

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



## GUTACHTEN

- Objekt: Karben-Petterweil, Wohnbaugebietsentwicklung ehemalige Reiterhoffläche nördlich der Sauerbornstraße
- Zweck: Baugrundbeurteilung, Gründungsberatung
- Bauherr: Magistrat der Stadt Karben, Rathausplatz 1, 61184 Karben
- Planer: Terramag GmbH, Westbahnhofstraße 36, 63450 Hanau

Bearb.-Nr. 5407-1 sst

Frankfurt am Main, den 18.06.2020

## Text

1. Veranlassung
2. Unterlagen
3. Verrichtungen
4. Ergebnisse vom Untergrund
  - 4.1 Geologie
  - 4.2 Unterirdisches Wasser
    - 4.2.1 Heilquellenschutz
  - 4.3 Bodenkennwerte / Homogenbereiche
  - 4.4 Erdbebenzone
  - 4.5 Chemische Analyse
5. Folgerungen
  - 5.1 Gründung
  - 5.2 Abdichtung
  - 5.3 Baugrube
    - 5.3.1 Wasserhaltungen
  - 5.4 Wiedereinbau von Erdaushub
  - 5.5 Versickerung
6. Abschlussbemerkung

## Anlagen

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

## Anhang

- / Chemische Analysen Bericht Bearb.-Nr. 5407-2 vom 18.06.2020

## 1. Veranlassung

Für die Wohnbaugebietsentwicklung wurde die Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung angefordert. Hierzu liegt der Auftrag vom 29.04.2020 mit Leistungsverzeichnis vom 27.04.2020 vor.

## 2. Unterlagen

- Höhen- und Bestandsplan
- Geologische Karte 1:25.000 Blatt 5718 - Rodheim, nebst Erläuterungen, Darmstadt 1936
- STREIM Geologen und Ingenieure (2019): Bodengutachten zur Wohngebietsentwicklung "Nördlich der Fuchslöcher", Bearb.-Nr. 5339-1 vom 05.09.2019, für den Magistrat der Stadt Karben

## 3. Verrichtungen

Am 13.05.2020 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 und im Folgebericht Bearb.-Nr. 5407-2 (Anhang) dargestellt. Weitere Bohrproben sind einige Wochen im Erdbaulabor 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 in einem seichten Tal südlich des Heitzhoferbachs. Es ist für einen Reiter- und Gärtnereibetrieb gestaltet, Bodenauffüllungen wurden für ebene Reit- und Gärtnereiflächen aufgetragen.

Im Gelände liegen Auffüllungen von 0,80 bis 3,10 m Dicke, nur Bohrung 4 war frei von Auffüllung. Die Auffüllungen bestehen aus Sanden, Schluffen, Lehmen und deren Gemengen mit wenigen Ziegel- und Basaltstücken.

Unter den Auffüllungen liegen Lösslehme und Löss bis zur Endbohrtiefe von 6 m, in Bohrung 3 schließt sich ab 5,60 m ein kiesiger Lehm an.

Lösse und Lösslehme sind von steifer Konsistenz, sie sind granulometrisch Schluffe. Löss ist ein in Eiszeiten abgelagerter gelber Feinstaub. Lösslehm ist der in Warmzeiten verwitterte (verbraunte, verlehmt) Löss.

### **4.2 Unterirdisches Wasser**

Am Tage der Bohrungen wurde teilweise ab 2 m Tiefe Wasser angetroffen (Bohrung 1). Einige Bohrlöcher blieben frei von Wasser. Diese Wasserstände sind keine Konstante und unterliegen langjährigen und jahreszeitlichen Schwankungen.

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

Der Bemessungswasserstand für die Bauwerksabdichtung wird daher bei Geländeoberkante (hangparallel) angesetzt, wobei oberhalb der geschlossenen Grundwasseroberfläche kein vollflächiger Druck auf ein Gebäude entsteht, wie es unter dem Grundwasserspiegel geschieht.

In nassen Zeiten ist mit Anstiegen des Grundwassers von mehr als 1 m zu rechnen. Die Wasserverhältnisse sind am jeweiligen Bauplatz genauer zu untersuchen und zu beschreiben.

Zur Konsequenz für die Abdichtung 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)
Mutterboden	A	1
Auffüllung	B	(4)
Lösslehm	C	4
Löss	D	4
kiesiger Lehm	E	4

Mittlere Werte für erdstatische Berechnungen:

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

#### 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. Es wurden Mischproben analysiert deren Ergebnisse im Anhang im Bericht 5407-2 dargestellt sind.

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

## 5. Folgerungen

### 5.1 Gründung

Bauwerke können mit Einzel- und Streifenfundamenten oder einer Platte unter der Auffüllung auf gewachsenem Boden in frostsicherer Tiefe gegründet werden.

Frostsicherheit liegt bei 0,8 m Tiefe. **Auffüllung unter Gründungskörpern muss entfernt werden.**

Der Bemessungswert des Sohlwiderstands  $\sigma_{R,d}$  für Einzel- und 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> ]	270
$b$ [m]	0,5
$s$ etwa [cm]	2 bis 2,5

#### Stützenfundamente

$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	400
$a \times b$ [m]	1,0 x 1,0
$s$ etwa [cm]	2,0

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  $5.000 \text{ kN/m}^3$ .

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 nach RStO 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.

Auffüllungen unbekannter Einbauqualität sind entweder auszutauschen oder in einem kleinen Raster (z. B. 5 m x 5 m) auf gute Einbaudichte zu prüfen.

## 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, benötigen einen rückstausicheren Vorfluter und sind genehmigungspflichtig.

Wasserdicht gebaut werden kann in WU-Beton nach der WU-Richtlinie oder in Art der „Schwarzen Wanne“ gemäß DIN 18533 oder in einer Kombination von beiden. Das ist nach dem Anspruch der Trockenheit an die Raumnutzung und mit dem Architekten abzustimmen.

## 5.3 Baugruben

Die Böschungen der Baugruben können in den Auffüllungen mit  $45^\circ$  und im gewachsenen Lösslehm und Löss 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. Gegebenfalls sollte Verdichtungsarbeit nur statisch erfolgen.

### 5.3.1 Kanalgräben

Bei der Kanalerstellung sind DIN 4124, DIN EN 1610 und Arbeitsblatt DWA-A 139 zu beachten. Ein Schotterpolster 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 verdichtet werden, da die Sohle sonst zum Schwabbeln gerät.

### 5.3.2 Wasserhaltungen

Bei hohen Wasserständen sind filterstabile Baudrängen mit Pumpensämpfen bzw. Wasserhaltungen vorzuhalten. Sollte Wasser aus Böschungen drücken und muschelartige Ausbrüche am Böschungsfuß auftreten, sind Andeckfilter aufzubringen.

Je nach anzutreffenden Wasserstand (Örtlichkeit, Jahreszeit) ist die Wasserhaltung zu planen.

## 5.4 Wiedereinbau von Erdaushub

Der Aushub ist für den Wiedereinbau geeignet, sofern er nicht zu feucht ist.

Bei zu feuchten Böden kann ein gut verdichteter Einbau nur mit Branntkalkzugabe von 2 bis 3 % der Bodentrockenwichte erfolgen. Mehr ist kontraproduktiv.

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**

Die Abnahme der Gründungssohlen ist aufgrund der Auffüllungen erforderlich. Es wird empfohlen den Unterzeichner zur Sichtung (Abnahmen) der Baugruben zu rufen.

Die Abnahme der Gründungssohlen ist wenige Wochen vorher gemeinsam zu planen und einige Tage vorher zu terminieren.

Bearbeiter: Dipl.- Ing. Sigurd Streim

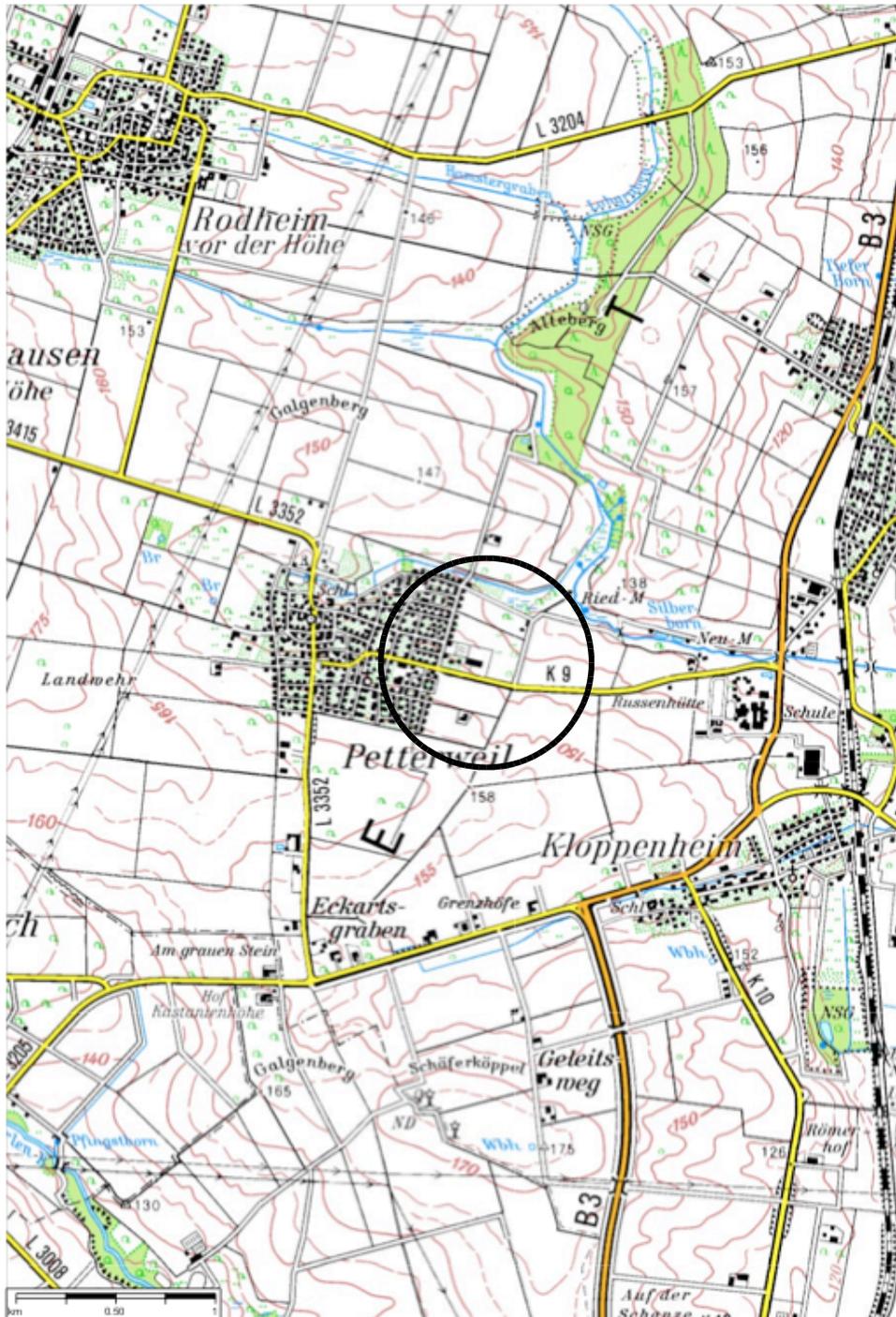
STREIM Bodengutachter  
Geologen und Ingenieure

# Lage in Topografischer Karte

Maßstab 1 : 25.000

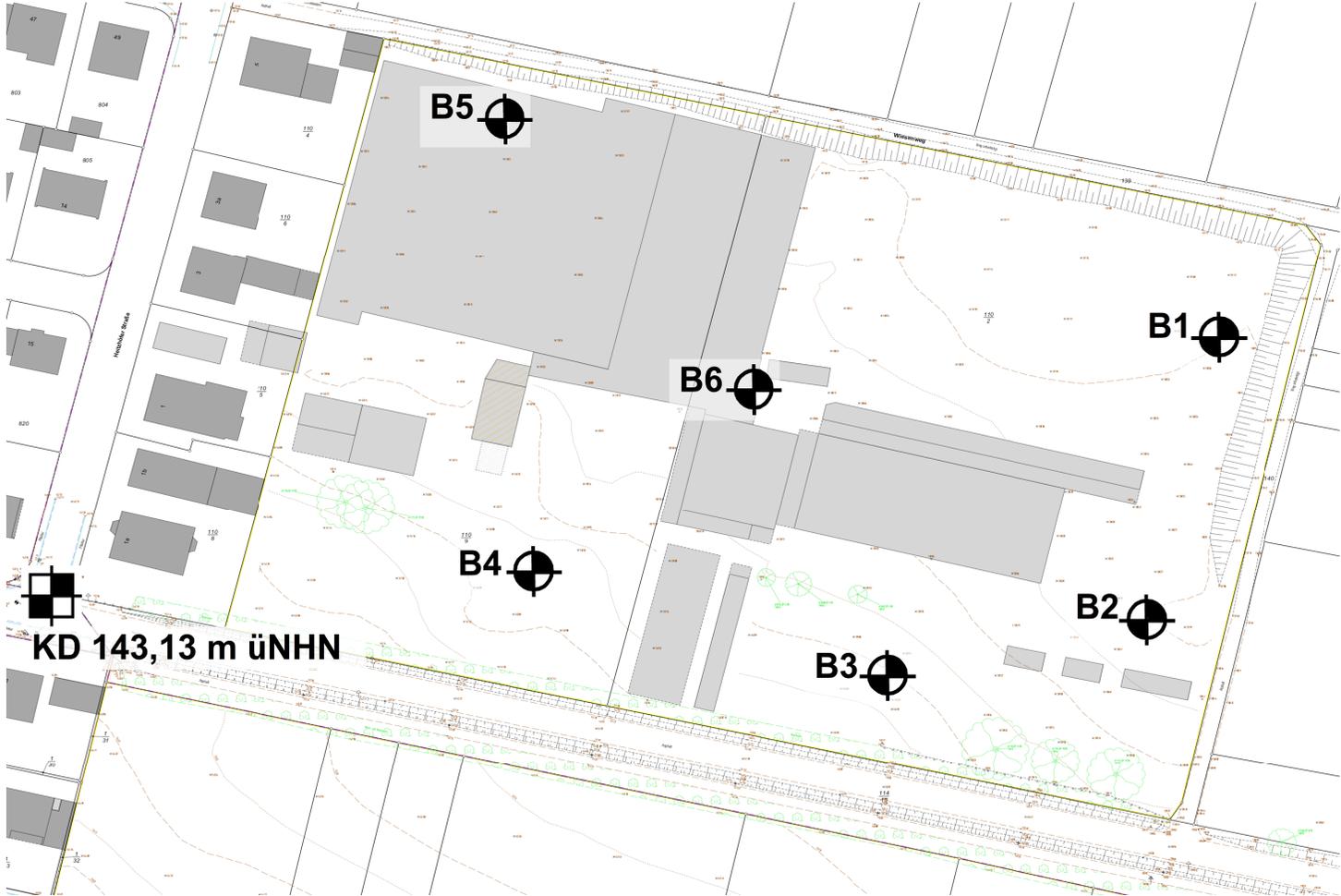
**STREIM**  
Bodengutachter

Geologen und Ingenieure



# Lage der Bohrungen

Maßstab 1 : 1 500



# 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:**

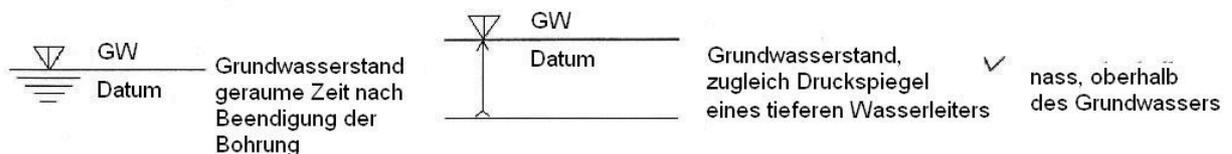
x	steinig	s	sandig	t	tonig	'	Apostroph bedeutet schwach
g	kiesig	u	schluffig	h	torfig	ˉ	überstrichen bedeutet stark
				o	organisch		

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

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

**Konsistenzen:**

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



## Bohrung 1

Ansatz: 137,92 m üNHN

Ausführung: 13.05.2020

<b>Tiefe in m</b>	<b>Schichten</b>
0,00 bis 0,10	Auffüllung (Sand, orange, locker Reitplatz)
bis 1,00	Auffüllung (Sand, stark schluffig, dunkelgrau, mit Schlacke, Ziegel, Basaltschotter 20%, dicht)
bis 3,10	Auffüllung (Schluff, stark sandig, mittelgrau, Ziegel und Basaltschotter 5%, steif)
bis 3,80	Schluff, tonig, graubraun, schwach kalkhaltig, steif (Lösslehm)
bis 6,00	Schluff, hellbraun, gräulich, kalkhaltig, steif (Löss)

Grundwasser: Wasserstand im Bohrloch bei 2,00 m Tiefe

## Bohrung 2

Ansatz: 137,97 m üNHN

Ausführung: 13.05.2020

<b>Tiefe in m</b>	<b>Schichten</b>
0,00 bis 0,10	Betonverbundsteinpflaster, grau
bis 0,60	Auffüllung (Sand, graubraun und Basaltschotter, Ziegelstücke, dicht)
bis 1,00	Schluff, tonig, mittelbraun, kalkfrei, steif (Lösslehm)
bis 6,00	Schluff, ab 4,00 m schwach feinsandig, gelbbraun, kalkhaltig, steif (Löss)

Grundwasser: Wasserstand im Bohrloch bei 4,40 m Tiefe

# Schichtenverzeichnis

## Bohrung 3

Ansatz: 139,76 m üNHN

Ausführung: 13.05.2020

<b>Tiefe in m</b>	<b>Schichten</b>
0,00 bis 0,80	Auffüllung (Sand, schwach schluffig, Glas, Schotter, Ziegelstücke 10%, graubraun, dicht)
bis 1,00	Schluff, schwach tonig, hellbraun, kalkhaltig, steif (Löss)
bis 2,00	Schluff, gelbbraun, stellenweise schwach gräulich, kalkhaltig, steif (Löss)
bis 5,60	Schluff, gelbbraun, schwach gräulich, kalkhaltig, mäßig steif (Löss)
bis 6,00	Schluff, kiesig, tonig, orangebraun, kalkfrei, sehr steif

Grundwasser: Kein Wasserstand im Bohrloch

## Bohrung 4

Ansatz: 140,63 m üNHN

Ausführung: 13.05.2020

<b>Tiefe in m</b>	<b>Schichten</b>
0,00 bis 0,40	Mutterboden, braun
bis 1,20	Schluff, tonig, mittelbraun, kalkfrei, steif (Lösslehm)
bis 6,00	Schluff, gelbbraun, kalkhaltig, steif (Löss)

Grundwasser: Wasserstand im Bohrloch bei 2,90 m Tiefe

# Schichtenverzeichnis

## Bohrung 5

Ansatz: 138,44 m üNHN

Ausführung: 13.05.2020

<b>Tiefe in m</b>	<b>Schichten</b>
0,00 bis 0,40	Auffüllung (Basaltschotter, grau, dicht, Fahrweg)
bis 1,60	Auffüllung (umgelagerter Löss und Lösslehm, hellbraun, Gelände wurde eingeebnet für Gewächshäuser, steif)
bis 2,00	alter Mutterboden, braun, steif
bis 2,70	Schluff, tonig, hellbraun, kalkfrei, steif (Lösslehm)
bis 6,00	Schluff, gelbbraun, kalkhaltig, mäßig steif (Löss)

Grundwasser: Kein Wasserstand im Bohrloch

## Bohrung 6

# Schichtenverzeichnis

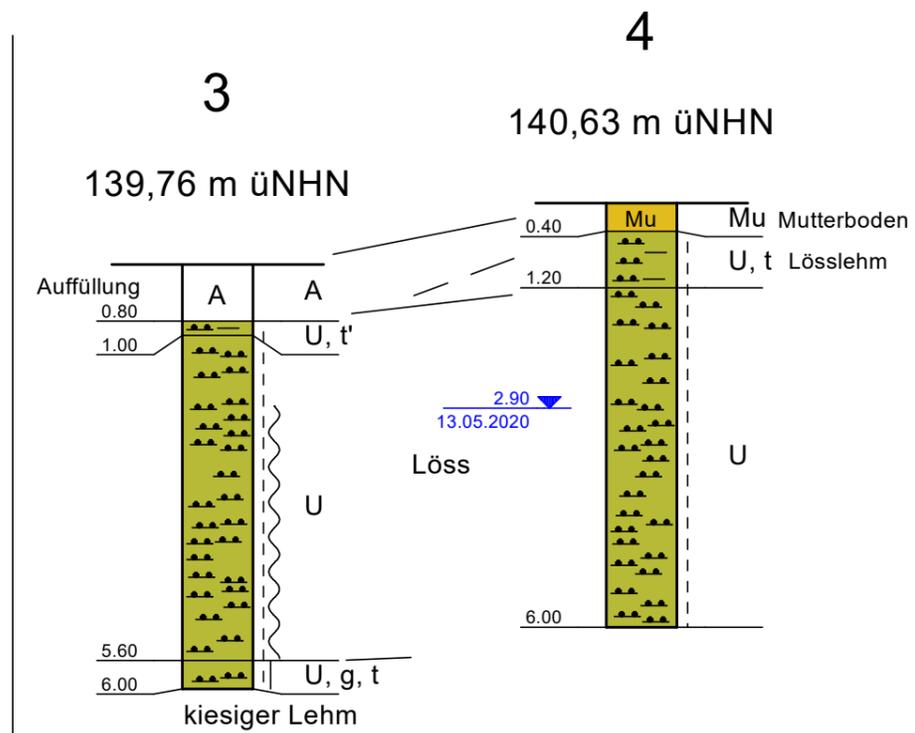
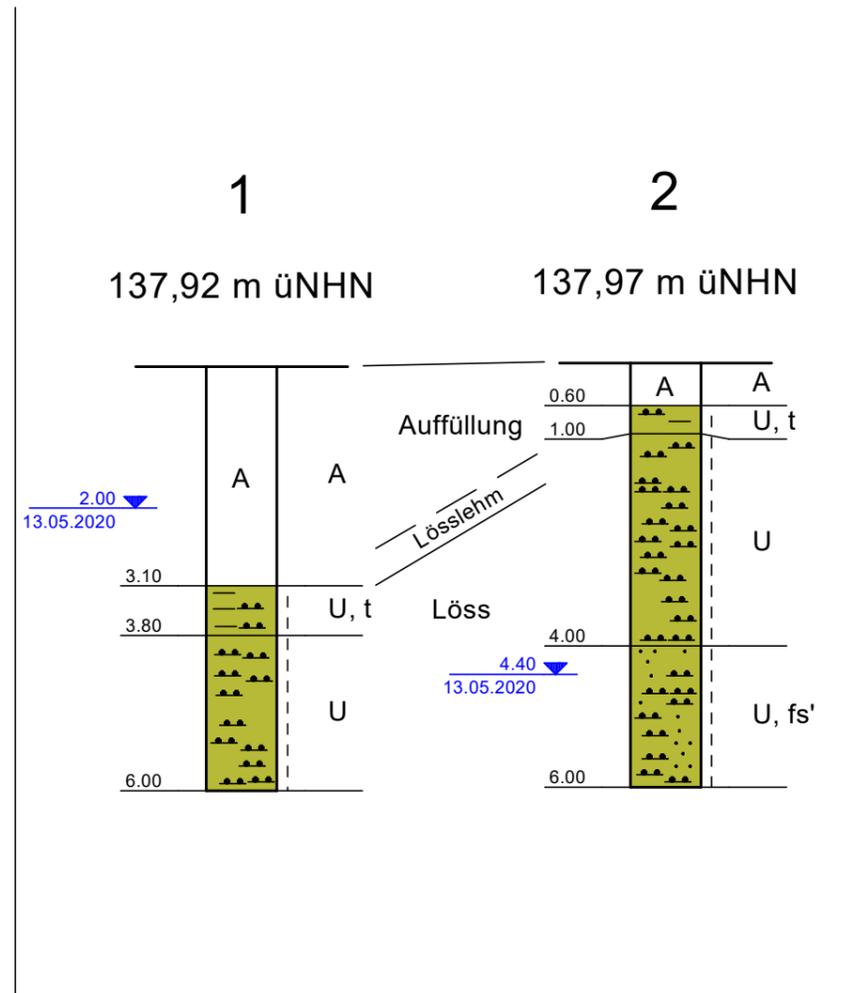
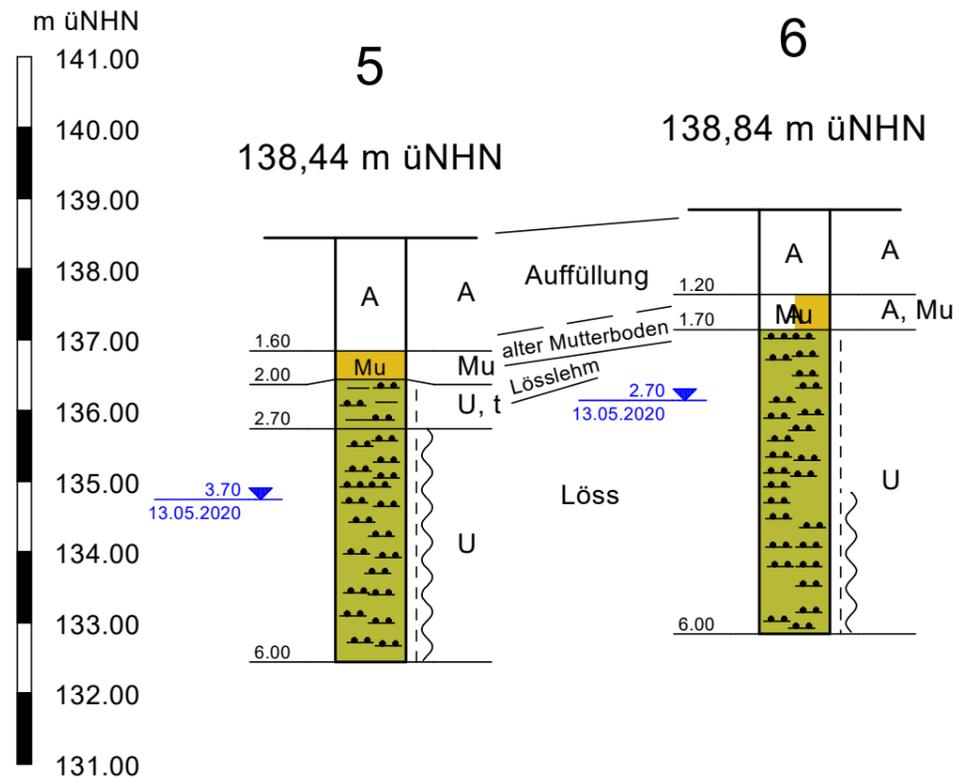
Ansatz: 138,84 m üNHN  
Ausführung: 13.05.2020

<b>Tiefe in m</b>	<b>Schichten</b>
0,00 bis 0,10	Betonverbundsteinpflaster, grau
bis 0,40	Auffüllung (Sand, kiesig, Basaltschotter, graubraun, dicht)
bis 1,20	Auffüllung (Schluff, tonig, stellenweise sandig, kiesig, graubraun, dicht bzw. steif)
bis 1,70	Auffüllung-alter Kulturboden, Schluff, tonig, mittelbraun, kalkfrei, steif (Lösslehm und alter Mutterboden)
bis 6,00	Schluff, gelbbraun, kalkhaltig, steif ab 4,00 m mäßig steif (Löss)

Grundwasser: Wasserstand im Bohrloch bei 2,70 m Tiefe

Geologische Aufnahme: Dipl.-Geol. Horst Schaffrath

# Schnitte 5 - 6 - 1 - 2 - 3 - 4



Jede Bohrung besitzt eine eigene Tiefenzählung beginnend mit 0,00 m  
 Zum Profil sind die Schichtenverzeichnisse zu beachten.  
 Maßstab der Höhe 1 : 100  
 Blattformat: DIN A3