

Ingenieurgeologisches Gutachten

Projekt-Nr.: 30548

Bauvorhaben: BV Seniorenzentrum und
BV Wohnanlage mit Tiefgarage in Eichenau

Auftraggeber: BGI Projektmanagement GmbH
Herrmann-Sack-Strasse 2
80331 München
und:
Stadibau GmbH
Mottlstrasse 1 in 80804 München

Umfang: 28 Seiten, 10 Tabellen und 7 Anlagen

Datum: 09.07.2003

Ausführung: Geo-Hydro-Bau-Consult, N. Kampik
Kreuzstrasse 8A
82319 Starnberg
Tel. 08151 / 280 - 60
Fax 08151 / 280 - 62

Projektleitung: N.Kampik, Dipl.-Geol. BDG

Inhaltsverzeichnis

- 1 Anlass und Bauvorhaben
- 2 Untergrundsituation
 - 2.1 Schichtenfolge und Lagerungsverhältnisse
 - 2.2 Grund- und Oberflächenwasser
 - 2.2.1 Grundwasser
 - 2.2.2 Oberflächenwasser
 - 2.3 Bodenklassen nach DIN 18 300
 - 2.4 Bodenkennwerte
- 3 Beurteilung der Baugrund- und Gründungssituation
- 4 Allgemeine Gründungsempfehlungen
- 5 Gründung Seniorenzentrum
 - 5.1 Gründung des Kellers
 - 5.2 Gründung der nicht unterkellerten Bauteile
 - 5.2.1 Gründung auf Streifenfundamenten
 - 5.2.2 Gründung auf elastisch gebetteten Bodenplatten
- 6 Gründung Wohnanlage
 - 6.1 Gründung der Tiefgaragen bzw. Keller
 - 6.2 Gründung unterkellerten Gebäude
- 7 Strassen- und Parkplatzbau
- 8 Versickerung von Oberflächenwasser
- 9 Zusammenfassung

Anlagen

- 1 Lageplan mit Aufschlusspunkten, M 1 : 1.000
- 2.1-2 Geotechnische Baugrundprofile, HM 1 : 75, LM unmassstäblich
- 3.1-12 Bohrprofile der Rammkernsondierungen RKS 1 - 8, der Kernbohrungen KB 1 + 2 sowie der Pegelbohrungen P 1 + 2, M 1 : 75
- 4.1-5 Rammdiagramme schwere Rammsondierungen DPH 1 - 5, M 1 : 75
- 5.1-10 Bodenmechanische Laborversuche
- 6.1-3 Versickerungsberechnungen
- 7.1-2 Fotodokumentation

1 Anlass und Bauvorhaben

Auf einem Gelände am nordwestlichen Ortsrand von Eichenau, zwischen der Peter-Rosegger-Strasse und der DB-Linie liegend, sollen ein Seniorenzentrum und eine Wohnanlage errichtet werden.

Im Zeitraum vom 13.06. bis 20.06.2003 wurden für beide Bauvorhaben Baugrunduntersuchungen durchgeführt. Dabei wurden entsprechend den Eintragungen auf dem Lageplan der Anlage 1 zur Feststellung der Schichtenfolge und zur Probenahme

- zwei grosskalibrige Kernbohrungen (KB 1 + 2) mit 11 bzw. 11,5 m Aufschlusstiefe;
- acht Kleinbohrungen mit der Rammkernsonde (RKS 1 – 8) mit 5 m Tiefe und
- zwei Pegelbohrungen 1½" (P 1 + 2) bis 4,5 m unter OK Gelände abgeteuft.

Desweiteren wurden zur Feststellung der Lagerungsdichte und Gleichartigkeit des Bodens insgesamt fünf schwere Rammsondierungen (DPH 1 - 5) bis 8 - 10 m unter OK Gelände abgeteuft.

Die Aufschlusspunkte wurden nach Lage und Höhe mit Bezug auf mNN eingemessen. Als Bezug diente der Höhenfestpunkt HP am Kapellenweg 13 mit Kote 519,950 mNN.

Die Ansprache der aufgeschlossenen Bodenschichten erfolgte nach DIN 4022. Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen sind in zwei geotechnischen Baugrundprofilen auf der Anlage 2 als Bohrprofile nach DIN 4023 bzw. als Rammdiagramme nach DIN 4094 zeichnerisch dargestellt und in den Anlagen 3 und 4 als Schichtenverzeichnisse bzw. Rammdiagramme dokumentiert.

Zur Klassifizierung des Bodens wurden Proben entnommen und im bodenmechanischen Labor untersucht. Die Ergebnisse sind in der Anlage 5 des Gutachtens dokumentiert.

Ferner lagen uns noch drei Gutachten vor:

- Dr. Meier und Dr. Striebel vom 06.08.1998:
Projekt: Baugrundgutachten „Kostengünstiger Wohnungsbau in Eichenau“ NB von Reihenhäusern und Geschosswohnungsbauten.
- Dr. Meier und Dr. Striebel vom 07.08.2001:
Projekt: Gutachterliche Stellungnahme P + R – Anlage am Bahnhof Eichenau

- Dr. Blasy + Mader vom 07.08.2002:
Erstbewertung Hochwasserproblematik

- Lage des Baugeländes

Die Baufläche befindet sich am nordwestlichen Ortsrand von Eichenau und wird begrenzt von der Peter-Rosegger-Strasse im Süden, dem Starzelbach im Westen, der Bahnlinie im Norden und der Bahnhofstrasse im Osten. Siehe dazu auch die Fotodokumentation der Anlage 7.

Auf der nördlichen Teilfläche soll ein Seniorenzentrum errichtet werden, diese Teilfläche misst etwa 150 m in Ost-West-Richtung und ca. 60 m in Nord-Süd-Richtung. Die südliche Teilfläche für die geplante Wohnbebauung misst etwa 220 m in Ost-West-Richtung und ca. 20 - 45 m in Nord-Süd-Richtung.

Die Geländehöhe liegt in der östlichen Hälfte der gesamten Baufläche bei ca. 518,5 mNN +/- 0,2 m und fällt in der westlichen Hälfte bis etwa 517,5 - 517 mNN ab. Weiter nach Westen in Richtung Starzelbach fällt das Gelände bis ca. 516 mNN.

- Bauvorhaben

Auf der nördlichen Teilfläche des Geländes wird ein Seniorenzentrum gebaut. Aus den vorliegenden Unterlagen geht hervor, dass ein 2- bis 4-geschossiges Gebäude mit einem Längsriegel sowie drei nach Süden abzweigenden Querriegeln errichtet werden soll. Im mittleren Bereich wird eine kleine Fläche unterkellert. Die Gebäudehöhen sind wie folgt angegeben:

- Fussboden EG = 0,00 m = 519,15 mNN
- Fussboden KG = -2,76 m = 516,39 mNN

Auf der südlichen Teilfläche soll eine Wohnanlage errichtet werden. Für dieses Bauvorhaben liegen noch keine Planungsunterlagen vor, so dass die diesbezüglichen Angaben des Gutachtens erst einen orientierenden Charakter haben können. Aus dem Übersichtslageplan geht hervor, dass acht Wohngebäude, wahrscheinlich Mehrfamilienhäuser sowie im mittleren Bereich zwei Tiefgaragen geplant sind. Die Höhenlage der Gebäude soll nach mündlicher Mitteilung des Auftraggebers bei einer Erdgeschosshöhe von ca. 519 mNN liegen.

Im derzeitigen Planungsstadium liegen für beide Bauvorhaben noch keine Angaben hinsichtlich der Bauweise, Lasten usw. vor. Wir gehen deshalb bei der Bearbeitung des Gutachtens von Annahmen aus, die mit fortlaufender Planung ggf. verifiziert werden müssen.

2 Untergrundsituation

Im Ortsbereich von Eichenau stehen in grösserer Mächtigkeit würmeiszeitliche Kiese an, die sich zwischen den in der Umgebung liegenden flachwelligen Hügeln der älteren, mindel- und risseiszeitlichen Altmoränen abgelagert haben. Unterlagert werden die Kiese vom Tertiär, das wechselnd in toniger, schluffig-mergeliger oder feinsandiger Fazies ausgebildet ist. Zuoberst können stellenweise in geringer Schichtmächtigkeit jüngste, holozäne Ablagerungen anzutreffen sein.

Die erbohrte Schichtenfolge ist in den geotechnischen Profilen A-A' und B-B' auf der Anlage 2 in zwei repräsentativen Schnitten durch das Grundstück dargestellt. Dort sind

- die Bodenprofile mit Angabe der Bodenklassen nach DIN 18300 und der Boden-
gruppen nach DIN 18196 und
- die Rammdiagramme der schweren Rammsondierungen mit der erforderlichen
Anzahl an Rammschlägen je 10 cm Eindringtiefe dargestellt.

Die Schnittführung ist auf dem Lageplan der Anlage 1 eingetragen.

2.1 Schichtenfolge und Lagerungsverhältnisse

Es wurde ein gleichmässiger Schichtenaufbau festgestellt mit der Abfolge:

- Mutter-/Oberboden
- bindige Deckschichten
- Quartär, Kies
- Tertiär, Feinsand bzw. Ton/Schluff

Unter dem Mutterboden und einer nur stellenweise anstehenden dünnen Decklehmschicht steht bis 2,5 - 3 m Tiefe zunächst eine dicht bis sehr dicht gelagerte Kies-schicht an. Darunter liegt bis ca. 6 - 8 m Tiefe ein im Mittel mitteldicht gelagerter Kies. Ab ca. 6 - 8 m Tiefe steht tertiärer Feinsand an mit einer mit der Tiefe zunehmend dichten Lagerung. Im Tertiärsand treten Schluff-/Tonschichten auf.

Im einzelnen wurde folgendes Bodenprofil aufgeschlossen:

Mutter-/Oberboden

Zuoberst lagert ein 20 - 50 cm, stellenweise aber auch bis ca. 80 cm starker Mutter-/Oberboden aus schwach sandigem, schwach kiesigem Schluff (in den Profilen der Anlage 2 : Mutterboden = **braun**).

In der Bohrung KB 1 und der Sondierung RKS 2 ist der Mutterboden offenbar aufgefüllt (**grau**), er enthält dort geringe Anteile an Ziegelbruch. Solche Auffüllungen können im Bereich von Feldwegen auftreten oder es wurden vom Bauern lokale Senken aufgefüllt. Solche lokalen Auffüllbereiche können auf der gesamten Fläche auftreten.

Auffüllungen im Sinne von kontaminierten Böden wurden in den Sondierungen und Bohrungen nicht festgestellt.

Bindige Deckschichten

In der Bohrung KB 2 liegt unter dem Mutterboden eine dünne, ca. 20 cm starke Schicht des bindigen Decklehms aus sandigem, stark kiesigem Schluff (**oliv**) mit steifer Konsistenz. In den anderen Bohrungen wurde diese Decklehmschicht nicht angetroffen, ist aber stellenweise auf dem Baufeld nicht auszuschliessen.

Quartär, Kies

Überwiegend unmittelbar unter dem Mutterboden stehen die Quartärkiese (**gelb**) an. Im Teufenbereich bis etwa 1,5 - 2 m unter OK Gelände, etwa oberhalb des Grundwasserspiegels, wurde überwiegend schwach schluffiger bis schluffiger, stark sandiger Kies erbohrt. Darunter ist der Kies meistens nur noch schwach sandig bis sandig und hat nur noch schwachen bis lokal schwachen Schluffanteil.

In den Kiesschichten muss erfahrungsgemäss mit, meist nur dünn-schichtigen, sandigen und schluffigen Einlagerungen oder „Rollkieslagen“ aus sandarmen Kiesen gerechnet werden.

Nach örtlicher Bodenansprache und Laborversuchen der Anlage 5 sind die oberflächennah bis etwa 1,5 - 2 m Tiefe anstehende Kiese in die Bodengruppe GU (bis GW) und die darunter liegenden schwach schluffigen Kies in die Bodengruppe GW (bis GU) nach DIN 18196 einzustufen. Der anstehende Kies kann für Aufbau- oder Hinterfüllarbeiten gut verwendet werden. Bereichsweise wird es sicherlich auch feinkornreichere Böden geben, die nur bei sehr guter Witterung wiederverwendbar sind. Siehe dazu auch die Proctorversuche der Anlage 5.

Tertiär, Feinsand bzw. Ton/Schluff

In den Kernbohrungen KB 1 und 2 wurde unter dem Kies in 7,4 bzw. 5,9 m Tiefe $\approx 510,80$ bzw. $512,93$ mNN das Tertiär erreicht, das in beiden Bohrungen als schwach schluffiger, schichtweise auch schluffiger bis stark schluffiger, kiesiger bis schichtweise stark kiesiger Feinsand (**orange**) ansteht.

In der Bohrung KB 1 ist zwischen 8,3 und 8,9 m Tiefe eine schluffige, schwach feinsandige Tonschicht (**violett**) mit steifer Konsistenz zwischengelagert. In der Bohrung KB 2 steht zwischen 10,3 und 11 m Bohrendtiefe stark feinsandiger Schluff (**oliv**) und schluffiger Ton (**violett**) mit steifer bzw. fester Konsistenz an. Siehe dazu Anlage 5.

- Lagerungsverhältnisse

Anhand der Rammogramme der schweren Rammsondierungen kann die Lagerungsdichte und Gleichartigkeit des Bodens beurteilt werden:

Im Teufenbereich bis 0,5 - 1 m unter OK Gelände wurden überwiegend nur kleine Rammwiderstände mit Schlagzahlwerten $N_{10} \leq 5$ gemessen. Dieser Teufenbereich kennzeichnet den Mutterboden sowie die stellenweise unterlagernde bindige Decklehmschicht bzw. oberste Schicht des stark sandigen Kieses. → Diese Böden sind nur locker gelagert.

In etwa 1 m Tiefe steigen die Rammwiderstände in allen Sondierungen sehr stark an und wurden im Teufenbereich bis 2,5 - 3 m Tiefe $\approx 516 - 515$ mNN mit Schlagzahlwerten $N_{10} = 20 - 40$ gemessen. → Für diesen Teufenbereich ist die Lagerungsdichte des

Kieses mit $D = 0,5 - 0,75$ entsprechend einer dichten bis schichtweise sehr dichten Lagerung abzuschätzen.

Ab 2,5 - 3 m wurden im Teufenbereich bis etwa 7 - 8 m unter OK Gelände $\approx 512 - 511$ mNN sehr unterschiedliche Rammwiderstände mit schichtweise hohen Schlagzahlwerten mit $N_{10} = 15 - 20$ und schichtweise nur geringen Schlagzahlwerten mit $N_{10} = 5 - 10$ gemessen. → Für diesen Teufenbereich kann die Lagerungsdichte des Kieses unter Beachtung des Grundwassers mit schichtweise $D = 0,45 - 0,60$ als mitteldicht bis dicht und schichtweise mit $D = 0,35 - 0,45$ als locker bis mitteldicht abgeschätzt werden.

Unterhalb 7 - 8 m Tiefe, also mit dem Übergang in den Tertiärsand steigen die Rammwiderstände deutlich an auf Schlagzahlwerte $N_{10} = 20 - 30$ und kennzeichnen den Tertiärsand als mitteldicht bis zunehmend dicht gelagert.

2.2 Grund- und Oberflächenwasser

2.2.1 Grundwasser

Das Grundwasser wurde bei den Bohrarbeiten in Tiefen zwischen 0,5 und 2,0 m unter OK Gelände eingemessen. Mit Bezug auf mNN lag der Grundwasserspiegel

- im südlichen Baufeld zwischen etwa 517,29 mNN in der Bohrung KB 2 und 516,92 mNN im Pegel P 2 und
- im nördlichen Baufeld zwischen etwa 516,47 mNN in der Bohrung KB 1 und 515,70 mNN im Pegel P 1.

Daraus ist ein Grundwassergefälle um ca. 0,5 bis 1 m in nordwestlicher Richtung abzuleiten. Grundwasseraquifer ist der Kies, in dem das Grundwasser eine ungespannte Oberfläche hat.

Uns liegt eine Pegelmessreihe des Zeitraums von Mai 2002 bis April 2003 für die Messstelle Eichenau 282A vor. Dort lag der Grundwasserstand im Messzeitraum Februar bis April 2003 ca. 10 - 20 cm unter dem langjährigen Mittelwert und ca. 60 - 80 cm unter dem Grundwasserstand des Messzeitraums September 2002 bis Januar 2003.

Es ist bekannt, dass aufgrund der regenarmen Witterung in diesem Jahr bisher – im Vergleich zu den letzten Jahren – ein niedriger Grundwasserstand vorliegt. Man kann

also auch davon ausgehen, dass der auf dem Baugrundstück aktuell eingemessene Grundwasserstand eher unter dem langjährigen mittleren Grundwasserstand liegt.

In dem stark durchlässigen Kiesaquifer unterliegt der Grundwasserstand jahreszeitlich und niederschlagsbedingt erheblichen Schwankungen. Nach unseren Recherchen kann von folgenden Grundwasserständen im Bereich des Baugebietes ausgegangen werden (Südost → Nordwest):

- Mittelwasserstand MW $\approx 517,50 \rightarrow 517,00$ mNN
- Höchstwasserstand HHW $\approx 518,50 \rightarrow 518,00$ mNN

→ Man muss also beachten, dass das Grundwasser bis über OK Gelände ansteigen kann. Als höchster Grundwasserstand HHW sollte für die gesamte Baufläche einheitlich das Niveau 518,50 mNN angesetzt werden.

Als Bemessungswasserspiegel (HHW + 30 cm Sicherheit) sollte das Niveau 518,80 mNN angesetzt werden.

Um sicherzugehen, sollten die Erdgeschosshöhen mit einem zusätzlichen Sicherheitsabstand nicht unter 519 mNN liegen und alle unterhalb liegenden Bauteile sollten gegen drückendes Wasser geschützt in WU-Beton ausgebildet werden.

2.2.2 Oberflächenwasser

An der westlichen Grundstücksgrenze fließt der Starzelbach. Nach einer uns vorliegenden Unterlage (Anlage 5) ist die westliche Hälfte der Baufläche als Überschwemmungsgebiet des Starzelbaches ausgewiesen. Die Überschwemmungsgrenze ist etwa auf dem Niveau 517,50 mNN ausgewiesen (siehe Anlage 1).

2.3 Bodenklassen nach DIN 18300

Die mit den Sondierungen aufgeschlossenen Böden sind den folgenden Bodenklassen nach DIN 18300 zuzuordnen:

Bodenart	Bodenklassen nach DIN 18300
Mutterboden, Schluff , schwach sandig bis sandig, schwach kiesig bis kiesig <i>nur lokal und dünn-schichtig</i>	Oberboden, Klasse 1
Decklehm, Schluff , sandig, kiesig bis stark kiesig	Mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 4
Kies , schwach schluffig bis lokal schluffig, sandig bis stark sandig	Leicht lösbarer Boden, Klasse 3
Feinsand , schwach schluffig bis schluffig, schwach kiesig (Tertiär)	Leicht lösbarer Boden, Klasse 3
Schluff, Ton , feinsandig (Tertiär)	Mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 4

Tab. 1: Bodenklassen nach DIN 18300

2.4 Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können die mittleren Bodenkennwerte der Tab. 2 und 3 angesetzt werden. Die angegebenen Teufenbereiche beziehen sich auf das in den Bohrungen und Sondierungen festgestellte mittlere Profil und können lokal Abweichungen aufweisen.

Bodenkennwerte	Kies , schwach schluffig bis lokal schluffig, sandig bis stark sandig, dichte (bis schichtweise sehr dichte) Lagerung	Kies , schwach schluffig bis lokal schluffig, sandig bis stark sandig, im Mittel mitteldichte Lagerung
Teufenbereich	bis ca. 2 - 3 m u. OK Gel. ≈ 516 - 515 mNN	bis ca. 6 - 8 m u. OK Gel. ≈ 513 - 511 mNN
Wichte kN/m ³	20,5 - 21,5	19,5 - 20
Wichte unter Auftrieb kN/m ²	11,5 - 12,5	10,5 - 11
Reibungswinkel Grad	37,5	35
Kohäsion c' kN/m ²	0	0
Steifezahl Es (Erstbel.) MN/m ²	100	60 - 80
Bodengruppe	GU, GW	GW, (GU)
Bodenklasse	3	3
Frostempfindlichkeit	F1, F2	F1, F2

Tab. 2: Bodenkennwerte

Bodenkennwerte	Feinsand , schwach schluffig bis schluffig, schwach kiesig bis kiesig (Tertiär), mitteldichte bis dichte Lagerung
Teufenbereich	unterh. ca. 6 - 8 m u. OK Gel. \approx 513 - 511 mNN
Wichte kN/m^3	19,5 - 20
Wichte unter Auftrieb kN/m^2	10,5 - 11
Reibungswinkel Grad	35
Kohäsion c' kN/m^2	0
Steifezahl E_s (Erstbel.) MN/m^2	60 - 80
Bodengruppe	SE, SU, (SU*)
Bodenklasse	3
Frostempfindlichkeit	---

Tab. 3 : Bodenkennwerte

3 Beurteilung der Baugrund- und Gründungssituation

Bei der weiteren Planung der beiden Bauvorhaben ist in Bezug auf die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse von folgenden Randbedingungen auszugehen:

- Auf der gesamten Baufläche liegt ein relativ gleichmässiger Schichtenaufbau vor.
- Mit den zuoberst bis etwa 2,5 - 3 m Tiefe dicht, darunter im Mittel mitteldicht gelagerten Kiesen steht schon knapp unter OK Gelände ein tragfähiger Bau- und Untergrund an. Auch der Tertiärsand stellt einen tragfähigen Untergrund dar.
- Der mittlere Grundwasserstand liegt zwischen ca. 1 und 1,5 (2) m Tiefe. Das Grundwasser kann aber bis über die Geländeoberfläche ansteigen
- Die westliche Teilfläche des Baugeländes ist Überschwemmungsgebiet des Starzelbaches.

Für die Bauvorhaben bedeutet das, dass

- eine Flachgründung der Neubauten möglich ist.
- die Gebäude und die Infrastruktur, Zufahrten usw. über das derzeitige Geländeniveau angehoben werden müssen, deshalb das Gelände grossflächig aufgehört werden muss.

- die Keller und Tiefgaragen druckwasserdicht ausgeführt werden müssen.

4 Allgemeine Gründungsempfehlungen

Die Erdgeschosebenen liegen ausgehend von den angegebenen Höhenkoten

- EG Seniorenzentrum = 519,15 mNN und
- EG Wohnhäuser = 519,00 mNN

ca. 0,5 - 1 m über OK Gelände im östlichen Baubereich und bis ca. 2 m über OK Gelände im westlichen Baubereich. Unter Berücksichtigung des Oberbodens sowie der stellenweisen Decklehmschicht liegt der tragfähige, gründungsfähige Kieshorizont erst 1,5 bis 2,5 m unter dem Niveau der Erdgeschoeshöhen.

→ Die gesamte Baufläche muss – nach Abtrag des Oberbodens und der lokalen Decklehmschicht bis hinunter zum Kies – um den entsprechenden Betrag mit einem geeigneten, verdichtungsfähigen Material aufgefüllt werden.

→ Die Gründung kann anschliessend entweder auf Streifen- und Einzelfundamenten oder auf Bodenplatten erfolgen.

Die Keller bzw. Tiefgaragen liegen bei ca.

- KG Seniorenzentrum = 516,39 mNN und
- Tiefgarage Wohnhäuser ≈ 515,50 mNN

in der gewachsenen dichten Kiesschicht bzw. die Gründung der Tiefgaragen am Übergang zur unterlagernden mitteldichten Kiesschicht.

Der Keller des Seniorenzentrums liegt knapp unter dem aktuell eingemessenen Grundwasserstand → ausgehend von einer erforderlichen Grundwasserabsenkung $\leq 1,0$ m sowie der nur kleinen Baufläche wird die Baugrube noch mit einer offenen Wasserhaltung beherrschbar sein.

Die Baugruben für die Tiefgaragen der Wohnhäuser reichen je nach Tiefenlage bis ca. 1,5 - 2,5 m unter das Grundwasserniveau → eine offene Wasserhaltung ist für diese grossflächigen Baugruben nicht mehr möglich, sondern es muss eine wasserdichte Umschliessung der Baugruben erfolgen.

→ Die Keller und Tiefgaragen sind druckwasserdicht in WU-Beton herzustellen, wir empfehlen die Gründung auf Bodenplatten.

5 Gründung Seniorenzentrum

5.1 Gründung des Kellers

- Baugrube und Wasserhaltung

Die Baugrube für den Keller wird etwa 2,3 m tief ab OK vorhandenem Gelände und kann abgeböschert angelegt werden. Die Kellersohle liegt im Niveau ca. 516,10 mNN in der dichten, tragfähigen Kiesschicht und ca. 0,4 m unter dem aktuell eingemessenen Grundwasserstand. Nach unserer Einschätzung ist auf kleiner Fläche eine Absenkung des Grundwassers um 0,4 - 1 m noch mit Pumpenschächten und Dränagen realisierbar. Allerdings sollte man davon ausgehen, dass mind. vier Schachtbrunnen, z.B. an jeder Längsseite zwei Brunnen, bei zeitweise höherem Grundwasserstand auch noch weitere Brunnen erforderlich sind.

→ Um die mögliche Absenkung und die Förderrate genauer bestimmen zu können, müsste ein Pumpversuch durchgeführt werden. Im Gutachten von Dr. Meier + Dr. Striebel (Fußgängerunterführung) wurde für die Kiese ein kf-Wert von 5×10^{-3} bis 1×10^{-2} m/s angesetzt.

→ Im Vorlauf der Arbeiten muss noch eine Grundwasserprobe auf den Gehalt an betonangreifenden Stoffen nach DIN 4030 untersucht werden.

→ In der Bodenplatte des Kellers müssen für den Notfall Flutungsöffnungen belassen werden, die druckwasserdicht zu verschliessen sind, wenn die Sicherheit des Kellers gegen Aufschwimmen erreicht ist.

→ Für sämtliche das Grundwasser betreffende oder beeinflussende Arbeiten muss vor Baubeginn eine wasserrechtliche Genehmigung beantragt werden.

- Gründung des Kellers

Die Aushubsohle ist intensiv nachzuverdichten, wofür z.B. eine schwere Rüttelplatte, aber keine Walze eingesetzt werden sollte.

Für die Bemessung der Bodenplatte nach dem Bettungsmodulverfahren kann die Bettungszahl auf der dicht gelagerten Kiesschicht mit $k_s \approx 60 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden. Die mittleren Sohlspannungen unter der Bodenplatte sollten $\sigma \approx 240 - 260 \text{ kN/m}^2$, die Rand- und Spitzenspannungen $\sigma \approx 300 \text{ kN/m}^2$ nicht übersteigen.

Beim Berechnungsansatz nach dem Steifezahlverfahrens gelten die Angaben der Tabellen 2 und 3.

5.2 Gründung der nicht unterkellerten Bauteile

Voraussetzung für die Gründung dieser ca. 1 - 2 m über der natürlichen Geländehöhe liegenden Gebäude sind umfangreiche Erdarbeiten, bei denen

- der Oberboden bzw. der lokale Decklehm vollständig bis zum Kies hinunter abzutragen sind und
- anschliessend ein geeigneter, verdichtungsfähiger Boden bis in das EG-Niveau aufgefüllt wird.

Das bedeutet, es ist ein Bodenaustausch bzw. Auffüllung von ca. 1,5 bis 2,5 m, im Extremfall z.B. an der Stelle RKS 2 bis ca. 3 m vorzunehmen.

- Bodenaustausch und Auffüllung des Geländes

Der Oberboden und lokale Decklehm sind bis zum Kies abzutragen. Die Aushubsohle ist nachzuverdichten. Anschliessend ist ein verdichtungsfähiges, nichtbindiges Material (z.B. Kies, in unteren Lagen gröbere Körnung z.B. 0/150, in oberen Lagen feinere Körnung z.B. 0/56) in Lagen je 30 bis 40 cm unter optimaler Verdichtung einzubauen. Hierfür geeigneter Boden ist z.B. Kies der Bodengruppen GW. Der Feinkornanteil des Kieses sollte nicht grösser als etwa 6 % sein. Für die obersten 60 - 70 cm sollte ein klassierter Kies verwendet werden. Das Material muß nach den LAGA Richtlinien $\leq Z 0$ (Original und Eluat) entsprechen. Nachweise der Entnahmestelle sind zu erbringen.

Der Bodenaustausch muss mit einem seitlichen Überstand zum Gebäudegrundriss mit mind. $B = 1,5 \times$ der Austauschdicke ausgeführt werden. Einbau und Verdichtung des Austauschbodens müssen so erfolgen, dass anschliessend keine Setzungen auftreten.

Optimal verdichtet bedeutet in diesem Fall eine dichte Lagerung. Die Lagerungsdichte ist schichtweise nach jeweils zwei Einbaulagen mit Plattendruckversuchen sowie ausserdem abschliessend mit Rammsondierungen über die gesamte Verfüllhöhe nachzuweisen:

- Mit Plattendruckversuchen ist nach jeweils zwei Einbaulagen, also nach jeweils ca. 60 - 70 cm Einbaustärke $Ev_2 \geq 120 \text{ MN/m}^2$ und $Ev_2/Ev_1 \leq 2,4$ nachzuweisen. Es sollte lagenweise je ca. 150 - 200 m² eine Verdichtungsprüfung erfolgen.
- Mit der schweren Rammsonde sind im Auffüllboden Schlagzahlwerte durchgängig $N_{10} \geq 15$ nachzuweisen. Es sollte eine Prüfung je 200 m² erfolgen.

Bei der Verdichtung des Austausch- bzw. Auffüllbodens entsprechend diesen Vorgaben können die Gebäude anschliessend auf Streifenfundamenten oder auf Bodenplatten gegründet werden.

5.2.1 Gründung auf Streifenfundamenten

Bei dichter Lagerung des gesamten Paketes der Auffüllung können die Sohlspannungen unter Streifen- und Einzelfundamenten – unter Berücksichtigung eines möglichen Grundwasseranstiegs bis in das Gründungsniveau – gemäss der Tab. 4 angesetzt werden:

Fundament Einbindetiefe	Zulässige Bodenpressungen in kN/m ² Für Streifen- und Einzelfundamenten der Breite			
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m
0,5 m	220	360	450	520
0,8 m	280	400	470	540
1,0 m	320	440	490	550
1,2 m	340	460	510	560
1,5 m	360	480	550	580

Tab. 4 : Zulässige Bodenpressungen für Streifenfundamente

Die Angaben gelten für die lotrechte und mittige Belastung der Fundamente. Ausenliegende Fundamente sind frostfrei mit $d \geq 1,2 \text{ m}$ ab OK Gelände einzubinden.

Am Versprung Keller- Erdgeschoss sind die Fundamente unter 45° abzuschrägen. Der Arbeitsraum des Kellers ist so zu verfüllen, dass die darauf liegende Fussbodenplatte setzungsfrei aufgelagert werden kann.

- Setzungsverhalten des Untergrundes bzw. der Auffüllung

In den anstehenden Kiesen treten Setzungen überwiegend schon mit der Lastzunahme im Bauzustand ein.

Das Setzungsverhalten der bis 1,5 - 2,5 m starken Auffüllschichten wird wesentlich von der Verdichtung des Materials abhängig sein. Auch bei optimaler Verdichtung entsprechend den obigen Vorgaben muss mit geringen Konsolidierungssetzungen gerechnet werden, die allerdings ebenfalls überwiegend schon mit der zunehmenden Bauwerkslast eintreten.

Wegen der Gründung des Gebäudes im Auffüllboden sollten trotzdem alle Streifenfundamente bewehrt werden, so dass lokale Schwachstellen und Unstetigkeiten in der Auffüllung ausgeglichen und überbrückt werden können. Ausserdem sollten an statisch empfindlichen Stellen Gebäudefugen angeordnet werden.

5.2.2 Gründung auf elastisch gebetteten Bodenplatten

Die Alternative ist es, die Häuser auf elastisch gebetteten Bodenplatten zu gründen. Die Bodenplatten können auf das Auffüllplanum des Austauschbodens aufgelagert werden und sind nach statischer Erfordernis zu bewehren. Um die Gebäude ist umlaufend eine Frostschräge anzuordnen.

Die mittleren Sohlspannungen unter der Bodenplatte sollten $\sigma \approx 200 - 220 \text{ kN/m}^2$, die Rand- und Spitzenspannungen $\sigma = 260 - 280 \text{ kN/m}^2$ nicht übersteigen. Für die Bemessung der Bodenplatte nach dem Bettungsmodulverfahren kann im durch entsprechende Verdichtungsprüfung als dicht gelagert und homogen ausgewiesenen Auffüllboden $k_s \approx 40 - 50 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden.

Beim Berechnungsansatz nach dem Steifzahlverfahren gelten die Angaben der Tabellen 2 und 3. Für den Kiesunterbau kann im Mittel $E_s = 60 \text{ MN/m}^2$ angesetzt werden.

Hinsichtlich des Setzungsverhaltens der Auffüllung gelten die Angaben gemäss Kap. 5.2.1.

6 Gründung Wohnanlage

Für dieses Bauvorhaben liegt bisher nur ein Übersichtslageplan mit Lage der Wohnhäuser und der Tiefgaragen vor. Die folgenden Angaben können deshalb zunächst nur einen orientierenden Charakter haben und müssen mit der weiteren Planung ggf. verifiziert werden.

6.1 Gründung der Tiefgaragen bzw. Keller

- Baugrube und Wasserhaltung

Die Aushubsole für die Tiefgaragen dürfte ausgehend von EG = 519 mNN bei etwa 515,5 - 515 mNN und damit etwa 1,5 - 2,5 m unter dem Grundwasserstand in der Bohrung KB 2 liegen. Der anstehenden Kies ist so stark durchlässig, dass von einem immensen Grundwassernachfluss auszugehen ist und eine Grundwasserabsenkung mit Schachtbrunnen nicht mehr möglich ist.

Es ist deshalb eine wasserdichte Baugrubenumschliessung erforderlich, die in den vergleichsweise deutlich dichteren Tertiärsand einbindet.

Zum Verbau käme einerseits eine Spundwand in Frage. Wegen der dichten Lagerung der obersten Kiesschicht muss vorgebohrt oder zumindest eine Einbringhilfe (z.B. Spülen) verwendet werden. Der Tertiärsand steht in Tiefen ab 6 - 8 m unter OK Gelände an. Weil der Tertiärsand zwar geringer, aber immer noch durchlässig ist, muss in der umpundeten Baugrube ein zusätzliche Brunnenwasserhaltung betrieben werden.

Eine Alternative zur Spundwand wäre die Baugrubenumschliessung mit einer Trägerbohlwand nach dem sogen. ‚Mixed-in-Place-Verfahren‘ (MIP-Verfahren der Fa. Bauer Spezialtiefbau). Das MIP-Verfahren ist, wie sich bei vergleichbaren Bauvorhaben gezeigt hat, sowohl von der Herstellungszeit als auch von den Kosten im Vergleich zu einer Spundwand ein günstiges Verfahren. Bei diesem Verfahren wird durch

Einbringen eines Bindemittels in den Boden dieser an Ort und Stelle vermörtelt (mixed-in-place). Meist wird dabei eine Dreifachschnecke bis in die Solltiefe, also hier bis in den Tertiärsand abgebohrt. Der aufgebohrte Kies wird an Ort und Stelle mit einer zugegebenen Zementsuspension vermengt und dient im erhärteten Zustand als Ausfachung. In die frische Suspension werden nach statischer Erfordernis Stahlträger eingestellt, die beim Aushub der Baugrube ggf. auch rückverankert werden können. Auch bei diesem Verfahren der Baugrubenumschliessung muss in der Baugrube eine zusätzliche Wasserhaltung mittels Brunnen betrieben werden.

Die MIP-Wand verbleibt – im Gegensatz zur Spundwand – für immer im Untergrund und stellt damit ein Grundwasserhindernis dar. Deshalb muss nach Beendigung der Bauarbeiten die MIP-Wand gezielt an vorher festzulegenden Stellen wieder aufgebohrt werden.

→ Es müsste vom Spezialtiefbauer geprüft werden, ob das Verfahren bei den örtlichen Bodenverhältnissen kostengünstiger als ein Spundwandverbau ausführbar ist.

→ Im Vorlauf der Arbeiten muss noch eine Grundwasserprobe auf den Gehalt an betonangreifenden Stoffen nach DIN 4030 untersucht werden.

→ Für sämtliche das Grundwasser betreffende oder beeinflussende Arbeiten muss einen wasserrechtliche Genehmigung beantragt werden.

- Gründung der Tiefgaragen, Keller

Die Aushubsohlen der Tiefgaragen liegen im Übergangsbereich der dichten zur unterlagernden, nur noch mitteldicht gelagerten Kiesschicht und sind deshalb intensiv nachzuverdichten.

Für die Bemessung der Bodenplatte nach dem Bettungsmodulverfahren kann die Bettungszahl unter Berücksichtigung tieferliegender stellenweise nur lockerer Kiesschichten mit $k_s \approx 40 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden. Die mittleren Sohlspannungen unter der Bodenplatte sollten $\sigma \approx 200 - 220 \text{ kN/m}^2$, die Rand- und Spitzenspannungen $\sigma \approx 260 - 280 \text{ kN/m}^2$ nicht übersteigen.

Beim Berechnungsansatz nach dem Steifezahlverfahrens gelten die Angaben der Tabellen 2 und 3.

Alle Untergeschosse, ebenso die Tiefgaragenzufahrten sind druckwasserdicht in WU-Beton herzustellen.

Für die Verfüllung der Arbeitsräume gelten die gleichen Verdichtungsanforderungen wie für die Auffüllung des Geländes, insbesondere ist in den später zu überbauenden Arbeitsräumen eine dichte Lagerung des Verfüllmaterials nachzuweisen.

6.2 Gründung nichtunterkellelter Gebäude

Für Gebäude die nicht unterkellert werden, gelten in gründungstechnischer Hinsicht sowohl für die Vorgehensweise beim Bodenaustausch bzw. bei der Auffüllung als auch für die Gründung und zulässigen Sohlspannungen prinzipiell die Angaben wie für das Seniorenzentrum.

Allerdings:

Die bautechnische Situation ist für die vier mittleren Gebäude eine etwas andere, weil sie teils neben, teils auf den Tiefgaragen stehen. Die geeignete Vorgehensweise oder weitere erforderliche erdbautechnische und ggf. konstruktive Massnahmen können erst auf der Grundlage entsprechender Planungsunterlagen gemacht werden.

7 Strassen- und Parkplatzbau

Die Zufahrtsstrassen, Park- und Hofflächen sowie andere zu befahrende Flächen sollten um langfristige Schadenfreiheit zu gewährleisten generell nach Strassenbau Richtlinien ausgeführt werden. Es liegen folgende Randbedingungen vor:

- Lage des Baugebietes im Bereich der Frosteinwirkzonen III gemäss RStO 01;
- mit dem Kies steht ein nicht bis mittelfrostempfindlicher Boden der Frostempfindlichkeitsklassen F1 bzw. F2 gemäss ZTVE-StB 94 an → es ist deshalb von einem nicht bis mittel frostempfindlichen Untergrund auszugehen;
- es liegen ungünstige Grundwasserverhältnisse gemäss ZTVE-StB 94 vor;
- Ansatz der Bauklassen V/VI für Flächen mit nur PKW-Verkehr;
- Ansatz der Bauklassen II-IV für Flächen mit auch LKW-Verkehr;

Als Richtwerte für die Dicke des frostsicheren Strassenoberbaus sollten

- in der Bauklasse II-IV $d \geq 70$ cm und
- in Bauklasse V/VI $d \geq 60$ cm geplant werden.

Für die Verdichtung des Planums und des frostsicheren Oberbaus werden in Anlehnung an die geltenden Strassenbaurichtlinien folgende Verdichtungskriterien empfohlen:

- auf dem Erdplanum $Ev2 \geq 45$ MN/m²
- auf OK Frostschutzschicht $Ev2 \geq 120$ MN/m²
- auf OK Tragschicht je nach Bauweise $Ev2 \geq 150/180$ MN/m²

Auf frostsicherem Untergrund ist ein Verformungsmodul auf dem Planum $Ev2 \geq 120$ MN/m² nachzuweisen.

Wir empfehlen, im gesamten befestigten Bereich einen entsprechenden frostsicheren Strassenoberbau herzustellen.

Für die Auffüllung des Geländes bis zum Strassenplanum muss im Bereich Seniorenwohnheim Boden angefahren werden, weil beim Kelleraushub kaum Material anfällt. Als Auffüllmaterial ist wie im Gebäudebereich verdichtungsfähiger Kies zu verwenden. Im Bereich der Wohnanlage kann dafür auch der Aushubkies der Tiefgaragen mit verwendet werden.

Für Herstellung und die Verdichtung des Strassenaufbaus gelten die Anforderungen und Richtlinien der ZTVE-StB 94 und der RStO 01. Die Verdichtung der einzelnen Schichten des Oberbaus ist mittels Plattendruckversuchen nachzuweisen.

8 Versickerung von Oberflächenwasser

Der Wasserdurchlässigkeitswert (kf-Wert) des nicht wassergesättigten Kiesel liegt nach Berechnungen aus den Siebanalysen nach DIN 18 123 bei $k_f = 1,6 \times 10^{-3}$ m/s bis

$3,6 \times 10^{-5}$ m/s; im Mittel bei $k_f = 5,8 \times 10^{-4}$ m/s. Der darunterliegende wassergesättigte Kies kann mit 5×10^{-3} m/s bis 1×10^{-2} m/s angesetzt werden.

- Flächenermittlung

Die Gesamtfläche der Versiegelung (5.400 m^2) wurde abgeschätzt und muß nach Vorlage der genauen Planunterlagen nochmals berechnet werden.

Fläche	Flächentyp	Größe A_E	Abflussbeiwert ψ_m	Maßgebende Fläche A_U
Dachflächen Seniorenzentrum	Flachdach	2.590 m^2	0,9	2.331 m^2
Dachfläche Wohnanlage	Flachdach	2.510 m^2	0,9	2.259 m^2
Asphaltflächen, Betonplatten	Befahrene Flächen	150 m^2	0,9	135 m^2
Parkflächen	Asphalt (40%), Mineralgemisch (50%), Grün (10%)	150 m^2	0,5	75 m^2

Tabelle 5: Flächenermittlung

Für die hydraulische Berechnung ist der Rechenwert für die angeschlossene befestigte Fläche $A_U = 4.800 \text{ m}^2$ maßgeblich.

- Bewertung des Regenabflusses

Da die Beschaffenheit des Regenabflusses von befestigten Flächen je nach Staubbelastung aus der Luft, Flächennutzung und Niederschlagsmengen unterschiedlich ist, ist eine Einstufung über das o.g. Bewertungsverfahren notwendig.

- Einstufung der Gewässer:

Gewässer sind durch Regenwassereinleitungen aus Siedlungen in unterschiedlichem Maße stofflich und hydraulisch belastet. Das Areal liegt außerhalb von Trinkwasser-einzugsgebieten.

Gewässer	Typ	Gewässerpunkte G
Grundwasser außerhalb von Trinkwassereinzugsgebieten. In Absprache mit dem WWA Freising sollte aufgrund des G = 8 angesetzt werden.	G 12	G = 8

Tabelle 6: Einstufung der Gewässer

- Einflüsse aus der Luft:

Der Niederschlag ist je nach örtlicher Situation mehr oder weniger stark verunreinigt (Verkehr, Heizungsanlagen, Industrie).

Luftverschmutzung	Typ	Punkte
Mittel: Siedlungsbereich mit mittlerem Verkehrsaufkommen	L 2	2

Tabelle 7: Einflüsse aus der Luft

- Verschmutzung der Oberflächen:

Die Verschmutzung der Oberfläche wird je nach Nutzung und Werkstoff pauschal bewertet. So werden z.B. Kupfer-, Zink- und bleigedachte Dachflächen ab einer bestimmten Größe vorbehandelt. Ziel der modifizierten Entwässerungsverfahren ist es, Regenwasser von unterschiedlich stark verunreinigten Flächen nicht zu mischen. Ist der Regenabfluss aus der Summe der Einleitungen eines Siedlungsgebietes stärker belastet, als dem Schutzbedürfnis des aufnehmenden Gewässers angemessen ist, so muss vor der Einleitung ausreichend gereinigt werden. Hier wurde eine hohe Flächenverschmutzung festgelegt:

Flächenverschmutzung	Typ	Punkte
Mittel: Straßen mit 300 – 5000 Kfz/24h, Anlieger- und Kreisstraßen	F 4	19

Tabelle 8: Verschmutzung der Oberfläche

- Bewertungsverfahren:

Gewässer		Typ		Gewässerpunkte G		
Grundwasser außerhalb von Trinkwassereinzugsgebieten		G 12		G = 8		
Flächenanteil f_i		Luft L_i		Flächen F_i		Abflussbelastung B_i
$A_{u,i}$	f_i	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i \cdot (L_i + F_i)$
0,48 ha	1,0	L 2	2	F 4	19	21
$\Sigma = 0,48$ ha	$\Sigma = 1,0$	Abflussbelastung $B = \Sigma B_i$:				21

Tabelle 9: Bewertungsverfahren

- Regenwasserbehandlung:

Die Abflussbelastung B setzt sich aus Luft- und Flächenverschmutzung zusammen. Unterschiedliche Flächen werden entsprechend ihrem Anteil f_i an der Gesamteinzugsfläche A_u einer Behandlungsanlage gewichtet. Die Abflussbelastung wird dann mit den Gewässerpunkten verglichen. Ist $B > G$ ist die Notwendigkeit einer Regenwasserbehandlung zu überprüfen.

In unserem ist Fall ist $B (21) > G (8)$. D.h. man benötigt eine Regenwasserbehandlung. Die Durchgangswerte von Behandlungsanlagen sind unterschiedlich hoch und werden bei Kombination miteinander multipliziert. Unter Regenwasserbehandlung wird jeder natürlich oder künstlich herbeigeführte Vorgang verstanden, der eine Verminderung der stofflichen Belastung bewirkt.

max. zul. Durchgangswert $D_{max} = G / B$:		$D_{max} = 8/21 = 0,38$
Vorgesehene Behandlungsanlage	Typ	Durchgangswerte D_i
Muldenversickerung durch 20 cm bewachsenen Oberboden	D 2	0,20
Durchgangswert $D =$ Produkt aller D_i		$D = 0,20$
Emissionswert $E = B \cdot D$:		$E = 21 \cdot 0,20 = 4,2$

Tabelle 10: Regenwasserbehandlung

Der Emissionswert $E = 4,2$ liegt unter der Gewässerwertepunktzahl $G = 8$. Das Bewer-
teverfahren zeigt, dass die Bodenpassage von 20 cm Mächtigkeit ausreichend ist.

- Berechnung

Unsere Berechnungen basieren für o.g. Standort auf folgenden Daten (Kostrat-DMG-
Atlas 2001) und Werten, wobei bei den jeweiligen Versickerungstypen die entspre-
chende Regendauer verwendet wurde.

Als Versickerungsmöglichkeiten kommen hier drei Möglichkeiten in Frage:

- Mulden-Rohrigolen-Versickerung
- Rohrigolenversickerung
- Flächenversickerung in Verbindung mit Rohrigolenversickerung

Wobei der Muldenversickerung in Kombination mit einer Rohrigole der Vorzug zu
geben ist, da diese eine reinigende Wirkung besitzt.

Bei den Berechnungen der **Mulden-Rohrigolen-Versickerung** (Anlage 6.1) wurde
ein k_f -Wert von $8,0 \times 10^{-5}$ m/s für die belebte Bodenzone angesetzt. Sie sollte nach
der Regenwasserbehandlung der Tabelle 10 eine Mächtigkeit von 20 cm besitzen.
Ferner wurde ein Grundwasserstand von 2,8 m unter Gelände angesetzt. Bei Hoch-
wasserereignissen reicht der Grundwasserstand knapp unter GOK. Die entspricht
nicht ganz den Empfehlungen der ATV A-138, die besagt, daß mind. 1 m Abstand
von HHW zu Unterkante Versickerungsanlage eingehalten werden sollte. Betrachtet
man aber die möglichen Alternativen, so ist die Muldenversickerung bei der Ökobi-
lanzierung die optimale Lösung. Bei den Mulden solle es bei einzelnen und in Reihe
geschalteten Becken einen Überlauf geben, der in eine Rigole mündet. Hierbei sollte
immer eine Anbindung an den gut durchlässigen Kies geschaffen werden.

Wollte man das anfallende beider Projekte mittels Mulde versickern, wäre die Fläche
1.100 m² groß, der Einstau läge bei 0,28 m.

Bei der **Rohrigolenversickerung** wird das Niederschlagswasser über einen perforier-
ten Rohrstrang in einen kiesgefüllten Graben geleitet und dort zwischengespeichert
und zeitlich verzögert versickert. Man käme hier mit wesentlicher weniger Fläche aus,
aber das Wasser wird nicht durch die belebte Bodenzone gereinigt. Hierbei sollte

immer eine Anbindung an den gut durchlässigen Kies geschaffen werden (Anlage 6.2).

Wollte man das anfallende beider Projekte mittels Rohrrigole versickern, wäre die Rohrrigole 27 m lang, 1,5 m breit und tief.

Im Bereich der Gehwege und Parkplätze sollte eine **Flächenversickerung in Verbindung mit einer Rohrrigolenversickerung** vorgehalten werden. Hier wird sowohl über die Fugen der Pflaster als auch über einen kiesgefüllten Graben versickert. Ein Beispiel dazu wurde in Anlage 6.3 berechnet. Bei einer Pflasterfläche von 150 m² und einem Rohrrigolengraben von 1,0 m Breite, 1,0 m Tiefe und 1,5 m Länge kann eine Fläche von insg. 300 m² (Fremdfläche = 150 m²) versickert werden. Je nach Platzbedarf und Pflasterausbildung kann das System verändert werden.

- Reinigung

Bei den Dachflächen sollten als Vorreinigungsanlage Siebe oder Körbe zum Grobstoffrückhalt eingebaut werden.

Ferner sollten Siebe oder Rattenklappen im Bereich der Sickermulden eingebaut werden. Für die Wartung der Anlagen sollte ein Wartungsbuch verwendet werden.

9 Zusammenfassung

Auf einem Gelände am nordwestlichen Ortsrand von Eichenau, zwischen der Peter-Rosegger-Strasse und der DB-Linie liegend, sollen ein Seniorenzentrum und eine Wohnanlage errichtet werden. Für die Wohnanlage liegen noch keine Planungsunterlagen vor, so dass die diesbezüglichen Angaben des Gutachtens erst einen orientierenden Charakter haben können.

- Untergrundsituation

Es wurde ein gleichmässiger Schichtenaufbau festgestellt. Unter dem 0,3 - 0,5 m, stellenweise auch noch stärkeren Mutterboden und einer nur stellenweise anstehenden

dünnen Decklehmschicht steht bis 2,5 - 3 m Tiefe zunächst eine dicht bis sehr dicht gelagerte Kiesschicht an. Darunter liegt bis ca. 6 - 8 m Tiefe eine im Mittel mitteldicht gelagerte Kiesschicht. Ab ca. 6 - 8 m Tiefe steht tertiärer Feinsand an, der mitteldicht und mit der Tiefe zunehmend dicht gelagert ist. Im Tertiärsand treten Schluff-/Tonschichten auf.

- Grund- und Oberflächenwasser

Das Grundwasser wurde bei den Bohrarbeiten in Tiefen zwischen 0,5 und 2,0 m unter OK Gelände eingemessen und lag im südlichen Baufeld zwischen etwa 517,29 und 516,92 mNN und im nördlichen Baufeld zwischen etwa 516,47 mNN und 515,70 mNN. Daraus ist ein Grundwassergefälle um ca. 0,5 bis 1 m in nordwestlicher Richtung abzuleiten.

In dem stark durchlässigen Kiesaquifer unterliegt der Grundwasserstand jahreszeitlich und niederschlagsbedingt erheblichen Schwankungen. Es kann, jeweils von Süd nach Nord, von einem Mittelwasserstand MW $\approx 517,50 \rightarrow 517,00$ mNN und einem Höchstwasserstand HHW $\approx 518,50 \rightarrow 518,00$ mNN ausgegangen werden.

Das Grundwasser kann im Extremfall im westlichen Bereich bis über OK Gelände ansteigen. Als höchster Grundwasserstand HHW sollte für die gesamte Baufläche einheitlich das Niveau 518,50 mNN angesetzt werden.

Die westliche Hälfte der Baufläche ist als Überschwemmungsgebiet des Starzelbaches ausgewiesen. Die Überschwemmungsgrenze ist etwa auf dem Niveau 517,50 mNN ausgewiesen.

- Gründungen

Die Erdgeschossenebenen liegen ca. 0,5 - 1 m über OK Gelände im östlichen Baubereich und bis ca. 2 m über OK Gelände im westlichen Baubereich und, unter Berücksichtigung des Oberbodens sowie der stellenweisen Decklehmschicht ca. 1,5 - 2,5 m über der gründungsfähigen Kiesschicht.

Die Keller/Tiefgaragen können im gewachsenen Kies auf Bodenplatten gegründet werden. Alle Keller/Tiefgaragen sind druckwasserdicht in WU-Beton herzustellen. Die Baugrubensohle des Kellers des Seniorenwohnheims liegt nur knapp unter dem eingemessenen Grundwasserstand \rightarrow dort ist die Grundwasserabsenkung noch mit

Brunnen möglich. Die Baugruben der Tiefgaragen müssen mit einem wasserdichten Verbau umschlossen werden.

Zur Gründung der nichtunterkellerten Gebäude muss die Baufläche um den entsprechenden Betrag mit einem geeigneten, verdichtungsfähigen Material aufgefüllt werden. An die Qualität und Verdichtung des Auffüllbodens bestehen höchste Anforderungen (→ dichte Lagerung). Die Gründung kann anschliessend entweder auf Streifen- und Einzelfundamenten oder auf Bodenplatten erfolgen.

- Versickerung von Oberflächenwasser

Der Wasserdurchlässigkeitswert (kf-Wert) des nicht wassergesättigten Kiesel liegt nach Berechnungen aus den Siebanalysen nach DIN 18 123 bei $k_f = 1,6 \times 10^{-3}$ m/s bis $3,6 \times 10^{-5}$ m/s; im Mittel bei $k_f = 5,8 \times 10^{-4}$ m/s.

Die Gesamtfläche der Versiegelung (5.400 m²) wurde abgeschätzt und muß nach Vorlage der genauen Planunterlagen nochmals berechnet werden.

Als Versickerungsmöglichkeiten kommen hier drei Möglichkeiten in Frage: Mulden-Rohrigolen-Versickerung, die Rohrigolen- und die Flächenversickerung in Verbindung mit Rohrigolenversickerung.

Wobei der Muldenversickerung in Kombination mit einer Rohrigole der Vorzug zu geben ist, da diese eine reinigende Wirkung besitzt.

- Hinweise

Obwohl bei den Bodenuntersuchungen eine recht gleichmässige Schichtenfolge festgestellt wurde, können bei Bohrabständen von 40 - 60 m lokale Abweichungen nicht ausgeschlossen werden. Es ist deshalb in den einzelnen Bauabschnitten eine abschliessende Beurteilung der Aushubsohle erforderlich, um ggf. erforderliche zusätzliche Massnahmen rechtzeitig festlegen zu können.

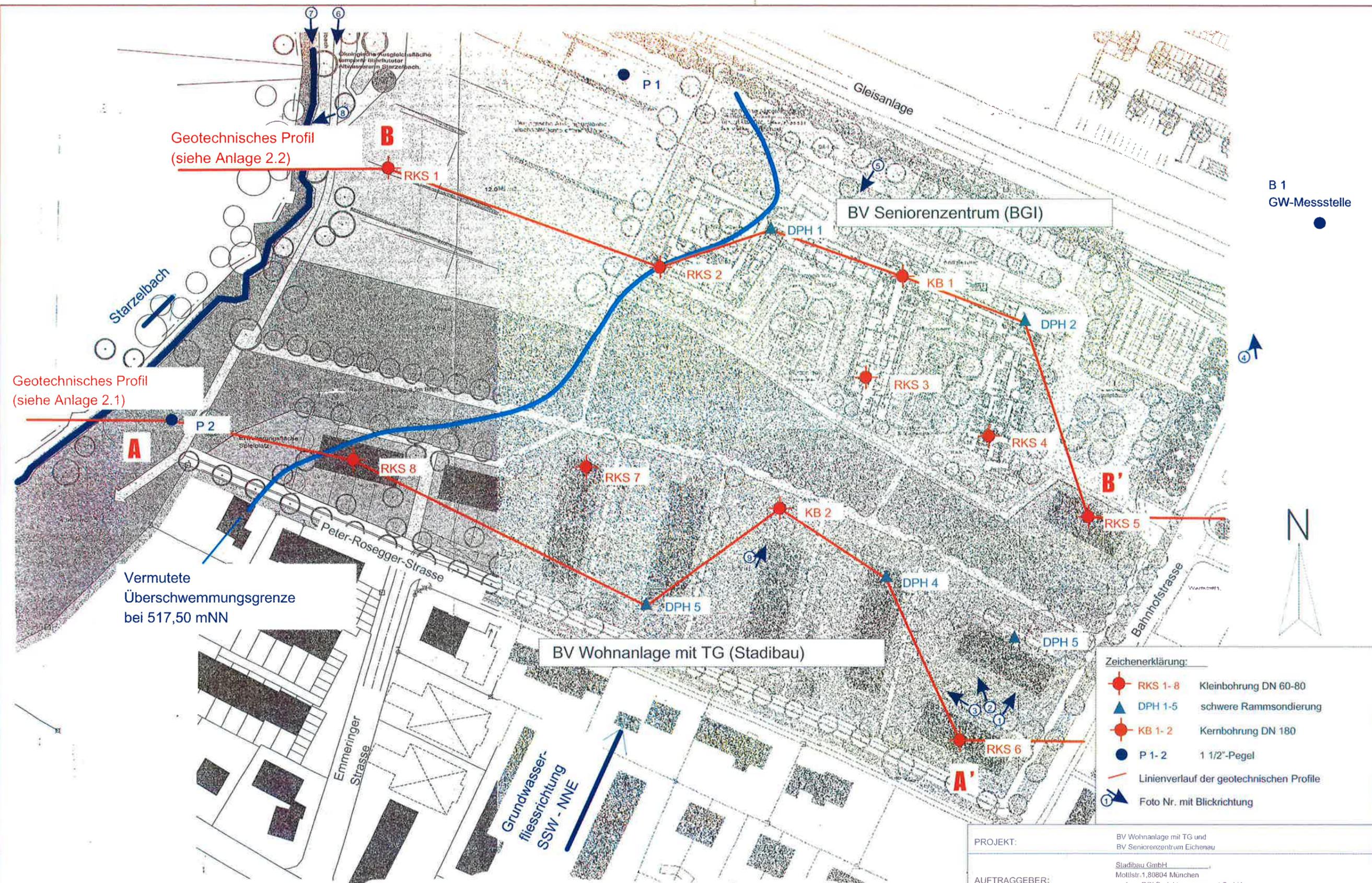
Insbesondere für die Wohnanlage lagen zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung noch keine Pläne vor. Die gründungstechnischen Angaben können deshalb zunächst nur einen orientierenden Charakter haben und müssen mit der weiteren Planung ggf. verifiziert werden.

Für weitere Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung

Starnberg, den 09.07.2001

N. Kampik, Dipl.-Geol. BDG

GHB-Consult



Geotechnisches Profil
(siehe Anlage 2.2)

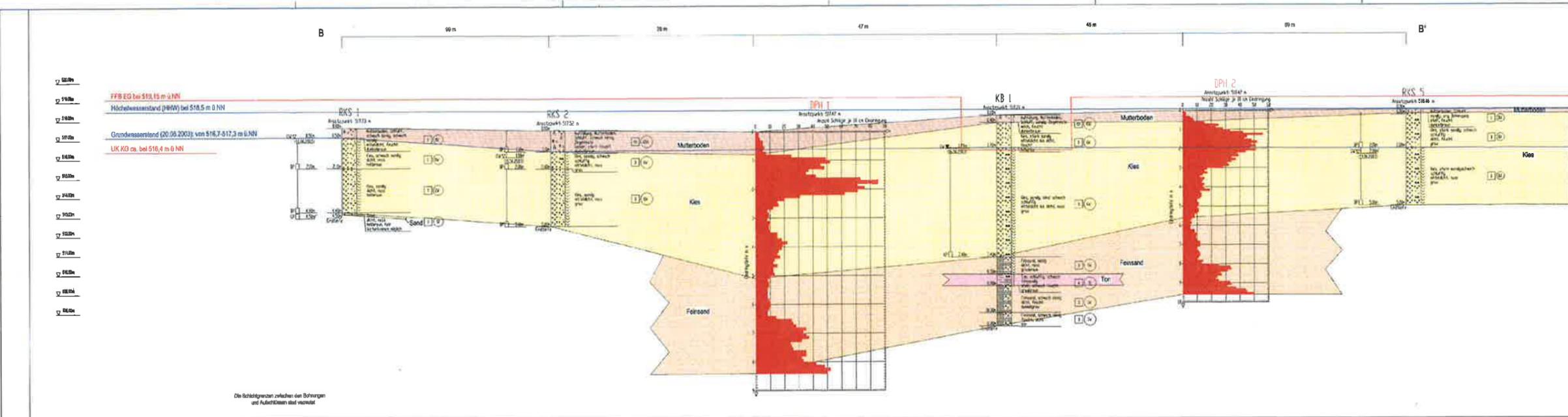
Geotechnisches Profil
(siehe Anlage 2.1)

Vermutete
Überschwemmungsgrenze
bei 517,50 mNN

Zeichenerklärung:

- RKS 1-8 Kleinbohrung DN 60-80
- ▲ DPH 1-5 schwere Rammsondierung
- KB 1-2 Kernbohrung DN 180
- P 1-2 1 1/2"-Pegel
- Linienerlauf der geotechnischen Profile
- ① Foto Nr. mit Blickrichtung

PROJEKT:	BV Wohnanlage mit TG und BV Seniorenzentrum Eichenau	
AUFTRAGGEBER:	Stadibau GmbH Mollstr. 1, 80804 München und BGI Projektmanagement GmbH Hermann-Sack-Str. 2, 80331 München	
PLANBEZEICHNUNG:	Lageplan mit Untersuchungspunkten	
PROJEKTNUMMER:	30548	Maßstab: Ca. 1:1000
Geo Hydro Bau Consult	Bearbeiter: N. Kampik	Gezeichnet: T. Horwath
N. Kampik, Dipl.-Geol. BEG Kreuzstraße 8a 82319 Starnberg Tel: 08151 280-80 Fax: 08151 280-62	Datum: 07.07.2003	Anlage: 1



Zeichnung nach DIN 4023

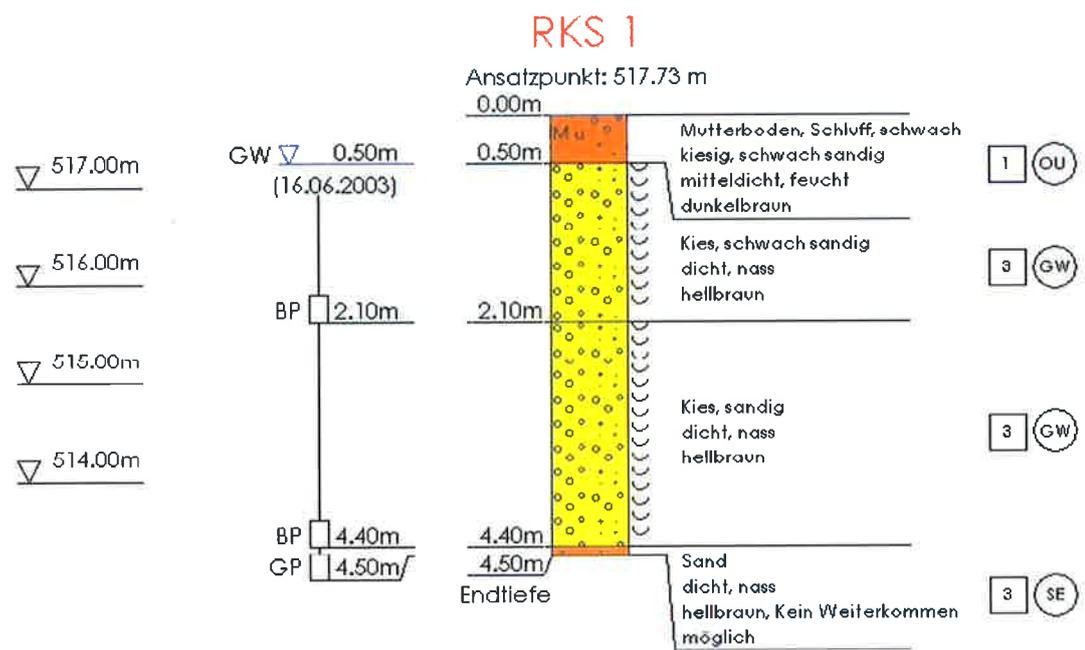
Anlagezeichen:		Baugruppenkennzeichen:	
□	Bohrloch	GW	Bohrgruppen nach DIN 1186
○	Flächenbohrung	3	Bohr- und Flächbohrungen
△	Flächenbohrung		(nach DIN 1186)

Rammsondierungen (nach DIN 4094)			
	DPL-5	DPH	DPH
Spitzenradius	2,5 cm	3,9 cm	4,4 cm
Rohrinnendurchmesser	5,0 cm	10,0 cm	10,0 cm
Rohraußendurchmesser	2,2 cm	3,2 cm	3,2 cm
Rohrinnentiefe	10,0 cm	30,0 cm	30,0 cm

Auftraggeber:	Stadt Bau GmbH, Mollstr. 1, 80804 München und: BGI Projektmanagement GmbH Hermann-Sack-Str. 2 80331 München
Projekt:	BV Seniorenzentrum Eichenau
Planbezeichnung:	Geotechnisches Baugrundprofil B-B'
Projektnummer:	30548
Maßstab:	1:100
Geotechnik:	Kampff
HYDRO:	Eitel
BAU:	25.06.2003
CONSULT:	Anlage: 2.2

GHB-Consult
 Dipl.-Geol. N. Kampik
 Kreuzstraße 8a, 82319 Starnberg
 Tel: (081 51) 280-60/61, Fax: 280-62
 Bohrprofil DIN 4023

Projekt : BV Seniorenzentrum Eichenau
 ProjektNr.: 30548
 Anlage : 3.1
 Maßstab : 1:75



Bemerkungen:

GHB-Consult

Dipl.-Geol. N. Kampik

Kreuzstraße 8a, 82319 Starnberg

Tel: (081 51) 280-60/61, Fax: 280-62

Bohrprofil DIN 4023

Projekt : BV Seniorenzentrum Eichenau

Projektnr.: 30548

Anlage : 3.2

Maßstab : 1:75

RKS 2

Ansatzpunkt: 517.52 m

0.00m

▽ 517.00m

BP 1.10m

1.10m



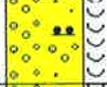
Auffüllung, Mutterboden, Schluff,
schwach kiesig, Ziegelreste
locker, stark feucht
dunkelbraun

(1) (OU)

▽ 516.00m

GW 1.10m

2.00m



Kies, sandig, schwach schluffig
mitteldicht, nass
grau

3 (GU)

BP 2.00m

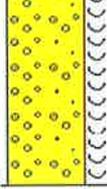
▽ 515.00m

▽ 514.00m

▽ 513.00m

BP 5.00m

5.00m



Kies, sandig
mitteldicht, nass
grau

3 (GW)

Endtufe

Bemerkungen:

GHB-Consult

Dipl.-Geol. N. Kampik

Kreuzstraße 8a, 82319 Starnberg

Tel: (081 51) 280-60/61, Fax: 280-62

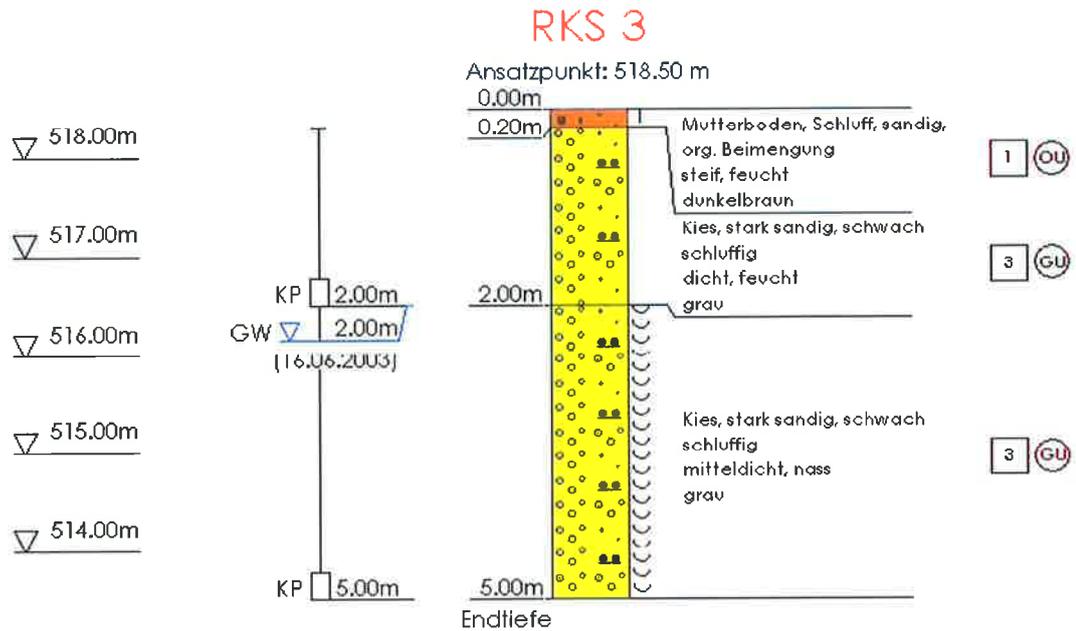
Bohrprofil DIN 4023

Projekt : BV Seniorenzentrum Eichenau

Projektnr.: 30548

Anlage : 3.3

Maßstab : 1:75

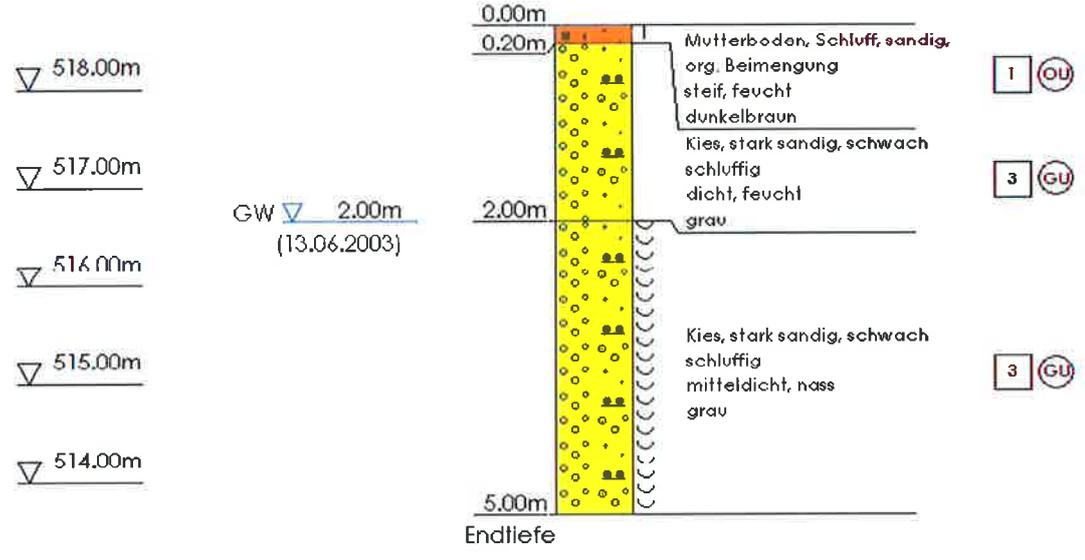


Bemerkungen:

GHB-Consult	Projekt : BV Seniorenzentrum Eichenau
Dipl.-Geol. N. Kampik	Projektnr.: 30548
Kreuzstraße 8a, 82319 Starnberg	Anlage : 3.4
Tel: (081 51) 280-60/61, Fax: 280-62	Maßstab : 1:75
Bohrprofil DIN 4023	

RKS 4

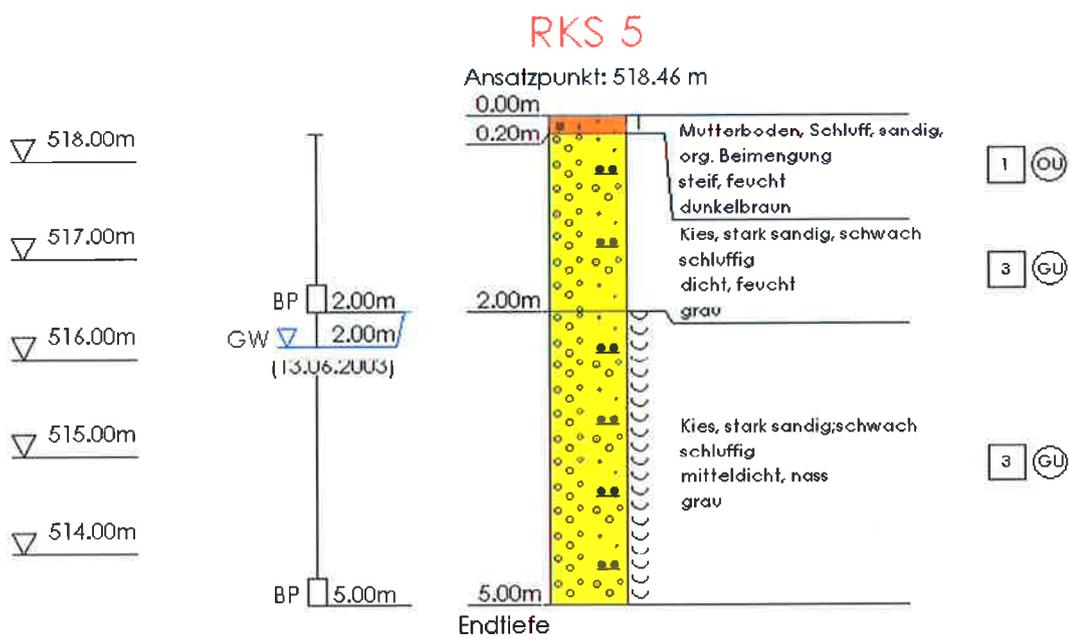
Ansatzpunkt: 518.65 m



Bemerkungen:

GHB-Consult
 Dipl.-Geol. N. Kampik
 Kreuzstraße 8a, 82319 Starnberg
 Tel: (081 51) 280-60/61, Fax: 280-62
 Bohrprofil DIN 4023

Projekt : BV Seniorenzentrum Eichenau
 ProjektNr.: 30548
 Anlage : 3.5
 Maßstab : 1:75



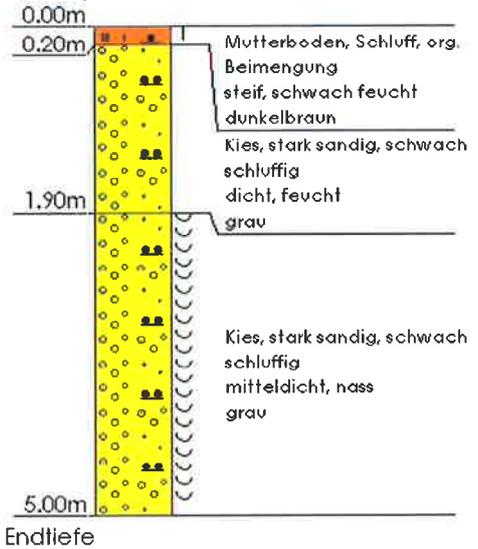
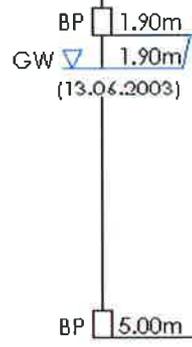
Bemerkungen:

GHB-Consult
 Dipl.-Geol. N. Kampik
 Kreuzstraße 8a, 82319 Starnberg
 Tel: (081 51) 280-60/61, Fax: 280-62
 Bohrprofil DIN 4023

Projekt : BV Seniorenzentrum Eichenau
 ProjektNr.: 30548
 Anlage : 3.6
 Maßstab : 1:75

RKS 6

Ansatzpunkt: 518.60 m



Mutterboden, Schluff, org.
 Beimengung
 steif, schwach feucht
 dunkelbraun
 Kies, stark sandig, schwach
 schluffig
 dicht, feucht
 grau
 Kies, stark sandig, schwach
 schluffig
 mitteldicht, nass
 grau

1 OU
 3 GU
 3 GU

Bemerkungen:

GHR-Consult

Dipl.-Geol. N. Kampik

Kreuzstraße 8a, 82319 Starnberg

Tel: (081 51) 280-60/61, Fax: 280-62

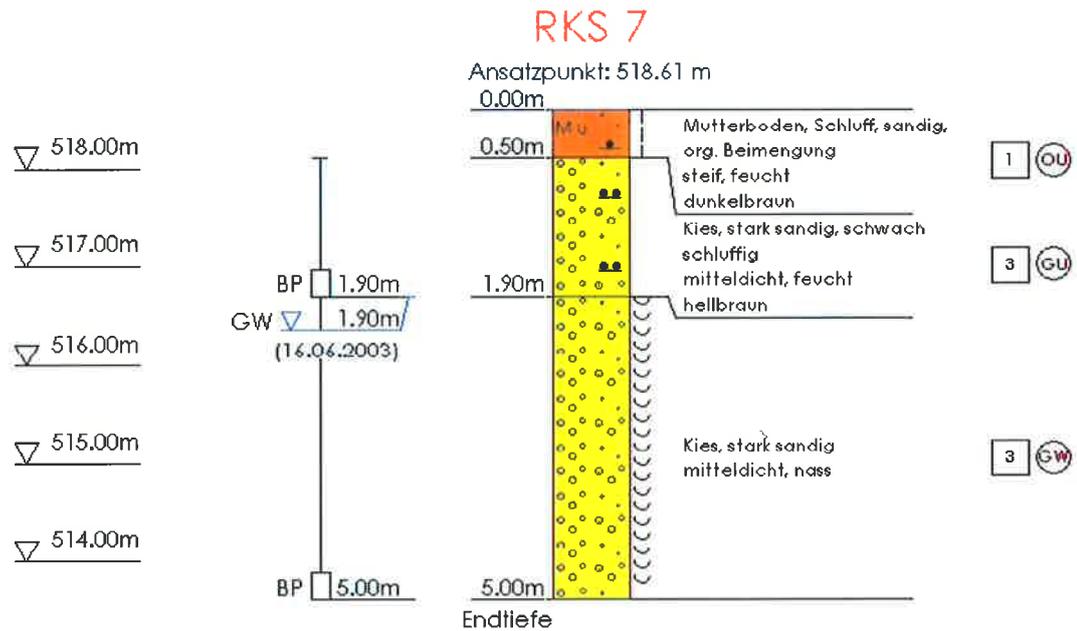
Bohrprofil DIN 4023

Projekt : BV Seniorenzentrum Eichenau

Projektnr.: 30548

Anlage : 3.7

Maßstab : 1:75

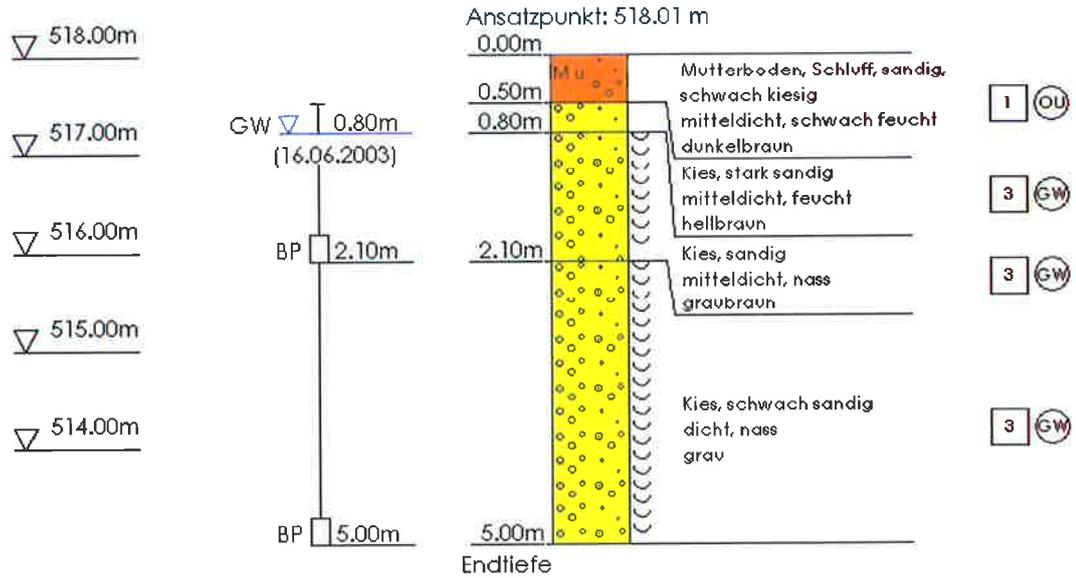


Bemerkungen:

GHB-Consult
 Dipl.-Geol. N. Kampik
 Kreuzstraße 8a, 82319 Starnberg
 Tel: (081 51) 280-60/61, Fax: 280-62
 Bohrprofil DIN 4023

Projekt : BV Seniorenzentrum Eichenau
 Projektnr.: 30548
 Anlage : 3.8
 Maßstab : 1:75

RKS 8

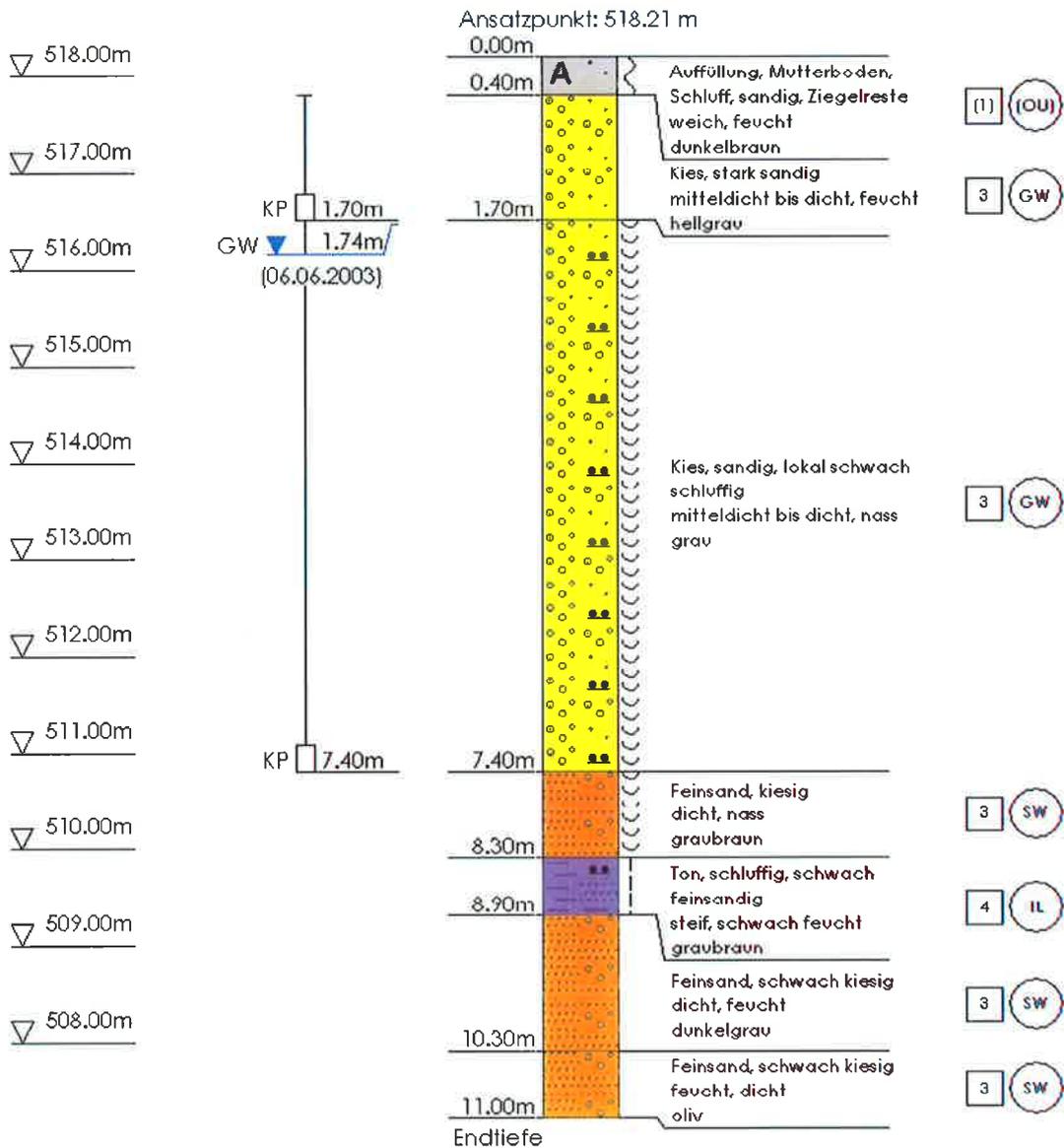


Bemerkungen:

GHR-Consult
 Dipl.-Geol. N. Kampik
 Kreuzstraße 8a, 82319 Starnberg
 Tel: (08151) 280-60/61, Fax: 280-62
 Bohrprofil DIN 4023

Projekt : BV Seniorenzentrum Eichenau
 ProjektNr.: 30548
 Anlage : 3.9
 Maßstab : 1:75

KB 1



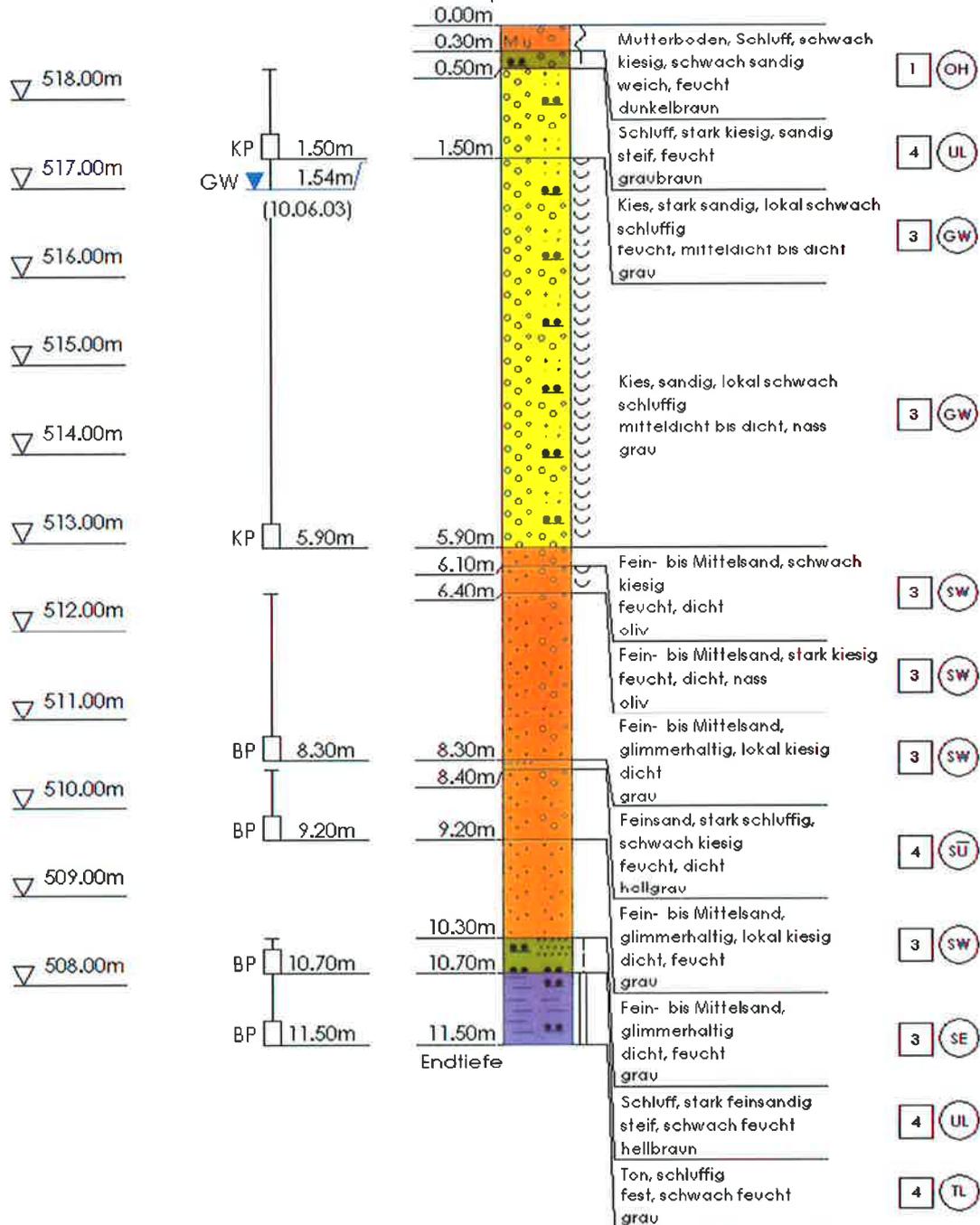
Bemerkungen:

GHB-Consult
 Dipl.-Geol. N. Kampik
 Kreuzstraße 8a, 82319 Starnberg
 Tel: (081 51) 280-60/61, Fax: 280-62
 Bohrprofil DIN 4023

Projekt : BV Seniorenzentrum Eichenau
 Projektnr.: 30548
 Anlage : 3.10
 Maßstab : 1:75

KB 2

Ansatzpunkt: 518.83 m



Bemerkungen:

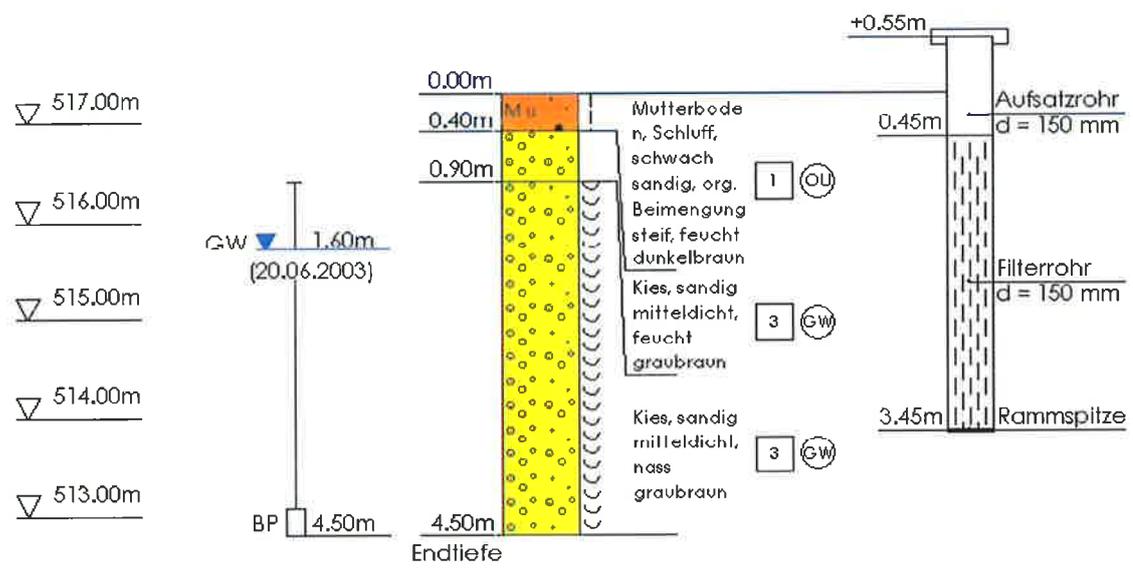
GHB-Consult
 Dipl.-Geol. N. Kampik
 Kreuzstraße 8a, 82319 Starnberg
 Tel: (081 51) 280-60/61, Fax: 280-62
 Bohrprofil DIN 4023

Projekt : BV Seniorenzentrum Eichenau
 Projektnr.: 30548
 Anlage : 3.11
 Maßstab : 1:75 / 1:25

P 1

Ansatzpunkt: 517.30 m

1 1/2" Pegel Stahl
 POK: 517,855 m ü.NN



Bemerkungen:

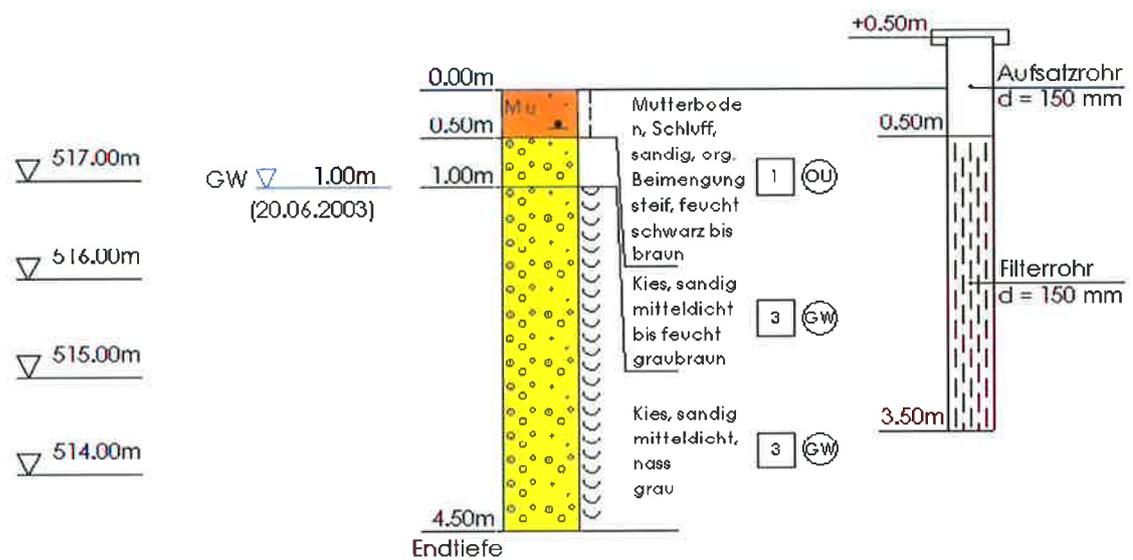
GHB-Consult
 Dipl.-Geol. N. Kampik
 Kreuzstraße 8a, 82319 Starnberg
 Tel: (081 51) 280-60/61, Fax: 280-62
 Bohrprofil DIN 4023

Projekt : BV Seniorenzentrum Eichenau
 Projektnr.: 30548
 Anlage : 3.12
 Maßstab : 1:75 / 1:25

P 2

Ansatzpunkt: 517.92 m

1 1/2" Pegel Stahl
 POK: 518,425 m ü.NN



Bemerkungen:

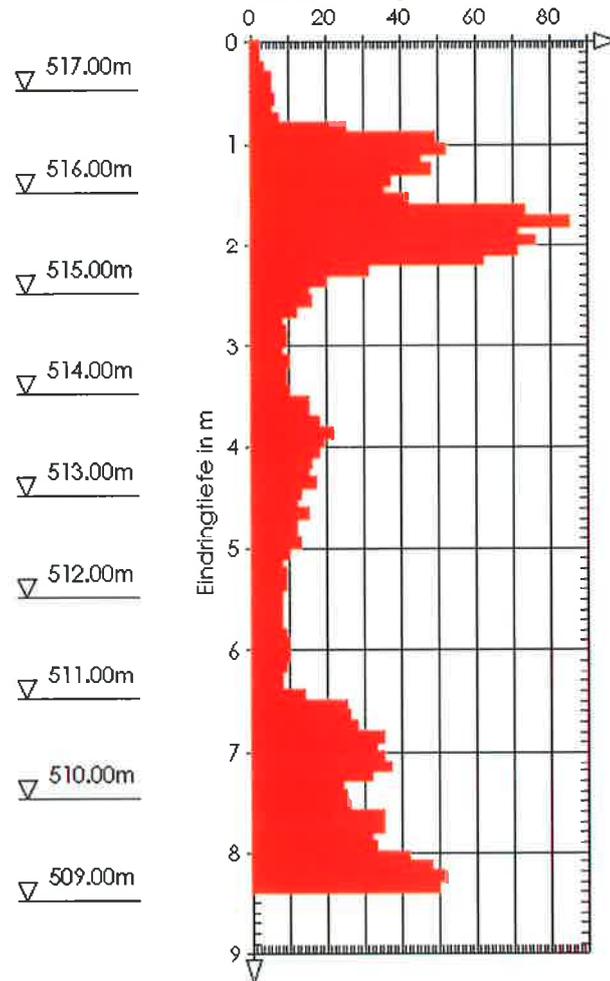
GHB-Consult
Dipl.-Geol. N. Kampik BDrG
Kreuzstrasse 8a, 82319 Starnberg
Tel: (081 51) 280-60/61, Fax: 280-62

Projekt : BV Seniorenzentrum Eichenau
Projektnr.: 30548
Datum: 20.06.2003
Anlage : 4.1
Maßstab : 1:75

DPH 1

Ansatzpunkt: 517.47 m

Anzahl Schläge je 10 cm Eindringung



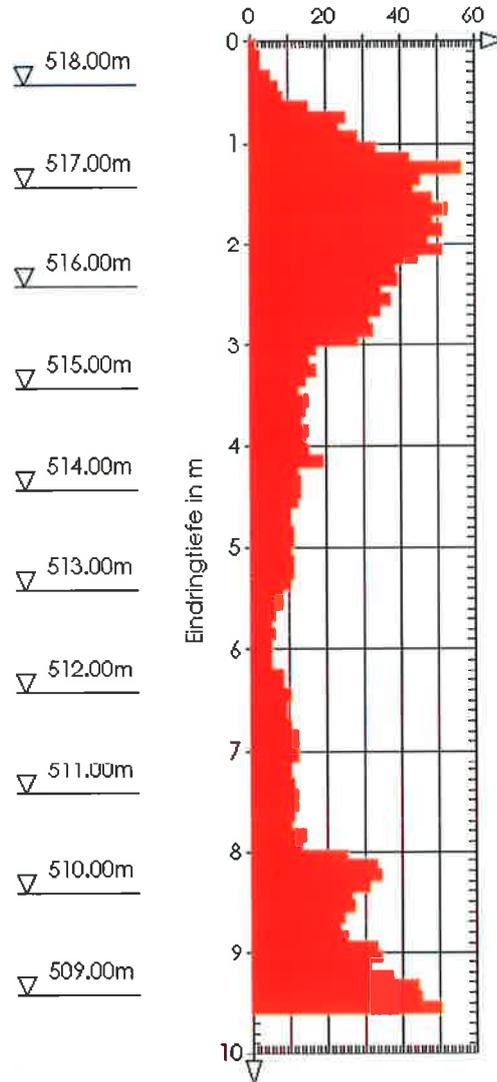
GHB-Consult
Dipl.-Geol. N. Kampik BDG
Kreuzstrasse 8a, 82319 Starnberg
Tel: (081 51) 280-60/61, Fax: 280-62

Projekt : BV Seniorenzentrum Eichenau
Projektnr.: 30548
Datum: 18.06.2003
Anlage : 4.2
Maßstab : 1:75

DPH 2

Ansatzpunkt: 518.42 m

Anzahl Schläge je 10 cm Eindringung



GHB-Consult

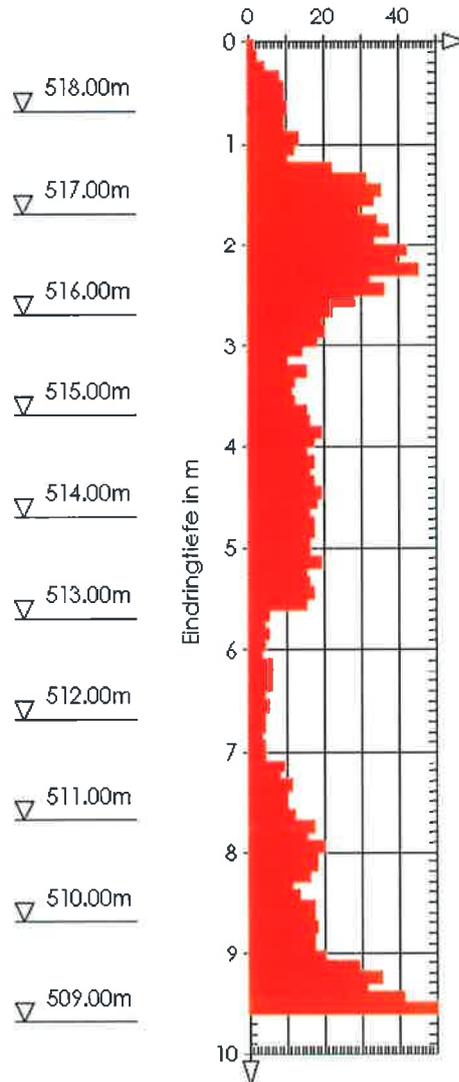
Dipl.-Geol. N. Kampik B DG
Kreuzstrasse 8a, 82319 Starnberg
Tel: (08151) 280-60/61, Fax: 280-62

Projekt : BV Seniorenzentrum Eichenau
Projektnr.: 30548
Datum: 18.06.2003
Anlage : 4.3
Maßstab : 1:75

DPH 3

Ansatzpunkt: 518.67 m

Anzahl Schläge je 10 cm Eindringung



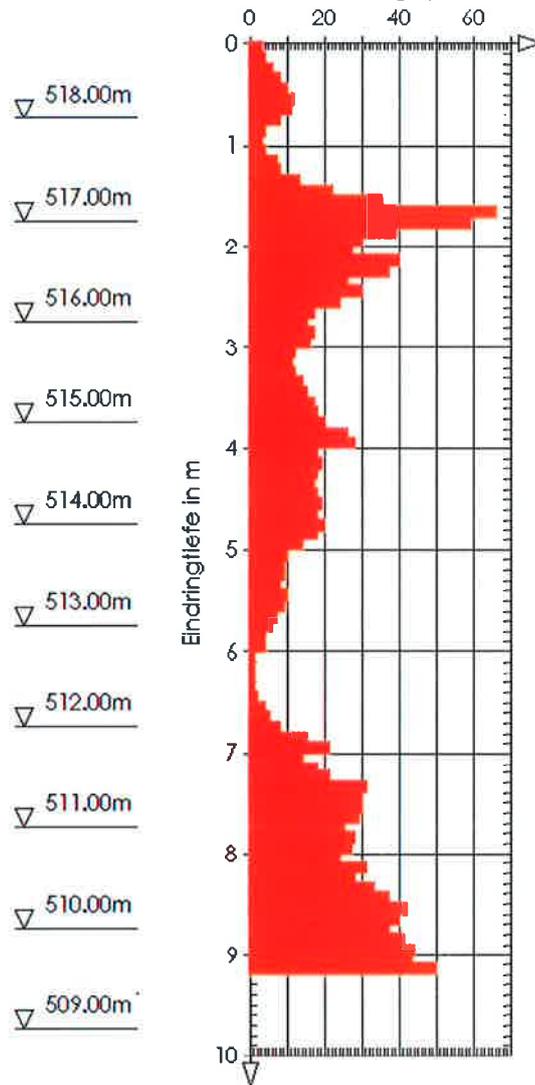
GHB-Consult
Dipl.-Geol. N. Kampik BÖG
Kreuzstrasse 8a, 82319 Starnberg
Tel: (081 51) 280-60/61, Fax: 280-62

Projekt : BV Seniorenzentrum Eichenau
Projekt nr.: 30548
Datum: 13.06.2003
Anlage : 4.4
Maßstab : 1:75

DPH 4

Ansatzpunkt: 518,74 m

Anzahl Schläge je 10 cm Eindringung



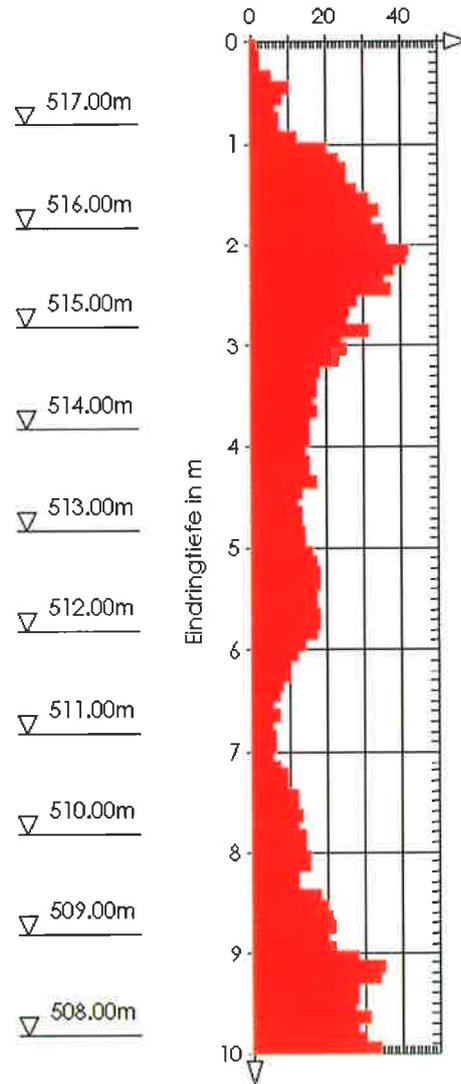
GHB-Consult
Dipl.-Geol. N. Kampik BGD
Kreuzstrasse 8a, 82319 Starnberg
Tel: (081 51) 280-60/61, Fax: 280-62

Projekt : BV Seniorenzentrum Eichenau
Projektnr.: 30548
Datum: 18.06.2003
Anlage : 4.5
Maßstab : 1:75

DPH 5

Ansatzpunkt: 517.80 m

Anzahl Schläge je 10 cm Eindringung

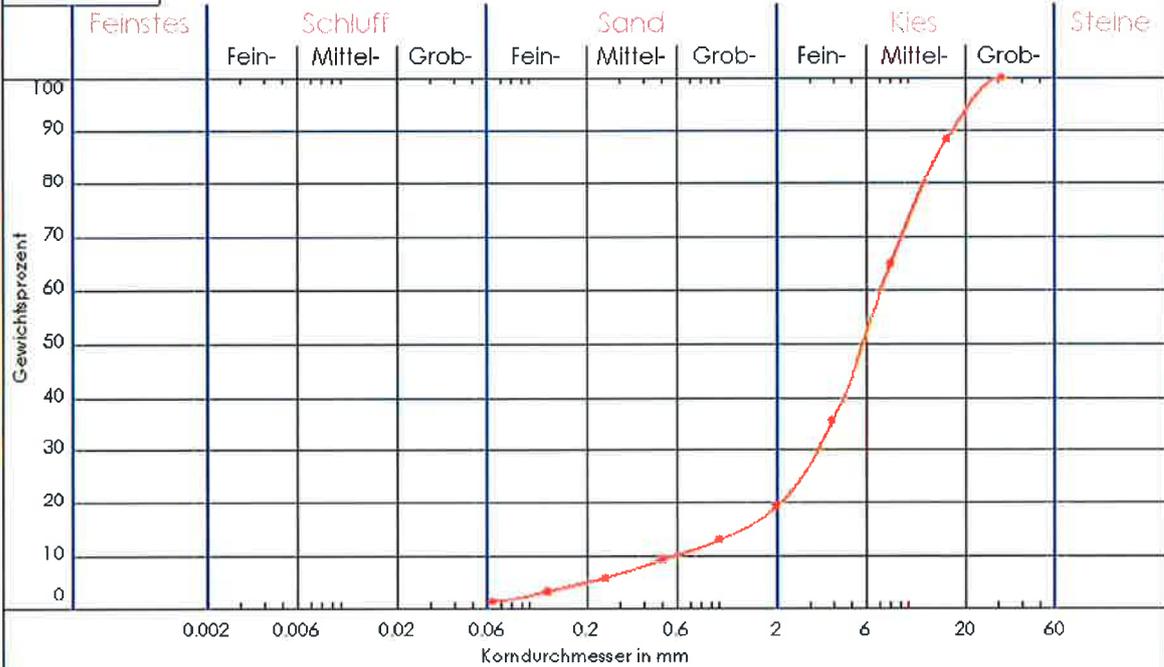


GHB-Consult

Dipl. Geol. N.Kampik BDC
Kreuzstraße 8a, 82319 Starnberg
Tel: (081 51) 28060/61, Fax: 28062

Projekt : BGI + Stadtbau: BV Eichenau Seniorenzentrum
Projektnr.: 30548 und Wohnanlage mit TG
Datum : 25.06.03
Anlage: 5.1

Kornverteilung
DIN 18 123-5



Mittelfines, stark feinkiesig, sandig, grau

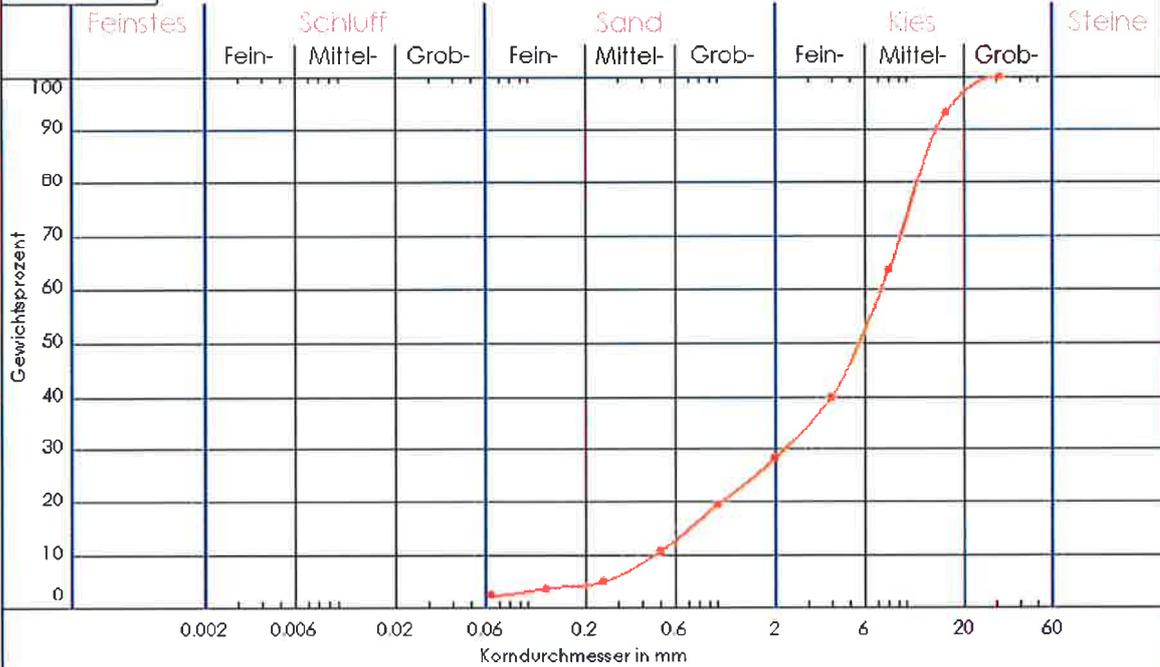
Labornummer	KB 1/7.4			
Entnahmestelle	KB 1			
Entnahmeliefe	1.7 - 7.4 m			
Ungleichförm. U	U = 12.3			
Krümmungszahl	Cc = 2.7			
Bodenart				
Bodengruppe				
d10 / d60	0.578 / 7.125			
Anteil < 0.063 mm	1.4			
Frostempfindl.kl.	F1			
Filterkörnung	> 31.5 mm			
Kornkennzahl	0028			
kf nach Beyer	2.298E-005			
kf nach Hazen	-(U > 5)			
kf nach Kaubisch	-(0.063 <= 10%)			

GHB-Consult

Dipl. Geol. N.Kampik BDC
 Kreuzstraße 8a, 82319 Starnberg
 Tel: (081 51) 28060/61, Fax: 28062

Projekt : BGI + Stadtbau: BV Eichenau Seniorenzentrum
 Projektnr.: 30548 und Wohnanlage mit TG
 Datum : 25.06.03
 Anlage: 5.2

Kornverteilung DIN 18123-5



Mittelsandes, stark feinkiesig, sandig, grau

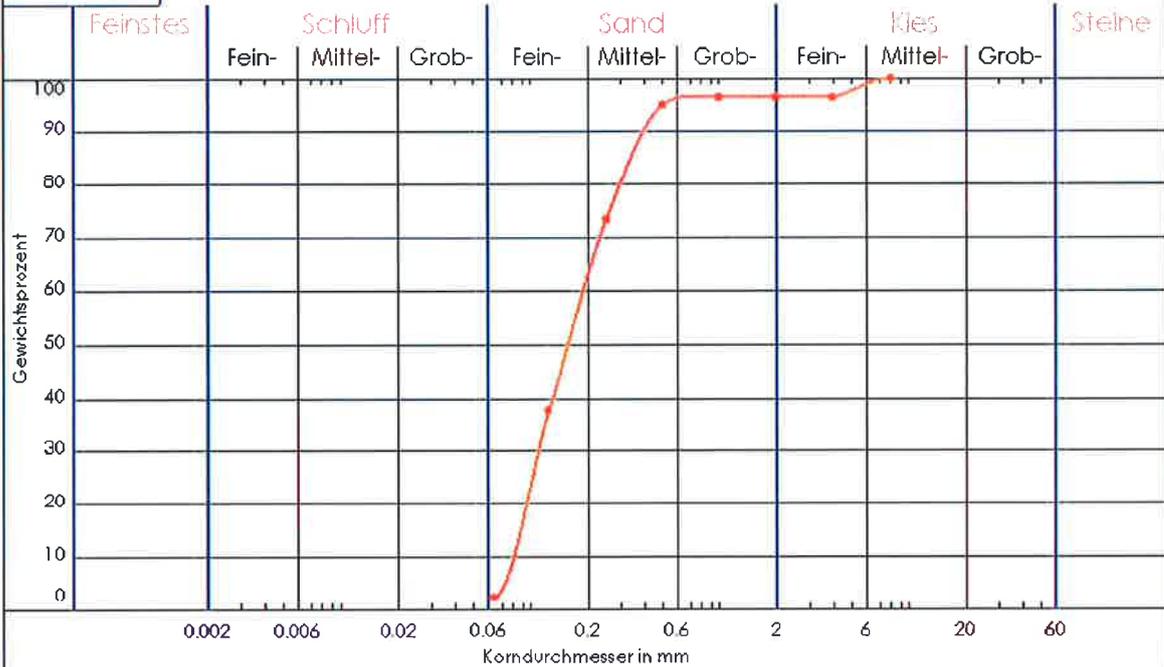
Labornummer	KB 2/5.9			
Entnahmestelle	KB 2			
Entnahmeliefe	1,5 - 5,9 m			
Ungleichförm. U	U = 15,7			
Krümmungszahl	Cc = 1,5			
Bodenart				
Bodengruppe				
d ₁₀ / d ₆₀	0,465 / 7,322			
Anteil < 0,063 mm	2,5			
Frostempfindl.kl.	F1			
Filterkörnung	> 31,5 mm			
Kornkennzahl	0037			
k _f nach Beyer	1,412E-003			
k _f nach Hazen	- (U > 5)			
k _f nach Kaubisch	- (0,063 <= 10%)			

GHB-Consult

Dipl. Geol. N.Kampik BDC
 Kreuzstraße 8a, 82319 Starnberg
 Tel: (081 51) 28060/61, Fax: 28062

Projekt: BGI + Stadtbau: BV Eichenau Seniorenzentrum
 Projektnr.: 30548 und Wohnanlage mit TG
 Datum: 25.06.03
 Anlage: 5.3

Kornverteilung
 DIN 18 123-5



Fein- bis Mittelsand, lokal feinkiesig, gravuliv

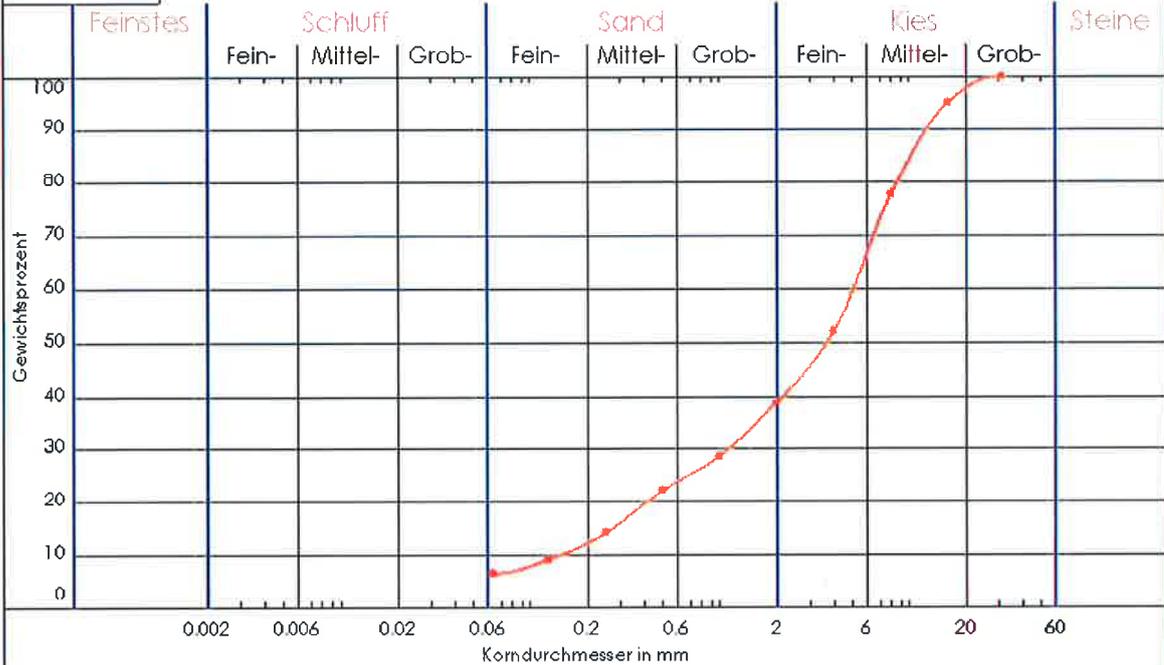
Labornummer	KB 2/8.3			
Entnahmestelle	KB 2			
Entnahmetiefe	6.4 - 8.3 m			
Ungleichförm. U	U = 2.3			
Krümmungszahl	Cc = 0.8			
Bodenart				
Bodengruppe				
d10 / d60	0.082 / 0.190			
Anteil < 0.063 mm	2.3			
Frostempfindl.kl.	F1			
Filterkörnung	0.4 - 0.8 mm			
Kornkennzahl	00100			
kf nach Beyer	5.282E-005			
kf nach Hazen	7.718E-005			
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)			

GHB-Consult

Dipl. Geol. N.Kampik BDG
Kreuzstraße 8a, 82319 Starnberg
Tel: (081 51) 28060/61, Fax: 28062

Projekt : BGI + Stadtbau: BV Eichenau Seniorenzentrum
Projektnr.: 30548 und Wohnanlage mit TG
Datum : 25.06.03
Anlage: 5.4

Kornverteilung
DIN 18 123-5



Fein- bis Mittelkies, stark sandig, schw. schluffig, grau

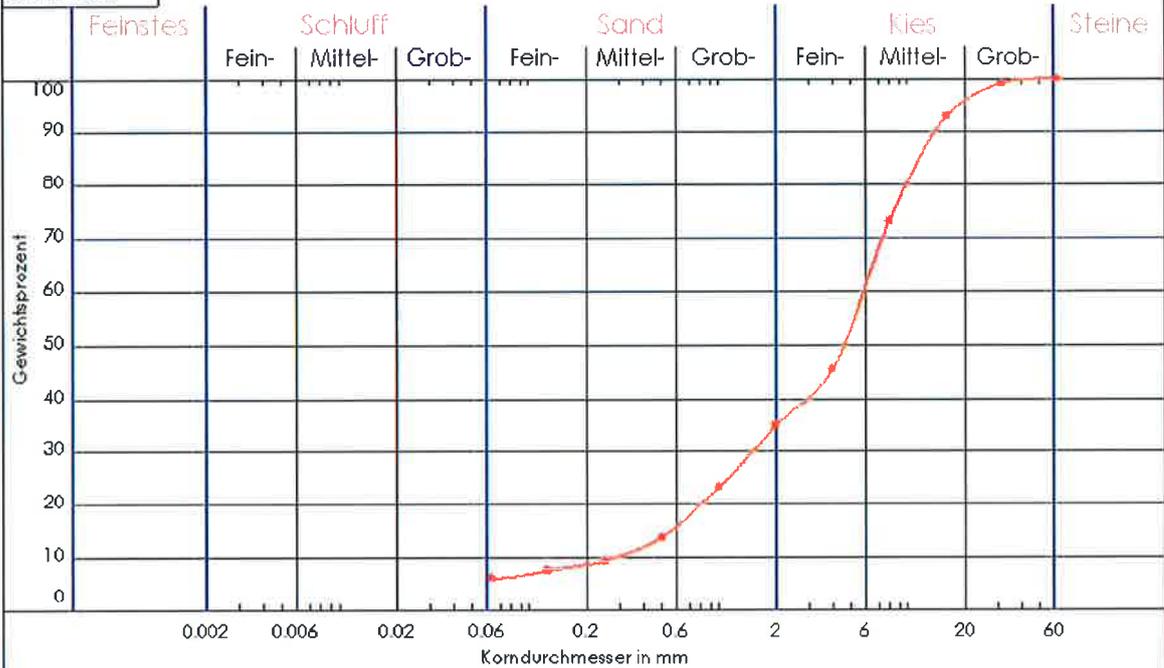
Labornummer	— RKS 3/2.0			
Entnahmestelle	RKS 3			
Entnahmetiefe	0,2 - 2,0 m			
Ungleichförm. U	U = 35,0			
Krümmungszahl	Cc = 1,7			
Bodenart				
Bodengruppe				
d10 / d60	0,144 / 5,049			
Anteil <0,063 mm	6,4			
Frostempfindl.kl.	F2			
Filterkörnung	> 31,5 mm			
Kornkennzahl	0136			
kf nach Beyer	1,243E-004			
kf nach Hazen	- (U > 5)			
kf nach Kaubisch	- (0,063 <= 10%)			

GHB-Consult

Dipl. Geol. N.Kampik BDG
 Kreuzstraße 8a, 82319 Starnberg
 Tel: (081 51) 28060/61, Fax: 28062

Projekt: BGI + Stadtbau: BV Eichenau Seniorenzentrum
 Projektnr.: 30548 und Wohnanlage mit TG
 Datum: 25.06.03
 Anlage: 5.5

Kornverteilung
 DIN 18 123-5



Fein- bis Mittelkies, stark sandig, schw. schluffig, grau

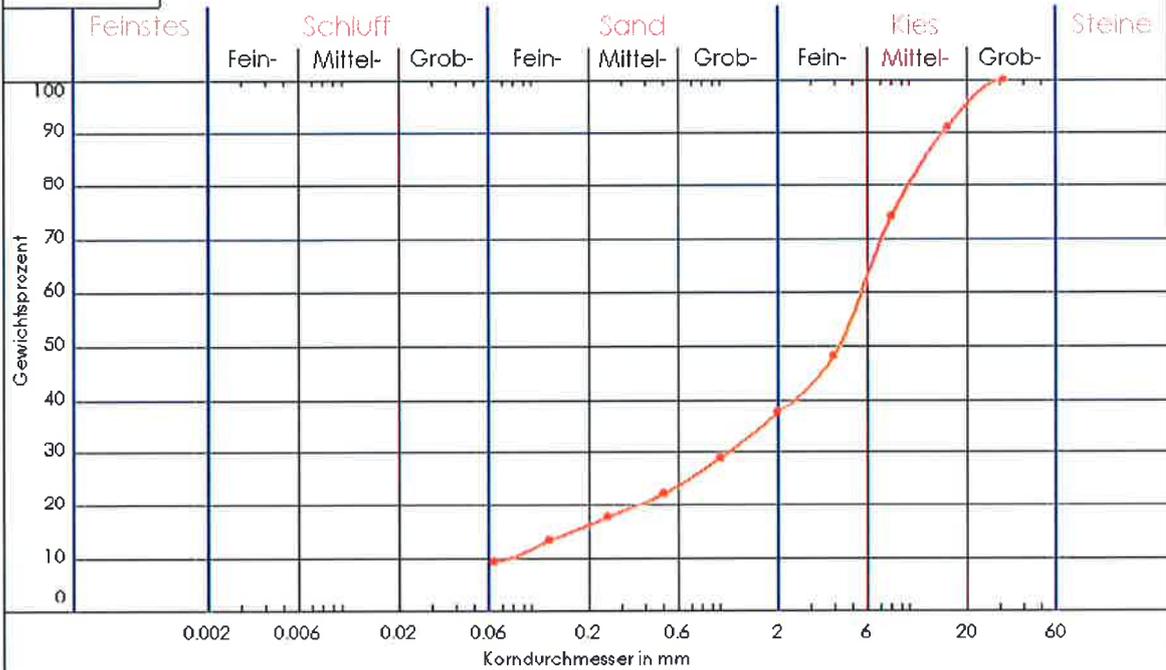
Labornummer	— RKS 6/1.9			
Entnahmestelle	RKS 6			
Entnahmetiefe	1.9 - 5.0 m			
Ungleichförm. U	U = 20.5			
Krümmungszahl	Cc = 1.4			
Bodenart				
Bodengruppe				
d10 / d60	0.285/5.837			
Anteil <0.063 mm	6.1			
Frostempfindl.kl.	F2			
Filterkörnung	> 31.5 mm			
Kornkennzahl	0136			
kf nach Beyer	5.019E-004			
kf nach Hazen	- (U > 5)			
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)			

GHB-Consult

Dipl. Geol. N.Kampik BDC
 Kreuzstraße 8a, 82319 Starnberg
 Tel: (081 51) 28060/61, Fax: 28062

Projekt: BGI + Stadtbau: BV Eichenau Seniorenzentrum
 Projektnr.: 30548 und Wohnanlage mit TG
 Datum: 25.06.03
 Anlage: 5.6

Kornverteilung
 DIN 18 123-5



Fein- bis Mittelkies, stark sandig, schw. schluffig, grau

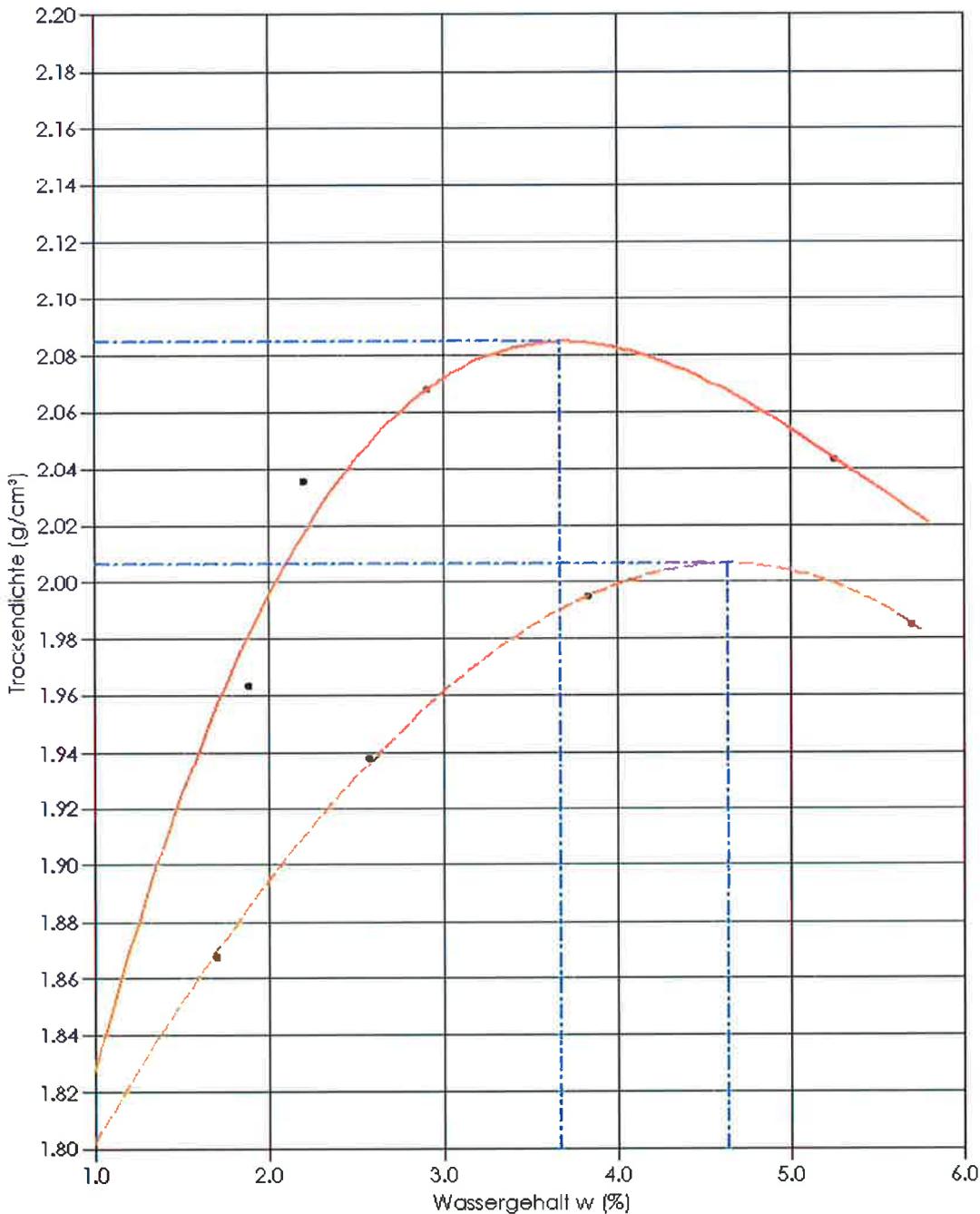
Labornummer	RKS 7/1.9		
Entnahmestelle	RKS 7		
Entnahmetiefe	0.5 - 1.9		
Ungleichförm. U	U = 72.2		
Krümmungszahl	Cc = 2.8		
Bodenart			
Bodengruppe			
d ₁₀ / d ₆₀	0.077 / 5.578		
Anteil < 0.063 mm	9.4		
Frostempfindl.kl.	F2		
Filterkörnung	> 31.5 mm		
Kornkennzahl	0136		
k _f nach Beyer	3.557E-005		
k _f nach Hazen	- (U > 5)		
k _f nach Kaubisch	- [0.063 <= 10%]		

GHB-Consult

Dipl.-Geol. N.Kampik BDG
 Kreuzstraße 8a, 82319 Starnberg
 Tel: (081 51) 28060/61, Fax: 28062

Proctorversuch DIN 18 127

Projekt : BGI + Stadtbau: BV Eichenau Seniorenzentrum und
 Projekt nr.: 30548 Wohnanlage mit TG
 Datum : 25.06.00
 Anlage : 5.7
 Bohrung : KB 1
 Bodenart : f-mG,s_
 Tiefe : 0.4 - 1.7 m



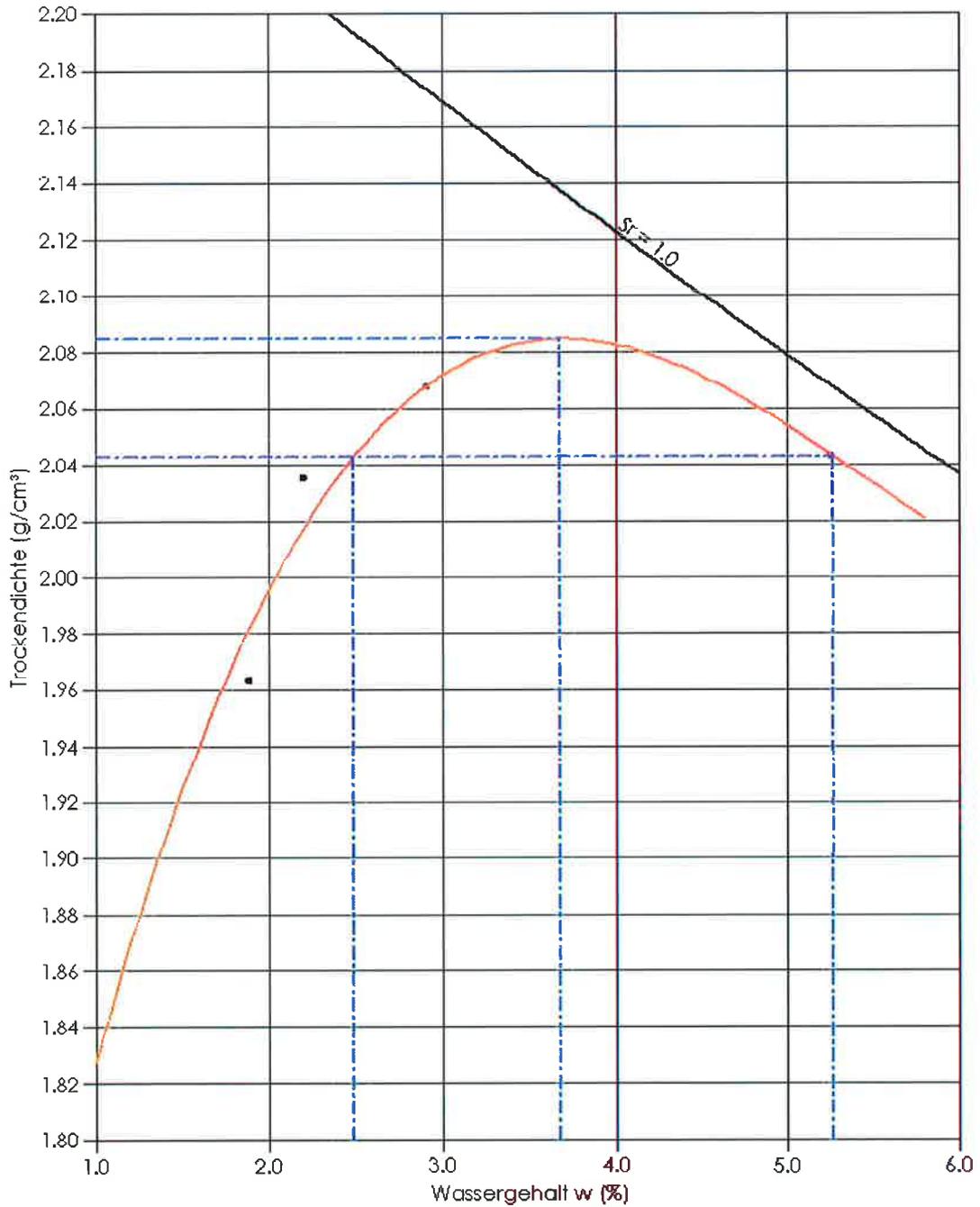
Versuch	Proctordichte	Opt. Wassergehalt	Nat. Wassergehalt
— KB 2/5.9	2.08 g/cm³	3.68 %	5.70 %
- - - KB 1/1.7	2.01 g/cm³	4.64 %	3.30 %

GHB-Consult

Dipl.-Geol. N.Kampik BDG
Kreuzstraße 8a, 82319 Starnberg
Tel: (081 51) 28060/61, Fax: 28062

Proctorversuch DIN 18 127

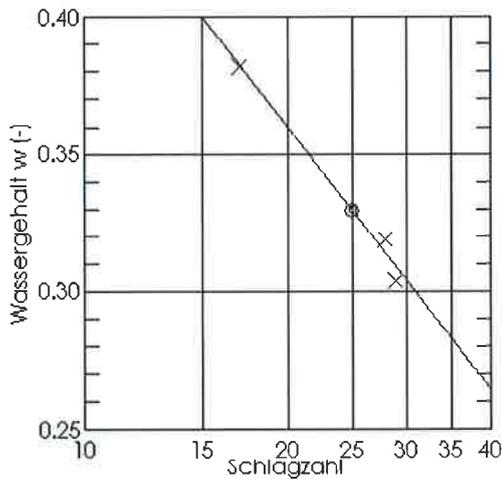
Projekt : BGI + Stadtbau: BV Eichenau Seniorenzentrum und
ProjektNr.: 30548 Wohnanlage mit TG
Datum : 25.06.03
Anlage : 5.8
Bohrung : KB 2
Bodenart : f-mG,s, lokal u'
Tiefe : 1.5 - 5.9 m



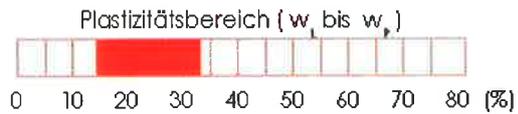
	100 %		98.0 %	
Proctordichte :	2.08 g/cm³	Dichte (g/cm³)	2.04	
Optimaler Wassergehalt :	3.68 %	wmin (%)	2.49	
Natürlicher Wassergehalt :	5.70 %	wmax (%)	5.26	

GHB-Consult	Projekt : BGI und Stadtbau; BV Eichenau Senioren-
Dipl.-Geol. N.Kampik BDG	Projektnr.: 30548 zentrum und Wohnanlage mit IG
Kreuzstraße 8a, 82319 Starnberg	Datum : 25.06.03
Tel: (081 51) 28060/61, Fax: 28062	Anlage : 5.10
Zustandsgrenzen	Labornummer : 30548/KD2/11.5
DIN 18 122	Tiefe : 10.7 - 11.5 m
Entnahmestelle: KB 2	Bodengruppe: T,u Tonmergel
Ausgef. durch: Pröpper	Art der Entn.: gestört
	Entn. am : 06.06.03

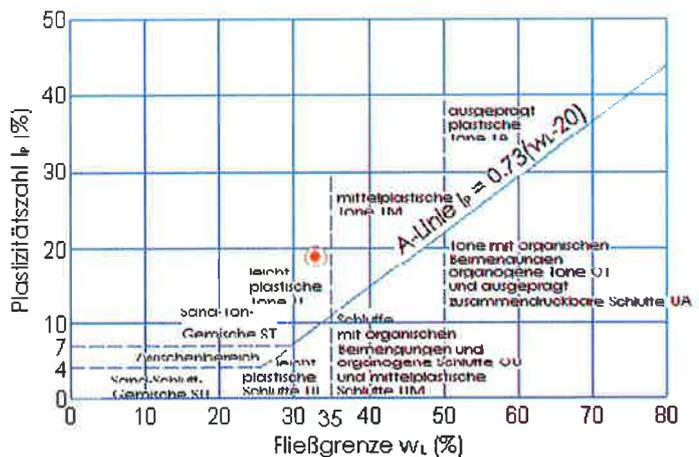
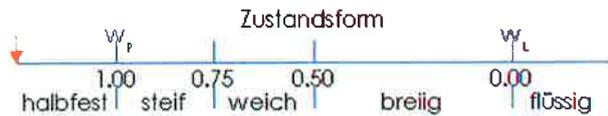
Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	31	24	159		41	132	70	
Zahl der Schläge	28	29	17					
Feuchte Probe + Behälter (g)	111.30	125.10	121.40		85.90	102.40	104.50	
Trockene Probe + Behälter (g)	96.20	107.60	105.30		80.20	96.40	96.90	
Behälter (g)	48.90	50.00	63.10		41.80	51.90	42.20	
Wasser (g)	15.10	17.50	16.10		5.70	6.00	7.60	
Trockene Probe (g)	47.30	57.60	42.20		38.40	44.50	54.70	
Wassergehalt (-)	0.319	0.304	0.382		0.148	0.135	0.139	0.141



Wassergehalt $w_H = 0.063$
 Fließgrenze $w_L = 0.329$
 Ausrollgrenze $w_p = 0.141$

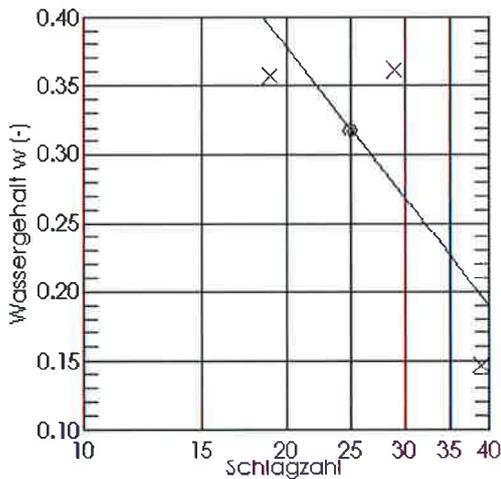


Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_p = 0.188$
 Konsistenzzahl $I_c = \frac{w_L - w_H}{I_p} = 1.415$

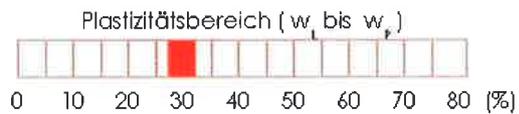


GHB-Consult	Projekt : BGI und Stadtbau; BV Eichenau Senioren-
Dipl.-Geol. N.Kampik BDG	Projektnr.: 30548 zentrum und Wohnanlage mit TG
Kreuzstraße 8a, 82319 Starnberg	Datum : 25.06.03
Tel: (081 51) 28060/61, Fax: 28062	Anlage : 5.9
Zustandsgrenzen	Labornummer : 30548/KB2/10.7
DIN 18 122	Tiefe : 10.3 - 10.7 m
Entnahmestelle: KB 2	Bodengruppe: U _{fs}
Ausgef. durch: Pröpper	Art der Entn.: gestört
	Entn. am : 06.06.03

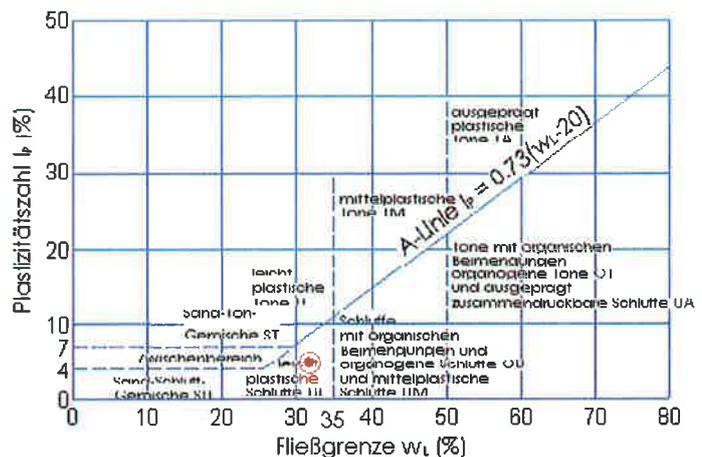
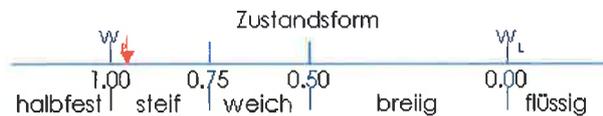
Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	39	31	161		81	152	177	
Zahl der Schläge	19	29	39					
Feuchte Probe + Behälter (g)	83.60	110.90	142.70		93.00	102.60	113.80	
Trockene Probe + Behälter (g)	74.90	97.70	129.60		81.80	90.10	91.70	
Behälter (g)	50.50	61.10	40.60		41.30	44.50	5.30	
Wasser (g)	8.70	13.20	13.10		11.20	12.50	22.10	
Trockene Probe (g)	24.40	36.60	89.00		40.50	45.60	86.40	
Wassergehalt (-)	0.357	0.361	0.147		0.277	0.274	0.256	0.269



Wassergehalt $w_H = 0.271$
 Fließgrenze $w_L = 0.317$
 Ausrollgrenze $w_P = 0.269$



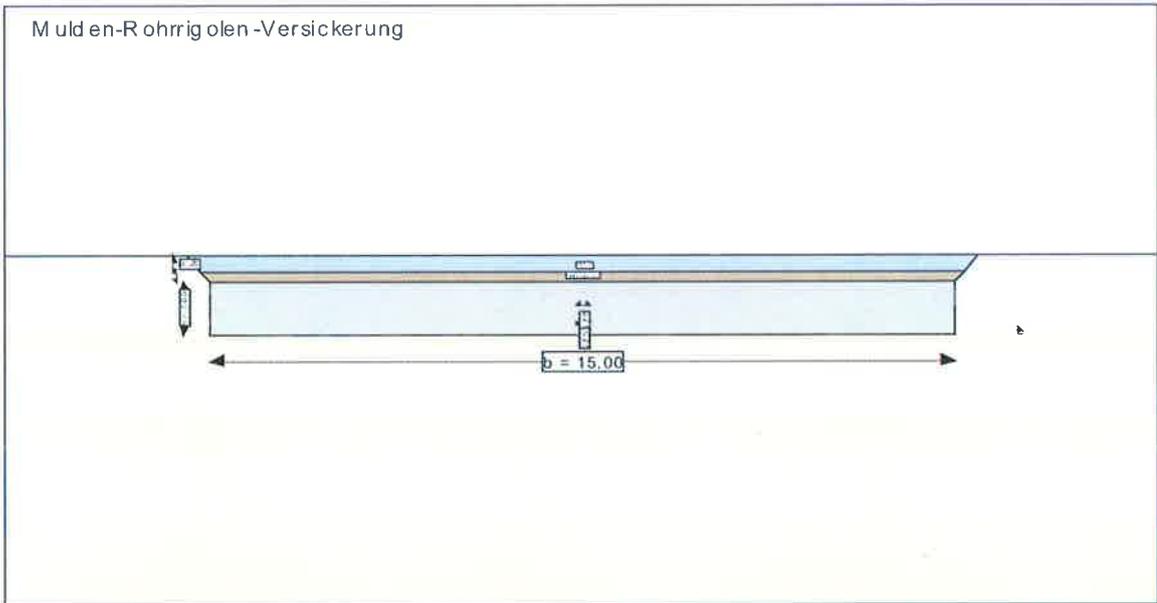
Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.048$
 Konsistenzzahl $I_c = \frac{w_L - w_H}{I_p} = 0.958$



Versickerung nach ATV A-138 (Januar 2002)

BGI und Stadibau	Häufigkeit (Mulde) = 0,200
Mulden-Rohrigolen-Versickerung	Häufigkeit (Rigole) = 0,200
Durchlässigkeit (Mulde) = $8.000 \cdot 10^{-5}$ m/s	Dicke Mutterboden = 0,20 m
Durchlässigkeit (Untergrund) = $5.000 \cdot 10^{-5}$ m/s	Höhe (Rigole) = 1,00 m
Abstand zum nächsten Keller = 10,00 m	Breite (Rigole) = 15,00 m
Grundwasserflurabstand = 2,80 m	A(red) = 4800,00 m ²
Zuschlagsfaktor = 1,20	Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1,00 m

Mulden-Rohrigolen-Versickerung



Ergebnis
 Einstauhöhe Muldentiefe = 0,28 m
 Länge Mulde-Rohrigole = 20,99 m
 Regendauer (Mulde) = 20,00 Minuten
 Regendauer (Mulde-Rohrigole) = 90,00 Minuten
 Speichervolumen (Mulde) = 88,46 m³
 Speicherkoeffizient (umgerechnet) = 0,351

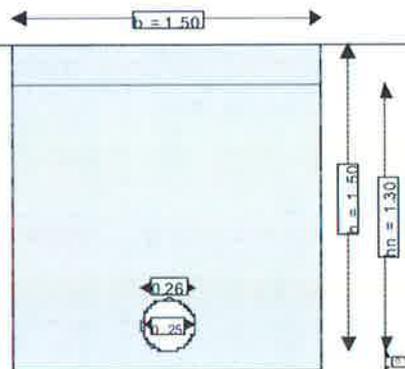
Sickermulde (Größe 1,100 m²)
 4.800 m²
 Einstauhöhe von 0,28 m

Eichenau				
D	f _{mulde} [l/(s * ha)]	L (Rigole) [m]	f _{rigole} [l/(s * ha)]	V (Mulde) [m ³]
5 min	419,0	0,10	419,0	73,16
10 min	273,3	4,99	273,3	64,42
15 min	213,1	8,33	213,1	68,27
20 min	178,7	10,89	178,7	68,46
30 min	139,6	14,67	139,6	62,87
45 min	109,1	18,43	109,1	66,00
60 min	91,7	20,95	91,7	43,64
90 min	65,8	20,59	65,8	-33,55
2 h	52,0	20,52	52,0	-115,08
3 h	37,4	16,21	37,4	-284,26
4 h	29,7	17,93	29,7	-457,62
6 h	21,4	15,60	21,4	-613,21
8 h	15,5	13,14	15,5	-1355,16
12 h	12,3	11,35	12,3	-1904,76
18 h	9,3	9,56	9,3	-2094,77
24 h	7,8	8,55	7,8	-4084,78
48 h	4,9	5,97	4,9	-8524,36
72 h	3,7	4,69	3,7	-13006,76

Versickerung nach ATV A-138 (Januar 2002)

BGI und Stadtbau	A(re d) = 4800,00 m ²	Nutzbare Höhe der Rigole h _n = 1,30 m
Rohrriolenversickerung	Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1,00 m	Speicherkoeffizient s = 0,350
Durchlässigkeit = 5,000 * 10 ⁻⁷ m/s	Lichte Weite des Rohres = 0,25 m	Speicherkoeff. (umgerechnet) = 0,366
Abstand zum nächsten Keller = 10,00 m	Dicke des Rohres = 0,003 m	
Grundwasserflurabstand = 2,80 m	Sohlbreite der Rigole b = 1,50 m	
Zuschlagsfaktor = 1,20	Höhe der Rigole h = 1,50 m	
Häufigkeit n [1/a] = 0,200	Max. Wassersand Rigole = 0,20 m	

Rohrriolenversickerung



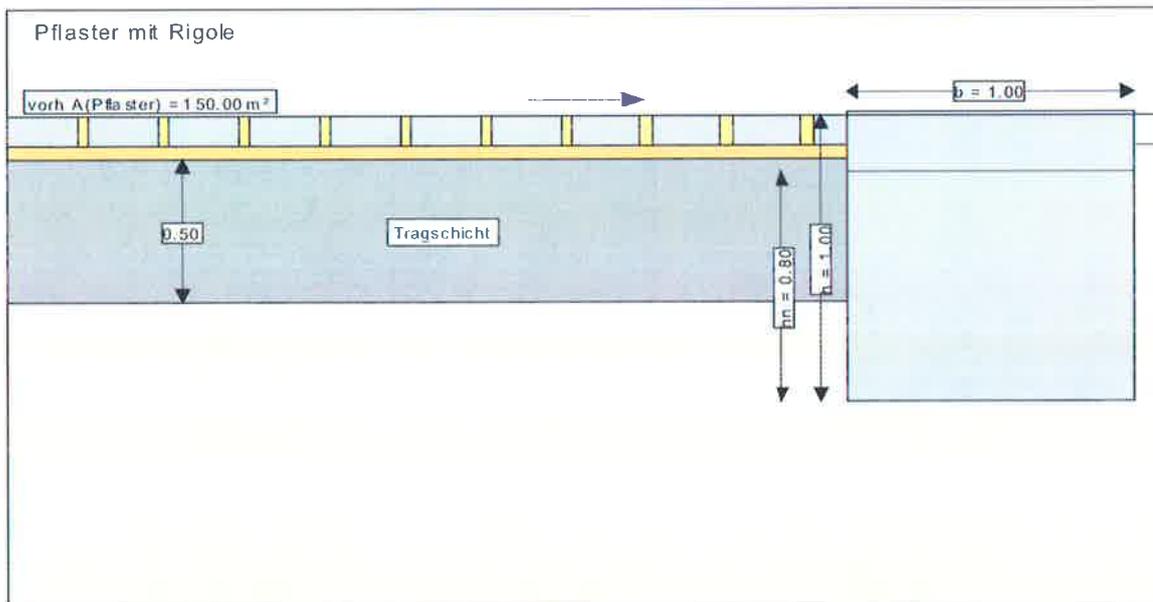
Ergebnis
 Erforderliche Rohrriolenlänge = 27,34 m
 Erforderliches Speichervolumen = 19,50 m³
 Maßgebende Regendauer = 5,0 Minuten
 Regenspende = 419,0 Liter/(sec*ha)

Rohrriole
 4.800 m²
 Länge 27 m

Eichenau		
D	r(α _{0,2}) [l/(s*ha)]	L [m]
5 min	419,0	27,34
10 min	273,3	20,61
15 min	213,1	16,95
20 min	178,7	14,61
30 min	139,6	11,75
45 min	109,1	9,36
60 min	91,7	7,94
90 min	65,8	5,76
2 h	52,0	4,57
3 h	37,4	3,31
4 h	29,7	2,63
6 h	21,4	1,90
9 h	15,5	1,38
12 h	12,3	1,10
18 h	9,3	0,83
24 h	7,8	0,70
48 h	4,9	0,44
72 h	3,7	0,33

Versickerung nach ATV A-138 (Januar 2002)

BGI und Stadibau	Dicke (Tragschicht) = 0.50 m	Häufigkeit n [1/a] = 0.200	Sohlbreite der Rigole b = 1.0 m
Pflaster mit Rigole	Eff. Porenraum (Tragschicht) = 0.20	Vorh. Pflasterfläche = 1500 m ²	Höhe der Rigole h = 1.00 m
Durchlässigkeiten:	Fugenananteil = 8.0 %	Vorh. Fremdfläche = 150.0 m ²	Max. Wasserstand Rigole = 0.20 m
Fugen = $1.000 \cdot 10^{-3}$ m/s	Abflussbeiwert = 0.500	A(red) Gesamt = 300.00 m ²	Nutzbare Höhe der Rigole h _n = 0.80 m
Belegung = $1.000 \cdot 10^{-3}$ m/s	Abstand zum nächsten Keller = 10.00 m	A(red) Pflaster = 150.00 m ²	Speicherkoeffizient s = 0.350
Tragschicht = $5.000 \cdot 10^{-3}$ m/s	Grundwasserflurabstand = 2.80 m	A(red) Rigole = 150.00 m ²	
Untergrund = $5.000 \cdot 10^{-3}$ m/s	Zuschlagsfaktor = 1.20	Zulässiger Abstand U.K. Anlage - GW = 100 m	



Ergebnis
 Wirksame Durchlässigkeit (Fugen) = $8.000 \cdot 10^{-5}$ m/s
 Erforderliche Rigolenlänge = 1.47 m
 Erforderliches Speichervolumen (Rigole) = 0.41 m³
 max. Einstau (Tragschicht) = 0.00 m
 Regenspende (Pflaster) = 273.30 Liter/(sec*ha)
 Regendauer (Pflaster) = 10 Minuten
 Regenspende (Rigole) = 419.00 Liter/(sec*ha)

Eichenau			
D	$R_{(0,2)}$ [l/(s*ha)]	$R_{(0,7)}$ [l/(s*ha)]	L (Rohr) [m]
5 min	419.0	419.0	1.47
10 min	273.3	273.3	1.05
15 min	213.1	213.1	0.85
20 min	178.7	178.7	0.73
30 min	139.6	139.6	0.58
45 min	109.1	109.1	0.46
60 min	91.7	91.7	0.39
90 min	65.8	65.8	0.28
2 h	52.0	52.0	0.22
3 h	37.4	37.4	0.16
4 h	29.7	29.7	0.13
6 h	21.4	21.4	0.09
9 h	15.5	15.5	0.07
12 h	12.3	12.3	0.05
18 h	9.3	9.3	0.04
24 h	7.8	7.8	0.03
48 h	4.9	4.9	0.02
72 h	3.7	3.7	0.02

Projekt: BV Wohnanlage mit TG
und Seniorenzentrum Eichenau

Geo Hydro Bau Consult

N.Kampik, Dipl.-Geol. BDC

Anlage: 7.1

Kreuzstraße 8a
82319 Starnberg
Tel.: 08151 / 280-60
Fax: 08151 / 280-62

Projektnr.: 30548



Abb. 1: Blick nach NE (entlang der Bahnhofstrasse
auf BV Bahnunterführung



Abb. 2: Blick nach NW (auf die Bahnlinie)



Abb. 3: Blick nach WNW (links Peter-Rosegger-Str)



Abb. 4: BV Bahnunterführung



Abb. 5: Blick nach S auf die Peter-Rosegger-Str.

Projekt: BV Wohnanlage mit TG
und Seniorenzentrum Eichenau

Geo Hydro Bau Consult

N.Kampik, Dipl.-Geol. BDG

Anlage: 7.2

Kreuzstraße 8a
82319 Starnberg
Tel.: 08151 / 280-60
Fax: 08151 / 280-62

Projektnr.: 30548



Abb. 6: Blick nach S entlang des Starzelbaches



Abb. 7: NW-Seite des Grundstücks: Starzel-Bach



Abb. 8: Wasserhaltung BV Bahnunterführung
(Teilmenge)



Abb.9: KB 2