

**TechnologiePark 2000 USH
Unterschleißheim**

**Beurteilung der geo- und gründungs-
technischen Verhältnisse**

Auftraggeber: Projektentwicklungsgesellschaft
TechnologiePark 2000
Unterschleißheim GbR
Sportplatzstraße 72
85716 Unterschleißheim

Projektentwicklung: DYNAMIS
Projektentwicklung und Beratung
Nymphenburger Straße 118
80636 München

Architekt: Wörle-Siebig Strauch
Architekten GmbH
Dachauer Straße 37
80335 München

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Bernd Wagner
Dr.-Ing. Lothar Powroschnik

Datum: 03.04.2001

Projekt-Nr.: 01/05

Datei-Nr.: Q:\wagner\Projektnummer 01\0105 Unterschleißheim\0105
Berichte\0105-Bericht\0105 Bericht1.doc

Dieser Bericht enthält 29 Seiten und 7 Anlagen.



SEIDL & PARTNER GMBH

BOELCKESTRASSE 40 - 93051 REGENSBURG - TELEFON 09 41/9 20 11-0 - TELEFAX 09 41/9 20 11-111
GESCHÄFTSFÜHRER: PROF.-DR.-ING. K. RICHARD SEIDL - HRB REGENSBURG 3644

NIEDERLASSUNGEN: BERLIN - LEIPZIG - MÜNCHEN - AMSTERDAM - LONDON

Inhaltsverzeichnis

Seite

1.	Veranlassung und Aufgabenstellung	4
2.	Planunterlagen	4
3.	Projektbeschreibung	5
4.	Feldarbeiten und Laboruntersuchungen	6
5.	Baugrundverhältnisse	7
5.1	Beschreibung der Schichtenfolge	7
5.2	Eigenschaften der Schichten	9
6.	Grundwasserverhältnisse und Grundwassereigenschaften	9
7.	Bodenklassifizierung und Bodenkennwerte	11
8.	Folgerungen für die Baumaßnahme	12
8.1	Allgemeines zur Baugrube	12
8.2	Baugrubenausführung unter Einbeziehung des Tertiärs	13
8.2.1	Baugrubenumschließung	14
8.2.2	Sohlabdichtung	15
8.3	Baugrubenausführung mit künstlicher Sohlabdichtung	15
8.3.1	Baugrubenumschließung	15
8.3.2	Sohlabdichtung	16
8.4	Technische Hinweise Verbau	18
8.5	Wertung der Möglichkeiten zur Baugrubenumschließung	19
8.6	Erd- und Wasserdruckansätze	21
8.7	Anker	22
8.8	Querschotts	22
8.9	Wasserhaltung im Bauzustand	22
8.9.1	Trogentwässerung	22
8.9.2	Ableitung	23
8.10	Auftriebssicherung	23
8.11	Grundwasserbeeinflussung	24
8.11.1	Baugrubenumschließung	24
8.11.2	Bauwerke	24
8.12	Gründung Untergeschoß	24
8.12.1	Allgemeines	25
8.12.2	Bemessung	25
8.12.3	Hinweise zur Herstellung der Gründungssohle	26
8.13	Setzungsfugen	27
8.14	Hinterfüllung	28
9.	Schlußbemerkungen	28

Tabellenverzeichnis

Seite

Tabelle 1: Bodenklassifizierung	11
Tabelle 2: Bodenkennwerte	12

Anlagenverzeichnis

Anlage

Lagepläne	1
- Lageplan mit Ansatzpunkten der Untergrundaufschlüsse, 1:1.000	1.1
- Lageplan Bebauungsvariante III, 1:1.1000	1.2
Bohrprofile mit Darstellung der Pegelausbauten	2.1 – 2.5
Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche	3.1 - 3.9
Ergebnisse der Grundwasseranalysen zur Betonaggressivität nach DIN 4030	4.1 - 4.2
Schichtenverzeichnisse Eder Brunnenbau GmbH	5.1 – 5.5
Schematisiertes Bodenprofil mit Darstellung der Bemessungswasserstände	6
Schematische Darstellung der Möglichkeiten zur Baugrubenausführung	7
- Baugrubenausführung unter Einbeziehung des Tertiärs	7.1
- Baugrubenausführung mit künstlicher Sohlabdichtung	7.2

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Projektentwicklungsgesellschaft TechnologiePark 2000 Unterschleißheim GbR plant im Rahmen des Projekts „Technologiepark 2000 USH“ die Bebauung der Grundstücke Flur-Nr. 704 sowie der Flur-Nr. 704/7 und 706/2 bis 706/8, Gemarkung Unterschleißheim.

Unser Büro wurde für dieses Bauvorhaben mit der Planung, Ausschreibung und Überwachung der Baugrunderkundung, mit der Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung sowie der Erstellung der wasserrechtlichen Genehmigungsunterlagen beauftragt.

In diesem Bericht sind die Ergebnisse der Baugrundvorerkundung einschließlich Empfehlungen für Gründungsmaßnahmen sowie mehrerer Varianten zur Ausführung der Baugrube zusammenfassend dargestellt.

2. Planunterlagen

Zur Erstellung dieses Berichtes standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Vermessungsamt München: Auszug aus dem Katasterkartenwerk, Ausschnitt aus der Flurkarte 2052, 2053, 2076, 2077 im Maßstab 1:1000.
- [2] Geländeaufnahme Flur-Nr. 704, 704/7, 706/2 bis 706/8 des Ingenieurbüros Kärner, Vermessungstechnik, München, Zeichnungs-Nr. 14718/6.0a (Planstand 12.02.2001).
- [3] Pegelganglinien für die Grundwassermeßstellen 16272 und 16118 einschl. Angaben zum Grundwassergefälle und Höchstgrundwasserstand von 1940, zur Verfügung gestellt vom Wasserwirtschaftsamt München mit Schreiben vom 21.02.2001, Az. 4425.6/ML29-735/01-A.3.
- [4] Planunterlagen Wörle-Siebig Strauch Architekten GmbH (WSSA), München
 - a) Bebauungsvariante II, Tiefgarage, Blatt-Nr. US-BV2TG, Planungsstand 20.11.2000.
 - b) Bebauungsvariante II, Lageplan, Blatt-Nr. US-BV2, Planungsstand 20.11.2000.
 - c) Bebauungsvariante III, Lageplan, Blatt-Nr. US-24-3, Planungsstand 12.12.2000.
- [5] Dynamis, Gesellschaft für Projektentwicklung & Beratung GmbH, München, Leitgedanke Architektur Bebauungsvariante II, keine Blatt-Nr., kein Planungsstand.
- [6] Protokoll zur Besprechung vom 05.03.2001 bei WSSA, aufgestellt Dynamis, Gesellschaft für Projektentwicklung & Beratung GmbH, München.
- [7] Ergebnisprotokoll zur Besprechung vom 13.03.2001 im Landratsamt München, aufgestellt Dynamis, Gesellschaft für Projektentwicklung & Beratung GmbH, München.

[8] Protokoll zur Besprechung vom 15.03.2001 bei WSSA, aufgestellt Dynamis, Gesellschaft für Projektentwicklung & Beratung GmbH, München.

3. Projektbeschreibung

Grundstück

Das Baufeld befindet sich im Südwesten von Unterschleißheim (siehe Übersichtslageplan, Anlage 1). Im Osten grenzt das Untersuchungsgebiet unmittelbar an die Lands-huter Straße, im Norden befindet sich das Firmengelände der Euro Air Defence Systems (EADS) Beteiligungs GmbH. Südlich und westlich schließt sich unbebautes Ackerland an.

Das Grundstück ist insgesamt eben. Die mittlere Geländehöhe liegt bei ca. 474,3 m NN.

Die gesamte Grundstücksfläche beträgt etwa 5,5 ha.

Bestandssituation

Die Flur-Nr. 704 und 704/7 werden derzeit als Ackerland genutzt.

Bei dem restlichen Teil des Baufeldes handelt es sich um Grünland, wobei auf dem im Lageplan (Anlage 1) dargestellten umzäunten Bereich (Flur-Nr. 706/5 und 706/6) sich zwei Schrebergärten befinden.

Geplantes Bauvorhaben

Für das geplante Bauvorhaben existieren derzeit im Rahmen des Bebauungsplan-Verfahrens mehrere Bebauungsvarianten, welche alle eine Unterteilung des Baugebiets in drei Baufenster BF I bis BF III vorsehen.

Alle Varianten sehen eine hufeisenförmige Bebauung des Gesamtgrundstückes vor (s. Anlage 1.2, Bebauungsvariante III mit Darstellung Tiefgaragenumgriff). Die verkehrstechnische Erschließung ist über eine langgestreckte Ringstrasse in der Mitte des Hufeisens geplant.

Nach derzeitigem Kenntnisstand ist in jedem Baufenster eine Tiefgarage geplant. Die Tiefgaragen der einzelnen Baufenster sind baulich nicht verbunden. Die Erschließungsstraße wird nicht unterkellert.

Die Tiefgaragen sollen in Teilbereichen ohne weitere Überbauung, aber mit einer Erdüberdeckung in einer Mächtigkeit zwischen 0,7 und 1,2 m ausgeführt werden. In Berei-

chen, in denen die Tiefgaragen überbaut werden, steht die endgültige Anzahl der Geschosse noch nicht fest. Nach den uns überlassenen Planunterlagen soll die Anzahl der Geschosse zwischen 3 (E + II) und 6 (E + V) liegen. Im Baufenster III soll weiterhin ein Parkhaus mit 7 Geschossen entstehen.

Detaillierte Pläne mit Gebäudegrundrissen, Schnitten, Bauwerksnull, (absolute) Höhenkoten usw. liegen noch nicht vor. Es existiert lediglich ein Systemschnitt für die Bebauung Baufenster III.

Angaben über den zeitlichen Ablauf der Bebauung des Grundstücks (zeitgleiches oder sukzessives Baugeschehen in den einzelnen Baufenstern) liegen uns nicht vor.

4. Feldarbeiten und Laboruntersuchungen

Zur Ermittlung und Beurteilung der Untergrundverhältnisse im Rahmen einer Erstbeurteilung der geotechnischen Verhältnisse wurden vom 19.02 bis 05.03.2001 fünf Aufschlußbohrungen PB 1, PB 2 und B 2 – B 5 als Rammkernbohrung abgeteuft. Die Bohrung PB 1 erreichte eine Tiefe von 30,0 m, die restlichen Bohrungen wurden bis 20,0 m unter Geländeoberkante (GOK) niedergebracht. Der Bohrdurchmesser der Bohrungen PB 1 und PB 2 betrug bis 20,0 m Tiefe 220 mm. Die unteren 10,0 m der Bohrung PB 1 wurden mit einem Durchmesser 178 mm gebohrt. Alle anderen Bohrungen wurden ebenfalls mit einem Bohrdurchmesser 178 mm ausgeführt. Im Bereich von bindigen Schichten wurden die Bohrlöcher nach Beendigung der Bohrung mit Quellton wiederverfüllt. Ansonsten wurden die Bohrlöcher mit dem vorhandenen Bohrgut gemäß Bodenaufbau verfüllt.

Die Bohrungen PB 1 und PB 2 wurden bis 7,2 m (PB 1) und 7,6 m (PB 2) Tiefe unter Gelände als 5-Zoll Grundwassermeßstellen ausgebaut.

Zur Erkundung der Lagerungsdichte wurden weiterhin in den Bohrungen PB 1 bis B 4 insgesamt 16 Standard-Penetrations-Tests (SPT) nach DIN 4094 durchgeführt.

Aus dem Bohrgut wurden insgesamt 13 gestörte Bodenproben und 2 ungestörte Bodenproben entnommen. Weiterhin wurden aus den Pegeln PB 1 und PB 2 zwei Grundwasserproben als Schöpfproben entnommen.

Die Aufschlußpunkte wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Als Bezugspunkt für die Nivellierung diente der Zaunpfosten Ecke Flur-Nr. 704 / EADS-Gelände / Landshuterstraße mit einer Höhe von 474,42 m NN.

Anlage 1.1 zeigt einen Lageplan mit den eingezeichneten Aufschlußpunkten. In Anlage 2 sind die ermittelten Bohrprofile einschließlich der Pegelausbauten, Grundwasserstände und Probenahmestellen (Boden, Wasser) sowie SPT graphisch dargestellt.

Die Bodenansprache während der Bohrungen und die Führung der Schichtenverzeichnisse (Anlage 5) erfolgte durch den Bohrmeister. Das in den Kernkisten gelagerte Bohrgut wurde danach nochmals durch unseren Baugrundsachverständigen beurteilt. Sofern im Rahmen dieser Beurteilung und der bodenmechanischen Laborversuche neue Erkenntnisse bezüglich der Bodenzusammensetzung gewonnen wurden, erfolgte eine entsprechende Anpassung der Bohrprofile (Anlage 2). Bei den Schichtenverzeichnissen in Anlage 5 handelt es sich um die Original-Bohrmeisteraufzeichnungen.

An ausgewählten Bodenproben wurden im bodenmechanischen Labor folgende Laborversuche ausgeführt:

- 2 Bestimmungen der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122, Teil 1
- 3 Siebanalysen nach DIN 18 123 (Naßsiegung)
- 2 kombinierte Sieb-Schlammanalysen nach DIN 18 123

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sind in Anlage 3 beigelegt.

Die entnommenen Wasserproben wurden auf Betonaggressivität nach DIN 4030 untersucht. Die Analyseergebnisse finden sich in Anlage 4.

5. Baugrundverhältnisse

5.1 Beschreibung der Schichtenfolge

Unter dem in jeder Bohrung vorhandenen **Mutterboden** mit einer Mächtigkeit von 0,3 bis 0,4 m steht graubrauner **quartärer Kies** mit einer erbohrten Mächtigkeit zwischen 16,6 m und 18,1 m an. Die Unterkante der quartären Schichten wurde zwischen 458,2 m NN (PB 1) und 455,8 m NN (PB 2) festgestellt.

Bodenmechanisch ist das Schichtpaket überwiegend als sandiger bis stark sandiger Kies anzusprechen.

Teilweise treten in den Kiesen auch schwach schluffige Beimengungen in Schichtmächtigkeiten zwischen 0,5 und 2,3 m auf. Fein- bis mittelsandige bzw. stark fein- bis mittelsandige Beimengungen in den Kiesen wurden mit einer Mächtigkeit von 0,4 bis 2,4 m festgestellt. In der Bohrung B 5 steht stark kiesiger Sand mit einer Schichtdicke von 1,8 m an.

An zwei Bodenproben aus 9,0 m Tiefe wurden Siebanalysen nach DIN 18 123 (Naßsiegung) durchgeführt. Bei einer Ungleichförmigkeitszahl von $U = 36,2 - 57,6$ handelt es sich um intermittierend bis weitgestufte Kiese. Der Feinkornanteil $< 0,063$ mm wurde mit 3,9 – 4,5 Gew.-% festgestellt. Dementsprechend sind die Kiese den Bodengruppen GW, GI nach DIN 18 196 zuzuordnen.

Gemäß den Ergebnissen der Standard-Penetration-Tests sind die Quartärkiese dicht bis sehr dicht gelagert.

Erfahrungsgemäß können innerhalb der quartären Kiese Rollkieslagen oder reine Schluff- oder Sandlinsen nicht ausgeschlossen werden. Auch muß mit dem Auftreten von Steinen und Blöcken in seltenen Fällen gerechnet werden.

Unter den quartären Kiesen stehen **tertiäre Schichten** überwiegend in Form von glimmerhaltigen Feinsanden, teilweise mit schwach bis stark schluffigen sowie schwach kiesigen Beimengungen an.

In die Feinsande sind teilweise auch wechselnd gelagert schwach tonige, feindsandige bis stark sandige Schluffe und schwach schluffige, schwach feinsandige Tone in halbfester bis fester Konsistenz eingeschaltet. Diese bindigen Schichten wurden mit Mächtigkeiten von 0,4 m bis 1,7 m erbohrt.

In der Bohrung B 3 wurde kein Feinsand erbohrt. Dort steht ab 16,8 m unter GOK (= 457,6 m NN) fester Ton, größtenteils mit schwach schluffigen und schwach feinsandigen Beimengungen in einer Mächtigkeit von 0,7 m an, dem bis zur Endtiefe von 20,0 m unter GOK Schluff in halbfester bis fester Konsistenz mit unterschiedlichen Anteilen von Ton, Feinsand und Sand unterlagert ist.

Die Oberkante des Tertiärs liegt gemäß den Bohrergebnissen zwischen 455,8 m NN (PB 2) und 458,2 m NN (PB 1). In Bohrung PB 1 wurde die Mächtigkeit der Feinsandschichten mit 7,6 m erbohrt (UK = 450,6 m NN). Darunter stehen stark sandige Kiese in beige-grauer bis rotbrauner Farbe an.

An den Schluffen der Bohrungen PB 2, B 3 und B 4 wurden Siebanalysen (Naßsiebung) bzw. Sieb-Schlammanalysen nach DIN 18 123 sowie zwei Bestimmungen der Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122 durchgeführt. Die Fließgrenze wurde mit $w_L = 36,3\%$ bis $41,2\%$ und die Ausrollgrenze mit $w_p = 23,0\%$ bis $25,7\%$ festgestellt. Es handelt sich damit gemäß DIN 18 196 um mittelplastische Tone und Schluffe (TM / UM) halbfester Konsistenz.

Die an dem Feinsand der Bohrung PB 1 durchgeführte Siebanalyse zeigt, daß es sich um enggestuften Sand der Bodengruppe SU nach DIN 18 196 mit einem Feinkornanteil von $13,7\%$ handelt. Gemäß der sensorischen Ansprache des Bohrgutes sind auch feinkornfreie Fein- bis Mittelsandschichten vorhanden, die nach DIN 18 196 der Bodengruppe SE zuzuordnen sind.

5.2 Eigenschaften der Schichten

Die **Quartärkiese** sind dicht bis sehr dicht gelagert, wobei die Lagerungsdichte in Abhängigkeit von der Tiefe zunimmt. Die Kiese sind sehr gut tragfähig und nicht frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F 1 nach ZTVE-StB 94). Lediglich in Bereichen mit schwach schluffigen Beimengungen sind die Kiese als gering frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F 2 nach ZTVE-StB 94) anzusehen. Sie sind ramm- und rüttelbar, wobei jedoch aufgrund des dichten Korngefüges Hilfsmaßnahmen wie z.B. Vorbohrungen oder Spülhilfen erforderlich sein können. Bei freier Böschung sind in den Quartärkiesen Böschungsneigungen bis ca. 45° möglich.

Für die Bereiche mit feinsandigen Zwischenlagen ist zu beachten, daß diese in der Regel wasserempfindlich sind und zum Ausfließen neigen. Sofern in diesen Schichten frei geböschet wird, sind die feinsandigen Lagen durch geeignete Maßnahmen (z.B. Abdecken mit Folie) vor Wasserzutritt zu schützen.

Sofern eine Baugrubenumschließung mittels Spundwand ausgeführt wird, besteht bei Feinsandlagen im Bereich möglicher Schloßundichtigkeiten die Gefahr, daß dort der Feinsand aus dem Korngerüst ausgespült wird, was zu stark erhöhten Durchlässigkeiten und somit zu stark erhöhten Wasserzutritten in diesen Bereichen führen kann.

Die **tertiären Schichten** sind aufgrund ihrer Tiefenlage hinsichtlich der vorgesehenen eingeschossigen Unterkellerung der geplanten Bauwerke für die Lastabtragung der Gründung von untergeordneter Bedeutung.

Als bedeutend ist jedoch die Tatsache anzusehen, daß die bereichsweise nur aus Sanden bestehenden tertiären Schichten aufgrund ihrer Durchlässigkeit nicht als Stauer im herkömmlichen Sinne anzusprechen sind, vgl. Bohrungen PB 1 und B 5.

Andrerseits ist nach den Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB), Empfehlung 62 (EB 62) eine Bodenschicht aber als annähernd wasserundurchlässig gegenüber dem übrigen Boden zu betrachten, wenn Sie eine Durchlässigkeit aufweist, die um mindestens zwei Zehnerpotenzen kleiner als die Durchlässigkeit des übrigen Bodens ist.

6. Grundwasserverhältnisse und Grundwassereigenschaften

Der relevante Grundwasserleiter wird von den sehr durchlässigen Quartärkiesen gebildet.

Bei den Bohrungen wurde der Grundwasserstand zwischen den Höhen von 470,32 m NN und 471,58 m NN eingemessen (Ausführungszeit 19.2. – 05.03.2001). Bei der Zweitmessung in der Meßstelle PB 1 wurde am 05.03.1999 ein Ruhewasserstand in Höhe von 471,67 m NN gemessen, wobei der Wasserstand in der am selben Tag abgeteufelten Bohrung B 5 in Höhe von 471,45 m NN erbohrt wurde. Demgemäß lag der Grund-

wasserspiegel zum Zeitpunkt der Untersuchungen zwischen 3,11 m und 3,6 m unter GOK.

Nach Auskunft von Herrn Krug, Projektentwicklungsgesellschaft TechnologiePark 2000 Unterschleißheim GbR wurde bei Ausführung eines Baggerschurfs im Auftrag der GbR der Grundwasserstand ca. 2,0 – 2,5 m unter GOK festgestellt, wobei uns der Zeitpunkt der Ausführung des Schurfs nicht bekannt ist.

Auf Anfrage hin wurden uns vom Wasserwirtschaftsamt in München Pegelganglinien für die Grundwassermeßstellen 16272 (Lecres-Brücke in Unterschleißheim) und 16118 (Bahnstraße in Lohhof) zur Verfügung gestellt [3]. Die Pegel befinden sich rd. 1 km östlich (Meßstelle 16272) bzw. 11,5 km nördlich (Meßstelle 16118) des Baufeldes. Die Pegelganglinie für die Meßstelle in Unterschleißheim beginnt im Mai 1991, die Aufzeichnungen für die Meßstelle in Lohhof reichen bis zum Juni 1939 und damit über das sogenannte Hochwasserereignis von 1940 (HW₁₉₄₀) im Münchner Raum zurück.

Aus den Pegelganglinien können Höchstwasserstände von rd. 471,6 m NN (Meßstelle Unterschleißheim; April / Mai 2000) bzw. 470,2 m NN (Meßstelle Lohhof; zweimaliges Auftreten im Zeitraum zwischen 1939 und 1949) abgelesen werden.

Das HW 1940 dient im Münchner Raum üblicherweise zur Ermittlung des Bemessungshochwasserstandes. Nach Auskunft des Wasserwirtschaftsamtes in München liegt der Höchstgrundwasserstand von 1940 rd. 1,5 m höher als der in der Aufzeichnung des Pegels Unterschleißheim dargestellte höchste Grundwasserstand, womit sich ein HW₁₉₄₀-Stand von rd. 473,10 m NN ergibt.

Weiterhin wurde nach mündlicher Auskunft des Wasserwirtschaftsamtes in München im Rahmen einer Stellungnahme zum Bebauungsplan im Untersuchungsgebiet der höchste anzunehmende Grundwasserstand (HGW) mit rd. 1,0 m unter GOK abgeschätzt.

Für die Bemessung des Bauwerkes und der Baugrube empfehlen wir daher – auch gemäß den Vorgaben des Wasserwirtschaftsamtes in München für den HGW – von folgenden Bemessungswasserständen auszugehen.

- **Baubemessungswasserstand** **BGW = 472,5 mNN**
- **Höchster anzunehmender Grundwasserstand** **HGW = 473,4 mNN**

Die Bemessungswasserstände liegen 1,8 m (BGW) bzw. 0,9 m (HGW) unter der mittleren Geländehöhe von 474,30 m NN.

In Anlage 6 sind in einem schematisierten Bodenprofil auf Grundlage der bisher ausgeführten Bohrungen und unter Annahme einheitlicher Bodenverhältnisse im Untersuchungsgebiet die mittlere Geländeoberkante sowie die Bemessungswasserstände eingetragen.

Die Grundwasserfließrichtung verläuft nach Angaben des Wasserwirtschaftsamts München in etwa von Südwesten nach Nordosten, wobei das mittlere Fließgefälle mit rd. 2,5 ‰ angegeben wird.

Die aus den Meßstellen PB 1 und PB 2 entnommenen Grundwasserproben wurden im chemischen Labor auf Betonaggressivität nach DIN 4030 geprüft. Gemäß den Analysenergebnissen in Anlage 4 ist das Grundwasser kalkabscheidend. Die Grenzwerte nach DIN 4030 zur Beurteilung des Angriffsgrades von Wässern überwiegend natürlicher Zusammensetzung – pH-Wert, kalklösende Kohlensäure, Ammonium, Magnesium, Sulfat – wurden nicht überschritten. Das Grundwasser ist demnach als **nicht betonangreifend nach DIN 4030** einzustufen.

7. Bodenklassifizierung und Bodenkennwerte

In Tabelle 1 und 2 sind die Bodenklassifizierung nach DIN 4022, DIN 18 196 und DIN 18 300 sowie die anzunehmenden Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen (cal-Werte) angegeben. Für den Steifemodul und den k-Wert sind Wertebereiche angegeben, die den natürlichen Schwankungsbereichen Rechnung tragen.

Die in Tabelle 2 angegebenen Bodenparameter basieren auf den vorliegenden Untersuchungsergebnissen und auf Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden. Sie beziehen sich auf die erbohrten Bodenschichten im ungestörten Zustand. Durch Störungen, wie z.B. Auflockerungen, können sich die angegebenen Parameter erheblich reduzieren (der k-Wert erhöht sich).

	nach DIN 4022	nach DIN 18196	nach DIN 18300
Mutterboden	U,s,g	UL, OH	1
Quartärkies	G,s'-s*,u' G, fs-fs*, ms-ms*	GW, GI, GU GW, GI	3, 6 ¹ 3, 6 ¹
Tertiäre Schichten	fS-mS,u'-u, U,fs,t / T,u',fs',g'	SE, SU, SU*, UL, UM, TM	3 – 5 ²⁾

¹ Steine und Blöcke ²⁾ gilt für nichtbindige und bindige Schichten

Tabelle 1: Bodenklassifizierung

	cal γ [kN/m ³]	cal γ' [kN/m ³]	cal ϕ [°]	cal c' [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	k-Wert [m/s]
Quartärkies dicht – sehr dicht	21	12	37,5	0	120 – 150	10 ⁻² – 10 ⁻⁴ i.M. 5 * 10 ⁻³
Tertiäre Sande	21	11	35,0	0	60 – 80	10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁷ i.M. 5 * 10 ⁻⁶
Tertiäre Schluffe und Tone halbfest - fest	20	10	27,5	5	15 – 25	10 ⁻⁷ – 10 ⁻⁹ i.M. 5 * 10 ⁻⁸

Tabelle 2: Bodenkennwerte

8. Folgerungen für die Baumaßnahme

8.1 Allgemeines zur Baugrube

Zur Vorerkundung der Untergrundverhältnisse wurden auf dem Baugrundstück zunächst 5 Bohrungen in der Nähe der Grundstücksgrenzen ausgeführt. Gemäß DIN 4020 und unter Beachtung der Grundstücksgröße ist diese relativ geringe Anzahl von Bohrungen nur für die Vorentwurfsplanung als ausreichende Anzahl im Rahmen geotechnischer Untersuchungen für bautechnische Zwecke geeignet.

Wir empfehlen daher für die Entwurfsplanung zur Bestätigung der Untergrundverhältnisse und insbesondere der Tiefenlage sowie der bodenmechanischen Eigenschaften des Tertiärs eine noch festzulegende Anzahl ergänzender Bohrungen bis in Tiefen von ca. 30,0 m abzuteufen.

Sofern die weiter unten noch im einzelnen beschriebene Variante als dicht umschlossene Trogbaugrube durch Einbindung einer dichtenden Wand in die tertiären Schichten gewählt wird, ist ein vom Untersuchungsumfang her erweitertes Programm nötig, welches auch eine größere Anzahl von Laboruntersuchungen erfordert. In diesem Fall empfehlen wir, das gesamte erforderliche Untersuchungsprogramm gemeinsam mit dem Bodengutachter abzustimmen.

Den weiteren Ausführungen liegt die hier zunächst getroffene Annahme größtenteils einheitlicher Bodenverhältnisse im gesamten Untersuchungsgebiet entsprechend den bisher vorliegenden Bohrergebnissen zugrunde.

Als wichtige Randbedingungen für die Planung der Baugrubenumschließung sind die Größe des Baugrundstücks, der hohe Grundwasserstand und die sehr hohe Durchlässigkeit der Kiese sowie die korrelative Zusammensetzung und die Eigenschaften der unterlagernden tertiären Schichten zu benennen.

Eine herkömmliche Grundwasserabsenkung mittels Brunnen, Pumpenstümpfen und Drainagegräben ist aufgrund der hohen Durchlässigkeit der Kiese auch bei nur geringfügiger Absenkung des Grundwasserspiegels technisch nicht beherrschbar.

Die Baugrube kann dagegen aber als Trogbaugrube ausgeführt werden. Dabei wird die Baugrube wasserdicht umschlossen und so der seitliche Wasserzufluß unterbunden.

Sofern die tertiären Schichten auf dem gesamten Baufeld in entsprechender Tiefe vorhanden sind und diese anhand weiterer geotechnischer Feld- und Laboruntersuchungen gegenüber dem übrigen Boden als mindestens annähernd wasserundurchlässig einzustufen sind, kann die Abdichtung der Baugrubensohle durch ausreichend tiefe Einbindung der Baugrubenumschließung in die tertiären Schichten erfolgen.

Anderenfalls kann durch eine künstliche Sohlabdichtung (tiefliegende Injektions- / HDI-Sohle oder hochliegende Unterwasserbetonsohle) unter Beachtung der Auftriebssicherheit und der hydraulischen Grundbruchsicherheit der Wasserzufluß von unten verhindert werden, wobei diese Sohlabdichtung an die Baugrubenumschließung anbinden muß.

Innerhalb der wasserdichten Baugrube wird in beiden Fällen (vorhandene dichtende Bodenschichten oder künstliche Sohlabdichtung) das Wasser dann abgepumpt bzw. auf den für die Durchführung der Baumaßnahme erforderlichen Grundwasserstand abgesenkt und so die Baugrube trockengelegt. Während des Offenstehens der Baugrube muß aufgrund nicht vermeidbarer Zuströmungen bzw. Undichtigkeiten in Wand und (künstlicher) Sohle Restwasser sowie Tagwasser (Regenwasser) abgeführt werden.

8.2 Baugrubenausführung unter Einbeziehung des Tertiärs

Bei dieser Variante bindet die wasserdichte Baugrubenumschließung in die tertiären Schichten ein, die der Sohlabdichtung dienen.

Wie bereits weiter oben angesprochen, muß bei dieser Ausführung zur Festlegung u.a. der Einbindetiefe noch eine ergänzende Erkundung der Höhenlage und der bodenmechanischen Eigenschaften der tertiären Schichten durchgeführt werden.

Die nachfolgend erläuterten Möglichkeiten zur Baugrubenausführung unter Einbeziehung des Tertiärs sind in Anlage 7.1 schematisch dargestellt.

8.2.1 Baugrubenumschließung

Die Baugrubenumschließung kann entweder als **wasserdichte stützende Wand** (Stützfunktion nur im unmittelbaren Aushubbereich) oder als **wasserdichte nichtstützende Wand** ausgeführt werden. Dabei erfolgt eine Ausführung der Verbauwand als massive Umschließung (z.B. Schlitzwand oder Schmalwand), alternativ auch als nicht massive Verbauwand (z.B. Spundwand mit Dichtung im Schloß).

Wasserdichte stützende Wand

In diesem Fall übernimmt die ohnehin zur Abdichtung erforderliche Baugrubenumschließung zusätzlich auch die Aufnahme der Erd- und Wasserdruckkräfte. Sie muß daher statisch entsprechend bemessen und bei Bedarf mittels Zusatzmaßnahmen ertüchtigt werden.

Bei Schlitzwänden kann dies z.B. durch das Einstellen einer Spundwand oder von Stahlbewehrung erfolgen, die jedoch nur bis zur statisch erforderlichen Tiefe geführt werden müssen.

Vorteilhaft ist bei dem System der wasserdichten stützenden Wand die Reduktion der Aushubfläche, da zwischen Bebauung und Umschließung nur der vorgeschriebene Arbeitsraum verbleiben muß und zudem die Hinterfüllmengen reduziert werden. Es besteht daneben auch die Möglichkeit, unmittelbar gegen den Verbau zu betonieren, was die Aushubmengen ein weiteres Mal reduziert und keine Bauwerkshinterfüllung mehr erfordert.

Die nachträgliche Abdichtung von möglichen Schwachstellen bis zur Baugrubensohle ist aufgrund der gegebenen Zugänglichkeit der Verbauwand möglich.

Nachteilig ist die Tatsache, daß bei größeren Aushubtiefen eine Rückverankerung des Verbaus mittels Anker erforderlich sein kann.

Wasserdichte nichtstützende Wand

Die Wand übernimmt hier nur die Aufgabe, den Wasserzufluß zu unterbinden. Die Baugrube selbst wird innerhalb des Wandumgriffs in geböschter Bauweise hergestellt.

Als positiv anzusehen ist bei dieser Bauweise die Tatsache, daß eine evtl. erforderliche Verankerung entfällt.

Von Nachteil ist die vergrößerte Aushubfläche und die größere Länge der Wandabwicklung. Des weiteren sind Schwachstellen in der Baugrubenumschließung nicht ohne weiteres nachzubessern.

8.2.2 Sohlabdichtung

Weil die wasserdichte Baugrubenumschließung bis in die relativ wasserdichten tertiären Schichten reicht, ist eine zusätzliche Sohlabdichtung nicht erforderlich, da der natürlich anstehende und geeignete Boden als Dichtsohle genutzt wird.

Nach derzeitigem Kenntnisstand muß angenommen werden, daß in den tertiären Schichten des Untergrunds bereichsweise neben den vorhandenen Ton- und Schluffschichten auch relativ durchlässige Sande vorkommen, wie sie in den Bohrungen PB 1 und B5 erschlossen wurden. Diese Bereiche müssten unter Ergreifung technischer Maßnahmen zusätzlich abgedichtet werden.

8.3 Baugrubenausführung mit künstlicher Sohlabdichtung

Die nachfolgend erläuterten Möglichkeiten zur Baugrubenausführung mit künstlicher Sohlabdichtung sind in Anlage 7.2 schematisch dargestellt.

8.3.1 Baugrubenumschließung

Auch im Fall einer künstlichen Sohlabdichtung ist die Ausführung der Verbauwand als **wasserdichte stützende Wand** oder als **wasserdichte nichtstützende Wand** möglich. Insgesamt verringert sich aber die erforderliche Einbindungstiefe gegenüber der in Abschnitt 8.2 aufgezeigten Möglichkeit zur Baugrubenumschließung in Abhängigkeit von der gewählten künstlichen Sohlabdichtung, da die Verbauelemente nur bis zur künstlichen Sohlabdichtung bzw. statisch erforderlichen Tiefe abgeteuft werden müssen.

Die Umschließung kann wiederum als massive Verbauart (z.B. Schlitzwand oder Schmalwand), oder als nicht massive Verbauart (z.B. Spundwand mit Dichtung im Schloß) erstellt werden.

Wasserdichte stützende Wand

Es gelten die Ausführungen unter Abschnitt 8.2.1 sinngemäß.

Wasserdichte nicht stützende Wand

Es gelten auch hier die Ausführungen unter Abschnitt 8.2.1 sinngemäß, wobei zusätzlich zu beachten ist, daß diese Variante nicht mit der unter Abschnitt 8.3.2 beschriebenen Unterwasserbetonsohle ausgeführt werden kann. Dies resultiert daraus, daß aufgrund der Böschungen innerhalb der Baugrube kein Anschluß Verbau – Unterwasserbetonsohle möglich ist. Hier kommen nur Injektionsabdichtungsmethoden in Frage.

8.3.2 Sohlabdichtung

Alle Methoden zur Abdichtung der Baugrubensohle müssen die Auftriebssicherheit der Sohlabdichtung (Aufschwimmen des Abdichtungskörpers und ggf. des darüber liegenden Bodenpakets) sowie die Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch (fortschreitendes lokales Auftriebsversagen im Bereich von Fehlstellen der Abdichtung) gewährleisten. Dabei werden hoch- und tiefliegende Abdichtungen unterschieden:

Hochliegende Baugrubensohlabdichtungen werden unmittelbar unterhalb der Baugrubensohle bzw. nur in geringer Tiefe unterhalb der Baugrubensohle ausgeführt. Die Sicherheit gegen Auftrieb infolge des von unten einwirkenden hydrostatischen Drucks und eventueller Durchströmungskräfte kann allein durch das Eigengewicht des unter Auftrieb stehenden Abdichtungskörpers nicht gewährleistet sein, so daß eventuell zusätzliche Maßnahmen zur Auftriebssicherung (i.d.R. Sohlverankerung) ergriffen werden müssen.

Tiefliegende Baugrubensohlabdichtungen werden in so ausreichender Tiefe unter der Baugrubensohle erstellt, daß ihr Gewicht einschließlich des sich über dem Abdichtungselement befindlichen (wassergesättigten) Bodens als Ballast zur Auftriebssicherung dient.

Für die Sohlabdichtung stehen vier Varianten zur Verfügung:

- hochliegende Unterwasserbetonsohle, zur Auftriebssicherung ggf. verankert
- tiefliegende Dichtsohle durch Feinstbindemittelinjektion
- tiefliegende Weichgelsohle durch Silikatgelinjektion
- tiefliegende Dichtsohle durch Hochdruckinjektion (Jet Grouting)

Hochliegende Unterwasserbetonsohle

Nach Erstellung der wasserdichten Baugrubenumschließung erfolgt der Bodenaushub unter Wasser auf das erforderliche Niveau. Die Baggerarbeiten erfolgen i.d.R. mittels Greiferbagger von einem Ponton aus. Sofern eine Verankerung der Unterwasserbetonsohle zur Auftriebssicherung erforderlich ist, werden die Verankerungselemente im An-

schluss daran erstellt und nachfolgend die Betonierarbeiten im Kontraktor-Verfahren (Unterwasser-Beton) vom Ponton aus durchgeführt.

Tiefliegende Dichtsohle durch Feinstbindemittelinjektion

Bei diesem Verfahren werden Ventilrohre - bzw. Verpreßschläuche in Bohrungen nach Erstellung des Verbaus eingesetzt oder durch Einrütteln mit Hilfsträgern auf die erforderliche Tiefe abgeteuft. Der Abstand der Injektionspunkte ist auf den zu injizierenden Boden abzustimmen. Im Anschluss daran wird das Injektionsgut aus Baustellenmischanlagen mittels Pumpen über die Rohre / Schläuche injiziert und der Porenraum im Boden unter Verdrängung des Porenwassers mit Injektionsgut ausgefüllt, wodurch die tiefliegende Dichtsohle als Boden-Baustoff-Element entsteht.

Um den Arbeitsaufwand bzw. die Bohrtiefe zu reduzieren, kann vorab ein Aushub bis auf ca. 0,5 m über den Baubemessungswasserstand (BGW) erfolgen.

Tiefliegende Weichgelsohle durch Silikatgelinjektion

Die Injektionen von Silikatgelen in den Untergrund liefert mit Durchlässigkeitsbeiwerten im Bereich von $k = 10^{-9}$ m/s von allen benannten Methoden zur Sohlabdichtung die besten Abdichtungsergebnisse.

Die Herstellung folgt dem Prinzip der Erstellung von Dichtsohlen durch Feinstbindemittelinjektionen. Bei Weichgelsohlen werden jedoch chemische Reagenzien in den Boden injiziert, die miteinander zu undurchlässigen Gelen reagieren. Die Reagenzien geben beim Erhärten infolge der Gelbildung, aber auch später noch Stoffe in das Grundwasser ab, die je nach Beschaffenheit und Menge unter Umständen für die Grundwasserqualität als problematisch betrachtet werden könnten.

Sofern diese Variante weiterverfolgt wird, empfehlen wir daher unbedingt, frühzeitig die Genehmigungsfähigkeit bei den zuständigen Behörden zu klären.

Auch hier kann vorab ein Aushub bis ca. 0,5 m über BGW erfolgen.

Tiefliegende Dichtsohle durch Hochdruckinjektion (Jet Grouting)

Beim Jet Grouting oder auch HDI-Verfahren wird ein Bohrgestänge mit Düsenhalter auf die vorgesehene Tiefe abgeteuft. Das Korngefüge des Bodens wird mittels eines eingedüsten energiereichen Flüssigkeitsstrahls (ggf. unter zusätzlicher Luft- und Wassereindüsung) aufgelöst und mit zugeführter Zementsuspension vermischt. Durch die Umlagerung des Bodens unter Materialzuführung entsteht ein Bodenbeton, wobei der anfallen-

de Überschub im Ringraum des Bohrlochs abgeführt und in Rücklaufverwertungen nachbehandelt wird.

Durch Drehen des Gestänges beim Eindüsen kann in der Regel jede beliebige Form des Hochdruckinjektionskörpers erreicht werden. Bei der Erstellung von Dichtsohlen werden überschrittene Säulenscheiben ausgeführt. Die Reichweite (Radius einer Säule) wird durch Anpassung des Düsenstrahldrucks sowie der zugeführten Menge an Zementsuspension für den anstehenden Boden optimiert.

Wie bei den beiden zuvor genannten Varianten ist vor Beginn der Injektionsarbeiten ein Aushub bis ca. 0,5 m über BGW möglich.

8.4 Technische Hinweise Verbau

Wasserdruck

Gemäß Abschnitt 6 muß der Verbau mindestens für einen Wasserdruck aus einem Wasserstand von $BGW = 472,5$ m NN bemessen werden. Durch geeignete Maßnahmen (z.B. Flutöffnungen im Verbau oberhalb der BGW-Kote) muß sichergestellt werden, daß sich kein höherer Wasserstand einstellen kann. Nötigenfalls ist die Baugrube zu fluten.

Die erforderliche Größe der Flutöffnungen und deren Anzahl ist rechnerisch nachzuweisen.

Einbringen der Verbauwand mittels Rüttelarbeiten

Im Zuge der Fortführung der Planung sollte nach endgültiger Festlegung der Baugrubenumschließung und damit des Herstellungsverfahrens bei mit Rüttelenergie arbeitenden Verfahren Proberüttlungen für das vorgesehene System durchgeführt werden. Diese sind von einem unabhängigen Gutachter zu überwachen.

Mittels der Proberüttlung kann zunächst geklärt werden, ob das sichere Abteufen bis in die gewünschte Tiefe möglich ist, und inwiefern Zusatzmaßnahmen (z.B. Vorbohren) erforderlich sind. Um jedoch Umläufigkeiten um die Verbauwand infolge der Hilfsmaßnahmen (Störungen im Korngefüge) zu vermeiden, sind die letzten bzw. untersten 1,0 lfdm der Umschließung ohne Zusatzmaßnahmen niederzubringen.

Des weiteren kann über eine Erfassung und Dokumentation der maschinentechnischen Parameter des Rüttelvorgangs (Stromaufnahme des Rüttlermotors) der Übergang zwischen Quartär und Tertiär erkannt werden. Hierzu ist die Proberüttlung bevorzugt im unmittelbaren Bereich einer Bohrung niederzubringen, so daß aufgrund des direkten Baugrundaufschlusses eine Kalibrierung des Verlaufs der Rüttelenergie möglich ist. Die

Proberüttlung muß jedoch außerhalb des Einflussbereichs der Bohrung (Störungen und Auflockerungen im Boden) liegen.

Aufgrund der Nähe zum EADS-Gelände sollten weiterhin Messungen der Schwingungsgeschwindigkeiten gemäß DIN 4150 während der Proberüttlungen vorgenommen werden. Anhand dieser Messungen kann festgestellt werden, wieweit und in welchem Maße sich die eingebrachte Rüttelenergie im Boden ausbreitet, da die erzeugten Schwingungen Schäden an ggf. benachbarten Bauwerken hervorrufen können.

Falls auf dem Gelände der EADS mit besonders schwingungsempfindlichen Geräten gearbeitet wird, empfehlen wir weiterhin, dies frühzeitig zu klären und gegebenenfalls festzustellen, ob verschärfte Kriterien für die zulässige Schwingungsausbreitung im Boden seitens der EADS gefordert werden.

Gegebenenfalls im Untergrund befindliche Sparten (Kanalisationsrohre usw.) können durch die auftretenden Schwingungen ebenfalls beeinträchtigt werden.

Einbringen der Verbauwand mittels Bodenaushub

Sofern zur Baugrubenumschließung bei Einbindung des Verbaus in das Tertiär eine Schlitzwand zur Anwendung kommt, muß der Dichtwandaushub ingenieurgeologisch beurteilt werden, um sicherzustellen, daß eine ausreichende Einbindung in die tertiären Schichten gegeben ist.

In der Regel sind hier keine Schäden an Nachbargebäuden infolge möglicher Erschütterungen zu erwarten.

Rückbau des Verbaus bei Ausführung einer Spundwand

Sofern die Spundwand wieder gezogen wird, muß sichergestellt werden, daß die beim Ziehen auftretenden Schwingungen keine Erschütterungen hervorrufen, welche Auswirkungen auf die Qualität des jungen Betons des Bauwerks haben. Dazu sind beim Ziehen ebenfalls Schwingungsmessungen vorzunehmen.

8.5 Wertung der Möglichkeiten zur Baugrubenumschließung

Die sicherlich zeit-, material- und kostengünstigste Lösung stellt die in das Tertiär einbindende wasserdichte Wand (stützend oder nichtstützend) dar, sofern die tertiären Böden als relativ undurchlässig, d.h. mit ausreichenden Feinkornanteilen (Schluff und Ton) flächendeckend in nicht zu großer Tiefe vorhanden sind. Sie sollte daher primär weiter verfolgt werden.

Diese Lösung ist in Anlage 7.1 mit wasserdichter nichtstützender Wand bzw. wasserdichter stützender Wand dargestellt.

Es ist davon auszugehen, daß im Fall einer reinen Dichtwand (z.B. Schmalwand) ca. 880 lfdm bis in 22 m Tiefe unter GOK herzustellen sind, d.h. etwa 20.000 m².

Bei Herstellungskosten in der Größenordnung von 70,-- DM/m² werden sich etwa DM 1,65 Mio als Kosten der umschließenden, nichttragenden Dichtwand ergeben, wobei die Baustelleneinrichtung mit Kosten in Höhe von ca. DM 200.000,-- bereits enthalten ist. Es kommen außerdem die Querschotts in sinnvoller Anordnung entsprechend der Bau- fenster und der geplanten zeitlichen Bauabfolge hinzu. Die Querschotts wären auf ins- gesamt etwa 330 lfdm bis in Tiefen von 22 m herzustellen, d.h. mit einer Gesamtfläche von ca. 7.500 m². Mit Kosten von ca. 70,--DM/m² ergeben sich danach weitere Kosten in Höhe von ca. DM 0,55 Mio. Insgesamt wären also Kosten in Höhe von ca. DM 2,2 Mio für die Herstellung der Baugrubenumschließung und Querschottung in Ansatz zu bringen.

Diese Kosten stehen in keinem Verhältnis zu den Kosten beispielsweise einer tieflie- genden Zementinjektionssohle, auch wenn sich hierbei die erforderliche Einbindetiefe der Umschließungswand (z.B. Spundwand) auf ca. 10 m bis 12 m begrenzen läßt.

Allein die Herstellungskosten der tiefliegenden Zementinjektionssohle werden sich bei einem erfahrungsgemäßen Einheitspreis von ca. 250,-- DM/m² in einem Rahmen von insgesamt etwa DM 10,0 Mio bewegen. Hierbei wurden für die einzelnen Baufenster folgende Grundflächen zugrunde gelegt:

$$\text{BF I: } 190 \text{ m} * 80 \text{ m} = 15.200 \text{ m}^2$$

$$\text{BF II: } 190 \text{ m} * 70 \text{ m} = 13.500 \text{ m}^2$$

$$\text{BF III: } 125 \text{ m} * 70 \text{ m} = 9.000 \text{ m}^2$$

$$\Sigma F = 37.700 \text{ m}^2$$

Auch die Variante einer Unterwasserbetonsohle wird sich nicht kostengünstiger ausfüh- ren lassen.

Es bleibt also festzuhalten, daß eine Dichtwandumschließung bis in die tertiären Boden- schichten bei weitem die kostengünstigste Variante darstellt.

Geht man auf der sicheren Seite liegend davon aus, daß die Durchlässigkeit der tertiären Schichten mit einem relativ großen Durchlässigkeitsbeiwert $k_f = 5 * 10^{-6}$ m/s anstehen, so ergibt sich eine von unten her zuströmende Wassermenge in Höhe von etwa

$$Q \approx 37.700 \text{ m}^2 * 5 * 10^{-6} \text{ m/s} * 1,7 \text{ m} / 2,0 \text{ m} = 0,160 \text{ m}^3/\text{s} = 160 \text{ l/s.}$$

Sollte die im Vergleich zu den Quartärkiesen relative Undurchlässigkeit des Tertiärs bereichsweise wegen zu geringen Feinkornanteilen und zu großen Sand- und Kiesanteilen (sog. durchlässige Fenster) nicht gegeben sein, wäre eine mittels Querschott abzugrenzende Teilfläche der Baugrube mit einer der anderen Lösungen, z.B. mit tiefliegender Injektionssohle oder Unterwasserbetonsohle herzustellen. Die Wirtschaftlichkeit und Durchführbarkeit einer derartigen Kombination ist aber stark von der Größe des / der Fenster abhängig.

Um eine gesicherte Entscheidung bezüglich der Lösung mittels Einbindung einer wasserdichten Wand in die tertiären Schichten zu fällen, ist eine ergänzende Baugrunderkundung im engeren Raster und bis in größere Tiefen (ca. 30 m) unerlässlich.

Die nachfolgenden Ausführungen gelten – sofern nicht anders dargestellt – allgemein für die Ausführung der Baumaßnahme und sind unabhängig von der Art der letztlich gewählten Baugrubenumschließung.

8.6 Erd- und Wasserdruckansätze

Für die Bemessung des Baugrubenverbau sind die „Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB)“ in ihrer aktuellen Fassung zu beachten.

Da sich im unmittelbaren Bereich des Baufeldes keine Gebäude befinden, kann der Verbau auf aktiven Erddruck bemessen werden. Lediglich im Bereich zur stark frequentierten Landshuter Straße empfehlen wir zur Vermeidung von Schäden an der sich im erdseitigen Einflußbereich der Baugrube befindlichen Straße den Ansatz eines erhöhten aktiven Erddrucks E_c mit $E_c = 0,5 * (E_0 + E_a)$.

Zu möglicherweise verformungsempfindlichen Leitungen und Kanälen jeglicher Art im Bereich des Baufelds (speziell auf der Seite des EADS-Geländes) liegen uns keine Informationen vor. Wir weisen darauf hin, daß speziell Glasfaserkabel im Bereich von Baugruben grundsätzlich als problematisch anzusehen sind, da diese stark verformungsempfindlich sind und i.d.R. nicht ohne weiteres verlegt werden können. Hier sollten möglichst frühzeitig Informationen eingeholt werden.

Für die endgültige Festlegung des Erddruckansatzes sollte aufgrund der fehlenden Sparteninformationen daher mit dem Baugrundgutachter nach Klärung der gesamten Sparten-situation rechtzeitig Rücksprache genommen werden.

Auf den Verbau wird der volle hydrostatische Wasserdruck angesetzt.

8.7 Anker

In Abhängigkeit von der Höhe der Gründungskote der Tiefgarage kann eine einfache Verankerung der Baugrube erforderlich werden. Die Anker sind als Verpreßanker gemäß DIN 4125 zu bemessen und auszuführen.

In den Quartärkiesen kann von einer Ankerbruchlast von 900 kN bei 5 m Verpreßkörperlänge ausgegangen werden, wobei ein Verpreßkörperdurchmesser von 150 mm zugrunde gelegt wurde. Der Verpreßkörper muß dabei mindestens 4,0 m unter der Geländeoberkante liegen.

In den Kiesen können Rollkieslagen nicht ausgeschlossen werden. Falls die Ankerverpreßstrecken in solchen Rollkieslagen liegen, ist mit einem deutlich erhöhten Verbrauch an Verpreßmaterial zu rechnen. Falls solche Bereiche im Zuge der Ausführung der Ankerarbeiten festgestellt werden, sind sie zu dokumentieren. Eine (ggf. mehrfache) Nachverpressung ist dort vorzusehen.

Die Anker sollen zur Verformungsminimierung des Verbaus auch bei Ansatz des aktiven Erddruckes auf 90% der rechnerischen Ankerlast vorgespannt werden.

8.8 Querschotts

Aufgrund der Baufeldgröße empfehlen wir weiterhin, die Baugrube mittels sog. Querschotts in Teilbaugruben aufzuteilen, die bei der technischen Ausführung (Qualitätssicherung = Reduktion von Fehlstellen und bessere Abführbarkeit der Restwassermengen) wesentlich besser zu beherrschen sind.

Art und Ausführung der Querschotts hängen im wesentlichen von der weiteren Planung ab (z.B. gewählte Baugrubenumschließung, exakte Aufteilung und gleiche oder sukzessive Ausführung der Baufenster) und sind an diese Gegebenheiten anzupassen.

8.9 Wasserhaltung im Bauzustand

8.9.1 Trogentwässerung

Nach Herstellung der Trogbaugrube kann der Aushub erfolgen. Das quartäre Grundwasser kann mittels einiger Bohr- oder Schachtbrunnen bzw. dem Aushub folgend mittels Pumpensümpfen abgeführt werden.

Der Wasserstand im Trog ist für die Dauer der Gründungsarbeiten bis mindestens 0,5 m unter Baugrubensohle abzusenken. Dies entfällt, wenn zur Sohlabdichtung eine Unterwasserbetonsohle ausgeführt wird.

Es ist zu beachten, daß infolge unvermeidbarer Restwasserzutritte aus der Baugrubenumschließung und der Baugrubensohle sowie infolge des Tagwasserzutritts auch nach Abführung des quartären Grundwassers aus dem Trog weiterhin Wasser gefördert und abgeleitet werden muß.

8.9.2 Ableitung

Das geförderte Wasser ist einer geeigneten Vorflut zuzuleiten oder kann alternativ versickert werden.

Für die Variante Versickerung ist jedoch zu beachten, daß unter Umständen unbebaute Flächen zur Versickerung des entnommenen Grundwassers nördlich des Baugrundstücks erforderlich sind. Solche Flächen können z.B. angemietet werden.

Falls eine Versickerung in Erwägung gezogen wird, sollte die Verfügbarkeit solcher Versickerungsflächen frühzeitig geklärt werden.

8.10 Auftriebssicherung

Bezüglich der Auftriebssicherung sind nach derzeitigem Planungsstand mehrere Bereiche zu unterscheiden, in welchen die Tiefgarage nur mit Erdüberdeckung ausgeführt wird oder aber mit einer variierenden Anzahl von Geschossen überbaut wird.

Für die einzelnen Teilbereiche sind im Zuge der Fortführung der Planung und nach Festlegung der Höhenkoten Berechnungen zur Ermittlung der Auftriebssicherheit auf der Grundlage des BGW (Bauzustände) und des HGW (Endzustand) durchzuführen.

Sofern dabei allein über das Eigengewicht keine Auftriebssicherung erreicht werden kann, können folgende Zusatzmaßnahmen ergriffen werden:

- Erhöhung des Gebäudeeigengewichtes bis zur Einhaltung der Auftriebssicherheit mit einer Sicherheit von $\eta = 1,1$ durch Verdickung der Bodenplatte in den relevanten Bereichen und / oder der Wände. Zu beachten ist, daß sich bei einer verdickten Bodenplatte die Gründungskote ändern wird, was wiederum Auswirkungen auf die Bemessung der Baugrubenumschließung hat.
- Auftriebssicherung mit Kleinbohrpfählen möglich. Hierfür stellen GEWI-Pfähle die günstigste Lösung dar. Die Kleinbohrpfähle sind nach DIN 4128 bzw. nach Zulassung zu bemessen und auszuführen.
- Verringerung der wirksamen Auftriebskräfte durch Hochsetzen der Gründungskote, gegebenenfalls in Verbindung mit einer Erhöhung des Gebäudeeigengewichts.

Es ist zu beachten, daß bei einer künstlichen Sohlabdichtung Berechnungen zur Auftriebssicherheit und zur hydraulischen Grundbruchsicherheit durchgeführt und gegebenenfalls Zusatzmaßnahmen wie z.B. Sohlverankerung ergriffen werden müssen.

8.11 Grundwasserbeeinflussung

8.11.1 Baugrubenumschließung

Infolge der tiefer als die zukünftige Bebauung in den Untergrund reichenden Verbauwände ist – speziell bei Sohlabdichtung durch Einbindung der Baugrubenumschließung in die tertiären Schichten – während der Bauausführung eine nicht unerhebliche, wenn auch nur temporäre Beeinflussung der Grundwassersituation im Bereich des Baufeldes gegeben.

Sobald der Verbau nicht mehr benötigt wird, ist bei massiven Verbauarten zur Vermeidung von permanenten Grundwasserbeeinflussungen und zur Normalisierung der Grundwasserverhältnisse eine Fensterung (z.B. mittels Hochdruckstrahl nach dem HDI-Verfahren) nötig, die dem Grundwasser den ursprünglichen Fließweg unterhalb des Bauwerks hindurch wieder ermöglicht. Bei Ausführung allein mit Spundwänden kann dies durch späteres Ziehen der Bohlen erreicht werden.

Die Beeinflussung der Grundwasserverhältnisse im Bereich des Baufeldes kann erst nach endgültiger Festlegung der Ausführung der Baugrubenumschließung und Festlegung des Bauablaufs (sukzessive oder gleichzeitige Ausführung der einzelnen Baufenster) ermittelt werden.

8.11.2 Bauwerke

Durch das großflächig ins Quartär einbindende Bauwerk wird das quartäre Grundwasser permanent aufgestaut. Der sich ergebende Aufstau hängt wesentlich von der Gründungstiefe ab und ist im Rahmen des noch durchzuführenden wasserrechtlichen Verfahrens zu gegebenem Zeitpunkt zu berechnen.

In diesem Verfahren wird auch die Grundwasserbeeinflussung infolge der Baugrubenumschließung erfasst.

8.12 Gründung Untergeschoß

Die genaue Gründungskote für das Untergeschoß liegt derzeit noch nicht genau fest. Die Gründungssohle liegt nach derzeitigem Planungsstand in den quartären Kiesen, die aufgrund ihrer hohen Lagerungsdichte eine sehr gute Tragfähigkeit besitzen.

8.12.1 Allgemeines

Sofern unmittelbar gegen die Baugrubenumschließung betoniert wird, muß die Außenwand der Gebäude durch eine Trennfläche vom Verbau abgesetzt werden. Die Trennfläche hat folgende Aufgaben:

- Minimierung der Reibung zwischen Verbauwand und Gebäude beim Ziehen, falls eine rückbaubare Baugrubenumschließung ausgeführt wird.
- Verhinderung von Zwangsspannungen durch Abfließen der Hydratationswärme und aus Schwinden in der Bodenplatte und den Wänden.

Bei Ausführung mit Spundwand dürfen die Spundwandtäler keinesfalls so ausbetoniert werden, daß ein schubfester Verbund zwischen Bodenplatte und ausbetonierten Spundwandtälern besteht.

8.12.2 Bemessung

Die Untergeschosse müssen wasserdicht und auftriebssicher gegründet werden. Wir empfehlen eine Ausführung als „Weiße Wanne“ (WU-Beton und Rissebewehrung).

Nicht bindige Böden zeigen im allgemeinen eine vom Seitendruck/Überlagerungsdruck und damit tiefenabhängige Zunahme des Steifemoduls.

Nach DIN 4018, Beiblatt 1 wird bei Berücksichtigung der tiefenabhängigen Zunahme des Steifemoduls oftmals eine bessere Übereinstimmung der errechneten Sohldruckverteilung mit der tatsächliche vorhandenen Sohldruckverteilung erreicht.

Nach DIN 4018, Beiblatt 1 entspricht das Bettungsmodulverfahren einem Steifemodulverfahren mit linear von der Baugrundoberfläche aus mit der Tiefe zunehmendem Steifemodul bei einer Poissonzahl $\nu = 0,5$.

Die Bettungsmoduli können im Zuge der Planungsfortführung mittels Setzungsberechnungen anhand der angegebenen Steifemoduli in Tabelle 2 ermittelt werden. Im Sinne einer Variation sollte der Schwankungsbereich der Bettungsmoduli bei der Setzungsberechnung durch Verwendung eines oberen und unteren Wertes für den Steifemodul ermittelt werden.

In den Randbereichen sind die Bettungsmoduli gegenüber den mittels Setzungsberechnungen ermittelten Werten um 30 % zu erhöhen. Als Randbereich gilt ein Streifen mit einer Breite gleich der Plattendicke, mindestens jedoch 0,8 m.

Sofern eine Bemessung nach dem Steifemodulverfahren vorgenommen wird, sind die Werte der Tabelle 2 zugrunde zu legen.

Die mittleren Bodenpressungen sollen 420 kN/m^2 nicht überschreiten, wobei Maximalwerte bis 500 kN/m^2 in kleinen Teilbereichen zugelassen werden können.

Für die Berechnung der Untergeschoßwände muß ein Verdichtungserddruck in Höhe des Erdruhedrucks angesetzt werden.

8.12.3 Hinweise zur Herstellung der Gründungssohle

Unterwasserbetonsohle

Sofern eine Unterwasserbetonsohle unmittelbar unterhalb der Gründungssohle ausgeführt wird, empfehlen wir zum Ausgleich von unvermeidbaren Unebenheiten in der Unterwasserbetonsohle eine dünne Ausgleichsschicht auf diese aufzubringen. Auf dieser Ausgleichsschicht, die im wesentlichen lastverteilend (ohne Punkt- oder Linienlagerung auf Erhebungen der Unterwasserbetonsohle) wirkt, kann die Gründung ausgeführt werden.

Als Material für die Ausgleichsschicht empfiehlt sich weitgestuftes Kiessand-Material mit einem Feinkornanteil $< 5 \%$. Der vorhandene sandige Quartärkies (schluffiger / feinsandiger Kies ausgenommen) ist sehr gut für die Ausgleichsschicht geeignet. In Hinblick auf das Größtkorn (Verdichtbarkeit) der lagenweise einzubringenden und mit geeignetem Gerät gleichmäßig zu verdichtenden Ausgleichsschicht empfehlen wir eine Mindestdicke von $0,2 \text{ m}$ im verdichteten Zustand.

Tiefliegende Sohlabdichtung bzw. wasserdichte Wand bis ins Tertiär

Bei diesen Varianten muß der Grundwasserspiegel mindestens auf $0,5 \text{ m}$ unter Gründungssohle abgesenkt werden.

Die Gründungssohlen dürfen beim Baugrubenaushub nicht aufgelockert werden. Auflockerungen in den quartären Kiesen sind mit geeignetem Gerät nachzuverdichten.

Beim Abteufen der Bohrungen wurden auch Bereiche mit Schluffanteilen in den Kiesen bzw. feinsandige Kiese erbohrt. Weiterhin können lokale Schlufflinsen nicht ausgeschlossen werden.

Sofern Schlufflinsen oder stark schluffige Kiese in der Gründungssohle anstehen, sind diese komplett auszukoffern und mittels Magerbeton oder weitgestuftem Kiessand-Material mit einem Feinkornanteil $< 5 \%$ zu verfüllen, wobei sich die im Baufeld anstehenden Kiese bei lageweisem Einbau und Verdichtung (maximale Schichtdicke im eingebauten Zustand $\leq 0,3 \text{ m}$) sehr gut eignen. Auf die hydraulische Grundbruchsicherheit ist bei der Ausführung des Bodenaustausches Rücksicht zu nehmen. Gegebenenfalls ist an diesen Stellen auch eine lokale Grundwasserabsenkung vorzusehen.

Bei den feinsandigen Kiesen ist bei Wasserzutritt eine Fließgefährdung der Feinsande gegeben, die die Lagerungsdichte bzw. das Korngerüst zerstören kann. Diese Bereiche sind daher ebenfalls vor Wasserzutritt zu schützen.

Sofern bei Wasserzutritt infolge Tagwasser oder infolge Durchströmung aus Undichtigkeiten der Sohle das Korngerüst infolge Fließens zerstört wurde, ist auch in diesen Bereiche gemäß den obigen Ausführungen ein Bodenersatz vorzusehen.

Es kann nicht ausgeschlossen werden, daß im Rahmen des Baugrubenaushubs größere Bereiche mit schluffigen oder feinsandigen Kiesen freigelegt werden. Für diese Bereiche ist ein Bodenersatz wie oben beschrieben vorzunehmen.

Bei Unklarheiten bezüglich der Notwendigkeit eines Bodenaustausches ist der Bodengutachter hinzuzuziehen.

8.13 Setzungsfugen

Hinsichtlich des Auftriebs kann das Bauwerk nach derzeitigem Planungsstand in Bereiche unterteilt werden, in denen ein Untergeschoss ohne weitere Überbauung bzw. ein Untergeschoss mit Überbauung und dabei bereichsweise mit variabler Anzahl der Geschosse ausgeführt wird.

Dementsprechend variiert auch die Bandbreite der abzutragenden Lasten, was Setzungsunterschiede hervorrufen wird. Da das komplette Untergeschoss aber nach derzeitigem Planungsstand wasserdicht ausgeführt werden muß, sind Setzungsunterschiede hierbei trotz der großen Tragfähigkeit des Baugrunds grundsätzlich als problematisch anzusehen, weswegen vorsorglich Setzungsfugen zwischen den unterschiedlich belasteten Bauteilen anzuordnen sind.

In Bereichen, in denen dies konstruktiv nicht möglich ist, sind die hoch belasteten Bauwerksteile zuerst zu betonieren. Zwischen den hoch belasteten Bereichen und den weniger belasteten Bauwerksteilen sind Betoniergassen zu belassen, die erst nach Fertigstellung des Rohbaus der beiden Bereiche geschlossen werden dürfen. Auf diese Weise werden Zwangsspannungen, die durch die bei der Rohbauerstellung auftretenden Setzungsunterschiede erzeugt werden, vermieden.

Die Lage der Setzungsfugen und Betoniergassen sollte bei entsprechendem Planungsstand in Rücksprache mit dem Bodengutachter seitens des Tragwerksplaners in Ausführungsplänen dargestellt werden.

Zugleich empfehlen wir, alle Übergangsbereiche konstruktiv stärker als statisch bzw. aus Gründen der Wasserundurchlässigkeit notwendig zu bewehren.

8.14 Hinterfüllung

Als Material für Bauwerkshinterfüllungen empfiehlt sich weitgestuftes Kiessand-Material mit einem Feinkornanteil $< 5\%$. Der vorhandene Quartärkies ist sehr gut zur Hinterfüllung geeignet.

Das Hinterfüllmaterial ist lageweise einzubringen (Dicke der Lagen max. 0,2 m im verdichteten Zustand) und auf mind. 100% der einfachen Proctordichte zu verdichten. Der E_{v2} -Modul muß mindestens 100 MN/m^2 betragen und das Verhältnis E_{v2}/E_{v1} weniger als 2,5.

Die Verdichtung ist mit geeignetem Gerät (z.B. leichten Rammsondierungen) zu prüfen.

9. Schlußbemerkungen

Dem vorliegenden Bericht liegt die Annahme größtenteils einheitlicher Bodenverhältnisse im gesamten Untersuchungsgebiet entsprechend den bisher vorliegenden Bohrergebnissen im Rahmen der Baugrundvorerkundung zugrunde.

Die gewählten Aufschlußmethoden können im Verhältnis der Anzahl der Aufschlüsse zur Grundstücksgröße unter Beachtung der DIN 4020, Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke nur punktuelle Informationen über den Baugrund geben.

Baugrundverhältnisse können sich jedoch sehr kleinräumig ändern. Wie bereits unter Abschnitt 8.1 angeführt, empfehlen wir daher, eine noch festzulegende Anzahl ergänzender Bohrungen auf Tiefen bis zu 30,0 m abzuteufen, um die Untergrundverhältnisse und insbesondere die Tiefenlage und die bodenmechanischen Eigenschaften des Tertiärs zu verifizieren.

Wie ebenfalls bereits unter Abschnitt 8.1 angeführt, ist bei geplanter Baugrubenabdichtung mittels Einbindung einer dichtenden Wand in die tertiären Schichten auf jeden Fall ein vom Umfang her erweitertes Untersuchungsprogramm nötig, welches auch noch eine größere Anzahl von Laboruntersuchungen erfordert.

In diesem Fall empfehlen wir, das gesamte ergänzende Untersuchungsprogramm mit dem Bodengutachter im einzelnen abzustimmen.

Zur Erstellung dieses Berichts stand keine konkrete Ausführungsplanung zur Verfügung, sondern Planunterlagen, die im Rahmen der Vorbereitung und Durchführung des Bebauungsplan-Verfahrens erstellt wurden ([4], [5], [6] und [7]).

Bei Vorliegen der Ausführungsplanung und nach Entscheidung für eine Verbauvariante ist daher der Gutachter zu verständigen, um die Gültigkeit der im Rahmen des Berichts

mitgeteilten Bemessungswerte und geotechnischen Empfehlungen auf Übereinstimmung und Anwendbarkeit mit der Fortführung der Planung zu prüfen.

Dies ist unbedingt notwendig, da sich in Abhängigkeit von den zum Einsatz vorgesehenen Bauverfahren und auch von der Konstruktion die anzusetzenden Bemessungswerte und geotechnischen Empfehlungen ändern können bzw. einer Ergänzung / Anpassung bedürfen.

Der Gutachter ist auch zu verständigen, wenn im Zuge der Durchführung der Ausführungsplanung Umplanungen des Gebäudes oder der Baugrubenumschließung erfolgen, da diese ebenso Einfluss auf die anzusetzenden Bemessungswerte und die geotechnischen Empfehlungen haben können.

Das Bauwerk bindet dauerhaft in das Grundwasser ein. Weiterhin wird während der Baumaßnahme Grundwasser gefördert und abgeleitet. Für die Durchführung der Baumaßnahme muß deshalb ein wasserrechtliches Verfahren durchgeführt werden.

Unser Büro ist mit der Durchführung des wasserrechtlichen Verfahrens bereits beauftragt. Das Verfahren kann jedoch erst bei Vorliegen der konkreten Planung weiter bearbeitet werden.

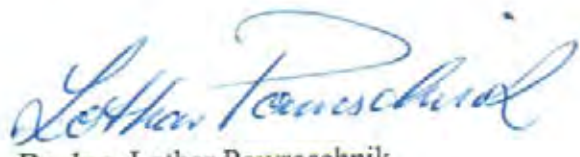
Der hier vorliegende Bericht zur Beurteilung der geo- und gründungstechnischen Verhältnisse ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

Regensburg, 03.04.2001

Seidl & Partner
Gesamtplanung GmbH



Dipl.-Ing. Bernd Wagner



Dr.-Ing. Lothar Powroschnik

**TechnologiePark 2000 USH
Unterschleißheim**

**Beurteilung der geo- und gründungs-
technischen Verhältnisse**

Auftraggeber: Projektentwicklungsgesellschaft
TechnologiePark 2000
Unterschleißheim GbR
Sportplatzstraße 72
85716 Unterschleißheim

Projektentwicklung: DYNAMIS
Projektentwicklung und Beratung
Nymphenburger Straße 118
80636 München

Architekt: Wörle-Siebig Strauch
Architekten GmbH
Dachauer Straße 37
80335 München

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Bernd Wagner
Dr.-Ing. Lothar Powroschnik

Datum: 03.04.2001

Projekt-Nr.: 01/05

Datei-Nr.: Q:\wagner\Projektnummer 01\0105 Unterschleißheim\0105
Berichte\0105-Bericht\0105 Bericht1.doc

Dieser Bericht enthält 29 Seiten und 7 Anlagen.



SEIDL & PARTNER GMBH

BOELCKESTRASSE 40 - 93051 REGENSBURG - TELEFON 09 41/9 20 11-0 - TELEFAX 09 41/9 20 11-111
GESCHÄFTSFÜHRER: PROF.-DR.-ING. K. RICHARD SEIDL - HRB REGENSBURG 3644

NIEDERLASSUNGEN: BERLIN - LEIPZIG - MÜNCHEN - AMSTERDAM - LONDON

Inhaltsverzeichnis

Seite

1.	Veranlassung und Aufgabenstellung	4
2.	Planunterlagen	4
3.	Projektbeschreibung	5
4.	Feldarbeiten und Laboruntersuchungen	6
5.	Baugrundverhältnisse	7
5.1	Beschreibung der Schichtenfolge	7
5.2	Eigenschaften der Schichten	9
6.	Grundwasserverhältnisse und Grundwassereigenschaften	9
7.	Bodenklassifizierung und Bodenkennwerte	11
8.	Folgerungen für die Baumaßnahme	12
8.1	Allgemeines zur Baugrube	12
8.2	Baugrubenausführung unter Einbeziehung des Tertiärs	13
8.2.1	Baugrubenumschließung	14
8.2.2	Sohlabdichtung	15
8.3	Baugrubenausführung mit künstlicher Sohlabdichtung	15
8.3.1	Baugrubenumschließung	15
8.3.2	Sohlabdichtung	16
8.4	Technische Hinweise Verbau	18
8.5	Wertung der Möglichkeiten zur Baugrubenumschließung	19
8.6	Erd- und Wasserdruckansätze	21
8.7	Anker	22
8.8	Querschotts	22
8.9	Wasserhaltung im Bauzustand	22
8.9.1	Trogentwässerung	22
8.9.2	Ableitung	23
8.10	Auftriebssicherung	23
8.11	Grundwasserbeeinflussung	24
8.11.1	Baugrubenumschließung	24
8.11.2	Bauwerke	24
8.12	Gründung Untergeschoß	24
8.12.1	Allgemeines	25
8.12.2	Bemessung	25
8.12.3	Hinweise zur Herstellung der Gründungssohle	26
8.13	Setzungsfugen	27
8.14	Hinterfüllung	28
9.	Schlußbemerkungen	28

Tabellenverzeichnis

Seite

Tabelle 1: Bodenklassifizierung	11
Tabelle 2: Bodenkennwerte	12

Anlagenverzeichnis

Anlage

Lagepläne	1
- Lageplan mit Ansatzpunkten der Untergroundaufschlüsse, 1:1.000	1.1
- Lageplan Bebauungsvariante III, 1:1.1000	1.2
Bohrprofile mit Darstellung der Pegelausbauten	2.1 – 2.5
Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche	3.1 - 3.9
Ergebnisse der Grundwasseranalysen zur Betonaggressivität nach DIN 4030	4.1 - 4.2
Schichtenverzeichnisse Eder Brunnenbau GmbH	5.1 – 5.5
Schematisiertes Bodenprofil mit Darstellung der Bemessungswasserstände	6
Schematische Darstellung der Möglichkeiten zur Baugrubenausführung	7
- Baugrubenausführung unter Einbeziehung des Tertiärs	7.1
- Baugrubenausführung mit künstlicher Sohlabdichtung	7.2

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Projektentwicklungsgesellschaft TechnologiePark 2000 Unterschleißheim GbR plant im Rahmen des Projekts „Technologiepark 2000 USH“ die Bebauung der Grundstücke Flur-Nr. 704 sowie der Flur-Nr. 704/7 und 706/2 bis 706/8, Gemarkung Unterschleißheim.

Unser Büro wurde für dieses Bauvorhaben mit der Planung, Ausschreibung und Überwachung der Baugrunderkundung, mit der Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung sowie der Erstellung der wasserrechtlichen Genehmigungsunterlagen beauftragt.

In diesem Bericht sind die Ergebnisse der Baugrundvorerkundung einschließlich Empfehlungen für Gründungsmaßnahmen sowie mehrerer Varianten zur Ausführung der Baugrube zusammenfassend dargestellt.

2. Planunterlagen

Zur Erstellung dieses Berichtes standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Vermessungsamt München: Auszug aus dem Katasterkartenwerk, Ausschnitt aus der Flurkarte 2052, 2053, 2076, 2077 im Maßstab 1:1000.
- [2] Geländeaufnahme Flur-Nr. 704, 704/7, 706/2 bis 706/8 des Ingenieurbüros Kärner, Vermessungstechnik, München, Zeichnungs-Nr. 14718/6.0a (Planstand 12.02.2001).
- [3] Pegelganglinien für die Grundwassermeßstellen 16272 und 16118 einschl. Angaben zum Grundwassergefälle und Höchstgrundwasserstand von 1940, zur Verfügung gestellt vom Wasserwirtschaftsamt München mit Schreiben vom 21.02.2001, Az. 4425.6/ML29-735/01-A.3.
- [4] Planunterlagen Wörle-Siebig Strauch Architekten GmbH (WSSA), München
 - a) Bebauungsvariante II, Tiefgarage, Blatt-Nr. US-BV2TG, Planungsstand 20.11.2000.
 - b) Bebauungsvariante II, Lageplan, Blatt-Nr. US-BV2, Planungsstand 20.11.2000.
 - c) Bebauungsvariante III, Lageplan, Blatt-Nr. US-24-3, Planungsstand 12.12.2000.
- [5] Dynamis, Gesellschaft für Projektentwicklung & Beratung GmbH, München, Leitgedanke Architektur Bebauungsvariante II, keine Blatt-Nr., kein Planungsstand.
- [6] Protokoll zur Besprechung vom 05.03.2001 bei WSSA, aufgestellt Dynamis, Gesellschaft für Projektentwicklung & Beratung GmbH, München.
- [7] Ergebnisprotokoll zur Besprechung vom 13.03.2001 im Landratsamt München, aufgestellt Dynamis, Gesellschaft für Projektentwicklung & Beratung GmbH, München.

[8] Protokoll zur Besprechung vom 15.03.2001 bei WSSA, aufgestellt Dynamis, Gesellschaft für Projektentwicklung & Beratung GmbH, München.

3. Projektbeschreibung

Grundstück

Das Baufeld befindet sich im Südwesten von Unterschleißheim (siehe Übersichtslageplan, Anlage 1). Im Osten grenzt das Untersuchungsgebiet unmittelbar an die Landshuter Straße, im Norden befindet sich das Firmengelände der Euro Air Defence Systems (EADS) Beteiligungs GmbH. Südlich und westlich schließt sich unbebautes Ackerland an.

Das Grundstück ist insgesamt eben. Die mittlere Geländehöhe liegt bei ca. 474,3 m NN.

Die gesamte Grundstücksfläche beträgt etwa 5,5 ha.

Bestandssituation

Die Flur-Nr. 704 und 704/7 werden derzeit als Ackerland genutzt.

Bei dem restlichen Teil des Baufeldes handelt es sich um Grünland, wobei auf dem im Lageplan (Anlage 1) dargestellten umzäunten Bereich (Flur-Nr. 706/5 und 706/6) sich zwei Schrebergärten befinden.

Geplantes Bauvorhaben

Für das geplante Bauvorhaben existieren derzeit im Rahmen des Bebauungsplan-Verfahrens mehrere Bebauungsvarianten, welche alle eine Unterteilung des Baugebiets in drei Baufenster BF I bis BF III vorsehen.

Alle Varianten sehen eine hufeisenförmige Bebauung des Gesamtgrundstückes vor (s. Anlage 1.2, Bebauungsvariante III mit Darstellung Tiefgaragenumgriff). Die verkehrstechnische Erschließung ist über eine langgestreckte Ringstrasse in der Mitte des Hufeisens geplant.

Nach derzeitigem Kenntnisstand ist in jedem Baufenster eine Tiefgarage geplant. Die Tiefgaragen der einzelnen Baufenster sind baulich nicht verbunden. Die Erschließungsstraße wird nicht unterkellert.

Die Tiefgaragen sollen in Teilbereichen ohne weitere Überbauung, aber mit einer Erdüberdeckung in einer Mächtigkeit zwischen 0,7 und 1,2 m ausgeführt werden. In Berei-

chen, in denen die Tiefgaragen überbaut werden, steht die endgültige Anzahl der Geschosse noch nicht fest. Nach den uns überlassenen Planunterlagen soll die Anzahl der Geschosse zwischen 3 (E + II) und 6 (E + V) liegen. Im Baufenster III soll weiterhin ein Parkhaus mit 7 Geschossen entstehen.

Detaillierte Pläne mit Gebäudegrundrissen, Schnitten, Bauwerksnull, (absolute) Höhenkoten usw. liegen noch nicht vor. Es existiert lediglich ein Systemschnitt für die Bebauung Baufenster III.

Angaben über den zeitlichen Ablauf der Bebauung des Grundstücks (zeitgleiches oder sukzessives Baugeschehen in den einzelnen Baufenstern) liegen uns nicht vor.

4. Feldarbeiten und Laboruntersuchungen

Zur Ermittlung und Beurteilung der Untergrundverhältnisse im Rahmen einer Erstbeurteilung der geotechnischen Verhältnisse wurden vom 19.02 bis 05.03.2001 fünf Aufschlußbohrungen PB 1, PB 2 und B 2 – B 5 als Rammkernbohrung abgeteuft. Die Bohrung PB 1 erreichte eine Tiefe von 30,0 m, die restlichen Bohrungen wurden bis 20,0 m unter Geländeoberkante (GOK) niedergebracht. Der Bohrdurchmesser der Bohrungen PB 1 und PB 2 betrug bis 20,0 m Tiefe 220 mm. Die unteren 10,0 m der Bohrung PB 1 wurden mit einem Durchmesser 178 mm gebohrt. Alle anderen Bohrungen wurden ebenfalls mit einem Bohrdurchmesser 178 mm ausgeführt. Im Bereich von bindigen Schichten wurden die Bohrlöcher nach Beendigung der Bohrung mit Quellton wiederverfüllt. Ansonsten wurden die Bohrlöcher mit dem vorhandenen Bohrgut gemäß Bodenaufbau verfüllt.

Die Bohrungen PB 1 und PB 2 wurden bis 7,2 m (PB 1) und 7,6 m (PB 2) Tiefe unter Gelände als 5-Zoll Grundwassermeßstellen ausgebaut.

Zur Erkundung der Lagerungsdichte wurden weiterhin in den Bohrungen PB 1 bis B 4 insgesamt 16 Standard-Penetrations-Tests (SPT) nach DIN 4094 durchgeführt.

Aus dem Bohrgut wurden insgesamt 13 gestörte Bodenproben und 2 ungestörte Bodenproben entnommen. Weiterhin wurden aus den Pegeln PB 1 und PB 2 zwei Grundwasserproben als Schöpfproben entnommen.

Die Aufschlußpunkte wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Als Bezugspunkt für die Nivellierung diente der Zaunpfosten Ecke Flur-Nr. 704 / EADS-Gelände / Landshuterstraße mit einer Höhe von 474,42 m NN.

Anlage 1.1 zeigt einen Lageplan mit den eingezeichneten Aufschlußpunkten. In Anlage 2 sind die ermittelten Bohrprofile einschließlich der Pegelausbauten, Grundwasserstände und Probenahmestellen (Boden, Wasser) sowie SPT graphisch dargestellt.

Die Bodenansprache während der Bohrungen und die Führung der Schichtenverzeichnisse (Anlage 5) erfolgte durch den Bohrmeister. Das in den Kernkisten gelagerte Bohrgut wurde danach nochmals durch unseren Baugrundsachverständigen beurteilt. Sofern im Rahmen dieser Beurteilung und der bodenmechanischen Laborversuche neue Erkenntnisse bezüglich der Bodenzusammensetzung gewonnen wurden, erfolgte eine entsprechende Anpassung der Bohrprofile (Anlage 2). Bei den Schichtenverzeichnissen in Anlage 5 handelt es sich um die Original-Bohrmeisteraufzeichnungen.

An ausgewählten Bodenproben wurden im bodenmechanischen Labor folgende Laborversuche ausgeführt:

- 2 Bestimmungen der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122, Teil 1
- 3 Siebanalysen nach DIN 18 123 (Naßsiebung)
- 2 kombinierte Sieb-Schlämmanalysen nach DIN 18 123

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sind in Anlage 3 beigelegt.

Die entnommenen Wasserproben wurden auf Betonaggressivität nach DIN 4030 untersucht. Die Analyseergebnisse finden sich in Anlage 4.

5. Baugrundverhältnisse

5.1 Beschreibung der Schichtenfolge

Unter dem in jeder Bohrung vorhandenen **Mutterboden** mit einer Mächtigkeit von 0,3 bis 0,4 m steht graubrauner **quartärer Kies** mit einer erbohrten Mächtigkeit zwischen 16,6 m und 18,1 m an. Die Unterkante der quartären Schichten wurde zwischen 458,2 m NN (PB 1) und 455,8 m NN (PB 2) festgestellt.

Bodenmechanisch ist das Schichtpaket überwiegend als sandiger bis stark sandiger Kies anzusprechen.

Teilweise treten in den Kiesen auch schwach schluffige Beimengungen in Schichtmächtigkeiten zwischen 0,5 und 2,3 m auf. Fein- bis mittelsandige bzw. stark fein- bis mittelsandige Beimengungen in den Kiesen wurden mit einer Mächtigkeit von 0,4 bis 2,4 m festgestellt. In der Bohrung B 5 steht stark kiesiger Sand mit einer Schichtdicke von 1,8 m an.

An zwei Bodenproben aus 9,0 m Tiefe wurden Siebanalysen nach DIN 18 123 (Naßsiebung) durchgeführt. Bei einer Ungleichförmigkeitszahl von $U = 36,2 - 57,6$ handelt es sich um intermittierend bis weitgestufte Kiese. Der Feinkornanteil $< 0,063$ mm wurde mit 3,9 – 4,5 Gew.-% festgestellt. Dementsprechend sind die Kiese den Bodengruppen GW, GI nach DIN 18 196 zuzuordnen.

Gemäß den Ergebnissen der Standard-Penetration-Tests sind die Quartärkiese dicht bis sehr dicht gelagert.

Erfahrungsgemäß können innerhalb der quartären Kiese Rollkieslagen oder reine Schluff- oder Sandlinsen nicht ausgeschlossen werden. Auch muß mit dem Auftreten von Steinen und Blöcken in seltenen Fällen gerechnet werden.

Unter den quartären Kiesen stehen **tertiäre Schichten** überwiegend in Form von glimmerhaltigen Feinsanden, teilweise mit schwach bis stark schluffigen sowie schwach kiesigen Beimengungen an.

In die Feinsande sind teilweise auch wechselnd gelagert schwach tonige, feindsandige bis stark sandige Schluffe und schwach schluffige, schwach feinsandige Tone in halbfester bis fester Konsistenz eingeschaltet. Diese bindigen Schichten wurden mit Mächtigkeiten von 0,4 m bis 1,7 m erbohrt.

In der Bohrung B 3 wurde kein Feinsand erbohrt. Dort steht ab 16,8 m unter GOK (= 457,6 m NN) fester Ton, größtenteils mit schwach schluffigen und schwach feinsandigen Beimengungen in einer Mächtigkeit von 0,7 m an, dem bis zur Endtiefe von 20,0 m unter GOK Schluff in halbfester bis fester Konsistenz mit unterschiedlichen Anteilen von Ton, Feinsand und Sand unterlagert ist.

Die Oberkante des Tertiärs liegt gemäß den Bohrergebnissen zwischen 455,8 m NN (PB 2) und 458,2 m NN (PB 1). In Bohrung PB 1 wurde die Mächtigkeit der Feinsandschichten mit 7,6 m erbohrt (UK = 450,6 m NN). Darunter stehen stark sandige Kiese in beige-grauer bis rotbrauner Farbe an.

An den Schluffen der Bohrungen PB 2, B 3 und B 4 wurden Siebanalysen (Naßsiebung) bzw. Sieb-Schlamm-Analysen nach DIN 18 123 sowie zwei Bestimmungen der Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122 durchgeführt. Die Fließgrenze wurde mit $w_L = 36,3\%$ bis $41,2\%$ und die Ausrollgrenze mit $w_p = 23,0\%$ bis $25,7\%$ festgestellt. Es handelt sich damit gemäß DIN 18 196 um mittelplastische Tone und Schluffe (TM / UM) halbfester Konsistenz.

Die an dem Feinsand der Bohrung PB 1 durchgeführte Siebanalyse zeigt, daß es sich um enggestuften Sand der Bodengruppe SU nach DIN 18 196 mit einem Feinkornanteil von $13,7\%$ handelt. Gemäß der sensorischen Ansprache des Bohrgutes sind auch feinkornfreie Fein- bis Mittelsandschichten vorhanden, die nach DIN 18 196 der Bodengruppe SE zuzuordnen sind.

5.2 Eigenschaften der Schichten

Die **Quartärkiese** sind dicht bis sehr dicht gelagert, wobei die Lagerungsdichte in Abhängigkeit von der Tiefe zunimmt. Die Kiese sind sehr gut tragfähig und nicht frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F 1 nach ZTVE-StB 94). Lediglich in Bereichen mit schwach schluffigen Beimengungen sind die Kiese als gering frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F 2 nach ZTVE-StB 94) anzusehen. Sie sind ramm- und rüttelbar, wobei jedoch aufgrund des dichten Korngefüges Hilfsmaßnahmen wie z.B. Vorbohrungen oder Spülhilfen erforderlich sein können. Bei freier Böschung sind in den Quartärkiesen Böschungsneigungen bis ca. 45° möglich.

Für die Bereiche mit feinsandigen Zwischenlagen ist zu beachten, daß diese in der Regel wasserempfindlich sind und zum Ausfließen neigen. Sofern in diesen Schichten frei geböschet wird, sind die feinsandigen Lagen durch geeignete Maßnahmen (z.B. Abdecken mit Folie) vor Wasserzutritt zu schützen.

Sofern eine Baugrubenumschließung mittels Spundwand ausgeführt wird, besteht bei Feinsandlagen im Bereich möglicher Schloßundichtigkeiten die Gefahr, daß dort der Feinsand aus dem Korngerüst ausgespült wird, was zu stark erhöhten Durchlässigkeiten und somit zu stark erhöhten Wasserzutritten in diesen Bereichen führen kann.

Die **tertiären Schichten** sind aufgrund ihrer Tiefenlage hinsichtlich der vorgesehenen eingeschossigen Unterkellerung der geplanten Bauwerke für die Lastabtragung der Gründung von untergeordneter Bedeutung.

Als bedeutend ist jedoch die Tatsache anzusehen, daß die bereichsweise nur aus Sanden bestehenden tertiären Schichten aufgrund ihrer Durchlässigkeit nicht als Stauer im herkömmlichen Sinne anzusprechen sind, vgl. Bohrungen PB 1 und B 5.

Andrerseits ist nach den Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB), Empfehlung 62 (EB 62) eine Bodenschicht aber als annähernd wasserundurchlässig gegenüber dem übrigen Boden zu betrachten, wenn Sie eine Durchlässigkeit aufweist, die um mindestens zwei Zehnerpotenzen kleiner als die Durchlässigkeit des übrigen Bodens ist.

6. Grundwasserverhältnisse und Grundwassereigenschaften

Der relevante Grundwasserleiter wird von den sehr durchlässigen Quartärkiesen gebildet.

Bei den Bohrungen wurde der Grundwasserstand zwischen den Höhen von 470,32 m NN und 471,58 m NN eingemessen (Ausführungszeit 19.2. – 05.03.2001). Bei der Zweitmessung in der Meßstelle PB 1 wurde am 05.03.1999 ein Ruhewasserstand in Höhe von 471,67 m NN gemessen, wobei der Wasserstand in der am selben Tag abgeteufelten Bohrung B 5 in Höhe von 471,45 m NN erbohrt wurde. Demgemäß lag der Grund-

wasserspiegel zum Zeitpunkt der Untersuchungen zwischen 3,11 m und 3,6 m unter GOK.

Nach Auskunft von Herrn Krug, Projektentwicklungsgesellschaft TechnologiePark 2000 Unterschleißheim GbR wurde bei Ausführung eines Baggerschurfs im Auftrag der GbR der Grundwasserstand ca. 2,0 – 2,5 m unter GOK festgestellt, wobei uns der Zeitpunkt der Ausführung des Schurfs nicht bekannt ist.

Auf Anfrage hin wurden uns vom Wasserwirtschaftsamt in München Pegelganglinien für die Grundwassermeßstellen 16272 (Lecres-Brücke in Unterschleißheim) und 16118 (Bahnstraße in Lohhof) zur Verfügung gestellt [3]. Die Pegel befinden sich rd. 1 km östlich (Meßstelle 16272) bzw. 11,5 km nördlich (Meßstelle 16118) des Baufeldes. Die Pegelganglinie für die Meßstelle in Unterschleißheim beginnt im Mai 1991, die Aufzeichnungen für die Meßstelle in Lohhof reichen bis zum Juni 1939 und damit über das sogenannte Hochwasserereignis von 1940 (HW₁₉₄₀) im Münchner Raum zurück.

Aus den Pegelganglinien können Höchstwasserstände von rd. 471,6 m NN (Meßstelle Unterschleißheim; April / Mai 2000) bzw. 470,2 m NN (Meßstelle Lohhof; zweimaliges Auftreten im Zeitraum zwischen 1939 und 1949) abgelesen werden.

Das HW 1940 dient im Münchner Raum üblicherweise zur Ermittlung des Bemessungshochwasserstandes. Nach Auskunft des Wasserwirtschaftsamtes in München liegt der Höchstgrundwasserstand von 1940 rd. 1,5 m höher als der in der Aufzeichnung des Pegels Unterschleißheim dargestellte höchste Grundwasserstand, womit sich ein HW₁₉₄₀-Stand von rd. 473,10 m NN ergibt.

Weiterhin wurde nach mündlicher Auskunft des Wasserwirtschaftsamtes in München im Rahmen einer Stellungnahme zum Bebauungsplan im Untersuchungsgebiet der höchste anzunehmende Grundwasserstand (HGW) mit rd. 1,0 m unter GOK abgeschätzt.

Für die Bemessung des Bauwerkes und der Baugrube empfehlen wir daher – auch gemäß den Vorgaben des Wasserwirtschaftsamtes in München für den HGW – von folgenden Bemessungswasserständen auszugehen.

- **Baubemessungswasserstand** **BGW = 472,5 mNN**
- **Höchster anzunehmender Grundwasserstand** **HGW = 473,4 mNN**

Die Bemessungswasserstände liegen 1,8 m (BGW) bzw. 0,9 m (HGW) unter der mittleren Geländehöhe von 474,30 m NN.

In Anlage 6 sind in einem schematisierten Bodenprofil auf Grundlage der bisher ausgeführten Bohrungen und unter Annahme einheitlicher Bodenverhältnisse im Untersuchungsgebiet die mittlere Geländeoberkante sowie die Bemessungswasserstände eingetragen.

Die Grundwasserfließrichtung verläuft nach Angaben des Wasserwirtschaftsamts München in etwa von Südwesten nach Nordosten, wobei das mittlere Fließgefälle mit rd. 2,5 ‰ angegeben wird.

Die aus den Meßstellen PB 1 und PB 2 entnommenen Grundwasserproben wurden im chemischen Labor auf Betonaggressivität nach DIN 4030 geprüft. Gemäß den Analysenergebnissen in Anlage 4 ist das Grundwasser kalkabscheidend. Die Grenzwerte nach DIN 4030 zur Beurteilung des Angriffsgrades von Wässern überwiegend natürlicher Zusammensetzung – pH-Wert, kalklösende Kohlensäure, Ammonium, Magnesium, Sulfat – wurden nicht überschritten. Das Grundwasser ist demnach als **nicht betonangreifend nach DIN 4030** einzustufen.

7. Bodenklassifizierung und Bodenkennwerte

In Tabelle 1 und 2 sind die Bodenklassifizierung nach DIN 4022, DIN 18 196 und DIN 18 300 sowie die anzunehmenden Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen (cal-Werte) angegeben. Für den Steifemodul und den k-Wert sind Wertebereiche angegeben, die den natürlichen Schwankungsbereichen Rechnung tragen.

Die in Tabelle 2 angegebenen Bodenparameter basieren auf den vorliegenden Untersuchungsergebnissen und auf Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden. Sie beziehen sich auf die erbohrten Bodenschichten im ungestörten Zustand. Durch Störungen, wie z.B. Auflockerungen, können sich die angegebenen Parameter erheblich reduzieren (der k-Wert erhöht sich).

	nach DIN 4022	nach DIN 18196	nach DIN 18300
Mutterboden	U,s,g	UL, OH	1
Quartärkies	G,s'-s*,u' G, fs-fs*, ms-ms*	GW, GI, GU GW, GI	3, 6 ¹ 3, 6 ¹
Tertiäre Schichten	fS-mS,u'-u, U,fs,t / T,u',fs',g'	SE, SU, SU*, UL, UM, TM	3 – 5 ²⁾

¹ Steine und Blöcke ²⁾ gilt für nichtbindige und bindige Schichten

Tabelle 1: Bodenklassifizierung

	cal γ [kN/m ³]	cal γ' [kN/m ³]	cal ϕ [°]	cal c' [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	k-Wert [m/s]
Quartärkies dicht – sehr dicht	21	12	37,5	0	120 – 150	10 ⁻² – 10 ⁻⁴ i.M. 5 * 10 ⁻³
Tertiäre Sande	21	11	35,0	0	60 – 80	10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁷ i.M. 5 * 10 ⁻⁶
Tertiäre Schluffe und Tone halbfest - fest	20	10	27,5	5	15 – 25	10 ⁻⁷ – 10 ⁻⁹ i.M. 5 * 10 ⁻⁸

Tabelle 2: Bodenkennwerte

8. Folgerungen für die Baumaßnahme

8.1 Allgemeines zur Baugrube

Zur Vorerkundung der Untergrundverhältnisse wurden auf dem Baugrundstück zunächst 5 Bohrungen in der Nähe der Grundstücksgrenzen ausgeführt. Gemäß DIN 4020 und unter Beachtung der Grundstücksgröße ist diese relativ geringe Anzahl von Bohrungen nur für die Vorentwurfsplanung als ausreichende Anzahl im Rahmen geotechnischer Untersuchungen für bautechnische Zwecke geeignet.

Wir empfehlen daher für die Entwurfsplanung zur Bestätigung der Untergrundverhältnisse und insbesondere der Tiefenlage sowie der bodenmechanischen Eigenschaften des Tertiärs eine noch festzulegende Anzahl ergänzender Bohrungen bis in Tiefen von ca. 30,0 m abzuteufen.

Sofern die weiter unten noch im einzelnen beschriebene Variante als dicht umschlossene Trogbaugrube durch Einbindung einer dichtenden Wand in die tertiären Schichten gewählt wird, ist ein vom Untersuchungsumfang her erweitertes Programm nötig, welches auch eine größere Anzahl von Laboruntersuchungen erfordert. In diesem Fall empfehlen wir, das gesamte erforderliche Untersuchungsprogramm gemeinsam mit dem Bodengutachter abzustimmen.

Den weiteren Ausführungen liegt die hier zunächst getroffene Annahme größtenteils einheitlicher Bodenverhältnisse im gesamten Untersuchungsgebiet entsprechend den bisher vorliegenden Bohrergebnissen zugrunde.

Als wichtige Randbedingungen für die Planung der Baugrubenumschließung sind die Größe des Baugrundstücks, der hohe Grundwasserstand und die sehr hohe Durchlässigkeit der Kiese sowie die korrelative Zusammensetzung und die Eigenschaften der unterlagernden tertiären Schichten zu benennen.

Eine herkömmliche Grundwasserabsenkung mittels Brunnen, Pumpenstümpfen und Drainagegräben ist aufgrund der hohen Durchlässigkeit der Kiese auch bei nur geringfügiger Absenkung des Grundwasserspiegels technisch nicht beherrschbar.

Die Baugrube kann dagegen aber als Trogbaugrube ausgeführt werden. Dabei wird die Baugrube wasserdicht umschlossen und so der seitliche Wasserzufluß unterbunden.

Sofern die tertiären Schichten auf dem gesamten Baufeld in entsprechender Tiefe vorhanden sind und diese anhand weiterer geotechnischer Feld- und Laboruntersuchungen gegenüber dem übrigen Boden als mindestens annähernd wasserundurchlässig einzustufen sind, kann die Abdichtung der Baugrubensohle durch ausreichend tiefe Einbindung der Baugrubenumschließung in die tertiären Schichten erfolgen.

Anderenfalls kann durch eine künstliche Sohlabdichtung (tiefliegende Injektions- / HDI-Sohle oder hochliegende Unterwasserbetonsohle) unter Beachtung der Auftriebssicherheit und der hydraulischen Grundbruchsicherheit der Wasserzufluß von unten verhindert werden, wobei diese Sohlabdichtung an die Baugrubenumschließung anbinden muß.

Innerhalb der wasserdichten Baugrube wird in beiden Fällen (vorhandene dichtende Bodenschichten oder künstliche Sohlabdichtung) das Wasser dann abgepumpt bzw. auf den für die Durchführung der Baumaßnahme erforderlichen Grundwasserstand abgesenkt und so die Baugrube trockengelegt. Während des Offenstehens der Baugrube muß aufgrund nicht vermeidbarer Zuströmungen bzw. Undichtigkeiten in Wand und (künstlicher) Sohle Restwasser sowie Tagwasser (Regenwasser) abgeführt werden.

8.2 Baugrubenausführung unter Einbeziehung des Tertiärs

Bei dieser Variante bindet die wasserdichte Baugrubenumschließung in die tertiären Schichten ein, die der Sohlabdichtung dienen.

Wie bereits weiter oben angesprochen, muß bei dieser Ausführung zur Festlegung u.a. der Einbindetiefe noch eine ergänzende Erkundung der Höhenlage und der bodenmechanischen Eigenschaften der tertiären Schichten durchgeführt werden.

Die nachfolgend erläuterten Möglichkeiten zur Baugrubenausführung unter Einbeziehung des Tertiärs sind in Anlage 7.1 schematisch dargestellt.

8.2.1 Baugrubenumschließung

Die Baugrubenumschließung kann entweder als **wasserdichte stützende Wand** (Stützfunktion nur im unmittelbaren Aushubbereich) oder als **wasserdichte nichtstützende Wand** ausgeführt werden. Dabei erfolgt eine Ausführung der Verbauwand als massive Umschließung (z.B. Schlitzwand oder Schmalwand), alternativ auch als nicht massive Verbauwand (z.B. Spundwand mit Dichtung im Schloß).

Wasserdichte stützende Wand

In diesem Fall übernimmt die ohnehin zur Abdichtung erforderliche Baugrubenumschließung zusätzlich auch die Aufnahme der Erd- und Wasserdruckkräfte. Sie muß daher statisch entsprechend bemessen und bei Bedarf mittels Zusatzmaßnahmen ertüchtigt werden.

Bei Schlitzwänden kann dies z.B. durch das Einstellen einer Spundwand oder von Stahlbewehrung erfolgen, die jedoch nur bis zur statisch erforderlichen Tiefe geführt werden müssen.

Vorteilhaft ist bei dem System der wasserdichten stützenden Wand die Reduktion der Aushubfläche, da zwischen Bebauung und Umschließung nur der vorgeschriebene Arbeitsraum verbleiben muß und zudem die Hinterfüllmengen reduziert werden. Es besteht daneben auch die Möglichkeit, unmittelbar gegen den Verbau zu betonieren, was die Aushubmengen ein weiteres Mal reduziert und keine Bauwerkshinterfüllung mehr erfordert.

Die nachträgliche Abdichtung von möglichen Schwachstellen bis zur Baugrubensohle ist aufgrund der gegebenen Zugänglichkeit der Verbauwand möglich.

Nachteilig ist die Tatsache, daß bei größeren Aushubtiefen eine Rückverankerung des Verbaus mittels Anker erforderlich sein kann.

Wasserdichte nichtstützende Wand

Die Wand übernimmt hier nur die Aufgabe, den Wasserzufluß zu unterbinden. Die Baugrube selbst wird innerhalb des Wandumgriffs in geböschter Bauweise hergestellt.

Als positiv anzusehen ist bei dieser Bauweise die Tatsache, daß eine evtl. erforderliche Verankerung entfällt.

Von Nachteil ist die vergrößerte Aushubfläche und die größere Länge der Wandabwicklung. Des weiteren sind Schwachstellen in der Baugrubenumschließung nicht ohne weiteres nachzubessern.

8.2.2 Sohlabdichtung

Weil die wasserdichte Baugrubenumschließung bis in die relativ wasserdichten tertiären Schichten reicht, ist eine zusätzliche Sohlabdichtung nicht erforderlich, da der natürlich anstehende und geeignete Boden als Dichtsohle genutzt wird.

Nach derzeitigem Kenntnisstand muß angenommen werden, daß in den tertiären Schichten des Untergrunds bereichsweise neben den vorhandenen Ton- und Schluffschichten auch relativ durchlässige Sande vorkommen, wie sie in den Bohrungen PB 1 und B5 erschlossen wurden. Diese Bereiche müssten unter Ergreifung technischer Maßnahmen zusätzlich abgedichtet werden.

8.3 Baugrubenausführung mit künstlicher Sohlabdichtung

Die nachfolgend erläuterten Möglichkeiten zur Baugrubenausführung mit künstlicher Sohlabdichtung sind in Anlage 7.2 schematisch dargestellt.

8.3.1 Baugrubenumschließung

Auch im Fall einer künstlichen Sohlabdichtung ist die Ausführung der Verbauwand als **wasserdichte stützende Wand** oder als **wasserdichte nichtstützende Wand** möglich. Insgesamt verringert sich aber die erforderliche Einbindungstiefe gegenüber der in Abschnitt 8.2 aufgezeigten Möglichkeit zur Baugrubenumschließung in Abhängigkeit von der gewählten künstlichen Sohlabdichtung, da die Verbauelemente nur bis zur künstlichen Sohlabdichtung bzw. statisch erforderlichen Tiefe abgeteuft werden müssen.

Die Umschließung kann wiederum als massive Verbauart (z.B. Schlitzwand oder Schmalwand), oder als nicht massive Verbauart (z.B. Spundwand mit Dichtung im Schloß) erstellt werden.

Wasserdichte stützende Wand

Es gelten die Ausführungen unter Abschnitt 8.2.1 sinngemäß.

Wasserdichte nicht stützende Wand

Es gelten auch hier die Ausführungen unter Abschnitt 8.2.1 sinngemäß, wobei zusätzlich zu beachten ist, daß diese Variante nicht mit der unter Abschnitt 8.3.2 beschriebenen Unterwasserbetonsohle ausgeführt werden kann. Dies resultiert daraus, daß aufgrund der Böschungen innerhalb der Baugrube kein Anschluß Verbau – Unterwasserbetonsohle möglich ist. Hier kommen nur Injektionsabdichtungsmethoden in Frage.

8.3.2 Sohlabdichtung

Alle Methoden zur Abdichtung der Baugrubensohle müssen die Auftriebssicherheit der Sohlabdichtung (Aufschwimmen des Abdichtungskörpers und ggf. des darüber liegenden Bodenpakets) sowie die Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch (fortschreitendes lokales Auftriebsversagen im Bereich von Fehlstellen der Abdichtung) gewährleisten. Dabei werden hoch- und tiefliegende Abdichtungen unterschieden:

Hochliegende Baugrubensohlabdichtungen werden unmittelbar unterhalb der Baugrubensohle bzw. nur in geringer Tiefe unterhalb der Baugrubensohle ausgeführt. Die Sicherheit gegen Auftrieb infolge des von unten einwirkenden hydrostatischen Drucks und eventueller Durchströmungskräfte kann allein durch das Eigengewicht des unter Auftrieb stehenden Abdichtungskörpers nicht gewährleistet sein, so daß eventuell zusätzliche Maßnahmen zur Auftriebssicherung (i.d.R. Sohlverankerung) ergriffen werden müssen.

Tiefliegende Baugrubensohlabdichtungen werden in so ausreichender Tiefe unter der Baugrubensohle erstellt, daß ihr Gewicht einschließlich des sich über dem Abdichtungselement befindlichen (wassergesättigten) Bodens als Ballast zur Auftriebssicherung dient.

Für die Sohlabdichtung stehen vier Varianten zur Verfügung:

- hochliegende Unterwasserbetonsohle, zur Auftriebssicherung ggf. verankert
- tiefliegende Dichtsohle durch Feinstbindemittelinjektion
- tiefliegende Weichgelsohle durch Silikatgelinjektion
- tiefliegende Dichtsohle durch Hochdruckinjektion (Jet Grouting)

Hochliegende Unterwasserbetonsohle

Nach Erstellung der wasserdichten Baugrubenumschließung erfolgt der Bodenaushub unter Wasser auf das erforderliche Niveau. Die Baggerarbeiten erfolgen i.d.R. mittels Greiferbagger von einem Ponton aus. Sofern eine Verankerung der Unterwasserbetonsohle zur Auftriebssicherung erforderlich ist, werden die Verankerungselemente im An-

schluss daran erstellt und nachfolgend die Betonierarbeiten im Kontraktor-Verfahren (Unterwasser-Beton) vom Ponton aus durchgeführt.

Tiefliegende Dichtsohle durch Feinstbindemittelinjektion

Bei diesem Verfahren werden Ventilrohre - bzw. Verpreßschläuche in Bohrungen nach Erstellung des Verbaus eingesetzt oder durch Einrütteln mit Hilfsträgern auf die erforderliche Tiefe abgeteuft. Der Abstand der Injektionspunkte ist auf den zu injizierenden Boden abzustimmen. Im Anschluss daran wird das Injektionsgut aus Baustellenmischanlagen mittels Pumpen über die Rohre / Schläuche injiziert und der Porenraum im Boden unter Verdrängung des Porenwassers mit Injektionsgut ausgefüllt, wodurch die tiefliegende Dichtsohle als Boden-Baustoff-Element entsteht.

Um den Arbeitsaufwand bzw. die Bohrtiefe zu reduzieren, kann vorab ein Aushub bis auf ca. 0,5 m über den Baubemessungswasserstand (BGW) erfolgen.

Tiefliegende Weichgelsohle durch Silikatgelinjektion

Die Injektionen von Silikatgelen in den Untergrund liefert mit Durchlässigkeitsbeiwerten im Bereich von $k = 10^{-9}$ m/s von allen benannten Methoden zur Sohlabdichtung die besten Abdichtungsergebnisse.

Die Herstellung folgt dem Prinzip der Erstellung von Dichtsohlen durch Feinstbindemittelinjektionen. Bei Weichgelsohlen werden jedoch chemische Reagenzien in den Boden injiziert, die miteinander zu undurchlässigen Gelen reagieren. Die Reagenzien geben beim Erhärten infolge der Gelbildung, aber auch später noch Stoffe in das Grundwasser ab, die je nach Beschaffenheit und Menge unter Umständen für die Grundwasserqualität als problematisch betrachtet werden könnten.

Sofern diese Variante weiterverfolgt wird, empfehlen wir daher unbedingt, frühzeitig die Genehmigungsfähigkeit bei den zuständigen Behörden zu klären.

Auch hier kann vorab ein Aushub bis ca. 0,5 m über BGW erfolgen.

Tiefliegende Dichtsohle durch Hochdruckinjektion (Jet Grouting)

Beim Jet Grouting oder auch HDI-Verfahren wird ein Bohrgestänge mit Düsenhalter auf die vorgesehene Tiefe abgeteuft. Das Korngefüge des Bodens wird mittels eines eingedüsten energiereichen Flüssigkeitsstrahls (ggf. unter zusätzlicher Luft- und Wassereindüsung) aufgelöst und mit zugeführter Zementsuspension vermischt. Durch die Umlagerung des Bodens unter Materialzuführung entsteht ein Bodenbeton, wobei der anfallen-

de Überschub im Ringraum des Bohrlochs abgeführt und in Rücklaufverwertungen nachbehandelt wird.

Durch Drehen des Gestänges beim Eindüsen kann in der Regel jede beliebige Form des Hochdruckinjektionskörpers erreicht werden. Bei der Erstellung von Dichtsohlen werden überschrittene Säulenscheiben ausgeführt. Die Reichweite (Radius einer Säule) wird durch Anpassung des Düsenstrahldrucks sowie der zugeführten Menge an Zementsuspension für den anstehenden Boden optimiert.

Wie bei den beiden zuvor genannten Varianten ist vor Beginn der Injektionsarbeiten ein Aushub bis ca. 0,5 m über BGW möglich.

8.4 Technische Hinweise Verbau

Wasserdruck

Gemäß Abschnitt 6 muß der Verbau mindestens für einen Wasserdruck aus einem Wasserstand von $BGW = 472,5$ m NN bemessen werden. Durch geeignete Maßnahmen (z.B. Flutöffnungen im Verbau oberhalb der BGW-Kote) muß sichergestellt werden, daß sich kein höherer Wasserstand einstellen kann. Nötigenfalls ist die Baugrube zu fluten.

Die erforderliche Größe der Flutöffnungen und deren Anzahl ist rechnerisch nachzuweisen.

Einbringen der Verbauwand mittels Rüttelarbeiten

Im Zuge der Fortführung der Planung sollte nach endgültiger Festlegung der Baugrubenumschließung und damit des Herstellungsverfahrens bei mit Rüttelenergie arbeitenden Verfahren Proberüttlungen für das vorgesehene System durchgeführt werden. Diese sind von einem unabhängigen Gutachter zu überwachen.

Mittels der Proberüttlung kann zunächst geklärt werden, ob das sichere Abteufen bis in die gewünschte Tiefe möglich ist, und inwiefern Zusatzmaßnahmen (z.B. Vorbohren) erforderlich sind. Um jedoch Umläufigkeiten um die Verbauwand infolge der Hilfsmaßnahmen (Störungen im Korngefüge) zu vermeiden, sind die letzten bzw. untersten 1,0 lfdm der Umschließung ohne Zusatzmaßnahmen niederzubringen.

Des weiteren kann über eine Erfassung und Dokumentation der maschinentechnischen Parameter des Rüttelvorgangs (Stromaufnahme des Rüttlermotors) der Übergang zwischen Quartär und Tertiär erkannt werden. Hierzu ist die Proberüttlung bevorzugt im unmittelbaren Bereich einer Bohrung niederzubringen, so daß aufgrund des direkten Baugrundaufschlusses eine Kalibrierung des Verlaufs der Rüttelenergie möglich ist. Die

Proberüttlung muß jedoch außerhalb des Einflussbereichs der Bohrung (Störungen und Auflockerungen im Boden) liegen.

Aufgrund der Nähe zum EADS-Gelände sollten weiterhin Messungen der Schwingungsgeschwindigkeiten gemäß DIN 4150 während der Proberüttlungen vorgenommen werden. Anhand dieser Messungen kann festgestellt werden, wieweit und in welchem Maße sich die eingebrachte Rüttelenergie im Boden ausbreitet, da die erzeugten Schwingungen Schäden an ggf. benachbarten Bauwerken hervorrufen können.

Falls auf dem Gelände der EADS mit besonders schwingungsempfindlichen Geräten gearbeitet wird, empfehlen wir weiterhin, dies frühzeitig zu klären und gegebenenfalls festzustellen, ob verschärfte Kriterien für die zulässige Schwingungsausbreitung im Boden seitens der EADS gefordert werden.

Gegebenenfalls im Untergrund befindliche Sparten (Kanalisationsrohre usw.) können durch die auftretenden Schwingungen ebenfalls beeinträchtigt werden.

Einbringen der Verbauwand mittels Bodenaushub

Sofern zur Baugrubenumschließung bei Einbindung des Verbaus in das Tertiär eine Schlitzwand zur Anwendung kommt, muß der Dichtwandaushub ingenieurgeologisch beurteilt werden, um sicherzustellen, daß eine ausreichende Einbindung in die tertiären Schichten gegeben ist.

In der Regel sind hier keine Schäden an Nachbargebäuden infolge möglicher Erschütterungen zu erwarten.

Rückbau des Verbaus bei Ausführung einer Spundwand

Sofern die Spundwand wieder gezogen wird, muß sichergestellt werden, daß die beim Ziehen auftretenden Schwingungen keine Erschütterungen hervorrufen, welche Auswirkungen auf die Qualität des jungen Betons des Bauwerks haben. Dazu sind beim Ziehen ebenfalls Schwingungsmessungen vorzunehmen.

8.5 Wertung der Möglichkeiten zur Baugrubenumschließung

Die sicherlich zeit-, material- und kostengünstigste Lösung stellt die in das Tertiär einbindende wasserdichte Wand (stützend oder nichtstützend) dar, sofern die tertiären Böden als relativ undurchlässig, d.h. mit ausreichenden Feinkornanteilen (Schluff und Ton) flächendeckend in nicht zu großer Tiefe vorhanden sind. Sie sollte daher primär weiter verfolgt werden.

Diese Lösung ist in Anlage 7.1 mit wasserdichter nichtstützender Wand bzw. wasserdichter stützender Wand dargestellt.

Es ist davon auszugehen, daß im Fall einer reinen Dichtwand (z.B. Schmalwand) ca. 880 lfdm bis in 22 m Tiefe unter GOK herzustellen sind, d.h. etwa 20.000 m².

Bei Herstellungskosten in der Größenordnung von 70,-- DM/m² werden sich etwa DM 1,65 Mio als Kosten der umschließenden, nichttragenden Dichtwand ergeben, wobei die Baustelleneinrichtung mit Kosten in Höhe von ca. DM 200.000,-- bereits enthalten ist. Es kommen außerdem die Querschotts in sinnvoller Anordnung entsprechend der Bau- fenster und der geplanten zeitlichen Bauabfolge hinzu. Die Querschotts wären auf ins- gesamt etwa 330 lfdm bis in Tiefen von 22 m herzustellen, d.h. mit einer Gesamtfläche von ca. 7.500 m². Mit Kosten von ca. 70,--DM/m² ergeben sich danach weitere Kosten in Höhe von ca. DM 0,55 Mio. Insgesamt wären also Kosten in Höhe von ca. DM 2,2 Mio für die Herstellung der Baugrubenumschließung und Querschottung in Ansatz zu bringen.

Diese Kosten stehen in keinem Verhältnis zu den Kosten beispielsweise einer tieflie- genden Zementinjektionssohle, auch wenn sich hierbei die erforderliche Einbindetiefe der Umschließungswand (z.B. Spundwand) auf ca. 10 m bis 12 m begrenzen läßt.

Allein die Herstellungskosten der tiefliegenden Zementinjektionssohle werden sich bei einem erfahrungsgemäßen Einheitspreis von ca. 250,-- DM/m² in einem Rahmen von insgesamt etwa DM 10,0 Mio bewegen. Hierbei wurden für die einzelnen Baufenster folgende Grundflächen zugrunde gelegt:

$$\text{BF I: } 190 \text{ m} * 80 \text{ m} = 15.200 \text{ m}^2$$

$$\text{BF II: } 190 \text{ m} * 70 \text{ m} = 13.500 \text{ m}^2$$

$$\text{BF III: } 125 \text{ m} * 70 \text{ m} = 9.000 \text{ m}^2$$

$$\Sigma F = 37.700 \text{ m}^2$$

Auch die Variante einer Unterwasserbetonsohle wird sich nicht kostengünstiger ausfüh- ren lassen.

Es bleibt also festzuhalten, daß eine Dichtwandumschließung bis in die tertiären Boden- schichten bei weitem die kostengünstigste Variante darstellt.

Geht man auf der sicheren Seite liegend davon aus, daß die Durchlässigkeit der tertiären Schichten mit einem relativ großen Durchlässigkeitsbeiwert $k_f = 5 * 10^{-6}$ m/s anstehen, so ergibt sich eine von unten her zuströmende Wassermenge in Höhe von etwa

$$Q \approx 37.700 \text{ m}^2 * 5 * 10^{-6} \text{ m/s} * 1,7 \text{ m} / 2,0 \text{ m} = 0,160 \text{ m}^3/\text{s} = 160 \text{ l/s.}$$

Sollte die im Vergleich zu den Quartärkiesen relative Undurchlässigkeit des Tertiärs bereichsweise wegen zu geringen Feinkornanteilen und zu großen Sand- und Kiesanteilen (sog. durchlässige Fenster) nicht gegeben sein, wäre eine mittels Querschott abzugrenzende Teilfläche der Baugrube mit einer der anderen Lösungen, z.B. mit tiefliegender Injektionssohle oder Unterwasserbetonsohle herzustellen. Die Wirtschaftlichkeit und Durchführbarkeit einer derartigen Kombination ist aber stark von der Größe des / der Fenster abhängig.

Um eine gesicherte Entscheidung bezüglich der Lösung mittels Einbindung einer wasserdichten Wand in die tertiären Schichten zu fällen, ist eine ergänzende Baugrunderkundung im engeren Raster und bis in größere Tiefen (ca. 30 m) unerlässlich.

Die nachfolgenden Ausführungen gelten – sofern nicht anders dargestellt – allgemein für die Ausführung der Baumaßnahme und sind unabhängig von der Art der letztlich gewählten Baugrubenumschließung.

8.6 Erd- und Wasserdruckansätze

Für die Bemessung des Baugrubenverbau sind die „Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB)“ in ihrer aktuellen Fassung zu beachten.

Da sich im unmittelbaren Bereich des Baufeldes keine Gebäude befinden, kann der Verbau auf aktiven Erddruck bemessen werden. Lediglich im Bereich zur stark frequentierten Landshuter Straße empfehlen wir zur Vermeidung von Schäden an der sich im erdseitigen Einflußbereich der Baugrube befindlichen Straße den Ansatz eines erhöhten aktiven Erddrucks E_e mit $E_e = 0,5 * (E_0 + E_a)$.

Zu möglicherweise verformungsempfindlichen Leitungen und Kanälen jeglicher Art im Bereich des Baufelds (speziell auf der Seite des EADS-Geländes) liegen uns keine Informationen vor. Wir weisen darauf hin, daß speziell Glasfaserkabel im Bereich von Baugruben grundsätzlich als problematisch anzusehen sind, da diese stark verformungsempfindlich sind und i.d.R. nicht ohne weiteres verlegt werden können. Hier sollten möglichst frühzeitig Informationen eingeholt werden.

Für die endgültige Festlegung des Erddruckansatzes sollte aufgrund der fehlenden Sparteninformationen daher mit dem Baugrundgutachter nach Klärung der gesamten Sparten-situation rechtzeitig Rücksprache genommen werden.

Auf den Verbau wird der volle hydrostatische Wasserdruck angesetzt.

8.7 Anker

In Abhängigkeit von der Höhe der Gründungskote der Tiefgarage kann eine einfache Verankerung der Baugrube erforderlich werden. Die Anker sind als Verpreßanker gemäß DIN 4125 zu bemessen und auszuführen.

In den Quartärkiesen kann von einer Ankerbruchlast von 900 kN bei 5 m Verpreßkörperlänge ausgegangen werden, wobei ein Verpreßkörperdurchmesser von 150 mm zugrunde gelegt wurde. Der Verpreßkörper muß dabei mindestens 4,0 m unter der Geländeoberkante liegen.

In den Kiesen können Rollkieslagen nicht ausgeschlossen werden. Falls die Ankerverpreßstrecken in solchen Rollkieslagen liegen, ist mit einem deutlich erhöhten Verbrauch an Verpreßmaterial zu rechnen. Falls solche Bereiche im Zuge der Ausführung der Ankerarbeiten festgestellt werden, sind sie zu dokumentieren. Eine (ggf. mehrfache) Nachverpressung ist dort vorzusehen.

Die Anker sollen zur Verformungsminimierung des Verbaus auch bei Ansatz des aktiven Erddruckes auf 90% der rechnerischen Ankerlast vorgespannt werden.

8.8 Querschotts

Aufgrund der Baufeldgröße empfehlen wir weiterhin, die Baugrube mittels sog. Querschotts in Teilbaugruben aufzuteilen, die bei der technischen Ausführung (Qualitätssicherung = Reduktion von Fehlstellen und bessere Abführbarkeit der Restwassermengen) wesentlich besser zu beherrschen sind.

Art und Ausführung der Querschotts hängen im wesentlichen von der weiteren Planung ab (z.B. gewählte Baugrubenumschließung, exakte Aufteilung und gleiche oder sukzessive Ausführung der Baufenster) und sind an diese Gegebenheiten anzupassen.

8.9 Wasserhaltung im Bauzustand

8.9.1 Trogentwässerung

Nach Herstellung der Trogbaugrube kann der Aushub erfolgen. Das quartäre Grundwasser kann mittels einiger Bohr- oder Schachtbrunnen bzw. dem Aushub folgend mittels Pumpensümpfen abgeführt werden.

Der Wasserstand im Trog ist für die Dauer der Gründungsarbeiten bis mindestens 0,5 m unter Baugrubensohle abzusenken. Dies entfällt, wenn zur Sohlabdichtung eine Unterwasserbetonsohle ausgeführt wird.

Es ist zu beachten, daß infolge unvermeidbarer Restwasserzutritte aus der Baugrubenumschließung und der Baugrubensohle sowie infolge des Tagwasserzutritts auch nach Abführung des quartären Grundwassers aus dem Trog weiterhin Wasser gefördert und abgeleitet werden muß.

8.9.2 Ableitung

Das geförderte Wasser ist einer geeigneten Vorflut zuzuleiten oder kann alternativ versickert werden.

Für die Variante Versickerung ist jedoch zu beachten, daß unter Umständen unbebaute Flächen zur Versickerung des entnommenen Grundwassers nördlich des Baugrundstücks erforderlich sind. Solche Flächen können z.B. angemietet werden.

Falls eine Versickerung in Erwägung gezogen wird, sollte die Verfügbarkeit solcher Versickerungsflächen frühzeitig geklärt werden.

8.10 Auftriebssicherung

Bezüglich der Auftriebssicherung sind nach derzeitigem Planungsstand mehrere Bereiche zu unterscheiden, in welchen die Tiefgarage nur mit Erdüberdeckung ausgeführt wird oder aber mit einer variierenden Anzahl von Geschossen überbaut wird.

Für die einzelnen Teilbereiche sind im Zuge der Fortführung der Planung und nach Festlegung der Höhenkoten Berechnungen zur Ermittlung der Auftriebssicherheit auf der Grundlage des BGW (Bauzustände) und des HGW (Endzustand) durchzuführen.

Sofern dabei allein über das Eigengewicht keine Auftriebssicherung erreicht werden kann, können folgende Zusatzmaßnahmen ergriffen werden:

- Erhöhung des Gebäudeeigengewichtes bis zur Einhaltung der Auftriebssicherheit mit einer Sicherheit von $\eta = 1,1$ durch Verdickung der Bodenplatte in den relevanten Bereichen und / oder der Wände. Zu beachten ist, daß sich bei einer verdickten Bodenplatte die Gründungskote ändern wird, was wiederum Auswirkungen auf die Bemessung der Baugrubenumschließung hat.
- Auftriebssicherung mit Kleinbohrpfählen möglich. Hierfür stellen GEWI-Pfähle die günstigste Lösung dar. Die Kleinbohrpfähle sind nach DIN 4128 bzw. nach Zulassung zu bemessen und auszuführen.
- Verringerung der wirksamen Auftriebskräfte durch Hochsetzen der Gründungskote, gegebenenfalls in Verbindung mit einer Erhöhung des Gebäudeeigengewichts.

Es ist zu beachten, daß bei einer künstlichen Sohlabdichtung Berechnungen zur Auftriebssicherheit und zur hydraulischen Grundbruchsicherheit durchgeführt und gegebenenfalls Zusatzmaßnahmen wie z.B. Sohlverankerung ergriffen werden müssen.

8.11 Grundwasserbeeinflussung

8.11.1 Baugrubenumschließung

Infolge der tiefer als die zukünftige Bebauung in den Untergrund reichenden Verbauwände ist – speziell bei Sohlabdichtung durch Einbindung der Baugrubenumschließung in die tertiären Schichten – während der Bauausführung eine nicht unerhebliche, wenn auch nur temporäre Beeinflussung der Grundwassersituation im Bereich des Baufeldes gegeben.

Sobald der Verbau nicht mehr benötigt wird, ist bei massiven Verbauarten zur Vermeidung von permanenten Grundwasserbeeinflussungen und zur Normalisierung der Grundwasserverhältnisse eine Fensterung (z.B. mittels Hochdruckstrahl nach dem HDI-Verfahren) nötig, die dem Grundwasser den ursprünglichen Fließweg unterhalb des Bauwerks hindurch wieder ermöglicht. Bei Ausführung allein mit Spundwänden kann dies durch späteres Ziehen der Bohlen erreicht werden.

Die Beeinflussung der Grundwasserverhältnisse im Bereich des Baufeldes kann erst nach endgültiger Festlegung der Ausführung der Baugrubenumschließung und Festlegung des Bauablaufs (sukzessive oder gleichzeitige Ausführung der einzelnen Baufenster) ermittelt werden.

8.11.2 Bauwerke

Durch das großflächig ins Quartär einbindende Bauwerk wird das quartäre Grundwasser permanent aufgestaut. Der sich ergebende Aufstau hängt wesentlich von der Gründungstiefe ab und ist im Rahmen des noch durchzuführenden wasserrechtlichen Verfahrens zu gegebenem Zeitpunkt zu berechnen.

In diesem Verfahren wird auch die Grundwasserbeeinflussung infolge der Baugrubenumschließung erfasst.

8.12 Gründung Untergeschoß

Die genaue Gründungskote für das Untergeschoß liegt derzeit noch nicht genau fest. Die Gründungssohle liegt nach derzeitigem Planungsstand in den quartären Kiesen, die aufgrund ihrer hohen Lagerungsdichte eine sehr gute Tragfähigkeit besitzen.

8.12.1 Allgemeines

Sofern unmittelbar gegen die Baugrubenumschließung betoniert wird, muß die Außenwand der Gebäude durch eine Trennfläche vom Verbau abgesetzt werden. Die Trennfläche hat folgende Aufgaben:

- Minimierung der Reibung zwischen Verbauwand und Gebäude beim Ziehen, falls eine rückbaubare Baugrubenumschließung ausgeführt wird.
- Verhinderung von Zwangsspannungen durch Abfließen der Hydratationswärme und aus Schwinden in der Bodenplatte und den Wänden.

Bei Ausführung mit Spundwand dürfen die Spundwandtäler keinesfalls so ausbetoniert werden, daß ein schubfester Verbund zwischen Bodenplatte und ausbetonierten Spundwandtälern besteht.

8.12.2 Bemessung

Die Untergeschosse müssen wasserdicht und auftriebssicher gegründet werden. Wir empfehlen eine Ausführung als „Weiße Wanne“ (WU-Beton und Rissebewehrung).

Nicht bindige Böden zeigen im allgemeinen eine vom Seitendruck/Überlagerungsdruck und damit tiefenabhängige Zunahme des Steifemoduls.

Nach DIN 4018, Beiblatt 1 wird bei Berücksichtigung der tiefenabhängigen Zunahme des Steifemoduls oftmals eine bessere Übereinstimmung der errechneten Sohldruckverteilung mit der tatsächliche vorhandenen Sohldruckverteilung erreicht.

Nach DIN 4018, Beiblatt 1 entspricht das Bettungsmodulverfahren einem Steifemodulverfahren mit linear von der Baugrundoberfläche aus mit der Tiefe zunehmendem Steifemodul bei einer Poissonzahl $\nu = 0,5$.

Die Bettungsmoduli können im Zuge der Planungsfortführung mittels Setzungsberechnungen anhand der angegebenen Steifemoduli in Tabelle 2 ermittelt werden. Im Sinne einer Variation sollte der Schwankungsbereich der Bettungsmoduli bei der Setzungsberechnung durch Verwendung eines oberen und unteren Wertes für den Steifemodul ermittelt werden.

In den Randbereichen sind die Bettungsmoduli gegenüber den mittels Setzungsberechnungen ermittelten Werten um 30 % zu erhöhen. Als Randbereich gilt ein Streifen mit einer Breite gleich der Plattendicke, mindestens jedoch 0,8 m.

Sofern eine Bemessung nach dem Steifemodulverfahren vorgenommen wird, sind die Werte der Tabelle 2 zugrunde zu legen.

Die mittleren Bodenpressungen sollen 420 kN/m^2 nicht überschreiten, wobei Maximalwerte bis 500 kN/m^2 in kleinen Teilbereichen zugelassen werden können.

Für die Berechnung der Untergeschoßwände muß ein Verdichtungserddruck in Höhe des Erdruhedrucks angesetzt werden.

8.12.3 Hinweise zur Herstellung der Gründungssohle

Unterwasserbetonsohle

Sofern eine Unterwasserbetonsohle unmittelbar unterhalb der Gründungssohle ausgeführt wird, empfehlen wir zum Ausgleich von unvermeidbaren Unebenheiten in der Unterwasserbetonsohle eine dünne Ausgleichsschicht auf diese aufzubringen. Auf dieser Ausgleichsschicht, die im wesentlichen lastverteilend (ohne Punkt- oder Linienlagerung auf Erhebungen der Unterwasserbetonsohle) wirkt, kann die Gründung ausgeführt werden.

Als Material für die Ausgleichsschicht empfiehlt sich weitgestuftes Kiessand-Material mit einem Feinkornanteil $< 5 \%$. Der vorhandene sandige Quartärkies (schluffiger / feinsandiger Kies ausgenommen) ist sehr gut für die Ausgleichsschicht geeignet. In Hinblick auf das Größtkorn (Verdichtbarkeit) der lagenweise einzubringenden und mit geeignetem Gerät gleichmäßig zu verdichtenden Ausgleichsschicht empfehlen wir eine Mindestdicke von $0,2 \text{ m}$ im verdichteten Zustand.

Tiefliegende Sohlabdichtung bzw. wasserdichte Wand bis ins Tertiär

Bei diesen Varianten muß der Grundwasserspiegel mindestens auf $0,5 \text{ m}$ unter Gründungssohle abgesenkt werden.

Die Gründungssohlen dürfen beim Baugrubenaushub nicht aufgelockert werden. Auflockerungen in den quartären Kiesen sind mit geeignetem Gerät nachzuverdichten.

Beim Abteufen der Bohrungen wurden auch Bereiche mit Schluffanteilen in den Kiesen bzw. feinsandige Kiese erbohrt. Weiterhin können lokale Schlufflinsen nicht ausgeschlossen werden.

Sofern Schlufflinsen oder stark schluffige Kiese in der Gründungssohle anstehen, sind diese komplett auszukoffern und mittels Magerbeton oder weitgestuftem Kiessand-Material mit einem Feinkornanteil $< 5 \%$ zu verfüllen, wobei sich die im Baufeld anstehenden Kiese bei lageweisem Einbau und Verdichtung (maximale Schichtdicke im eingebauten Zustand $\leq 0,3 \text{ m}$) sehr gut eignen. Auf die hydraulische Grundbruchsicherheit ist bei der Ausführung des Bodenaustausches Rücksicht zu nehmen. Gegebenenfalls ist an diesen Stellen auch eine lokale Grundwasserabsenkung vorzusehen.

Bei den feinsandigen Kiesen ist bei Wasserzutritt eine Fließgefährdung der Feinsande gegeben, die die Lagerungsdichte bzw. das Korngerüst zerstören kann. Diese Bereiche sind daher ebenfalls vor Wasserzutritt zu schützen.

Sofern bei Wasserzutritt infolge Tagwasser oder infolge Durchströmung aus Undichtigkeiten der Sohle das Korngerüst infolge Fließens zerstört wurde, ist auch in diesen Bereiche gemäß den obigen Ausführungen ein Bodenersatz vorzusehen.

Es kann nicht ausgeschlossen werden, daß im Rahmen des Baugrubenaushubs größere Bereiche mit schluffigen oder feinsandigen Kiesen freigelegt werden. Für diese Bereiche ist ein Bodenersatz wie oben beschrieben vorzunehmen.

Bei Unklarheiten bezüglich der Notwendigkeit eines Bodenaustausches ist der Bodengutachter hinzuzuziehen.

8.13 Setzungsfugen

Hinsichtlich des Auftriebs kann das Bauwerk nach derzeitigem Planungsstand in Bereiche unterteilt werden, in denen ein Untergeschoss ohne weitere Überbauung bzw. ein Untergeschoss mit Überbauung und dabei bereichsweise mit variabler Anzahl der Geschosse ausgeführt wird.

Dementsprechend variiert auch die Bandbreite der abzutragenden Lasten, was Setzungsunterschiede hervorrufen wird. Da das komplette Untergeschoss aber nach derzeitigem Planungsstand wasserdicht ausgeführt werden muß, sind Setzungsunterschiede hierbei trotz der großen Tragfähigkeit des Baugrunds grundsätzlich als problematisch anzusehen, weswegen vorsorglich Setzungsfugen zwischen den unterschiedlich belasteten Bauteilen anzuordnen sind.

In Bereichen, in denen dies konstruktiv nicht möglich ist, sind die hoch belasteten Bauwerksteile zuerst zu betonieren. Zwischen den hoch belasteten Bereichen und den weniger belasteten Bauwerksteilen sind Betoniergassen zu belassen, die erst nach Fertigstellung des Rohbaus der beiden Bereiche geschlossen werden dürfen. Auf diese Weise werden Zwangsspannungen, die durch die bei der Rohbauerstellung auftretenden Setzungsunterschiede erzeugt werden, vermieden.

Die Lage der Setzungsfugen und Betoniergassen sollte bei entsprechendem Planungsstand in Rücksprache mit dem Bodengutachter seitens des Tragwerksplaners in Ausführungsplänen dargestellt werden.

Zugleich empfehlen wir, alle Übergangsbereiche konstruktiv stärker als statisch bzw. aus Gründen der Wasserundurchlässigkeit notwendig zu bewehren.

8.14 Hinterfüllung

Als Material für Bauwerkshinterfüllungen empfiehlt sich weitgestuftes Kiessand-Material mit einem Feinkornanteil $< 5\%$. Der vorhandene Quartärkies ist sehr gut zur Hinterfüllung geeignet.

Das Hinterfüllmaterial ist lageweise einzubringen (Dicke der Lagen max. 0,2 m im verdichteten Zustand) und auf mind. 100% der einfachen Proctordichte zu verdichten. Der E_{v2} -Modul muß mindestens 100 MN/m^2 betragen und das Verhältnis E_{v2}/E_{v1} weniger als 2,5.

Die Verdichtung ist mit geeignetem Gerät (z.B. leichten Rammsondierungen) zu prüfen.

9. Schlußbemerkungen

Dem vorliegenden Bericht liegt die Annahme größtenteils einheitlicher Bodenverhältnisse im gesamten Untersuchungsgebiet entsprechend den bisher vorliegenden Bohrergebnissen im Rahmen der Baugrundvorerkundung zugrunde.

Die gewählten Aufschlußmethoden können im Verhältnis der Anzahl der Aufschlüsse zur Grundstücksgröße unter Beachtung der DIN 4020, Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke nur punktuelle Informationen über den Baugrund geben.

Baugrundverhältnisse können sich jedoch sehr kleinräumig ändern. Wie bereits unter Abschnitt 8.1 angeführt, empfehlen wir daher, eine noch festzulegende Anzahl ergänzender Bohrungen auf Tiefen bis zu 30,0 m abzuteufen, um die Untergrundverhältnisse und insbesondere die Tiefenlage und die bodenmechanischen Eigenschaften des Tertiärs zu verifizieren.

Wie ebenfalls bereits unter Abschnitt 8.1 angeführt, ist bei geplanter Baugrubenabdichtung mittels Einbindung einer dichtenden Wand in die tertiären Schichten auf jeden Fall ein vom Umfang her erweitertes Untersuchungsprogramm nötig, welches auch noch eine größere Anzahl von Laboruntersuchungen erfordert.

In diesem Fall empfehlen wir, das gesamte ergänzende Untersuchungsprogramm mit dem Bodengutachter im einzelnen abzustimmen.

Zur Erstellung dieses Berichts stand keine konkrete Ausführungsplanung zur Verfügung, sondern Planunterlagen, die im Rahmen der Vorbereitung und Durchführung des Bebauungsplan-Verfahrens erstellt wurden ([4], [5], [6] und [7]).

Bei Vorliegen der Ausführungsplanung und nach Entscheidung für eine Verbauvariante ist daher der Gutachter zu verständigen, um die Gültigkeit der im Rahmen des Berichts

mitgeteilten Bemessungswerte und geotechnischen Empfehlungen auf Übereinstimmung und Anwendbarkeit mit der Fortführung der Planung zu prüfen.

Dies ist unbedingt notwendig, da sich in Abhängigkeit von den zum Einsatz vorgesehenen Bauverfahren und auch von der Konstruktion die anzusetzenden Bemessungswerte und geotechnischen Empfehlungen ändern können bzw. einer Ergänzung / Anpassung bedürfen.

Der Gutachter ist auch zu verständigen, wenn im Zuge der Durchführung der Ausführungsplanung Umplanungen des Gebäudes oder der Baugrubenumschließung erfolgen, da diese ebenso Einfluss auf die anzusetzenden Bemessungswerte und die geotechnischen Empfehlungen haben können.

Das Bauwerk bindet dauerhaft in das Grundwasser ein. Weiterhin wird während der Baumaßnahme Grundwasser gefördert und abgeleitet. Für die Durchführung der Baumaßnahme muß deshalb ein wasserrechtliches Verfahren durchgeführt werden.

Unser Büro ist mit der Durchführung des wasserrechtlichen Verfahrens bereits beauftragt. Das Verfahren kann jedoch erst bei Vorliegen der konkreten Planung weiter bearbeitet werden.

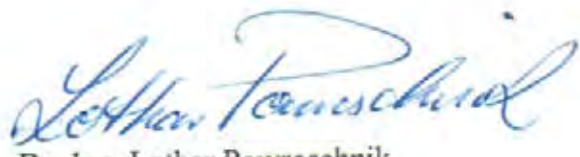
Der hier vorliegende Bericht zur Beurteilung der geo- und gründungstechnischen Verhältnisse ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

Regensburg, 03.04.2001

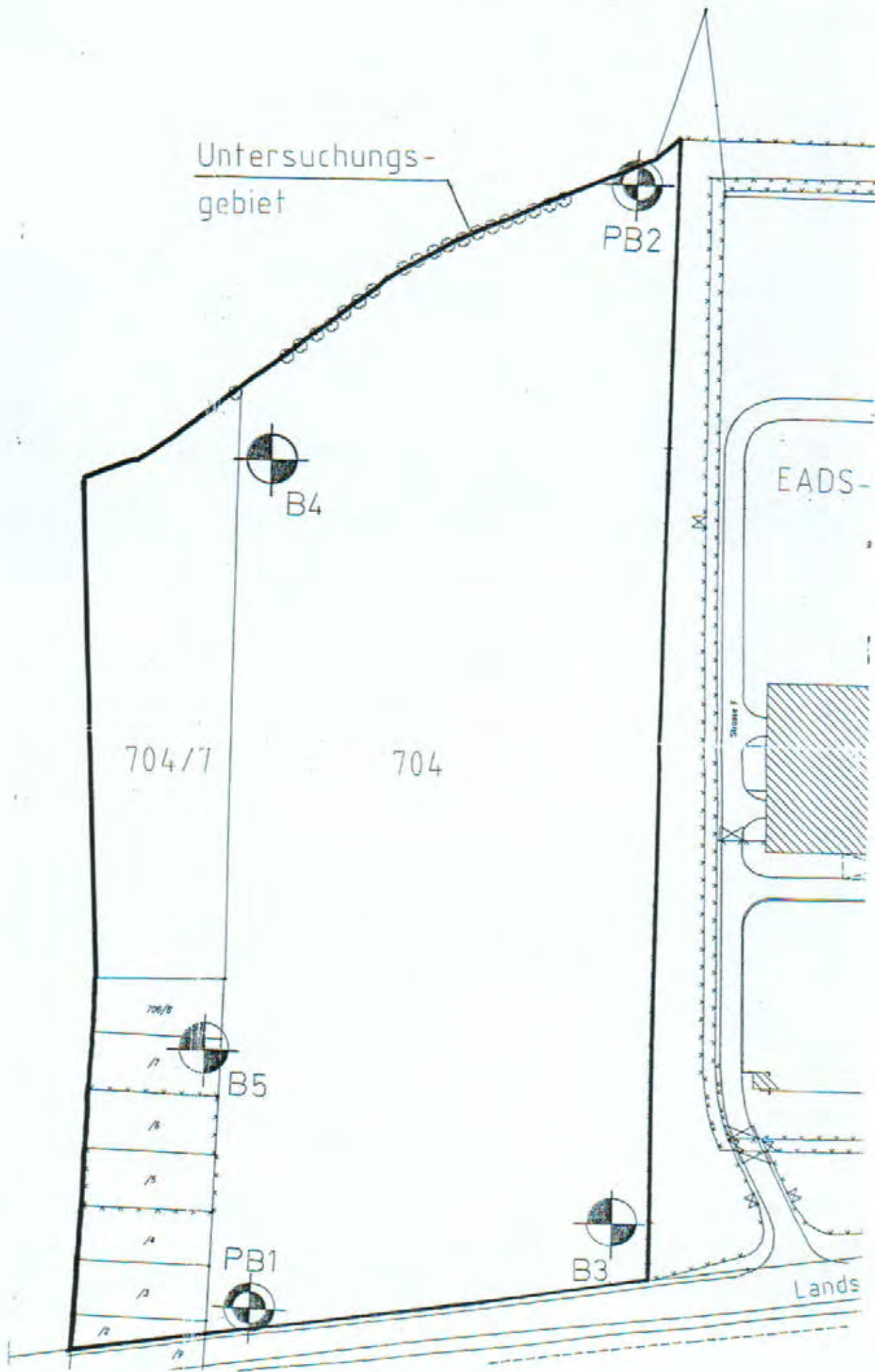
Seidl & Partner
Gesamtplanung GmbH

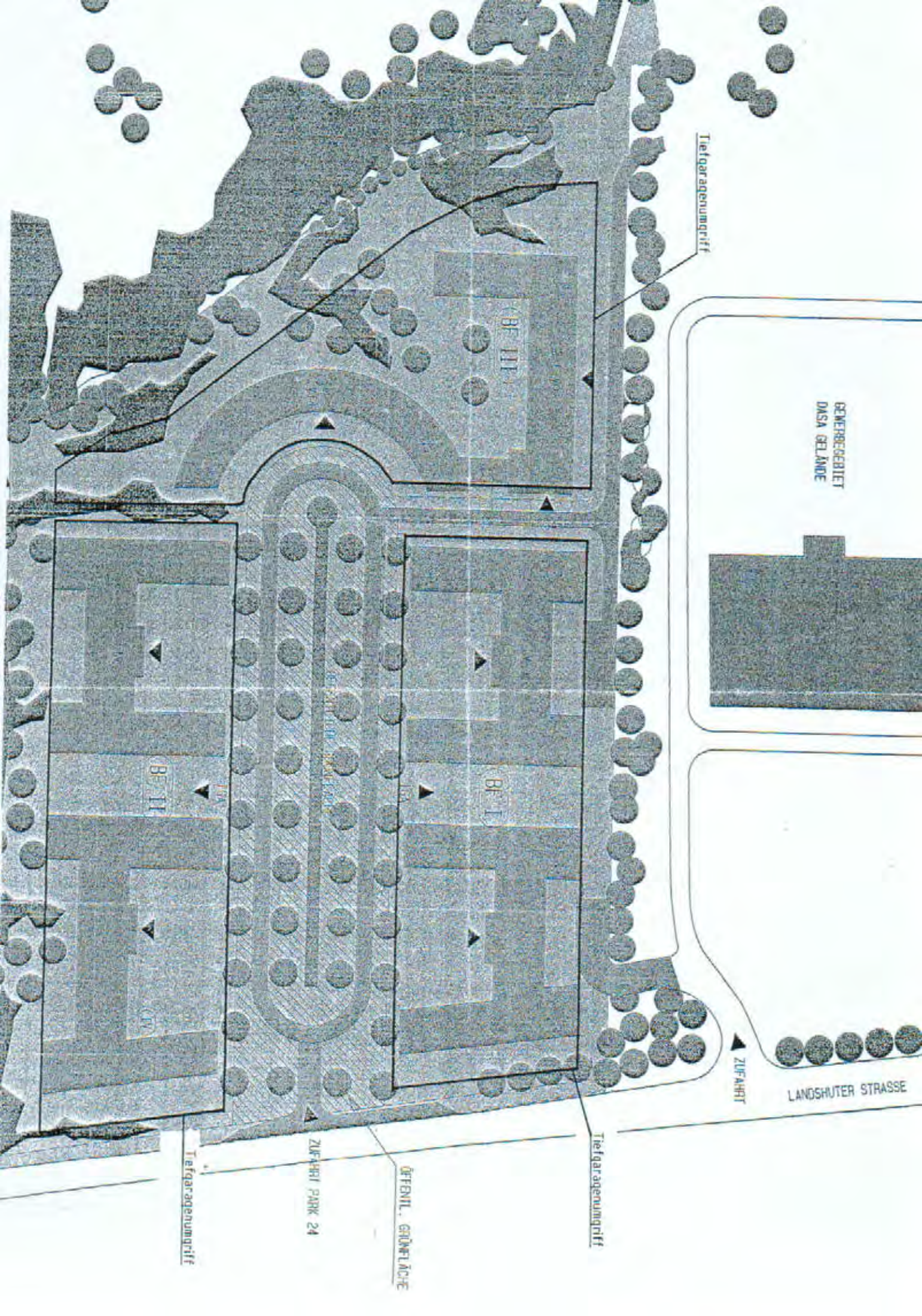


Dipl.-Ing. Bernd Wagner



Dr.-Ing. Lothar Powroschnik





GENEHEBGEBIET
DASA GELÄNDE

LANDSHUTER STRASSE

Tiefgarageumgriff

ZUFUHR

Tiefgarageumgriff

ÖFFENTL. GRÜNLACHE

ZUFUHR/ PARK 24

Tiefgarageumgriff

Bf. III

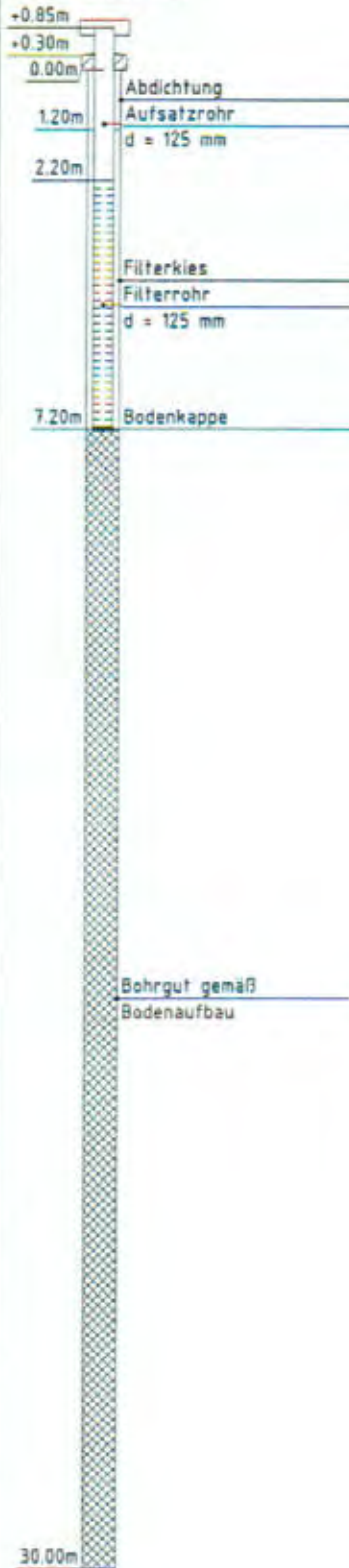
Bf. I

Bf. II

ÖFFENTL. GRÜNLACHE

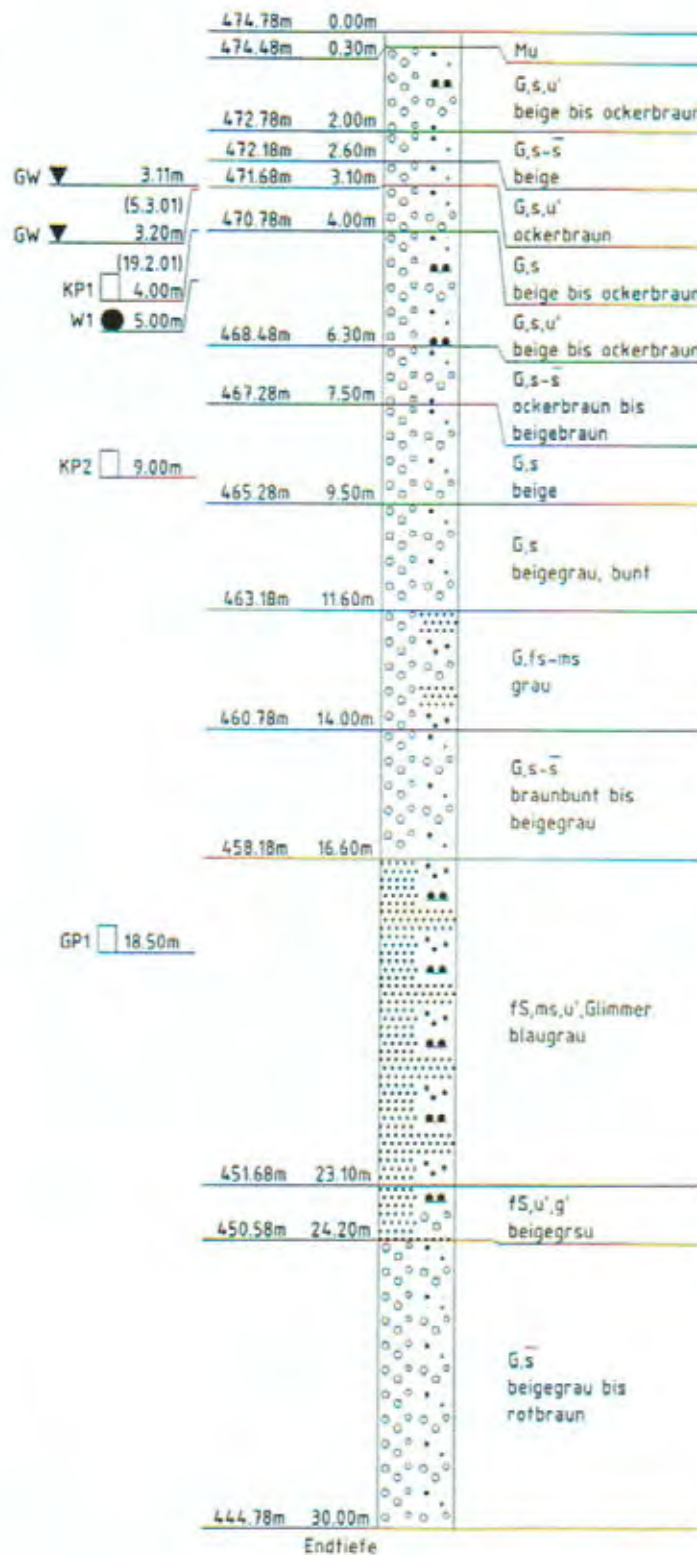
Pegelausbau

POK = 475,63 mNN



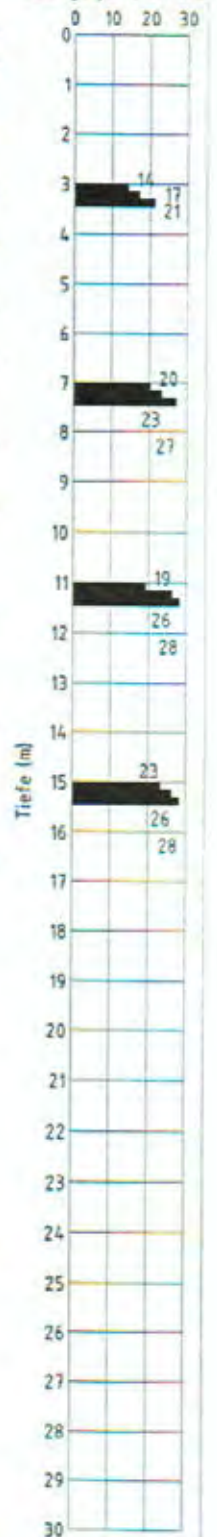
PB 1

Ansatzpunkt: 474.78 mNN



SPT

Schläge je 15 cm N15

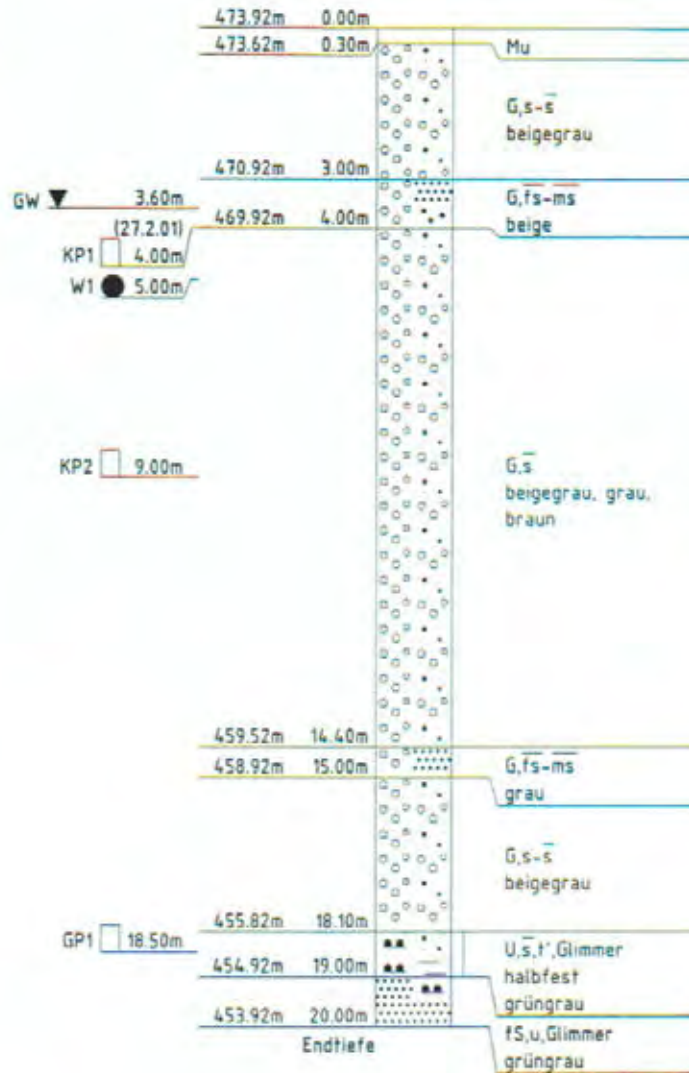
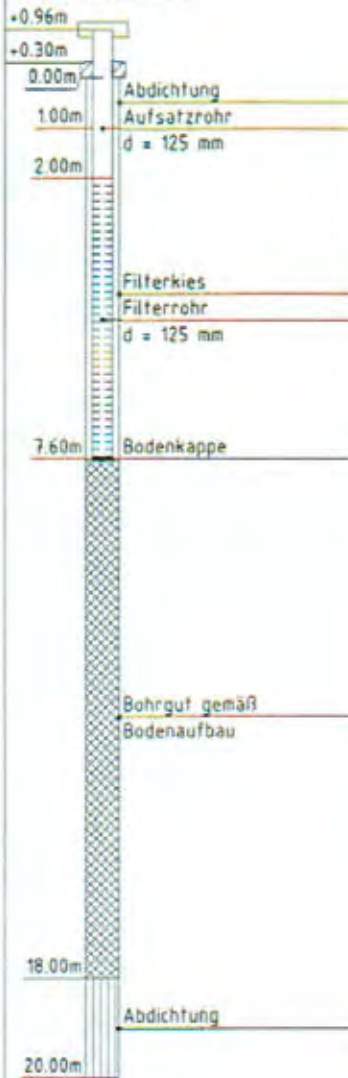


Pegelausbau

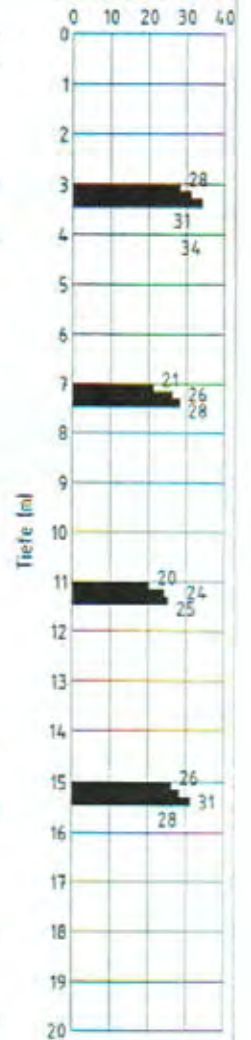
PB 2

POK = 474,88 mNN

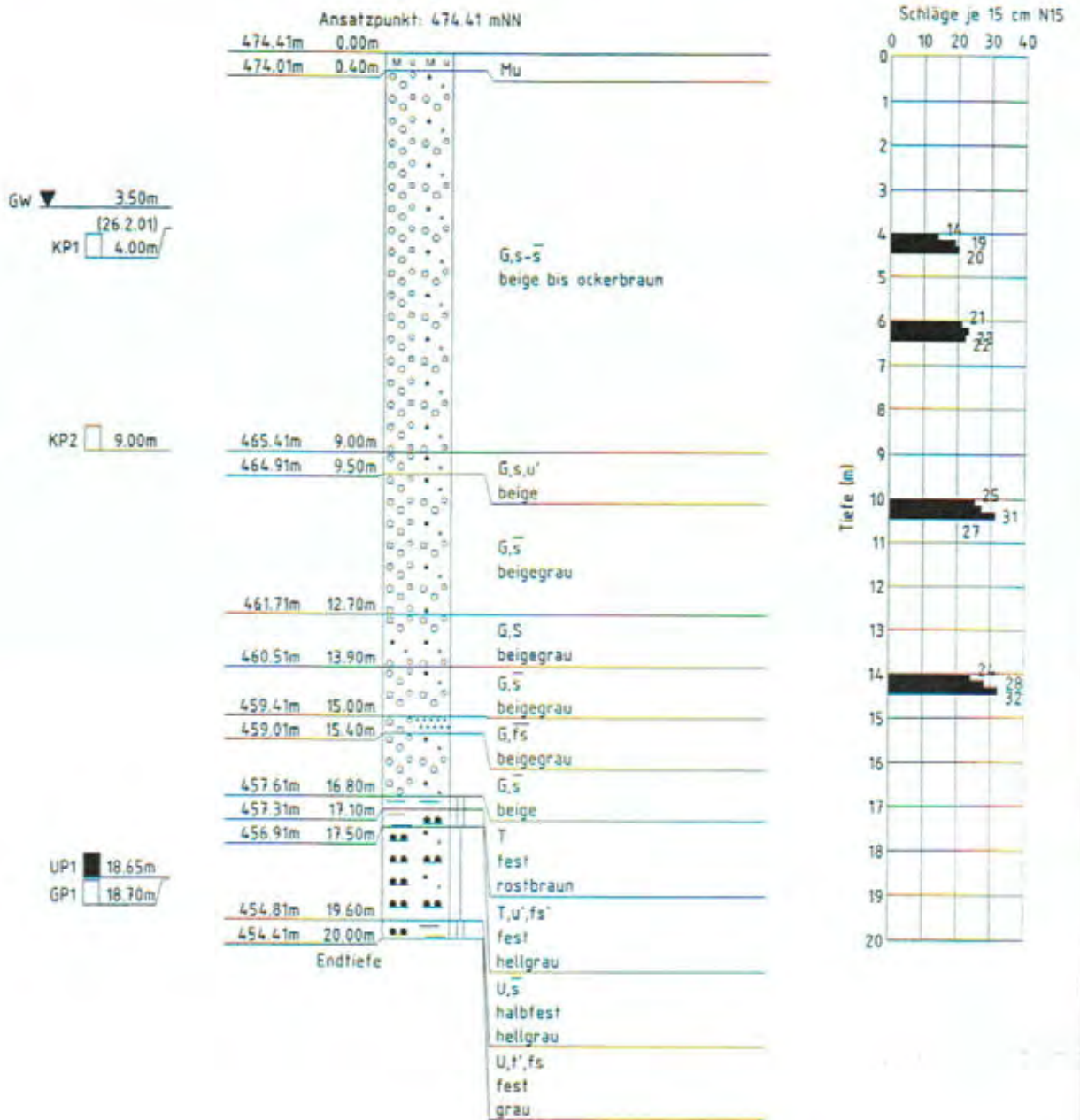
Ansatzpunkt: 473,92 mNN



Schläge je 15 cm NIS



B 3



B 4

Ansatzpunkt: 474.32 mNN

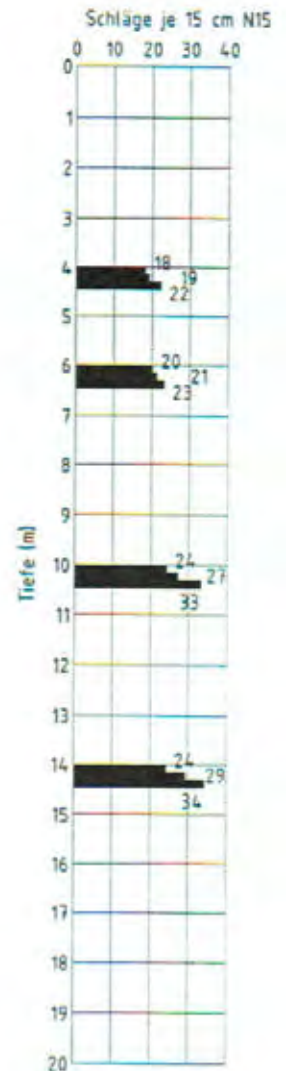
474.32m	0.00m	
474.02m	0.30m	Mu
473.32m	1.00m	G,s ocker

Gw ▼ 3.40m
(28.2.01)
KP1 4.00m

KP2 9.00m

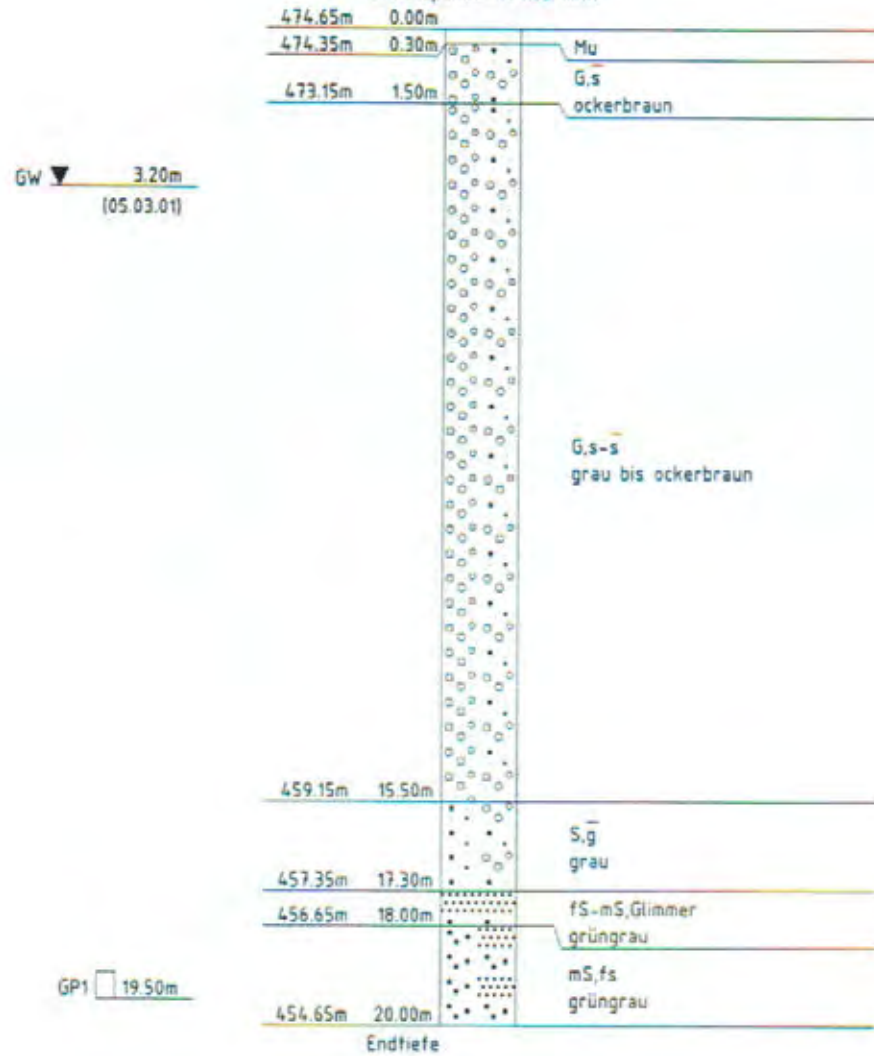
GP1 17.50m
UP 1 18.00m

457.72m	16.60m	
457.12m	17.20m	T,u',g' fest grünbraun
455.42m	18.90m	U,s fest
455.02m	19.30m	fest grau
454.32m	20.00m	Endtiefe U,fs fest grüngrau fS,u' grüngrau



B 5

Ansatzpunkt: 474.65 mNN



Projekt: Technologiepark 2000, Unterschleißheim

Anlage: **CRYSTAL**

Ort: Unterschleißheim

Projekt-Nr.: L 21074 Bearb.: GG/RW

Datum: 12.03.01

GEOTECHNIK

ZUSAMMENSTELLUNG DER LABORERGEBNISSE

Probenahme	Ort	Tiefe	Art	Bodenbeschreibung	Kurzansprache	Kornanteile in Gew. %			Zustandsgrenzen				Dichten	Bemerkungen	Flügelcherversuch	Taschenpenetrom.				
						> 0,063 mm	0,06 bis < 2,0 mm	2,0 bis < 63 mm	Wassergehalt w	Wassergr. w < 0,4 mm	Fließgrenze	Ausrollgrenze					Plastizität	Konsistenz	teucht	trocken
		m		- Farbe		%	%	%	%	%	%	%	%	Ip	W _L	w _p	Pl	P _d	kN/m ²	
PB 1		9,00	KP2	Kies, sandig	* = stark GW	3,9	28,9	67,2												
PB 1		18,50	GP1	gelbgrau Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig betongrau	G,s IS,ms,u'	13,7	86,2	0,1												
PB 2		9,00	KP2	Kies, sandig Kieselgrau	G,s GI	4,5	22,4	73,1												
PB 2		18,50	GP2	Schluff, stark sandig, schwach tonig kieselgrau	U,s*,t TM/ UM	U=58,7 T= 7,8	33,1	0,4	19,0	41,2	25,7	15,6	1,43	halbfest						
B 3		18,65	LP1	Schluff, stark sandig,	U,s*	U=64,3 T= 3,2	30,1	2,4	17,1	36,3	23,0	13,3	1,44	halbfest						
B 4		17,50	GP1	steingrau Schluff, stark sandig	U	64,7	32,4	2,9												
				steingrau																

glimmerhaltig
Probe steht
im Wasser

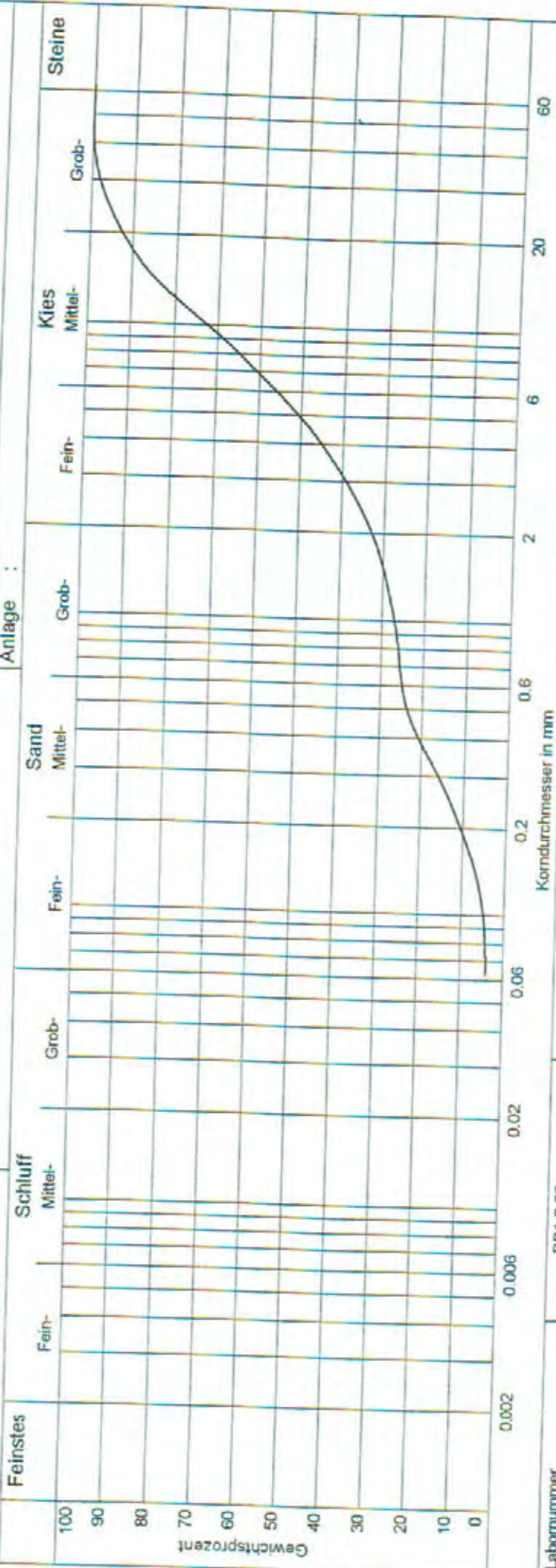
glimmerhaltig

Crystal Geotechnik GmbH
 Berat. Ingenieure und Geologen
 Hofstattstr. 28 86919 Utting
 Tel. 08806/480+1432 Fax: 2609

Kornverteilung

DIN 18 123-5

Projekt : Technologiepark 2000, Unterschleißheim
 Projektnr.: L 21074
 Datum : 12.03.2001
 Anlage :



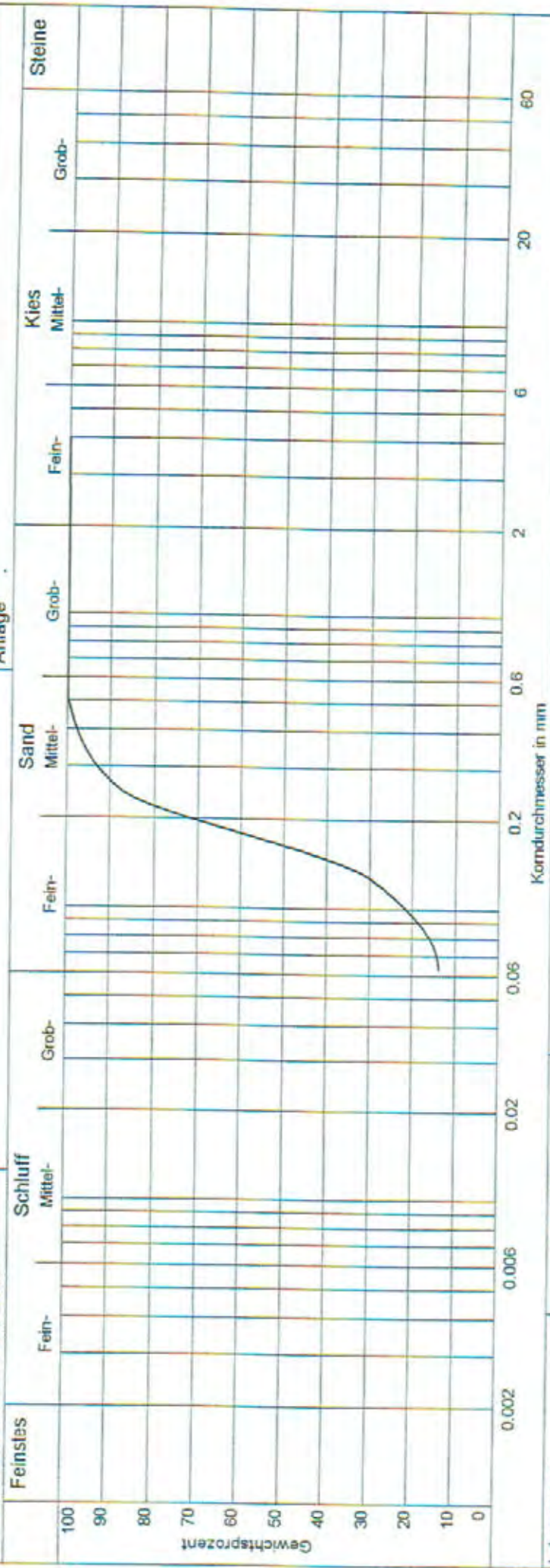
Labornummer	— PB1 9,00m
Entnahmestelle	PB 1
Entnahmetiefe	9,00 m
Ungleichförm. U	U = 36.2
Krümmungszahl Cc	Cc = 1.8
Bodenart	G,s
Bodengruppe	GW
d10 / d60	0.190/6.882
Anteil < 0.063 mm	3.9
kf nach Seiler	4.651E-004
kf nach Beyer	3.250E-004
kf nach Hazen	-(U > 5)

Crystal Geotechnik GmbH
 Berat. Ingenieure und Geologen
 Hofstaßstr. 28 86919 Utting
 Tel. 08806/480+1432 Fax: 2609

Kornverteilung

DIN 18 123-5

Projekt : Technologiepark 2000, Unterschleißheim
 ProjektNr.: L 21074
 Datum : 12.03.2001
 Anlage :



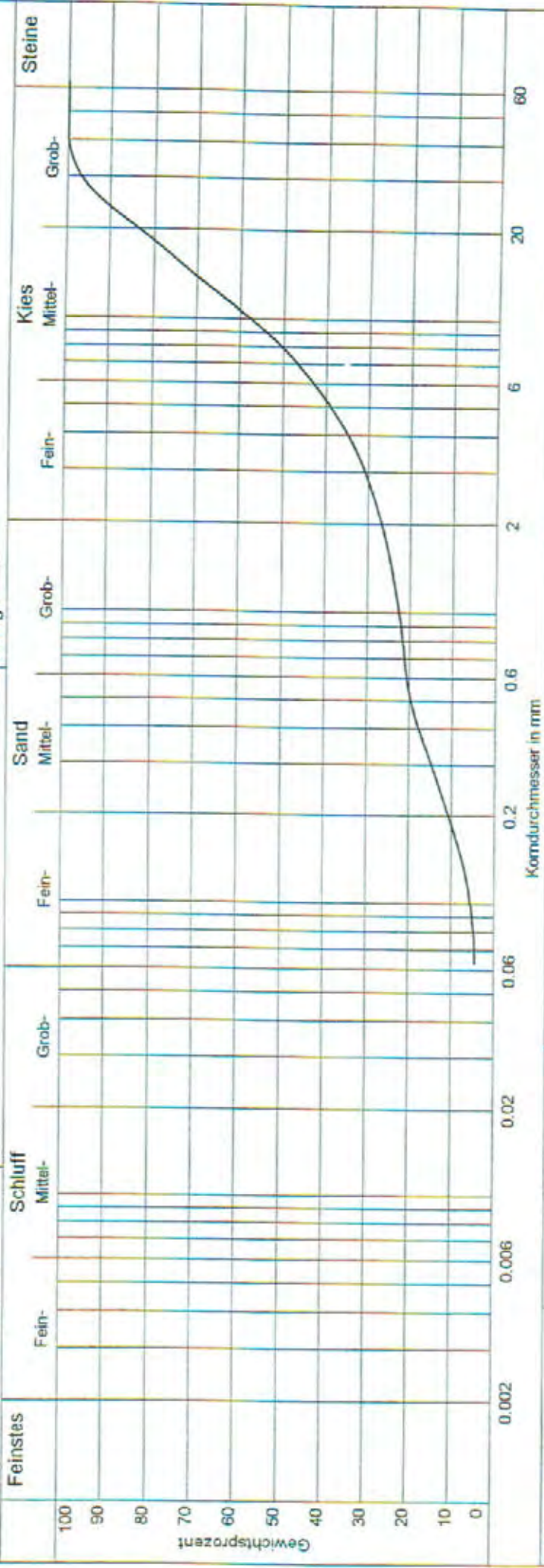
Labornummer	— PB1 18,50m
Entnahmestelle	PB 1
Entnahmetiefe	18,50 m
Ungleichförm. U	-
Krümmungszahl Cc	-
Bodenart	fS,ms,u
Bodengruppe	SU
d10 / d60	- / 0.179
Anteil < 0.063 mm	13.7
kf nach Seiler	-
kf nach Beyer	-
kf nach Hazen	-

Crystal Geotechnik GmbH
 Berat. Ingenieure und Geologen
 Hofstaßstr. 28 86919 Utting
 Tel. 08806/480+1432 Fax: 2609

Projekt : Technologiepark 2000, Unterschleißheim
 Projektnr.: L 21074
 Datum : 12.03.2001
 Anlage :

Kornverteilung

DIN 18 123-5



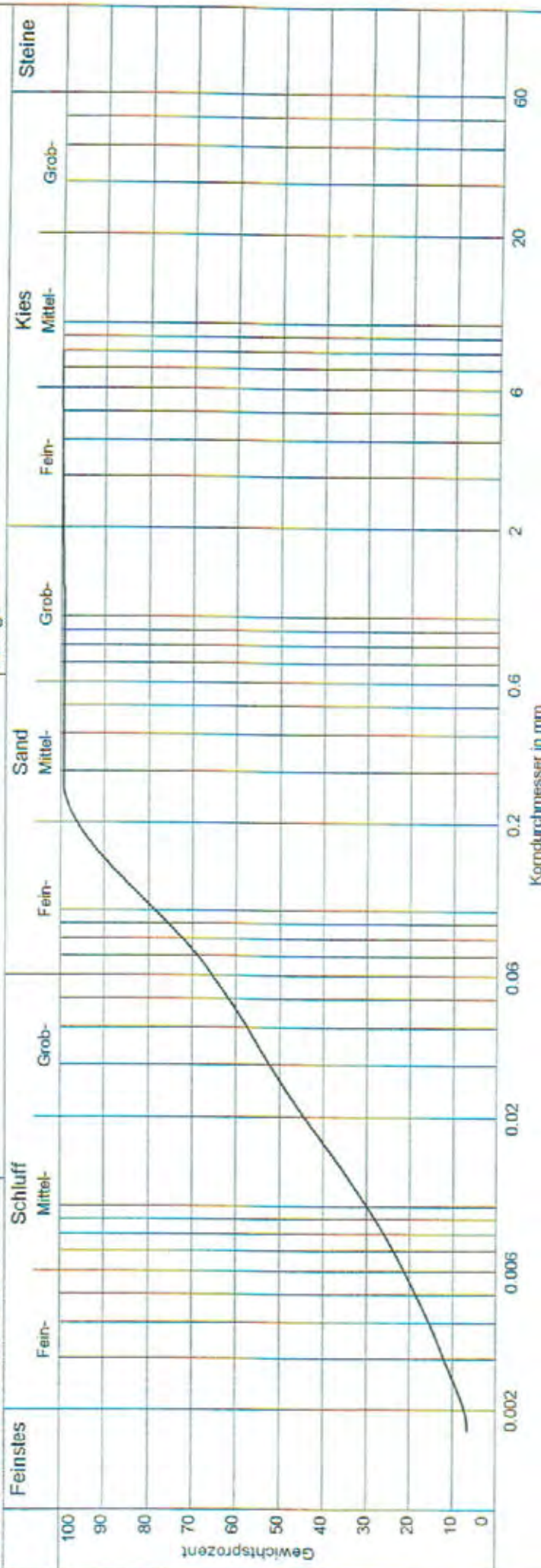
Labornummer	— PB2 9,00m
Entnahmestelle	PB2
Entnahmetiefe	9,00 m
Ungleichförm. U	U = 57.6
Krümmungszahl Cc	Cc = 3.9
Bodenart	mG, s, gg, fg
Bodengruppe	GI
d10 / d60	0,186/10,706
Anteil < 0.063 mm	4.5
kf nach Seiler	5.594E-003
kf nach Beyer	3.109E-004
kf nach Hazen	-(U > 5)

Crystal Geotechnik GmbH
 Berat. Ingenieure und Geologen
 Hofstattstr. 28 86919 Utting
 Tel. 08806/460+1432 Fax: 2609

Projekt : Technologiepark 2000, Unterschleißheim
 Projektnr.: L 21074
 Datum : 12.03.2001
 Anlage :

Kornverteilung

DIN 18 123-7



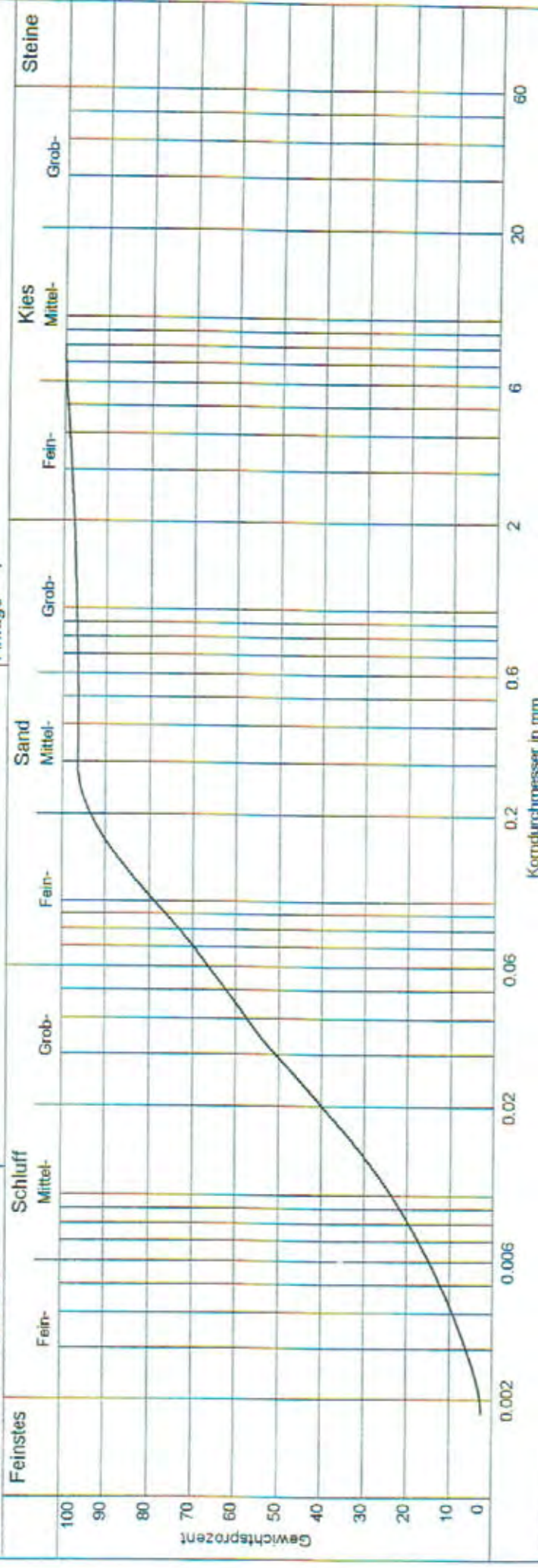
Labornummer	— PB2 18,50m
Entnahmestelle	PB 2
Entnahmetiefe	18,50 m
Ungleichförm. U	U = 18,1
Krümmungszahl Cc	Cc = 0,9
Bodenart	U,fs
Bodengruppe	U
d10 / d60	0.003/0.046
Anteil < 0.063 mm	66.5
Kf nach Seiler	-
Kf nach Beyer	6.211E-008
Kf nach Hazen	-(U > 5)

Crystal Geotechnik GmbH
 Berat. Ingenieure und Geologen
 Hofstattstr. 28 86919 Uiting
 Tel. 08806/480+1432 Fax: 2609

Kornverteilung

DIN 18 123-7

Projekt : Technologiepark 2000, Unterschleißheim
 Projektnr.: L 21074
 Datum : 12.03.2001
 Anlage :



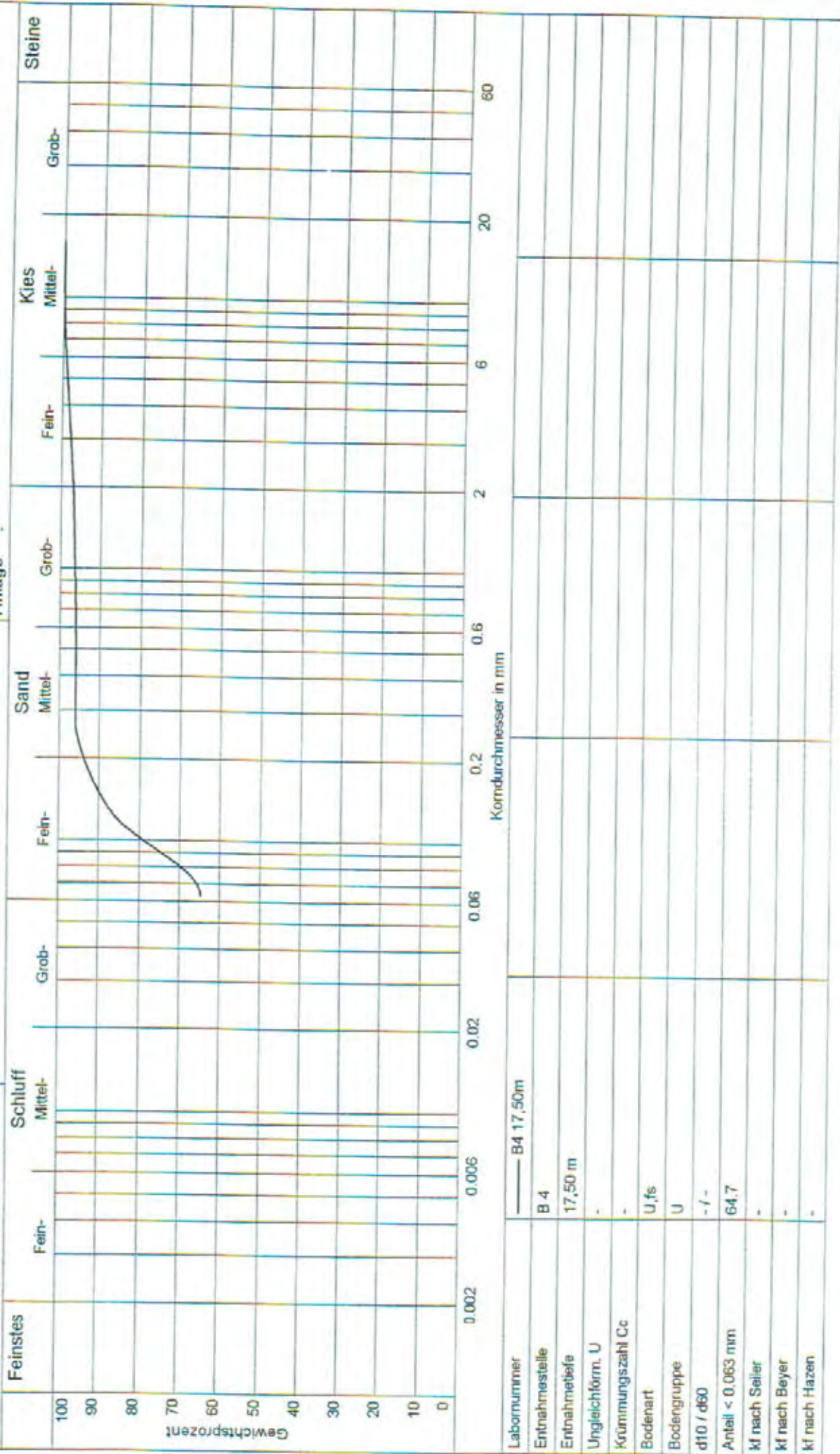
Labornummer	— B3 18,65m
Entnahmestelle	B 3
Entnahmetiefe	18,65 m
Ungleichförm. U	U = 10,8
Krümmungszahl Cc	Cc = 1,0
Bodenart	U/fs
Bodengruppe	U
d10 / d60	0,004 / 0,046
Anteil < 0,063 mm	67,5
Kf nach Seiler	-
Kf nach Beyer	1,834E-007
Kf nach Hazen	-(U > 5)

Crystal Geotechnik GmbH
 Berat. Ingenieure und Geologen
 Hofstaßstr. 28 86919 Utting
 Tel. 08806/480+1432 Fax: 2609

Kornverteilung

DIN 18 123-5

Projekt : Technologiepark 2000, Unterschleißheim
 Projektnr.: L 21074
 Datum : 12.03.2001
 Anlage :

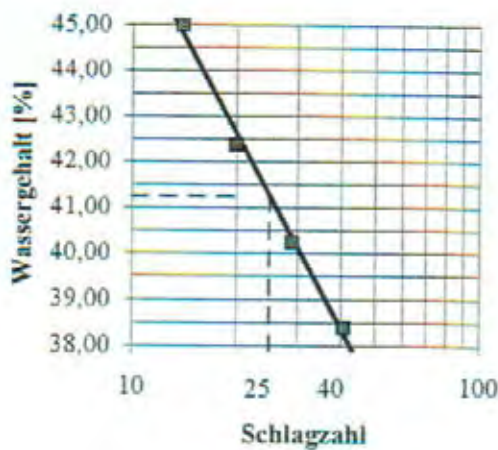


Labornummer	B4	B4 17,50m
Entnahmestelle	17,50 m	
Entnahmetiefe	-	
Ungleichform. U	-	
Krümmungszahl Cc	-	
Bodenart	U, fs	
Bodengruppe	U	
d10 / d60	- / -	
Anteil < 0.063 mm	64.7	
Kf nach Seiler	-	
Kf nach Beyer	-	
Kf nach Hazen	-	

Zustandsgrenzen nach DIN 18122, Teil 1

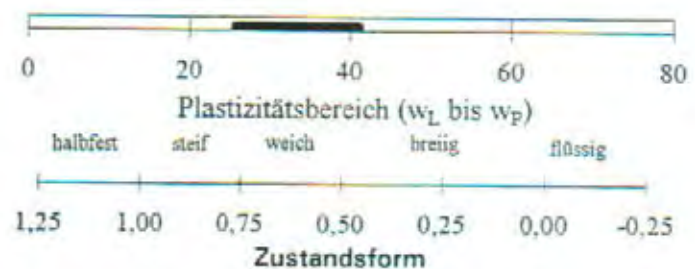
Projekt: Technologiepark 2000, Unterschleißheim Projektnummer: L 21074
 Bodenart: U,s*,t' Probe: PB2 18,50m
 Entnommen am: Entnommen durch: Seidl & Partner
 Ausgeführt am: 13.03.01 Ausgeführt durch: br

Behälter Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze		
	56	214	11	4	87	15	57
Zahl der Schläge [g]	41	29	20	14			
Feucht. Pr. + Behält. [g]	20,94	18,64	19,78	19,01	14,83	13,53	16,30
Trock. Pr.+Behält. [g]	16,41	14,63	15,37	14,60	12,77	11,73	13,94
Behälter [g]	4,61	4,66	4,96	4,80	4,77	4,74	4,71
Wasser [g]	4,53	4,01	4,41	4,41	2,06	1,80	2,36
Trockene Probe [g]	11,80	9,97	10,41	9,80	8,00	6,99	9,23
Wassergehalt [%]	38,39	40,22	42,36	45,00	25,75	25,75	25,57

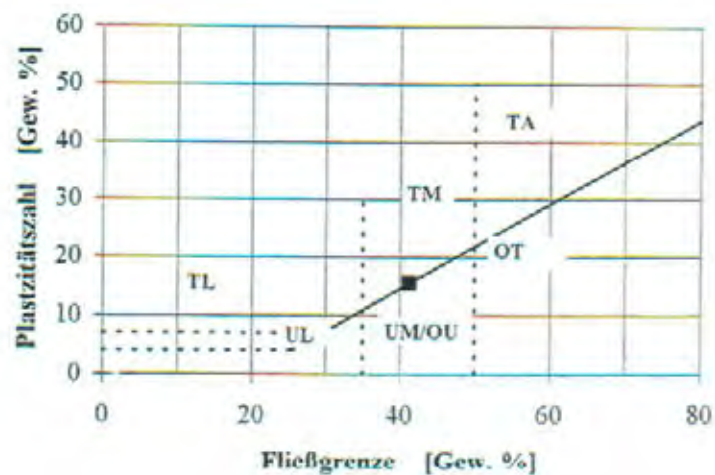


Wassergehalt w 19,0 %
 Fließgrenze w_L 41,2 %
 Ausrollgrenze w_P 25,7 %

Plastizitätszahl I_p 15,6 %
 Konsistenzzahl I_c 1,43



Bemerkungen: TM/UM

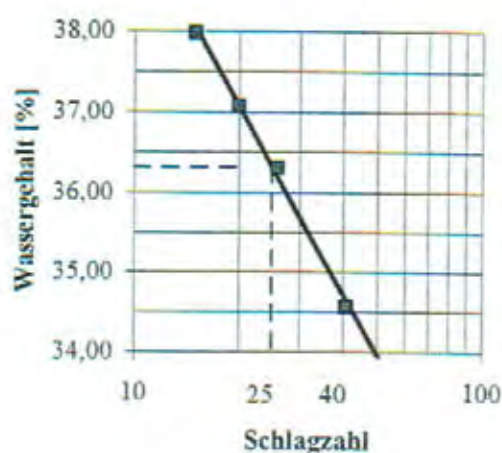


Crystal Geotechnik

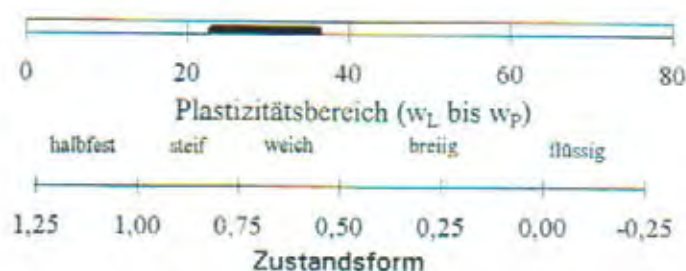
Zustandsgrenzen nach DIN 18122, Teil 1

Projekt: Technologiepark 2000, Unterschleißheim Projektnummer: L 21074
 Bodenart: U_s* Probe: B3 18,65m
 Entnommen am: Entnommen durch: Seidl & Partner
 Ausgeführt am: 13.03.01 Ausgeführt durch: br

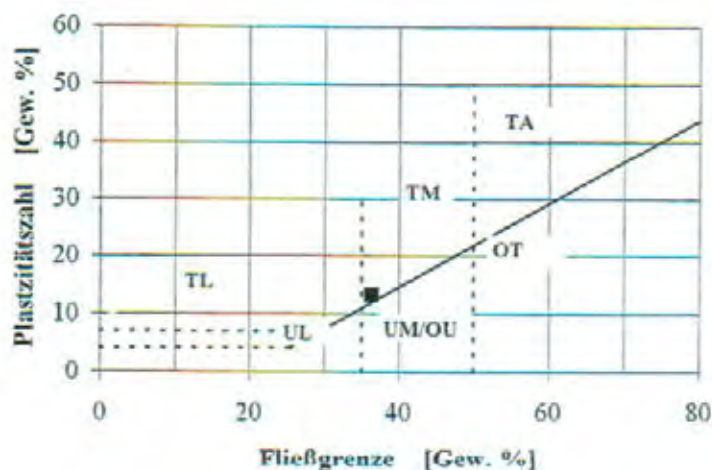
	Fließgrenze				Ausrollgrenze		
	3	1	9	217	12	75	16
Behälter Nr.							
Zahl der Schläge [g]	41	26	20	15			
Feucht. Pr. + Behält. [g]	28,82	20,33	29,28	27,98	11,23	13,81	13,99
Trock. Pr.+Behält. [g]	22,61	16,22	22,77	21,57	9,99	12,13	12,34
Behälter [g]	4,64	4,90	5,21	4,69	4,64	4,73	5,20
Wasser [g]	6,21	4,11	6,51	6,41	1,24	1,68	1,65
Trockene Probe [g]	17,97	11,32	17,56	16,88	5,35	7,40	7,14
Wassergehalt [%]	34,56	36,31	37,07	37,97	23,18	22,70	23,11



Wassergehalt w 17,1 %
 Fließgrenze w_L 36,3 %
 Ausrollgrenze w_P 23,0 %
 Plastizitätszahl I_P 13,3 %
 Konsistenzzahl I_C 1,44



Bemerkungen: TM



Crystal Geotechnik

Labor	Pionnerstraße 23 Brunngartenstraße 5	82256 Fürstenfeldbruck 85221 Dachau	Tele: 08141/528725 Tele: 08131/ 56500	Fax: 08141/ 44340 Fax: 08131/562014
-------	---	--	--	--

Mayr Umweltanalytik GmbH Pionnerstraße 23 82256 Fürstenfeldbruck

Seidl & Partner
Gesamtplanung GmbH
Boelcke Straße 40Fürstenfeldbruck,
den 14.03.2001

93051 Regensburg

Prüfbericht Geo0101 Projekt Unterschleißheim

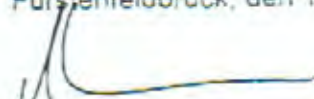
Auftraggeber	: Siehe Anschrift
Probeneingang	: 05.03.2001
Probenanzahl	: 2
Probenart	: Wasser
Probengefaß	: Glas
Probeentnahme	: Proben wurden angeliefert
Untersuchung/Prüfverfahren	: pH-Wert / DIN 38405 C5 Färbung / DIN 38404-C1 Geruch / DEV B1/2 Trübung / DIN 38404-C2 Gesamthärte / DIN 38406 E3-3 Carbonathärte / Säurekapazität DIN 38409 H7 1-2 Nichtcarbonathärte / errechnet aus der Differenz zwischen Gesamt- und Carbonathärte aggressive Kohlensäure / DIN 38404 C10-1 Temp. = 11,5 °C. Magnesium / DIN 38406 E3-3 Ammonium / DIN 38406 E5-1 Chlorid / EN ISO 10304-1 Sulfat / EN ISO 10304-1 Permanganatindex / DIN 38409 H5 Sulfid / DIN 38405 T 26
Analysezeitraum	: 10. KW. 2001

Prüfergebnisse

Probenbezeichnung	Einheit	PB 1	PB 2
Analyse-Nr.		Originalbez.	Originalbez.
Parameter	Konz. in		
Färbung		klar	klar
Geruch		ohne	ohne
Trübung		ohne	ohne
pH-Wert (Bestimmung im Labor)		7,54	7,56
Gesamthärte	° dH	18,3	18,4
Carbonathärte	° dH	15,6	15,5
Nichtcarbonathärte	° dH	2,7	2,9
aggressive Kohlensäure D_m	mmol/l	- 0,06* (T = 10,0 °C)	- 0,11* (T = 10,0 °C)
Magnesium	mg/l	16,5	17,2
Ammonium	mg/l	0,06	< 0,05
Chlorid	mg/l	47	35
Sulfat	mg/l	30	33
Permanganatindex	mg O/l	0,53	1,20
Sulfid	mg/l	< 0,1	< 0,1

* - = kalkabscheidend

Fürstenfeldbruck, den 14.03.2001



Stellv. Laborleiter

EDER Brunnenbau GmbH

Kreuzweg 3
84332 Hebertsfelden
Telefon: 0 87 21 / 508 09 - 0
Telefax: 0 87 21 / 507 330

Anlage 1 zu DIN 4022 Blatt 1

Aktenzeichen:
Archiv-Nr.:

**Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis für Bohrungen
mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben**

<p>Bohrung: PB 1</p> <p>Gitterwerte des Bohrpunktes: rechts</p> <p>Ort, bei dem der Bohrung liegt: Unterschleißheim</p> <p>Zweck der Bohrung: Aufschlußbohrung</p> <p>Höhe des Ansatzpunktes zu NN: _____ m (Ansatzpunkt 0,00 m über bzw. unter Gelände)</p> <p>Auftraggeber: RSK Unternehmensgruppe</p> <p>Objekt: Technologiepark Unterschleißheim</p> <p>Bohrunternehmer: Eder Brunnenbau GmbH</p> <p>Gebohrt vom 19.02. bis 22.02. 2001</p> <p>Bohrlochdurchmesser: bis 30,00 m 220 mm, bis _____ mm</p> <p>Bohrverfahren: bis 30,00 m RKB bis _____ m</p>	<p>Karte i.M.1: _____ Nr: _____</p> <p>Name des Kartenblattes hoch: _____</p> <p>Kreis: München</p> <p>Baugrund/Grundwasser: Messstellenausbau oder zu einem anderen Bezugspunkt: _____</p> <p>Geräteführer: Weidlich</p> <p>Endteufe: 30,00 m unter Ansatzpunkt _____ m</p>
---	--

Zusätzliche Angaben bei Wasserbohrungen:

Filter: von 7,20 m bis 2,20 m unter Ansatzpunkt	Ø	125	mm, Art: PVC
Filter: von _____ m bis _____ m unter Ansatzpunkt	Ø	_____	mm, Art: _____
Aufsatzrohr: von 2,20 m bis 0,20 m unter Ansatzpunkt	Ø	125	mm, Art: PVC
Aufsatzrohr: von _____ m bis _____ m unter Ansatzpunkt	Ø	_____	mm, Art: _____
Jumpfroh: von _____ m bis _____ m unter Ansatzpunkt	Ø	_____	mm, Art: _____
Kiesschüttung: von 7,20 m bis 1,20 m unter Ansatzpunkt, Körnung: 2 - 3 mm			
Sand-Gegenfilter: von _____ m bis _____ m unter Ansatzpunkt, Körnung: _____			
Abdichtung: (Wassersperre) von 1,20 m bis 0,00 m unter Ansatzpunkt			Quellton
Abdichtung: (Wassersperre) von _____ m bis _____ m unter Ansatzpunkt			
Wasserstand in Ruhe: 3,20 m unter Ansatzpunkt			
bei Förderung _____ m unter Ansatzpunkt			
Beharrungszustand erreicht ?ja/nein			
Pumpversuch vom _____, _____ Uhr bis _____, _____ Uhr			

Messstellenabschluß: **Stahlschutzrohr bis 1,00 m ü. GOK** Unterschrift des Geräteführers
SEBA-Kappe
Betonsockel

Fachtechnisch bearbeitet von **Herrn Wagner, Seidl & Partner, Regensburg** am _____
Proben nach Bearbeitung aufbewahrt bei **Seidl & Partner, Regensburg**
Anzahl: **2 KP, 1 GP** unter Nr. _____

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekemten Proben

Bauvorhaben: **Technologiepark Unterschleißheim**

Bohrung Nr. PB 1

Blatt 1

Datum:

1	2				3	4	5	6
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.30	a) Mutterboden				RKB Schappe 220 mm			
	b)							
		d) leicht bohrbar	e) dunkelbraun					
		g)	h)	i)				
1.20	a) Fein- bis Grobkies, sandig				"-" erdfeucht			
	b)							
		d) schwer bohrbar	e) grau					
		g)	h)	i)				
2.00	a) Fein- bis Grobkies, sandig, schwach schluffig				"-" erdfeucht			
	b)							
		d) mittel bohrbar	e) braun					
		g)	h)	i)				
2.60	a) Fein- bis Grobkies, stark sandig				"-" erdfeucht			
	b)							
		d) schwer bohrbar	e) grau					
		g)	h)	i)				
4.00	a) Fein- bis Grobkies, sandig, schwach schluffig				Ruhewasser 3,20 m u. AP 22.02.01 ab 3, 20 m naß	KP	1	4,00
	b)							
		d) mittel bohrbar	e) braungrau					
		g)	h)	i)				

Eder Brunnenbau GmbH
 Kreuzweg 3
 84332 Hebertsfelden
 Tel.08721/508090 Fax:08721/507230

Anlage 5.1.3
 Bericht:
 Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Technologiepark Unterschleißheim**

Bohrung Nr. **PB 1**

Blatt 2

Datum:

1	2				3	4	5	6
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
16.80	a) Fein- bis Grobkies, sandig, schwach schluffig				-" naß	KP	2	9,00
	b)							
		d) schwer bohrbar	e) grau					
		g)	h)	i)				
24.20	a) Feinsand, schwach schluffig				-" naß	GP	1	18.50
	b)							
		d) schwer bohrbar	e) graublau					
		g)	h)	i)				
3.00	a) Fein- bis Grobkies, stark sandig				-" naß			
	b)							
		d) schwer bohrbar	e) grau					
		g)	h)	i)				
30.00 Endtiefe	a) Fein- bis Grobkies, sandig, schwach schluffig				-" naß			
	b)							
		d) schwer bohrbar	e) braungelb					
		g)	h)	i)				

EDER Brunnenbau GmbH

Kreuzweg 3
84332 Hebertsfeiden
Telefon: 0 87 21 / 508 09 - 0
Telefax: 0 87 21 / 507 230

Anlage 1 zu DIN 4022 Blatt 1

Aktenzeichen:
Archiv-Nr.:

Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis für Bohrungen
mit durchgehender Gewinnung von gekerntem Proben

Bohrung: PB 2

Karte i.M.l: Nr:

Gitterwerte des Bohrpunktes: rechts
Ort, bei dem der Bohrung liegt: Unterschleißheim
Zweck der Bohrung: Aufschlußbohrung
Höhe des Ansatzpunktes zu NN: m

Name des Kartenblattes
hoch:
Kreis: München
Baugrund/Grundwasser: Messstellenausbau
oder zu einem anderen Bezugspunkt:
über bzw. unter Gelände

Auftraggeber: RSK Unternehmensgruppe

Objekt: Technologiepark Unterschleißheim

Bohrunternehmer: Eder Brunnenbau GmbH

Gebohrt vom 27.02. bis 28.02. 2001

Bohrlochdurchmesser: bis 20,00 m 220 mm, bis

bis m mm, bis m mm

Bohrverfahren: bis 20,00 m RKB

bis m

Geräteleiter: Weidlich
Endteufe: 20,00 m unter Ansatzpunkt

mm, bis m mm
mm, bis m mm

Zusätzliche Angaben bei Wasserbohrungen:

Filter: von 7,60 m bis 2,00 m unter Ansatzpunkt \emptyset 125 mm, Art: PVC
Filter: von m bis m unter Ansatzpunkt \emptyset mm, Art:
Aufsatzrohr: von 2,00 m bis 0,00 m unter Ansatzpunkt \emptyset 125 mm, Art: PVC
Aufsatzrohr: von m bis m unter Ansatzpunkt \emptyset mm, Art:
Pumpfrohr: von m bis m unter Ansatzpunkt \emptyset mm, Art:
Kiesschüttung: von 7,60 m bis 1,00 m unter Ansatzpunkt, Körnung: 2 - 3 mm
Sand-Gegenfilter: von m bis m unter Ansatzpunkt, Körnung:
Abdichtung: (Wassersperre) von 20,00 m bis 18,00 m unter Ansatzpunkt Quellton
von 1,00 m bis 0,00 m unter Ansatzpunkt Quellton
Wasserstand in Ruhe: 3,60 m unter Ansatzpunkt
bei Förderung m unter Ansatzpunkt
Beharrungszustand erreicht ?ja/nein
Pumpversuch vom , Uhr bis , Uhr

Messstellenabschluß: SEBA-Kappe
Stahlschutzrohr bis 1,00 m ü. GOK
Betonsockel

Unterschrift des Geräteführers

Fachtechnisch bearbeitet von Herrn Wagner, Seidl & Partner, Regensburg am

Froben nach Bearbeitung aufbewahrt bei Seidl & Partner, Regensburg

Anzahl: 2 KP, 1 GP unter Nr.
1 Wasserprobe

Eder Brunnenbau GmbH
 Kreuzweg 3
 84332 Hebertsfelden
 Tel.08721/508090 Fax:08721/507230

Anlage 5.2.2
 Bericht:
 Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Technologiepark Unterschleißheim**

Bohrung Nr. PB 2

Blatt 1

Datum:

1	2				3	4	5	6	
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt					
0.30	a) Mutterboden, kiesig				RKB Schappe 220 mm				
	b)								
		d) leicht bohrbar	e) dunkelbraun						
		g)	h)	i)					
18.10	a) Fein- bis Grobkies, sandig, schwach schluffig				Ruhewasser 3.60 m u. AP 28.02.01	KP	1	4.00	
	b) teilweise steinig					KP	2	9.00	
			d) schwer bohrbar	e) grau, braun		-"			
		f)	g)	h)	i)	ab 3, 60 m naß			
18.00	a) Schluff, stark feinsandig				-" erdfeucht	GP	1	18.50	
	b) schwach glimmerhaltig								
		c) fest	d) schwer bohrbar	e) grau					
		f)	g)	h)		i)			
20.00 Endtiefe	a) Feinsand, stark schluffig				-" erdfeucht				
	b) schwach glimmerhaltig								
			d) schwer bohrbar	e) grau					
		f)	g)	h)		i)			

EDER

Brunnenbau GmbH

Kreuzweg 3
84332 Hebertsfeiden
Telefon: 0 87 21 / 508 09 - 0
Telefax: 0 87 21 / 507 230

Anlage 1 zu DIN 4022 Blatt 1

Aktenzeichen:
Archiv-Nr.:

Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis für Bohrungen
mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben

Bohrung: B 3

Karte i.M.l: Nr:

Gitterwerte des Bohrpunktes: rechts

Name des Kartenblattes

Ort, bei dem der Bohrung liegt: Unterschleißheim

hoch:

Zweck der Bohrung: Aufschlußbohrung

Kreis: München

Höhe des Ansatzpunktes zu NN: m

Baugrund/Grundwasser:

(Ansatzpunkt 0,00 m über bzw. unter Gelände oder zu einem anderen Bezugspunkt:

Auftraggeber: RSK Unternehmensgruppe

Objekt: Technologiepark Unterschleißheim

Bohrunternehmer: Eder Brunnenbau GmbH

Geräteführer: Weidlich

Gebohrt vom 26.02. bis 27.02. 2001

Endteufe: 20,00 m unter Ansatzpunkt

Bohrlochdurchmesser: bis 11,00 m 220 mm, bis 20,00 m 178 mm

bis m mm, bis m mm, bis m mm

Bohrverfahren: bis 20,00 m RKB

bis m

Zusätzliche Angaben bei Wasserbohrungen:

Filter: von m bis m unter Ansatzpunkt ø mm, Art:

Filter: von m bis m unter Ansatzpunkt ø mm, Art:

Aufsatzrohr: von m bis m unter Ansatzpunkt ø mm, Art:

Aufsatzrohr: von m bis m unter Ansatzpunkt ø mm, Art:

Sumpfrohr: von m bis m unter Ansatzpunkt ø mm, Art:

Kiesschüttung: von m bis m unter Ansatzpunkt, Körnung: mm, Art:

Sand-Gegenfilter: von m bis m unter Ansatzpunkt, Körnung: mm, Art:

Abdichtung: (Wassersperre) von 20,00 m bis 17,00 m unter Ansatzpunkt Quellton

von m bis m unter Ansatzpunkt

Wasserstand: 3,50 m unter Ansatzpunkt nach Bohrende

m unter Ansatzpunkt

bei Förderung m unter Ansatzpunkt bei

Beharrungszustand erreicht ?ja/nein

Pumpversuch vom , Uhr bis , Uhr

Unterschrift des Geräteführers

Fachtechnisch bearbeitet von Herrn Wagner, Seidl & Partner, Regensburg am

Proben nach Bearbeitung aufbewahrt bei Seidl & Partner, Regensburg

Anzahl: 2 KP, 1 GP

unter Nr.

1 UP

Eder Brunnenbau GmbH
 Kreuzweg 3
 84332 Hebertsfelden
 Tel.08721/508090 Fax:08721/507230

Anlage 5.3.2

Bericht:

Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerneten Proben

Bauvorhaben: **Technologiepark Unterschleißheim**

Bohrung Nr. **B 3**

Blatt 1

Datum:

1	2				3	4	5	6
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.30	a) Mutterboden, feinsandig, kiesig				RKB Schappe 220 mm			
	b)							
		d) leicht bohrbar	e) dunkelbraun					
		g)	h)	i)				
2.60	a) Fein- bis Grobkies, stark sandig				-" erdfeucht			
	b)							
		d) schwer bohrbar	e) grau					
		g)	h)	i)				
80	a) Fein- bis Grobkies, sandig, schwach schluffig				Grundwasser 3.50 m u. AP 27.02.2001 -" ab 3, 60 m naß	KP	1	4.00
	b)							
		d) schwer bohrbar	e) braungrau					
		g)	h)	i)				
16.70	a) Fein- bis Grobkies, sandig, schwach schluffig				Ab 11, 0 m 178 mm naß	KP	2	9.00
	b) teilweise steinig							
		d) schwer bohrbar	e) grau					
		g)	h)	i)				
20.00	a) Ton, feinsandig, schwach schluffig				-" naß	UP	1	18.65
	b)					GP	1	18.70
	c) fest	d) schwer bohrbar	e) grau					
Endtiefe		g)	h)	i)				

EDER Brunnenbau GmbH

Kreuzweg 3
84332 Hebertsrieden
Telefon: 0 87 21 / 505 09 - 0
Telefax: 0 87 21 / 507 230

Anlage 1 zu DIN 4022 Blatt 1

Aktenzeichen: Archiv-Nr.:

Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis für Bohrungen mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben

Bohrung: B 4

Gitterwerte des Bohrpunktes: rechts
Ort, bei dem der Bohrung liegt: **Unterschleißheim**
Zweck der Bohrung: **Aufschlußbohrung**
Höhe des Ansatzpunktes zu NN:

Karte i.M.1: _____ Nr: _____
Name des Kartenblattes
hoch:
Kreis: **München**
Baugrund/Grundwasser:
oder zu einem anderen Bezugspunkt:
über bzw. unter Gelände

Auftraggeber: **RSK Unternehmensgruppe**
Objekt: **Technologiepark Unterschleißheim**

Bohrunternehmer: **Eder Brunnenbau GmbH**
Gebohrt vom **28.02. bis 01.03. 2001**

Bohrlochdurchmesser: bis **11,00 m** **220 mm**, bis **20,00 m** **178 mm**
bis _____ mm, bis _____ mm, bis _____ mm
Bohrverfahren: bis **20,00 m** **RKB**
bis _____ m

Geräteleiter: **Weidlich**
Endteufe: **20,00 m** unter Ansatzpunkt
20,00 m **178 mm**

Zusätzliche Angaben bei Wasserbohrungen:

Filter: von _____ m bis _____ m	unter Ansatzpunkt \emptyset _____ mm, Art: _____
Filter: von _____ m bis _____ m	unter Ansatzpunkt \emptyset _____ mm, Art: _____
Aufsatzrohr: von _____ m bis _____ m	unter Ansatzpunkt \emptyset _____ mm, Art: _____
Aufsatzrohr: von _____ m bis _____ m	unter Ansatzpunkt \emptyset _____ mm, Art: _____
Sumpfrohr: von _____ m bis _____ m	unter Ansatzpunkt \emptyset _____ mm, Art: _____
Kiesschüttung: von _____ m bis _____ m	unter Ansatzpunkt, Körnung: _____
Sand-Gegenfilter: von _____ m bis _____ m	unter Ansatzpunkt, Körnung: _____
Abdichtung: (Wassersperre) von 20,00 m bis 16,60 m	unter Ansatzpunkt Quellton
Wasserstand: von 3,40 m	unter Ansatzpunkt nach Bohrende
bei Förderung _____ m	unter Ansatzpunkt _____
Beharrungszustand erreicht ?ja/nein	
Pumpversuch vom _____ Uhr bis _____ Uhr	

Unterschrift des Geräteführers

Fachtechnisch bearbeitet von **Herrn Wagner, Seidl & Partner, Regensburg** am _____
Proben nach Bearbeitung aufbewahrt bei **Seidl & Partner, Regensburg**
Anzahl: **2 KP, 1 GP** unter Nr. _____
1 UP

Eder Brunnenbau GmbH
 Kreuzweg 3
 84332 Hebertsfelden
 Tel.08721/508090 Fax:08721/507230

Anlage 5.4.2

Bericht:

Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Technologiepark Unterschleißheim**

Bohrung Nr. B 4

Blatt 1

Datum:

1	2				3	4	5	6
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.30	a) Mutterboden, feinsandig, kiesig				RKB Schappe 220 mm			
	b)							
	c)	d) leicht bohrbar	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h)	i)				
16.60	a) Fein- bis Grobkies, sandig, schwach schluffig				Ruhewasser 3.40 m u. AP 01.03.01 Ab 11,0 m 178 mm ab 3,40 m naß	KP	1	4.00
	b) teilweise steinig					KP	2	9.00
	c)	d) schwer bohrbar	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
17.70	a) Schluff, tonig, feinsandig				-"	GP	1	17.50
	b)							
	c) fest	d) schwer bohrbar	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
18.90	a) Feinsand, stark schluffig				-" erdfeucht	UP	1	18.00
	b) schwach glimmerhaltig							
	c)	d) schwer bohrbar	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
19.60	a) Schluff, tonig, schwach feinsandig				-"			
	b)							
	c) fest	d) schwer bohrbar	e) beige, braun					
	f)	g)	h)	i)				

Eder Brunnenbau GmbH
 Kreuzweg 3
 84332 Hebertsfelden
 Tel.08721/508090 Fax:08721/507230

Anlage 5.4.3
 Bericht:
 Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerneten Proben

Bauvorhaben: **Technologiepark Unterschleißheim**

Bohrung Nr. B 4

Blatt 2

Datum:

1	2			3	4	5	6	
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
20.00 Endtiefe	a) Feinsand, stark schluffig			-". erdfeucht				
	b)							
	c)	d) schwer bohrbar	e) beige, braun					
	f)	g)	h)		i)			

EDER

Brunnenbau GmbH

Kreuzweg 3
84333 Hebertsrieden
Telefon: 0 87 21 / 508 09 - 0
Telefax: 0 87 21 / 507 230

Anlage 1 zu DIN 4022 Blatt 1

Aktenzeichen: Archiv-Nr.:

Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis für Bohrungen mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben

Bohrung: B 5

Karte i.M.1:

Nr:

Gitterwerte des Bohrpunktes: rechts
Ort, bei dem der Bohrung liegt: **Unterschleißheim**
Zweck der Bohrung: **Aufschlußbohrung**
Höhe des Ansatzpunktes zu NN: _____ m

Name des Kartenblattes

hoch:

Kreis: **München**

Baugrund/Grundwasser:

oder zu einem anderen Bezugspunkt:
über bzw. unter Gelände

Auftraggeber: **RSK Unternehmensgruppe**
Objekt: **Technologiepark Unterschleißheim**

Bohrunternehmer: **Eder Brunnenbau GmbH**Gebohrt vom **02.03. bis 05.03. 2001**Bohrlochdurchmesser: bis **10,00 m 220** mm. bis

bis _____ mm. bis _____ mm

Bohrverfahren: bis **20,00 m Rammkernbohrung**
bis _____ mGeräteleiter: **Weidlich**Endteufe: **20,00 m** unter Ansatzpunktmm. bis **20,00 m 178** mm

mm. bis _____ m _____ mm

Zusätzliche Angaben bei Wasserbohrungen:

Filter: von _____ m bis _____ m unter Ansatzpunkt \emptyset _____ mm, Art:
Filter: von _____ m bis _____ m unter Ansatzpunkt \emptyset _____ mm, Art:
Aufsatzrohr: von _____ m bis _____ m unter Ansatzpunkt \emptyset _____ mm, Art:
Aufsatzrohr: von _____ m bis _____ m unter Ansatzpunkt \emptyset _____ mm, Art:
Impfrohr: von _____ m bis _____ m unter Ansatzpunkt \emptyset _____ mm, Art:
Kiesschüttung: von _____ m bis _____ m unter Ansatzpunkt, Körnung:
Sand-Gegenfilter: von _____ m bis _____ m unter Ansatzpunkt, Körnung:
Abdichtung: (Wassersperre) von _____ m bis _____ m unter Ansatzpunkt
Abdichtung: (Wassersperre) von _____ m bis _____ m unter Ansatzpunkt
Wasserstand: _____ 3,20 m unter Ansatzpunkt nach Bohrende
bei Förderung _____ m unter Ansatzpunkt
Beharrungszustand erreicht ?ja/nein _____
Pumpversuch vom _____ Uhr bis _____ Uhr

Unterschrift des Geräteführers

Fachtechnisch bearbeitet von **Herrn Wagner, Seidl & Partner** am _____

Proben nach Bearbeitung vernichtet

Anzahl: _____

unter Nr. _____

Eder Brunnenbau GmbH
 Kreuzweg 3
 84332 Hebertsfelden
 Tel.08721/508090 Fax:08721/507230

Anlage 5.5.2
 Bericht:
 Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

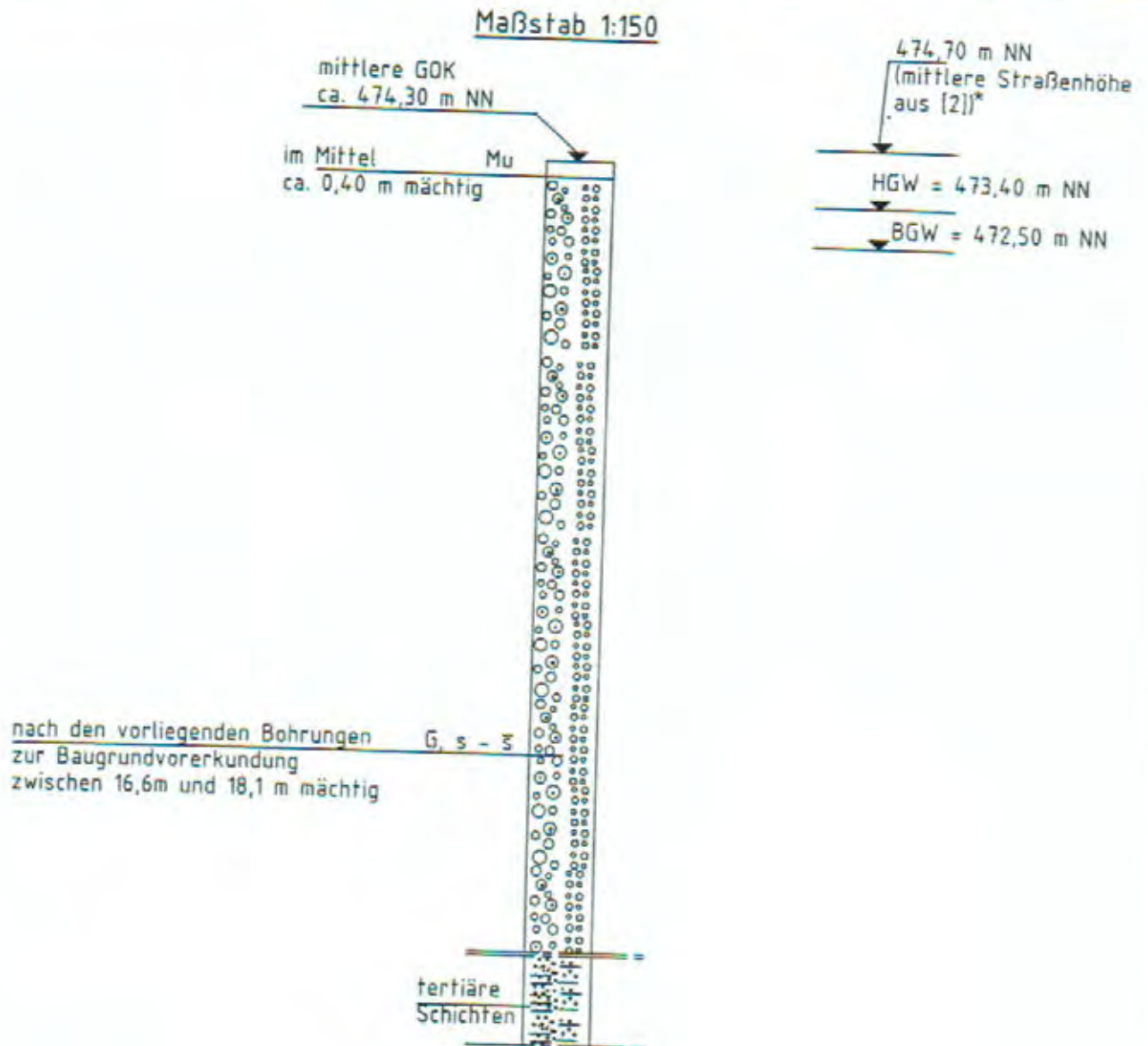
Bauvorhaben: **Technologiepark Unterschleißheim**

Bohrung Nr. B 5

Blatt 1

Datum:

1	2				3	4	5	6
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.40	a) Mutterboden				RKB Schappe 178 mm			
	b)							
		d) leicht bohrbar	e) dunkelbraun					
		g)	h)	i)				
1.60	a) Fein- bis Grobkies, sandig				-" erdfeucht			
	b)							
		d) schwer bohrbar	e) braun					
		g)	h)	i)				
~ 20	a) Fein- bis Grobkies, sandig, schwach schluffig				Ruhwasser 3.20 m u. AP 05.03.01 Ab 10, 0 m 178 mm ab 3, 20 m naß			
	b)							
		d) schwer bohrbar	e) grau					
		g)	h)	i)				
20.00 Endtiefe	a) Feinsand, schwach schluffig				-" naß			
	b)							
		d) schwer bohrbar	e) grau					
		g)	h)	i)				



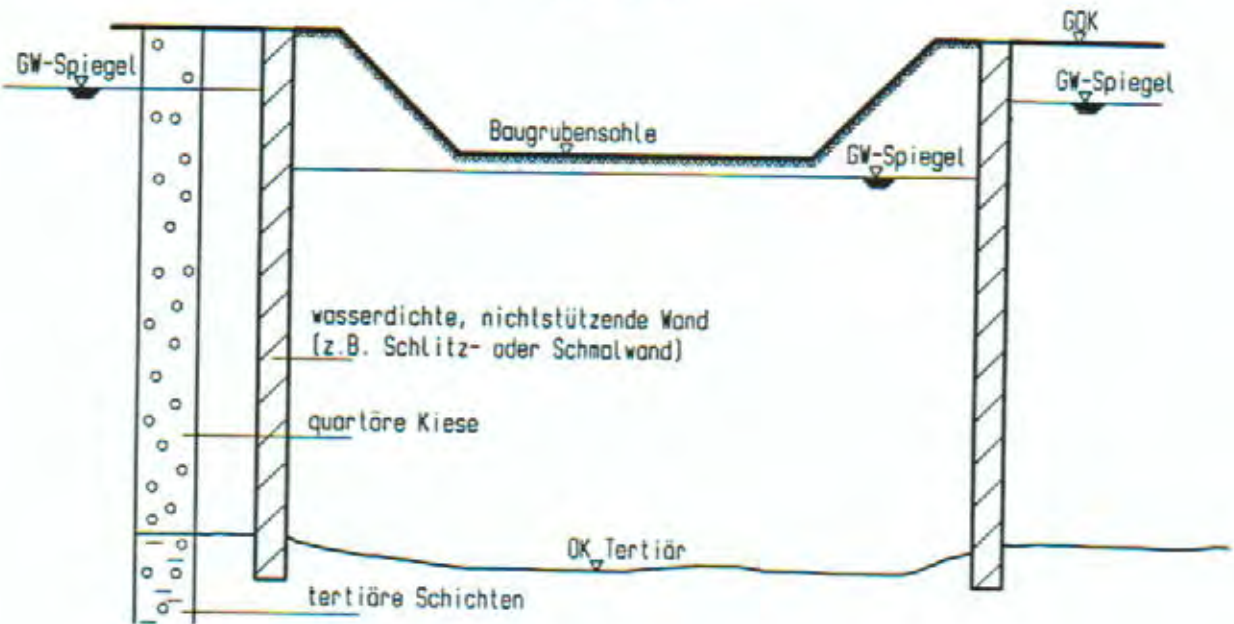
* Wert nur gemittelt! Nicht für die Erschließungs- bzw. Straßenplanung zu verwenden!

Dieses schematisierte Bodenprofil stellt kein Bemessungsbodenprofil dar!

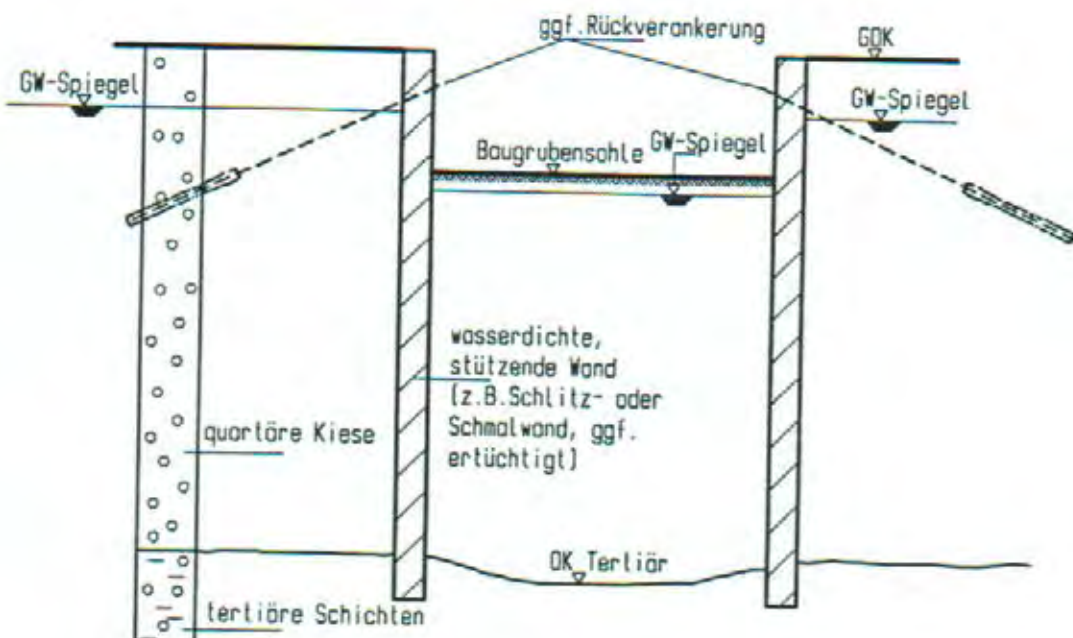
Seidl & Partner Gesamtplanung GmbH

BOELCKESTRASSE 40 - 93051 REGENSBURG - TELEFON 0941 / 9 20 11 0 - TELEFAX 0941 / 9 20 11 111

Wasserdichte nichtstützende Wand - schematisiert
 - ohne Maßstab -



Wasserdichte stützende Wand - schematisiert
 - ohne Maßstab -

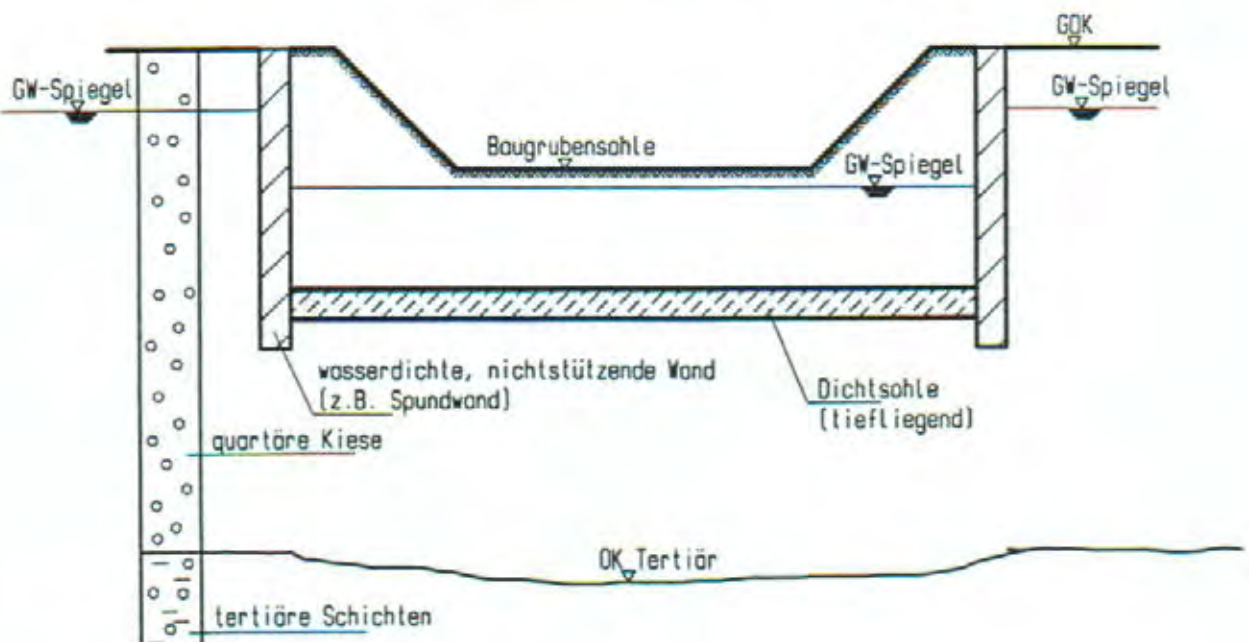


Wasserdichte nichtstützende Wand - schematisiert
- ohne Maßstab -

Ausführung mit Unterwasserbetonsohle

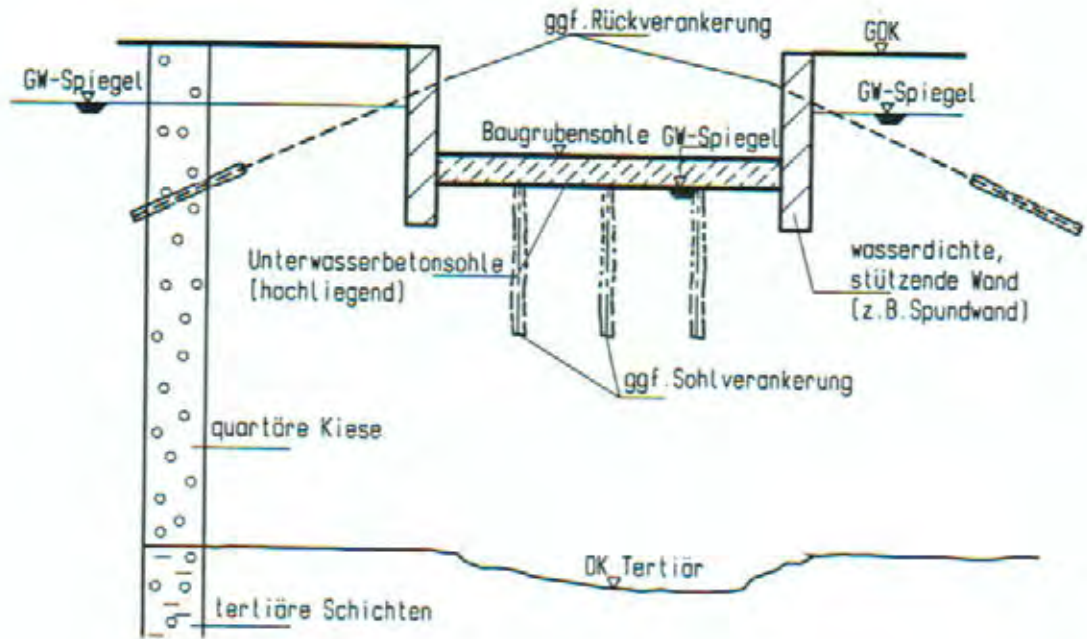
Ausführung nicht möglich

Ausführung mit Feinstbindemittelinjektions-Sohle / Weichgel-Sohle / HDI-Sohle



Wasserdichte stützende Wand - schematisiert
 - ohne Maßstab -

Ausführung mit Unterwasserbetonsohle



Ausführung mit Feinstbindemittelinjektions-Sohle / Weichgel-Sohle / HDI-Sohle

