

- Bodenuntersuchungen
- Gründungsberatung
- Abdichtungsberatung
- unterirdisches Wasser
- Verdichtungskontrollen
- Kontaminationen
- Altlasten
- Schadensanalysen



## GUTACHTEN

Objekt: Karben-Petterweil, Wohnbaugebietsentwicklung "Nördlich der Fuchslöcher"

Zweck: Baugrundbeurteilung, Gründungsberatung

Bauherr: Magistrat der Stadt Karben, Rathausplatz 1, 61184 Karben

Planer: Terramag GmbH, Westbahnhofstraße 36, 63450 Hanau

Auftraggeber: Terramag GmbH, Vorhabenträger der Stadt Karben,  
Wohnbaugebietsentwicklung "Nördlich der Fuchslöcher",  
Westbahnhofstraße 36, 63450 Hanau

Bearb.-Nr. 5339-1 sst

Frankfurt am Main, den 05.09.2019

## Text

1. Veranlassung
2. Unterlagen
3. Verrichtungen
4. Ergebnisse vom Untergrund
  - 4.1 Geologie
  - 4.2 Unterirdisches Wasser
    - 4.2.1 Heilquellenschutzgebiet
  - 4.3 Bodenkennwerte / Homogenbereiche
  - 4.4 Erdbebenzone
  - 4.5 Chemische Analyse
5. Folgerungen
  - 5.1 Gründungen
    - 5.1.2 Verkehrsflächen
  - 5.2 Abdichtungen von Gebäuden
  - 5.3 Baugruben
    - 5.3.1 Kanalgräben
    - 5.3.2 Wasserhaltungen
  - 5.4 Wiedereinbau von Erdaushub
  - 5.5 Versickerungen
6. Abschlussbemerkung

Anlagen	1/	Lageplan in der Topografischen Karte 1:25.000
	2/	Lage der Bohrungen
	3/	Schichtenverzeichnis
	4/	Laborversuche
	5/	Bohrungen als Zeichnung

Anhang /Chemische Analysen Bericht Bearb.-Nr. 5339-2 vom 05.09.2019

## 1. Veranlassung

Für die Wohnbaugebietsentwicklung wurde die Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung angefordert. Hierzu liegt der Auftrag mit Leistungsverzeichnis vom 14.06.2019 vor.

## 2. Unterlagen

- Liegenschaftskarte
- Geologische Karte 1:25.000 Blatt 5718 - Rodheim, nebst Erläuterungen, Darmstadt 1936

## 3. Verrichtungen

Am 16.08.2019 wurden 6 Bohrungen gesetzt (Anlage 2). Die Meter für Meter gezogenen jeweils einen Meter langen Bohrproben wurden vom Geologen gemäß EN ISO 14688 und DIN 4022 benannt und im Schichtenverzeichnis beschrieben (Anlage 3). Mit dem Kabellichtlot wurden die Bohrlöcher nach Grundwasser gelotet. Die Lage und Höhe der Bohransatzpunkte wurde eingemessen, die Höhe auf Normalhöhennull bezogen. Jede Bohrung besitzt eine eigene Tiefenzählung beginnend mit null.

Bohrproben wurden zur chemischen Analyse gesendet (Anhang).

An ausgesuchten Bohrproben wurden bodenmechanische Versuche im Erdbaulabor durchgeführt. Für einige Wochen sind im Erdbaulabor Proben rückgestellt. Die Auswertung führte zu Ergebnissen nach Ziff. 4 und Folgerungen nach Ziff. 5.

## **4. Ergebnisse vom Untergrund**

Die Bohrungen sind in Anlage 3 schichtweise beschrieben und in Anlage 4 als Zeichnung dargestellt. Sie liefern vom Aufbau des Untergrunds folgendes Bild:

### **4.1 Geologie**

Das Gelände liegt an einem nach Norden leicht geneigten Hang. Unter Ackerboden liegen Lössle und Lösslehme von steifer Konsistenz im oberen und mäßig steifer, teils weicher Konsistenz im unteren Bereich. In den bis 8 m Tiefe führenden Bohrungen 1 und 3 wurden schluffiger kiesiger Sand und schluffiger Feinsand bis zur Endbohrtiefe erbohrt. Dem Feinsand in Bohrung 3 liegt eine 0,3 m dicke Schicht aus Basaltzersatz obenauf.

### **4.2 Unterirdisches Wasser**

Am Tage der Bohrungen wurde in den Bohrungen 1 und 3 ein Grundwasserspiegel ab 4,30 m Tiefe gemessen (139,23 m üNN). Das entspricht einem niedrigen Grundwasserstand. Dieser Grundwasserstand ist keine Konstante und unterliegt langjährigen und jahreszeitlichen Schwankungen.

Die Durchlässigkeit der Böden ist derart gering, dass mit zeitweise aufstauendem versickertem Niederschlag gerechnet werden muss, der als drückendes Wasser wirken kann.

Der Bemessungswasserstand für Bauwerksabdichtungen liegt hangparallel bei Geländeoberkante.

Ein durchgängiger Grundwasserhorizont existierte nicht. Dieser wird in größerer Tiefe in den Sanden erwartet. Für die Statik besteht keine Auftriebsproblematik. Zur Konsequenz für Abdichtungen von Gebäuden siehe Ziff. 5.2.

#### 4.2.1 Heilquellenschutzgebiet

Das Gebiet liegt in der Heilquellenschutzzone I, Oberhessischer Heilquellenschutzbezirk. Eingriffe tiefer als 5 m sind genehmigungspflichtig. Die Auflagen müssen eingehalten werden.

#### 4.3 Bodenkennwerte / Homogenbereiche

	Homogenbereich	Bodenklasse DIN 18300 (alt)
Mutter-/Ackerboden	A	1
Löss	B	4
Lösslehm	C	4
Basaltzersatz	D	4
Sand/Feinsand	E	3

Folgende mittlere Werte können für Berechnungen angenommen werden:

Löss/Lösslehm				
Konsistenz: weich bis steif				
Wichte	$\gamma$	=	19,5	kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb	$\gamma'$		9,5	kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	$\varphi$	=	27,5	°
Kohäsion	c	=	8	kN/m <sup>2</sup>
Steifemodul	$E_s$	=	8 bis 13	MN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeit	k	=	10 <sup>-5</sup> bis 10 <sup>-6</sup>	m/s
Bodengruppe nach DIN 18196				UL/UM
Frostempfindlichkeitsklasse				F3, sehr empfindlich

Wassergehalte vom Löss liegen zwischen 17,09 und 22,12 % (Anlage 4.1).

Als Zustandsgrenzen ergaben sich: Fließgrenze  $w_L = 29,9$ , Ausrollgrenze

$w_P = 19,2$  %, Plastizitätszahl  $I_P = 10,7$  %, Konsistenzzahl  $I_C = 0,76$  % (Anlage 4.2).

Sande (mit Basaltzersatz)				
Lagerungsdichte: mitteldicht und dicht				
Wichte	$\gamma$	=	19,5	kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb	$\gamma'$		9,5	kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	$\varphi$	=	32,5	°
Kohäsion	c	=	0	kN/m <sup>2</sup>
Steifemodul	$E_s$	=	50	MN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeit	k	=	$10^{-4}$ bis $5 \cdot 10^{-5}$	m/s
Bodengruppe nach DIN 18196				
Frostempfindlichkeitsklasse				

#### 4.4 Erdbebenzone

Das Bauvorhaben liegt in der Erdbebenzone 0 der Erdbebennorm DIN 4149: 2005- 04, Bauten in Deutschen Erdbebengebieten. Nach 1(4) der Norm ist der Grad der Erdbebengefährdung in der Zone 0 als so gering einzuschätzen, dass die Norm nicht angewendet werden muss. Es gilt die Untergrundklasse S.

#### 4.5 Chemische Analyse

Bei der Durchmusterung der Bohrproben wurden keine Kontaminationen festgestellt. Von Löss und Lösslehm wurden 2 Mischproben nach LAGA analysiert und der LAGA-Klasse Z0 zugeordnet. Vom Asphalt relevanter angrenzender Straßenbereiche wurden Proben auf PAKs untersucht. Die Ergebnisse sind im Anhang dem Bericht 5339-2 zu entnehmen.

Deponien fordern zur Erdstoffannahme relativ junge Proben und Analysen. Die Ergebnisse sind einer anzudienenden Deponie zur Akzeptanz vorzulegen.

## 5. Folgerungen

### 5.1 Gründungen

Es kann mit Stützen- und Streifenfundamenten oder einer Platte in frostsicherer Tiefe gegründet werden. Frostsicherheit liegt bei 0,8 m Tiefe. Auftretende Auffüllung unter Gründungskörpern muss entfernt werden.

Der Bemessungswert des Sohlwiderstands  $\sigma_{R,d}$  für Streifenfundamente oder gedachte Laststreifen in einer Gründungsplatte liegt bei folgenden von der Fundamentbreite  $b$  abhängigen Werten. Dabei darf die statische Einbindetiefe  $d = 0,50$  m nicht unterschritten werden. Die zugehörigen Setzungen stehen in Zeile 3.

#### Streifenfundamente

$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	285	310	330	350
$b$ [m]	0,5	0,8	1,0	1,2
$s$ [cm]	1,0 bis 1,5	2,0	2,0 bis 2,5	2,5

Für Streifenfundamente dürfen die Werte interpoliert werden.

#### Stützenfundamente

$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	420	430
$a \times b$ [m]	1,0 x 1,0	1,2
$s$ [cm]	1,5	1,5

Den Tragfähigkeitsberechnungen für lotrecht mittige Belastungen liegen zugrunde:

- Grundbruchberechnung nach DIN 4017 und EC 7-1 EN 1997-1
- Setzungsberechnung nach DIN 4019 und EC 7-1 EN 1997-1.

Plattengründungen können mit dem Steifezifferverfahren mit den angegebenen Bodenkennziffern berechnet werden.

Wird das Bettungsmodulverfahren angewendet, benötigt man den Bettungsmodul

$k_s$  mit der Definition:  $k_s = \text{Sohldruck/Setzung} = \Sigma((P+G)/A)/s = \sigma_{0m}/s = \text{const}$ ,  
wobei  $s$  die Setzung im kennzeichnenden Punkt ist.  $k_s$  lässt sich demzufolge erst berechnen, wenn  $P+G$  bekannt sind, denn davon ist die Setzung abhängig. Eine erste Schätzung für  $k_s$  liegt in der Größenordnung von  $6.000 \text{ kN/m}^3$ . Die Berechnung kann aber deutlich davon abweichen. Für genauere Angaben sind die genauen Lastsummen pro Baufläche vorzulegen.

### 5.1.2 Verkehrsflächen

Für den Verkehrsoberbau ist die RStO 12 heranzuziehen, bei Pflaster ebenso die ZTV Pflaster-StB. Danach ergibt sich auf den vorliegenden frostempfindlichen Böden die Frostempfindlichkeitsklasse F3 oder F2, wenn mit Branntkalk verbessert wird. Es liegt die Frosteinwirkungszone I vor. Grundsätzlich ist eine Planumsentwässerung unter Verkehrsflächen erforderlich, weil ohne diese keine Stabilität zu bringen ist (Forderung der RStO und ZTV Pflaster-StB).

Es wird die Belastungsklasse BK 0,3 (Wohnstrasse) angesetzt, die aber vom Planer zu setzen und ggf. geändert werden muss.

Für witterungsunabhängiges Bauen mit Bodenstabilisierung durch Branntkalk folgt mit Tabellen 2, 5, 7 und nach Zeile 1 Tafel 3 die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus zu 35 cm. Dies ist der Abstand zwischen OK Pflaster und OK Planum. Gefordert sind folgende Verformungsmoduln:  $E_{v2}$  bei OK Schotter  $\geq 120 \text{ [MN/m}^2\text{]}$   
 $E_{v2}$  bei OK Planum  $\geq 45 \text{ [MN/m}^2\text{]}$ .

Wird ohne Bodenstabilisierung gebaut (nur im Trockenen möglich) ist die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus auf 45 cm zu erhöhen.

## 5.2 Abdichtungen von Gebäuden

Der Untergrund besitzt eine Wasserdurchlässigkeit, die kleiner ist als der Grenzwert der Abdichtungsnorm DIN 18533, ab dem Gebäude dräniert oder wasserdicht gebaut werden sollen. Der Grenzwert lautet  $10^{-4}$  m/s.

Dränagen werden nach DIN 4095 geplant und benötigen einen rückstausicheren Vorfluter.

Wasserdicht gebaut werden kann in WU-Beton nach der WU-Richtlinie, Bauart „Weiße Wanne“ oder in Art der „Schwarzen Wanne“ gemäß DIN 18533. Das ist mit dem Architekten abzustimmen.

## 5.3 Baugruben

Die Böschungen der Baugruben können mit  $60^\circ$  geböscht werden, sofern sie im relevanten Abstand frei von Lasten bleiben und genügend Platz vorhanden ist. DIN 4124 ist zu beachten.

In niederschlagsreichen Zeiten neigen die Böden unter Nässe und gleichzeitigem Befahren oder Begehen zum Verschlammen. Dann ist Abtrocknung abzuwarten und unter Gründungen der Schlamm zu entfernen. Es empfiehlt sich daher, frühzeitig Sauberkeitsschichten einzubringen.

### 5.3.1 Kanalgräben

Bei der Kanalerstellung sind DIN 4124, DIN EN 1610 und Arbeitsblatt DWA-A 139 zu beachten. Ein Schotterpolsters als Sauberkeitsschicht ist für das Bauen in nassen Zeiten als Baudränageschicht einzubringen. Darin kann auftretendes Wasser zu Pumpensämpfen zugeführt werden. Bei feuchtem/nassem Boden ist ohne Sauberkeitsschicht kein Betreten und Arbeiten möglich, weil sonst der

Boden verschlammt. Ist der Boden zu feucht, darf nur statisch ohne Vibration Verdichtungsenergie aufgebracht werden, da die Sohle sonst zum Schwabbeln gerät.

### **5.3.2 Wasserhaltungen**

Aufgrund der schlechten Versickerungsfähigkeit der Böden, sind für niederschlagsreiche Zeiten filterstabile Wasserhaltungen mit Pumpensümpfen vorzuhalten. Sollte aus Böschungen versickerter Niederschlag in Baugruben hineindrücken und muschelartige Ausbrüche am Böschungsfuß auftreten sind Andeckfilter aufzubringen.

### **5.4 Wiedereinbau von Erdaushub**

Der Aushub ist für den Wiedereinbau geeignet, sofern er in der Zwischenlagerung nicht vernässt. Bei zu feuchten Böden kann ein gut verdichteter Einbau nur mit Branntkalkzugabe von 2 bis 3 % der Bodentrockenwichte erfolgen – nicht mehr, da dies sonst kontraproduktiv ist.

Die zu erzielenden Einbaudichten richten sich nach den späteren Nutzungen.

Der Einbau ist lagenweise zu verdichten. Die Proctordichte  $D_{pr}$  für den Einbau soll  $D_{pr} > 103$  % unter Verkehrsflächen und sonst 100 % betragen. Geringere Einbaudichten sind außerhalb Verkehrsflächen machbar, darüber sollte vorher gesprochen werden.

### **5.5 Versickerungen**

Die Böden sind für Versickerungen ungeeignet. Teichmulden mit Notüberlauf wären eine Alternative.

Am Platz von Versickerungseinrichtungen sind die Bodenverhältnisse durch Bohrungen zu überprüfen, um die Versickerung hemmende Sperrschichten auszuschließen.

## **6. Abschlussbemerkung**

Es wird empfohlen den Unterzeichner zur Sichtung von Baugruben und Gründungssohlen zu rufen, um Auffüllungen aus landwirtschaftlicher Nutzung auszuschließen (ehemalige Erdmieten).

Für spezielle Gebäude sind weitere Untersuchungen erforderlich. Löss und Lösslehm können in der Schichtung variieren, sodass die hier vorgefundene Löss-Lösslehmfolge ausbleiben und sich das auf Bodenkenwerte für Berechnungen auswirken kann. Damit können Wasserverhältnisse sich in nassen Zeiten kleinräumig anders darstellen.

Bearbeiter: Dipl.- Ing. Sigurd Streim

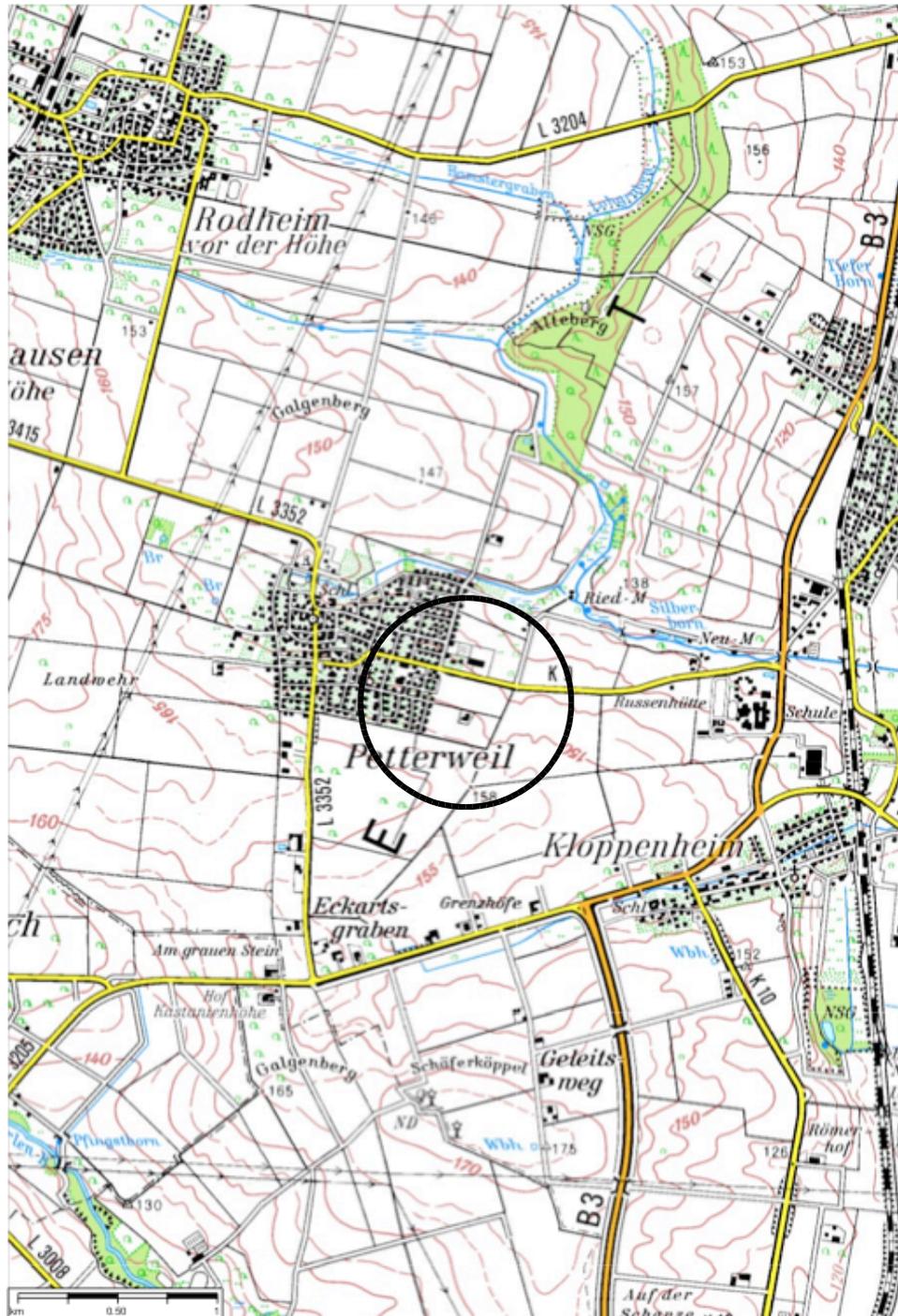
STREIM Bodengutachter  
Geologen und Ingenieure

# Lage in Topografischer Karte

Maßstab 1 : 25.000

**STREIM**  
Bodengutachter

Geologen und Ingenieure



# Lage der Bohrungen

Maßstab 1 : 200

**STREIM**  
Bodengutachter

Geologen und Ingenieure



# Schichtenverzeichnis

Auf den folgenden Seiten sind die Bohrungen schichtweise vom Geologen oder geotechnischen Ingenieur nach den Maßgaben der DIN 4022 beschrieben. <sup>1)</sup>

1)

Vorgreifend auf die zeichnerische Darstellung der Bohrungen werden hier die wesentlichen **Zeichenerklärungen nach DIN 4023** gebracht:

	X Steine		U Schluff		Z Fels
	G Kies		T Ton		Mu Mutterboden
	S Sand		H Torf		A Aufschüttung

U/S Schluff-Sand-Korngemisch mit gleichen Anteilen

**Dem großen Buchstaben als kleiner Buchstabe nachgestellt:**

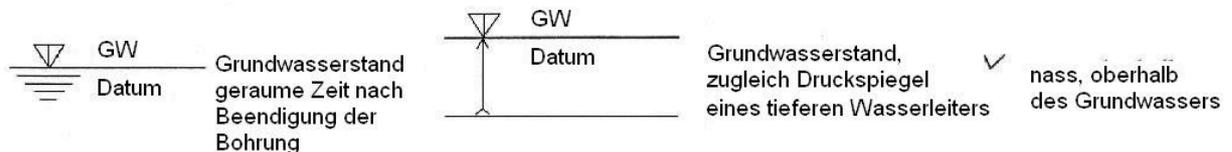
x	steinig	s	sandig	t	tonig	' Apostroph bedeutet schwach
g	kiesig	u	schluffig	h	torfig	ˉ überstrichen bedeutet stark
				o	organisch	

**Dem großen Buchstaben als kleiner Buchstabe vorangestellt:**

f	fein	m	mittel	g	grob
---	------	---	--------	---	------

**Konsistenzen:**

	fest		halbfest		steif		mäßig steif		weich		breiig
--	------	--	----------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	--------



# Schichtenverzeichnis

## Bohrung 1

Ansatz: 144,26 m üNHN

Ausführung: 16.08.2019

<b>Tiefe in m</b>	<b>Schichten</b>
0,00 bis 0,50	Ackerboden, hellbraun,
bis 6,80	Schluff, gelbbraun, kalkhaltig, steif ab 3,50 m weich (Löss)
bis 8,00	Sand, schluffig, kiesig, gelbbraun, mitteldicht

Grundwasser: Wasserstand im Bohrloch bei 5,50 m Tiefe

## Bohrung 2

Ansatz: 143,48 m üNHN

Ausführung: 16.08.2019

<b>Tiefe in m</b>	<b>Schichten</b>
0,00 bis 0,50	Ackerboden, hellbraun,
bis 1,00	Schluff, tonig, gelbbraun, kalkfrei, steif (Lösslehm)
bis 4,00	Schluff ab 3,20 m schwach tonig, gelbbraun, kalkhaltig, steif, ab 3,20 m weich (Löss)
bis 6,00	Schluff, gelbbraun, kalkhaltig, weich, ab 4,10 m stark feucht (Löss)

Grundwasser: Kein Wasserstand im Bohrloch

# Schichtenverzeichnis

## Bohrung 3

Ansatz: 143,53 m üNHN

Ausführung: 16.08.2019

<b>Tiefe in m</b>	<b>Schichten</b>
0,00 bis 0,50	Ackerboden, hellbraun,
bis 3,60	Schluff, gelbbraun, kalkhaltig, steif ab 2,00 m mäßig steif (Löss)
bis 3,80	Schluff, kiesig, hellbraun, dicht
bis 6,00	Schluff, schwach tonig, hellbraun, teilweise hellgrau, kalkfrei, steif
bis 6,30	Basaltzersatz
bis 8,00	Feinsand, schluffig, hellgrau, gelb, hellbraun, kalkfrei, dicht (Tertiär)

Grundwasser: Wasserstand im Bohrloch bei 4,30 m Tiefe

## Bohrung 4

Ansatz: 148,93 m üNHN

Ausführung: 16.08.2019

<b>Tiefe in m</b>	<b>Schichten</b>
0,00 bis 0,50	Ackerboden, hellbraun,
bis 3,20	Schluff, gelbbraun, kalkhaltig, steif (Löss)
bis 3,70	Schluff, schwach tonig, hellgraubraun, kalkfrei, steif (Löss)
bis 4,20	Schluff, tonig, mittelbraun, kalkfrei, steif (Lösslehm)
bis 6,00	Schluff, hellbraun, kalkhaltig, mäßig steif, ab 5,50 weich (Löss)

Grundwasser: Kein Wasserstand im Bohrloch

# Schichtenverzeichnis

## Bohrung 5

Ansatz: 147,92 m üNHN  
Ausführung: 16.08.2019

<b>Tiefe in m</b>	<b>Schichten</b>
0,00 bis 0,50	Ackerboden, hellbraun,
bis 4,60	Schluff, gelbbraun, kalkhaltig, steif (Löss)
bis 5,20	Schluff, schwach tonig, hellgraubraun, kalkfrei, mäßig steif (Löss)
bis 6,00	Schluff, tonig, hellbraun, kalkfrei, steif

Grundwasser: Kein Wasserstand im Bohrloch

## Bohrung 6

Ansatz: 147,03 m üNHN  
Ausführung: 16.08.2019

<b>Tiefe in m</b>	<b>Schichten</b>
0,00 bis 0,50	Ackerboden, hellbraun,
bis 1,00	Schluff, tonig, gelbbraun, kalkfrei, steif (Lösslehm)
bis 5,50	Schluff, gelbbraun, kalkhaltig, steif, ab 3,50 m mäßig steif, ab 5,00 m vereinzelt Kalkkonkretionen (Löss)
bis 6,00	Schluff, vereinzelt Quarzkieskörner, hellbraun, kalkhaltig, mäßig steif

Grundwasser: Kein Wasserstand im Bohrloch

Geologische Aufnahme: Dipl.-Geol. Horst Schaffrath

# Wassergehalte

nach DIN 18121, Teil 1

Definition:

Der Wassergehalt  $w$  einer Bodenprobe ist das Verhältnis zwischen dem Gewicht des Wassers der Bodenprobe  $G_w$  und dem Gewicht der Trockensubstanz

der Bodenprobe  $G_t$ :  $w = G_w : G_t$

Die Trockensubstanz wird durch Trocknung der Bodenprobe bei 105 °C im Trockenschrank bis zur Gewichtskonstanz erhalten.

Entnahmestelle	B1	B3	B4	B6
Tiefe [m]	2,0-3,5	1,0-2,0	2,0-3,2	2,0-4,0
Bodenart	U	U	U	U
Feuchte Probe + Behälter $G_1$ [g]	83,45	83,65	81,07	75,24
Trockene Probe + Behälter $G_2$ [g]	79,51	80,87	77,03	71,54
Behälter Nr.	76	667	3	46
Behälter $G_B$ [g]	61,70	64,84	53,39	53,69
Wasser $G_1 - G_2 = G_w$ [g]	3,94	2,78	4,04	3,70
Trockene Probe $G_2 - G_B = G_t$ [g]	17,81	16,03	23,64	17,85
Wassergehalt $(G_w/G_t) \times 100$ [%]	22,12	17,34	17,09	20,73

# Atterbergsche Zustandsgrenzen

Laborauswertung nach DIN 18122

Bauvorhaben:	Karben Petterweil
Bohrung:	B1
Tiefe:	2,0 m bis 3,5 m
Bodenart:	Schluff
Entnahme durch:	Mateusz Bogucki
Entnahmedatum:	05.09.2019
Ausgeführt durch:	Mateusz Bogucki
Ausgeführt am:	05.09.2019

Natürlicher Wassergehalt  $w_n$

Feuchte Probe + Behälter	[g]	83,12
Trockene Probe + Behälter	[g]	79,67
Behälter	[g]	61,40
Wasser	[g]	3,98
Trockene Probe	[g]	18,27
<b>Wassergehalt</b>	<b>%</b>	<b>21,8</b>

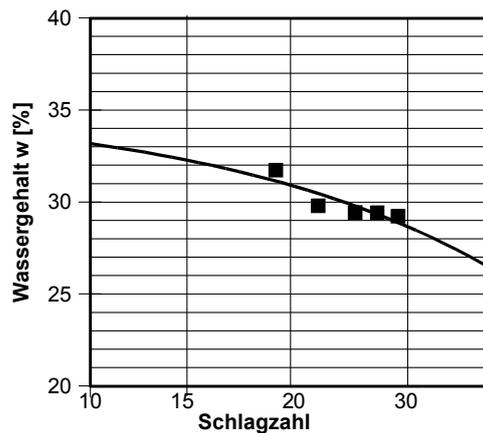
## Fließgrenze

Behälter Nr.	303	31d	72	11	19
Zahl der Schläge	29	27	25	22	19
Feuchte Probe + Behälter [g]	45,08	45,97	45,74	46,20	55,71
Trockene Probe + Behälter [g]	41,61	42,06	41,69	42,52	49,88
Behälter [g]	29,74	28,77	27,93	30,17	31,51
Wasser [g]	3,47	3,91	4,05	3,68	5,83
Trockene Probe [g]	11,87	13,29	13,76	12,35	18,37
<b>Wassergehalt %</b>	<b>29,2</b>	<b>29,4</b>	<b>29,4</b>	<b>29,8</b>	<b>31,7</b>

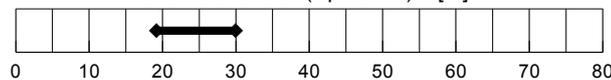
## Ausrollgrenze

	4	8	50
	35,33	33,10	33,52
	34,60	32,15	32,88
	30,79	27,37	29,42
	0,73	0,95	0,64
	3,81	4,78	3,46
	<b>19,2</b>	<b>19,9</b>	<b>18,5</b>

Fließgrenze  $w_L = 29,9 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 19,2 \%$   
 Plastizitätszahl  $IP = 10,7 \%$   
 Konsistenzzahl  $IC = 0,76 \%$



Plastizitätsbereich (wp bis  $w_L$ ) [%]



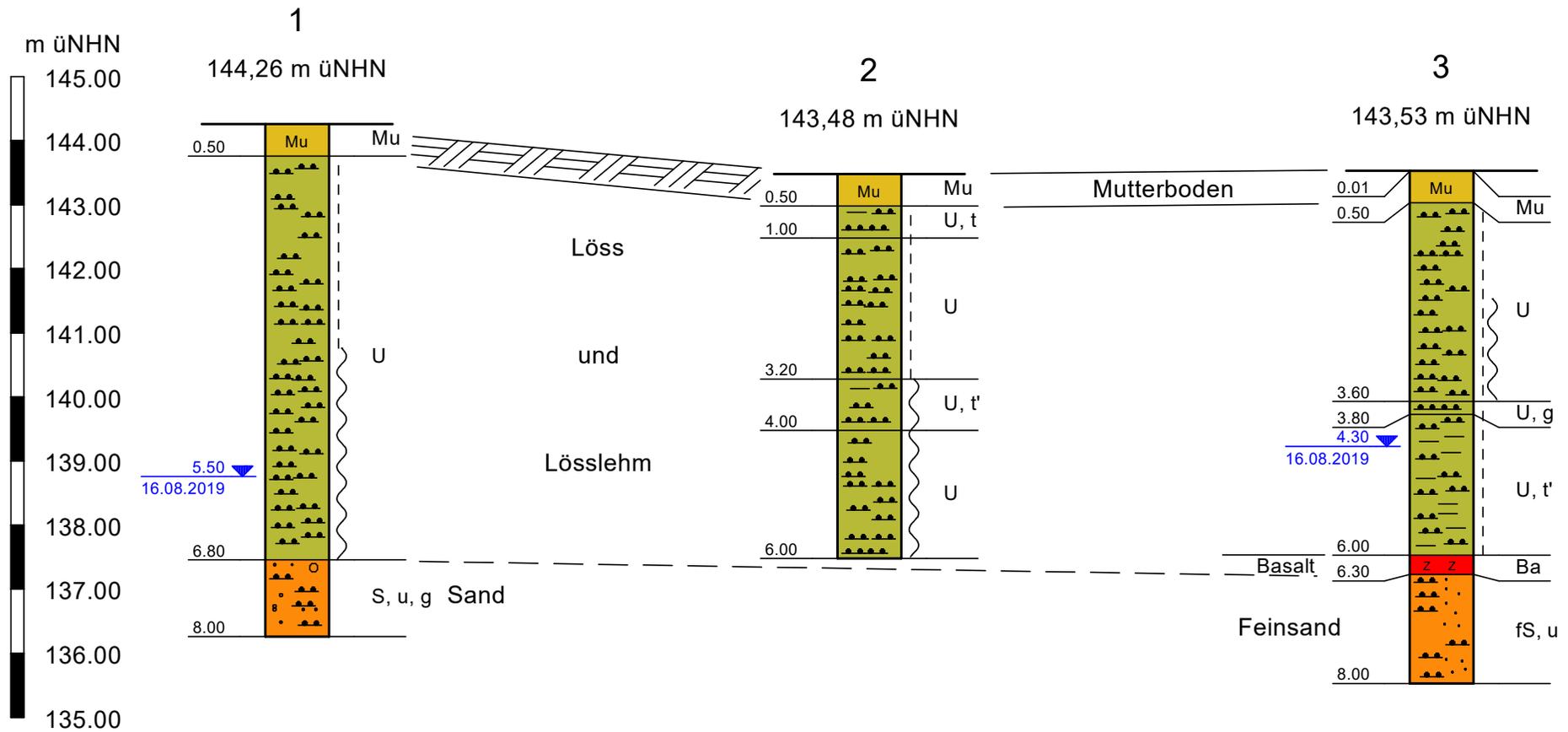
wp

Zustandsform

wL



# Schnitt 1 - 2 - 3

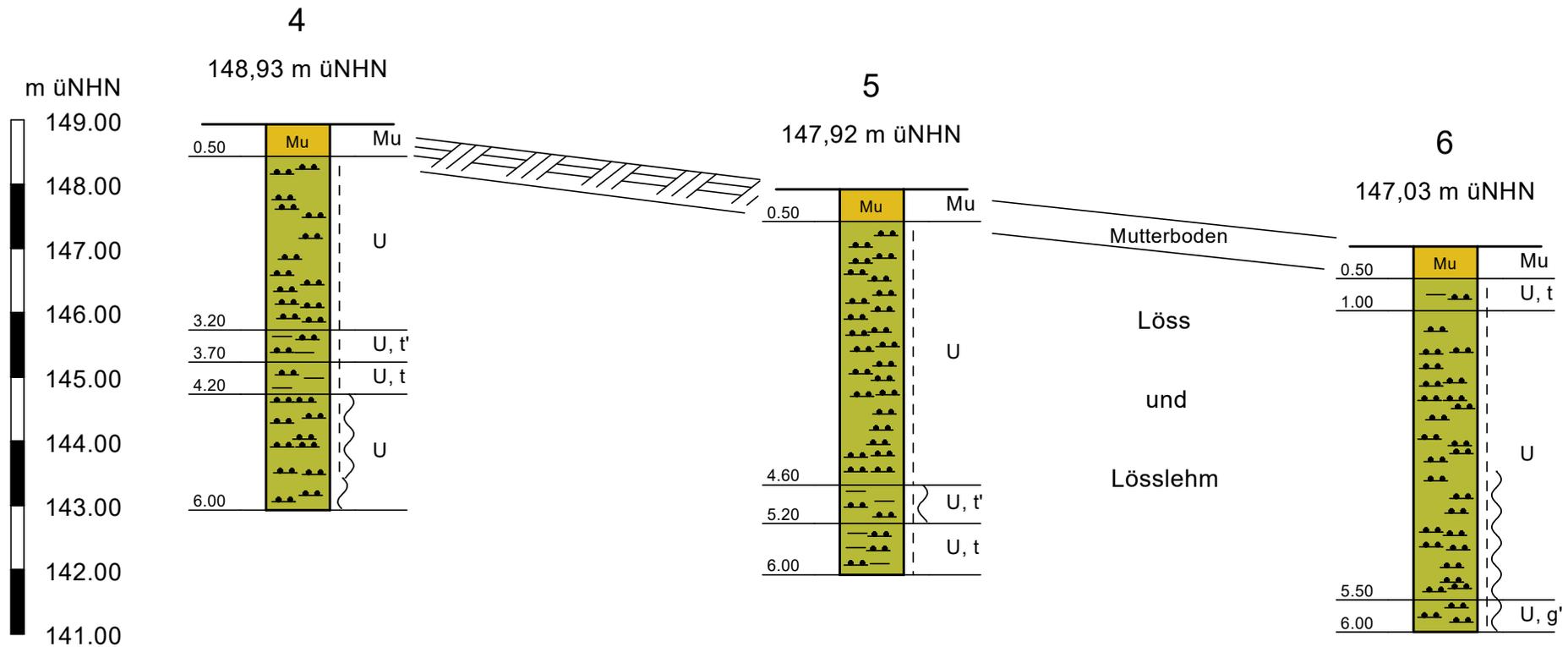


Jede Bohrung besitzt eine eigene Tiefenzählung beginnend mit 0,00 m

Zum Profil sind die Schichtenverzeichnisse zu beachten.

Maßstab der Höhe 1 : 100

# Schnitt 4 - 5 - 6



Jede Bohrung besitzt eine eigene Tiefenzählung beginnend mit 0,00 m

Zum Profil sind die Schichtenverzeichnisse zu beachten.

Maßstab der Höhe 1 : 100