



Geotechnik BFW GmbH • Nikolaus-Otto-Str. 6 • 55129 Mainz

Basalt-Actien-Gesellschaft

Bahnhofstraße 19
55606 Kirn

- Baugrund
- Altlastensanierung
- Grundwasser
- Bodenverunreinigungen
- Hydrogeologie
- Deponien
- Rutschungssanierung
- Lagerstätten
- Grundbaulabor

Ihr Zeichen:
W90/4590016464

Ihre Nachricht vom:
28.01.2015

Ansprechpartner:
W. Fein
06131/91 35 24 30

Unser Zeichen:
G 6035

Datum:
26.01.2017

Steinbruch Kreimbach

Errichtung einer Bodendeponie DK0

Geotechnischer Untersuchungsbericht

zum internen Testfeld

Anlagen: 4



Inhaltsverzeichnis

1 Anlass.....	3
2 Testfeld.....	3
2.1 Herstellbarkeit.....	3
2.2 Aufbau.....	4
3 Untersuchungen.....	5
3.1 Basis.....	5
3.1.1 Untersuchungsumfang.....	5
3.1.2 Ergebnisse der Laborversuche.....	5
4 Erkenntnisse aus dem Testfeldbau.....	6
5 Fazit.....	7

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Testfeld - Aufbau und Anforderungen.....	4
Tab. 2: Testfeld - Untersuchungsumfang.....	5
Tab. 3: Gesteinsmehl Testfeld Basis - Ergebnisse der Laborversuche.....	6

Anlagenverzeichnis

1 Lage des Probefeldes
2 Profilschnitt
3 Untersuchungen
3.1 Wassergehalt
3.2 Kornverteilung
3.3 Proctorversuch
3.4 Dichtebestimmung
3.5 Durchlässigkeit
3.6 Tonmineralgehalt
3.7 Fotodokumentation
4 Fotodokumentation



1 Anlass

Die Südwestdeutsche Hartsteinwerke, Zweigniederlassung der Basalt-Actien-Gesellschaft in Kirn, beabsichtigt im ehemaligen Steinbruch Kreimbach eine Deponie für Inertabfälle der Deponieklasse DK0, als Folgenutzungskonzept zu errichten. Im Rahmen der Planung soll ein „internes“ Testfeld ausschließlich für die geologische Barriere an der Basis sowie Drän-, Ausgleichsschicht und geologische Barriere an den Steilwänden errichtet werden.

Die GEOTECHNIK Büdinger Fein Welling GmbH von den Südwestdeutschen Hartsteinwerken / Basalt-Actien-Gesellschaft (Kirn) beauftragt, die erforderlichen Untersuchungen und deren Auswertungen durchzuführen und einen Bericht zu verfassen.

2 Testfeld

2.1 Herstellbarkeit

Für die Erstellung der geologischen Barriere wird im Vorfeld der eigentlichen Realisierung ein Testfeld errichtet. Die Systemkomponenten müssen unter Baustellenbedingungen so verarbeitet werden können, dass sie die in den material- bzw. projektbezogenen Eignungsnachweisen zugrunde gelegten Leistungen mit ausreichender Sicherheit im eingebauten Zustand erbringen. Die Herstellbarkeit der Systemkomponenten soll vor Antragstellung unter Baustellenbedingungen durch Ausführung eines Testfeldes nachgewiesen werden. Mit dem Bau des Testfeldes ist der Nachweis der Herstellbarkeit entsprechend dem Nachweis der Einhaltung des Stands der Technik gemäß Nr. 2.1.1 und Nr. 2.1.2 Anhang 1 DepV zu vervollständigen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in einem Bericht darzustellen. Folgende Faktoren sind hierbei zu untersuchen:

- a) Herstellungsvoraussetzungen
- b) Handhabbarkeit und Fehlerempfindlichkeit des Herstellungsverfahrens
- c) Empfindlichkeit der Systemkomponenten gegenüber Einbaubeanspruchungen
- d) Prüfbarkeit der Qualitätsmerkmale
- e) Nachbesserungsmöglichkeiten und Reparierbarkeit

Das „interne“ Testfeld beinhaltet im Wesentlichen den Einbau der geologischen Barriere (Gesteinsmehl). Bei der Herstellung des Testfeldes sind insbesondere die Anforderungen, die aus der Besprechung vom 21.07.2016 (s. Anlage 24) hervorgingen, zu beachten. Durch den Bau des Testfeldes soll die Eignung der Realisierung, der Einsatz der Maschinen und Geräte und Vorgaben beim Einbau der einzelnen Komponenten geprüft und Vorgaben für die eigentliche Bauabwicklung definiert werden. Aufbauend auf den im Testfeldbau ermittelten Erfahrungen, Kennwerten, Rezepturen und Einbaukriterien kann eine Verfahrens- und Einbauempfehlung aufgestellt werden.



2.2 Aufbau

Es wird ein Testfeld sowohl für den Basisbereich als auch für den Bereich der Steilhänge benötigt. Der Aufbau des Basistestfeldes besteht im vorliegenden Fall von unten nach oben aus

1. einer Ausgleichsschicht als Aufstandsfläche und
2. der geologischen Barriere, aufgebaut aus drei Lagen zu je 25 cm.

Im Steilhangwandbereich wird zunächst gegen den Fels

1. eine im Mittel 50 cm starke Drän- und Ausgleichsschicht aufgebracht und dagegen
2. die mindestens ein Meter mächtige geologische Barriere.

In der folgenden Tabelle ist der Aufbau der beiden Testfeldvarianten zusammenfassend aufgeführt.

Tab. 1: Testfeld - Aufbau und Anforderungen.

Variante	Schicht (von unten nach oben)	Mächtigkeit	Anforderungen
Basis	Ausgleichsschicht	–	natürliches mineralisches Material
	geol. Barriere	0,75 m (3 × 25 cm)	Gesteinsmehl, $k_f \leq 5 \times 10^{-9}$ m/s, Tonmineralgehalt ≥ 10 %
Steilwand	Drän- / Ausgleichsschicht	0,5 m, mind. 0,1 m	$k_f \geq 1 \times 10^{-4}$ m/s (Schotter)
	geol. Barriere	1 m	$k_f \leq 1 \times 10^{-7}$ m/s (prinzipielle Machbarkeit)



3 Untersuchungen

3.1 Basis

3.1.1 Untersuchungsumfang

Beim Bau der ersten und zweiten Lage wurden Erkenntnisse im Umgang mit dem Gesteinsmehl gesammelt, die beim Bau der dritten Lage angewandt wurden. Demzufolge sind hier die Ergebnisse der Versuche lediglich aus der dritten Lage. Folgende Untersuchungen sind im Rahmen des Testfeldbau durchgeführt worden:

Tab. 2: Testfeld - Untersuchungsumfang

Kriterium	Materialanforderungen	Kontrollversuch	DIN	Versuchszahl
Körnung	gem. Eignungsnachweis	Kornverteilung	18123	2
Wassergehalt	$w_{pr} < w < w_{95}$	Wassergehalt	18121	5
Tonmineralien	Tonmineralgehalt $\geq 10 M$ -%	Röntgendiffraktometer	–	1
Proctordichte	–	Proctorversuch	18127	2
Verdichtung	$D_{pr} > 95$ %, ansonsten Luftporengehalt $n_a \leq 5$ %	ungest. Probe	18125	2
Durchlässigkeitsbeiwert	k_f , siehe Kap. 2.2 (i=30, Laborwert)	Durchströmung	18130	2
geologische Beschreibung	Gesteins- und Tonmineralbeschreibung, mineralisch, bindig und homogen, Herkunft	visuell	–	laufend

3.1.2 Ergebnisse der Laborversuche

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Laborversuche dargestellt:



Tab. 3: Gesteinsmehl Testfeld Basis - Ergebnisse der Laborversuche

Parameter	Einheit	Lage 3	Anlage
Wassergehalt	%	17,3 – 18,8	3.1
Anteil Ton	%	7,7 – 8,8	3.2
Anteil Schluff	%	56,0 – 56,8	3.2
Anteil Sand	%	34,2 – 36,3	3.2
Anteil Kies	%	0,0 – 0,3	3.2
Proctordichte D_{pr}	g/cm^3	1,84	3.3
opt. Wassergehalt w_{opt}	%	12,82	3.3
97%ige-Proctordichte	g/cm^3	1,79	3.3
min. Wassergehalt $w_{97\ min}$	%	9,03	3.3
max. Wassergehalt $w_{97\ max}$	%	16,6	3.3
Trockendichte	g/cm^3	1,84 – 1,89	3.4
Feuchtdichte	g/cm^3	2,18 – 2,20	3.4
Durchlässigkeit k_f	m/s	$2,04 \times 10^{-9} - 4,12 \times 10^{-9}$	3.5
Tonmineralgehalt	%	15 - 24	3.6

4 Erkenntnisse aus dem Testfeldbau

a) Einbau der geologischen Barriere (Gesteinsmehl) an der Basis.

- Material
 - 1) Optimaler Wassergehalt einstellen
 - 2) Gesteinsmehl homogenisieren
 - 3) Klima geschützte Lagerung oder Anlieferung „just in time“
- Material einbringen
 - 1) Ausreichend Material vor dem Raupenschild beim Einschieben des Gesteinsmehls
 - 2) Lagen gleichmäßig mit den Ketten überfahren
 - 3) ggfl. Gesteinsmehl von der Seite einschieben
 - 4) ggfl. Gesteinsmehl von der Seite mittels Bagger vorsichtig auflegen
- Raupe
 - 1) Ketten mit möglichst flachen Stegen
 - 2) Ausreichend Material vor dem Schild beim Einschieben des Gesteinsmehls
 - 3) Lagen gleichmäßig mit den Ketten überfahren
 - 4) Niveau gesteuertes Schild für den Einbau der erforderlichen Lagenmächtigkeit
- Walze
 - 1) Walze sollte mindestens 12 t wiegen



- 2) Fahrgeschwindigkeit beim Verdichten des Gesteinsmehls sollte ≤ 1 km/Std. betragen
 - 3) kleine Amplitude und Vibration 20 Herz
 - 4) mindestens 4 Überfahrten (gute Ergebnisse bei $2 \times$ schwere Schafffußwalze und ggfl. $2 \times$ Überfahrt mit Glattmantelwalze)
 - 5) ggfl. ein Übergang / Überfahrt statisch
- b) Einbau geologische Barriere (bindiges Z0-Material), Drän- und Ausgleichschicht an den Steilwänden
- Material
 - 1) Schotter hat eine sehr gute Durchlässigkeit (merklich besser als Anforderung)
 - 2) bindiges Material augenscheinlich kleiner k_f -Wert; erfahrungsgemäß $< 1 \times 10^{-7}$ m/s
 - Material einbringen
 - 1) mit Frontlader, besser mit Bagger
 - 2) vor dem Schüttkeil bindiges natürliches Z0-Material mit Schafffußwalze verdichten

5 Fazit

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass bei entsprechend eingestelltem Wassergehalt, die Anforderungen an die geologische Barriere mit dem Gesteinsmehl auch beim Einbau mit Großgerät eingehalten werden können. Das Gleiche gilt für den Einbau der geologischen Barriere sowie für die Drän- und Ausgleichschicht an den Steilwänden.

Mainz, den 26.01.2017

GEOTECHNIK
Büdinger Fein Welling GmbH

Dipl.-Geol. W. Fein



Projekt:

Errichtung einer Bodendeponie Dk0,
Steinbruch Kreimbach

Auftraggeber:

BAG

Bearbeiter:

W. Fein

Aktenzeichen:

G 6035

Datum:

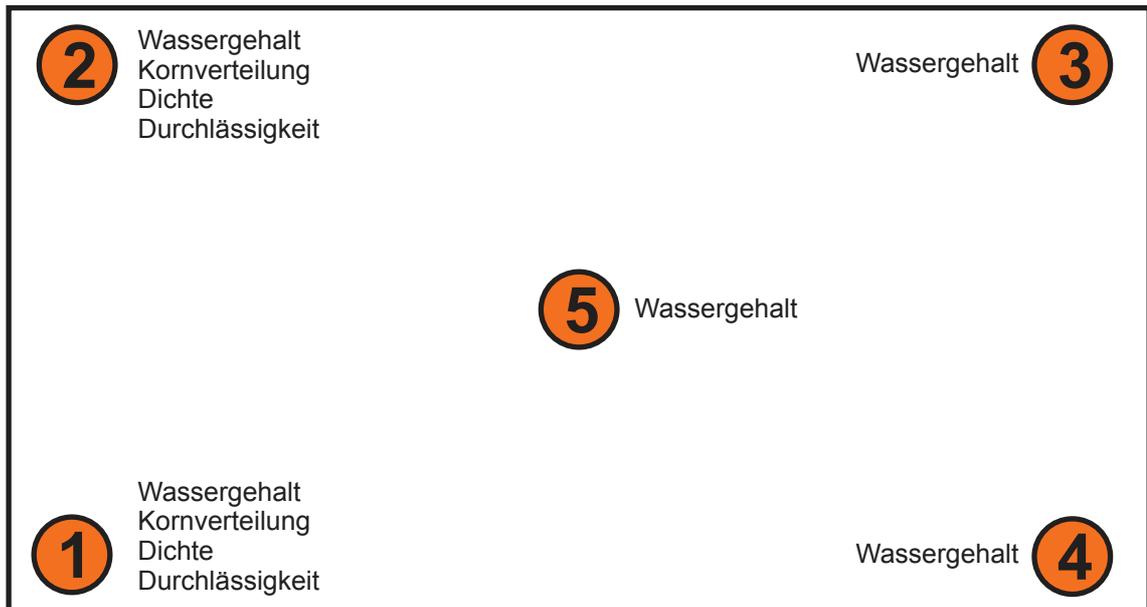
09.12.2016

Anlage:

1

schematische Lageskizze

der Probenahmepunkte 1 bis 5 auf dem internen Testfeld
einschließlich des Untersuchungsumfangs





Projekt:	Errichtung einer Bodendeponie DK0, Steinbruch Kreimbach Testfeld (PN: 24.11.2016)		
AZ:	G 6035	Datum:	28.11.16
Bearbeiter:	W. Fein	Anlage:	1

Bestimmung des Wassergehalts nach DIN 18 121-1

Probe	1	2	3	4	5
Lage	3	3	3	3	3
Feuchte Probe + Tara [g]	190,12	173,23	169,75	164,1	186,41
Trockene Probe + Tara [g]	174,23	155,17	155,97	147,84	170,58
Tara [g]	82,43	56,04	80,55	61,26	82,84
Wasseranteil [g]	15,89	18,06	13,78	16,26	15,83
Trockenmasse [g]	91,8	99,13	75,42	86,58	87,74
Wassergehalt [%]	17,3	18,2	18,3	18,8	18,0

GEOTECHNIK BFW GmbH

Geologen, Beratende Ingenieure
Nikolaus-Otto-Str. 6, 55129 Mainz

Tel.: 06131/913524-0/FAX: -913524-44/www.geotechnik-mainz.de

Kornverteilung

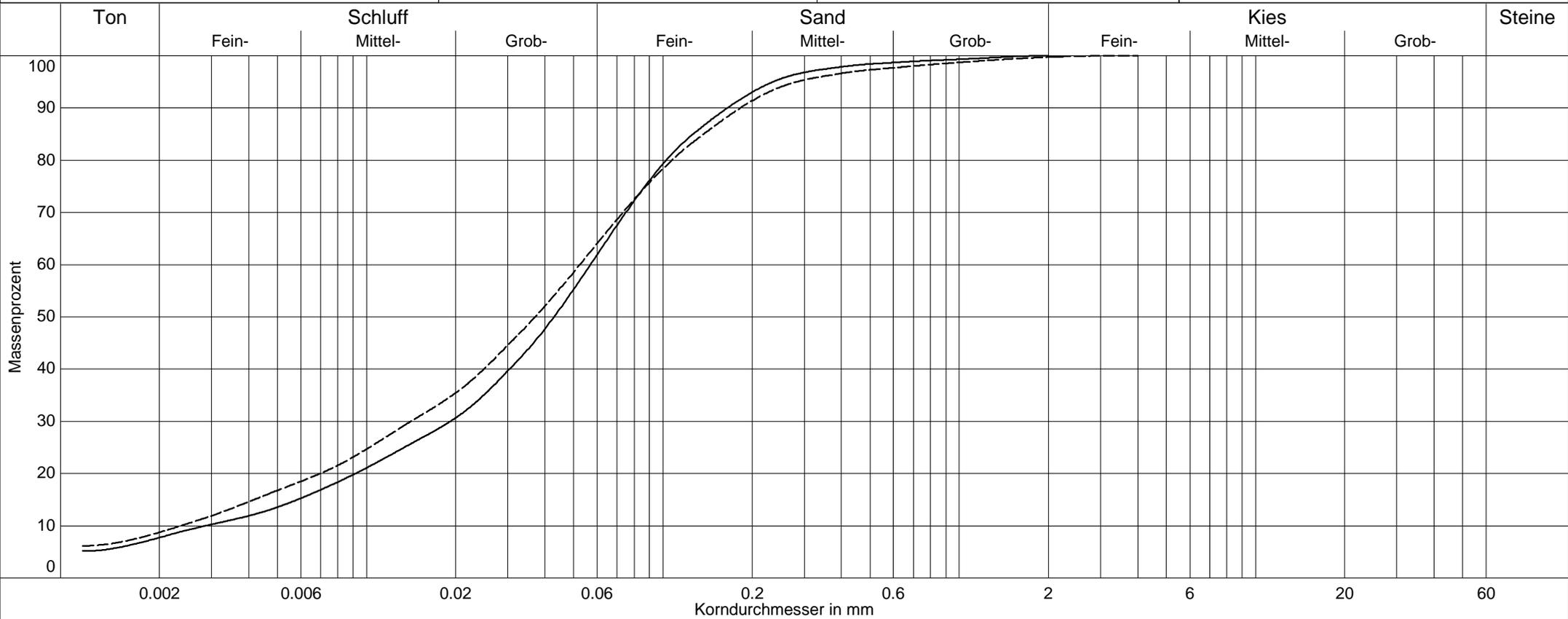
DIN 18 123-7

Projekt: Errichtung einer Bodendeponie DK0,
Steinbruch Kreimbach - Testfeld

Aktenzeichen: G 6035

Datum: 28.11.2016

Anlage: 2



Labornummer	———— 112927	----- 112928		
Probe	Probe 1, Lage 3	Probe 2, Lage 3		
Bodenart	fsamsa'Si	fsamsa'Si		
Bodengruppe	U	U		
Anteil < 0.063 mm	63.7 %	65.5 %		
Frostempfindl.klasse	F3	F3		
kf nach Beyer	7.7E-008 m/s	5.1E-008 m/s		
kf nach Seiler	1.6E-007 m/s	9.9E-008 m/s		
kf nach USBR	7.4E-008 m/s	3.9E-008 m/s		
Kornfrakt. Cl/Si/Sa/Gr	7.7/56.0/36.3/0.0 %	8.8/56.8/34.2/0.3 %		

GEOTECHNIK BFW GmbH

Geologen, Beratende Ingenieure

Nikolaus-Otto-Str. 6 - 55129 Mainz

Tel.: 06131 / 913524 - 0 / FAX: -913524 - 44 / www.geotechnik-mainz.de

Projekt: Errichtung einer Bodendeponie DK0
Steinbruch Kreimbach - Testfeld

AZ: G 6035

Datum: 28.11.2016

Entnahmestelle: Probe 1

Entnahmedatum: 25.11.2016

Bodenart: fsamsa'Si

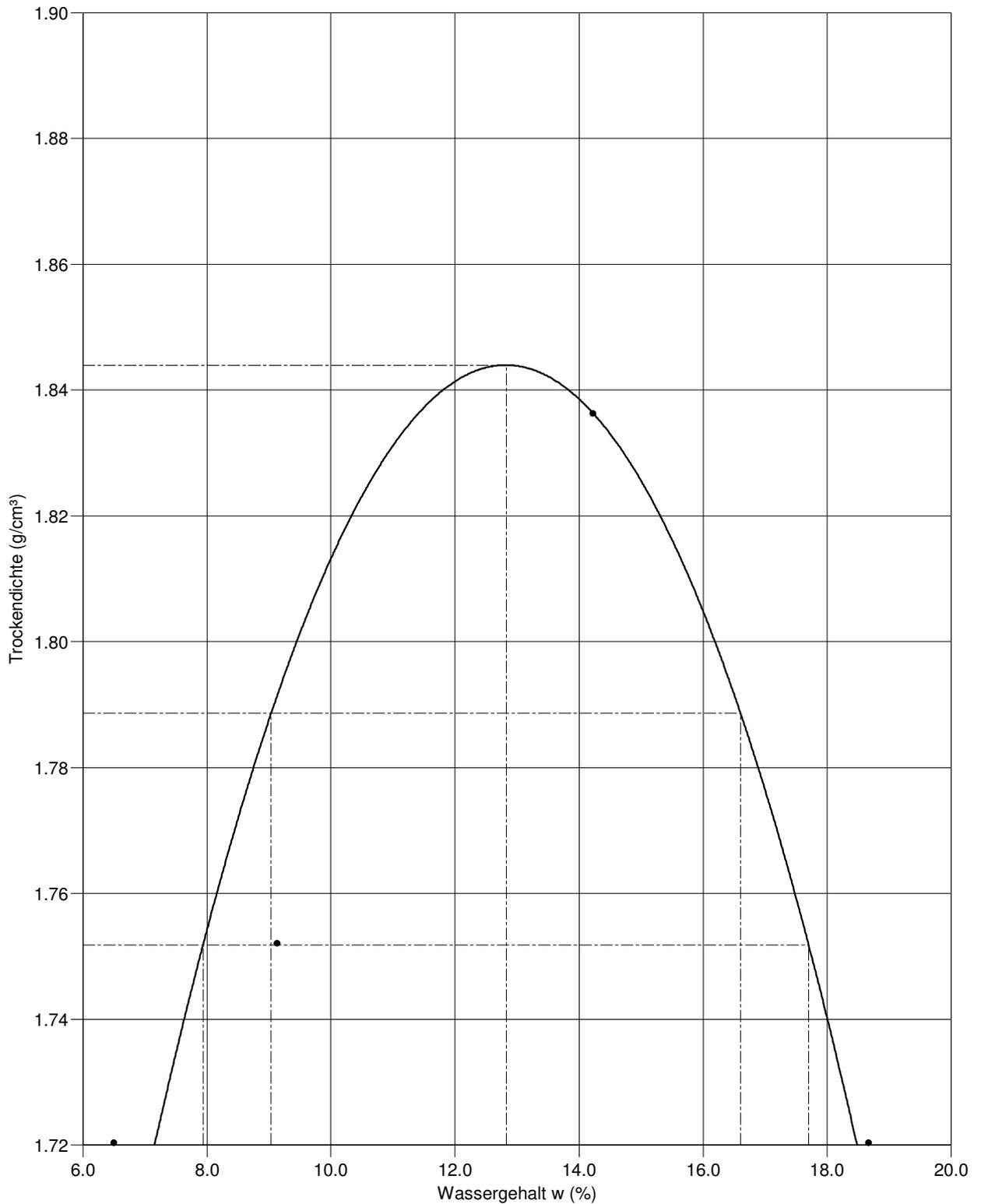
Tiefe: Lage 3

Bearbeiter: W. Fein

Anlage: 3

Proctorversuch

DIN 18 127



	100 %		97.0 %	95.0 %	
Proctordichte	: 1.84 g/cm³	Dichte (g/cm³)	1.79	1.75	
Optimaler Wassergehalt	: 12.82 %	wmin (%)	9.03	7.93	
Natürlicher Wassergehalt	: 17.30 %	wmax (%)	16.60	17.70	



Bestimmung der Dichte / relativen Proctordichte

Labor - Nr.	112930	112931	112932	112933
Probenbezeichnung	3. Lage, Probe 1a	3. Lage, Probe 1b	3. Lage, Probe 2a	3. Lage, Probe 2b
Probennahmedatum	24.11.16	24.11.16	24.11.16	24.11.16
Feuchte Probe + Zylinder [g]	331,39	330,64	311,09	332,08
Masse Zylinder [g]	117,03	117,02	101,66	116,84
Masse Feuchte Probe [g]	214,36	213,62	209,43	215,24
Volumen Zylinder [cm ³]	97,41	97,41	95,03	98,60
Feuchtdichte [g/cm³]	2,20	2,19	2,20	2,18

Bestimmung des Bodenwassergehaltes

Masse feuchte Probe + Behälter	319,85	324,06	319,18	321,14
Masse trockene Probe + Behälter	290,21	291,53	287,09	287,42
Masse Behälter [g]	109,23	111,26	110,04	106,58
Masse Wasser [g]	29,64	32,53	32,09	33,72
Masse trocken Probe [g]	180,98	180,27	177,05	180,84
Wassergehalt [%]	16,38	18,05	18,12	18,65
Trockendichte [g/cm³]	1,89	1,86	1,87	1,84
ermittelte Proctordichte [g/cm ³]	1,84	1,84	1,84	1,84
Verdichtungsgrad /relative Proctordichte [%]	103	101	101	100



Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes

Versuch mit konstantem hydraulischem Druck (Triaxialgerät)

nach DIN 18130

Probe Testfeld, Lage 3, Probe 1
Entnahmedatum 24.11.2016
Bodenart fsamsa'Si

Durchmesser d der Probe m 0,096
Länge l der Probe m 0,116
Querschnittsfläche A der Probe m² 7,24 · 10⁻³
Druckhöhe der Wassersäule h_{H_2O} m 3,5

$$k_f = \frac{Q}{t} \times \frac{l}{h_{H_2O} \cdot A}$$

Intervalle		kumuliert		Durchlässigkeit
Q [m ³]	t [s]	Q [m ³]	t [s]	k _f [m s ⁻¹]
4,70 · 10 ⁻⁶	3420	4,70 · 10 ⁻⁶	3420	6,29 · 10 ⁻⁹
5,10 · 10 ⁻⁶	5580	9,80 · 10 ⁻⁶	9000	4,99 · 10 ⁻⁹
8,40 · 10 ⁻⁶	4320	1,35 · 10 ⁻⁵	13 320	4,64 · 10 ⁻⁹
1,10 · 10 ⁻⁵	6960	1,94 · 10 ⁻⁵	20 280	4,38 · 10 ⁻⁹
1,25 · 10 ⁻⁵	4920	2,35 · 10 ⁻⁵	25 200	3,00 · 10 ⁻⁹
2,95 · 10 ⁻⁵	60 900	4,20 · 10 ⁻⁵	86 100	2,23 · 10 ⁻⁹
2,06 · 10 ⁻⁵	11 280	5,01 · 10 ⁻⁵	96 900	2,37 · 10 ⁻⁹
3,74 · 10 ⁻⁵	10 620	5,80 · 10 ⁻⁵	108 180	2,45 · 10 ⁻⁹
5,61 · 10 ⁻⁵	20 880	8,40 · 10 ⁻⁵	165 720	2,32 · 10 ⁻⁹
4,29 · 10 ⁻⁵	9600	9,90 · 10 ⁻⁵	186 600	2,43 · 10 ⁻⁹
8,31 · 10 ⁻⁵	13 380	1,26 · 10 ⁻⁴	259 380	2,22 · 10 ⁻⁹
5,09 · 10 ⁻⁵	16 080	1,34 · 10 ⁻⁴	268 980	2,28 · 10 ⁻⁹
9,06 · 10 ⁻⁵	17 820	1,42 · 10 ⁻⁴	282 360	2,29 · 10 ⁻⁹
6,24 · 10 ⁻⁵	17 821	1,53 · 10 ⁻⁴	298 440	2,35 · 10 ⁻⁹
1,00 · 10 ⁻⁴	17 822	1,63 · 10 ⁻⁴	316 260	2,36 · 10 ⁻⁹

Median der Durchlässigkeit $k_f \approx 2,37 \cdot 10^{-9} \text{ m s}^{-1}$



Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes Versuch mit konstantem hydraulischem Druck (Triaxialgerät) nach DIN 18130

Probe Testfeld, Lage 3, Probe 1b
Entnahmedatum 24.11.2016
Bodenart fsamsa'Si

Durchmesser d der Probe m 0,096
Länge l der Probe m 0,12
Querschnittsfläche A der Probe m² 7,24 · 10⁻³
Druckhöhe der Wassersäule h_{H_2O} m 3,6

$$k_f = \frac{Q}{t} \times \frac{l}{h_{H_2O} \cdot A}$$

Intervalle		kumuliert		Durchlässigkeit
Q [m ³]	t [s]	Q [m ³]	t [s]	k _f [m s ⁻¹]
1,12 · 10 ⁻⁵	8160	1,12 · 10 ⁻⁵	8160	6,32 · 10 ⁻⁹
7,00 · 10 ⁻⁶	7860	1,82 · 10 ⁻⁵	16 020	5,23 · 10 ⁻⁹
2,61 · 10 ⁻⁵	17 820	3,31 · 10 ⁻⁵	33 840	4,50 · 10 ⁻⁹
1,05 · 10 ⁻⁵	1980	3,66 · 10 ⁻⁵	35 820	4,71 · 10 ⁻⁹
3,28 · 10 ⁻⁵	8100	4,33 · 10 ⁻⁵	43 920	4,54 · 10 ⁻⁹
1,25 · 10 ⁻⁵	2460	4,53 · 10 ⁻⁵	46 380	4,50 · 10 ⁻⁹
3,84 · 10 ⁻⁵	7620	5,09 · 10 ⁻⁵	54 000	4,34 · 10 ⁻⁹
1,47 · 10 ⁻⁵	3120	5,31 · 10 ⁻⁵	57 120	4,28 · 10 ⁻⁹
7,42 · 10 ⁻⁵	46 200	8,89 · 10 ⁻⁵	103 320	3,96 · 10 ⁻⁹
3,27 · 10 ⁻⁵	21 660	1,07 · 10 ⁻⁴	124 980	3,94 · 10 ⁻⁹
8,07 · 10 ⁻⁵	7920	1,13 · 10 ⁻⁴	132 900	3,93 · 10 ⁻⁹
3,96 · 10 ⁻⁵	8640	1,20 · 10 ⁻⁴	141 540	3,91 · 10 ⁻⁹
1,23 · 10 ⁻⁴	48 780	1,62 · 10 ⁻⁴	190 320	3,93 · 10 ⁻⁹
5,39 · 10 ⁻⁵	15 540	1,77 · 10 ⁻⁴	205 860	3,95 · 10 ⁻⁹
1,34 · 10 ⁻⁴	12 180	1,87 · 10 ⁻⁴	218 040	3,96 · 10 ⁻⁹
5,56 · 10 ⁻⁵	2280	1,89 · 10 ⁻⁴	220 320	3,95 · 10 ⁻⁹

Median der Durchlässigkeit $k_f \approx 4,12 \cdot 10^{-9} \text{ m s}^{-1}$



Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes

Versuch mit konstantem hydraulischem Druck (Triaxialgerät)

nach DIN 18130

Probe Testfeld, Lage 3, Probe 2
Entnahmedatum 24.11.2016
Bodenart fsamsa'Si

Durchmesser d der Probe m 0,096
Länge l der Probe m 0,12
Querschnittsfläche A der Probe m² 7,24 · 10⁻³
Druckhöhe der Wassersäule h_{H_2O} m 3,6

$$k_f = \frac{Q}{t} \times \frac{l}{h_{H_2O} \cdot A}$$

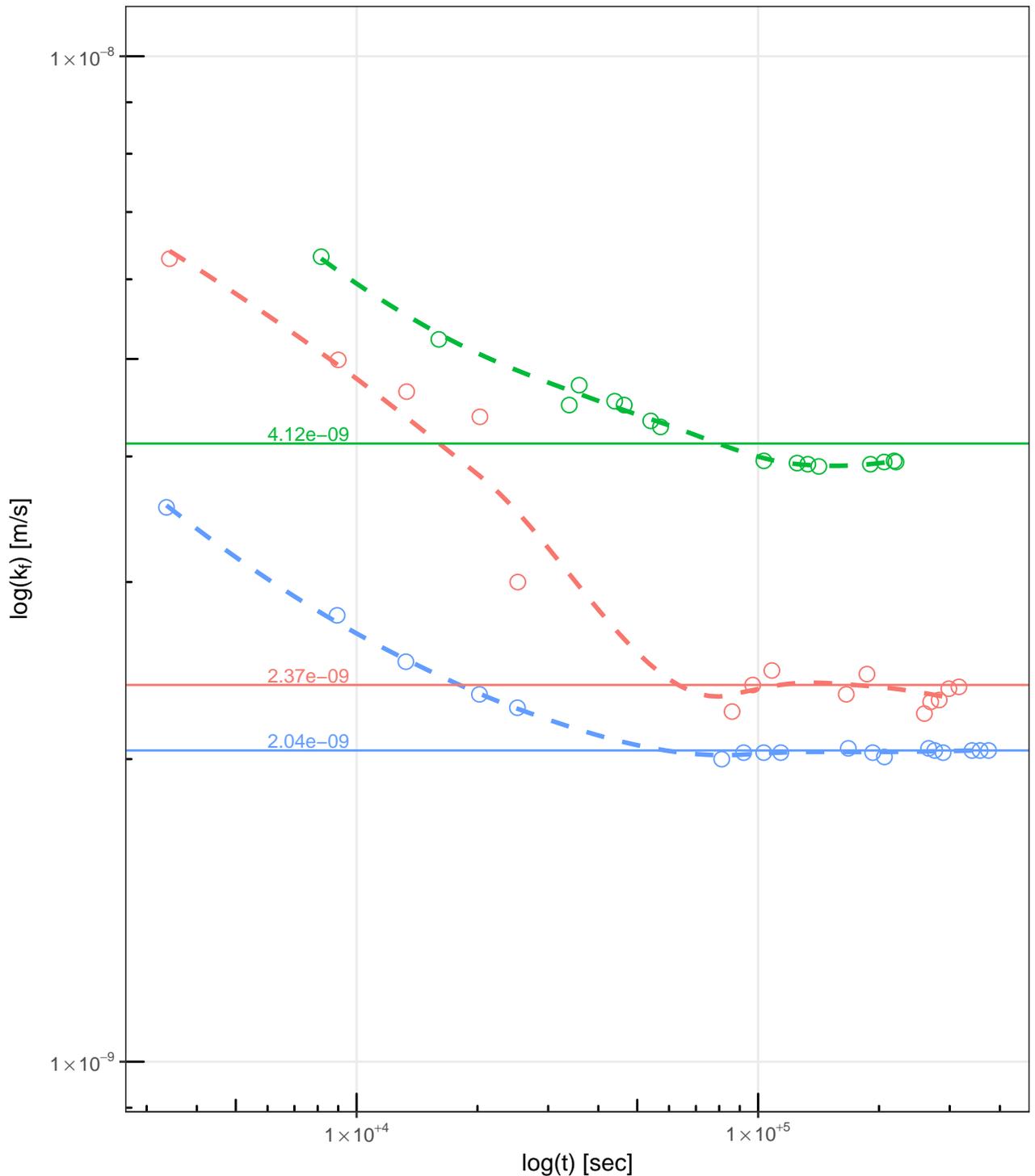
Intervalle		kumuliert		Durchlässigkeit
Q [m ³]	t [s]	Q [m ³]	t [s]	k _f [m s ⁻¹]
2,60 · 10 ⁻⁶	3360	2,60 · 10 ⁻⁶	3360	3,56 · 10 ⁻⁹
2,80 · 10 ⁻⁶	5580	5,40 · 10 ⁻⁶	8940	2,78 · 10 ⁻⁹
4,40 · 10 ⁻⁶	4320	7,20 · 10 ⁻⁶	13 260	2,50 · 10 ⁻⁹
5,80 · 10 ⁻⁶	6960	1,02 · 10 ⁻⁵	20 220	2,32 · 10 ⁻⁹
6,50 · 10 ⁻⁶	4920	1,23 · 10 ⁻⁵	25 140	2,25 · 10 ⁻⁹
2,88 · 10 ⁻⁵	55 980	3,53 · 10 ⁻⁵	81 120	2,00 · 10 ⁻⁹
1,18 · 10 ⁻⁵	10 860	4,06 · 10 ⁻⁵	91 980	2,03 · 10 ⁻⁹
3,36 · 10 ⁻⁵	11 220	4,54 · 10 ⁻⁵	103 200	2,03 · 10 ⁻⁹
1,66 · 10 ⁻⁵	10 620	5,02 · 10 ⁻⁵	113 820	2,03 · 10 ⁻⁹
5,79 · 10 ⁻⁵	53 820	7,45 · 10 ⁻⁵	167 640	2,05 · 10 ⁻⁹
2,70 · 10 ⁻⁵	25 200	8,49 · 10 ⁻⁵	192 840	2,03 · 10 ⁻⁹
6,32 · 10 ⁻⁵	13 380	9,02 · 10 ⁻⁵	206 220	2,01 · 10 ⁻⁹
5,48 · 10 ⁻⁵	59 460	1,18 · 10 ⁻⁴	265 680	2,05 · 10 ⁻⁹
6,72 · 10 ⁻⁵	9540	1,22 · 10 ⁻⁴	275 220	2,04 · 10 ⁻⁹
5,98 · 10 ⁻⁵	13 500	1,27 · 10 ⁻⁴	288 720	2,03 · 10 ⁻⁹
9,12 · 10 ⁻⁵	52 020	1,51 · 10 ⁻⁴	340 740	2,04 · 10 ⁻⁹
6,68 · 10 ⁻⁵	16 200	1,58 · 10 ⁻⁴	356 940	2,04 · 10 ⁻⁹
9,92 · 10 ⁻⁵	17 760	1,66 · 10 ⁻⁴	374 700	2,04 · 10 ⁻⁹

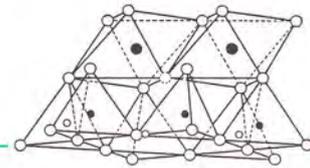
Median der Durchlässigkeit $k_f \approx 2,04 \cdot 10^{-9} \text{ m s}^{-1}$



Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes Versuch mit konstantem hydraulischem Druck (Triaxialgerät) nach DIN 18130

Probe ○ Lage 3, Probe 1 ○ Lage 3, Probe 1b ○ Lage 3, Probe 2





Dr. Butz-Braun · Tonmineralogische Beratung · Heidestraße 2 · 35274 Kirchhain

Geotechnik
Büdinger – Fein – Welling GmbH

Geohaus, Nikolaus-Otto-Straße 6

55129 Mainz

Heidestraße 2
35274 Kirchhain

Telefon (0 64 22) 78 71
Telefax (0 64 22) 53 00
Butz-Braun@t-online.de
www.Butz-Braun.de

Bankverbindung:
Sparkasse Marburg-Biedenkopf
(BLZ 533 500 00) Kto.-Nr. 14 002 766

USt.-Id. Nr. DE 113301607

Ihr Zeichen
G 6035

Ihre Nachricht vom
23.11.2016

Unser Zeichen
bu

Datum
05.12.2016

Projekt: Steinbruch Kreimbach, DK 0

Abschnitt: Testfeld

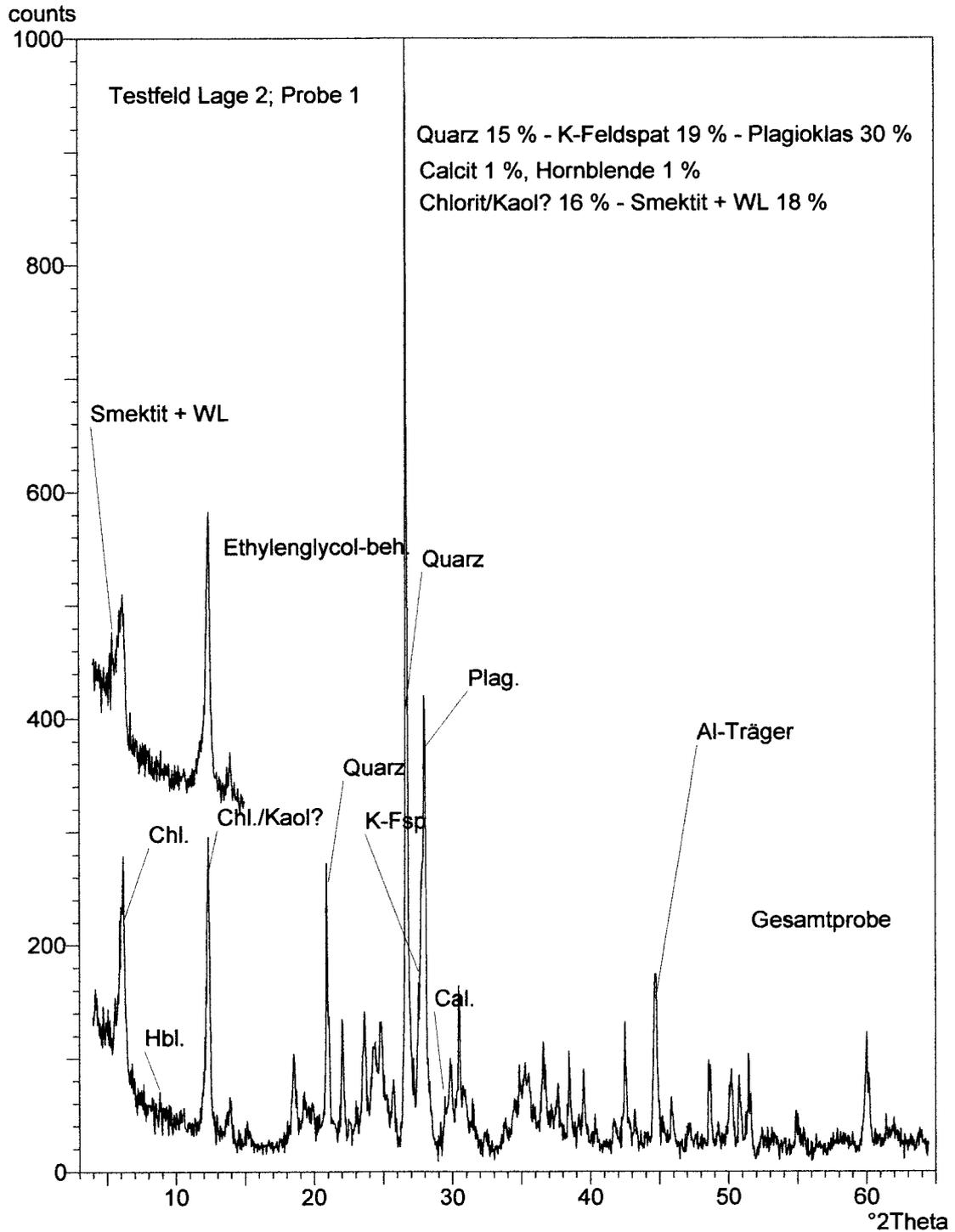
Sehr geehrter Herr Fein, sehr geehrter Herr Melcher,
bei der Auswertung der Röntgendiffraktogramme (s. Abbildungen) mit Rietveld-Auswerteprogramm konnten folgende Mineralbestände bestimmt werden (Angaben in Masse-%):

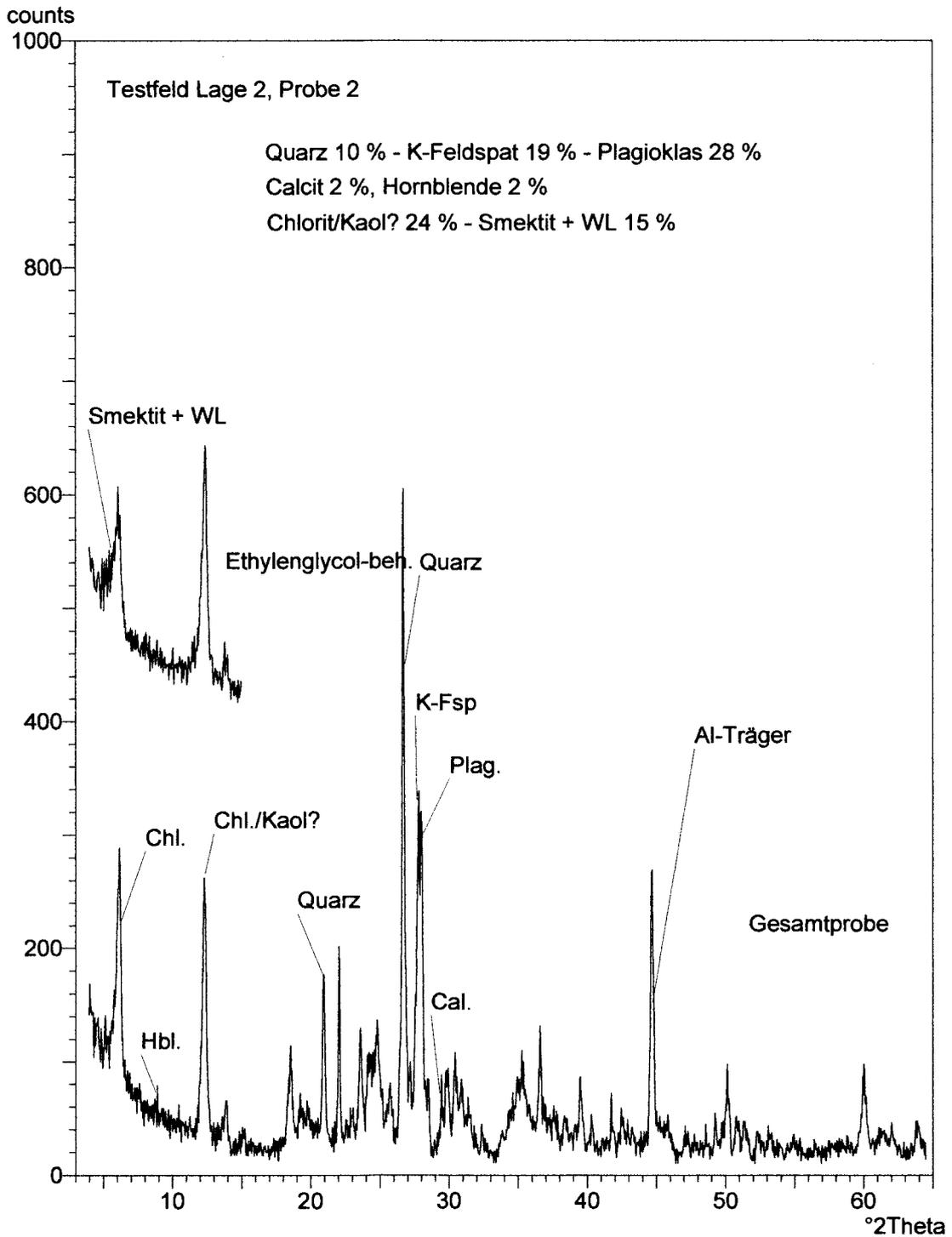
Mineral	Probe	Testfeld Lage 2, Probe 1	Testfeld Lage 2, Probe 2
Quarz		15	10
Alkali-Feldspat		19	19
Plagioklas		30	28
Calcit		1	2
Hornblende		1	2
Tonminerale			
Chlorit/Kaol*		16	24
Smektit + WL**		18	15

Die Angaben sind Richtwerte. Der Fehler liegt je nach Mineralanteil zwischen +/- 2-5 %.

*)Kaolinit ist nicht sicher nachgewiesen, **) WL = Wechsellagerungsminerale

Dr. Rüdiger Butz-Braun
Diplom-Geologe







Anlage 4 Fotodokumentation



Abb. 1: Lage der Testfelder - Basis und Steilwand



Abb. 2: Einschleppen des Gesteinsmehls (geol. Barriere) mittels Raupen.



Abb. 3: Verdichtung des Gesteinsmehls (geol. Barriere) mittels Schafffußwalze.



Abb. 4: Drän- und Ausgleichsschicht an der Steilwand.



Abb. 5: Drän- und Ausgleichsschicht an der Steilwand; davor verdichtete geol. Barriere.



Abb.6: Folgelage der Drän- und Ausgleichsschicht an der Steilwand.