

AZ 23-03-07
20.03.2022

Geotechnisches Baugrundgutachten
Bauvorhaben: Bad Aibling, Willinger Straße vis a vis 16

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
- 3.1-2 bodenmechanische Laborversuche
- 4.1 Fundamentdiagramme
- 5.1-3 Wasserhaltung

Unterlagen: Geologische Karte, Bebauungsplan Nr. 114 vom 06.09.2022

1. Vorgang

Die [REDACTED] 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 am 13.03. und 17.03.2023 fünf Rammkernsondierungen RKS 1 bis 5, Tiefe 4,0 m bis 9,0 m, mit durchgehendem Gewinn von gekernten Bodenproben des Durchmessers 50 mm nach DIN 4021 sowie drei Rammsondierungen DPH 1 bis 3, maximale Tiefe 8,7 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 Höhennullpunkt = 478,00 m ü NN, der im Lageplan dargestellt ist, eingemessen.

2. Morphologie, Geologische Situation Schichtenfolge

Morphologie



Ausschnitt aus der historischen Karte Jahr 2000

Das Baugelände liegt im Südwesten der Stadt Bad Aibling auf dem Grundstück gegenüber der Hausnummer 16 in der Willinger Straße. Das Gelände wird derzeit als Grünfläche genutzt.

Das östlich angrenzende Grundstück umfasst das ehemalige Betriebsgelände der „Bayerischen Marmorwerke Taussig KG“. Über die ehemalige Nutzung des Untersuchungsgebiets liegen keine Informationen vor. Es ist anzunehmen, dass auch diese Fläche als Betriebsgelände genutzt wurde.

Nach Süden wird das Grundstück durch den Triftbach-Kanal begrenzt. Die Geländeoberfläche ist wellig ausgebildet und fällt tendenziell leicht nach Süden ab. Der maximale Höhenunterschied beträgt etwa 1,0 m. Die Mangfall verläuft im Südwesten in einer Entfernung von ca. 320 m zum Baufeld.

Geologische Situation



Ausschnitt aus der geologischen Karte

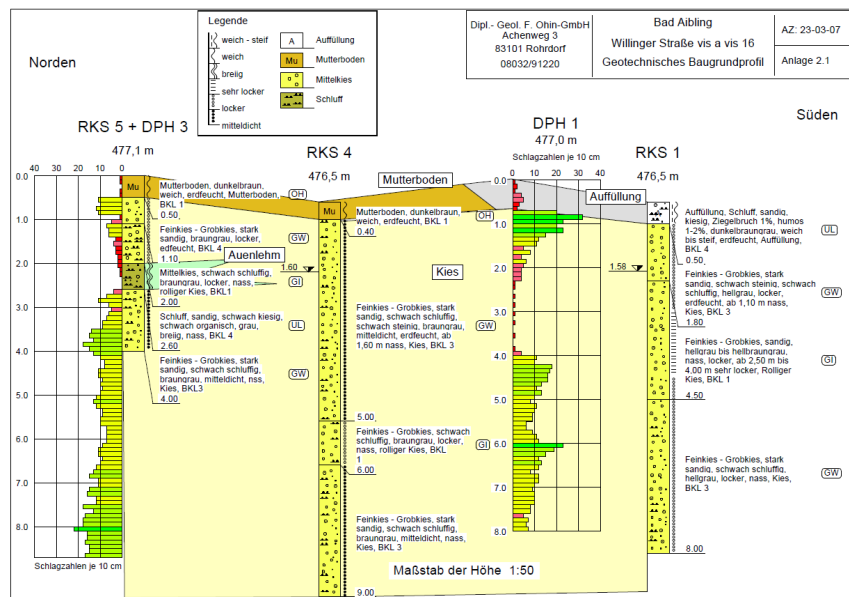
Der Untergrund des Baugeländes besteht aus fluviatilen Kiesen und Sanden, die während der letzten Eiszeit von der Mangfall sedimentiert wurden.

In eingeschnittenen Flussläufen und in strömungsarmen Randbereichen bildete sich der Auenlehm.

Durch die Nutzung des Geländes wurde die natürliche Schichtenfolge teilweise mit einer Auffüllung überdeckt.

Schichtenfolge

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



- : Mutterboden
- : Auffüllung
- : Auenlehm
- : Kies

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

Mutterboden

Der Mutterboden bedeckt das Gelände im Bereich der Grünflächen und wird zwischen 0,3 m und 0,5 m dick. Unter dem Mutterboden folgt zum Teil der Kies und zum Teil die Auffüllung.

Auffüllung

Die Auffüllung wurde im Großteil des Geländes angetroffen. Nur mit den Sondierungen RKS 4 und RKS 5 im Nordwesten, wurde die Auffüllung nicht festgestellt.

Die Oberkante der Auffüllung befindet sich im Nordosten unter dem Mutterboden bei 0,3 m bis 0,4 m Tiefe. Im Süden setzt die Auffüllung an der Geländeoberkante ein.

Die Basis der Auffüllung liegt in der Regel zwischen 0,5 m und 0,8 m unter Gelände. Die Ausnahme bildet der Bereich um die Sondierung DPH 2, wo sich die Auffüllung anhand der Schlagzahlen bis 1,4 m Tiefe fortsetzt.

Die angetroffene Schichtdicke der Auffüllung liegt zwischen 0,5 m und 1,0 m. Unter der Auffüllung folgt der Kies.

Auenlehm

Der Auenlehm wurde nur im Nordwesten in den Sondierungen RKS 5 und DPH 3 festgestellt. Er setzt dort bei 2,0 m Tiefe ein und reicht bis 2,6 m unter Gelände. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Auenlehm auch in weiteren Bereichen des Baufeldes vorkommt und mit den punktuellen Sondierungen nicht erfasst wurde. Unter dem Auenlehm folgt der Kies.

Kies

Der Kies bildet den Abschluss der erschlossenen Schichtenfolge. Seine Oberkante liegt zwischen 0,5 m und 1,4 m unter Gelände. Teilweise sind lokale Linsen von Auenlehm im Kies enthalten.

Die Basis des Kieses wurde mit den maximal 9,0 m tiefen Sondierungen nicht erschlossen. Entsprechend der regionalen Geologie wird sich der Kies noch wenige Meter in die Tiefe fortsetzen. Die Kiesunterkante wird zwischen 12 m und 15 m unter Gelände erwartet. Unter dem Kies folgen in der Regel die Beckenablagerungen des ehemaligen Rosenheimer Sees.

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 dunkelbraun bis grau gefärbt und setzt sich aus einem sandigen und kiesigen Schluff zusammen. Untergeordnet kommt auch ein stark sandiger Feinkies vor. Als Fremdbestandteile wurden in der Auffüllung augenscheinliche bis zu 7 % humose Bestandteile, bis zu 1 % Ziegelbruch sowie vereinzelt Glasscherben festgestellt.

Die Konsistenz der Auffüllung ist nach manueller Prüfung am Bohrgut als weich bis steif zu beschreiben. Die kiesigen Bestandteile wiesen entsprechend dem Bohrfortschritt eine lockere Lagerungsdichte auf.

Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen zeigen in der Auffüllung im Mittel $N_{10} = 2$ bis 5 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe, was einer weichen bis steifen Konsistenz bzw. lockeren Lagerung entspricht.

Die Auffüllung stellt aufgrund ihrer Zusammensetzung und der weichen bis steifen Konsistenz einen nicht frostsicheren, setzungsanfälligen und für Gebäude nicht tragfähigen Baugrund dar. Verkehrslasten können über einen Teilbodenersatzkörper in die Auffüllung abgesetzt werden.

Auenlehm

Der grau gefärbte Auenlehm besteht aus einem sandigen, schwach kiesigen und schwach organischen Schluff.

Die Konsistenz ist nach manueller Prüfung als breiig zu beschreiben. Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierung DPH 3 zeigt im Auenlehm mit $N_{10} = 0$ bis 2 Schlägen eine breiige Konsistenz des Auenlehms an.

Der Auenlehm ist aufgrund seiner breiigen Konsistenz als stark setzungsanfälliger und nicht tragfähiger Baugrund einzustufen. Treten an der Aushubsohle Linsen des Auenlehms auf, sind diese gegen einen Bodenersatzkörper zu ersetzen.

Kies

Der hellbraun bis grau gefärbte Kies besteht aus einem sandigen bis stark sandigen und schwach schluffigen Fein- bis Grobkies. Untergeordnet sind auch Steine im Kies enthalten. Fünf Korngrößenanalysen des Kiesel ergaben folgende Zusammensetzungen (Anlage 3.1):

	RKS 1	RKS 2	RKS 2
Tiefe [m]	1,8 – 4,5	0,8 – 3,5	3,5 – 8,5
Kies	81 %	76 %	65 %
Sand	17 %	21 %	30 %
Schluff	2 %	3 %	5 %
Ungleichförmigkeit U	29,6	29,6	37,8
Krümmungszahl C	2,9	1,9	1,7
Bodengruppe	GW	GW	GU
Bodenklasse	3	3	3
Frostsicherheit	F1	F1	F2
Durchlässigkeit k_f	$3 \cdot 10^{-3}$ m/s	$2 \cdot 10^{-3}$ m/s	$3 \cdot 10^{-4}$ m/s

	RKS 3	RKS 5
Tiefe [m]	6,0 – 8,0	1,1 – 2,0
Kies	64 %	94 %
Sand	30 %	5 %
Schluff	6 %	1 %
Ungleichförmigkeit U	43,9	4,5
Krümmungszahl C	1,6	1,7
Bodengruppe	GU	GE
Bodenklasse	3	3
Frostsicherheit	F2	F1
Durchlässigkeit k_f	$2 \cdot 10^{-4}$ m/s	$3 \cdot 10^{-1}$ m/s

Entsprechend dem Bohrwiderstand wechselt die Lagerungsdichte des Kiesel zwischen locker und mitteldicht gelagert. In Abschnitten mit sehr geringem Schluff- und Sandkornanteil, wie in der Sondierung RKS 1 zwischen 2,5 m und 4,0 m Tiefe, ist der Kies als rollig zu bezeichnen und weist eine sehr lockere bis lockere Lagerung auf.

Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierung zeigen im Mittel $N_{10} = 10$ Schläge pro 10 cm Eindringtiefe. Bereiche mit Schlagzahlen von $N_{10} < 3$ Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe zeigen den oben beschriebenen rolligen Kies an.

Nach DIN 4094 4.2 und 4.9 sowie DIN 1054 Tabelle A 6.3 liegt die Lagerungsdichte D zwischen 0,36 und 0,48, was einer lockeren bis mitteldichten Lagerungsdichte entspricht. Der rollige Kies ist als sehr locker gelagert einzustufen.

Die Auswertung der Sieblinie nach Hazen und Beyer ergab eine mittlere Durchlässigkeit des Kiesel von $k_f = 2 \times 10^{-4}$ m/s bis 3×10^{-1} m/s. Der Kies ist als stark bis sehr stark durchlässig einzustufen.

Der Kies ist als ein tragfähiger Baugrund einzustufen, der aufgrund seiner lockeren Lagerung anfängliche Setzungen zulassen wird.

Für die Standsicherheitsberechnungen dürfen die folgenden Bodenkennwerte verwendet werden:

Tabelle 1: charakteristische Bodenkennwerte

		Auffüllung	Auenlehm	Kies
Wichte γ_k	kN/m ²	20/10 19/9	19/9 18/8	21/11 20/10
Reibungswinkel φ_k	Grad	22,5 20	22,5 20	32,5 30
Kohäsion undrännert c_{uk}	kN/m ²	40 20	30 10	0
Kohäsion drännert c'_k	kN/m ²	1 0	1 0	0
Steifezahl E_{sk}	MN/m ²	3 1	2 1	70 50
Bodengruppe	DIN 18196	UL - OU	UL	GW – GU, GE
Bodenklasse	DIN 18300	4	4	3
Frostsicherheit	ZTVE	F3	F3	F1 - F2

Obere und untere vorsichtige mittlere Schätzwerte DIN 1054 -2003.

4. Grundwasserverhältnisse

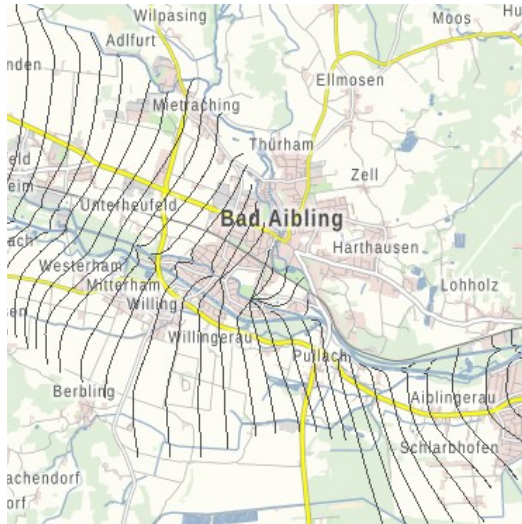
Die Grundwasserbeobachtungen im Bohrloch sind in den Bohrprofilen der Anlage 2.1 dargestellt. Grundwasser lief in den Sondierungen RKS 1 bis RKS 4 zu.

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	476,50	1,58	474,92	1,58	474,92
RKS 2	476,70	1,91	474,79	1,91	474,79
RKS 3	476,90	1,75	475,15	1,75	475,15
RKS 4	476,50	1,60	474,9	1,60	474,9

Die Flurabstände schwanken leicht zwischen 1,6 m und 1,9 m unter Geländeoberkante. Der Grundwasserspiegel stellte sich im Mittel auf ca. 475,00 m ü NN ein.



Entsprechend der Grundwassergleichenkarte ist die Fließrichtung des Grundwassers nach Osten gerichtet.

Die Grundwassergleichen sind im Bereich des Baufeldes sehr eng beieinander, was einem starken Grundwassergefälle entspricht.

Der Grundwasserleiter ist der Kies. Diese Schicht steht als flächig verbreiteter Aquifer an. Der Grundwasserleiter wird aufgrund seiner Ausdehnung und seiner hohen Durchlässigkeit von erheblichen Wassermengen durchströmt.

Ausschnitt aus der Grundwassergleichenkarte

4.2 Versickerungsversuch

Zur Ermittlung der Durchlässigkeit des Kiesel wurde in der Sondierung RKS 2 und RKS 4 jeweils ein Versickerungsversuch durchgeführt. Dazu wurde das Bohrloch zu einem temporären Pegel ausgebaut, mit Wasser befüllt und die Absenkung des Wasserstandes in definierten Zeitabständen gemessen. Das Ergebnis ist in der Anlage 3.2 enthalten und ergab in der Sondierung RKS 2 eine Durchlässigkeit von $k_f = 5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$.

In der Sondierung RKS 4 lief das Wasser weg ohne einen Aufstau zu erzeugen. Hier liegt die Durchlässigkeit deutlich über $k_f = 1 \times 10^{-2} \text{ m/s}$.

Zur Bemessung der Versickerungseinrichtung kann für den Kies eine Bemessungsdurchlässigkeit von **$k_f = 5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$** angesetzt werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass obiger Wert für die Bemessung einer Wasserhaltung nicht angesetzt werden kann, da in den Abschnitten mit dem rolligen Kies deutlich höhere Durchlässigkeitswerte erreicht werden.

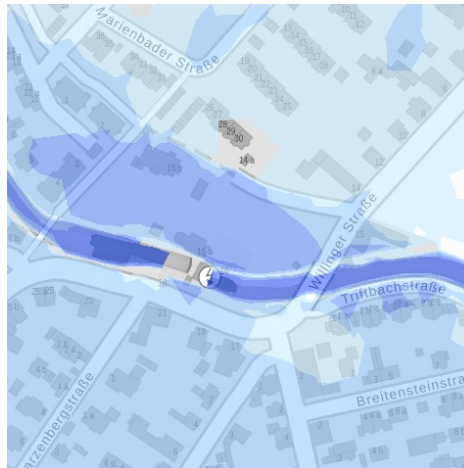
Zur Versickerung von Niederschlagswasser ist der Kies geeignet. Der Auelehm und die Auffüllung sind aufgrund ihrer schluffigen Zusammensetzung als gering bis nicht durchlässig einzustufen und mit der Versickerungseinrichtung zu durchstoßen.

4.3 Überschwemmungsgebiet

Gemäß dem Informationsdienst überschwemmungsgefährdete Gebiete des bayerischen Landesamtes für Umwelt, ist das Baugelände bei einem 100-jährigen Hochwasser HQ100 nicht überflutungsgefährdet. Bei einem extremen Hochwasser droht eine Überflutung des Baugeländes von bis zu 2,0 m.



HQ100

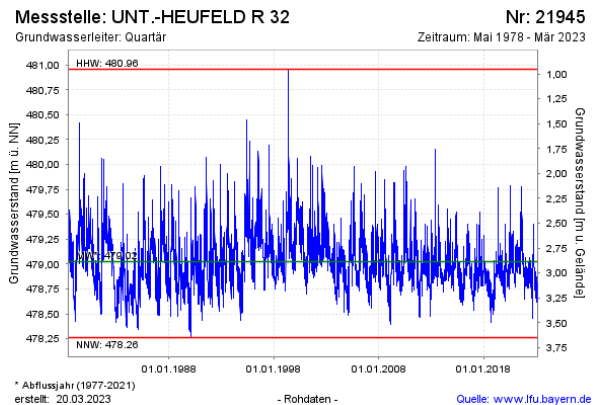
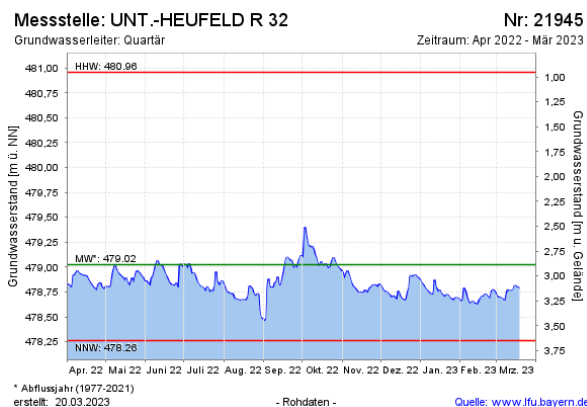


HQextrem

Es wird darauf hingewiesen, dass die obige Bestimmung der Hochwassergefahrenflächen von der Überschwemmung ausgeht, die von Gewässern erzeugt wird. Diese Bestimmung betrachtet nicht den Fall von Grundwasser, das über das Gelände ansteigt.

4.4 Bemessungswasserstand

Jahreszeitlich bedingt handelt es sich um einen niedrigen Grundwasserstand. Der Vergleich mit Grundwasseraufzeichnungen aus dem kontinuierlich ausgewerteten Grundwasserpegel „Unt.-Heufeld R 32“, der im selben Grundwasserleiter liegt, ergab, dass Aufgrund von ergiebigen Regenfälle in Verbindung mit der Schneeschmelze der Grundwasserspiegel von einem mittleren Wasserstand um 1,90 m ansteigen kann.



Aktuelle Messwerte

Gesamtzeitraum

Der höchste Grundwasserstand HHW ist auf 477,40 m ü NN anzusetzen.

Diese Einschätzung wurde auch bei den benachbarten Gebäude Rechnung getragen deren Keller alle ca. 1,0 m aus dem Gelände herausgehoben sind.

Der mittlere höchste Wasserstand wird bei MHW = 476,30 m ü NN abgeschätzt.

5. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

Auf dem Grundstück sind drei unterkellerte Mehrfamilienhäuser mit einer gemeinsamen Tiefgarage geplant. Laut dem vorliegenden Bebauungsplan hat die Tiefgarage eine Grundfläche von ca. 41 m x 47 m.



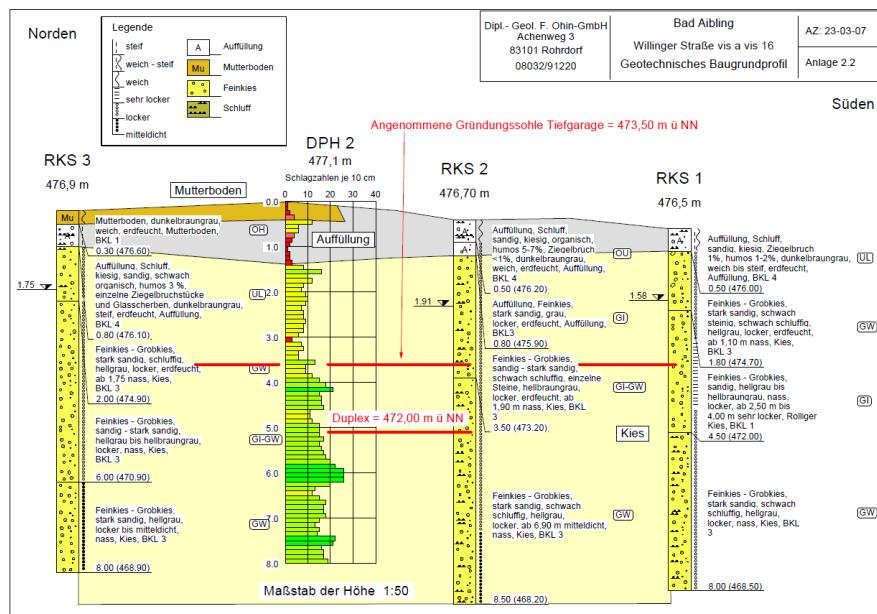
Die Tiefgarage soll ca. 35 bis 40 Stellplätze enthalten, die teilweise als Duplexparker geplant sind.

Gründungssohlen sind in den vorliegenden Unterlagen nicht enthalten. Das Gründungsniveau der Tiefgarage wird von unserer Seite bei 3,0 m unter Gelände bei 473,50 m ü NN angenommen. Das angenommene Gründungsniveau der Duplexparker liegt bei 4,5 m unter Gelände auf einer Höhe von 472,00 m ü NN.

Die angegebenen Höhen sind in den geotechnischen Baugrundprofilen der Anlage 2.1-2 dargestellt und 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 ab 475,70 m ü NN im gesamten Gelände an.



Die Auffüllung und der Auenlehm sind aufgrund ihrer Zusammensetzung und der weichen bzw. breiigen Konsistenz als nicht tragfähig einzustufen. Die gesamten Tragwerkslasten sind in den Kies abzusetzen. Die Auffüllung und der Auenlehm sind mit der Gründung zu durchstoßen.

5.2. Gründung

Die angenommene Gründungssohle des unterkellerten Gebäudes liegt im Kies. Es wird vorgeschlagen das Gebäudetragwerk flach auf einer biegesteifen Bodenplatte in dem Kies zu gründen.

Stehen an der Aushubsohle Linsen des Auenlehms an, sind diese vollständig bis auf den Kies gegen einen Bodenersatzkörper zu ersetzen. Der anstehende Kies kann als Bodenersatzkörper verwendet werden.

Um die Auflockerung durch den Aushub rückgängig zu machen ist die Aushubsohle mit einer schweren Rüttelplatte zu verdichten. Für eine ordnungsgemäße Verdichtung muss das Grundwasser mindestens 0,5 m unter die Aushubsohle angesenkt werden.

In der Anlage 4.1 sind 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	γ_{Gr}	= 1,4
Teilsicherheit Gleiten	γ_{Gl}	= 1,10
Teilsicherheitsbeiwert ständige Einwirkungen allgemein	γ_G	= 1,35
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	γ_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 $\sigma_{E,k}$

Für die so gegründete Bodenplatte dürfen die folgenden Tragfähigkeitswerte angesetzt werden.

Maßgebliche Breite von 8,0 m in der Fläche

Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes	$\sigma_{R,d}$	= 158 kN/m ²
Bemessungswert des Sohldrucks effektiv	$\sigma_{E,k}$	= 110 kN/m ²

Die Flachgründung auf der Bodenplatte ist bei Auslastung der o.g. Bodenpressung mit einer Setzung von 1,0 cm behaftet.

Der effektive Wert des Bettungsmoduls beträgt

$$k_s = 0,110 / 0,01 = 11 \text{ MN/m}^3$$

Maßgebliche Breite von 3,0 m in Randbereichen

Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes	$\sigma_{R,d}$	= 228 kN/m ²
Bemessungswert des Sohldrucks effektiv	$\sigma_{E,k}$	= 160 kN/m ²

Die Flachgründung auf der Bodenplatte ist bei Auslastung der o.g. Bodenpressung mit einer Setzung von 1,0 cm behaftet.

Der effektive Wert des Bettungsmoduls beträgt

$$k_s = 0,160 / 0,01 = 16 \text{ MN/m}^3$$

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

5.3 Grundwasserschutz und Auftriebssicherheit

Entsprechend der Ausführung im Abschnitt 4 wurde in den Sondierungen Grundwasser bei im Mittel 475,00 m ü NN angetroffen.

Das Kellergeschoss liegt im Grundwasser, es ist daher aus wasserdichtem Beton als eine sogenannte weiße Wanne herzustellen.

Zur Bemessung der Auftriebssicherheit ist der höchste Grundwasserstand HHW auf 477,40 m ü NN anzusetzen.

5.4 Baugrubensicherung und Wasserhaltung

Die Baugrube für die geplante Tiefgarage wird in der Fläche bis zu 3,0 m und im Bereich der Duplexparker bis zu 4,5 m tief.

Durch die hohe Durchlässigkeit des Kiesel und den geringen Grundwasserflurabstand in Kombination mit der unterkellerten Gründung ergibt sich eine komplexe Baugrubensituation.

Zum Zeitpunkt der Sondierungen wurde ein niedriger Grundwasserstand bei 475,00 m ü NN festgestellt. Die ermittelte Durchlässigkeit des Kiesel liegt im Bereich von $k_f = 2 \times 10^{-4}$ m/s bis 3×10^{-1} m/s.

Zur ordnungsgemäßen Verdichtung, muss der Grundwasserspiegel mindestens 0,5 m unter die Aushubsohle abgesenkt werden.

In der Anlage 5.1 ist eine exemplarische Wasserhaltung berechnet, die nötig ist um bei einer Durchlässigkeit von $k_f = 3 \times 10^{-1}$ m/s den Grundwasserspiegel um 3,5 m abzusenken.

Anzahl Brunnen:	44
Durchmesser Brunnen:	0,6 m
Tiefe Brunnen unter Grundwasser:	8,0 m

Um das Grundwasser um 3,5 m abzusenken sind dauerhaft über 13000 l/s Wasser zu fördern. Die Reichweite beträgt rechnerisch 5,7 km. Eine solche Wasserhaltung ist nicht genehmigungsfähig und wirtschaftlich nicht darstellbar.

Wird die Baugrube mit einer 10,0 m tiefen Spundwand umschlossen, die nicht in den Grundwasserstauer einbindet reduziert sich die rechnerische Fördermenge auf etwa 3100 l/s (Anlage 5.2). Auch diese Wasserhaltung ist aus unserer Sicht nicht darstellbar.

In der Anlage 5.3 ist ein optimistisches Szenario berechnet, bei der die Durchlässigkeit auf $k_f = 3 \times 10^{-3}$ m/s reduziert wurde. Bei dieser Variante wird die Baugrube mit einer Spundwand umschlossen und das Grundwasser über acht 12,0 m tiefe Brunnen abgesenkt. Die rechnerische Fördermenge beträgt dauerhaft 201 l/s bei einer Reichweite von 575 m.

Aus unserer Sicht gibt es zwei Möglichkeiten, um eine Wasserhaltung wirtschaftlich zu realisieren.

Zum einen besteht die Möglichkeit das Gebäude entsprechend der umliegenden Bebauung höher zu legen, sodass sich eine Wasserhaltung auf max. 0,5 m Absenkung beschränkt wird.

Zum anderen kann die Baugrube mit einer Bohrpfahl- oder Spundwand umschlossen werden, die in den Grundwasserstauer einbindet. Eine Wasserhaltung beschränkt sich dann auf das Leerpumpen des geschlossenen Kastens.

Um diese Möglichkeit in Betracht ziehen zu können, sind weiterführende Untersuchungen nötig um die Tiefenlage des Grundwasserstauers festzustellen.

Es wird darauf hingewiesen, dass das Wasserwirtschaftsamt Rosenheim im Falle einer Bauwasserhaltung eine Erstuntersuchung des Grundwassers auf die Parameter PAK und Naphthalin fordert.

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 %
Auenlehm	4	15 - 20 %
Kies	3	10 - 15 %

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	Auenlehm	Kies
Homogenbereich	O1	B1	B2	B3
Korngröße	Schluff	Schluff und Kies	Schluff	Kies und Sand
Massenanteil Steine und Blöcke	0 %	0 %	0 %	< 5 %
Dichte in kN/m ³	15	19 - 20	18 - 19	20 - 21
undrainierte Scherfestigkeit in kN/m ²	40	20 - 40	10 - 30	0
Wassergehalt	erdfeucht	erdfeucht	nass	erdfeucht bis nass
Plastizitätszahl	-	5 – 15 %	5 – 20 %	-
Konsistenz	weich	weich bis steif	breiig	-
Lagerungsdichte	-	-	-	sehr locker bis mitteldicht
Organischer Anteil	15 %	bis zu 7 %	< 5 %	0 %
Bodengruppe	OH	UL - OU	UL	GW – GU, GE

5.7 Verkehrsflächen und Hofbefestigungen

Gemäß den Richtlinien der ZTVE - StB 20 (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 ($d > 0,30 \text{ m}$) zu gründen. Dazu ist der Mutterboden abzutragen. Auf der schluffigen 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.

Auf dem Kies können Verkehrsflächen gemäß Regelaufbau gegründet werden.

5.8 Versickerung von Niederschlagswasser

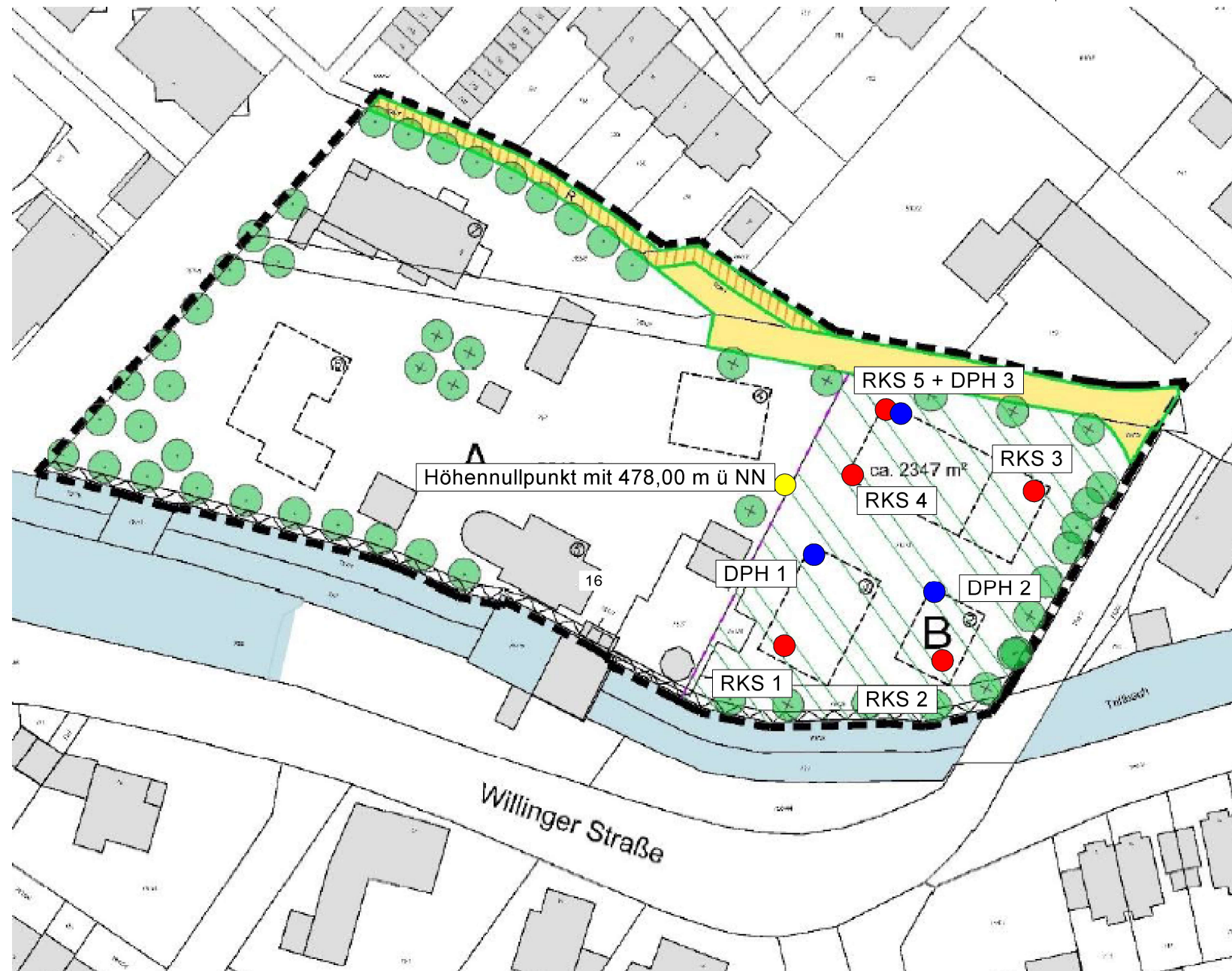
Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist auf dem Grundstück aufgrund des hohen Grundwasserstandes nur mit einer Muldenversickerung möglich. Der Kontakt zum Kies kann über einen Bodenersatzkörper aus Schluff freiem Kiessand hergestellt werden.

Zur Bemessung der Versickerungseinrichtung kann für den Kies eine Bemessungsdurchlässigkeit von $k_f = 5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ anzusetzen.

Der mittlere höchste Grundwasserstand MHW wird bei 476,30 m ü NN abgeschätzt.

Alternativ bietet sich an das anfallende Niederschlagswasser in den Triftbach einzuleiten. Dafür ist eine wasserrechtliche Genehmigung einzuholen.

Dipl.- Geol. F. Ohin



Norden

RKS 5 + DPH 3

477,1 m

RKS 4

476,5 m

DPH 1

477,0 m

RKS 1

476,5 m

Süden

Legende

weich - steif
weich
breiig
sehr locker
locker
mitteldicht

A Auffüllung
Mu Mutterboden
Mittelkies
Schluff

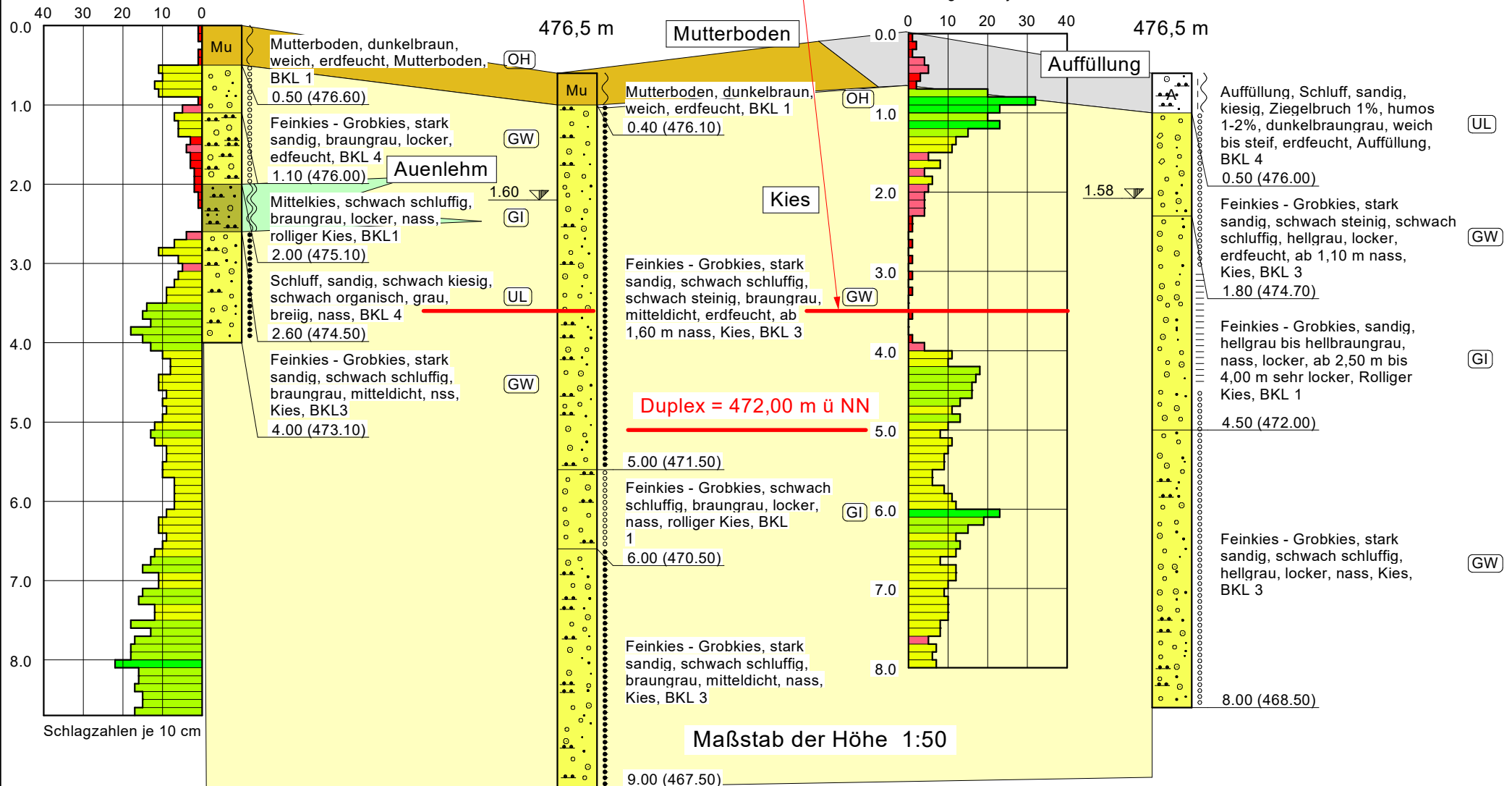
Dipl.- Geol. F. Ohin-GmbH
Achenweg 3
83101 Rohrdorf
08032/91220

Bad Aibling
Willinger Straße vis a vis 16
Geotechnisches Baugrundprofil

AZ: 23-03-07

Anlage 2.1

Angenommene Gründungssohle Tiefgarage = 473,50 m ü NN



Norden

Legende

steif		Auffüllung
weich - steif		Mutterboden
weich		Feinkies
sehr locker		Schluff
locker		
mitteldicht		

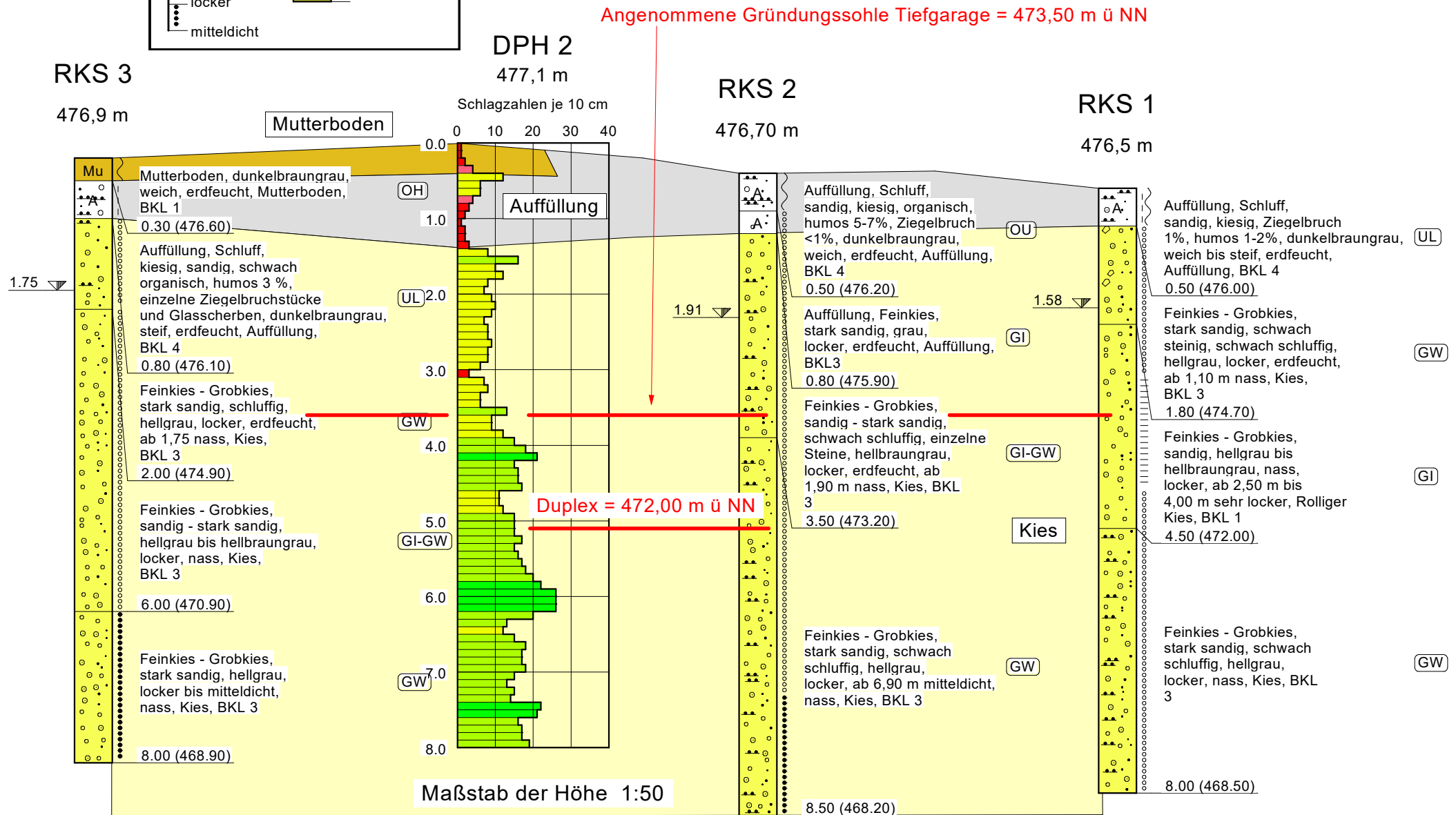
Dipl.- Geol. F. Ohin-GmbH
Achenweg 3
83101 Rohrdorf
08032/91220

Bad Aibling
Willinger Straße vis a vis 16
Geotechnisches Baugrundprofil

AZ: 23-03-07

Anlage 2.2

Süden



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

Bearbeiter: Fr. Klotz

Datum: 14.03.2023

Körnungslinie

DIN 18123

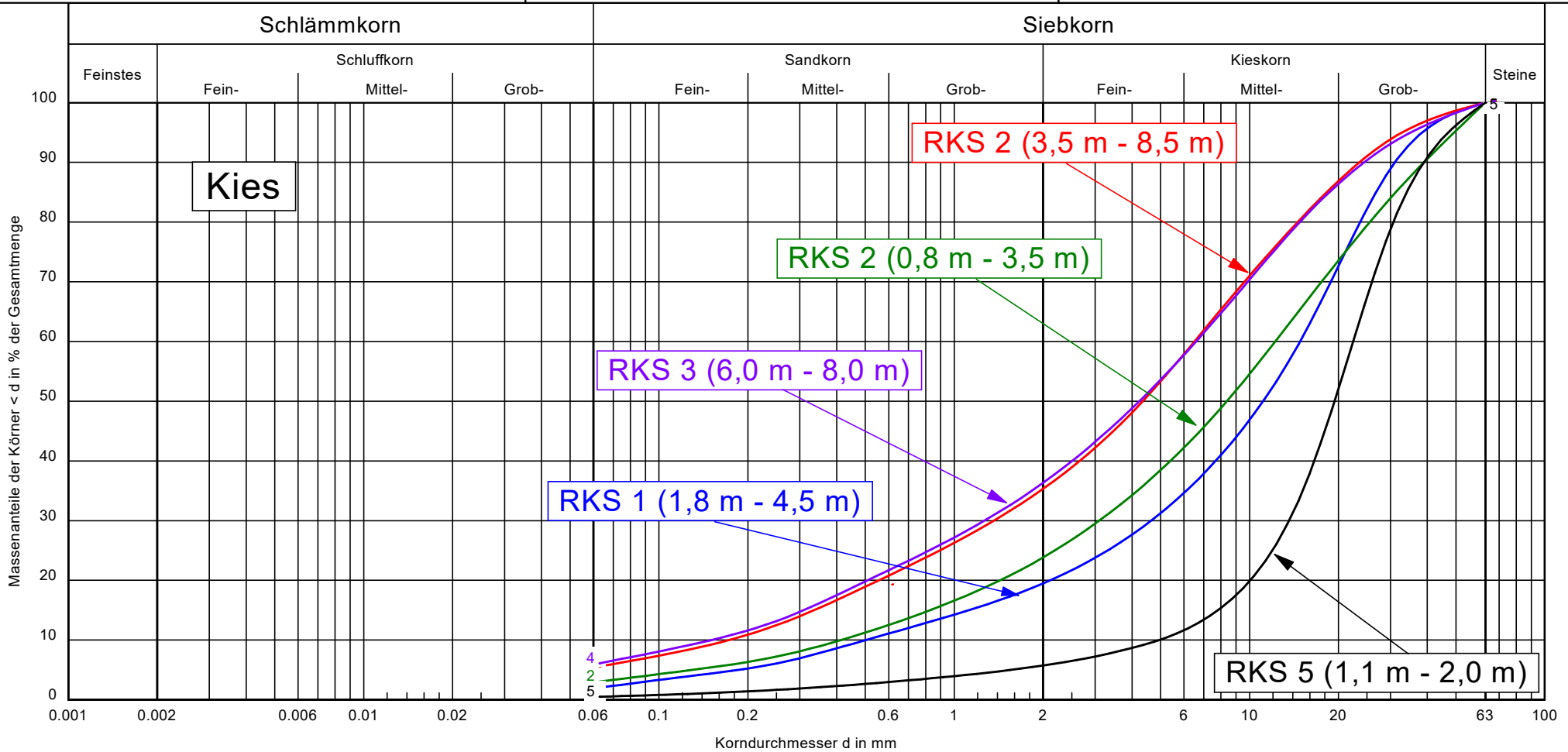
BV Bad Aibling Willinger Straße vis a vis 16

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am: 13.03.2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssieb- und Schlämmanalyse



Signatur:					
Entnahmestelle:	RKS 1	RKS 2	RKS 2	RKS 3	RKS 5
Tiefe:	1,8 m - 4,5 m	0,8 m - 3,5 m	3,5 m - 8,5 m	6,0 m - 8,0 m	1,1 m - 2,0 m
Bodenart	G, s	G, s	G, s, u'	G, s, u'	G, s'
U/Cc	29.6/2.9	29.6/1.9	37.8/1.7	43.9/1.6	4.5/1.7
k [m/s] (Hazen):	$2.9 \cdot 10^{-3}$	$2.0 \cdot 10^{-3}$	$3.4 \cdot 10^{-4}$	$2.6 \cdot 10^{-4}$	$2.8 \cdot 10^{-1}$
T/U/S/G [%]:	- /2.0/17.4/80.5	- /3.1/20.8/76.2	- /5.6/29.7/64.7	- /6.1/30.2/63.7	- /0.5/5.2/94.3
Frostsicherheit	F1	F1	F2	F2	F1
Reibungswinkel	39.7	39.6	39.3	39.2	39.9
Bodengruppe	GW	GW	GU	GU	GE
Kornkennzahl	0028	0028	0136	0136	0019

Bemerkungen:

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

Bericht:
23-03-07
Anlage:
3.1

Dipl.-Geol. F.Ohin GmbH Achenweg 3 83101 Rohrdorf Tel.: 08032 / 91 22 0	Versickerungsversuch Open-end-Test im Bohrloch Messwerte und Auswertung	AZ:	23-03-07
		Anlage:	3.2

Bauvorhaben Bad Aibling Willinger Straße vis a vis 16

Datum 13.03.23

Messstelle RKS 2

Radius Bohrung [m]	0,018	Grundwasser [m u ROK]	2,82
Verrohrung ü Gelände [m]	0,92	Grundwasser [m u GOK]	1,9
Verrohrung u Gelände [m]	2,08		

Zeit	Wasserstand unter	Wasserstand unter	Aufhöhung des	Abfluss im Bohrloch [m³/s]	k _f [m/s]	k _f [m/s]
[s]	POK [m]	GOK [m]	Wassers [m]	$Q = (V_{n-1} - V_n) / (t_n - t_{n-1})$	$= Q / (5,5 * r * \text{Aufh})$	gemittelt
0	2,60	1,68	0,22			
30	2,75	1,83	0,07	4,81E-6	3,4E-4	
60	2,82	1,90	0,00	2,24E-6	6,7E-4	
						5,06E-04

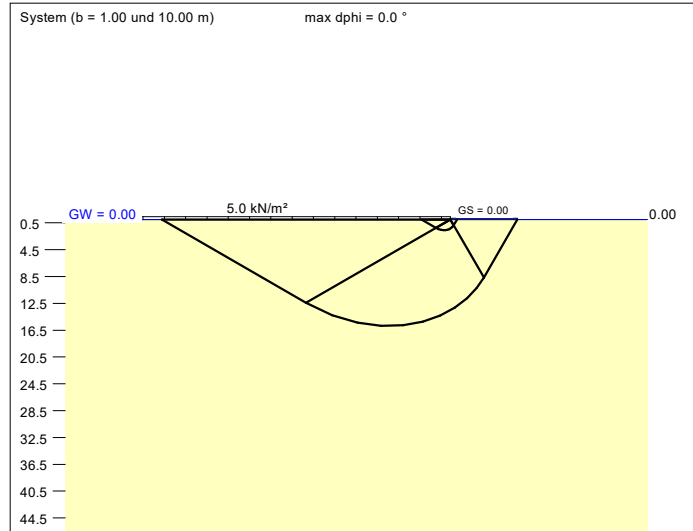
Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	20.0	10.0	30.0	0.0	50.0	0.00	Kies

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

Bad Aibling
Willinger Straße vis a vis 16
Bodenplatte

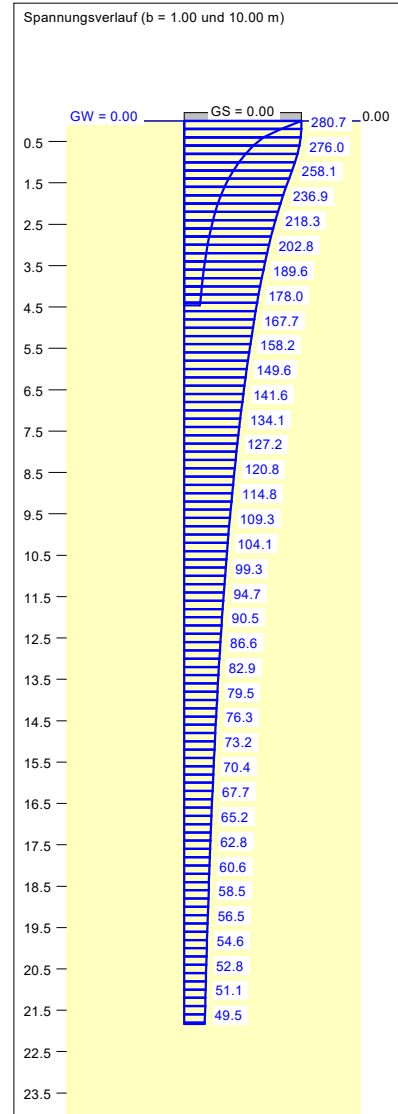
AZ: 23-03-07

Anlage 4.1



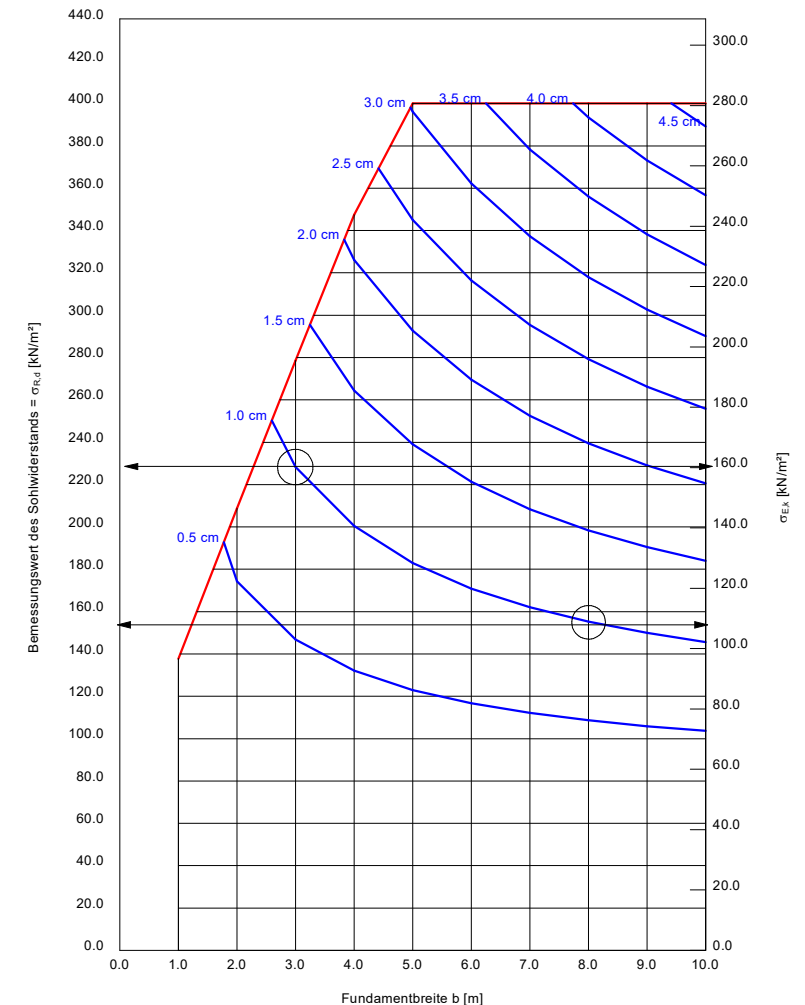
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t _g [m]	UK LS [m]
40.00	1.00	137.8	137.8	96.7	0.20 *	30.0	0.00	10.00	5.00	4.46	1.59
40.00	2.00	208.7	417.5	146.5	0.66 *	30.0	0.00	10.00	5.00	7.92	3.17
40.00	3.00	278.6	835.9	195.5	1.33 *	30.0	0.00	10.00	5.00	11.05	4.76
40.00	4.00	347.4	1389.7	243.8	2.18 *	30.0	0.00	10.00	5.00	14.00	6.34
40.00	5.00	400.0	2000.0	280.7	3.04 *	30.0	0.00	10.00	5.00	16.51	7.93
40.00	6.00	400.0	2400.0	280.7	3.42 *	30.0	0.00	10.00	5.00	17.80	9.51
40.00	7.00	400.0	2800.0	280.7	3.77 *	30.0	0.00	10.00	5.00	18.95	11.10
40.00	8.00	400.0	3200.0	280.7	4.09 *	30.0	0.00	10.00	5.00	20.00	12.68
40.00	9.00	400.0	3600.0	280.7	4.39 *	30.0	0.00	10.00	5.00	20.95	14.27
40.00	10.00	400.0	4000.0	280.7	4.67 *	30.0	0.00	10.00	5.00	21.83	15.85

* Vorbelastung = 30.0 kN/m²
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{0,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0,k} / 1.99$ (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 = 40.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.50

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



Eingabedaten:
k-Wert = 3.0E-1 m/s
Strecke H (= OK GW bis UK Filter) = 8.00 m
Tiefe t der Baugrube unter GW = 3.00 m
Gef. Absenkung unter Baugrubensohle z = 0.50 m
Faktor $\alpha = 1.30$ für Q(beh)
Faktor $\beta = 1.30$ für unvollk. Brunnen
 $Q(\text{beh}) = \alpha \times \beta \times Q$

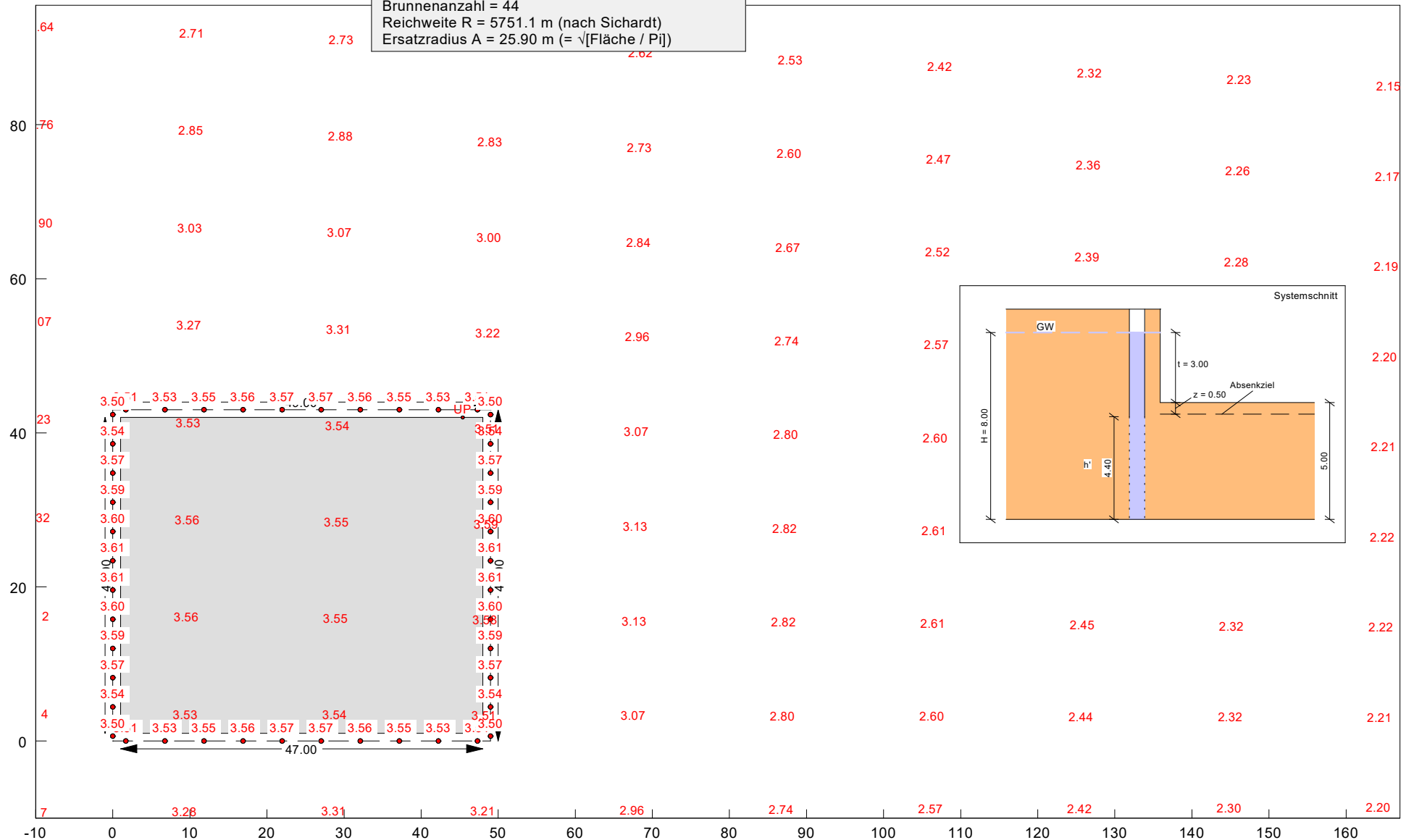
Ergebnisse:
Absenkungen [m] unter Ruhe-GW
Absenkung in Baugrubenmitte 0.55 m u BGS
Absenkung in UP = 0.50 m u BGS
UP = Ungünstigster Punkt
Brunnenradius r = 0.300 m
 $Q(\text{beh}) = 13095.0482$ l/s
Vorh. benetzte Filterstrecke $h' = 4.40$ m
Erf. benetzte Filterstrecke $h' = 4.32$ m
Fassungsvermögen eines Brunnens = 302.6287 l/s
Brunnenanzahl = 44
Reichweite R = 5751.1 m (nach Sichardt)
Ersatzradius A = 25.90 m ($= \sqrt{[\text{Fläche} / \pi]}$)

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

Bad Aibling
Willingerstr vis a vis 16
Wasserhaltung

AZ:23-03-07

Anlage 5.1

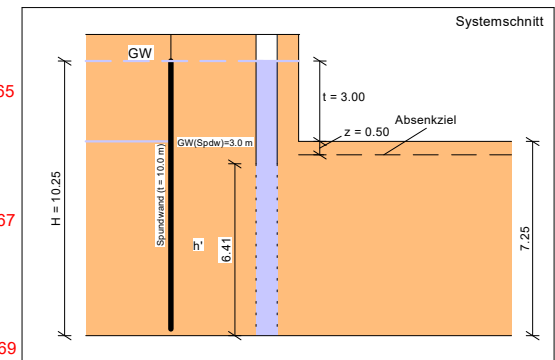
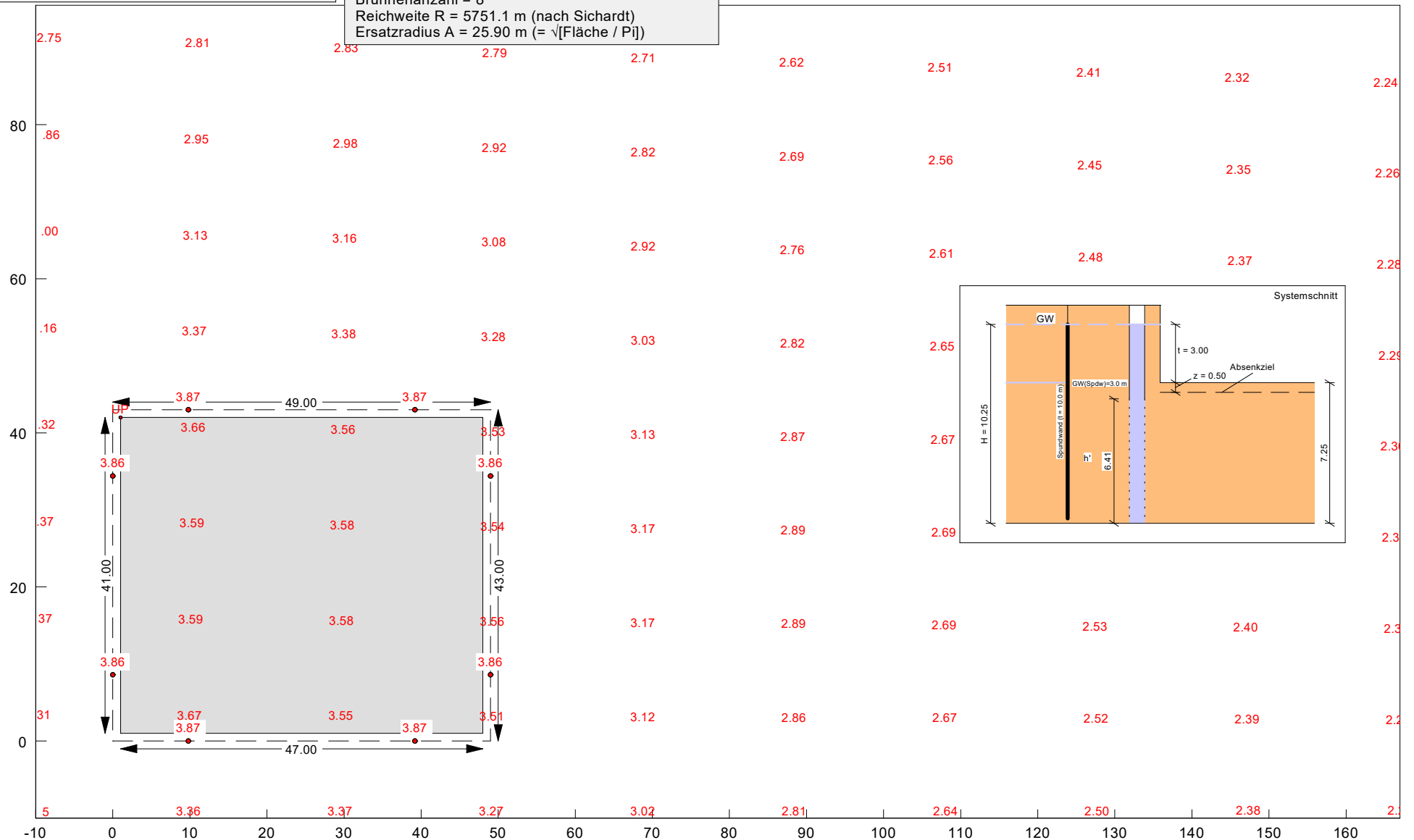


k-Wert = $3.0 \cdot 10^{-1}$ m/s
Strecke H (= OK GW bis UK Filter) = 10.25 m
Tiefe t der Baugrube unter GW = 3.00 m
Gef. Absenkung unter Baugrubensohle z = 0.50 m
Faktor $\alpha = 1.30$ für Q(beh)
Faktor $\beta = 1.30$ für unvollk. Brunnen
 $Q(\text{beh}) = \alpha \times \beta \times Q$
Spundwandtiefe = 10.00 m
Faktor infolge Spundwand = 0.172

Absenkungen [m] unter Ruhe-GW
 Absenkung in Baugrubenmitte 0.58 m u BGS
 Absenkung in UP = 0.50 m u BGS
 UP = Ungünstigster Punkt
 Brunnenradius $r = 0.300$ m
 $Q(\text{beh}) = 3102.2510$ l/s
 Vorh. benetzte Filterstrecke $h' = 6.41$ m
 Erf. benetzte Filterstrecke $h' = 5.63$ m
 Fassungsvermögen eines Brunnens = 441.4346 l/s
 Brunnenanzahl = 8
 Reichweite $R = 5751.1$ m (nach Sichardt)
 Ersatzradius $A = 25.90$ m ($= \sqrt{[Fläche / \pi]}$)

Bad Aibling
Willingerstr vis a vis 16
Wasserhaltung mit Spundwand

Anlage 5.2



Eingabedaten:

k-Wert = $3.0\text{E-}3$ m/s
Strecke H (= OK GW bis UK Filter) = 12.00 m
Tiefe t der Baugrube unter GW = 3.00 m
Gef. Absenkung unter Baugrubensohle z = 0.50 m
Faktor $\alpha = 1.30$ für Q(beh)
Faktor $\beta = 1.30$ für unvollk. Brunnen
 $Q(\text{beh}) = \alpha \times \beta \times Q$
Spundwandtiefe = 10.00 m
Faktor infolge Spundwand = 0.522

Ergebnisse:

System mit Brunnen
Absenkung in Baugrubenmitte 0.64 m u BGS
Absenkung in UP = 0.50 m u BGS
UP = Ungünstigster Punkt
Brunnenradius r = 0.300 m
 $Q(\text{beh}) = 201.3189$ l/s
Vorh. benetzte Filterstrecke $h' = 7.92$ m
Erf. benetzte Filterstrecke $h' = 3.66$ m
Fassungsvermögen eines Brunnens = 54.5270 l/s
Brunnenanzahl = 8
Reichweite R = 575.1 m (nach Sichardt)
Ersatzradius A = 25.90 m ($= \sqrt{[\text{Fläche} / \pi]}$)

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

Bad Aibling
Willingerstr vis a vis 16
Wasserhaltung mit Spundwand

AZ:23-03-07

Anlage 5.3

