



**BAUGRUNDUNTERSUCHUNG  
BV Neubau 5 Mehrfamilienhäuser und  
6 Reihenhäuser  
Dammweg Ecke Ringstraße  
Flst. 3308, 71101 Schönaich**

**Auftraggeber:**

Böblinger Baugesellschaft mbH  
Wilhelmstraße 33  
71034 Böblingen

**Gutachter:**

Ingenieurgesellschaft für Umweltanalytik  
Büro A. Szabady  
Talstraße 16  
73547 Lorch-Weitmars

**Bearbeitung:**

Christian Szabady, M.Sc. Umwelttechnik/Geo  
Ralph Schyle, Dipl.-Geol.

Projekt-Nr. 2022175

Stand: 17.11.2022 ergänzt 27.01.2023

## INHALTSVERZEICHNIS

### A. Verzeichnis des Textteils

	Seite
1. Veranlassung	1
2. Vorort- und Planungssituation, Topografie – allgemeine Geologie	2
3. Durchgeführte Maßnahmen	4
4. Untersuchungsergebnisse	6
4.1 Auswertung des Rammkern- und der Rammsondierprofile	6
4.2 Zuordnung der Schichten zu den Bodenklassen	9
5. Bodenmechanische Kennwerte	10
6. Grundwassersituation	11
7. Gründung der Gebäude	13
7.1 Bodenplattengründung	13
7.2 Gründbarkeit auf Streifen- und/oder Einzelfundamente	14
7.3 Stellplätze	16
8. Bauausführung, Baugrubensicherung	17
9. Altlasten Boden – Grundwasser	18
10. Erdbebenzone	20
11. Fazit	21

### B. Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1	1 x Übersichtslageplan mit Lage der Sondieransatzpunkte und
Anlage 2	1 x Nutrammkernsondierprofile, 4 x Rammsondierprofile, 1 x GW-Pegel
Anlage 3	1 x geologischer Schnitt NW - SE durchs geplante Baufeld
Anlage 4	3 x Setzungsberechnungen
Anlage 5	4 x Böschungsbruchberechnungen
Anlage 6	Analyseergebnisse Grundwasser-Boden aus B1
Anlage 7	Wasserandrang in Baugrube bei erreichten Bemessungswasserstand

## 1. Veranlassung

Die Bauherrschaft Böblinger Baugesellschaft mbH, Wilhelmstraße 33, 71034 Böblingen plant den Neubau von 5 Mehrfamilienhäuser + 6 Reihenhäuser mit gemeinsamer Tiefgarage in der Ringstraße Ecke Dammweg auf dem Flst. 3308 in 71101 Schönaich.

Um eine Aussage zur Baugrund- und Grundwassersituation treffen zu können hat die Bauherrschaft um eine Untersuchung der Baugrund- und Grundwassersituation durch unser Geologisches Büro gebeten und laut Angebot vom 29.07.2022 den Auftrag für die Durchführung der Baugrundbegutachtung am 23. August 2022 schriftlich erteilt.



## **2. Vorort- und Planungssituation, Topografie – allgemeine Geologie**

Das geplante Baufenster hat eine geographische Längsausrichtung von NW nach SE. Das Gelände im Baufenster ist nahezu eben, d.h. fällt auf eine Distanz von ca. 120 m von 446,05 m ü. NN im Westen auf ca. 445,41 m ü. NN im Osten, mit einer Höhendifferenz von ca. 0,64 m, ab.

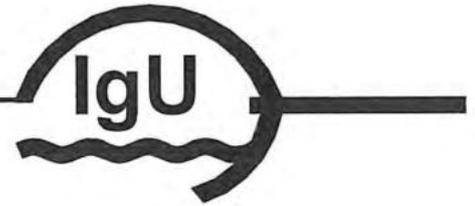
Eines der geplanten MFH hat einen quadratischen und 4 der geplanten MFH haben einen rechteckigen Umriss (Ausrichtung NW – SE). Die 6 Reihenhäuser im Südosten des geplanten Baufeldes haben eine Ausrichtung von nach NE – SW (siehe auch Übersichtslageplan in Anlage 1).

Die Mischbebauung mit 5 Mehrfamilienhäuser und 6 Reihenhäuser haben eine gemeinsame Tiefgarage im UG mit 61 Stellplätzen. Die Baugrubentiefe liegt gem. Architektenangaben zwischen 441,14 und 441,94 m ü. NN. Der Eingriff in das Gebäude beträgt demnach ca. 4,0 bis 4,5 m (siehe Anlage 3). Es sind noch mindestens 7 Stellplätze oberirdisch geplant. Die Zufahrt zur Tiefgarage erfolgt von Nordwesten vom Dammweg her.

Im Südosten und Südwesten grenzt Wohnbebauung mit dazugehörigen Gärten an das geplante Baufeld. Im Nordosten mit der Ringstraße und im Nordwesten mit dem Dammweg wird das geplante Baufeld von Straßen begrenzt.

Die geringmächtigen schluffigen und weichen bis steifen Deckschichten sind im geplanten Baufeld bis ca. 0,4 – 1,5 m u. GOK anzutreffen.

Im Liegenden der weichen bis steifen gelagerten Deckschichten ab 0,4 – 1,5 m u. GOK stehen die verwitterten bis gering verwitterten Sandsteine der Löwenstein-Formation kmLw (frühere Bezeichnung war Stubensandstein), mit dazwischen lie-



genden Ton- bzw. Tonmergelsteinhorizonten, an (Sandstein, Tonstein; Mittelkeuper (Löwenstein-Formation kmLw, früher Stubensandstein-Formation) [Restmächtigkeit]).

Die gering verwitterten Stubensandsteinschichten ab ca. 0,4 bis 4,0 m u. GOK sind durch einen Wechsel von Sand- und Tonsteinen charakterisiert. Nach den Erfahrungen aus anderen Gutachten findet sich oft ein ausgesprochen kleinräumiger Wechsel zwischen festen Gesteinsarten einerseits und entfestigter Verwitterungszonen andererseits. Zum Beispiel taucht nach wenigen Metern horizontaler Erstreckung eine Sandsteinlinse auf, verdickt sich zu einer Sandsteinbank, um schon nach kurzem Abstand wieder vollständig auszuweichen, um einem mürben, zersetzten, sandigen Tonstein Platz zu machen.

Kleinräumige Wechsel in der Bodenzusammensetzung auf dem Baugrubenplanum sind trotz einer Aufschlussdichte von 5 Sondierungen nicht vollkommen auszuschließen.

### 3. Durchgeführte Maßnahmen

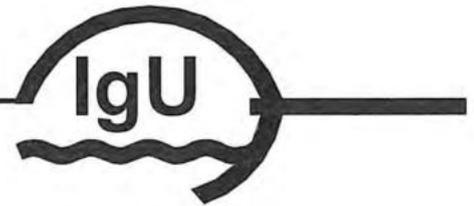
Am 06.09.2022 wurden die Aufschlussstellen durch den Geologen der IGU festgelegt und am 06.09.2022. im Untersuchungsraum 4 Rammsondierungen (RS) und 1 Rammkernsondierung (RKS) bis in den tragfähigen Untergrund niedergebracht, um die Bodenverhältnisse aufzuschließen. Für die Herstellung der Bodenaufschlüsse wurde die schwere Rammsonde (DPH) verwendet. Am 13.10.2022 wurde zusätzlich eine Kernbohrung bis 6 m u. GOK niedergebracht.

Die Interpretation der Rammsondierergebnisse vom 06.09.2022 richtet sich nach der Schlagzahl je 10 cm Eindringtiefe.

Das Verhältnis zwischen den Schlagzahlen der leichten Rammsonde DPL  $N_{10}$ , schweren Rammsonde DPH  $N_{10}$  und Bohrlochrammsondierung (BDP  $N_{30}$ ) und der Konsistenz / Dichte bindiger bzw. rolliger Böden nach Terzaghi-Peck wird in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Konsistenz / Lagerung	breiig oder sehr locker	weich oder locker	weich-steif oder locker bis mitteldicht	steif oder mitteldicht	halbfest oder dicht	fest oder sehr dicht
$N_{10}$ (DPL)	1 - 3	3 - 6	7 - 11	12 - 22	23 - 45	> 45
$N_{10}$ (DPH)		1 - 3	4 - 6	7 - 12	13 - 25	> 25
$N_{30}$ (BDP) (früher SPT)	1 - 2	3 - 6	7 - 10	11 - 15	16 - 30	> 30
D	> 0,080	0,080-0,2441	0,15 - 0,2	0,2441 - 0,3528	> 0,3528	
$I_D$	0,0267 - 0,1224	0,1224 - 0,2879	0,15 - 0,22	0,2879 - 0,3977	> 0,3977	
$E_s$ (MN/m <sup>2</sup> )		4 - 6	6 - 9	10 - 24	25 - 30	30 - 60
Entspr. $E_{v2}$ empirisch		5	15	20 - 30	30 - 50	> 50

Vergleich zwischen den Schlagzahlen von leichter Rammsonde (DPL), schwerer Rammsonde (DPH) und Bohrlochrammsondierung (BDP - früher Standard Penetration Test (SPT)) bei leichtplastischem und mittelplastischem und / oder rolligen Boden.



Für DPH gilt: Schlagzahlen bis 6 stellen einen lockeren bzw. locker-mitteldicht gelagerten bzw. nur weichen bis weich-steifen Untergrund dar. Böden mit Schlagzahlen < 7 sind der Bodenklasse II zuzuordnen.

Die Nutrammkernbohrungen erbringen ansprechbare Bodenprofile, aus denen Proben für die Untersuchung im bodenmechanischen Labor gewonnen werden können. Mit den bodenmechanischen Laborergebnissen können Bodenkennwerte für die Bestimmung der Gründbarkeit und eventuell notwendigen Verbaumaßnahmen ermittelt werden.

Die Ergebnisse sind in der Anlage 2 Bodenaufschlüsse und unter Punkt 5 Bodenmechanische Kennwerte der Böden aus der Nutrammkernbohrung wiedergegeben.

Die Rammkern- und Rammsondierprofile wurden in die geologische Beschreibung mit eingearbeitet.

#### 4. Untersuchungsergebnisse

##### 4.1 Auswertung der Rammkern-, Rammsondierprofile und Kernbohrung

Zu beachten ist, dass es sich bei einer Rammsondierung mit einer entsprechenden Schlagzahl z. B. um einen mitteldichten, sandigen oder kiesigen Horizont, aber auch um einen steifen Schluff oder Lehm handeln kann. Deshalb sind Rammkernsondierungen ergänzend sinnvoll.

Bei den Sondierungen angetroffenen Schichten gliedern sich im Untersuchungsraum (von oben nach unten in m) wie folgt:

###### **RKS 1 (ca. 445,57 m ü. NN)**

0,0 – 0,1	Schwarzdecke
0,1 – 1,5	Schluff, feinsandig, tonig, steif
1,5 – 4,0	Sand, Mergelstein, schluffig, tonig, mitteldicht, halbfest
4,0 – 4,5	Sandstein dicht, + Mergelstein fest (Sondierende = 4,5 m)

###### **RS 1 (ca. 445,56 m ü. NN)**

0,0 – 1,1	weich-steifer oder locker bis mitteldicht gelagerter Boden
1,1 – 1,3	steifer oder mitteldicht gelagerter Boden
1,3 – 1,4	halbfester oder mitteldicht-dicht gelagerter Boden
ab 1,4	fester oder dicht gelagerter Boden (Sondierende = 1,5 m)

###### **RS 2 (ca. 446,03 m ü. NN)**

0,0 – 1,1	weich-steifer oder locker bis mitteldicht gelagerter Boden
1,1 – 1,3	steifer oder mitteldicht gelagerter Boden
1,3 – 1,4	halbfester oder mitteldicht-dicht gelagerter Boden
ab 1,4	fester oder dicht gelagerter Boden (Sondierende = 1,5 m)

**RS 3 (ca. 446,07 m ü. NN)**

0,0 – 0,3      weich-steifer oder locker bis mitteldicht gelagerter Boden  
ab 0,3        fester oder dicht gelagerter Boden (Sondierende = 0,4 m)

**RS 4 (ca. 446,17 m ü. NN)**

0,0 – 0,7      weich-steifer oder locker bis mitteldicht gelagerter Boden  
0,7 – 0,9      steifer oder mitteldicht gelagerter Boden  
0,9 – 1,0      halbfester oder mitteldicht-dicht gelagerter Boden  
ab 1,0        fester oder dicht gelagerter Boden (Sondierende = 1,1 m)

**RS 5 (ca. 445,35 m ü. NN)**

0,0 – 3,7      weich-steifer oder locker bis mitteldicht gelagerter Boden  
3,7 – 6,8      steifer oder mitteldicht gelagerter Boden  
6,8 – 7,9      halbfester oder mitteldicht-dicht gelagerter Boden  
ab 7,9        fester oder dicht gelagerter Boden (Sondierende = 8,0 m)

**RS 6 (ca. 445,50 m ü. NN)**

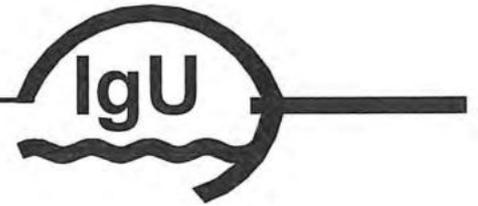
0,0 – 0,5      weich oder locker gelagerter Boden  
0,5 – 1,1      steifer oder mitteldicht gelagerter Boden  
ab 1,1        fester oder dicht gelagerter Boden (Sondierende = 1,2 m)

**RS 7 (ca. 445,50 m ü. NN)**

0,0 – 1,5      weich-steifer oder locker bis mitteldicht gelagerter Boden  
1,5 – 2,8      steifer oder mitteldicht gelagerter Boden  
ab 2,8        fester oder dicht gelagerter Boden (Sondierende = 2,9 m)

**RS 8 (ca. 445,40 m ü. NN)**

0,0 – 0,5      weich-steifer oder locker bis mitteldicht gelagerter Boden  
0,5 – 0,9      steifer oder mitteldicht gelagerter Boden  
ab 0,9        fester oder dicht gelagerter Boden (Sondierende = 1,0 m)



**RS 9 (ca. 445,30 m ü. NN)**

0,0 – 2,7	weich-steifer oder locker bis mitteldicht gelagerter Boden
2,7 – 6,1	steifer oder mitteldicht gelagerter Boden
6,1 – 7,5	halbfester oder mitteldicht-dicht gelagerter Boden
ab 7,5	fester oder dicht gelagerter Boden (Sondierende = 7,6 m)

**B 1 (ca. 445,50 m ü. NN)**

Die Bohrung schließt unter einer 15 cm dicken Asphaltsschicht bis – 0,45 m Schotter mit scharfem Übergang in einen sandigen Lehm auf. Ab - 0,9 m folgt ein gräulich verwitterter, leicht mergeliger, mürber Sandstein mit einer 20 bis 25 cm starken, lehmigen braunen Sandzwischenlage bis – 2 m. Bis – 2,6 m folgt ein brauner, verwitterter Sandstein, vollständig entfestigt, braun. Ab – 2,6 m beginnt ein Sandsteinfels, schwer bohrbar bis – 4,0 m, gefolgt von gut bohrbarem, schluffigem Sandstein bis - 5,3 m. Ab 5,4 m ist ein scharf abgegrenzter Übergang in olivfarbenen, tonigen Mergelstein, dicht, Wasserstauer.

#### 4.2 Zuordnung der Schichten zu den Bodenklassen

Schichteinheit	Boden bzw. Felsklasse nach DIN 18300
Schluff, weich-steif	2 - 3
Schluff, steif	3 - 4
Sandstein, Tonstein, gering verwittert, dicht	5 - 6

## 5. Bodenmechanische Kennwerte

	Schichteinheit	Schichteinheit	Schichteinheit
Bodenprobe	Schluff, weich-steif	Schluff, steif	Sandstein, dicht
Wichte über Wasser kN/m <sup>3</sup>	19,0	19,5	23
Wichte unter Wasser kN/m <sup>3</sup>	9,5	9,5	13
Bodenart nach DIN 18196	UL	UM	Fels
Bodenklasse nach VOB/C DIN 18300 Ausgabe 2012-09	2 - 3	3 - 4	5 - 6
Bodenklasse nach VOB-Ergänzung DIN 18300 Ausgabe 2015-08	B 1	B 2	X 1
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE)	F3	F3	Fels
Zustandsform, Konsistenz	weich-steif	steif	dicht
Kohäsion c' kN/m <sup>3</sup> / Scherfestigkeit	8	12	35
Innerer Reibungswinkel in gd	20,0	22,5	27,5
max. zulässige Bodenpressung kN/m <sup>2</sup>	80 - 100	150	380
Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ (kN/m <sup>2</sup> )	112	210	532
Steifemodul MN/m <sup>2</sup>	5	8	95

In dem erbohrten Bodenhorizont dichter Sandstein unter der Baugrubensohle im Bereich Bodenplatte Tiefgarage können eingeschwemmte schluffige-tonige Sedimente, mit geringerer Bodenbelastbarkeit als in der Tabelle 1 angegeben ist, enthalten sein. Dort, ist evtl. ein lokaler, geringer Bodenaustausch unter den Fundamenten / Bodenplatte erforderlich, um ein gleiches Setzungsverhalten der Fundamente / Bodenplatte zu erreichen. Hierbei ist Magerbeton verwendbar. Außermittige Fundamentbelastungen sind zu vermeiden.

Der Boden ist bauseits vom Geologen grundsätzlich anzusprechen!

Für eine frost- und witterungssichere Gründung ist darauf zu achten, dass die Fundamenten UK nach DIN 1054 mit 0,7 m u. GOK gegründet werden muss. Außermittige Fundamentbelastungen sind zu vermeiden.

## 6. Grundwassersituation

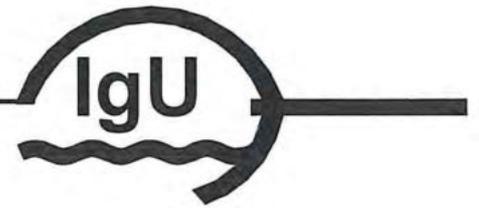
In den Aufschlüssen RKS und RS 1 bis RS 4 wurde kein Grundwasser festgestellt. Es ist jedoch aufgrund der Reduktionsflecken im Profilabschnitt -1,5 bis -1,7 m von RKS 1 mit Sickerwasser an den Baugrubenwänden während und nach Regenperioden zu rechnen.

In der Kernbohrung B1 (Bohransatz ca. 445,5 m ü. NN) wurden Wasserzutritte zwischen - 4,0 bis 4,5 m und 5,2 bis 5,4 m registriert. Hinweise auf temporäres Sickerwasser konnten bei - 2,6 bis 2,8 m festgestellt werden. Zusätzlich wurden Grundwassermessungen in B1 nach dem abteufen aus Ausbau Pegel B1 durchgeführt:

<i>Datum</i>	<i>GW-Stand m u. GOK</i>	<i>m ü. NN</i>
14.10.22	3,72	441,78
13.10.22	4,00	441,50
13.10.22	5,00	440,50
13.10.22	5,10	440,40

Die Messungen lassen auf gespannte Grundwasserverhältnisse schließen.

Sickerwasser wird nach neuer DIN als drückendes Wasser (Beanspruchungsklasse 1) eingeteilt. Weiterhin ist aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit (weichsteifer bis steifer Schluff) in den anstehenden Böden mit aufstauendem Sickerwasser (ebenfalls Beanspruchungsklasse 1) auf der Baugrubensohle und im wiederverfüllten Arbeitsraum zu rechnen. Die TG ist somit mit WU-Beton als „Weiße Wanne“ auszuführen, wenn über eine mind. 25 cm starke Dräntragschicht und Stichleitung kein Drainagewasser einer Kanalisation oder Vorflut zugeleitet werden kann.



Beanspruchungsklasse 1:

Ständig oder zeitweise drückendes Wasser. Grundwasser, Schichtwasser, Hochwasser oder anderes Wasser das hydrostatischen Druck ausübt (auch zeitlich begrenzt).

Beanspruchungsklasse 2:

Bodenfeuchte, kapillar im Boden gebundenes Wasser

Durchlässigkeit der Böden:

Schluff	$k_f = 5 \times 10^{-6} - 10^{-8} \text{ m/s}$
Sandstein, klüftig / gebankt	$k_f = 10^{-4} - < 10^{-7} \text{ m/s}$
Tonstein, mergelig / plastisch	$k_f = 10^{-7} - < 10^{-9} \text{ m/s}$

Die Drainageleitungen müssen, falls nicht in die Kanalisation eingeleitet werden darf, an eine, nach ATV zu dimensionierende, große Sickeranlage, mit Notüberlauf in die Kanalisation angeschlossen, werden.

Von einer Grundwasserhaltung während der Baumaßnahme ist grundsätzlich auszugehen. Eine Grundwasserführende Schicht wurde in der Bohrung B 1 ab 3,72 m u. GOK (entspr. 442,38 m ü. NN) festgestellt. Dies entspricht einem Bemessungswasserstand (+1 m) von 443,38 m ü. NN (2,72 m u. GOK). Die Baugrubensohle kommt zwischen 441,14 und 441,94 m ü. NN zu liegen und würde in Bezug auf den Bemessungswasserstand 443,38 ca. 1,44 m im Wasser stehen.

Der Wasserandrang in die Baugrube bei einem  $k_f$ -Wert =  $10^{-5} \text{ m/s}$  beträgt rechnerisch 0,3 bis 1,4 l/sec.

Bei Normalwasser wäre eine Absenkung des GW-Spiegel von ca. 0,40 m notwendig.

Ein Antrag auf vorübergehende Absenkung und Entnahme von Grundwasser während der Bauzeit ist beim Landratsamt Böblingen, Amt für Bauen und Umwelt, Parkstr. 16, 71034 Böblingen rechtzeitig anzuzeigen und bedarf einer wasserrechtlichen Erlaubnis.

## 7. Gründung der Gebäude

### 7.1 Bodenplattengründung

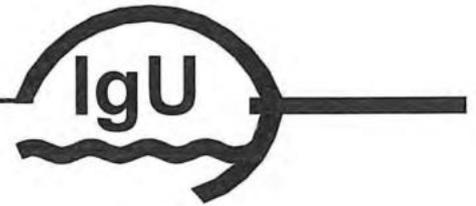
Bei einer Plattengründung werden Punkt- und Linienlasten aus Stützen und Wänden lateral bereits in der Bodenplatte verteilt, so dass der Untergrund geringer belastet wird.

Die weich-steifen und damit wenig gründungsfähigen Bodenschichten werden bei der Gründung der Bodenplatte für die gemeinsame Tiefgarage vollständig ausgeräumt. Somit steht auf der Baugrubensohle überall ein dichter gering verwitterter und gründungsfähiger Sandstein/Tonstein, teilw. mergelig, an. Der dichte Ton-Sandstein hat eine zulässige Bodenpressung von max. 380 kN/m<sup>2</sup>.

Ausgenommen hiervon ist der Bereich der geologischen Verwerfung im östlichen Rand des Baufeldes (s. Anlage 3, im Bereich RS 5 u. RS 9). Hier können steife Schluffe auf der Baugrubensohle anstehen, sodass in diesen Bereichen ein Boden-austausch bzw. eine Bodenverbesserung notwendig wird. Sollte die aus statischen Gründen nicht möglich sein wird ggf. eine kleinräumige Tiefengründung notwendig.

Vorbehaltlich der Diskussion mit dem Statiker ist dann eine Bodenplattengründung nach dem Aufbringen einer 0,20 m mächtigen, dränfähigen Tragschicht mit der Kornabstufung z. B. 4 - 32 mm und einer mindestens 0,20 m dicken Bodenplatte möglich.

**Beispielhafte Setzungsberechnung für eine 10 x 10 m große Bodenplatte auf 0,20 cm Tragschicht über dem dichten Sandstein und mit 100 kN/m<sup>2</sup> Gebäude-last ergeben einen Setzungsbetrag von 0,47 cm (siehe Anlage 4).**



50 % der auftretenden Setzungen klingen schon während der Bauphase ab, so dass langfristige Setzungen von ca. 0,23 cm zu erwarten sind, was jedoch auskömmlich ist.

Nach dem Aufbringen einer 0,25 m mächtigen, drämfähigen Tragschicht mit der Kornabstufung z. B. 4 - 32 mm und einer mindestens 0,20 m dicken Bodenplatte (Dimensionierung durch den Statiker) ist eine Bodenplattengründung möglich.

## **7.2 Gründbarkeit mittels Streifen- und oder Einzelfundamente (unter den lastabtragenden Gebäudeelementen) auf den dichten Sandstein**

Wenn wenig Setzungen erwünscht oder wenn die Tiefgarage mit Knochensteinen erstellt wird, hat eine Gründung mittels Streifen- und oder Einzelfundamente (Fundamente unter den lastabtragenden Stützen und Außenwänden) bis auf den dichten Sandstein zu erfolgen. Die Streifen- und / oder Einzelfundamente sollen auf den dichten Sandstein (Bodenklasse 5 - 6) aufsetzen, der ab Baugrubensohle ansteht.

**Beispielhafte Setzungsberechnung für ein 1,0 x 1,0 m großes Einzelfundament und aufsetzen auf den dichten Sandstein und mit 500 kN Stützlast** ergeben einen Setzungsbetrag von 0,55 cm.

50 % der auftretenden Setzungen klingen schon während der Bauphase ab, so dass langfristige Setzungen von ca. 0,27 cm zu erwarten sind.

**Beispielhafte Setzungsberechnung für ein 10 x 0,5 m großes Streifenfundament und aufsetzen auf den dichten Sandstein und mit 220 kN/m Streifenfundamentlast** ergeben einen Setzungsbetrag von 0,64 cm.

50 % der auftretenden Setzungen klingen schon während der Bauphase ab, so dass langfristige Setzungen von ca. 0,32 cm zu erwarten sind.

Für den Fall, dass in der Baugrubensohle schluffige weiche bis steife Linsen beobachtet werden, sind diese auszubaggern und mit Magerbeton aufzufüllen.

Vom Statiker ist abzuwägen, welche Gründungsart wirtschaftlicher ist.

**Bei Streifen- und Einzelfundamentgründungen in / auf dem dichten Sandstein ist zu beachten:**

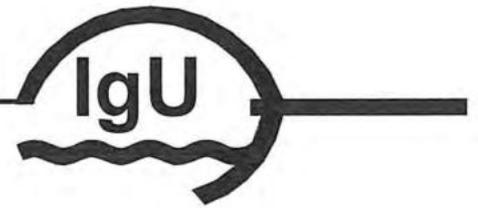
Die zulässigen mittleren Bodenpressungen ( $\text{kN/m}^2$ ) und der Sohlwiderstand (fett)  $\sigma_{R,d}$  ( $\text{kN/m}^2$ ) in / auf dem dichten Sandstein ist folgender Tabelle zu entnehmen:

Die zulässigen mittleren Bodenpressungen beim Aufsetzen oder Einbinden des Fundaments in m auf / in die jeweilige Schicht	Sandstein, dicht
0,0 (aufsetzen)	380 / <b>532</b>
0,3 (einbinden)	410 / <b>574</b>

Bei Einzelfundamenten kann die zulässige Bodenpressung um 15% erhöht werden, wenn die Einzelfundamentabstände  $> 1,5$  fache der Grundrissbreite betragen.

Beim Ausheben der Fundamentgräben sind weiche Partien auszubaggern und durch Kies-Schottergemische (lagenweise verdichtet) zu ersetzen, um so ein einheitliches Setzungsverhalten zu gewährleisten.

Die Setzungsdifferenzen (bei einer Gründung auf oder in den dichten Sandstein) bei den Streifen- / Einzelfundamenten unter den lastabtragenden Gebäudeelementen sind  $< 0,2$  cm und damit gering, so dass auf die Fundamente nur geringe Scherspannungen wirken würden.



### 7.3 Stellplätze

Da die Stellplätze vorwiegend im weichen bis weich-steifen Schluff gründen, sollte dort die ersten 0,3 m einer Bodenaustausch- oder Bodenverfestigungsmaßnahme (z.B. mittels Einfräsen von Zement oder Kalk in den Boden) unterzogen werden. Der Zementgehalt muss mindestens 3 % betragen. Die endgültige Festlegung erfolgt anhand von 2 Probefeldern.

Danach können auf einer ca. 10 – 15 cm starken Dräntragschicht (4/32 mm) die Stellplatzbeläge hergestellt werden. Der  $E_{v2}$ -Wert für die Tragschichtoberfläche der Stellplätze muss mindestens  $85 \text{ MN/m}^2$  betragen.

## 8. Bauausführung, Baugrubensicherung

Für den Bauzustand genügt für die Baugrubenböschungen ein Ausnutzungsgerad  $\leq 0,99$  bis  $\geq 0,80$ , wohingegen ein Ausnutzungsgerad  $< 0,80$  von einer dauerhaften Standsicherheit von Böschungen gesprochen werden kann. Böschungen mit einem Ausnutzungsgerad  $\geq 1,00$  sind nicht standsicher.

Die bis zu ca. 3,5 m hohen Baugrubenwände sind (wenn mit einer Plane bis 2,0 m hinter der Böschungskrone abgedeckt werden kann) mit einem Winkel von ca.  $75^\circ$  bis  $80^\circ$  im Bereich des Mergel-Sandsteinhorizontes und ca.  $50^\circ$  bis  $55^\circ$  im Bereich der schluffigen Deckschichten, zu böschen (siehe auch Böschungsbruchberechnungen in Anlage 5).

Sollten in den Baugrubenwänden nur breiige, schluffige Partien angetroffen werden ist die Böschung während der Bauzeit auf  $43^\circ$  abzuflachen, da diese im breiigen Zustand an den Baugrubenwänden zum Ausfließen neigen.

Die Böschungen sind während Regenperioden mit Baufolie bis ca. 2,0 m hinter der Böschungskrone abzudecken. Auf Lastfreiheit bis zu 2,0 m hinter den Böschungskronen ist zu achten.

Sporadisch anfallendes Kluft- und Schichtsickerwasser bzw. Niederschlagswasser ist durch eine entsprechende Ringdrainage in der Baugrube (um das Gebäude verlegt) in die Kanalisation abzuleiten. Das Bauwasser ist über eine Absetzmulde mit jeweils mindestens 10 - 15 m<sup>3</sup> und einer Tauschwand zu leiten.

Wenn sich Schichtwasser oder Oberflächenwasser im früheren Arbeitsraum und auf der Baugrubensohle mangels Entwässerungsmöglichkeiten oder fehlender Dränleitung einstaut, muss die Tiefgarage als „Weiße Wanne“ konzipiert sein.

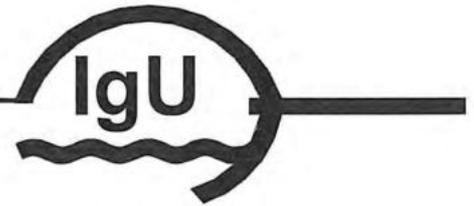
## 9. Altlasten Boden – Grundwasser

Im Zuge der Ausbauarbeiten von Pegel B1 wurden am 14.10.2022 Bodenproben ins Labor zur chemischen Analyse übermittelt. Es ist festzustellen, dass die Mischprobe aus B1 im Tiefenabschnitt 0,5 – 3,5 m u. GOK erhöhte Werte im Parameter MKW, Kohlenwasserstoffe C10-C40 aufweist und bis Z2 belastet ist (s. Anlage 6). Die Belastung ist auf eine Stoffverschleppung aus der Asphaltsschicht während der Bohrung B1 zurückzuführen.

Im Rahmen der Kernbohrung am 13.10.2022 wurden zusätzlich Grundwasserproben entnommen. In den Grundwasseranalysen vom 14.10.2022 ist festzustellen, dass Grundwasser nicht unbelastet ist (s. Anlage 6). Die untersuchten Parameter Mineralölkohlenwasserstoffe und BTEX zeigen eine Belastung von 0,039 mg/l MKW's (Mineralölkohlenwasserstoffe) und 0,014 mg/l BTEX (aromatische Kohlenwasserstoffe) auf.

In den Grundwasseranalysen vom 27.10.2022 ist festzustellen, die untersuchten Parameter Mineralölkohlenwasserstoffe und BTEX zeigen eine Belastung von 0,033 mg/l MKW's (Mineralölkohlenwasserstoffe) und 0,018 mg/l BTEX (aromatische Kohlenwasserstoffe) auf.

Alle Konzentrationen liegen jedoch unterhalb der Grenze nach Bundesbodenschutzverordnung (BodSchV) ab dem ein weiterer Handlungsbedarf bestehen würde. Diese Werte sind für Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW's) 0,2 mg/l (die festgestellte Konzentration liegt also ca. 8-fach unter dem Grenzwert) und bei aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX) bei 0,02 mg/l (der Grenzwert wird also um ca. 25 % unterschritten). Die Zusammenfassung der Beprobungsart und die Abschätzung auf einen Bodenaushub mit Wasserhaltung folgt im Altlastenuntersuchungsbericht.



Wir sehen daher keinen weiteren Handlungsbedarf, empfehlen jedoch, die Messstelle im Laufe der nächsten Monate (bis Januar 2023) z. B. nach längeren Regenperioden nochmals zu beproben und zu prüfen, ob sich die Konzentrationen ändern.

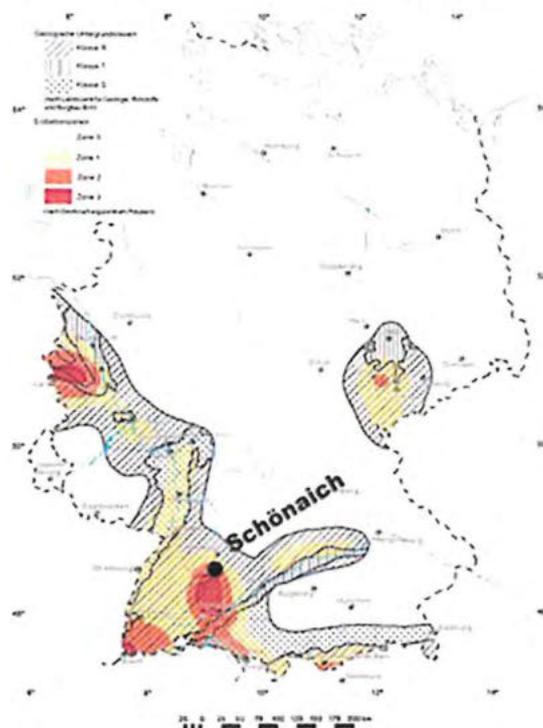
Wir gehen gemäß unserer Untersuchungen und der Gefahrenverdachtsuntersuchung BERGHOF vom 01.12.2011 von einer Einordnung Z0 des gesamten Baugrubenaushubs aus. Jedoch muss mit kleinen lokalen Verunreinigungen bis Z2 gerechnet werden. Dies kann z. B. durch Verschleppung bei den Abrissmaßnahmen im Bereich der Bodenplatte oder aufgrund bereits vorhandener, belasteter Nester, welcher im Zuge der Untersuchungen nicht aufgeschlossen wurden (z. B. im Bereich Sickergrube oder Produktion), erfolgen.

In der Ausschreibung für den Aushub empfehlen wir zusätzlich pauschal die Kosten für Z1.1 und Z2 Aushubmaterial anzufragen.

## 10. Erdbebenzone

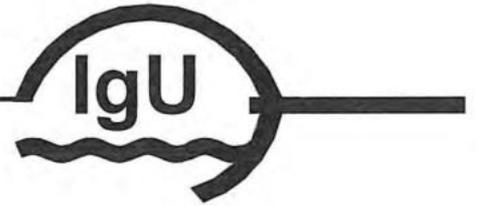
Gemäß der Erdbebenzonenkarte und der geologischen Untergrundklasse sind für Baden-Württemberg im Raum 71101 Schönaich folgende Kenndaten maßgebend:

- Gebiet: Erdbebenzone 2 (Intensität 7,0 bis < 7,5)
- Geologische Untergrundklasse R (Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund)
- Baugrundklasse B (bei Gründung im festen Gestein) und
- Baugrundklasse C (bei Gründungen im Lößlehm)



*Karte der Erdbebengefährdung Deutschlands (Quelle: Meskouris, K., Brüstle, W., Schüter, F.-H.: Neufassung der Norm DIN 4149. Bauingenieur, Bd. 79, S3-S8, 2004.)*

Die Vorschriften der DIN 4149:2005-14 (Bauvorschriften in Erdbebengebieten) sind zu beachten.



## **11. Fazit**

Der Geologe ist zu den Gründungsarbeiten hinzuzuziehen, um die hier getroffenen Angaben ggf. ergänzen zu können.

Ingenieurgesellschaft  
für Umweltanalytik  
Büro A. Szabady

Ralph Schyle  
Dipl.-Geol.

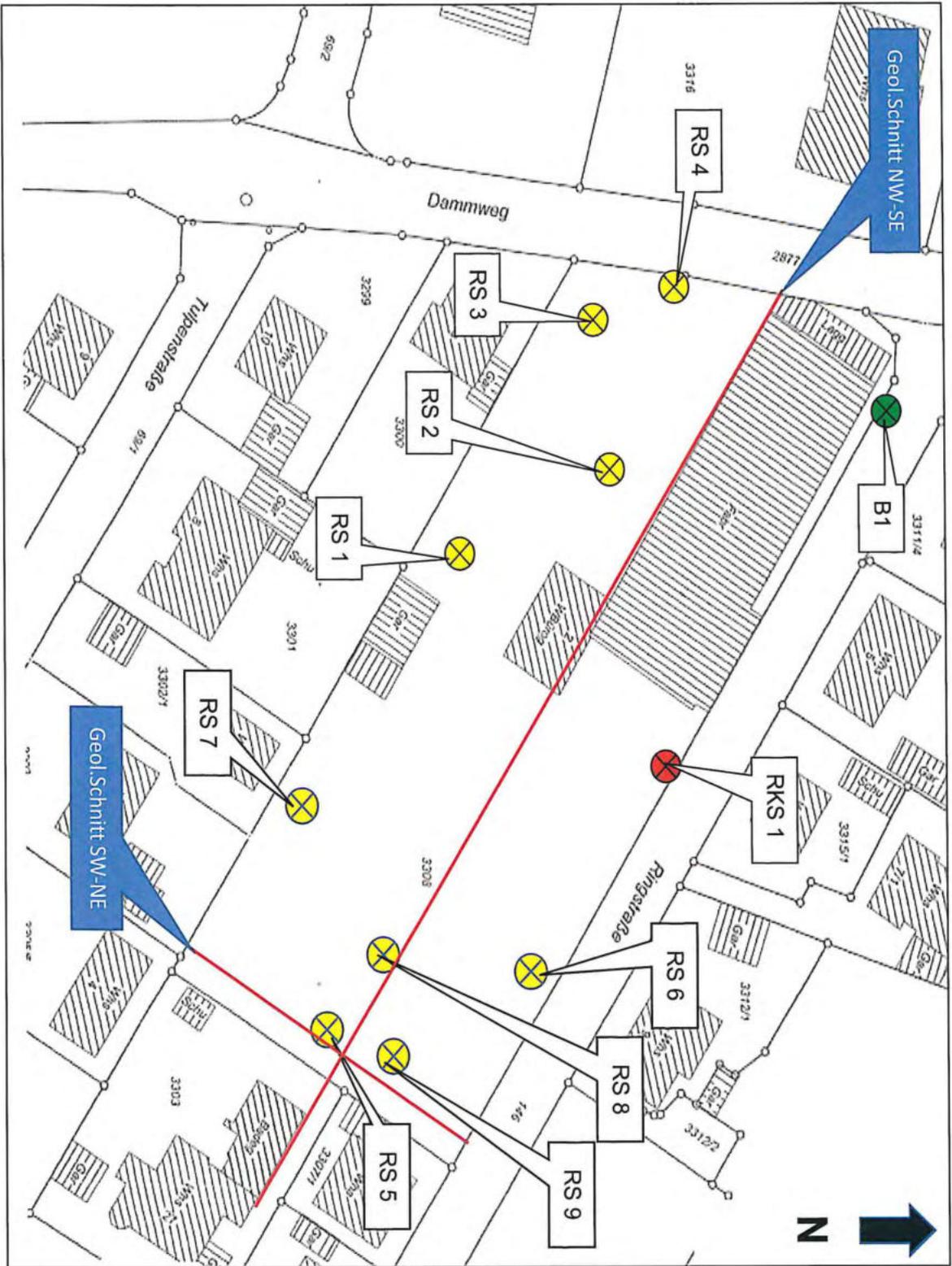
Christian Szabady  
M.Sc. Umwelttechnik/Geo

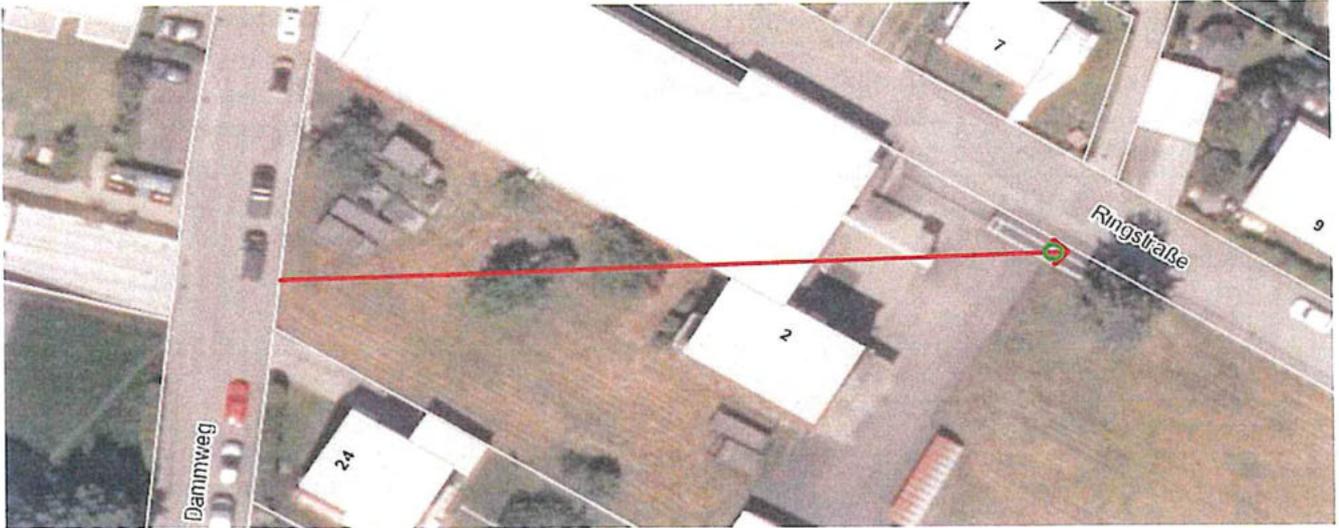


# Anlagen

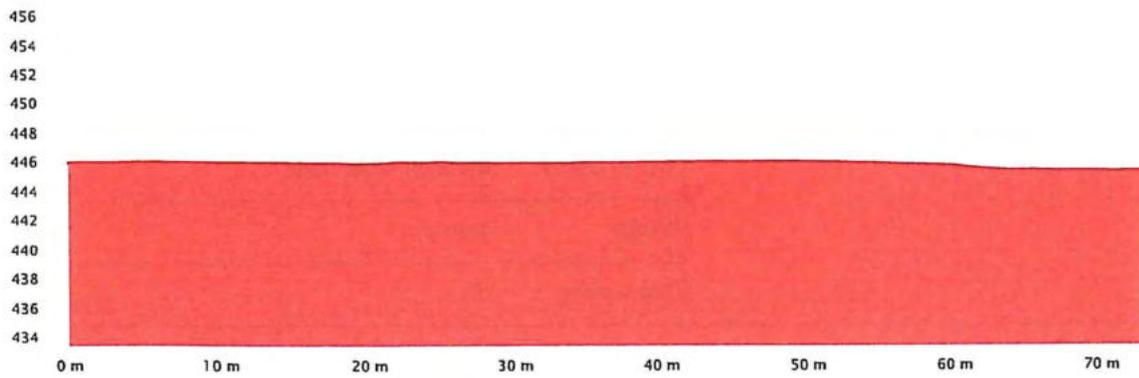


# Anlage 1





Meter über Normalnull, Überhöhung 1fach



Geländeprofil auf DGM1-Basis

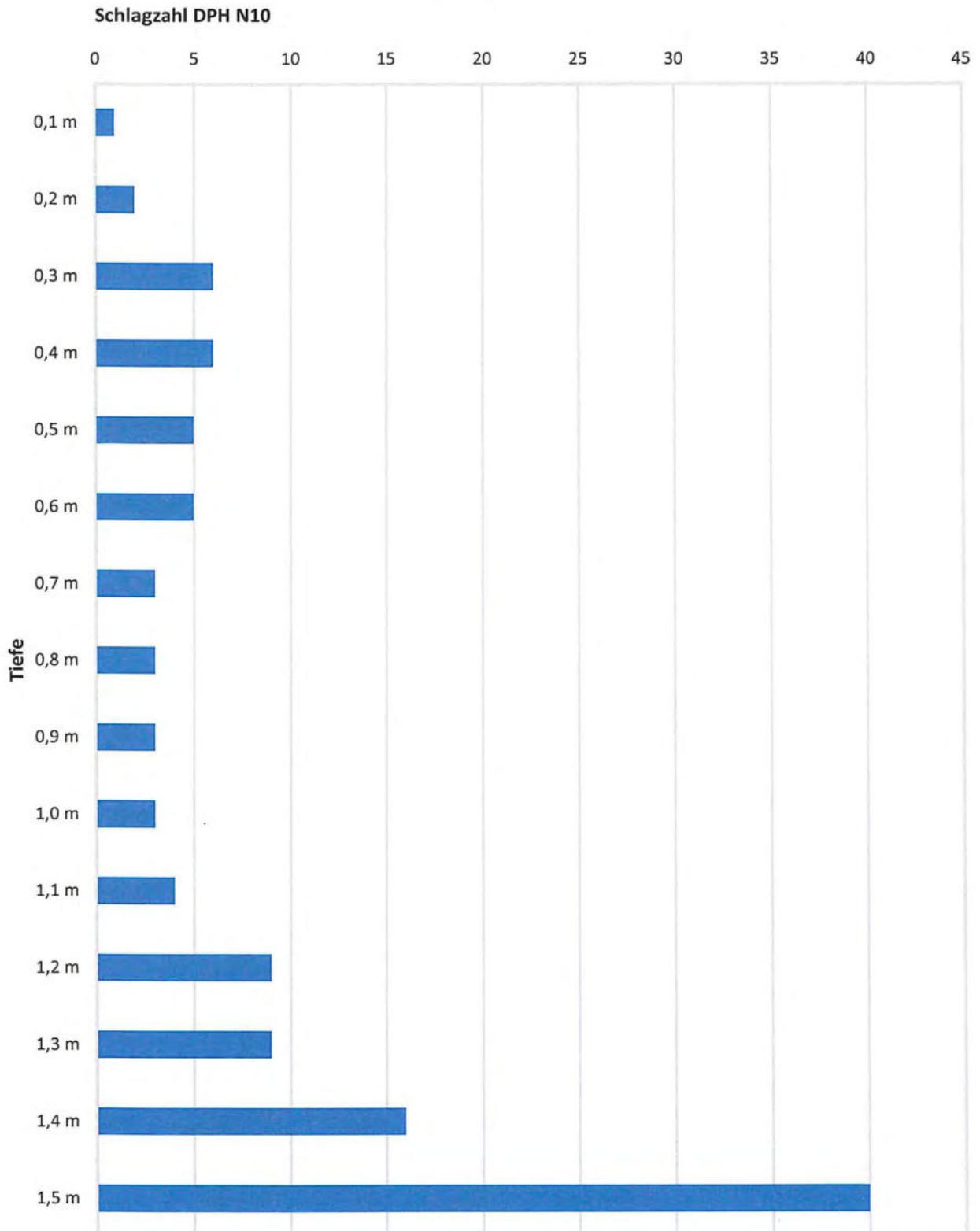
**Überhöhung**

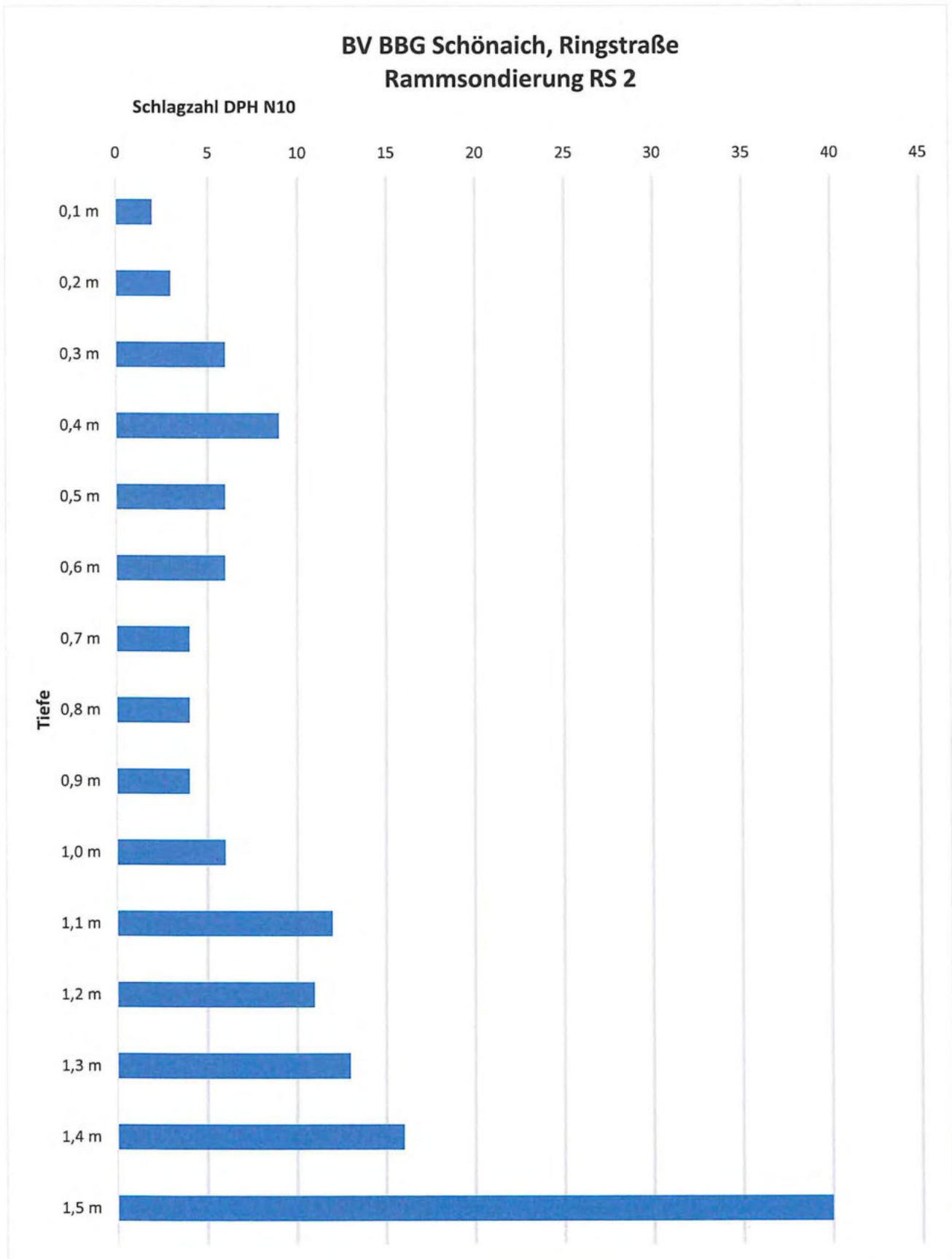
	1	2	5	10	25	50
Höhe Startpunkt:	446.05 m über NN					
Höhe Endpunkt:	445.41 m über NN					
Höhendifferenz:	0.71 m					
Länge:	72.14 m					
Mittlere Steigung:	-0.87 %					

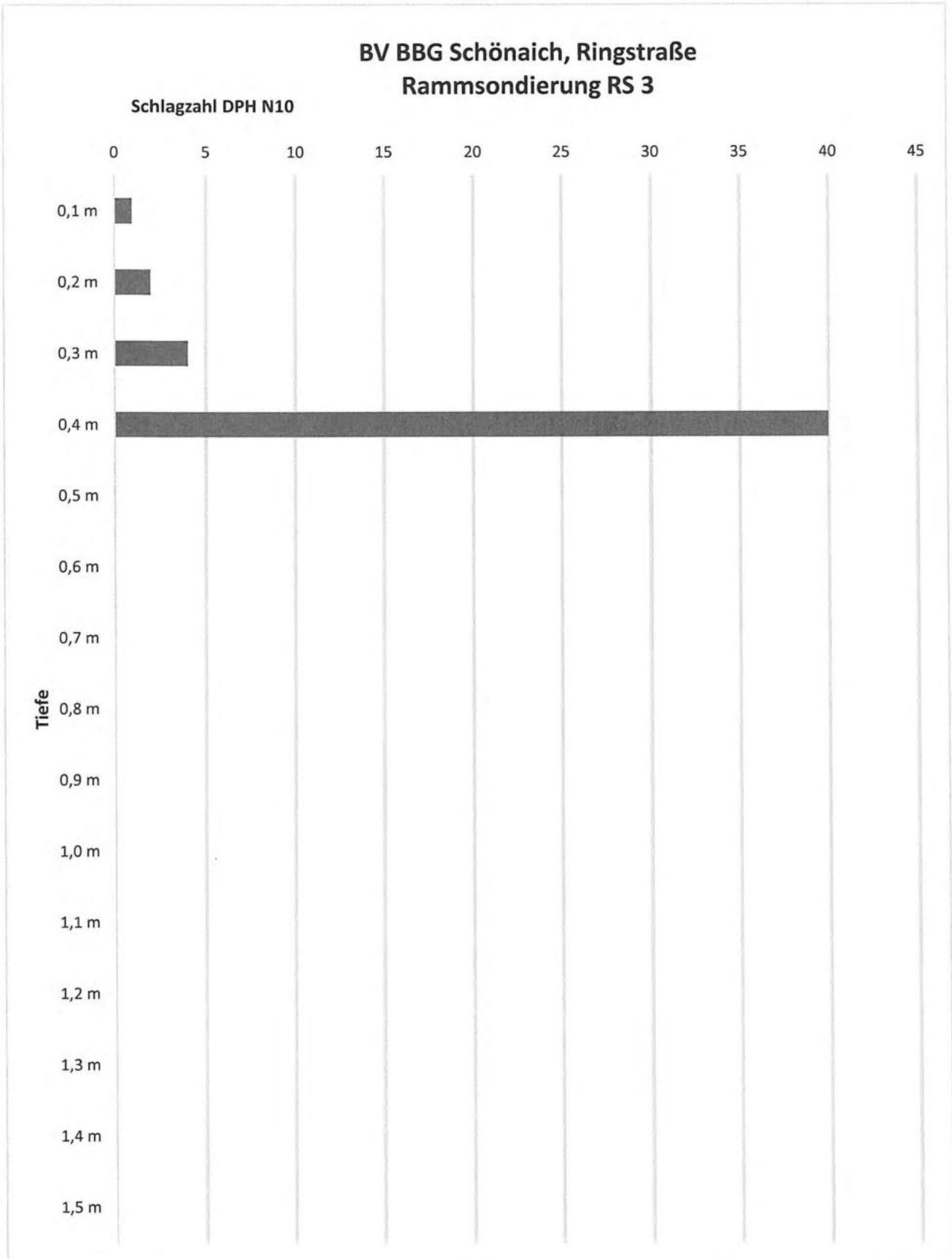


# Anlage 2

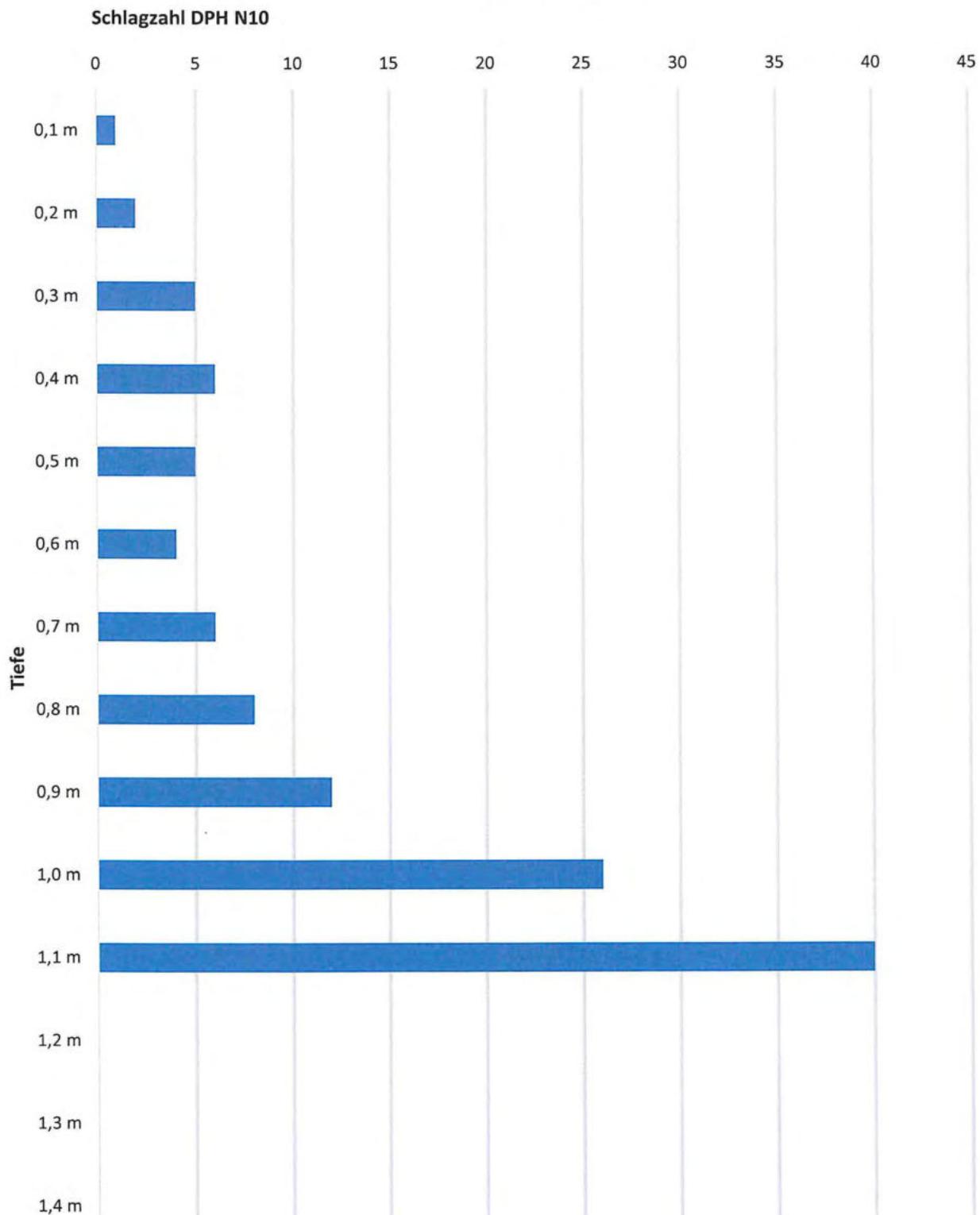
**BV BBG Schönaich, Ringstraße  
Rammsondierung RS 1**



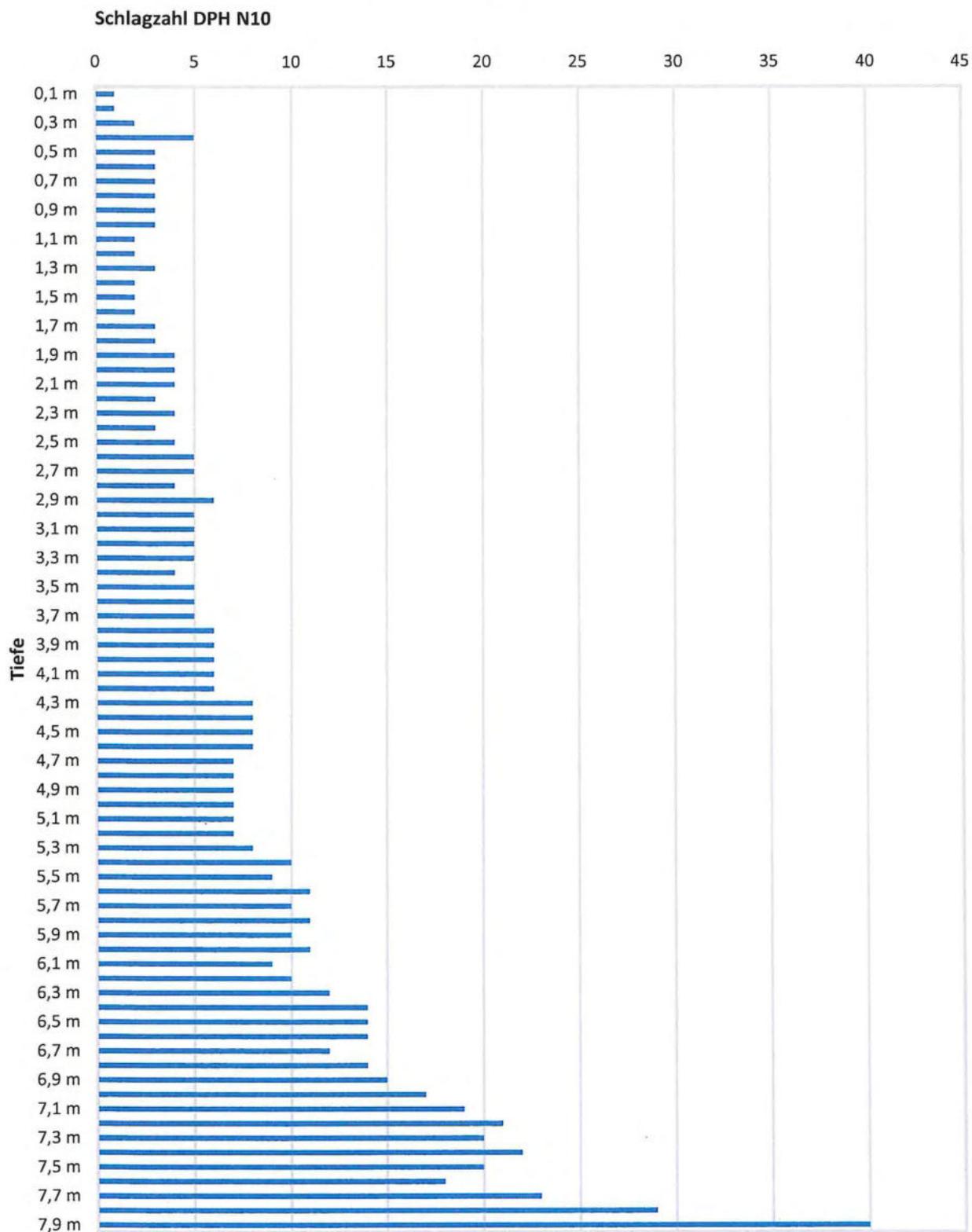


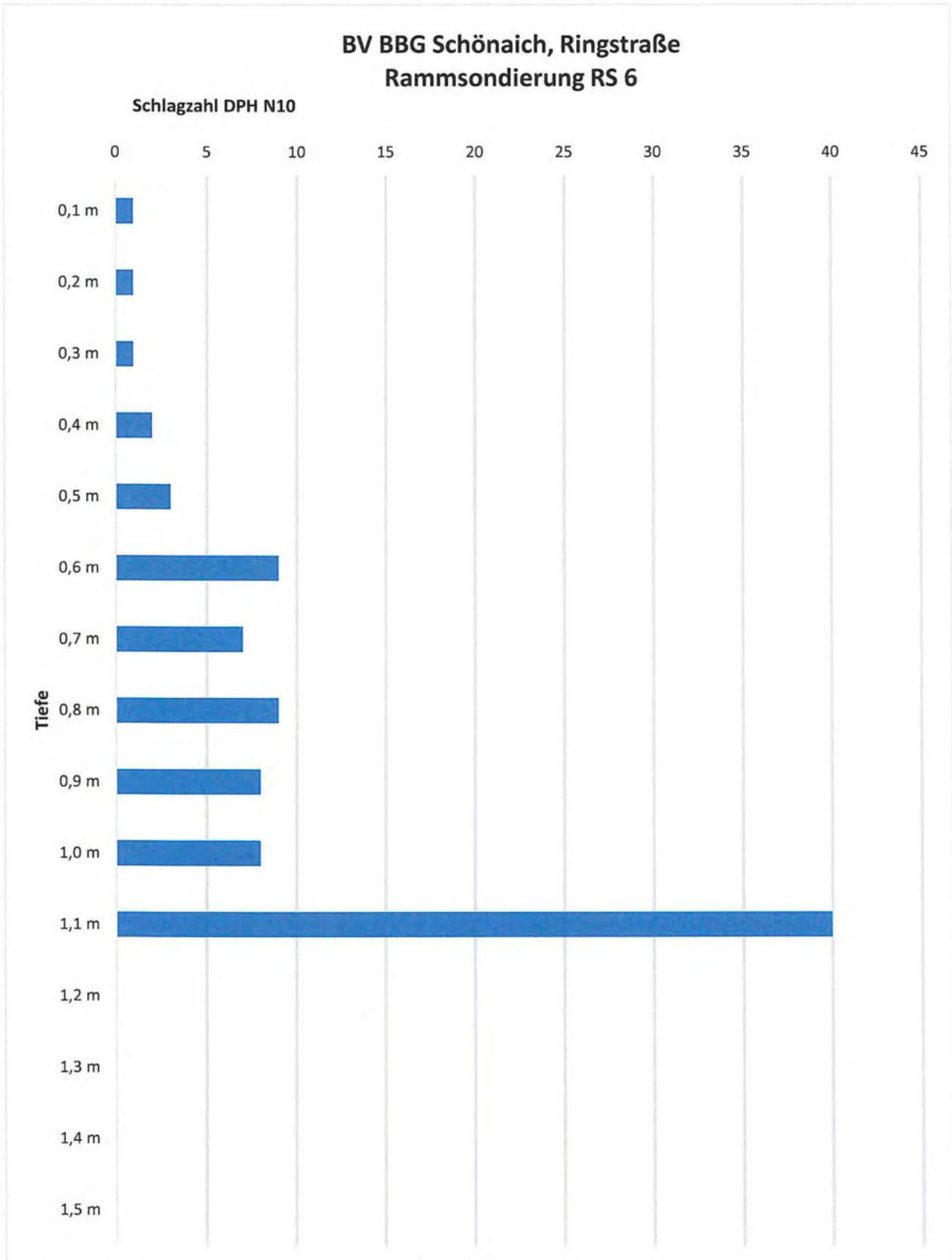


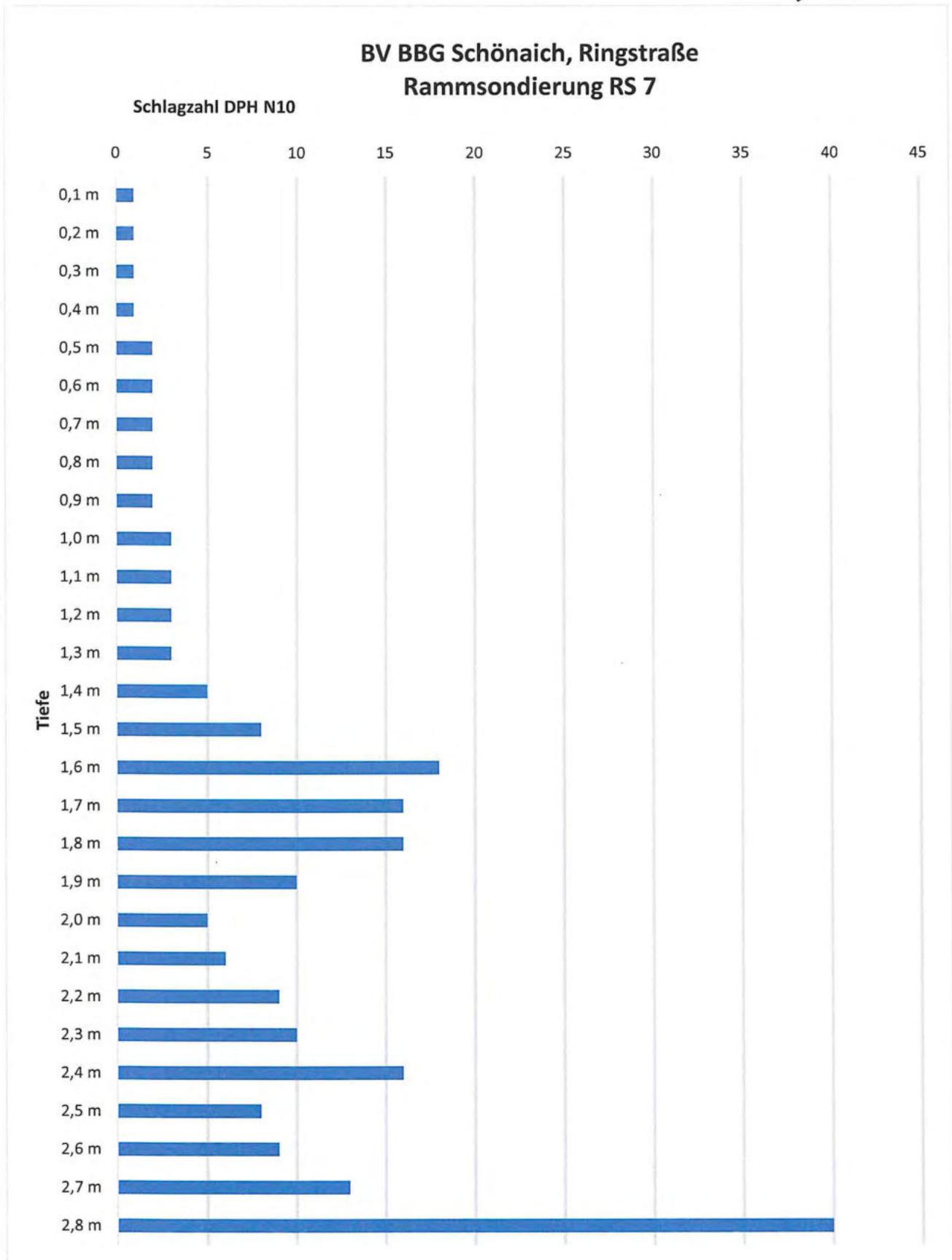
BV BBG Schönaich, Ringstraße  
Rammsondierung RS 4



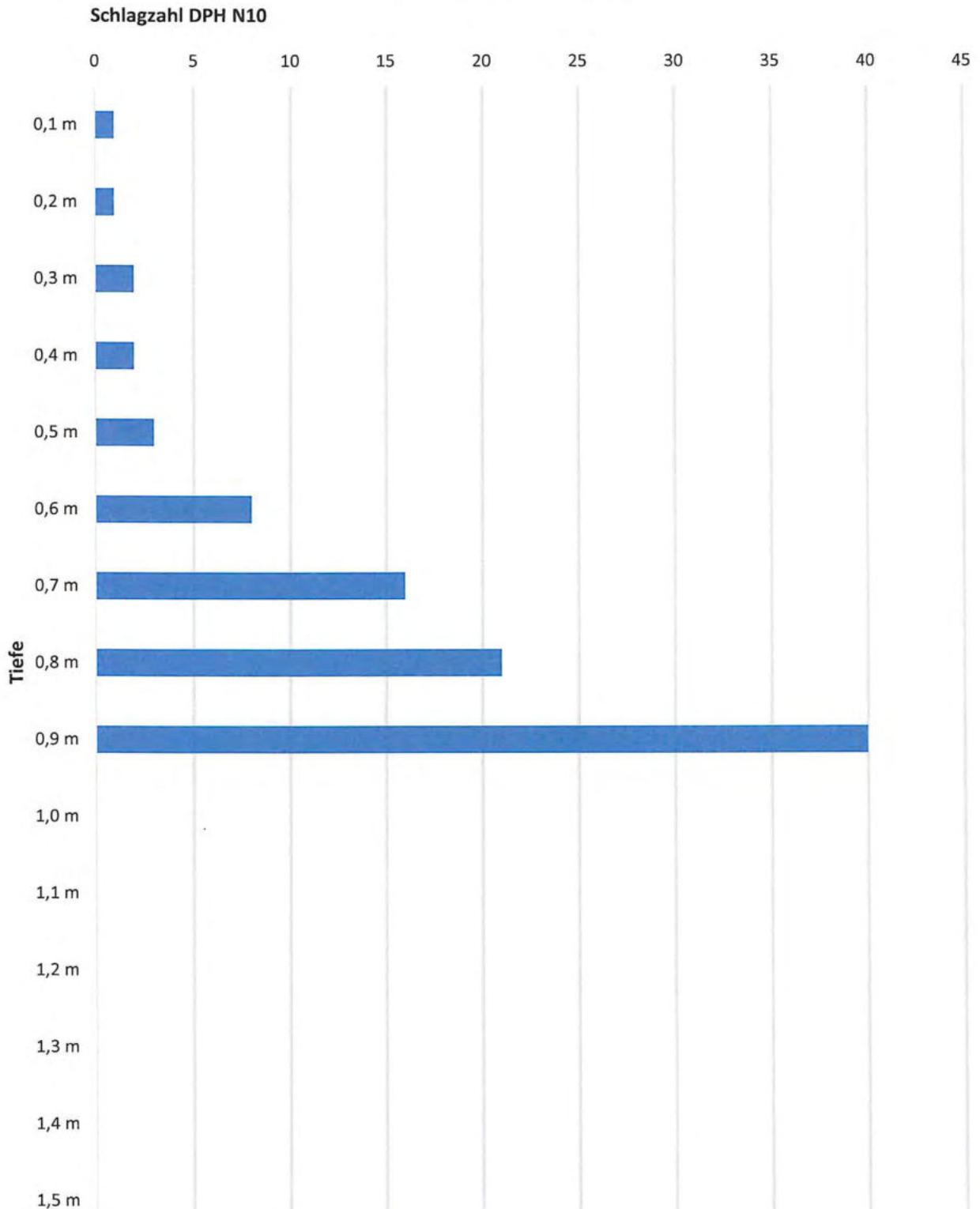
BV BBG Schönaich, Ringstraße  
Rammsondierung RS 5



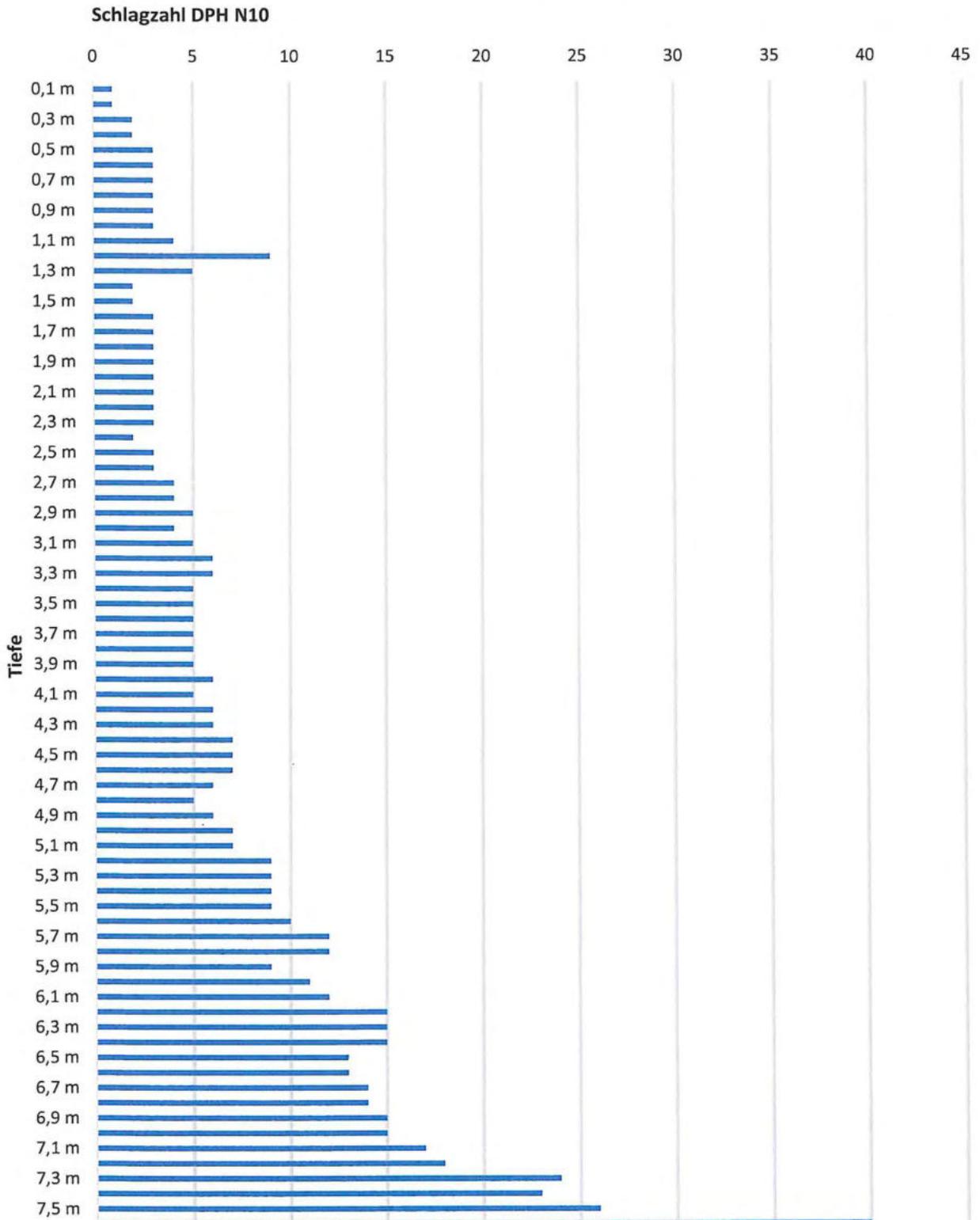




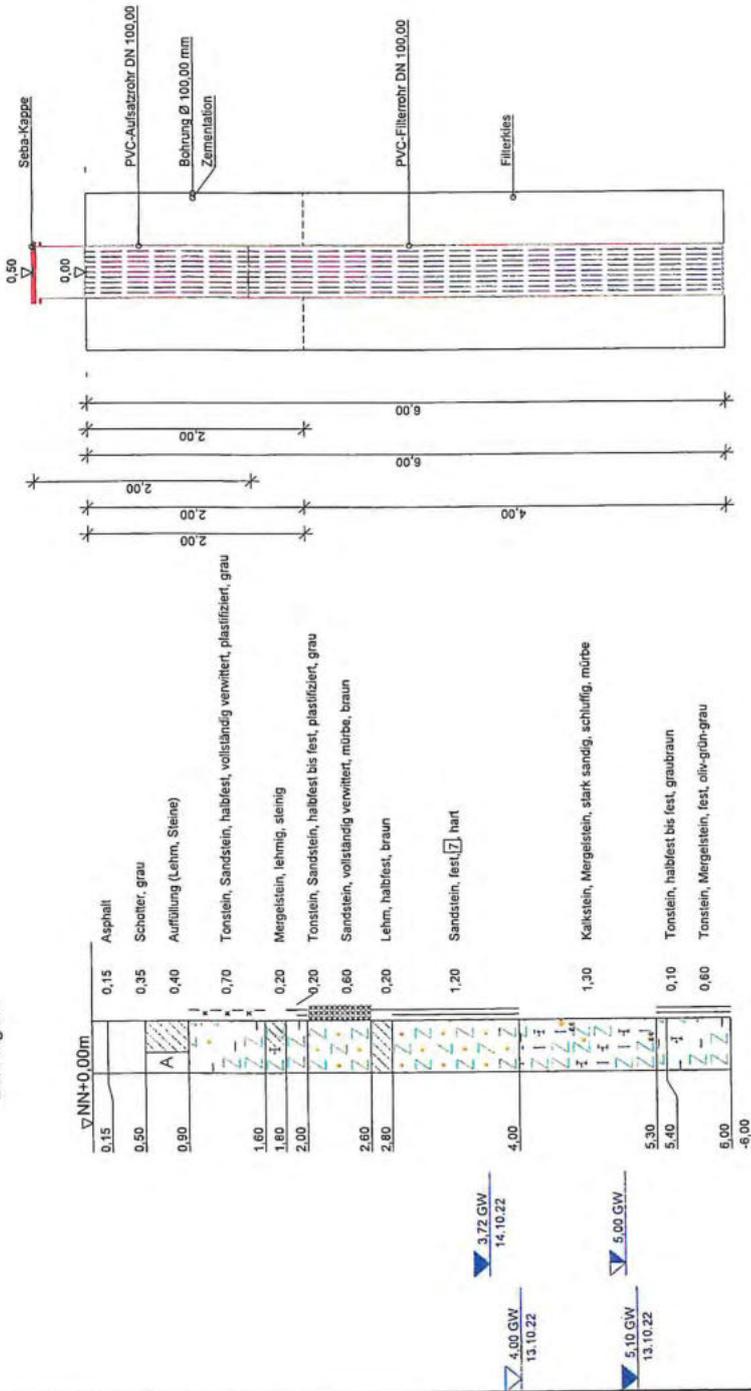
**BV BBG Schönaich, Ringstraße  
Rammsondierung RS 8**



BV BBG Schönaich, Ringstraße  
Rammsondierung RS 9



Bohrung B 1



Bohrung B 1

**Ing. gemeinschaft**  
für Umweltanalytik  
Talstrasse 16  
73547 Lorch-Weilmars  
Tel.: 07172-6035

**Bauvorhaben:**  
BV BBG Schönaich, Ringstr. 2

**Planbezeichnung:**

Plan-Nr.:  
Projekt-Nr.: 2022175  
Datum: 14.10.2022  
Maßstab: 1 : 50  
Bearbeiter: M. Schinagl



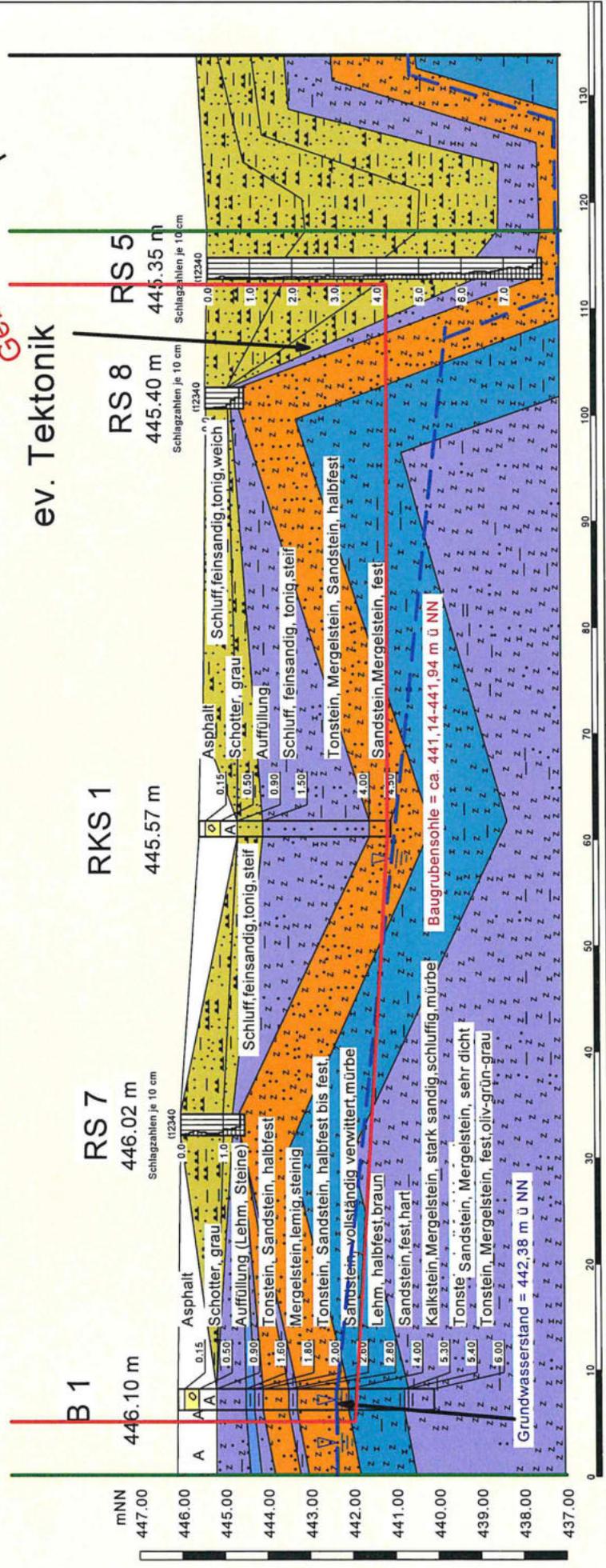
# Anlage 3

# BV Schönau - geologischer Schnitt NW-SE durchs geplante Baufeld (4-fach überhöht)

NW

SE

Grundstücksgrenze  
Gebäude  
ev. Tektonik  
Grundstücksgrenze  
Profilgrenze



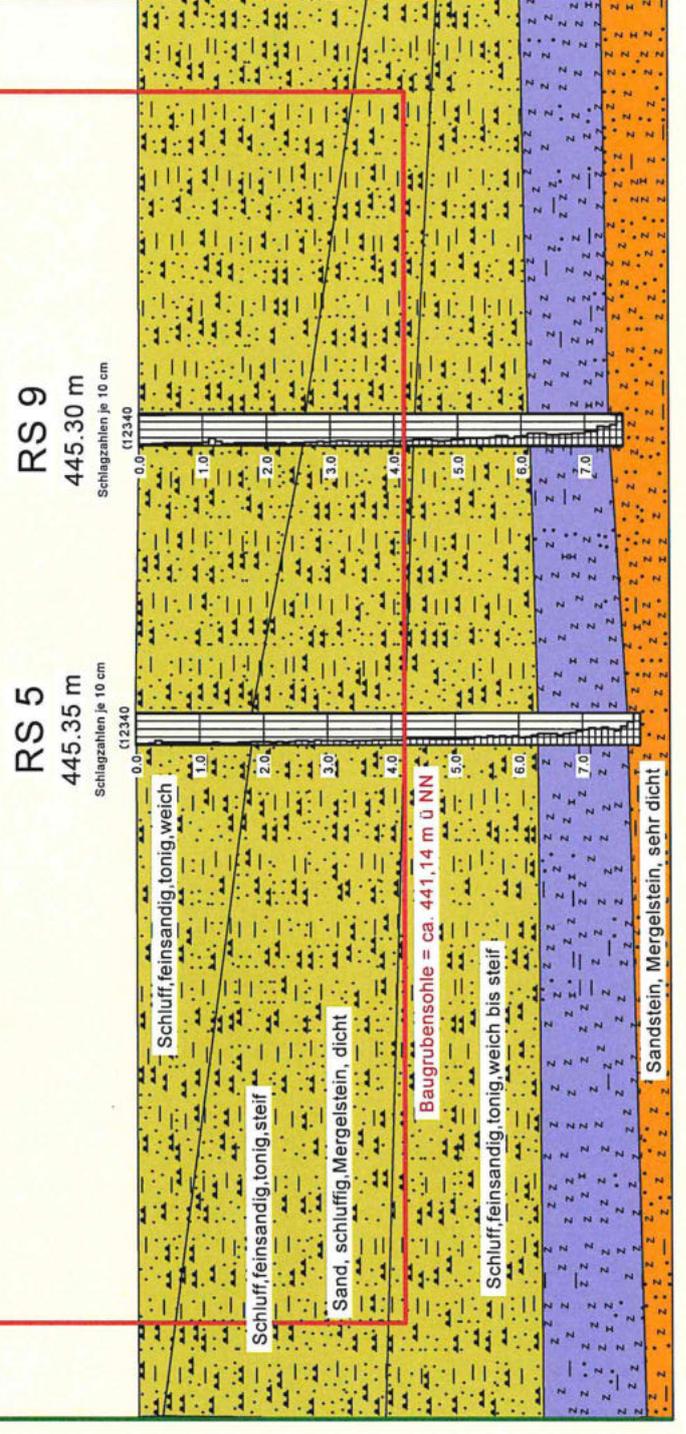
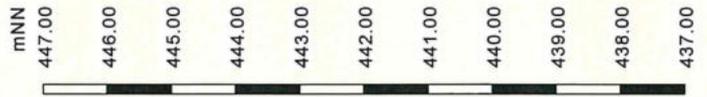
# BV Schönaich -geologischer Schnitt sW-NE durchs geplante Baufeld (2-fach überhöht)

NW

SE

Grundstückgrenze  
Gebäude

Gebäude  
Grundstückgrenze



0 3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45  
Tonstein, Mergelstein, Sandstein, halbfest

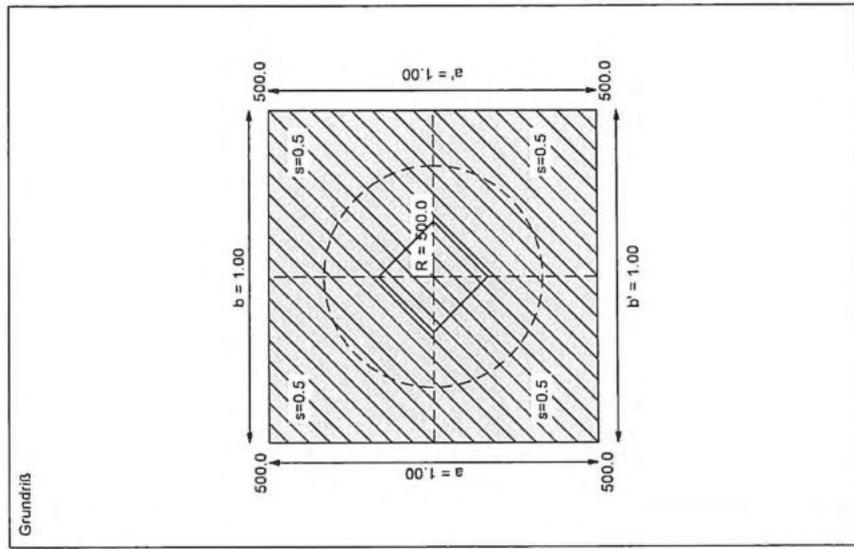
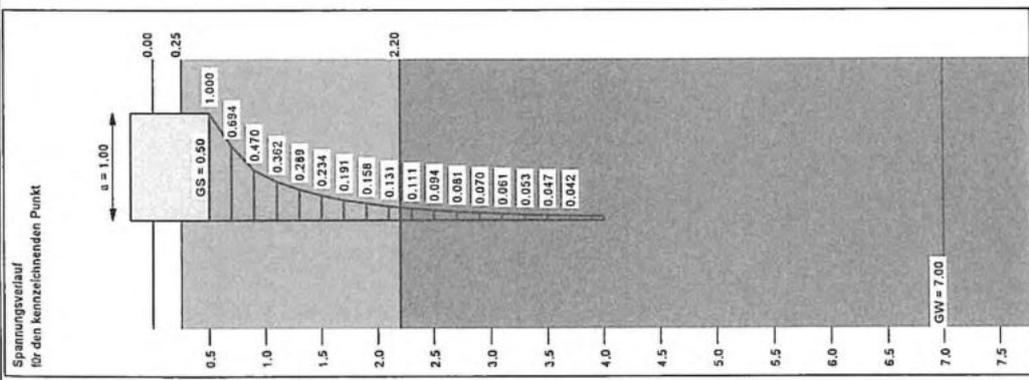
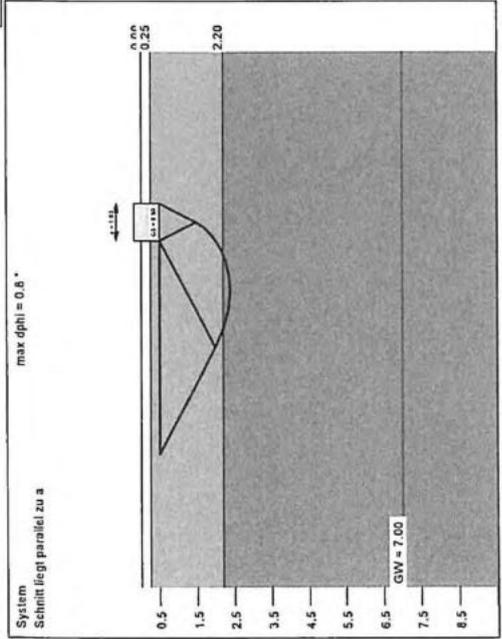


# Anlage 4

Boden	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ kN/m <sup>3</sup>	$\varphi$ °	c kN/m <sup>2</sup>	Es MN/m <sup>2</sup>	v	Bezeichnung
	21.0	11.0	45.0	1.0	60.0	0.00	Tragschicht
	22.0	12.0	35.0	0.0	60.0	0.00	Sand, schluffig, Mergelst., dicht
	23.0	13.0	34.0	0.0	145.0	0.00	Sandstein, Mergelst., sehr dicht

## Einzelfundamentlast = 500 kN

Berechnungsgrundlagen:  
 BV Schönauich  
 Bezugsgröße: Last  
 Gründungssohle = 0.50 m  
 Grundwasser = 7.00 m  
 Grenztiefe mit  $p = 20.0$  %  
 Datei: S:\MGU Büro Szabady neu\0 Projekte\2022\IBBG Schönauich Geier\Setzungsber Einzelfundamentlast- 500 .gdd



**Ergebnisse Einzelfundament:**  
 Vertikallast  $V = 500.00$  kN  
 Horizontalkraft  $H_x = 0.00$  kN  
 Horizontalkraft  $H_y = 0.00$  kN  
 Moment  $M_x = 0.00$  kN \* m  
 Moment  $M_y = 0.00$  kN \* m  
 Länge  $a = 1.00$  m  
 Breite  $b = 1.00$  m  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
 Exzentrizität  $e_y = -0.000$  m  
 Resultierende liegt im 1. Kern  
 Länge  $a' = 1.00$  m  
 Breite  $b' = 1.00$  m

**Grundbruch:**  
 Bezugsgröße: Last  
 erf  $\eta = 2.00$   
 vorh  $\sigma = 500.0$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma$  (Bruch) = 879.5 kN/m<sup>2</sup>  
 vorh  $V = 500.0$  kN  
 $V$  (Bruch) = 879.5 kN  
 min  $\eta$  (parallel zu  $a$ ) = 1.76  
 cal  $\varphi = 34.8$  °  
 cal c = 0.00 kN/m<sup>2</sup>  
 cal  $\gamma_0 = 22.03$  kN/m<sup>3</sup>  
 cal  $\sigma_u = 10.75$  kN/m<sup>2</sup>

**UK log. Spirale = 2.38 m u. GOK**  
 Länge log. Spirale = 8.01 m  
 Fläche log. Spirale = 7.96 m<sup>2</sup>  
 Tragfähigkeitsbeiwerte (Y):  
 $N_c = 45.1$ ;  $N_d = 32.3$ ;  $N_b = 21.7$   
 Formbeiwerte (Y):  
 $v_c = 1.588$ ;  $v_d = 1.570$ ;  $v_b = 0.700$

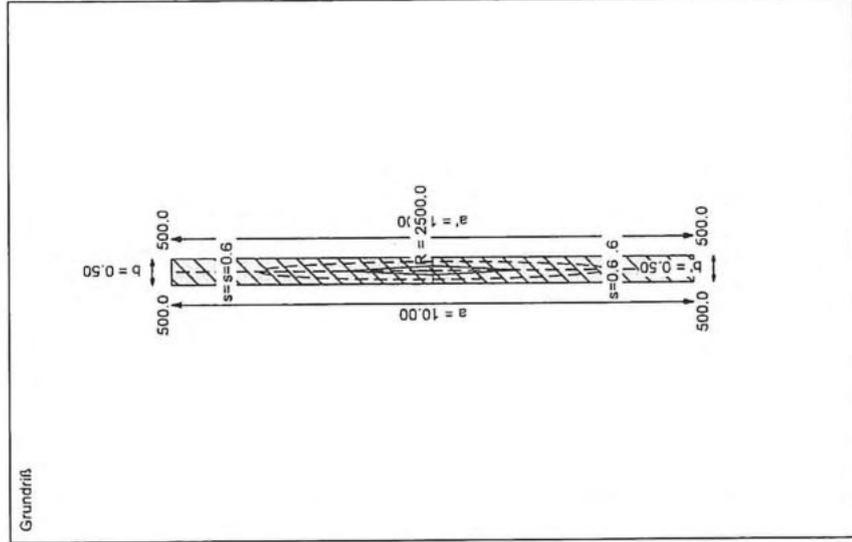
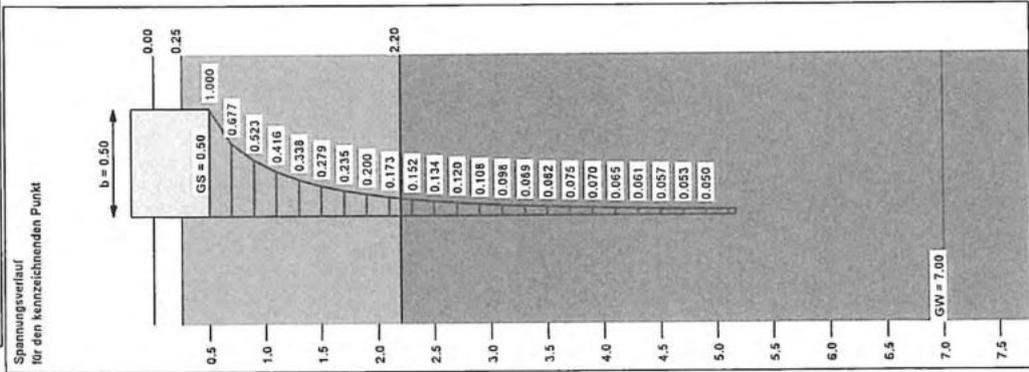
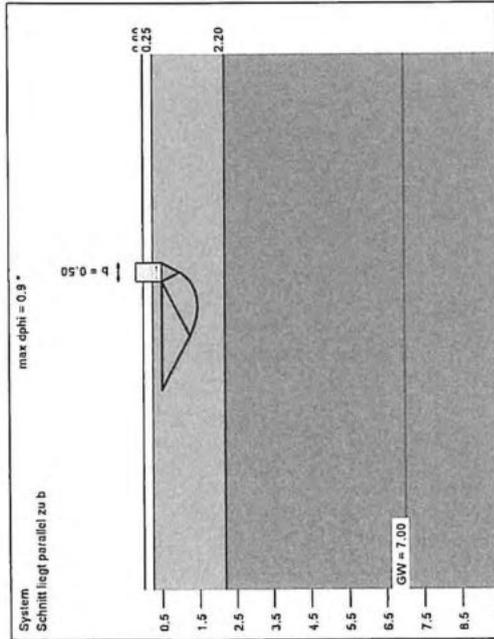
**Setzung:**  
 Grenztiefe  $t_g = 4.00$  m u. GOK  
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.55 cm  
 Setzungen der KPs:  
 links oben = 0.55 cm  
 rechts oben = 0.55 cm  
 links unten = 0.55 cm  
 rechts unten = 0.55 cm  
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0  
 Verdrehung(y) (KP) = 0.0

Boden	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ kN/m <sup>3</sup>	$\varphi$ °	c kN/m <sup>2</sup>	E <sub>s</sub> MN/m <sup>2</sup>	v	Bezeichnung
	21.0	11.0	45.0	1.0	60.0	0.00	Tragschicht
	22.0	12.0	35.0	0.0	60.0	0.00	Sand, schluffig, Mergelst., dicht
	23.0	13.0	34.0	0.0	145.0	0.00	Sandstein, Mergelst., sehr dicht

## Streifenfundamentlast = 250 kN/m

Berechnungsgrundlagen:  
 BV Schönauich  
 Bezugsgröße: Last  
 Gründungssohle = 0.50 m  
 Grundwasser = 7.00 m  
 Grenztiefe mit  $p = 20.0$  %

Datei: S:\IGU Büro Szabady neu\0 Projekte\0 Projekte\0 Schönauich Geier\Setzungsber Streifenfundamentlast-250 .gdg



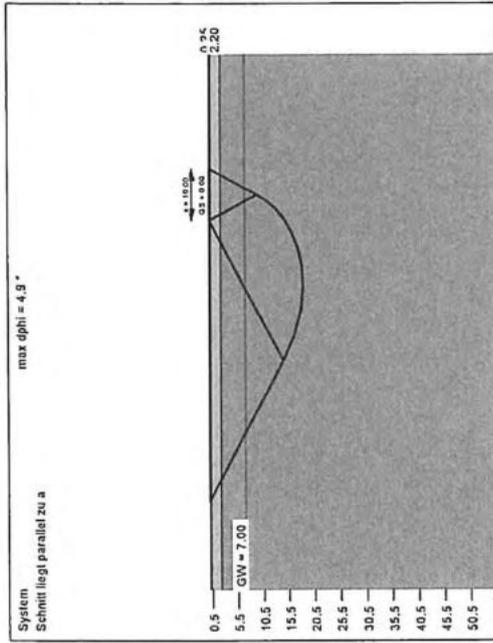
**Ergebnisse Einzelfundament:**  
 UK log. Spirale = 1.45 m u. GOK  
 Länge log. Spirale = 4.06 m  
 Fläche log. Spirale = 2.04 m<sup>2</sup>  
 Horizontalkraft  $H_x = 0.00$  kN  
 Horizontalkraft  $H_y = 0.00$  kN  
 Moment  $M_x = 0.00$  kN \* m  
 Moment  $M_y = 0.00$  kN \* m  
 Länge a = 10.00 m  
 Breite b = 0.50 m  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
 Exzentrizität  $e_y = -0.000$  m  
 Resultierende liegt im 1. Kern  
 Länge a' = 10.00 m  
 Breite b' = 0.50 m

**Grundbruch:**  
 Bezugsgröße: Last  
 erf  $\eta = 2.0$   
 vorh  $\sigma = 500.0$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma$  (Bruch) = 613.2 kN/m<sup>2</sup>  
 vorh V = 2500.0 kN  
 V (Bruch) = 3066.1 kN  
 min  $\eta$  (parallel zu b) = 1.23  
 cal  $\phi = 35.0$ °  
 cal c = 0.00 kN/m<sup>2</sup>  
 cal  $\gamma_2 = 22.00$  kN/m<sup>3</sup>  
 cal  $c_0 = 10.75$  kN/m<sup>2</sup>

**Setzung:**  
 Grenztiefe  $t_g = 5.17$  m u. GOK  
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.64 cm  
 Setzungen der KPs:  
 links oben = 0.64 cm  
 rechts oben = 0.64 cm  
 links unten = 0.64 cm  
 rechts unten = 0.64 cm  
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0  
 Verdrehung(y) (KP) = 0.0

**Formbeiwerte (x):**  
 $v_c = 1.030$ ;  $v_d = 1.029$ ;  $v_b = 0.985$

Boden	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi$ °	C kN/m <sup>2</sup>	E <sub>s</sub> MN/m <sup>2</sup>	v	Bezeichnung
	21.0	11.0	45.0	1.0	60.0	0.00	Tragschicht
	22.0	12.0	35.0	0.0	60.0	0.00	Sand, schluffig, Mergelst., dicht
	23.0	13.0	34.0	0.0	145.0	0.00	Sandstein, Mergelst., sehr dicht



#### Ergebnisse Einzelfundament:

Vertikallast  $V = 10000.00$  kN  
 Horizontalkraft  $H_x = 0.00$  kN  
 Horizontalkraft  $H_y = 0.00$  kN  
 Moment  $M_x = 0.00$  kN \* m  
 Moment  $M_y = 0.00$  kN \* m  
 Länge  $a = 10.00$  m  
 Breite  $b = 10.00$  m  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
 Exzentrizität  $e_y = -0.000$  m  
 Resultierende liegt im 1. Kern  
 Länge  $a' = 10.00$  m  
 Breite  $b' = 10.00$  m

Grundbruch:  
 Bezugsgröße: Last

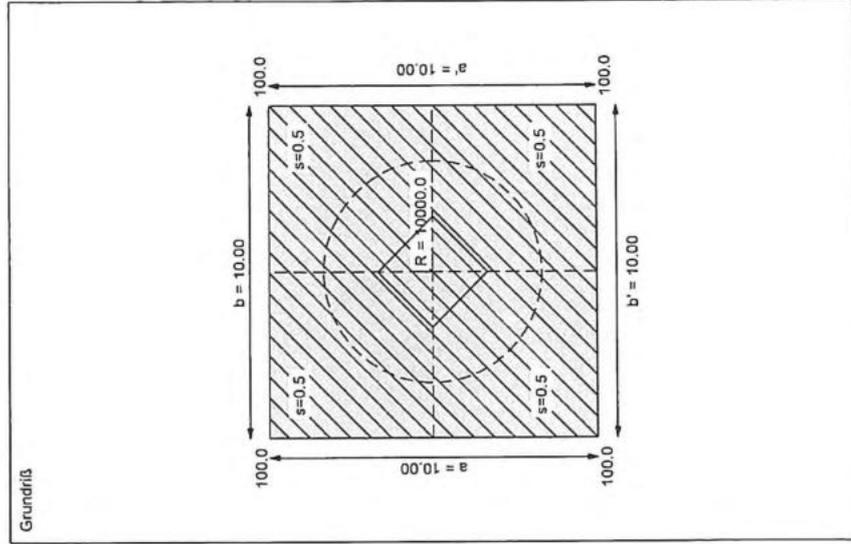
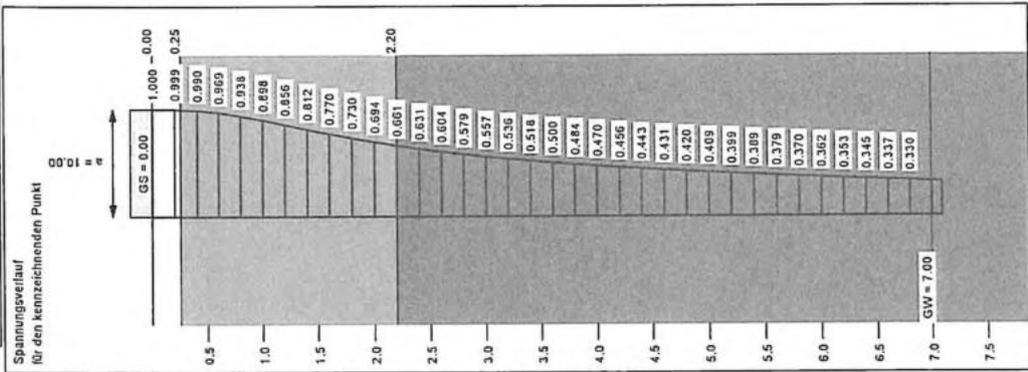
erf  $\eta = 2.00$   
 vorh  $\sigma = 100.0$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\alpha$  (Bruch) = 2444.9 kN/m<sup>2</sup>  
 vorh  $V = 10000.0$  kN  
 V (Bruch) = 244493.0 kN  
 min  $\eta$  (parallel zu a) = 24.45  
 cal  $\phi = 34.1$ °

$\phi$  wegen 5° Bedingung abgemindert  
 cal C = 0.01 kN/m<sup>2</sup>  
 cal  $\gamma_s = 18.04$  kN/m<sup>3</sup>

## Bodenplattenlast = 100 kN/m<sup>2</sup>

Berechnungsgrundlagen:  
 BV Schönau  
 Bezugsgröße: Last  
 Gründungssohle = 0.00 m  
 Grundwasser = 7.00 m  
 Grenzlinie mit  $p = 20.0$  %

Datei: S:\IGU Büro Szabady neu\0 Projekte\0 Projekte 2022\BBG Schönau\GegenSetzungsber Bodenplattenlast-100.gdg





# Anlage 5



BV BBG Schönaich  
 Berechnungsgrundlagen DIN 4084-100  
 Ungünstigster Gleitkreis:

$H_{max} = 0.69$   
 $x_m = 7.79$  m  $y_m = 8.49$  m  
 $R = 8.76$  m

— max  $\mu = 0.89$   
 — min  $\mu = 0.47$

Teilsicherheiten:

-  $\gamma(\varphi') = 1.15$

-  $\gamma(c') = 1.15$

-  $\gamma(c_u) = 1.15$

-  $\gamma(W_{ichten}) = 1.00$

-  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

-  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Datei: Bösch ber trocken 80°-3,8m-last.boe

Bezeichnung

Schluff, fs, t, steif  
 Sand, u, Mergelstein, dicht  
 sandstein, mergelstein, sehr dicht

$\gamma_k$   
 [kN/m<sup>3</sup>]

19.50  
 22.00  
 23.00

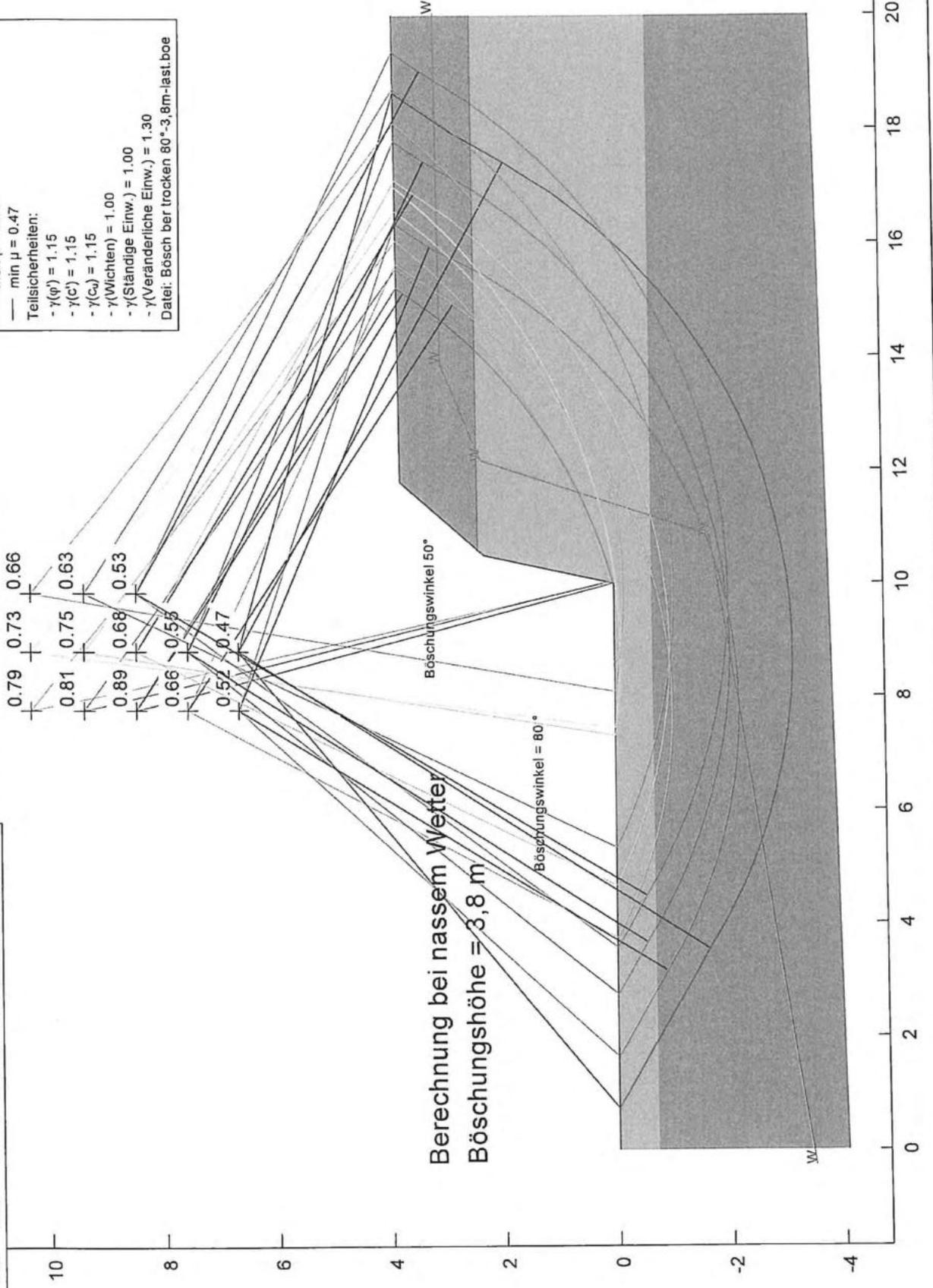
$c_k$   
 [kN/m<sup>2</sup>]

22.50  
 0.00  
 0.00

$\varphi_k$   
 [°]

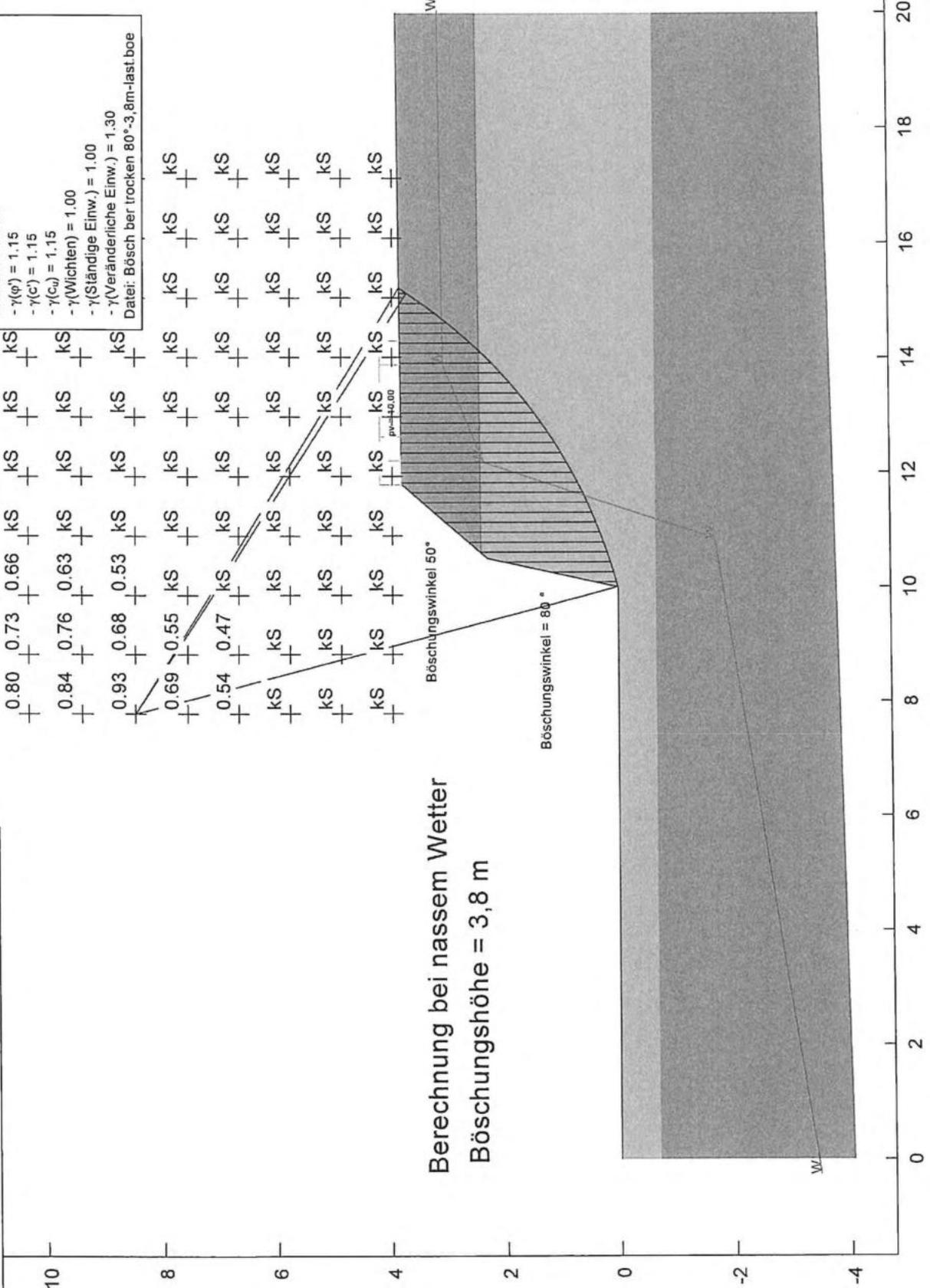
25.00  
 35.00  
 34.00

Boden



BV BBG Schönaich  
 Berechnungsgrundlagen DIN 4084-100  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.93$   
 $x_m = 7.79 \text{ m}$   $y_m = 8.49 \text{ m}$   
 $R = 8.76 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 $-\gamma(\varphi) = 1.15$   
 $-\gamma(c) = 1.15$   
 $-\gamma(c_u) = 1.15$   
 $-\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 $-\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 $-\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$   
 Datei: Bösch bei trocken 80°-3,8m-last.boe

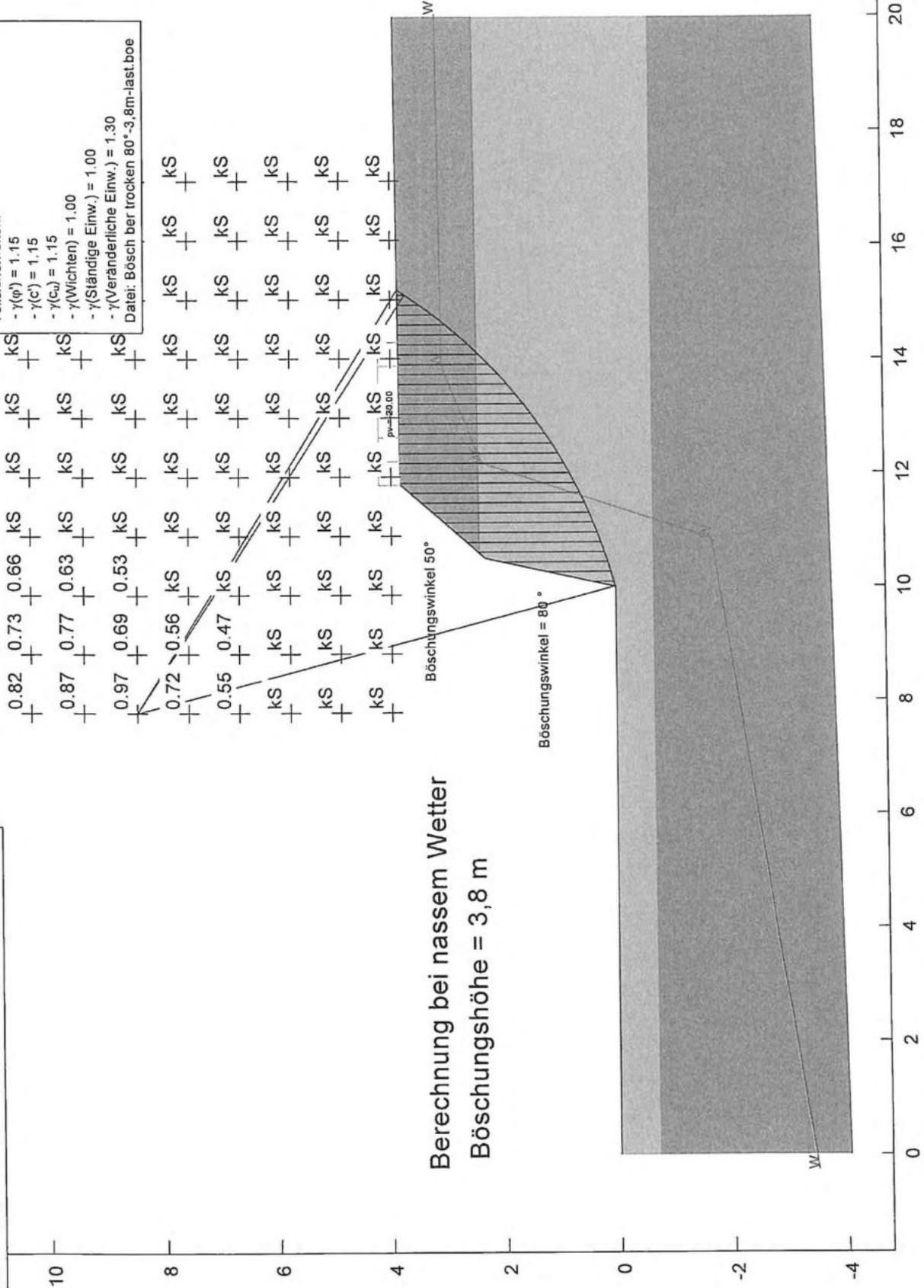
Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	25.00	22.50	19.50	Schluff, fs, t, steif
	35.00	0.00	22.00	Sand, u, Mergelstein, dicht
	34.00	0.00	23.00	sandstein, mergelstein, sehr dicht



Berechnung bei nassem Wetter  
 Böschungshöhe = 3,8 m

Boden	$\phi^k$ [°]	$c^k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma^k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
█	25.00	22.50	19.50	Schluff, fs, t, steif
█	35.00	0.00	22.00	Sand, u, Mergelstein, dicht
█	34.00	0.00	23.00	sandstein, mergelstein, sehr dicht

BV BBG Schönaich  
 Berechnungsgrundlagen DIN 4084-100  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $H_{max} = 0.97$   
 $X_m = 7.79$  m  $Y_m = 8.49$  m  
 $R = 8.76$  m  
 Teilsicherheiten:  
 $-\gamma(\phi^k) = 1.15$   
 $-\gamma(c^k) = 1.15$   
 $-\gamma(\gamma^k) = 1.15$   
 $-\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 $-\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 $-\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$   
 Datei: Bösch ber trocken 80°-3,8m-last.boe



**Boden**

	25.00	22.50	19.50
	35.00	0.00	22.00
	34.00	0.00	23.00

$\varphi_k$  [°]

25.00	22.50	19.50
35.00	0.00	22.00
34.00	0.00	23.00

$c_k$  [kN/m<sup>2</sup>]

25.00	22.50	19.50
35.00	0.00	22.00
34.00	0.00	23.00

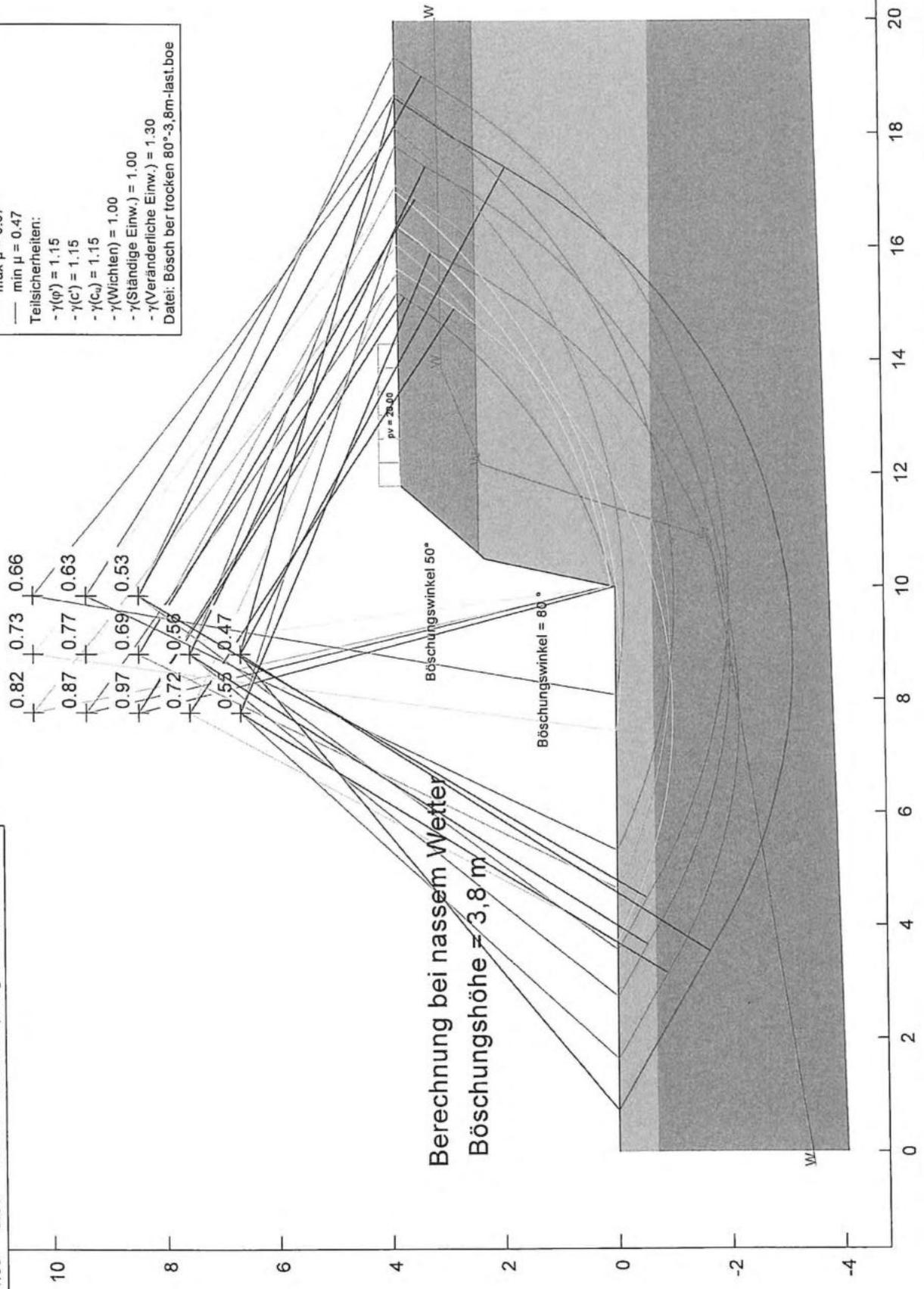
$\gamma_k$  [kN/m<sup>3</sup>]

Schluff, fs, t, steif	19.50
Sand, u, Mergelstein, dicht	22.00
sandstein, mergelstein, sehr dicht	23.00

Bezeichnung

Schluff, fs, t, steif  
Sand, u, Mergelstein, dicht  
sandstein, mergelstein, sehr dicht

BV BBG Schönaich  
Berechnungsgrundlagen DIN 4084-100  
Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.97$   
 $x_m = 7.79$  m  $y_m = 8.49$  m  
 $R = 8.76$  m  
— max  $\mu = 0.97$   
— min  $\mu = 0.47$   
Teilsicherheiten:  
-  $\gamma(\varphi) = 1.15$   
-  $\gamma(c) = 1.15$   
-  $\gamma(c_u) = 1.15$   
-  $\gamma(Wichten) = 1.00$   
-  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
-  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$   
Datei: Bösch bei trocken 80°-3,8m-last.boe



Berechnung bei nassem Wetter  
Böschungshöhe ≈ 3,8 m

Böschungswinkel 50°

Böschungswinkel = 80°

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

0.82 0.73 0.66  
0.87 0.77 0.63  
0.97 0.69 0.53  
0.72 0.56  
0.55 0.47

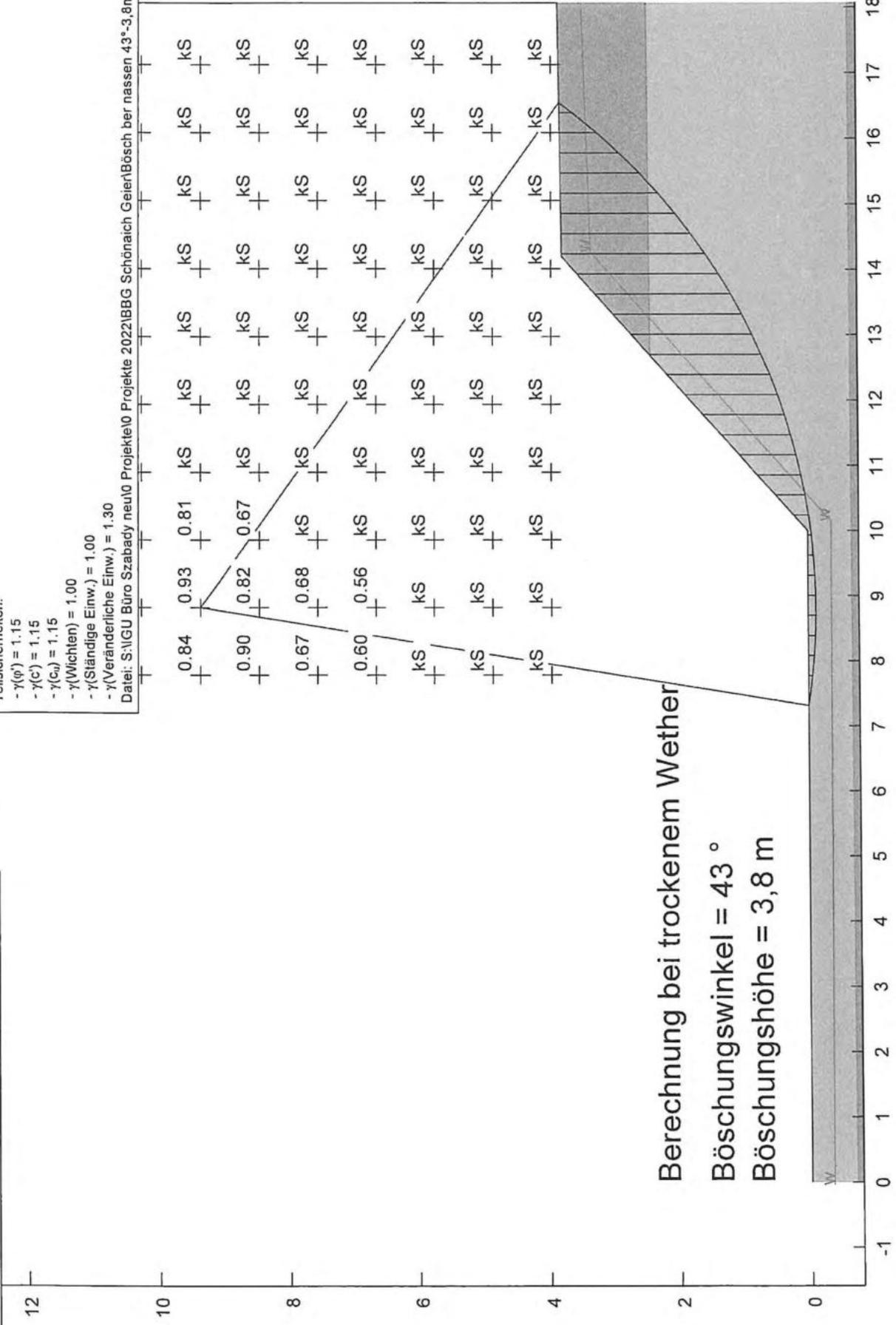


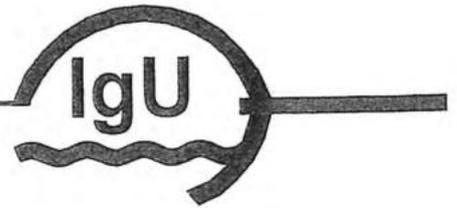


Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	25.00	22.50	19.50	Schluff, fs.t. steif
	35.00	0.00	22.00	Sand, u. Mergelstein, dicht
	34.00	0.00	23.00	sandstein, mergelstein, sehr dicht

BV Schönaich  
 Berechnungsgrundlagen DIN 4084-100  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $H_{max} = 0.93$   
 $x_m = 8.83$  m  $y_m = 9.39$  m  
 $R = 9.51$  m  
 Teilsicherheiten:  
 $-\gamma(\varphi') = 1.15$   
 $-\gamma(c) = 1.15$   
 $-\gamma(c_u) = 1.15$   
 $-\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 $-\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 $-\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Datei: S:\IGU Büro Szabady neu\0 Projekte\0 Projekte 2022\IBBG Schönaich Geierbösch ber nassen 43°-3,8m.boe





# Anlage 6

**Analysenergebnisse Mischprobe B 1 BV BBG Ringstraße, Schönaich vom 13.10.2022**

Parameter	Einheit	Mischprobe B 1 0,5 - 3,5 m Proben-Nr. 001775/22	Zuordnung VwV Baden-Württemberg			
			Z0	Z1.1	Z1.2	Z2
LHKW, Summe	mg/kg TS	0,002	1	1	1	1
BTEX, Summe	mg/kg TS	0,01	1	1	1	1
PAK, Summe	mg/kg TS	n.n.	3	3	9	30
PCB, Summe	mg/kg TS	n.n.	0,05	0,15	0,15	0,5
Blei	mg/kg TS	43,5	70	210	210	700
Arsen	mg/kg TS	0,56	15	45	45	150
Chrom, gesamt	mg/kg TS	25,2	60	180	180	600
Kupfer	mg/kg TS	19,3	40	120	120	400
Zink	mg/kg TS	55,1	150	450	450	1500
Cadmium	mg/kg TS	0,4	1	3	3	10
Quecksilber	mg/kg TS	0,03	0,5	1,5	1,5	5
Thallium	mg/kg TS	0,15	0,7	2,1	2,1	7
Nickel	mg/kg TS	23,4	50	150	150	500
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	< 0,1		3	3	10
TOC	Masse%	1,2				
schwerflüchtige lipoph. Stoffe	Masse%	86				
Kohlenwasserstoffe C10-22	mg/kg TS	48	100	300	300	1000
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	1295	100	600	600	2000
Glüverlust	Masse%	2,5				
EOX	mg/kg TS	0,2	1	3	3	10

**Analysenergebnisse Eluat Mischprobe B 1 BV BBG Ringstraße, Schönaich vom 13.10.2022**

Parameter	Einheit	Eluat v.Pr.Nr. 001775/22 Proben-Nr. 001776/22	Zuordnung VwV Baden-Württemberg			
			Z0	Z1.1	Z1.2	Z2
El. Leitfähigkeit	µS/cm	105	250	250	1500	2000
pH-Wert		8,73	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12
Blei	mg/l	< 0,001		0,04	0,08	0,2
Arsen	mg/l	0,00039		0,014	0,02	0,06
Chrom, gesamt	mg/l	0,016		0,0125	0,025	0,06
Kupfer	mg/l	0,01		0,02	0,06	0,1
Zink	mg/l	0,044		0,15	0,2	0,6
Cadmium	mg/l	0,0002		0,0015	0,003	0,006
Quecksilber	mg/l	0,00038		0,0005	0,001	0,002
Thallium	mg/l	< 0,0001				
Nickel	mg/l	0,01		0,015	0,02	0,07
Cyanid, gesamt	mg/l	< 0,005		0,005	0,01	0,02
Sulfat	mg/l	51,2	50	50	100	150
Chlorid	mg/l	7,58	30	30	50	100
Phenolindex	mg/l	< 0,01	0,02	0,02	0,04	0,1
Fluorid	mg/l	0,2				
CN, leicht freisetzbar	mg/l	< 0,005				
Selen	mg/l	0,001				
Barium	mg/l	0,012				
Molybdaen	mg/l	0,011				
Antimon	mg/l	0,002				
DOC	mg/l	11,8				
Gesamtgehalt an gelöst. Stoffen	mg/l	100				



**Analysenergebnisse BV Geier Schönaich vom 14.10.2022**

Parameter	Einheit	Grundwasser- probe	Bundesboden- schutzverordnung
		Proben-Nr. 001764/22	Boden - Grundwasser
BTEX, Summe	mg/l	0,014	0,02
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/l	0,039	0,2



**Analysenergebnisse BV Geier Schönaich vom 27.10.2022**

Parameter	Einheit	Grundwasser- probe	Bundesboden- schutzverordnung
		Proben-Nr. 001811/22	Boden - Grundwasser
BTEX, Summe	mg/l	0,018	0,02
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/l	0,033	0,2

# Institut für Umwelt- und Lebensmittelanalytik

LAT-Labtech GmbH \* Albstr. 4 \* 89558 Böhmenkirch

Telefon: 07332/922014 \* Telefax: 07332/922016 \* E-mail: HMahringer@lat-labtech.de

LAT-Labtech GmbH \* Albstr. 4 \* 89558 Böhmenkirch

---

Ing.-Gemeinschaft für Umweltanalytik  
Dipl.-Geo. A. Szabady  
Talstr. 16

73547 Lorch-Weitmars

21.10.22

## PRÜFBERICHT

**Auftrag Nr.: 0415/22**

Auftragsbezeichnung: Untersuchung Mischprobe BBG Ringstr., Schönaich  
Probeneingang: 14.10.22  
Probenahme: 13.10.22  
Probenehmer: Herr Christian Szabady, IGU-Lorch

---

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das uns zur Verfügung gestellte Probematerial bzw. auf die genannten Prüfgegenstände. Sofern die Proben nicht ein Mitarbeiter unseres Labors genommen hat, wird die Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme abgelehnt!  
Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichtes bedarf in jedem Einzelfall der Genehmigung des Prüflabors.

---

LAT-Labtech GmbH

Dipl.-Ing. H. Mahringer

# Institut für Umwelt- und Lebensmittelanalytik

IfU - LAT GmbH \* Albstr. 4 \* 89558 Böhmenkirch

Telefon: 07332/922014 \* Telefax: 07332/922016 \* E-mail: info@ifu-lat.de

## PRÜFERGEBNISSE

Proben-Nr.: 001775/22 Auftrag-Nr.: 0415/22

Probenbezeichnung: Mischprobe B 1 / 0,5 - 3,5 m  
 PN: Herr Christian Szabady, 13.10.2022  
 Entnahmeort: BV BBG Ringstraße, Schönaich

Parameter	Messwert	Verfahren
Dichlormethan	<0,010 mg/kg TS	DIN 39 407 - F5
Trichlormethan	0,002 mg/kg TS	DIN 39 407 - F5
Tetrachlormethan	<0,001 mg/kg TS	DIN 39 407 - F5
1,1,1-Trichlorethan	<0,001 mg/kg TS	DIN 39 407 - F5
Trichlorethen ("Tri")	<0,001 mg/kg TS	DIN 39 407 - F5
Tetrachlorethen ("Per")	<0,001 mg/kg TS	DIN 39 407 - F5
LHKW, Summe d. nachgewiesenen Verb.	0,002 mg/kg TS	DIN 39 407 - F5
Benzol	<0,001 mg/kg TS	DIN 38 507-9
Toluol	<0,001 mg/kg TS	DIN 38 507-9
o-Xylol	<0,001 mg/kg TS	DIN 38 507-9
m-/p-Xylol	<0,001 mg/kg TS	DIN 38 507-9
Isopropylbenzol	0,01 mg/kg TS	DIN 38 507-9
Ethylbenzol	<0,001 mg/kg TS	DIN 38 507-9
1,2,4-Trimethylbenzol "Mesitylen")	<0,001 mg/kg TS	DIN 38 507-9
BTEX, Summe d. nachgewiesenen Verb.	0,01 mg/kg TS	DIN 38 507-9
PAK, Summe d. nachgewiesenen Verb.	n.n. mg/kg TS	DIN ISO 18287
Fluoranthren	<0,010 mg/kg TS	DIN ISO 18287
Benzo(b)fluoranthren	<0,010 mg/kg TS	DIN ISO 18287
Benzo(k)fluoranthren	<0,010 mg/kg TS	DIN ISO 18287
Benzo(ghi)perylen	<0,010 mg/kg TS	DIN ISO 18287
Benzo(a)pyren	<0,010 mg/kg TS	DIN ISO 18287
Indenol (1,2,3,-cd)pyren	<0,010 mg/kg TS	DIN ISO 18287
Naphtalin	<0,010 mg/kg TS	DIN ISO 18287
Acenaphtylen	<0,010 mg/kg TS	DIN ISO 18287
Acenapthen	<0,010 mg/kg TS	DIN ISO 18287
Fluoren	<0,010 mg/kg TS	DIN ISO 18287
Phenanthren	<0,010 mg/kg TS	DIN ISO 18287
Anthracen	<0,010 mg/kg TS	DIN ISO 18287
Pyren	<0,010 mg/kg TS	DIN ISO 18287
Benzo(a)anthracen	<0,010 mg/kg TS	DIN ISO 18287
Chrysen	<0,010 mg/kg TS	DIN ISO 18287
Dibenzo(a,h)-anthracen	<0,010 mg/kg TS	DIN ISO 18287

# Institut für Umwelt- und Lebensmittelanalytik

IfU - LAT GmbH \* Albstr. 4 \* 89558 Böhmenkirch

Telefon: 07332/922014 \* Telefax: 07332/922016 \* E-mail: info@ifu-lat.de

## PRÜFERGEBNISSE

Proben-Nr.: 001775/22

Auftrag-Nr.: 0415/22

Probenbezeichnung: Mischprobe B 1 / 0,5 - 3,5 m  
PN: Herr Christian Szabady, 13.10.2022  
Entnahmeort: BV BBG Ringstraße, Schönaich

Parameter	Messwert	Verfahren
PCB 28	<0,01 mg/kg TS	DIN EN 15308
PCB 52	<0,01 mg/kg TS	DIN EN 15308
PCB 101	<0,01 mg/kg TS	DIN EN 15308
PCB 138	<0,01 mg/kg TS	DIN EN 15308
PCB 153	<0,01 mg/kg TS	DIN EN 15308
PCB 180	<0,01 mg/kg TS	DIN EN 15308
PCB 118	<0,01 mg/kg TS	DIN EN 15308
PCB, Summe d. nachgewiesenen Verb.	n.n. mg/kg TS	DIN EN 15308
Blei	43,5 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885
Arsen	0,56 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885
Chrom, gesamt	25,2 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885
Kupfer	19,3 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885
Zink	55,1 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885
Cadmium	0,4 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	0,03 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885
Thallium	0,15 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885
Nickel	23,4 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885
Cyanide gesamt	< 0,1 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885
Kohlenwasserstoffe C10-22	48 mg/kg TS	DIN EN 14039
Kohlenwasserstoffe C10-C40	1295 mg/kg TS	DIN EN 14039
EOX (extr.org.geb. Halog.)	0,2 mg/kg TS	DIN EN 14039
schwerflüchtige lipophile Stoffe	86 mg/kg TS	DIN EN 14039
TOC	1,2 Masse%	DIN EN 14039
Glühverlust	2,5 Masse%	DIN EN 14039

# Institut für Umwelt- und Lebensmittelanalytik

IfU - LAT GmbH \* Albstr. 4 \* 89558 Böhmenkirch

Telefon: 07332/922014 \* Telefax: 07332/922016 \* E-mail: info@ifu-lat.de

## PRÜFERGEBNISSE

Proben-Nr.: 001776/22 Auftrag-Nr.: 0415/22

Probenbezeichnung: Eluat von Pr.-Nr. 001775/22  
PN: Christian Szabady, 13.10.2022  
Entnahmeort: BV BBG Ringstraße, Schönaich

Parameter	Messwert	Verfahren
El.Leitfähigkeit ( 20°C )	105 µS/cm	DIN EN 27 888 - C8
pH-Wert ( 20°C )	8,73	DIN 38 404 - C5
Blei	<0,001 mg/L	Din 38 406 - E6
Arsen	0,00039 mg/L	DIN 38 406 - E10
Chrom, gesamt	0,016 mg/L	DIN 38 406 - E10
Kupfer	0,01 mg/L	DIN 38 406 - E7
Zink	0,044 mg/L	DIN 38 406 - E8
Cadmium	0,0002 mg/L	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	0,00038 mg/L	DIN EN 1483
Thallium	<0,0001 mg/L	DIN 38 406 - E11
Nickel	0,01 mg/L	DIN 38 406 - E11
Cyanid, gesamt	<0,005 mg/L	DIN 38 405 - D13-1-3
Sulfat	51,2 mg/L	DIN EN ISO 10304-2
Chlorid	7,58 mg/L	DIN 38 405 - D1-2
Phenolindex	<0,01 mg/L	DIN 38 409 - H16
Fluorid	0,2 mg/L	DIN 38 406 - E6
CN, leicht freisetzbar	<0,005 mg/L	DIN 38 406 - E10
Selen	0,001 mg/L	DIN 38 406 - E10
Barium	0,012 mg/L	DIN 38 406 - E7
Molybdaen	0,011 mg/L	DIN 38 406 - E8
Antimon	0,002 mg/L	DIN EN ISO 11885
DOC (gel. Org. Kohlenstoff)	11,8 mg/L	DIN EN 1483
Gesamtgehalt an gelösten Stoffen	100 mg/L	DIN 38 406 - E11



**Analysenergebnisse BV Geier Schönaich vom 14.10.2022**

Parameter	Einheit	Grundwasser- probe Proben-Nr. 001764/22	Bundesboden- schutzverordnung Boden - Grundwasser
BTEX, Summe	mg/l	0,014	0,02
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/l	0,039	0,2

# Institut für Umwelt- und Lebensmittelanalytik

LAT-Labtech GmbH \* Albstr. 4 \* 89558 Böhmenkirch

Telefon: 07332/922014 \* Telefax: 07332/922016 \* E-mail: HMahringer@lat-labtech.de

LAT-Labtech GmbH \* Albstr. 4 \* 89558 Böhmenkirch

---

Ing.-Gemeinschaft für Umweltanalytik  
Dipl.-Geo. A. Szabady  
Talstr. 16

73547 Lorch-Weitmars

20.10.22

## PRÜFBERICHT

**Auftrag Nr.: 0430/22**

Auftragsbezeichnung: Untersuchung Grundwasserprobe BBG Ringstr., Schönaich  
Probeneingang: 14.10.22  
Probenahme: 14.10.22  
Probenehmer: Herr Gordan Sredl, IGU-Lorch

---

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das uns zur Verfügung gestellte Probenmaterial bzw. auf die genannten Prüfgegenstände. Sofern die Proben nicht ein Mitarbeiter unseres Labors genommen hat, wird die Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme abgelehnt!  
Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichtes bedarf in jedem Einzelfall der Genehmigung des Prüflabors.

---

LAT-Labtech GmbH

Dipl.-Ing. H. Mahringer

# Institut für Umwelt- und Lebensmittelanalytik

IfU - LAT GmbH \* Albstr. 4 \* 89558 Böhmenkirch

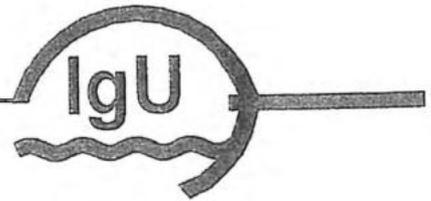
Telefon: 07332/922014 \* Telefax: 07332/922016 \* E-mail: info@ifu-lat.de

## PRÜFERGEBNISSE

Proben-Nr.: 001764/22 Auftrag-Nr.: 0430/22

Probenbezeichnung: Grundwasserprobe  
PN: Herr Christian Szabady, 14.10.2022  
Entnahmeort: BV BBG Ringstraße, Schönaich

Parameter	Messwert	Verfahren
Benzol	<0,001 mg/l	DIN 38 507-9
Toluol	<0,001 mg/l	DIN 38 507-9
o-Xylol	0,010 mg/l	DIN 38 507-9
m-/p-Xylol	<0,001 mg/l	DIN 38 507-9
Isopropylbenzol	0,004 mg/l	DIN 38 507-9
Ethylbenzol	<0,001 mg/l	DIN 38 507-9
1,2,4-Trimethylbenzol "Mesitylen")	<0,001 mg/l	DIN 38 507-9
BTEX, Summe d. nachgewiesenen Verb.	0,014 mg/l	DIN 38 507-9
Kohlenwasserstoffe	0,039 mg/l	DIN EN 14039



**Analysenergebnisse BV Geier Schönaich vom 27.10.2022**

Parameter	Einheit	Grundwasser- probe Proben-Nr. 001811/22	Bundesboden- schutzverordnung Boden - Grundwasser
BTEX, Summe	mg/l	0,018	0,02
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/l	0,033	0,2

# Institut für Umwelt- und Lebensmittelanalytik

LAT-Labtech GmbH \* Albstr. 4 \* 89558 Böhmenkirch

Telefon: 07332/922014 \* Telefax: 07332/922016 \* E-mail: HMahringer@lat-labtech.de

LAT-Labtech GmbH \* Albstr. 4 \* 89558 Böhmenkirch

---

Ing.-Gemeinschaft für Umweltanalytik  
Dipl.-Geo. A. Szabady  
Talstr. 16

73547 Lorch-Weitmars

02.11.22

## PRÜFBERICHT

**Auftrag Nr.: 0431/22**

Auftragsbezeichnung:	Untersuchung Grundwasserprobe BBG Ringstr., Schönaich
Probeneingang:	27.10.22
Probenahme:	27.10.22
Probenehmer:	Herr Gordan Sredl, IGU-Lorch

---

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das uns zur Verfügung gestellte Probematerial bzw. auf die genannten Prüfgegenstände. Sofern die Proben nicht ein Mitarbeiter unseres Labors genommen hat, wird die Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme abgelehnt!  
Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichtes bedarf in jedem Einzelfall der Genehmigung des Prüflabors.

---

LAT-Labtech GmbH

Dipl.-Ing. H. Mahringer

# Institut für Umwelt- und Lebensmittelanalytik

IfU - LAT GmbH \* Albst. 4 \* 89558 Böhmenkirch

Telefon: 07332/922014 \* Telefax: 07332/922016 \* E-mail: info@ifu-lat.de

## PRÜFERGEBNISSE

Proben-Nr.: **001811/22** Auftrag-Nr.: **0431/22**

Probenbezeichnung: Grundwasserprobe  
PN: Herr Christian Szabady, 27.10.2022  
Entnahmeort: BV BBG Ringstraße, Schönaich

Parameter	Messwert	Verfahren
Benzol	<0,001 mg/l	DIN 38 507-9
Toluol	<0,001 mg/l	DIN 38 507-9
o-Xylol	0,010 mg/l	DIN 38 507-9
m-/p-Xylol	<0,001 mg/l	DIN 38 507-9
Isopropylbenzol	0,008 mg/l	DIN 38 507-9
Ethylbenzol	<0,001 mg/l	DIN 38 507-9
1,2,4-Trimethylbenzol "Mesitylen")	<0,001 mg/l	DIN 38 507-9
BTEX, Summe d. nachgewiesenen Verb.	0,018 mg/l	DIN 38 507-9
Kohlenwasserstoffe	0,033 mg/l	DIN EN 14039

## Anlage 7

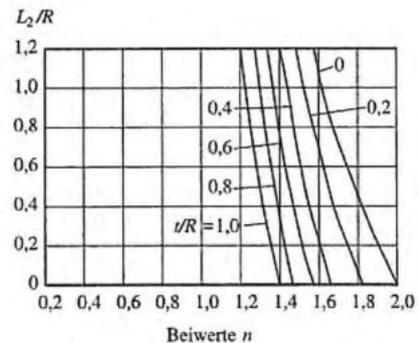
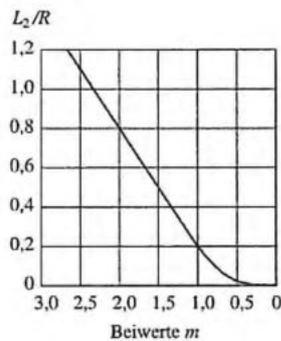
Wasserandrang in Baugrube bei erreichen  
Bemessungswasserstand

Der Bemessungswasserstand ist, 1 m über höchsten Grundwasserstand, mit dem Niveau von 443,38 m ü. NN angesetzt

Der Wasserandrang in die Baugrube bei einem  $k_f$ -Wert =  $10^{-5}$  m/s beträgt 1,84 m<sup>3</sup>/h bzw. 0,512 l/s.

### Ermittlung des Wasserandrangs in Baugruben nach DAVIDENKOFF:

Länge der Baugrube  $L_1$ : 90 [m]  
 Breite der Baugrube  $L_2$ : 40 [m]  
 Absenkung  $H$ : 1,4 [m]  
 Abstand Baugrubensohle-Wasserstauer  $t$ : 2 [m]  
 $k_f$ -Wert: 0,00001 [m/s]  
 Reichweitenberechnung nach:  Sichardt  Kusakin  
   
 $L_2/R$ : 3,01 [-]  
 $t/R$ : 0,105 [-]  
 $m$ : 5,63 [-]  
 $n$ : 1,19 [-]  
 Reichweite  $R$ : 13,3 [m]  
 Wasserandrang  $Q$ : 1,84 [m<sup>3</sup>/h]  
 oder: 0,512 [l/s]

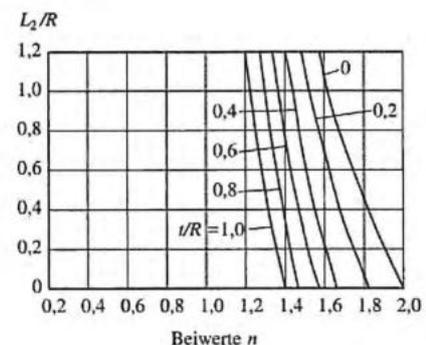
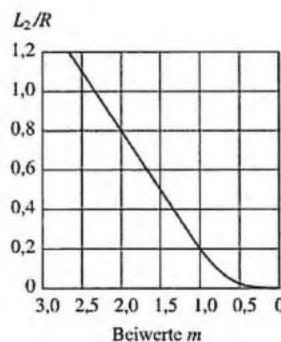


Ab Bemessungswasserstand wäre eine Absenkung des GW-Spiegel von ca. 1,40 m notwendig.

Der Wasserandrang in die Baugrube bei einem  $k_f$ -Wert =  $5 \times 10^{-5}$  m/s beträgt 4,74 m<sup>3</sup>/h bzw. 1,32 l/s.

### Ermittlung des Wasserandrangs in Baugruben nach DAVIDENKOFF:

Länge der Baugrube  $L_1$ : 90 [m]  
 Breite der Baugrube  $L_2$ : 40 [m]  
 Absenkung  $H$ : 1,4 [m]  
 Abstand Baugrubensohle-Wasserstauer  $t$ : 2 [m]  
 $k_f$ -Wert: 0,00005 [m/s]  
 Reichweitenberechnung nach:  Sichardt  Kusakin  
   
 $L_2/R$ : 1,35 [-]  
 $t/R$ : 0,0471 [-]  
 $m$ : 2,91 [-]  
 $n$ : 1,51 [-]  
 Reichweite  $R$ : 29,7 [m]  
 Wasserandrang  $Q$ : 4,74 [m<sup>3</sup>/h]  
 oder: 1,32 [l/s]



Ab Bemessungswasserstand wäre eine Absenkung des GW-Spiegel von ca. 1,40 m notwendig