

Gemeinde Finsing  
Bauverwaltung  
Rathausplatz 1

85464 Neufinsing

AZ 19-10-10  
14.10.2019

## **Geotechnisches Baugrundgutachten** **Bauvorhaben: Finsing Neufinsing Kastanienweg Flurnummer 609**

---

1. Vorgang
2. Morphologie, Geologische Situation, Schichtenfolge
3. Bautechnische Beschreibung der Schichten, Bodenkenwerte
4. Grundwasserverhältnisse
5. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

Anlagen:

- 1.1 Lageplan
- 2.1-2 Geotechnische Baugrundprofile
- 3.1 Bodenmechanische Laborversuche
- 4.1 Fundamentdiagramme
- 5.1-2 Pfahldiagramme

Unterlagen: Geologische Karte, Lageplan

### **1. Vorgang**

Die Gemeinde Finsing beauftragte das Büro des Unterzeichners mit der Baugrunderkundung und Erstellung eines ingenieurgeologischen Baugrundgutachtens mit Gründungsvorschlag für o.g. Bauvorhaben.

Zur Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden in der Zeit vom 01.10.2019 bis zum 02.10.2019 vier Rammkernsondierungen RKS 1 – 4, maximale Tiefe 8,0 m, mit durchgehendem Gewinn von gekernten Bodenproben des Durchmesser 50 mm nach DIN 4021 sowie drei Rammsondierungen DPH 1 - 3, Tiefe jeweils 11,0 m, (schwere Rammsonde nach DIN 4094) ausgeführt. Die Lage der geotechnischen Aufschlüsse ist im Lageplan in der Anlage 1.1 dargestellt. Die angegebenen Höhen wurden von dem Kanaldeckel „H24“ = 495,61 m ü NN, der im Lageplan dargestellt ist, eingemessen.

## 2. Morphologie, Geologische Situation Schichtenfolge

### Morphologie

Das Baugelände, Kastanienweg Flurnummer 609, liegt am südlichen Rand von Neufinsing in einem Wohngebiet. Im Osten grenzt das Gelände an den Badesee (Freizeitanlage). Der Isarkanal und der Vorflutgraben verlaufen ca. 400 m westlicher des Geländes. Der Speichersee liegt ca. 500 m westlicher des Grundstücks. Das Gelände ist weitgehend flach und wird derzeit als Grünfläche verwendet.

Laut der historischen Karte des Geländes wurde im Bereich des Grundstücks zwischen den Jahren 1973 bis 1995 eine Kiesgrube betrieben. Im Bereich des heutigen Badesees wurde die Kiesgrube bis Ende des Jahres 1999 weiter betrieben.



### Geologische Situation



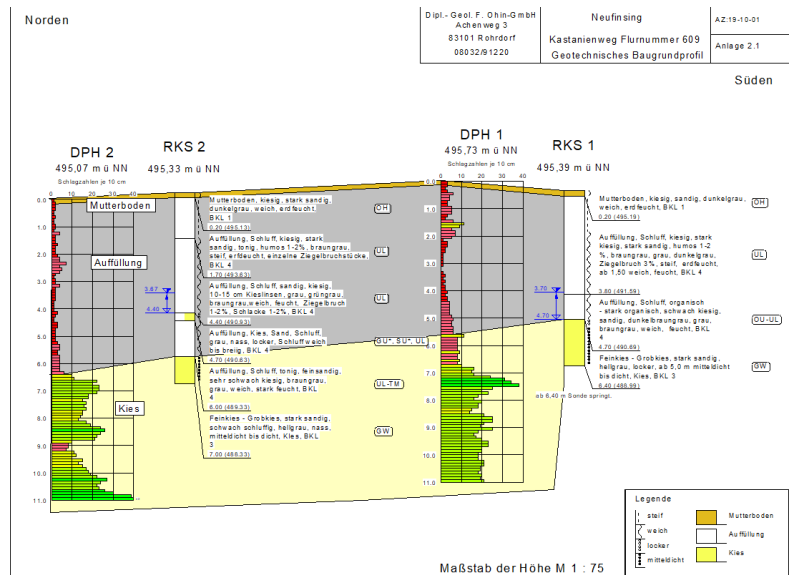
Auszug geologische Karte 1:25.000

Gemäß der geologischen Karte befindet sich das Baugelände im Bereich der Münchener Schotterebene. Die Münchener Schotterebene baut sich aus fluviatilen Kiesen auf, die gegen Ende der letzten Eiszeit von der Isar abgelagert wurden. Der Kies wurde in einer Grube ausgebeutet. Die Grube wurde dann mit einer Auffüllung aufgefüllt.

### Schichtenfolge

Entsprechend der geologischen Situation wurde in den Sondierungen das folgende Baugrundprofil angetroffen:

- : Mutterboden
- : Auffüllung
- : Kies



Das geologische Normalprofil baut sich von oben nach unten wie folgt auf:

### Mutterboden

Der Mutterboden bedeckt das gesamte Gelände und wird bis zu 0,4 m dick. Unter dem Mutterboden folgt die Auffüllung.

### Auffüllung

Die Auffüllung setzt unter dem Mutterboden ab 0,4 m unter Gelände ein. Die Basis der Auffüllung sinkt von 4,7 m Tiefe im Süden auf 6,4 m Tiefe im Norden ab. Die Dicke der Auffüllung nimmt von 4,5 m im Norden auf 6,2 m im Süden zu. Unter der Auffüllung folgt der Kies.

### Kies

Der Kies stellt den Abschluss der erschlossenen Schichtenfolge dar. Die Schichtoberkante steigt von 6,4 m Tiefe im Norden auf 4,7 m Tiefe im Süden an. Die Schichtunterkante wurde mit den bis zu 11,0 m tiefen Sondierungen nicht durchstoßen. Nach regionalen Begebenheiten wird sich diese Schicht noch einige Meter im Untergrund fortsetzen.

### 3. Bautechnische Beschreibung der Schichten, Bodenkennwerte

Zusätzlich zur Schichtansprache, die in den geotechnischen Baugrundprofilen in der Anlage 2.1-2 dargestellt ist, werden die bautechnischen Eigenschaften der angetroffenen Bodenschichten wie folgt beurteilt:

#### Auffüllung

Die Auffüllung ist braungrau bis schwarz gefärbt. Die Auffüllung besteht überwiegend aus einem stark sandigen und tonigen Schluff mit wechselnden Kiesanteil und organischen Bestandteilen. In der Auffüllung sind humose Bestandteile bis zu 2 %, Torflinsen mit einer Dicke von 2 cm, Kieslinsen mit einer Dicke von 15 cm, sowie Ziegelbruch bis zu 3 %, Schlacke bis zu 2 % eingelagert. Untergeordnet findet sich, wie in der Sondierung RKS 4 zwischen 3,6 m – 3,9 m Tiefe, ein schluffiger und stark sandigen Fein- bis Grobkies mit bis zu 90 % an Asphaltbruchstücken.

Die Konsistenz der schluffigen Auffüllung ist nach manueller Prüfung am Bohrgut als weich bis breiig bei erhöhten Wassergehalt und als steif bis halbfest bei geringem Wassergehalt anzusprechen. Die kiesige Auffüllung ist nach Angaben des Bohreräteführers mitteldicht gelagert. Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen zeigen im Mittel  $N_{10} = 2 - 3$  Schläge pro 10 cm Eindringtiefe und entsprechen einer weichen Konsistenz des Schluffes. Bereiche mit Schlagzahlen  $N_{10} > 6$  Schläge sind auf kiesige Bereiche mit einer lockeren Lagerung zurückzuführen.

Die Auffüllung ist aufgrund ihrer schluffigen Zusammensetzung frost- und nässeempfindlich, neigt zu Differenzsetzungen und ist als Gründungsunterlage nicht geeignet.

Die erhöhte Gehalt an Fremdanteile in der Auffüllung lässt auf eine Altlast bzw. eine Bodenverunreinigung schießen. Zur Ermittlung und Einstufung der möglichen Bodenbelastung wurden aus der Auffüllung der einzelnen Sondierungen jeweils Proben entnommen. Im Labor wurden darauf folgende Mischproben gefertigt:

#### Auffüllung

MP 1 aus	RKS 1 (0,2 m – 4,7 m) RKS 2 (0,2 m – 6,0 m)	Eckpunktepapier < 2 mm
MP 2 aus	RKS 3 (0,2 m – 6,6 m) RKS 4 (0,4 m – 3,6 m) RKS 4 (3,9 m – 5,8 m)	Eckpunktepapier < 2 mm
MP 3 aus	RKS 4 (3,6 m – 3,9 m)	PAK - Gehalt

Die Mischproben MP 1 und MP 2 wurden dem Institut Fresenius zur Analyse nach den Vorgaben des Eckpunktepapiers in der Fraktion < 2 mm und die Mischprobe MP 3 zur Analyse auf ihren PAK – Gehalt übergeben. Die chemischen Analyseergebnisse werden nachgereicht.

## Kies

Der Kies zeigt eine braune bis graue Färbung und wird aus einem schwach schluffigen bis schluffigen und stark sandigen Fein- bis Grobkies zusammen gesetzt. In diffuser lateraler und vertikaler Ausdehnung kann der Kies abschnittsweise, wie in der Sondierung RKS 3 (6,6 m – 8,0 m) auch als stark schluffiges Gemenge aus Kies und Sand ausgebildet sein. Drei Korngrößenanalysen des Kieses ergaben folgende Zusammensetzungen (Anlage 3.1):

Tiefenbereich	RKS 1 4,7 m – 6,4 m	RKS 2 6,0 m – 7,0 m	RKS 3 6,6 m – 8,0 m
Steine	1 %	0 %	0 %
Kies	78 %	65 %	49 %
Sand	20 %	28 %	31 %
Schluff	1 %	7 %	20 %
Ungleichförmigkeit U	23,6	56,8	--
Krümmungszahl C	2,3	1,8	--
Bodengruppe	GW	GU	GU*
Bodenklasse	3	3	4
Frostsicherheit	F1	F2	F3
Durchlässigkeit $k_f$	$3,4 \cdot 10^{-3}$ m/s	$2,1 \cdot 10^{-4}$ m/s	--

Die Auswertung der Sieblinie nach Hazen ergibt für den Kies der Sondierungen RKS 1 und RKS 2 eine Durchlässigkeit von  $k_f = 3 \times 10^{-3}$  m/s bis  $2 \times 10^{-4}$  m/s. Für den Kies der Sondierung RKS 3 konnte aufgrund des hohen Schluffgehaltes keine Durchlässigkeit über die Sieblinie berechnet werden und wird mit  $1 \times 10^{-5}$  m/s abgeschätzt. Der Kies ist als stark durchlässig bis durchlässig zu bezeichnen.

Entsprechend dem Bohrwiderstand ist der Kies bis zu 5,0 m Tiefe locker und ab 5,0 m Tiefe mitteldicht gelagert. Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen zeigen bis zu 7,0 m Tiefe im Mittel  $N_{10} = 8$  Schläge pro 10 cm Einringtiefe und ab 7,0 m Tiefe im Mittel  $N_{10} = 15$  Schläge pro 10 cm Eindringtiefe. Nach DIN 4094 4.2 und 4.9 liegt die Lagerungsdichte  $D$  bis zu 7,0 m Tiefe bei 0,44 und ab 7,0 m Tiefe bei 0,55. Nach DIN 1054 Tabelle A 6.3 ist der Kies im oberen Bereich im Übergangsbereich locker zu mitteldicht und mit zunehmender Tiefe mitteldicht gelagert.

Das stützende Korngerüst verleiht dem Kies eine gute Tragfähigkeit, die nur geringe Setzungen erwarten lässt. Der Kies ist als ein tragfähiger Baugrund einzustufen.

Für die Standsicherheitsberechnungen dürfen die folgenden Bodenkennwerte verwendet werden.

Tabelle 1: charakteristische Bodenkennwerte

		Auffüllung	Kies
Wichte $\gamma_k$	kN/m <sup>2</sup>	19/9 18/8	21/11 20/10
Reibungswinkel $\varphi_k$	Grad	25 22,5	37,5 35
Kohäsion undränniert $c_{uk}$	kN/m <sup>2</sup>	30 20	0
Kohäsion dränniert $c'_k$	kN/m <sup>2</sup>	0	0
Steifezahl $E_{sk}$	MN/m <sup>2</sup>	4 2	100 80
Bodengruppe	DIN 18196	UL, OU, GU	GW – GU, GU*
Bodenklasse	DIN 18300	4, 3	3, 4
Frostsicherheit	ZTVE	F3, F2	F1 – F2, F3

Obere und untere vorsichtige mittlere Schätzwerte DIN 1054 - 2003

#### 4. Grundwasserverhältnisse

Die Grundwasserbeobachtungen im Bohrloch sind in den Bohrprofilen der Anlage 2.1-2 dargestellt. Grundwasser lief in den Sondierungen RKS 1 bis RKS 4 zu.

##### 4.1 Grundwasser- Stände, -Fließrichtung, -Leiter, -Durchlässigkeit

Die Wasserstandsbeobachtungen sind wie folgt zusammenzustellen:

Bohrung	Grundwasser angebohrt		Grundwasser bei Bohrende	
	m unter Gelände	m ü NN	m unter Gelände	m ü NN
RKS 1	4,7	490,69	3,7	491,69
RKS 2	4,4	490,93	3,67	491,66
RKS 3	3,96	491,83	3,0	492,79
RKS 4	3,93	491,22	3,93	491,22



Die Flurabstände nehmen nach Norden in der Regel von 3,7 m im Süden auf 3,0 m unter Geländeoberkante ab. Ausnahme ist der nordwestliche Bereich (Sondierung RKS 4), wo der Flurabstand bei 3,93 m unter Gelände liegt. Das Grundwasser stellte sich im Mittel bei 492,2 m ü NN ein. Die Grundwasserfließrichtung wird entsprechend der hydrogeologischen Begebenheiten nach Norden zur Isar hin verlaufen.

Als Grundwasserleiter fungiert der Kies. Die schluffige Auffüllung dient als Grundwasserschirmfläche. Die Grundwassersohlschicht wurde mit den bis zu 11,0 m tiefen Sondierungen nicht durchstoßen und wird tiefer im Untergrund erwartet. Aufgrund seiner Ausdehnung und Durchlässigkeit wird dieses Aquifer von erheblichen Wassermengen durchströmt werden. Das Grundwassers ist aufgrund des Anstiegs bis zum Bohrende als gespannt anzusprechen.

Aufgrund der gespannten Grundwasserverhältnisse und der anstehenden Auffüllung ist eine geregelte Versickerung auf dem Gelände nicht möglich. Der mittlere höchste Grundwasserstand wird mit 494 m ü NN abgeschätzt.

#### **4.2 Überschwemmungsgebiet**

Laut Angaben des LfU Bayern liegt für das Gelände kein kalkuliertes Risiko für Überschwemmungen der Klasse HQ-100 und HQ-extrem vor. Aufgrund des im Osten angrenzenden Badesees kann es auf dem Gelände zu Überschwemmungen kommen.

#### **4.3 Bemessungswasserstand**

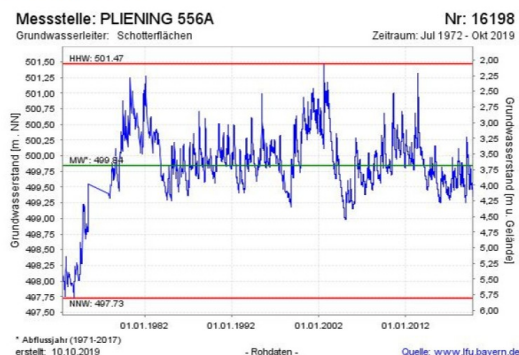
Jahreszeitlich bedingt handelt es sich hierbei um einen leicht niedrigen bis mittleren Grundwasserstand. Der Vergleich mit Grundwasseraufzeichnungen aus den kontinuierlich ausgewerteten Grundwasserpegeln, Pliening 556 A und Eichenried Q14, welche im gleichen Grundwasser liegen, ergab, dass aufgrund von ergiebigen Regenfällen in Verbindung mit der Schneeschmelze der Grundwasserspiegel um 2,0 m ansteigen kann.

**Gesamtzeitraum PLIENING 556A**

Grundwasserstände im Gesamtzeitraum

Grundwasserstand [m ü. NN]: 499,39  
 Flurabstand [m u. Gelände]: 4,14  
 Letzter Messwert vom 10.10.2019 06:00

Geländehöhe [m ü. NN]: 503,53

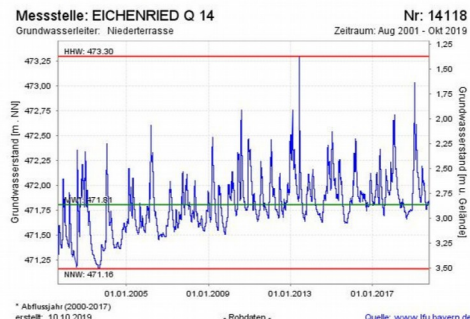


**Gesamtzeitraum EICHENRIED Q 14**

Grundwasserstände im Gesamtzeitraum

Grundwasserstand [m ü. NN]: 471,85  
 Flurabstand [m u. Gelände]: 2,82  
 Letzter Messwert vom 10.10.2019 10:00

Geländehöhe [m ü. NN]: 474,67



Pegelauswertungen Pliening 556A und Eichenried Q 14

Der höchste Grundwasserstand HHW ist auf 494,5 m ü NN anzusetzen.

Nach DIN 18533 ist bei Böden mit einer Durchlässigkeit  $k_f < 1 \times 10^{-4}$  m/s mit einem zeitweisen Aufstau des Grundwassers bis zur Geländeoberkante zu rechnen.

Der Bemessungswasserstand ist aufgrund der geringen Durchlässigkeit der Auffüllung auf die jeweilige Geländeoberkante festzulegen.

**5. Gründung und baubegleitende Maßnahmen**

Laut mündlicher Rücksprache mit Herrn Kitel der Gemeinde Finsing, sind auf dem Gelände drei Einfamilienhäuser und ein Reihenhause geplant. Von der geplanten Baumaßnahme liegen keine Unterlagen vor.

Für die Berechnungen wird eine Bebauung mit Unterkellerung mit einer Gründungstiefe von 492,8 m ü NN und eine Bebauung ohne Unterkellerung mit einer Gründungstiefe von 495,5 m ü NN angenommen. Die Höhen sind vom Planer zu kontrollieren.

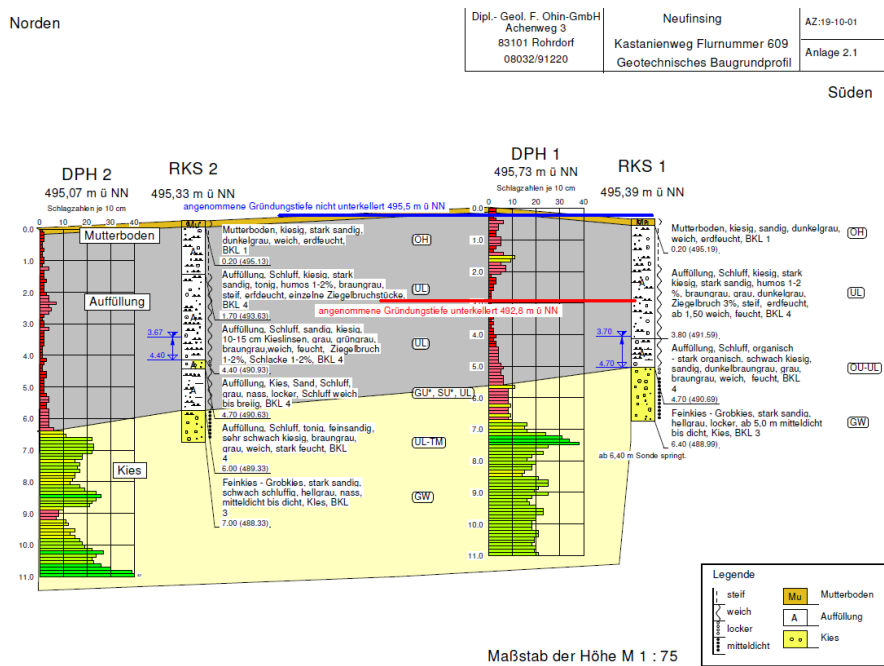
Aufgrund der angetroffenen Auffüllung, welche einen hohen Anteil an Fremddanteilen aufweist, und den gespannten Grundwasserverhältnisses, wird empfohlen auf eine Bebauung mit Unterkellerung zu verzichten und die geplanten Gebäude nicht unterkellert auszuführen.

**5.1 Gründungstechnische Baugrundbeurteilung**

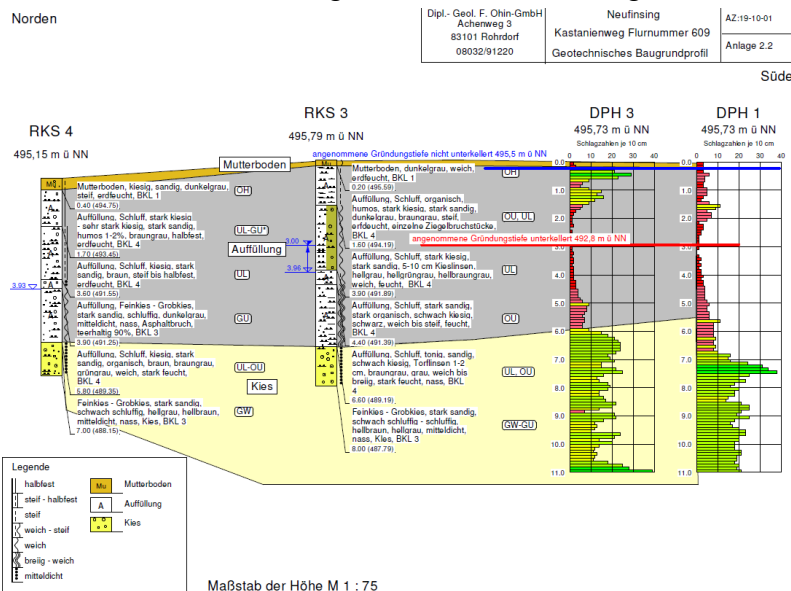
Entsprechend dem vorliegenden geotechnischen Baugrundprofil vgl. Anlage 2.1-2 steht der tragfähige Baugrund in Form des Kieses ab 4,7 m Tiefe im Süden und 6,4 m Tiefe im Norden bzw. ab 490,7 m ü NN im Süden und 448,7 m ü NN im Norden auf dem gesamten Gelände an.







Die Auffüllung ist aufgrund ihrer Zusammensetzung, ihrer weichen Konsistenz und ihrer lockeren Lagerung als nicht tragfähig einzustufen. Die gesamten Tragwerkslasten sind in den Kies abzusetzen. Die Auffüllung ist mit der Gründung zu durchstoßen.



## 5.2 Gründung

### Gebäude mit Unterkellerung

Die angenommene Gründungstiefe der unterkellerten Bebauung liegt in der nicht tragfähigen Auffüllung.

Es wird vorgeschlagen das Gebäudeträgerwerk auf einem Trägerrost und Brunnen zu gründen, die mindestens 0,5 m in den Kies einbinden. Die Herstellung der Brunnengründung erfolgt mit Brunnenringen, die mit Beton verfüllt werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass es günstiger ist einen großen Brunnenradius zu wählen, da die Lastabtragung flächig erfolgt, was in dem locker gelagerten Kies einer Verkantung der Brunnen entgegenwirkt. Weiterhin können Brunnen mit einem Durchmesser > 1,5 m von üblichen Greifbaggern ausgehoben werden. Für kleinere Radien bedarf es eines Spezialgreifers, der kostenintensiver ist. Für die Befahrung der Gelände sind Baggermatratzen notwendig.

In der Anlage 4.1 sind die Fundamentdiagramme entsprechend EC 7 nach Setzungs- und Grundbruchberechnungen entsprechend DIN 4017 und DIN 4019 bei mittiger Belastung für eine Brunnengründung in Abhängigkeit vom Durchmesser dargestellt.

Es wird bei der Berechnung von folgenden Vorgaben ausgegangen:

BS-P ständige Bemessungssituation (Lastfall 1)

Teilsicherheitsbeiwert Widerstand Grundbruchwiderstand	$\gamma_{Gr}$	= 1,4
Teilsicherheit Gleiten	$\gamma_{Gl}$	= 1,10
Teilsicherheitsbeiwert ständige Einwirkungen allgemein	$\gamma_G$	= 1,35
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	$\gamma_Q$	= 1,5
Verhältnis von veränderlichen / ständigen Einwirkungen		= 0,5
Einbindetiefe		= 2,6 m
Mittig belastete Fundamente		

Angegeben wird in Anlehnung an DIN 1054 der Bemessungswert des Sohlwiderstandes  $\sigma_{R,d}$  und der effektive zulässige Sohlwiderstand  $\sigma_{Ek}$

Bei einer Begrenzung der Setzung auf 1,5 cm sind folgende Tragfähigkeitswerte anzusetzen

Bemessungswert des Sohl Druck  $\sigma_{R,d}$

Brunnen Einbindetiefe 2,6 m angenommen       $a = 2,0 \text{ m}$        $\sigma_{R,d} = 1042 \text{ kN/m}^2$

effektive zulässige Sohlwiderstand  $\sigma_{Ek}$

Brunnen Einbindetiefe 2,6 m angenommen       $a = 2,0 \text{ m}$        $\sigma_{R,d} = 731 \text{ kN/m}^2$

## Gebäude ohne Unterkellerung

Die angenommene Gründungssohle der nicht unterkellerten Bebauung liegt in der nicht tragfähigen Auffüllung bzw. an Geländeoberkante.

Es wird vorgeschlagen das Gebäudetragwerk auf Pfähle zu gründen, die mindestens 2,5 m in den tragfähigen Untergrund in Form des Kieses einbinden. Als Pfahltypen sind der verpresste Mikropfahl und der duktile Rammpfahl zu nennen.

In der Anlage 5.1-2 sind die Pfahldiagramme entsprechend EC 7 EA Pfähle dargestellt.

Es wird bei der Berechnung von folgenden Vorgaben ausgegangen:

B-SP ständige Bemessungssituation (Lastfall 1)

Grenzzustand GZ 1 B

Teilsicherheitsbeiwert Pfahlwiderstand	$\gamma_P$	= 1,4
Teilsicherheitsbeiwert ständige Einwirkungen allgemein	$\gamma_G$	= 1,35
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	$\gamma_Q$	= 1,5
Verhältnis von veränderlichen / ständigen Einwirkungen		= 0,5

In der Anlage 5.1 sind die Pfahldiagramme für einen verpressten Mikropfahl dargestellt. Für einen 10 m langen verpressten Mikropfahl mit dem Durchmesser 0,2 m, der mindestens 2,5 m in den Kies eindringt, kann eine zulässige Belastung von

$$\begin{aligned} R_{ek} = V_{zul} &= \mathbf{0,312\ MN} && \text{bei einer Setzung von 0,41 cm} \\ R_d &= \mathbf{0,445\ MN} && \text{bei einer Setzung von 0,41 cm} \end{aligned}$$

angesetzt werden.

In der Anlage 5.2 sind die Pfahldiagramme für einen duktilen Rammpfahl dargestellt. Für einen 10 m langen duktilen Rammpfahl mit dem Durchmesser 0,18 m, der 2,5 m in den Kies eindringt, kann eine zulässige Belastung von

$$\begin{aligned} R_{ek} = V_{zul} &= \mathbf{0,169\ MN} && \text{bei einer Setzung von 0,45 cm} \\ R_d &= \mathbf{0,241\ MN} && \text{bei einer Setzung von 0,45 cm} \end{aligned}$$

angesetzt werden.

Zwei Firmen aus der Region, die solche Pfähle herstellen können sind:

Inzell [www.plereiter.de](http://www.plereiter.de)

Schechen [www.mayer-bohrungen.de](http://www.mayer-bohrungen.de)

Das horizontale Bettungsmodul kann nach DIN 4014 mit  $k_s = E_s/D$  angesetzt werden. Für einen Pfahl mit dem Durchmesser 0,2 m können folgende horizontale Bettungsmodule angesetzt werden.

Boden	Tiefe	$k_s$
Auffüllung	0,0 m – 6,5 m	25 MN/m <sup>3</sup>
Kies	ab 4,7 m Tiefe	400 MN/m <sup>3</sup>

Für die Befahrbarkeit der Baugrubensohle zur Ausführung der verpressten Mikropfähle oder der duktilen Ramppfähle ist ein Schotterplanum mit einer Schichtdicke von 0,5 m auf einem Geotextil der Robustheitsklasse GRK 4 und einem darauf liegenden Geogitter der Festigkeit 30/30 vorzusehen.

### 5.3 Grundwasserschutz und Auftriebsicherheit

Entsprechend der Ausführung im Abschnitt 4 wurde in den Sondierungen Grundwasser beobachtet, welches von 4,7 m auf 3,0 m unter Gelände angestiegen ist.

Die nicht unterkellerten Gebäude stehen oberhalb des Grundwassers, aufgrund der schluffigen Zusammensetzung der Auffüllung kann das Regenwasser nicht versickern. Es wird empfohlen die Arbeitsraumverfüllung über eine Drainage zu entwässern.

Werden die Gebäude unterkellert, so liegt das Kellergeschoss im Grundwasserschwankungsbereich, es ist daher aus wasserdichtem Beton als eine sogenannte weiße Wanne herzustellen.

Nach DIN 18533 ist bei Böden mit einer Durchlässigkeit  $k_f < 1 \times 10^{-4}$  m/s mit einem zeitweisen Aufstau des Grundwassers bis zur Geländeoberkante zu rechnen. Der Bemessungswasserstand ist aufgrund der Durchlässigkeit auf die jeweilige Geländeoberkante festzulegen.

Auf Grund der Auffüllung wird das Grundwasser in die Expositionsklasse XA 1 leicht betonangreifend eingestuft.

### 5.4 Baugrubensicherung und Wasserhaltung

#### Gebäude unterkellert

Die Baugrube für die unterkellerten Gebäude wird bis zu 3,0 m tief. Sie kann in den anstehenden Böden unter 30° bis 35° frei geböscht werden. Die freien Böschungen sind konstruktiv mit Folie o.ä. gegen Erosion durch Niederschlagswasser zu schützen.

Bei Schichtwasserzutritten sind die Böschungen mit Stützscheiben aus Einkornbeton zu sichern. Diese Maßnahme kann erst beim Aushub der Baugrube, wenn Schichtwasserzutritte bekannt sind, quantifiziert werden.

Steilere Böschungen sind möglich, sie sind jedoch statisch nachzuweisen und ggf. mit Spritzbeton und Erdnägeln zu sichern. Dort, wo mit Spritzbeton die Böschungen verschlossen werden, muss durch Drainöffnungen dafür Sorge getragen werden, dass sich kein Stauwasser hinter der Betonschale ansammeln kann. Bei einem jetzigen Grundwasserstand entfällt die Wasserhaltung.

### Gebäude nicht unterkellert

Werden die Gebäude nicht unterkellert, so fällt keine Baugrube und Wasserhaltung an.

### 5.5 Aushubklassen

Beim Baugrubenaushub ist nach DIN 18 300 mit den folgenden Bodenklassen und Auflockerungsfaktoren zu rechnen:

Böden	Bodenklasse	Auflockerung
Auffüllung	4	15 % - 25 %
Kies	3	15 % - 20 %

Für die Verfüllung der Arbeitsräume ist der Kies geeignet.

### 5.6 Homogenbereiche nach DIN 18300 2015

Die Böden sind in folgende Homogenbereiche zusammenzufassen:

	Mutterboden	Auffüllung	Sand
Homogenbereich	O1	B1	B2
Korngröße	Schluff	Schluff und Kies	Kies
Massenanteil Steine und Blöcke	0 %	0 %	1 %
Dichte in kN/m <sup>3</sup>	15	18 – 19	20 - 21
undrainierte Scherfestigkeit in kN/m <sup>2</sup>	40	15 - 20	0
Wassergehalt	erdfeucht	erdfeucht – stark feucht	nass
Plastizitätszahl	-	5 % - 10 %	-
Konsistenz	weich	weich	-
Lagerungsdichte	-	locker	locker bis mitteldicht
Organischer Anteil	15 %	2 %	0 %
Bodengruppe	OH	UL, OU, GU	GW – GU, GU*

Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass in der Auffüllung ein hoher Anteil an Fremdanteilen festgestellt wurde, welche auf eine Bodenverunreinigung schließen lassen. Wird die Auffüllung ausgehoben, so ist diese Schichtenweise abzuziehen und entsprechend ihres Verunreinigungsgrads in verschiedene Haufwerke aufzuschichten. Dadurch können Kosten für die Entsorgung gespart werden.

## 5.6 Verkehrsflächen und Hofbefestigungen

Gemäß den Richtlinien der ZTVE - StB 09 (zusätzliche Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau) muss der Untergrund Mindestanforderungen bezüglich des Verformungsmoduls ( $EV_2 > 45 \text{ MN/m}^2$ ) genügen.

In der Auffüllung werden die Anforderungen an den oben genannten  $EV_2$  - Wert nicht erreicht werden.

Die Straßen und Parkplätze sind daher auf einen zusätzlichen Bodenersatzkörper aus Kiessand ( $d > 0,40 \text{ m}$ ) zu gründen. Dazu ist der Mutterboden abzutragen. Auf der Auffüllung ist ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 4 anzuordnen. Das Fließ verhindert, dass sich der Kies in den schluffigen Untergrund drückt. Der Bodenersatzkörper besteht aus Kiessand mit max. 5 % Schluff, min. 25 % Sand und einem Größtkorn von 100 mm. Er ist lagenweise  $d < 30 \text{ cm}$  einzubauen und pro Lage auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Über den Bodenersatzkörper folgt der Regelaufbau aus Frostschutzkies.

## 5.7 Versickerung von Niederschlagswasser

Aufgrund der gespannten Grundwasserverhältnisse und den hohen mittleren höchsten Grundwasserstand ist eine geregelte Versickerung auf dem Gelände nicht möglich.

Es wird empfohlen das Regenwasser aufzufangen und über eine Überlaufleitung in das bestehende Kanalsystem oder den angrenzenden Badensee zu leiten.

Dipl.- Geol. F. Ohin