

Herrn  
M. Eng. K. Witzlinger  
SKI GmbH + Co.KG  
Lessingstraße 9  
80336 München

Datum 16.10.2013  
Unser Zeichen SKI-003

**Ingenieurbüro  
für Geotechnik  
Prof. Dr.-Ing.  
Cezary Slominski**

**Projekt: Sanierung Deichstauanlage Ering/Eggfing  
Hier: Ergebnisse der Laborversuche  
Auftraggeber: SKI GmbH + Co.KG**

Telefon (0) 163 6305305  
cezary.slominski@hm.edu

Sehr geehrter Herr Witzlinger,

anbei erhalten Sie die Ergebnisse der Laborversuche, die gemäß Ihrem Auftrag an den Verfasser vom 25.07.2013 im Grundbaulabor der Hochschule München durchgeführt wurden.

Mit freundlichen Grüßen

## **Inhalt**

1	Vorgang und Veranlassung.....	3
2	Unterlagen.....	3
3	Laborversuche .....	4
3.1	Klassifizierung der Bodenproben.....	5
3.2	Rahmenscherversuche.....	6
4	Zusammenfassung.....	7

## **Anlagen**

## 1 Vorgang und Veranlassung

In Folge von Unterhaltsmaßnahmen an den Stauhaltungsdämmen und -deichen der Staustufen Ering und Eggfing am unteren Inn wurde von SKI GmbH + Co.KG ein Baugrunderkundungsprogramm geplant. 30 ungestörte Bodenproben aus Baggerschürfen, entnommen aus der unterhalb der Deichaufstandsfläche anstehenden Aueschicht, sollten gemäß [1] untersucht werden. Die im erwähnten Erkundungsprogramm vorgesehenen bodenmechanischen Versuche wurden im Grundbaulabor der Hochschule München gemäß Auftragserteilung [3] und getroffenen Absprachen [5] durchgeführt und ausgewertet. Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der durchgeführten Laborversuche dargestellt.

## 2 Unterlagen

- [1] Angebotsanfrage Baugrunduntersuchung Ering/Eggfing, 15.07.2013
- [2] Angebot, E-Mail vom 25.07.2013
- [3] Auftragserteilung, E-Mail vom 25.07.2013
- [4] Begründungsschreiben, E-Mail vom 26.07.2013
- [5] Treffen zur Bestimmung der Materialgruppen zwecks Durchführung von Scherversuchen. Teilnehmer Slominski/Stenz/Witzlinger/Kleist, Grundbaulabor der Hochschule München 22.08.2013
- [6] DIN 18137-3, Bestimmung der Scherfestigkeit, Teil 3: Direkter Scherversuch, Sept. 2002
- [7] Ergebnisse der Laborversuche: Sanierung Dammanlage Eggfing, Hochschule München, E-Mail vom 02.05.2013

### 3 Laborversuche

Die Bodenproben aus 30 Schürftgruben wurden durch SKI-Mitarbeiter entnommen und an das Grundbaulabor geliefert. Der Umfang der gelieferten Proben mit entsprechender Bezeichnung ist in **Anlage 1** zusammengefasst. Die einzelnen Bodenproben wurden zuerst visuell und manuell beurteilt, um anschließend eine geeignete Korngrößenanalyse durchzuführen. Die ermittelten Kornverteilungslinien sortiert nach dem Erkundungsort sind der **Anlage 2** zu entnehmen.

Nach der Durchführung der Korngrößenanalysen und in Anlehnung an die erstellten Kornverteilungskurven wurden in Absprache mit SKI [5] sechs Materialgruppen gebildet. Diese Materialgruppen sind in **Anlage 3** dargestellt. Die Gruppierung der Böden ist so durchgeführt worden, dass deren bodenmechanische Eigenschaften innerhalb der Gruppe vergleichbar sind. Das Hauptauswahlkriterium war der prozentuale Materialanteil innerhalb der Kornverteilungslinien. Die vorgenommene Gruppenbildung der Bodenproben ermöglichte die Durchführung von Scherversuchen an nur einer Probe der jeweiligen Gruppe, wobei die erzielten Ergebnisse als repräsentativ für die gesamte Gruppe zu betrachten sind.

Sieben der untersuchten Bodenproben wurden aufgrund der Beurteilung von Kornverteilungslinien aus den bevorstehenden Scherfestigkeitsuntersuchungen ausgeschlossen, da sie Korngrößen  $d > 4$  mm enthielten. Das Grundbaulabor verfügt über Schergeräte, in denen, aufgrund von Normvorgaben [6], Scherversuche mit Größtkorn 4 mm durchgeführt werden dürfen.

Anschließend wurden sechs Scherversuche gemäß [6] durchgeführt. Eine Gesamtübersicht der durchgeführten Versuche ist Tabelle 3.1 und **Anlage 4** zu entnehmen.

Der Ablauf der Durchführung der Laborversuche entspricht der Anfrage [1] und wurde wie bereits erwähnt mit SKI fortlaufend abgesprochen.

*Tabelle 3.1: Aufstellung der durchgeführten Laborversuche*

Pos. gemäß Angebot	Laborversuch	Anzahl der Versuche
1	Öffnen und Beurteilen einer Bohr-, Schurf- oder Sonderprobe durch visuelle und manuelle Verfahren nach DIN 4022 bzw. DIN EN ISO 14688- 1 und -2 Güteklasse 2 – 5 Güteklasse 1	30
2	Kombinierte Korngrößenanalyse (Siebung und Sedimentation) nach DIN 18123	28
2.1	alternativ (nach Einordnung der Bodenproben gemäß Pos.1) Siebanalyse mit nassem Abtrennen der Feinbestandteile nach DIN 18123	2
3	Rahmenscherversuch an bindigen Böden bei höchstens 4 Einzelversuchen	5

	(Größtkorn 4 mm) nach DIN 18137-3	
3.1	alternativ (nach Einordnung der Bodenproben gem. Pos.2) Rahmenscherversuch an nicht-bindigen Böden bei höchstens 4 Einzelversuchen (Größtkorn 4 mm) nach DIN 18137-3	2

### 3.1 Klassifizierung der Bodenproben

Die Klassifizierung der Bodenproben, die aus den ausgewählten Gruppen zur Durchführung der Scherversuche verwendet wurden, ist in Tabelle 3.2 dargestellt.

Tabelle 3.2: Klassifizierung der in den Scherversuchen verwendeten Bodenproben

Labor-nummer	Entnahme in Bohrung Schurf (Gruppe)	Tiefe [m]	Bodenart DIN EN ISO 14688 (* = stark) (' = schwach)	Boden-klasse DIN 18 196 (* = stark)	Dichte [t/m <sup>3</sup> ]	Wassergehalt w [%]	Sättigungszahl	Wassergehalt nach Versuch w [%]	Sättigungszahl nach Versuch	Trockendichte $\rho$ [t/m <sup>3</sup> ]	Körnung > 2 mm [%]	Körnung < 0,06 mm [%]
13003-12	Reik - S2 <b>Gruppe 1</b>	2,2	saSi	U	1,930	30,9	1,012	29,8	0,976	1,474	0	71
13003-11	Reik - S1 <b>Gruppe 2</b>	2,0	sa'Si	U	1,702	45,1	0,942	43,1	0,900	1,174	0	88
13003-25	SD-Sim-S6 <b>Gruppe 3</b>	1,5	siSa	SU*	1,55	11,5	0,33	29,7	0,851	1,385	0	21
13003-19	Braun-S1 <b>Gruppe 4-1</b>	1,1	sa*Si (Sa/Si)	U	1,86	25,9	0,856	33	1,091	1,48	0	49
13003-17	Höft - S1 <b>Gruppe 4-2</b>	3,2	sa*Si	U	1,88	35,2	1,016	33,8	0,976	1,39	0	68
13003-21	SD-Sim - S1 <b>Gruppe 5</b>	1,5	si*Sa	SU*	1,75	22,5	0,687	34,7	1,059	1,427	0	36
13003-18	Höft - S2 <b>Gruppe 6</b>	1,9	sa*Si	U	1,89	26,6	0,894	27,7	0,931	1,491	0	53

Bis auf zwei Bodenproben, bestehend aus Feinsand, stark schluffig, aus Simbach war das übrige untersuchte Bodenmaterial Schluff, wobei der Feinkornanteil zwischen 53 % und 88 % variierte. Für die Gruppe 4 wurde der Scherversuch aufgrund unplausibler Kohäsionswerte wiederholt, siehe Absatz 3.2.

### 3.2 Rahmenscherversuche

Die anschließenden Rahmenscherversuche wurden im vollautomatischen Rahmenschergerät SM-E an zylindrischen Proben (Höhe  $h = 2 \text{ cm}$ , Durchmesser  $d = 7,136 \text{ cm}$ , Gesamtfläche  $A = 40 \text{ cm}^2$ ) bei jeweils drei Laststufen von 75, 100 und 200  $\text{kN/m}^2$  durchgeführt. Für jede Laststufe wurden die maximalen Scherspannungen und die Restscherspannungen ermittelt (siehe Tabelle 3.3). Darauf basierend wurden die Schergeraden konstruiert (siehe **Anhang 4**) und die Scherparameter abgeleitet. Tabelle 3.3 zeigt die Zahlenwerte der Versuchsergebnisse. Die dazugehörigen Versuchskurven sind im **Anhang 4** dargestellt.

Tabelle 3.3: Zahlenwerte der durchgeführten Scherversuche

Bodengruppe	Rahmenscherversuch				Ausgewertete Scherfestigkeitsparameter			
	Größte Scherfestigkeit [ $\text{kN/m}^2$ ] (Restscherfestigkeit [ $\text{kN/m}^2$ ])							
	Auflast [ $\text{kN/m}^2$ ]				Größte Scherfestigkeit		Restscherfestigkeit	
	75	100	150	200	Reibungswinkel [°]	Kohäsion [ $\text{kN/m}^2$ ]	Reibungswinkel [°]	Kohäsion [ $\text{kN/m}^2$ ]
<b>1</b>	42,42 (35,09)	53,4 (49,44)	-	106,81 (95,21)	27,5	2,5	25,4	0,6
<b>2</b>	52,79 (47,91)	58,59 (54,32)	-	116,57 (111,08)	27,9	9,7	27,6	5,7
<b>3</b>	41,2 (37,23)	53,1 (48,22)	-	104,06 (93,99)	26,8	3,0	24,5	2,9
<b>4-1</b>	68,66 (37,54)	93,38 (50,66)	-	110,47 (93,08)	16,1	54,9	23,68	5,61
<b>4-2</b>	38,45 (34,48)	51,88 (49,13)	-	102,23 (97,04)	26,9	0,65	26,31	0 (-1,58)
<b>5</b>	51,27 (32,04) (36,62)	67,44 (51,88)	89,72 (79,34)	117,49 (93,38)	(27,4) 30*	(13,6) 4,5*	26,0	0,2
<b>6</b>	44,86 (38,45)	63,48 (51,57)	84,23 (78,73)	103,15 (99,49)	(24,3) 28*	(14,7) 5,5*	26,2	2,4

\* Ausgleichsgerade mit unterschiedlicher Gewichtung der Messpunkte

Die Ergebnisse der Scherversuche aus den Gruppen 1 bis 3 liegen im Erfahrungsbereich [7] für die Scherfestigkeitsparameter, die an Bodenproben aus der Erkundungsregion anhand von Scherversuchen im Grundbaulabor der Hochschule München bereits festgestellt werden konnten. Die vergleichbar hohe Kohäsion bei der Gruppe 2 ist auf den über 10 %igen Anteil der Feinstpartikel der untersuchten Probe zurückzuführen (siehe Tabelle 3.2 und Anlage 3, Gruppe 2).

Für die Gruppe 4 wurden zwei Versuche durchgeführt. Im ersten der Versuche an der Probe Braun-S1 (Labornummer 13003-19) wurde eine Kohäsion von  $54,9 \text{ kN/m}^2$  und ein Reibungswinkel von  $16,5^\circ$  ermittelt. Dieses Ergebnis erschien als nicht plausibel, da die untersuchte Bodenprobe aus Schluff mit 45 % Sandanteilen bestand. Daher wurde ein zweiter Versuch an einer anderen Bodenprobe aus derselben Gruppe Höft-S1 (Labornummer 13003-17) durchgeführt. Die Ergebnisse des wiederholten Scherversuches liegen im Erfahrungsbereich und sollen deshalb als repräsentativ für die Bodengruppe 4 betrachtet werden.

Verhältnismäßig hohe Kohäsionswerte von  $13,6$  und  $14,7 \text{ kN/m}^2$  aus der direkten Auswertung der maximalen Scherfestigkeiten in den Versuchen 5 und 6, können weder durch die granulometrischen Eigenschaften der Böden (Kornverteilungslinien) noch durch die erhöhte Lagerungsdichte (Tabelle 3.2) begründet werden. Deshalb wurde die gängige, nicht computergestützte, Methode mit der Ausgleichgerade mit der unterschiedlichen Gewichtung der Messpunkte zur Auswertung dieser Versuche herangezogen (siehe Anlage 4 und Tabelle 3.3). Dementsprechend stellen bei der Auswertung der größten Scherfestigkeiten in Anlage 4 für diese Versuche die gestrichelten Schergeraden die direkte Auswertung mit den maximalen Scherfestigkeiten und die durchgezogenen Schergeraden das Ergebnis der gängigen Auswertung dar. Somit zeigen auch die Zahlenwerte in Klammern (Tabelle 3.3 und Anlage 4) das Ergebnis der computergestützten Auswertung und die mit [\*] gekennzeichneten Werte die Resultate der manuellen Auswertung.

## 4 Zusammenfassung

Das im Rahmen der Sanierung der Deichstauanlage Ering/Egglfing, durch SKI erarbeitetes Baugrunderkundungsprogramm, sah die Durchführung der bodenmechanischen Laborversuche vor. Zur Ausführung der Versuche wurde der Verfasser als Leiter des Grundbaulabors der Hochschule München beauftragt. Dem vorliegenden Bericht sind folgende Versuchsergebnisse zu entnehmen:

- Tabelle 3.2: Klassifizierung der in den Scherversuchen verwendeten Bodenproben
- Tabelle 3.3: Zahlenwerte der durchgeführten Scherversuche
- Anlage 2 und 3: Kornverteilungslinien
- Anlage 4: Scherverschiebungsdigramme und Schergeraden der durchgeführten Scherversuche

Die Versuchsergebnisse liegen überwiegend im Erfahrungsbereich aus der Erkundungsregion. Die restlichen Resultate konnten entsprechend begründet und interpretiert werden. Der Ablauf und Inhalt der Versuche wurde fortlaufend mit SKI abgestimmt. Der Punkt 5 der Angebotsanfrage wurde im Rahmen dieser Ausarbeitung wie in [2] und [4] kommuniziert nicht behandelt.

**Anlage 1**Umfang und Bezeichnung des gelieferten Bodenmaterials

---

Labornummer	Entnahme in Bohrung Schurf (Gruppe)	Entnahme-tiefe ca. m u. GOK	Probe Anzahl / Art E = Eimer B = Becher Z = Zylinder gest. = gestört
13003-01	EGG - S1	1,1	2x Z 1x B
13003-02	EGG - S2	1,55	2x Z 1x B
13003-03	EGG - S3	1,35	2x Z 1x B
13003-04	EGG - S4	1,1	1x Z gest.
13003-05	EGG - S5	1,25	2x Z 1x B
13003-06	Mühl - S1	1,15	2x Z 1x B
13003-07	Mühl - S2	1,05	2x Z 1x E
13003-08	Mühl - S3	0,6	1x Z gest. 1x E
13003-09	Mühl - S4	0,6	2x Z 1x E
13003-10a 13003-10b	Mühl - S5	0,15-0,35 ca. 2m? 1,75-3,2	1x B 2x Z 1x E
13003-11	Reik - S1	2,0	2x Z 1x B
13003-12	Reik - S2	2,2	2x Z 1x B
13003-13	MAT R - S1	1,6	2x Z 1x E
13003-14	MAT R - S2	1,5	1x B
13003-15	MAT L - S1	0,6	1x E
13003-16	MAT L - S2	0,7	1x E
13003-17	Höft - S1	3,2	2x Z 2x B
13003-18	Höft - S2	1,9	2x Z 1x B
13003-19	Braun - S1	1,05	2x Z 1x B

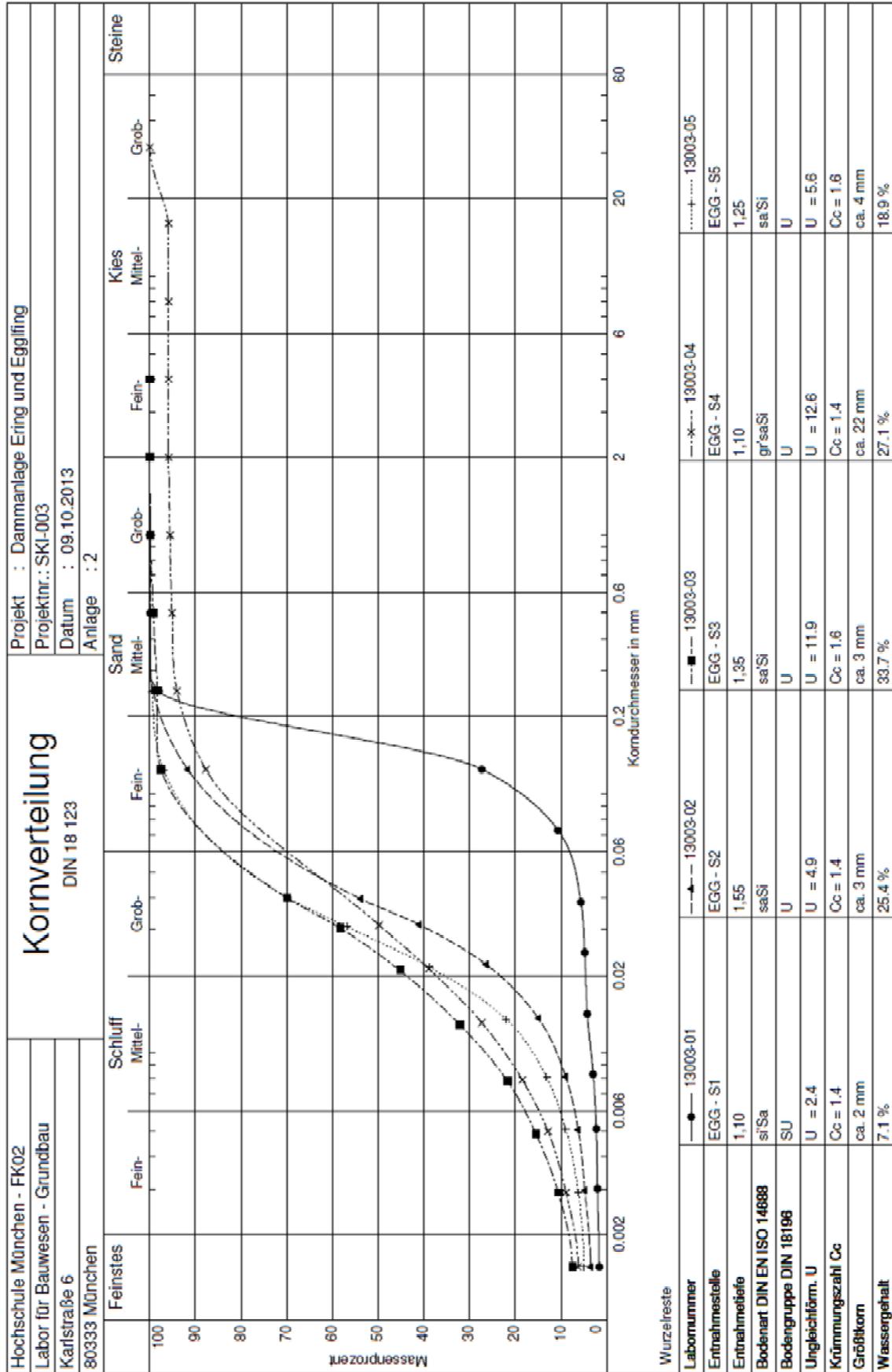
**Anlage 1**Umfang und Bezeichnung des gelieferten Bodenmaterials

---

13003-20	Braun - S2	0,65	2x Z 1x B
13003-21	SD - Sim - S1	1,5	2x Z 1x B
13003-22	SD - Sim - S3	1,3	1x Z 1x B
13003-23	SD - Sim - S4	1,25	2x Z 1x B
13003-24	SD - Sim - S5	1,1	2x Z 1x B
13003-25	SD - Sim - S6	1,5	2x Z 1x B
13003-26	HWO - S - S1	1,5	1x Z 1x Z gest. 1x E
13003-27	HWO - S - S2	1,2	1x Z 1x B 1x E
13003-28	HWO - S - S3	1,9	1x Z 1x B
13003-29	ERG - S1	1,05	2x Z 1x Z gest.
13003-30	ERG - S2	0,6	2x Z 1x Z gest. 1x E

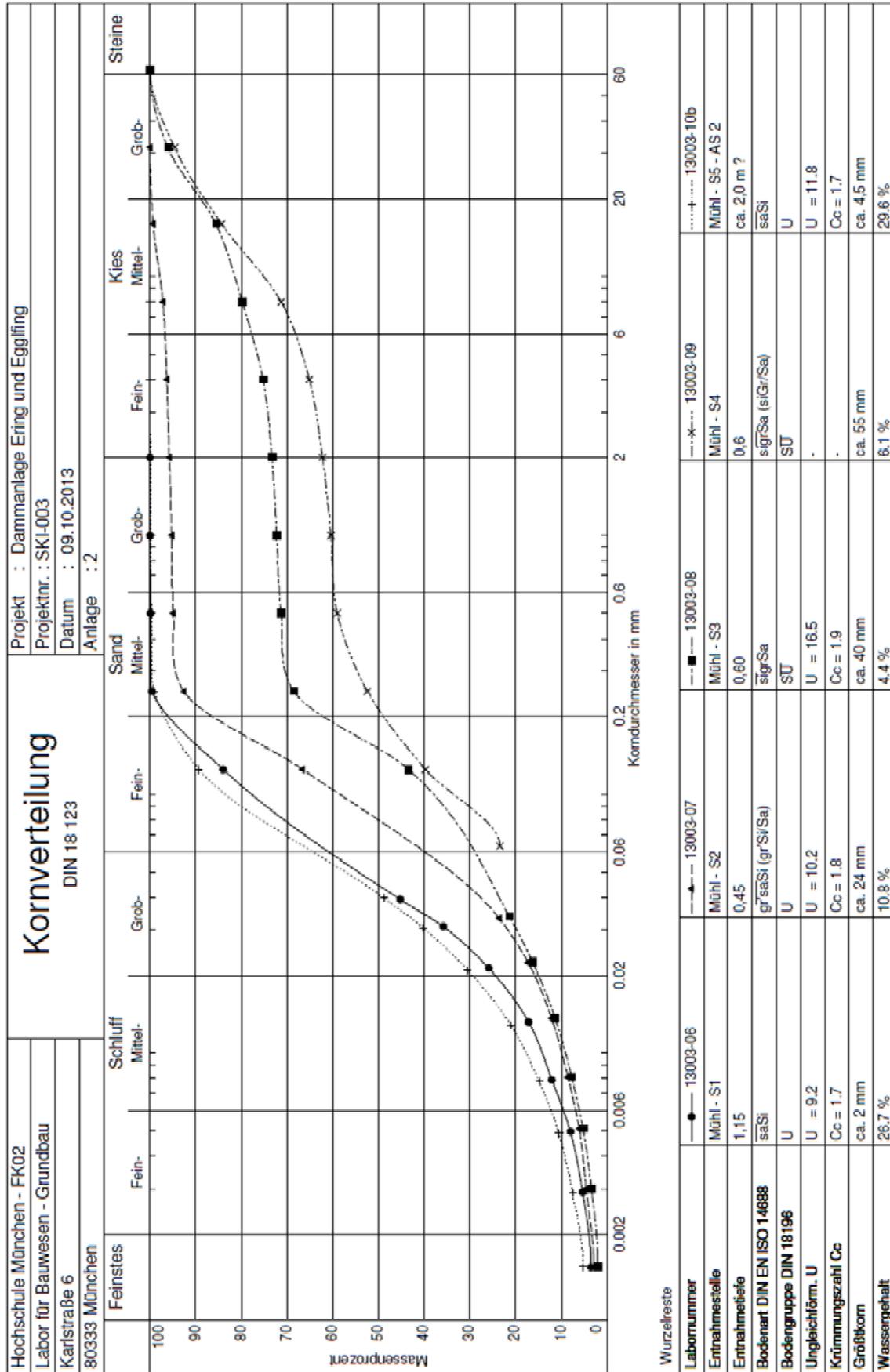
Anlage 2

Kornverteilungskurven sortiert nach Entnahmestelle der Bodenproben



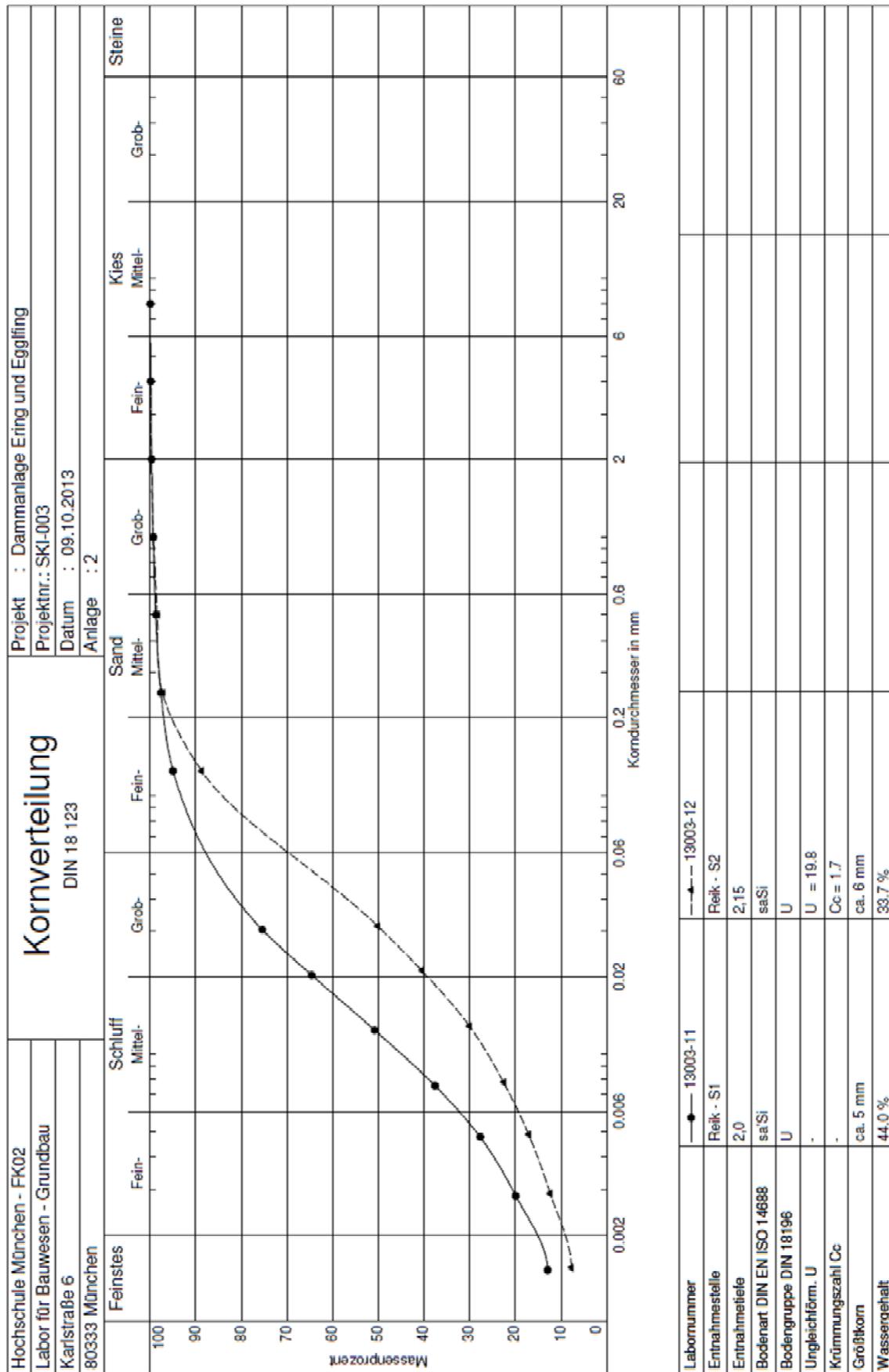
Anlage 2

Kornverteilungskurven sortiert nach Entnahmestort der Bodenproben



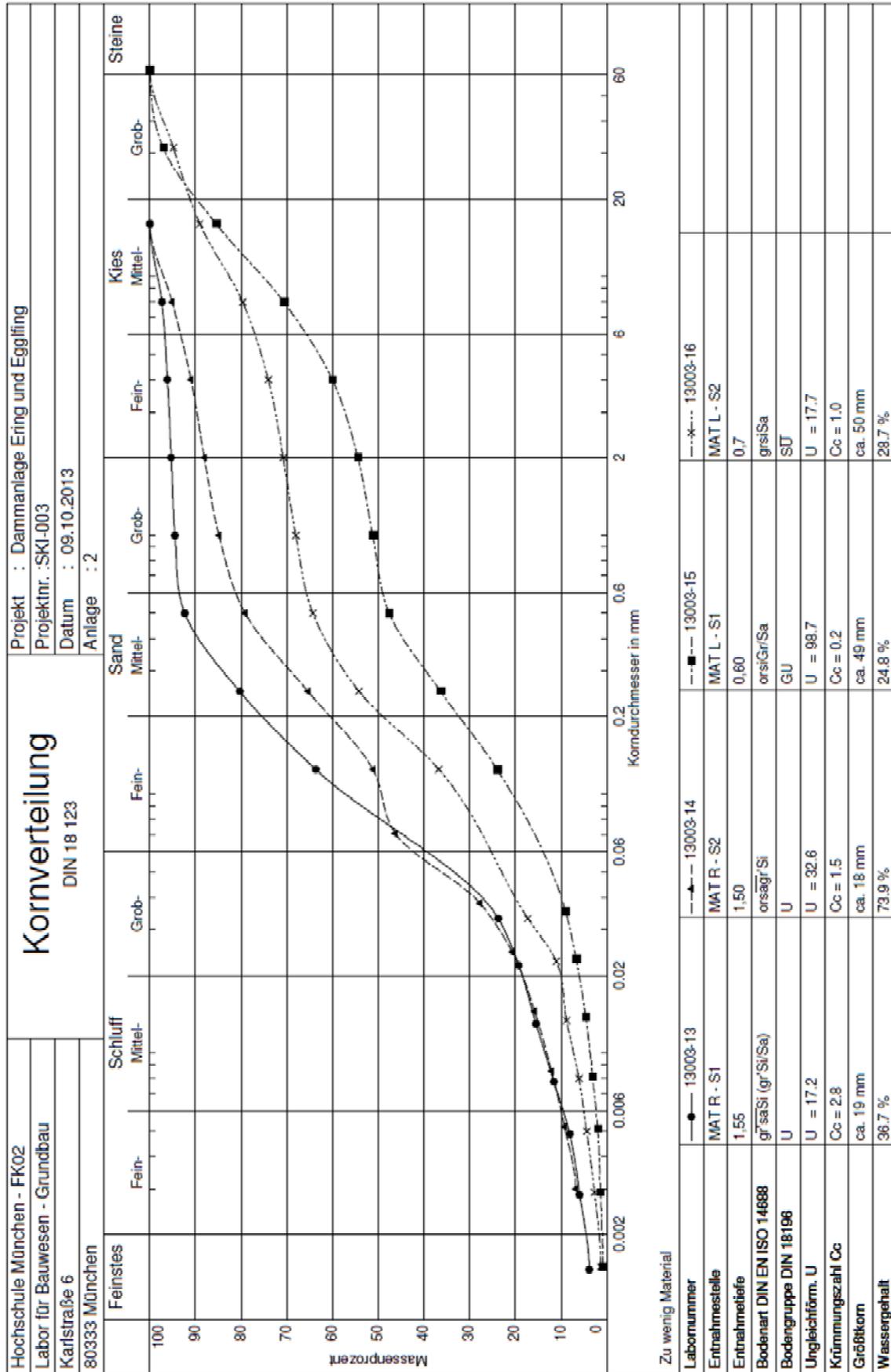
Anlage 2

Kornverteilungskurven sortiert nach Entnahmestort der Bodenproben



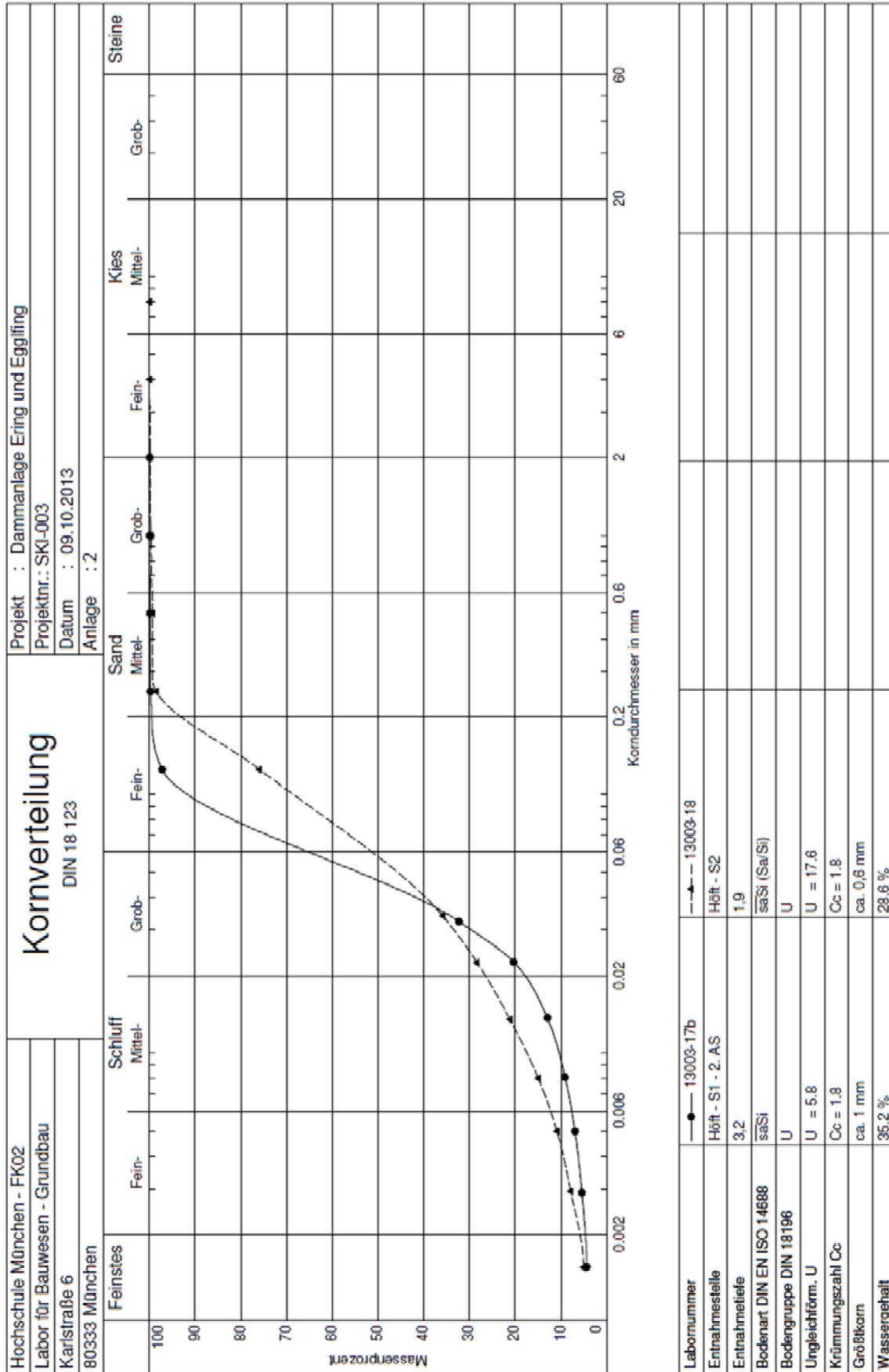
Anlage 2

Kornverteilungskurven sortiert nach Entnahmestelle der Bodenproben



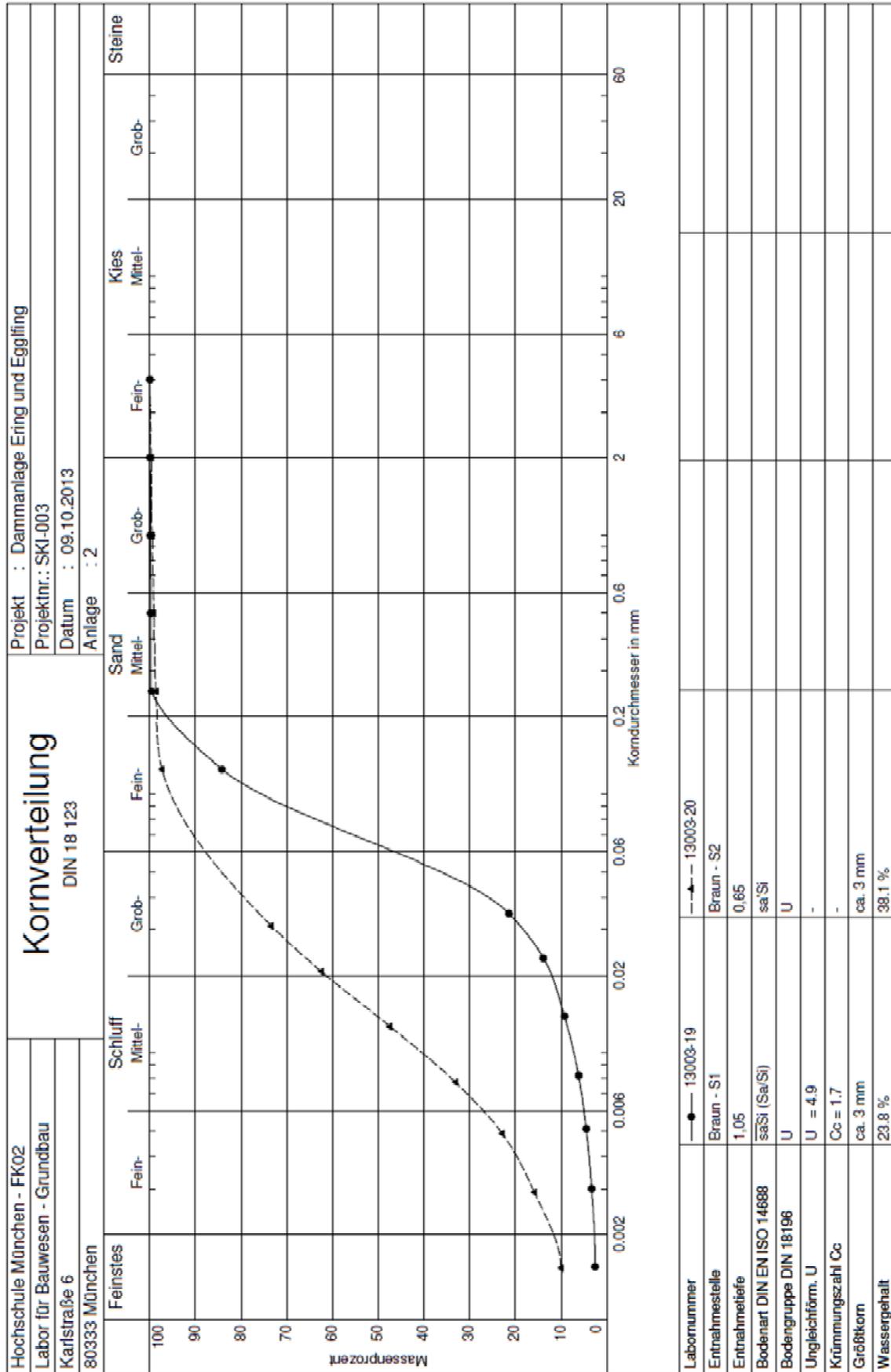
Anlage 2

Kornverteilungskurven sortiert nach Entnahmestelle der Bodenproben



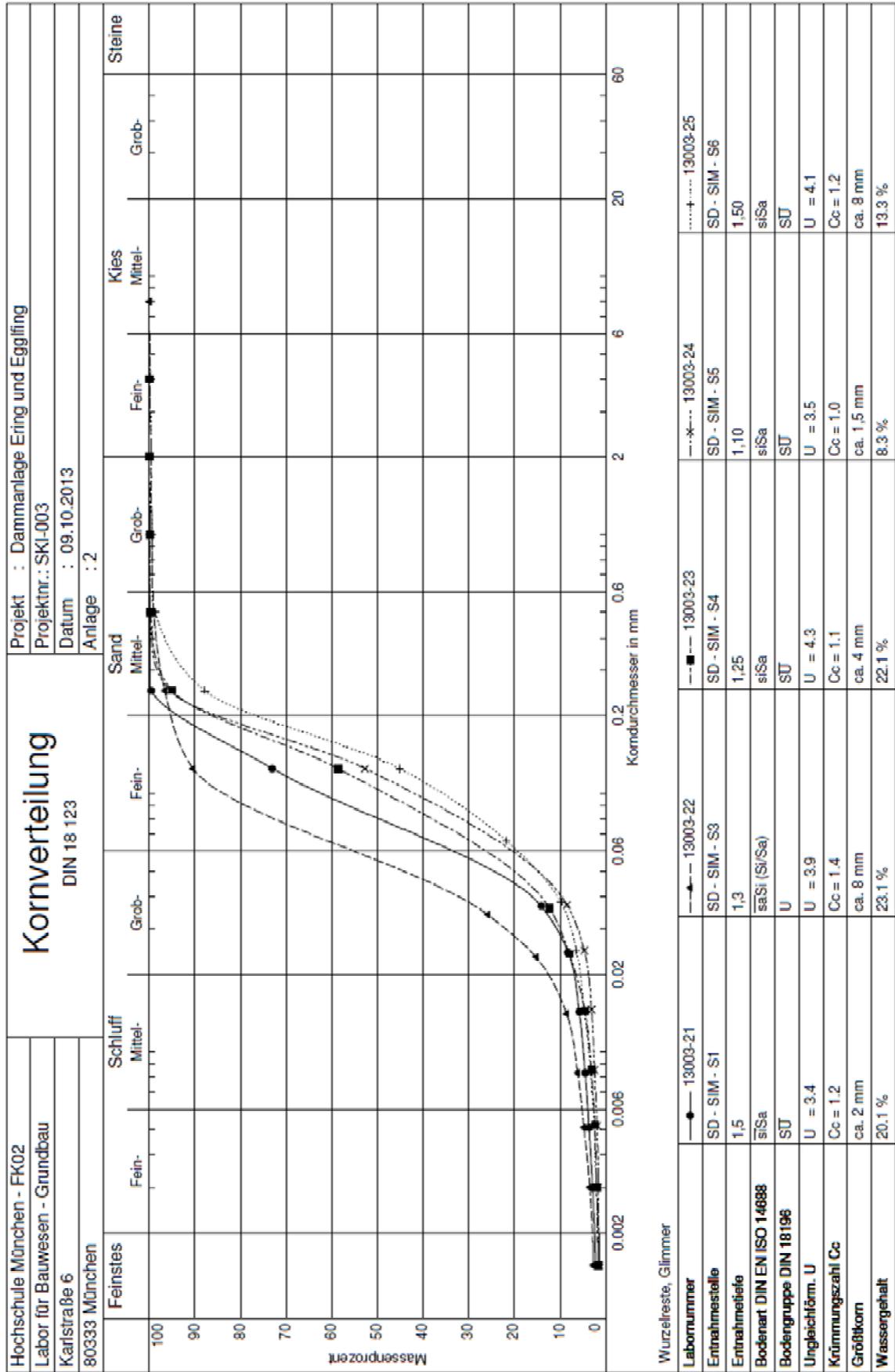
Anlage 2

Kornverteilungskurven sortiert nach Entnahmeort der Bodenproben



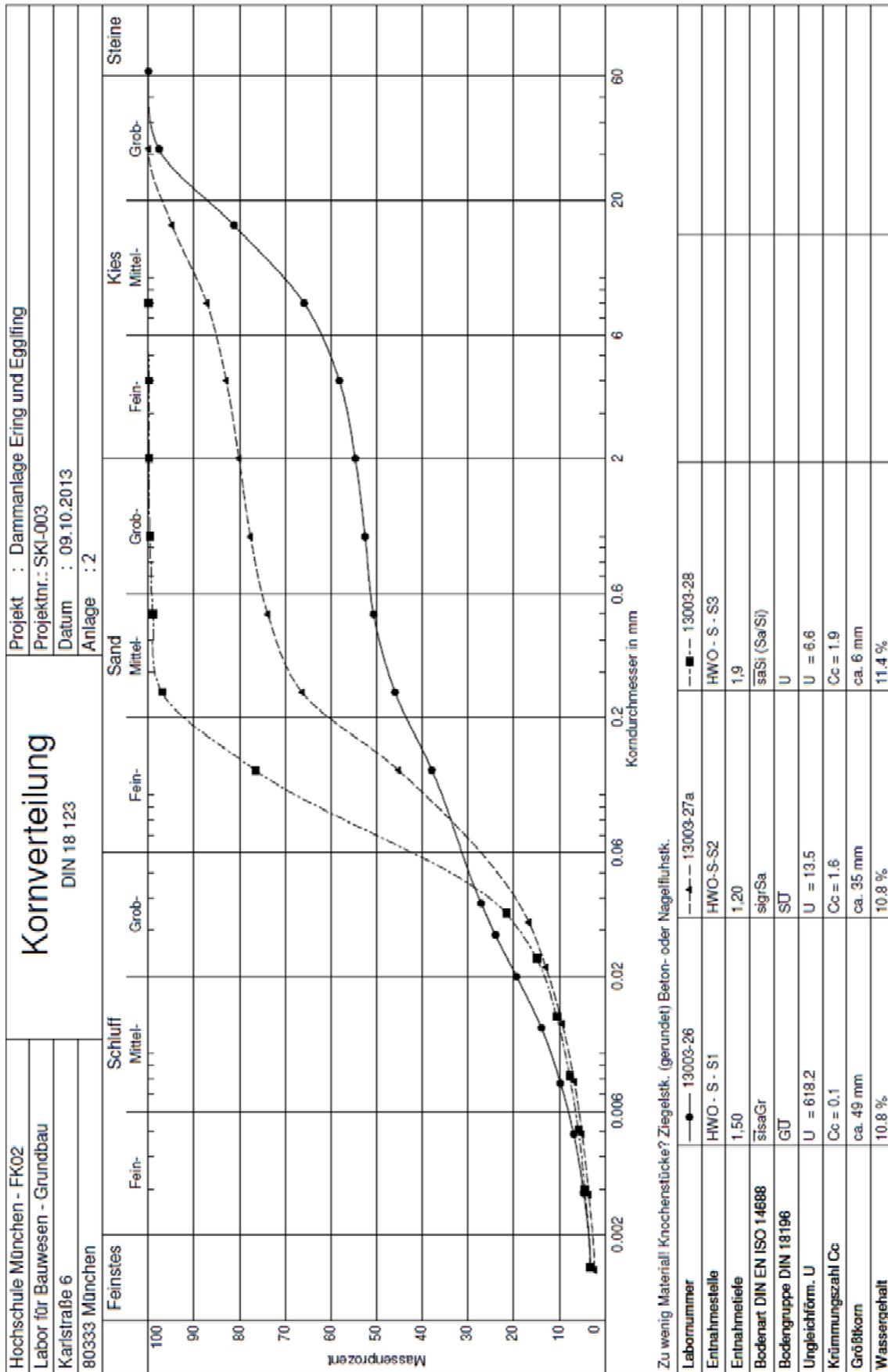
Anlage 2

Kornverteilungskurven sortiert nach Entnahmestelle der Bodenproben



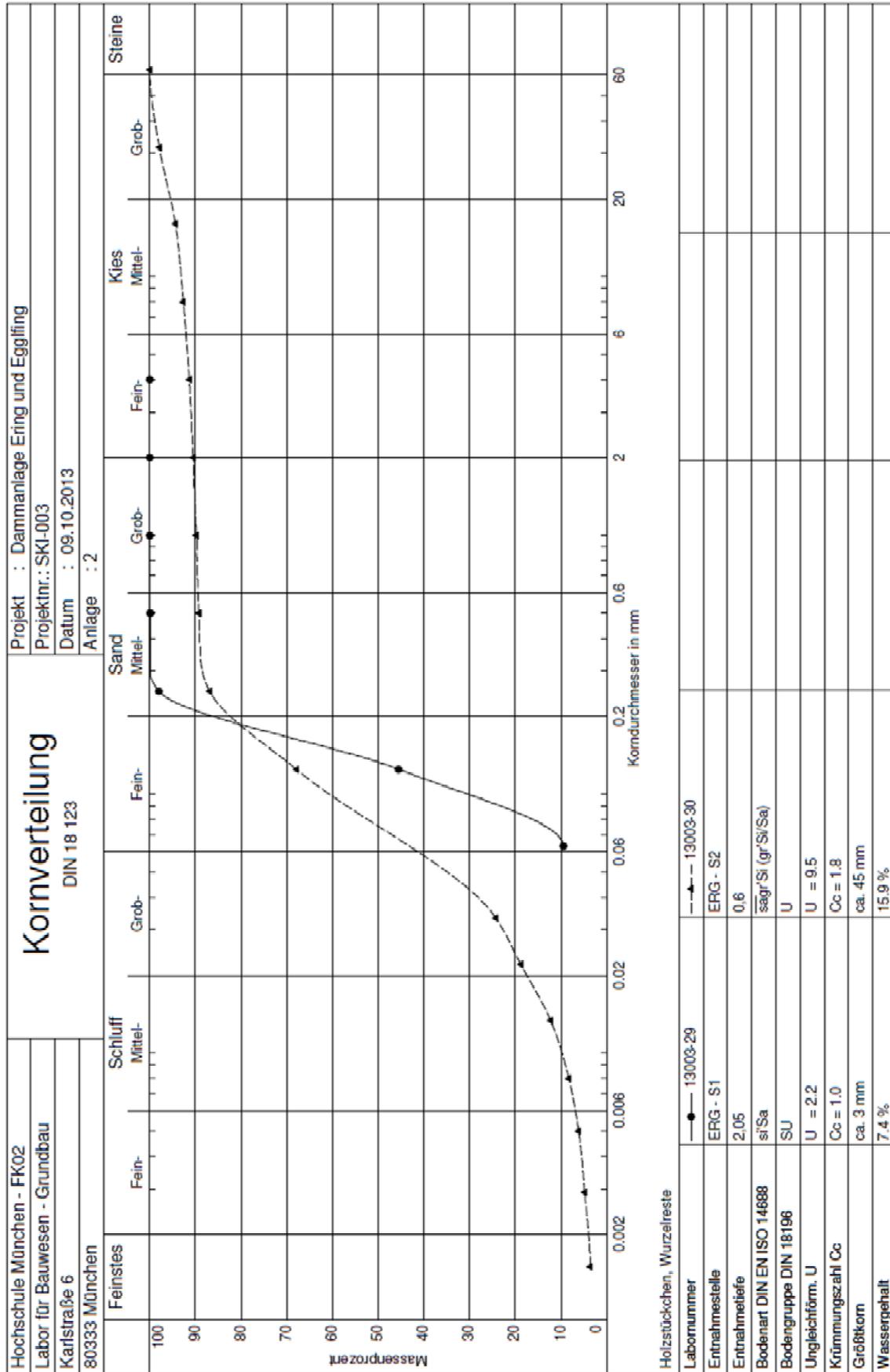
Anlage 2

Kornverteilungskurven sortiert nach Entnahmestelle der Bodenproben



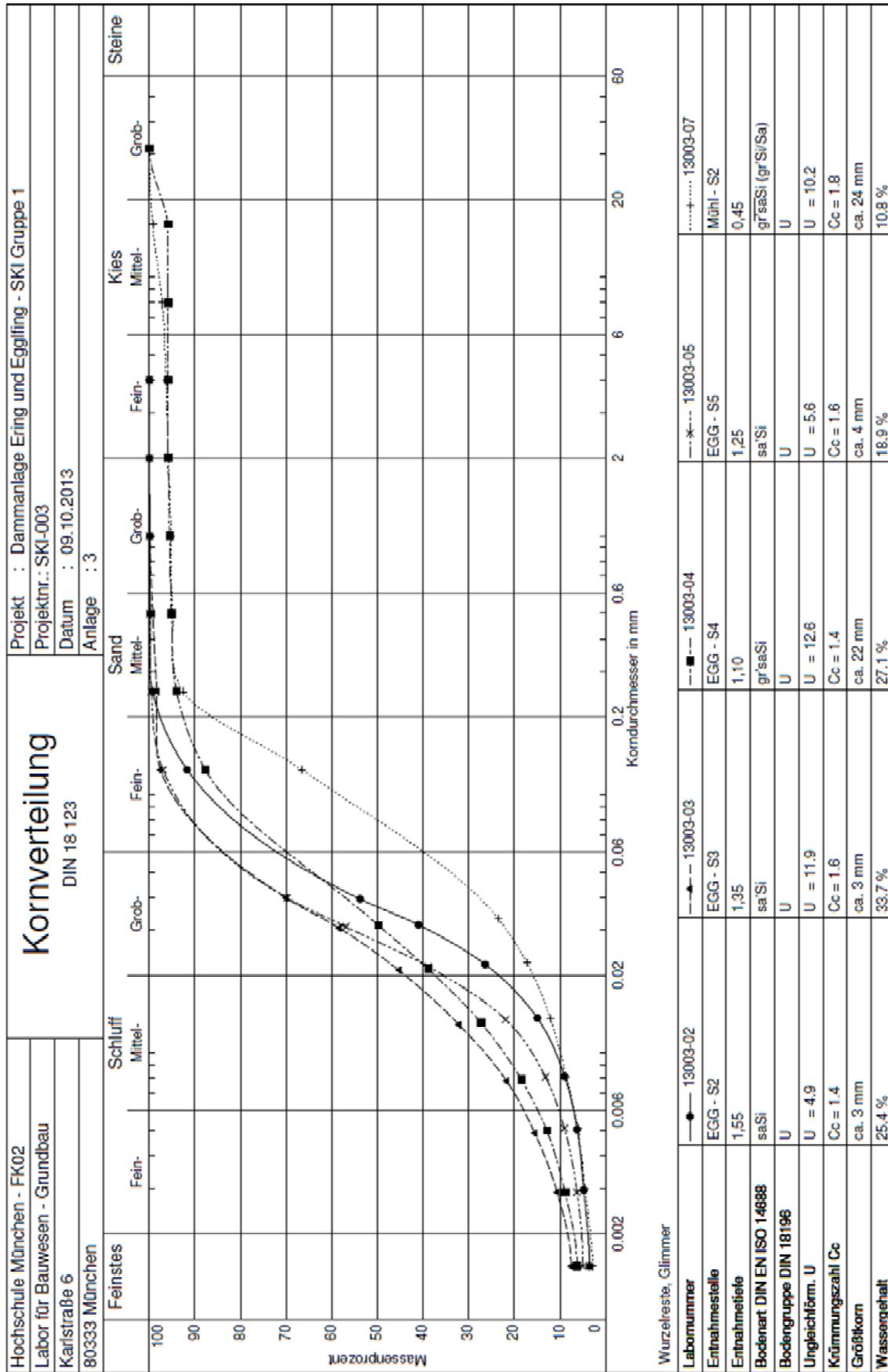
Anlage 2

Kornverteilungskurven sortiert nach Entnahmeort der Bodenproben



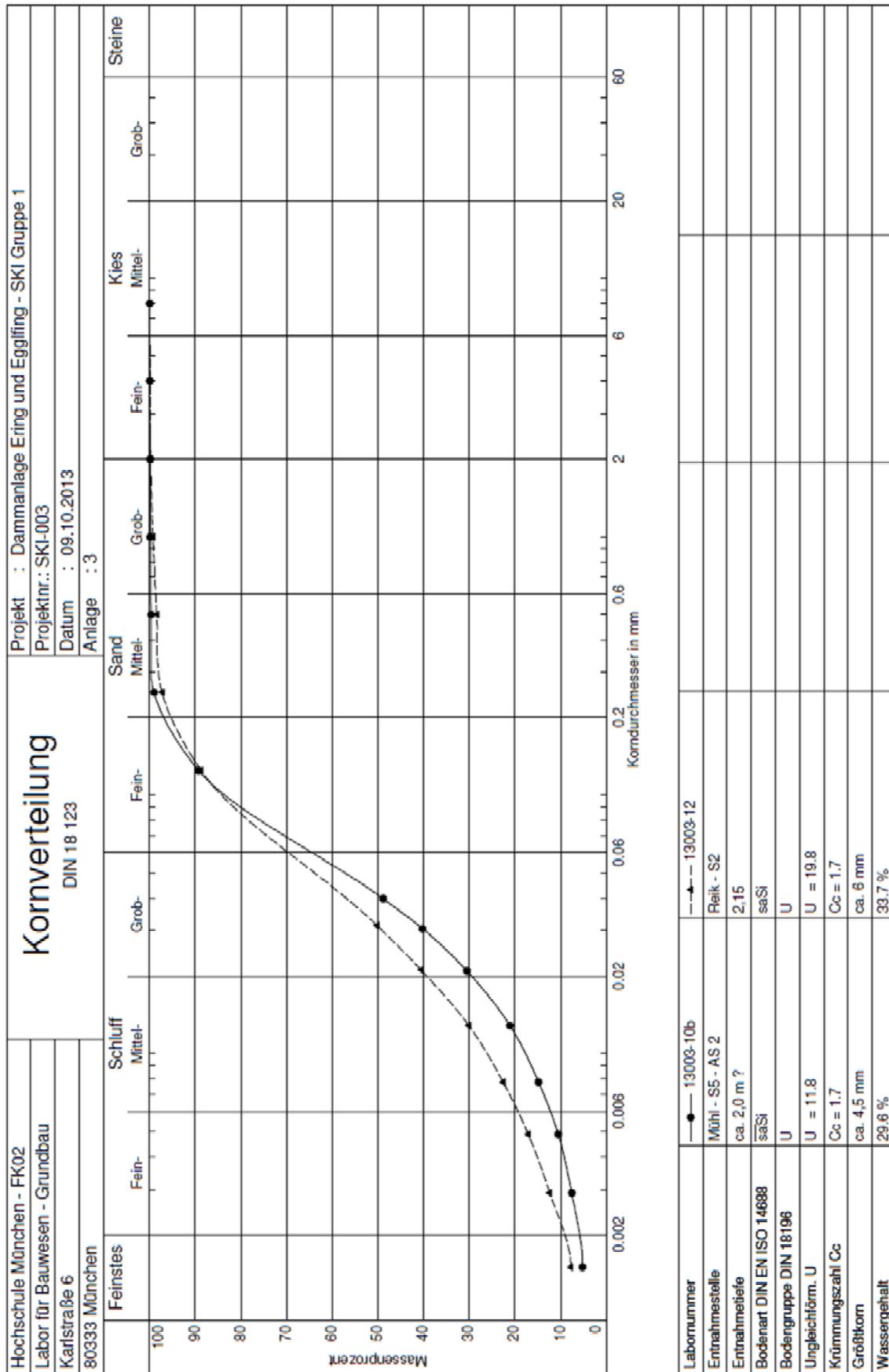
Anlage 3

Materialgruppen zur Untersuchung der Scherfestigkeit



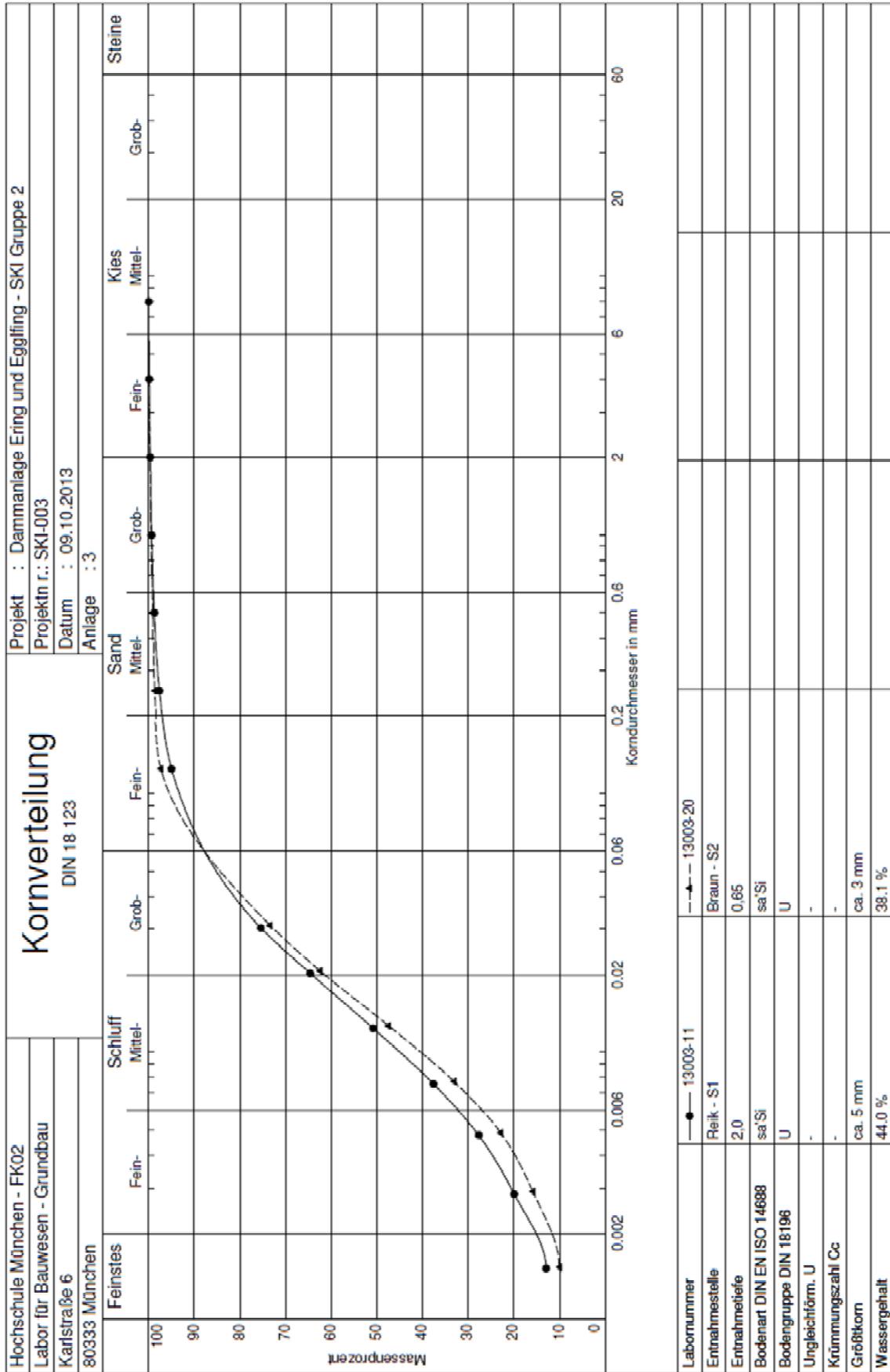
Anlage 3

Materialgruppen zur Untersuchung der Scherfestigkeit



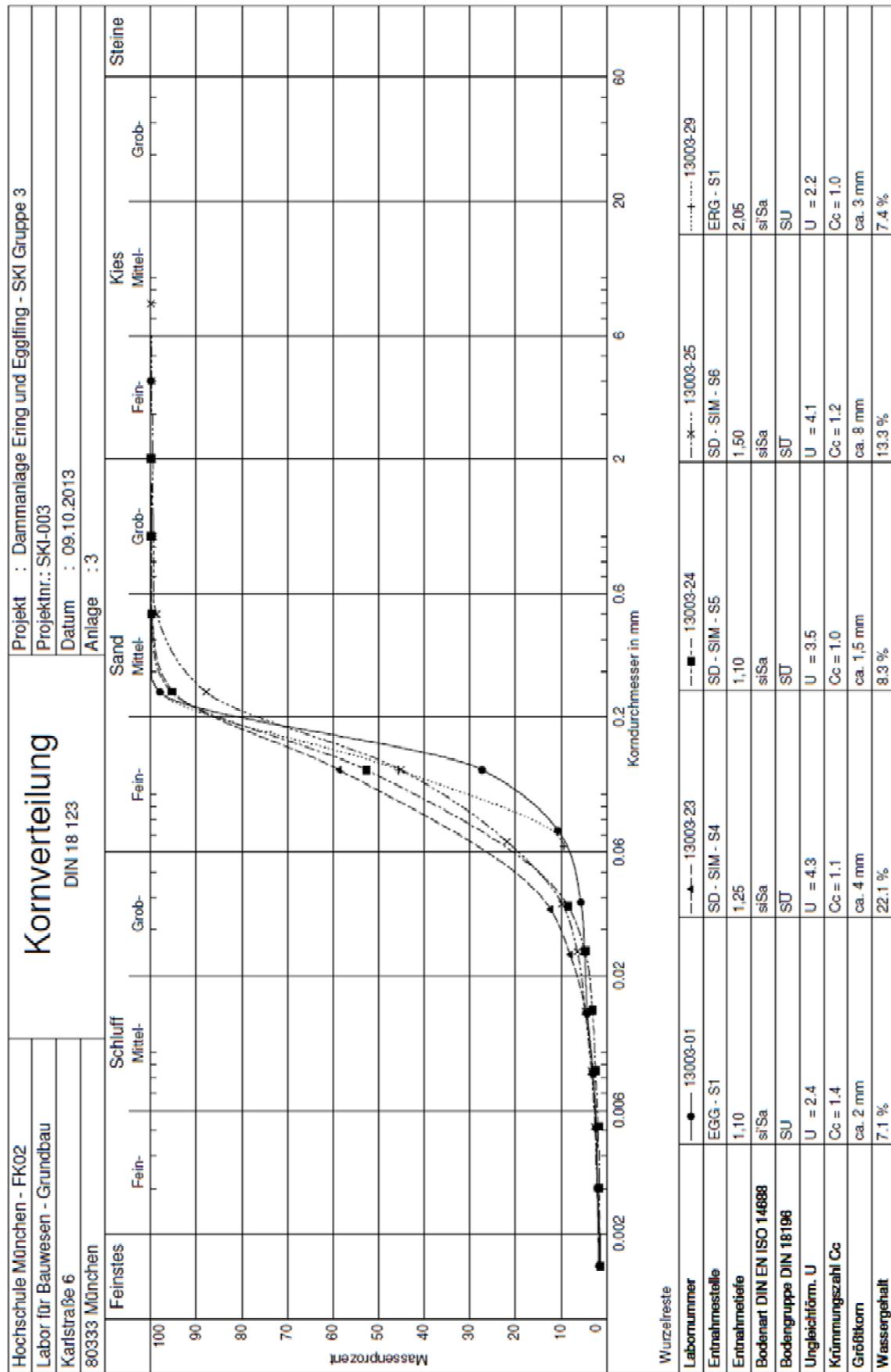
Anlage 3

Materialgruppen zur Untersuchung der Scherfestigkeit



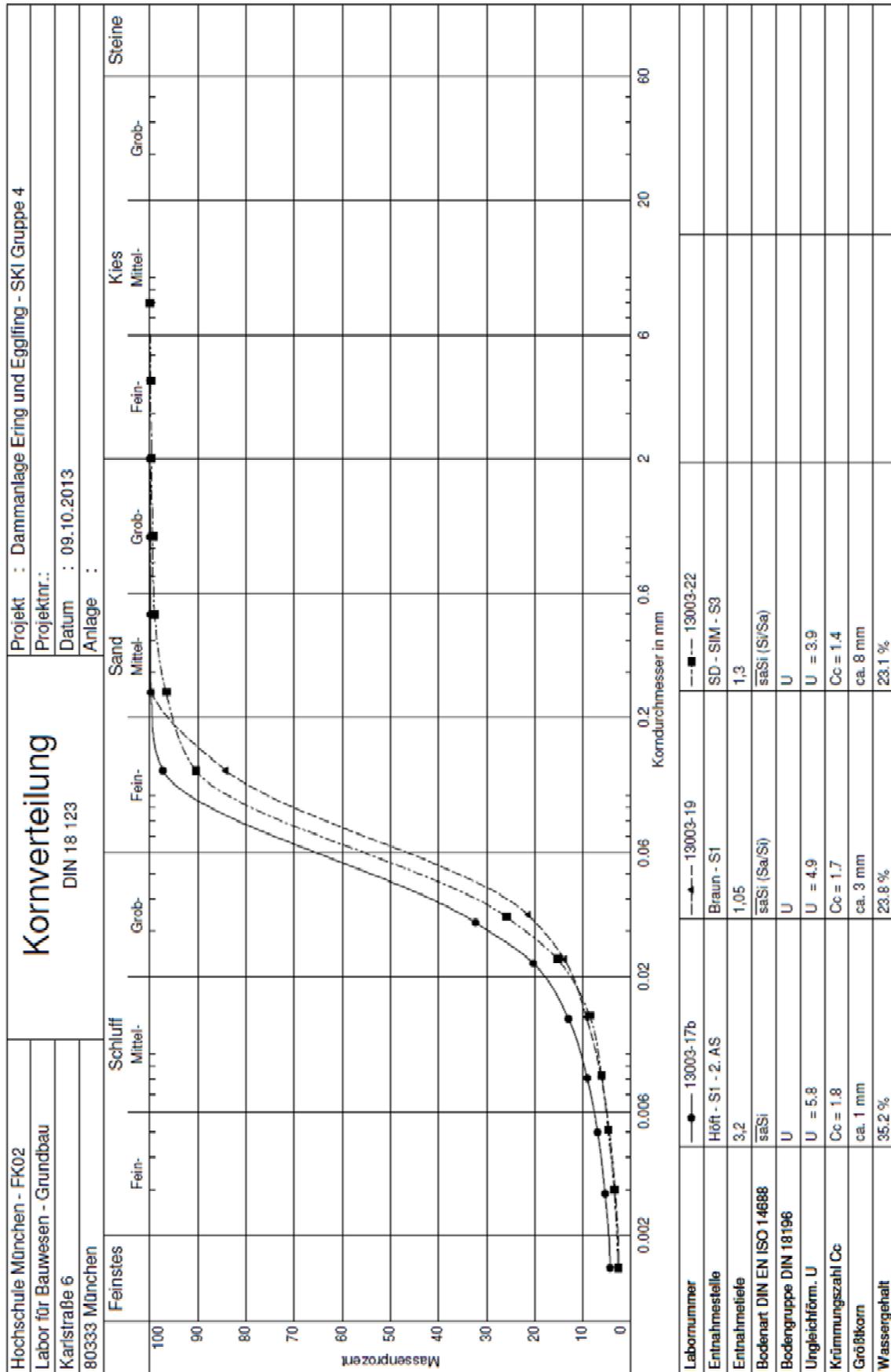
Anlage 3

Materialgruppen zur Untersuchung der Scherfestigkeit



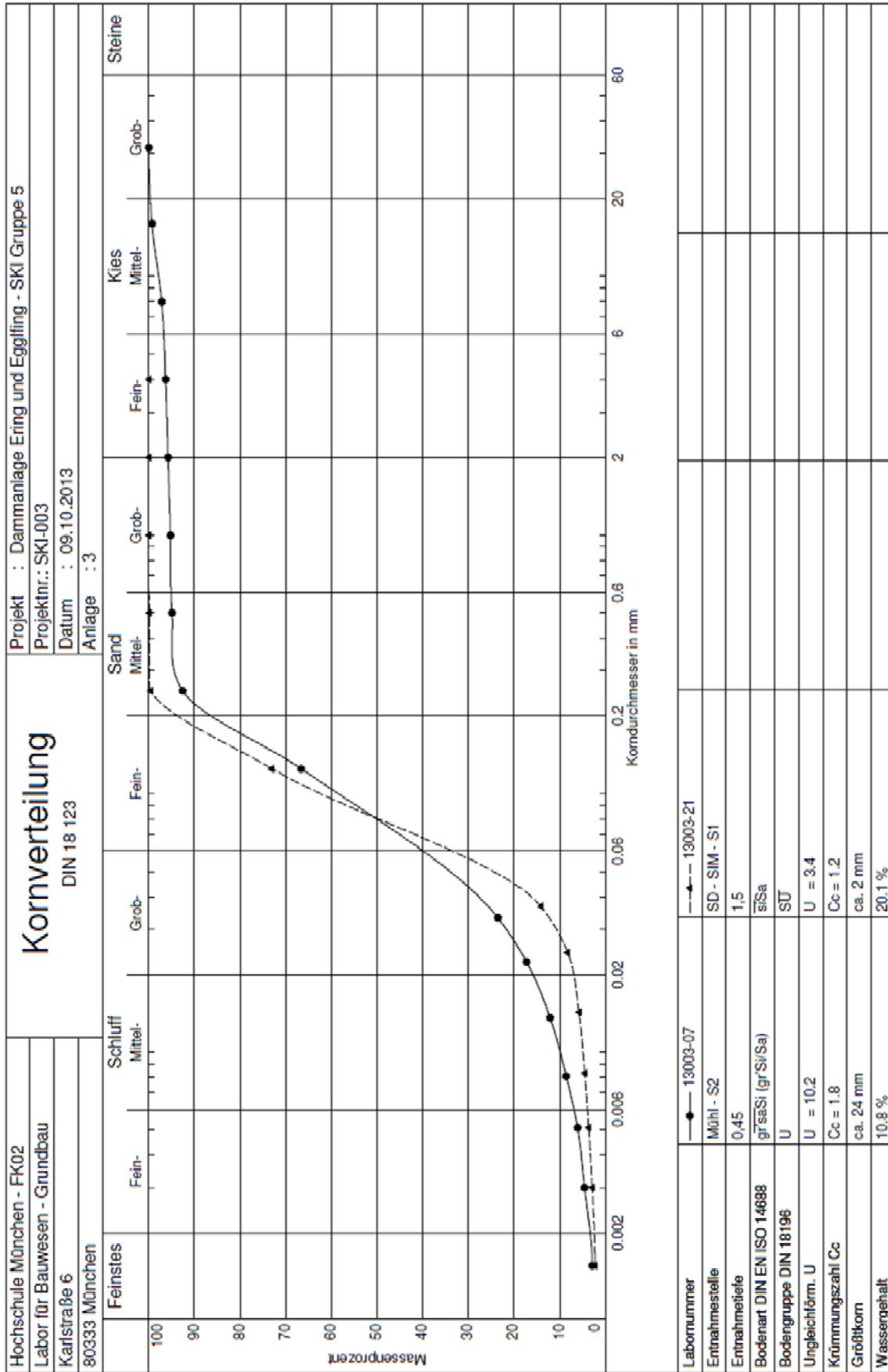
Anlage 3

Materialgruppen zur Untersuchung der Scherfestigkeit



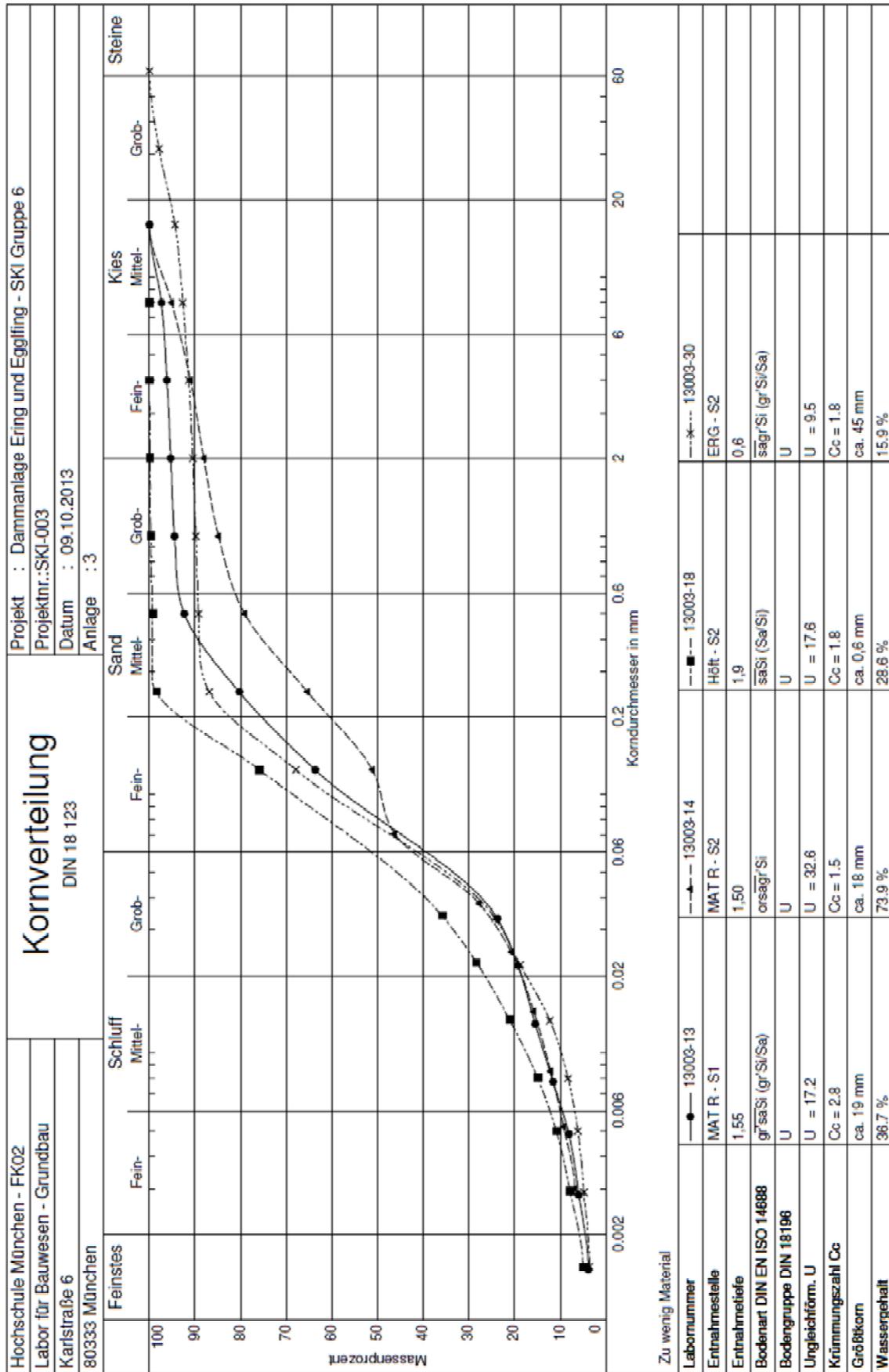
Anlage 3

Materialgruppen zur Untersuchung der Scherfestigkeit



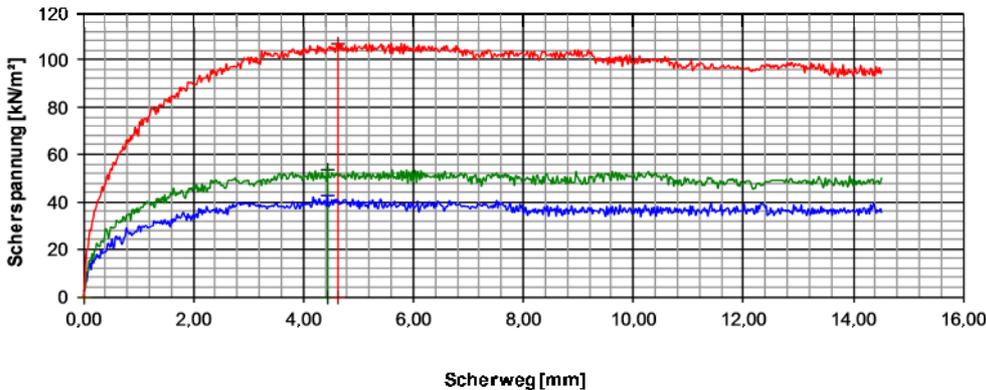
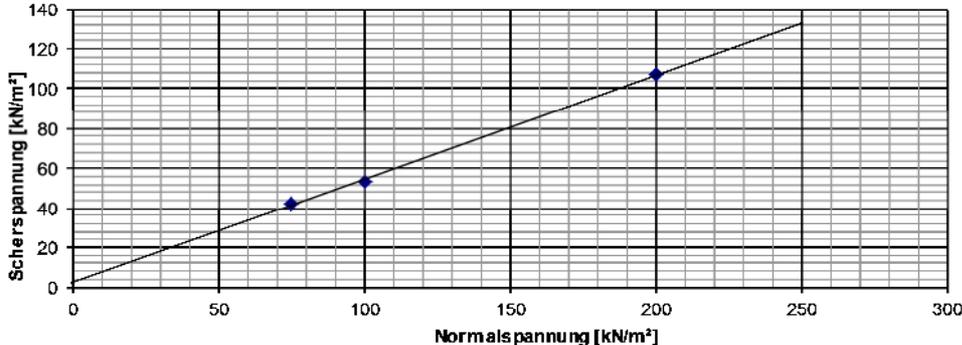
Anlage 3

Materialgruppen zur Untersuchung der Scherfestigkeit



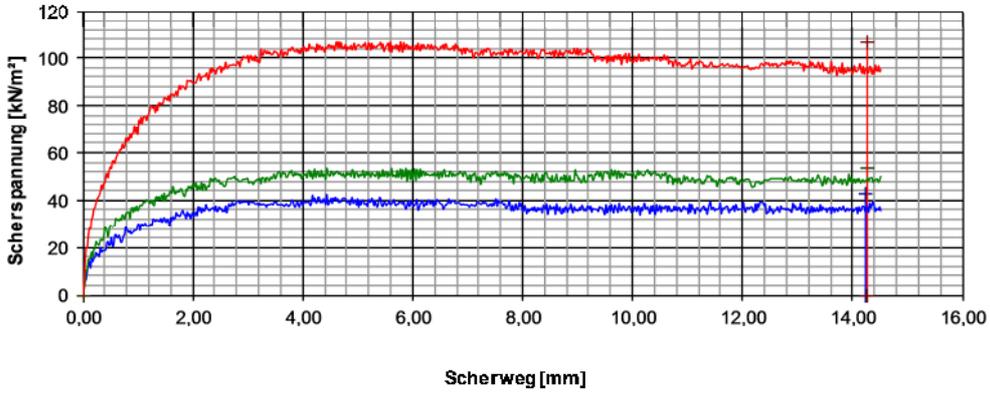
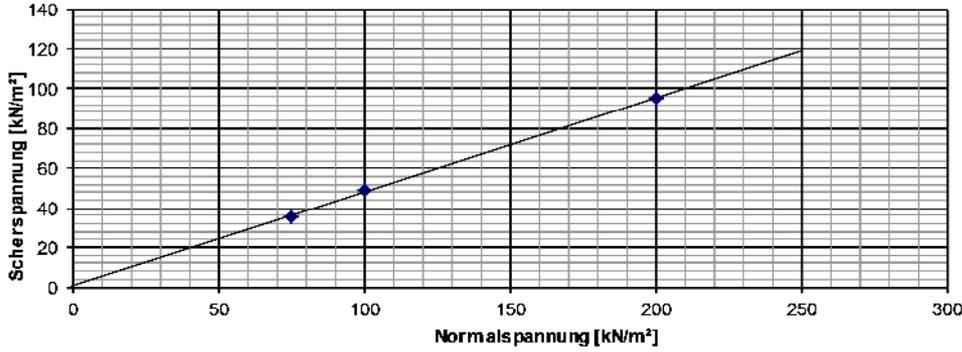
# Anlage 4

## Scherverschiebungsdiagramme und Schergeraden der durchgeführten Scherversuche

Hochschule München Bauingenieurwesen Karlstraße 6 80333 München Tel.: 089 1265-2688 Fax.: 089 1265-2699				Bericht:  Anlage: 4		
<b>Scherversuch</b> nach DIN 18137  Damm Ering + Eggfling  <u>GröÙte Scherfestigkeit</u>			Prüfungs Nr. : 13003-12 Entnahmestelle : Reik - S2 / 1 Tiefe : ca. 2,15 m Bodenart : Gruppe 1 Entn. am : Entn. durch :			
Bearbeiter: Prof. Dr.-Ing. Cezary Slominski		Datum: 17.09.2013				
<b>Kraft-/Weg-Diagramm</b>						
						
<b>Schergerade</b>						
$y = 0,5205x + 2,4755$ $R^2 = 0,9991$						
						
	1	2	3	4	5	<b>Versuchs-Parameter</b>
Normalspannung [kN/m²]	75,00	100,00	200,00			Probenfläche:
Max. Scherspannung [kN/m²]	42,42	53,40	106,81			40,00 [cm²]
Schergeschwindigkeit [mm/min]	0,04	0,04	0,04			
Einbaudichte [g/cm³]	1,93	1,94	1,92			
Reibungswinkel [°]	27,5					
Kohäsion [kN/m²]	2,5					
Korrelation [1]	1,000					

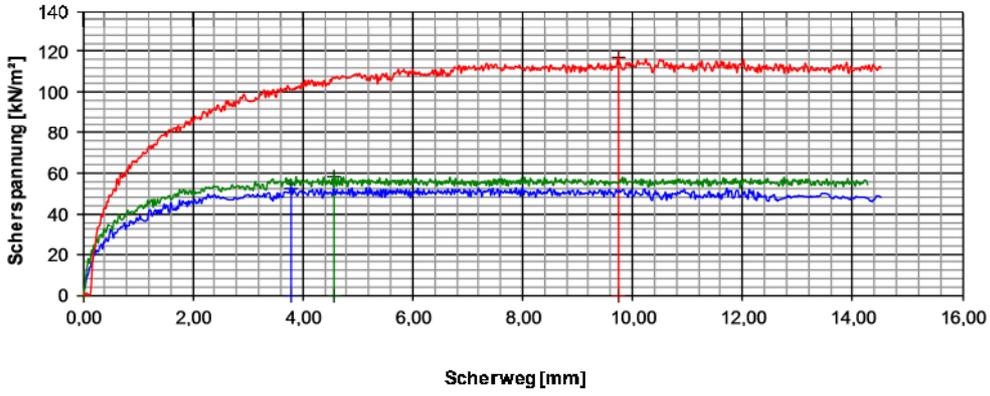
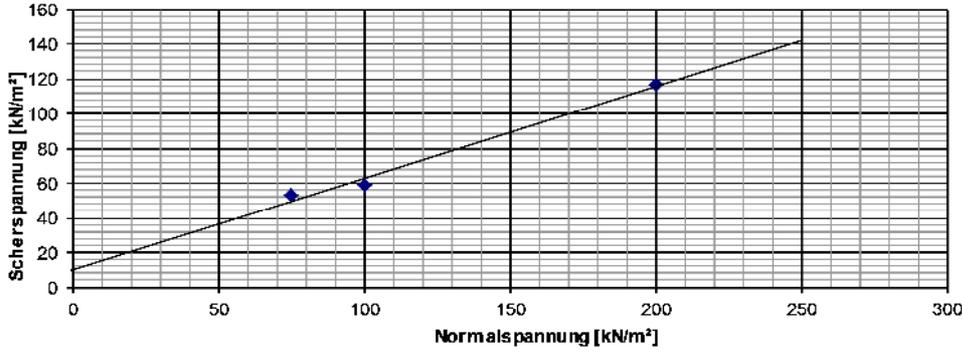
# Anlage 4

## Scherverschiebungsdiagramme und Schergeraden der durchgeführten Scherversuche

Hochschule München Bauingenieurwesen Karlstraße 6 80333 München Tel.: 089 1265-2688 Fax.: 089 1265-2699				Bericht:  Anlage: 4		
<b>Scherversuch</b> nach DIN 18137  Damm Ering + Eggfling  <u>Restscherfestigkeit</u>			Prüfungs Nr. : 13003-12 Entnahmestelle : Reik - S2 / 1 Tiefe : ca. 2,15 m Bodenart : Gruppe 1 Entn. am : Entn. durch :			
Bearbeiter: Prof. Dr.-Ing. Cezary Slominski		Datum: 23.07.2013				
<b>Kraft-/Weg-Diagramm</b>						
						
<b>Schergerade</b>						
$y = 0,4743x + 0,624$ $R^2 = 0,9984$						
						
	1	2	3	4	5	<b>Versuchs-Parameter</b>
Normalspannung [kN/m²]	75,00	100,00	200,00			Probenfläche:
Max. Scherspannung [kN/m²]	35,09	49,44	95,21			40,00 [cm²]
Schergeschwindigkeit [mm/min]	0,04	0,04	0,04			
Einbaudichte [g/cm³]	1,93	1,94	1,92			
Reibungswinkel [°]	25,4					
Kohäsion [kN/m²]	0,6					
Korrelation [1]	1,000					

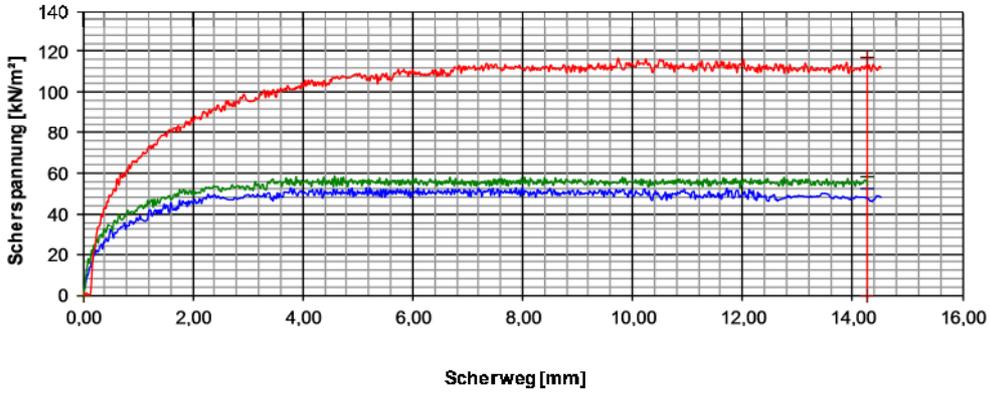
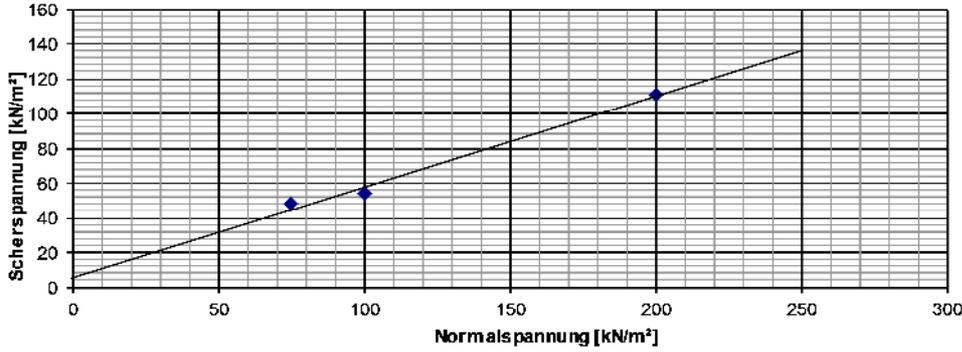
# Anlage 4

## Scherverschiebungsdiagramme und Schergeraden der durchgeführten Scherversuche

Hochschule München Bauingenieurwesen Karlstraße 6 80333 München Tel.: 089 1265-2688 Fax.: 089 1265-2699				Bericht:  Anlage: 4		
<b>Scherversuch</b> nach DIN 18137  Damm Ering + Eggfling  <u>Größte Scherfestigkeit</u>			Prüfungs Nr. : 13003-11 Entnahmestelle : Reik - S1 Tiefe : ca. 2,0 m Bodenart : Gruppe 2 Entn. am : Entn. durch :			
Bearbeiter: Prof. Dr.-Ing. Cezary Slominski		Datum: 17.09.2013				
<b>Kraft-/Weg-Diagramm</b>						
						
<b>Schergerade</b>						
$y = 0,5301x + 9,719$ $R^2 = 0,9884$						
						
	1	2	3	4	5	<b>Versuchs-Parameter</b>
Normalspannung [kN/m²]	75,00	100,00	200,00			Probenfläche:
Max. Scherspannung [kN/m²]	52,79	58,59	116,57			40,00 [cm²]
Schergeschwindigkeit [mm/min]	0,04	0,04	0,04			
Einbaudichte [g/cm³]	1,69	1,70	1,72			
Reibungswinkel [°]	27,9					
Kohäsion [kN/m²]	9,7					
Korrelation [1]	0,990					

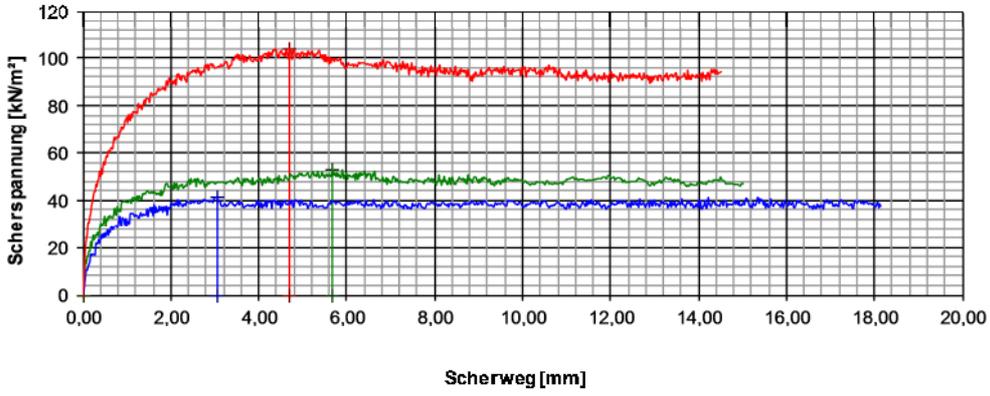
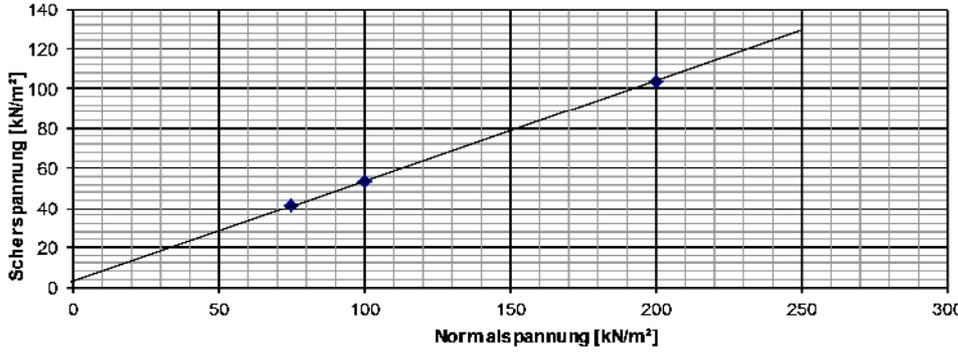
# Anlage 4

## Scherverschiebungsdiagramme und Schergeraden der durchgeführten Scherversuche

Hochschule München Bauingenieurwesen Karlstraße 6 80333 München Tel.: 089 1265-2688 Fax.: 089 1265-2699					Bericht:  Anlage: 4	
<b>Scherversuch</b> nach DIN 18137  Damm Ering + Eggfling  <u>Restscherfestigkeit</u>			Prüfungs Nr. : 13003-11 Entnahmestelle : Reik - S1 Tiefe : ca. 2,0 m Bodenart : Gruppe 2 Entn. am : Entn. durch :			
Bearbeiter: Prof. Dr.-Ing. Cezary Slominski      Datum: 17.09.2013						
<b>Kraft-/Weg-Diagramm</b>						
						
<b>Schergerade</b> $y = 0,5231x + 5,7105$ $R^2 = 0,9905$						
						
	1	2	3	4	5	<b>Versuchs-Parameter</b>
Normalspannung [kN/m <sup>2</sup> ]	75,00	100,00	200,00			Probenfläche:
Max. Scherspannung [kN/m <sup>2</sup> ]	47,91	54,32	111,08			40,00 [cm <sup>2</sup> ]
Schergeschwindigkeit [mm/min]	0,04	0,04	0,04			
Einbaudichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,69	1,70	1,72			
Reibungswinkel [°]	27,6					
Kohäsion [kN/m <sup>2</sup> ]	5,7					
Korrelation [1]	0,990					

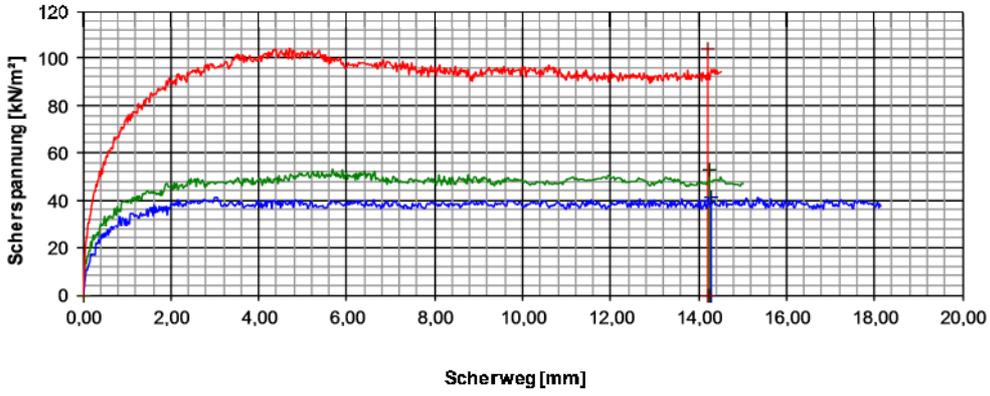
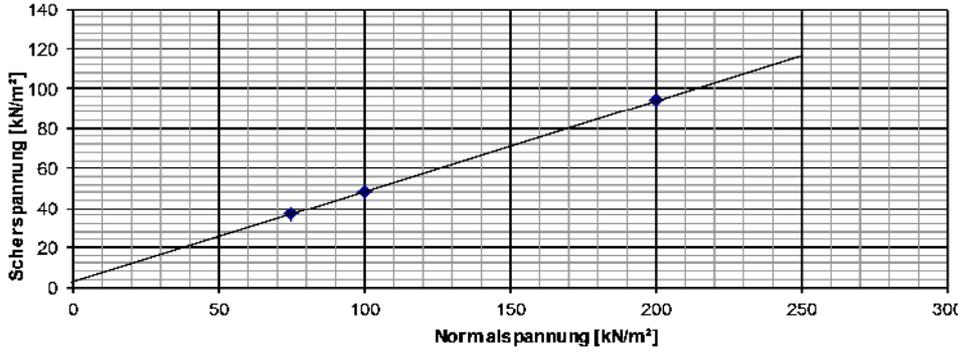
# Anlage 4

## Scherverschiebungsdiagramme und Schergeraden der durchgeführten Scherversuche

Hochschule München Bauingenieurwesen Karlstraße 6 80333 München Tel.: 089 1265-2688 Fax.: 089 1265-2699				Bericht:  Anlage: 4		
<b>Scherversuch</b> nach DIN 18137  Damm Ering + Eggfling  <u>Größte Scherfestigkeit</u>			Prüfungs Nr. : 13003-25 Entnahmestelle : SD - SIM - S6 Tiefe : ca. 1,50 m Bodenart : Gruppe 3 Entn. am : Entn. durch :			
Bearbeiter: Prof. Dr.-Ing. Cezary Slominski		Datum: 17.09.2013				
<b>Kraft-/Weg-Diagramm</b>						
						
<b>Schergerade</b>						
$y = 0,5048x + 3,02$ $R^2 = 0,9999$						
						
	1	2	3	4	5	<b>Versuchs-Parameter</b>
Normalspannung [kN/m²]	75,00	100,00	200,00			Probenfläche:
Max. Scherspannung [kN/m²]	41,20	53,10	104,06			40,00 [cm²]
Schergeschwindigkeit [mm/min]	0,04	0,04	0,04			
Einbaudichte [g/cm³]	1,57	1,55	1,52			
Reibungswinkel [°]	26,8					
Kohäsion [kN/m²]	3,0					
Korrelation [1]	1,000					

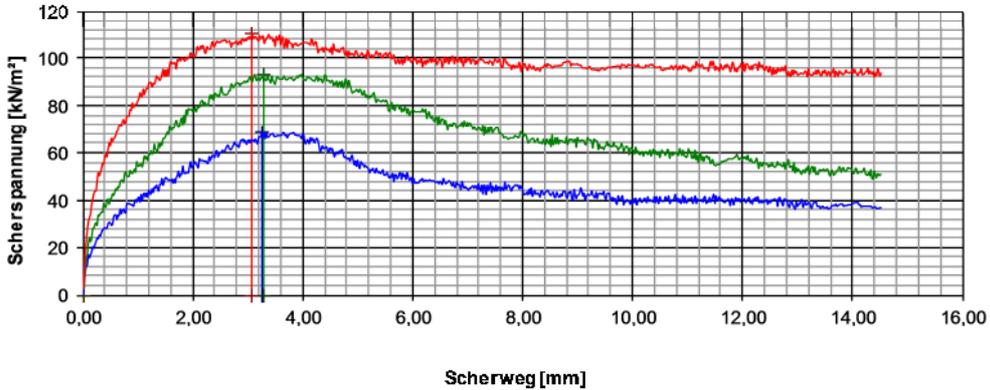
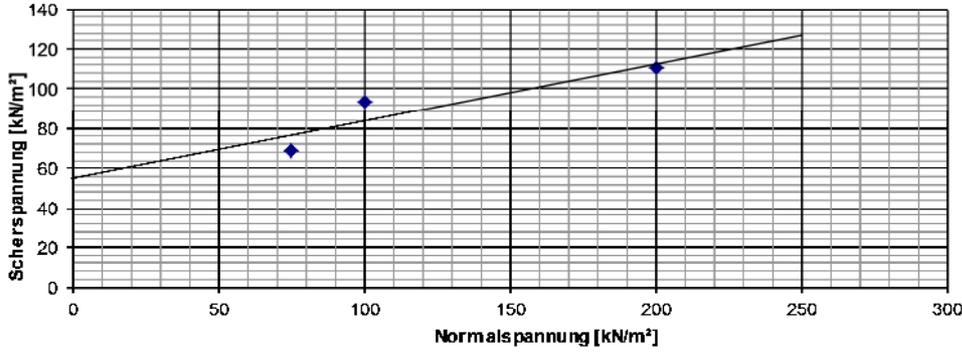
# Anlage 4

## Scherverschiebungsdiagramme und Schergeraden der durchgeführten Scherversuche

Hochschule München Bauingenieurwesen Karlstraße 6 80333 München Tel.: 089 1265-2688 Fax.: 089 1265-2699				Bericht:  Anlage: 4		
<b>Scherversuch</b> nach DIN 18137  Damm Ering + Eggfling  <u>Restscherfestigkeit</u>			Prüfungs Nr. : 13003-25 Entnahmestelle : SD - SIM - S6 Tiefe : ca. 1,50 m Bodenart : Gruppe 3 Entn. am : Entn. durch :			
Bearbeiter: Prof. Dr.-Ing. Cezary Slominski		Datum: 17.09.2013				
<b>Kraft-/Weg-Diagramm</b>						
						
<b>Schergerade</b> <span style="float: right;"><math>y = 0,4551x + 2,924</math> <math>R^2 = 1</math></span>						
						
	1	2	3	4	5	<b>Versuchs-Parameter</b>
Normalspannung [kN/m <sup>2</sup> ]	75,00	100,00	200,00			Probenfläche:
Max. Scherspannung [kN/m <sup>2</sup> ]	37,23	48,22	93,99			40,00 [cm <sup>2</sup> ]
Schergeschwindigkeit [mm/min]	0,04	0,04	0,04			
Einbaudichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,57	1,55	1,52			
Reibungswinkel [°]	24,5					
Kohäsion [kN/m <sup>2</sup> ]	2,9					
Korrelation [1]	1,000					

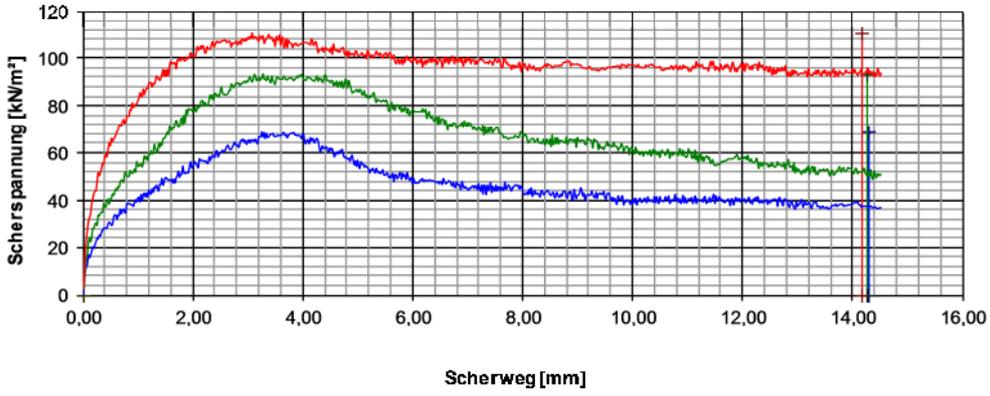
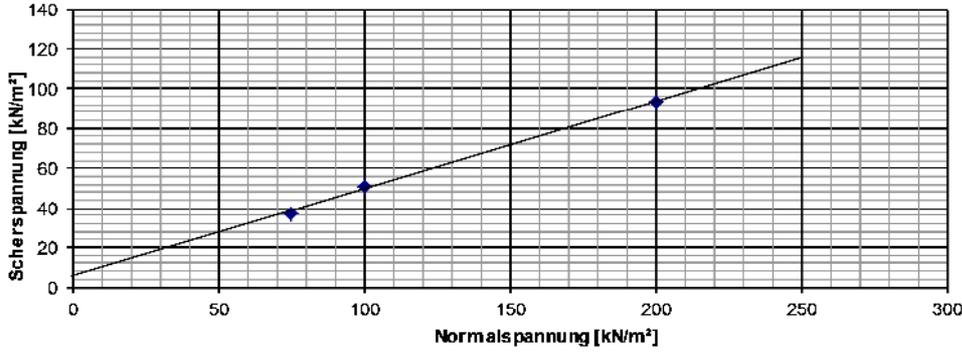
# Anlage 4

## Scherverschiebungsdiagramme und Schergeraden der durchgeführten Scherversuche

Hochschule München Bauingenieurwesen Karlstraße 6 80333 München Tel.: 089 1265-2688 Fax.: 089 1265-2699				Bericht:  Anlage: 4		
<b>Scherversuch</b> nach DIN 18137  Damm Ering + Eggfling  <u>Größte Scherfestigkeit</u>			Prüfungs Nr. : 13003-19 Entnahmestelle : Braun - S1 Tiefe : ca. 1,05 m Bodenart : Gruppe 4 (-1) Entn. am : Entn. durch :			
Bearbeiter: Prof. Dr.-Ing. Cezary Slominski		Datum: 18.09.2013				
<b>Kraft-/Weg-Diagramm</b>						
						
<b>Schergerade</b>						
$y = 0,2877x + 54,869$ $R^2 = 0,8198$						
						
	1	2	3	4	5	<b>Versuchs-Parameter</b>
Normalspannung [kN/m²]	75,00	100,00	200,00			Probenfläche:
Max. Scherspannung [kN/m²]	68,66	93,38	110,47			40,00 [cm²]
Schergeschwindigkeit [mm/min]	0,04	0,04	0,04			
Einbaudichte [g/cm³]	1,85	1,83	1,90			
Reibungswinkel [°]	<b>16,05</b>					
Kohäsion [kN/m²]	<b>54,87</b>					
Korrelation [1]	<b>0,820</b>					

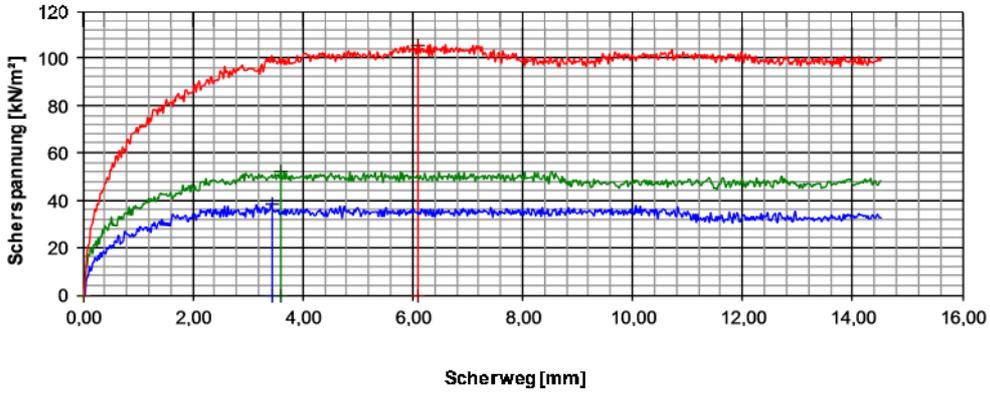
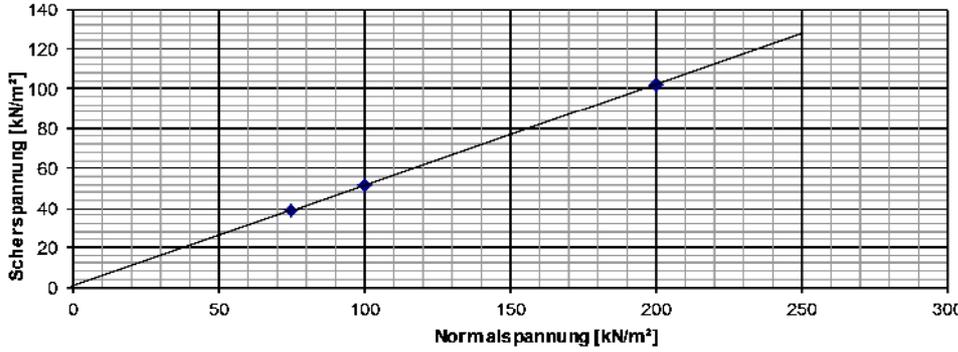
# Anlage 4

## Scherverschiebungsdiagramme und Schergeraden der durchgeführten Scherversuche

Hochschule München Bauingenieurwesen Karlstraße 6 80333 München Tel.: 089 1265-2688 Fax.: 089 1265-2699				Bericht:  Anlage: 4		
<b>Scherversuch</b> nach DIN 18137  Damm Ering + Eggfling  <u>Restscherfestigkeit</u>			Prüfungs Nr. : 13003-19 Entnahmestelle : Braun - S1 Tiefe : ca. 1,05 m Bodenart : Gruppe 4 (-1) Entn. am : Entn. durch :			
Bearbeiter: Prof. Dr.-Ing. Cezary Slominski		Datum: 17.09.2013				
<b>Kraft-/Weg-Diagramm</b>						
						
<b>Schergerade</b>						
$y = 0,4386x + 5,6052$ $R^2 = 0,9986$						
						
	1	2	3	4	5	<b>Versuchs-Parameter</b>
Normalspannung [kN/m²]	75,00	100,00	200,00			Probenfläche:
Max. Scherspannung [kN/m²]	37,54	50,66	93,08			40,00 [cm²]
Schergeschwindigkeit [mm/min]	0,04	0,04	0,04			
Einbaudichte [g/cm³]	1,85	1,83	1,90			
Reibungswinkel [°]	<b>23,68</b>					
Kohäsion [kN/m²]	<b>5,61</b>					
Korrelation [1]	<b>1,000</b>					

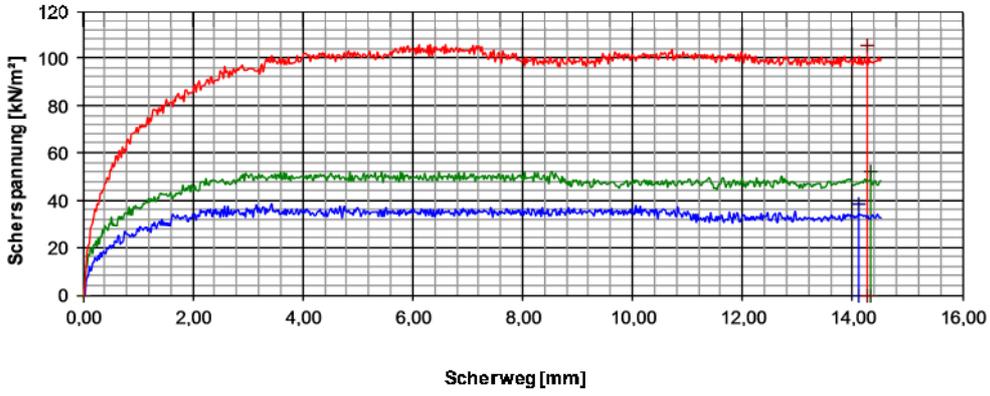
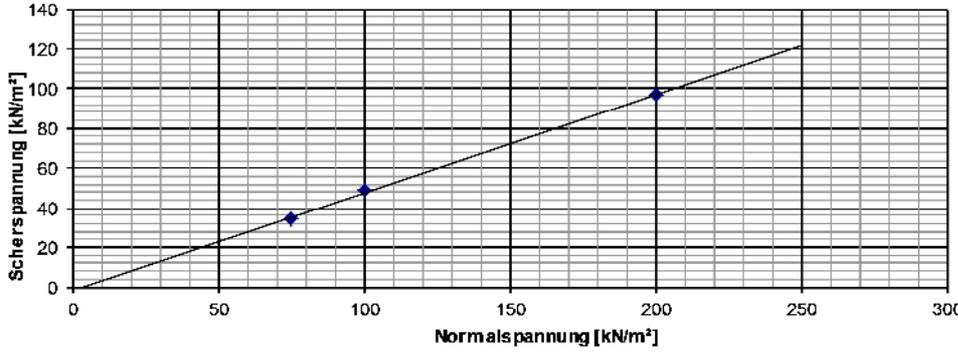
# Anlage 4

## Scherverschiebungsdiagramme und Schergeraden der durchgeführten Scherversuche

Hochschule München Bauingenieurwesen Karlstraße 6 80333 München Tel.: 089 1265-2688 Fax.: 089 1265-2699				Bericht:  Anlage: 4		
<b>Scherversuch</b> nach DIN 18137  Damm Ering + Eggfling  <u>Größte Scherfestigkeit</u>			Prüfungs Nr. : 13003-17 Entnahmestelle : Höft - S1 Tiefe : ca. 3,1 m Bodenart : Gruppe 4 (-2) Entn. am : Entn. durch :			
Bearbeiter: Prof. Dr.-Ing. Cezary Slominski		Datum: 25.09.2013				
<b>Kraft-/Weg-Diagramm</b>						
						
<b>Schergerade</b>						
$y = 0,5083x + 0,6474$ $R^2 = 0,9999$						
						
	1	2	3	4	5	<b>Versuchs-Parameter</b>
Normalspannung [kN/m²]	75,00	100,00	200,00			Probenfläche:
Max. Scherspannung [kN/m²]	38,45	51,88	102,23			40,00 [cm²]
Schergeschwindigkeit [mm/min]	0,04	0,04	0,04			
Einbaudichte [g/cm³]	1,88	1,88	1,89			
Reibungswinkel [°]	26,9					
Kohäsion [kN/m²]	0,7					
Korrelation [1]	1,000					

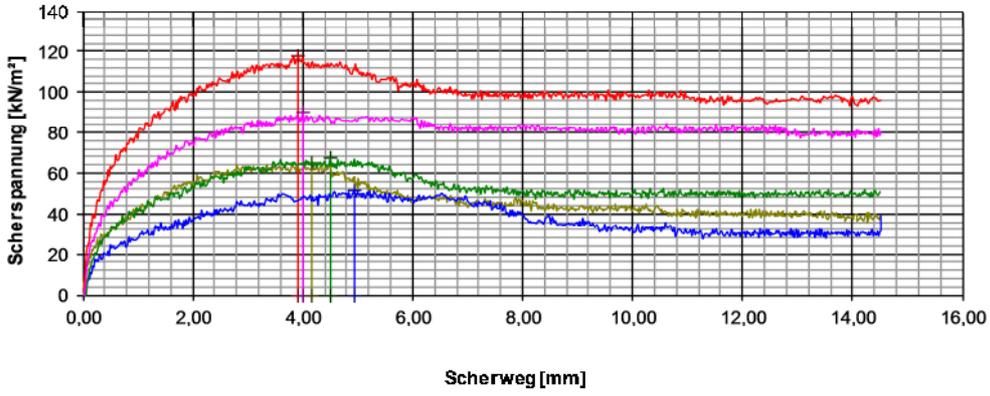
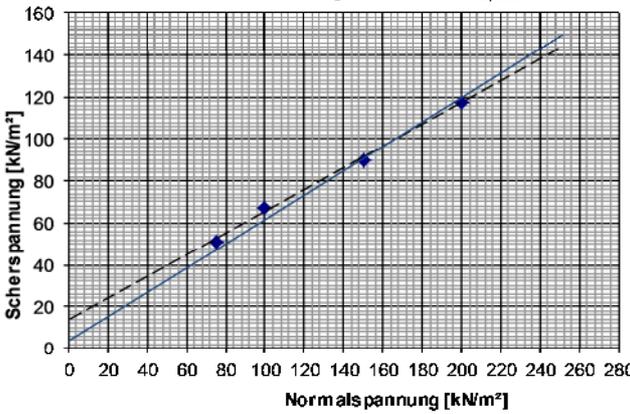
# Anlage 4

## Scherverschiebungsdiagramme und Schergeraden der durchgeführten Scherversuche

Hochschule München Bauingenieurwesen Karlstraße 6 80333 München Tel.: 089 1265-2688 Fax.: 089 1265-2699				Bericht:  Anlage: 4		
<b>Scherversuch</b> nach DIN 18137  Damm Ering + Eggfling  <u>Restscherfestigkeit</u>			Prüfungs Nr. : 13003-17 Entnahmestelle : Höft - S1 Tiefe : ca. 3,1 m Bodenart : Gruppe 4 (-2) Entn. am : Entn. durch :			
Bearbeiter: Prof. Dr.-Ing. Cezary Slominski		Datum: 25.09.2013				
<b>Kraft-/Weg-Diagramm</b>						
						
<b>Schergerade</b>						
$y = 0,4944x - 1,5798$ $R^2 = 0,9987$						
						
	1	2	3	4	5	<b>Versuchs-Parameter</b>
Normalspannung [kN/m²]	75,00	100,00	200,00			Probenfläche:
Max. Scherspannung [kN/m²]	34,48	49,13	97,04			40,00 [cm²]
Schergeschwindigkeit [mm/min]	0,04	0,04	0,04			
Einbaudichte [g/cm³]	1,88	1,88	1,89			
Reibungswinkel [°]	26,3					
Kohäsion [kN/m²]	-1,6					
Korrelation [1]	1,000					

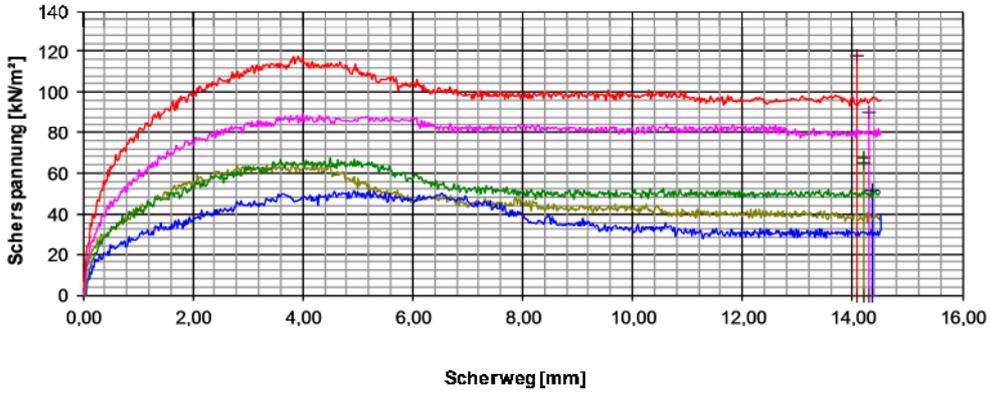
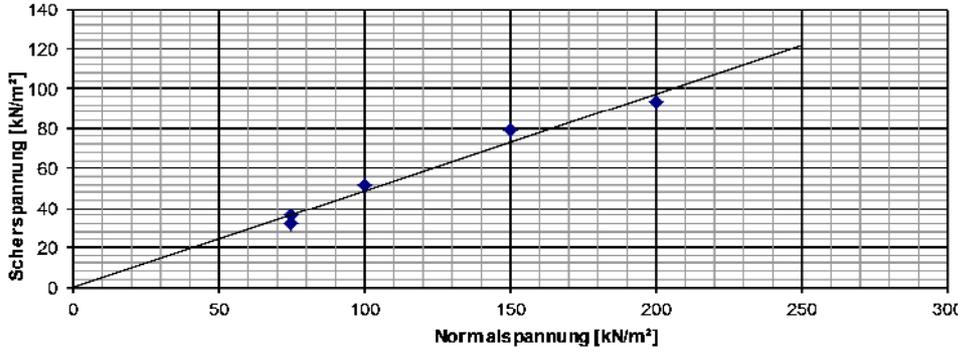
# Anlage 4

## Scherverschiebungsdiagramme und Schergeraden der durchgeführten Scherversuche

Hochschule München Bauingenieurwesen Karlstraße 6 80333 München Tel.: 089 1265-2688 Fax.: 089 1265-2699				Bericht:  Anlage: 4		
<b>Scherversuch</b> nach DIN 18137  Damm Ering + Eggfling  <u>Größte Scherfestigkeit</u>			Prüfungs Nr. : 13003-21 Entnahmestelle : SD - SIM - S1 Tiefe : ca. 1,5 m Bodenart : Gruppe 5 Entn. am : Entn. durch :			
Bearbeiter: Prof. Dr.-Ing. Cezary Slominski		Datum: 20.09.2013				
<b>Kraft-/Weg-Diagramm</b>						
						
<b>Schergerade</b> $y = 0,5172x + 13,593$ $R^2 = 0,9967$						
						
	1	2	3	4	5	<b>Versuchs-Parameter</b>
Normalspannung [kN/m²]	75,00	100,00	200,00	150,00	(75)	Probenfläche:
Max. Scherspannung [kN/m²]	51,27	67,44	117,49	89,72	(64,7)	40,00 [cm²]
Schergeschwindigkeit [mm/min]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
Einbaudichte [g/cm³]	1,83	1,71	1,74	1,76	1,70	
Reibungswinkel [°]	(27,4) 30*					
Kohäsion [kN/m²]	(13,6) 4,5*					
Korrelation [1]	1,000					

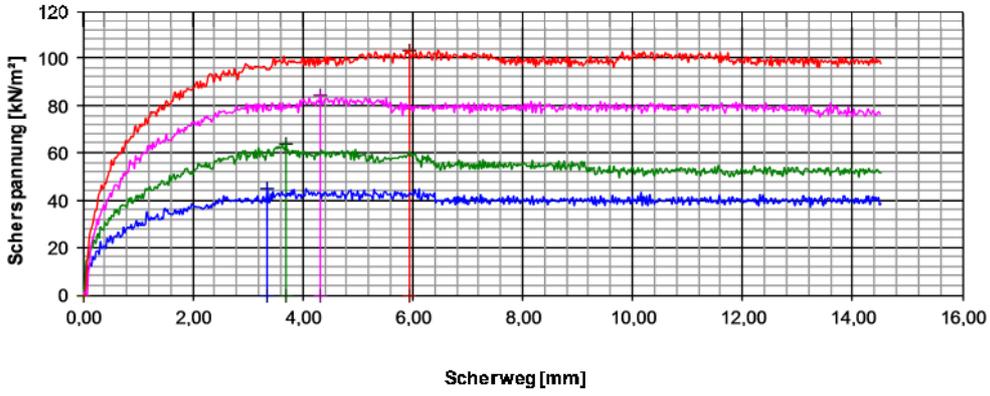
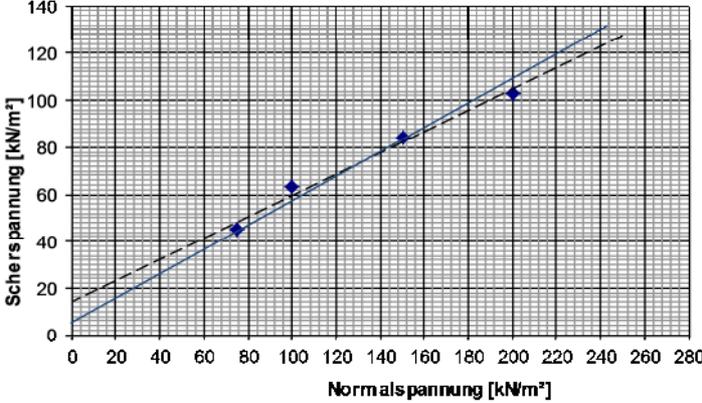
# Anlage 4

## Scherverschiebungsdiagramme und Schergeraden der durchgeführten Scherversuche

Hochschule München Bauingenieurwesen Karlstraße 6 80333 München Tel.: 089 1265-2688 Fax.: 089 1265-2699				Bericht:  Anlage: 4		
<b>Scherversuch</b> nach DIN 18137  Damm Ering + Eggfling  <u>Restscherfestigkeit</u>			Prüfungs Nr. : 13003-21 Entnahmestelle : SD - SIM - S1 Tiefe : ca. 1,5 m Bodenart : Gruppe 5 Entn. am : Entn. durch :			
Bearbeiter: Prof. Dr.-Ing. Cezary Slominski		Datum: 20.09.2013				
<b>Kraft-/Weg-Diagramm</b>						
						
<b>Schergerade</b>						
$y = 0,4871x + 0,2013$ $R^2 = 0,9702$						
						
	1	2	3	4	5	<b>Versuchs-Parameter</b>
Normalspannung [kN/m²]	75,00	100,00	200,00	150,00	75,00	Probenfläche:
Rest. Scherspannung [kN/m²]	32,04	51,88	93,38	79,34	36,62	40,00 [cm²]
Schergeschwindigkeit [mm/min]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
Einbaudichte [g/cm³]	1,83	1,71	1,74	1,76	1,70	
Reibungswinkel [°]	26,0					
Kohäsion [kN/m²]	0,2					
Korrelation [1]	0,970					

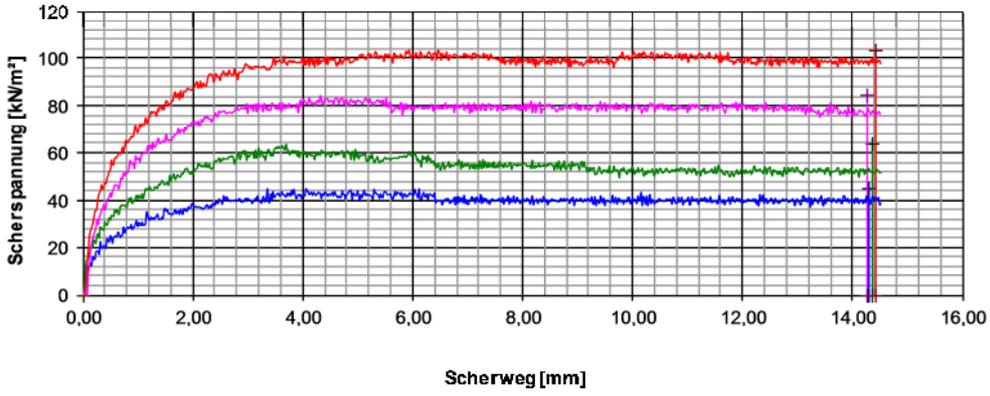
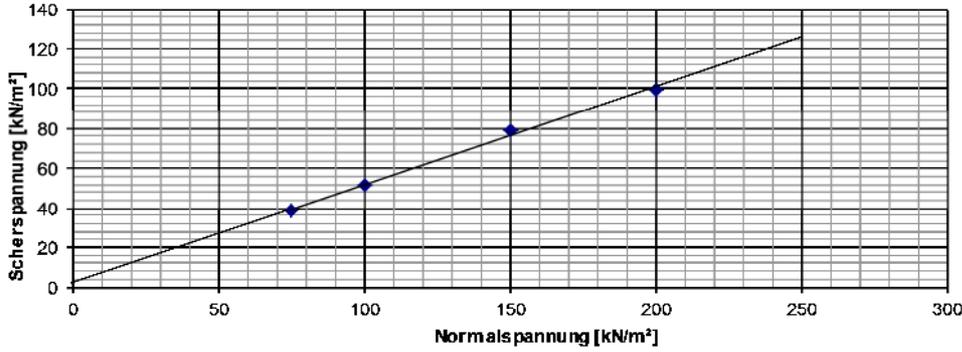
# Anlage 4

## Scherverschiebungsdiagramme und Schergeraden der durchgeführten Scherversuche

Hochschule München Bauingenieurwesen Karlstraße 6 80333 München Tel.: 089 1265-2688 Fax.: 089 1265-2699				Bericht:  Anlage: 4		
<b>Scherversuch</b> nach DIN 18137  Damm Ering + Eggfling  <u>Größte Scherfestigkeit</u>			Prüfungs Nr. : 13003-18 Entnahmestelle : Höft - S2 Tiefe : ca. 1,9 m Bodenart : Gruppe 6 Entn. am : Entn. durch :			
Bearbeiter: Prof. Dr.-Ing. Cezary Slominski		Datum: 23.09.2013				
<b>Kraft-/Weg-Diagramm</b>						
						
<b>Schergerade</b> $y = 0,4517x + 14,649$ $R^2 = 0,9825$						
						
	1	2	3	4	5	<b>Versuchs-Parameter</b>
Normalspannung [kN/m²]	75,00	100,00	200,00	150,00		Probenfläche:
Max. Scherspannung [kN/m²]	44,86	63,48	103,15	84,23		40,00 [cm²]
Schergeschwindigkeit [mm/min]	0,04	0,04	0,04	0,04		
Einbaudichte [g/cm³]	1,88	1,89	1,89	1,92		
Reibungswinkel [°]	(24,3) 28*					
Kohäsion [kN/m²]	(14,65) 5,5*					
Korrelation [1]	0,980					

# Anlage 4

## Scherverschiebungsdiagramme und Schergeraden der durchgeführten Scherversuche

Hochschule München Bauingenieurwesen Karlstraße 6 80333 München Tel.: 089 1265-2688 Fax.: 089 1265-2699				Bericht:  Anlage: 4		
<b>Scherversuch</b> nach DIN 18137  Damm Ering + Egglfing  <u>Restscherfestigkeit</u>			Prüfungs Nr. : 13003-18 Entnahmestelle : Höft - S2 Tiefe : ca. 1,9 m Bodenart : Gruppe 6 Entn. am : Entn. durch :			
Bearbeiter: Prof. Dr.-Ing. Cezary Slominski		Datum: 23.09.2013				
<b>Kraft-/Weg-Diagramm</b>						
						
<b>Schergerade</b>						
$y = 0,4927x + 2,3978$ $R^2 = 0,9961$						
						
	1	2	3	4	5	<b>Versuchs-Parameter</b>
Normalspannung [kN/m²]	75,00	100,00	200,00	150,00		Probenfläche:
Rest. Scherspannung [kN/m²]	38,45	51,57	99,49	78,73		40,00 [cm²]
Schergeschwindigkeit [mm/min]	0,04	0,04	0,04	0,04		
Einbaudichte [g/cm³]	1,88	1,89	1,89	1,92		
Reibungswinkel [°]	26,2					
Kohäsion [kN/m²]	2,4					
Korrelation [1]	1,000					