

- Altlasten
- Baugrund
- Sachverständigengutachten
- Abrisskataster
- Erd- und Grundbau
- Tiefbau-/Rückbauplanung
- Baubiologie
- Erd-/Verbaustatik
- Bau-/Fachbauleitung
- BGR 128 / SiGeKo
- Baumesstechnik
- Due Diligence
- Geoinformatik
- Geothermie
- Versickerung/Dränagen



KÜHN Geoconsulting GmbH® • Auf der Kaiserfuhr 39 • 53127 Bonn

Aufbau- und Entwicklungsgesellschaft
Bad Neuenahr-Ahrweiler mbH
Hauptstraße 136a

53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler

Auf der Kaiserfuhr 39
 53127 Bonn
 Tel.: (02 28) 9 89 72-0
 Fax: (02 28) 9 89 72-11
 info@geoconsulting.de
 www.geoconsulting.de

Ihre Nachricht

Ihr Zeichen

Unser Zeichen
 2250076BG_S02

Datum
 15.04.2025

Betr.: BV Neubau Feuerwache Heppingen
Hier: Stellungnahme zu den Möglichkeiten einer Flachgründung

1 Situation, Auftrag, durchgeführte Untersuchungen und verwendete Unterlagen

Die GUG erstellte im Auftrag der Aufbau- und Entwicklungsgesellschaft Bad Neuenahr-Ahrweiler mbH den Geotechnischen Bericht [U1] für das o.g. Bauvorhaben in Heppingen. Im Rahmen dieses Gutachtens wurden auf Grundlage einer Fehleinschätzung der anstehenden Lößböden eine Bodenverbesserung mittels Rüttelstopfsäulen empfohlen. Da dies aufgrund einer tiefliegenden Hochspannungsfreileitung oberhalb des Grundstücks nicht durchführbar ist, wurde die Kühn Geoconsulting GmbH mit einer Bewertung der Gründungsempfehlung beauftragt. Hierzu wurde die Stellungnahme [U2] angefertigt, in welcher wir zu dem Schluss kamen, dass die Bewertung der Konsistenz der anstehenden Lößböden auf Grundlage der falschen Methodik erfolgte. Wir wurden daraufhin mit der Erstellung einer Stellungnahme zu den Möglichkeiten einer Flachgründung beauftragt. Es handelt sich dabei nicht um eine Überarbeitung des vorliegenden Baugrundgutachtens [U1].

Zur Ausführung standen uns Folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [U1] GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH**
Baugrunduntersuchung (Geotechnischer Bericht) für den Neubau einer Feuerwache in der Landskroner Straße 156 in Heppingen
Projekt.: 24118-1
Stand: 22.11.2024

- [U2] Kühn Geoconsulting GmbH**
Stellungnahme zu den Gründungsempfehlungen des IB GUG
2250076BG_S01
Stand: 22.02.2025

- [U3] Feigenbutz Panzer Architekten Partnergesellschaft mbH**
Neubau Feuerwache Heppingen
Entwurfsplanung
Schnitte AA bis FF sowie Schnitt Straße
Stand: 18.04.2024
Maßstab: 1:200

- [U4] Schneider & Steib Beratende Ingenieure PartG mbH**
BV Feuerwache Heppingen
LPH 2 - Lastangaben
Stand: 08.04.2025

- [U5] Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen**
 - Ingenieurgeologische Karte, Blatt 5208 Bonn, Blatt 2
Stand: 1998
 - Ingenieurgeologische Karte, Blatt 5007 Köln, Erläuterungen
Stand: 1986

Zusätzlich wurde im Rahmen der Untersuchungen uns vorliegendes Kartenmaterial wie z.B. die geologische Karte, Blatt 5408, Ahrweiler ausgewertet.

2 Ergebnisse

2.1 Geländeuntersuchungen

Am 13.03.2025 fand ein Ortstermin auf der Baustelle statt. Im Zuge dessen wurden 3 Schürfe angelegt, ingenieurgeologisch aufgenommen und ungestörte Proben mittels Ausstechzylinder aus dem anstehenden Boden entnommen.

Die Lage der Schürfe kann der Anlage 1 entnommen werden. Die anstehenden Lößböden wiesen überall eine mindestens steife Konsistenz, untergeordnet auch steif bis halbfeste Zustandsformen

auf. Aufgeweichte Böden wurden nicht festgestellt.

Schurf 1



Schurf 2



Schurf 3



Abbildungen 1a bis 1c: Fotodokumentation aus der Schurfaufnahme

2.2 Laborversuche

Die im Rahmen des o.a. Ortstermins entnommenen Proben aus dem Löß wurden zur Durchführung von bodenmechanischen Laborversuchen an den Lehrstuhl für Geotechnik der RWTH Aachen versandt. Hier wurden an drei Proben die Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18122-LM bzw. DIN 18122-P, die Wassergehalte nach DIN 18121-LO und die Dichte nach DIN 18125-LA bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zu sehen.

Tabelle 1: Ermittelte Wassergehalte der Deckschichten

Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Ansprache	Wassergehalt [%]	Plastizitätszahl	Konsistenz
S3-1	2,00	U, t'	20,0	0,143	steif
S2-1	2,00	U, t'	20,5	0,100	steif
S1-1	2,00	U, t'	17,9	0,083	steif

n.b. = nicht bestimmt

Nach der Bohrgutansprache weisen die Deckschichten bei Wassergehalten von 17,9 bis 20,5 % eine steife Konsistenz auf. Die Deckschichten sind als sehr wasserempfindlich einzustufen. Sie neigen bei Wasserzutritt zum Ausfließen und Aufweichen.

Zusätzlich wurden die Fließ- und Ausrollgrenzen nach DIN 18122-LM ermittelt. Demnach beträgt

die Fließgrenze $w_L = 25,2$ bis $31,8$ % und die Ausrollgrenze $w_P = 16,9$ bis $18,0$ %. Die Plastizitätszahl I_P liegt bei $0,083$ bis $0,143$. Die Lößböden sind dementsprechend als gering plastisch zu bewerten.

Die Feuchtdichte der Lößböden wurde gemäß der Dichtebestimmung nach DIN 18125-LA mit $18,23 \text{ g/cm}^3$ bis $18,79 \text{ g/cm}^3$ bestimmt. Im Mittel ergibt sich eine Feuchtdichte von $18,47 \text{ g/cm}^3$.

2.3 Literaturwerte und charakteristische Baugrundkennwerte

Im Rahmen der Untersuchung wurden die Literaturwerte gem. Tabelle 2 nach [U5] recherchiert:

Tab 2: Literaturwerte gem. [U5]

Bodenart	Wichte	Wichte unt. Auftrieb	Kohäsion	Reibungswinkel	Steifemodul
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[MN/m ²]
Löß, weich – steif*	18,0 – 21,0	11,0	0,0 – 20,0	25,0 – 30,0	5,0 – 20,0
Löß, halbfest**	18,0 – 20,0	10,0	10,0	28,0 – 33,0	8,0 – 20,0
Lößlehm, steif**	18,0 – 20,0	10,0	10,0	25,0 – 30,0	8,0 – 12,0

* IK 5208, Bonn ** IK 5007, Köln

Aus den vorgenannten Ergebnissen (Abschnitte 2.1 und 2.2) sowie aus den vorgenannten Literaturwerten ergeben sich die in der nachfolgenden Tabelle 3 angegebenen charakteristischen Baugrundkennwerte. Hierbei wurden Kohäsion, Reibungswinkel und Steifemodul aus den Literaturwerten gemittelt und ggf. auf der sicheren Seite liegend abgerundet, die Wichte ergibt sich aus den Laborversuchen. Diese nachfolgenden charakteristischen Baugrundkennwerte gemäß Tabelle 3 wurden zur Bemessung angesetzt.

Tab 3: Charakteristische Baugrundkennwerte nach DIN 1054

Bodenart	Wichte	Wichte unt. Auftrieb	Kohäsion	Reibungswinkel	Steifemodul
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[MN/m ²]
Löß/Lößlehm	18,5	10,0	10,0	27,5	12,0

3 Gründung

3.1 Gründungssituation und Gründungsempfehlung

Die mindestens steifen Lößböden sind erfahrungsgemäß zur Aufnahme von Bauwerkslasten geeignet. Grundsätzlich kommen hier sowohl eine Gründung über Einzel- und Streifenfundamente als auch eine Gründung über elastisch gebettete Stahlbetonbodenplatten in Frage. Nach Absprache mit dem Tragwerksplaner ist derzeit ausschließlich eine Plattengründung vorgesehen. Sollten abweichend dazu zusätzliche Angaben wie z.B. die Angabe von Sohlwiderständen für eine mögliche Fundamentgründung einzelner Bauteile notwendig sein, bitten wir um Rückmeldung.

Bei dem geplanten Gebäude handelt es sich gemäß [U3] um eine eingeschossige Fahrzeug-/Werkstatthalle mit einem zweigeschossigen Büro-/Sozialtrakt. Aufgrund der leichten Hanglage bindet das Gebäude hangseitig etwa 1,50 m in den Untergrund ein, während es talseitig in etwa auf GOK ausläuft. Zur Straße hin fällt das Grundstück um weitere ca. 0,36 m ab.

Zu den östlich angrenzenden Nachbargebäuden ist gemäß aktueller Planung ein Abstand von etwa 9,75 m vorgesehen. Dieser Bereich wird als Fahrgasse ausgebaut. Im Zuge der Planung der Fahrgasse ist die DIN 4123 zu beachten.

Für die Plattengründung sind sämtliche Auffüllungen unterhalb der Bodenplatte durch Tragschichtmaterial zu ersetzen. Die Tragschicht muss dabei eine Mindestdicke von $\geq 0,70$ m unter der Bodenplatte aufweisen. Für den Bodenaustausch bzw. die Tragschicht ist ein gut verdichtbares Material der Körnung 0/45 mm oder 0/56 mm zu verwenden (Verdichtbarkeitsklasse V1 nach ZTVA-StB 17, z.B. Natursteinschotter, Kiessande). Das Material ist lagenweise einzubauen und mit geeignetem Gerät zu verdichten. Falls RCL-Material eingesetzt werden soll, ist dies gemäß der Ersatzbaustoffverordnung bezüglich der einzuhaltenden chemischen Grenzwerte und Abstand zum Grundwasserstand zu prüfen und bei der zuständigen Umweltbehörde anzuzeigen. Zusätzlich ist die gründungstechnische Eignung im Vorfeld mit Prüfzeugnis zur Kornverteilung, Volumenbeständigkeit etc. nachzuweisen. Generell muss das Material lagenweise eingebaut und auf 100% der einfachen Proctordichte verdichtet werden. Eine ausreichende Verdichtung ist anhand von Verdichtungskontrollen nachzuweisen. Weiterhin muss beim Einbau eines Bodenaustausches dieser durch ein Filtervlies (mind. $\geq$ GRK 4, entspr. M Geok E Merkblatt für die Anwendung von Geotextilien im Erdbau des Straßenbaues:2016) vom anstehenden Boden getrennt werden. Die Gründungssohlen sind unbedingt vom Geotechnischen Sachverständigen im Rahmen eines Ortstermins abzunehmen. Sollten im Rahmen der Planumserstellung aufgeweichte Böden vorgefunden werden, so ist der geotechnische Sachverständige unverzüglich in Kenntnis zu setzen und es sind zusätzliche Maßnahmen festzulegen.

Generell muss bei einer Gründung in jedem Falle die Zone der jahreszeitlich durch Frost oder Austrocknung bedingten Volumenänderungen von mindestens 0,80 m Tiefe durchgründet werden. Maßgebend für die Frostsicherheit ist die Geländehöhe im Endzustand. Da die Bodenplatte lediglich in einer Stärke von 0,30 m geplant ist, empfehlen wir die Anordnung einer (ggf. entkoppelten) Frostschräge.

Bei den nachfolgenden Berechnungen wurde der Grundwasserstand auf der sicheren Seite liegend auf Höhe der Geländeoberkante angesetzt, da uns keine verlässlichen Angaben zu Grundwasserständen vorliegen und sich im Nachgang von Regenereignissen aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit der Lößböden Wasser bis zur Geländeoberkante aufstauen kann. Dies ist entsprechend auch der Ermittlung der Auftriebssicherheit zu berücksichtigen.

3.2 Gründung über eine Bodenplatte (zur Vorbemessung)

Das Bettungsmodul ergibt sich aus dem Quotienten von Sohlnormalspannung und der entsprechenden Setzung. Weiterhin muss die Größe der Bodenplatte und die damit verbundene Einfluss-tiefe berücksichtigt werden. Aus den o.g. Gründen kann das Bettungsmodul zunächst nur zur Vorbemessung ermittelt werden. Hierbei wurde exemplarisch eine 8,0 m x 8,0 m große Ersatzfläche betrachtet und das Bettungsmodul anhand von orientierenden Setzungsberechnungen für verschiedene Flächenlasten ermittelt.

Es ergeben sich für die zur Vorbemessung angesetzte Ersatzfläche mit einer vollflächigen Last von 30 kN/m², 60 kN/m² und 90 kN/m² die folgenden Setzungen und, daraus abgeleitete, näherungsweise die entsprechenden Bettungsmoduln (k_s) entsprechend der nachfolgenden Tabelle 4.

Tabelle 4: Bettungsmodul für Bodenplatte (zur Vorbemessung)

Lastansatz zur Vorbemessung [kN/m ²]	Setzungen [cm] Mitte - Rand	k_s -Wert [MN/m ³] Mitte - Rand
30,0	0,5...0,7	4,5...6,0
60,0	1,7...1,5	3,5...4,0
90,0	2,4...2,6	3,5...3,3

Bei der Betrachtung der zur Vorbemessung ermittelten Setzungen/Setzungsunterschiede muss berücksichtigt werden, dass für Setzungsberechnungen (n. DIN 4019) mit den üblicherweise zur Verfügung stehenden Programmen, wie auch dem hier verwendeten Programm GGU/Footing, die Bodenplatten als schlaffe Ersatzlast betrachtet wird und sich daher entspr. Setzungsmulden ergeben. Tatsächlich werden sich diese Setzungsmulden nicht in der dargestellten Weise einstellen,

sondern es werden sich, wie auch in DIN 4019 angegeben, bedingt durch die Steifigkeit der Bodenplatte, durch die Aussteifung der Wände usw., z.B. die Setzungen am Rande des starren Baukörpers etwas erhöhen und dagegen im mittleren Bereich, also in der Setzungsmulde, etwas kleiner bleiben. Müssen geringere Setzungen eingehalten werden, so werden zusätzliche Maßnahmen notwendig.

Die o.g. Werte dürfen nur zur Vorbemessung angesetzt werden. Die Festlegung exakter Angaben zum Bettungsmodul kann nur anhand ergänzender Setzungsberechnungen (nach DIN 4019) auf Grundlage exakter Lastangaben erfolgen.

4 Schlussbemerkung

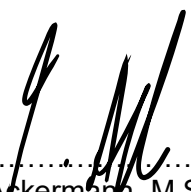
Die Beschreibung der Bodenverhältnisse beruht auf punktuellen Aufschlüssen, zwischen denen linear interpoliert wurde. Abweichungen in Bereichen zwischen den Untersuchungspunkten können nicht ausgeschlossen werden.

Weiterhin verweisen wir im Übrigen auf die einschlägigen Normen zur Bauausführung (DIN 4123, DIN 4124, DIN 18533-1, DIN 4149, etc.) sowie den geotechnischen Bericht [U1]. Die vorliegende Stellungnahme ersetzt diesen nicht. Die in der vorliegenden Stellungnahme getroffenen Aussagen beziehen sich nur auf die Einstufung des Bodens bezüglich seiner Eignung als Baugrund, ausschließlich einer Beurteilung evtl. auftretender, umweltrelevanter Verschmutzungen.

Dem Baugrundgutachter sollte Gelegenheit zur Überprüfung des Baugrunds während der Aushubarbeiten gegeben werden. Die Gründungssohlen sind vom Baugrundgutachter abzunehmen.

Bonn, den 15. April 2025

Kühn Geoconsulting GmbH

ppa. 
.....
Tobias Ackermann, M.Sc. Geow.
Prokurist



Die Bohrpunkte B1 / DPH1 bis B5 / DPH5 sowie B6 und B7 wurden der Baugrunduntersuchung vom 15. und 16.10.2024 der GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH entnommen.
Die Schürflgruben S1 bis S3 erfolgten als ergänzende Untersuchung am 13.03.2025 durch die Kühn Geoconsulting GmbH.

Zeichenerklärung Bodenuntersuchung

- GB Bohrung

RKS Rammkernsondierung

S Schürflgrube

DPL leichte Ramsondierung

DPM mittelschwere Ramsondierung

DPH schwere Ramsondierung
- LPV statischer Lastplattendruckversuch

DPV dynamischer Lastplattendruckversuch

GWM Grundwassermessstelle

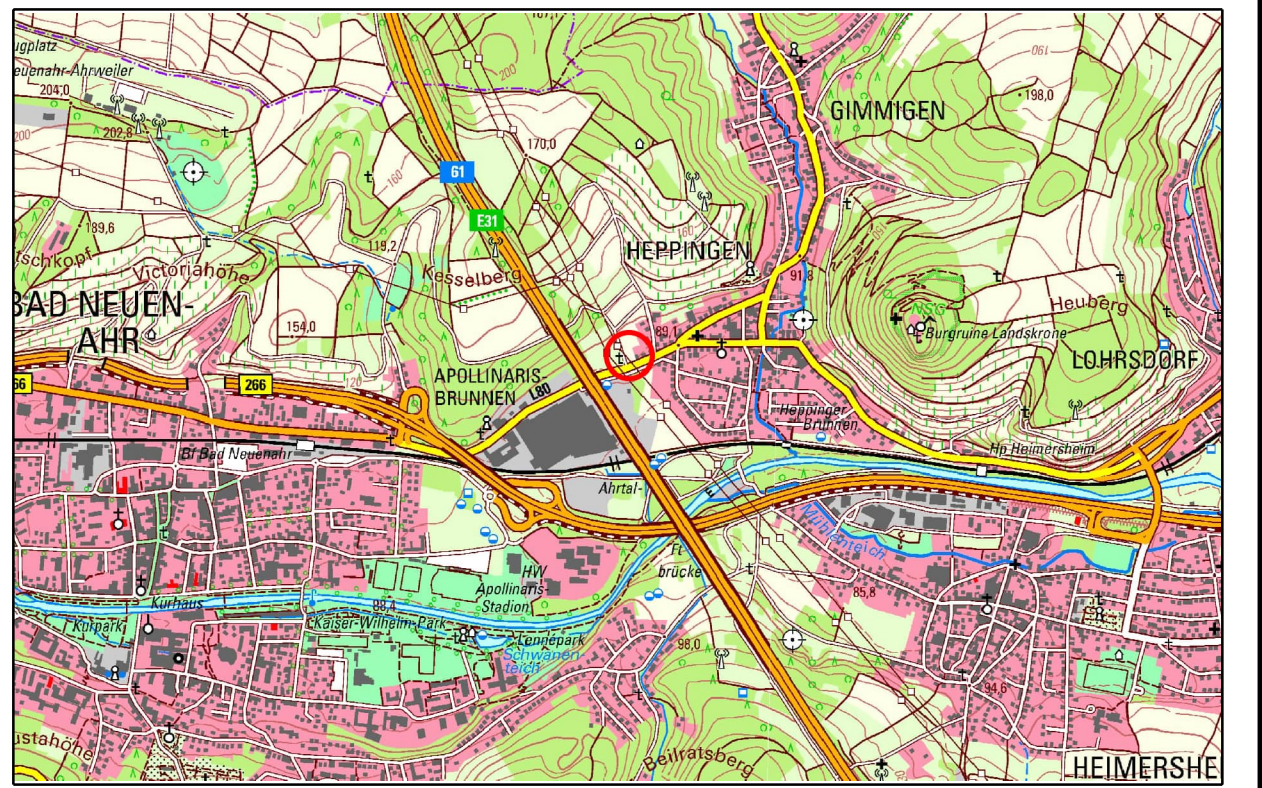
BL Bodenluftpegel

VB Versuchsbrunnen

EB Entnahmehrunnen

SB Schluckbrunnen

Übersichtskarte M 1:25000



• Altlasten

• Baugrubenplanung

• Baurechtscheck

• Baugrund

• CAD / Ingenieurvermessung

• Geothermie

• Hydrogeologie

• Rückbauplanung

Auf der Kaiserfuhr 39

D-53127 Bonn

Tel.: +49 228 98972 - 0

Fax: +49 228 98972 - 11

info@geoconsulting.de

www.geoconsulting.de

KÜHN

GEOCONSULTING

mbH

Bauvorhaben / Projekt:

Neubau Feuerwache Heppingen

Landskronerstraße 156

53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler

Auftraggeber / Bauherr:

Aufbau- und Entwicklungsgesellschaft Bad-Neuenahr-Ahrweiler mbH

Hauptstraße 136a

53474 Bad-Neuenahr-Ahrweiler

Stellungnahme S02				Lageplan Bodenuntersuchung					
bearb.	T.A.	Planname	Datum						
gez.	K.T.	Plangröße	1,20 x 0,594	Anlage	1				
Projekt-Nr.	2250076	Maßstab	1 : 100	Datum		Name			
INDEX	Art der Änderung								
A									
B									
C									
D									
E									
Plan erstellt nach Vorlage von:				Aufgestellt:	Geprüft:				
Anmerkung: Alle Maße und Höhenangaben sind vor Baubeginn verantwortlich zu überprüfen. Alle Höhen nach Bauwerkmerk, kein Vermessungsaufmaß. Das Urheberrecht an der Plananlage ist zu beachten.				Stempel / Unterschrift	Stempel / Unterschrift				



Bestimmung der Dichte (Ausstechzylinder)

Versuch DIN 18125 - LA

Projektbezeichnung:	Kuehn_25-020		Projektbezeichnung AG:	Feuerwache Heppingen	
Projektnummer:	25041		Projektnummer AG:	2250076	
Labornummer:	0294		Eingangsdatum:	14.03.2025	
Probenbezeichnung:	S1		Ausgeführt von:	AF	
Entnahmestelle:	Feuerwache Heppingen		Ausgeführt am:	18.03.2025	
Entnahmetiefe:	2,00	m u. GOK	Bodenart:	U,t'	DIN 4022
Art der Entnahme:	ungestört		Bodengruppe:	U/T	DIN 18196

Bestimmung des Probenvolumens V

Versuch Nr.:			1	2	3	Mittelwert
Durchmesser Probe:	d	[cm]	9,60	9,60	9,60	9,60
Höhe Zylinder:	h_{Zyl}	[cm]	11,80	11,80	11,80	11,80
Höhe OK-Pr. bis OK-Zyl.:	h_x	[cm]	0,00	0,00	0,00	0,00
Probenhöhe:	h	[cm]	11,80			
Probenvolumen:	V	[cm ³]	854,11			

Bestimmung der Probenmasse m_f

$A = m_f + m_B$	[g]	1.567,34
$C = m_B$	[g]	0,00
$m_f = A - C$	[g]	1.567,34

Bestimmung des Wassergehaltes w

Versuch Nr.:		1	2
$A = m_f + m_B$	[g]	418,26	430,00
$B = m_d + m_B$	[g]	383,09	392,62
$C = m_B$	[g]	211,07	208,63
$m_w = A - B$	[g]	35,17	37,38
$m_d = B - C$	[g]	172,02	183,99
$w = m_w / m_d$	[1]	0,204	0,203
$w = m_w / m_d$	[%]	20,45	20,32
Ø Wassergehalt:	[%]	20,38	

Korndichte

ρ_s	[g/cm ³]	2,650
----------	----------------------	-------

Feuchtdichte

ρ_f	[g/cm ³]	1,835
----------	----------------------	-------

Trockendichte

ρ_d	[g/cm ³]	1,524
----------	----------------------	-------

Porenzahl

e	[1]	0,738
---	-----	-------

Porenanteil

n	[1]	0,425
---	-----	-------

Luftgehalt

n_a	[1]	0,114
-------	-----	-------

Sättigungszahl

S_r	[1]	0,731
-------	-----	-------

Legende:

m_f	=	Masse feuchte Probe in [g]	m_w	=	Masse Wasser in [g]
m_B	=	Masse Behälter in [g]	m_d	=	Masse trockene Probe in [g]

Bemerkungen:

Korndichte geschätzt

geprüft:

i.A.



Bestimmung der Dichte (Ausstechzylinder)

Versuch DIN 18125 - LA

Projektbezeichnung:	Kuehn_25-020		Projektbezeichnung AG:	Feuerwache Heppingen	
Projektnummer:	25041		Projektnummer AG:	2250076	
Labornummer:	0295		Eingangsdatum:	14.03.2025	
Probenbezeichnung:	S3		Ausgeführt von:	AF	
Entnahmestelle:	Feuerwache Heppingen		Ausgeführt am:	18.03.2025	
Entnahmetiefe:	2,00	m u. GOK	Bodenart:	U,t'	DIN 4022
Art der Entnahme:	ungestört		Bodengruppe:	U/T	DIN 18196

Bestimmung des Probenvolumens V

Versuch Nr.:			1	2	3	Mittelwert
Durchmesser Probe:	d	[cm]	9,60	9,60	9,60	9,60
Höhe Zylinder:	h_{Zyl}	[cm]	11,80	11,80	11,80	11,80
Höhe OK-Pr. bis OK-Zyl.:	h_x	[cm]	0,00	0,00	0,00	0,00
Probenhöhe:	h	[cm]	11,80			
Probenvolumen:	V	[cm ³]	854,11			

Bestimmung der Probenmasse m_f

$A = m_f + m_B$	[g]	1.556,90
$C = m_B$	[g]	0,00
$m_f = A - C$	[g]	1.556,90

Bestimmung des Wassergehaltes w

Versuch Nr.:		1	2
$A = m_f + m_B$	[g]	430,99	436,37
$B = m_d + m_B$	[g]	393,58	398,40
$C = m_B$	[g]	210,37	210,52
$m_w = A - B$	[g]	37,41	37,97
$m_d = B - C$	[g]	183,21	187,88
$w = m_w / m_d$	[1]	0,204	0,202
$w = m_w / m_d$	[%]	20,42	20,21
Ø Wassergehalt:	[%]	20,31	

Korndichte

ρ_s	[g/cm ³]	2,650
----------	----------------------	-------

Feuchtdichte

ρ_f	[g/cm ³]	1,823
----------	----------------------	-------

Trockendichte

ρ_d	[g/cm ³]	1,515
----------	----------------------	-------

Porenzahl

e	[1]	0,749
---	-----	-------

Porenanteil

n	[1]	0,428
---	-----	-------

Luftgehalt

n_a	[1]	0,121
-------	-----	-------

Sättigungszahl

S_r	[1]	0,719
-------	-----	-------

Legende:

m_f	=	Masse feuchte Probe in [g]	m_w	=	Masse Wasser in [g]
m_B	=	Masse Behälter in [g]	m_d	=	Masse trockene Probe in [g]

Bemerkungen:

Korndichte geschätzt

geprüft:

i.A.

**Bestimmung der Dichte (Ausstechzylinder)**

Versuch DIN 18125 - LA

Projektbezeichnung:	Kuehn_25-020		Projektbezeichnung AG:	Feuerwache Heppingen	
Projektnummer:	25041		Projektnummer AG:	2250076	
Labornummer:	0297		Eingangsdatum:	14.03.2025	
Probenbezeichnung:	S2		Ausgeführt von:	AF	
Entnahmestelle:	Feuerwache Heppingen		Ausgeführt am:	18.03.2025	
Entnahmetiefe:	2,00	m u. GOK	Bodenart:	U,t'	DIN 4022
Art der Entnahme:	ungestört		Bodengruppe:	U/T	DIN 18196

Bestimmung des Probenvolumens V

Versuch Nr.:			1	2	3	Mittelwert
Durchmesser Probe:	d	[cm]	9,60	9,60	9,60	9,60
Höhe Zylinder:	h_{Zyl}	[cm]	11,80	11,80	11,80	11,80
Höhe OK-Pr. bis OK-Zyl.:	h_x	[cm]	0,00	0,00	0,00	0,00
Probenhöhe:	h	[cm]	11,80			
Probenvolumen:	V	[cm ³]	854,11			

Bestimmung der Probenmasse m_f

$A = m_f + m_B$	[g]	1.604,91
$C = m_B$	[g]	0,00
$m_f = A - C$	[g]	1.604,91

Bestimmung des Wassergehaltes w

Versuch Nr.:		1	2
$A = m_f + m_B$	[g]	409,52	427,84
$B = m_d + m_B$	[g]	376,20	390,83
$C = m_B$	[g]	211,25	210,44
$m_w = A - B$	[g]	33,32	37,01
$m_d = B - C$	[g]	164,95	180,39
$w = m_w / m_d$	[1]	0,202	0,205
$w = m_w / m_d$	[%]	20,20	20,52
Ø Wassergehalt:	[%]	20,36	

Korndichte

ρ_s	[g/cm ³]	2,650
----------	----------------------	-------

Feuchtdichte

ρ_f	[g/cm ³]	1,879
----------	----------------------	-------

Trockendichte

ρ_d	[g/cm ³]	1,561
----------	----------------------	-------

Porenzahl

e	[1]	0,697
---	-----	-------

Porenanteil

n	[1]	0,411
---	-----	-------

Luftgehalt

n_a	[1]	0,093
-------	-----	-------

Sättigungszahl

S_r	[1]	0,774
-------	-----	-------

Legende:

m_f	=	Masse feuchte Probe in [g]	m_w	=	Masse Wasser in [g]
m_B	=	Masse Behälter in [g]	m_d	=	Masse trockene Probe in [g]

Bemerkungen:

Korndichte geschätzt

geprüft:

i.A.



Wassergehalt

Versuch DIN 18121 - LO

Projektbezeichnung:	Kuehn_25-020		Projektbezeichnung AG:	Feuerwache Heppingen	
Projektnummer:	25041		Projektnummer AG:	2250076	
Labornummer:	0296		Eingangsdatum:	14.03.2025	
Probenbezeichnung:	S3-1		Ausgeführt von:	JF	
Entnahmestelle:	Feuerwache Heppingen		Ausgeführt am:	20.03.2025	
Entnahmetiefe:	2,00	m u. GOK	Bodenart:	U,t'	DIN 4022
Art der Entnahme:	gestört		Bodengruppe:		DIN 18196

Versuch Nr.	[-]	1	2	3
$m + m_B$	[g]	347,09	347,05	
$m_d + m_B$	[g]	324,20	324,29	
m_B	[g]	209,93	210,74	
$m_w = (m + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	22,89	22,76	
$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	114,27	113,55	
$w = m_w / m_d$	[1]	0,2003	0,2004	
$w = m_w / m_d$	[%]	20,03	20,04	
w (Mittelwert)	[1]	0,2004		
w (Mittelwert)	[%]	20,04		

Legende:

m	=	Masse feuchte Probe in [g]	m_w	=	Masse Wasser in [g]
m_B	=	Masse Behälter in [g]	w	=	Wassergehalt in [1] / [%]
m_d	=	Masse trockene Probe in [g]			

Bemerkungen:

geprüft:

i. A.:



Wassergehalt

Versuch DIN 18121 - LO

Projektbezeichnung:	Kuehn_25-020		Projektbezeichnung AG:	Feuerwache Heppingen	
Projektnummer:	25041		Projektnummer AG:	2250076	
Labornummer:	0298		Eingangsdatum:	14.03.2025	
Probenbezeichnung:	S2-1		Ausgeführt von:	JF	
Entnahmestelle:	Feuerwache Heppingen		Ausgeführt am:	20.03.2025	
Entnahmetiefe:	2,00	m u. GOK	Bodenart:	U,t'	DIN 4022
Art der Entnahme:	gestört		Bodengruppe:	TL/ST	DIN 18196

Versuch Nr.	[-]	1	2	3
$m + m_B$	[g]	406,34	405,54	
$m_d + m_B$	[g]	372,72	372,23	
m_B	[g]	208,31	209,46	
$m_w = (m + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	33,62	33,31	
$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	164,41	162,77	
$w = m_w / m_d$	[1]	0,2045	0,2046	
$w = m_w / m_d$	[%]	20,45	20,46	
w (Mittelwert)	[1]	0,2046		
w (Mittelwert)	[%]	20,46		

Legende:

m	=	Masse feuchte Probe in [g]	m_w	=	Masse Wasser in [g]
m_B	=	Masse Behälter in [g]	w	=	Wassergehalt in [1] / [%]
m_d	=	Masse trockene Probe in [g]			

Bemerkungen:

geprüft:

i. A.:



Wassergehalt

Versuch DIN 18121 - LO

Projektbezeichnung:	Kuehn_25-020		Projektbezeichnung AG:	Feuerwache Heppingen	
Projektnummer:	25041		Projektnummer AG:	2250076	
Labornummer:	0299		Eingangsdatum:	14.03.2025	
Probenbezeichnung:	S1-1		Ausgefuehrt von:	JF	
Entnahmestelle:	Feuerwache Heppingen		Ausgefuehrt am:	20.03.2025	
Entnahmetiefe:	2,00	m u. GOK	Bodenart:	U,t'	DIN 4022
Art der Entnahme:	gestoert		Bodengruppe:	ST/TL	DIN 18196

Versuch Nr.	[-]	1	2	3
$m + m_B$	[g]	384,27	387,13	
$m_d + m_B$	[g]	357,74	360,17	
m_B	[g]	209,33	209,88	
$m_w = (m + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	26,53	26,96	
$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	148,41	150,29	
$w = m_w / m_d$	[1]	0,1788	0,1794	
$w = m_w / m_d$	[%]	17,88	17,94	
w (Mittelwert)	[1]	0,1791		
w (Mittelwert)	[%]	17,91		

Legende:

m	=	Masse feuchte Probe in [g]	m_w	=	Masse Wasser in [g]
m_B	=	Masse Behälter in [g]	w	=	Wassergehalt in [1] / [%]
m_d	=	Masse trockene Probe in [g]			

Bemerkungen:

geprüft:

i. A.:

**Bestimmung der Plastizitätszahl**Fließgrenze w_L (gem. DIN 18122 - LM) / Ausrollgrenze w_P (gem. DIN 18122 - P)

Projektbezeichnung:	Kuehn_25-020		Projektbezeichnung AG:	Feuerwache Heppingen	
Projektnummer:	25041		Projektnummer AG:	2250076	
Labornummer:	0296		Eingangsdatum:	14.03.2025	
Probenbezeichnung:	S3-1		Ausgeführt von:	JF	
Entnahmestelle:	Feuerwache Heppingen		Ausgeführt am:	20.03.2025	
Entnahmetiefe:	2,00	m u. GOK	Bodenart:	U,t'	DIN 4022
Art der Entnahme:	gestört		Bodengruppe:	TL	DIN 18196

Wassergehalt der Gesamtprobe

Versuch Nr.	[-]	1	2	3
$m + m_B$	[g]	347,09	347,05	
$m_d + m_B$	[g]	324,20	324,29	
m_B	[g]	209,93	210,74	
$m_w = (m + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	22,89	22,76	
$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	114,27	113,55	
$w = m_w / m_d$	[1]	0,2003	0,2004	
$w = m_w / m_d$	[%]	20,03	20,04	
w (Mittelwert)	[1]	0,2004		
w (Mittelwert)	[%]	20,04		

Fließgrenze**Ausrollgrenze**

Versuch Nr.	[-]	1	2	3	4	1	2	3
Behälter Nr.	[-]	17	16	88	44	127	153	236
Schlagzahl	[N]	18	23	28	34	-	-	-
$m + m_B$	[g]	77,85	76,91	76,62	78,69	66,89	63,85	57,28
$m_d + m_B$	[g]	72,80	72,19	72,04	74,15	66,14	63,09	56,54
m_B	[g]	57,51	57,52	57,38	59,36	61,85	58,80	52,25
m_w	[g]	5,05	4,72	4,58	4,54	0,75	0,76	0,74
m_d	[g]	15,29	14,67	14,66	14,79	4,29	4,29	4,29
w	[1]	0,330	0,322	0,312	0,307	0,175	0,177	0,172

Mittelwert Ausrollgrenze w_p	0,175
--	--------------

Übers Kornanteil und Berechnung des Wassergehaltes der Körner <0,4mm

Masse Übers Korn $m_{\bar{u}}$	[g]	0,00	Übers Kornanteil $\bar{u} = m_{\bar{u}} / m_d$	[%]	0,00
Gesamtmasse m_d	[g]	100,00	Wassergehalt Körner <0,4mm $w_{<0,4} \approx w / (1 - \bar{u})$	[1]	0,2004
Übers Kornanteil $\bar{u} = m_{\bar{u}} / m_d$	[1]	0,00			



Bestimmung der Plastizitätszahl

Fließgrenze w_L (gem. DIN 18122 - LM) / Ausrollgrenze w_P (gem. DIN 18122 - P)

Projektbezeichnung:	Kuehn_25-020		Projektbezeichnung AG:	Feuerwache Heppingen	
Projektnummer:	25041		Projektnummer AG:	2250076	
Labornummer:	0296		Eingangsdatum:	14.03.2025	
Probenbezeichnung:	S3-1		Ausgeführt von:	JF	
Entnahmestelle:	Feuerwache Heppingen		Ausgeführt am:	20.03.2025	
Entnahmetiefe:	2,00	m u. GOK	Bodenart:	U,t'	DIN 4022
Art der Entnahme:	gestört		Bodengruppe:	TL	DIN 18196

Bestimmung der Zustandsgrenzen

Fließgrenze	w_L	[1]	0,318	Ausrollgrenze	w_P	[1]	0,175
-------------	-------	-----	-------	---------------	-------	-----	-------

Bestimmung der Plastizitätszahl

Plastizitätszahl	I_p	[1]	0,143
------------------	-------	-----	-------

Konsistenzzahl und Konsistenz

Wassergehalt der Gesamtprobe	w	[1]	0,200	Wassergehalt der Körner $<0,4\text{mm}$	$w_{<0,4}$	[1]	0,200
Konsistenzzahl bei w	$I_{c,w}$	[1]	0,821	Konsistenzzahl bei $w_{<0,4}$	$I_{c,w<0,4}$	[1]	0,821
Konsistenz bei w	-	[-]	steif	Konsistenz bei $w_{<0,4}$	-	[-]	steif

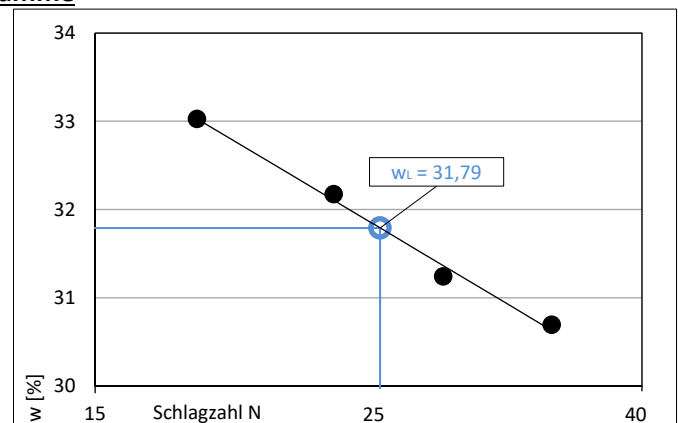
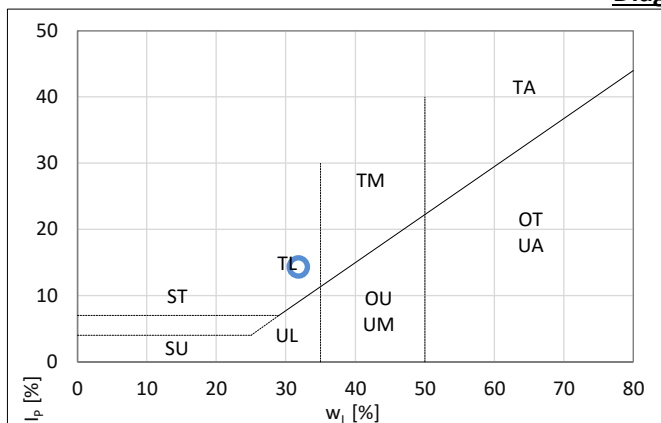
Schrumpfgrenze und Konsistenzzahl bei Schrumpfgrenze

Schrumpfgrenze	w_s	[1]	-	I_c bei w_s	I_{c,w_s}	[1]	-
----------------	-------	-----	---	-----------------	-------------	-----	---

Wassergehalt w bei diversen I_c

I_c	[-]	0,10	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80	0,85	0,90
w	[%]	30,36	28,93	28,22	27,50	26,07	24,64	23,92	23,21	21,78	20,34	19,63	18,91

Diagramme



Bemerkungen:

geprüft:

i. A.:

**Bestimmung der Plastizitätszahl**Fließgrenze w_L (gem. DIN 18122 - LM) / Ausrollgrenze w_P (gem. DIN 18122 - P)

Projektbezeichnung:	Kuehn_25-020		Projektbezeichnung AG:	Feuerwache Heppingen	
Projektnummer:	25041		Projektnummer AG:	2250076	
Labornummer:	0298		Eingangsdatum:	14.03.2025	
Probenbezeichnung:	S2-1		Ausgeführt von:	RK	
Entnahmestelle:	Feuerwache Heppingen		Ausgeführt am:	20.03.2025	
Entnahmetiefe:	2,00	m u. GOK	Bodenart:	U,t'	DIN 4022
Art der Entnahme:	gestört		Bodengruppe:	TL/ST	DIN 18196

Wassergehalt der Gesamtprobe

Versuch Nr.	[-]	1	2	3
$m + m_B$	[g]	406,34	405,54	
$m_d + m_B$	[g]	372,72	372,23	
m_B	[g]	208,31	209,46	
$m_w = (m + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	33,62	33,31	
$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	164,41	162,77	
$w = m_w / m_d$	[1]	0,2045	0,2046	
$w = m_w / m_d$	[%]	20,45	20,46	
w (Mittelwert)	[1]	0,2046		
w (Mittelwert)	[%]	20,46		

Fließgrenze**Ausrollgrenze**

Versuch Nr.	[-]	1	2	3	4	1	2	3
Behälter Nr.	[-]	243	18	115	112	21	210	1
Schlagzahl	[N]	16	23	29	34	-	-	-
$m + m_B$	[g]	83,05	82,56	82,20	81,84	65,41	61,79	65,21
$m_d + m_B$	[g]	77,63	77,21	77,01	77,06	64,65	60,99	64,43
m_B	[g]	59,51	58,41	57,95	59,06	60,38	56,59	60,09
m_w	[g]	5,42	5,35	5,19	4,78	0,76	0,80	0,78
m_d	[g]	18,12	18,80	19,06	18,00	4,27	4,40	4,34
w	[1]	0,299	0,285	0,272	0,266	0,178	0,182	0,180

Mittelwert Ausrollgrenze w_p	0,180
--	--------------

Übers Kornanteil und Berechnung des Wassergehaltes der Körner <0,4mm

Masse Übers Korn $m_{\bar{u}}$	[g]	1,30	Übers Kornanteil $\bar{u} = m_{\bar{u}} / m_d$	[%]	1,30
Gesamtmasse m_d	[g]	100,00	Wassergehalt Körner <0,4mm $w_{<0,4} \approx w / (1 - \bar{u})$	[1]	0,2073
Übers Kornanteil $\bar{u} = m_{\bar{u}} / m_d$	[1]	0,01			



Bestimmung der Plastizitätszahl

Fließgrenze w_L (gem. DIN 18122 - LM) / Ausrollgrenze w_P (gem. DIN 18122 - P)

Projektbezeichnung:	Kuehn_25-020		Projektbezeichnung AG:	Feuerwache Heppingen	
Projektnummer:	25041		Projektnummer AG:	2250076	
Labornummer:	0298		Eingangsdatum:	14.03.2025	
Probenbezeichnung:	S2-1		Ausgeführt von:	RK	
Entnahmestelle:	Feuerwache Heppingen		Ausgeführt am:	20.03.2025	
Entnahmetiefe:	2,00	m u. GOK	Bodenart:	U,t'	DIN 4022
Art der Entnahme:	gestört		Bodengruppe:	TL/ST	DIN 18196

Bestimmung der Zustandsgrenzen

Fließgrenze	w_L	[1]	0,280	Ausrollgrenze	w_P	[1]	0,180
-------------	-------	-----	-------	---------------	-------	-----	-------

Bestimmung der Plastizitätszahl

Plastizitätszahl	I_p	[1]	0,100
------------------	-------	-----	-------

Konsistenzzahl und Konsistenz

Wassergehalt der Gesamtprobe	w	[1]	0,205	Wassergehalt der Körner $<0,4\text{mm}$	$w_{<0,4}$	[1]	0,207
Konsistenzzahl bei w	$I_{c,w}$	[1]	0,752	Konsistenzzahl bei $w_{<0,4}$	$I_{c,w<0,4}$	[1]	0,725
Konsistenz bei w	-	[-]	steif	Konsistenz bei $w_{<0,4}$	-	[-]	weich

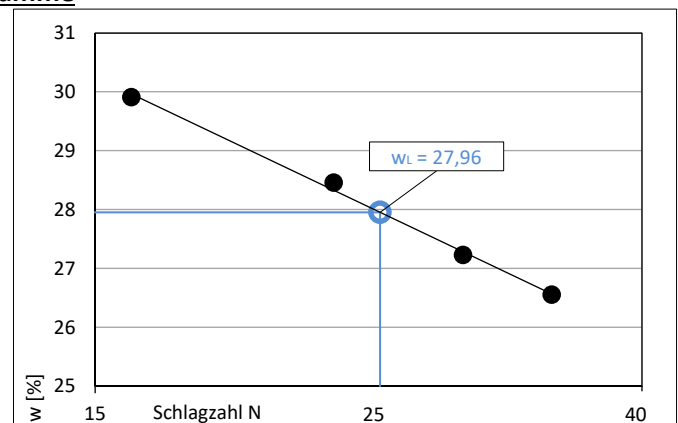
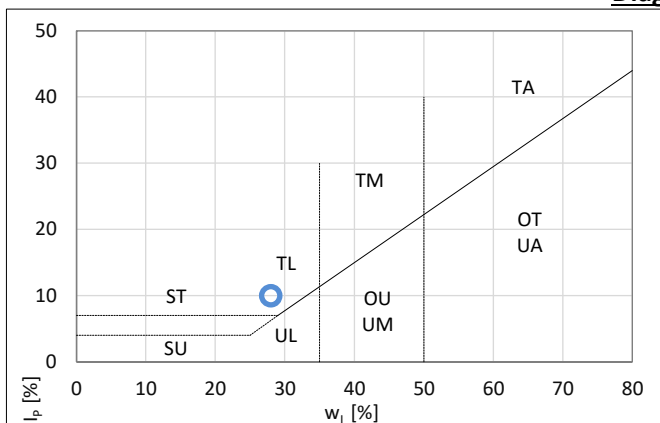
Schrumpfgrenze und Konsistenzzahl bei Schrumpfgrenze

Schrumpfgrenze	w_s	[1]	-	I_c bei w_s	I_{c,w_s}	[1]	-
----------------	-------	-----	---	-----------------	-------------	-----	---

Wassergehalt w bei diversen I_c

I_c	[-]	0,10	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80	0,85	0,90
w	[%]	26,96	25,96	25,46	24,96	23,97	22,97	22,47	21,97	20,98	19,98	19,48	18,98

Diagramme



Bemerkungen:

geprüft:

i. A.:

**Bestimmung der Plastizitätszahl**Fließgrenze w_L (gem. DIN 18122 - LM) / Ausrollgrenze w_P (gem. DIN 18122 - P)

Projektbezeichnung:	Kuehn_25-020		Projektbezeichnung AG:	Feuerwache Heppingen	
Projektnummer:	25041		Projektnummer AG:	2250076	
Labornummer:	0299		Eingangsdatum:	14.03.2025	
Probenbezeichnung:	S1-1		Ausgeführt von:	RK	
Entnahmestelle:	Feuerwache Heppingen		Ausgeführt am:	21.03.2025	
Entnahmetiefe:	2,00	m u. GOK	Bodenart:	U,t'	DIN 4022
Art der Entnahme:	gestört		Bodengruppe:	ST/TL	DIN 18196

Wassergehalt der Gesamtprobe

Versuch Nr.	[-]	1	2	3
$m + m_B$	[g]	384,27	387,13	
$m_d + m_B$	[g]	357,74	360,17	
m_B	[g]	209,33	209,88	
$m_w = (m + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	26,53	26,96	
$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	148,41	150,29	
$w = m_w / m_d$	[1]	0,1788	0,1794	
$w = m_w / m_d$	[%]	17,88	17,94	
w (Mittelwert)	[1]	0,1791		
w (Mittelwert)	[%]	17,91		

Fließgrenze**Ausrollgrenze**

Versuch Nr.	[-]	1	2	3	4	1	2	3
Behälter Nr.	[-]	24	21	19	4	12	122	140
Schlagzahl	[N]	19	24	30	36	-	-	-
$m + m_B$	[g]	76,67	76,36	79,74	79,78	56,88	64,26	64,77
$m_d + m_B$	[g]	72,46	72,66	75,90	75,97	56,15	63,51	64,05
m_B	[g]	56,13	57,99	60,47	60,45	51,81	59,17	59,73
m_w	[g]	4,21	3,70	3,84	3,81	0,73	0,75	0,72
m_d	[g]	16,33	14,67	15,43	15,52	4,34	4,34	4,32
w	[1]	0,258	0,252	0,249	0,245	0,168	0,173	0,167

Mittelwert Ausrollgrenze w_p	0,169
--	--------------

Übergrenzeanteil und Berechnung des Wassergehaltes der Körner <0,4mm

Masse Übergrenze $m_{\bar{u}}$	[g]	0,00	Übergrenzeanteil $\bar{u} = m_{\bar{u}} / m_d$	[%]	0,00
Gesamtmasse m_d	[g]	100,00	Wassergehalt Körner <0,4mm $w_{<0,4} \approx w / (1 - \bar{u})$	[1]	0,1791
Übergrenzeanteil $\bar{u} = m_{\bar{u}} / m_d$	[1]	0,00			



Bestimmung der Plastizitätszahl

Fließgrenze w_L (gem. DIN 18122 - LM) / Ausrollgrenze w_P (gem. DIN 18122 - P)

Projektbezeichnung:	Kuehn_25-020		Projektbezeichnung AG:	Feuerwache Heppingen	
Projektnummer:	25041		Projektnummer AG:	2250076	
Labornummer:	0299		Eingangsdatum:	14.03.2025	
Probenbezeichnung:	S1-1		Ausgeführt von:	RK	
Entnahmestelle:	Feuerwache Heppingen		Ausgeführt am:	21.03.2025	
Entnahmetiefe:	2,00	m u. GOK	Bodenart:	U,t'	DIN 4022
Art der Entnahme:	gestört		Bodengruppe:	ST/TL	DIN 18196

Bestimmung der Zustandsgrenzen

Fließgrenze	w_L	[1]	0,252	Ausrollgrenze	w_P	[1]	0,169
-------------	-------	-----	-------	---------------	-------	-----	-------

Bestimmung der Plastizitätszahl

Plastizitätszahl	I_p	[1]	0,083
------------------	-------	-----	-------

Konsistenzzahl und Konsistenz

Wassergehalt der Gesamtprobe	w	[1]	0,179	Wassergehalt der Körner $<0,4\text{mm}$	$w_{<0,4}$	[1]	0,179
Konsistenzzahl bei w	$I_{c,w}$	[1]	0,881	Konsistenzzahl bei $w_{<0,4}$	$I_{c,w<0,4}$	[1]	0,881
Konsistenz bei w	-	[-]	steif	Konsistenz bei $w_{<0,4}$	-	[-]	steif

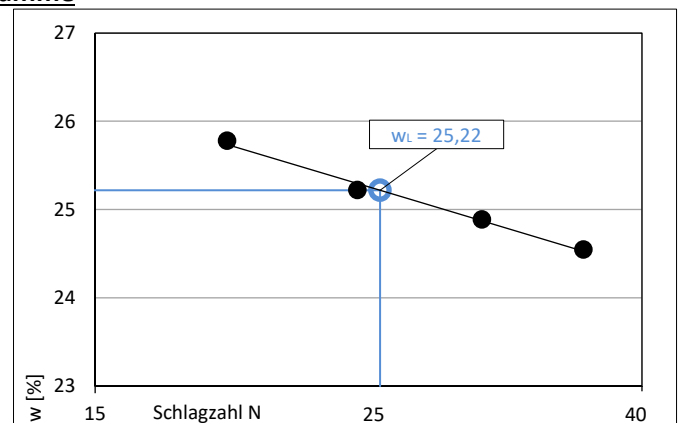
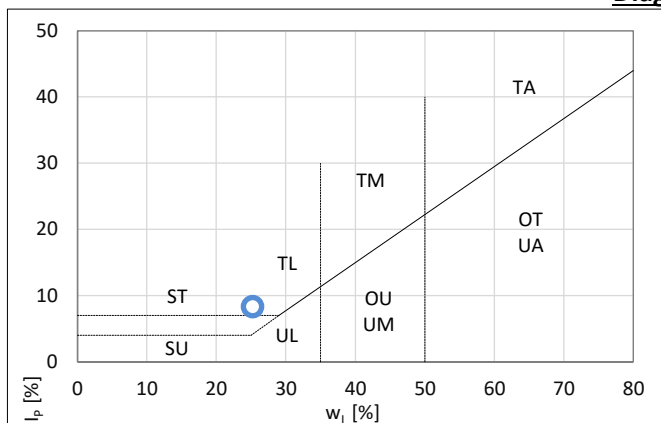
Schrumpfgrenze und Konsistenzzahl bei Schrumpfgrenze

Schrumpfgrenze	w_s	[1]	-	I_c bei w_s	I_{c,w_s}	[1]	-
----------------	-------	-----	---	-----------------	-------------	-----	---

Wassergehalt w bei diversen I_c

I_c	[-]	0,10	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80	0,85	0,90
w	[%]	24,39	23,56	23,14	22,73	21,90	21,07	20,66	20,24	19,41	18,58	18,17	17,75

Diagramme



Bemerkungen:

geprüft:

i. A.: