



## **BAUGRUNDERKUNDUNG GUTACHTEN**

**BAUVORHABEN:** NB Steg mit Aussichtsplattform  
sowie Verlegung Geh- und Radweg

**ORT:** südlich „Fischerhütte“  
Uferstraße  
87629 Hopfen am See

**BAUHERR UND  
AUFTRAGGEBER:** Stadt Füssen  
Erster Bürgermeister  
Herr Maximilian Eichstetter  
Lechhalde 3  
87629 Füssen

**PLANUNG:** Klinger Ingenieur GmbH  
Herr Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Klinger  
Glaserstraße 2  
87463 Dietmannsried

**BAUGRUND-  
GUTACHTEN:** **GEO-CONSULT**  
ALLGÄU GmbH  
Schwandener Str. 10a  
87544 Blaichach

**PROJEKT-NR.:** G-590222

**DATUM:** 07.07.2023

## **INHALTSVERZEICHNIS**

1	Allgemeines.....	4
1.1	Vorgang.....	4
1.2	Unterlagen.....	4
2	Durchgeführte Untersuchungen.....	5
2.1	Rammsondierungen.....	5
2.2	Einmessung der Untersuchungspunkte.....	5
3	Beschreibung der Untergrundverhältnisse.....	6
3.1	Schichtbeschreibung.....	6
3.1.1	Auffüllungen.....	6
3.1.2	Deckschichten.....	7
3.1.3	Beckensedimente.....	7
3.1.4	Moräne.....	8
3.1.5	Felsschichten.....	8
3.2	Hydrologische Verhältnisse.....	9
4	Bodenklassifizierung und Bodenparameter.....	10
4.1	Bodenklassifizierung.....	10
4.2	Bodenparameter.....	12
4.3	Erdbebenzone nach DIN EN 1998.....	12
5	Bautechnische Folgerungen.....	13
5.1	Gründungsbeurteilung.....	13
5.1.1	Bohrpfahlgründung.....	13
5.1.2	Rammpfahlgründung.....	14
5.1.3	Geländeaufschüttung.....	15
5.1.4	Gründung Rad- und Gehweg.....	15
5.2	Baugrubenverbau und Böschungen.....	16
5.3	Wasserhaltungs- und Drainagemaßnahmen.....	16
5.4	Weitere Ausführungshinweise.....	16
6	Schlussbemerkung.....	17

**BEILAGEN:**

1. Lageplan M 1:750
2. Graphische Darstellung der Sondierprofile
3. Protokolle der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2
4. Vermessungsprotokoll
5. Homogenbereiche nach DIN 18 300 (2019)

**TABELLEN**

Tabelle 1: Bodenklassifizierung.....	10
Tabelle 2: Bodenparameter.....	12
Tabelle 3: Bruchwerte (Grenzwerte) für Großbohrpfähle.....	13

## **1 ALLGEMEINES**

### **1.1 VORGANG**

Die Stadt Füssen plant die Verlegung des Radwegs entlang des Hopfensees in Hopfen am See. Im Bereich der „Fischerhütte“ soll der Fußweg über eine Steg im See führen. Der Steg ist mit einer Länge von ca. 120 m geplant. Der Steg soll zwischen 5 m und 10 m in den See reichen. Im Nordosten, im Bereich des Parkplatzes, wird eine Aufschüttung des Seeufers zur Landgewinnung in Betracht gezogen. Für das Bauvorhaben sollen die Untergrundverhältnisse erkundet werden.

Herr Bürgermeister Maximilian Eichstetter erteilte am 14.05.2023 der GEO-CONSULT den Auftrag, die Feldarbeiten gemäß Angebot vom 27.04.2023 auszuführen und ein Baugrundgutachten zu erstellen. Das Baugrundgutachten liegt hiermit vor.

### **1.2 UNTERLAGEN**

- a) Entwurfsplanung, Radweg Uferstraße Hopfen am See, M 1:250 , Plan-Nr.: 211155\_L3\_FiHü, Klinger Ingenieure GmbH, 21.06.2023.
- b) Geologische Karte von Bayern M 1:25.000, Blatt 8330 Roßhaupten, Bayerisches Geologisches Landesamt, München, 1974.
- c) Angebot vom 27.04.2023.
- d) Auftrag vom 14.05.2023.
- e) Rammsondierprotokolle mit der schweren Rammsonde DPH-1 bis DPH-4.
- f) Vermessungsprotokoll.
- g) Wasserstand Vilsen / Hopfensee, Gewässerkundlicher Dienst Bayern, [https://www.gkd.bayern.de/de/seen/wasserstand/iller\\_lech/vilsen-12311003](https://www.gkd.bayern.de/de/seen/wasserstand/iller_lech/vilsen-12311003) (abgerufen am 06.07.2023).
- h) „Erweiterung Strandbad, Hopfen am See“, Baugrunderkundung mit Gutachten, Geo-Consult, Projekt-Nr.: G-470518, Gutachten vom 11.09.2018.

## **2 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN**

### **2.1 RAMMSONDIERUNGEN**

Die Rammsondierungen wurden am 21.06.2023 ausgeführt.

Anzahl: 4 (DPH-1 – DPH-4)

Tiefe: DPH-1 : 8,6 m  
DPH-2 : 9,0 m  
DPH-3 : 9,9 m  
DPH-4 : 8,9 m

Art: schwere Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2

Lage der Sondierungen: siehe Lageplan in Beilage 1

Graphische Darstellung: siehe graphische Darstellung in Beilage 2

Sondierprotokolle: siehe Beilage 3

### **2.2 EINMESSUNG DER UNTERSUCHUNGSPUNKTE**

Die Untersuchungspunkte wurden nach Lage und Höhe am 21.06.2023 eingemessen. Alle Höhenangaben beziehen sich auf die Deckeloberkante des Schachts H 76.1, der im Bestandsplan der Gemeinde mit 785,35 mNN angegeben ist.

Der Höhenfestpunkt ist in den Lageplan in Beilage 1 eingetragen.

Alle Höhenangaben im geologischen Schnittprofil in Beilage 2 beziehen sich auf den o.g. Höhenfestpunkt.

### **3 BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE**

Gemäß der zur Verfügung stehenden geologischen Karte sowie früher durchgeführten Untersuchungen im Nahbereich ist im Bereich des Bauvorhabens mit Moräneablagerungen sowie mit den Felsschichten der Flyschzone zu rechnen. Die Moräne ist von unterschiedlich mächtigen Beckensedimenten und Deckschichten überprägt.

Bei Rammsondierungen ist grundsätzlich darauf hinzuweisen, dass kein Bodenmaterial gewonnen wird. Die anstehenden Schichten können dementsprechend nur nach der Lagerungsdichte / Konsistenz, jedoch nicht nach der Kornzusammensetzung angesprochen werden. Sofern die Schichten nach der Kornzusammensetzung angesprochen werden, beruht dies auf allgemeiner Erfahrung, der geologischen Karte sowie früher durchgeführter Untersuchungen im Nahbereich.

Zwischen den einzelnen Aufschlüssen wurden die Schichtgrenzen interpoliert. Da die durchgeführten Untersuchungen nur punktuelle Aufschlüsse darstellen, können Schwankungen der Schichtgrenzen nicht ausgeschlossen werden.

Nachfolgend werden die einzelnen Schichten ihren Eigenschaften entsprechend zusammengefasst und beschrieben.

#### **3.1 SCHICHTBESCHREIBUNG**

##### **3.1.1 AUFFÜLLUNGEN**

(rote Signatur in Beilage 2)

Oberflächennah wurden durchgehend Auffüllungen erkundet. Die Rammsondierungen zeigten innerhalb der Schichten erhöhte Schlagzahlen von > 5 Schlag / 10 cm Eindringtiefe, entsprechend einer lockeren bis überwiegend mitteldichten Lagerung. Die Auffüllungen zeigen erfahrungsgemäß eine Ausbildung als ± schluffiger, sandiger Kies mit Steinen. Entlang des Seeufers wurden Wasserbausteine verbaut.

Die Mächtigkeit der Auffüllungen betrug durchgehend ca. 2 m. Zur Veranschaulichung wurde das geologische Schnittprofil in Beilage 2 erstellt.

Die Auffüllungen werden von Deckschichten sowie Beckensedimenten unterlagert, wodurch deren Tragverhalten maßgebend ist.

### **3.1.2 DECKSCHICHTEN**

(grüne Signatur in Beilage 2)

Im Bereich der Sondierung DPH-4 wurden Decklehme mit einer weichen bis steifen Konsistenz erkundet. Deckschichten zeigen erfahrungsgemäß eine Ausbildung als +/- kiesiger, sandiger Schluff.

Die Deckschichten wurden nur im Bereich der Rammsondierung DPH-4 zwischen 2,1 m und 5,2 m unter Ansatzpunkt erkundet. Die Sondierung zeigte innerhalb der Schichten Schlagzahlen zwischen 2 und 6 Schlag / 10 cm Eindringtiefe, entsprechend einer weichen bis steifen Konsistenz.

Die Deckschichten sind bei der weichen bis steifen Konsistenz gering tragfähig und damit gering kompressibel. Die Deckschichten sind stark wasser- und frostempfindlich sowie gering wasserdurchlässig.

### **3.1.3 BECKENSEDIMENTE**

(blaue Signatur in Beilage 2)

Unterhalb der Auffüllungen wurden in den Rammsondierungen DPH-1 bis DPH-3 die Seesedimente des Hopfensees mit einer Mächtigkeit bis 5 m erkundet. Die Rammsondierungen zeigten innerhalb dieser Schichten nur sehr geringe Schlagzahlen von 1 – 2 Schlag / 10 cm Eindringtiefe, entsprechend einer breiigen Konsistenz. Die Beckensedimente bestehen aus sandigem, tonigem Schluff.

Bei den sehr geringen Schlagzahlen und den geologischen Rahmenbedingungen können auch Torfschichten im Untergrund nicht ausgeschlossen werden. Bei Torfen ist neben den Setzungen aus einer Zusammendrückung des Bodens auch mit unkontrollierbaren Setzungen durch Zersetzungsvorgänge der organischen Anteile zu rechnen.

Die Beckensedimente sind bei der breiigen Konsistenz sehr gering tragfähig und damit sehr stark kompressibel. Die Schichten sind stark wasser- und frostempfindlich sowie gering wasserdurchlässig. Von einer Lastabtragung innerhalb sowie oberhalb der Schichten wird dringendst abgeraten.

### **3.1.4 MORÄNE**

(gelbe und orange Signatur in Beilage 2)

Unterhalb der Deckschichten und Beckensedimente wurden durchwegs Moräneablagerungen erkundet. Die Moräne zeigt erfahrungsgemäß eine Ausbildung als ± sandiger, ± kiesiger Schluff sowie als sandige Kies-Schluff-Gemische mit Steinen. Gemäß den Ablagerungsbedingungen einer Moräne kann die Kornzusammensetzung örtlich stark wechseln. Es ist lokal mit einem höheren Steinanteil zu rechnen. Zudem können Findlingsblöcke nicht ausgeschlossen werden.

Die Moräne wurde anhand der Konsistenz nochmals unterteilt:

Die Rammsondierungen zeigten beim Erreichen der Moräne einen Anstieg der Schlagzahlen auf 4 bis 8 Schlag / 10 cm Eindringtiefe, entsprechend einer steifen Konsistenz. Diese Schichten wurden mit einer gelben Signatur dargestellt.

Darunter verzeichneten die Rammsondierungen einen Anstieg der Schlagzahlen auf durchwegs  $\geq 8$  Schlag / 10 cm Eindringtiefe, entsprechend einer zumindest halbfesten Konsistenz. Diese Schichten wurden mit einer orangen Signatur dargestellt.

Die Mächtigkeit der Moräneschichten wechselt örtlich stark. Die Schichtdicke der steifen Moräne schwankt zwischen 0,1 m (DPH-1) und 2,6 m (DPH-4), die der Halbfesten zwischen 0,5 m (DPH-2) und 3,3 m (DPH-1).

Die Moräneschichten sind bei der steifen Konsistenz mittel tragfähig und damit mittel kompressibel. Bei der zumindest halbfesten Konsistenz sind die Schichten gut tragfähig und damit gering kompressibel.

Die Moräneschichten sind – unabhängig von der Konsistenz – stark wasser- und frostempfindlich sowie sehr gering wasserdurchlässig.

### **3.1.5 FELSSCHICHTEN**

(violette Signatur in Beilage 2)

Die Felsschichten im Untersuchungsgebiet sind dem Rhenodanubischen Flysch zuzuordnen. Hier handelt es sich gemäß geologischer Karte um den Reiselberger Sandstein. Der Sandstein ist reich an Glimmern und Gesteinsbruchstücken, besitzt eine fein- bis grobkörnige Textur und ist dickbankig, mit Bankmächtigkeiten bis 2 m. Die Schichten fallen gemäß der geologischen Karte mit ca. 50° bis 65° nach N bis NNW ein.

Die Rammsondierungen zeigten beim Erreichen der Felsschichten einen sprunghaften Anstieg der Schlagzahlen auf  $> 100$  Schlag / 10 cm Eindringtiefe, konnten nicht weiter Eindringen und mussten abgebrochen werden.

Die Felsschichten sind sehr gut tragfähig und damit sehr gering kompressibel. Die Schichten sind gering bis mittel wasser- und frostempfindlich sowie gering wasserdurchlässig.

### **3.2 HYDROLOGISCHE VERHÄLTNISSE**

Die Moräneablagerungen sowie die Felsschichten sind sehr gering wasserdurchlässig und können im bautechnischen Sinne als wasserstauend betrachtet werden. Durch die stauende Wirkung dieser Schichten hat sich der Hopfensee als postglaziale Mulde (Toteisbecken) gebildet.

Bei allen Rammsondierungen wurde ein Grundwasserstand gemessen. Der Grundwasserstand entspricht +/- dem Wasserstand des Hopfensees. Am 21.06.2023 lag der Wasserspiegel des Hopfensees bei Kote 783,87 mNN. Die Wasserstände in den Sondierungen entsprechend damit in etwa dem Seewasserspiegel.

Gemäß dem Gewässerkundlichen Dienst Bayern wurden folgende Wasserstände seit 1969 am Messpegel in Vilsen erfasst:

- Mittelwasser                      MW    = 783,91 mNN        (1970 – 2016)
- höchster Wasserstand        HHW = 785,11 MNN        (20.06.1979)
- Niedrigwasser                 NW    = 783,15 mNN        (1970 – 2016)

Im Umfeld des Hopfensees liegt ein begrenzter, See-begleitender Grundwasserspiegel vor. Der Seewasserspiegel ist damit für Baumaßnahmen in Seenähe maßgebend.

Die Wässer innerhalb der anstehenden Schichten sind nach allgemeiner Erfahrung als nicht betonangreifend nach DIN 4030 einzustufen.

## 4 BODENKLASSIFIZIERUNG UND BODENPARAMETER

Nachfolgend werden die erkundeten Böden klassifiziert und für die erforderlichen statischen Berechnungen Bodenparameter angegeben.

### 4.1 BODENKLASSIFIZIERUNG

Tabelle 1: Bodenklassifizierung

Schicht- ansprache	Konsistenz / Lagerung	Bodenart DIN 4022	Bodengruppe DIN 18 196	Bodenklasse DIN 18300 (2012)*
<b><u>Auffüllungen</u></b>				
schluffiger, sandiger Kies mit Steinen	locker - mitteldicht	G,s,u'-u,x	[GU/GU*]	3/4
<b><u>Deckschichten</u></b>				
Humus	weich	MU	OH	1
sandiger, ± kiesiger Schluff	weich-steif	U,s,g'-g	UL/UM	4
<b><u>Beckensedimente</u></b>				
sandiger, toniger Schluff	breiig	U,s,t	UM/TM	2
ggf. lokal Torf	breiig	H	HZ/HN	2

Schicht- ansprache	Konsistenz / Lagerung	Bodenart DIN 4022	Bodengruppe DIN 18 196	Bodenklasse DIN 18300 (2012)*
-----------------------	--------------------------	----------------------	---------------------------	----------------------------------

### Moräneablagerungen

± kiesiger, sandiger Schluff mit Steinen	steif ----- ≥ halbfest	U,s-s*,g-g*,x	UL/UM	4-6
sandige Kies-Schluff- Gemsiche mit Steinen	steif ----- ≥ halbfest	G-U,s,x	GU*/UL	4-6

### Felsschichten

Sandstein	Sst			7
-----------	-----	--	--	---

Innerhalb der Moräne sind Steine zu erwarten. Zudem können auch Findlingsblöcke bis in m<sup>3</sup> – Größe nicht ausgeschlossen werden. Bei einem höheren Steinanteil erhöhen sich die Bodenklassen wie folgt:

#### DIN 18 300 (2012)\*

> 30 % Steine von > 63 mm bis 0,01 m <sup>3</sup> Rauminhalt	5
< 30 % Steine von 0,01 m <sup>3</sup> bis 0,1 m <sup>3</sup> Rauminhalt	5
> 30 % Steine von 0,01 m <sup>3</sup> bis 0,1 m <sup>3</sup> Rauminhalt	6
Blöcke > 0,1 m <sup>3</sup> Rauminhalt	7

\* Seit 08/2015 liegt eine neue Fassung der DIN 18 300 vor. In der neuen Ausgabe wurden aus den bekannten Bodenklassen Homogenbereiche. Eine Zusammenstellung der Homogenbereiche kann der Beilage 5 entnommen werden. Die Angabe der „alten“ Bodenklassen besitzt nur rein informativen Charakter.

## 4.2 BODENPARAMETER

Tabelle 2: Bodenparameter

Bodenschicht	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ °	$c'$ kN/m <sup>2</sup>	$E_s$ MN/m <sup>2</sup>
<b>Auffüllungen</b> locker - mitteldicht	21,0	12,0	30,0-35,0 32,5	0	20-60 40
<b>Deckschichten</b> weich-steif	19,0	9,0	22,5-27,5 25,0	0	*-5
<b>Beckensedimente</b> breiig	17,0	7,0	10,0-20,0 15,0	0	*-1
<b>Moräne</b> steif	20,0	10,0	27,5	5	5-20 10
<b>Moräne</b> ≥ halbfest	21,0	11,0	27,5	10	20-60 40
<b>Fels</b>	23,0	13,0	40,0	40	>1000

\* je nach örtlicher Konsistenz

Die oben genannten Rechen-Mittelwerte basieren auf den Untersuchungsergebnissen, DIN 1055 Teil 2 und auf Erfahrungswerten bei vergleichbaren Böden.

## 4.3 ERDBEBENZONE NACH DIN EN 1998

Das Gelände liegt nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 in der

- Erdbebenzone 0
- Untergrundklasse R
- Baugrundklasse A/C

Die Horizontalbeschleunigung aus dem Lastfall Erdbeben ist damit für das Bauvorhaben nicht maßgebend.

## 5 BAUTECHNISCHE FOLGERUNGEN

### 5.1 GRÜNDUNGSBEURTEILUNG

Einzelheiten zu den Untergrundverhältnissen können der graphischen Darstellung in Beilage 2 entnommen werden.

Die tragfähigen Felsschichten stehen zwischen ca. 8,5 m und 9,9 m unter Gelände an. Von einer Lastabtragung innerhalb bzw. oberhalb der breiigen Beckensedimenten wird ausdrücklich abgeraten.

#### 5.1.1 BOHRPFAHLGRÜNDUNG

Bei den vorliegenden Verhältnissen und der Planung des Stegs in den Seebereich, stellt ein Bohrpfahlgründung, die die Lasten in die Felsschichten abträgt die weitestgehend setzungsfreie Gründung dar.

Die Pfähle müssen mindestens 1 m in die Felsschichten (violette Signatur in Beilage 2) einbinden. Für die Bemessung der Bohrpfähle wird empfohlen, folgende Grenzwerte (Bruchwerte) anzusetzen:

Tabelle 3: Bruchwerte (Grenzwerte) für Großbohrpfähle

<b>Mantelreibung <math>q_{s,k}</math></b>	Auffüllungen	locker-mitteldicht	–
	Deckschichten	weich-steif	–
	Beckensedimente	breiig	–
	Moräne	steif	–
	Moräne	≥ halbfest	0,10 MN/m <sup>2</sup>
	Fels		0,20 MN/m <sup>2</sup>
<b>Spitzendruck <math>q_{b,k}</math></b>	Auffüllungen	locker-mitteldicht	–
	Deckschichten	weich-steif	–
	Beckensedimente	breiig	–
	Moräne	steif	–
	Moräne	≥ halbfest	–
	Fels		4,00 MN/m <sup>2</sup>

Bei den Pfahlbohrarbeiten wird eine fachkundige Überwachung – insbesondere bei den ersten Pfählen – empfohlen. Durch die ausführende Firma ist ein Pfahlprotokoll zu führen.

Bei der Herstellung von unmittelbar benachbarten Pfählen mit unterschiedlicher Einbindetiefe ist der jeweils tiefere Pfahl zuerst herzustellen, um zu verhindern, dass durch den tieferen Pfahl höhere liegende Pfahlsohlen aufgelockert werden. Bei der Herstellung der Pfähle sind die einschlägigen Normen, insbesondere die DIN 1054, DIN EN 1997-1 sowie DIN EN 1536 zu beachten und einzuhalten.

Zur Herstellung der Pfähle im Seebereich wird das Schütten eines temporären Arbeitsplanums in den See erforderlich. Hierzu eignet sich ein kantiger Schotter (Körnung z.B. 32/63). Dies ist mit der ausführenden Firma in Abhängigkeit von der Gerätelast abzustimmen. Zudem sollte eine Vermessung des Seeufers (z.B. mit Echolot) durchgeführt werden, um die Massen der Auffüllungen zu ermitteln.

In den Beckensedimenten liegt keine ausreichende Stützung für den Beton nach dem Ziehen der Verrohrung vor. Um die Stützung zu erreichen, sind Bohrhülsen zu setzen bzw. Ringkörbe an die Bewehrung anzuschweißen. Auch dies ist mit der ausführenden Firma abzustimmen.

Von Kleinbohrpfählen nach DIN EN 14199 muss bei den vorliegenden Verhältnissen abgeraten werden. Innerhalb der Beckensedimente liegt keine ausreichende Knicksicherheit vor.

## **5.1.2 RAMMPFAHLGRÜNDUNG**

Alternativ können auch Rammpfähle verwendet werden. Bei einer Rammpfahlgründung gibt es verschiedene Systeme:

- duktiler Gusspfahl
- Ortbeton-Rammpfahl
- Holzrammpfahl

Die Rammpfähle haben grundsätzlich den Nachteil, dass Schichten mit hoher Lagerungsdichte nicht rammpbar sind. Innerhalb der Moräne können Findlinge vorkommen. Es kann damit nicht ausgeschlossen werden, dass Rammpfähle auf Blöcken aufsetzen und den Fels nicht erreichen.

Holzpfähle sind bis unter den niedrigsten Wasserstand zu rammen. Bei Stahlrammpfählen ist die Korrosion zu berücksichtigen.

Die Bemessungswerte für Rammpfähle sind mit den ausführenden Spezialtiefbauunternehmen nach den firmeninternen Erfahrungswerten bzw. gemäß den Empfehlungen der „EA-Pfähle“ festzusetzen. Ebenso ist die mögliche Einbindetiefe und Knicksicherheit von der Spezialfirma nachzuweisen.

### **5.1.3 GELÄNDEAUFSCHÜTTUNG**

Im östlichen Bereich des Bauvorhabens ist eine Geländeaufschüttung in den See vorgesehen. Der Seeboden fällt im Uferbereich mit ca. 10° ab. Hier ist ebenfalls eine Vermessung des Seebodens durchzuführen.

Für die Schüttung wird empfohlen einen groben, kantigen Schotter (32/63) zu verwenden. Unter Wasser kann von einem Reibungswinkel des Materials von  $\varphi' = 25^\circ$  ausgegangen werden. Die neue Uferböschung ist entsprechend abzuflachen. Unter der Aufschüttung ist ein Geotextil (GRK > 4) zu verlegen (Filterstabilität).

### **5.1.4 GRÜNDUNG RAD- UND GEHWEG**

Im Osten und Westen des Bauvorhabens soll der Radweg neu verlegt werden. Unter dem Regelaufbau ist ein  $E_{v2}$  - Wert von 45 MN/m<sup>2</sup> durch Plattendruckversuche nach DIN 18134 für ein Unterplanum nachzuweisen. Wird dieser Wert nicht erreicht, so ist unter dem Regelaufbau ein zusätzlicher Kieskoffer mit einer Stärke von zumindest 0,3 m vorzusehen. Im Bereich von bindigem Boden ist unter dem Kieskoffer ein Geotextil (GRK  $\geq 3$ ) als filterstabile Trennschicht zu verlegen. Im Kieskoffer ist ein Lastausbreitungswinkel von 45° zu berücksichtigen.

Im Uferbereich wurden ca. 2 m mächtige Auffüllungen in mitteldichter Lagerung erkundet. Hier wird der  $E_{v2}$  - Wert von 45 MN/m<sup>2</sup> voraussichtlich erreicht.

Auf dem fertigen Unterplanum ist ein neuer frostsicherer Oberbau gemäß RstO (je nach Straßenklasse) zu erstellen. Auf dem Oberbau ist die Verdichtung durch Plattendruckversuche nach DIN 18134 zu überprüfen. Auf der Trag- schicht ist ein  $E_{v2}$  - Wert von  $\geq 100$  MN/m<sup>2</sup> bei einem Verhältniswert von  $E_{v2}/E_{v1} < 2,5$  nachzuweisen. Im gesamten Aufbau ist ein Lastausbreitungswinkel von 45° zu berücksichtigen.

Bei der Gründung auf der Uferaufschüttung treten Langzeitsetzungen auf, da die unterlagernden Beckensedimente noch nicht bzw. nur gering konsolidiert sind. Es wird daher empfohlen, unter dem Kieskoffer eine Geogitter (biaxial, knotenfest, Zugfestigkeit quer/längs  $\geq 40$  kN/m) zu verlegen. Dadurch können

die Setzungen vermindert bzw. vereinheitlicht werden. Der Feinbelag sollte zu einem möglichst späten Zeitpunkt nach Abklingen der Erstsetzung aufgebracht werden. Die sekundär bzw. Langzeitsetzungen müssen in Kauf genommen werden.

## **5.2 BAUGRUBENVERBAU UND BÖSCHUNGEN**

Gemäß DIN 4124 dürfen freigeböschte Baugruben in den anstehenden Schichten nicht steiler als 45° angelegt werden. Unter Wasser bzw. im Bereich der Wasserlinie sind temporäre Böschungen auf 30° abzuflachen.

## **5.3 WASSERHALTUNGS- UND DRAINAGEMABNAHMEN**

Bezüglich der hydrologischen Verhältnisse wird auf Abschnitt 3.2 verwiesen.

Die Seewasserstände sind bei der Planung sowie den Pfahlbohrarbeiten zu berücksichtigen (ggf. mit Wasserauflast bohren).

## **5.4 WEITERE AUSFÜHRUNGSHINWEISE**

Beim Bauen in kalter Jahreszeit sind Maßnahmen gegen das Eindringen des Frostes in den frostgefährdeten Gründungsbereich zu treffen.

Für alle Bauteile ist eine frostfreie Mindestgründungstiefe von zumindest 1,1 m unter dem späteren Gelände einzuhalten.

Die Einstufung der erkundeten Deckschichten und Beckensedimente als gering tragfähige Schichten beinhaltet auch die Tragfähigkeit während der Bauzeit. Für die Spezialtiefbauarbeiten ist eine tragfähiges Arbeitsplanum zu erstellen.

Die Felsschichten tauchen voraussichtlich nach Süden bzw. Südwesten weiter ab. Um den Schichtverlauf genauer zu Ermittlung, werden ergänzende Rammsondierungen nach Schüttung des Arbeitsplanums in den See empfohlen.

Vor Beginn der Spezialtiefbauarbeiten wird ein Beweissicherungsverfahren an den Nachbargebäuden empfohlen.

## 6 SCHLUSSBEMERKUNG

Im vorliegenden Baugrundgutachten wurden die durchgeführten feldtechnischen Untersuchungen im Sinne eines geotechnischen Untersuchungsberichts nach DIN 1054 ausgewertet und daraus die, für erdstatische Berechnungen notwendigen Bodenkennwerte sowie Gründungsvorschläge gemäß DIN 4020 erarbeitet. Darüber hinaus wurden Vorschläge und Empfehlungen zur Planung und Bauausführung gegeben. Damit sind, von den am Bau Beteiligten, die Ergebnisse in die weitere Planung einzuarbeiten und die jeweils erforderlichen Schlüsse zu ziehen.

Bei den Tiefbauarbeiten sind die Untergrundverhältnisse mit dem Ergebnis des vorliegenden Baugrundgutachtens zu vergleichen. Bei Abweichungen ist das Büro GEO-CONSULT zu verständigen.

Das Baugrundgutachten darf nur als Gesamtes an Dritte weitergegeben werden. Bei der Weitergabe von einzelnen Kapiteln oder Anlagen besteht die Gefahr einer Fehlinterpretation.

Zu weiteren Beratungen steht das Büro GEO-CONSULT gerne zur Verfügung.

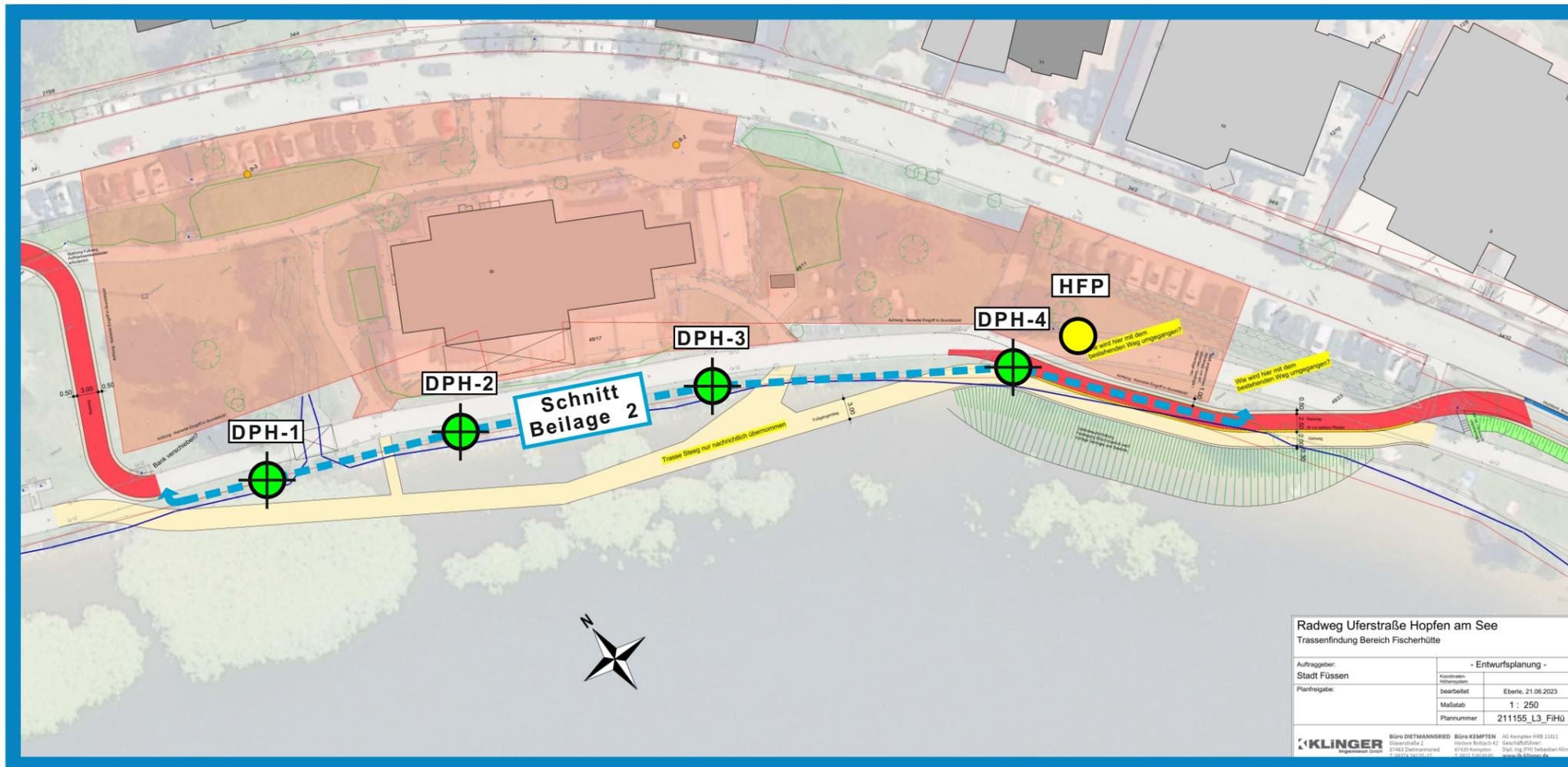
**GEO-CONSULT**  
Allgäu GmbH



Tobias Helbig, M.Sc.



Christoph Kaufmann, M.Sc.



- 
**DPH**  
 Schwere Rammsondierung nach  
 DIN EN ISO 22476-2
  
- 
**HFP**  
 Höhenfestpunkt  
 = DOK Schacht H 76.1  
 = 785,35 mNN

Radweg Uferstraße Hopfen am See	
Trassenfindung Bereich Fischerhütte	
- Entwurfsplanung -	
Auftraggeber:	Koordinatensystem:
Stadt Füssen	UTM
Planfreigabe:	Bearbeitet:
	Eberle, 21.06.2023
	Maßstab:
	1 : 250
	Plannummer:
	211155_L3_FIHU
<b>KLINGER</b>	Büro DIETMANNSEED
Geometer GmbH	Büro KEMPTEN
Glöttstraße 2	AG Kempten 898 11811
89453 Dietmannsried	Hörnle Rottach 42
08341 9444-11	Geschäftsführer:
	Stefan Ing. FHJ Sebastian Klingner
	08341 9444-11
	www.klinger.de

 **GEO-CONSULT ALLGÄU GmbH**

**BV Steg mit Aussichtsplattform,  
Hopfen am See**

Planbezeichnung:  
**LAGEPLAN MIT EINGETRAGENEN  
UNTERSUCHUNGSPUNKTEN**

Bearbeiter: **T. Helbig, M.Sc.** Plan-Nr.: **1**  
 Proj.-Nr.: **G-590222**  
 Maßstab: **1 : 750** Stand: **03.07.2023**

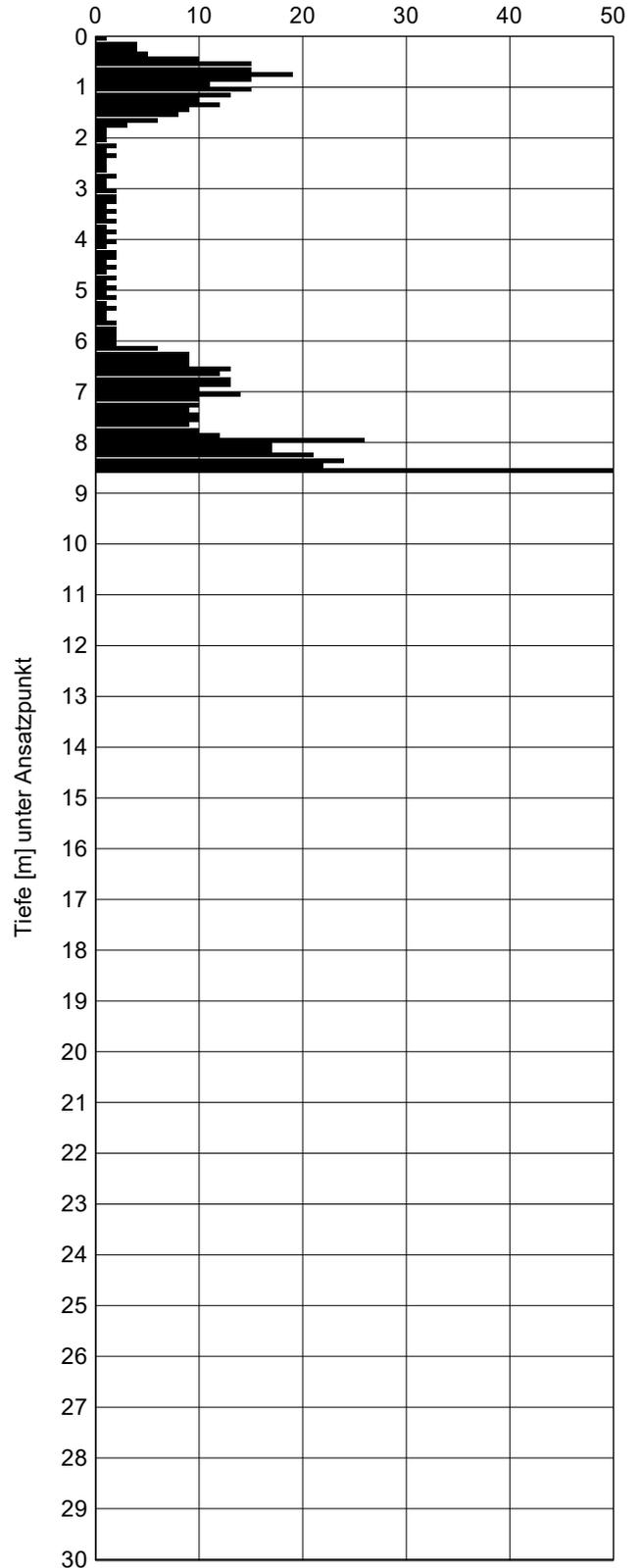


Projekt:	BV Steg, Hopfen am See	Beilage Nr:	3.1
Projekt Nr:	G-590222	Bearbeiter:	sx
Sondierung Nr:	DPH-1	Datum:	21.06.23
Ansatzhöhe:	784,27	Wasserstand:	0,49

Schlagzahlen / 10 cm Eindringtiefe

	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
0	1	4	4	5	10	15	15	19	15	11	1
1	15	13	10	12	9	8	6	3	1	1	2
2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	3
3	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	4
4	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	5
5	1	2	1	2	1	1	2	2	2	2	6
6	2	6	9	9	9	13	12	13	13	10	7
7	14	10	10	9	10	10	9	10	12	26	8
8	17	17	21	24	22	100					9
9											10
10											11
11											12
12											13
13											14
14											15
15											16
16											17
17											18
18											19
19											20
20											21
21											22
22											23
23											24
24											25
25											26
26											27
27											28
28											29
29											30

Schlagzahlen / 10 cm Eindringtiefe

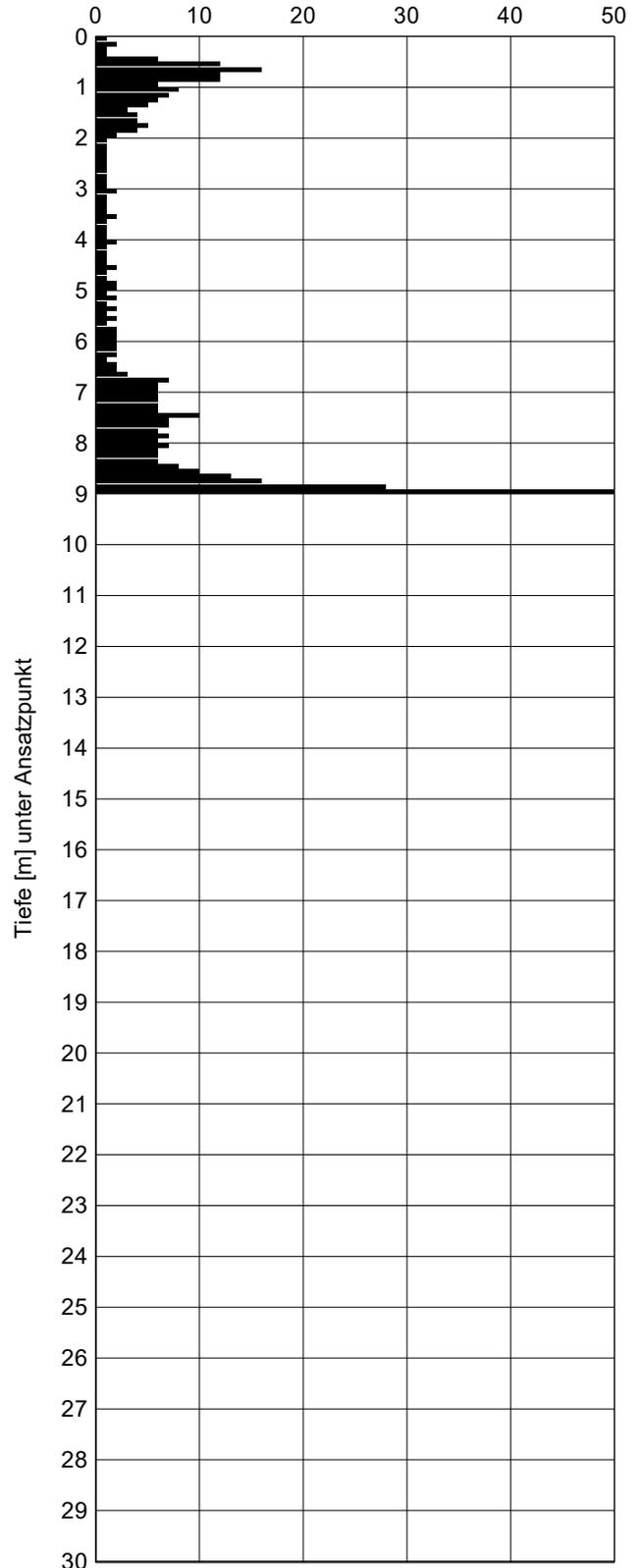


Projekt:	BV Steg, Hopfen am See	Beilage Nr:	3.2
Projekt Nr:	G-590222	Bearbeiter:	sx
Sondierung Nr:	DPH-2	Datum:	21.06.23
Ansatzhöhe:	784,22	Wasserstand:	0,34

Schlagzahlen / 10 cm Eindringtiefe

	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
0	1	2	1	1	6	12	16	12	12	6	1
1	8	7	6	5	3	4	4	5	4	2	2
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
3	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	4
4	2	1	1	1	1	2	1	1	2	2	5
5	1	2	1	2	1	2	1	2	2	2	6
6	2	2	2	1	2	2	3	7	6	6	7
7	6	6	6	6	10	7	7	6	7	6	8
8	7	6	6	6	8	10	13	16	28	100	9
9											10
10											11
11											12
12											13
13											14
14											15
15											16
16											17
17											18
18											19
19											20
20											21
21											22
22											23
23											24
24											25
25											26
26											27
27											28
28											29
29											30

Schlagzahlen / 10 cm Eindringtiefe

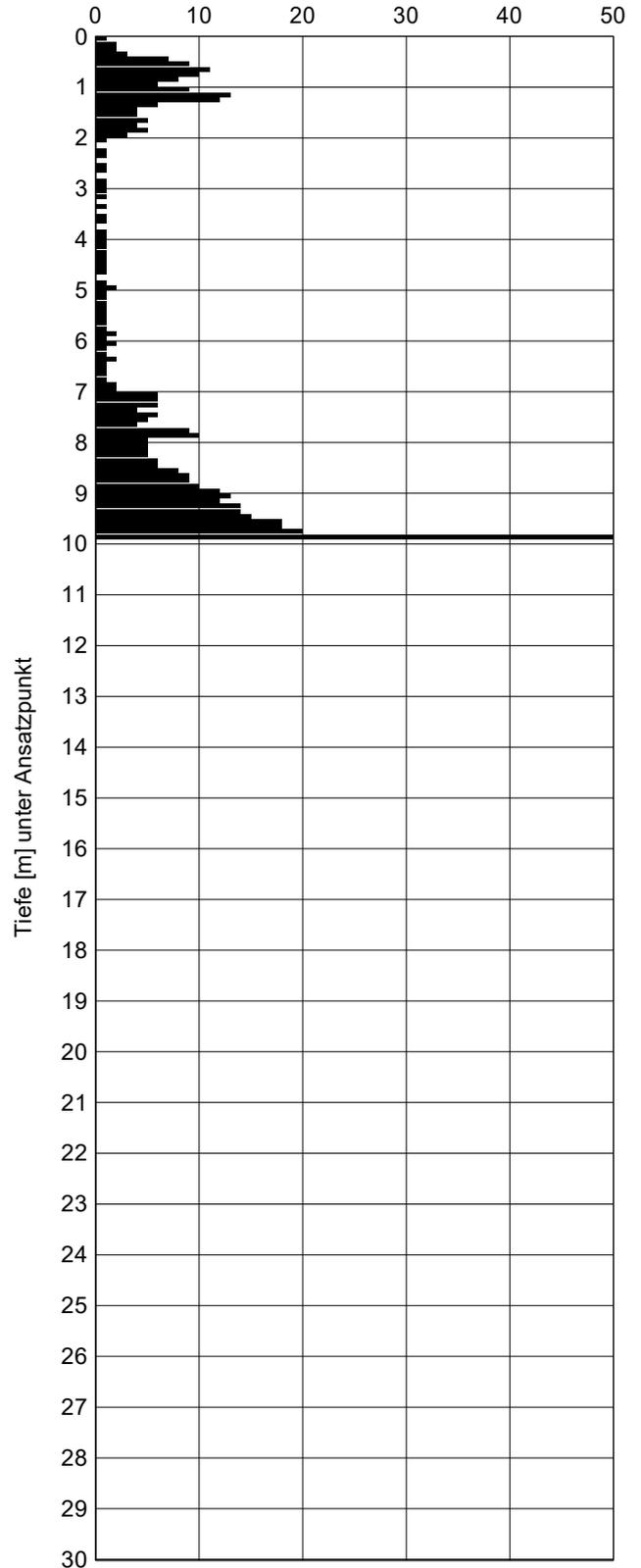


Projekt:	BV Steg, Hopfen am See	Beilage Nr:	3.3
Projekt Nr:	G-590222	Bearbeiter:	sx
Sondierung Nr:	DPH-3	Datum:	21.06.23
Ansatzhöhe:	784,24	Wasserstand:	0,46

Schlagzahlen / 10 cm Eindringtiefe

	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
0	1	2	2	3	7	9	11	10	8	6	1
1	9	13	12	6	4	4	5	4	5	3	2
2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	3
3	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	4
4	1	1	1	1	1	1	1	0	1	2	5
5	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	6
6	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	7
7	6	6	6	4	6	5	4	9	10	5	8
8	5	5	5	6	6	8	9	9	10	12	9
9	13	12	14	14	15	18	18	20	100		10
10											11
11											12
12											13
13											14
14											15
15											16
16											17
17											18
18											19
19											20
20											21
21											22
22											23
23											24
24											25
25											26
26											27
27											28
28											29
29											30

Schlagzahlen / 10 cm Eindringtiefe

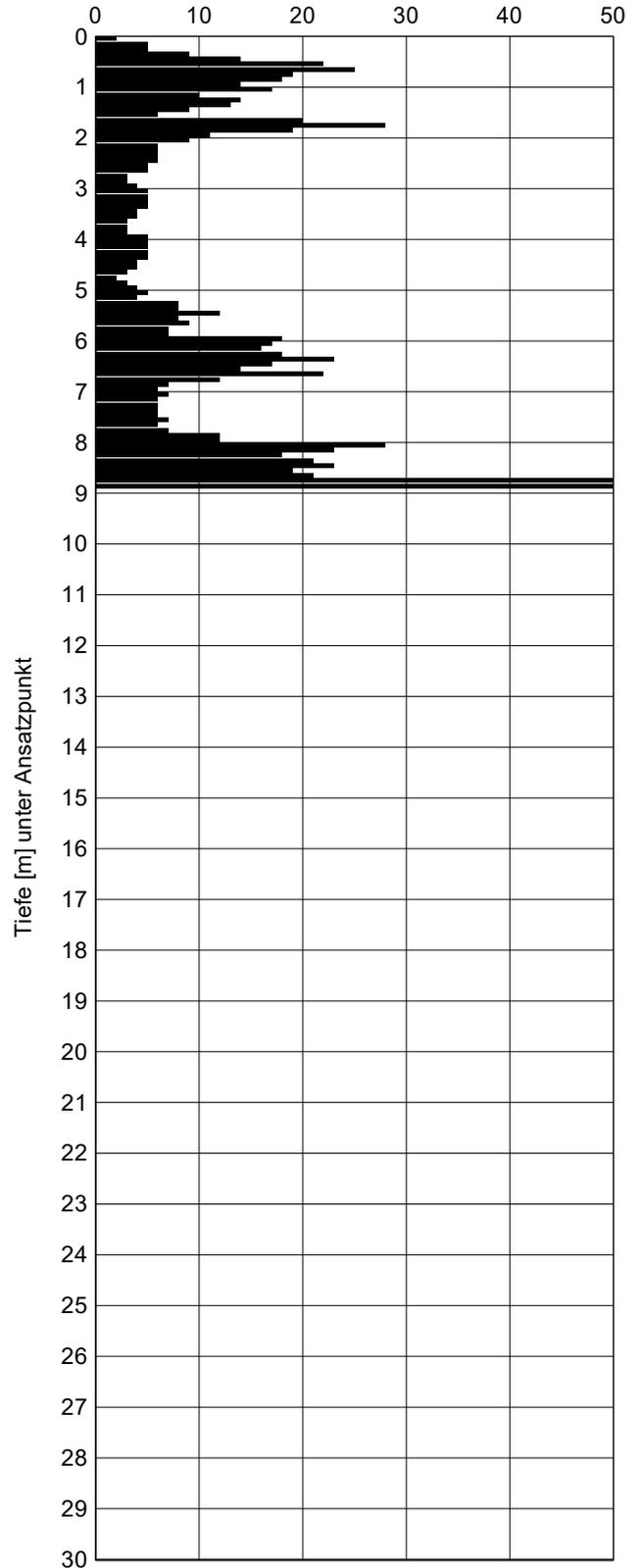


Projekt:	BV Steg, Hopfen am See	Beilage Nr:	3.4
Projekt Nr:	G-590222	Bearbeiter:	sx
Sondierung Nr:	DPH-4	Datum:	21.06.23
Ansatzhöhe:	784,87	Wasserstand:	1,08

Schlagzahlen / 10 cm Eindringtiefe

	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
0	2	5	5	9	14	22	25	19	18	14	1
1	17	10	14	13	9	6	20	28	19	11	2
2	9	6	6	6	6	5	5	3	3	4	3
3	5	5	5	5	4	4	3	3	3	5	4
4	5	5	5	5	4	4	3	2	3	4	5
5	5	4	8	8	12	8	9	7	7	18	6
6	17	16	18	23	17	14	22	12	7	6	7
7	7	6	6	6	6	7	6	7	12	12	8
8	28	23	18	21	23	19	21	53	100		9
9											10
10											11
11											12
12											13
13											14
14											15
15											16
16											17
17											18
18											19
19											20
20											21
21											22
22											23
23											24
24											25
25											26
26											27
27											28
28											29
29											30

Schlagzahlen / 10 cm Eindringtiefe





**GEO-CONSULT**  
ALLGÄU GmbH

## VERMESSUNGS- PROTOKOLL

Projekt: BV Steg mit Aussichtsplattform, Hopfen am See Beilage Nr: 4  
Projekt-Nr.: G-590222 Bearbeiter: sx/th  
Datum: 21.06.23

Bezugspunkt	Bezugshöhe	Rückblick	Horizont	Vorblick	Punkthöhe	Punktnummer
HFP	785,35	1,24	786,59	1,72	784,87	DPH-4
			786,59	2,35	784,24	DPH-3
			786,59	2,37	784,22	DPH-2
			786,59	2,32	784,27	DPH-1

HFP = DOK Schacht H 76.1 = 785,35 mNN

<b>Projekt:</b>	BV Steg, Hopfen am See	<b>Beilage:</b>	5
<b>Projekt Nr.:</b>	G-590222	<b>Datum:</b>	07.07.2023

		Homogenbereiche		
Eigenschaften	Kürzel [Einheit]	A1	B1	B2
<b>Schicht</b>	-	Auffüllungen	Deckschichten	Moräne
<b>Farbe Schraffur in Beilage 2</b>		rot	grün	gelb / orange
<b>Ortsübliche Bezeichnung</b>	-	Auffüllungen	Decklehme	Moräne
<b>Konsistenz / Lagerungsdichte</b>	-	locker-mitteldicht	weich-steif	steif / $\geq$ halbfest
<b>Bodenklassifizierung nach DIN 4022 / DIN EN ISO 14688</b>	-	G,s,u'-u,x	U,s,g'-g	U,s-s*,g-g*,x G-U,s,x
<b>Massenanteil Schluff / Ton (d &lt; 0,063 mm)</b>	[%]	5 – 20	> 60	40 – 60
<b>Massenanteil Sand (d = 0,063-2 mm)</b>	[%]	20 – 30	15 – 25	25 – 40
<b>Massenanteil Kies (d = 2-63 mm)</b>	[%]	50 – 70	10 – 20	20 – 40
<b>Massenanteil Steine (d = 63-200 mm)</b>	[%]	0 – 5	0 – 5	0 – 20
<b>Massenanteil Blöcke (d = 200-630 mm)</b>	[%]	0 – 5	–	0 – 5
<b>Bodengruppe nach DIN 18196</b>	-	[GU/GU*]	UL/UM	UL/UM/GU*
<b>Bodenklasse DIN 18300 (alt)</b>	-	3 / 4	4	4 – 6
<b>Bodenklasse DIN 18301 (alt)</b>	-	BN 1+2	BB 2	BB 2-4 / BS 1
<b>Wassergehalt (oberhalb GW)</b>	w [%]	5 – 15	20 – 35	5 – 15
<b>Wichte</b>	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	21,0	19,0	20,0 – 21,0
<b>Wichte u. Auftrieb</b>	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	12,0	9,0	10,0 – 11,0
<b>Reibungswinkel</b>	$\phi'$ [°]	30,0 – 35,0	22,5 – 27,5	27,5
<b>Kohäsion</b>	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0	0	5 – 10
<b>undrainierte Scherfestigkeit</b>	$c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	–	10 – 30	30 – 100
<b>Steifemodul</b>	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	20 – 60	0 – 5	5 – 60
<b>Durchlässigkeitsbeiwert</b>	$k_f$ [m/s]	ca. $1 \times 10^{-4}$	$< 1 \times 10^{-5}$	$< 1 \times 10^{-6}$
<b>Verdichtbarkeitsklassen gem. ZTVE-StB</b>	-	V1 / V2	V3	V2 / V3
<b>Frostempfindlichkeit gem. ZTVE-StB</b>	-	F2 / F3	F3	F3

Eigenschaften	Kürzel [Einheit]	Homogenbereiche		
		B3.1	B3.2	
Schicht	-	Beckensedimente		
Farbe Schraffur in Beilage 2		blau		
Ortsübliche Bezeichnung	-	Seeton	Torf	
Konsistenz / Lagerungsdichte	-	breiig	locker / breiig	
Bodenklassifizierung nach DIN 4022 / DIN EN ISO 14688	-	U,s,t	H	
Massenanteil Ton (d < 0,002 mm)	[%]	20 – 30	10 – 20	
Massenanteil Schluff (d = 0,002-0,063 mm)	[%]	40 – 60	10 – 20	
Massenanteil Sand (d = 0,063-2 mm)	[%]	20 – 30	10 – 20	
Massenanteil Kies (d = 2-63 mm)	[%]	0 – 5	–	
Organische Anteile	[%]	0 – 5	60 – 80	
Bodengruppe nach DIN 18196	-	UM/TM	HZ/HN	
Bodenklasse DIN 18300 (alt)	-	2	2	
Bodenklasse DIN 18301 (alt)	-	BB 1	BO 1+2	
Wassergehalt (oberhalb GW)	w [%]	40 – 80	50 - >100	
Wichte	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	17,0	11,0	
Wichte u. Auftrieb	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	7,0	1,0	
Reibungswinkel	$\varphi$ [°]	10,0 – 20,00	15,0	
Kohäsion	c' [kN/m <sup>2</sup> ]	0	0	
undrainierte Scherfestigkeit	c <sub>u</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	0 – 10	0	
Steifemodul	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	< 1	< 0,5	
Durchlässigkeitsbeiwert	k <sub>f</sub> [m/s]	< 1 x 10 <sup>-6</sup>	–	
Verdichtbarkeitsklassen gem. ZTVE-StB	-	V3	V3	
Frostempfindlichkeit gem. ZTVE-StB	-	F3	F3	

<b>Projekt:</b>	BV Steg, Hopfen am See	<b>Beilage:</b>	5
<b>Projekt Nr.:</b>	G-590222	<b>Datum:</b>	07.07.2023

		Homogenbereiche		
Eigenschaften	Kürzel [Einheit]	X1		
Schicht	-	Fels		
Farbe Schraffur in Beilage 2		violett		
Ortsübliche Bezeichnung	-	Flysch		
Geologische Formation und Alter		Reiselsberger Sandstein		
Farbe Gestein		grau		
Schichtung und Fallrichtung		50° - 65° N-NNW		
Bodenklassifizierung nach DIN 4022 / DIN EN ISO 14688	-	Sst		
Bodenklasse DIN 18300 (alt)	-	-		
Bodenklasse DIN 18301 (alt)	-	FV 3 – 6 / FD 2		
Wassergehalt (oberhalb GW-Spiegel)	w [%]	< 5		
Wichte	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	23,0		
Wichte u. Auftrieb	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	13,0		
Reibungswinkel	$\phi'$ [°]	40,0		
Kohäsion	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	40		
undrainierte Scherfestigkeit	$c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	> 250		
Steifemodul	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	> 1000		
Durchlässigkeitsbeiwert	$k_f$ [m/s]	< 1 x 10 <sup>-8</sup>		
Benennung und Beschreibung Fels nach DIN EN ISO 14689	-	sedimentär geschichtet, fein- bis mittelkörnig		
Verwitterung / Veränderung Fels nach DIN EN ISO 14689	-	verfärbt bis frisch, nicht veränderlich		
Einaxiale Druckfestigkeit nach Empfehlungen der ISRM	UCS [MPa]	50 – 100		
Trennflächenabstand (nach ISRM 1978, IAEG 1981)	-	dickbankig		