

Gemeinde Raubling  
Geschäftsleiter Herr Korbinian Kopp  
Bahnhofstraße 31

83064 Raubling

AZ 24-05-07  
23.05.2024

## **Geotechnisches Baugrundgutachten** **Bauvorhaben: Raubling Am Wasserhorn**

---

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

### Anlagen:

- 1.1 Lageplan
- 2.1-2 Geotechnische Baugrundprofile
- 3.1-3 Bodenmechanische Laborversuche
- 4.1 Fundamentdiagramme
- 5.1 Wasserhaltung

Unterlagen: Geologische Karte, Lageplan

### **1. Vorgang**

Die Gemeinde Raubling 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 15.05.2024 bis zum 16.05.2024 fünf Rammkernsondierungen RKS 1 - 5, maximale Tiefe 7,0 m, mit durchgehendem Gewinn von gekernten Bodenproben des Durchmessers 50 mm nach DIN 4021 sowie vier Rammsondierungen DPH 1 - 4, maximale Tiefe 7,0 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 „RaOM007“ = 452,966 m ü NN, der im Lageplan dargestellt ist, eingemessen.

## 2. Morphologie, Geologische Situation, Schichtenfolge

### Morphologie

Das Untersuchungsgebiet, Am Wasserhorn, liegt am südöstlichen Rand von Raubling im Ortsteil Redenfelden in einem Wohngebiet. Es handelt sich hierbei um die alte Arbeitersiedlung der alten Papierfabrik, die in den 60er Jahren erbaut wurde. Der Arzerbach fließt östlicher der Straße Am Wasserhorn nach Norden ab. Der Griebenbach fließt südöstlicher der Untersuchungsfläche nach Norden und mündet ca. 200 m östlicher in den nach Norden fließenden Inn. Das Gelände fällt nach Norden hin leicht ein.

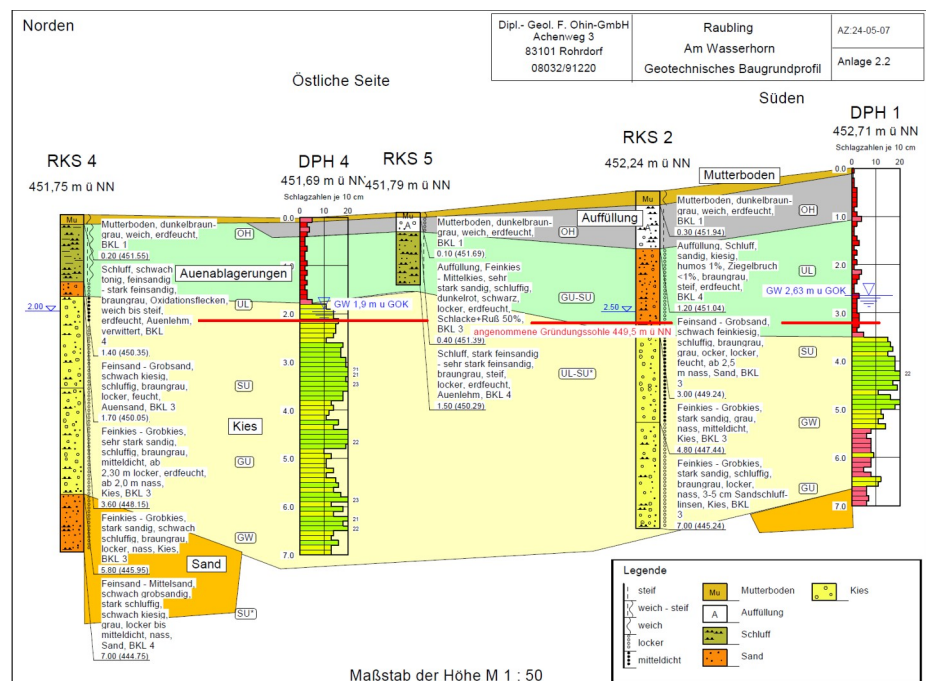
### Geologische Situation

Der tiefere Untergrund des Baugeländes besteht aus Seetonablagerungen, die gegen Ende der letzten Eiszeit im sogenannten Rosenheimer See abgelagert wurden. Zum Ende der Eiszeit wurde im See der Sand sedimentiert. Darüber folgen fluviatile Kiese, die vom Inn nach dem Auslaufen des Sees sedimentiert wurden. In den Verlandungszonen des Flusses wurden die Auensedimente abgelagert. Mit der Bebauung wurde das Gelände zum Teil mit einer Auffüllung überdeckt.

### Schichtenfolge

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

- : Mutterboden
- : Auffüllung
- : Auenablagerungen
- : Kies
- : Sand



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

### **Mutterboden**

Der Mutterboden bedeckt die gesamten Grünflächen und wird bis zu 30 cm dick.

### **Auffüllung**

Mit der Bebauung wurde der südliche und nordöstliche Teil des Untersuchungsgeländes mit einer Auffüllung überdeckt. Die Auffüllung setzt unter dem Mutterboden ab 0,1 m unter Gelände ein und reicht bis zu 1,2 m Tiefe. Die Auffüllung hat eine Dicke von 0,2 m bis 0,9 m. Unter der Auffüllung folgen die Auenablagerungen.

### **Auenablagerungen**

Die Oberkante der Auenablagerungen liegt, je nachdem, wie viel vom gewachsenen Boden durch die Auffüllung ersetzt wurde, zwischen 0,4 m und 1,2 m Tiefe. Die Auensedimente wurden in Rinnen abgelagert, die sich in den unterlagernden Kies einschneiden. Ihre Unterkante schwankt zwischen 0,3 m und 3,5 m unter Gelände.

Die Schichtdicke variiert, je nachdem, ob man in einem Tal oder auf einem Rücken des ehemaligen Bachreliefs steht, zwischen 0,1 m und 3,4 m. Unter den Auenablagerungen folgt der Kies.

### **Kies**

Die Oberkante des Kiesel spiegelt die rinnenförmige Struktur der Auenablagerungen wider und schwankt zwischen 0,3 m und 3,5 m Tiefe. Die Basis des Kiesel wurde nur in den Sondierungen DPH 1 und RKS 4 bei 6,6 m bzw. 5,8 m unter Gelände freigelegt. Der Kies hat hier eine Dicke von 3,1 m bis 4,7 m. In den restlichen Sondierungen wird die Basis des Kiesel in den nächsten 1 – 3 Metern erwartet. Unter dem Kies folgt der Sand.

### **Sand**

Der Sand stellt den Abschluss der erschlossenen Schichtenfolge dar und wurde nur in den Sondierungen DPH 1 und RKS 4 angetroffen. Die Schichtoberkante des Sandes liegt zwischen 5,8 m und 6,6 m unter Gelände. Die Schichtunterkante des Sandes wurde mit den bis zu 7,0 m tiefen Sondierungen nicht durchstoßen. Nach regionalen Begebenheiten wird sich diese Schicht noch etliche 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 und schwarz gefärbt und heterogen zusammen gesetzt. Hauptbestandteil ist ein sandiger und kiesiger Schluff, in welchen bis zu 2 % an humose Bestandteile und bis zu 3 % an Ziegelbruch eingelagert sind. Untergeordnet zum Beispiel in der Sondierung RKS 5 findet sich auch ein schluffiger und sehr stark sandiger Fein- bis Grobkies, in welchen bis zu 50 % an Schlacke und Ruß vorhanden sind.

Die Konsistenz der schluffigen Auffüllung ist nach manueller Prüfung am Bohrgut als steif anzusprechen. Die kiesige Auffüllung ist nach Angaben des Bohrgeräteführers locker gelagert. Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen DPH 1, DPH 2 und DPH 4 entsprechen mit im Mittel  $N_{10} = 2$  Schläge pro 10 cm Eindringtiefe einer weichen bis breiigen Konsistenz der schluffigen Auffüllung und einer sehr lockeren Lagerung der kiesigen Auffüllung.

Die Auffüllung ist frost- und nässeempfindlich, lässt Differenzsetzungen zu und ist zur Abtragung von Tragwerkslasten nicht geeignet. Für die Gründung von Park- und Verkehrsflächen ist die Auffüllung bedingt Tragfähigkeit. Die Tragfähigkeit muss dann durch einen Bodenersatzkörper erhöht werden. Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist in der Auffüllung nicht zulässig.

Aufgrund der angetroffenen Fremdanteile in der Auffüllung kann eine Bodenverunreinigung nicht ausgeschlossen werden. Zur Bestimmung einer möglichen Bodenbelastung wurden aus den einzelnen Sondierungen Proben der Auffüllung entnommen. Im Labor wurde daraus eine Mischprobe MP 1 aus der schluffigen Auffüllung der Sondierungen RKS 1 und RKS 2 sowie eine Probe der kiesigen Auffüllung aus der Sondierung RKS 5 gefertigt. Diese Proben wurden dem Institut Fresenius zur Analyse nach den Vorgaben des Leitfadens in der Fraktion  $< 2$  mm übergeben. Die chemischen Analysen werden nachgereicht.

### **Auenablagerungen**

Die Auenablagerungen zeigen eine braune bis graue Färbung und bestehen im oberen Bereich aus einem tonigen und stark feinsandigen Schluff. Mit zunehmender Tiefe nimmt der Sandgehalt zu, sodass der Boden als ein schluffiger und schwach kiesiger Fein- bis Grobsand anzusprechen ist.

Nach manueller Prüfung am Bohrgut weist der Schluff eine überwiegend steife

Konsistenz auf. Eine weiche bis steife Konsistenz, wie in der Sondierung RKS 4 zwischen 0,2 m und 1,4 m Tiefe, sind die Ausnahme. Die sandigen Lagen sind gemäß dem Bohrwiderstand locker gelagert. Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen zeigen im Mittel  $N_{10} = 2$  Schläge pro 10 cm Eindringtiefe. Dies entspricht einer weichen bis breiigen Konsistenz des Schluffes und einer sehr lockeren Lagerung des Sandes.

Die Auenablagerungen sind frost- und nässeempfindlichen, setzungsfreudig und zur Gründung von Gebäuden als nicht tragfähig einzustufen. Für die Gründung von Park- und Verkehrsflächen sind die Auenablagerungen bedingt tragfähig. Die Tragfähigkeit muss durch einen Bodenersatzkörper erhöht werden. Aufgrund ihrer schluffigen Zusammensetzung sind die Auenablagerungen sehr schwach bis nahezu undurchlässig und nicht zur Versickerung geeignet.

Zur Bestimmung einer möglichen Bodenbelastung wurde aus den einzelnen Sondierungen Proben der Auensedimente entnommen. In Labor wurde daraus die Mischprobe MP 2 gefertigt, welche dem Institut Fresenius zur Analyse nach den Vorgaben des Leitfadens in der Fraktion  $< 2$  mm übergeben wurden. Die chemischen Analysen werden nachgereicht.

## Kies

Der Kies ist braungrau gefärbt und wird aus einem schluffigen und stark sandigen Fein- bis Grobkies zusammengesetzt. Im Kies können bis zu 10 cm dicke Sand- bzw. Schlufflinsen eingelagert sein. Vier Korngrößenanalysen des Kiesel ergeben folgende Zusammensetzungen (Anlage 3.1):

| Tiefenbereich         | RKS 1<br>1,6 m – 2,5 m   | RKS 1<br>2,9 m – 7,0 m   |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| Steine                | 1 %                      | 0 %                      |
| Kies                  | 58 %                     | 60 %                     |
| Sand                  | 34 %                     | 31 %                     |
| Schluff               | 7 %                      | 9 %                      |
| Ungleichförmigkeit U  | 57,0                     | 91,3                     |
| Krümmungszahl C       | 0,9                      | 1,2                      |
| Bodengruppe           | GU                       | GU                       |
| Bodenklasse           | 3                        | 3                        |
| Frostsicherheit       | F2                       | F2                       |
| Durchlässigkeit $k_f$ | $1,3 \times 10^{-4}$ m/s | $5,9 \times 10^{-5}$ m/s |

| Tiefenbereich         | RKS 3<br>3,9 m – 6,0 m | RKS 4<br>1,7 m – 3,6 m   |
|-----------------------|------------------------|--------------------------|
| Steine                | 0 %                    | 0 %                      |
| Kies                  | 37 %                   | 58 %                     |
| Sand                  | 46 %                   | 34 %                     |
| Schluff               | 17 %                   | 8 %                      |
| Ungleichförmigkeit U  | --                     | 59,8                     |
| Krümmungszahl C       | --                     | 0,4                      |
| Bodengruppe           | SU*                    | GU                       |
| Bodenklasse           | 4                      | 3                        |
| Frostsicherheit       | F3                     | F2                       |
| Durchlässigkeit $k_f$ | --                     | $1,2 \times 10^{-4}$ m/s |

Der hohe Schluff- und Sandgehalt in der Korngrößenverteilung der Sondierung RKS 3 (3,9 m - 6,0 m) ist auf die eingelagerten Sand- bzw. Schlufflinsen zurückzuführen. Aufgrund des hohen Schluffgehaltes konnte für diese Probe über den Siebast keine Durchlässigkeit bestimmt werden.

Die Auswertung der restlichen Sieblinien nach Hazen ergibt für den Kies eine Durchlässigkeit von  $k_f = 1 \times 10^{-4}$  m/s bis  $6 \times 10^{-5}$  m/s. Der Kies ist als stark durchlässig bis durchlässig zu bezeichnen und ist zur Versickerung geeignet.

Entsprechend dem Bohrfortschritt ist der Kies überwiegend mitteldicht gelagert. Lockere Lagerung treten in den Sondierungen vereinzelt auf. Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen zeigen im Mittel  $N_{10} = 15$  Schläge pro 10 cm Eindringtiefe. Nach DIN 4094 4.2 und 4.9 liegt die Lagerungsdichte D bei 0,55. Nach DIN 1054 Tabelle A 6.3 ist der Kies mitteldicht gelagert. Bereiche mit Schlagzahlen  $N_{10} \leq 7$  Schläge sind auf eingelagerte Sand- bzw. Schlufflinsen mit weicher Konsistenz bzw. lockeren Lagerung zurückzuführen.

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

Zur Bestimmung einer möglichen Bodenbelastung wurde aus den einzelnen Sondierungen Proben des Kiesel entnommen. In Labor wurde daraus die Mischprobe MP 3 gefertigt, welche dem Institut Fresenius zur Analyse nach den Vorgaben des Leitfadens in der Fraktion  $< 2$  mm übergeben wurden. Die chemischen Analysen werden nachgereicht.

## Sand

Der Sand zeigt eine graue Färbung und wird aus einem stark schluffigen, schwach grobsandigen und schwach kiesigen Fein- bis Mittelsand gebildet. Eine Korngrößenanalyse des Sandes ergab folgende Zusammensetzung (Anlage 3.1):

|                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| Tiefenbereich         | RKS 4<br>5,8 m – 7,0 m |
| Kies                  | 2 %                    |
| Grobsand              | 2 %                    |
| Mittelsand            | 26 %                   |
| Feinsand              | 52 %                   |
| Schluff               | 18 %                   |
| Ungleichförmigkeit U  | --                     |
| Krümmungszahl C       | --                     |
| Bodengruppe           | SU*                    |
| Bodenklasse           | 4                      |
| Frostsicherheit       | F3                     |
| Durchlässigkeit $k_f$ | --                     |

Aufgrund des hohen Schluffgehaltes konnte für den Sand keine Durchlässigkeit bestimmt werden. Die Durchlässigkeit wird im Größenbereich  $10^{-6}$  m/s bis  $10^{-7}$  m/s liegen. Der Sand ist nicht zur Versickerung geeignet.

Nach Angaben des Bohrgeräteführers ist der Sand locker bis mitteldicht gelagert. Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierung DPH 1 zeigen im Mittel  $N_{10} = 6$  Schläge pro 10 cm Eindringtiefe. Nach DIN 4094 4.2 und 4.9 liegt die Lagerungsdichte  $D$  bei 0,4. Nach DIN 1054 Tabelle A 6.3 ist der Sand locker gelagert.

Im Grundwasser zeigt der Sand aufgrund seiner enggestuften Körnungslinie und geringen Plastizität thixotropes Verhalten. Dies bedeutet z. B. eine randliche Verflüssigung infolge Spundwanddrummung oder Aushubentlastung. Beim Aushub wird der Sand zum Fließen anfangen. Der Sand stellt bei einem bedingt tragfähigen Baugrund dar, Setzungen werden im Sand bei einheitlicher Auslastung gleichmäßig verlaufen. Seine Neigung zum Fließen im Grundwasser ist zu berücksichtigen.

Für die Standsicherheitsberechnungen dürfen die folgenden Bodenkennwerte verwendet werden.

Tabelle 1: charakteristische Bodenkennwerte

|                                 |                   | Auffüllung    | Auen-<br>ablagerungen | Kies           | Sand          |
|---------------------------------|-------------------|---------------|-----------------------|----------------|---------------|
|                                 |                   |               |                       |                |               |
| Wichte $\gamma_k$               | kN/m <sup>2</sup> | 20/10<br>18/8 | 19/9<br>18/8          | 21/11<br>20/10 | 20/10<br>19/9 |
| Reibungswinkel<br>$\varphi_k$   | Grad              | 25<br>22      | 25<br>22,5            | 37,5<br>35     | 32,5<br>30    |
| Kohäsion<br>undrännert $c_{uk}$ | kN/m <sup>2</sup> | 0             | 30<br>20              | 0              | 0             |
| Kohäsion<br>drännert $c'_k$     | kN/m <sup>2</sup> | 0             | 0                     | 0              | 0             |
| Steifezahl $E_{sk}$             | MN/m <sup>2</sup> | 8<br>5        | 7<br>3                | 80<br>60       | 15<br>10      |
| Bodengruppe                     | DIN<br>18196      | GU – SU, UL   | UL, SU                | GU             | SU*           |
| Bodenklasse                     | DIN<br>18300      | 4             | 4                     | 3              | 4             |
| Frostsicherheit                 | ZTVE              | F2 - F3       | F2 - F3               | 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 dargestellt. Grundwasser lief in den Sondierungen RKS 1 bis RKS 4 sowie DPH 1 und DPH 4 zu.

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

Die Wasserstandsbeobachtungen sind wie folgt zusammenzustellen:

| Bohrung | Ansatzhöhe | Grundwasser angebohrt |        | Grundwasser bei Bohrende |        |
|---------|------------|-----------------------|--------|--------------------------|--------|
|         | m ü NN     | m unter Gelände       | m ü NN | m unter Gelände          | m ü NN |
| RKS 1   | 453        | 2,83                  | 450,17 | 2,83                     | 450,17 |
| DPH 1   | 452,71     | 2,63                  | 450,08 | 2,63                     | 450,08 |
| RKS 2   | 452,24     | 2,5                   | 449,74 | 2,5                      | 449,74 |
| RKS 3   | 452,49     | 2,8                   | 449,69 | 2,8                      | 449,69 |
| RKS 4   | 451,75     | 2,0                   | 449,75 | 2,0                      | 449,75 |
| DPH 4   | 451,69     | 1,9                   | 449,79 | 1,9                      | 449,79 |

Die Flurabstände nehmen von Süden 2,83 m u GOK nach Norden auf 1,9 m unter Geländeoberkante ab. Das Grundwasser stellte sich im Süden bei 450,20 m ü NN und im Norden bei 449,75 m ü NN ein. Entsprechend den hydrogeologischen Begebenheiten und der Grundwassergleichenkarte wird das Grundwasser nach Nordosten fließen. Es ist von einer Korrespondenz mit dem Arzerbach auszugehen.



Auszug hydrogeologische Karte und Grundwassergleichenkarte 1 : 100.000

Als Grundwasserleiter dient der Kies. Die Auenablagerungen fungieren als Grundwasserschirmfläche. Die Grundwassersohlschicht wurde zwischen 5,8 m und 6,6 m Tiefe in Form des Sandes durchbohrt. Dieser Aquifer wird aufgrund seiner Durchlässigkeit und Ausdehnung von erheblichen Wassermengen durchströmt werden.

## 4.2 Versickerungsversuch

Zur Ermittlung der Durchlässigkeit wurde in den Sondierungen RKS 1 und RKS 4 je ein Versickerungsversuch durchgeführt. Dazu wurde in das temporär ausgebaute Bohrloch Wasser eingefüllt und die Absenkung in definierten Zeitabständen gemessen. Die Ergebnisse sind in Anlage 3.2-3 beigefügt und ergaben folgende Werte:

| Sondierung | Durchlässigkeit $k_f$             | korrigiert nach ATV A 138         |
|------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| RKS 1      | $2,48 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ | $4,96 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ |
| RKS 4      | $1,55 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ | $3,1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  |

In den Korngrößenanalysen wurden folgende Durchlässigkeiten ermittelt:

| Sondierung | Tiefe         | Durchlässigkeit $k_f$            | korrigiert nach ATV A 138         |
|------------|---------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| RKS 1      | 1,6 m – 2,5 m | $1,3 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ | $2,6 \times 10^{-5} \text{ m/s}$  |
| RKS 1      | 2,9 m – 7,0 m | $5,9 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ | $1,18 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ |
| RKS 4      | 1,7 m – 3,6 m | $1,2 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ | $2,4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$  |

Werden die Korrekturwerte der ATV nicht angewandt, so liegen die Ergebnisse der Korngrößenanalysen und des Versickerungsversuches enger beieinander. Anscheinend spielen die Einflussfaktoren, wie z. B.: die Lagerungsdichte, eine untergeordnete Rolle bei den Versuchsergebnissen. Zur Bemessung der Versickerungseinrichtung ist für den Kies eine Durchlässigkeit von  $k_f = 2 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  anzusetzen. Die Auensedimente sind aufgrund ihrer schluffigen Zusammensetzung als gering bis nicht durchlässig einzustufen und mit der Versickerungseinrichtung zu durchstoßen.

## 4.3 Überschwemmungsgebiet

Laut Angaben des LfU Bayern liegt für das Gelände kein Risiko für Überschwemmungen der Klasse HQ-100 und HQ-extrem vor. Das Gelände liegt am Rande eines wassersensiblen Bereichs. Im Unterschied zu den Hochwassergefahrenflächen kann bei diesen Flächen kein definiertes Risiko (Jährlichkeit des Abflusses) angegeben werden und es gibt keine rechtlichen Vorschriften wie Verbote und Nutzungsbeschränkungen im Sinne des Hochwasserschutzes.



HQ-100

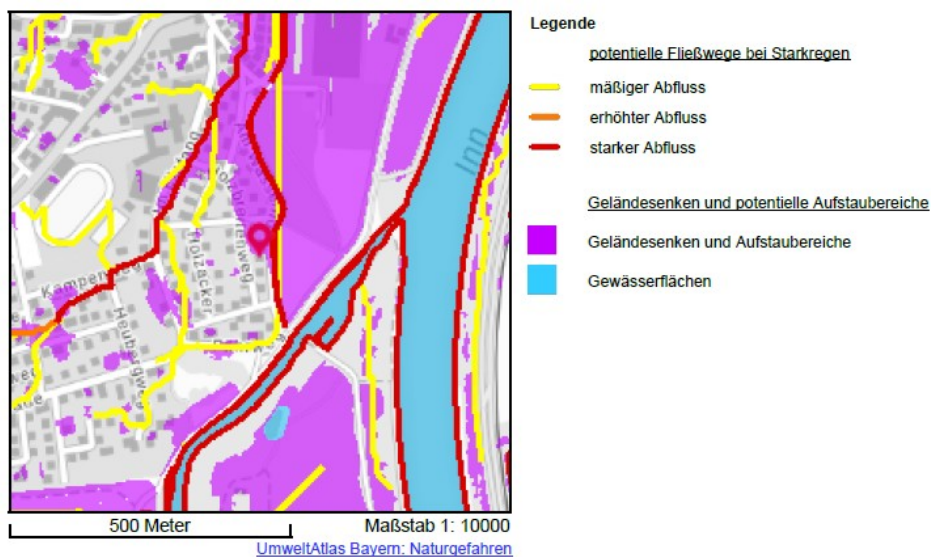
© Bayerisches Landesamt für Umwelt



wassersensibler Bereich

Für das Untersuchungsgelände liegt eine Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzfluten vor. Diese Karte gibt Hinweise auf Bereiche, die aufgrund der vorhandenen Topographie, potentiell von Überflutungen sowie von Aufstau infolge von Starkregen betroffen sein können. Es können daraus keine Fließtiefen, Geschwindigkeiten und Überflutungsgrenzen abgeleitet werden.

Am östlichen und südlichen Rand der Fläche wurden potenzielle Fließwege bei Starkregen mit stark (rot) und mäßigen (gelb) Abfluss eingezeichnet. Der nordöstlichste Bereich liegt nach dieser Hinweiskarte in einer Geländesenke bzw. in einem Aufstaubereich (lila).



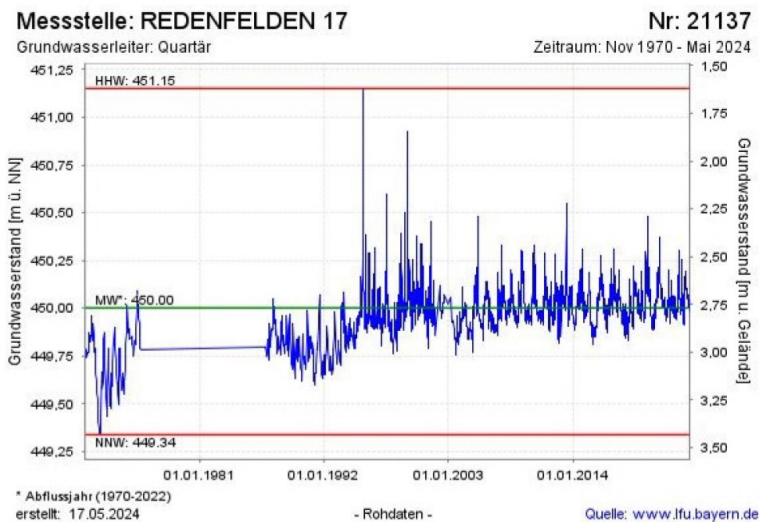
#### 4.4 Bemessungswasserstand

Der Vergleich mit Grundwasseraufzeichnungen aus einem kontinuierlich ausgewerteten Grundwasserpegel Redenfelden 17, der im selben Grundwasserleiter liegt, ergab, dass zum Zeitpunkt der Sondierarbeiten ein mittlerer Grundwasserstand vorherrschte. Aufgrund jahreszeitlicher Schwankungen in den Niederschlägen und der Schneeschmelze kann das Grundwasser bis zu 1,2 m ansteigen kann.

##### Gesamtzeitraum REDENFELDEN 17

Grundwasserstände im Gesamtzeitraum

Grundwasserstand [m ü. NN]: 449,98  
 Flurabstand [m u. Gelände]: 2,79  
 Letzter Messwert vom 16.05.2024 10:00  
 Geländehöhe [m ü. NN]: 452,77



Der höchste Grundwasserstand HHW ist im Süden auf 451,70 m ü NN und im Norden auf 451,30 m ü NN anzusetzen. Darin sind 0,30 m Sicherheitszuschlag enthalten.

Der mittlere höchste Grundwasserstand MHW wird mit 450,8 m ü NN im Süden und 450,40 m ü NN abgeschätzt.

## 5. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

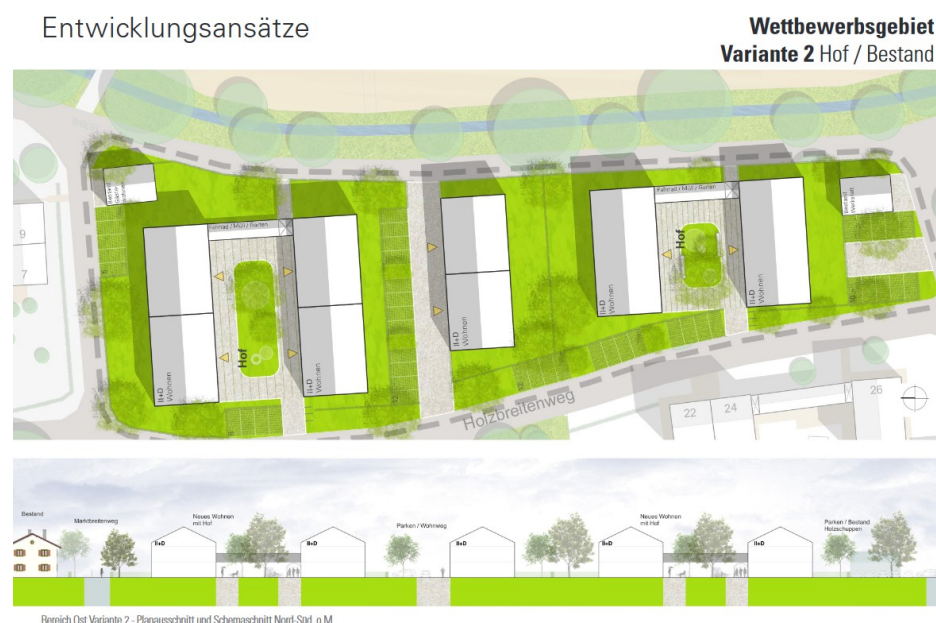
Nach vorliegendem Ergebnisbericht des Ortsteils Redenfelden ist geplant das Untersuchungsgelände neu zu bebauen. Für das Gebiet liegen zwei Varianten der Planung vor:

### - Variante 1: Quartiersgarage und Hof



- Zeilenstruktur, aufbauend auf Bestand.
- 5 Baukörper: Vier Wohngebäude, eine Quartiersgarage im Süden.
- Dachneigung, Trauf- und Firsthöhen orientieren sich an Bestand. Geschossigkeit: II + ausgebautes Dachgeschoss.
- Giebelständig zum Holzbreitenweg.
- Zwei Wohngebäude bilden jeweils einen Hof aus (Aufenthalt- u. Erschließungsfunktion).
- Die Wohnhöfe öffnen sich jeweils zum Holzbreitenweg und werden nach Osten hin gefasst durch einen Verbindungsbau, orientiert an die ortstypischen Nebengebäude mit Durchgang Richtung Bach. Bieten Flächen für Fahrräder / Müll / Gartengeräte etc.
- Mittig sowie im Süden: Extra Fuß- und Radwege verknüpfen Bach mit zentraler Grünfläche bzw. Holzbreitenweg.
- Parkpalette mit zwei Geschossen und Satteldach. Halb versenkt: Reduzierte Rampenlängen. Könnte zu besonderen Anlässen (z.B. Quartiersfeste) genutzt werden.
- ca. 41 Wohneinheiten (Ø91 m² BGF / WE)
- Stellplätze  
Bedarf: 41 Stpl. (1,0 Stpl. / WE)  
bzw. 80 Stpl. (2,0 Stpl. / WE)  
Angebot: 46 Stpl. (1,2 Stpl. / WE)

### - Variante 2: Hof mit Bestand

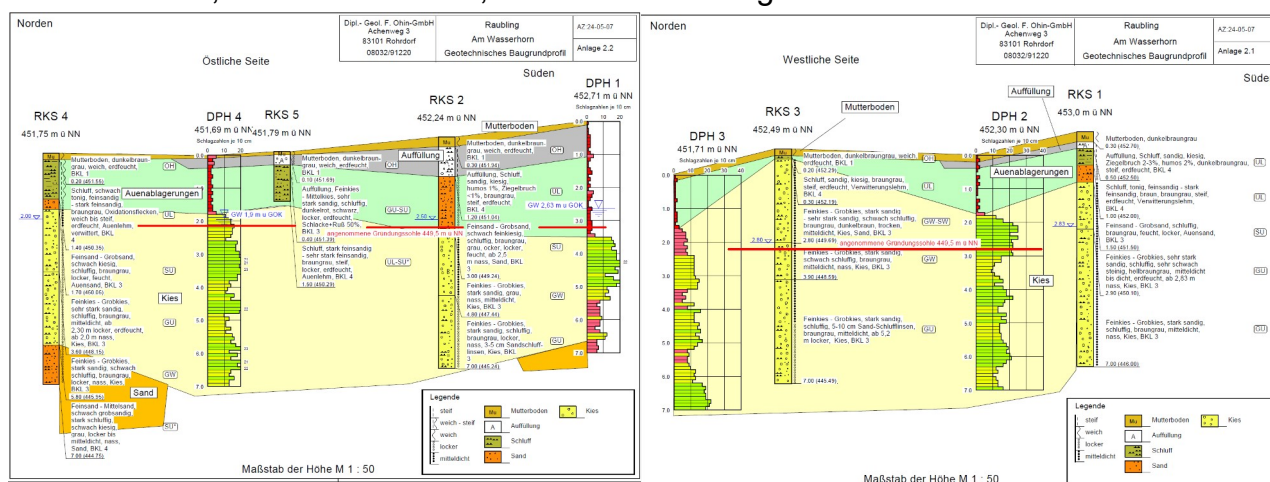


- Zeilenstruktur, aufbauend auf Bestand.
- 5 Baukörper: 5 Wohngebäude, Erhalt der bestehenden beiden Holzschuppen im Norden und Süden.
- Dachneigung, Trauf- und Firsthöhen orientieren sich an Bestand. Geschossigkeit: II + ausgebautes Dachgeschoss.
- Giebelständig zum Holzbreitenweg.
- Zwei Wohngebäude bilden jeweils einen Hof aus (Aufenthalt- und Erschließungsfunktion).
- Mittig: Fuß- und Radweg verknüpfen Bach mit zentraler Grünfläche. Ein Wohngebäude steht wegbegleitend zw. Höfen.
- Die Wohnhöfe öffnen sich jeweils zum Holzbreitenweg und werden nach Osten hin gefasst durch einen Verbindungsbau, orientiert an die ortstypischen Nebengebäude mit Durchgang Richtung Bach. Bieten Flächen für Fahrräder / Müll / Gartengeräte etc.
- Umnutzung best. Holzschuppen bspw. als Fahrradwerkstatt, Gästewohnung etc.
- ca. 43 Wohneinheiten (Ø91 m² BGF / WE)
- Stellplätze  
Bedarf: 43 Stpl. (1,0 Stpl. / WE)  
bzw. 86 Stpl. (2,0 Stpl. / WE)  
Angebot: 43 Stpl. (1,2 Stpl. / WE)

Es liegen keine genauen Informationen über die geplante Gründungsvariante der Baumaßnahme vor. Es wird angenommen, dass die Gebäude unterkellerten werden. Die Gründungssohle wird bei 3,5 m unter 452,966 m ü NN (= Höhennullpunkt), also bei 449,5 m ü NN angenommen. Die Höhen sind vom Planer zu kontrollieren.

## 5.1 Gründungstechnische Baugrundbeurteilung

Entsprechend dem vorliegenden geotechnischen Baugrundprofil vgl. Anlage 2.1-2 steht der tragfähige Baugrund in Form des Kiesel zwischen 0,3 m und 3,5 m Tiefe bzw. zwischen 449,2 m ü NN und 452,1 m ü NN auf dem gesamten Gelände an.



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

## 5.2 Gründung

Es liegen keine genauen Informationen über die geplante Gründungsvariante der Baumaßnahme vor. Deshalb werden unterkellerte Gebäude angenommen. Liegen genaue Planungen vor, können die Berechnungen an die Baumaßnahme angepasst werden.

Die angenommene Gründungssohle der unterkellerten Gebäude liegt zum Teil in den nicht tragfähigen Auenablagerungen und zum Teil im tragfähigen Kies. Es wird vorgeschlagen das Gebäudetragwerk flach auf einer biegesteifen Bodenplatte oder Trägerrost im Kies zu gründen.

Die Auenablagerungen sind mit der Gründung zu durchstoßen und komplett bis auf den Kies gegen Bodenersatzkörper aus Kiessand zu ersetzen.

Der Bodenersatzkörper besteht aus Kiessand mit max. 5 % Schluff, min. 25 % Sand, Größtkorn 100 mm. Er ist lagenweise  $D < 0,30$  m einzubauen und auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Der Bodenersatzkörper reicht 1,0 m über die Bodenplatte hinaus und ist mit  $60^\circ$  geböschet.

Treten an der Aushubsohle Sand- bzw. Schlufflinsen auf, so sind diese komplett, wie die Auenablagerungen, bis auf den Kies gegen einen Bodenersatzkörper nach obigen Angaben zu ersetzen.

Um die Auflockerung des Kiesel durch die Aushubarbeiten rückgängig zu machen, ist die Aushubsohle mit einer schweren Rüttelplatte nach zuverdichten. Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass für eine ordnungsgemäße Verdichtung das Grundwasser mindestens 0,5 m unter der Aushubsohle anstehen darf.

Aus konstruktiven Gesichtspunkten ist das gesamte Kellergeschoss (Gründung und tragende Wände) als biegesteifer Kasten herzustellen.

In der Anlage 4.1 sind für die maßgeblichen Breiten der Bodenplatte die Fundamentdiagramme entsprechend EC 7 nach Setzungs- und Grundbruchberechnungen entsprechend DIN 4017 und DIN 4019 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                                          |               | = 0,0 m |
| Mittig belastete Fundamente                            |               |         |

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

### Maßgebliche Breite von 8,0 m – für die Fläche

|                                          |                |                         |
|------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes | $\sigma_{R,d}$ | = 142 kN/m <sup>2</sup> |
| Bemessungswert des Sohldrucks effektiv   | $\sigma_{E,k}$ | = 100 kN/m <sup>2</sup> |

Die Flachgründung auf der Bodenplatte ist bei Auslastung der o.g. Bodenpressung mit einer Setzung von 2,0 cm behaftet.

Der effektive Wert des Bettungsmoduls beträgt

$$k_s = 0,100 / 0,02 = 5 \text{ MN/m}^3$$

### Maßgebliche Breite von 3,0 m – für den Randbereich

|                                          |                |                         |
|------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes | $\sigma_{R,d}$ | = 220 kN/m <sup>2</sup> |
| Bemessungswert des Sohldrucks effektiv   | $\sigma_{E,k}$ | = 153 kN/m <sup>2</sup> |

Die Flachgründung auf der Bodenplatte ist bei Auslastung der o.g. Bodenpressung mit einer Setzung von 2,0 cm behaftet.

Der effektive Wert des Bettungsmoduls beträgt

$$k_s = 0,153 / 0,02 = 7,65 \text{ MN/m}^3$$

## 5.3 Grundwasserschutz und Auftriebssicherheit

Entsprechend der Ausführung im Abschnitt 4 wurde in den Sondierungen Grundwasser ab 1,9 m Tiefe beobachtet.

Das Kellergeschoss liegt im Grundwasser, es ist daher aus wasserdichtem Beton als eine sogenannte weiße Wanne herzustellen. Nach der DIN 18533 sind die unterkellerten Gebäude in die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser  $\leq 3$  m Eintauchtiefe einzustufen.

Der Bemessungswasserstand ist aufgrund des Anstiegs des Grundwassers mit einem Sicherheitszuschlag von 0,3 m auf HHW im Süden 451,70 m ü NN und im Norden auf 451,30 m ü NN anzusetzen.

## 5.4 Baugrubensicherung und Wasserhaltung

Es liegen keine genauen Informationen über die Lage der Bauwerke sowie der Abmessungen vor. Deshalb wird zur Baugrube und der Wasserhaltung im Allgemeinen Stellung genommen. Liegen genaue Planungen vor, können die Berechnungen und Angaben über die Baugrube an die Baumaßnahme angepasst werden.

Die Baugrube für die unterkellerten Gebäude wird bis zu 3,5 m tief. Sind die Platzverhältnisse gegeben. Kann die Baugrube in den anstehenden Böden unter 45° bis 50° 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.

Alternativ zur freien Böschung und zur Spritzbetonsicherung ist der Trägerbohlwandverbau zu nennen. Die Bohlträger sind in vorgebohrte Löcher einzubauen, der Kies ist als mittel bis schwer ramm- bzw. rüttelbar zu bezeichnen. Aufgrund des Grundwassers wird empfohlen zur Ausfachung der Bohlträger Kanaldielen zu verwenden. Das Wasser kann dann nur an den Bohlträgern in die Baugrube eindringen und kann dort mittels Pumpensämpfen abgepumpt werden. Injektionsanker können im Kies verankert werden. Die Trägerbohlwand wird lediglich im Einflussbereich von bestehenden Fundamenten, Straßen und Kanälen als verformungsarmer Verbau zum Einsatz kommen.

Bei unterkellerten Gebäuden wird eine Wasserhaltung notwendig werden. In Anlage 5.1 ist beispielhaft eine Wasserhaltung für eine 14 m x 18 m große Baugrube mit einer Absenkung von 1,2 m. Um das Grundwasser 1,2 m abzusenken sind drei Brunnen mit einem Durchmesser von 2,0 m und einer Tiefe von 3,0 m unter dem Grundwasserspiegel notwendig. Die Brunnen dürfen nur im Kies und nicht im darunterliegenden Sand einbinden. Falls die Brunnen im Sand einbinden kommt es zur Ausspülung des Sandes, was zu Setzungen führen wird. Bis zum Erreichen des Absenkzieles müssen 14 l/s abgepumpt werden. Erfahrungsgemäß ist die Menge um 1/3 auf 19 l/s zu erhöhen.

Am Rande der Baugrube beträgt die Absenkung 1,2 m Tiefe und zirka 10 m entfernt noch ca. 0,8 m. Die Absenkung liegt im Grundwasserschwankungsbereich. Die Grundwasserabsenkung findet im Kies statt. Setzungen im Zuge der Wasserhaltung sind nicht zu erwarten. Als Vorfluter eignet sich der Arzerbach, welcher östlich des Untersuchungsgebietes nach Norden abfließt. Das Wasser ist über ein Absetzcontainer in den Bach zu leiten. Für die Grundwasserabsenkung ist eine wasserrechtliche Genehmigung beim LRA Rosenheim anzufordern.

## 5.5 Aushubklassen

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

| Böden            | Bodenklasse | Auflockerung |
|------------------|-------------|--------------|
| Auffüllung       | 4           | 15 % - 20 %  |
| Auenablagerungen | 4           | 15 % - 20 %  |
| Kies             | 3           | 10 % - 15 %  |
| Sand             | 4           | 15 % - 25 %  |

Für die Verfüllung der Arbeitsräume ist der Kies geeignet. Um ein Umströmen des Bauwerkes zu gewährleisten sind die Arbeitsräume bis zu einer Höhe von 1,0 m über der Gründungssohle mit einem Riesel 16/32 zu verfüllen.

## 5.6 Homogenbereiche nach DIN 18300 2015

Die Böden sind in folgende Homogenbereiche zusammenzufassen:

|                                                        | Mutterboden | Auffüllung          | Auen-<br>ablagerungen | Kies                | Sand    |
|--------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------|
| Homogenbereich                                         | O1          | B1                  | B2                    | B3                  | B4      |
| Korngröße                                              | Schluff     | Schluff und<br>Kies | Schluff und<br>Sand   | Kies                | Sand    |
| Massenanteil Steine<br>und Blöcke                      | 0 %         | 0 %                 | 0 %                   | 1 %                 | 0 %     |
| Dichte in kN/m <sup>3</sup>                            | 15          | 18 - 20             | 18 - 19               | 20 - 21             | 19 - 20 |
| undrainierte Scher-<br>festigkeit in kN/m <sup>2</sup> | 40          | 0                   | 20 - 30               | 0                   | 0       |
| Wassergehalt                                           | erdfeucht   | erdfeucht           | erdfeucht -<br>nass   | erdfeucht –<br>nass | nass    |
| Plastizitätszahl                                       | -           | -                   | 5 % - 10 %            | -                   | -       |
| Konsistenz                                             | weich       | weich               | weich                 | -                   | -       |
| Lagerungsdichte                                        | -           | locker              | locker                | mitteldicht         | locker  |
| Organischer Anteil                                     | 15 %        | 3 %                 | 2 %                   | 0 %                 | 0 %     |
| Bodengruppe                                            | OH          | GU – SU, UL         | UL, SU                | GU                  | SU*     |

## 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 und den Auenablagerungen 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 ( $d > 0,3 \text{ m}$ ) zu gründen. Dazu ist der Mutterboden abzutragen. Auf den Auenablagerungen 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

Der mittlere höchste Grundwasserstand MHW wird mit 450,8 m ü NN im Süden und 450,40 m ü NN abgeschätzt.

Zur Versickerung eignet sich die Rohrrigolenversickerung, Muldenversickerung und die Oberflächenversickerung.

Die Auenablagerungen sind mit der Versickerungsanlage zu durchstoßen oder im Bereich der Versickerungsanlage komplett bis auf den Kies gegen einen schlufffreien Kiessand zu ersetzen. Die Rohrrigolenversickerung muss mindestens 1,0 m in den Kies einbinden.

Zur Bemessung der Versickerungseinrichtung ist für den Kies eine Durchlässigkeit von  $k_f = 2 \times 10^{-4}$  m/s anzusetzen.

Dipl.- Geol. F. Ohin

Dipl.- Geol. F. Ohin-GmbH  
Achenweg 3  
83101 Rohrdorf  
08032/91220

Raubling  
Am Wasserhorn  
Lageplan

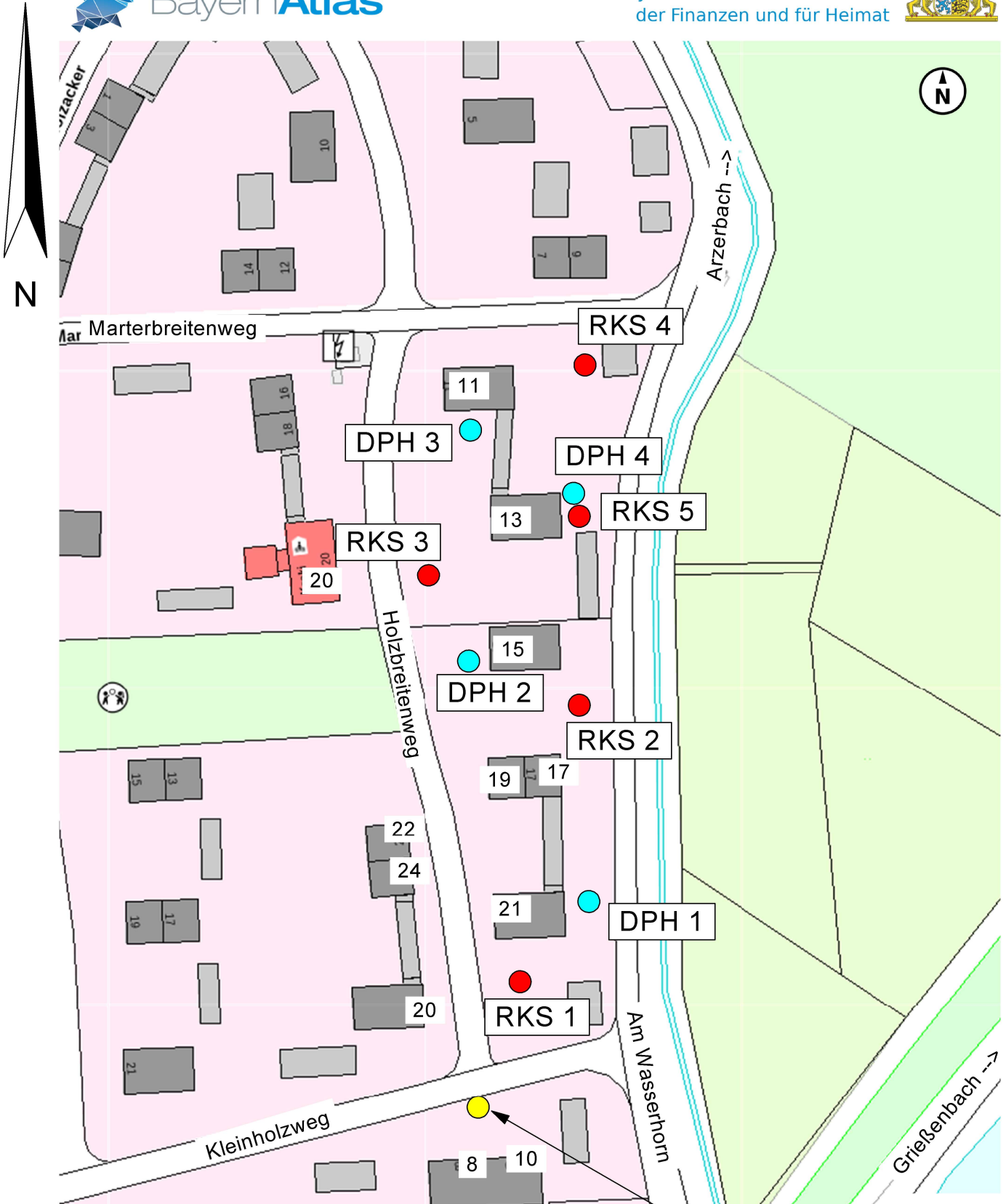
AZ: 24-05-07

Anlage 1.1



BayernAtlas

Bayerisches Staatsministerium  
der Finanzen und für Heimat



0 5 10 15 20m  
Maßstab 1:1.000  
Gedruckt am 08.05.2024 08:45  
<https://v.bayern.de/Zthmh>

Vervielfält

Kanaldeckel "RaOM007" als Höhen-  
nullpunkt mit 452,966 m ü NN



Norden

Westliche Seite

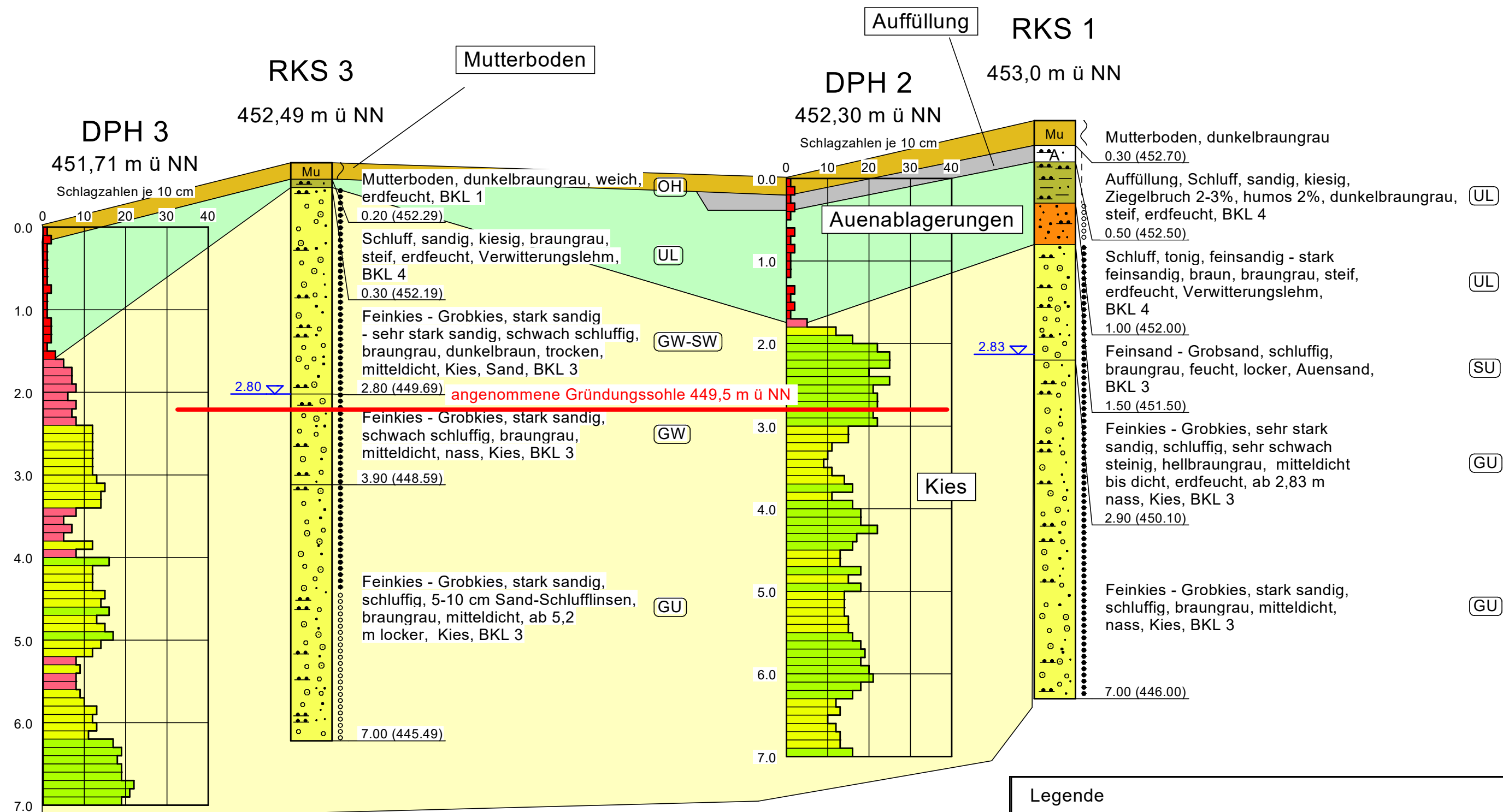
Dipl.- Geol. F. Ohin-GmbH  
Achenweg 3  
83101 Rohrdorf  
08032/91220

Raubling  
Am Wasserhorn  
Geotechnisches Baugrundprofil

AZ:24-05-07

Anlage 2.1

Süden



Norden

Dipl.- Geol. F. Ohin-GmbH  
Achenweg 3  
83101 Rohrdorf  
08032/91220

Raubling  
Am Wasserhorn  
Geotechnisches Baugrundprofil

AZ:24-05-07  
Anlage 2.2

Östliche Seite

Süden

DPH 1

452,71 m ü NN

Schlagzahlen je 10 cm

0 10 20

RKS 2

452,24 m ü NN

RKS 5

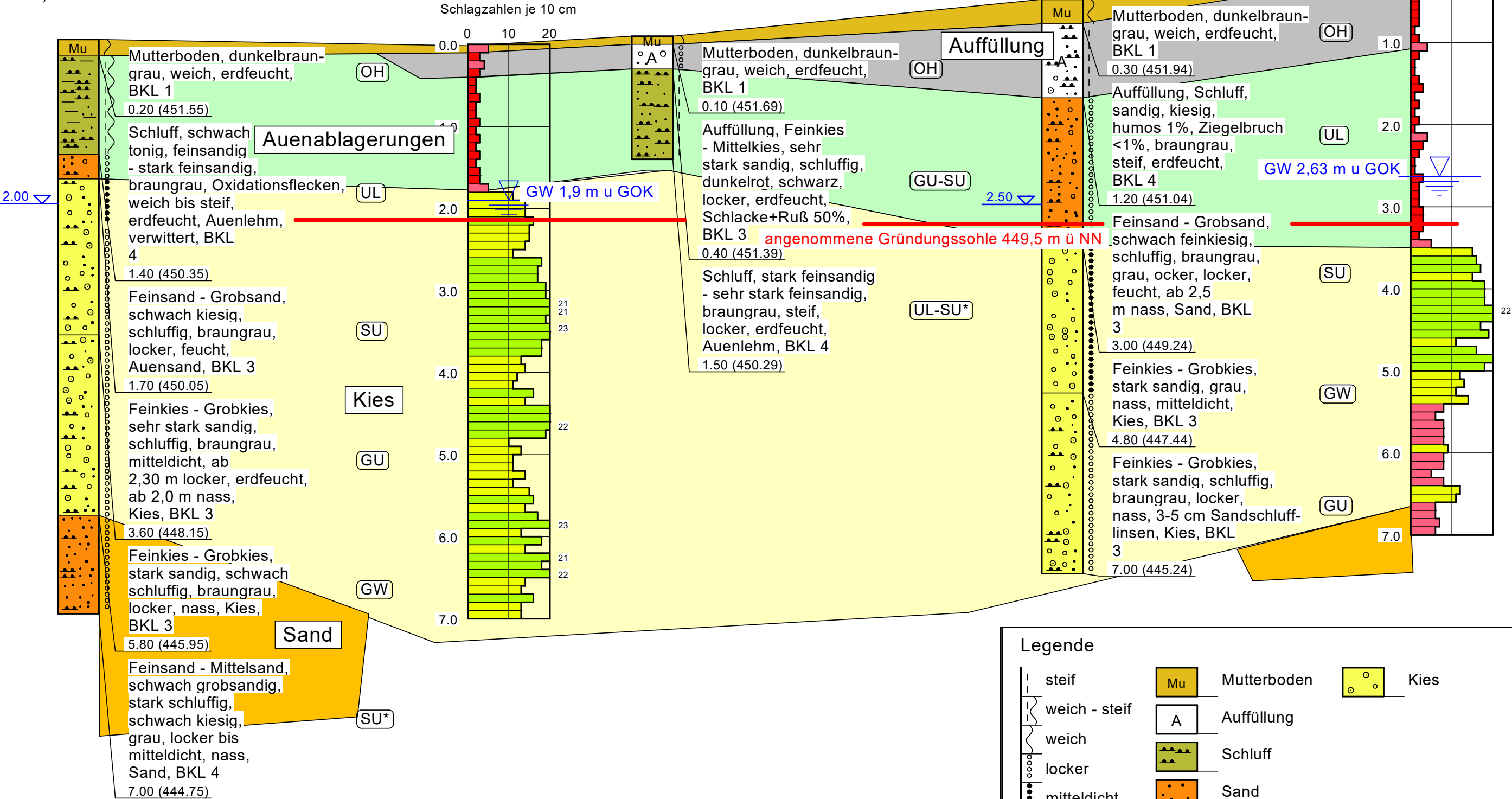
451,79 m ü NN

DPH 4

451,69 m ü NN

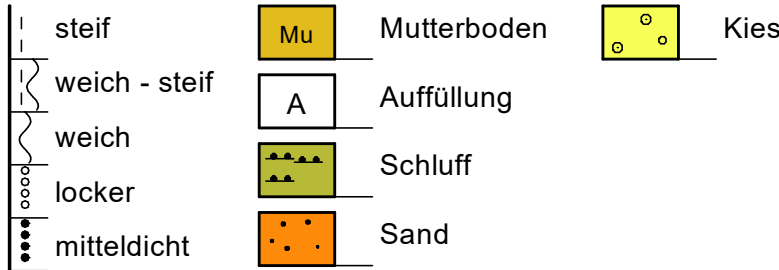
RKS 4

451,75 m ü NN



Maßstab der Höhe M 1 : 50

Legende



Dipl.Geol.F.Ohin GmbH  
Achenweg 3  
83101 Rohrdorf  
Tel.: 08032 91220

Bearbeiter: Fr. Klotz

Datum: 17.05.2024

# Körnungslinie

## DIN 18123

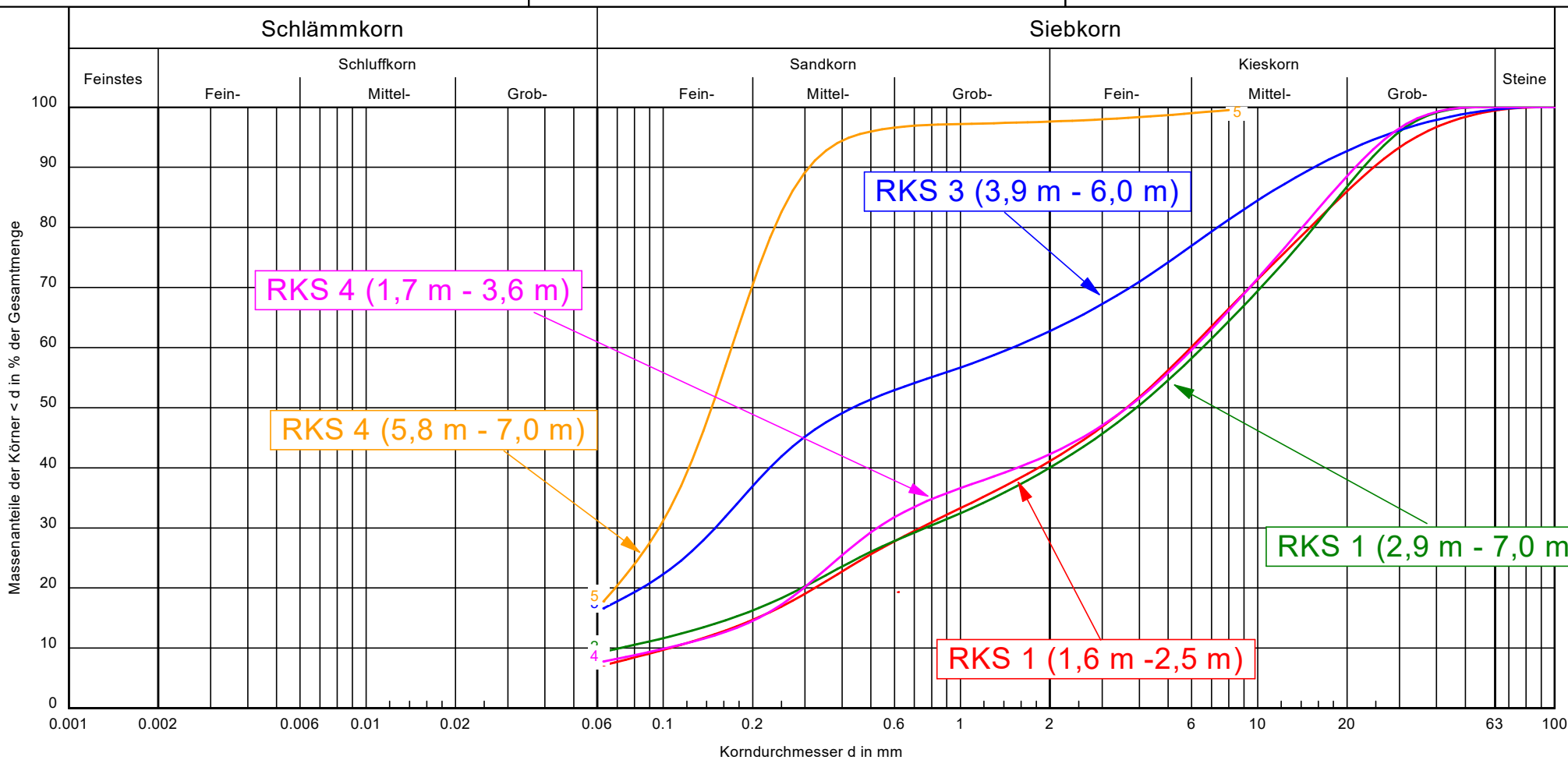
### BV Raubling Am Wasserhorn

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am: 15.05.2024 - 16.05.2024

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssieb- und Schlämmanalyse



|                  |                     |                     |                   |                     |                  |
|------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|------------------|
| Signatur:        |                     |                     |                   |                     |                  |
| Entnahmestelle:  | RKS 1               | RKS 1               | RKS 3             | RKS 4               | RKS 4            |
| Tiefe:           | 1,5 m - 2,9 m       | 2,9 m - 7,0 m       | 3,9 m - 6,0 m     | 1,7 m - 3,6 m       | 5,8 m - 7,0 m    |
| Bodenart         | G, s, u'            | G, s, u'            | S, g, u           | G, s, u'            | S, u             |
| U/Cc             | 57,0/0,9            | 91,3/1,2            | -/-               | 59,8/0,4            | -/-              |
| k [m/s] (Hazen): | $1,3 \cdot 10^{-4}$ | $5,9 \cdot 10^{-5}$ | -                 | $1,2 \cdot 10^{-4}$ | -                |
| T/U/S/G [%]:     | - /7,2/34,0/58,3    | - /9,4/30,6/60,0    | - /16,6/46,1/36,9 | - /7,8/34,5/57,7    | - /17,8/79,8/2,4 |
| Frostsicherheit  | F2                  | F2                  | F3                | F2                  | F3               |
| Reibungswinkel   | 39,0                | 38,9                | 37,5              | 39,0                | 35,3             |
| Bodengruppe      | GU                  | GU                  | SU*               | GU                  | SU*              |
| Kornkennzahl     | 0136                | 0136                | 0254              | 0136                | 0280             |

Bemerkungen:

Zu- und Abschlüge Reibungswinkel:  
Korrektur für Abstufung: mittel (+0°)  
Korrektur für Lagerung: mittel (+0°)  
Korrektur für Kornform: mittel (+0°)

Bericht:  
24-05-07  
Anlage:  
3.1

|                                                                                  |                                                       |         |          |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------|----------|
| Dipl.-Geol. F.Ohin GmbH<br>Achenweg 3<br>83101 Rohrdorf<br>Tel.: 08032 / 91 22 0 | <b>Versickerungsversuch</b>                           | AZ:     | 24-05-07 |
|                                                                                  | Open-end-Test im Bohrloch<br>Messwerte und Auswertung | Anlage: | 3.2      |

Bauvorhaben    Raubling Am Wasserhorn

Datum 15.05.204

Messstelle RKS 1

|                      |       |
|----------------------|-------|
| Bohrlochradius r [m] | 0,018 |
|----------------------|-------|

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| Verrohrung über Gelände [m] | 0,15 |
|-----------------------------|------|

|                              |      |
|------------------------------|------|
| Verrohrung unter Gelände [m] | 0,85 |
|------------------------------|------|

Ruhewasserspiegel u Gelände [m]

|                    |      |
|--------------------|------|
| Tiefe Bohrloch [m] | 1,85 |
|--------------------|------|

| Zeit | Wasserstand unter ROK [m] | Wasserstand unter GOK [m] | Aufhöhung des Wasser [m] | Abfluss im Bohrloch [m³/s]              | k <sub>f</sub> [m/s]                    | k <sub>f</sub> [m/s] |
|------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------|
| [s]  |                           |                           |                          | $Q = (V_{n-1} - V_n) / (t_n - t_{n-1})$ | $= Q / (5,5 \cdot r \cdot \text{Aufh})$ | gemittelt            |
| 0    | 1,30                      | 1,15                      | 0,70                     |                                         |                                         |                      |
| 30   | 1,72                      | 1,57                      | 0,28                     | 1,43E-5                                 | 2,9E-4                                  | 2,48E-04             |
| 60   | 1,83                      | 1,68                      | 0,17                     | 3,73E-6                                 | 1,7E-4                                  |                      |
| 120  | 1,95                      | 1,80                      | 0,05                     | 2,04E-6                                 | 1,9E-4                                  |                      |
| 180  | 2,00                      | 1,85                      | 0,00                     | 8,48E-7                                 | 3,4E-4                                  |                      |

|                                                                                  |                                                       |         |          |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------|----------|
| Dipl.-Geol. F.Ohin GmbH<br>Achenweg 3<br>83101 Rohrdorf<br>Tel.: 08032 / 91 22 0 | <b>Versickerungsversuch</b>                           | AZ:     | 24-05-07 |
|                                                                                  | Open-end-Test im Bohrloch<br>Messwerte und Auswertung | Anlage: | 3.3      |

Bauvorhaben    Raubling Am Wasserhorn

Datum 15.05.204

Messstelle RKS 4

|                      |       |
|----------------------|-------|
| Bohrlochradius r [m] | 0,018 |
|----------------------|-------|

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| Verrohrung über Gelände [m] | 0,05 |
|-----------------------------|------|

|                              |      |
|------------------------------|------|
| Verrohrung unter Gelände [m] | 0,95 |
|------------------------------|------|

Ruhewasserspiegel u Gelände [m]

|                    |      |
|--------------------|------|
| Tiefe Bohrloch [m] | 1,95 |
|--------------------|------|

| Zeit | Wasserstand unter ROK [m] | Wasserstand unter GOK [m] | Aufhöhung des Wasser [m] | Abfluss im Bohrloch [m³/s]              | k <sub>r</sub> [m/s]                    | k <sub>r</sub> [m/s] |
|------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------|
| [s]  |                           |                           |                          | $Q = (V_{n-1} - V_n) / (t_n - t_{n-1})$ | $= Q / (5,5 \cdot r \cdot \text{Aufh})$ | gemittelt            |
| 0    | 0,52                      | 0,47                      | 1,48                     |                                         |                                         |                      |
| 30   | 1,35                      | 1,30                      | 0,65                     | 2,82E-5                                 | 2,7E-4                                  | 1,55E-04             |
| 60   | 1,65                      | 1,60                      | 0,35                     | 1,02E-5                                 | 2,1E-4                                  |                      |
| 120  | 1,80                      | 1,75                      | 0,20                     | 2,54E-6                                 | 9,3E-5                                  |                      |
| 180  | 1,84                      | 1,79                      | 0,16                     | 6,79E-7                                 | 3,8E-5                                  |                      |
| 300  | 2,00                      | 1,95                      | 0,00                     | 1,36E-6                                 | 1,7E-4                                  |                      |

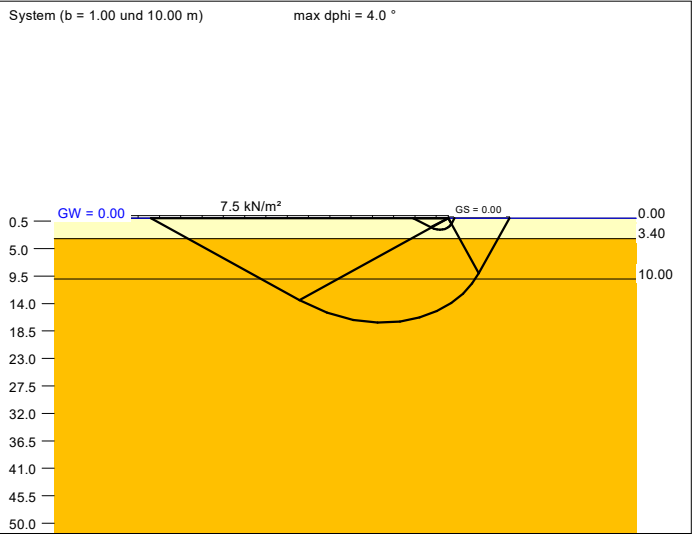
| Boden | $\gamma$<br>[kN/m³] | $\gamma'$<br>[kN/m³] | $\varphi$<br>[°] | c<br>[kN/m²] | $E_s$<br>[MN/m²] | $\nu$<br>[-] | Bezeichnung |
|-------|---------------------|----------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|-------------|
|       | 21.0                | 11.0                 | 35.0             | 0.0          | 60.0             | 0.00         | Kies        |
|       | 19.0                | 9.0                  | 30.0             | 0.0          | 10.0             | 0.00         | Sand        |
|       | 20.0                | 10.0                 | 32.5             | 0.0          | 15.0             | 0.00         | Sand        |

Dipl.- Geol. F. Ohin-GmbH  
Achenweg 3  
83101 Rohrdorf  
08032/91220

Raibling  
Am Wasserhorn  
biegesteife Bodenplatte

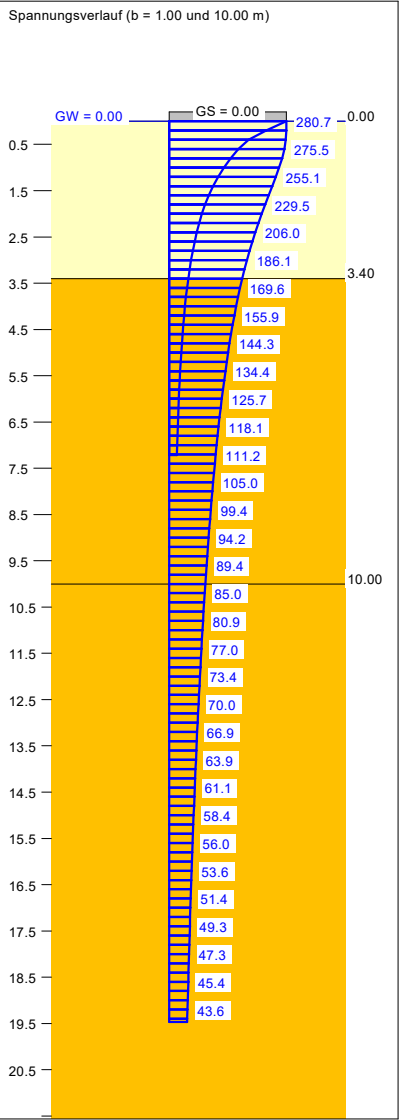
AZ:24-05-07

Anlage 4.1



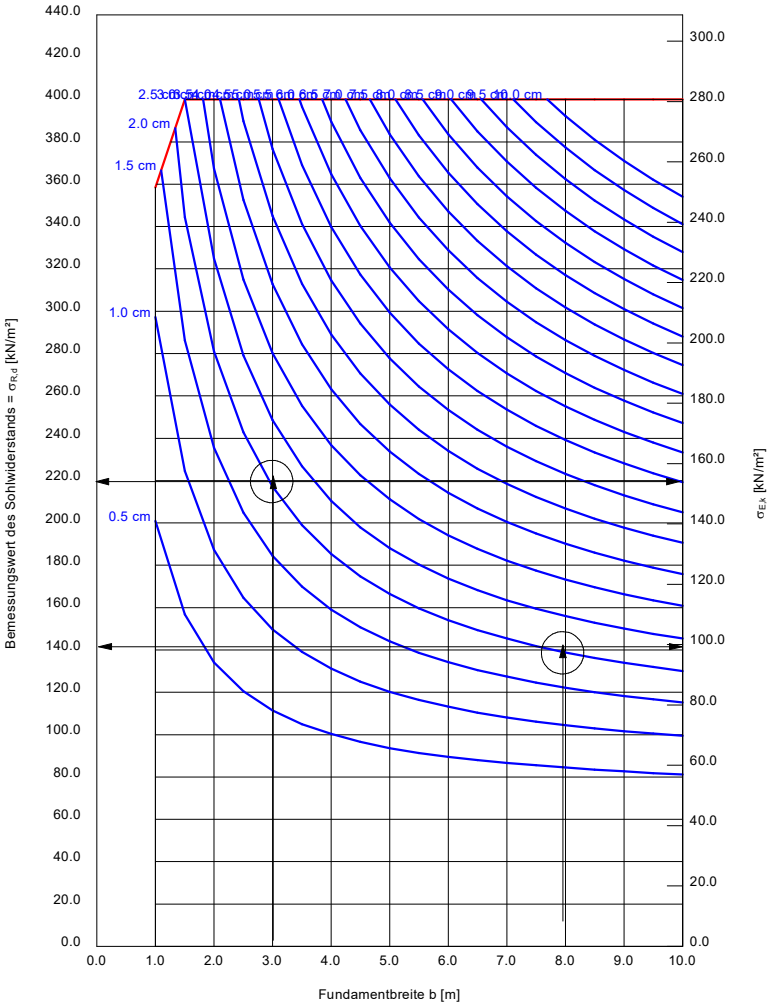
| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m²] | $R_{n,d}$<br>[kN/m] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m²] | s<br>[cm] | cal $\varphi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m²] | $\gamma_2$<br>[kN/m³] | $\sigma_0$<br>[kN/m²] | $t_g$<br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|---------------------------|---------------------|---------------------------|-----------|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------|
| 20.00    | 1.00     | 358.5                     | 358.5               | 251.6                     | 1.34 *    | 35.0                 | 0.00             | 11.00                 | 7.50                  | 7.21         | 1.91         |
| 20.00    | 1.50     | 400.0                     | 600.0               | 280.7                     | 2.50 *    | 35.0                 | 0.00             | 11.00                 | 7.50                  | 9.15         | 2.86         |
| 20.00    | 2.00     | 400.0                     | 800.0               | 280.7                     | 3.36 *    | 34.0                 | 0.00             | 10.96                 | 7.50                  | 10.37        | 3.67         |
| 20.00    | 2.50     | 400.0                     | 1000.0              | 280.7                     | 4.14 *    | 33.1                 | 0.00             | 10.78                 | 7.50                  | 11.38        | 4.43         |
| 20.00    | 3.00     | 400.0                     | 1200.0              | 280.7                     | 4.87 *    | 32.6                 | 0.00             | 10.60                 | 7.50                  | 12.27        | 5.22         |
| 20.00    | 3.50     | 400.0                     | 1400.0              | 280.7                     | 5.56 *    | 32.3                 | 0.00             | 10.44                 | 7.50                  | 13.07        | 6.03         |
| 20.00    | 4.00     | 400.0                     | 1600.0              | 280.7                     | 6.21 *    | 32.0                 | 0.00             | 10.30                 | 7.50                  | 13.79        | 6.82         |
| 20.00    | 4.50     | 400.0                     | 1800.0              | 280.7                     | 6.82 *    | 31.8                 | 0.00             | 10.19                 | 7.50                  | 14.45        | 7.61         |
| 20.00    | 5.00     | 400.0                     | 2000.0              | 280.7                     | 7.40 *    | 31.6                 | 0.00             | 10.10                 | 7.50                  | 15.06        | 8.39         |
| 20.00    | 5.50     | 400.0                     | 2200.0              | 280.7                     | 7.94 *    | 31.5                 | 0.00             | 10.02                 | 7.50                  | 15.63        | 9.18         |
| 20.00    | 6.00     | 400.0                     | 2400.0              | 280.7                     | 8.45 *    | 31.4                 | 0.00             | 9.95                  | 7.50                  | 16.16        | 10.02        |
| 20.00    | 6.50     | 400.0                     | 2600.0              | 280.7                     | 8.94 *    | 31.9                 | 0.00             | 9.90                  | 7.50                  | 16.66        | 11.02        |
| 20.00    | 7.00     | 400.0                     | 2800.0              | 280.7                     | 9.40 *    | 32.0                 | 0.00             | 9.88                  | 7.50                  | 17.13        | 11.90        |
| 20.00    | 7.50     | 400.0                     | 3000.0              | 280.7                     | 9.84 *    | 32.0                 | 0.00             | 9.86                  | 7.50                  | 17.57        | 12.78        |
| 20.00    | 8.00     | 400.0                     | 3200.0              | 280.7                     | 10.27 *   | 32.1                 | 0.00             | 9.86                  | 7.50                  | 17.99        | 13.66        |
| 20.00    | 8.50     | 400.0                     | 3400.0              | 280.7                     | 10.67 *   | 32.1                 | 0.00             | 9.85                  | 7.50                  | 18.39        | 14.53        |
| 20.00    | 9.00     | 400.0                     | 3600.0              | 280.7                     | 11.05 *   | 32.1                 | 0.00             | 9.85                  | 7.50                  | 18.76        | 15.40        |
| 20.00    | 9.50     | 400.0                     | 3800.0              | 280.7                     | 11.42 *   | 32.1                 | 0.00             | 9.85                  | 7.50                  | 19.12        | 16.27        |
| 20.00    | 10.00    | 400.0                     | 4000.0              | 280.7                     | 11.78 *   | 32.2                 | 0.00             | 9.85                  | 7.50                  | 19.47        | 17.13        |

\* Vorbelastung = 30.0 kN/m²  
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{0R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0R,k} / 1.99$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Berechnungsgrundlagen:  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Streifenfundament (a = 20.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 400.00 kN/m² begrenzt  
Gründungssohle = 0.00 m  
Grundwasser = 0.00 m  
Vorbelastung = 30.0 kN/m²  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohldruck  
— Setzungen



Eingabedaten:  
 $k\text{-Wert} = 1.0\text{E-}3 \text{ m/s}$   
 Strecke  $H$  (= OK GW bis UK Filter) = 3.00 m  
 Tiefe  $t$  der Baugrube unter GW = 0.70 m  
 Gef. Absenkung unter Baugrubensohle  $z = 0.50 \text{ m}$   
 Faktor  $\alpha = 1.20$  für  $Q(\text{beh})$   
 Faktor  $\beta = 1.30$  für unvollk. Brunnen  
 $Q(\text{beh}) = \alpha \times \beta \times Q$

Ergebnisse:  
 Absenkungen [m] unter Ruhe-GW  
 Absenkung in Baugrubenmitte 0.81 m u BGS  
 Absenkung in UP = 0.50 m u BGS  
 UP = Ungünstigster Punkt  
 Brunnenradius  $r = 1.000 \text{ m}$   
 $Q(\text{beh}) = 13.7286 \text{ l/s}$   
 Vorh. benetzte Filterstrecke  $h' = 1.14 \text{ m}$   
 Erf. benetzte Filterstrecke  $h' = 0.35 \text{ m}$   
 Fassungsvermögen eines Brunnens = 15.0722 l/s  
 Brunnenanzahl = 3  
 Reichweite  $R = 113.8 \text{ m}$  (nach Sichardt)  
 Ersatzradius  $A = 9.92 \text{ m}$  (nach Weber)

Dipl.- Geol. F. Ohin-GmbH  
 Achenweg 3  
 83101 Rohrdorf  
 08032/91220

Raubling  
 Am Wasserhorn  
 Wasserhaltung

AZ: 24-05-07

Anlage 5.1

