Durchmesser Verhältnis(h/d):

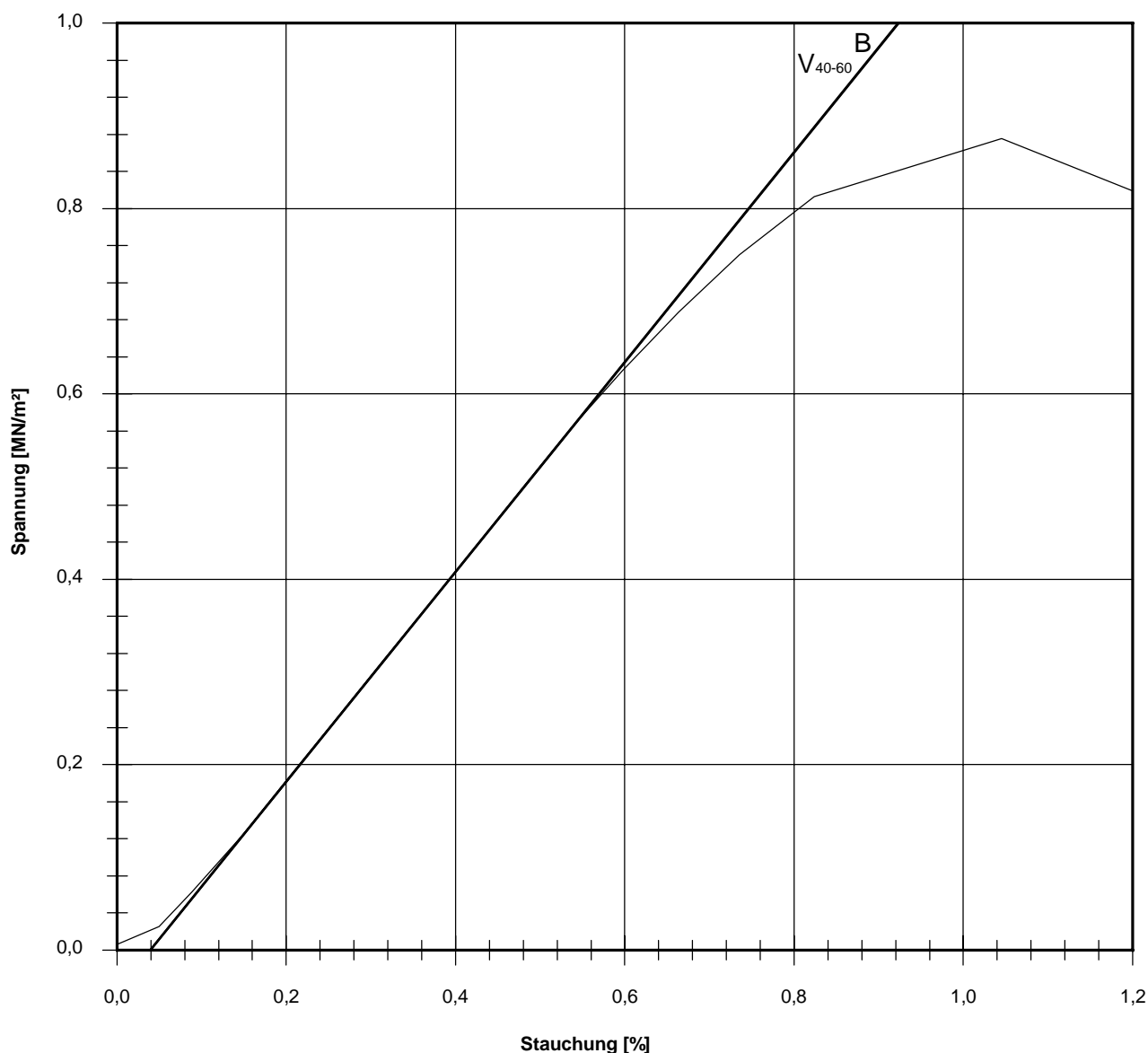
1,79

Querschnittsfläche: 79,96 cm²

Trockendichte: t/m³

Korrekturfaktor; $f = 8/(7+2d/h)$:

0,986



Bruchspannung σ : 0,875 MN/m²

Einaxiale Druckfestigkeit

$f \cdot \sigma = q_u$ bzw. σ_u : 0,863 MN/m²

Stauchung beim Bruch: 1,05 %

Querdehnung beim Bruch:

Verformungsmoduli:

Belastungsmodul V_{40-60} : 113 MN/m²

Modul d. einaxialen Druckf. E_u :

Belastungsmodul B : 113 MN/m²

Wiederbelastungsmodul

Entlastungsmodul E :

Poissonzahl:

für Belastung ν_B :

für Wiederbelastung ν_V :

für Entlastung ν_E :

Bemerkungen:

Einaxialer Druckversuch

Felsprobe ohne Messung der Querdehnung

Entnahmestelle

BK 1

Tiefe unter GOK:

9,50 - 9,80 m

Entnahmeart:

ungestört

Probenbeschreibung:

Tst

Bodengruppe:

Stratigraphie:

Entn. am:

von: DB E&C

Ausgeführt von: J. Bergen

am: 29.07.2019

Gepr.:

Ausgewertet von: Fröhlich

am: 15.08.2019

Probenhöhe: 163,8 mm

Feuchtdichte: 2,183 t/m³

Verformungsgeschwindigkeit:

0,20 mm/min

Durchmesser: 106,6 mm

Wassergehalt: %

Höhen/Durchmesser Verhältnis(h/d):

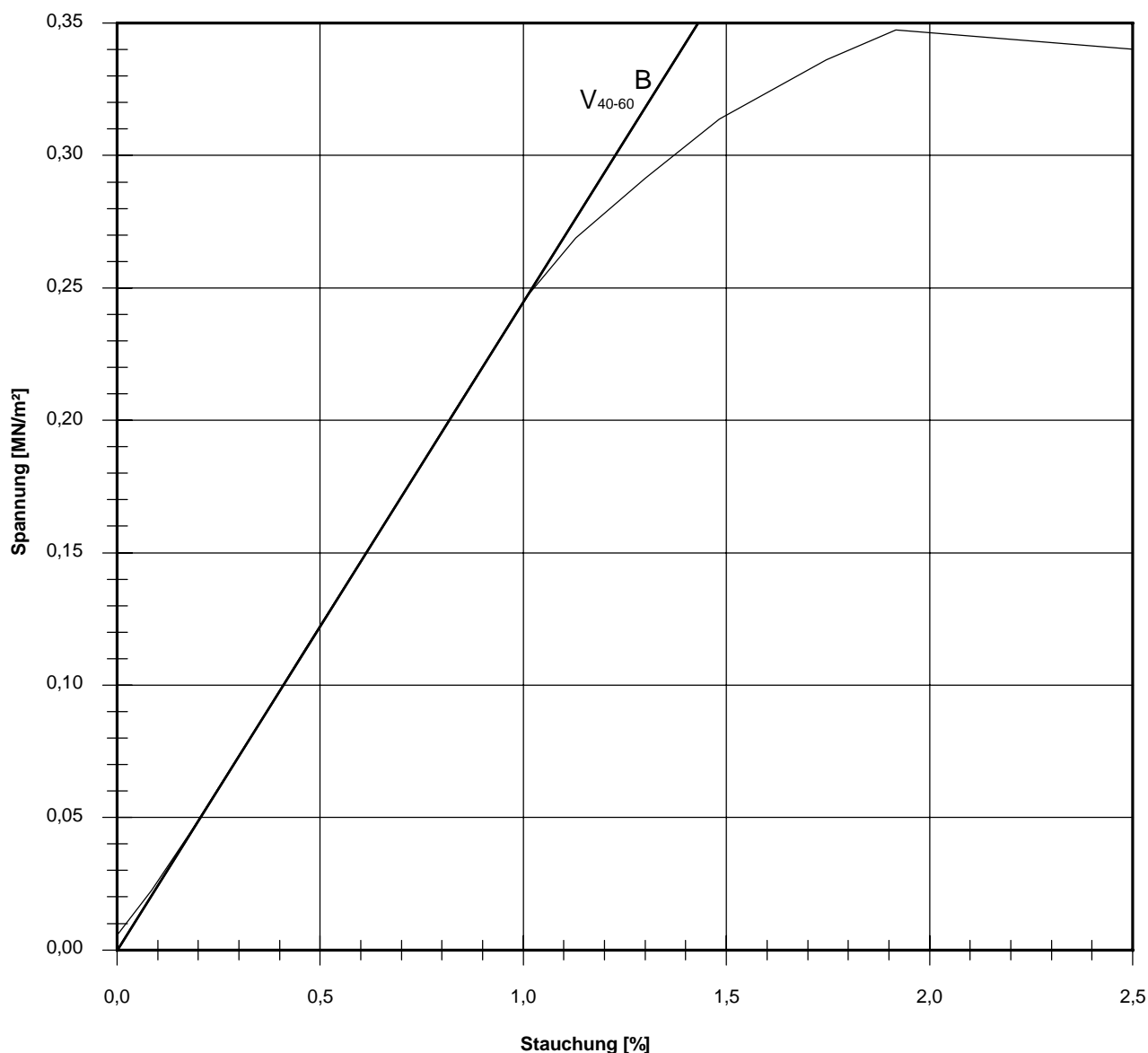
1,54

Querschnittsfläche: 89,25 cm²

Trockendichte: t/m³

Korrekturfaktor; $f = 8/(7+2d/h)$:

0,964



Bruchspannung σ : 0,347 MN/m²

Einaxiale Druckfestigkeit

$f \cdot \sigma = q_u$ bzw. σ_u : 0,335 MN/m²

Stauchung beim Bruch: 1,92 %

Querdehnung beim Bruch:

Verformungsmoduli:

Belastungsmodul V_{40-60} : 24,5 MN/m²

Modul d. einaxialen Druckf. E_u :

Belastungsmodul B : 24,5 MN/m²

Wiederbelastungsmodul

Entlastungsmodul E :

Poissonzahl:

für Belastung ν_B :

für Wiederbelastung ν_V :

für Entlastung ν_E :

Bemerkungen:

Einaxialer Druckversuch

Felsprobe ohne Messung der Querdehnung

Entnahmestelle

BK 1

Tiefe unter GOK:

18,00 - 18,45 m

Entnahmeart:

ungestört

Probenbeschreibung:

Tst

Bodengruppe:

Stratigraphie:

Ausgeführt von: J. Bergen

am: 30.07.2019

Gep.::

Ausgewertet von: Frühwirth

am: 15.08.2019

Entn. am:

von: DB E&C

Probenhöhe: 138,3 mm

Feuchtdichte: 2,233 t/m³

Verformungsgeschwindigkeit:

0,20 mm/min

Durchmesser: 107,0 mm

Wassergehalt: %

Höhen/Durchmesser Verhältnis(h/d):

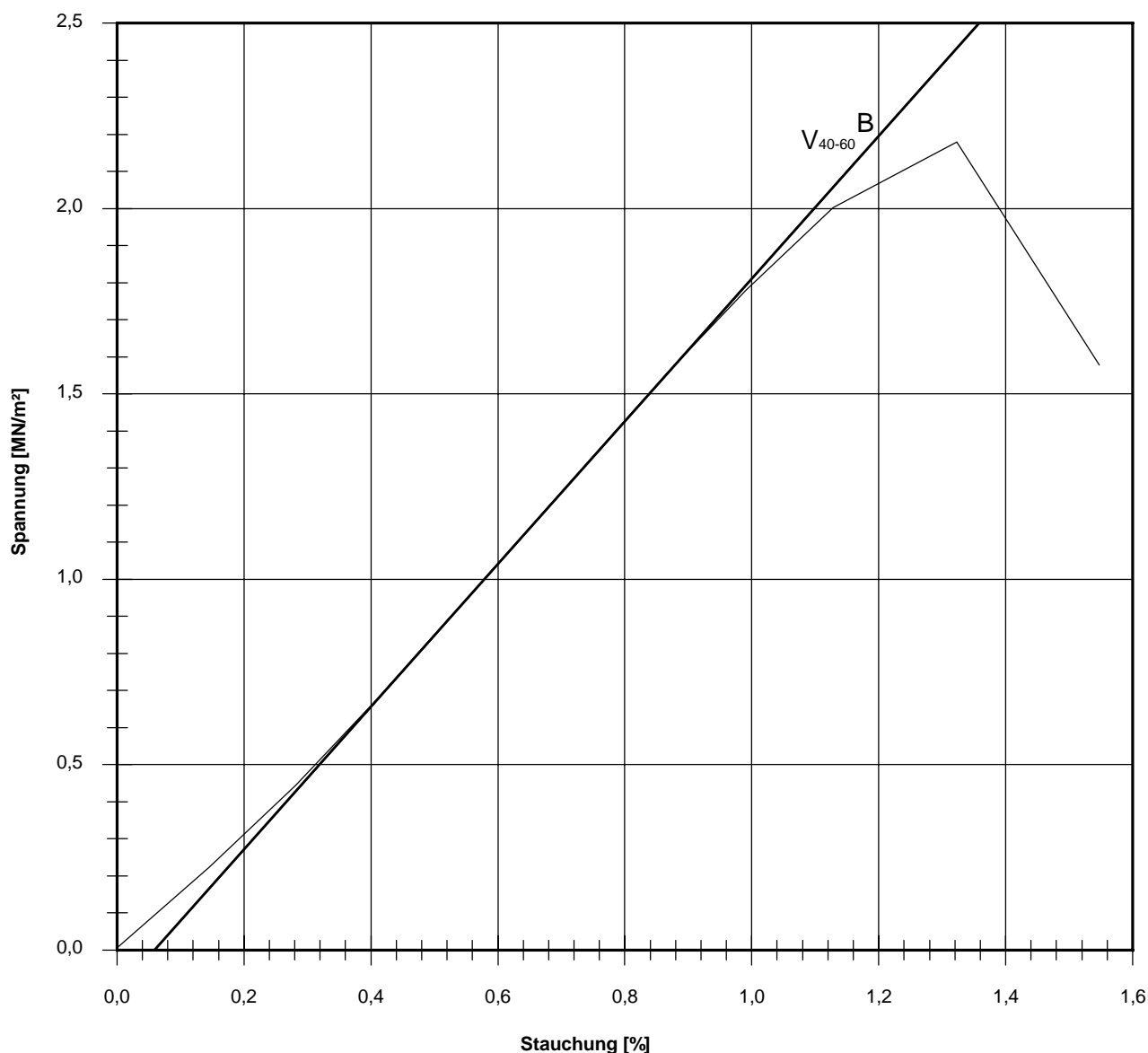
1,29

Querschnittsfläche: 89,92 cm²

Trockendichte: t/m³

Korrekturfaktor; $f = 8/(7+2d/h)$:

0,936



Bruchspannung σ : 2,180 MN/m²

Einaxiale Druckfestigkeit

$f \cdot \sigma = q_u$ bzw. σ_u : 2,040 MN/m²

Stauchung beim Bruch: 1,32 %

Querdehnung beim Bruch:

Verformungsmoduli:

Belastungsmodul V_{40-60} : 192 MN/m²

Modul d. einaxialen Druckf. E_u :

Belastungsmodul B : 192 MN/m²

Wiederbelastungsmodul V :

Entlastungsmodul E :

Poissonzahl:

für Belastung ν_B :

für Wiederbelastung ν_V :

für Entlastung ν_E :

Bemerkungen:

LCPC - Abrasivitätsversuch nach NF P18-579

Ausgeführt von: Rhode	am: 31.07.2019	Gepr.:
Ausgewertet von: Rhode	am: 31.07.2019	

Entnahmestelle:	BK 1	
Tiefe :	9,50 - 9,80	[m]
Entnahmeart:	ungestört	
Probenbeschreibung:	Bodengruppe:	Stratigraphie:
Tst		
Entn. am:	von: DB E&C	

Ausgangskörnung 0 - 6,3 mm:	0,0 %	Ausgangskörnung auf 4 - 6,3 mm gebrochenes Korn:	100,0 %
-----------------------------	-------	--	---------

Bestimmung LAK

$$LAK = \frac{m_v - m_n}{M(t)}$$

Einwaage (m):	500,00 g
Metallflügel vor Versuch (m _v):	46,13 g
Metallflügel nach Versuch (m _n):	46,06 g
Abrieb (Δm):	0,07 g

LAK: 140 g/t

Abrasivität: schwach abrasiv

LAK [g/t]	Abrasivitätsbezeichnung
0 - 50	nicht abrasiv
50 - 100	kaum abrasiv
100 - 250	schwach abrasiv
250 - 500	abrasiv
500 - 1250	stark/sehr abrasiv
1250 - 2000	extrem abrasiv

Klassifikation des LCPC Abrasivitätskoeffizienten

Bestimmung LBR

$$LBR = \frac{m_{1,6}}{m} \cdot 100\%$$

Einwaage (m):	500,00 g
Siebdurchgang 1,6 mm (m _{1,6}):	411,85 g

LBR: 82,4 %

Brechbarkeit: mittelstark

LBR [%]	Brechbarkeitsbezeichnung
0 - 25	sehr schwach
25 - 50	mittelschwach
50 - 75	mittel
75 - 100	mittelstark
	sehr stark

Klassifikation der LCPC Brechbarkeit

Bemerkungen:

Boden und Felskennwerte und Erläuterungen Elektrifizierung Taunusbahn

1.1 Bodenrechenwerte

Den erkundeten Baugrundsichten können aus den Laborversuchen und Erfahrungen für erdstatische Berechnungen die in Tabelle 1 dargestellten charakteristischen Rechenwerte zugeordnet werden. Die in Tabelle 1 dargestellten Rechenwerte wurden für das gesamte Projektgebiet ausgewiesen, sodass es je Untersuchungsbericht zu Fehlnummern kommen kann. Die entsprechenden Schichtnummern entnehmen Sie bitte den jeweiligen Profilen, Anlage 3. Der erkundete, humose Oberboden, wurde aufgrund der untergeordneten Bedeutung bei den Rechenwerten nicht berücksichtigt.

Tabelle 1: Charakteristische Rechenwerte

Schicht		Bodengruppe nach DIN 18196	Lagerungsdichte / Konsistenz Verwitterungsstufe	γ_k	γ'_k	ϕ'_k	c'_k	$E_{s,k}$
				[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
1. Auffüllungen, grob - und gemischtkörnige Sande, Kiese sowie Tone								
1.1.1	Sand, Kies	[SE, SU, ST, GU, GT, GW, GI, SW, SI]	lo	16,5	9,0	30,0	0	10-20
1.1.2			md	17,0	9,5	32,5	0	20-30
1.1.3			d	19,0	11,5	32,5	0	20-40
1.2.1		[SU*, GU*]	lo	16,5	9,0	30,0	2,0	8-15
1.2.2			md	18,0	10,5	32,5	2,0	15-30
1.2.3			d	19,5	12,0	35	2,0	35-55
1.3.1a	Ton, Schluff	[TL, TM, UL, UM]	br, br-we	17,0	7,5	20-30	1,0	1
1.3.1			we	17,5	9,0	20-30	3,0	1-5
1.3.2			st	20,0	10,0	20-30	8,0	8
1.3.3			hf	21,0	11,0	20-30	10,0	12
2. / 3. grob - und gemischtkörnige Sande, Kiese								
2.1	Sand, Kies	SU, ST	lo	16,0	8,5	30,0	0	15
2.2		SI, SW, SU, ST, GW, GU, GT, SU/ST	md	17,0	9,5	32,5	0	30-50
2.3			di	19,0	11,5	32,5	0	30-50
3.1		SU*, ST*, GU*	lo	16,5	9,0	30,0	2,0	8-12
3.2			md	18,0	10,5	32,5	2,0	25-35
3.3			di	19,5	12,0	35	2,0	45-55
4. Tone und Schluffe								
4.1	Ton.	TM	br	17,0	7,5	20-30	1,0	1

Schicht		Bodengruppe nach DIN 18196	Lagerungsdichte / Konsistenz Verwitterungsstufe	γ_k	γ'_{k}	ϕ'_{k}	c'_{k}	$E_{\text{s,k}}$
				[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
4.2	Schluff	UL, TL, UM, TM, ST*-TL, SU*- UL	w, w-st	17,5	9,0	20-30	3,0	5
4.3			st	20,0	10,0	20-30	8,0	8-10
4.4		TL, TM	hf	21,0	11,0	20-30	10,0	12-15
5. Verwitterungszone								
5.1	Fels	Tst, Ust	V5	22,5	10	25	10-15	20-60
5.2			V4-V3	25	12	0-100	20-100	60-100
5.3			V1-V2	23	12	25	200- 700	200-500
5.4			V1	24	14	27,5-30	200- 700	100-200

Für Fels Schicht 5.3 bis 5.4 (V2 bis V1) wird die einaxiale Druckfestigkeit angegeben.

Entsprechend der Literatur und Erfahrungswerte können den einzelnen Verwitterungsstufen folgende Wertebereiche zugeordnet werden. Diese Werte sind abhängig von der jeweiligen

Felsart:

5.1	V4-V5	völlig verwittert (Boden) bis stark verwittert (ehemals VZ)
5.2	V3	verwittert (ehemals VE)
5.3	V2	aufgewittert (ehemals VA - VE)
5.4	V1	angewittert (ehemals VA)

1.2 Rammfähigkeit des Untergrundes

Eine Klassifizierung der Böden hinsichtlich ihrer Rammfähigkeit (z.B. nach DIN-Norm) gibt es nicht. Die nachfolgende Einschätzung basiert auf der Grundlage der erkundeten Bodenarten, der Lagerungsdichten bzw. der Konsistenzen und Erfahrungen.

Tabelle 2: Rammfähigkeit

Schicht	Bodenart	Rammfähigkeit
1.1.1, 1.2.1	Auffüllung, rollig, locker	leicht bis mittelschwer
1.1.2, 1.2.2	Auffüllung, rollig, mitteldicht	mittelschwer bis schwer
1.1.3, 1.2.3	Auffüllung, rollig, dicht	schwer bis sehr schwer
1.3.1	Auffüllung, bindig, breiig	leicht
1.3.2	Auffüllung, bindig, weich	leicht bis mittelschwer
1.3.3	Auffüllung, bindig, steif	mittelschwer bis schwer
1.3.4	Auffüllung, bindig, halbfest	schwer bis sehr schwer
2.1, 3.1	Sande, Kiese, locker	leicht bis mittelschwer
2.2, 3.2	Sande, Kiese, mitteldicht	mittelschwer bis schwer
2.3, 3.3	Sande, Kiese, dicht	schwer bis sehr schwer ¹⁾
4.1	Ton, Schluff breiig	leicht

Schicht	Bodenart	Rammfähigkeit
4.2	Ton, Schluff weich	leicht bis mittelschwer
4.3	Ton, Schluff steif	mittelschwer bis schwer
4.4	Ton, Schluff halbfest	schwer bis sehr schwer ¹⁾
5.1	V5	schwer bis sehr schwer ¹⁾
5.2	V4 - V3	sehr schwer bis nicht rammbaar

¹⁾ ggf. Einsatz einer Rammhilfe erforderlich (z. Bsp. Vorbohren, Spülung)

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

Im Bereich der Schicht 5.1 sind in Abhängigkeit des Verwitterungsgrades nur bedingt Rammarbeiten unter zu Hilfenahme von Rammhilfen wie z.B. Vorbohren / Auflockerungsbohrungen möglich. Ab Schicht 5.2 sind ohne Rammhilfen keine Rammarbeiten mehr möglich. In den Schichten 5.3 bis 5.4 ist ausschließlich nur bohren möglich.

Sofern Rammarbeiten vorgesehen sind, empfehlen wir, zur Auswahl der Rammtechnologie und Rammgeräte eine Fachfirma einzuschalten und Proberammungen vorzusehen. Die von uns vorgenommenen Einschätzungen zur Rammpbarkeit schließen nicht die Erfahrungen von Baufirmen bei der Durchführung von Rammarbeiten mit ähnlichen Baugrundverhältnissen aus.

Grundsätzlich sind bei der Ausführung der Rammarbeiten die Regelungen der DIN 18304 zu beachten.

1.3 Spundwand

1.3.1 Vertikale Lastabtragung

Die Lastabtragung einer Spundwand erfolgt über Spitzendruck und Mantelreibung. Als tragfähiger Boden gelten dabei nach EAB nichtbindige Böden mit einem Spitzenwiderstand der Drucksonde von mindestens 10 MN/m², was bei einer schweren Rammsondierung (DPH) etwa 10 Schlägen je 10 cm Eindringtiefe gleichgesetzt werden kann oder bindige Böden mit $c_u \geq 100$ kPa. Das heißt, die Spundwände müssten in die mitteldicht bis dicht gelagerten rolligen Böden oder mindestens steifen bindigen Böden geführt werden, wenn ein Spitzenwiderstand angesetzt werden soll. Weiterhin ist die Abtragung von zusätzlichen Lasten neben der Eigenlast der Baugrubenkonstruktion und der Vertikalkomponente des Erddrucks nach bei Spundwänden nur ab einer Mindesteinbindetiefe von $t_g \geq 3,0$ m zulässig.

Die vertikale Tragfähigkeit von Spundwandkonstruktionen ergibt sich mit einem tiefenabhängigen Fußwiderstand nach EAB wie folgt:


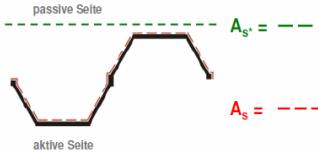
$$R_{1,k} = A_b \cdot q_{b,k} + A_s \cdot q_{s,k}$$

A_b - wirksame Aufstandsfläche

$q_{b,k}$ - charakteristischer Fußwiderstand

A_s - tatsächlich vorhandene Mantelfläche unterhalb der Baugrubensohle

$q_{s,k}$ - charakteristische Mantelreibung

<p>Die Ermittlung des charakteristischen Fußwiderstandes ergibt sich gemäß EAB 2012, Bild EB85-1 aus der vorhandenen Stahlquerschnittsfläche A_b und dem Spitzendruck. Eine Bodenpfropfenbildung wird nicht mehr angesetzt.</p>	<p>Der charakteristische Mantelwiderstand ermittelt sich gemäß EAB 2012 aus der vorhandenen Mantelfläche A_s unterhalb der Baugrubensohle. Die Mantelreibung ist auf der Baugrubenseite anzusetzen. Auf der gegenüberliegenden Seite (aktive Seite) sollte sie bis zum theoretischen Fußpunkt der Spundwand nicht angesetzt werden, da sich die Spundwand durch die Horizontal-kräfte vom Boden wegbewegt. Nach EAU, Abschnitt 8.2.5.6.5, in der das gleiche Verfahren zur Tragfähigkeitsermittlung verwendet wird, kann die Wandreibung auf der passiven Seite ggf. um einen Faktor von bis zu 2 erhöht werden.</p>
<p>$R_{b,k} = A_b \cdot q_{b,k}$</p>  <p>$A_b =$ </p>	<p>$R_{v,k} = A_s \cdot q_{s,k}$</p> 

In der nachfolgenden Tabelle 3 ist der charakteristische Spitzendruck $q_{b,k}$ und die Mantelreibung $q_{s,k}$ für Stahlträgerprofile bzw. Spundwände angegeben. Die Werte für nichtbindige Böden wurden in Anlehnung an die EAB 2012, Anhang A10 und für bindige Böden gemäß EA-Pfähle 2012 gewählt.

Tabelle 3: Charakteristische Werte Spitzendruck und Mantelreibung gemäß EAB und EA Pfähle

Schicht	Lagerungsdichte / Konsistenz	Spitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m ²]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²]
1.1.1	locker	---	0,01
1.1.2	mitteldicht	5,0	0,015
1.1.3	dicht	10,0	0,03
1.2.1	locker	---	0,01
1.2.2	mitteldicht	3,0	0,015
1.2.3	dicht	8,0	0,03
1.3.1	weich	---	0,005 ¹⁾
1.3.2	steif	0,25 ¹⁾	0,01 ¹⁾

Schicht	Lagerungsdichte / Konsistenz	Spitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m ²]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²]
1.3.3	halbfest	0,50 ¹⁾	0,035 ¹⁾
2.1	locker	---	0,01
2.2	mitteldicht	7,5	0,02
2.3	dicht	15,0	0,04
3.1	locker	---	0,01
3.2	mitteldicht	6,5	0,015
3.3	dicht	12,0	0,03
4.1	breiig	---	---
4.2	weich	---	0,005 ¹⁾
4.3	steif	0,30 ¹⁾	0,040 ¹⁾
4.4	halbfest	0,65 ¹⁾	0,065 ¹⁾
5.1 ²⁾	Fels V4-5	7,5	0,02

¹⁾ Die angegebenen Werte sind mit den Anpassungsfaktoren für Spundbohlen nach Kempfert/Becker 2008 multipliziert; für die Mantelreibung mit $\eta_s=0,45$ und für den Spitzendruck mit $\eta_b=1,3$.

²⁾ Man kann nur sinnvoll bis Schicht 5.1 rammen. Für diese Schicht kann $c_u = 60 \dots 100$ kPa angenommen werden. Ab Schicht 5.2 können die Werte aus dem Abschnitt 1.1 angegeben werden. Diese Schichten sind höchstens mit Vorbohren rammbaar. Dann gilt Tabelle 5.16 der EA Pfähle für Bohrpfähle in Fels.

1.4 Träger- Bohlverbau

In der nachfolgenden Tabelle 4 sind der charakteristische Spitzendruck $q_{b,k}$ und die Mantelreibung $q_{s,k}$ für *Rammpfähle (Stahl-/Spannbeton)* zur Vorbemessung von Bohlträgern angegeben. Die charakteristischen Werte für Bohlträger können mit den in Tabelle 4 angegebenen Modellfaktoren gemäß EA-Pfählen, η_b für den Spitzendruck und η_s für die Mantelreibung, für das entsprechend gewählte Stahlträgerprofil ermittelt werden.

Tabelle 4: Pfahlspitzendruck und Pfahlmantelreibung für Rammpfähle in Anlehnung an die EA-Pfähle ohne Berücksichtigung der Modellfaktoren

Schicht	Bodenart	Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m ²] ¹⁾	Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²]
1.1.1	Auffüllung, rollig, locker	---	0,015
1.1.2	Auffüllung, rollig, mitteldicht	2,2 - 4,2	0,03
1.1.3	Auffüllung, rollig, dicht	3,0 - 5,0	0,05
1.2.1	Auffüllung, schluffig, locker	---	0,01
1.2.2	Auffüllung, schluffig, mitteldicht	1,1 - 3,4	0,025
1.2.3	Auffüllung, schluffig, dicht	2,2 - 4,2	0,04
1.3.1	Auffüllung, bindig, weich	---	0,005
1.3.2	Auffüllung, bindig, steif	0,25 - 0,4	0,01
1.3.3	Auffüllung, bindig, halbfest	0,5 - 0,7	0,035
2.1	Sande, Kiese, locker	---	0,02
2.2	Sande, Kiese, mitteldicht	2,2 - 4,2	0,04

Schicht	Bodenart	Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m ²] ¹⁾	Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²]
2.3	Sande, Kiese, dicht	4,0 - 7,6	0,065
3.1	Sande, Kiese, schluffig, locker	---	0,015
3.2	Sande, Kiese, schluffig, mitteldicht	2,0 - 4,0	0,035
3.3	Sande, Kiese, schluffig, dicht	3,0 - 5,0	0,05
4.1	Ton, Schluff breiig	---	---
4.2	Ton, Schluff weich	---	0,005
4.3	Ton, Schluff steif	0,35 - 0,6	0,040
4.4	Ton, Schluff halbfest	0,65 - 0,95	0,065
5.1	Fels, V5	0,6 - 2,0 ²⁾	0,06 - 0,15 ²⁾
5.2	Fels, V4-V3	1,6 - 4,0 ²⁾	0,080 - 0,25 ²⁾

¹⁾ in Abhängigkeit von bezogener Pfahlkopfsetzung nach EA-Pfähle

²⁾ in Abhängigkeit des jeweiligen Gesteines und des Durchtrennungsgrades

Tabelle 5: Modellfaktoren für Pfahlspitzendruck und Pfahlmantelreibung η_b bzw. η_s von Fertigrammpfählen nach EA-Pfähle

Pfahltyp		η_b	η_s
Stahlbeton und Spannbeton		1,00	1,00
Stahlträgerprofil ¹⁾ ($h \leq 0,5$ m und $h/b_F \leq 1,5$)	$s = 0,035 \cdot D_{eq}$	$0,61 - 0,3 \cdot h/b_F$	0,60
	$s = 0,10 \cdot D_{eq}$	$0,78 - 0,3 \cdot h/b_F$	
doppeltes Stahlträgerprofil		0,25	0,60
offenes Stahlrohr und Hohlkasten ($0,3$ m $\leq D_b \leq 1,6$ m)		$0,95 \cdot e^{-1,2 \cdot D_b}$	$1,1 \cdot e^{-0,63 \cdot D_b}$
geschlossenes Stahlrohr ($D_b \leq 0,8$ m)		0,80	0,60

¹⁾ h = Höhe des Stahlträgerprofils, b_F = Flanschbreite des Stahlträgerprofils, D_{eq} = äquivalenter Durchmesser des Pfahlfußes [m]

Es sind die Vorgaben der Richtlinie DIN 4124 Abschnitt 8.2 zu berücksichtigen. Die Pfahlbettung ist aus:

$$k_s = E_s / D_{eq} \text{ zu berechnen}$$

1.5 Bohrpfahlgründung

In den nachfolgenden Tabellen werden die zur Vorbemessung erforderlichen Bohrpfahlkennwerte für die maßgebenden Baugrundsichten in Anlehnung an die EA-Pfähle angegeben.

Tabelle 6: Pfahlspitzenwiderstand und Pfahlmantelreibung

Schicht	Bodenart	Spitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m ²] ¹⁾	Mantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²]
1.1.1	Auffüllung, rollig, locker	---	0,015
1.1.2	Auffüllung, rollig, mitteldicht	0,055 / 0,7 / 1,6	0,055
1.1.3	Auffüllung, rollig, dicht	0,8 / 1,05 / 2,3	0,08

Schicht	Bodenart	Spitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m ²] ¹⁾	Mantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²]
1.2.1	Auffüllung, schluffig, locker	---	0,01
1.2.2	Auffüllung, schluffig, mitteldicht	0,055 / 0,7 / 1,6	0,055
1.2.3	Auffüllung, schluffig, dicht	0,8 / 1,05 / 2,3	0,08
1.3.1	Auffüllung, bindig, weich	---	0,015
1.3.2	Auffüllung, bindig, steif	0,35 / 0,45 / 0,8	0,03
1.3.3	Auffüllung, bindig, halbfest	0,45 / 0,55 / 1,0	0,05
2.1	Sande, Kiese, locker	---	0,03
2.2	Sande, Kiese, mitteldicht	0,8 / 1,05 / 2,3	0,07
2.3	Sande, Kiese, dicht	1,2 / 1,5 / 3,5	0,12
3.1	Sande, Kiese, schluffig, locker	---	0,02
3.2	Sande, Kiese, schluffig, mitteldicht	0,55 / 0,7 / 1,6	0,055
3.3	Sande, Kiese, schluffig, dicht	1,05 / 1,35 / 3,0	0,105
4.1	Ton, Schluff breiig	---	---
4.2	Ton, Schluff weich	---	0,025
4.3	Ton, Schluff steif	0,35 / 0,45 / 0,8	0,04
4.4	Ton, Schluff halbfest	0,75 / 0,9 / 1,5	0,065
5.1	Tonstein, V5	0,6 ¹⁾	0,06 ¹⁾
5.2	Tonstein, V4-V3	1,0 ¹⁾	0,1 ¹⁾
5.3	Tonstein, V1-V2	4 ¹⁾	0,4 ¹⁾
5.4	Tonstein, V1-V0	8 ¹⁾	0,8 ¹⁾

¹⁾Grenzmantelreibungswert Technische Information Firma Ischebeck und EA - Pfähle

Die angegebenen Werte gelten für Bohrpfähle ($D = 0,30 - 3,0$ m) mit einer Einbindetiefe in den tragfähigen Baugrund bei Lockergesteinsböden und Festgestein (einaxiale Druckfestigkeit $\leq 0,5$ MN/m²) von mindestens 2,5 m. Die Mächtigkeit der tragfähigen Böden unterhalb der Pfahlfußfläche darf ein Maß von 3 x Pfahldurchmesser (mind. jedoch 1,5 m) nicht unterschreiten. Darüber hinaus ist sicherzustellen, dass in diesem Bereich $q_c \geq 10,0$ MN/m² bzw. $c_{u,k} \geq 0,10$ MN/m² nachgewiesen ist. Wenn die genannten geometrischen Werte unterschritten werden, ist ein Nachweis gegen Durchstanzen zu führen. Außerdem ist dann nachzuweisen, dass der darunter liegende Boden das Setzungsverhalten nicht maßgeblich beeinträchtigt. Sofern dies nicht gewährleistet ist, empfehlen wir, sicherheitshalber keinen Spitzendruck anzusetzen. Die Mindesteinbindung der Bohrpfähle in Fels beträgt 0,50 m bei einer einaxialen Druckfestigkeit von ≥ 5 MN/m².

Des Weiteren gelten die Angaben für Einzelpfähle und unter Beachtung der ergänzenden Forderungen und Hinweise der EA-Pfähle.

1.6 Rammpfähle

Das Einbringen der Rammpfähle sollte erschütterungsarm erfolgen, um Schäden an der Gleisanlage, den Fahrleitungsmasten sowie an bereichsweise vorhandenen Nachbarbebauungen zu vermeiden. Durch die Rammarbeiten ist mit Verdichtungssetzungen in der locker gelagerten Auffüllung bzw. den locker gelagerten Sanden und Kiesen zu rechnen. Beim Rütteln oder Einvibrieren der Rammpfähle sind zusätzlich Geräte zur Hindernisbergung bzw. Beseitigung vorzuhalten.

Um die auftretende Vibrationseinwirkung in den Baugrund sowie die Lärmbelästigung zu reduzieren, wäre die Möglichkeit des Vorbohrens gegeben. Diese Bohrung sollte dann möglichst mindestens 1,0 m über dem Pfahlfuß enden, um eine ausreichende Tragfähigkeit des Pfahlfußes zu ermöglichen. Bei der Anwendung des Vorbohrens bzw. bei Einsatz von Spülhilfen sind zur Bemessung Abminderungsfaktoren zu berücksichtigen.

Die Einbindung der Rammträger müsste nach EA-Pfähle bei Lockergesteinsböden mindestens 2,5 m in tragfähige Schichten erfolgen. Gemäß EA-Pfähle gelten rollige Böden mit einem Spitzenwiderstand der Drucksonde $q_c \geq 7,5 \text{ MN/m}^2$ und bindige Böden mit einer Scherfestigkeit des undrännierten Bodens $c_{u,k} \geq 0,1 \text{ MN/m}^2$ als ausreichend tragfähig und somit relevant für den Ansatz eines Pfahlspeitzendrucks.

Das heißt, die Träger müssten mindestens 2,5 m in die bindigen Böden mit mindestens steifer Konsistenz sowie die rolligen Böden mit mindestens mitteldichter Lagerung einbinden.

In der nachfolgenden Tabelle werden die zur Vorbemessung erforderlichen Kennwerte für Rammpfähle in Anlehnung an die EA-Pfähle angegeben. Die in Abhängigkeit vom Pfahltyp anzusetzenden Modellfaktoren nach EA-Pfähle, η_b für den Pfahlspeitzendruck und η_s für die Pfahlmantelreibung, sind dabei nicht berücksichtigt.

Tabelle 7: Pfahlspeitzendruck und Pfahlmantelreibung für Rammpfähle nach EA-Pfähle ohne Berücksichtigung der Modellfaktoren

Schicht	Bodenart	Pfahlspeitzendruck $q_{b,k} [\text{MN/m}^2]$ ^{1), 2)}	Pfahlmantelreibung $q_{s,k} [\text{MN/m}^2]$ ²⁾
1.1.1	Auffüllung, rollig, locker	---	0,015
1.1.2	Auffüllung, rollig, mitteldicht	2,0 - 4,0	0,025
1.1.3	Auffüllung, rollig, dicht	3,0 - 5,0	0,05
1.2.1	Auffüllung, schluffig, locker	---	0,01
1.2.2	Auffüllung, schluffig, mitteldicht	1,1 - 3,4	0,025
1.2.3	Auffüllung, schluffig, dicht	2,2 - 4,2	0,04
1.3.1	Auffüllung, bindig, breiig	---	---
1.3.2	Auffüllung, bindig, weich	---	0,01
1.3.3	Auffüllung, bindig, steif	0,3 - 0,5	0,025
1.3.4	Auffüllung, bindig, halbfest	0,5 - 0,8	0,03
2.1	Sande, Kiese, locker	---	0,02
2.2	Sande, Kiese, mitteldicht	2,2 - 4,2	0,03
2.3	Sande, Kiese, dicht	4,0 - 7,6	0,065

Schicht	Bodenart	Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m ²] ^{1), 2)}	Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²] ²⁾
3.1	Sande, Kiese, schluffig, locker	---	0,015
3.2	Sande, Kiese, schluffig, mitteldicht	2,0 - 4,0	0,035
3.3	Sande, Kiese, schluffig, dicht	3,8 - 7,0	0,055
4.1	Ton, Schluff breiig	---	---
4.2	Ton, Schluff weich	---	0,01
4.3	Ton, Schluff steif	0,35 - 0,6	0,02
4.4	Ton, Schluff halbfest	0,55 - 0,85	0,035
5.1	Fels, V4-V5	0,35 - 0,6	0,03

¹⁾ in Abhängigkeit von bezogener Pfahlkopfsetzung nach EA-Pfähle

²⁾ Die Modellfaktoren η_b und η_s für Spitzen- und Mantelwiderstand sind in Abhängigkeit vom Pfahltyp entsprechend EA-Pfähle Tabelle 5.5 zu berücksichtigen.

Die angegebenen Werte gelten für:

- vorgefertigte Stahlbeton- und Spannbetonpfähle von $D_{eq}=0,25$ bis 0,5 m,
- geschlossene Stahlrohrpfähle mit einem Durchmesser bis 800 mm,
- offene Stahlrohr- / Hohlkastenpfähle mit einem Durchmesser von 300 mm bis 1600 mm
- Stahlträgerprofilpfähle mit Flanschbreiten von 300 bis 500 mm und Profilhöhen von 290 bis 1000 mm und
- Kastenpfähle

Wenn der Spitzendruck angesetzt wird, darf die Mächtigkeit der tragfähigen Böden unterhalb der Pfahlfußfläche bei $d = 0,5$ m ein Maß von 2,5 m ($5 \times$ Pfahldurchmesser) nicht unterschreiten. Sind die vorgenannten Randbedingungen nicht eingehalten, ist ein Nachweis gegen Durchstanzen sowie des Setzungsverhaltens des darunterliegenden Bodens zu führen. Ansonsten empfehlen wir sicherheitshalber keinen Spitzendruck anzusetzen.

Des Weiteren gelten die Angaben für Einzelpfähle und unter Beachtung der ergänzenden Forderungen und Hinweise der EA-Pfähle. Für die Gewährleistung einer einwandfreien Pfropfenbildung wird eine Mindestpfahllänge von 5,0 m bei Lockergesteinsböden empfohlen.

Sofern Rammhilfen, beim Einbringen der Ramppfähle zum Einsatz kommen, sind die in Tabelle 8 angegebenen Abminderungsfaktoren zu berücksichtigen.

Tabelle 8: Abminderungsfaktoren

	Vorbohren	Spülhilfe
Mantelreibung	0,5 bei $d - d_B \leq 50$ mm	0,9
	0,6 bei $d - d_B > 50$ mm	
	1,0 bei $d - d_B > 150$ mm	
Spitzendruck	1,0 ¹⁾	1,0 ¹⁾

d Pfahl- \varnothing bzw. -breite; d_B \varnothing Bohrung

¹⁾ gilt nur, wenn Rammhilfe 1,0 m oberhalb der Pfahlspitze endet

1.7 Mikropfähle – Kleinverpresspfähle / Anker

Unter Mikropfähle versteht man Verpresspfähle mit einem Schaftdurchmesser kleiner 300 mm. Sie eignen sich zur Abtragung von Druck- und Zugkräften. Mikropfähle werden wegen der kleinen Bohrgeräte oft zur Nachgründung bereits bestehender Bauwerke verwendet. Die Lastabtragung erfolgt dabei ausschließlich über die Mantelreibung. Auf Grund der Form und Art der Kraftübertragung in den Boden können die hier angegebenen Werte für die Mantelreibung auch für Ankerdimensionierungen angesetzt werden.

Die Krafteintragungslänge der Verpresspfähle sollte mindestens 3,0 m in die tragfähigen Bodenschichten erfolgen. Tragfähige Schichten für den Ansatz eines Pfahlmantelreibung sind im Sinne der EA-Pfähle rollige Böden mit einem mittleren Spitzenwiderstand der Drucksonde $q_c \geq 7,5 \text{ MN/m}^2$ oder bindige Böden mit einer Scherfestigkeit des undranierten Boden $c_{u,k} \geq 0,06 \text{ MN/m}^2$.

Für die Herstellung der Mikropfähle sind die Hinweise und Forderungen der DIN EN 14199 und DIN 18539 zu beachten.

Bei Zugpfählen sollten nach EA-Pfähle immer Pfahlprobelastungen durchgeführt. Auch die DIN 1054 lässt eine Abschätzung der Zugpfahlwiderstände nur in Ausnahmefällen zu.

Die rechnerische Länge der verpressten Mikropfähle ist nach EA-Pfähle auf maximal 12,0 m zu begrenzen, da dies dem bisherigen Erfahrungsbereich entspricht. In der Praxis werden jedoch auch größere Längen hergestellt.

Bei der Nachweisführung von Zugpfahlgruppen ist zu beachten, dass hier nach DIN 1054 stets zwei Grenzfälle zu untersuchen sind:

- mit der Annahme, dass jeder Pfahl als Einzelpfahl wirkt und
- mit der Annahme, dass die Pfähle zusammen mit dem umgebenden Boden infolge der Gruppenbildung einen geschlossenen Block bilden.

Vorbehaltlich der durchzuführenden Pfahlprobelastungen werden in der EA-Pfähle Erfahrungswerte der Pfahlmantelreibung von verpressten Mikropfählen für nichtbindige und bindige Böden angegeben. Die Zwischenwerte der Tabelle können geradlinig interpoliert werden. Dabei ist zu beachten, dass die Werte für Druckpfähle gelten und die Werte für Zugpfähle deutlich abzumindern sind.

In Anlehnung an die EA-Pfähle und Erfahrungen werden in Tabelle 9 Bruchwerte der Pfahlmantelreibung $q_{s,k} [\text{MN/m}^2]$ empfohlen.

Tabelle 9: Bruchwerte der Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ für Mikropfähle, Kleinverpresspfähle

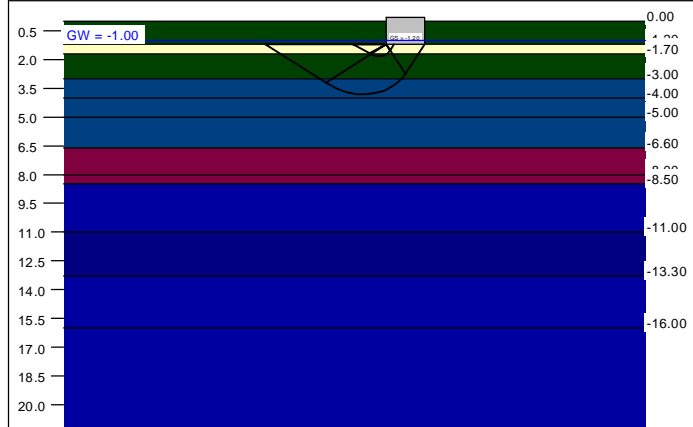
Schicht	Bodenart	Bruchwert Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²]
1.1.1	Auffüllung, rollig, locker	0,015
1.1.2	Auffüllung, rollig, mitteldicht	0,1
1.1.3	Auffüllung, rollig, dicht	0,15
1.2.1	Auffüllung, schluffig, locker	0,01
1.2.2	Auffüllung, schluffig, mitteldicht	0,1
1.2.3	Auffüllung, schluffig, dicht	0,15
1.3.1	Auffüllung, bindig, weich	0,01
1.3.2	Auffüllung, bindig, steif	0,05
1.3.3	Auffüllung, bindig, halbfest	0,095
2.1	Sande, Kiese, locker	0,03
2.2	Sande, Kiese, mitteldicht	0,15
2.3	Sande, Kiese, dicht	0,25
3.1	Sande, Kiese, schluffig, locker	0,02
3.2	Sande, Kiese, schluffig, mitteldicht	0,13
3.3	Sande, Kiese, schluffig, dicht	0,20
4.1	Tone, Schluffe breiig	---
4.2	Tone, Schluffe weich	0,025
4.3	Tone, Schluffe steif	0,06
4.4	Tone, Schluffe halbfest	0,1
5.1	Tonstein, V4-V5	0,15 ¹⁾
5.2	Tonstein, V3	0,1 ¹⁾
5.3	Tonstein, V1-V2	0,8 ¹⁾
5.4	Tonstein, V0-V1	1,6 ¹⁾

¹⁾Grenzmantelreibungswert Technische Information Firma Ischebeck aus Erfahrungswerten und EA-Pfähle

Die angegebenen Werte gelten zur Vorbemessung und unter Vorbehalt der noch durchzuführenden Pfahlprobebelastungen. Die genauen Schichtunterkanten sind den jeweiligen Bohrprofilen zu entnehmen. Wir empfehlen, die Pfahlbohrungen zu überwachen und die Pfahllängen im Zuge der Bauausführung ggf. zu präzisieren.

BK1

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	20.0	10.0	25.0	8.0	10.0	0.00	4.3 TM st
	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Kiespolster
	20.0	10.0	25.0	8.0	10.0	0.00	4.3 TL st
	22.5	10.0	22.5	10.0	40.0	0.00	5.1 Tst V5
	25.0	12.0	25.0	50.0	60.0	0.00	5.2 Tst V4-V3
	22.5	10.0	22.5	10.0	40.0	0.00	5.1 Tst V5
	17.0	7.5	25.0	1.0	5.0	0.00	4.1 TL br/we
	20.0	10.0	25.0	8.0	10.0	0.00	4.3 TL st
	19.0	10.0	32.5	0.0	115.0	0.00	5.2 Tst V4-V3
	23.0	12.0	25.0	200.0	200.0	0.00	5.3 Tst V1-V2
	24.0	14.0	27.5	200.0	250.0	0.00	5.4 Tst V1-V0
	23.0	12.0	25.0	200.0	200.0	0.00	5.3 Tst V1-V2



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m³]
10.00	0.40	389.5	155.8	273.3	0.30 *	29.9 **	3.00	10.90	22.00	3.28	1.83	91.8
10.00	0.60	397.3	238.4	278.8	0.44 *	29.0 **	4.62	10.70	22.00	3.89	2.12	63.0
10.00	0.80	371.2	296.9	260.5	0.42 *	27.6 **	5.34	10.57	22.00	3.96	2.37	61.5
10.00	1.00	365.1	365.1	256.2	0.46 *	27.0 **	5.83	10.48	22.00	4.18	2.63	56.1
10.00	1.20	366.4	439.6	257.1	0.51 *	26.6 **	6.16	10.42	22.00	4.47	2.90	50.1
10.00	1.40	354.5	496.2	248.7	0.48 *	25.7 **	6.79	10.37	22.00	4.47	3.13	51.4
10.00	1.60	349.8	559.7	245.5	0.49 *	25.2 **	7.22	10.34	22.00	4.57	3.36	50.5
10.00	1.80	343.1	617.5	240.7	0.47 *	24.6 **	7.51	10.31	22.00	4.59	3.59	51.6
10.00	2.00	339.5	678.9	238.2	0.46 *	24.2 **	7.74	10.28	22.00	4.65	3.83	51.5

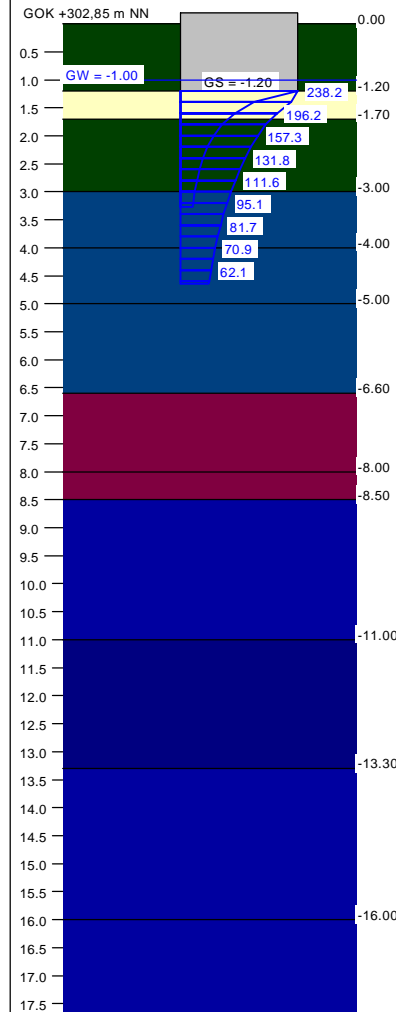
* Vorbelastung = 190.0 kN/m²

** phi wegen 5° Bedingung abgemindert

 $\sigma_{E,k} = \sigma_{G,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{G,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{G,k} / 1.99$ (für Setzungen)

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Spannungsverlauf (b = 0.40 und 2.00 m)



Taunusbahn

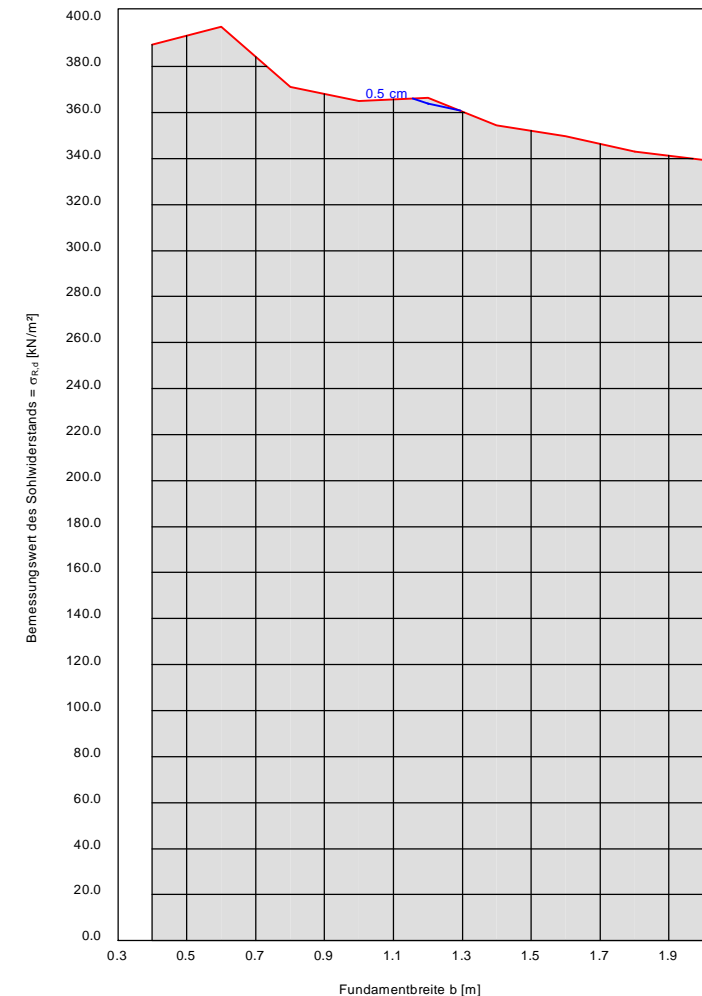
EÜ 8,8 Bizzenbach

Streifenfundament

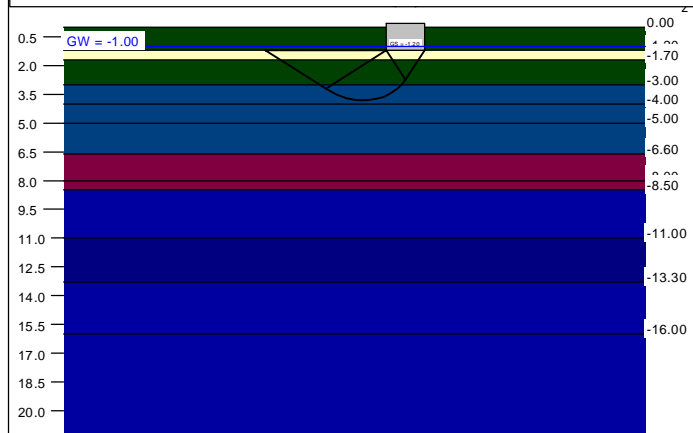


Berechnungsgrundlagen:
 Winkelstützmauern
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Oberkante Gelände = 0.00 m
 Gründungssohle = -1.20 m
 Grundwasser = -1.00 m
 Vorbelastung = 190.0 kN/m²
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohldruck
 — Setzungen



Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	20.0	10.0	25.0	8.0	10.0	0.00	4.3 TM st
	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Kiespolster
	20.0	10.0	25.0	8.0	10.0	0.00	4.3 TL st
	22.5	10.0	22.5	10.0	40.0	0.00	5.1 Tst V5
	25.0	12.0	25.0	50.0	60.0	0.00	5.2 Tst V4-V3
	22.5	10.0	22.5	10.0	40.0	0.00	5.1 Tst V5
	17.0	7.5	25.0	1.0	5.0	0.00	4.1 TL br/we
	20.0	10.0	25.0	8.0	10.0	0.00	4.3 TL st
	19.0	10.0	32.5	0.0	115.0	0.00	5.2 Tst V4-V3
	23.0	12.0	25.0	200.0	200.0	0.00	5.3 Tst V1-V2
	24.0	14.0	27.5	200.0	250.0	0.00	5.4 Tst V1-V0
	23.0	12.0	25.0	200.0	200.0	0.00	5.3 Tst V1-V2

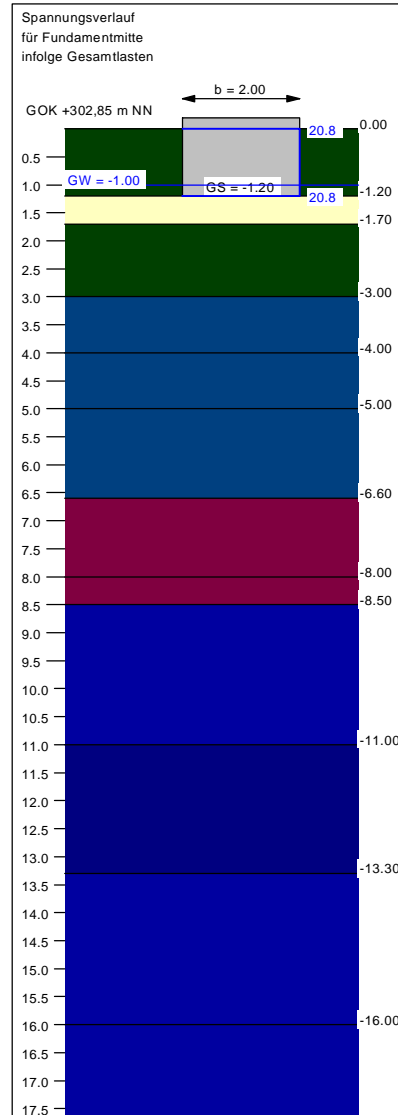


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 380.00 / 36.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Länge $a = 10.000$ m
 Breite $b = 2.000$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 2.000$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 2.000$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{G,k} / \sigma_{G,d} = 475.3 / 339.47$ kN/m²
 $R_{n,k} = 9505.29$ kN
 $R_{n,d} = 6789.49$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 380.00 + 1.50 \cdot 36.00$ kN
 $V_d = 567.00$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.084
 cal $\varphi = 24.2^\circ$
 φ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal c = 7.74 kN/m²

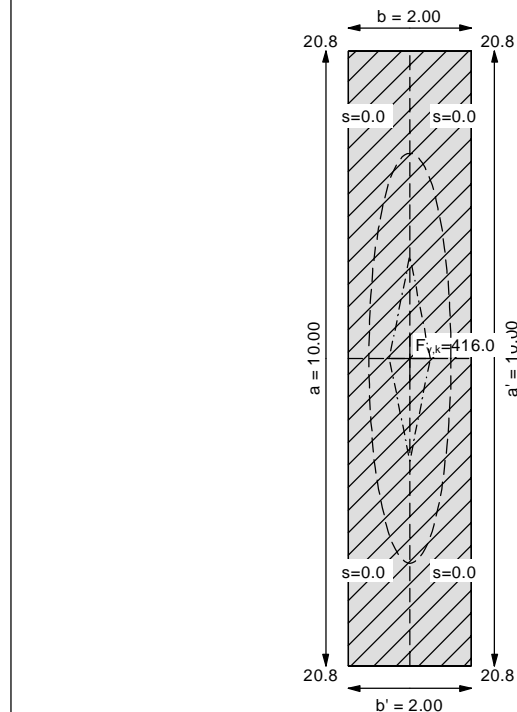
cal $\gamma_2 = 10.28$ kN/m³
 cal $\sigma_d = 22.00$ kN/m²
 UK log. Spirale = 3.83 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 10.19 m
 Fläche log. Spirale = 13.76 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{d0} = 19.59$; $N_{d0} = 9.80$; $N_{b0} = 3.96$
 Formbeiwerte (x):
 $\nu_c = 1.091$; $\nu_d = 1.082$; $\nu_b = 0.940$
 $\mu [V(st), M \text{ und } H(\text{gesamt})] = 0.076$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 1.20$ m u. GOK
 Vorbelastung = 190.0 kN/m²
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.00 cm
 Setzungen der KPs:
 links oben = 0.00 cm
 rechts oben = 0.00 cm
 links unten = 0.00 cm
 rechts unten = 0.00 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Verdrehung(y) (KP) = 0.0
 Nachweis EQU:
 Maßgebend: Fundamentbreite
 $M_{stb} = 380.0 \cdot 2.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 342.0$
 $M_{dst} = 0.0$
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 342.0 = 0.000$



Berechnungsgrundlagen:
 Winkelstützmauern
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stb} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Oberkante Gelände = 0.00 m
 Gründungssohle = -1.20 m
 Grundwasser = -1.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite

Grundriss



Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	20.0	10.0	25.0	8.0	10.0	0.00	4.3 TM st
	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Kiespolster
	20.0	10.0	25.0	8.0	10.0	0.00	4.3 TL st
	22.5	10.0	22.5	10.0	40.0	0.00	5.1 Tst V5
	25.0	12.0	25.0	50.0	60.0	0.00	5.2 Tst V4-V3
	22.5	10.0	22.5	10.0	40.0	0.00	5.1 Tst V5
	17.0	7.5	25.0	1.0	5.0	0.00	4.1 TL br/we
	20.0	10.0	25.0	8.0	10.0	0.00	4.3 TL st
	19.0	10.0	32.5	0.0	115.0	0.00	5.2 Tst V4-V3
	23.0	12.0	25.0	200.0	200.0	0.00	5.3 Tst V1-V2
	24.0	14.0	27.5	200.0	250.0	0.00	5.4 Tst V1-V0
	23.0	12.0	25.0	200.0	200.0	0.00	5.3 Tst V1-V2

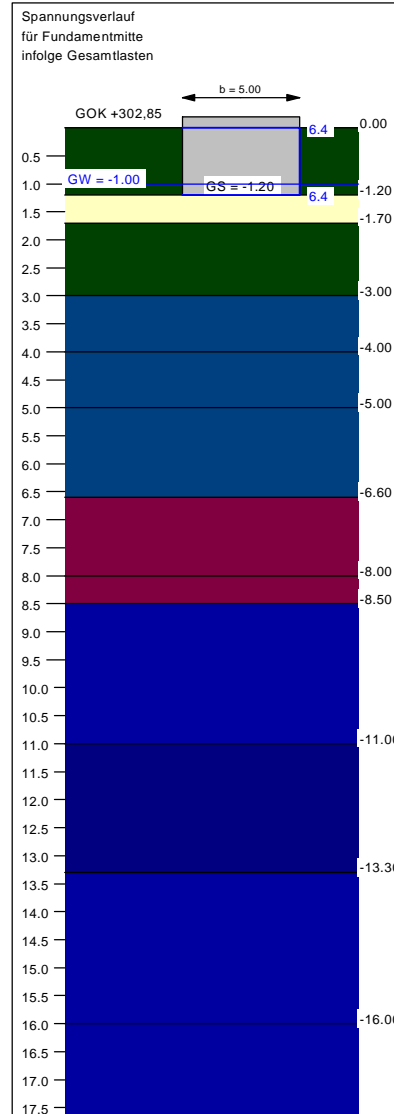


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 380.00 / 36.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Länge $a = 13.000$ m
 Breite $b = 5.000$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 13.000$ m
 Breite $b' = 5.000$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 13.000$ m
 Breite $b' = 5.000$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{G,k} / \sigma_{G,d} = 628.4 / 448.87$ kN/m²
 $R_{n,k} = 40846.87$ kN
 $R_{n,d} = 29176.33$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 380.00 + 1.50 \cdot 36.00$ kN
 $V_d = 567.00$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.019
 cal $\phi = 23.4^\circ$
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal c = 11.07 kN/m²

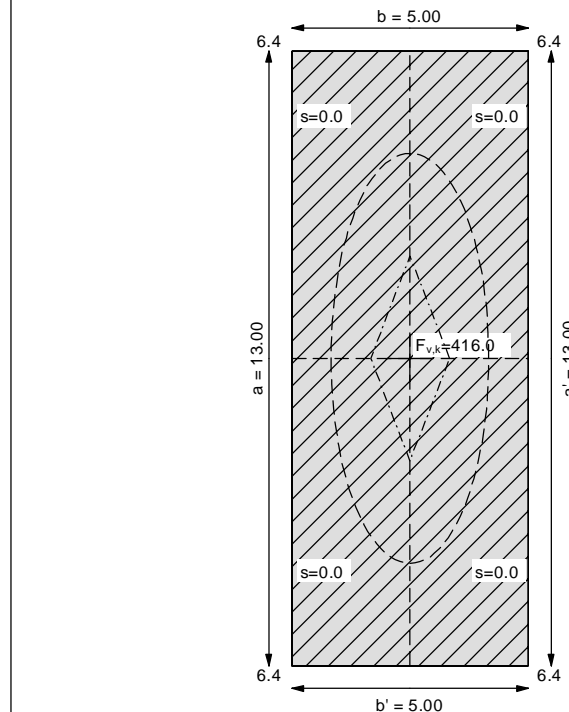
cal $\gamma_2 = 10.28$ kN/m³
 cal $\sigma_d = 22.00$ kN/m²
 UK log. Spirale = 7.62 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 24.74 m
 Fläche log. Spirale = 81.40 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{d0} = 18.56$; $N_{d0} = 9.04$; $N_{b0} = 3.48$
 Formbeiwerte (x):
 $\nu_c = 1.172$; $\nu_d = 1.153$; $\nu_b = 0.885$
 $\mu [V(st), M \text{ und } H(\text{gesamt})] = 0.018$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 1.20$ m u. GOK
 Vorbelastung = 190.0 kN/m²
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.00 cm
 Setzungen der KPs:
 links oben = 0.00 cm
 rechts oben = 0.00 cm
 links unten = 0.00 cm
 rechts unten = 0.00 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Verdrehung(y) (KP) = 0.0
 Nachweis EQU:
 Maßgebend: Fundamentbreite
 $M_{stb} = 380.0 \cdot 5.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 855.0$
 $M_{dst} = 0.0$
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 855.0 = 0.000$



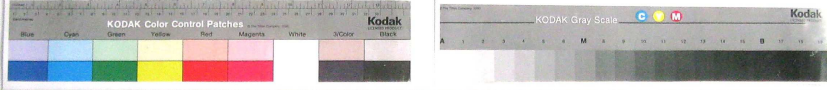





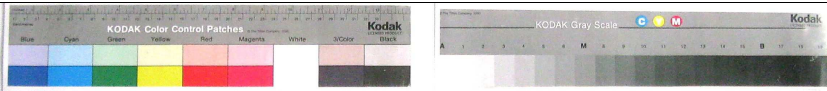





Berechnungsgrundlagen:
 Winkelstützmauern
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stb} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Oberkante Gelände = 0.00 m
 Gründungssohle = -1.20 m
 Grundwasser = -1.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 - - - - 1. Kernweite
 - - - - 2. Kernweite

Grundriss



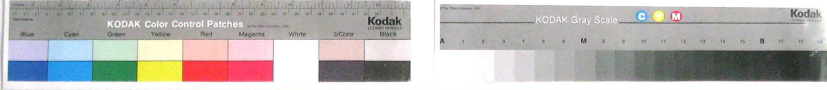





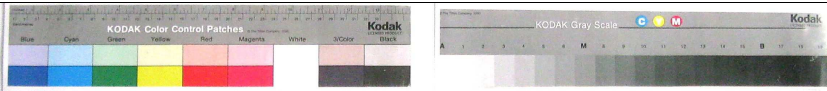





Auftraggeber: DB Engineering & Consulting Frankfurt am Main
 Projekt: Wehrheim

Bohrung: B 1

m u GOK		m u GOK
	 	
0		1
1		2
2		3
3		4
	 	
4		5
5		6
6		7
7		8


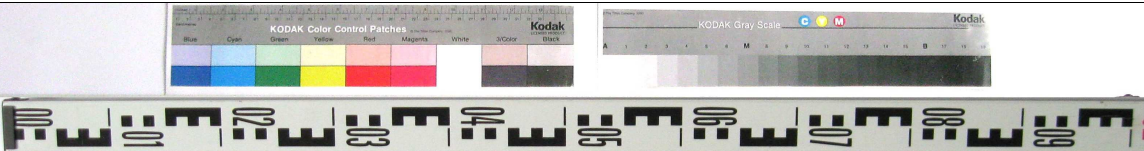
Auftraggeber: DB Engineering & Consulting Frankfurt am Main
 Projekt: Wehrheim

Bohrung: B 1

m u GOK		m u GOK
	 	
8		9
9		10
10		11
11		12
	 	
12		13
13		14
14		15
15		16

Auftraggeber: DB Engineering & Consulting Frankfurt am Main
 Projekt: Wehrheim

Bohrung: B 1

m u GOK		m u GOK
		
16		17
17		18
18		19
19		20
		
20		21
21		22
22		23
23		24

Fotodokumentation



Projekt: Elektrifizierung Taunusbahn

Teilprojekt: EÜ Bizenbach, km 8,804

Bearbeiter / Stand: 09.09.2019

Inhaltsverzeichnis:

Bild 1:	[EÜ-Blick auf die Strasse.JPG]	3
Bild 2:	[EÜ.JPG]	3
Bild 3:	[EÜ_bach_zuwegung.JPG]	4
Bild 4:	[EÜ_bahnlinks_seitlich.JPG]	4
Bild 5:	[EÜ_bahnlinks_unten.JPG]	5
Bild 6:	[EÜ_bahnrechts_von der Strasse.JPG]	5
Bild 7:	[EÜ_Gelände.JPG]	6
Bild 8:	[EÜ_km absteigen.JPG]	6



Bild 1: [EÜ-Blick auf die Strasse.JPG]



Bild 2: [EÜ.JPG]



Bild 3: [EÜ_bach_zuwegung.JPG]



Bild 4: [EÜ_bahnlinks_seitlich.JPG]



Bild 5: [EÜ_bahnlinks_unten.JPG]



Bild 6: [EÜ_bahnrechts_von der Strasse.JPG]



Bild 7: [EÜ_Gelände.JPG]



Bild 8: [EÜ_km absteigen.JPG]