

Büro für angewandte Geowissenschaften – 72074 Tübingen – Nauklerstraße 37A

Universitätsstadt Tübingen
Fachbereich Tiefbau
Brunnenstraße 3

72074 Tübingen



Baugrunderkundung
Gründungsberatung
Altlastenerkundung
Bodenmechanik
Umweltgeologie
Deponietechnik
Hydrogeologie

14.10.2019
Az 19 091

GEOTECHNISCHES GUTACHTEN

für die geplante Erschließung des Baugebietes

„Hinter den Wiesen/Alter Landgraben“

in Tübingen-Weilheim

INHALT

Seite

1.	Allgemeines und Aufgabenstellung.....	3
2.	Lage und allgemeine geologische Verhältnisse.....	3
3.	Durchgeführte Untersuchungen.....	3
4.	Ergebnisse der Untersuchungen.....	4
4.1	Schichtaufbau des Untergrunds	4
4.2	Hydrogeologische Verhältnisse	5
5.	Kanalbaumaßnahmen.....	5
5.1	Auflagerung der Rohrleitungen.....	5
5.2	Aushub von Leitungsgräben	6
5.3	Verfüllung der Leitungsgräben.....	7
6.	Hinweise zum Straßenbau	8
7.	Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten	10
8.	Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300 für den Zustand beim Lösen.....	10
9.	Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen	11
10.	Schlussbemerkungen	12

ANLAGEN

- Anlage 1: Lageplan mit eingezeichneten Aufschlusspunkten
- Anlage 2: Schichtprofile der Schürfgruben

1. Allgemeines und Aufgabenstellung

Die Stadt Tübingen plant die Erschließung des Baugebietes „Hinter den Wiesen/Alter Landgraben“ in Tübingen-Weilheim. Mit Schreiben (E-Mail) vom 05. September 2019 wurde unser Büro beauftragt, die Untergrundverhältnisse im geplanten Erschließungsgebiet mit Schürfgruben zu erkunden und ein geotechnisches Gutachten für die geplante Erschließung zu erstellen.

Zur Bearbeitung des Auftrags stand uns ein Bebauungsplanentwurf im Maßstab 1 : 750, gefertigt mit Datum 27.04.2016 von der Stadtplanung Tübingen zur Verfügung, in dem von den Planern die Untersuchungspunkte eingetragen waren.

Anhand dieses Plans und aufbauend auf den Ergebnissen der durchgeführten Untergrunderkundung entstand das vorliegende Gutachten.

2. Lage und allgemeine geologische Verhältnisse

Das geplante Baugebiet „Hinter den Wiesen/Alter Landgraben“ liegt am Ostrand von Tübingen-Weilheim zwischen der Bronnackerstraße im Norden und der Talstraße im Süden. Das Gelände wurde bisher landwirtschaftlich genutzt.

Der natürliche Untergrund wird unter einem schwach humosen **Oberboden** von bindigem, quartärem **Lösslehm** aufgebaut, unter denen die Schichten des Gipskeupers (km1) in größeren Tiefen folgen.

3. Durchgeführte Untersuchungen

Zur direkten Erkundung des Schichtaufbaus des Untergrunds wurden am 02.10.2019 mit einem Bagger der Bauunternehmung Kürner, Tübingen fünf Schürfgruben angelegt, die Tiefen von 3,1 m (SG 3) bis 3,4 m unter Gelände (SG 1) erreichten.

Die Lage der Schürfgruben ist auf dem Lageplan der Anlage 1 dargestellt. Die Festlegung der Punkte, Einmessung und Absteckung erfolgte bauseits, wobei die Schürfgarbe SG 1 leitungsbedingt verschoben werden musste.

Der erschlossene Schichtaufbau des Untergrunds wurde durch uns geologisch und bodenmechanisch aufgenommen. Die Schichtprofile der Schürfgruben sind auf der Anlage 2 nach DIN 4023 graphisch dargestellt.

4. Ergebnisse der Untersuchungen

4.1 Schichtaufbau des Untergrunds

In den Schürfgruben wurde zuoberst ein ca. 0,1 - 0,3 m mächtiger, schwach humoser **Oberboden** aus tonigem Schluff erschlossen.

Darunter wurde in allen fünf Schürfgruben **Lösslehm** aus schwach tonigem, schwach feinsandigem Schluff angetroffen. Die Konsistenz lag z.T. im weichen (SG 3, SG 5), jedoch überwiegend im steifen bis halbfesten Bereich. Der Lösslehm wurde bis zu den jeweiligen Endtiefen der Schürfgruben angetroffen.

Hierunter folgen die Schichten des Gipskeupers (km1), die in den durchgeführten Schürfgruben nicht mehr erschlossen wurden.

Somit wurde der folgende Homogenbereich erschlossen:

A: Lösslehm

Nach an vergleichbaren Böden durchgeführten Laboruntersuchungen ist der Lösslehm in die Bodengruppen TL und TM (leicht- und mittelplastische Tonböden) einzustufen.

Anmerkungen zu den Bodengruppen nach DIN 18 196

TL = leicht plastische Tone (Fließgrenze $w_L < 35$ Gew.-%)

TM = mittelplastische Tone (Fließgrenze w_L 35 bis 50 Gew.-%)

4.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Während der Schichtaufnahme wurden in den Schürfgruben bis zum Wiederverfüllen keine direkten Grundwasserzutritte festgestellt. Das Grundwasser zirkuliert unterhalb der Schürfgrubenendtiefen.

Die Höhenlage des Grundwasserspiegels unterliegt erfahrungsgemäß jahreszeitlichen und witterungsbedingten Schwankungen. Der höchstmögliche Grundwasserstand ist uns nicht bekannt; er könnte nur anhand langfristiger Pegelmessungen ermittelt werden.

In Abhängigkeit von der Jahreszeit und dem Witterungsverlauf muss oberhalb des Grundwasserspiegels mit gelegentlichen Schicht- und Sickerwasserführungen auf verschiedenen Niveaus gerechnet werden.

Die Durchlässigkeit des anstehenden Lösslehms liegt in der Größenordnung von $k_f \leq 10^{-7}$ m/s.

5. Kanalbaumaßnahmen

5.1 Auflagerung der Rohrleitungen

Konkrete Planunterlagen zu den Tiefenlagen der geplanten Kanalsohlen liegen uns nicht vor. Vermutlich liegen die Kanaltiefen voraussichtlich zwischen 2 und 3 m unter Gelände. Nach den Ergebnissen der Schürfgruben wird im Baugebiet in den Kanalgräben nur Lösslehm angetroffen.

Bei den festgestellten Untergrundverhältnissen genügt es generell ein Sand-Feinkies-Auflager nach DIN EN 1610: 1997-10, Abschnitt 7.2.1 (Typ 1) als Rohrbettung einzubringen. Um schädliche Punkt- und Linienauflagerungen zu vermeiden, ist darauf zu achten, dass die nach DIN EN 1610 geforderte Mindestdicke des Sand-Feinkies-Auflagers von 10 cm eingehalten wird.

Weichzonen an den Grabensohlen, was nach den durchgeführten Schürfgruben immer wieder zu erwarten ist, müssen ausgeräumt und durch das Material der Rohrbettung ersetzt werden. Bei größeren Dicken von Weichschichten empfehlen wir, einen Bodenaustausch durchzuführen.

Als Austauschmaterial kommt in erster Linie ein Schotter-Splitt-Gemisch der Kornabstufung 0/45 (= Schottertragschichtmaterialien nach ZTV SoB-StB 04¹) in Betracht. Die maximal erforderliche Dicke des Bodenaustausches kann nach der Beziehung $D \approx 0,5 \cdot DN$ (m) ermittelt werden. Hierbei ist DN die Nennweite der Leitung in m.

5.2 Aushub von Leitungsgräben

Die Leitungsgräben können bei entsprechenden Platzverhältnissen unter Beachtung der Richtlinien der DIN 4124 bis zu einer Böschungshöhe von 5 m mit einer Neigung von $\beta \leq 45^\circ$ angelegt werden. Bei Weichzonen bzw. Wasserzutritten müssen entsprechende Abflachungen vorgenommen werden. Die übrigen Hinweise der DIN 4124 (z.B. unbelastete Böschungskronen) sind zu beachten.

Die Richtlinien der genannten DIN-Norm (z.B. lastabhängiger Abstand zu Böschungskronen) sind unbedingt zu beachten. Eine Abdeckung der Baugrubenböschungen mit einer Folie, die über die Böschungskrone gezogen werden muss, ist zum Schutz gegen Witterungseinflüsse zwingend erforderlich. Auf den Böschungskronen dürfen keine Materialien, auch kein Aushub, gelagert werden.

Können keine freien Böschungen angelegt werden bzw. sollen die Aushub- und Verfüllmassen minimiert werden, sind Verbaumaßnahmen zu ergreifen. Hierbei wäre es denkbar, die Leitungsgräben durch ein wanderndes Verbaugerät (z.B. Krings-Verbausystem) zu sichern, bei dem die Verbauplatten im Zuge des Aushubs abgesenkt werden. Hierbei sind für Einbautiefen bis 3,7 m Einfachgleitschienen und bis 7,4 m Doppelgleitschienen zu verwenden. Überschreiten die Grabenbreiten 1,4 m bzw. 1,6 m, kann ein E+S-Verbausystem eingesetzt werden, welches erfahrungsgemäß günstiger ist als ein Trägerverbau. Auch bei der Anordnung eines Verbaus sind die entsprechenden Richtlinien der DIN 4124 zu beachten. Beim Ziehen des Verbaus darf die Rohrleitung weder beschädigt werden, noch darf sich die Lage verändern.

¹ ZTV SoB-StB 04: **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau**, hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln, 2004

Zur Ableitung von anfallendem Sickerwasser sind, v.a. nach vorangegangenen Niederschlägen, Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich. Hierbei kann das anfallende Wasser an der Grabensohle gesammelt und über Pumpensümpfe abgeleitet werden. Die Grabensohle sollte möglichst mit einem leichten Quergefälle versehen werden, um Aufweichungen zu vermeiden.

5.3 Verfüllung der Leitungsgräben

In der Leitungszone (bis 30 cm über Rohrscheitel) ist als Füllmaterial steinfreier Boden mit einem Größtkorn von 22 mm bei Rohrleitungen bis DN 200 und 40 mm bei größeren Leitungen zu verwenden (DIN EN 1610, Abschnitt 5.2.1). Hierzu kommen z.B. Sand-Splitt-Gemische der Abstufung 0/22 in Betracht. Für die Verfüllung sind die Angaben im Abschnitt 11 der DIN EN 1610 zu beachten.

Oberhalb der Leitungszone hängen die Anforderungen an Art und Qualität des Verfüllmaterials im Wesentlichen von der späteren Nutzung ab. Während in Straßenbereichen nur geringe Setzungen des Verfüllmaterials auftreten sollten, können in Grünanlagen derartige Verformungen ohne weiteres in Kauf genommen werden.

Der anfallende Lösslehm weist eine geringe Eignung für einen verdichteten Wiedereinbau auf. Bei den Schluff- und Tonböden liegen die Wassergehalte weitestgehend oberhalb der für die Verdichtung optimalen Werte. Hieraus ergibt sich, dass diese Böden nur dann setzungsarm und optimal verdichtet werden können, wenn ihr Wassergehalt durch Bodenverbesserungsmaßnahmen mit hydraulischen Bindemitteln verringert wird. Außerdem muss das für den Wiedereinbau vorgesehene Material beim Zwischenlagern gegen Durchfeuchtung gesichert werden.

Die Bodenverbesserung muss dabei über die gesamte Dicke der Grabenverfüllung erfolgen, um durchgehend eine optimale Verdichtung des Bodens zu erzielen. Aufgrund der angrenzenden Bebauung müssen Bindemittel emissionsarm eingearbeitet werden bzw. muss eine Mischung auf einem Gelände entsprechend entfernt vom bebauten Bereich erfolgen.

Weiche Böden sind für einen Wiedereinbau in Leitungsgräben und Arbeitsräumen generell nicht geeignet.

Beim Einbau unter Verkehrsflächen müssen die entsprechenden Kriterien hinsichtlich Tragfähigkeit, Verdichtung und Frostsicherheit erfüllt sein (vgl. Abschnitt 6). Im Hinblick auf eventuelle Eigensetzungen der Grabenverfüllung wäre es günstig, den Straßenaufbau so spät wie möglich aufzubringen.

Sollten Setzungen der Grabenverfüllung deutlich reduziert werden bzw. bei langanhaltender feuchter Witterung, müssen die Gräben mit körnigem, gut verdichtbarem Fremdmaterial lagenweise verdichtet verfüllt werden. Um einen Schadstoffeintrag zu verhindern, sollten solche gut durchlässigen Grabenverfüllungen versiegelt werden. Da der Kanal voraussichtlich in der Straße verlegt wird, empfehlen wir zur Verfüllung körniges Fremdmaterial zu verwenden.

Für die Ausführung der Verfüllarbeiten und die Prüfung der geforderten Verdichtungsqualität gelten die entsprechenden Ausführungen der ZTVE-StB 17². Die Verdichtungsqualität innerhalb der Kanalgräben muss durch eine repräsentative Anzahl von Plattendruckversuchen oder Rammsondierungen überprüft werden.

Bei der Durchführung von Plattendruckversuchen oder Dichteprüfungen ist darauf zu achten, dass diese auf jeder Lage der Grabenverfüllung durchgeführt werden (und nicht erst auf der fertigen Verfüllung), so dass man gegebenenfalls rechtzeitig geeignete Maßnahmen (z.B. Einbau von grobkörnigem Fremdmaterial) ergreifen kann.

6. Hinweise zum Straßenbau

Das Erdplanum der Straßen wird im Lösslehm verlaufen. Beim Bau der Straßen muss eine ausreichende Tragfähigkeit und Frostsicherheit des Straßenaufbaus erzielt werden. Grundlagen sind die Richtlinien der RStO 12³ und der ZTVE-StB 17. Die geplanten Erschließungsstraßen werden voraussichtlich als Wohnstraßen in die Belastungsklassen Bk1,0 gemäß RStO 12 eingestuft werden. Entsprechend den genannten Richtlinien sind in diesem Fall folgende Anforderungen zu erfüllen:

² ZTVE-StB 17: **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau.** Hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln, Fassung 2017

³ RStO 12: **Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen,** Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2012

Verdichtungsgrad des Erdplanums:	$D_{Pr} = 97\%$ (Luftgehalt $n_L < 12\%$)
Verformungsmodul auf dem Erdplanum:	$E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$
Verformungsmodul an der Oberfläche der Frostschuttschicht:	$E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$
Mindestdicke des gesamten frostsicheren Aufbaus:	60 cm, da der Untergrund aus Böden der Frostempfindlichkeitsklassen F2 und F3 besteht (vgl. RStO 12, Tabelle 6)

Auf dem verdichteten Planum des anstehenden bindigen Untergrunds lässt sich dieser Wert, auch bei optimaler Verdichtung, nicht überall erreichen. Die erzielbaren E_{v2} -Werte liegen in den bindigen Böden in einer Größenordnung von ca. 5 MN/m^2 .

Bei den zu erwartenden E_{v2} -Werten müssen, wenn ein Aufbau nach den Belastungsklassen Bk1,0 mit den entsprechenden Kriterien der Tragfähigkeit ($E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ an der Oberkante Frostschuttschicht) hergestellt werden soll, entsprechende Bodenverbesserungsmaßnahmen durchgeführt werden.

Hierzu kommen folgende Maßnahmen in Betracht:

- Stabilisierung des bindigen Erdplanums mit hydraulischem Bindemittel (Kalk-Zement-Gemische)
- Einwalzen von Grobschotter ins Erdplanum
- Erhöhung der Dicke der Frostschuttschicht über das durch das Frostschuttkriterium vorgegebene Mindestmaß hinaus

Aufgrund des durchgängig bindigen Untergrundes empfiehlt sich hier eine Stabilisierung des Erdplanums mit hydraulischem Bindemittel.

Die Verhältnisse auf dem Erdplanum sind in hohem Maße witterungsabhängig, da die anstehenden bindigen Böden bei Wasseraufnahme rasch in den weichen Zustand übergehen. Dies hat Auswirkungen auf die Erarbeiten zur Herstellung des Erdplanums. Nach starken Niederschlägen ist die Befahrbarkeit des Erdplanums mit normalen Baufahrzeugen nicht bzw. nur eingeschränkt gewährleistet. Auch aus diesem Grund empfiehlt sich eine hydraulische Stabilisierung.

Für sämtliche Erdarbeiten gelten die einschlägigen Richtlinien des Erdbaus (ZTVE-StB 17 sowie der ZTVT-StB 95⁴).

7. Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten

Grundlage für die Beurteilung der Möglichkeiten zur Versickerung und zur Bemessung von Versickerungsanlagen ist das DWA-Regelwerk Arbeitsblatt DWA-A 138⁵. Nach diesem Regelwerk kommen für Versickerungsanlagen Locker- und auch Festgesteine in Frage, deren k_f -Werte im Bereich von 1×10^{-3} bis 1×10^{-6} m/s liegen.

Wie in Abschnitt 4.2 beschrieben, liegt die Durchlässigkeit des anstehenden Lösslehms in einer Größenordnung von $k_f \leq \text{ca. } 10^{-7}$ m/s. Somit kommt der anstehende Lösslehm für eine Versickerung von Oberflächen- und Dränagewasser nicht in Betracht.

In Frage kommen hier nur Retentionssysteme und es kann geprüft werden, ob eine zumindest teilweise Einleitung in den angrenzenden „Landgraben“, der in den Neckar mündet, möglich ist.

8. Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300 für den Zustand beim Lösen

Tabelle 1:

Schichtkomplex/Homogenbereich	Boden- bzw. Felsklasse	
	nach DIN 18 300	nach DIN 18 301
Oberboden	1	BO 1
Lösslehm	4 und 5	BB 2 - 3

⁴ ZTVT-StB 95: **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen** und Richtlinien für Tragschichten im **Straßenbau**, hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln 1995, Fassung 2002

⁵ „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ Arbeitsblatt DWA-A 138 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (ATV-DVWK), 2005

ANMERKUNGEN zu den Bodenklassen nach DIN 18 300

Klasse 1: Humoser, belebter Oberboden

Klasse 2: Bodenarten, die von flüssiger bis breiiger Beschaffenheit sind und die das Wasser schwer abgeben

Klasse 3: Sande, Kiese und Sand-Kies-Gemische mit bis zu 15 Gew.-% an Schluff und Ton (< 0,063 mm Korndurchmesser) und mit höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt

Klasse 4: bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität (Gruppen TL und TM nach DIN 18 196), die höchstens 30 Gew.-% Steine von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt enthalten sowie Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit einem Anteil von mehr als 15 Gew.-% Korngröße kleiner 0,063 mm

Klasse 5: hierzu gehören Bodenarten mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt und höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt sowie ausgeprägt plastische Tonböden (Gruppe TA nach DIN 18 196)

Klasse 6: Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt haben, jedoch stark klüftig, brüchig, bröckelig, schiefrig, weich oder verwittert sind sowie vergleichbare feste oder verfestigte bindige oder nichtbindige Bodenarten, sowie Böden mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt

Klasse 7: Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt und hohe Gefügefestigkeit haben und die nur wenig klüftig oder verwittert sind sowie Steine von über 0,1 m³ Rauminhalt

Hinsichtlich der Einstufung in Homogenbereiche der neuen VOB Teil C sind die Tabellen 1 und 2 sowie die Schichtprofile zu beachten. Sollte es bei der Einstufung in Boden- und Felsklassen zu Unstimmigkeiten zwischen der Bauherrschaft und den ausführenden Firmen kommen, sind wir gerne zur Klärung der diesbezüglich auftretenden Fragen bereit.

9. Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Tabelle 2:

Schichtkomplex	Wichte (kN/m ³) γ	Reibungs- winkel φ'	Kohäsion (kN/m ²) c'	Steifemodul (MN/m ²) E_s
Lösslehm	20	27,5°	4 - 8	6 - 8

Für Erddruckermittlungen im Bereich verfüllter, geböschter Arbeitsräume sind in der Regel die Kennwerte des Verfüllmaterials maßgebend. Im Einzelnen werden für verdichtet eingebautes Material folgende Ansätze vorgeschlagen:

- Schottergemische (auch Siebschutt):	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	$\varphi = 35^\circ$
- Kiesgemische:	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	$\varphi = 32,5^\circ$
- Bindige Böden (auch Aushubmaterial):	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	$\varphi = 25^\circ$

10. Schlussbemerkungen

Die Untergrundverhältnisse wurden anhand von fünf Schürfgruben beschrieben und beurteilt. Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf diese Untersuchungsstellen. Abweichungen von den im vorliegenden Gutachten enthaltenen Angaben können nicht ausgeschlossen werden. Es ist daher eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der während der Erdarbeiten angetroffenen Boden- und Grundwasserverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen im Gutachten erforderlich.

Die Angaben der zu erwartenden Bodenklassen nach DIN 18 300 oder der Schichtgrenzen können nicht für eine verbindliche Kostenermittlung herangezogen werden oder ein Aufmaß bei der Bauausführung ersetzen, da erfahrungsgemäß diese auch auf kurze Entfernung variieren können.

Das Gutachten wurde anhand der uns vorliegenden Pläne und Informationen ausgearbeitet. Ergeben sich Änderungen bezüglich der dem Gutachten zugrunde liegenden Planung (z.B. angenommene Kanaltiefen o.ä.), müssen die Angaben im vorliegenden Gutachten durch uns überprüft werden.

Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf die untersuchten Bereiche, eine Übertragung auf benachbarte Grundstücke ist nicht möglich. In den Schürfgruben wurden keinerlei Hinweise auf Verunreinigungen festgestellt.

In Zweifelsfällen sollten wir verständigt werden. Für die Beantwortung von Fragen, die im Zuge der weiteren Planung und Ausführung auftreten, sowie für die Durchführung und Auswertung von Kontrollprüfungen (Plattendruckversuche), stehen wir gerne zur Verfügung.

Tübingen, den 14. Oktober 2019



Digital unterschrieben von Steffen Potthoff
DN: cn=Steffen Potthoff, o=Angewandte
Geowissenschaften, ou,
email=steffen.potthoff@bfageo.de, c=DE
Datum: 2019.10.14 17:07:47 +02'00'

S. Potthoff
Dipl.-Geol.

unter Mitarbeit von H. Stäblein und G. Brütsch



Bodenproben
BP 01 bis 05
18.07.2019

SG 1

BP 02

SG 2

BP 03

SG 3

BP 04

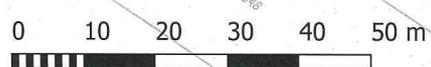
SG 4

BP 05

SG 5

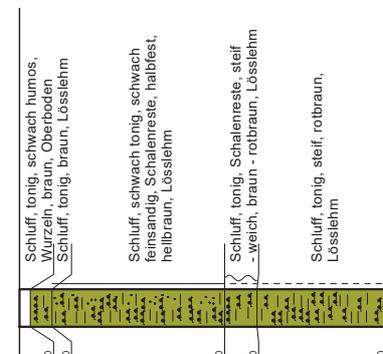
Hinter den Gärten

Wiesfleck



SG = Schürfgrube

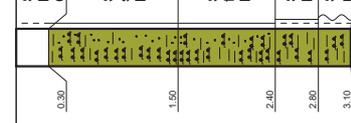
SG 5
338,66 m TüH



SG 4
338,09 m TüH



SG 3
337,06 m TüH



SG 2
337,12 m TüH



SG 1
336,56 m TüH



Büro für angewandte Geowissenschaften – 72074 Tübingen – Nauklerstraße 37A

Universitätsstadt Tübingen
Fachbereich Tiefbau
Brunnenstraße 3

72074 Tübingen



Baugrunderkundung
Gründungsberatung
Altlastenerkundung
Bodenmechanik
Umweltgeologie
Deponietechnik
Hydrogeologie

26.11.2019
Az 19 091.2

Erschließung des Baugebietes „Hinter den Wiesen/Alter Landgraben“ in Tübingen-Weilheim

Ergänzung zum Gutachten vom 14.10.2019; Hinweise zur Bebauung

1. Vorbemerkungen

Für dieses Projekt wurde von uns ein Baugrund- und Gründungsgutachten mit Datum 14.10.2019 erstellt. Der vorliegende Bericht enthält ergänzende Hinweise zur Bebauung

Da uns keine konkreten Pläne über die vorgesehene Bebauung vorliegen und die Aufschlüsse relativ weit auseinander liegen, können die folgenden Hinweise zur Bebauung nur allgemein gehalten werden. Sie können Einzelgutachten für die Bebauung nicht ersetzen. Der natürliche Untergrund von bindigem, quartärem **Lösslehm** aufgebaut, unter dem die Schichten des Gipskeupers (km1) in größeren Tiefen folgen.

2. Gründung von Gebäuden

Der **Lösslehm** stellt einen zwar tragfähigen, jedoch kompressiblen Baugrund dar. Die Zusammendrückbarkeit bindiger Böden ist allgemein umso größer, je höher der natürliche Wassergehalt (w_n) bzw. je geringer die Konsistenzzahl (I_c) des Bodens ist. Aufgrund der weitgehend steifen bis halbfesten Konsistenz sind diese Böden aber für geringe und mittlere Lasten ausreichend tragfähig.

Weiche Böden, die nur untergeordnet festgestellt wurden, sind grundsätzlich für eine Lastabtragung nicht geeignet.

- Grundsätzlich sind in Abhängigkeit von Konstruktion und auftretenden Lasten, Flachgründungen über Einzel- und Streifenfundamente möglich.
- Beim Entwurf von Gründungen ist darauf zu achten, dass gleichartige Lastabtragungsverhältnisse gewährleistet sind. Zur Vermeidung von Setzungsunterschieden müssen daher sämtliche Fundamente in gleich tragfähigen Böden verlaufen. Weiche Böden müssen in den Fundamentgruben sorgfältig ausgeräumt und durch Magerbeton (C12/15) ausgetauscht werden.
- Weiterhin ist zu beachten, dass die bindigen Böden schrumpffgefährdet sind. Hier kann es bei nichtunterkellerten, flach gegründeten Gebäuden zu entsprechenden Schäden durch Schrumpfsetzungen kommen. Dies ist bei der Gründungstiefe der Außenfundamente zu berücksichtigen, die entsprechend der allgemein zu erwartenden Schrumpftiefe bis 1,6 m unter fertiges Gelände geführt werden müssen.
- Die zulässigen Bodenpressungen müssen im Einzelfall in Abhängigkeit von der Konstruktion, den Lasten und der jeweiligen Einschnittstiefe, gegebenenfalls auf der Grundlage weiterer Aufschlüsse, festgelegt werden.
- Alternativ zu einer Gründung über Einzel- und Streifenfundamente bietet sich in den anstehenden bindigen Böden auch die Ausführung einer Plattengründung auf einer verdichteten Schottertragschicht an.
- Bei sehr hohen Lasten ist gegebenenfalls auch an die Ausführung einer Pfahlgründung zu denken. Für eine wirtschaftliche Bemessung ist dann die Ausführung von tieferreichenden Bohrungen erforderlich.

3. Schutz der Bauwerke gegen Durchfeuchtung

Bei Bauwerken, die ins Gelände einschneiden, müssen aus bautechnischer Sicht grundsätzlich Maßnahmen zum Schutz gegen Durchfeuchtung ausgeführt werden. Bei der Ausführung von Dränierungsmaßnahmen nach DIN 4095 (Ringdränage mit rückstaufreier Ableitung, Filterschicht usw.) können Abdichtungsmaßnahmen nach DIN 18533-1: 2017-07, Tabelle 1 für die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E („Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser“) ausgeführt werden.

Sofern Dränierungsmaßnahmen nicht zulässig sind bzw. kein Anschluss an den öffentlichen Kanal genehmigt wird, müssen Abdichtungsmaßnahmen für die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E („Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser“) nach DIN 18533-1: 2017-07 ausgeführt werden.

Alternativ können die Gebäude auch als WU-Konstruktion gemäß WU-Richtlinie 555 (sog. „weiße Wanne“) ausgebildet werden.

Wir empfehlen die Maßnahmen zum Schutz der Bauwerke gegen Durchfeuchtung frühzeitig mit den fachtechnischen Behörden abzustimmen.

Für die Beantwortung von Fragen, die im Zuge der weiteren Ausführung auftreten, stehen wir gerne zur Verfügung.

In Zweifelsfällen sind wir zu benachrichtigen.

Tübingen, den 26. November 2019

**Dr. Hubert
Gerweck**

Digital unterschrieben von Dr.
Hubert Gerweck
DN: cn=Dr. Hubert Gerweck,
o=Angewandte
Geowissenschaften, ou,
email=info@bfageo.de, c=DE
Datum: 2019.11.26 09:53:41
+01'00'

Dr. H. Gerweck
Dipl.-Geol.