

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH · Heidengass 16 · 76356 Weingarten (Baden)

Stadt Bruchsal
Bau- und Vermessungsamt
Otto-Oppenheimer-Platz 5
76646 Bruchsal

Anerkanntes Institut
nach DIN 1054
Beratende Ingenieure

Dipl.-Ing. K.-M. Gottheil
Dipl.-Geol. D. Kläiber
Dipl.-Ing. J. Santo
F. Steltenkamp, M.Sc.

Baugrunduntersuchungen
Erd- und Grundbau
Boden- und Felsmechanik
Damm- und Deichbau
Ingenieur- u. Hydrogeologie
Deponietechnik
Grundwasserhydraulik
Bodenmechanisches Labor

Ihr Zeichen	Unser Zeichen	Bearbeiter	Datum
	E 8989 B02	Gu ☎ 07244 / 7013-25 m.gutberlet@kaercher-geotechnik.de	24. September 2021

Neubau HRB Helmsheim, Erkundung der Bachverlegungsstrecke, Eignungsprüfung Aushub

GEOTECHNISCHER BERICHT

Es ist vorgesehen, das Bachbett des Saalbaches auf einer Strecke von ca. 800 m zu verlegen und den dort anfallenden Aushub zur Schüttung des Rückhaltedammes zu verwenden. Die Angaben zu den Material- und Verdichtungsanforderungen im Damm sind in unserem geotechnischen Gutachten E 8989 A06 G vom 2. Juni 2017 formuliert.

Zur Erkundung wurden in der Verlegungstrasse 6 Baggerschürfe einer Tiefe von jeweils 4 m angelegt. Anlage 1 zeigt deren Lage, in Anlage 2 sind die Schürfe in Profilform dargestellt. Den Schürfen wurden Bodenproben entnommen, an denen zur Eignungsprüfung folgende bodenmechanische Laborversuche durchgeführt wurden:

- 6 Kornverteilungsanalysen (Anlage 3)
- 9 Konsistenzgrenzenbestimmungen (Anlage 4)
- 24 Bestimmungen des natürlichen Wassergehalts (Anlage 5)
- 3 Proctorversuche (Anlage 6)

Unter dem Oberboden setzt Lösslehm ein, der in den Schürfen 1, 5 und 6 bis mindestens zum Schurfboden (4 m) reicht. In den Schürfen 2 bis 4 setzt in Tiefen zwischen 2 m (Schurf 4) und 3 m (Schürfe 2 und 3) Löss ein.

Der **Lösslehm** besteht aus einem wechselnd schluffigem Ton, steifer bis halbfester Konsistenz.

Der **Löss** besteht aus einem feinsandigem, tonarmen Schluff. Aufgrund der geringen Plastizität ist eine Angabe der Konsistenz kaum möglich.

Der im Damm einzubauende Boden muss die im Gutachten in Abschnitt 4.1 formulierten "Anforderungen an den Stützkörper aus bindigem oder gemischtkörnigem Boden" erfüllen. Hierbei wird zwischen den Materialanforderungen und den Einbauanforderungen unterschieden.

In Anlehnung an die Arbeitshilfe zur DIN 19700 sind die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten **Materialanforderungen** nachzuweisen:

Parameter	Anforderungen	Versuchsergebnisse	
		Lösslehm	Löss
Bodengruppe nach DIN 18 196	TM, TL, GT*, ST*	TM, TL	UL
Steinanteil	$\varnothing_{>63 \text{ mm}} < 35 \text{ Gew. \%}$	0 (ohne Versuch)	0 (ohne Versuch)
Gehalt an organischen Stoffen	$\leq 5 \text{ \%}$	< 2 (ohne Versuch)	< 2 (ohne Versuch)
Fließgrenze	$w_L \leq 50 \text{ \%}$	33 – 50	28
Ausrollgrenze	$w_P \leq 20 \text{ \%}$	18 – 23	23
Plastizität	$I_P \geq 10 \text{ \%}$	12 - 25	5
Rohtongehalt d < 0,002 mm	$\geq 10 \text{ \%}$	11,4 – 16,5	5
Kalkgehalt	$\leq 10 \text{ \%}$	< 5 ⁽¹⁾	n. b.

Der **Lösslehm** hält alle Materialanforderungen bis auf einzelne Überschreitungen der Ausrollgrenze ein. Diese können toleriert werden. Der Boden ist zur Schüttung **geeignet**.

Der **Löss** weist eine zu niedrige Plastizität und einen zu niedrigen Tongehalt auf. Der Boden ist zur Schüttung **nicht geeignet**.

An den **Einbau** werden folgende Anforderungen gestellt:

Einbauanforderungen	Richtwert
Mindestverdichtungsgrad D_{Pr}	$\geq 97\% \text{ e.P.}^2$
Luftporengehalt n_a	< 12 % (Volumen)

Zur Untersuchung der Einbaufähigkeit wurde der Lösslehm in 3 Gruppen unterteilt:

- Lösslehm TM
- Lösslehm Grenzbereich TL / TM
- Lösslehm TL (Grenzbereich zu UL)

1

keine Reaktion bei Salzsäurekontakt.

2

95 % e. P. als Grenzwert innerhalb einer Schüttlage.

Aus den entnommenen Bodenproben wurde für jede Gruppe eine Mischprobe zusammengestellt und ein Proctorversuch durchgeführt. Die Ergebnisse liegen in Anlage 6 bei. Die Versuchsergebnisse können als Referenzwerte für spätere Verdichtungskontrollen (direkte Dichtebestimmungen) verwendet werden. Eine Zuordnung zum jeweiligen Proctorversuch ist dann anhand einer Konsistenzgrenzenbestimmung vorzunehmen.

Die natürlichen Wassergehalte der untersuchten Proben liegen über dem im Proctorversuch bestimmten optimalen Wassergehalt und auch ein bis zwei Prozent über dem oberen Grenzwert der Wassergehaltsspanne bei $D_{Pr} \geq 97 \%$. Erfahrungsgemäß ist jedoch bei den ermittelten Konsistenzzahlen um 100 % eine ausreichende Verdichtung mit einem schweren Walzenzug mit Schafffußbandage möglich.

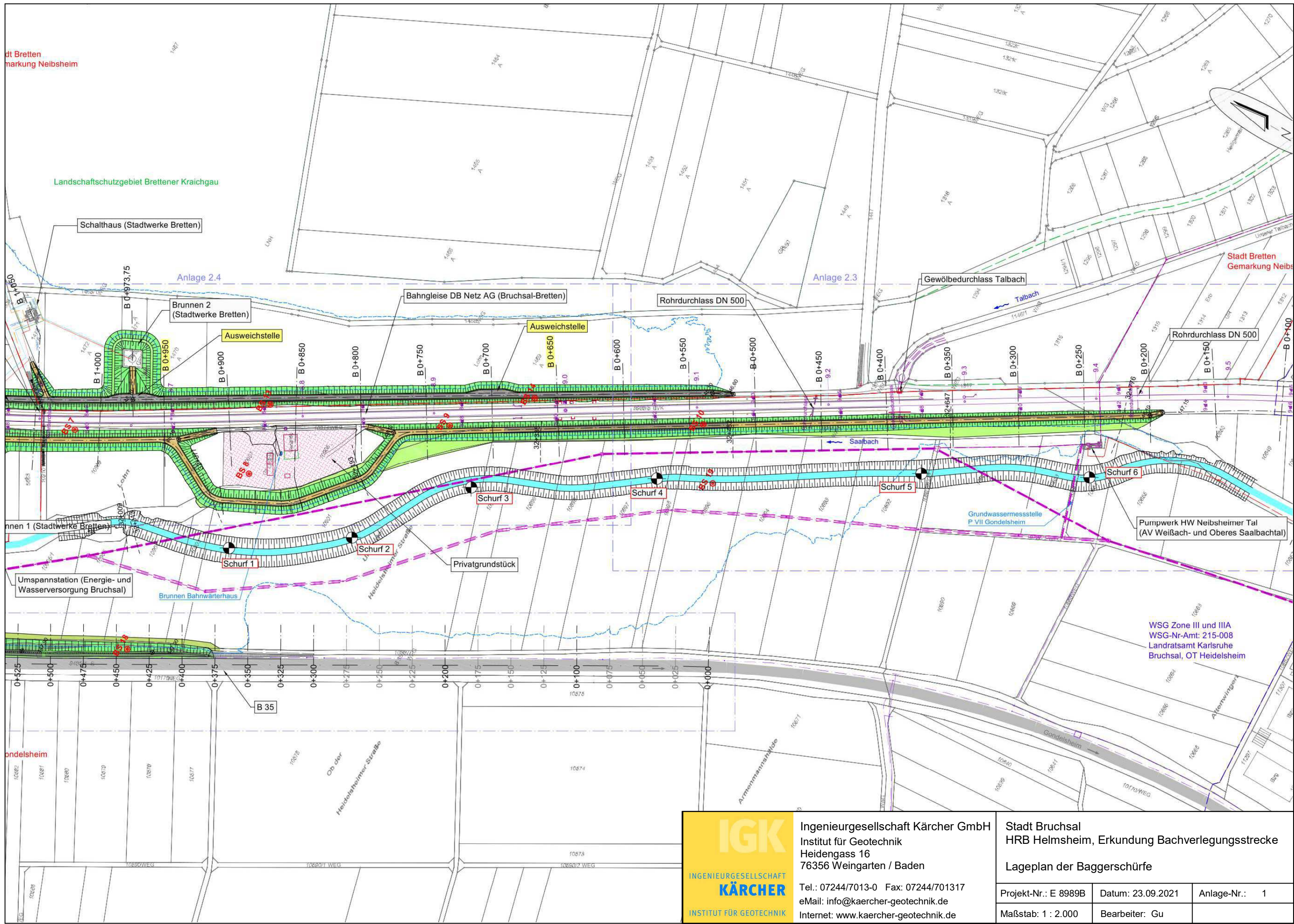
Es ist aber zu bedenken, dass der Wassergehalt der oberflächennahen Schichten witterungs- und hochwasserbedingt während des Baus auch höher sein kann. Zudem ist eine Vernässung während der Erdarbeiten oder der Zwischenlagerung möglich. In diesem Fall kann eine Bindemittelverbesserung des Bodens erfolgen. Wir empfehlen, diese planerisch zumindest für einen Teil des Bodeneinbaus vorzusehen.

aufgestellt:

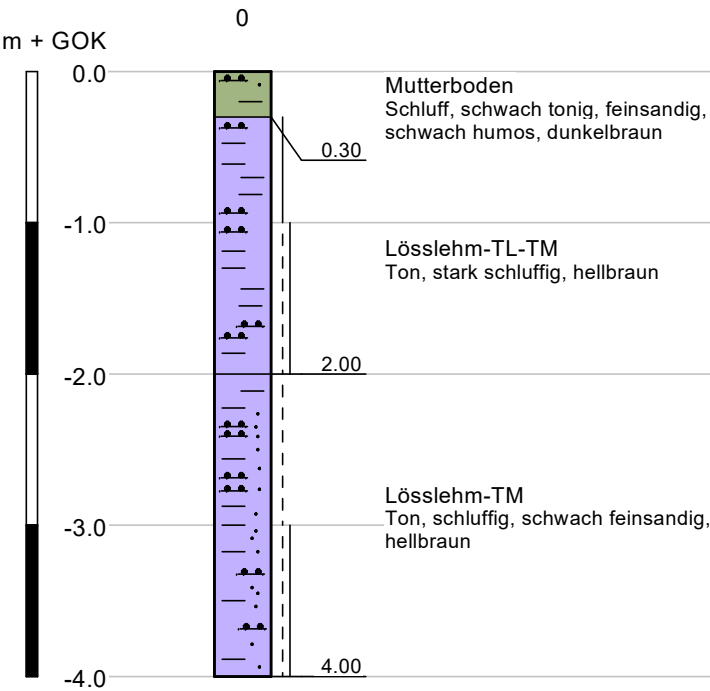
gez. Dipl.-Ing. M. Gutberlet

Anlagen:

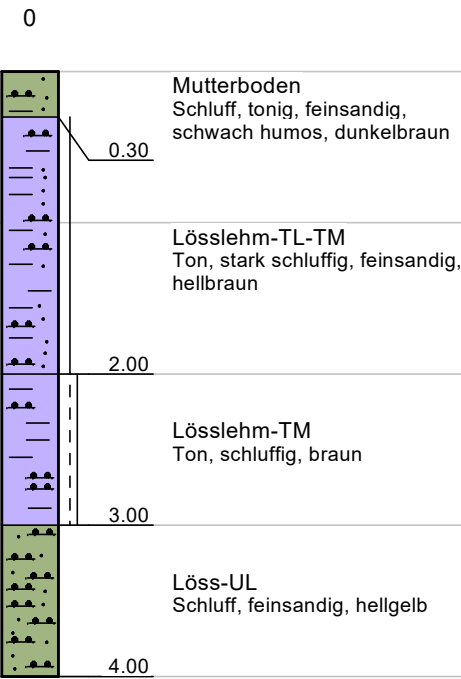
1. Baggerschürfe, Lageskizze und Profildarstellung 1 : 2.000
2. Baggerschürfe, Profildarstellung 1 : 50
3. Kornverteilungsanalysen
4. Konsistenzgrenzenbestimmungen nach Atterberg
5. Bestimmungen des natürlichen Wassergehaltes
6. Proctorversuche



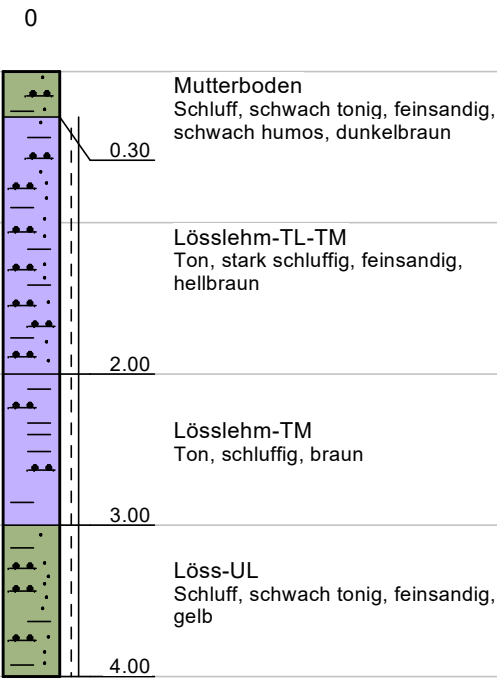
Schurf 1



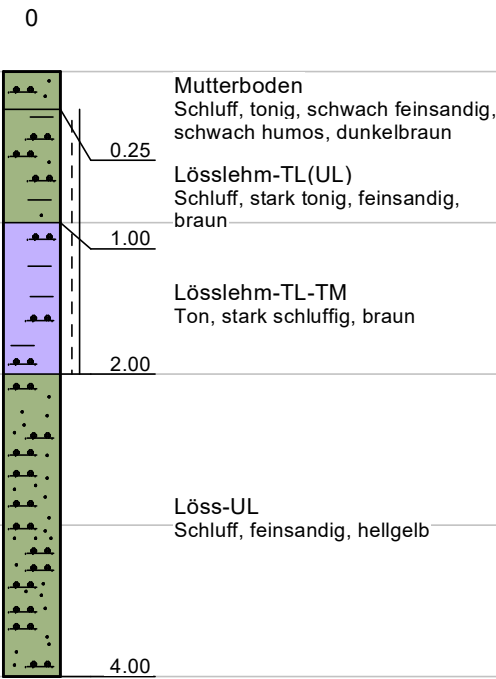
Schurf 2



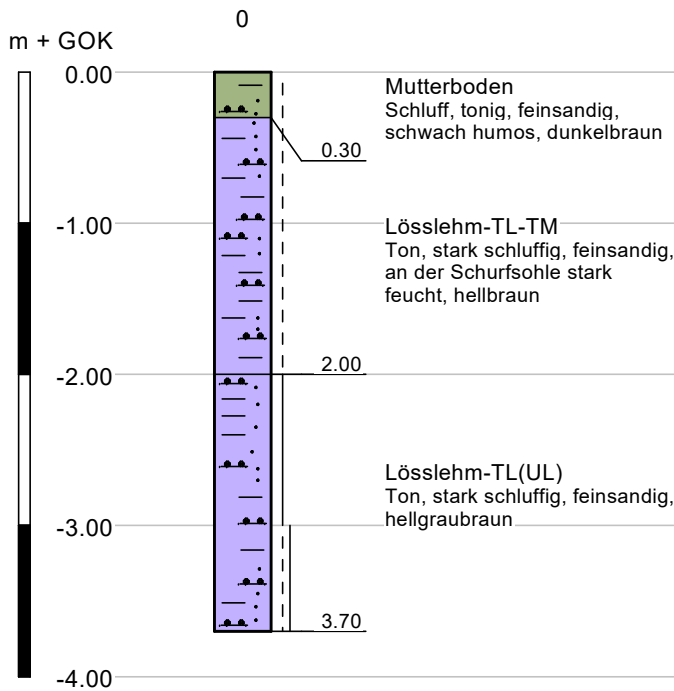
Schurf 3



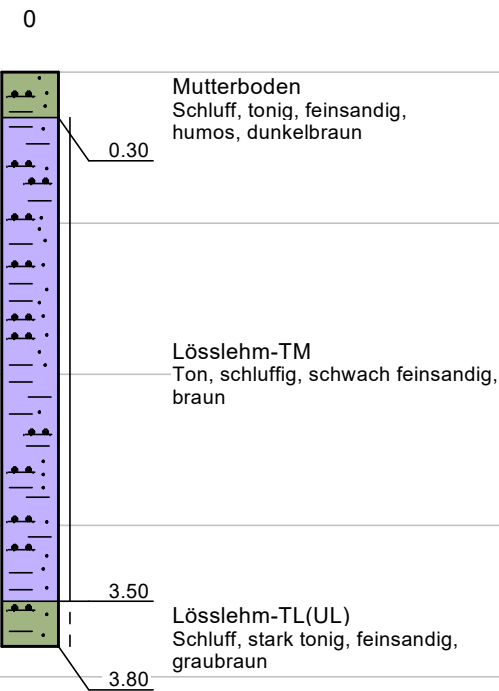
Schurf 4



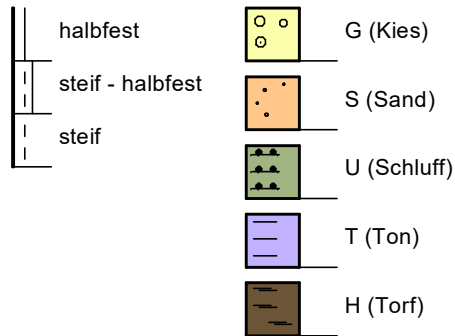
Schurf 5



Schurf 6



Legende



IGK

INGENIEURGESELLSCHAFT
KÄRCHER
INSTITUT FÜR GEOTECHNIK

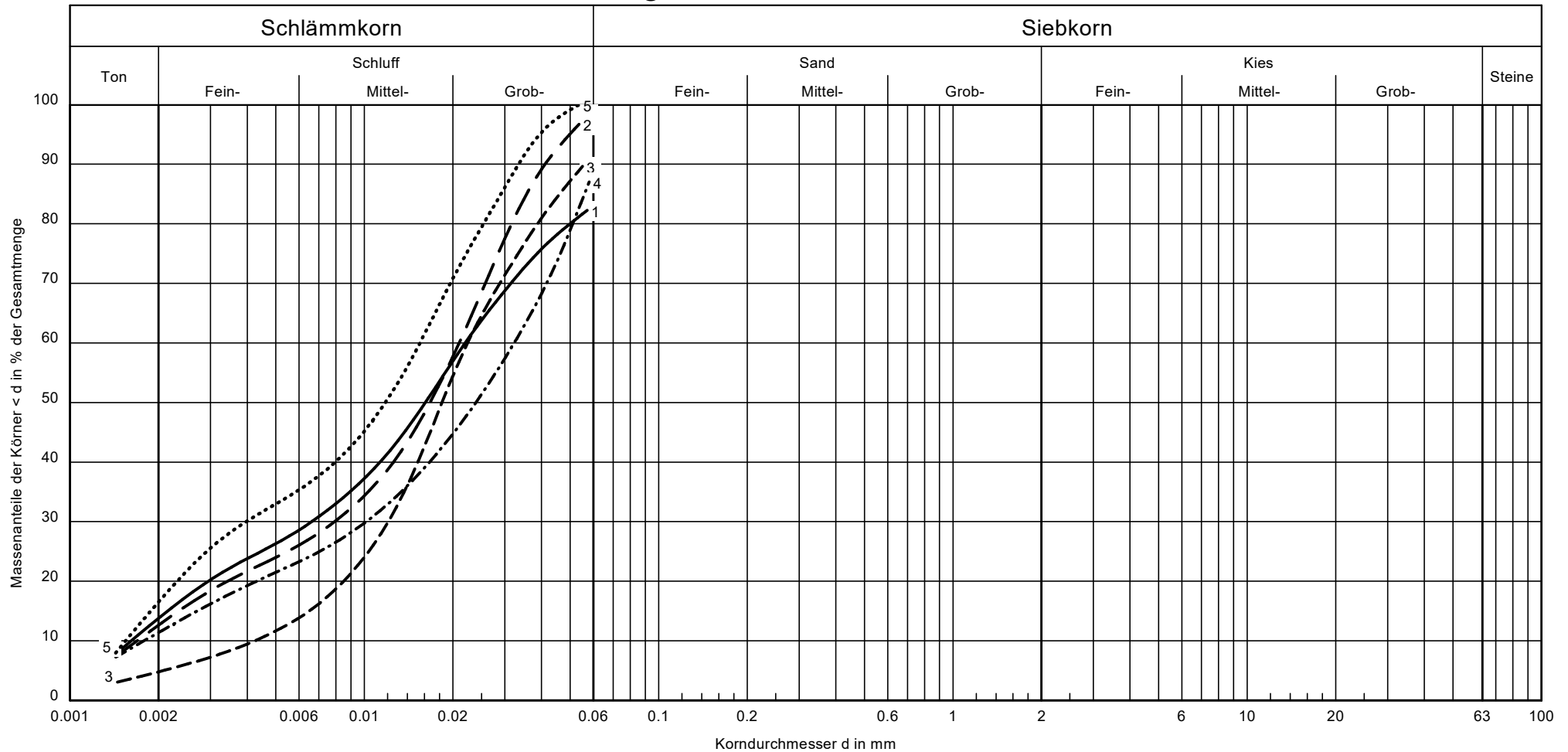
Ingenieurgesellschaft Kärcher GmbH
Institut für Geotechnik
Heidengass 16
76356 Weingarten/Baden
Tel. 07244/7013-0 Fax -17
eMail: info@kaercher-geotechnik.de

Stadt Bruchsal
Neubau HRB Helmsheim
Erkundung der Bachverlegungsstrecke

Baggerschürfe

Projekt-Nr.	Anlage	Maßstab	Datum	bearbeitet
8989	2	1:50	23.09.2021	Gu

Körnungslinie nach DIN 18 123



Signatur	Aufschluss:	Tiefe:	Bodenart:	U/Cc	T / U / S / G [%]:	d 10	d 15	d 30	d 50	d 60	Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH Heidengass 16 76356 Weingarten Tel.: 07244 / 7013-0 Fax: 7013-17 Stadt Bruchsal HRB Helmsheim, Erkundung Bachverlegungsstrecke Projekt-Nr.: E 8989 b Datum: 03.09.2021 Bearbeiter: Gu / Ka Anlage: 3			
————	S 1	2,0 - 3,0		13.6/1.2	13.8/86.2/ - / -	0.0016	0.0021	0.0066	0.0161	0.0220				
— — — —	S 2	1,0 - 2,0		12.4/1.8	12.6/87.4/ - / -	0.0017	0.0023	0.0079	0.0167	0.0210				
-----	S 4	3,0 - 4,0		5.3/1.5	4.8/95.2/ - / -	0.0043	0.0065	0.0121	0.0184	0.0224				
- · - · - ·	S 5	3,0 - 4,0		18.1/1.8	11.4/88.6/ - / -	0.0018	0.0027	0.0102	0.0239	0.0323				
········	S 6	1,0 - 2,0		10.0/0.7	16.5/83.5/ - / -	0.0015	0.0019	0.0040	0.0118	0.0155				



Bestimmung der Atterbergschen Grenzen / Diagramm

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
Institut für Geotechnik

Proj.: Stadt Bruchsal
HRB Helmsheim, Bachverlegungsstrecke

Be: Gu/Ka

E 8989b

Anl.:

4.1

31.08.2021

IGK

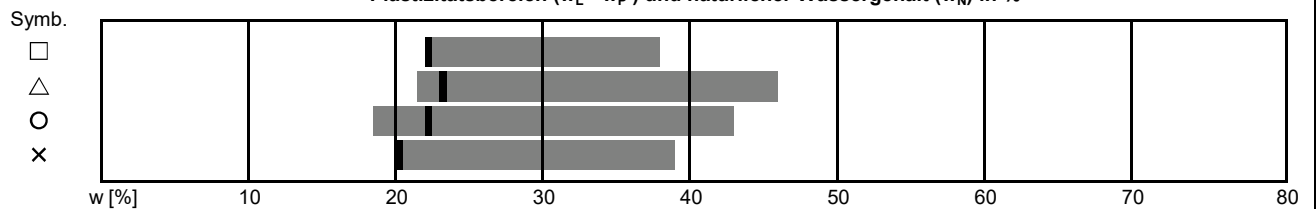
INGENIEURGESELLSCHAFT
KÄRCHER
mbH
INSTITUT FÜR GEOTECHNIK

Entnahmestelle	Symb.	Tiefe [m]		Fließgrenze w_L [%]	Ausrollgrenze w_P [%]	Wassergehalt w_N [%]	Konsistenz I_c [%]	Plastizität I_p [%]
S 1	□	1,00	2,00	37,8	21,8	22,0	98,8	16,0
S 1	△	2,00	3,00	45,7	21,3	22,9	93,2	24,4
S 2	○	2,00	3,00	43,3	18,3	21,5	86,9	25,0
S 3	×	1,00	2,00	38,9	20,3	20,5	98,7	18,7

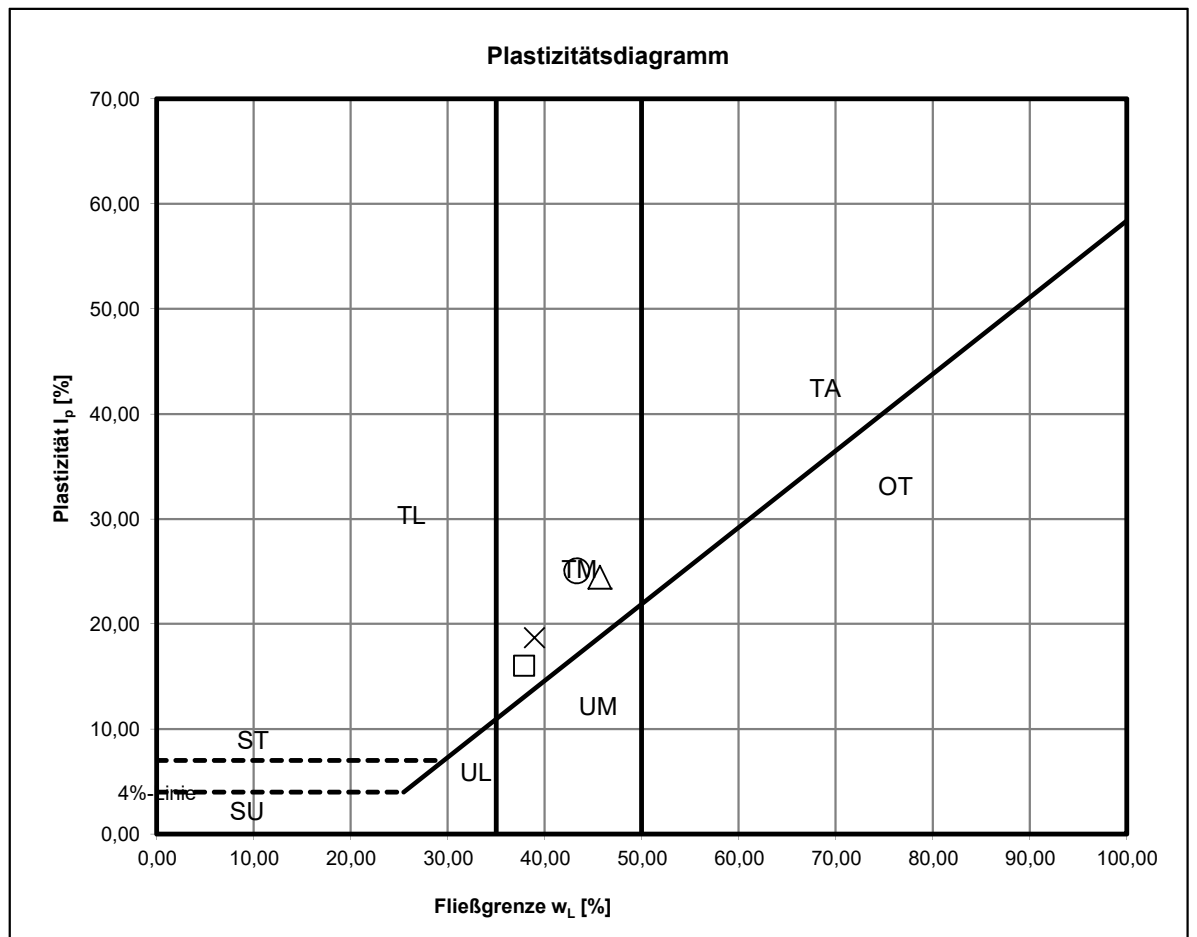
Zustandsform

Symb.	flüssig	breiig	weich	steif	halbfest	fest
□						
△						
○						
×						
	[I _c]	0	0,5	0,75	1	

Plastizitätsbereich ($w_L - w_P$) und natürlicher Wassergehalt (w_N) in %



Plastizitätsdiagramm



Bestimmung der Atterbergschen Grenzen / Diagramm

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
Institut für Geotechnik

Proj.: Stadt Bruchsal
HRB Helmsheim, Bachverlegungsstrecke

Be: Gu/Ka

E 8989b

Anl.: 4.2

4.2

01.09.2021

IGK

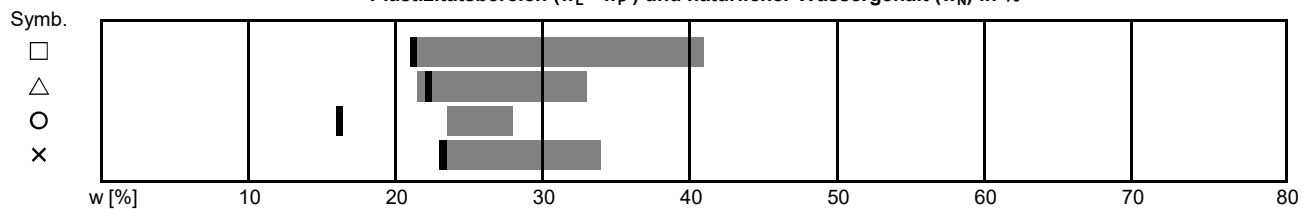
INGENIEURGESELLSCHAFT
KÄRCHER
mbH
INSTITUT FÜR GEOTECHNIK

Entnahmestelle	Symb.	Tiefe [m]		Fließgrenze W_L [%]	Ausrollgrenze W_P [%]	Wassergehalt W_N [%]	Konsistenz I_c [%]	Plastizität I_p [%]
S 3	□	2,00	3,00	41,5	20,8	20,8	99,8	20,7
S 4	△	0,00	1,00	32,8	21,0	21,8	93,7	11,8
S 4	○	3,00	4,00	27,8	23,2	16,3	251,0	4,6
S 5	×	3,00	4,00	33,8	23,0	22,7	102,8	10,8

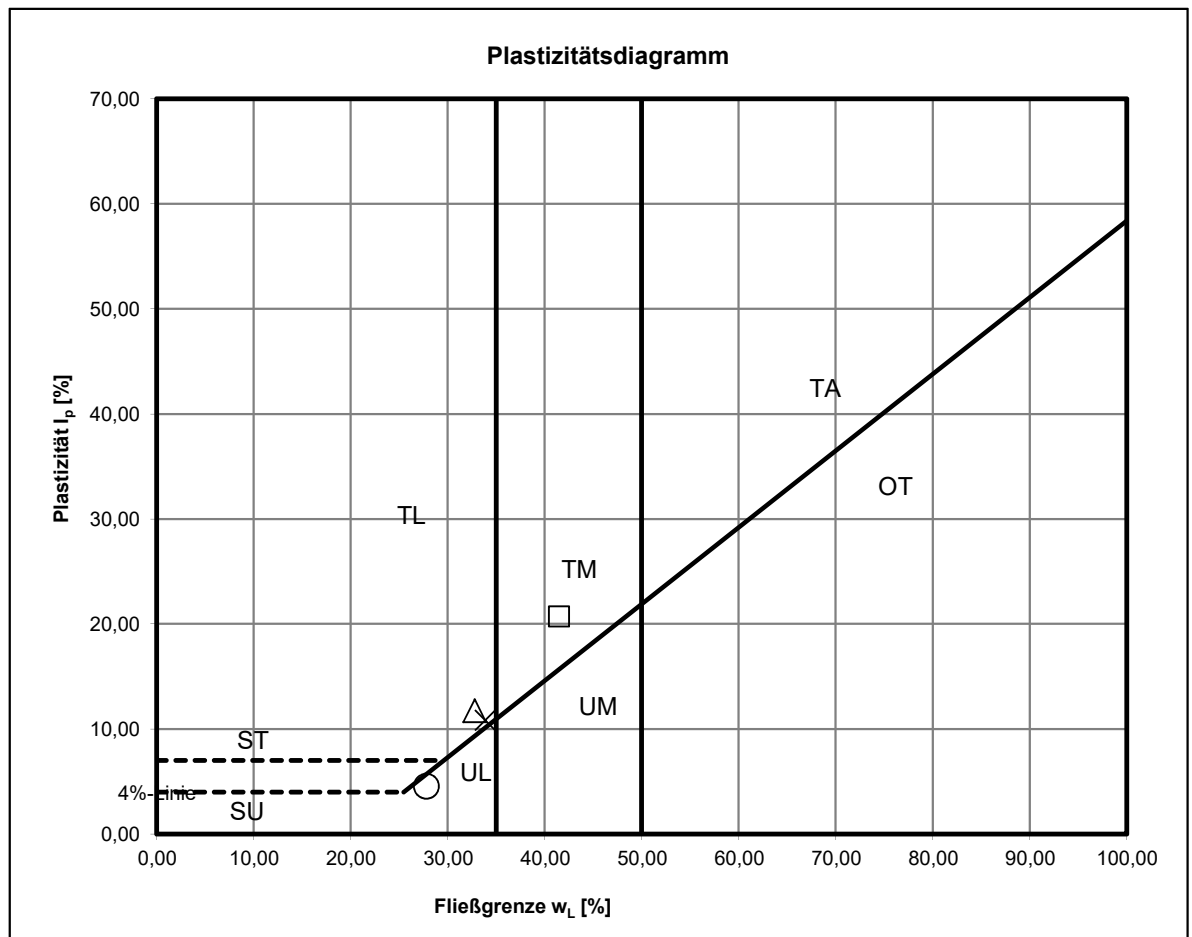
Zustandsform

Symb.	flüssig	breiig	weich	steif	halbfest	fest
□						
△						
○						
×						
	[I _c]	0	0,5	0,75	1	

Plastizitätsbereich ($w_L - w_P$) und natürlicher Wassergehalt (w_N) in %



Plastizitätsdiagramm



Bestimmung der Atterbergschen Grenzen / Diagramm

IGK

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
Institut für Geotechnik

Proj.: Stadt Bruchsal
HRB Helmsheim, Bachverlegungsstrecke

Be: Gu/Ka

E 8989b

Anl.: 4.3

4.3

01.09.2021

INGENIEURGESELLSCHAFT
KÄRCHER
mbH
INSTITUT FÜR GEOTECHNIK

Entnahmestelle	Symb.	Tiefe [m]		Fließgrenze w_L [%]	Ausrollgrenze w_P [%]	Wassergehalt w_N [%]	Konsistenz I_c [%]	Plastizität I_p [%]
S 6	□	1,00	2,00	49,6	26,1	23,1	112,6	23,5

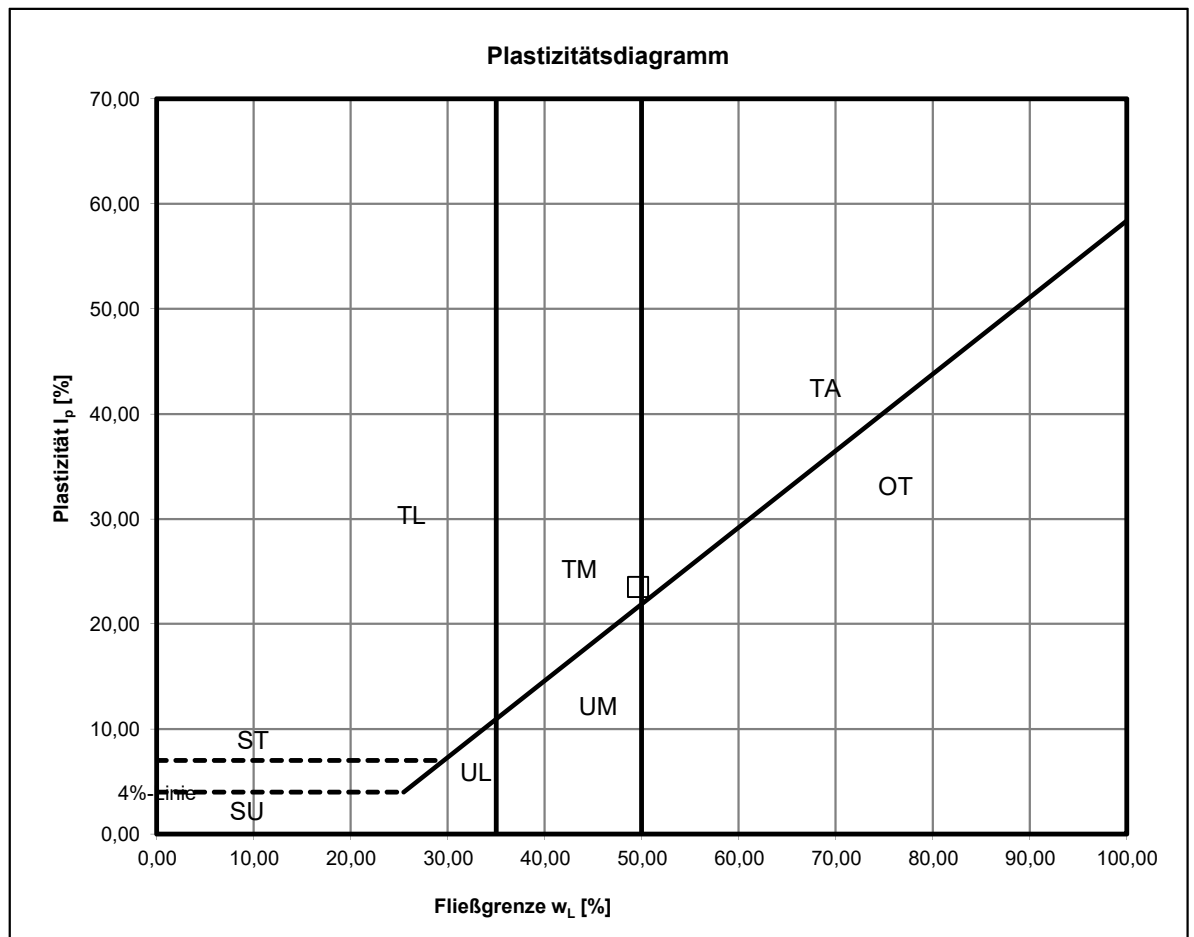
Zustandsform

Symb.	flüssig	breiig	weich	steif	halbfest	fest
□					I	
	[I_c]	0	0,5	0,75	1	

Plastizitätsbereich ($w_L - w_P$) und natürlicher Wassergehalt (w_N) in %

Symb.									
□									
w [%]	10	20	30	40	50	60	70	80	

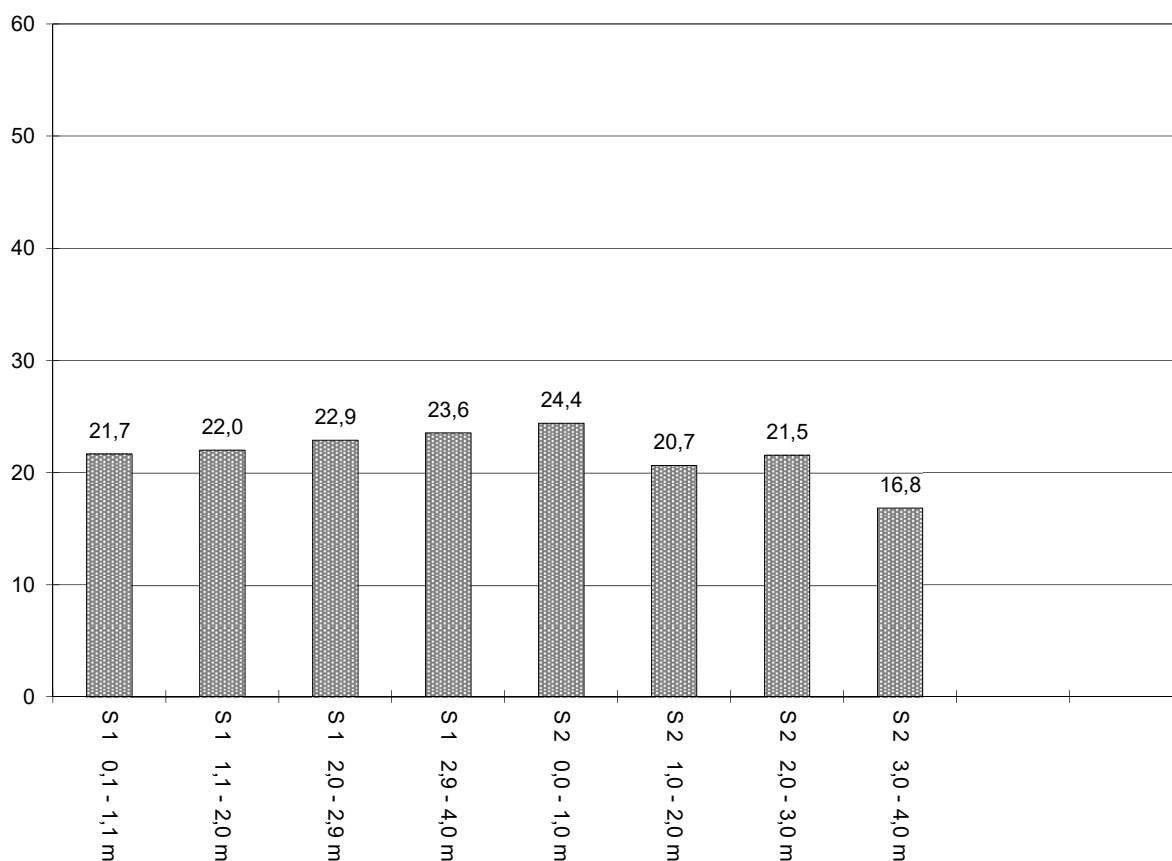
Plastizitätsdiagramm



Wassergehaltsbestimmung



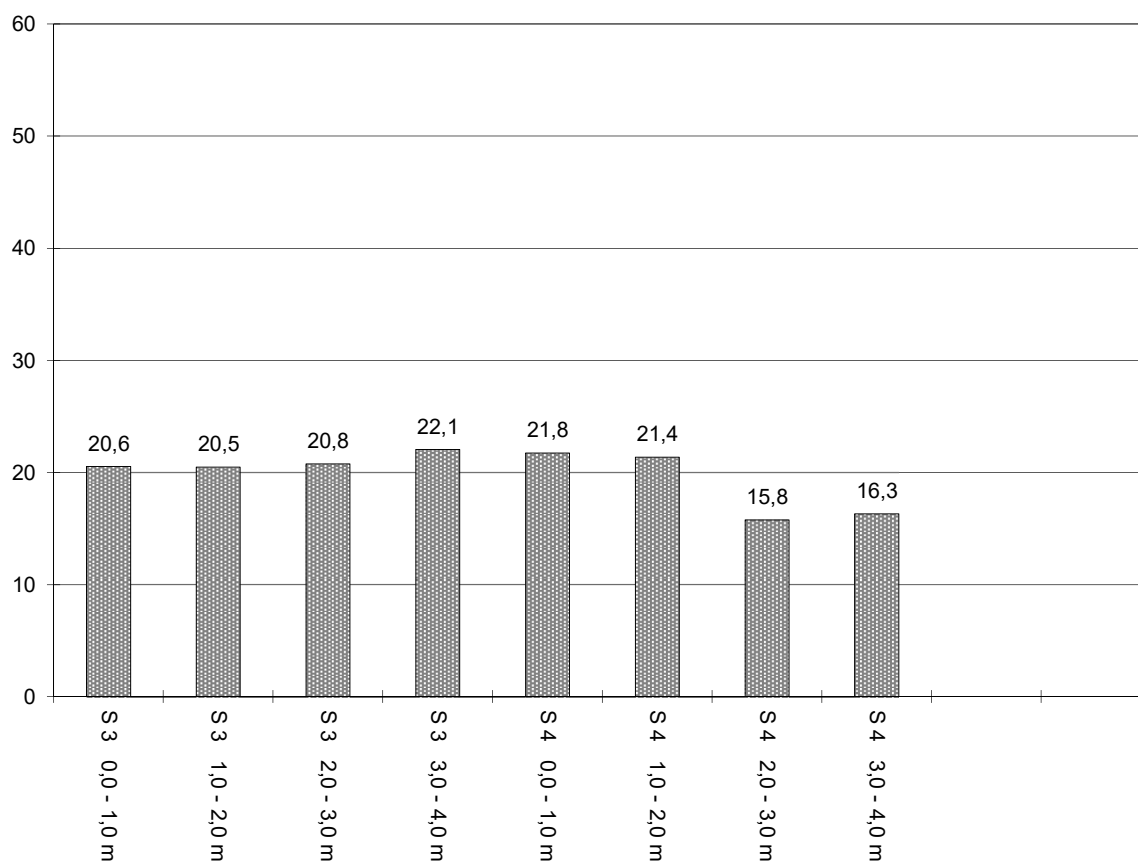
Entnahmestelle und Tiefe	Bodenart	Wassergehalt	Bemerkung
S 1 0,1 - 1,1 m		21,66 %	
S 1 1,1 - 2,0 m	TM/TL, s-hf	22,00 %	
S 1 2,0 - 2,9 m	TM, s	22,91 %	
S 1 2,9 - 4,0 m		23,56 %	
S 2 0,0 - 1,0 m		24,41 %	
S 2 1,0 - 2,0 m		20,65 %	
S 2 2,0 - 3,0 m	TM, s	21,54 %	
S 2 3,0 - 4,0 m		16,84 %	



Wassergehaltsbestimmung



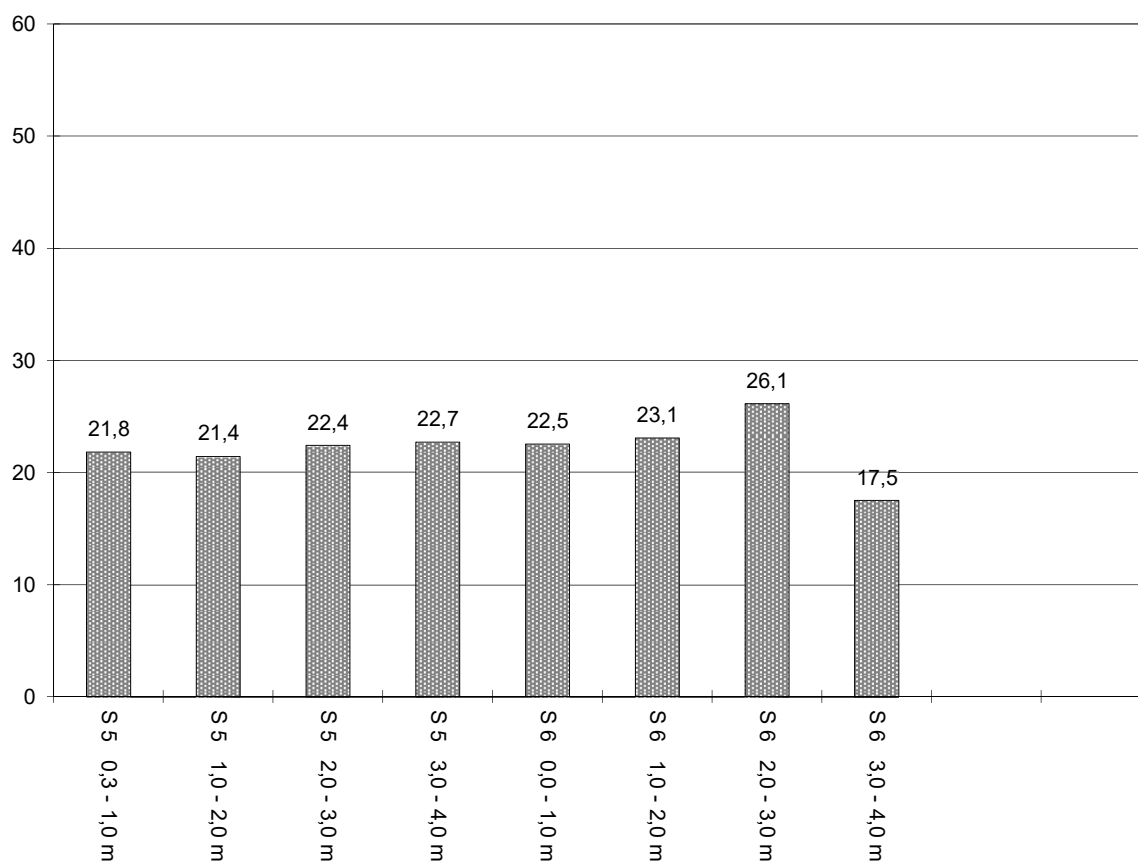
Entnahmestelle und Tiefe	Bodenart	Wassergehalt	Bemerkung
S 3 0,0 - 1,0 m		20,56 %	
S 3 1,0 - 2,0 m	TM/TL, s-hf	20,49 %	
S 3 2,0 - 3,0 m	TM, s-hf	20,79 %	
S 3 3,0 - 4,0 m		22,05 %	
S 4 0,0 - 1,0 m	TL/UL, s-hf	21,76 %	
S 4 1,0 - 2,0 m		21,39 %	
S 4 2,0 - 3,0 m		15,77 %	
S 4 3,0 - 4,0 m	UL	16,31 %	



Wassergehaltsbestimmung



Entnahmestelle und Tiefe	Bodenart	Wassergehalt	Bemerkung
S 5 0,3 - 1,0 m		21,83 %	
S 5 1,0 - 2,0 m		21,45 %	
S 5 2,0 - 3,0 m		22,43 %	
S 5 3,0 - 4,0 m	TL/UL, s-hf	22,73 %	
S 6 0,0 - 1,0 m		22,54 %	
S 6 1,0 - 2,0 m	TA, hf	23,10 %	
S 6 2,0 - 3,0 m		26,13 %	
S 6 3,0 - 4,0 m		17,52 %	



Proctordichte

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
Institut für Geotechnik

Tel.: 07244/7013-0 Fax: 07244/ 7013-17

Datum: **16.09.2021**

Be: **Gu/JH**

Anlage: **6.1**

E 8989b

Proj.: **Stadt Bruchsal**

Versuch 1

HRB Helmsheim, Bachverlegungsstrecke

Bo/Sch: **Schurf 1-5** Tiefe: **div.**

Boden: **Ton, schluffig (TM)**

Proctordichte : **1,69** g/cm³

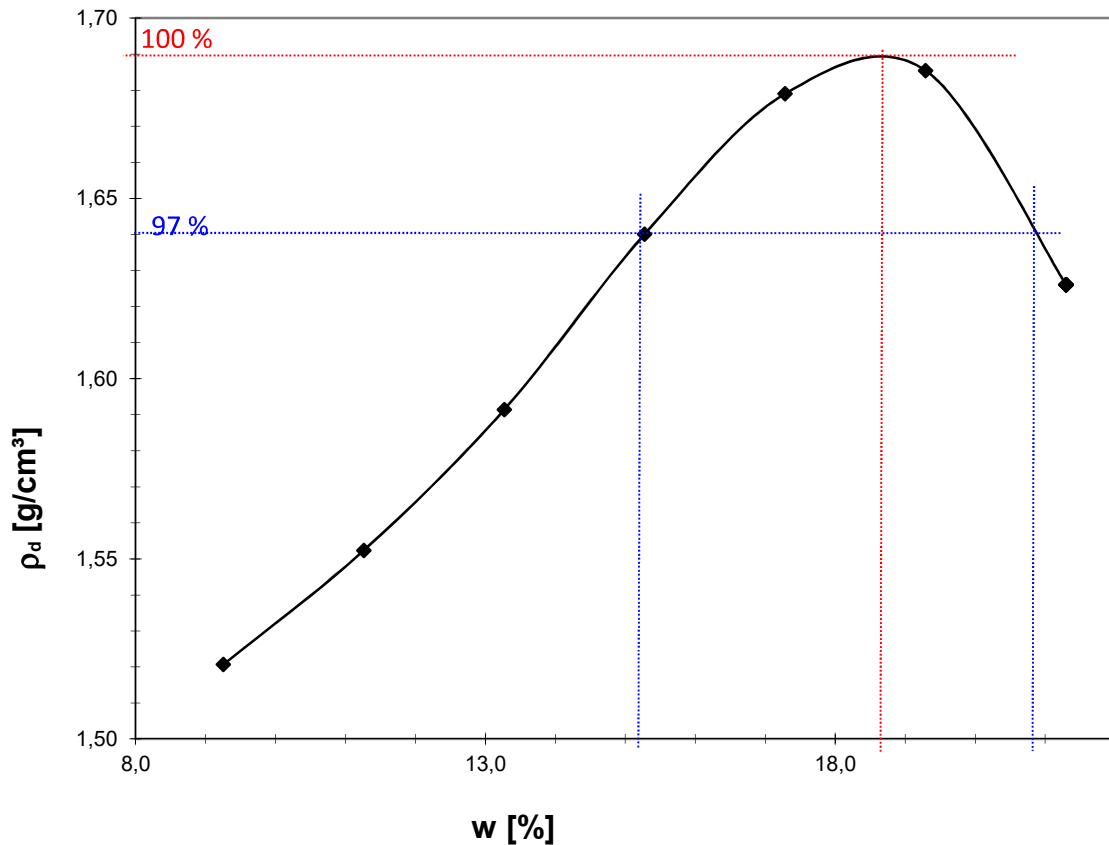
optimaler Wassergehalt : **18,6** %

97% Proctordichte : **1,64** g/cm³

Spanne Wassergeh. 97% : **15,3 - 20,8** %

Bemerkung :

Proctorkurve



Proctordichte

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
Institut für Geotechnik

Tel.: 07244/7013-0 Fax: 07244/ 7013-17

Datum: **16.09.2021**

Be: **Gu/JH**

Anlage: **6.2**

E 8989b

Proj.: **Stadt Bruchsal**

Versuch 2

HRB Helmsheim, Bachverlegungsstrecke

Bo/Sch: **Schurf 1-5** Tiefe: **div.**

Boden: **Ton, stark schluffig (TL, TM)**

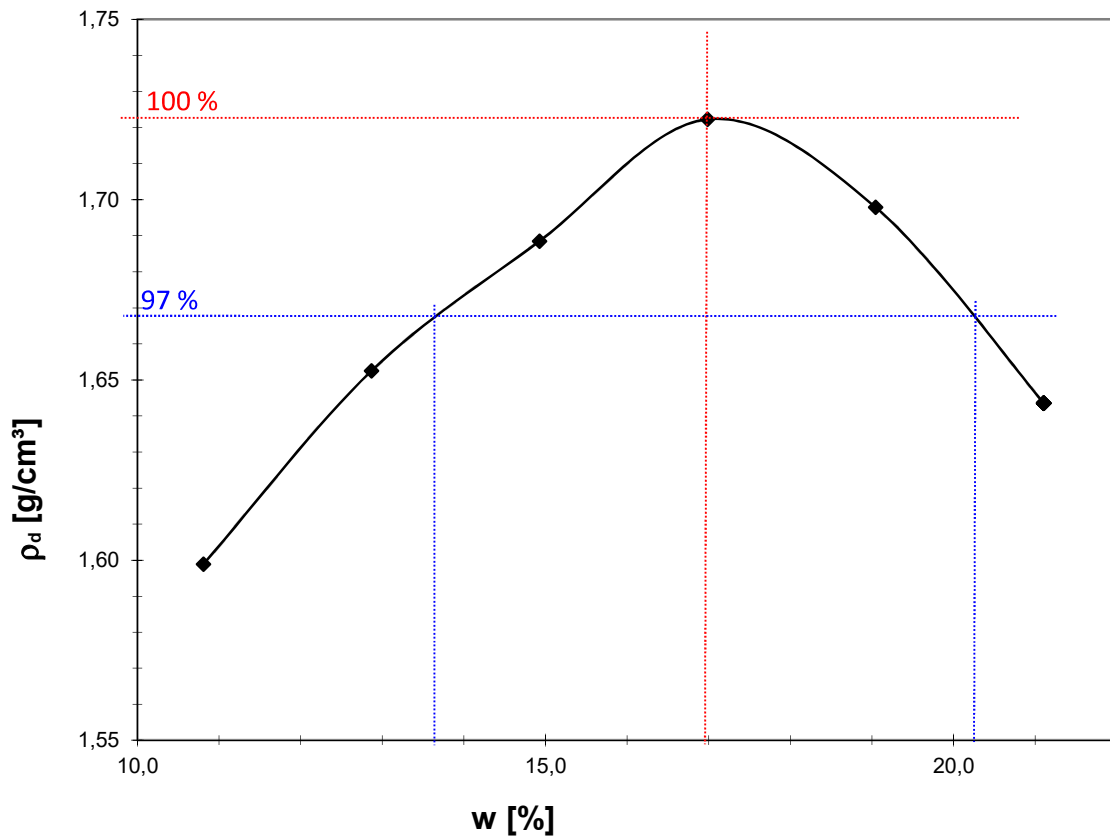
Proctordichte : **1,72** g/cm³

optimaler Wassergehalt : **17,0** %

97% Proctordichte : **1,67** g/cm³

Spanne Wassergeh. 97% : **13,7 - 20,3** %

Proctorkurve



Proctordichte

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
Institut für Geotechnik
Tel.: 07244/7013-0 Fax: 07244/ 7013-17

Datum: **16.09.2021**

Be: **Gu/JH**

Anlage: **6.3**

E 8989b

Proj.: **Stadt Bruchsal**

Bo/Sch: **Schurf 1-5** Tiefe: **div.**

Boden: **Ton, stark schluffig (TL/UL)**

Proctordichte : **1,76** g/cm³

optimaler Wassergehalt : **15,5** %

97% Proctordichte : **1,71** g/cm³

Spanne Wassergeh. 97% : **12,7 - 17,4** %

Proctorkurve

