

Geotechnischer Bericht Baugrunduntersuchungen

Projekt-Nr. 13917-bgr

**Projekt: GRAFENWÖHR PN 62380
Training Support / Aid Center**

**Auftraggeber: Staatliches Bauamt Amberg-Sulzbach
Archivstraße 1
92224 Amberg**

Bearbeiter: Anja Strauß, M.Sc.

Bayreuth, den 28.11.2016

INHALTSÜBERSICHT

	Seite
1. Vorbemerkung	3
2. Unterlagen	3
3. Lage und Geologie	4
4. Bauvorhaben	5
5. Baugrund	6
5.1 Aufbau	6
5.2 Hydrologie	8
6. Kennwerte Böden und Grundwasser	9
6.1 Laborversuche an Bodenproben	9
6.2 Charakteristische Bodenkenngrößen	10
6.3 Grundwasser-Betonaggressivität	11
7. Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten	12
8. Einteilung nach DIN 18 300:2015-08 Erdarbeiten	12
8.1 Festlegung der Homogenbereiche	12
8.2 Homogenbereich O1 (Oberboden)	13
8.3 Homogenbereich B1 (natürliche Böden)	13
9. Gründung	15
9.1 Gründungsart und Gründungstiefe	15
9.2 Bodenpressungen und Setzungen	16
10. Verkehrsflächen	18
11. Bautechnische Hinweise und Empfehlungen	20
11.1 Abdichtung und Dränagemaßnahmen	20
11.2 Baumaßnahmen	20
12. Bauüberwachung und Abnahme	21
13. Zusammenfassung	22

Anlage 1:	Lageplan
Anlagen 2.1 bis 2.11:	Schnitte
Anlage 3:	Grundwasser-Betonaggressivität
Anlagen 4 bis 7:	Bodenmechanische Laborversuche

1. Vorbemerkung

Die U.S. Army beabsichtigt auf dem Truppenübungsplatz in Grafenwöhr den Neubau eines Schulungshilfszentrums. Das mit der Planung betraute Staatliche Bauamt Amberg-Sulzbach beauftragte daher das Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder, Bayreuth, Baugrunduntersuchungen durchzuführen und zu Baugrund und Gründung von bodenmechanischer und gründungstechnischer Seite Stellung zu nehmen.

Mit diesem Bericht werden die Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen zusammenfassend dargestellt.

Im Zuge der Baugrunduntersuchungen wurden zudem Boden- und Wasserproben entnommen und auf mögliche Schadstoffbelastungen hin analysiert. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden in dem gesonderten Bericht PN 22508-aln zusammengefasst.

2. Unterlagen

Im Wesentlichen wurden die folgenden Unterlagen verwendet:

- Geologische Karte von Bayern M 1 : 25.000
Blatt 6337 Kaltenbrunn
- Vom Staatlichen Bauamt Amberg-Sulzbach:
Luftbilder ohne Maßstab
Lageplan M 1 : 500
- Ergebnisse von Kleinrammbohrungen, Sondierungen und Laborversuchen durch das Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder, Bayreuth
- Ergebnisse von Ortsbesichtigungen und Besprechungen zwischen Vertretern des Staatlichen Bauamts Amberg-Sulzbach und dem Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder

3. Lage und Geologie

Der Truppenübungsplatz Grafenwöhr befindet sich südlich der Stadt Grafenwöhr. Das vorgesehene Baufeld befindet sich im südlichen Teil des Truppenübungsplatzes unmittelbar nördlich der Zufahrtsstraße zum Camp Normandy. Es umfasst eine Fläche von etwa 2,6 ha und befindet sich in Nachbarschaft zur ehemaligen Schießbahn 2 der Deutschen Wehrmacht.

Das vorgesehene Baufeld ist derzeit komplett bewaldet. Die Geländeoberfläche weist keine markanten Höhenunterschiede auf. Das Geländeniveau liegt insgesamt etwas tiefer als das der südlich und östlich entlang des Baufeldes verlaufenden Straßen.

Nordwestlich des Baufeldes entspringt ein verzweigtes Grabensystem, das insbesondere das nördliche Baufeld quert und insgesamt in Richtung Norden entwässert. Dieser Bereich ist als Überschwemmungs- bzw. Sumpfgebiet bekannt.

Unter oberflächennahen Deckschichten sind entsprechend der **Geologischen Karte** im Baugebiet zunächst jungdiluviale Ablagerungen in Form von **Terrassen- und Hangsanden** zu erwarten. Dabei handelt es sich erfahrungsgemäß um hellgefärbte gemischtkörnige Quarz-Feldspat-Sande mit geringem Geröllanteil. Darunter folgen dann die Verwitterungsprodukte und Festgesteine des **Oberen Buntsandsteins** aus dem Erdzeitalter der Trias. Diese bestehen überwiegend aus Quarz-Feldspat-Sanden mit Zwischenlagen bunter Tone und Tonsande, die von Arkosen mit vereinzelt Quarz- und Quarzitgeröllen unterlagert werden. Zur Oberfläche hin sind die Festgesteine bis in wechselnde Tiefen unterschiedlich stark verwittert.

Eine tektonische Störungszone ist im unmittelbaren Baubereich nicht bekannt.

Gemäß der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 liegt Grafenwöhr in keiner ausgewiesenen **Erdbebenzone**.

4. Bauvorhaben

Es ist der Neubau eines nicht unterkellerten Lagergebäudes mit Verwaltungsräumen geplant. Die Baumaßnahme umfasst des Weiteren die Anlage der entsprechenden Zufahrten sowie Stell- und Parkplätzen und die Verlegung der erforderlichen Ver- und Entsorgungsleitungen. Detaillierte Informationen zur genauen Lage und den Grundrissabmessungen des Gebäudes liegen derzeit noch nicht vor. Die Gründung des Neubaus wird voraussichtlich mittels Einzel- bzw. Streifenfundamenten erfolgen.

Da die derzeitige Geländeoberfläche geringfügig tiefer liegt als die angrenzenden Straßen, werden zum Angleich des Niveaus Geländeanschüttungen von maximal ca. zwei Metern notwendig. Die Gründungssohlen der Fundamente werden dadurch voraussichtlich in den Auffüllungen zu liegen kommen.

Der frostsichere Oberbau der Verkehrsflächen wird nach den „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO 12“ bemessen. Da die Verkehrsflächen um das vorgesehene Gebäude regelmäßig von Schwerverkehr befahren werden, werden diese voraussichtlich in die Belastungsklassen Bk10 bis Bk100 einzustufen sein. Je nach Beanspruchung der Zu- und Umfahrten kann eine niedrigere oder eine höhere Belastungsklasse maßgebend sein. Die Pkw-Stellflächen können gemäß RStO 12 in die Belastungsklasse Bk0,3 eingestuft werden.

Das Bauvorhaben ist entsprechend dem bisherigen Kenntnisstand in die **Geotechnische Kategorie GK 2** einzustufen. Bei geänderten Voraussetzungen können gegebenenfalls zusätzliche Untersuchungen notwendig werden.

Zur Vermessung der Bohransatzpunkte in Lage und Höhe wurde ein Global Positioning System (GPS) verwendet.

5. Baugrund

5.1 Aufbau

Der Untergrundaufbau wurde insgesamt durch 21 Kleinrammbohrungen (KRB) sowie durch 21 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) erkundet (s. Lageplan Anlage 1). Die Ergebnisse sind entsprechend den Kennzeichnungen der DIN 4023 in elf Schnitten (s. Anlagen 2.1 bis 2.11) dargestellt.

Unter etwa 0,10 m bis 0,40 m mächtigen Mutterbodenschichten stehen zunächst hellgefärbte Sande mit unterschiedlichen Feingehaltsanteilen an. In diese Sande können schluffige, sandige Tone von überwiegend rotbrauner Färbung und steifer Konsistenz eingeschaltet sein. Die Tone treten mit Mächtigkeiten in einer Größenordnung von wenigen Dezimetern auf.

Darunter folgen dann die stark bis schwach verwitterten, mürben Sandsteine des Oberen Buntsandsteins. Diese wurden mit den Bohrungsendtiefen überall erreicht.

Die **Oberkante der mürben Sandsteine** wurde in den Kleinrammbohrungen in folgender Tiefe unter den Ansatzpunkten angetroffen:

Aufschluss	Oberkante Sandsteine	Aufschluss	Oberkante Sandsteine
KRB1	2,40 m (416,30 m NN)	KRB12	2,90 m (416,50 m NN)
KRB2	2,30 m (416,90 m NN)	KRB13	3,00 m (416,10 m NN)
KRB3	2,60 m (416,50 m NN)	KRB14	3,20 m (415,95 m NN)
KRB4	2,40 m (416,70 m NN)	KRB15	2,60 m (416,10 m NN)
KRB5	2,60 m (416,80 m NN)	KRB16	2,60 m (416,60 m NN)
KRB6	2,60 m (415,95 m NN)	KRB17	2,40 m (416,75 m NN)
KRB7	2,60 m (415,95 m NN)	KRB18	2,70 m (416,55 m NN)
KRB8	2,60 m (415,95 m NN)	KRB19	2,60 m (416,10 m NN)
KRB9	2,50 m (416,75 m NN)	KRB20	3,20 m (416,10 m NN)

Aufschluss	Oberkante Sandsteine	Aufschluss	Oberkante Sandsteine
KRB10	2,50 m (416,80 m NN)	KRB21	2,80 m (416,85 m NN)
KRB11	2,70 m (416,00 m NN)		

Durch die **Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH)** werden die vorliegenden Aufschlüsse ergänzt. Bei den hier anstehenden, vorwiegend nichtbindigen Böden kann oberhalb des Grundwasserspiegels erfahrungsgemäß ab Schlagzahlen von größer fünf Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe der Sondierspitze von einer mitteldichten Lagerung der Sande bzw. einer vergleichbaren Festigkeit der bindigen Böden ausgegangen werden.

Die Sondierungen zeigen in den oberflächennahen Bereichen zunächst geringe Schlagzahlen, die auf eine lockere Lagerung des Mutterbodens bzw. der obersten Bodenschichten hindeuten. Darunter steigen die Schlagzahlen größtenteils auf Werte von über fünf Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe an. Dies weist auf eine zumindest mitteldichte Lagerung der anstehenden Sande bzw. eine vergleichbare Festigkeit der mitunter eingeschalteten bindigen Zwischenlagen hin. Einige Sondierungen zeigen in diesen Bereichen jedoch einen kurzzeitigen Rückgang der Schlagzahlen auf Werte von unter fünf Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe. Dies kann auf weichere, bindige Zwischenlagen oder auf den Einfluss des Grundwassers zurückgeführt werden. Mit den Sondierendtiefen steigen die Schlagzahlen überall sprunghaft auf Werte von deutlich über fünf Schlägen an, was mit dem Erreichen Sandsteinoberkante korreliert.

Abweichungen und Besonderheiten sind in wechselnden Feingehaltsanteilen der Sande, in unterschiedlichen Konsistenzen der bindigen Zwischenlagen, in Schichtinhomogenitäten, in einem wechselnden Schichtgrenzenverlauf sowie in verschiedenen Verwitterungszuständen der anstehenden Sandsteine zu erwarten.

5.2 Hydrologie

Grundwasser wurde während der Feldarbeiten in allen ausgeführten Kleinrammbohrungen in folgender Tiefe unter den Ansatzpunkten angetroffen:

Aufschluss	GW angetroffen	Aufschluss	GW angetroffen
KRB1	1,20 m (417,50 m NN)	KRB12	1,10 m (418,30 m NN)
KRB2	1,30 m (417,90 m NN)	KRB13	0,95 m (418,15 m NN)
KRB3	1,30 m (417,80 m NN)	KRB14	0,80 m (418,35 m NN)
KRB4	1,20 m (417,90 m NN)	KRB15	0,95 m (417,75 m NN)
KRB5	1,40 m (418,00 m NN)	KRB16	1,70 m (417,50 m NN)
KRB6	1,10 m (417,45 m NN)	KRB17	1,00 m (418,15 m NN)
KRB7	1,00 m (417,55 m NN)	KRB18	0,80 m (418,45 m NN)
KRB8	1,20 m (417,35 m NN)	KRB19	0,35 m (418,35 m NN)
KRB9	1,50 m (417,75 m NN)	KRB20	0,85 m (418,45 m NN)
KRB10	1,60 m (417,70 m NN)	KRB21	0,95 m (418,70 m NN)
KRB11	1,05 m (417,65 m NN)		

Bei dem angetroffenen Grundwasser handelt es sich um ständig drückendes Grundwasser. Die Wasserstände werden mittel- und unmittelbar von der Wasserführung des im nördlichen Baufeld fließenden Grabensystems beeinflusst. Sie sind witterungsabhängig und unterliegen jahreszeitlich bedingten Schwankungen.

Der in Tiefen zwischen 2,30 m und 3,20 m unter der Geländeoberfläche anstehende Sandstein ist als undurchlässig anzusehen und bildet damit einen Wasserstauer. Bei ungünstigen Witterungsbedingungen ist daher mit einem Aufstau des Grundwassers auf den Sandsteinen bis zur derzeitigen Geländeoberkante bzw. auch darüber hinaus zu rechnen. Langfristige Grundwasserbeobachtungen liegen uns derzeit jedoch nicht vor.

Da es sich bei dem vorgesehenen Baufeld zumindest im nördlichen Bereich um ein bekanntes Überschwemmungsgebiet handelt, können für den Hochwasserfall Sicherungsmaßnahmen des Gebäudes notwendig werden. Der endgültige Bemessungswasserstand ist vonseiten des Wasserwirtschaftsamts zu prüfen und festzulegen.

Größere Gräben im Baufeld sind vor Aufbringung der Geländeauffüllung mittels einer Rohrleitung zu fassen und gezielt abzuleiten.

6. Kennwerte Böden und Grundwasser

6.1 Laborversuche an Bodenproben

Es wurden insgesamt 45 Bodenproben der Güteklasse 3 nach DIN EN ISO 22 475 entnommen und im eigenen Baugrundlabor hinsichtlich bodenmechanischer Parameter untersucht. An diesen Proben wurden kombinierte Sieb-Schlämmanalysen und Plastizitätsversuche durchgeführt sowie Glühverluste, Wassergehalte und Lagerungsdichten bestimmt.

Die **Sieb-Schlämmanalysen** (s. Anlagen 4.1 bis 4.12) kennzeichnen überwiegend gemischtkörnige Sande mit Feinanteilen kleiner 0,06 mm zwischen rund 6,6 Gew.-% und 27,1 Gew.-% sowie einen feinkörnigen Ton mit Feinanteilen von ca. 52,3 Gew.-%.

An sieben der untersuchten Proben wurden die **Wassergehalte** bestimmt. Dabei ergaben sich Werte für den Wassergehalt der Böden zwischen 2,9 % und 16,7 %.

Zudem wurden an zehn der entnommenen Proben die **Glühverluste** (s. Anlagen 5.1 bis 5.5) bestimmt. Dabei ergaben sich Gehalte an organischen Bestandteilen zwischen ca. 0,3 Gew.-% und 2,8 Gew.-%.

Des Weiteren wurden die **Lagerungsdichten** (s. Anlagen 7.1 bis 7.12) der anstehenden Sande mit geringeren Feinanteilen ermittelt. Entsprechend der DIN 18 126 liegt die Dichte der Sande bei lockerster Lagerung zwischen 1,28 g/cm³ und 1,45 g/cm³. Die Dichte bei dichtester Lagerung entspricht Werten zwischen 1,67 g/cm³ und 1,86 g/cm³.

Der durchgeführte **Plastizitätsversuch** (s. Anlage 6) ergab einen Wassergehalt an der Fließgrenze von 29,7 Gew.-% sowie einen Wassergehalt an der Ausrollgrenze von 15,9 Gew.-%. Mit dem natürlichen Wassergehalt errechnet sich die Plastizitätszahl zu 13,8 Gew.-%. Die Konsistenzbestimmung ergibt dann einen Wert von 1,14. Demnach handelt es sich bei dem untersuchten Boden um einen leichtplastischen Ton von halbfester Konsistenz.

Gemäß der DIN 18 196 gehören die untersuchten Böden zu den Bodengruppen SU, SU* und TL. Die Böden der Bodengruppe sind abhängig von den jeweiligen Feingehaltsanteilen als nicht frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F1) bzw. als gering bis mittel frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F2) einzustufen. Die Böden der Bodengruppe SU* und TL sind als sehr frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3) zu klassifizieren.

6.2 Charakteristische Bodenkenngrößen

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse können erfahrungsgemäß vereinfachend die folgenden charakteristischen Bodenkenngrößen angesetzt werden:

Tone, steif

Feuchtwichte	$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$
Auftriebswichte	$\gamma' = 9,0 \text{ kN/m}^3$
Gesamtscherfestigkeit	$\varphi = 27,5^\circ$
Steifemodul	$E_s = 5 \text{ bis } 8 \text{ MN/m}^2$

Tone, halbfest

Feuchtwichte	$\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$
Auftriebswichte	$\gamma' = 10,0 \text{ kN/m}^3$
Gesamtscherfestigkeit	$\varphi = 32,5^\circ$
Steifemodul	$E_s = 10 \text{ bis } 15 \text{ MN/m}^2$

Sande

Feuchtwichte	$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$
Auftriebswichte	$\gamma' = 10,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi = 32,5^\circ$
Steifemodul	$E_s = 15 \text{ bis } 20 \text{ MN/m}^2$

Sandstein

Feuchtwichte	$\gamma = 22,0 \text{ kN/m}^3$
Auftriebswichte	$\gamma' = 12,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel bzw. Gesamtscherfestigkeit	$\varphi = 37,5^\circ$
Steifemodul	$E_s = 50 \text{ bis } 60 \text{ MN/m}^2$

Diese Größen sind für erdstatische Berechnungen zu verwenden.

6.3 Grundwasser-Betonaggressivität

Eine Grundwasserprobe wurde gemäß DIN 4030 auf Betonaggressivität untersucht (s. Anlage 3). Der Befund lautet:

Labor-Nr.	01
Bohrung	KRB13
pH-Wert	6,45
kalklösende Kohlensäure nach Heyer:	
CO ₂	2,2 mg/l
Ammonium:	
NH ₄ ⁺	0 mg/l
Sulfat:	
SO ₄ ²⁻	< 200 mg/l
Magnesium:	
Mg ²⁺	100 mg/l

Aufgrund des schwach sauren pH-Werts ist die untersuchte Grundwasserprobe gemäß der DIN 1045-2 bzw. der DIN EN 206-1 als „**chemisch schwach angreifend**“ einzustufen.

Für Betonbauteile, welche dauerhaft mit dem Grundwasser in Berührung kommen können, wäre hier entsprechend der DIN 1045 ein Beton mit der Expositionsklasse XA 1 zu wählen.

7. Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten

Im Zuge der durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche wurden die jeweiligen Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) der untersuchten Böden ermittelt.

Nach den empirischen Formeln von BEYER besitzen die untersuchten Sande **Durchlässigkeitskoeffizienten** zwischen $k_f = 2,4 \times 10^{-4}$ m/s und $k_f = 1,7 \times 10^{-8}$ m/s. Die unterschiedlichen Durchlässigkeitsbeiwerte sind auf die verschiedenen Feingehalte der Sande zurückzuführen. Im Mittel ergibt sich für die schwach bis stark schluffigen Sande ein Durchlässigkeitskoeffizient von $k_f = 2,2 \times 10^{-5}$ m/s.

Gemäß den Festlegungen des ATV-Merkblatts A 138 liegt der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich in etwa zwischen 1×10^{-3} m/s und 1×10^{-6} m/s. Damit wären die im Untergrund anstehenden Sande für eine fachgerechte Versickerung grundsätzlich geeignet. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass der Sickerraum bzw. der Mindestabstand zum mittleren Grundwasserspiegel mindestens einen Meter betragen muss. Nur in Ausnahmefällen ist eine geringere Mächtigkeit des Sickerraums zulässig.

8. Einteilung nach DIN 18 300:2015-08 Erdarbeiten

8.1 Festlegung der Homogenbereiche

Bei der Bezeichnung der Homogenbereiche sind die Buchstaben B (überwiegend Boden), X (überwiegend Fels) und O (überwiegend Mutterboden) zu verwenden. Zudem werden die Homogenbereiche nummeriert.

Das vorgesehene Baufeld ist derzeit vollständig bewaldet. Hier wurden während der Baugrunduntersuchungen zunächst die natürlichen Böden in Form von Sanden mit unterschiedlichen Feingehalten sowie eingeschalteten bindigeren Zwischenlagen angetroffen, die von den anstehenden Sandsteinen des Oberen Buntsandsteins abgelöst werden.

Die beim Aushub anfallenden Böden sollen nach Möglichkeit wiederverwendet werden. Überschüssiges Bodenmaterial wird voraussichtlich abgefahren und eventuell an anderer Stelle wiedereingebaut bzw. entsorgt.

Um die Böden besser beschreiben zu können, werden zudem noch die Bodenklassen entsprechend der alten DIN 18 300:2012-09 mit angegeben. Zur Einstufung der Homogenbereiche während der Aushubarbeiten stehen wir gerne zur Verfügung.

Entsprechend dem bisherigen Planungsstand und den ausgeführten Baugrundaufschlüssen ergibt sich die folgende Einteilung in Homogenbereiche:

Homogenbereich	Bodenschicht	Benennung
O1	Oberboden	-
B1	Sande und Tone	natürliche Böden

8.2 Homogenbereich O1 (Oberboden)

Der **Mutterboden** wird in den Homogenbereich O1 eingeteilt und wurde in allen ausgeführten Kleinrammbohrungen mit Mächtigkeiten zwischen 0,15 m und 0,40 m angetroffen. Gemäß der ehemaligen DIN 18300:2012-09 entsprach der Mutterboden der Bodenklasse 1.

8.3 Homogenbereich B1 (natürliche Böden)

Die in allen ausgeführten Kleinrammbohrungen unterhalb des Mutterbodens angetroffenen natürlich gewachsenen Böden werden in dem Homogenbereich B2 zusammengefasst. Bei diesen Böden handelt es sich überwiegend um gemischtkörnige Sande mit unterschiedlichen Feingehalten. Die Zusammensetzung der Sande wechselt kleinräumig. In diese Sande können bindige Zwischenlagen aus steifen bis halbfesten Tonen mit Mächtigkeiten von wenigen Dezimetern eingeschaltet sein, die bei einem Aushub voraussichtlich nicht getrennt zu erfassen sind.

Gemäß der chemischen Analyse auf die Parameter der LAGA-Richtlinie, deren Ergebnisse im Bericht PN 22508-1n dargestellt und zusammengefasst werden, sind die natürlichen Böden als Z0-Material einzustufen und können dementsprechend offen wiederverwertet werden.

Die weiteren Eigenschaften und Kennwerte des Homogenbereichs B1 wurden im Zuge der Feldarbeiten sowie anhand von durchgeführten bodenmechanischen Laborversuchen im hauseigenen Labor ermittelt und werden in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst:

Ortsübliche Bezeichnung	Sande mit bindigen Einschaltungen			
	T	U	S	G
Kornanteile mind.	0	5	44	0
Kornanteile max.	17	36	92	27
Mittelwert	4,3	11,1	75,1	9,6
Standardabweichung (n-1)	3,4	5,4	7,8	6,3
Massenanteil Steine	keine in Proben vorhanden			
Wassergehalt [%]	2 bis 17			
Mittelwert	11,4			
Standardabweichung (n-1)	5,1			
Organischer Anteil [%]	0 bis 3			
Mittelwert	1,1			
Standardabweichung (n-1)	0,8			
Lagerungsdichte	locker bis mitteldicht			
bei lockerster Lagerung (\emptyset) [g/cm ³]	1,28 bis 1,45 (1,35)			
bei dichtester Lagerung (\emptyset) [g/cm ³]	1,67 bis 1,86 (1,78)			
Bodengruppen	SU, SU*, TL			

Die Böden des Homogenbereiches B1 können mit üblichen Hydraulikbaggern gut gelöst werden.

Entsprechend der ehemaligen DIN 18300:2012-09 wären die Böden des Homogenbereichs B1 in die Bodenklassen von 3 bis 5 (leicht bis schwer lösbare Bodenarten) eingestuft worden.

9. Gründung

9.1 Gründungsart und Gründungstiefe

Aus Gründen der Frostsicherheit ist eine Mindestgründungstiefe von 1,20 m unter der Geländeoberfläche einzuhalten.

Unter Berücksichtigung der vorgesehenen Geländeanschüttung von maximal rund zwei Metern werden mit den frostfreien Gründungssohlen der **Einzel- bzw. Streifenfundamente** diese Auffüllungen erreicht. In und auf den Anschüttungen kann bei fachgerechter Verdichtung mittels Einzel- und Streifenfundamenten gegründet werden. Daher sind die geplanten Geländeanschüttungen aus einem gut abgestuften, verdichtungswilligen Material, z.B. der Körnung 0/45 mm oder 0/56 mm, herzustellen. Dazu kann ein Schottermaterial oder auch ein entsprechend gebrochenes Betonrecycling verwendet werden. Das Material muss jedoch den jeweiligen Anforderungen an den Verdichtungsgrad und die Tragfähigkeit sowohl im Bereich des Gebäudes als auch der Außenanlagen genügen.

Vor Einbringung der Auffüllungen sind der Mutterboden sowie eventuell aufgelockerte oder stark wasserhaltige Böden auszubauen. Die Auffüllungen sind anschließend lagenweise einzubauen und fachgerecht zu verdichten.

Unterhalb der Fundamente ist dabei eine Proctordichte von wenigstens $D_{Pr} = 100 \%$ sowie ein Verformungsmodul der Wiederbelastung von $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ und ein Verhältnisswert E_{v2}/E_{v1} von höchstens 2,3 einzuhalten. Ansonsten ist bis 1,0 m unter der Höhe des Erdplanums eine Proctordichte von mindestens $D_{Pr} = 98 \%$ nachzuweisen.

Unterhalb der **Bodenplatte** sind die vorgesehenen Auffüllungen bei fachgerechter Verdichtung für die üblichen Lasten als ausreichend tragfähig anzusehen.

Die Verdichtung der Geländeanschüttungen ist durch geeignete bodenmechanische Versuche, z.B. mittels Plattendruckversuchen oder Dichtebestimmungen, zu prüfen. An den Rändern sind die Anschüttungen unter maximal 45° nach außen abzuböschten.

Eventuelle Sondervorschläge zur Gründung sind uns zur Prüfung bodenmechanischer und gründungstechnischer Belange vorzulegen.

9.2 Bodenpressungen und Setzungen

Zur Ermittlung der zulässigen vertikalen Bodenpressungen bzw. der Sohlwiderstände wurden Grundbruchberechnungen mit den charakteristischen Bodenkenngrößen (Kap. 6.2) durchgeführt. Dabei errechnet sich die Grundbruchsicherheit in Abhängigkeit von der Mindestbreite (b) und der Mindesteinbindetiefe (t = Fundamentsohle bis Fußboden- bzw. Geländeoberfläche) der Fundamente.

Dazu werden im Folgenden die aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005 sowie die Bemessungswerte der Sohlwiderstände nach DIN 1054:2010-12 (Eurocode 7) angegeben.

Zur Berechnung der aufnehmbaren Sohldrücke nach dem **Globalsicherheitssystem** können die aufnehmbaren Sohldrücke gemäß DIN 1054:2005 voraussichtlich nach dem Verfahren für einfache Fälle, Kapitel 7.7 ermittelt werden. Dabei kann der **charakteristische Sohldruck** σ_{vorh} dem **aufnehmbaren Sohldruck** σ_{zul} gegenübergestellt werden. Dazu werden **für den Lastfall LF 1 nach DIN 1054:2005** (ständige und vorübergehende Bemessungssituationen) die ermittelten charakteristischen Grundbruchwiderstände durch den **Sicherheitsbeiwert von 2,0** dividiert.

Bei der Berechnung mit dem **Teilsicherheitsverfahren** nach DIN 1054:2010-12 (EC7), Kapitel 6.10, kann voraussichtlich der vereinfachte Nachweis in Regelfällen angewendet werden. Hierfür wird der **Bemessungswert der Sohldruckbeanspruchung** $\sigma_{\text{E,d}}$ dem **Bemessungswert des Sohlwiderstands** $\sigma_{\text{R,d}}$ gegenübergestellt.

Für die **Bemessungssituation BS-P** (ständige Bemessungssituation) und im **Grenzstand GEO-2** (sehr große Verformungen oder Bruch im Baugrund), werden hierfür die charakteristischen Grundbruchwiderstände durch den **Sicherheitsbeiwert $\gamma_{R,v} = 1,4$** dividiert.

Für eine **Gründung wie in Kap 9.1 beschrieben**, können unter Berücksichtigung der Grundwasserverhältnisse die folgenden aufnehmbaren Sohldrücke σ_{zul} [kN/m²] bzw. die Bemessungswerte der Sohlwiderstände $\sigma_{R,d}$ [kN/m²] angesetzt werden:

Streifenfundamente (Globaler Sicherheitsbeiwert $\eta = 2,0$, nach DIN 1054:2005)

Einbindetiefe t [m]	Breite b [m]		
	0,5	1,0	1,5
0,5	265	300	320
1,5	425	455	475
σ_{zul} [kN/m ²]			

Streifenfundamente (Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{R,v} = 1,4$, nach Eurocode 7)

Einbindetiefe t [m]	Breite b [m]		
	0,5	1,0	1,5
0,5	375	425	455
1,5	605	650	675
$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]			

Einzelfundamente (Globaler Sicherheitsbeiwert $\eta = 2,0$, nach DIN 1054:2005)

Einbindetiefe t [m]	Breite b [m]		
	0,5	1,0	1,5
0,5	325	345	360
1,5	580	620	660
σ_{zul} [kN/m ²]			

Einzelfundamente (Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{R,v} = 1,4$, nach Eurocode 7)

Einbindetiefe t [m]	Breite b [m]		
	0,5	1,0	1,5
0,5	460	490	510
1,5	825	885	940
$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]			

Zwischenwerte können linear interpoliert werden.

Eine ausreichende Sicherheit gegen Grundbruch gilt als nachgewiesen, wenn der charakteristische Sohldruck σ_{vorh} bzw. der Bemessungswert der Sohlbeanspruchung $\sigma_{E,d}$ kleiner gleich dem aufnehmbaren Sohldruck σ_{zul} bzw. dem Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ ist.

Bei außermittigen Beanspruchungen gelten diese Werte für die gemäß DIN 1054 reduzierten Sohlflächen. Bei zusätzlichen Horizontalkräften H sind die Werte für den aufnehmbaren Sohldruck bzw. den Bemessungswert des Sohlwiderstands entsprechend den Vorgaben der DIN 1054 zu reduzieren. Eine klaffende Fuge ist unter den ständigen Lasten nicht und unter den Gesamtlasten nur bis zum Sohlflächenschwerpunkt zulässig.

Mit den genannten aufnehmbaren Sohldrücken bzw. Sohlwiderständen ergeben sich rechnerische **Setzungen und Setzungsunterschiede** in einer Größenordnung von bis zu etwa zwei Zentimetern. Erfahrungsgemäß werden dabei rund zwei Drittel der Setzungen aus dem Lastfall Eigengewicht bereits während der Bauzeit abklingen.

10. Verkehrsflächen

Die Dicke des frostsicheren Oberbaus der Verkehrsflächen bestimmt sich nach den „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO 12“. Im Bereich des voraussichtlichen Erdplanums stehen die vorgesehenen Geländeanschlüttungen an. Sollten die Anschüttungen, wie in Kap. 9.1 beschrieben, aus einem Schotter- oder Recyclingmaterial der Körnungen 0/45 mm oder 0/56 mm hergestellt werden, kann hier einheitlich von der Frostempfindlichkeitsklasse F2 ausgegangen werden.

Gemäß der RStO 12 werden Verkehrsflächen, die hauptsächlich von Schwerverkehr genutzt werden, in die Belastungsklassen Bk10 bis Bk100 eingeteilt. Je nach Beanspruchung der Zu- und Umfahrten kann eine niedrigere oder eine höhere Belastungsklasse maßgebend sein. Die Pkw-Stellflächen sind voraussichtlich in die Belastungsklasse Bk0,3 einzustufen. Sollte eine höhere Belastungsklasse zutreffend sein, können sich die Minstdicken des frostsicheren Oberbaus erhöhen.

Für die Verkehrsflächen wird bei der Einteilung in die Belastungsklassen Bk10 bis Bk100 und die Frostepfindlichkeitsklasse F2 eine Minstdicke des frostsicheren Oberbaus von 55 cm erforderlich. Für die Pkw-Stellflächen wird bei einer Einteilung in die Belastungsklasse Bk0,3 eine Minstdicke des frostsicheren Oberbaus von 40 cm notwendig. Gemäß der Tabelle 7 der RStO 12 sind folgende Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse zu berücksichtigen:

Frosteinwirkung: Zone III	+ 15 cm
Grund- oder Schichtenwasser zeitweise oder dauerhaft höher als 1,5 m unter Planum	+ 5 cm

Daraus resultiert eine **erforderliche Dicke des frostsicheren Aufbaus der Zu- und Umfahrten** des Gebäudes von:

$$55 \text{ cm} + 15 \text{ cm} + 5 \text{ cm} = \mathbf{75 \text{ cm.}}$$

Für die **Pkw-Stellflächen** ergibt sich eine **erforderliche Dicke des frostsicheren Aufbaus** von:

$$40 \text{ cm} + 15 \text{ cm} + 5 \text{ cm} = \mathbf{60 \text{ cm.}}$$

Von diesen Werten kann beim Vorliegen anderer örtlicher Erfahrungen abgewichen werden.

Bei Bauweisen mit Asphalttragschichten ist auf der Oberkante der Frostschutzschicht für die Belastungsklassen Bk10 bis Bk100 ein Verformungsmodul der Wiederbelastung von E_{v2} größer oder gleich 120 MPa gefordert. Bei der Belastungsklasse Bk0,3 wird ein Verformungsmodul von 100 MPa verlangt.

Bei einem Verkehrsflächenoberbau mit einer ungebundenen Tragschicht bzw. Frostschuttschicht auf dem gegebenen frostempfindlichen Untergrund ist auf dem Planum zudem ein Verformungsmodul E_{v2} von wenigstens 45 MPa nachzuweisen.

Mit dem **Erdplanum der Verkehrsflächen** werden voraussichtlich die künstlichen Geländeanschlüttungen erreicht. Diese können unter der Voraussetzung eines lagenweisen Einbaus und einer fachgerechter Verdichtung die geforderten Verformungsmoduln voraussichtlich erreichen, sodass hier keine zusätzlichen Maßnahmen erforderlich werden.

11. Bautechnische Hinweise und Empfehlungen

11.1 Abdichtung und Dränagemassnahmen

Unter Berücksichtigung der geplanten Geländeanschlüttungen wird für die erdberührten Bauteile (Bodenplatte) bei Ausführung einer dauerhaft funktionierenden, rückstaufreien Ringdränage für die Bodenplatte eine **Abdichtung gegen Bodenfeuchte bzw. nicht stauendes Sickerwasser** gemäß DIN 18 195 Teil 4 ausreichend sein.

Die üblichen **Dränagemassnahmen** sind gemäß den Vorgaben der DIN 4095 auszuführen. Als Flächenfilter unter der Bodenplatte sind die obersten 20 cm der vorgesehenen Auffüllungen aus einem gut durchlässigen Material, z.B. der Körnung 5/56 mm, herzustellen. Der Flächenfilter muss durch entsprechende Fundamentdurchbrüche in die Ringdränage entwässern können. Bei Flächen von größer als 200 m² sind in den Flächenfilter zusätzliche Rohrleitungen einzulegen.

11.2 Baumaßnahmen

Baugrubenböschungen können oberhalb des Grundwasserspiegels in den Sanden unter maximal 45° hergestellt werden. Die zumindest steifen bindigen Böden sind unter einem Neigungswinkel von maximal 60° abzuböschten. Unterhalb des Grundwasserspiegels können weitere Abflachungen erforderlich werden. Bei der Ausführung sind die Einschränkungen des Regelfalls nach DIN 4124:2002-10 zu beachten.

Das mögliche anfallende Niederschlags- und Grundwasser ist während der Bauzeit mittels einer fachgerecht ausgeführten offenen **Wasserhaltung** zu fassen und abzuleiten. Bei ungünstigen Witterungsbedingungen ist mit einem erhöhten Wasserandrang zu rechnen, sodass dann eine lokale Grundwasserabsenkung erforderlich werden kann.

Alle Erdarbeiten und **Verdichtungskontrollen** im Zuge des Straßenbaus sind gemäß den ZTV E-StB 09 auszuführen.

Die anstehenden Sande mit hohen Feingehalten sowie die bindigen Böden sind im starken Maße feuchtigkeitsempfindlich. Bei zusätzlicher Beanspruchung, z. B. Befahren durch Baugeräte, verlieren sie an Strukturfestigkeit und verursachen zusätzliche kaum abschätzbare Seichtsetzungen. Ein unmittelbares Befahren des Planums ist zu vermeiden. Auflockerungen sind fachgerecht nachzuverdichten.

Freigelegte **Gründungssohlen** sind fachgerecht nachzuverdichten und umgehend mit einer Sauberkeitsschicht abzudecken.

12. Bauüberwachung und Abnahme

Die Erd- und Gründungsarbeiten sind unter Beachtung dieses Berichts fachgerecht auszuführen.

Zusätzlich zum vorliegenden Bericht wird eine Abnahme der Gründungssohlen durch das Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder empfohlen. Den prüfstatischen Bericht bitten wir uns vorzulegen, zumindest, soweit er gründungstechnische Belange betrifft.

Ein Exemplar dieses Berichts ist durch den Bauherrn bzw. seinen Vertreter zur ständigen Einsichtnahme auf der Baustelle auszulegen.

Da die Baugrunduntersuchungen stichprobenartige, punktuelle Aufschlüsse darstellen, sind Abweichungen möglich. Bei geänderten Voraussetzungen oder abweichenden Untergrundverhältnissen ist eine umgehende Rücksprache erforderlich.

13. Zusammenfassung


Das Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder, Bayreuth, wurde beauftragt, für den Neubau eines Schulungshilfszentrums auf dem Truppenübungsplatz Grafenwöhr anhand durchgeführter Baugrunduntersuchungen zu den geplanten Maßnahmen von bodenmechanischer und gründungstechnischer Seite Stellung zu nehmen.

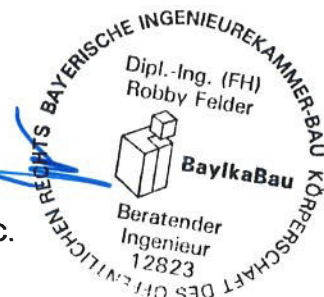
Der Untergrund wurde insgesamt durch 21 Kleinrammbohrungen sowie 21 Sondierungen mit der schweren Rammsonde erkundet. Mit den frostfreien Gründungstiefen der Einzel- bzw. Streifenfundamente werden voraussichtlich überall die vorgesehenen Geländeanschlüttungen erreicht. Diese sind aus einem gut abgestuften Material herzustellen, lagenweise einzubauen und fachgerecht zu verdichten. Unter den im vorliegenden Bericht genannten Voraussetzungen sind die Auffüllungen als ausreichend tragfähig anzusehen.

Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus der Zu- und Umfahrten des Gebäudes beträgt nach RStO voraussichtlich 75 cm. Für die Pkw-Stellflächen kann die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus auf 60 cm reduziert werden. Mit dem Erdplanum werden voraussichtlich ebenfalls die Geländeanschlüttungen erreicht, die bei fachgerechter Verdichtung als ausreichend tragfähig einzustufen sind. Zu besonderen Punkten der Gründung und Ausführung wurde im Einzelnen Stellung genommen.

Für weitere Fragen bodenmechanischer und gründungstechnischer Art stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Die Bearbeiterin


Anja Strauß, M.Sc.



Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder GmbH


Dipl.-Ing. (FH) Felder

Lageplan



M 1 : 1.000

- KRB Kleinrammbohrung
- DPH Schwere Rammsondierung

gez.: mp

Legende für Untergrundaufschlüsse nach DIN 4023

	T (Ton)		S (Sand)		Mu (Mutterboden)
	t (tonig)		s (sandig)		Sst (Sandstein)
	U (Schluff)		G (Kies)		
	u (schluffig)		g (kiesig)		

Tiefe
 Datum
 Tiefe
 Datum

(Fels) schwach verwittert
 ((Fels)) stark verwittert
 entfestigt
 S(Fels) Sand (Felszersatz)

Labor Nr. Bohrprobe (gestört)

Auftrag: 13917-bgr Anlage 2.1

Projekt: Training Support / Aid Center

Ort: Grafenwöhr

NORDWEST - SÜDOST

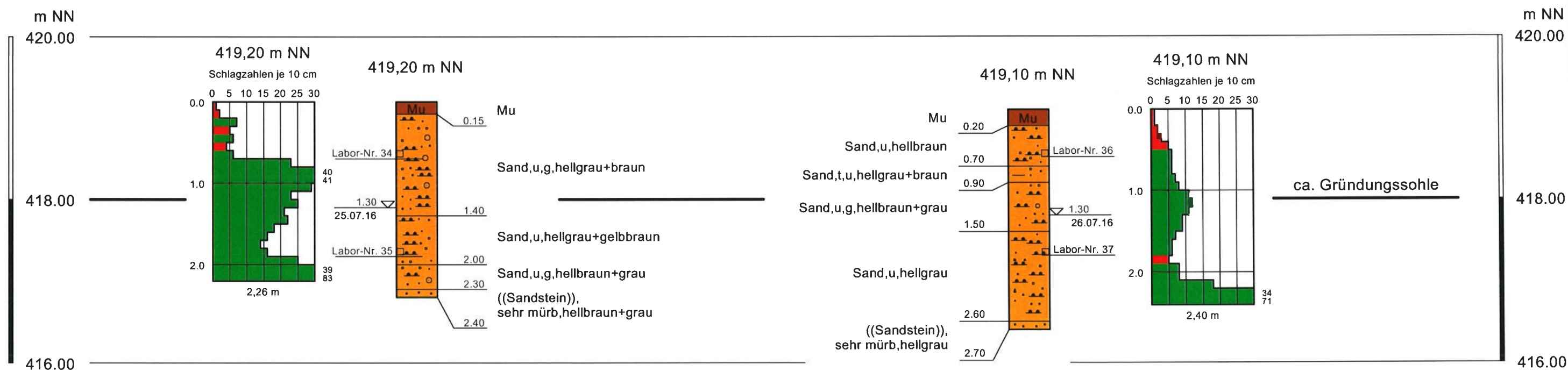
DPH2

KRB2

KRB3

DPH3

Schnitt A



M.d.H. 1 : 50
 M.d.L. 1 : 200

Lage siehe Anlage 1
 gez.: mp

Legende für Untergrundaufschlüsse nach DIN 4023

	T (Ton)		S (Sand)		Mu (Mutterboden)
	t (tonig)		s (sandig)		Sst (Sandstein)
	U (Schluff)		G (Kies)		
	u (schluffig)		g (kiesig)		

Tiefe ∇ Datum GW angetroffen
Tiefe ∇ Datum GW Ruhe

(Fels) schwach verwittert
((Fels)) stark verwittert
entfestigt
S(Fels) Sand (Felszersatz)

Labor Nr. ☐ Bohrprobe (gestört)

Auftrag: 13917-bgr Anlage 2.2

Projekt: Training Support / Aid Center

Ort: Grafenwöhr

NORDWEST - SÜDOST

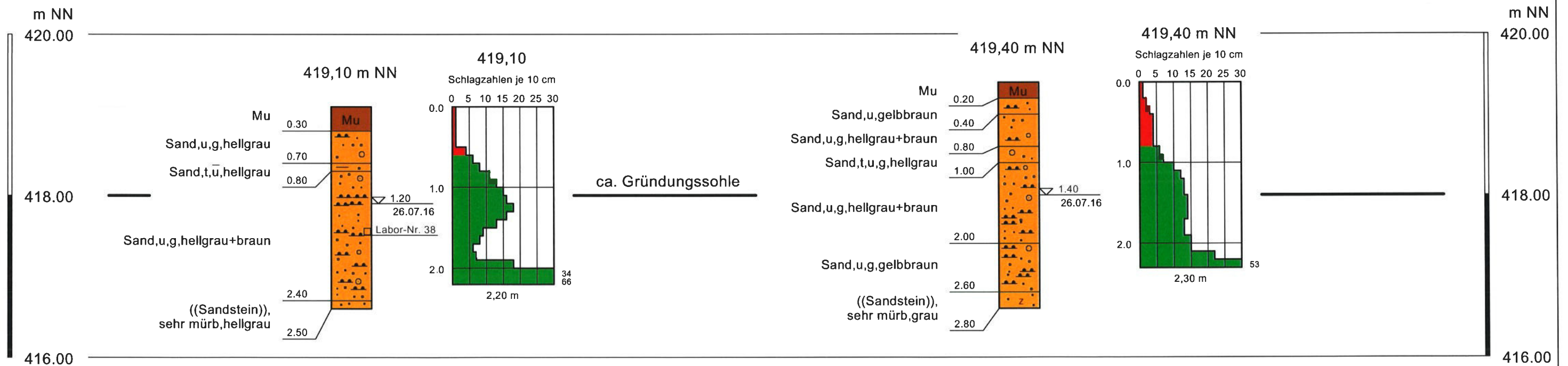
KRB4

DPH4

KRB5

DPH5

Schnitt B



M.d.H. 1 : 50

M.d.L. 1 : 200

Lage siehe Anlage 1
gez.: mp

Legende für Untergrundaufschlüsse nach DIN 4023

	T (Ton)		S (Sand)		Mu (Mutterboden)
	t (tonig)		s (sandig)		Sst (Sandstein)
	U (Schluff)		G (Kies)		
	u (schluffig)		g (kiesig)		

Tiefe
 Datum
 Tiefe
 Datum

(Fels) schwach verwittert
 ((Fels)) stark verwittert
 entfestigt
 S(Fels) Sand (Felszersatz)

Labor Nr. Bohrprobe (gestört)

Auftrag: 13917-bgr Anlage 2.3

Projekt: Training Support / Aid Center

Ort: Grafenwöhr

NORDWEST - SÜDOST

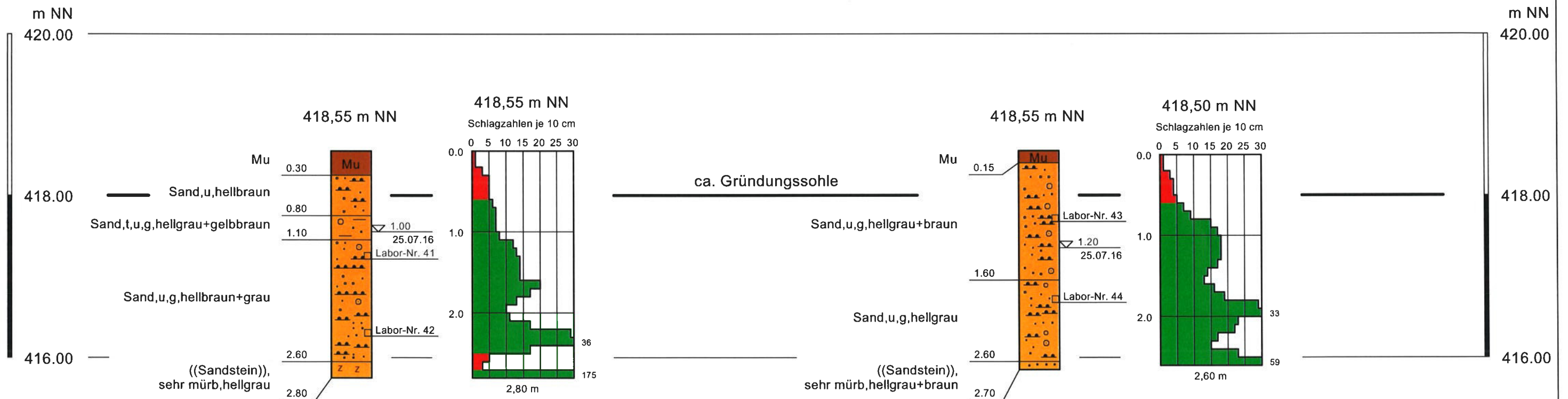
KRB7

DPH7

KRB8

DPH8

Schnitt C



M.d.H. 1 : 50
 M.d.L. 1 : 200

Lage siehe Anlage 1
 gez.: mp

Legende für Untergundaufschlüsse nach DIN 4023

steif	T (Ton)	S (Sand)	Mu (Mutterboden)
t (tonig)	s (sandig)	Sst (Sandstein)	
U (Schluff)	G (Kies)		
u (schluffig)	g (kiesig)		

Tiefe ∇ Datum GW angetroffen
 Tiefe ∇ Datum GW Ruhe

(Fels) schwach verwittert
 ((Fels)) stark verwittert
 entfestigt
 S(Fels) Sand (Felszersatz)

Labor Nr. ☐ Bohrprobe (gestört)

Auftrag: 13917-bgr Anlage 2.4

Projekt: Training Support / Aid Center

Ort: Grafenwöhr

NORDWEST - SÜDOST

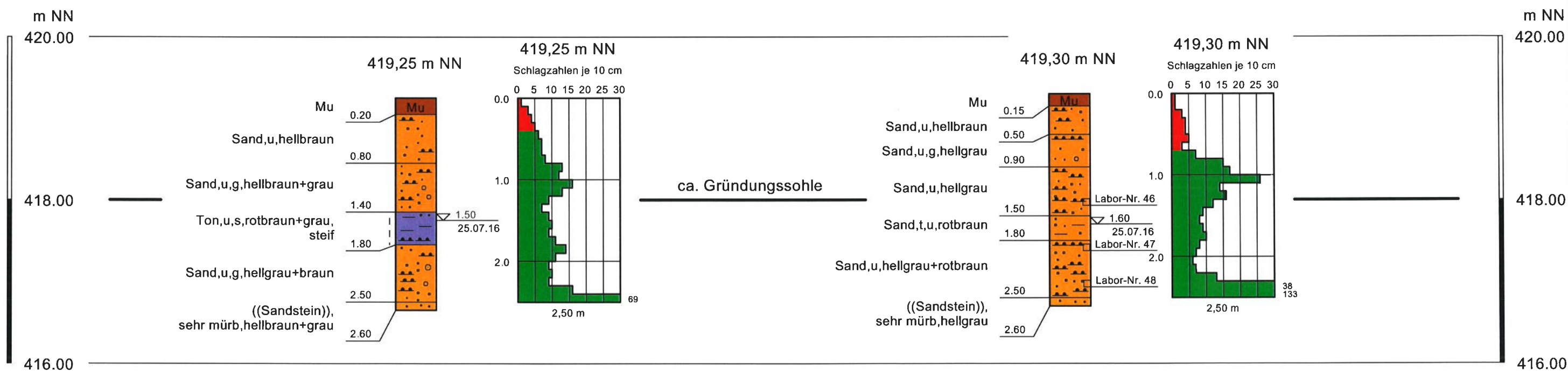
KRB9

DPH9

KRB10

DPH10

Schnitt D



M.d.H. 1 : 50

M.d.L. 1 : 200

Lage siehe Anlage 1
 gez.: mp

Legende für Untergrundaufschlüsse nach DIN 4023

	T (Ton)		S (Sand)		Mu (Mutterboden)
	t (tonig)		s (sandig)		Sst (Sandstein)
	U (Schluff)		G (Kies)		
	u (schluffig)		g (kiesig)		

Tiefe
 Datum GW angetroffen
 Tiefe
 Datum GW Ruhe

(Fels) schwach verwittert
 ((Fels)) stark verwittert
 entfestigt
 S(Fels) Sand (Felszersatz)

Labor Nr. Bohrprobe (gestört)

Auftrag: 13917-bgr Anlage 2.5

Projekt: Training Support / Aid Center

Ort: Grafenwöhr

NORDWEST - SÜDOST

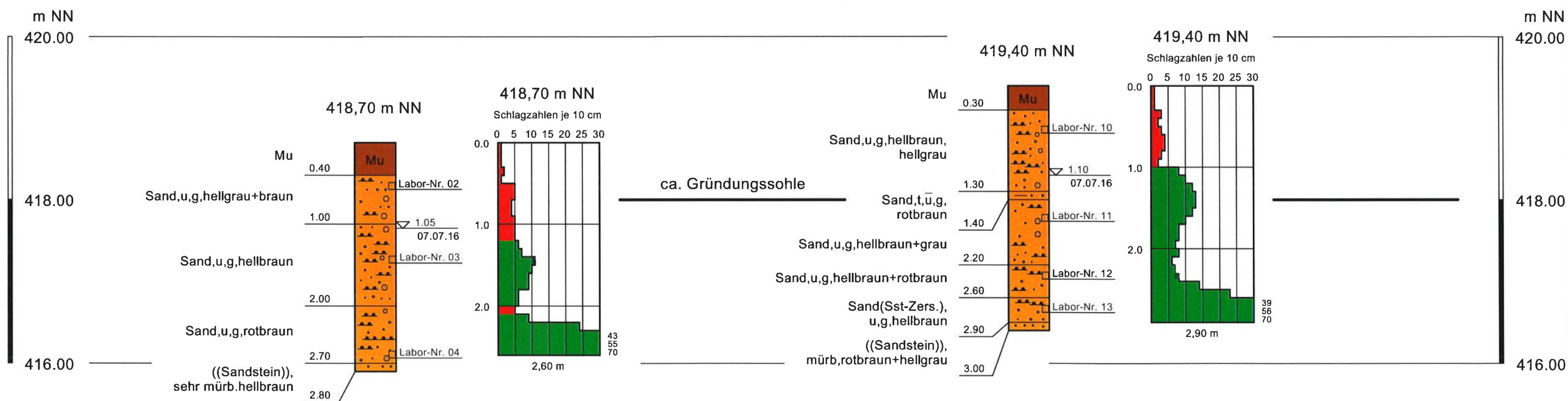
KRB11

DPH11

KRB12

DPH12

Schnitt E



M.d.H. 1 : 50

M.d.L. 1 : 200

Lage siehe Anlage 1
 gez.: mp

Legende für Untergrundaufschlüsse nach DIN 4023

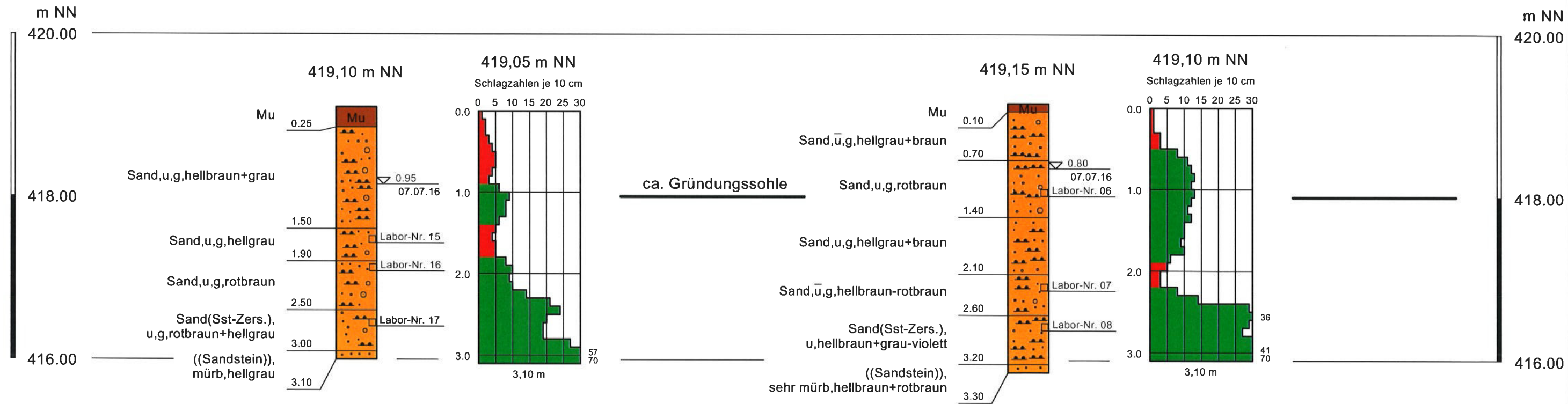
	T (Ton)		S (Sand)		Mu (Mutterboden)
	t (tonig)		s (sandig)		Sst (Sandstein)
	U (Schluff)		G (Kies)		
	u (schluffig)		g (kiesig)		

Tiefe GW angetroffen
Datum
Tiefe GW Ruhe
Datum

(Fels) schwach verwittert
((Fels)) stark verwittert
entfestigt
S(Fels) Sand (Felszersatz)

Labor Nr. Bohrprobe (gestört)

KRB13 DPH13 KRB14 DPH14 Schnitt F



M.d.H. 1 : 50
M.d.L. 1 : 200

Lage siehe Anlage 1
gez.: mp

Auftrag: 13917-bgr Anlage 2.7
Projekt: Training Support / Aid Center
Ort: Grafenwöhr

NORDWEST - SÜDOST

Schnitt G

Legende für Untergrundaufschlüsse nach DIN 4023

halbfest

steif

T (Ton)

t (tonig)

U (Schluff)

u (schluffig)

S (Sand)

s (sandig)

G (Kies)

g (kiesig)

Mu

Sst (Sandstein) in

Mu (Mutterboden)

Sst (Sandstein) in

Tiefe

Datum

Tiefe

Datum

GW angetroffen

GW Ruhe

(Fels) schwach verwittert

((Fels)) stark verwittert

S(Fels) Sand (Felszersatz)

Labor Nr.

Bohrprobe (gestört)

KRB15 DPH15 KRB16 DPH16

M.d.H. 1 : 50
M.d.L. 1 : 200

Lage siehe Anlage 1
gez.: mp

Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder | Geotechnik | Altlasten | Bauwerksuntersuchung | BAYREUTH

Legende für Untergrundaufschlüsse nach DIN 4023

	T (Ton)		S (Sand)		Mu (Mutterboden)
	t (tonig)		s (sandig)		Sst (Sandstein)
	U (Schluff)		G (Kies)		
	u (schluffig)		g (kiesig)		

Tiefe ∇ Datum GW angetroffen
Tiefe ∇ Datum GW Ruhe

(Fels) schwach verwittert
((Fels)) stark verwittert
entfestigt
S(Fels) Sand (Felszersatz)

Labor Nr. ☐ Bohrprobe (gestört)

Auftrag: 13917-bgr Anlage 2.8

Projekt: Training Support / Aid Center

Ort: Grafenwöhr

NORDWEST - SÜDOST

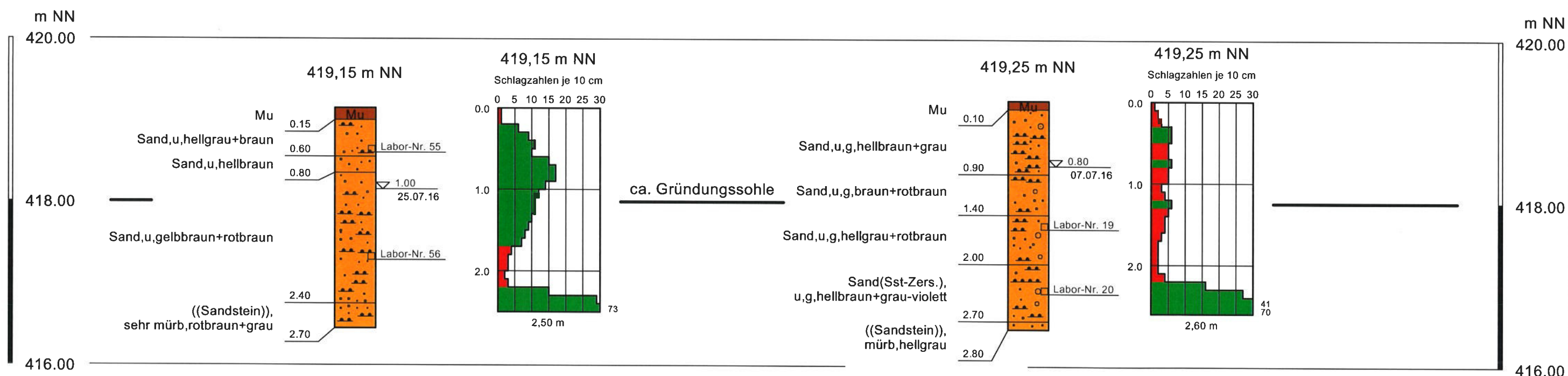
KRB17

DPH17

KRB18

DPH18

Schnitt H



M.d.H. 1 : 50
M.d.L. 1 : 200

Lage siehe Anlage 1
gez.: mp

Auftrag: 13917-bgr Anlage 2.9
Projekt: Training Support / Aid Center
Ort: Grafenwöhr

NORTHWEST - SÜDOST

Schnitt I

M.d.H. 1 : 50
M.d.L. 1 : 200

Lage siehe Anlage 1
gez.: mp

Legende für Untergrundaufschlüsse nach DIN 4023

T (Ton)

t (tonig)

U (Schluff)

u (schluffig)

S (Sand)

s (sandig)

G (Kies)

g (kiesig)

Mu (Mutterboden)

Sst (Sandstein)

Tiefe
Datum

Tiefe
Datum

GW angetroffen

GW Ruhe

(Fels) schwach verwittert

((Fels)) stark verwittert

S(Fels) Sand (Felszersatz)

Labor Nr. ☐

Bohrprobe (gestört)

KRB19 DPH19 KRB20 DPH20

The diagram shows a geological cross-section with four borehole logs. The vertical axis represents elevation in meters above sea level (m NN), ranging from 416.00 to 420.00. A horizontal line at approximately 418.00 m NN indicates the 'ca. Gründungssohle' (approximate foundation sole). The logs are as follows:

- KRB19:** Elevation 418.70 m NN. Soil layers from top to bottom: Mu (0.10 m), Sand, u, g, hellgrau+braun (0.35 m), Sand, u, g, rotbraun (1.40 m), Sand, u, g, braun (1.70 m), Sand (Sst-Zers.), u, g, braun-violett (2.10 m), ((Sandstein)), mürb, hellgrau (2.60 m). Labor samples: 22, 23, 24.
- DPH19:** Elevation 418.70 m NN. Soil layers from top to bottom: Mu (0.10 m), Sand, u, g, hellgrau+braun (0.35 m), Sand, u, g, rotbraun (1.40 m), Sand, u, g, braun (1.70 m), Sand (Sst-Zers.), u, g, braun-violett (2.10 m), ((Sandstein)), mürb, hellgrau (2.60 m). Labor samples: 22, 23, 24.
- KRB20:** Elevation 419.30 m NN. Soil layers from top to bottom: Mu (0.20 m), Sand, u, g, hellbraun (0.85 m), Sand, t, u, g, rotbraun+hellgrau (1.40 m), Sand (Sst-Zers.), u, g, hellgrau+braun-violett (2.40 m), ((Sandstein)), mürb, hellgrau (3.20 m). Labor sample: 26.
- DPH20:** Elevation 419.30 m NN. Soil layers from top to bottom: Mu (0.20 m), Sand, u, g, hellbraun (0.85 m), Sand, t, u, g, rotbraun+hellgrau (1.40 m), Sand (Sst-Zers.), u, g, hellgrau+braun-violett (2.40 m), ((Sandstein)), mürb, hellgrau (3.20 m). Labor sample: 26.

Water levels are indicated by inverted triangles: 0.35 m for KRB19 and DPH19, and 0.85 m for KRB20 and DPH20, all dated 07.07.16.

Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder | Geotechnik | Altlasten | Bauwerksuntersuchung | BAYREUTH

Auftrag: 13917-bgr Anlage 2.10
Projekt: Training Support / Aid Center
Ort: Grafenwöhr

NORDWEST - SÜDOST

Schnitt J

Legende für Untergrundaufschlüsse nach DIN 4023

T (Ton)

t (tonig)

U (Schluff)

u (schluffig)

S (Sand)

s (sandig)

G (Kies)

g (kiesig)

Mu (Mutterboden)

Sst (Sandstein)

Tiefe
Datum

Tiefe
Datum

GW angetroffen

GW Ruhe

(Fels) schwach verwittert

((Fels)) stark verwittert

S(Fels) Sand (Felszersatz)

Labor Nr. ☐

Bohrprobe (gestört)

KRB21 DPH21

The diagram illustrates a geological cross-section (Schnitt J) between two boreholes, KRB21 and DPH21. The vertical axis represents elevation in meters above sea level (m NN), with markers at 416.00, 418.00, and 420.00. The horizontal axis shows the ground surface profile and the location of the boreholes. The soil profile is divided into several layers: a top layer of Mu (Mutterboden) from 0.20 to 0.95 m depth, followed by Sand, u.g., hellbraun (loose, light brown sand) from 0.95 to 1.50 m, Sand, u.g., hellgrau+braun (loose, light gray to brown sand) from 1.50 to 1.90 m, Sand (Sst-Zers.), u.g., hellbraun+grau (loose sand with sandstone replacement, light brown to gray) from 1.90 to 2.80 m, and ((Sandstein)), mürb, hellgrau (soft sandstone, light gray) from 2.80 to 2.90 m. The groundwater level is indicated by a horizontal line at approximately 418.00 m NN, labeled 'ca. Gründungssohle'. A groundwater level chart (GW Ruhe) is shown on the right, with 'Schlagzahlen je 10 cm' (blows per 10 cm) on the x-axis (0 to 30) and depth on the y-axis (0.0 to 2.80 m). The chart shows a sharp increase in blow counts at the groundwater level, indicating a transition to a more homogeneous material. Borehole data for KRB21 includes Labor-Nr. 29 at 1.90 m and Labor-Nr. 30 at 2.80 m. The date 07.07.16 is noted next to the groundwater level.

M.d.H. 1 : 50
M.d.L. 1 : 200

Lage siehe Anlage 1
gez.: mp

Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder | Geotechnik | Altlasten | Bauwerksuntersuchung | BAYREUTH

Wasseranalyse nach DIN 4030

Bauvorhaben GRAFENWÖHR Training Support / Aid Center (TAC)	Auftrag Nr. 13917-bgr	Labor Nr. 01	Entnahmedatum 07.07.2016
	Entnahmestelle KRB13	Probenehmer I.-B. Dr. Ruppert & Felder	Anlage 3

Wasseranalyse			Beurteilung nach DIN 1045-2 und DIN EN 206-1 <small>(in Klammer Grenzwerte)</small>			
Probeneingang	Prüfergebnis		nicht angreifend	schwach angreifend	mäßig angreifend	stark angreifend
pH - Wert	6,45		 <small>(> 6,5)</small>	X <small>(6,5 bis 5,5)</small>	 <small>(< 5,5 bis 4,5)</small>	 <small>(< 4,5)</small>
Kalklösende Kohlensäure (CO ₂)	m+ 0,3	2,2 mg/l	X <small>(< 15)</small>	 <small>(15 bis 40)</small>	 <small>(> 40 bis 100)</small>	 <small>(> 100)</small>
	m- 0,2					
	0,1x 22 =					
Ammonium (NH ₄ ⁺)	0 mg/l		X <small>(< 15)</small>	 <small>{15 bis 30}</small>	 <small>(>30 bis 60)</small>	 <small>(> 60)</small>
Magnesium (Mg ²⁺)	100 mg/l		X <small>(< 300)</small>	 <small>(300 bis 1000)</small>	 <small>(> 1000 bis 3000)</small>	 <small>(> 3000)</small>
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	< 200 mg/l		X <small>(< 200)</small>	 <small>(200 bis 600)</small>	 <small>(> 600 bis 3000)</small>	 <small>(> 3000)</small>
Farbe / Trübung	trüb		Bemerkungen:			
Geruch	neutral					
Chlorid (Cl ⁻)	-					

Beurteilung nach DIN 1045-2 und DIN EN 206-1:

Das Wasser gilt als

☐

chemisch nicht angreifend

☒

chemisch schwach angreifend (XA 1)

☐

chemisch mäßig angreifend (XA 2)

☐

chemisch stark angreifend (XA 3)

(Für die Beurteilung ist der höchste Angriffsgrad maßgebend, auch wenn er nur von einem der Werte erreicht wird. Liegen zwei oder mehr Werte im oberen Viertel eines Bereiches (bei pH im unteren Viertel), so erhöht sich der Angriffsgrad um eine Stufe (ausgenommen Meerwasser und Niederschlagswasser).)

Bayreuth, 08.07.2016

V. Bohrer

Ort, Datum

Bearbeiter

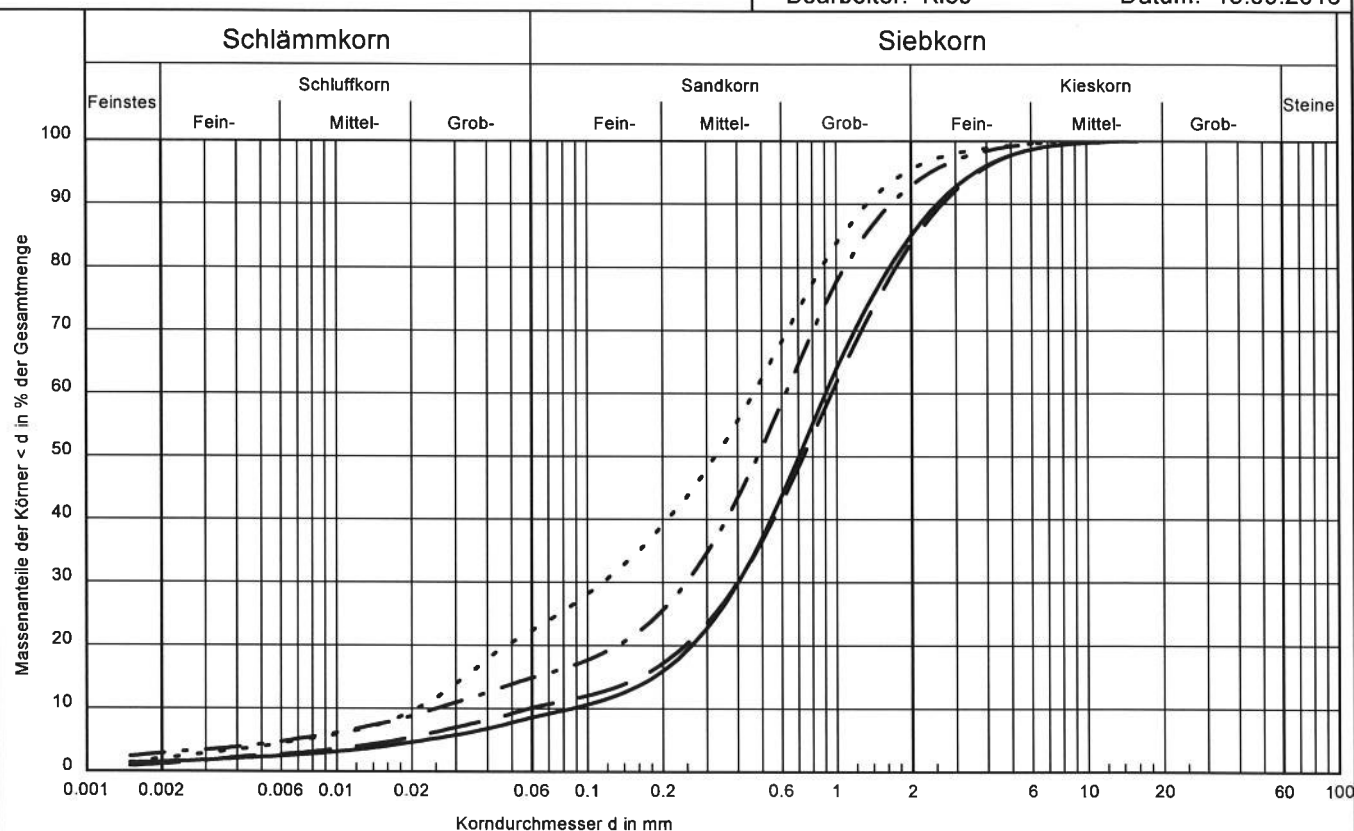
ING.-BÜRO DR. RUPPERT & FELDER GMBH * Baugrund * Bauchemie * Umweltschutz * BAYREUTH

Körnungslinie GRAFENWÖHR Training Support / Aid Center

Probe entnommen am: 25./26.07.2016
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Sieb/Schlamm

Bearbeiter: Kies

Datum: 15.09.2016



Labor Nr.	33	34	35	36
Signatur	—	— —	— — —	— — — —
Bodenart	Sand,u,g	Sand,u,g	Sand,u,g	Sand,u
Bodengruppe / Bodenklasse	SU / 3	SU / 3	SU* / 4	SU* / 4
Entnahmestelle / Tiefe	KRB1 / 1,40 m	KRB2 / 0,70 m	KRB2 / 1,90 m	KRB3 / 0,60 m
Wassergehalt [%]	-	2,9	-	-
d ₁₀ /d ₆₀ [mm]	0.0858 / 0.9013	0.0583 / 0.9526	0.0250 / 0.6226	0.0209 / 0.4627
Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl	10.5/2.1	16.3/2.9	24.9/4.0	22.1/1.4
Frostsicherheit	F1	F2	F2	F3
k-Wert nach Beyer	$5.2 \cdot 10^{-5}$	$2.4 \cdot 10^{-5}$	$3.9 \cdot 10^{-6}$	$2.7 \cdot 10^{-6}$
Anteile T/U/S/G [%]	1.5/7.3/76.3/14.9	1.2/9.2/73.5/16.1	2.9/12.2/77.8/7.0	2.0/20.8/72.7/4.5

Körnungslinie

GRAFENWÖHR

Training Support / Aid Center

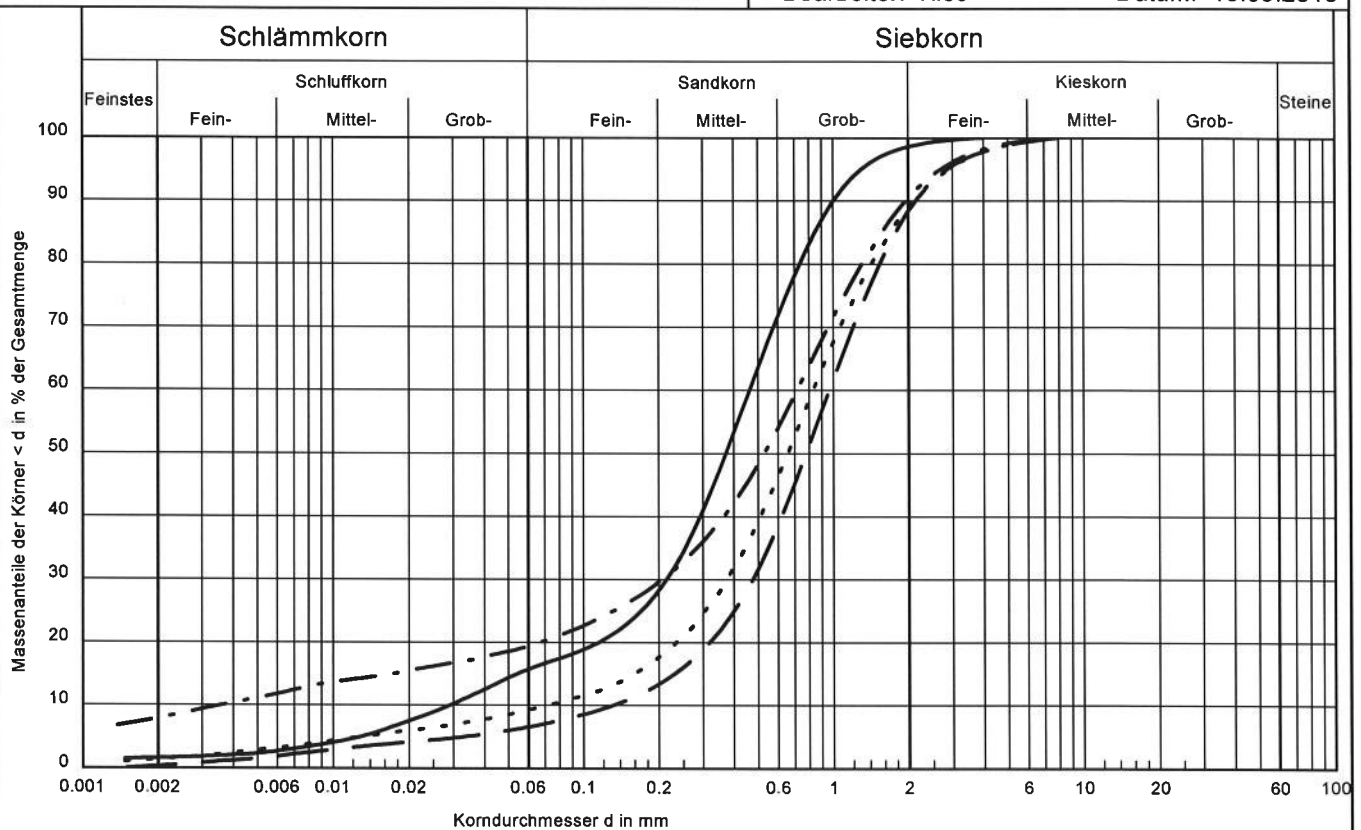
Probe entnommen am: 25./26.07.2016

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb/Schlamm

Bearbeiter: Kies

Datum: 15.09.2016



Labor Nr.	37	38	39	40
Signatur	—	—	—	—
Bodenart	Sand,u	Sand,u,g	Sand,t,u,g	Sand,u,g
Bodengruppe / Bodenklasse	SU* / 4	SU / 3	SU* / 4	SU / 3
Entnahmestelle / Tiefe	KRB3 / 1,80 m	KRB4 / 1,60 m	KRB6 / 1,10 m	KRB6 / 2,40 m
Wassergehalt [%]	-	-	-	-
d ₁₀ /d ₆₀ [mm]	0.0291 / 0.4624	0.1311 / 0.9624	0.0036 / 0.7149	0.0713 / 0.8303
Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl	15.9/3.4	7.3/1.8	198.8/16.4	11.6/2.3
Frostsicherheit	F3	F1	F3	F2
k-Wert nach Beyer	$5.9 \cdot 10^{-6}$	$1.4 \cdot 10^{-4}$	$8.1 \cdot 10^{-8}$	$3.6 \cdot 10^{-5}$
Anteile T/U/S/G [%]	1.6/14.4/82.6/1.4	0.4/6.4/81.7/11.6	8.0/11.7/70.9/9.5	1.4/8.1/79.6/10.9

Körnungslinie

GRAFENWÖHR

Training Support / Aid Center

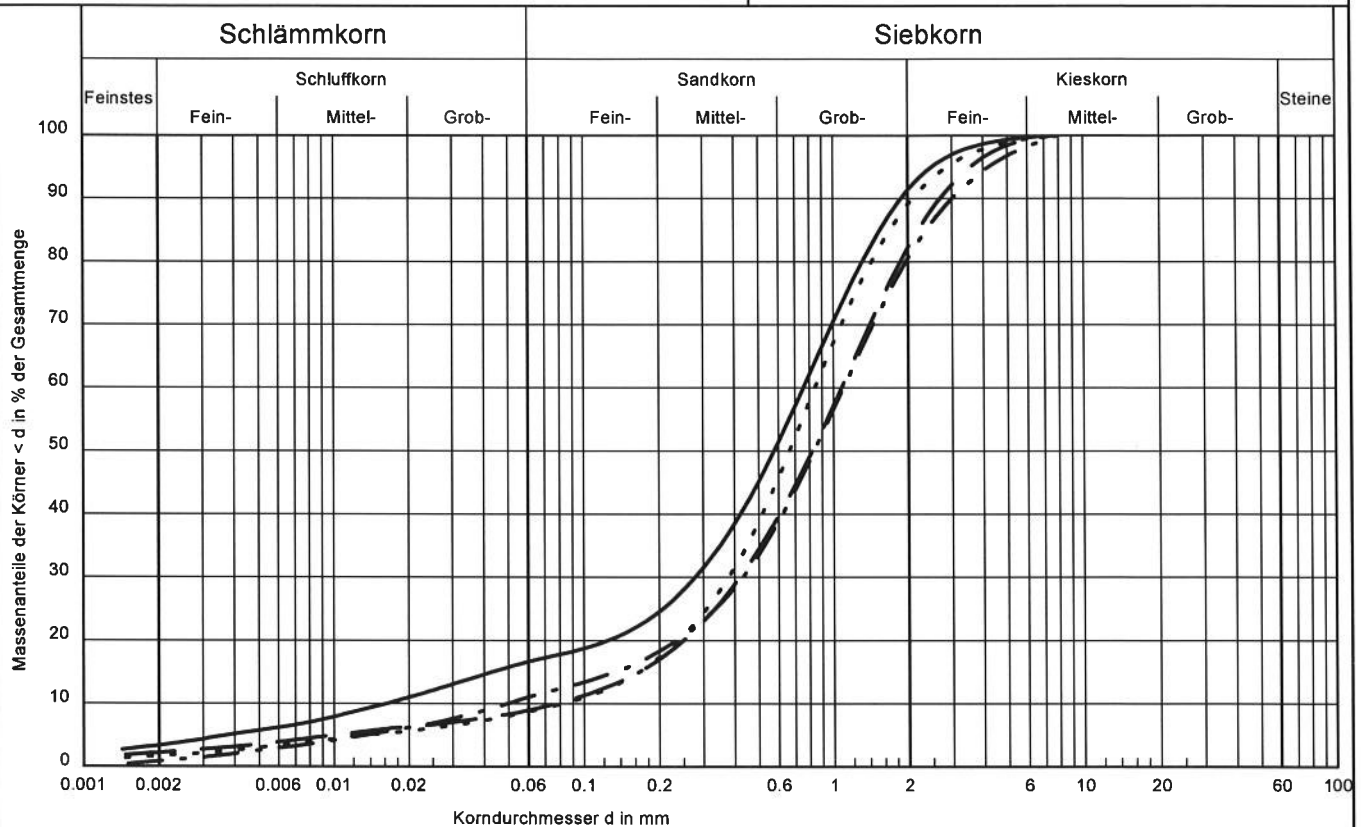
Probe entnommen am: 25./26.07.2016

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb/Schlamm

Bearbeiter: Kies

Datum: 15.09.2016



Labor Nr.	41	42	43	44
Signatur	—	—	—	—
Bodenart	Sand,u,g	Sand,u,g	Sand,u,g	Sand,u,g
Bodengruppe / Bodenklasse	SU* / 4	SU / 3	SU / 3	SU / 3
Entnahmestelle / Tiefe	KRB7 / 1,10 m	KRB7 / 1,70 m	KRB8 / 0,90 m	KRB8 / 1,90 m
Wassergehalt [%]	-	-	5,6	-
d ₁₀ /d ₆₀ [mm]	0.0162 / 0.7564	0.0767 / 1.0777	0.0495 / 1.0948	0.0819 / 0.8409
Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl	46.6/6.3	14.0/2.1	22.1/3.4	10.3/2.1
Frostsicherheit	F3	F2	F2	F1
k-Wert nach Beyer	$1.6 \cdot 10^{-6}$	$4.1 \cdot 10^{-5}$	$1.5 \cdot 10^{-5}$	$4.7 \cdot 10^{-5}$
Anteile T/U/S/G [%]	3.4/13.5/74.5/8.6	2.2/6.9/73.1/17.7	0.8/10.5/69.3/19.4	1.7/7.2/80.1/10.9

Körnungslinie GRAFENWÖHR Training Support / Aid Center

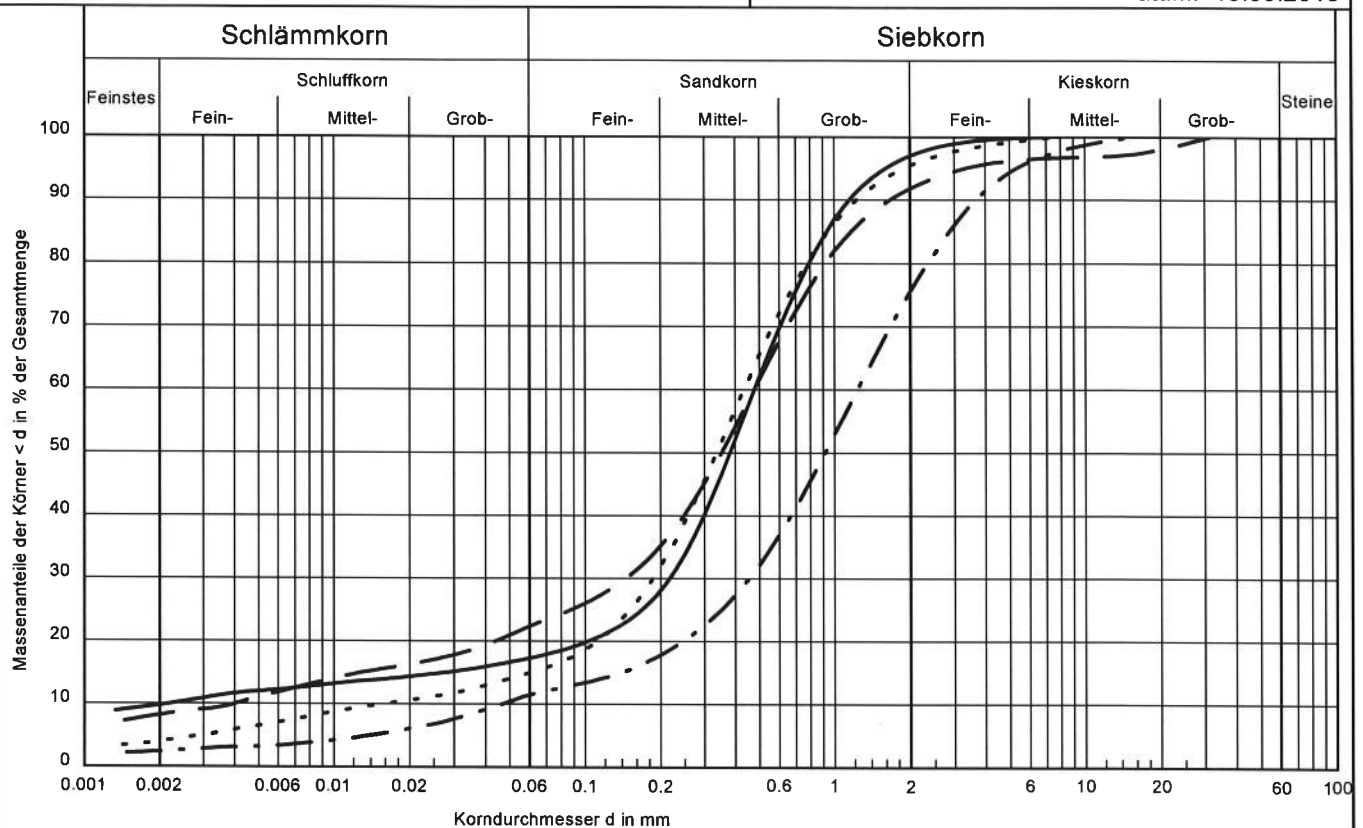
Probe entnommen am: 25./26.07.2016

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb/Schlamm

Bearbeiter: Kies

Datum: 15.09.2016



Labor Nr.	46	47	48	02
Signatur	—	— —	—
Bodenart	Sand,t,u	Sand,t,u,g	Sand,u,g	Sand,u
Bodengruppe / Bodenklasse	SU* / 4	SU* / 4	SU / 3	SU* / 4
Entnahmestelle / Tiefe	KRB10 / 1,40 m	KRB10 / 1,80 m	KRB10 / 2,10 m	KRB11 / 0,60 m
Wassergehalt [%]	-	-	-	-
d ₁₀ /d ₆₀ [mm]	0.0022 / 0.4773	0.0040 / 0.4764	0.0467 / 1.2318	0.0158 / 0.4327
Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl	217.7/45.0	118.4/10.9	26.4/3.6	27.3/5.0
Frostsicherheit	F3	F3	F2	F2
k-Wert nach Beyer	3.0 * 10 ⁻⁸	1.0 * 10 ⁻⁷	1.3 * 10 ⁻⁵	1.5 * 10 ⁻⁶
Anteile T/U/S/G [%]	9.8/7.7/79.5/3.0	8.2/14.5/69.1/8.2	2.4/9.3/63.9/24.4	4.1/11.2/80.2/4.6

Körnungslinie

GRAFENWÖHR

Training Support / Aid Center

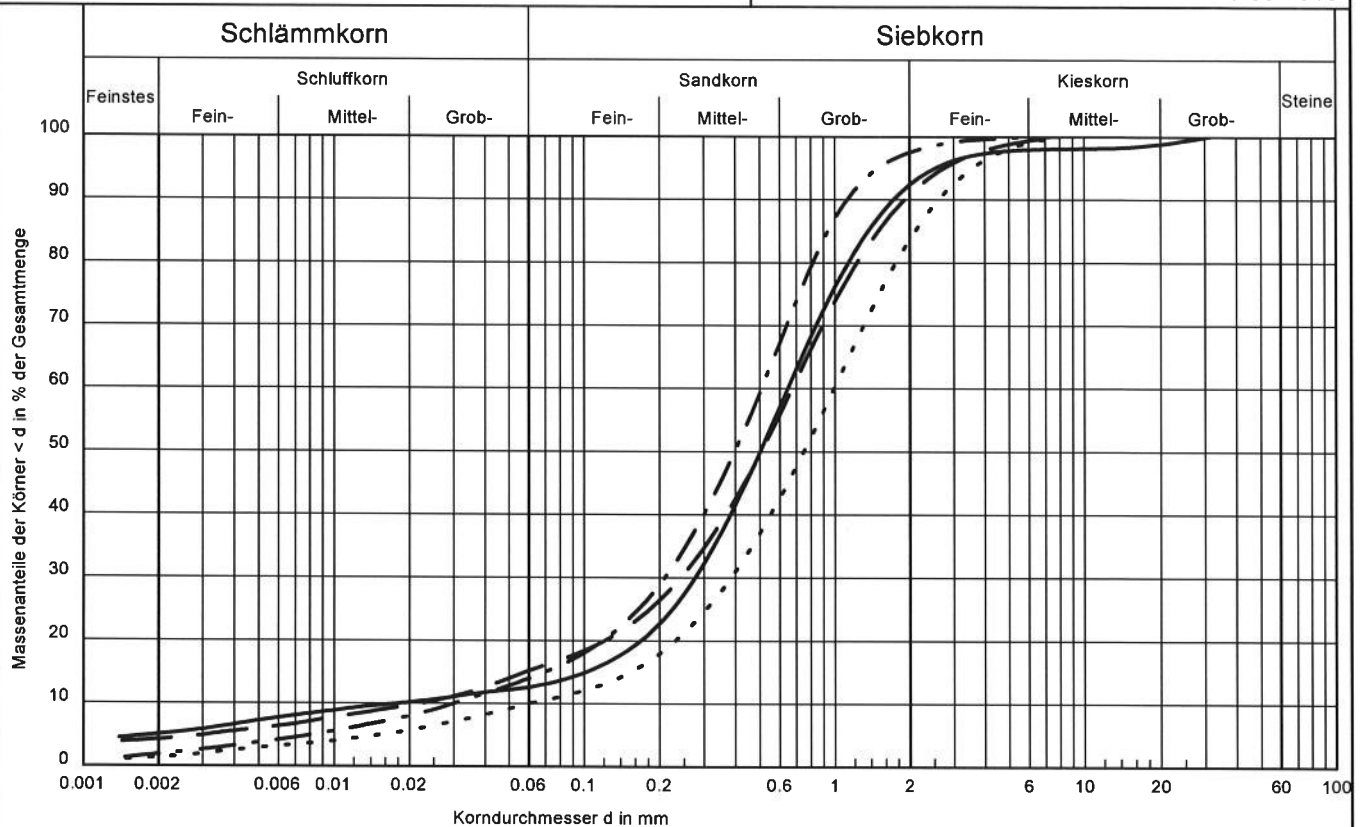
Probe entnommen am: 07.07.2016

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb/Schlamm

Bearbeiter: Kies

Datum: 15.09.2016



Labor Nr.	03	04	10	11
Signatur	—	—	—	—
Bodenart	Sand,t,u,g	Sand,u,g	Sand,u	Sand,u,g
Bodengruppe / Bodenkategorie	SU / 3	SU* / 4	SU / 3	SU / 3
Entnahmestelle / Tiefe	KRB11 / 1,50 m	KRB11 / 2,60 m	KRB12 / 0,60 m	KRB12 / 1,70 m
Wassergehalt [%]	-	-	-	13,9
d ₁₀ /d ₆₀ [mm]	0.0181 / 0.6465	0.0222 / 0.6724	0.0300 / 0.5083	0.0602 / 0.9903
Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl	35.8/6.5	30.2/3.9	17.0/2.9	16.4/2.5
Frostsicherheit	F2	F3	F2	F2
k-Wert nach Beyer	$2.0 \cdot 10^{-6}$	$3.1 \cdot 10^{-6}$	$6.3 \cdot 10^{-6}$	$2.5 \cdot 10^{-5}$
Anteile T/U/S/G [%]	5.1/7.7/79.6/7.6	4.2/11.3/75.3/9.2	1.9/12.5/83.1/2.5	1.4/8.8/73.6/16.2

Körnungslinie

GRAFENWÖHR

Training Support / Aid Center

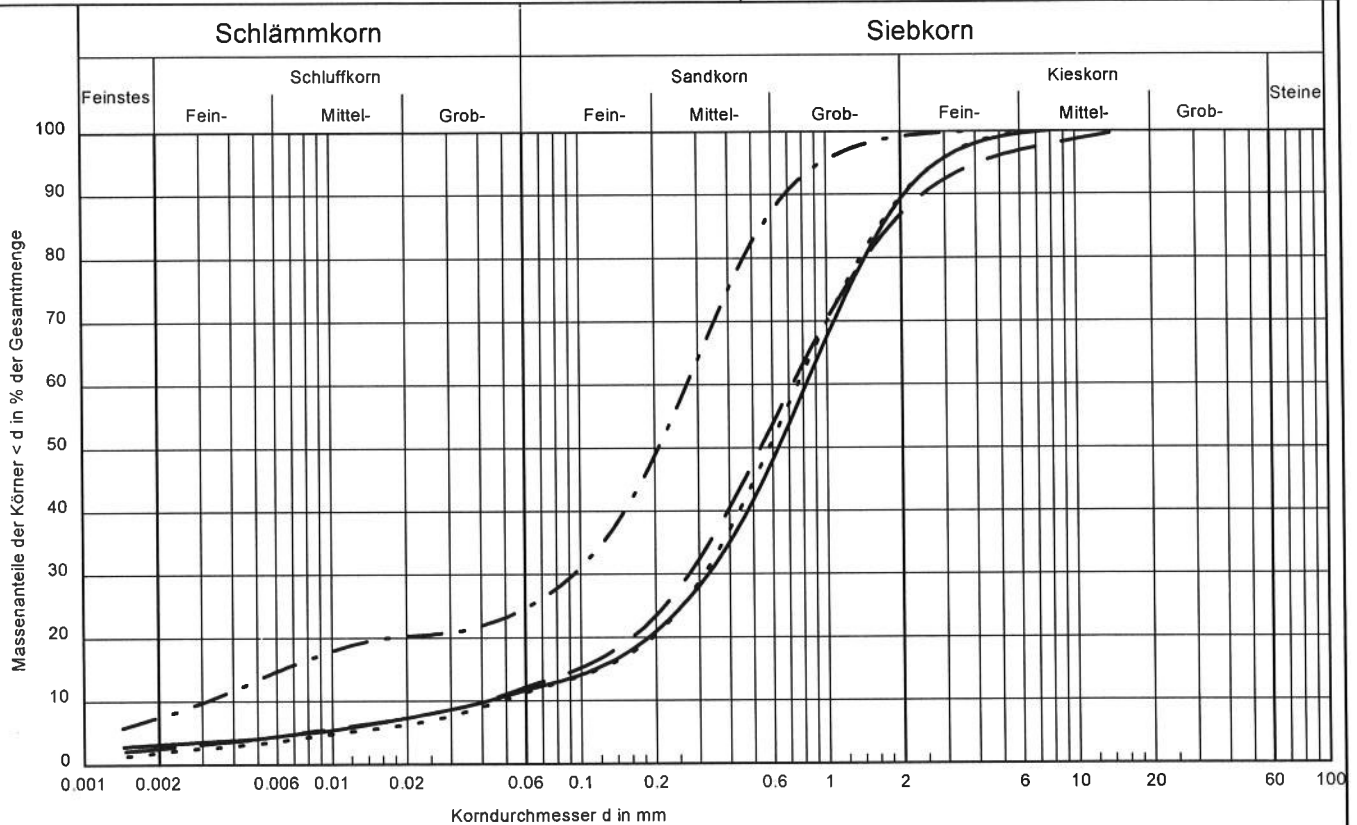
Probe entnommen am: 07.07.2016

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb/Schlamm

Bearbeiter: Kies

Datum: 15.09.2016



Labor Nr.	12	13	15	16
Signatur	—	— —	—
Bodenart	Sand,u,g	Sand,u,g	Sand,t,u	Sand,u,g
Bodengruppe / Bodenklasse	SU / 3	SU / 3	SU* / 4	SU / 3
Entnahmestelle / Tiefe	KRB12 / 2,40 m	KRB12 / 2,70 m	KRB13 / 1,70 m	KRB13 / 2,00 m
Wassergehalt [%]	-	-	-	-
d ₁₀ /d ₆₀ [mm]	0.0424 / 0.8218	0.0415 / 0.7239	0.0031 / 0.2712	0.0484 / 0.7590
Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl	19.4/3.1	17.4/2.5	86.9/10.4	15.7/2.7
Frostsicherheit	F2	F2	F3	F2
k-Wert nach Beyer	$1.2 \cdot 10^{-5}$	$1.2 \cdot 10^{-5}$	$6.1 \cdot 10^{-8}$	$1.6 \cdot 10^{-5}$
Anteile T/U/S/G [%]	3.2/8.7/77.4/10.7	2.6/9.9/74.4/13.2	7.5/17.6/74.0/0.9	1.9/9.7/78.0/10.4

Körnungslinie GRAFENWÖHR Training Support / Aid Center

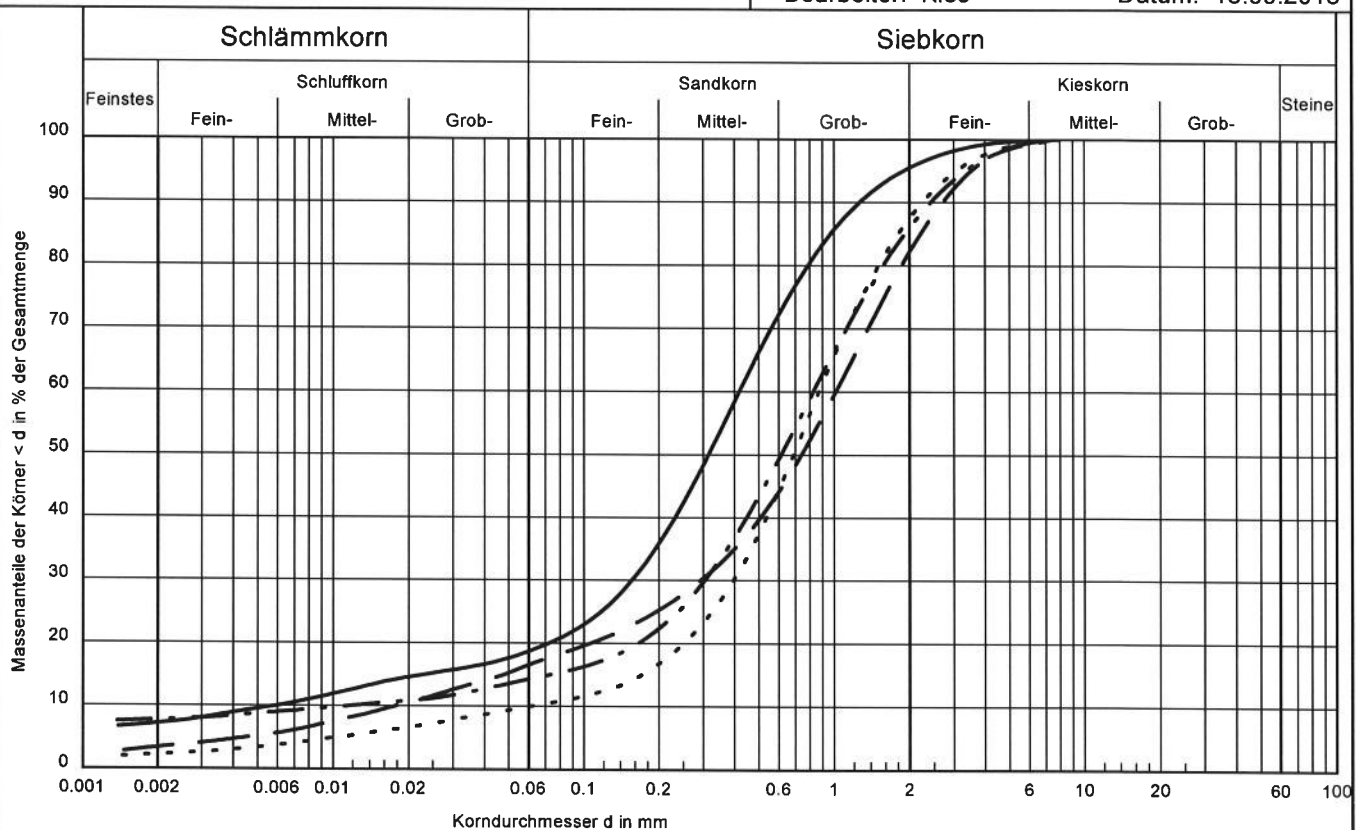
Probe entnommen am: 07.07.2016

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb/Schlamm

Bearbeiter: Kies

Datum: 15.09.2016



Labor Nr.	17	06	07	08
Signatur	—	— —	—
Bodenart	Sand,t,u	Sand,u,g	Sand,t,u,g	Sand,u,g
Bodengruppe / Bodenklasse	SU* / 4	SU* / 4	SU / 3	SU / 3
Entnahmestelle / Tiefe	KRB13 / 2,70 m	KRB14 / 0,80 m	KRB14 / 2,30 m	KRB14 / 2,70 m
Wassergehalt [%]	-	-	-	-
d ₁₀ /d ₆₀ [mm]	0.0059 / 0.4179	0.0178 / 1.0154	0.0116 / 0.8250	0.0610 / 0.8703
Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl	70.4/9.8	57.2/4.8	71.0/9.6	14.3/2.9
Frostsicherheit	F3	F3	F2	F2
k-Wert nach Beyer	$2.2 \cdot 10^{-7}$	$2.0 \cdot 10^{-6}$	$8.4 \cdot 10^{-7}$	$2.6 \cdot 10^{-5}$
Anteile T/U/S/G [%]	7.2/11.8/76.5/4.5	3.4/13.4/65.4/17.8	7.8/6.7/71.6/14.0	2.2/7.9/77.4/12.5

Körnungslinie GRAFENWÖHR Training Support / Aid Center

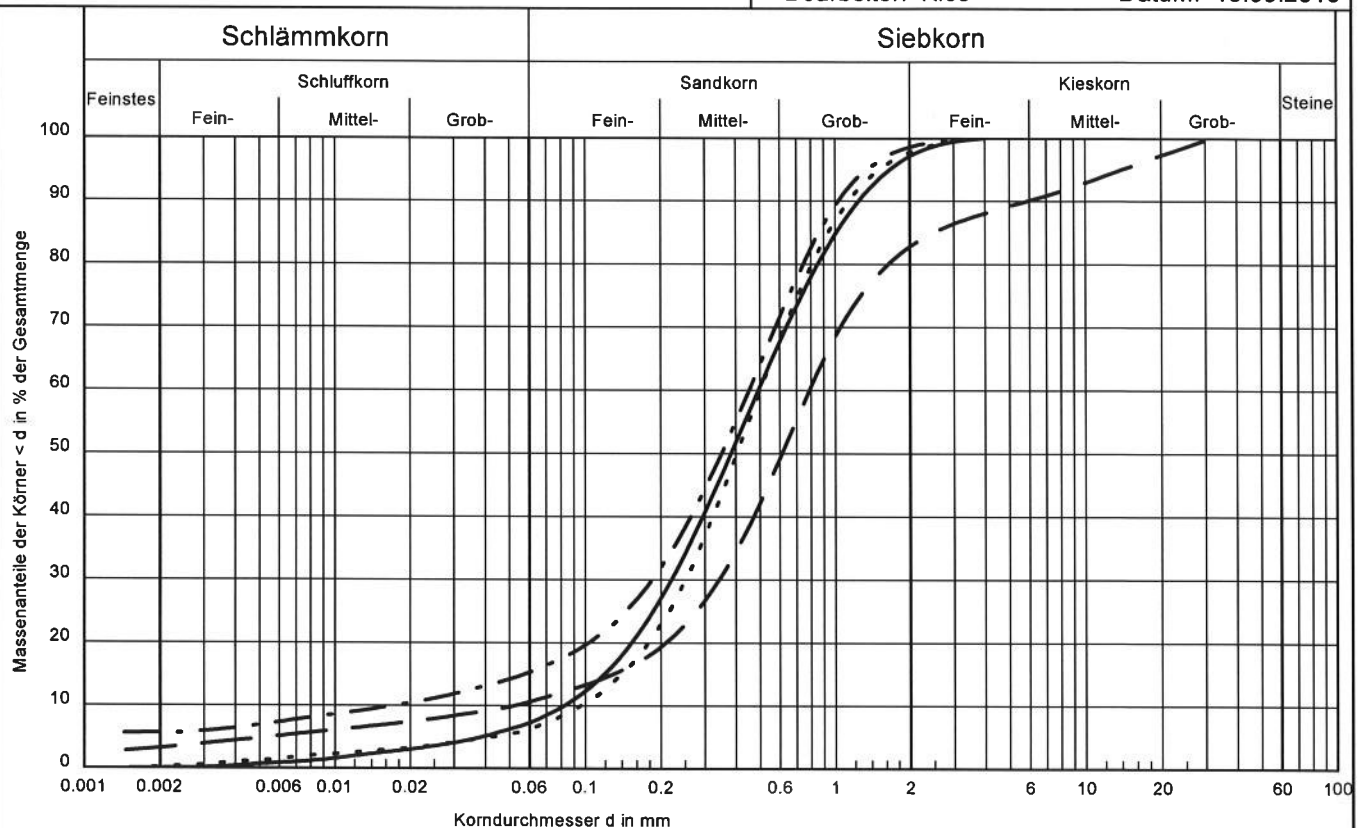
Probe entnommen am: 25./26.07.2016

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb/Schlamm

Bearbeiter: Kies

Datum: 15.09.2016



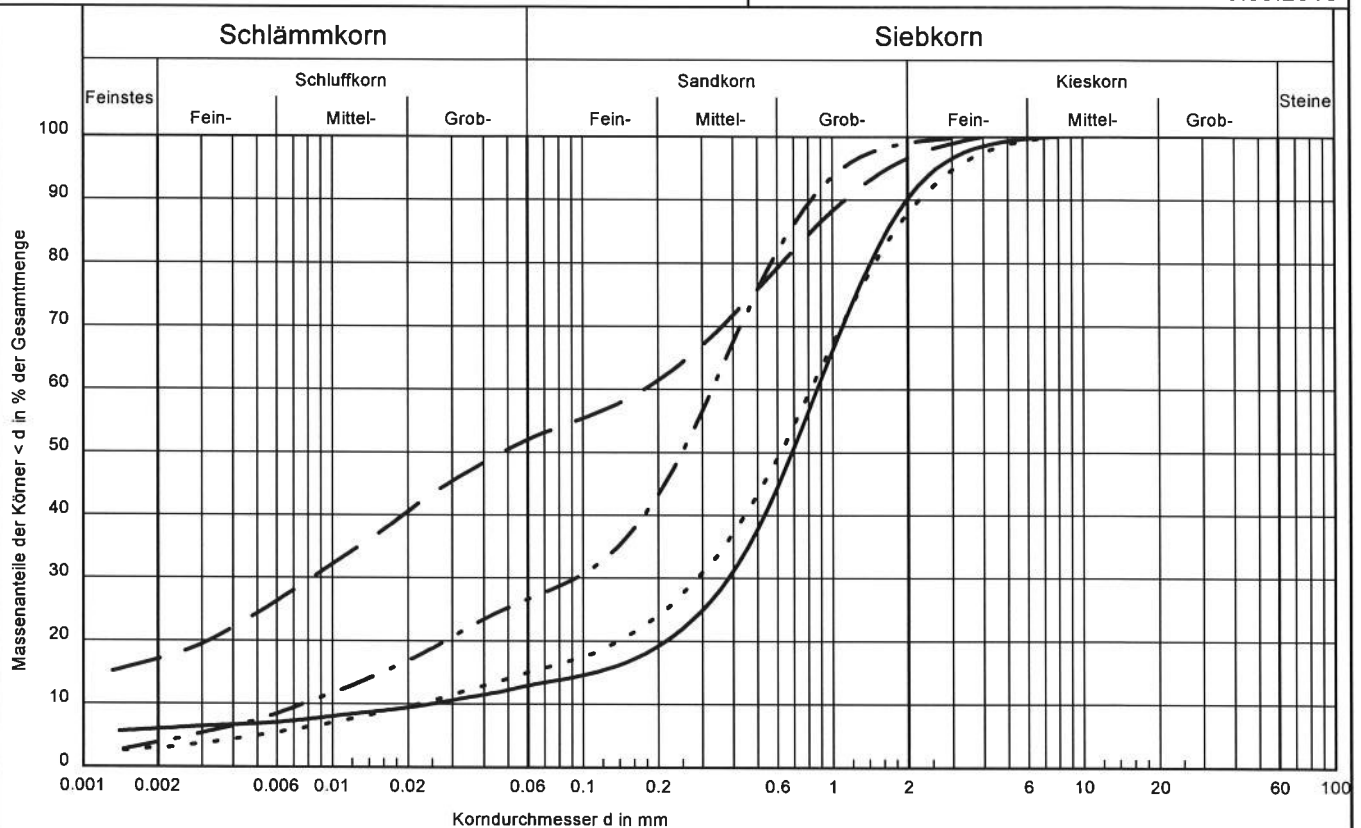
Labor Nr.	49	50	51	52
Signatur	—	— —	—
Bodenart	Sand,u	Sand,u,g	Sand,t,u	Sand,u
Bodengruppe / Bodenklasse	SU / 3	SU / 3	SU* / 4	SU / 3
Entnahmestelle / Tiefe	KRB15 / 0,80 m	KRB15 / 1,30 m	KRB15 / 2,50 m	KRB16 / 1,00 m
Wassergehalt [%]	-	-	-	-
d ₁₀ /d ₆₀ [mm]	0.0821 / 0.4924	0.0523 / 0.7874	0.0170 / 0.4520	0.0958 / 0.5016
Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl	6.0/1.2	15.1/2.8	26.6/4.4	5.2/1.3
Frostsicherheit	F1	F2	F3	F1
k-Wert nach Beyer	$5.4 \cdot 10^{-5}$	$1.9 \cdot 10^{-5}$	$1.8 \cdot 10^{-6}$	$7.3 \cdot 10^{-5}$
Anteile T/U/S/G [%]	0.0/7.6/89.5/2.9	3.2/7.7/71.9/17.2	5.7/10.0/82.9/1.4	0.2/6.4/91.2/2.3

Körnungslinie GRAFENWÖHR Training Support / Aid Center

Probe entnommen am: 25./26.07.2016
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Sieb/Schlamm

Bearbeiter: Kies

Datum: 15.09.2016



Labor Nr.	53	54	55	56
Signatur	—	— —	—
Bodenart	Sand,t,u,g	Ton,u,s	Sand,u	Sand,u
Bodengruppe / Bodenklasse	SU / 3	TL / 4	SU* / 4	SU* / 4
Entnahmestelle / Tiefe	KRB16 / 1,80 m	KRB16 / 2,00 m	KRB17 / 0,60 m	KRB17 / 1,90 m
Wassergehalt [%]	-	14,0	-	-
d_{10}/d_{60} [mm]	0.0248 / 0.8652	- / 0.1755	0.0077 / 0.3285	0.0220 / 0.8162
Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl	34.9/6.8	-/-	42.9/3.5	37.2/4.6
Frostsicherheit	F2	F3	F3	F3
k-Wert nach Beyer	$3.8 \cdot 10^{-6}$	-	$3.7 \cdot 10^{-7}$	$3.0 \cdot 10^{-6}$
Anteile T/U/S/G [%]	6.0/7.1/77.1/9.8	17.0/35.3/44.2/3.4	3.9/23.1/72.0/1.0	3.0/12.2/72.7/12.1

Körnungslinie

GRAFENWÖHR

Training Support / Aid Center

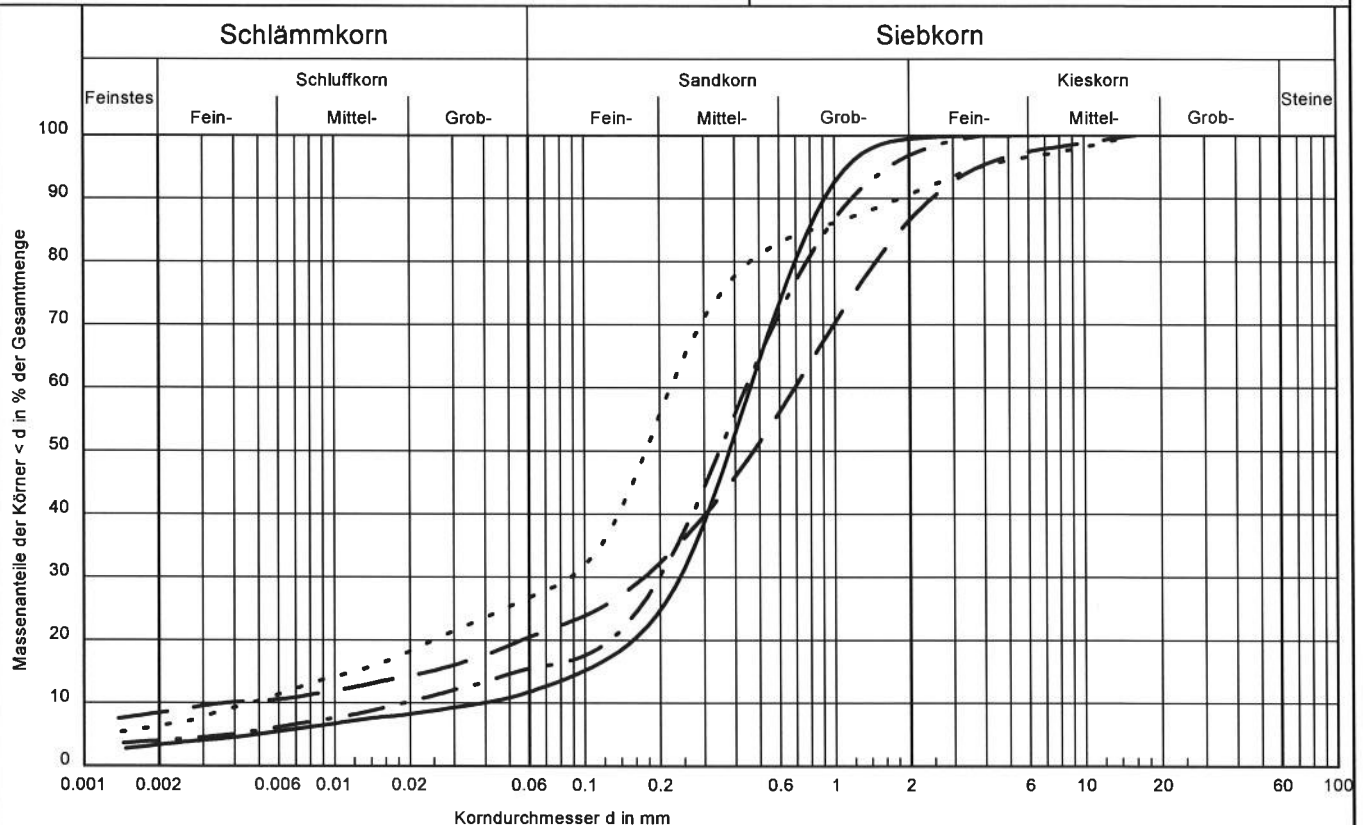
Probe entnommen am: 07.07.2016

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb/Schlamm

Bearbeiter: Kies

Datum: 15.09.2016



Labor Nr.	19	20	21	22
Signatur	—	— —	—
Bodenart	Sand,u	Sand,t,u,g	Sand,u	Sand,t,u,g
Bodengruppe / Bodenklasse	SU / 3	SU* / 4	SU* / 4	SU* / 4
Entnahmestelle / Tiefe	KRB18 / 1,60 m	KRB18 / 2,40 m	KRB19 / 0,40 m	KRB19 / 1,60 m
Wassergehalt [%]	-	-	12,4	16,7
d ₁₀ /d ₆₀ [mm]	0.0393 / 0.4588	0.0037 / 0.6902	0.0189 / 0.4412	0.0047 / 0.2205
Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl	11.7/3.2	184.3/11.5	23.3/4.7	47.4/7.5
Frostsicherheit	F2	F3	F3	F3
k-Wert nach Beyer	$1.0 \cdot 10^{-5}$	$8.8 \cdot 10^{-8}$	$2.2 \cdot 10^{-6}$	$1.4 \cdot 10^{-7}$
Anteile T/U/S/G [%]	3.3/8.7/87.3/0.6	8.4/12.4/65.7/13.5	4.0/11.6/81.2/3.2	6.3/20.8/63.5/9.4

Körnungslinie GRAFENWÖHR Training Support / Aid Center

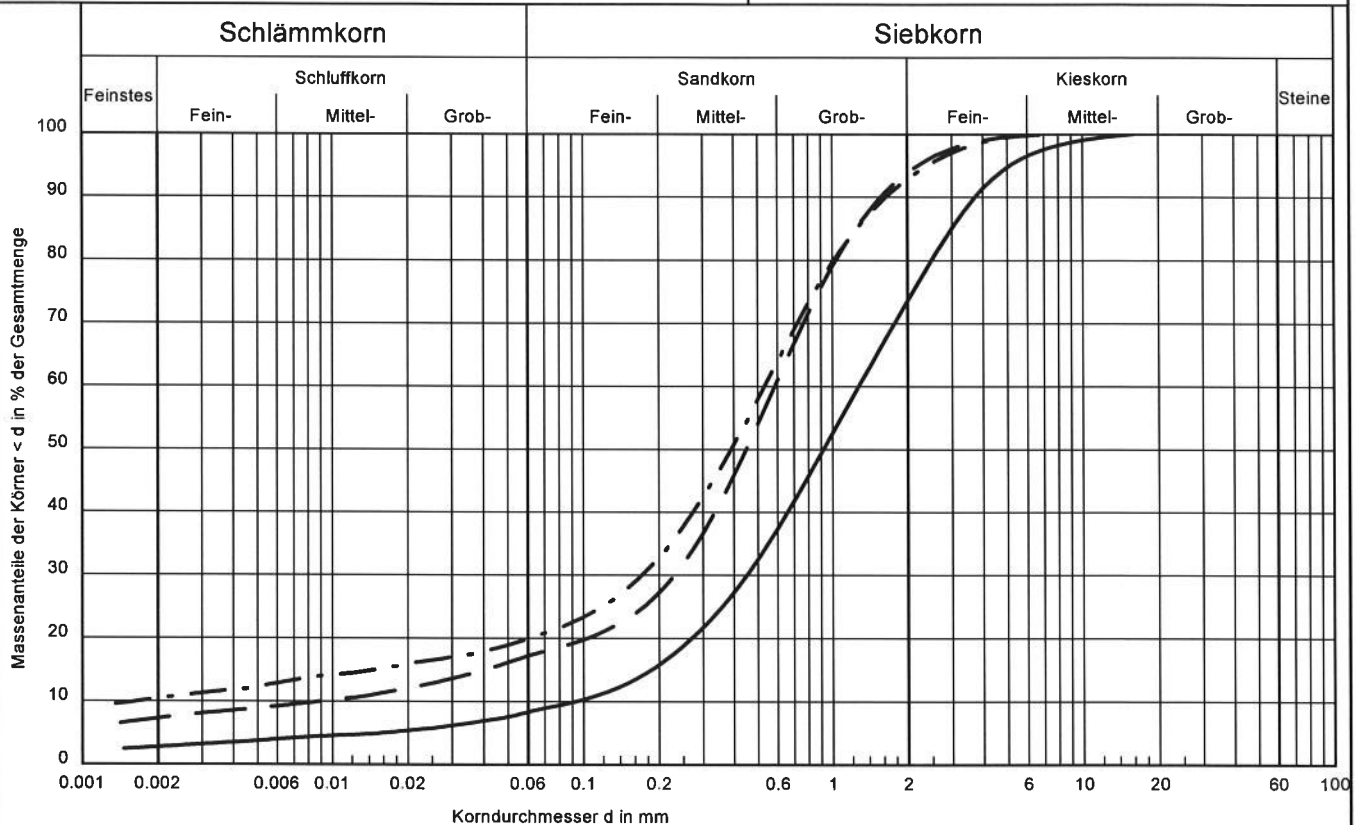
Probe entnommen am: 07.07.2016

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb/Schlamm

Bearbeiter: Kies

Datum: 15.09.2016



Labor Nr.	23	24	26
Signatur	—	— —	— — —
Bodenart	Sand,u,g	Sand,t,u,g	Sand,t,u,g
Bodengruppe / Bodenklasse	SU / 3	SU* / 4	SU* / 4
Entnahmestelle / Tiefe	KRB19 / 1,80 m	KRB19 / 2,30 m	KRB20 / 1,70 m
Wassergehalt [%]	-	-	-
d ₁₀ /d ₆₀ [mm]	0.0926 / 1.2723	0.0089 / 0.5853	0.0017 / 0.5321
Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl	13.7/1.7	65.5/10.2	321.2/33.0
Frostsicherheit	F2	F3	F3
k-Wert nach Beyer	$6.0 \cdot 10^{-5}$	$5.0 \cdot 10^{-7}$	$1.7 \cdot 10^{-8}$
Anteile T/U/S/G [%]	2.8/5.8/65.1/26.4	7.3/10.2/76.4/6.1	10.4/9.8/72.7/7.1

Körnungslinie

GRAFENWÖHR

Training Support / Aid Center

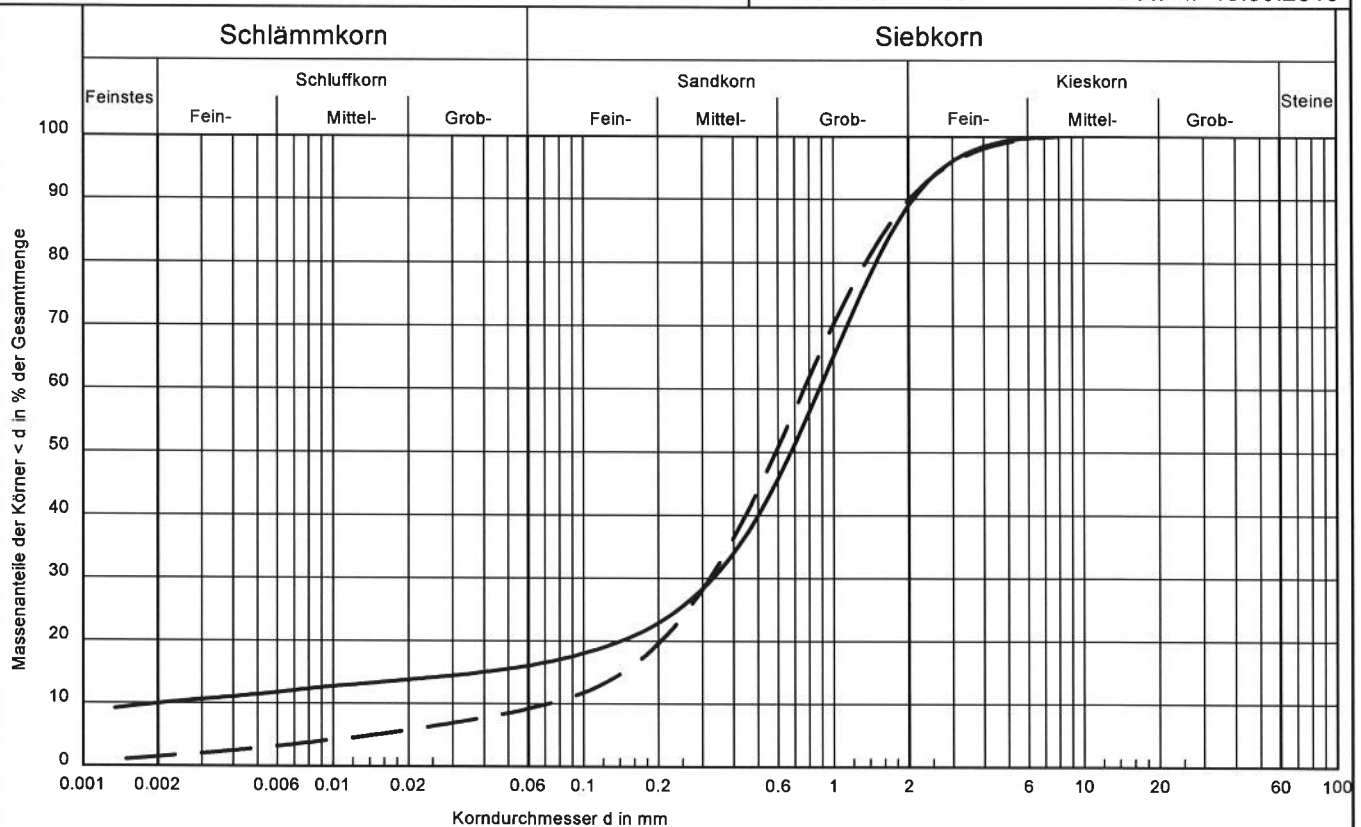
Probe entnommen am: 07.07.2016

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb/Schlamm

Bearbeiter: Kies

Datum: 15.09.2016



Labor Nr.	29	30
Signatur	—	—
Bodenart	Sand,t,u,g	Sand,u,g
Bodengruppe / Bodenklasse	SU* / 4	SU / 3
Entnahmestelle / Tiefe	KRB21 / 2,50 m	KRB21 / 2,80 m
Wassergehalt [%]	-	14,6
d ₁₀ /d ₆₀ [mm]	0.0021 / 0.8770	0.0718 / 0.7613
Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl	424.6/60.0	10 6/1 9
Frostsicherheit	F3	F1
k-Wert nach Beyer	$2.7 \cdot 10^{-8}$	$3.6 \cdot 10^{-5}$
Anteile T/U/S/G [%]	9.9/6.3/72.8/11.0	1.5/7.9/80.4/10.2

Glühverlust nach DIN 18 128

GRAFENWÖHR

Training Support / Aid Center

Bearbeiter: Kies

Datum: 15.09.2016

Prüfungsnummer: 36, 40

Entnahmestelle: KRB3, KRB40

Tiefe: -

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Sand,u,g

Probe entnommen am: 25./26.07.2016

Probenbezeichnung	KRB3 / 0,60 m	
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	68.01	64.88
Geglühte Probe + Behälter [g]	67.69	64.57
Behälter [g]	45.51	43.17
Massenverlust [g]	0.32	0.31
Trockenmasse vor Glühen [g]	22.50	21.71
Glühverlust [%]	1.42	1.43
Mittelwert [-]	1,43	

Probenbezeichnung	RB6 / 2,40 m	
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	80.70	80.90
Geglühte Probe + Behälter [g]	80.48	80.69
Behälter [g]	45.50	45.42
Massenverlust [g]	0.23	0.21
Trockenmasse vor Glühen [g]	35.21	35.47
Glühverlust [%]	0.64	0.58
Mittelwert [-]	0,61	

Glühverlust nach DIN 18 128

GRAFENWÖHR

Training Support / Aid Center

Bearbeiter: Kies

Datum: 15.09.2016

Prüfungsnummer: 48, 02

Entnahmestelle: KRB10, KRB11

Tiefe: -

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Sand,u,g

Probe entnommen am: 25./26.07.2016

Probenbezeichnung	KRB10 / 2,10 m	
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	78.85	96.25
Geglühte Probe + Behälter [g]	78.67	96.04
Behälter [g]	49.40	68.08
Massenverlust [g]	0.18	0.21
Trockenmasse vor Glühen [g]	29.45	28.17
Glühverlust [%]	0.61	0.75
Mittelwert [-]	0,68	

Probenbezeichnung	KRB11 / 0,60 m	
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	75.42	75.60
Geglühte Probe + Behälter [g]	75.10	75.25
Behälter [g]	47.46	43.16
Massenverlust [g]	0.31	0.36
Trockenmasse vor Glühen [g]	27.95	32.44
Glühverlust [%]	1.12	1.10
Mittelwert [-]	1,11	

Glühverlust nach DIN 18 128

GRAFENWÖHR

Training Support / Aid Center

Bearbeiter: Kies

Datum: 15.09.2016

Prüfungsnummer: 16, 06

Entnahmestelle: KRB1, KRB14

Tiefe: -

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Sand,u,g

Probe entnommen am: 07.07.2016

Probenbezeichnung	KRB13 / 2,00 m	
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	72.26	69.69
Geglühte Probe + Behälter [g]	72.16	69.60
Behälter [g]	47.47	45.44
Massenverlust [g]	0.10	0.09
Trockenmasse vor Glühen [g]	24.79	24.25
Glühverlust [%]	0.40	0.37
Mittelwert [-]	0,39	

Probenbezeichnung	KRB14 / 0,80 m	
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	98.25	81.55
Geglühte Probe + Behälter [g]	98.12	81.42
Behälter [g]	69.20	52.89
Massenverlust [g]	0.13	0.13
Trockenmasse vor Glühen [g]	29.05	28.66
Glühverlust [%]	0.45	0.45
Mittelwert [-]	0,45	

Glühverlust nach DIN 18 128

GRAFENWÖHR

Training Support / Aid Center

Bearbeiter: Kies

Datum: 15.09.2016

Prüfungsnummer: 51, 52

Entnahmestelle: KRB15, KRB16

Tiefe: -

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Sand,u,g

Probe entnommen am: 25./26.07.2016

Probenbezeichnung	KRB15 / 2,50 m	
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	80.23	80.06
Geglühte Probe + Behälter [g]	79.93	79.71
Behälter [g]	52.88	49.40
Massenverlust [g]	0.30	0.36
Trockenmasse vor Glühen [g]	27.35	30.66
Glühverlust [%]	1.10	1.16
Mittelwert [-]	1,13	

Probenbezeichnung	KRB16 / 1,00 m	
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	100.79	100.42
Geglühte Probe + Behälter [g]	100.70	100.31
Behälter [g]	68.07	69.19
Massenverlust [g]	0.10	0.11
Trockenmasse vor Glühen [g]	32.72	31.23
Glühverlust [%]	0.29	0.34
Mittelwert [-]	0,32	

Glühverlust nach DIN 18 128

GRAFENWÖHR

Training Support / Aid Center

Bearbeiter: Kies

Datum: 15.09.2016

Prüfungsnummer: 54, 22

Entnahmestelle: KRB16, KRB19

Tiefe: -

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: -

Probe entnommen am: 07./26.07.2016

Probenbezeichnung	KRB16 / 2,00 m	
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	65.97	65.93
Geglühte Probe + Behälter [g]	65.44	65.31
Behälter [g]	45.49	45.42
Massenverlust [g]	0.53	0.62
Trockenmasse vor Glühen [g]	20.48	20.50
Glühverlust [%]	2.59	3.01
Mittelwert [-]	2,80	

Probenbezeichnung	KRB19 / 1,60 m	
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	70.05	75.95
Geglühte Probe + Behälter [g]	69.50	75.34
Behälter [g]	43.16	47.46
Massenverlust [g]	0.55	0.62
Trockenmasse vor Glühen [g]	26.90	28.49
Glühverlust [%]	2.04	2.17
Mittelwert [-]	2,11	

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

GRAFENWÖHR

Training Support / Aid Center

Bearbeiter: Kies

Datum: 15.09.2016

Prüfungsnummer: 54

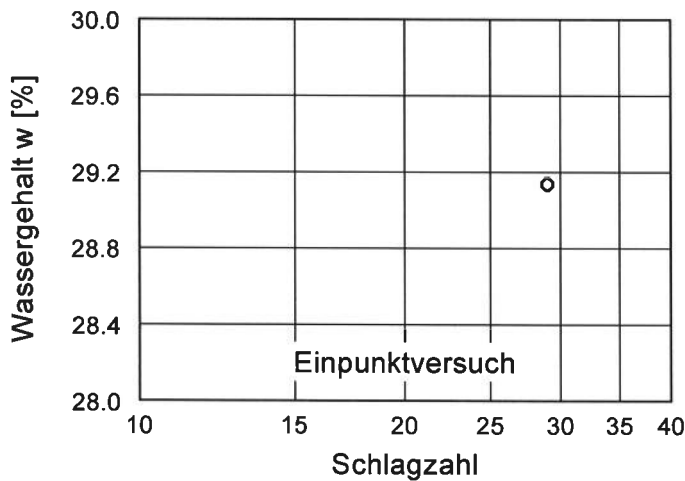
Entnahmestelle: KRB16

Tiefe: 2,00 m

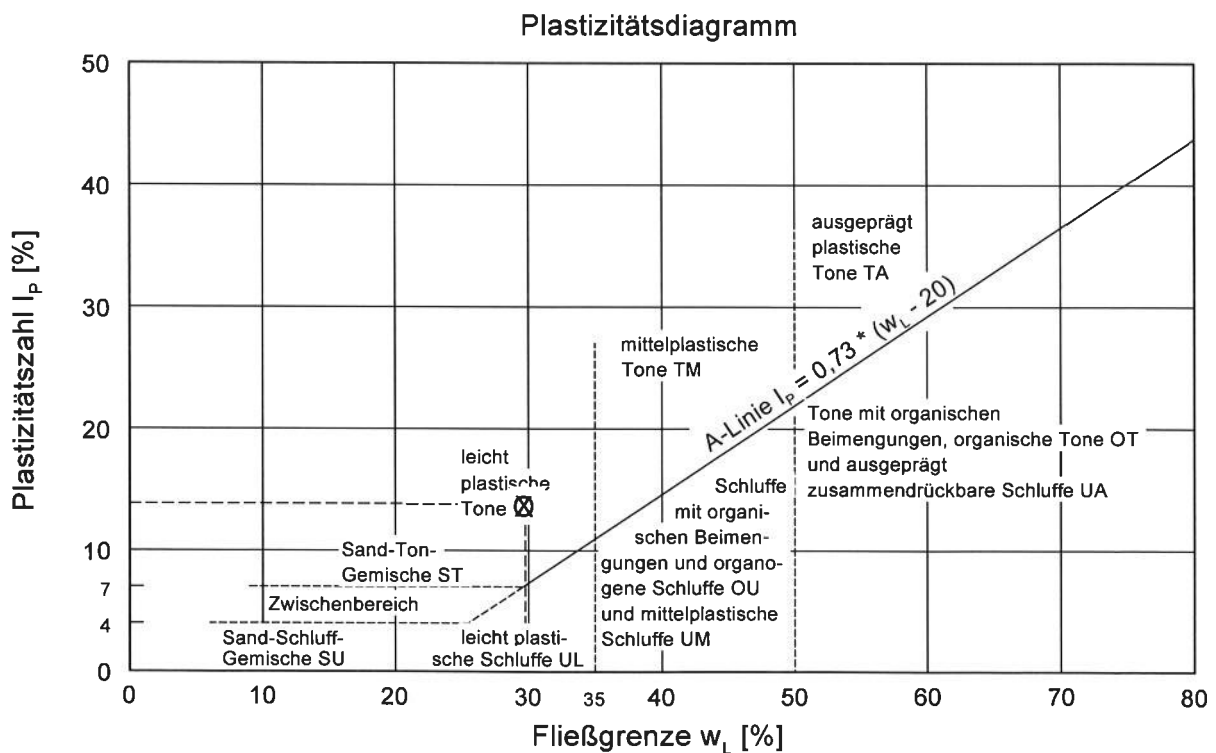
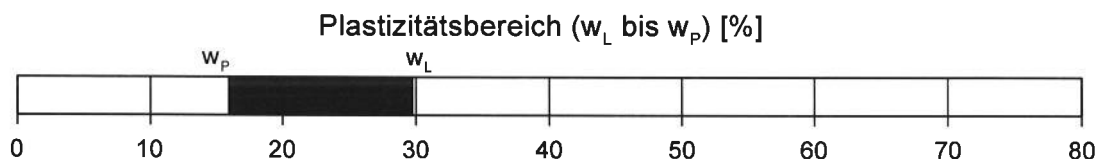
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Ton,u,s

Probe entnommen am: 26.09.2016



Wassergehalt $w = 14.0 \%$
Fließgrenze $w_L = 29.7 \%$
Ausrollgrenze $w_p = 15.9 \%$
Plastizitätszahl $I_p = 13.8 \%$
Konsistenzzahl $I_c = 1.14$



Bestimmung der Dichte bei lockerster bzw. dichtester Lagerung

nach DIN 18126

Anlage 7.1

Projektnummer: 13917-bgr
Projektort: Grafenwöhr
Name: Training Support / Aid Center

Labornummer: 33
Bohrung: KRB1
Tiefe in m: 1,40

Korndichte [g/cm³]: 2,65

<u>Lockerste Lagerung:</u>		
Volumen Versuchszylinder [cm³]:		443,4
Versuchsnummer	Trockenmasse [g]	Trockendichte [g/cm³]
1	635,3	1,433
2	625,8	1,411
3	627,5	1,415
4	630,8	1,423
5	624,6	1,409
(6)		
Dichte bei lockerster Lagerung [g/cm³]:		1,418
max n:		0,465
max e:		0,869

<u>Dichteste Lagerung:</u>		
Dicke der Kopfplatte [cm]:		1,5
Teilprobe Nr.	1	2
Probenmasse [g]:	627,5	624,6
Stichmaß 1 [cm]:	1,12	1,27
Stichmaß 2 [cm]:	1,08	1,3
Stichmaß 3 [cm]:	1,16	1,3
Mittelwert:	1,12	1,29
Volumen der Probe [cm³]:	339,7	332,9
Trockendichte [g/cm³]:	1,847	1,876
Dichte bei dichtester Lagerung [g/cm³]:		1,862
min n:		0,297
min e:		0,423

Bestimmung der Dichte bei lockerster bzw. dichtester Lagerung

nach DIN 18126

Anlage 7.2

Projektnummer: 13917-bgr
Projektort: Grafenwöhr
Name: Training Support / Aid Center

Labornummer: 38
Bohrung: KRB4
Tiefe in m: 1,60

Korndichte [g/cm³]: 2,65

<u>Lockerste Lagerung:</u>		
Volumen Versuchszylinder [cm³]:		443,4
Versuchsnummer	Trockenmasse [g]	Trockendichte [g/cm³]
1	627,6	1,415
2	622,7	1,404
3	624,2	1,408
4	628,4	1,417
5	620,0	1,398
(6)		
Dichte bei lockerster Lagerung [g/cm³]:		1,409
max n:		0,468
max e:		0,881

<u>Dichteste Lagerung:</u>		
Dicke der Kopfplatte [cm]:		1,5
Teilprobe Nr.	1	2
Probenmasse [g]:	624,2	620,0
Stichmaß 1 [cm]:	1,14	1,2
Stichmaß 2 [cm]:	1,11	1,18
Stichmaß 3 [cm]:	1,25	1,27
Mittelwert:	1,17	1,22
Volumen der Probe [cm³]:	337,8	335,8
Trockendichte [g/cm³]:	1,848	1,846
Dichte bei dichtester Lagerung [g/cm³]:		1,847
min n:		0,303
min e:		0,435

Bestimmung der Dichte bei lockerster bzw. dichtester Lagerung

nach DIN 18126

Anlage 7.3

Projektnummer: 13917-bgr
Projektort: Grafenwöhr
Name: Training Support / Aid Center

Labornummer: 39
Bohrung: KRB6
Tiefe in m: 1,10

Korndichte [g/cm³]: 2,64

<u>Lockerste Lagerung:</u>		
Volumen Versuchszylinder [cm³]:		443,4
Versuchsnummer	Trockenmasse [g]	Trockendichte [g/cm³]
1	575,9	1,299
2	570,8	1,287
3	573,8	1,294
4	569,3	1,284
5	566,7	1,278
(6)		
Dichte bei lockerster Lagerung [g/cm³]:		1,288
max n:		0,512
max e:		1,049

<u>Dichteste Lagerung:</u>		
Dicke der Kopfplatte [cm]:		1,5
Teilprobe Nr.	1	2
Probenmasse [g]:	573,77	566,72
Stichmaß 1 [cm]:	1,69	1,73
Stichmaß 2 [cm]:	1,66	1,78
Stichmaß 3 [cm]:	1,72	1,71
Mittelwert:	1,69	1,74
Volumen der Probe [cm³]:	317,1	315,1
Trockendichte [g/cm³]:	1,809	1,798
Dichte bei dichtester Lagerung [g/cm³]:		1,804
min n:		0,317
min e:		0,463

Bestimmung der Dichte bei lockerster bzw. dichtester Lagerung

nach DIN 18126

Anlage 7.4

Projektnummer: 13917-bgr
Projektort: Grafenwöhr
Name: Training Support / Aid Center

Labornummer: 44
Bohrung: KRB8
Tiefe in m: 1,90

Korndichte [g/cm³]: 2,63

<u>Lockerste Lagerung:</u>		
Volumen Versuchszylinder [cm³]:		443,4
Versuchsnummer	Trockenmasse [g]	Trockendichte [g/cm³]
1	616,1	1,389
2	622,6	1,404
3	629,4	1,419
4	620,5	1,399
5	629,7	1,420
(6)		
Dichte bei lockerster Lagerung [g/cm³]:		1,407
max n:		0,465
max e:		0,870

<u>Dichteste Lagerung:</u>		
Dicke der Kopfplatte [cm]:		1,5
Teilprobe Nr.	1	2
Probenmasse [g]:	629,4	629,7
Stichmaß 1 [cm]:	1,17	1,14
Stichmaß 2 [cm]:	1,15	1,05
Stichmaß 3 [cm]:	1,14	1,14
Mittelwert:	1,15	1,11
Volumen der Probe [cm³]:	338,3	340,1
Trockendichte [g/cm³]:	1,860	1,852
Dichte bei dichtester Lagerung [g/cm³]:		1,856
min n:		0,294
min e:		0,417

Bestimmung der Dichte bei lockerster bzw. dichtester Lagerung

nach DIN 18126

Anlage 7.5

Projektnummer: 13917-bgr
Projektort: Grafenwöhr
Name: Training Support / Aid Center

Labornummer: 02
Bohrung: KRB11
Tiefe in m: 0,6

Korndichte [g/cm³]: 2,63

<u>Lockerste Lagerung:</u>		
Volumen Versuchszylinder [cm³]:		443,4
Versuchsnummer	Trockenmasse [g]	Trockendichte [g/cm³]
1	611,4	1,379
2	610,6	1,377
3	609,3	1,374
4	610,4	1,377
5	612,7	1,382
(6)		
Dichte bei lockerster Lagerung [g/cm³]:		1,378
max n:		0,476
max e:		0,909

<u>Dichteste Lagerung:</u>		
Dicke der Kopfplatte [cm]:		1,5
Teilprobe Nr.	1	2
Probenmasse [g]:	609,3	612,7
Stichmaß 1 [cm]:	0,80	0,94
Stichmaß 2 [cm]:	0,87	0,98
Stichmaß 3 [cm]:	0,84	1,05
Mittelwert:	0,84	0,99
Volumen der Probe [cm³]:	350,9	344,8
Trockendichte [g/cm³]:	1,736	1,777
Dichte bei dichtester Lagerung [g/cm³]:		1,757
min n:		0,332
min e:		0,497

Bestimmung der Dichte bei lockerster bzw. dichtester Lagerung

nach DIN 18126

Anlage 7.6

Projektnummer: 13917-bgr
Projektort: Grafenwöhr
Name: Training Support / Aid Center

Labornummer: 10
Bohrung: KRB12
Tiefe in m: 0,6

Korndichte [g/cm³]: 2,63

Lockerste Lagerung:		
Volumen Versuchszylinder [cm³]:		443,4
Versuchsnummer	Trockenmasse [g]	Trockendichte [g/cm³]
1	583,89	1,317
2	591,56	1,334
3	583,97	1,317
4	597,03	1,346
5	578,45	1,305
(6)		
Dichte bei lockerster Lagerung [g/cm³]:		1,324
max n:		0,497
max e:		0,987

Dichteste Lagerung:		
Dicke der Kopfplatte [cm]:		1,5
Teilprobe Nr.	1	2
Probenmasse [g]:	584,0	578,5
Stichmaß 1 [cm]:	1,10	1,40
Stichmaß 2 [cm]:	1,03	1,42
Stichmaß 3 [cm]:	1,06	1,45
Mittelwert:	1,06	1,42
Volumen der Probe [cm³]:	341,9	327,7
Trockendichte [g/cm³]:	1,708	1,765
Dichte bei dichtester Lagerung [g/cm³]:		1,737
min n:		0,340
min e:		0,514

Bestimmung der Dichte bei lockerster bzw. dichtester Lagerung

nach DIN 18126

Anlage 7.7

Projektnummer: 13917-bgr
Projektort: Grafenwöhr
Name: Training Support / Aid Center

Labornummer: 07
Bohrung: KRB14
Tiefe in m: 2,30

Korndichte [g/cm³]: 2,63

<u>Lockerste Lagerung:</u>		
Volumen Versuchszylinder [cm³]:		443,4
Versuchsnummer	Trockenmasse [g]	Trockendichte [g/cm³]
1	584,8	1,319
2	586,0	1,322
3	586,2	1,322
4	604,7	1,364
5	602,9	1,360
(6)		
Dichte bei lockerster Lagerung [g/cm³]:		1,337
max n:		0,492
max e:		0,967

<u>Dichteste Lagerung:</u>		
Dicke der Kopfplatte [cm]:		1,5
Teilprobe Nr.	1	2
Probenmasse [g]:	586,2	602,9
Stichmaß 1 [cm]:	1,17	1,08
Stichmaß 2 [cm]:	1,18	1,05
Stichmaß 3 [cm]:	1,17	1,05
Mittelwert:	1,17	1,06
Volumen der Probe [cm³]:	337,6	342,0
Trockendichte [g/cm³]:	1,737	1,763
Dichte bei dichtester Lagerung [g/cm³]:		1,750
min n:		0,335
min e:		0,503

Bestimmung der Dichte bei lockerster bzw. dichtester Lagerung

nach DIN 18126

Anlage 7.8

Projektnummer: 13917-bgr
Projektort: Grafenwöhr
Name: Training Support / Aid Center

Labornummer: 49
Bohrung: KRB15
Tiefe in m: 0,80

Korndichte [g/cm³]: 2,64

<u>Lockerste Lagerung:</u>		
Volumen Versuchszylinder [cm³]:		443,4
Versuchsnummer	Trockenmasse [g]	Trockendichte [g/cm³]
1	637,1	1,437
2	640,6	1,445
3	636,1	1,435
4	650,6	1,467
5	640,1	1,444
(6)		
Dichte bei lockerster Lagerung [g/cm³]:		1,445
max n:		0,452
max e:		0,826

<u>Dichteste Lagerung:</u>		
Dicke der Kopfplatte [cm]:		1,5
Teilprobe Nr.	1	2
Probenmasse [g]:	636,1	640,1
Stichmaß 1 [cm]:	0,96	1,00
Stichmaß 2 [cm]:	1,00	1,05
Stichmaß 3 [cm]:	0,92	1,08
Mittelwert:	0,96	1,04
Volumen der Probe [cm³]:	346,0	342,7
Trockendichte [g/cm³]:	1,838	1,868
Dichte bei dichtester Lagerung [g/cm³]:		1,853
min n:		0,298
min e:		0,425

Bestimmung der Dichte bei lockerster bzw. dichtester Lagerung

nach DIN 18126

Anlage 7.9

Projektnummer: 13917-bgr
Projektort: Grafenwöhr
Name: Training Support / Aid Center

Labornummer: 53
Bohrung: KRB16
Tiefe in m: 1,80

Korndichte [g/cm³]: 2,64

<u>Lockerste Lagerung:</u>		
Volumen Versuchszylinder [cm³]:		443,4
Versuchsnummer	Trockenmasse [g]	Trockendichte [g/cm³]
1	581,5	1,311
2	592,8	1,337
3	590,3	1,331
4	602,1	1,358
5	602,2	1,358
(6)		
Dichte bei lockerster Lagerung [g/cm³]:		1,339
max n:		0,493
max e:		0,971

<u>Dichteste Lagerung:</u>		
Dicke der Kopfplatte [cm]:		1,5
Teilprobe Nr.	1	2
Probenmasse [g]:	590,3	602,2
Stichmaß 1 [cm]:	1,35	1,35
Stichmaß 2 [cm]:	1,35	1,26
Stichmaß 3 [cm]:	1,40	1,28
Mittelwert:	1,37	1,30
Volumen der Probe [cm³]:	329,9	332,7
Trockendichte [g/cm³]:	1,789	1,810
Dichte bei dichtester Lagerung [g/cm³]:		1,800
min n:		0,318
min e:		0,467

Bestimmung der Dichte bei lockerster bzw. dichtester Lagerung

nach DIN 18126

Anlage 7.10

Projektnummer: 13917-bgr
Projektort: Grafenwöhr
Name: Training Support / Aid Center

Labornummer: 19
Bohrung: KRB18
Tiefe in m: 1,6

Korndichte [g/cm³]: 2,63

<u>Lockerste Lagerung:</u>		
Volumen Versuchszylinder [cm³]:		443,4
Versuchsnummer	Trockenmasse [g]	Trockendichte [g/cm³]
1	576,4	1,300
2	574,8	1,296
3	574,3	1,295
4	576,2	1,300
5	575,2	1,297
(6)		
Dichte bei lockerster Lagerung [g/cm³]:		1,298
max n:		0,507
max e:		1,027

<u>Dichteste Lagerung:</u>		
Dicke der Kopfplatte [cm]:		1,5
Teilprobe Nr.	1	2
Probenmasse [g]:	574,3	575,2
Stichmaß 1 [cm]:	1,33	1,41
Stichmaß 2 [cm]:	1,27	1,29
Stichmaß 3 [cm]:	1,36	1,43
Mittelwert:	1,32	1,38
Volumen der Probe [cm³]:	331,8	329,5
Trockendichte [g/cm³]:	1,731	1,745
Dichte bei dichtester Lagerung [g/cm³]:		1,738
min n:		0,339
min e:		0,513

Bestimmung der Dichte bei lockerster bzw. dichtester Lagerung

nach DIN 18126

Anlage 7.11

Projektnummer: 13917-bgr
Projektort: Grafenwöhr
Name: Training Support / Aid Center

Labornummer: 26
Bohrung: KRB20
Tiefe in m: 1,7

Korndichte [g/cm³]: 2,62

<u>Lockerste Lagerung:</u>		
Volumen Versuchszylinder [cm³]:		443,4
Versuchsnummer	Trockenmasse [g]	Trockendichte [g/cm³]
1	586,1	1,322
2	586,4	1,322
3	588,5	1,327
4	573,7	1,294
5	574,1	1,295
(6)		
Dichte bei lockerster Lagerung [g/cm³]:		1,312
max n:		0,499
max e:		0,997

<u>Dichteste Lagerung:</u>		
Dicke der Kopfplatte [cm]:		1,5
Teilprobe Nr.	1	2
Probenmasse [g]:	588,5	574,1
Stichmaß 1 [cm]:	0,83	0,98
Stichmaß 2 [cm]:	0,86	0,93
Stichmaß 3 [cm]:	0,88	0,94
Mittelwert:	0,86	0,95
Volumen der Probe [cm³]:	350,1	346,4
Trockendichte [g/cm³]:	1,681	1,657
Dichte bei dichtester Lagerung [g/cm³]:		1,669
min n:		0,363
min e:		0,570

Bestimmung der Dichte bei lockerster bzw. dichtester Lagerung

nach DIN 18126

Anlage 7.12

Projektnummer: 13917-bgr
Projektort: Grafenwöhr
Name: Training Support / Aid Center

Labornummer: 29
Bohrung: KRB21
Tiefe in m: 2,5

Korndichte [g/cm³]: 2,64

<u>Lockerste Lagerung:</u>		
Volumen Versuchszylinder [cm³]:		443,4
Versuchsnummer	Trockenmasse [g]	Trockendichte [g/cm³]
1	564,7	1,274
2	565,6	1,276
3	561,1	1,265
4	574,7	1,296
5	565,9	1,276
(6)		
Dichte bei lockerster Lagerung [g/cm³]:		1,277
max n:		0,516
max e:		1,067

<u>Dichteste Lagerung:</u>		
Dicke der Kopfplatte [cm]:		1,5
Teilprobe Nr.	1	2
Probenmasse [g]:	561,1	565,9
Stichmaß 1 [cm]:	1,51	1,53
Stichmaß 2 [cm]:	1,51	1,52
Stichmaß 3 [cm]:	1,55	1,50
Mittelwert:	1,52	1,52
Volumen der Probe [cm³]:	323,7	324,0
Trockendichte [g/cm³]:	1,733	1,747
Dichte bei dichtester Lagerung [g/cm³]:		1,740
min n:		0,341
min e:		0,517