

Dr. Zerbes & Kargl GbR

Institut für
Erd- u. Grundbau
Spezialtiefbau
Straßenbau
Altlasten
Hydrogeologie
Gebäudeabbruch
Flächenrecycling
Felsmechanik

Donaupark 13
93309 Kelheim
Tel: 09441 / 68204-0
Fax: 09441 / 68204-20

e-mail : info@zerbes-kargl.de
www.zerbes-kargl.de

Akkreditiert nach
DIN EN ISO/IEC 17025



DAP-PA-3830.00

Die Akkreditierung gilt für die
beurkundeten Prüfverfahren

Ingolstädter Kommunalbetriebe AöR
Hindemithstr. 30

85057 Ingolstadt

07.12.2011

BAUGRUNDGUTACHTEN

Baumaßnahme

Baugebiet Friedrichshofen West

Bauherr

Ingolstädter Kommunalbetriebe AöR
Hindemithstraße 30, 85057 Ingolstadt

Untersuchungszweck

Untersuchung und Beurteilung der Boden- und Grundwas-
serverhältnisse für Erschließungsplanung des Baugebietes

Geotechnischer Bericht Nr.

11.08.061

Verteiler

1. bis 3. Ausfertigung Ingolstädter Kommunalbetriebe AöR

Dieser Bericht umfasst 31 Seiten und 8 Anlagen
07.12.2011\11-061_07.12.2011.doc

G:\Projekte\2011\00 Gutachten\11-061 Friedrichshofen West\Abgat

Geschäftsführer :
Dipl.-Ing. (Univ.) M. Kargl
Dipl.-Geol. Dr. D. Zerbes

Sparkasse Regensburg
Kto.Nr.: 840 074 496
BLZ : 750 500 00

Volksbank RaiBa Dachau
Kto.Nr.: 210 8 313
BLZ : 700 915 00

St.-Nr.: 126 / 183 / 53700
USt-Id.Nr.: DE238382690
Finanzamt Kelheim

INHALTSÜBERSICHT

	Seite
1 VERANLASSUNG	4
2 DIE BAUMASSNAHME	5
3 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	5
3.1 Erkundung	5
3.1.1 Geologie	5
3.1.2 Hydrologischer Überblick	6
3.1.3 Erdbebenzone	7
3.1.4 Felduntersuchungen	7
3.1.5 Laboruntersuchungen	8
3.1.6 Grundwasserverhältnisse	9
3.1.7 Kontamination / (militärische) Altlasten	11
3.2 Schichtaufbau und -eigenschaften	11
3.2.1 Schicht 1: Mutterboden	11
3.2.2 Schicht 2: Quartäre bindige Deckschichten	12
3.2.3 Schicht 3a: Quartäre Kiese	13
3.2.4 Schicht 3b: Quartäre Sande	14
3.2.5 Schicht 4: Tertiäre Schluffe und Tone	16
3.2.6 Schicht 5: Tertiäre Sande	17
3.3 Bodenkennwerte	17
4 EMPFEHLUNGEN UND HINWEISE FÜR DIE PLANUNG UND BAUAUSFÜHRUNG	18
4.1 Wohnbebauung	18
4.1.1 Allgemeines	18
4.1.2 Gründung	18
4.1.3 Bauwerksabdichtung und Dränung	19
4.2 Kanalbau	20
4.2.1 Erdarbeiten	20
4.2.2 Wasserhaltung und Verbau	21
4.2.3 Böschungen	22



4.3	Straßenbau	22
4.3.1	Allgemeines	22
4.3.2	Dimensionierung des Oberbaus	22
4.3.3	Herstellen des Planums	23
4.4	Hydrogeologische Situation	24
4.5	Versickerungskonzept	25
4.6	Beweissicherung	28
5	ZUSAMMENFASSUNG	29
6	VERZEICHNIS DER ANLAGEN	31

1 VERANLASSUNG

Am 03.03.2011 beauftragten uns die *Ingolstädter Kommunalbetriebe* schriftlich mit einem Baugrundgutachten mit eingehender Untersuchung der hydrogeologischen Verhältnisse für das Baugebiet Friedrichshofen West, BA 1.

Die Beauftragung erfolgte auf der Grundlage unseres Angebotes vom 23.02.2011.

Zur Bearbeitung standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

1. Topografische Karte von Ingolstadt, Blatt 7234 im Maßstab 1 : 25.000
2. Geologische Karte von Ingolstadt, Blatt 7234 im Maßstab 1 : 25.000
3. Geologische Karte des Donautales 1 : 200.000, Blatt Ulm-Regensburg
4. Grundwassergleichenkarte von Bayern 1 : 500.000
5. Hydrogeologische Raumgliederung von Bayern, GLA-Fachberichte, 20
6. Lageplan der Ingolstädter Kommunalbetriebe (per E-Mail vom 09.03.2011)
7. Ingolstädter Kommunalbetriebe: digitale Karten (Grundwassergleichenplan, Hochwasserbedingte Überflutungen, Karte des Grundwasserschwankungsbereichs, Hydrogeologischer Profilschnitt, abrufbar unter www.in-kb.de)
8. Stammdaten zu benachbarten Grundwassermessstellen (212, 2776 und 990) per E-Mail der Ingolstädter Kommunalbetriebe vom 15.03.2011
9. Grundwassergleichenplan per E-Mail der Ingolstädter Kommunalbetriebe vom 07.04.2011
10. Lageplan Entwässerungseinrichtungen und Angaben zur Vordimensionierung der Versickerungsanlagen des IB Gauff (per e-mail vom 29.09. und 17.10.2011)

Auf der Grundlage unseres Angebotes vom 23.02.2011 wurden nach den örtlichen Gegebenheiten von unserem Institut im Zeitraum vom 23.03. bis 29.03.2011 6 Rammkernbohrungen (RKB) und 3 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) niedergebracht. Zusätzlich wurden durch die Bohrfirma Häringer im Zeitraum vom 30.03. bis 04.04.2011 4 Grundwassermessstellen errichtet.

Die Erschließungsmaßnahmen werden in die geotechnischen Kategorien 2 (mittlerer Schwierigkeitsgrad) nach DIN 4020 eingestuft.

2 DIE BAUMASSNAHME

Das Baugebiet Friedrichshofen West liegt am westlichen Ortsrand von Friedrichshofen südlich der Friedrichshofener Straße und östlich der Ochsenmühlstraße (IN 3). Im Baugebiet ist eine Wohnbebauung mit unterkellerten Häusern vorgesehen, deren Kellersohlen ca. 2 m unter jeweiliger Straßenoberkante geplant sind. Die Größe des geplanten Baugebietes beträgt im ersten Bauabschnitt ca. 13,5 Hektar.

Der nächstgelegene Vorfluter, die Schutter, fließt in einem Abstand von ca. 100 m von der südöstlichen Baugebietsgrenze.

Die Lage der Baumaßnahme und der Aufschlusspunkte ist in den Lageplänen der Anlage 1 dargestellt.

3 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

3.1 Erkundung

3.1.1 Geologie

Einen Überblick über die Geologie geben die Geologische Karte von Bayern 1 : 500.000, die Geologische Karte 1 : 100.000 der Planungsregion 10 Ingolstadt sowie die Geologische Karte von Bayern 1 : 25.000, Blatt 7234 Ingolstadt.

Das Untersuchungsgebiet liegt im Tal der Donau im Verbreitungsgebiet von mittel- bis jungpleistozänen (rißzeitlichen) Flusstalsedimenten (Hochterrasse).

Flusssedimente bestehen generell aus einer ausgeprägten und kleinräumigen Wechsellagerung von Sanden, Kiesen, Schluffen und Tonen, die in Abhängigkeit der Fließdynamik des Flusses abgelagert wurden. Bei hoher Strömungsdynamik sowie im Stromstrich werden gröbere Sedimente abgelagert, am sog. Gleithang (Innenseite von Flusskurven) tendenziell feinkörnigere Sedimente. Bei Überschwemmungen der Aue gelangen feinkörnige Auelehme zur Ablagerung, in ehemaligen Sumpfgebieten der Aue und in Totarmen können lokal auch organische Tone und Torf nicht ausgeschlossen werden. Am Prallhang (Außenseite von Flusskurven) findet Erosion statt, so dass der Fluss sein Bett im Laufe der Zeit ständig verändert. Daher wechseln sich die einzelnen Schichten sowohl in vertikaler als auch in lateraler Erstreckung kleinräumig ab, so dass die Mächtigkeiten starken Schwankungen unterworfen sind. Aufgrund der rißzeitlichen Fließdynamik sind gemäß den Geologischen Karten vorwiegend gröbere Flusssedimente (vorw. Sande und Kiese) zu erwarten.

Die Sedimente der Hochterrasse können gemäß der Geologischen Karte von Bayern, Blatt Ingolstadt-lokal von z.T. verlehnten Lössen und Lösssandn überlagert werden. Aufgrund ihrer Entstehungsgeschichte als vom Wind transportierte Ablagerungen ist die Mächtigkeit dieser Überdeckung nicht konstant, sie beträgt je nach lokaler Ausprägung zwischen 0 und mehreren Metern. Lössablagerungen finden sich in großen, düneartigen Längsrücken zusammengeweht.

Unterhalb der quartären Sedimente folgen allgemein Ablagerungen der tertiären Süßwassermolasse. Bei den Sedimenten der tertiären Molasse handelt es sich um eine wechselhaft zusammengesetzte limnisch-fluviatile Serie aus Sanden, Kiesen, Schluffen und Tonen, in denen auch Mergel und vereinzelte Kalkbänke auftreten können. Vorliegend sind nach der Geologischen Karte von Bayern Ablagerungen einer Mergel-Sand-Wechselfolge der Älteren Oberen Süßwassermolasse zu erwarten, in denen Tonmergel und Glimmerfeinsande dominieren, und die lokal als Stauer des oberen Grundwasserstockwerkes dienen.

Die Ablagerungen der Süßwassermolasse können lokal bis zur Geländeoberkante austreichen, in solchen Fällen sind keine quartären Ablagerungen vorhanden. Im Untersuchungsgebiet selbst liegen gemäß den Befunden in den angefertigten Aufschlüssen Quartärablagerungen vor.

3.1.2 Hydrologischer Überblick

Einen großräumigen Überblick über die hydrologischen Verhältnisse gibt die Grundwassergleichenkarte von Bayern im Maßstab 1 : 500.000, die Hydrogeologische Raumgliederung von Bayern (GLA-Fachberichte 20, 2003) sowie die Hydrogeologische Karte 1 : 100.000 der Planungsregion 10 Ingolstadt.

Danach gehört das Untersuchungsgebiet zum hydrogeologischen Großraum quartärer Flusstalfüllungen. Die quartären Flusstalfüllungen bilden einen Poren-Grundwasserleiter. Innerhalb der Quartärsedimente wechseln sich gut durchlässige (Kiese, Sande) und schlecht durchlässige bis nahezu undurchlässige Schichten (Schluffe, Tone) kleinräumig ab. Aufgrund der Wechselschichtung ist allgemein von guter Durchlässigkeit auszugehen. Lokal können jedoch auch gespannte Grundwasserverhältnisse vorliegen. Nach Angaben in den Erläuterungen zur Hydrogeologischen Karte 1 : 100.000 ergibt sich für eine Gesamtauswertung aller Pumpversuche aus dem Quartär des Donau- und Schuttertales ein mittlerer k_f -Wert von 5×10^{-3} m/s. Auf der Ingolstädter Hochterrasse sind die Durchlässigkeiten jedoch durch die Nähe des Tertiärs (Sandeinschüttungen) sowie die seit der Rißeiszeit andauernden Verwitterungsvorgänge beeinflusst, wodurch die k_f -Werte im Mittel auf 3×10^{-3} m/s bis 1×10^{-4} m/s erniedrigt wurden. Die mittleren Durchlässigkeiten können zudem lokal durch weitere Einflüsse (z.B. Sedimentausbildung, bindige Zwischenschichten etc.) beeinflusst werden.

Der wirksame Vorfluter ist die rund 1 km südlich fließende Schutter. Die Schutter fließt in östliche (bis südöstliche) Richtung und mündet südlich des Stadtkernes von Ingolstadt in die Donau.

Gemäß der Grundwassergleichenkarte (siehe Anlage 6, Grundwasserhöhengleichen Baugebiet Friedrichshofen West als arithmetisches Mittel vom 04.04.2011 bis 07.04.2011) verläuft der GW-Abfluß entsprechend der Lage der Vorflut in etwa in südöstliche Richtung. Für den Lastfall C (Starkregenereignis vom März 2001) ist gemäß dem Auszug aus dem Grundwassermodell der Ingolstädter Kommunalbetriebe (ebenfalls in Anlage 6 enthalten) von einer nach Osten gerichteten Grundwasserströmung auszugehen.

Das Baugebiet Friedrichshofen West liegt auf der quartären Hochterrasse. Gemäß der amtlichen Hochwasserkarte der Ingolstädter Kommunalbetriebe mit Darstellung von hochwasserbedingten Überflutungen (Donauhochwasser 1999, abrufbar unter www.in-kb.de) ist das Baugebiet außerhalb der Überflutungsfläche gelegen.

Detaillierte Angaben mit Bezug auf die aktuellen Grundwasseraufschlüsse können Kapitel 4 entnommen werden.

3.1.3 Erdbebenzone

Ingolstadt liegt gemäß DIN 4149:2005-04 und der Internetveröffentlichung des Deutschen Institutes für Bautechnik DIBt (http://www.dibt.de/de/Data/TB/Zuordnung_der_Erdbebenzonen.xls, Stand 09/2008) in der Erdbebenzone 0 und ist der Untergrundklasse T zugeordnet.

3.1.4 Felduntersuchungen

Wegen der bekannten militärischen Altlasten im Bereich der Baumaßnahme wurden die Aufschlusspunkte von der Munitionsbergungsfirma Mayer für die Bohrungen und Sondierungen freigegeben.

Die Aufschlusspunkte wurden lage- und höhenmäßig eingemessen.

Der Untergrund wurde durch mit folgenden Aufschlüssen erkundet:

Anzahl	Art der Bodenaufschlüsse	max. Tiefe [m]	Ergebnisse
4	Großbohrungen DN 300 (Pegelbohrungen)	10,4	Anlage 2.1-2.4
6	Rammkernbohrungen DN 80 ¹⁾ (RKB)	6,8	Anlage 2.5-2.10
3	Sondierungen (DPH / DIN EN ISO 22 476-2)	7,7	Anlage 4.1-4.3

- 1) (bei Bohraussendurchmesser DN 80 nach EN ISO 22745-1-B-CS 80 und bei Bohraussendurchmesser kleiner DN 80 nach EN ISO 22475-1-SDB 40)

Bei den (Klein-) Bohrungen im Rammkernbohrverfahren wird der Untergrund schichtweise aufgeschlossen. Dabei wurden gestörte Proben gewonnen. Die Proben weisen nach DIN 22475-1 je nach Bohrdurchmesser und Bodenart die Entnahmekategorie A und die Güteklassen 2 (in bindigen Böden) bis Entnahmekategorie C und Güteklasse 5 (in den steinigen Kiesen) auf. Es wurden insgesamt 19 gestörte Proben entnommen die bis zum 31.12.2011 in unserem Institut aufbewahrt werden.

3.1.5 Laboruntersuchungen

Zur Bestätigung der augenscheinlichen Bodenansprache wurden an charakteristischen Proben folgende Laborversuche zur detaillierten Klassifikation und Einordnung nach DIN 18 196 sowie zur Bestimmung der Bodenklassen nach DIN 18 300 durchgeführt:

- 2 x Ermittlung der Konsistenzgrenzen (18122-1)
- 5 x Korngrößenverteilung (DIN 18123)

Die Korngrößenverteilungen dienten u. a. zur Beurteilung der Sickerfähigkeit der anstehenden Kiese und Sande. Vorliegend wurden Durchlässigkeitsbeiwerte k_f zwischen $1,8 \times 10^{-4}$ m/s und $4,4 \times 10^{-4}$ m/s ermittelt.

Die Ergebnisse der Siebungen sind in den Anlagen 5.1, die Konsistenzgrenzen der bindigen Böden in Anlage 5.2 dargestellt.

3.1.6 Grundwasserverhältnisse

Bei den Felduntersuchungen im März/April 2011 wurde in folgenden Tiefen Grundwasser angetroffen:

Aufschluss-Nr.	Wasser angebohrt	
	[m unter GOK]	[+mNN]
RKB 1	2,3	375,7
RKB 2	2,3	375,7
RKB 3	2,4	375,6
RKB 4	2,7	375,6
RKB 5	2,4	375,8
RKB 6	2,8	375,7
GWM 1	2,8	375,5
GWM 2	3,6	375,6
GWM 3	3,1	375,9
GWM 4	5,2	374,8

Die Grundwasserdaten der Rammkernbohrungen (RKB) wurden im Zuge der Bohrarbeiten im Bohrloch ermittelt. Die GW-Daten aus den Grundwassermessstellen basieren auf den von der Fa. Häringer ermittelten Messungen in der ausgebauten Messstelle.

Nachfolgend sind die Stichtagsmessungen des Bauherrn vom 04. - 07.04.2011 tabellarisch aufgeführt:

Aufschluss-Nr.	Wasser angebohrt	
	[m unter GOK]	[+mNN]
GWM 1	2,8	375,5
GWM 2	3,6	375,5
GWM 3	3,1	375,9
GWM 4	5,2	374,8
Pegel 212	3,4	376,1
Pegel 2776	3,4	375,6
Pegel 990	2,2	376,4

Tabelle 1: Grundwasserverhältnisse an den Aufschlüssen

Mit vorliegenden Grundwasserdaten wurde vom Stadtplanungsamt Ingolstadt ein Grundwasserisohypsenplan erstellt (s. a. Kap. 4.4.2).

Bezüglich der Schwankungsbreiten und Höchstwasserstände verweisen wir auf das Grundwassermodell der Stadt Ingolstadt Lastfall C3 (Starkregenereignis vom März 2001) vom Dezember 2007 (siehe Anlage 6). Hieraus geht im Süden des geplanten Baugebietes ein Wasserstand (ohne Berücksichtigung künftig geplanter Versickerungen) von 377,4 mNN hervor. Im Baugebiet selbst wird ein Wasserstand zwischen 377,1 mNN und 376,9 mNN angegeben.

Eine Untersuchung des Grundwassers auf Betonaggressivität nach DIN 4030 erbrachte keine Hinweise auf betonaggressive Inhaltsstoffe (s. Anlage 5.3).

3.1.7 Kontamination / (militärische) Altlasten

Bei den Felduntersuchungen wurden keine organoleptischen Anzeichen für Altlasten oder schädliche Verunreinigungen der Sedimente an den Aufschlussstellen festgestellt. Sollten bei der Bauausführung Auffälligkeiten angetroffen werden, die den Verdacht einer Altlast oder schädlichen Bodenveränderung begründen, so ist im Zweifel der Unterzeichnende oder ein anderer Sachverständiger sowie das Umweltamt der Stadt Ingolstadt unverzüglich zu verständigen.

Ingolstadt und seine Umgebung war im Zweiten Weltkrieg häufiges Ziel von Bombardierungen. In diesem Zusammenhang sei auf ehemalige Festungsanlagen in der näheren Umgebung verwiesen (z.B. Fort Hartmann). Das Gebiet muss deshalb vor Beginn der Baumaßnahmen von einer Fachfirma für Entmunitionierung freigemessen werden.

3.2 Schichtaufbau und -eigenschaften

Entsprechend den mit den Baugrundaufschlüssen angetroffenen Bodenschichtungen können auf Grund aller vorliegenden Untersuchungen und der örtlichen Erfahrungen die einzelnen zu erwartenden Bodenarten und ihre Eigenschaften wie folgt beschrieben und in tabellarischer Form beurteilt werden.

Eine exakte Quantifizierung der Aushubmassen der einzelnen Bodenschichten und -klassen ist wegen der nur punktuellen Aufschlüsse, der Heterogenität quartärer Ablagerungen und des wellenförmigen Reliefs des Tertiärs nicht möglich. Der genaue Anteil der einzelnen Bodenschichten kann somit erst mit der Bodenentnahme festgestellt werden.

In den nachfolgenden Abschnitten werden die Eigenschaften der anstehenden Böden / Bodenschichten getrennt beurteilt nach:

3.2.1 Schicht 1: Mutterboden

Mutterböden wurden in allen Aufschlüssen mit annähernd konstanter Mächtigkeit zwischen 0,3 m und 0,5 m erkundet. Sie bestehen aus dunkelbraunem, sandigem, teils kiesigem Mutterboden. Für Baumaßnahmen wird den Mutterböden nur eine sehr untergeordnete Bedeutung zugemessen, da diese im Regelfall abgetragen werden. Zum einen ist von Gründungen deutlich unterhalb der Verbreitung der Mutterböden auszugehen, zum anderen sind Mutterböden meist nicht zur Aufnahme von Bauwerkslasten geeignet.

Folgende Tabelle enthält die wesentlichen Eigenschaften der Mutterböden:

Schicht 1 / Mutterboden	Beurteilung
Erkundete Schichtmächtigkeiten	ca. 0,2 m bis 0,5 m
Boden- und Felsklassen (DIN 18300)	Bodenklasse 1 (Oberboden)
Klassen für Bohrarbeiten (DIN 18301)	LO
Bodengruppen (DIN 18196)	überwiegend OU (Schluffe mit organischen Beimengungen)
Lagerungsdichte / Konsistenz	meist weich, stark witterungsabhängig
Scherfestigkeit (DIN 18196)	(sehr) gering
Verdichtungsfähigkeit (DIN 18196)	schlecht
Zusammendrückbarkeit (DIN 18196)	groß bis mittel
Durchlässigkeitsbeiwert k (DIN 18130)	OU $k_f = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ bis $1 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$ [schwach bis sehr schwach]
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit (DIN 18196) Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-StB 09)	sehr groß bzw. F3 (sehr frostempfindlich)
Frostempfindlichkeit (DIN 18196) /	sehr groß
Baugrund für Gründungen (DIN 18196)	ungeeignet

Tabelle 2: Tabellarische Beurteilung der Mutterböden

3.2.2 Schicht 2: Quartäre bindige Deckschichten

Quartäre bindige Deckschichten wurden in allen Bohrungen unterhalb des Mutterbodens in variabler Mächtigkeit (0,3 m bei RKB 1 und 1,85 m bei RKB 3) angetroffen. Sie bestehen aus einem Gemisch aus Schluffen mit tonigen Anteilen und überwiegend hohem Nebengemengeanteil an Feinsand. Aufgrund ihrer Zusammensetzung und Entstehung sind sie meist als Lösslehm zu bezeichnen, der bei der Verwitterung und Entkalkung von Löss entsteht. Löss ist ein vom Wind verfrachtetes feinkörniges Sediment, das im vorliegenden Fall während und unmittelbar nach der letzten Eiszeit aus vegetationslosen Sandflächen im Gletschervorfeld verfrachtet wurde. Da Löss bzw. Lösslehm für die Vegetation ein fruchtbares Substrat darstellt, können sich horizontgebunden organische Bestandteile wie Pflanzenreste finden.

Im Liegenden der quartären bindigen Deckschichten wurden stets quartäre Kiese angetroffen, wobei die Lösslehme im Bereich der Schichtgrenze zusätzlich Gerölle aus den quartären Kiesen enthalten.

Quartäre bindige Deck- und Zwischenschichten können Wasser aufstauen und weisen in der Regel eine steife, seltener auch eine weiche bzw. halbfeste Konsistenz auf. Sie sind im Vergleich zu den quartären Kiesen deutlich stärker zusammendrückbar und geringer scherfest.

Aufgrund der bindigen Eigenschaften mit überwiegend steifer Konsistenz und dem damit verbundenen Potential zu lang anhaltenden und ungleichmäßigen Setzungen bei Belastung sind die quartären bindigen Deckschichten zum Abtrag größerer Bauwerkslasten ohne zusätzliche Verbesserungsmaßnahmen nur wenig geeignet.

Schicht 2 / quartäre bindige Deckschichten	Beurteilung
Erkundete Schichtmächtigkeiten	0,3 m bis ca. 1,85 m
Boden- und Felsklassen (DIN 18300)	Bodenklasse 4, lokal bei ausgeprägt plastischem Verhalten Klasse 5 möglich, breiige Böden Klasse 2
Klassen für Bohrarbeiten (DIN 18301)	LB, untergeordnet LO möglich
Bodengruppen (DIN 18196)	überwiegend TL, TM, UL, UM, untergeordnet GU*, SU*, TA
Lagerungsdichte / Konsistenz	meist steif, untergeordnet weich
Scherfestigkeit (DIN 18196)	groß (GU*, SU*) bis mittel und gering
Verdichtungsfähigkeit (DIN 18196)	mittel bis gut verdichtbar (GU*, SU*) bis schlecht verdichtbar
Zusammendrückbarkeit (DIN 18196)	sehr gering (GU*, SU*) und groß bis mittel
Durchlässigkeitsbeiwert k (DIN 18130)	$k_f \leq 1 \cdot 10^{-7}$ m/s (schwach durchlässig)
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit (DIN 18196)	sehr groß bis mittel
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-StB 09)	überwiegend F3 (sehr frostempfindlich)
Baugrund für Gründungen (DIN 18196)	weniger geeignet

Tabelle 3: Tabellarische Beurteilung der bindigen Deckschichten

3.2.3 Schicht 3a: Quartäre Kiese

Die quartären Kiese im Bereich der geplanten Baumaßnahme entstanden hauptsächlich während der vorletzten Eiszeit (Rißvereisung) als fluviatile Ablagerungen, die von einem verzweigten und sich laufend änderndem Netz aus Schmelzwasserströmen transportiert und geschüttet wurden. Zu dieser Zeit floß die Donau noch durch das Schuttertal. Die Schmelzwasserströme hatten ihren Ursprung vornehmlich in den südlich von München gelegenen Vorlandgletschern. Deren Ablagerungen werden Hochterrassenschotter genannt. Entsprechend der variablen Fließgeschwindigkeiten im Ablagerungsraum wechseln sich bei den quartären Kiesen unterschiedlich stark sandige, unterschiedlich stark schluffige Lagen mit fast sand- und schlufffreien Lagen ab. Überwiegend handelt es sich um schwach schluffige bis schluffige, sandige bis stark sandige Kiese. Die Feinschichtung kommt in den Bohrprofilen nicht deutlich zum Ausdruck, da technisch bedingt beim Bohrvorgang eine Vermischung der Bodenschichten stattfindet.

Bautechnisch von Bedeutung können sand- und feinkornfreie Kieslagen (Rollkiese) sein. Diese zeichnen sich durch eine erhöhte Durchlässigkeit sowie rolliger Eigenschaften im Anschnitt aus.

Steine größer 63 mm Korndurchmesser sind in den untersuchten Kiesen bereichsweise enthalten. Vereinzelt können in den quartären Kiesen schluffige Sandlinsen (Erkundet bis 0,5 m Mächtigkeit bei RKB 1) eingelagert sein.

Entsprechend ihrer unterschiedlichen Zusammensetzungen weisen die einzelnen Kiesschichten auch kleinräumig unterschiedliche Eigenschaften auf. Deren Bandbreite ist in folgender Tabelle zusammengestellt.

Schicht 3a / quartäre Kiese	Beurteilung
Erkundete Schichtmächtigkeiten	ca. 2,2 bis 2,9 m
Boden- und Felsklassen (DIN 18300)	Bodenklassen 3 bis 4
Klassen für Bohrarbeiten (DIN 18301)	LN, untergeordnet LB;
Bodengruppen (DIN 18196)	überwiegend GW, GI, GU untergeordnet GE
Lagerungsdichte / Konsistenz	meist mitteldicht, partiell dicht, Lockerzonen möglich
Scherfestigkeit (DIN 18196)	groß
Verdichtungsfähigkeit (DIN 18196)	GW, GI, GU: gut bis sehr gut GE: mittel bis gut
Zusammendrückbarkeit (DIN 18196)	sehr gering bis gering
Durchlässigkeitsbeiwert k (DIN 18130)	GW, GI, GU $k_f = 5 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $5 \cdot 10^{-6}$ m/s [durchlässig bis stark durchlässig] In Rollkieslagen (GE): $k_f = 5 \cdot 10^{-2}$ bis $5 \cdot 10^{-3}$ m/s [stark- bis sehr stark durchlässig]
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit (DIN 18196)	überwiegend sehr gering bis mittel
Frostempfindlichkeit (DIN 18196) / Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-StB 09)	überwiegend F2 (gering bis mittel frostempfind- lich) und F1 (nicht frostempfindlich)
Baugrund für Gründungen (DIN 18196)	gut geeignet

Tabelle 4: Tabellarische Beurteilung der quartären Kiese

3.2.4 Schicht 3b: Quartäre Sande

Im quartären Kieskörper ist mit Einlagerungen von Sanden zu rechnen. Genetisch sind diese an strömungarme Bereiche (z.B. Gleithanglagen) der im letzten Kapitel beschriebenen Schmelzwasserströme gebunden. Quartäre Sande wurden in den Bohrprofilen der Grundwassermessstellen 1, 2 und 4 in Mächtigkeiten bis 2,1 m nachgewiesen. Die Ausbildung der Sande reicht von schluffigem bis schwach schluffigem Feinsand bis hin zu kiesigem Sand. Die Bandbreite der Eigenschaften der Sande ist in nachfolgender Tabelle zusammengestellt:

Schicht 3b / quartäre Sande	Beurteilung
Erkundete Schichtmächtigkeiten	< 2,1 m
Boden- und Felsklassen (DIN 18300)	Bodenklassen 3, untergeordnet 4
Klassen für Bohrarbeiten (DIN 18301)	LN, untergeordnet LB;
Bodengruppen (DIN 18196)	überwiegend SW, SI, SU
Lagerungsdichte / Konsistenz	meist mitteldicht bis sehr dicht, Lockerzonen möglich
Scherfestigkeit (DIN 18196)	groß
Verdichtungsfähigkeit (DIN 18196)	gut bis sehr gut
Zusammendrückbarkeit (DIN 18196)	sehr gering
Durchlässigkeitsbeiwert k (DIN 18130)	SW, SI: $k_f = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ bis $5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ [durchlässig bis stark durchlässig] SU $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$ bis $1 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ [durchlässig bis schwach durchlässig]
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit (DIN 18196)	sehr gering bis mittel
Frostempfindlichkeit (DIN 18196) / Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-StB 94/97)	überwiegend F2 (gering bis mittel frostempfind- lich), F1 (nicht frostempfindlich)
Baugrund für Gründungen (DIN 18196)	gut bis sehr gut geeignet

Tabelle 5: Tabellarische Beurteilung der quartären Sande

3.2.5 Schicht 4: Tertiäre Schluffe und Tone

Schluffe und Tone wurden im Untersuchungsgebiet unter den quartären Kiesen ab ca. 3,7 m bis 5,3 m unter GOK angetroffen. Bei RKB 6, die eine Endteufe von 6,8 m aufweist, wurden keine tertiären Ablagerungen angetroffen.

Diese bestehen aus schwach feinsandigen bis feinsandigen tonigen Schluffen von steifer bis halbfester Konsistenz und meist blaugrauer Färbung. Gemäß der Beurteilung der Bohrkerne sowie der durchgeführten Labor- und Feldversuche lassen sich die Eigenschaften der tertiären Tone und Schluffe zusammenfassend in folgender Tabelle darstellen.

Schicht 4 / tertiäre Schluffe und Tone	Beurteilung
Erkundete Schichtmächtigkeiten	0 m bei RKB 6 bis > 1 m bei RKB 1
Boden- und Felsklassen (DIN 18300)	Bodenklassen 4 und 5
Klassen für Bohrarbeiten (DIN 18301)	LB
Bodengruppen (DIN 18196)	SU*, UL, UM, TL, TM, untergeordnet TA
Lagerungsdichte / Konsistenz	überwiegend halbfest, bereichsweise steif
Scherfestigkeit (DIN 18196)	sehr gering bis gering
Verdichtungsfähigkeit (DIN 18196)	sehr schlecht bis schlecht verdichtbar
Zusammendrückbarkeit (DIN 18196)	mittel bis sehr groß
Durchlässigkeitsbeiwert k (DIN 18130)	$k_f \leq 1 \cdot 10^{-8}$ m/s (sehr schwach durchlässig), d. h. die Durchlässigkeit der Schluffe und Tone ist in vertikaler Richtung im baupraktischen Sinn vernachlässigbar klein. Bei Wechsellagerung mit Sandschichten kann die horizontale Durchlässigkeit bis ca. den 100-fachen Wert erreichen.
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit (DIN 18196)	sehr groß
Frostempfindlichkeit (DIN 18196) / Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-StB 09)	SU*, UL, UM, TL, TM Frostempfindlichkeitsklasse F3 (sehr frostempfindlich) TA Frostempfindlichkeitsklasse F2 (gering bis mittel frostempfindlich)
Baugrund für Gründungen (DIN 18196)	geeignet bis sehr gut geeignet

Tabelle 6: Tabellarische Beurteilung der tertiären Schluffe und Tone

Weitergehende Angaben zu den jeweiligen Böden sind den Schichtenverzeichnissen und Bohrprofilen der Anlagen 2 zu entnehmen.

3.2.6 Schicht 5: Tertiäre Sande

Tertiäre Sande finden sich als Wechselfolgen zu den Tertiären Schluffen und Tonen. Sie bestehen im Regelfall aus schluffigen Feinsanden mit typischer Glimmerführung und überwiegend dichter Lagerung. Aufgeschlossen sind tertiäre Sande in RKB 4 sowie in den Grundwassermessstellen.

Schicht 5 / tertiäre Sande	Beurteilung
Erkundete Schichtmächtigkeiten	Dezimeterbereich
Boden- und Felsklassen (DIN 18300)	Bodenklassen 3, untergeordnet 4
Klassen für Bohrarbeiten (DIN 18301)	LN, untergeordnet LB;
Bodengruppen (DIN 18196)	überwiegend SE, SU
Lagerungsdichte / Konsistenz	meist dicht bis sehr dicht
Scherfestigkeit (DIN 18196)	groß
Verdichtungsfähigkeit (DIN 18196)	gut bis mittel
Zusammendrückbarkeit (DIN 18196)	sehr gering bis gering
Durchlässigkeitsbeiwert k (DIN 18130)	SE, SU $k_f = 1 \cdot 10^{-4}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-7}$ m/s [durchlässig bis stark durchlässig]
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit (DIN 18196)	sehr gering bis mittel
Frostempfindlichkeit (DIN 18196) / Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-StB 94/97)	überwiegend F2 (gering bis mittel frostempfindlich), untergeordnet und F1 (nicht frostempfindlich)
Baugrund für Gründungen (DIN 18196)	gut geeignet

Tabelle 7: Tabellarische Beurteilung der tertiären Sande

3.3 Bodenkennwerte

Unter Bezugnahme auf DIN 1054 können den angetroffenen Böden bodenmechanische Kennwerte zugrunde gelegt werden. Die fett gedruckten Werte dürfen sowohl als (mittlere) Rechenwerte im Sinne der alten DIN 1054 als auch als charakteristische Werte der Bodenkenngrößen im Sinne der aktuellen DIN 1054 angesetzt werden. Eine Tabelle der Bodenkennwerte findet sich in Anlage 8.

4 EMPFEHLUNGEN UND HINWEISE FÜR DIE PLANUNG UND BAUAUSFÜHRUNG

4.1 Wohnbebauung

4.1.1 Allgemeines

Zur Beurteilung der Grundwasserverhältnisse wurde der Grundwassergleichenplan zum Baugebiet Friedrichshofen West der Ingolstädter Kommunalbetriebe AöR (siehe Anlage 6) verwendet. Dargestellt ist der arithmetische Mittelwert der Wasserstände zwischen 04.04.2011 und 07.04.2011, Höchstwasserstände sind nicht berücksichtigt.

Die vorliegende Baugrunderkundung dient zur Erschließungsplanung des Baugebietes und ersetzt nicht kleinräumige Untersuchungen, die im Zuge der Ausführungsplanung der Wohngebäude erforderlich werden. Bzgl. des erforderlichen Umfangs verweisen wir auf die DIN 4020 "Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke".

4.1.2 Gründung

Gewöhnlich liegen die Kellersohlen (Unterkante Bodenplatte) von Einfamilienhäusern etwa 2 m unter GOK.

Größtenteils stehen in vorgenannter Tiefe die gut tragfähigen Terrassenkiese an (s. z. B. RKB 1, 2, 5). In Teilbereichen (z. B. RKB 4) ist noch mit geringmächtigen Decklehmen zu rechnen, die ggf. unter Gründungssohle bis zu den Terrassenkiesen ausgetauscht werden sollten. Geeignet hierfür sind gut verdichtbare grob- oder gemischtkörnige Kies-Sand-Gemische mit max. 15 Gew.-% Feinanteilen.

Beim Baugrubenaushub ist die hydraulische Grundbruchsicherheit zu gewährleisten (z. B. durch Grundwasserabsenkung mittels Brunnen). Beim Durchstoßen der bindigen Deckschichten ist bei hohen Grundwasserständen ein Anstieg in den nicht bindigen Hinterfüllräumen der Baugrube zu erwarten.

Durch den Erdabtrag bis zur Kellersohle ergibt sich bei einem Gründungsniveau von 2,0 m unter derzeitiger GOK eine Aushubentlastung von rund 40 kN/m². Erfahrungsgemäß ist bei Einfamilienhäusern die durchschnittliche Flächenlast (unter Zugrundelegung einer sog. „starken“ Bodenplatte) nur gering-

fällig höher als die Aushubentlastung. Deshalb kann bei bis in eine größere Tiefe bzw. unter Grundwasser anstehenden bindigen Decklehmen auch eine Polstergründung erwogen werden, d. h. die Decklehme müssen nicht zwangsläufig komplett ausgetauscht werden, sofern diese in mindestens steifer Konsistenz und bis in etwa gleicher Tiefe anstehen. Bei dieser Variante sollte die Mächtigkeit des Bodenaustauschpolsters auf Grundlage von Setzungsberechnungen ermittelt werden. Auch bei dieser Variante ist beim Baugrubenaushub eine ausreichende hydraulische Grundbruchsicherheit sicher zu stellen.

Wegen der hohen Grundwasserstände wird generell eine Plattengründung bzw. eine Kellerausbildung als „Weiße Wanne“ empfohlen (s. a. Kap. 4.1.3).

4.1.3 Bauwerksabdichtung und Dränung

Wegen der in den Baugrundaufschlüssen angetroffenen stauenden Lehmschichten ist nach Niederschlägen mit aufstauendem Sickerwasser, und Schichtenwasser bis in Höhe der Geländeoberkante zu rechnen. Infolge der geplanten Versickerung ist insbesondere im Bereich der Versickerungsanlagen ein Grundwasseranstieg gegenüber den bisherigen Verhältnissen zu erwarten. Für die Festlegung der Bauwerksabdichtungsmaßnahmen sollte der Grundwasserstand in Höhe der jeweiligen Geländeoberkante angenommen werden, sofern keine Untersuchungen im Einzelfall durchgeführt werden. In diesem Zusammenhang verweisen wir auf die DIN 4020 „geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke“.

Vorliegend wird die Ausbildung von „Weißen Wannen“ (gem. WU-Richtlinie) oder bei hochwertiger Kellernutzung die Ausbildung von „Schwarzen Wannen“ nach DIN 18195 / T6 (Abdichtung gegen drückendes Wasser) empfohlen. Die Lichtschächte sind druckwasserdicht an die Keller anzuschließen. Die Bestimmungen der WU-Richtlinie sind zu beachten.

Bei der „Weißen Wanne“ ist zwar der Flüssigwassertransport durch die Kapillarporen je nach Betondicke geringfügig bis vernachlässigbar klein; infolge unterschiedlicher Wasserdampfdrücke (innen und außen) kann jedoch eine Wasserdampfdiffusion stattfinden. Dieser Wasserdampftransport ist in gut gelüfteten Räumen in der Regel unproblematisch.

Bei (gegenüber Beton) diffusionsdichteren Bodenbelägen bzw. hochwertiger Raumnutzung empfehlen wir bauphysikalische Nachweise (Dichtung, Raumklima).

Bei der „Schwarzen Wanne“ wird bis 30 cm über künftige GOK eine kunststoffmodifizierte Bitumen-Dickbeschichtung (KMB-Wandabdichtung) mit den Anforderungen der DIN 18195 / T6 erforderlich. Die KMB ist grundsätzlich 2-lagig aufzubringen.

Erfahrungsgemäß ist die Ausführung einer „Weißen Wanne“ wirtschaftlicher.

4.2 Kanalbau

4.2.1 Erdarbeiten

Die anstehenden Lehme sind nur in mindestens steifer Konsistenz als Auflager für die vorgesehenen Leitungen und als Verfüllmaterial für die Leitungsgräben geeignet. Die Schluffe sind sehr witterungsempfindlich und weichen bei Wasserzutritt schnell auf.

Deshalb sollte in den bindigen Böden ein Bodenaustausch in einer Mächtigkeit zwischen 30 cm und 50 cm (i. M. 40 cm) kalkuliert werden.

Als Bodenaustauschmaterial über dem Grundwasserspiegel und zur Leitungsgrabenverfüllung eignet sich beispielsweise ein gemischtkörniges Kies – Sand – Gemisch mit max. 15 Gew.-% Feinanteilen. Die ausgebauten feinkornarmen Kiese und Sande der Schicht 3 eignen sich sehr gut zur Wiederverfüllung. Deshalb sollten diese Böden nach dem Ausbau auf der Baustelle getrennt von den Lehmen zwischengelagert und wieder verwendet werden. Für den Einbau wird unterhalb des Planums bis in eine Tiefe von 0,5 m ein Verdichtungsgrad (D_{PR}) von 100 %, darunter ein Verdichtungsgrad von 98 % gefordert.

Zur Vermeidung von Erosions- und Suffusionserscheinungen (Einschwemmen von Feinanteilen) empfehlen wir eine Vliesummantelung des Bodenaustauschpolsters.

Bei Leitungsverlegungen im Grundwasser empfehlen wir hier statt des gemischtkörnigen Bodens den Einbau von mit Vlies ummantelten „Rollkies“ der Körnung 16/32, der während der Grundwasserabsenkung eine Dränfunktion übernimmt. Die Dränagen müssen nach der Grundwasserabsenkung wieder abgedichtet werden.

Die bindigen Böden eignen sich nur dann zum Wiedereinbau, wenn der natürliche Wassergehalt in etwa dem optimalen Wassergehalt (beim Proctorversuch) entspricht. Insbesondere bei Niederschlägen und bei Grundwasserzutritt weichen diese Böden schnell auf.

Beim Aushub ist eine ausreichende hydraulische Grundbruchsicherheit sicher zu stellen.

Aus baubetrieblichen Gründen empfehlen wir einen Einbau von gemischtkörnigem Boden (Kies – Sand – Gemisch mit max. 15 Gew.-% Feinanteilen). Die ausgebauten feinkornarmen Kiese und Sande der Schicht 3 eignen sich gut zur Wiederverfüllung. Infolge der zu erwartenden Dränagewirkung des Kanalgrabens werden im Bereich der Hausanschlüsse Dichtungsriegeln für erforderlich erachtet.

Alternativ könnte eine Bodenverbesserung der bindigen Böden ausgeführt werden. Die Durchführung einer Bodenverbesserung ist wegen der zu erwartenden Staubentwicklung und damit nicht ausgeschlossenen Verschmutzung der vorhandenen Bebauung problematisch.

Für den Einbau der Lehme und gemischtkörnigen Böden wird gemäß den ZTVE - StB 94 / 97 unterhalb des Planums bis in eine Tiefe von 0,5 m ein Verdichtungsgrad (D_{PR}) von 97 %, darunter von 95 % gefordert.

4.2.2 Wasserhaltung und Verbau

Zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung lagen uns noch keine Angaben zu den geplanten Leitungen und Kanälen vor. Deshalb sind nachfolgende Angaben noch allgemein gehalten.

Bei gängigen Kanaltiefen von etwa 2 m unter bisheriger GOK können bei Niedrig- und Mittelwasserständen sog. Grabenverbaugeräte eingesetzt werden.

Für die Planung und Ausführung sind die Bestimmungen der DIN 4124 zu beachten.

Bei größeren Kanaltiefen bzw. erhöhten Wasserständen werden für geringfügige Absenkungen in einer Größenordnung von wenigen Dezimetern Vertikalfilterbrunnen empfohlen, die in die gut durchlässige Sand bzw. Kies-Schicht einbinden. Die Wasserfassungen sind so zu gestalten, dass - abgesehen vom Klarpumpen der Brunnen - jeglicher Entzug von Feinteilen aus dem Untergrund unterbleibt.

Für die Grundwasserabsenkung ist vor Beginn der Maßnahme eine wasserrechtliche Genehmigung beim Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt einzuholen.

Bei größeren Kanaltiefen bzw. Grundwasserabsenkungen über 0,5 m wird zur Vermeidung weitreichender Absenktrichter der Einsatz von "wasserdichten" Spundwänden empfohlen, die ins Tertiär (Grundwasserstauer) einbinden. Wegen der hohen Eindringwiderstände der tertiären Böden kann der zusätzliche Einsatz von Einbringhilfen (z. B. Lockerungsbohrungen) erforderlich werden.

Zur Vermeidung bzw. Minimierung der Wasserhaltungs- und Verbaukosten sollten die Kanäle in geringst möglicher Tiefe und die Gradienten der Erschließungsstraßen geringfügig über derzeitiger GOK geplant werden.

.

4.2.3 Böschungen

Gräben und Baugruben mit einer Tiefe von mehr als 1,25 m müssen mit abgeböschten Wänden hergestellt oder entsprechend verbaut werden. Ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit dürfen nach DIN 4124 folgende Böschungswinkel nicht überschritten werden:

Boden	Konsistenz	Böschungswinkel β
Nichtbindig	-	45°
Bindig	Weich steif, halbfest	45° 60° *)

*) nur zulässig, wenn Böschung (z.B. mit PE-Folien) vor Witterungseinflüssen geschützt

4.3 Straßenbau

4.3.1 Allgemeines

Für die Dimensionierung und Ausführung der Erschließungsstraßen sind im Wesentlichen die nachstehenden Vorschriften maßgebend:

- *Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen RStO 01*
- *Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau ZTVE-StB 09*
- *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau ZTV SoB-StB 07*

Wegen der hohen Grundwasserstände empfehlen wir die Gradienten der Erschließungsstraßen überwiegend in leichter Dammlage, i. M. etwa 0,5 m über derzeitigem Gelände, zu planen.

4.3.2 Dimensionierung des Oberbaus

Gemäß den *Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen - RStO 95/02* empfehlen wir einen frostsicheren Oberbau lt. nachstehender Aufstellung:

Straßen der Bauklasse III und IV

(Frostempfindlichkeitsklasse F3 (anstehender Boden)	60 cm)
Frostempfindlichkeitsklasse F2 (Bodenaustausch)	50 cm
Frosteinwirkung, Zone II	+ 5 cm
Einschnittslage (des Planums)	+ 5 cm
Gesamtdicke des Oberbaus	60 cm

Straßen der Bauklasse V und VI

(Frostempfindlichkeitsklasse F3 (anstehender Boden)	50 cm)
Frostempfindlichkeitsklasse F2 (Bodenaustausch)	40 cm
Frosteinwirkung, Zone II	+ 5 cm
Einschnittslage (des Planums)	+ 5 cm
Gesamtdicke des Oberbaus	50 cm

Für **Rad- und Gehwege** wird eine Oberbaustärke von **40 cm** (auf Bodenaustauschmaterial) als ausreichend erachtet.

4.3.3 Herstellen des Planums

Die Tragfähigkeit der auf Planumsniveau vorhandenen Böden sollte vor Beginn der Baumaßnahme durch Plattendruckversuche überprüft werden. Generell sind beim Straßenbau folgende Anforderungen einzuhalten:

Schicht	Verformungsmodul E_{V2} [MN/m ²]	Verhältniswert E_{V2} / E_{V1}
OK Tragschicht	≥ 100 bzw. 120 ¹⁾	$\leq 2,2$
Planum	≥ 45	$\leq 2,5$

¹⁾ je nach Bauklasse

Nach den vorliegenden Bodenaufschlüssen dürfte die erforderliche Tragfähigkeit auf dem anstehenden Untergrund mutmaßlich nicht erreicht werden. Zur Erhöhung der Tragfähigkeit sind grundsätzlich folgende Verfahren denkbar:

- Auffüllung bzw. Austausch des anstehenden Bodens mit einem gut verdichtbarem, grobkörnigem oder gemischtkörnigem Boden mit einen Feinkornanteil ($<0,063$ mm) von höchstens 15 Gew.-% in einer Mächtigkeit von ca. 30 bis 40 cm
- Verbesserung des Untergrundes mit einem Kalk-Zement-Gemisch (Baugemisch) in einer Mächtigkeit von ca. 30 – 40 cm

Der Einbau eines Geotextils ist bei nachträglichen Aufgrabungen problematisch. Aus baubetrieblichen Gründen kommen deshalb nur ein Bodenaustausch weicher Schichten oder eine Bodenverbesserung in Frage.

Wegen der nachträglichen Aufgrabungen im Bereich der Leitungsgräben (Wasser, Strom, Telekom) wird ein Bodenaustausch in einer Mächtigkeit von 30 cm bis 50 cm empfohlen.

Alternativ wäre eine Bodenverbesserung mit einem Kalk – Zement – Gemisch denkbar. Das Bindemittel kann vor dem Bodenabtrag mit einem Streugerät aufgebracht werden. Mittels einer geeigneten Straßenbaufräse wird der Boden ca. 30 – 40 cm tief mit dem Bindemittel durchmischt und kann direkt - gegebenenfalls unter Zugabe von geringen Wassermengen – eingebaut und verdichtet werden. Wegen der nahen Bebauung können nur Mischverfahren mit einer geringfügigen, örtlich begrenzten Staubentwicklung toleriert werden.

Hinweis:

Die im Untersuchungsbereich anstehenden Schluffe sind sehr witterungsempfindlich und können bei Wasserzutritt aufweichen. Nach Fertigstellung des Planums sollte dieses daher gegen Eindringen von Oberflächenwasser geschützt werden.

4.4 Hydrogeologische Situation

Eine allgemeiner hydrogeologischen Überblick findet sich in Kapitel 3.1.2.

Gemäß Grundwassermodell der Stadt Ingolstadt, Lastfall C3 (s. Anlage 6.1) betragen die Grundwasserflurabstände unter Ansatz des Starkregens vom März 2001 im Untersuchungsraum überwiegend zwischen 1 m und 1,25 m, partiell nur 0,75 m.

Unter Zugrundelegung der aktuell bei den Stichtagsmessungen vom 04.-07.04.2011 ermittelten Wasserstände ergibt sich auf dem Baugebiete eine Fließrichtung von Nordwesten nach Südosten bis Osten zur bestehenden Wohnbebauung hin. Diese ermittelte Fließrichtung weicht vom Hochwasserabfluss ab.

Das Grundwasser fließt in den quartären Kiesen und Sanden auf den tertiären Stauschichten. Die Tiefe des Stauers schwankt überwiegend zwischen 3,5 m bis 5,3 m. Im Südwesten bei Grundwassermessstelle GWM 3 wurde der Stauer erst in einer Tiefe von 9,7 m unter GOK und im Süden bei RKB 6 bis zur Endtiefe von 6,8 m unter GOK nicht aufgeschlossen.

4.5 Versickerung

Die angetroffenen Kiese sind bei Einzelbetrachtungen an geeigneten Profilen aufgrund ihrer Durchlässigkeit zwar für eine Versickerung geeignet, jedoch kann sich die technische Versickerung negativ auf die Grundwasserstände und die Flurabstände auswirken, da sich nach Literaturangaben (z.B. „Pilotstudie zum Einfluss der Versickerung auf den Wasserhaushalt eines Stadtteils“, Abschlussbericht des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz etc., Land NRW) die Grundwasserneubildung im Vergleich zum bebauten Zustand ohne Versickerung annähernd verdoppeln kann. So wird z.B. durch die Versiegelung infolge der Bebauung die Wasserbilanz durch die weitgehende Verhinderung der Evapotranspiration verändert. Im unbebauten Zustand verdunstet ein Großteil des Niederschlagswassers bzw. wird von Pflanzen aufgenommen, noch bevor es dem Grundwasser zufließen kann, der Oberflächenabfluss ist insgesamt gering. Mit zunehmendem Versiegelungsgrad steigt der (gefasste) Oberflächenabfluss bei geringer werdender Verdunstung und Pflanzenaufnahme, so dass bei einem Eintrag des gefassten Oberflächenabflusses in den Untergrund über eine Versickerung die Grundwasserneubildungsrate ansteigt. Dadurch verändert sich auch der Grundwasserflurabstand. Gemäß den Ergebnissen der o.g. Pilotstudie sind daher selbst sorgfältige Nachweise der Versickerungsfähigkeit auf den einzelnen Grundstücken für die nachhaltige Sicherung der Flurabstände nicht ausreichend, vielmehr muss dazu eine großräumige Betrachtung der Auswirkungen der Regenwasserversickerung angestellt werden (Betrachtung des Gesamtsystems). Wenn insofern eine Erhöhung der Grundwasserstände vermieden werden soll (die nachgeschaltet auch zunehmend eine verschlechternde Auswirkung auf die im Vorfeld bemessene, theoretische Versickerungsfähigkeit hat), so darf der versickerte Anteil nur so hoch sein, wie er einer Grundwasserneubildung ohne Versiegelung entspräche.

In Anbetracht der komplexen hydrogeologischen Situation und der möglichen nachteiligen Auswirkungen einer Versickerung auf das bestehende Baugebiet wird derzeit vom Bauherrn die Möglichkeit eines Regenwasserkanals mit Einleitung in einen Vorfluter näher untersucht.

Die nachfolgenden Angaben stehen insofern insgesamt im einschränkenden Zusammenhang zu den o.g. Angaben zu den Auswirkungen einer lokalen Versickerung des gefassten Oberflächenwassers in den Untergrund.

In der aktuellen Entwässerungsplanung des IB Gauff (Stand September 2011) sind gemäß einer gemeinsamen Vorabstimmung mit dem Bauherrn Versickerungsanlagen (Versickerungsbecken, Mulden, Rigolen) geplant. Aufgrund der Grundwasserfließrichtung nach Osten ist zu erwarten, dass die im Osten (in der Grünfläche zwischen Neubaugebiet und vorhandener Wohnbebauung) geplanten Versickerungsbecken einen signifikanten Grundwasseranstieg verursachen. Bei einer Beckeneinstauhöhe von rund 1 m würden sich bei Durchlässigkeitsbeiwerten $k_f = 1 \times 10^{-4}$ m/s eine Reichweite der Anhöhung von etwa 30 m ergeben, bei Durchlässigkeitsbeiwerten $k_f = 1 \times 10^{-3}$ m/s eine Reichweite von rund 95 m. Ein Prinzipschnitt durch ein Becken mit Eintragung des Potential- und Stromlinienverlaufs wurde als Anlage 7 beigelegt. Wir empfehlen alternative Beckenstandorte im Südwesten zu prüfen.

Infolge der Rohrrigolen ist gegenüber den derzeitigen Verhältnissen innerhalb des Neubaugebietes und im unmittelbaren Anschlussbereich ein Grundwasseranstieg (bis wenige Dezimeter) zu erwarten, dessen Auswirkungen sich aufgrund der Komplexität der hydrogeologischen Randbedingungen (u. a. stark reliefartige Tertiäroberfläche) nicht genauer vorhersagen lassen.

Zur Minimierung eines Grundwasseranstieges im Bereich der östlichen Wohnbebauung könnte eine Rückhaltung des Straßenwassers mit Versickerungsanlage im Südwesten des Baugebietes erwogen werden.

Sofern Grundwasseranstiege im Bereich der östlich des Baugebietes vorhandenen Bebauung (v. a. im Hinblick auf die Trockenhaltung der Keller) toleriert werden können, könnte eine Versickerung des Dach- und Oberflächenwassers vor Ort auf den einzelnen Grundstückspartellen angestrebt werden. Zum Erzielen eines möglichst großen Grundwasserflurabstandes empfehlen wir die Gradienten der Erschließungsstraßen etwa i. M. 0,5 m über derzeitiger GOK zu planen.

Die oberflächennah angetroffenen Lehme, die bis in maximale Tiefen von 2,4 m unter GOK aufgeschlossen wurden, sind für eine Versickerung nicht geeignet. Eine Versickerung kann vorzugsweise über Rigolen unter der Lehmschicht in den Terrassenkiesen- und sanden erfolgen. Bodenaustauschmaßnahmen bis zum Kies sind deshalb einzuplanen.

Wir empfehlen das Straßenwasser über die Querneigung Rasenmulden bzw. Sinkkästen zuzuführen und von dort über Rohrleitungen vorzugsweise in ein Versickerungsbecken zuzuleiten.

Sowohl aus hydrogeologischer Sicht (Grundwasserfließrichtung und Tiefenlage des tertiären Grundwasserstauers) als auch im Hinblick auf einen größtmöglichen Abstand zur vorhandenen Bebauung würde sich als Standort hierfür die südwestliche Baugebietsbereich („Grüne Mitte“) eignen.

Bei der Bohrung RKB 5 wurde unter oberflächennahen bindigen Deckschichten, Kies erbohrt, der in einer Tiefe von 4,5 m einer tertiären Stauschicht auflagert, bei RKB 6 reicht der Kies bis zur Endtiefe von 6 m unter GOK. Der Grundwasserflurabstand wurde bei letztgenanntem Aufschluss im April 2011 mit 2,8 m angetroffen, so dass im Süden die hydrogeologischen Randbedingungen vergleichsweise günstig erscheinen. Als Grundlage für eine Planung von Versickerungsanlagen werden ergänzende Baugrundaufschlüsse erforderlich.

Alternativ könnte eine Versickerung des Straßenwassers über Rohrrigolen in straßenparallelen Grünstreifen näher untersucht werden.

Das Dachwasser der einzelnen Bebauungsplanparzellen könnte wegen der geringen Grundwasserflurabstände in Teilbereichen über Rohrrigolen versickert werden, Schächte werden wegen der hohen Grundwasserstände als ungünstig erachtet.

Dabei sollte ein ausreichender Abstand der Versickerungsanlagen zu den Gebäuden eingehalten werden.

Bei einer Rigolenversickerung wird das Regenwasser über Sickerrohre verteilt. Über die Rohröffnungen strömt das Regenwasser in die umgebende Kiespackung (Rigole) und von dort in den gewachsenen Boden. Zur Kontrolle und Spülung der Rohrstränge können in einem Abstand von maximal 50 m Kontrollschächte vorgesehen werden.

Da die oberflächennah anstehenden Lehme aufgrund ihrer geringen Durchlässigkeit nicht zur Versickerung geeignet sind, müssten diese Böden durch ein gut durchlässiges Kiesgemisch ausgetauscht werden. Um die Filterstabilität und damit eine dauerhafte Versickerung zu gewährleisten, empfehlen wir ein Kiesgemisch 2 / 32, das zu bindigen Schichten hin mit einem Vlies zu umhüllen ist.

Unter diesen Voraussetzungen darf für die Vordimensionierung von Rigolen nachstehend angegebener Rechenwert für die Durchlässigkeit angesetzt werden:

Porenvolumen der Sickerpackung (Kies 2/32): $s = 0,35$

Durchlässigkeit des Bodens unter Rohrsohle $\text{cal } k_f = 1,0 \times 10^{-4}$

Bei der Dimensionierung der Rigolen sind folgende Richtlinien zu beachten:

- Arbeitsblatt DWA-A138 Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
- RAS - Ew Richtlinien für die Anlage von Straßen - Entwässerung
- DIN 4095 (6/90) Dränung zum Schutz baulicher Anlagen
- ZTVE-StB 09 Zusätzliche Technische Vorschriften für Erdarbeiten im Straßenbau

Zur Bestätigung der Annahmen bzgl. der Durchlässigkeit empfehlen wir Sickerversuche. Diese können jedoch nur für die Bewertung der Durchlässigkeit der Böden im Sinne einer Einzelbetrachtung herangezogen werden, nicht jedoch zur Bewertung der Aufnahmefähigkeit des Aquifers bei einer Vielzahl von Einleitungen. Diesbezüglich verweisen wir auf unsere Ausführungen am Anfang dieses Kapitels.

Nach Vorliegen der Entwässerungsplanung sollte anhand der ermittelten Versickerungswassermengen die hydrogeologischen Auswirkungen auf die vorhandene Bebauung abgeschätzt werden.

Zur hydrogeologischen Beweissicherung empfehlen wir im Osten des Baugebietes zwischen GWM 1 und GWM 2 einen zusätzlichen Beobachtungspegel.

4.6 Beweissicherung

In den gut durchlässigen Sanden und Kiesen ergeben sich bei großen Grundwasserabsenktiefen (im Zuge des Kanalbaus) weit reichende Absenkrichter bzw. infolge der Versickerung ein Grundwasseraufstau.

Östlich des geplanten Baugebietes liegt ein Wohnviertel. Nachdem bei Baumaßnahmen dieser Größenordnung Schäden an der benachbarten Bebauung nicht auszuschließen sind, ist es im Interesse aller Beteiligten sinnvoll, vor Beginn der Bauarbeiten ein Beweissicherungsverfahren an allen Nachbargebäuden durchzuführen.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Bei den Untersuchungen wurden die in der Geologischen Karte ausgewiesenen Untergrundverhältnisse grundsätzlich bestätigt. Danach stehen im Untersuchungsraum unter oberflächennahen Decklehmen quartäre „Terrassenschotter“ in Form von Sanden und Kiesen, darunter Tone, Schluffe und Sande der tertiären Molasse an. Sowohl in den quartären Terrassensedimenten als auch in den tertiären Ablagerungen können lagenweise durch Kalkausfällungen verfestigte Bereiche vorkommen.

Angaben zu den Grundwasserständen und den zu erwartenden Grundwasserschwankungen finden sich in Kap. 4.4 und in Anlage 6.

Eine Versickerung des Dachwassers über Rohrrigolen im Terrassenkies ist grundsätzlich möglich, jedoch sind bei einer Versickerung Grundwasseranstiege zu erwarten. Das Straßenwasser könnte über Muldeneinläufe in den Grünstreifen oder Sinkkästen im Straßenraum gefasst und über Regenwasserkanäle wahlweise einem Rückhaltebecken mit Drosselanschluss an eine Versickerungsrigole oder einem Versickerungsbecken in der „Grünen Mitte“ zugeführt werden.

Im gesamten Baugebiet wird wegen der bereichsweise hohen Grundwasserstände und im Hinblick auf die geplante Versickerung die Ausbildung der Keller als „Weiße Wanne“ oder bei hochwertiger Kellerraumnutzung als „Schwarze Wanne“ für erforderlich erachtet.

Zur Herstellung der Kanalgräben können über Grundwasser sog. Grabenverbaugeräte (Normenverbaue) eingesetzt werden. Grundwasserabsenkungen bis etwa 0,5 m können mittels Brunnen vorgenommen werden. Bei größeren Absenktiefen wird der Einsatz eines „wasserdichten“ ins Tertiär einbindenden Spundwandverbaus empfohlen. Wegen der bereichsweisen Verfestigungen und dichten Lagerung der quartären Kiese und v. a. der dichten bis sehr dichten Lagerung des Tertiärs sollten Einbringhilfen (Spülhilfen, Lockerungsbohrungen) mit eingeplant werden.

Die Lehme sind in mindestens steifer Konsistenz als Rohraufleger geeignet, aufgeweichte Bereiche sollten über dem Grundwasserspiegel durch ein gut verdichtbares grob- oder gemischtkörniges Kies-Sand-Gemisch ersetzt werden. In Bereichen einer erforderlichen Grundwasserabsenkung empfehlen wir als Bodenaustauschmaterial bzw. zur Dränung „Rolllies 16/32“. Als Filterschicht zum Untergrund wird unter der Rohrsohle eine Vliesummantelung des Bodenaustauschmaterials erforderlich.

Die ausgebauten bindigen Böden eignen sich wegen ihrer Witterungsempfindlichkeit nur bedingt zum Wiedereinbau als Kanalgrabenverfüllung und sollten, insbesondere bei ungünstiger Witterung ausgetauscht werden.

Wegen der geringen Grundwasserflurabstände empfehlen wir die Straßengradienten in leichter Dammlage, etwa 0,5 m über derzeitiger GOK zu planen. Empfehlungen zum Straßenoberbau wurden in Abhängigkeit von der Bauklasse in Kapitel 4.3 gegeben. Wegen der Setzungsempfindlichkeit der anstehenden weichen Lehme sollten Auffüllungen bzw. Bodenaustauschmaßnahmen in einer Mächtigkeit von durchschnittlich 40 cm eingeplant werden.

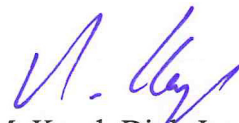
Zur Beweissicherung der hydrogeologischen Verhältnisse sind Pegel vorgesehen. Detaillierte Angaben zur Versickerung können Kapitel 4.5 entnommen werden.

Für den Fall, dass andere Bodenverhältnisse angetroffen werden, als im Gutachten beschrieben, oder dass seitens der örtlichen Bauleitung Zweifel aufkommen oder anderweitige noch offene Fragen bestehen, ist der Unterzeichnende sofort zu verständigen.

Allen an der Maßnahme Beteiligten stehen wir für Rückfragen jederzeit gerne zur Verfügung.



Dr. D. Zerbès, Dipl.-Geol.



M. Kargl, Dipl.-Ing. (Univ.)

6 VERZEICHNIS DER ANLAGEN

1. Übersichtslageplan
Lageplan mit Eintragung der Untersuchungsstellen
Grundwassergleichenplan
Planungsstand Entwässerungsplanung IB Gauff (Stand September 2011)
2. Bohrprofile Großbohrungen Fa. Häringer und Rammkernbohrungen DN 80/60
3. Kopfblätter und Schichtenverzeichnisse (Fa. Häringer)
4. Rammdiagramme
5. Laborversuche
6. Grundwassermodell der Stadt Ingolstadt
Hochwasserstände „Lastfall C03 vom Dezember 2007“
„Wasserstand arithmetischer Mittelwert 04.-07.04.2011“
7. Prinzipschnitt Sickerbecken mit qualitativer Eintragung Potentiale und Stromlinien
8. Bodenkennwerttabelle

Anlage 1

Pläne

Ingolstadt





Norden

Zeichenerklärung



RKB Rammkernbohrung



DPH schwere Rammsondierung



GWM Grundwassermessstelle 4''

Baugebiet Friedrichshofen West

Projekt Nr.: 11.08.061



Dr. Zerbe & Kargl GbR
Donaupark 13
93309 Kelheim
Tel. 0 94 41 / 88 20 40
Fax. 0 94 41 / 88 20 420

Gezeichnet
T. Schiedeck
Geprüft
M. Kargl

Lageplan mit Eintragung der Aufschlusspunkte

Datum
06.04.2011

Unterschrift

Maßstab: 1 : 2000

Datum: 11-061 Anlage 1.2

Anlage: 1.2

Blattgröße

DIN A 3



Zeichenerklärung

	RKB	Rammkernbohrung
	DPH	schwere Rammsondierung
	GWM	Grundwassermessstelle 4"

Baugebiet Friedrichshofen West

Projekt Nr.: 11.08.061



Dr. Zerbe & Kargl GbR
Donaupark 13
93309 Kelheim
Tel. 0 94 41 / 88 20 40
Fax. 0 94 41 / 88 20 420

Gezeichnet
T. Schiedeck
Geprüft
M. Kargl

Grundwassergleichenplan (Mittelwasserstände) (auf Grundlage der Daten der Ingolstädter Kommunalbetriebe)

Datum 08.04.2011	Unterschrift	Maßstab: 1 : 2000 Datum: 11-081 Anlage 1.3 Anlage: 1.3	Blattgröße DIN A 3
---------------------	--------------	--	-----------------------



Zeichenerklärung	
	gepl. Versicherungsfäche mit Angabe der Fläche in m ²
	gepl. Rohrleitungen und Schächteröffnungen
	gepl. 4-Zeilentiefe
	gepl. Restentfernung

[illegible]



Dr. Zerbes & Kargl GbR

Institut für
Erd- u. Grundbau
Spezialtiefbau
Straßenbau
Altlasten
Hydrogeologie
Gebäudeabbruch
Flächenrecycling
Felsmechanik

Bericht Nr. 11.08.061
Baugebiet Friedrichshofen West

Donaupark 13

93309 Kelheim

Tel: 09441 / 68204-0

Fax: 09441 / 68204-20

Anlage 2

Bohrprofile



Dr. Zerbes & Kargl GbR

Institut für
Erd- u. Grundbau
Spezialtiefbau
Straßenbau
Altlasten
Hydrogeologie
Gebäudeabbruch
Flächenrecycling
Felsmechanik

Bericht Nr. 11.08.061
Baugebiet Friedrichshofen West

Donaupark 13

93309 Kelheim

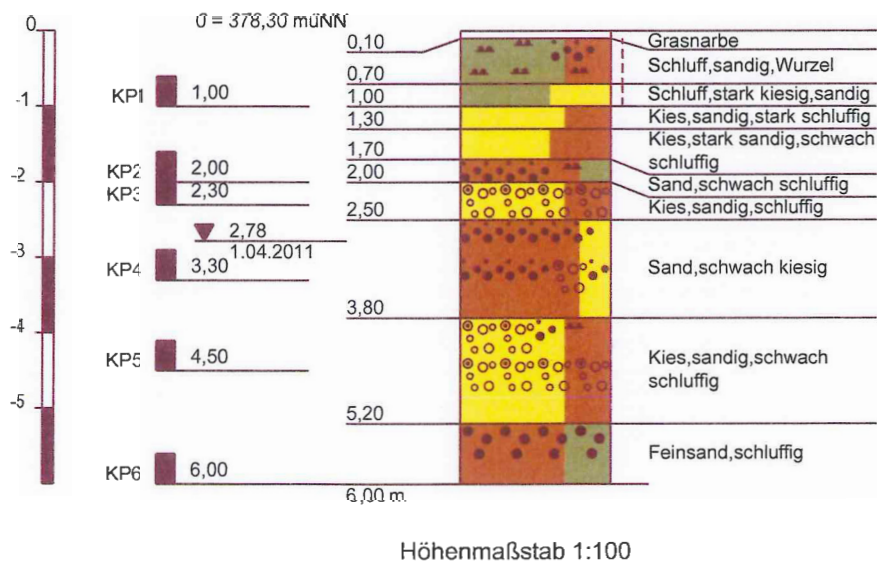
Tel: 09441 / 68204-0

Fax: 09441 / 68204-20

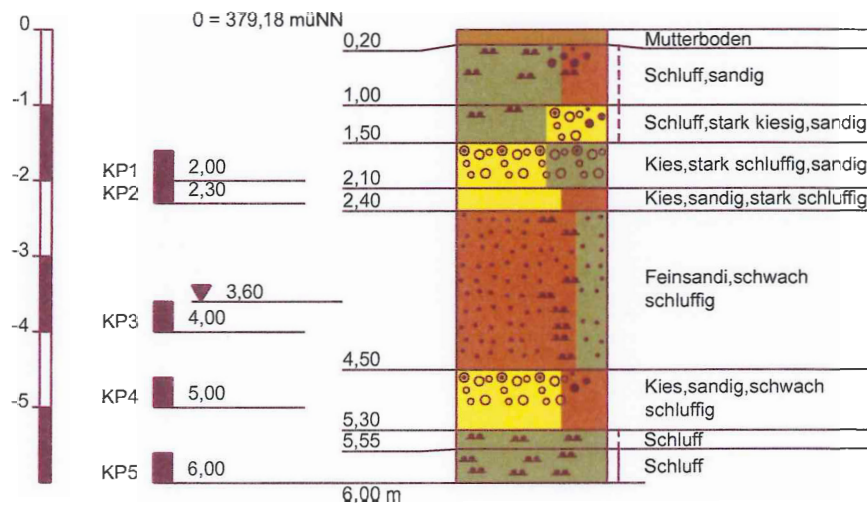
Anlage 2.1

Großbohrungen (Fa. Häringer)

GWM 1

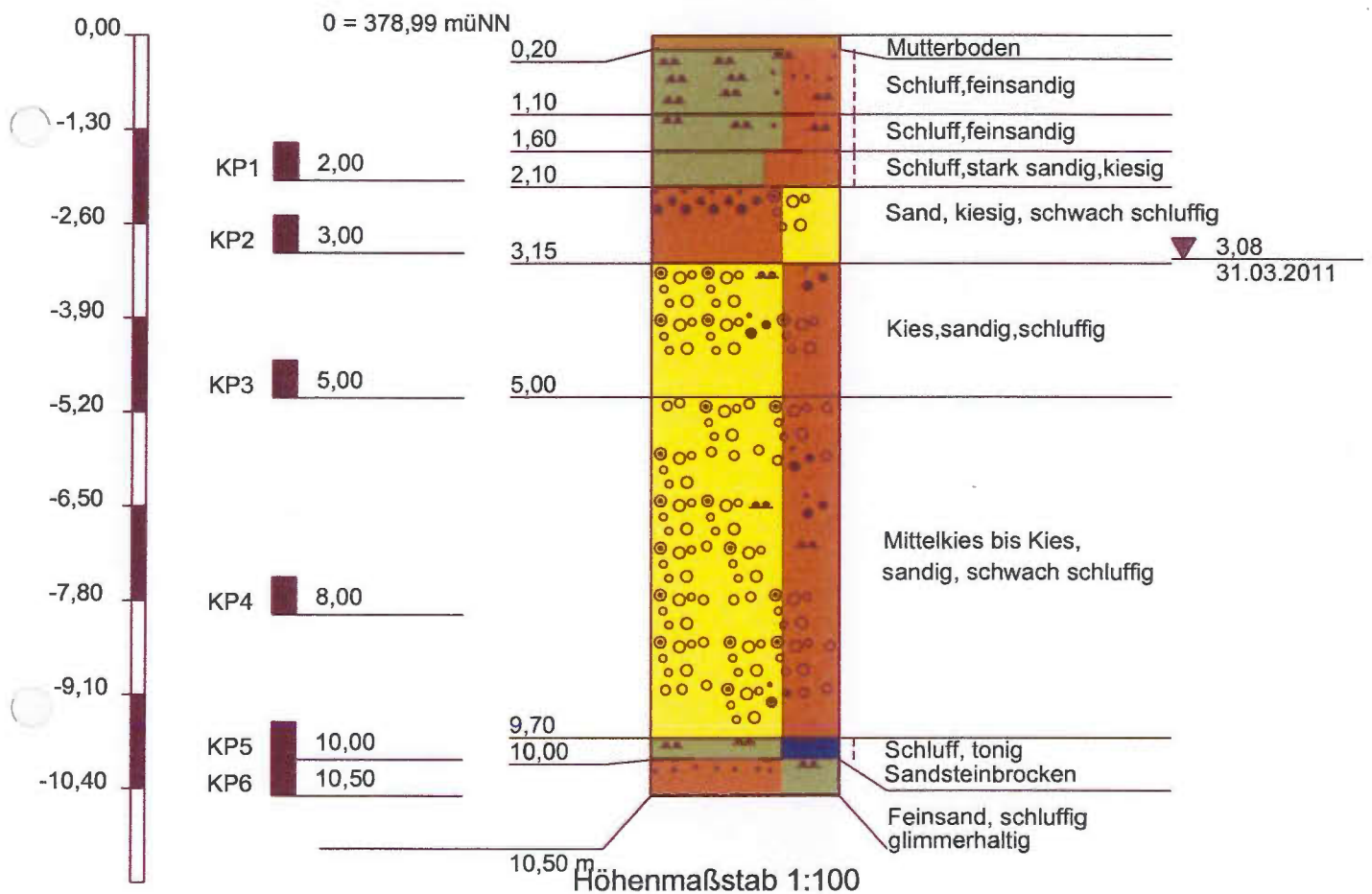


GWM 2

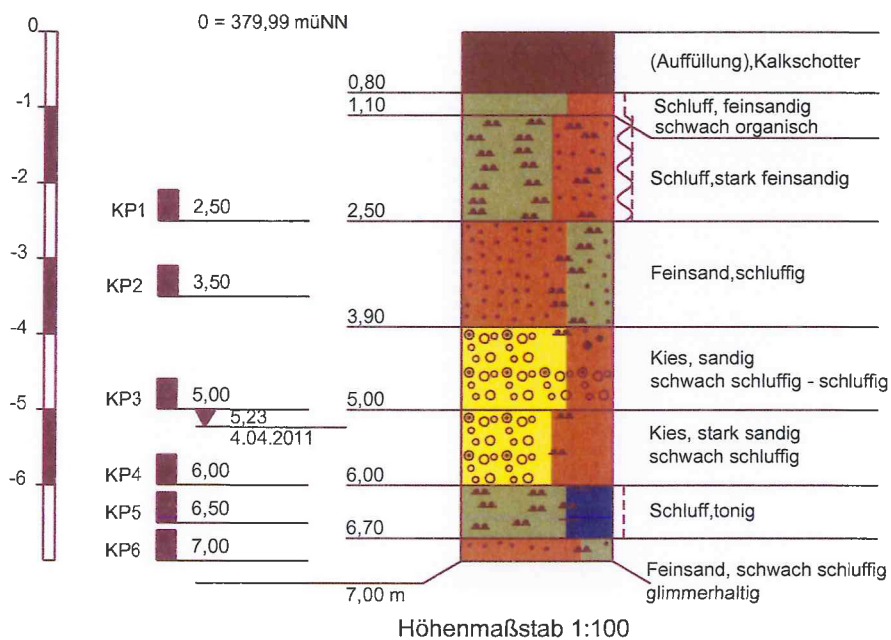


Höhenmaßstab 1:100

GWM 3



GWM 4

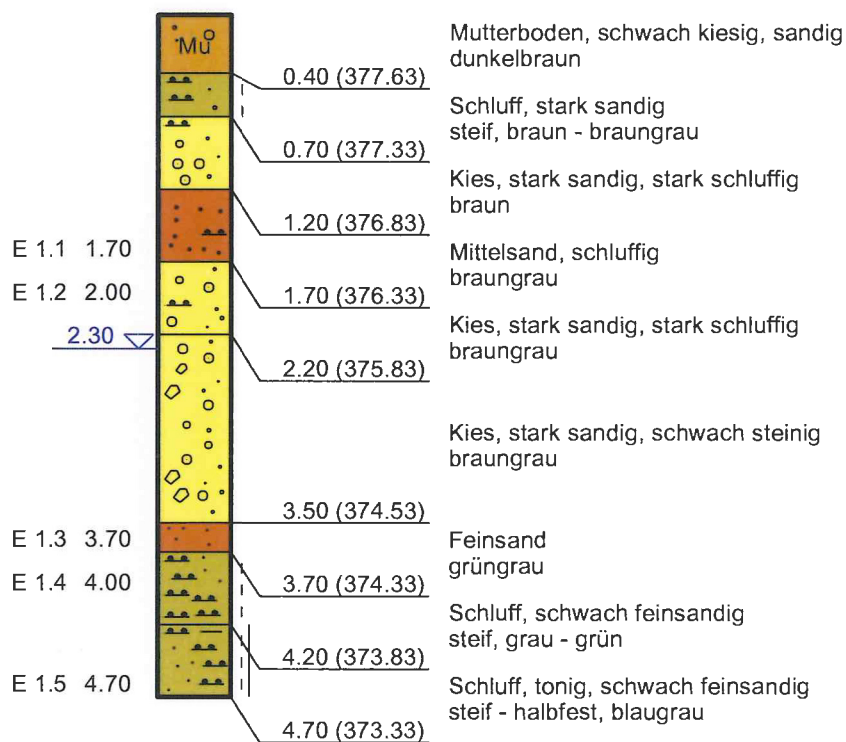


Anlage 2.2

Rammkernbohrungen DN 80/60 (Institut Dr. Zerbes & Kargl)

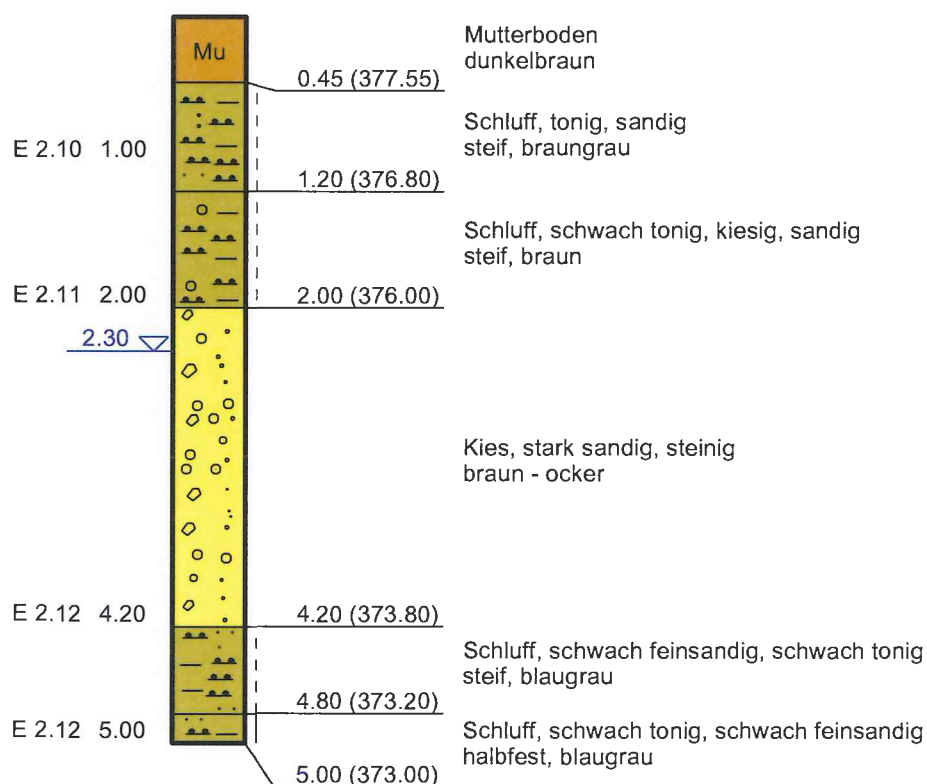
RKB 1

378,03 müNN



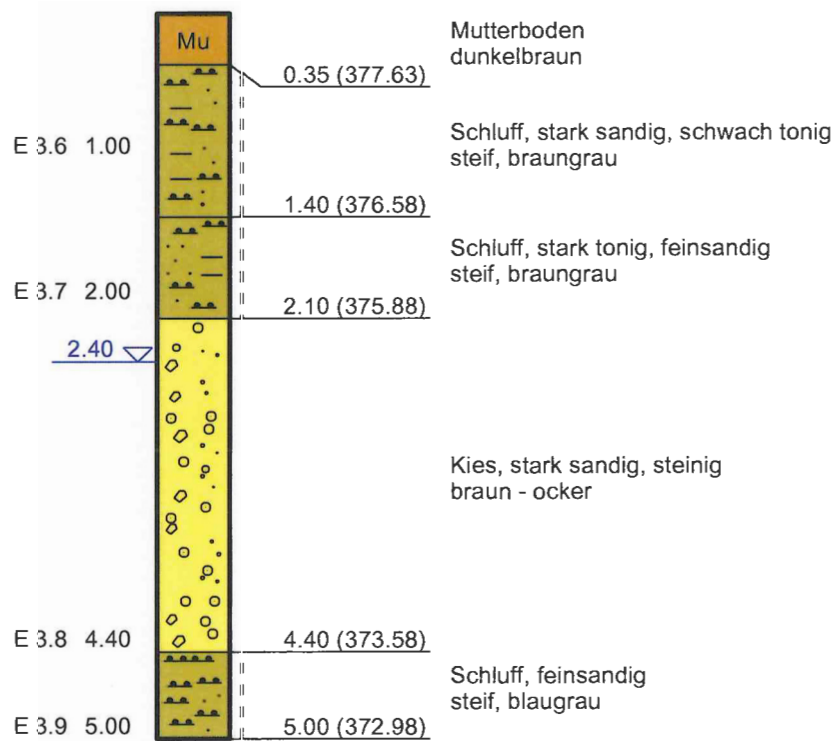
RKB 2

378,00 müNN



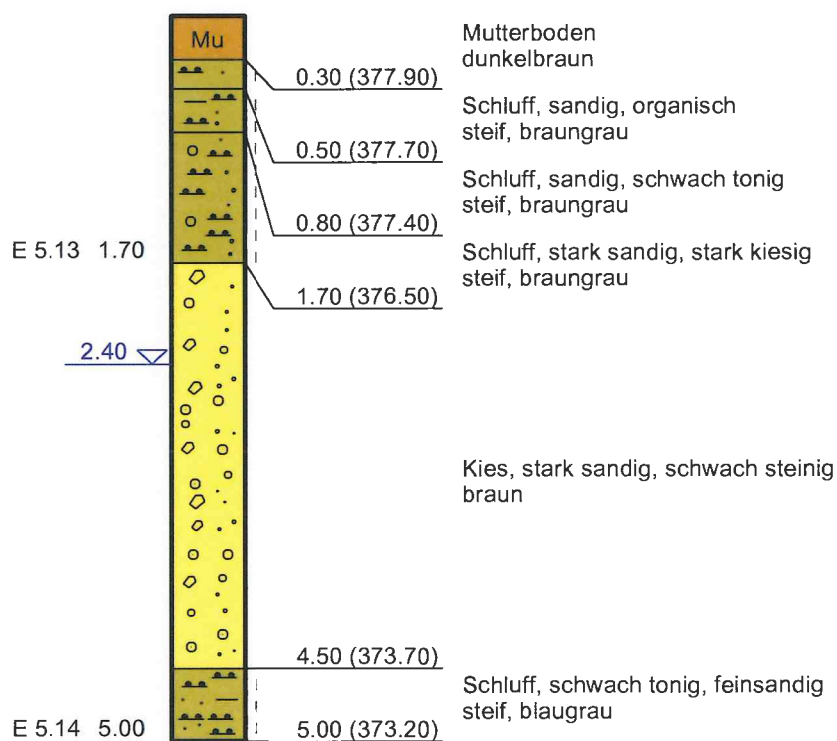
RKB 3

377,98 müNN



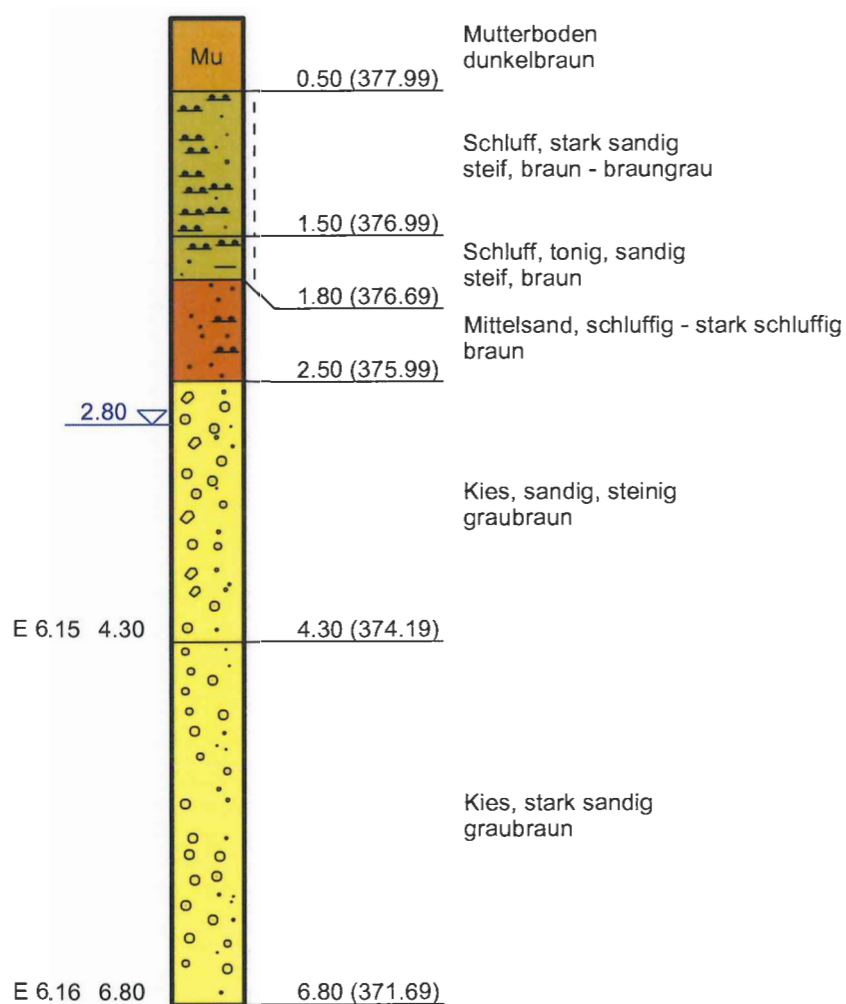
RKB 5

378,20 müNN



RKB 6

378,49 müNN



Anlage 3

Kopfblätter, Schichtenverzeichnisse und Ausbaupläne (Fa. Häringer)

--

Baustelle: Ingolstadt		Auftraggeber : Dr. Zerbes & Kargl GbR	
Begutachtung: Herr Schiedeck		Geräteführer: J. Häringer	
Bohrloch Nr.	GWM1	Ausführungszeit	vom bis 1,04.2011

Höhenlage des Ansatzpunktes m zu NN ☐ ; zu Festpunkt ☒

Bezeichnung des Festpunktes	Höhe zu NN
-----------------------------	------------

Befahrbarkeit des Geländes normal ☒ erschwert ☐

Bohrverfahren:

☒ Rammkernbohrung bis **6,00m** Anfangs-Ø **300mm** End-Ø **300mm**

☐ Rotationsbohrung von bis Anfangs-Ø End-Ø

Neigung: senkrecht ☒ geneigt

Verrohrung:

Außen- Ø	300mm	bis	6,0 0m	Unter Ansatzpunkt	Meißelarbeit von	bis	Stunden- aufwand
Außen- Ø	mm	bis	m	Unter Ansatzpunkt		m	m
Außen- Ø	mm	bis	m	Unter Ansatzpunkt		m	m
Endteufe:			6,00m	Unter Ansatzpunkt	Kernkistenverbrauch leih.:		
					3	Stück	2
						Fach	1m
							Lang

Bemerkung: (z.B. Regiearbeiten, Wartezeit, Umsetzerschwernisse, Sonderheiten, Handschacht, Sondereinsatz)

Anfahrt Klarpumpen(1,5Std.) Sandgegenfilter von: **1,50 – 1,70m**

An u. Umsetzen(1) Handschacht Ton von: **5,20 – 6,00m**

Unterflur Asphaltaufbruch

Überflur(1) SPT – Test

Boden (1)	GL	KP (6)	Bohrlochverfüllt mit Bohrgut von 0,00 – 0,00m
-----------	----	--------	---

Bohrung trocken ☐	Kein Wasser ☐	☒ Pegelausbau:		Filter $\emptyset$	5"
feuchtes Bohrgut von	m bis m	Straßenkappe ☐		Stahlrohr DN150	
Wasser angebohrt bei:				0,80m	Überstand über Gelände
m Steigt auf bis	2,78m	Dämmter ☒		PVC Überstand 0,70m	
m Steigt auf bis	m	Von 0,20 bis 2,70		2,20m	Vollrohr bis unter Gelände
		Filterkies 1-2mm		5,20m	Filter bis unter Gelände
eingespiegelt ja ☒ nein ☐		Von 1,70 bis 5,20		m	Sumpfrohr bis unter Gelände
Wasserprobe entnommen ja ☐ nein ☒					

Schichtenverzeichnis				Anlage: 1		Blatt: 1	
				Datum: 1.04.2011			
Projekt: Ingolstadt				Projektnummer: 1			
Bohrung/Schurf: GWM 1				Bearbeiter: G.H.			
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht / ergänzende Bemerkungen / organoleptische Auffälligkeiten			Wasserführung Kernverlust Bohrdurchmesser Bohrfortschritt (Sonstiges)	Probenahme		
	b) Beschaffenheit nach Bohrgut	c) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	d) Farbe		Art/Nr.	Tiefe [m] OK-UK	
e) Geologische Bezeichnung	f) Gruppe	g) Kalkgehalt					
0,10	a) <i>Grasnarbe</i>						
	b)	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>braun</i>				
	e)	f)	g)				
0,70	a) <i>Schluff, sandig, Wurzel</i>						
	b) <i>steif</i>	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>dunkelbraun</i>				
	e)	f)	g)				
1,00	a) <i>Schluff, stark kiesig, sandig</i>				KP1	1,00 (UK)	
	b) <i>steif</i>	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>rostbraun</i>				
	e)	f)	g)				
1,30	a) <i>Kies, sandig, stark schluffig</i>						
	b)	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>dunkelbraun</i>				
	e)	f)	g)				
1,70	a) <i>Kies, stark sandig, schwach schluffig</i>						
	b)	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>graubraun</i>				
	e)	f)	g)				

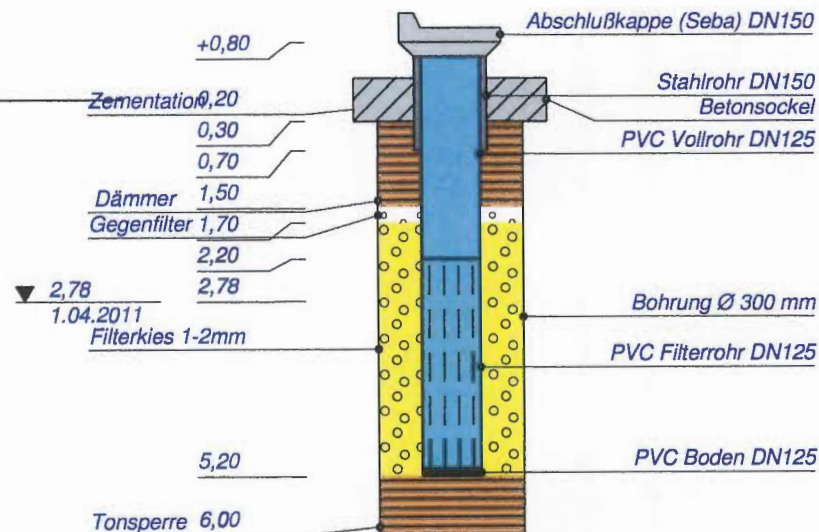
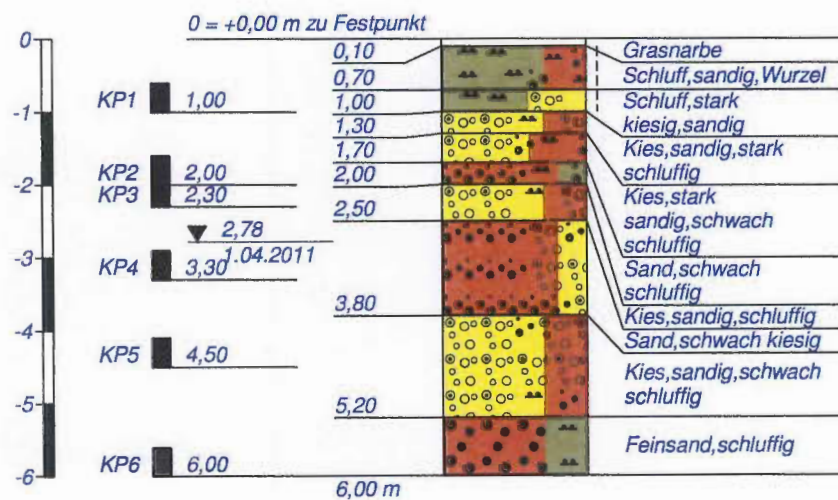
Schichtenverzeichnis				Anlage: 1	Blatt: 1	
				Datum: 1.04.2011		
Projekt: Ingolstadt				Projektnummer: 1		
Bohrung/Schurf: GWM 1				Bearbeiter: G.H.		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht / ergänzende Bemerkungen / organoleptische Auffälligkeiten			Wasserführung Kernverlust Bohrdurchmesser Bohrfortschritt (Sonstiges)	Probenahme	
					Art/Nr.	Tiefe [m] OK-UK
	b) Beschaffenheit nach Bohrgut	c) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	d) Farbe			
	e) Geologische Bezeichnung	f) Gruppe	g) Kalkgehalt			
2,00	a) <i>Sand, schwach schluffig</i>				KP2	2,00 (UK)
	b)	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>graubraun</i>			
	e)	f)	g)			
2,50	a) <i>Kies, sandig, schluffig</i>				KP3	2,30 (UK)
	b)	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>rotbraun</i>			
	e)	f)	g)			
3,80	a) <i>Sand, schwach kiesig</i>				KP4	3,30 (UK)
	b)	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>graubraun</i>			
	e)	f)	g)			
5,20	a) <i>Kies, sandig, schwach schluffig</i>				KP5	4,50 (UK)
	b)	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>rotbraun</i>			
	e)	f)	g)			
6,00	a) <i>Feinsand, schluffig</i>			Erdfeucht	KP6	6,00 (UK)
	b)	c) <i>mittelschwer zu bohren</i>	d) <i>blaugrau</i>			
	e)	f)	g)			



Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

GWM 1

Pegelausbau GWM 1



Höhenmaßstab 1:100

Baustelle: Ingolstadt	Auftraggeber: Dr. Zerbes & Kargl GbR
Begutachtung: Herr Schiedeck	Geräteführer: J. Häringer
Bohrloch Nr. GWM2	Ausführungszeit vom 31.03. bis 1.04.2011

Höhenlage des Ansatzpunktes m zu NN ☐ ; zu Festpunkt ☒

Bezeichnung des Festpunktes Höhe zu NN

Befahrbarkeit des Geländes normal ☒ erschwert ☐

Bohrverfahren:

☒ Rammkernbohrung bis **6,00m** Anfangs-Ø **300mm** End-Ø **300mm**
☐ Rotationsbohrung von m bis m Anfangs-Ø mm End-Ø mm

Neigung: senkrecht ☒ geneigt °

Verrohrung:

Außen-Ø	bis	Unter Ansatzpunkt	Meißearbeit von	bis	Stunden-aufwand
300mm		6,00m			
mm		m	m	m	h
mm		m	m	m	h
Endteufe: 6,00m			Kernkistenverbrauch leih.:		
			3 Stück	2 Fach	1m Lang

Bemerkung: (z.B. Regiearbeiten, Wartezeit, Umsetzerschwernisse, Sonderheiten, Handschacht, Sondereinsatz)

Anfahrt (1) Klarpumpen(1,5Std.) Sandgegenfilter von: **1,60 – 2,00m**

An u. Umsetzen(1) Handschacht Ton von: **5,30 – 6,00m**

Unterflur Asphaltaufbruch

Überflur(1) SPT – Test

Boden (1) GL KP (5) Bohrlochverfüllt mit Bohrgut von 0,00 – 0,00m

Bohrung trocken ☐	Kein Wasser ☐	☒ Pegelausbau:	Filter Ø 5"
feuchtes Bohrgut von m bis m		Straßenkappe ☐	Stahlrohr DN150
Wasser angebohrt bei:		Dämmen ☒	0,80m Überstand über Gelände
m Steigt auf bis 3,60m			PVC Überstand 0,70m
m Steigt auf bis m		Von 0,20 bis 1,60	2,30m Vollrohr bis unter Gelände
		Filterkies 1-2mm	5,30m Filter bis unter Gelände
eingespiegelt ja ☒ nein ☐		Von 2,00 bis 5,30	m Sumpfrohr bis unter Gelände
Wasserprobe entnommen ja ☐ nein ☒			

Schichtenverzeichnis				Anlage: 1		Blatt: 1	
				Datum: 31.03. - 1.04.2011			
Projekt: Ingolstadt				Projektnummer: 1			
Bohrung/Schurf: GWM 2				Bearbeiter: G.H.			
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht / ergänzende Bemerkungen / organoleptische Auffälligkeiten			Wasserführung Kernverlust Bohrdurchmesser Bohrfortschritt (Sonstiges)	Probenahme		
	b) Beschaffenheit nach Bohrgut	c) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	d) Farbe		Art/Nr.	Tiefe [m] OK-UK	
	e) Geologische Bezeichnung	f) Gruppe	g) Kalkgehalt				
0,20	a) <i>Mutterboden</i>						
	b)	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>dunkelbraun</i>				
	e)	f)	g)				
1,00	a) <i>Schluff, sandig</i>						
	b) <i>steif</i>	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>braun</i>				
	e)	f)	g)				
1,50	a) <i>Schluff, stark kiesig, sandig</i>						
	b) <i>steif</i>	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>rostbraun</i>				
	e)	f)	g)				
2,10	a) <i>Kies, stark schluffig, sandig</i>				KP1	2,00 (UK)	
	b)	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>rostbraun</i>				
	e)	f)	g)				
2,40	a) <i>Kies, sandig, stark schluffig</i>				KP2	2,30 (UK)	
	b)	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>braun</i>				
	e)	f)	g)				

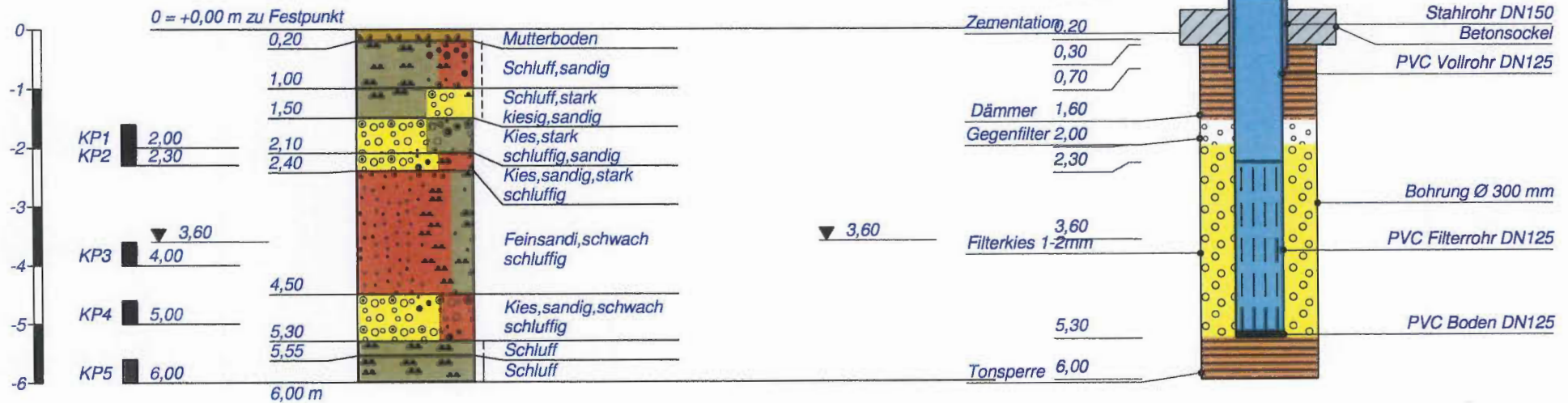
Schichtenverzeichnis				Anlage: 1		Blatt: 1	
				Datum: 31.03. - 1.04.2011			
Projekt: Ingolstadt				Projektnummer: 1			
Bohrung/Schurf: GWM 2				Bearbeiter: G.H.			
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht / ergänzende Bemerkungen / organoleptische Auffälligkeiten			Wasserführung Kernverlust Bohrdurchmesser Bohrfortschritt (Sonstiges)	Probenahme		
	b) Beschaffenheit nach Bohrgut	c) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	d) Farbe		Art/Nr.	Tiefe [m] OK-UK	
	e) Geologische Bezeichnung	f) Gruppe	g) Kalkgehalt				
4,50	a) <i>Feinsand, schwach schluffig</i>				KP3	4,00 (UK)	
	b)	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>grau</i>				
	e)	f)	g)				
5,30	a) <i>Kies, sandig, schwach schluffig</i>				KP4	5,00 (UK)	
	b)	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>graubraun</i>				
	e)	f)	g)				
5,55	a) <i>Schluff</i>						
	b) <i>steif</i>	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>grau</i>				
	e)	f)	g)				
6,00	a) <i>Schluff</i>				KP5	6,00 (UK)	
	b) <i>halbfest</i>	c) <i>mittelschwer zu bohren</i>	d) <i>blaugrau</i>				
	e)	f)	g)				
	a)						
	b)	c)	d)				
	e)	f)	g)				



Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

GWM 2

Pegelausbau GWM 2



Höhenmaßstab 1:100

Baustelle: Ingolstadt	Auftraggeber: Dr. Zerbes & Kargl GbR
Begutachtung: Herr Schiedeck	Geräteführer: J. Häringer
Bohrloch Nr. GWM3	Ausführungszeit vom bis 31.03.2011

Höhenlage des Ansatzpunktes m zu NN ☐ ; zu Festpunkt ☒

Bezeichnung des Festpunktes Höhe zu NN

Befahrbarkeit des Geländes normal ☒ erschwert ☐

Bohrverfahren:

☒ Rammkernbohrung bis **10,50m** Anfangs-Ø **300mm** End-Ø **300mm**
☐ Rotationsbohrung von m bis m Anfangs-Ø mm End-Ø mm
 Neigung: senkrecht ☒ geneigt °

Verrohrung:

Außen-Ø	bis	Unter Ansatzpunkt	Meißelarbeit von bis	Stunden-aufwand
300mm	10,00m	Unter Ansatzpunkt		
mm	m	Unter Ansatzpunkt	m m	h
mm	m	Unter Ansatzpunkt	m m	h

Endteufe: **10,50m** Unter Ansatzpunkt

Kernkistenverbrauch leih.: **6** Stück **2** Fach **1m** Lang

Bemerkung: (z.B. Regiearbeiten, Wartezeit, Umsetzerschwernisse, Sonderheiten, Handschacht, Sondereinsatz)

Anfahrt Klarpumpen **(1,5Std.)** Sandgegenfilter von: **2,00 – 2,40m**

An u. Umsetzen **(1)** Handschacht Ton von: **9,70 – 10,50m**

Unterflur Asphaltaufbruch

Überflur **(1)** SPT – Test

Boden **(1)** GL KP **(6)** Bohrlochverfüllt mit Bohrgut von 0,00 – 0,00m

Bohrung trocken ☐ Kein Wasser ☐ ☒ Pegelausbau: Filter Ø 5"
feuchtes Bohrgut von m bis m Straßenkappe ☐ Stahlrohr DN150
Wasser angebohrt bei:
m Steigt auf bis 3,08m
m Steigt auf bis m
Dämmen ☒
Von 0,20 bis 2,70
Filterkies 1-2mm
Von 2,40 bis 9,70

0,90m Überstand über Gelände
PVC Überstand 0,80m
2,70m Vollrohr bis unter Gelände
9,70m Filter bis unter Gelände
m Sumpfrohr bis unter Gelände

eingespiegelt ja ☒ nein ☐
 Wasserprobe entnommen ja ☐ nein ☒

Schichtenverzeichnis				Anlage: 1		Blatt: 1	
				Datum: 31.03.2011			
Projekt: Ingolstadt				Projektnummer: 1			
Bohrung/Schurf: GWM 3				Bearbeiter: G.H.			
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht / ergänzende Bemerkungen / organoleptische Auffälligkeiten			Wasserführung Kernverlust Bohrdurchmesser Bohrfortschritt (Sonstiges)	Probenahme		
	b) Beschaffenheit nach Bohrgut	c) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	d) Farbe		Art/Nr.	Tiefe [m] OK-UK	
	e) Geologische Bezeichnung	f) Gruppe	g) Kalkgehalt				
0,20	a) <i>Mutterboden</i>						
	b)	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>dunkelbraun</i>				
	e)	f)	g)				
1,10	a) <i>Schluff, feinsandig</i>						
	b) <i>steif</i>	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>braun</i>				
	e)	f)	g)				
1,60	a) <i>Schluff, feinsandig</i>						
	b) <i>steif</i>	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>grau, rostbraun</i>				
	e)	f)	g)				
2,10	a) <i>Schluff, stark sandig, kiesig</i>				KP1	2,00 (UK)	
	b) <i>steif</i>	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>rostbraun, grau</i>				
	e)	f)	g)				
3,15	a) <i>Sand, kiesig, schwach schluffig</i>				KP2	3,00 (UK)	
	b)	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>hellgrau</i>				
	e)	f)	g)				

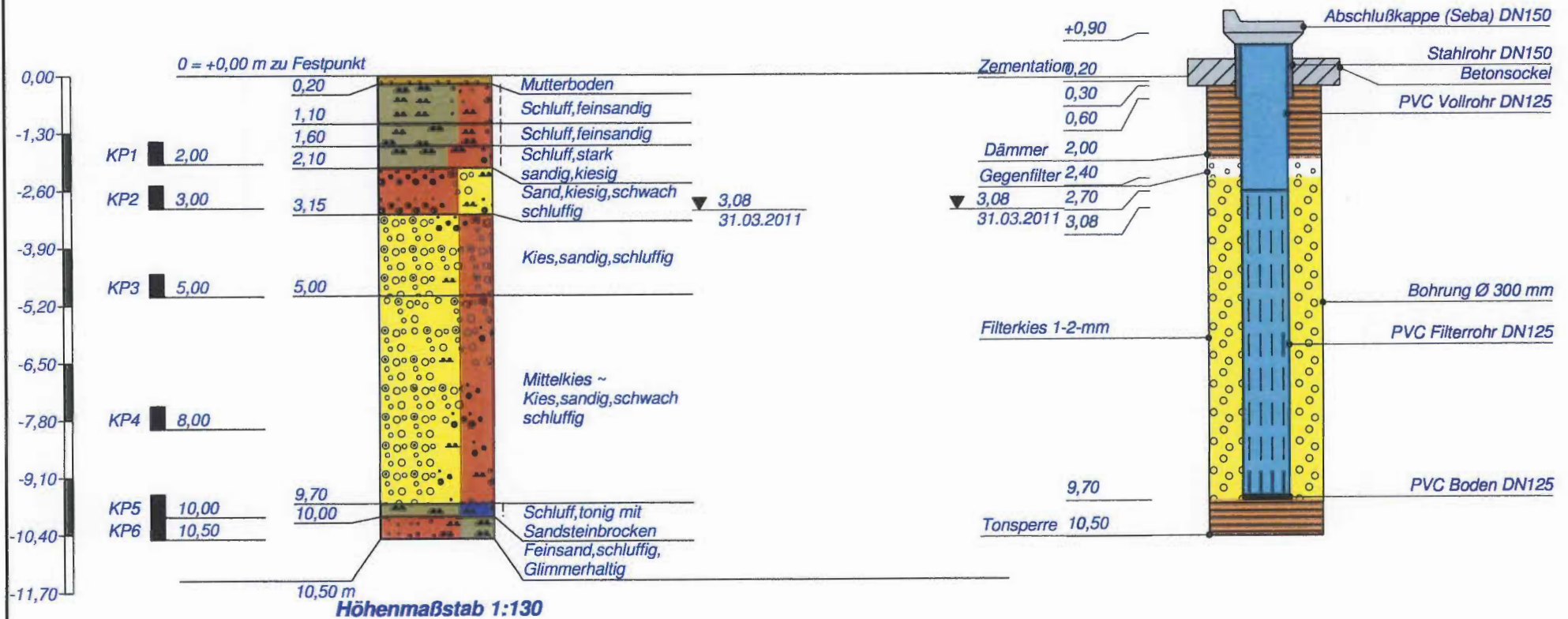
Schichtenverzeichnis				Anlage: 1		Blatt: 1	
				Datum: 31.03.2011			
Projekt: Ingolstadt				Projektnummer: 1			
Bohrung/Schurf: GWM 3				Bearbeiter: G.H.			
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht / ergänzende Bemerkungen / organoleptische Auffälligkeiten			Wasserführung Kernverlust Bohrdurchmesser Bohrfortschritt (Sonstiges)	Probenahme		
	b) Beschaffenheit nach Bohrgut	c) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	d) Farbe		Art/Nr.	Tiefe [m] OK-UK	
	e) Geologische Bezeichnung	f) Gruppe	g) Kalkgehalt				
5,00	a) <i>Kies, sandig, schluffig</i>				KP3	5,00 (UK)	
	b)	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>braun</i>				
	e)	f)	g)				
9,70	a) <i>Mittelkies ~ Kies, sandig, schwach schluffig</i>				KP4	8,00 (UK)	
	b)	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>graubraun</i>				
	e)	f)	g)				
10,00	a) <i>Schluff, tonig mit Sandsteinbrocken</i>				KP5	10,00 (UK)	
	b) <i>steif</i>	c) <i>mittelschwer zu bohren</i>	d) <i>blau - grau</i>				
	e)	f)	g)				
10,50	a) <i>Feinsand, schluffig, Glimmerhaltig</i>			Erdfeucht	KP6	10,50 (UK)	
	b)	c) <i>mittelschwer zu bohren</i>	d) <i>blau - grau</i>				
	e)	f)	g)				
	a)						
	b)	c)	d)				
	e)	f)	g)				



Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

GWM 3

Pegelausbau GWM 3



Baustelle: Ingolstadt	Auftraggeber: Dr. Zerbes & Kargl GbR
Begutachtung: Herr Schiedeck	Geräteführer: J. Häringer
Bohrloch Nr. GWM4	Ausführungszeit vom bis 4.04.2011

Höhenlage des Ansatzpunktes m zu NN ☐ ; zu Festpunkt ☒

Bezeichnung des Festpunktes Höhe zu NN

Befahrbarkeit des Geländes normal ☒ erschwert ☐

Bohrverfahren:

☒ Rammkernbohrung bis 7,00m Anfangs-Ø 300mm End-Ø 300mm

☐ Rotationsbohrung von m bis m Anfangs-Ø mm End-Ø mm

Neigung: senkrecht ☒ geneigt °

Verrohrung:

Außen-Ø	bis	Unter Ansatzpunkt	Meißelarbeit von bis	Stunden-aufwand
300mm	6,30m	Unter Ansatzpunkt		
mm	m	Unter Ansatzpunkt	m m	h
mm	m	Unter Ansatzpunkt	m m	h

Endteufe: 7,00m Unter Ansatzpunkt

Kernkistenverbrauch leih.: 4 Stück 2 Fach 1m Lang

Bemerkung: (z.B. Regiearbeiten, Wartezeit, Umsetzerschwernisse, Sonderheiten, Handschacht, Sondereinsatz)

Anfahrt Klarpumpen(2,0Std.) Sandgegenfilter von: 2,50 – 3,50m

An u. Umsetzen(1) Handschacht Ton von: 6,10 – 7,00m

Unterflur TWD(1) Asphaltaufbruch

Überflur SPT – Test

Boden (1) GL KP (6) Bohrlochverfüllt mit Bohrgut von 0,00 – 0,00m

Bohrung trocken ☐	Kein Wasser ☐	☒ Pegelausbau: Filter Ø 5"
feuchtes Bohrgut von m bis m		Straßenkappe ☒ Stahlrohr DN150
Wasser angebohrt bei:		0,14m über Gelände
m Steigt auf bis 5,23m		Dämmter ☒ PVC unter Gelände 0,20m
m Steigt auf bis m		Von 0,60 bis 2,50 4,10m Vollrohr bis unter Gelände
		Filterkies 1-2mm 6,10m Filter bis unter Gelände
eingespiegelt ja ☒ nein ☐		Von 3,50 bis 6,10 m Sumpfrohr bis unter Gelände
Wasserprobe entnommen ja ☐ nein ☒		

Schichtenverzeichnis				Anlage: 1		Blatt: 1	
				Datum: 4.04.2011			
Projekt: Ingolstadt				Projektnummer: 1			
Bohrung/Schurf: GWM 4				Bearbeiter: G.H.			
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht / ergänzende Bemerkungen / organoleptische Auffälligkeiten			Wasserführung Kernverlust Bohrdurchmesser Bohrfortschritt (Sonstiges)	Probenahme		
	b) Beschaffenheit nach Bohrgut	c) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	d) Farbe		Art/Nr.	Tiefe [m] OK-UK	
	e) Geologische Bezeichnung	f) Gruppe	g) Kalkgehalt				
0,80	a) <i>(Auffüllung), Kalkschotter</i>						
	b)	c) <i>schwer zu bohren</i>	d) <i>grau</i>				
	e)	f)	g)				
1,10	a) <i>Schluff, feinsandig, schwach organisch</i>						
	b) <i>steif</i>	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>dunkelbraun</i>				
	e)	f)	g)				
2,50	a) <i>Schluff, stark feinsandig</i>				KP1	2,50 (UK)	
	b) <i>weich - steif</i>	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>braun</i>				
	e)	f)	g)				
3,90	a) <i>Feinsand, schluffig</i>				KP2	3,50 (UK)	
	b)	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>braun</i>				
	e)	f)	g)				
5,00	a) <i>Kies, sandig, schwach schluffig ~ schluffig</i>				KP3	5,00 (UK)	
	b)	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>braun</i>				
	e)	f)	g)				

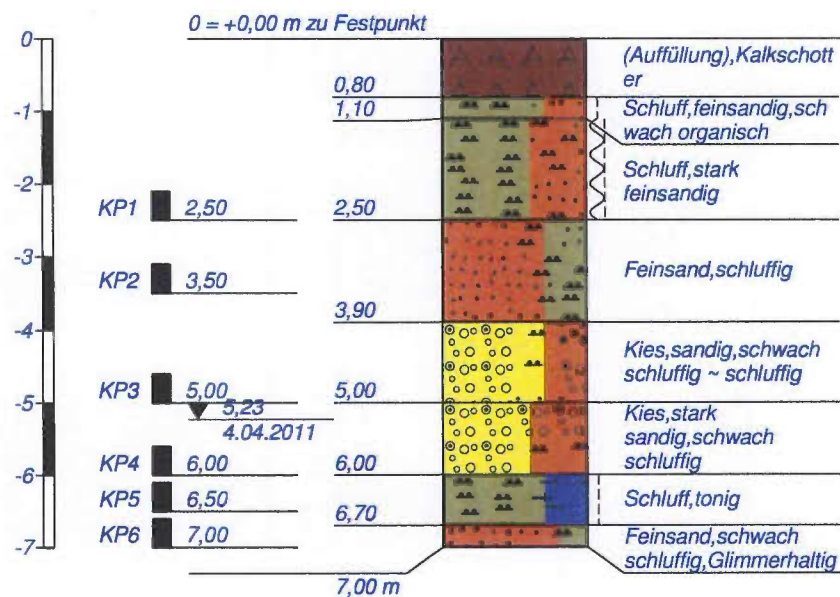
Schichtenverzeichnis				Anlage: 1		Blatt: 1	
				Datum: 4.04.2011			
Projekt: Ingolstadt				Projektnummer: 1			
Bohrung/Schurf: GWM 4				Bearbeiter: G.H.			
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung und Beschreibung der Schicht / ergänzende Bemerkungen / organoleptische Auffälligkeiten			Wasserführung Kernverlust Bohrdurchmesser Bohrfortschritt (Sonstiges)	Probenahme		
	b) Beschaffenheit nach Bohrgut	c) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	d) Farbe		Art/Nr.	Tiefe [m] OK-UK	
	e) Geologische Bezeichnung	f) Gruppe	g) Kalkgehalt				
6,00	a) <i>Kies, stark sandig, schwach schluffig</i>				KP4	6,00 (UK)	
	b)	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>grau</i>				
	e)	f)	g)				
6,70	a) <i>Schluff, tonig</i>				KP5	6,50 (UK)	
	b) <i>steif</i>	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>blaugrau</i>				
	e)	f)	g)				
7,00	a) <i>Feinsand, schwach schluffig, Glimmerhaltig</i>			Erdfeucht	KP6	7,00 (UK)	
	b)	c) <i>leicht zu bohren</i>	d) <i>graublau</i>				
	e)	f)	g)				
	a)						
	b)	c)	d)				
	e)	f)	g)				
	a)						
	b)	c)	d)				
	e)	f)	g)				



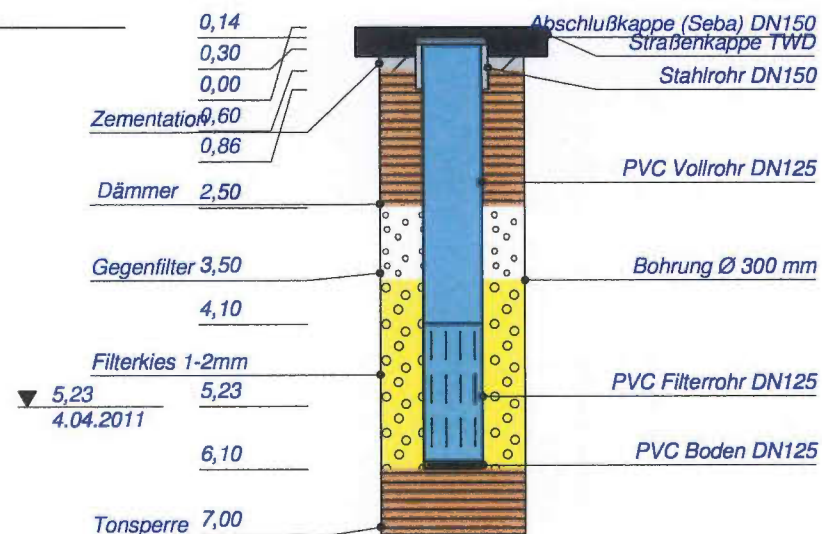
Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

GWM 4

Pegelausbau GWM4



Höhenmaßstab 1:100



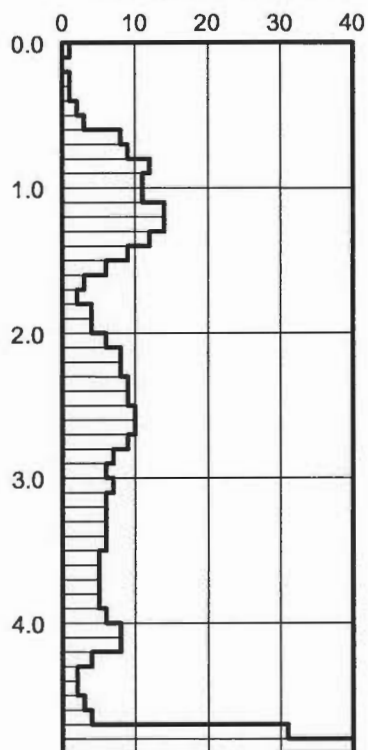
Anlage 4

Rammdiagramme

DPH 1

377,92 müNN

Schlagzahlen je 10 cm

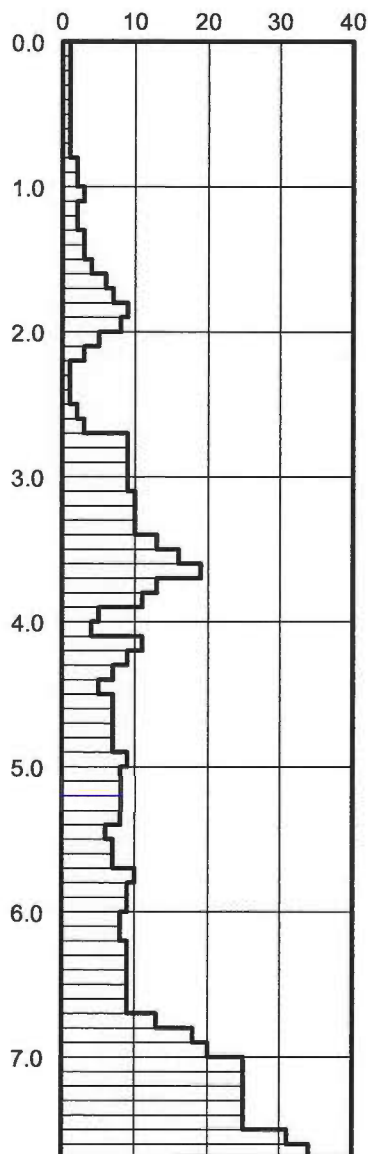


Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1
0.20	0
0.30	1
0.40	1
0.50	2
0.60	3
0.70	8
0.80	9
0.90	12
1.00	11
1.10	11
1.20	14
1.30	14
1.40	12
1.50	9
1.60	6
1.70	3
1.80	2
1.90	4
2.00	4
2.10	6
2.20	8
2.30	8
2.40	9
2.50	9
2.60	10
2.70	10
2.80	9
2.90	7
3.00	6
3.10	7
3.20	6
3.30	6
3.40	6
3.50	6
3.60	5
3.70	6
3.80	5
3.90	5
4.00	6
4.10	8
4.20	8
4.30	4
4.40	2
4.50	2
4.60	3
4.70	4
4.80	31
4.90	100

DPH 2

378,17 müNN

Schlagzahlen je 10 cm

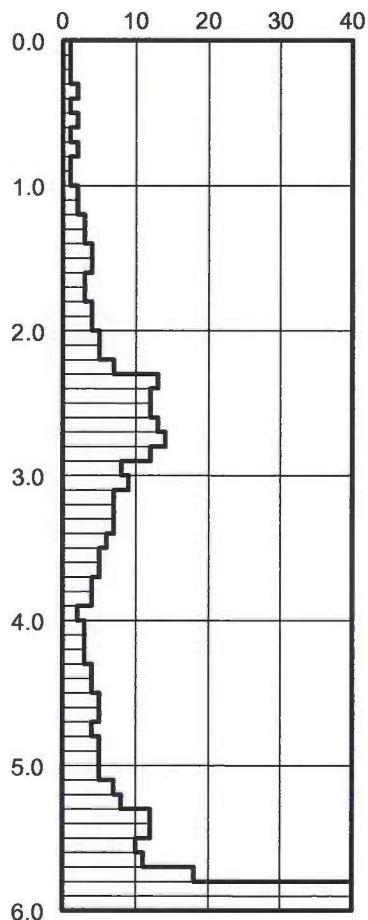


Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	5.10	8
0.20	1	5.20	8
0.30	1	5.30	8
0.40	1	5.40	8
0.50	1	5.50	6
0.60	1	5.60	7
0.70	1	5.70	7
0.80	1	5.80	10
0.90	2	5.90	9
1.00	2	6.00	9
1.10	3	6.10	8
1.20	2	6.20	8
1.30	2	6.30	9
1.40	3	6.40	9
1.50	3	6.50	9
1.60	4	6.60	9
1.70	6	6.70	9
1.80	7	6.80	13
1.90	9	6.90	18
2.00	8	7.00	20
2.10	5	7.10	25
2.20	3	7.20	25
2.30	1	7.30	25
2.40	1	7.40	25
2.50	1	7.50	25
2.60	2	7.60	31
2.70	3	7.70	34
2.80	9		
2.90	9		
3.00	9		
3.10	9		
3.20	10		
3.30	10		
3.40	10		
3.50	13		
3.60	16		
3.70	19		
3.80	13		
3.90	11		
4.00	5		
4.10	4		
4.20	11		
4.30	9		
4.40	7		
4.50	5		
4.60	7		
4.70	7		
4.80	7		
4.90	7		
5.00	9		

DPH 3

378,42 müNN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	5.10	5
0.20	1	5.20	7
0.30	1	5.30	8
0.40	2	5.40	12
0.50	1	5.50	12
0.60	2	5.60	10
0.70	1	5.70	11
0.80	2	5.80	18
0.90	1	5.90	47
1.00	1	6.00	100
1.10	2		
1.20	2		
1.30	3		
1.40	3		
1.50	4		
1.60	4		
1.70	3		
1.80	3		
1.90	4		
2.00	4		
2.10	5		
2.20	5		
2.30	7		
2.40	13		
2.50	12		
2.60	12		
2.70	13		
2.80	14		
2.90	12		
3.00	8		
3.10	9		
3.20	7		
3.30	7		
3.40	7		
3.50	6		
3.60	5		
3.70	5		
3.80	4		
3.90	4		
4.00	2		
4.10	3		
4.20	3		
4.30	3		
4.40	4		
4.50	4		
4.60	5		
4.70	5		
4.80	4		
4.90	5		
5.00	5		

Anlage 5

Laborversuche

Bericht: 11.08.061

Anlage: 5.2.1

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Baugebiet Friedrichshofen West

Projekt Nr.: 11.08.061

Bearbeiter: T. Schiedeck

Datum: 05.04.2011

Prüfungsnummer: 11-061

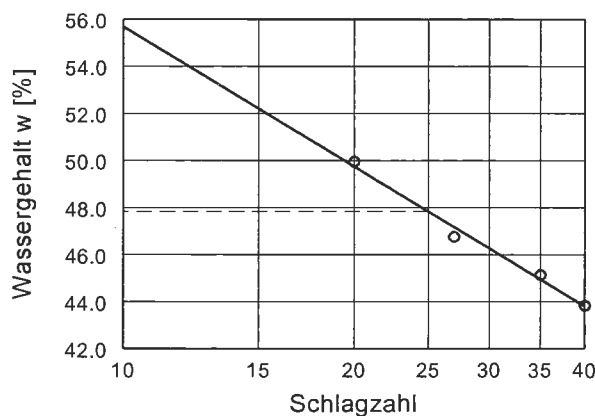
Entnahmestelle: RKB 2

Tiefe: 0,5-1,0 m

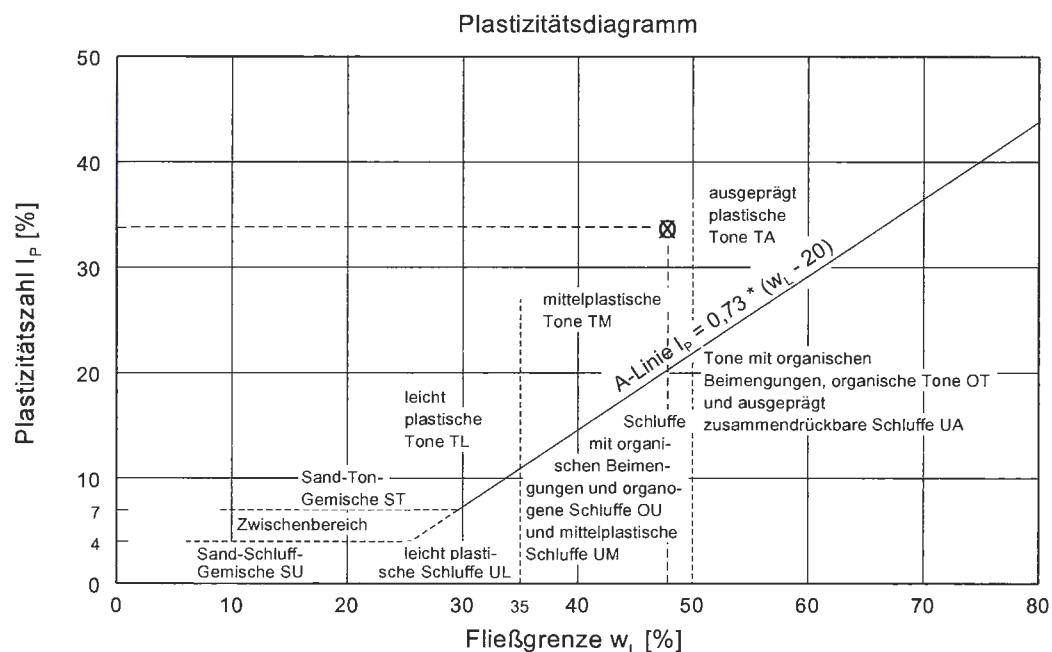
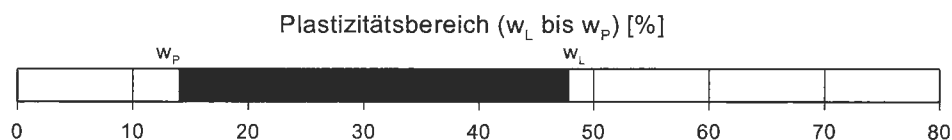
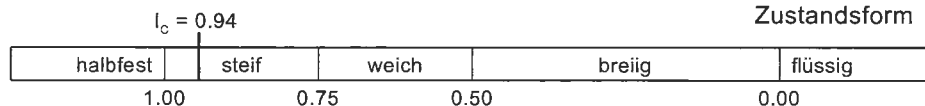
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: U, t, s

Probe entnommen am: 24.03.2011



Wassergehalt $w = 15.9 \%$
 Fließgrenze $w_L = 47.8 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 14.0 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 33.8 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.94$
 Anteil Überkorn $\ddot{u} = 13.5 \%$
 Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} = 16.0 \%$
 Korr. Wassergehalt = 15.9%



Bericht: 11.08.061

Anlage: 5.2.2

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Baugebiet Friedrichshofen West

Projekt Nr.: 11.08.061

Bearbeiter: T. Schiedeck

Datum: 07.04.2011

Prüfungsnummer: 11-061

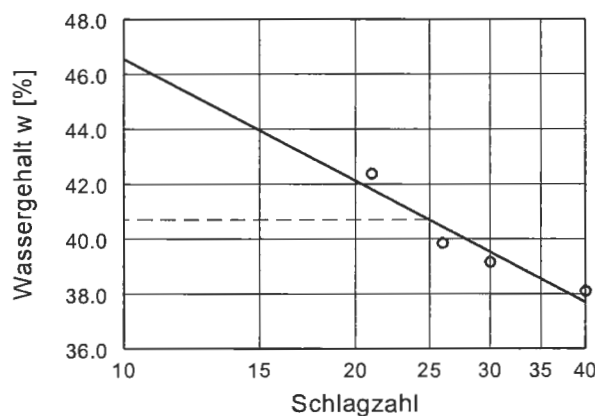
Entnahmestelle: RKB 3

Tiefe: 0,5-1,0 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: U, t, s

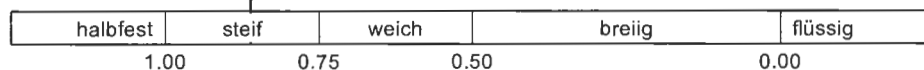
Probe entnommen am: 24.03.2011



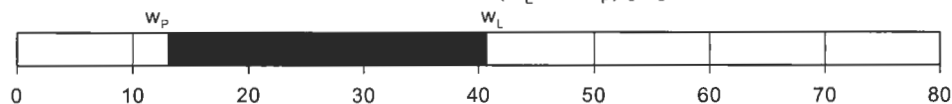
Wassergehalt $w = 16.8 \%$
 Fließgrenze $w_L = 40.7 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 13.0 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 27.7 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.86$
 Anteil Überkorn $\ddot{u} = 15.0 \%$
 Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} = 16.5 \%$
 Korr. Wassergehalt $= 16.9 \%$

$I_c = 0.86$

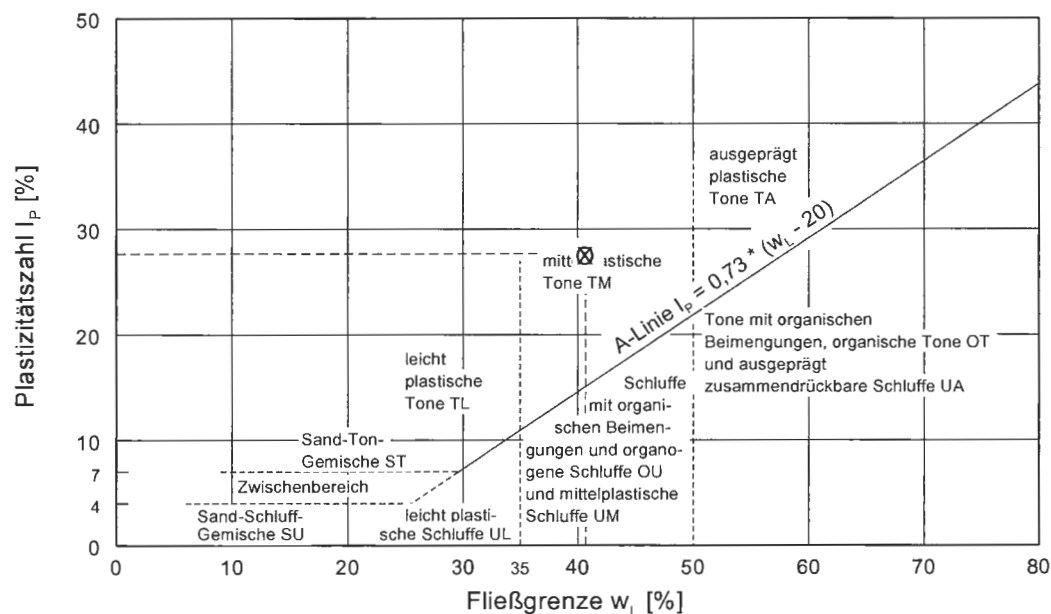
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Körnungslinie

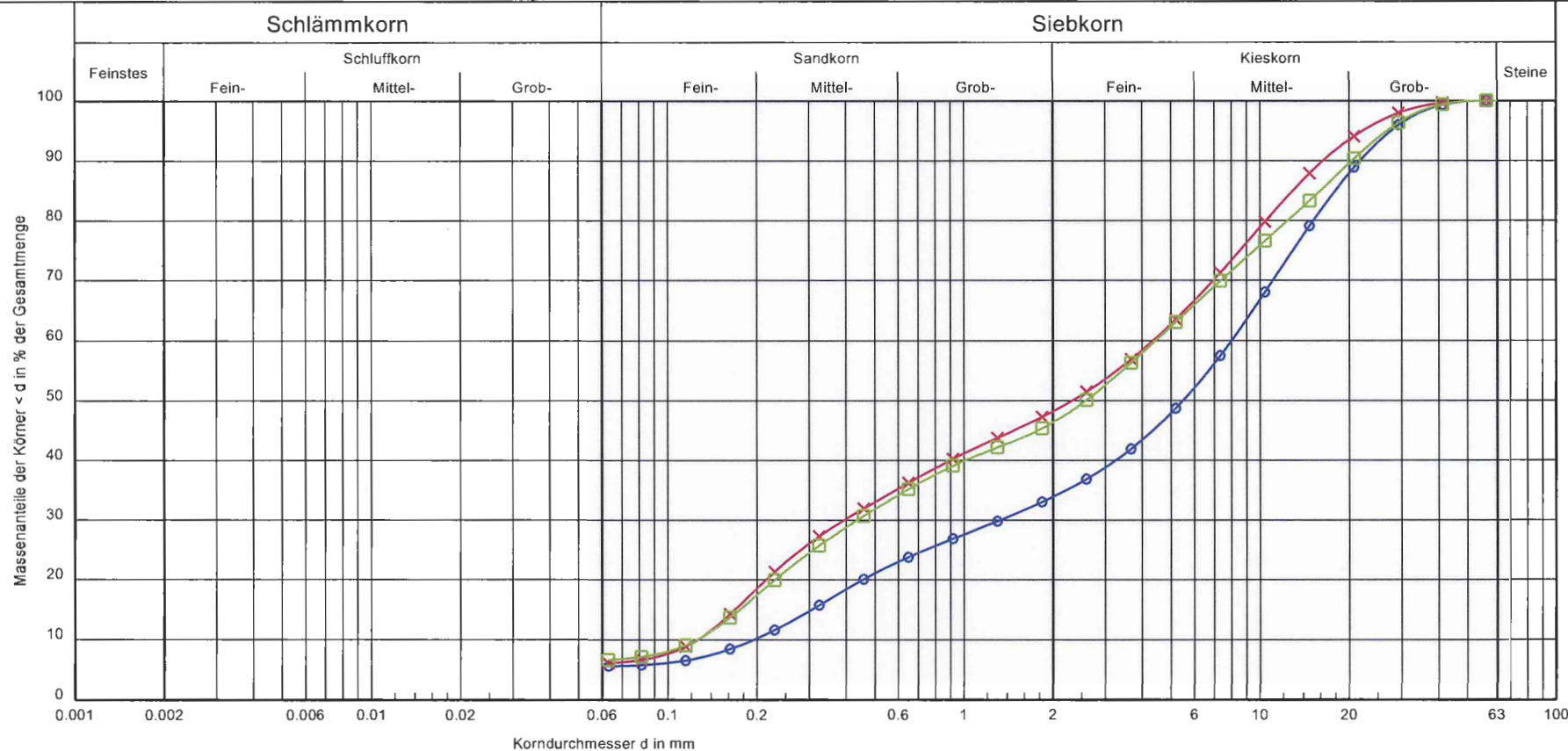
Baugebiet Friedrichshofen West

Projekt Nr. 11.08.061

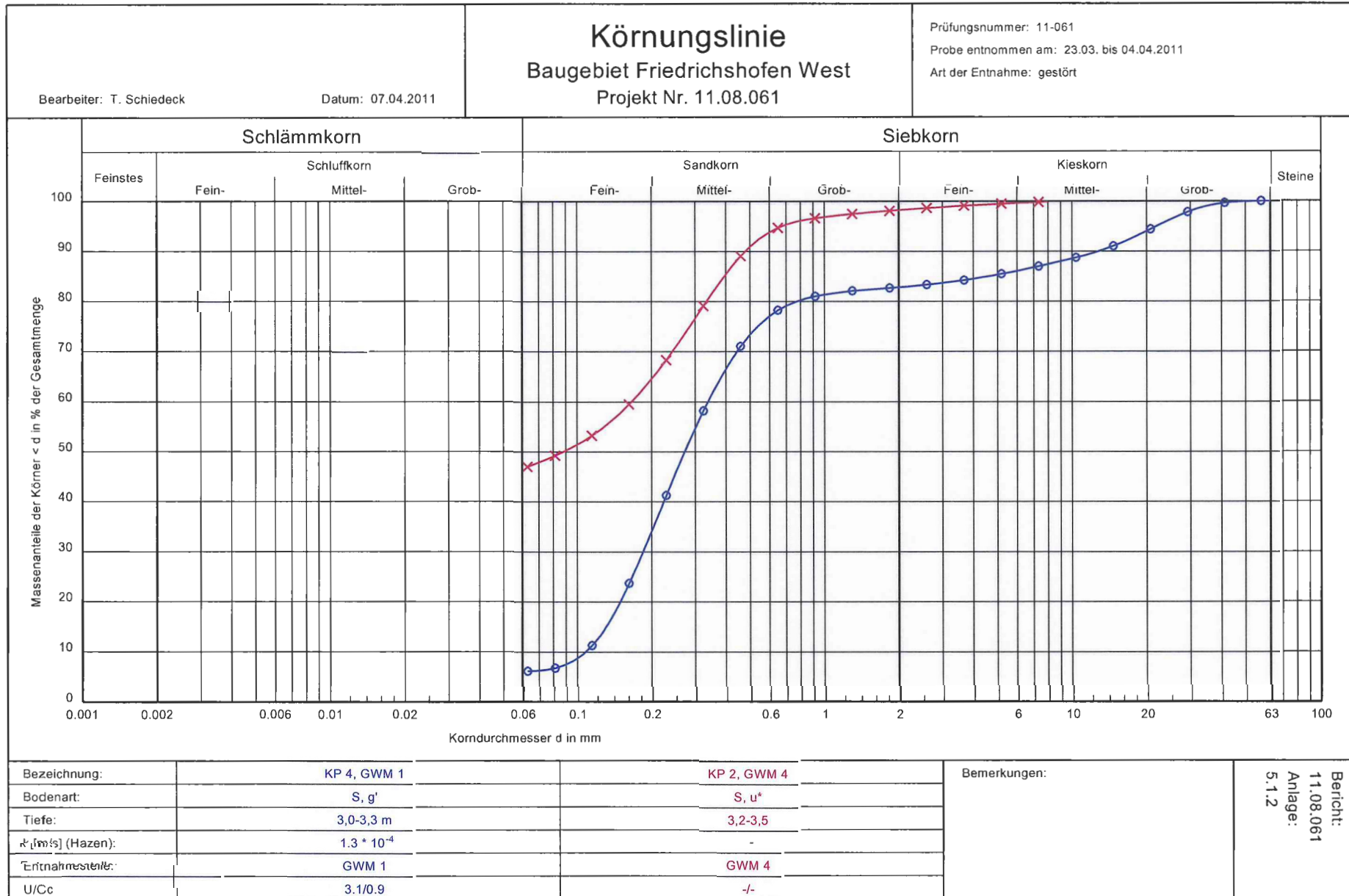
Prüfungsnummer: 11-061
 Probe entnommen am: 23.03. bis 04.04.2011
 Art der Entnahme: gestört

Bearbeiter: T. Schiedeck

Datum: 05.04.2011



Bezeichnung:	E 6.15+6.16	E 4.17+E 4.18	KP 4, GWM 4	Bemerkungen:	Bericht: 11.08.061 Anlage: 5.1.1
Bodenart:	G, s, u'	G, s, u	G, s, u		
Tiefe:	2,5-6,8 m	2,4-5,0 m	5,0-6,0 m		
k [m/s] (Hazen):	$4.4 \cdot 10^{-4}$	$1.8 \cdot 10^{-4}$	$1.8 \cdot 10^{-4}$		
Entnahmestelle:	RKB 6	RKB 4	GWM 4		
U/Cc	41.3/1.1	34.6/0.3	35.5/0.3		



WESSLING Laboratorien GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried

Dr. Zerbes & Kargl GbR -
 Institut für Altlasten, Baugrund,
 Hydrogeologie und Geotechnik
 Herr Dr. Zerbes
 Donaupark 13
 93309 Kelheim

Ansprechpartner: Philipp Geisert
 Durchwahl: (089) 829 969-17
 E-Mail: Philipp.Geisert@wessling.de

11.08.061 Baugebiet Friedrichshafen West

Prüfbericht Nr.	UMÜ11-03479-1	Auftrag Nr.	UMÜ-00905-11	Datum	19.04.2011
Probe Nr.		11-039843-01		11-039843-02	
Eingangsdatum		13.04.2011		13.04.2011	
Bezeichnung		GWM 1		GWM 2	
Probenart		Grundwasser		Grundwasser	
Probenahme		11.04.2011		11.04.2011	
Probenahme durch		Auftraggeber		Auftraggeber	
Probenmenge		3 l		3 l	
Probengefäß		3x 1l BG		3x 1l BG	
Anzahl Gefäße		3		3	
Untersuchungsbeginn		13.04.2011		13.04.2011	
Untersuchungsende		19.04.2011		19.04.2011	

Wasser nach Beton/Stahlaggressivität

Probe Nr.		11-039843-01		11-039843-02	
Bezeichnung		GWM 1		GWM 2	
Aussehen	W/E	farblos, leicht trüb mit Bodensa		farblos, klar	
Geruch	W/E	geruchlos		geruchlos	
Geruch nach Ansäuern	W/E	keine Veränderung		keine Veränderung	
pH-Wert	W/E	7,9		7,7	
Permanganat-Verbrauch	mg/l W/E	5		6	
Säurekapazität, pH 4,3	mmol/l W/E	5,5		5,5	
Gesamthärte	mg/l W/E	203		248	
Härtehydrogencarbonat	mg/l W/E	154		154	
Nichtcarbonathärte	mg/l W/E	49		94	
Ammonium (NH ₄)	mg/l W/E	<0,05		<0,05	
Sulfat (SO ₄)	mg/l W/E	24		31	
Chlorid (Cl)	mg/l W/E	10		15	

Prüfbericht Nr.	UMÜ11-03479-1		Auftrag Nr.	UMÜ-00905-11		Datum	19.04.2011	
Probe Nr.				11-039843-01			11-039843-02	
Kohlensäure (CO ₂), aggressive	mg/l	W/E		-17,6			-22,4	
Sulfid (S), gelöst	mg/l	W/E		<0,1			<0,1	
Calcium (Ca)	mg/l	W/E		100			140	
Magnesium (Mg)	mg/l	W/E		27			22	

Abkürzungen und Methoden

Aussehen	WES 088
Geruch/Geschmack von Wasser/Eluat	DEV B1/2 ^A
Geruch nach Ansäuern	WES 089
pH-Wert in Wasser/Eluat	DIN 38404 C5 ^A
Permanganat-Verbrauch in Wasser	DIN 4030 Teil 2 ^A
Gesamthärte in Wasser/Eluat	DIN 38409 H6 ^A
Säure- und Basekapazität in Wasser/Eluat	DIN 38409 H7 ^A
Härtehydrogencarbonat in Wasser/Eluat	DIN 38405 D8 ^A
Metalle/Elemente in Wasser/Eluat (ICP-OES/ICP-MS)	ISO 11885 / ISO 17294-2 ^A
Ammonium in Wasser/ Eluat	DIN 38406 E5-1/ EN ISO 11732 ^A
Gelöste Anionen, Sulfat (D19/D20) in Wasser/Eluat	EN ISO 10304 D19/D20 ^A
Gelöste Anionen, Chlorid (D19/D20) in Wasser/Eluat	EN ISO 10304-1 ^A
Kohlensäure aggressive in Wasser/Eluat	DIN 38404 C10 ^A
Sulfid gelöst in Wasser/Eluat	DIN 38405 D26 ^A
W/E	Wasser/Eluat

Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

Philipp Geisert
 Vertriebsmitarbeiter



Dr. Zerbes & Kargl GbR

Institut für
Erd- u. Grundbau
Spezialtiefbau
Straßenbau
Altlasten
Hydrogeologie
Gebäudeabbruch
Flächenrecycling
Felsmechanik

Bericht Nr. 11.08.061
Baugebiet Friedrichshofen West

Donaupark 13

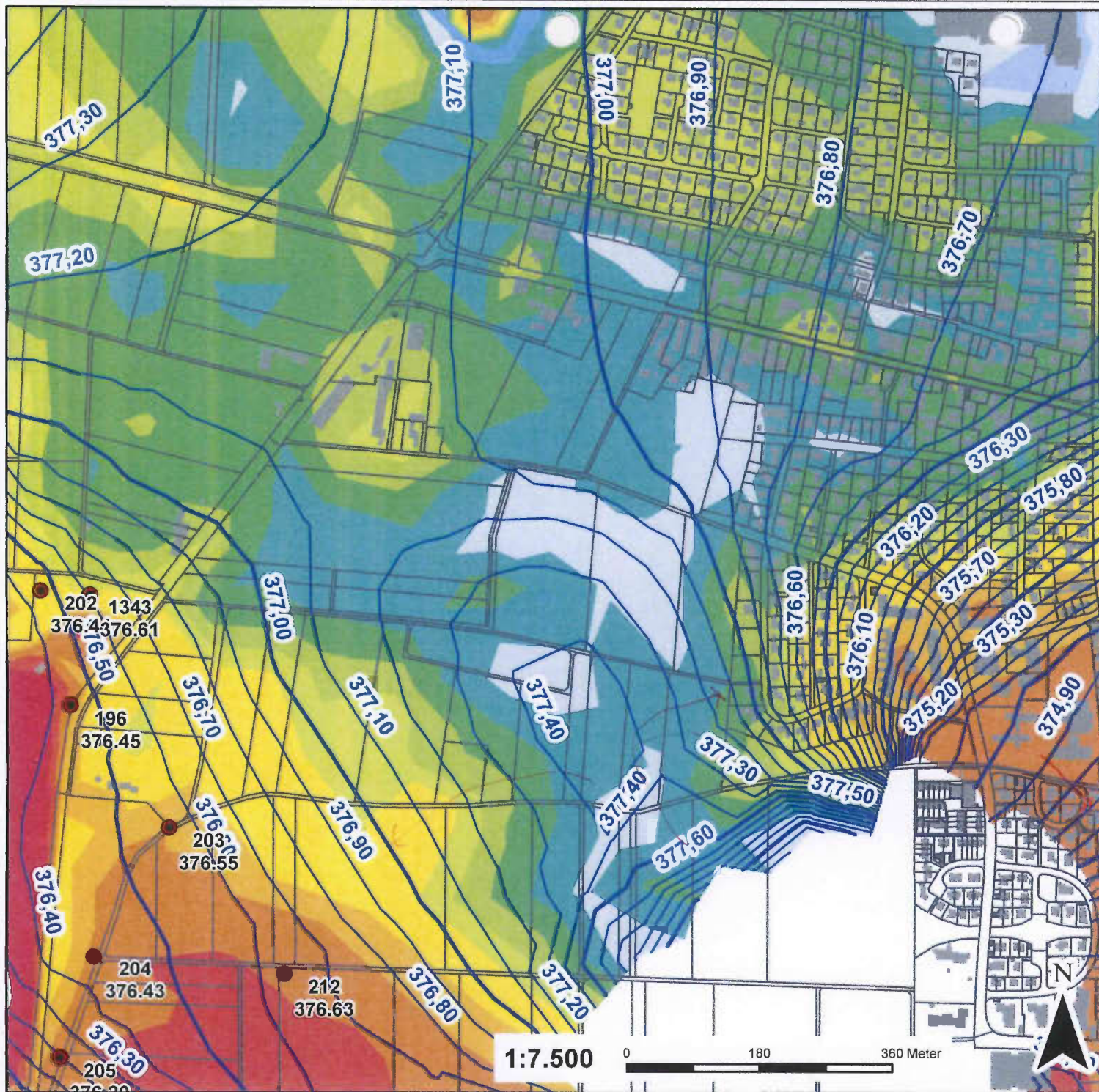
93309 Kelheim

Tel: 09441 / 68204-0

Fax: 09441 / 68204-20

Anlage 6

Grundwassermodell



Auszug aus dem Grundwassermodell Ingolstadt

Lastfall C 03 - Starkregenereignis März 2001
(Plan Nr. 43)

Maximalen Grundwasserpotentialen und Grundwasserflurabstände der durch Starkregen v. März 2001 verursachten Grundwasseranstiege im quartären Grundwasserleiter

● Grundwassermessstellen

Grundwasserhöhengleichen in müNN

Grundwasserflurabstände (m)

-1,00 - -0,50	0,75 - 1,00	2,00 - 2,50
-0,50 - 0,00	1,00 - 1,25	2,50 - 3,00
0,00 - 0,25	1,25 - 1,50	3,00 - 4,00
0,25 - 0,50	1,50 - 1,75	4,00 - 5,00
0,50 - 0,75	1,75 - 2,00	> 5,00 m

Tab. 21: Hydraulische Belastungen

Hydraulische Belastung	Niederschlag	Donau	Abflüsse Paar	Sandrach	genaue Erläuterungen siehe Kap. 4.3.1.1
A	$h_{N,m}$	ca. MQ	ca. MQ	ca. MQ	mittlere Niederschlags- und Abflussverhältnisse
B	$h_{N,08/99}$	HQ _{08/99}	ca. HQ ₁₀	> MHQ	Pfingsthochwasser vom Mai 1999 Simulationszeitraum I ₃ vom 01.04.1999 bis 30.06.1999 *
C	$h_{N,03/01}$	HQ _{03/01}	ca. HQ ₆	< 1 HQ	Starkregenereignis vom März 2001 Simulationszeitraum I ₃ vom 01.02.2001 bis 31.05.2001 *



Stadt Ingolstadt



Ingolstädter Kommunalbetriebe AöR

Grundwassermodell Ingolstadt
Lastfall C03
maximale Grundwasserpotentiale und
minimale Grundwasserflurabstände

Bearbeiter:	C. Kölling C. Barm C. Tumsu
Makstab:	1 : 10 000
Projekt-Nr.:	
Datum:	Dezember 2007
Anlage-Nr.:	Plan-Nr. 43



ISAR CONSULT
Ingenieurbüro für Wasserwirtschaft GmbH

D-82538 Geretsried
Bürgermeister-Graf-Ring 10
☎ +49 (0) 8171 / 17830
www.isar-consult.de

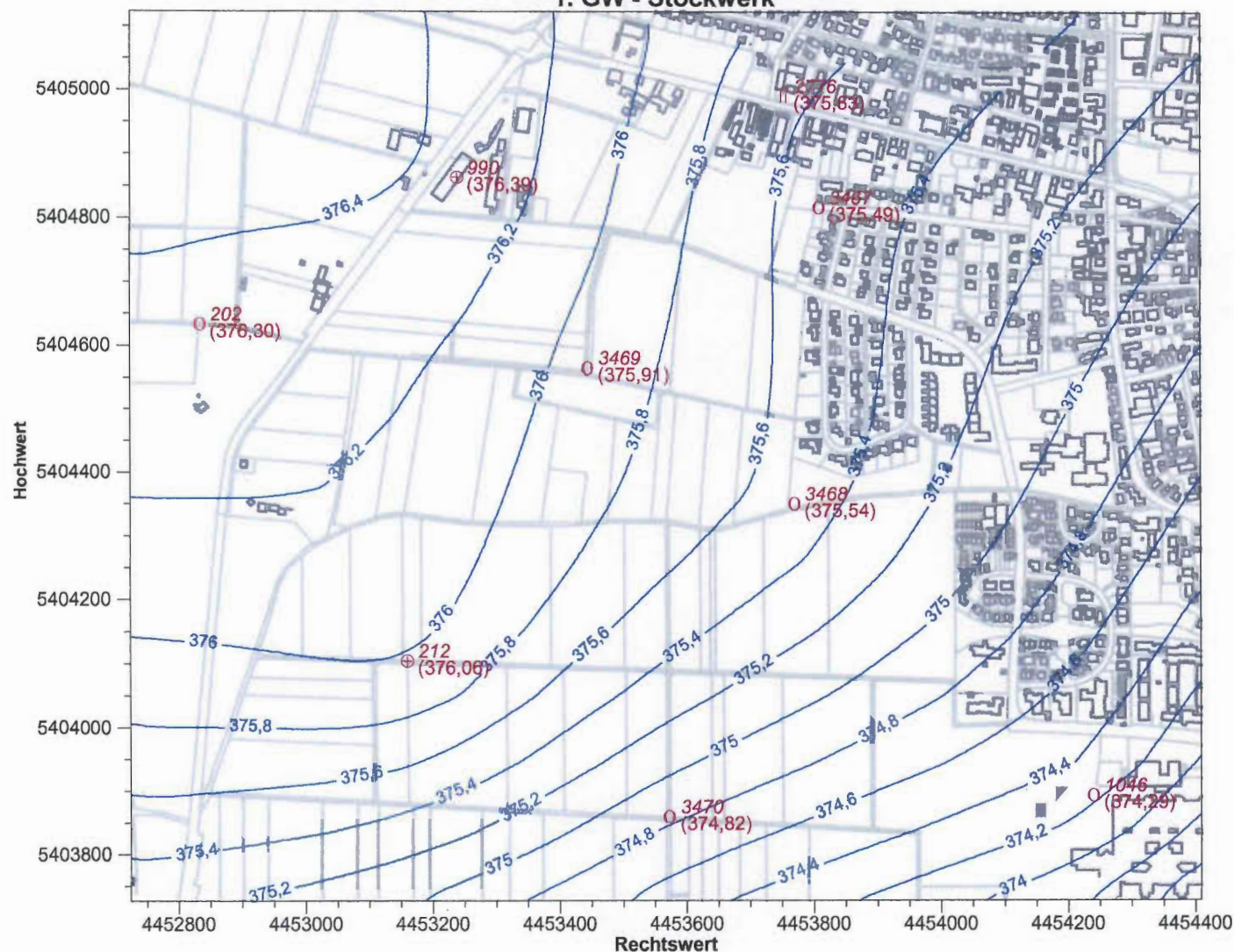
Wasserwirtschaftliches GIS
Grundwasserauskunft
vom 31.03.2011

Ingolstädter Kommunalbetriebe AöR
U. Arauner



Wasserstand (arithm. Mittelwert), 04.04.1 1-07.04.2011

1. GW - Stockwerk



Maßstab 1:10000



Ingolstädter Kommunalbetriebe AöR
Hindemithstr. 30
85057 Ingolstadt
Tel.-Nr. 0841/305-3621 Fax: -3609

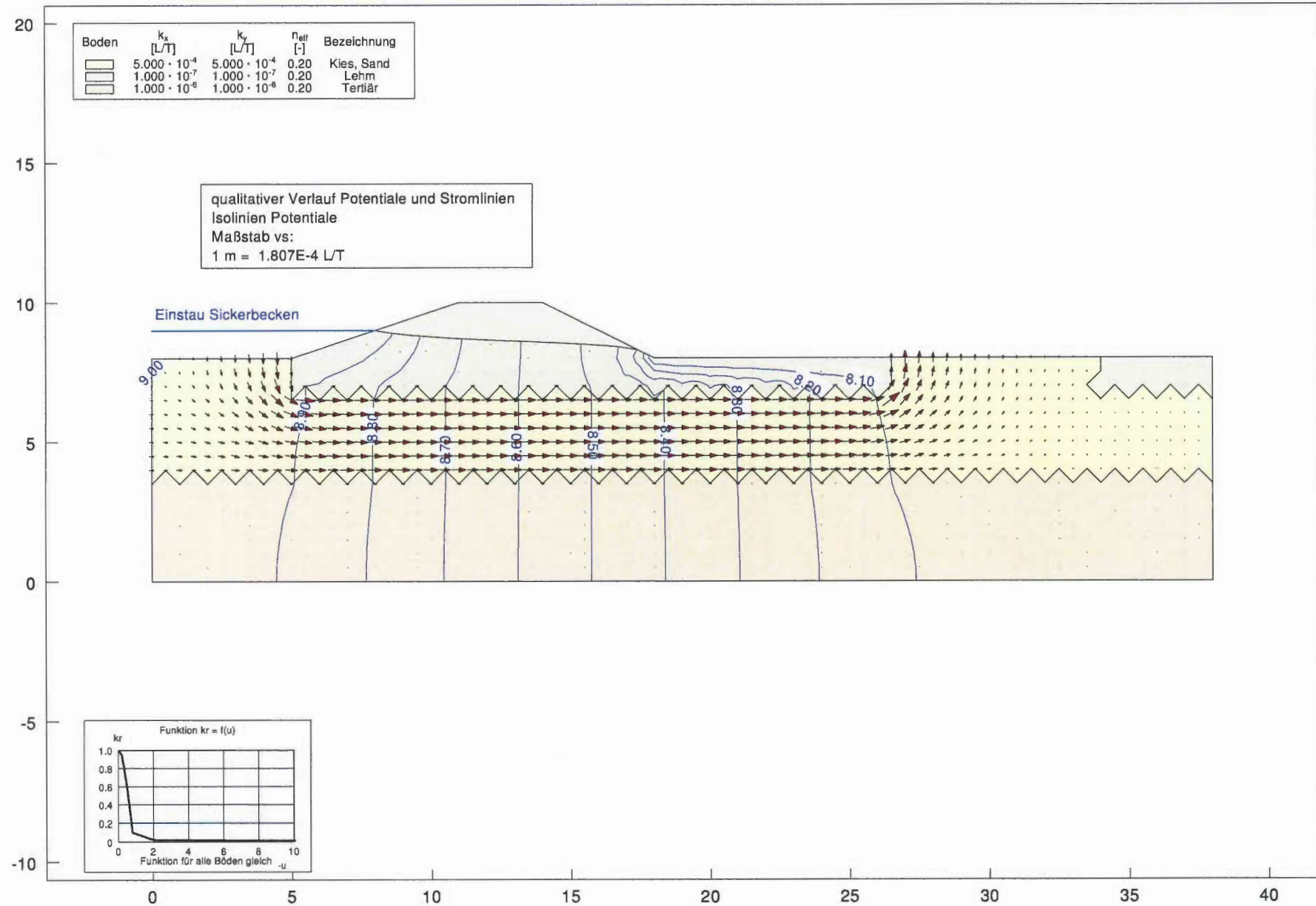
Grundwasserdatenbank Stadtgebiet

U. Arauner, April 2011

Grundwasserhöhengleichen
Baugebiet Friedrichshofen West

Anlage 7

Prinzipschnitt Sickerbecken mit qualitativer Eintragung der Potenziale und Stromlinien





Anlage 8

Bodenkennwerttabelle

Bodenmechanik	Schicht 1 Mutterboden	Schicht 2 Deckschichten (Quartär)	Schicht 3a Kies und Sand (Quartär)	Schicht 4 Schluff / Ton (Tertiär)	Schicht 5 Sand (Tertiär)
Signatur					
Klassifikation					
Bodengruppe DIN 18196	OU	GU*, SU*, TL, TM, UL, UM, (TA)	GW, GI, GU, SW, SI, SU, (GE)	SU*, UL, UM, TL, TM (TA)	SE, SU
Bodenklasse DIN 18300	1	4 (5 und 2)	3 -4	4 bis 5	3
Bodenkennwerte					
Wichte γ , cal γ , γ_k [kN/m ³]	nicht relevant	18-20 / 19	18-21 / 20	18-20/ 19	20-21/ 20
Wichte γ' , cal γ' , γ'_k [kN/m ³]	nicht relevant	8-10 / 9	10-11 / 10	8-10 / 9	11-12/ 11
Scherparameter					
ϕ' , cal ϕ' , cal ϕ'_k [°]	nicht relevant	25-30 / 25	30-37,5 / 35	20-25 / 22,5	30,0-35 / 32,5
c' , cal c' , cal c'_k [kN/m ²]	nicht relevant	0-5 / 2	0-2 / 0	5-20 / 10	0-5 / 0
c_u , cal c_u [kN/m ²]	nicht relevant				
Steifemodul E_s , E_{sk} [MN/m ²]	nicht relevant	4-30	40-120	5-20	40-100
Konsistenz/Lagerung	meist weich	meist steif, partiell weich	überwiegend mitteldicht	meist halbfest	dicht bis sehr dicht
Durchlässigkeit k_f [m/s]	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-9}$	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-6}$ SU: $1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-7}$ GE: $5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-3}$	$\leq 1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-7}$
Frostempfindlichkeit	F3	F3	F1-F2	F3 (F2 bei TA)	F2 (F1)