

Ingenieurbüro für Bodenuntersuchung

Dr. Schulze u. Lang - Köhlerhof 12 - 91080 Spardorf

Dipl. Ing. Hartmut Schulze
Gesellschafter
Verantwortlicher SV für
Erd- und Grundbau
Beratender Ingenieur U.B.I.D.
SIGe Koordinator

Dipl. Ing. Siegfried Lang
Gesellschafter
Beratender Ingenieur
BAYIK Bau
VBI

Köhlerhof 12
91080 Spardorf
Telefon 09131-53 59 0
Telefax 09131-53 59 35
info@schulzeundlang.de
www.schulzeundlang.de

Bankverbindung:
Sparkasse Erlangen
BLZ 763 500 00
Konto 36 000 366

Baugrunduntersuchung
Altlastenuntersuchung
Grundbaustatik
Bodengutachten
Laborversuche
Bohrungen
Gründungsberatung
Beweissicherung
Eigen-/Fremdüberwachung

13.11.08
G291008A

BV Fürth/Atzenhof
Bebauungsplan Nr. 430a
Hornackerweg

- Geotechnischer Bericht gem. DIN 4020 -

10 Anlagen

1. Vorgang, Allgemeines

Die Fa. Dirk Bader GmbH, Fürth, plant die Erschließung des Baugebietes am Hornackerweg, Bebauungsplan-Nr. 430a, in Fürth, Stadtteil Atzenhof. Vom Bauherrn wurden wir auf der Grundlage unseres Kostenangebotes vom 29.10.2008 mit Auftragsbestätigung vom 31.10.2008 mit der Durchführung einer Baugrunduntersuchung für das Baugebiet beauftragt.

Zur Bearbeitung des Projektes erhielten wir vom Architekturbüro „Architektur und Controlling“, Fürth, Herrn Worst, den Bebauungsplan Nr. 430a der Stadt Fürth, im Maßstab 1:500, mit Übersichtslageplan im Maßstab 1:5000 ohne Datum.

Zur Beurteilung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden von uns insgesamt 3 Aufschlussbohrungen im Bereich der geplanten Erschließungsstraße ausgeführt. Darüber hinaus wurde die Durchlässigkeit des anstehenden Untergrundes durch 4 Sickerversuche mit veränderlichem hydraulischen Gefälle, sog. Open-End-Test, untersucht.

Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung sind in folgenden Anlagen zusammengestellt:

- Anlage 1 - Lageplan der Bohr-, Mess- und Versickerungspunkte
- Anlage 2 - Schichtenverzeichnis der Bohrungen
- Anlagen 3 bis 5 - Geologische Profilschnitte
- Anlage 6 bis 9 - Sickerversuche
- Anlage 10 - Höhentabelle

Das Grundstück ist leicht von Südwest nach Nordost geneigt und liegt am südlichen Ende des Stadtteils Atzenhof in Fürth. Das derzeit unbebaute, landwirtschaftlich genutzte Gelände wurde von uns im Bereich der Bohr- und Versickerungspunkte zwischen 297,74 m und 295,26 m (jeweils ü. NN) eingemessen. Als Bezugshöhe wurde die OK eines Schachtdeckels im Wendehammer des Hornackerweges an der Ostseite des Baugebietes in Höhe 294,52 m ü. NN eingemessen (Messpunkt 1 - siehe Anlage 1).

Nach dem uns vorliegenden Bebauungsplan sollen in dem Baugebiet vorwiegend freistehende Einfamilienwohnhäuser und Doppelhaushälften mit Garagen errichtet werden. Das Baugebiet wird durch eine von West nach Ost verlaufende Stichstraße vom Hornackerweg erschlossen. Weitere Angaben über die geplante Bebauung, sowie hinsichtlich des vorgesehenen Aufbaus für die Straßen bzw. Erschließungswege liegen uns derzeit noch nicht vor. Wir gehen davon aus, dass geplante Kanäle in Tiefen bis max. 3,00 m u. Gel. verlegt werden. Die geplanten Kanäle werden an das vorhandene Entwässerungssystem im Hornackerweg angeschlossen, wobei die Ver- und Entsorgungsleitungen jeweils im Bereich der geplanten Straße bzw. Wege verlegt werden.

2. Ergebnisse der Untersuchungen

Nach den durchgeführten Baugrunduntersuchungen lässt sich folgender allgemeiner Schichtenverlauf angeben:

OK Gel. bis 0,15 m, max. 0,80 m u. Gel.

Ackerboden

Bis 2,00 m, max. 3,75 m u. Gel. (Bohrendtiefe der Versickerungsversuche)

Sand, schluffig/tonig bis stark schluffig/tonig mit Schluff-/Toneinlagerungen (sog. Keupersand)

Unterhalb des Ackerbodens wurden in allen Bohrungen für die Straße, sowie den Bohrungen für die Versickerungsversuche, Sande wechselnder Kornzusammensetzung mit unterschiedlichem Feinkorngehalt (Korngröße $d < 0,063$ mm) aufgeschlossen. Die erdfeuchten Sandschichten sind dem Bohrwiderstand nach mitteldicht, nach der Tiefe zu dicht gelagert. Innerhalb dieser sog. Keupersande sind in unterschiedlicher Tiefe und Mächtigkeit halb feste bis feste Schluff/Tonschichten, sog. Letten, eingelagert. Die Färbung dieser grob- bis gemischtkörnigen Sande und feinkörnigen Letteneinlagerungen ist rotbraun, hellgrau, hellgrüngrau.

BV Fürth/Atzenhof
Bebauungsplan Nr. 430a
Hornackerweg
- G291008A -

SCHICHTENVERZEICHNIS

Tag der Bohrungen/Versickerungsversuche: 05.11.2008

Bohrung 1

von OK Gel.

- 0,30 m Ackerboden
- 0,60 m Schluff/Ton, schwach sandig, mit Sandflecken, steif, ab 0,50 m halbfest, rotbraun
- 0,75 m Kies bis Steine, schwach sandig, sehr schwach schluffig/tonig mit Schluff/Tonlinsen, Sandsteinbröckchen, erdfeucht, mitteldicht, hellgrau
- 2,40 m Schluff/Ton, feinsandig bis stark feinsandig, fest, rotbraun mit hellgrauen Schlieren
- 3,00 m Übergang zum Sandstein/Sandsteinfaulfels, Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schluffig/tonig, erdfeucht, mürbe, hellgrüngrau, braun

Bohrendtiefe: 3,00 m u.Gel.

Wasser angetroffen bei: -- m u.Gel.

Wasser eingemessen bei: -- m u.Gel.

Bohrung 2

von OK Gel.

- 0,15 m Ackerboden
- 1,30 m Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schluffig/tonig, erdfeucht, locker, ab 1,00 m mitteldicht, dunkelbraun, braun
- 1,50 m Mittel- bis Grobsand, feinsandig, stark schluffig/tonig mit Schluff/Tonlage, klebrig, erdfeucht, mitteldicht, rotbraun
- 2,50 m Schluff/Ton, stark feinsandig mit Sandlinsen, halbfest, rotbraun mit hellgrüngrauen Schlieren
- 2,60 m Schluff/Ton, stark feinsandig, mittelsandig, halbfest, von 2,30 m bis 2,50 m steif bis halbfest, rotbraun mit dunkelbraunen Flecken
- 2,80 m Mittelsand, feinsandig, grobsandig bis stark grobsandig, schluffig/tonig, erdfeucht, mitteldicht bis dicht, ab 2,70 m dicht, hellgrüngrau
- 3,00 m Übergang zum Sandstein/Sandsteinfaultfels, Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schluffig/tonig, erdfeucht, mürbe, hellgrau

Bohrendtiefe: 3,00 m u.Gel.

Wasser angetroffen bei: -- m u.Gel.

Wasser eingemessen bei: -- m u.Gel.

Bohrung 3

von OK Gel.

- 0,15 m Ackerboden
- 0,90 m Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schluffig/tonig, erdfeucht, locker, dunkelbraun, braun
- 1,05 m Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schwach schluffig/tonig, erdfeucht, mitteldicht, hellgrau
- 1,50 m Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schluffig/tonig, erdfeucht, mitteldicht bis dicht mit mürben Abschnitten, braun
- 1,90 m Mittel- bis Grobsand, feinsandig, schwach feinkiesig, schluffig/tonig, leicht klebrig, erdfeucht, mitteldicht, braun
- 2,60 m Schluff/Ton, feinsandig, halbfest, rotbraun
- 3,05 m Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schluffig/tonig, erdfeucht, dicht, graubraun
- 3,60 m Schluff/Ton, stark feinsandig, fest, rotbraun, hellgrüngrau
- 3,75 m Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schluffig/tonig, erdfeucht, dicht, braun
- 4,00 m Übergang zum Sandstein/Sandsteinfaulfels, Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schluffig/tonig, erdfeucht, sehr dicht bis mürbe, braun

Bohrendtiefe: 4,00 m u.Gel.

Wasser angetroffen bei: -- m u.Gel.

Wasser eingemessen bei: -- m u.Gel.

**Versickerungs-
versuch 1**

von OK Gel.

- 0,25 m Ackerboden
- 1,00 m Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schluffig/tonig, erdfeucht, locker, ab 0,70 m mitteldicht, braun
- 1,35 m Schluff/Ton, sandig mit Sandflecken, halbfest, rotbraun, mit grauen und hellgrüngrauen Flecken
- 1,50 m Schluff/Ton, feinsandig, halbfest, rotbraun
- 1,70 m Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schluffig/tonig, erdfeucht, mitteldicht, braun, hellgrüngrau
- 2,00 m Schluff/Ton, feinsandig, fest, rotrotbraun mit hellgrüngrauen Schlieren

Bohrendtiefe: 2,00 m u.Gel.

Wasser angetroffen bei: -- m u.Gel.

Wasser eingemessen bei: -- m u.Gel.

**Versickerungs-
versuch 2**

von OK Gel.

- 0,20 m Ackerboden
- 0,70 m Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schluffig/tonig, erdfeucht, locker, dunkelbraun

- 1,35 m Mittelsand, feinsandig, grobsandig, sehr schwach feinkiesig bis sehr schwach mittelkiesig, schluffig/tonig bis schwach schluffig/tonig, Quarzbröckchen, erdfeucht, locker bis mitteldicht, ab 1,00 m mitteldicht, braun, hellbraun
- 1,60 m Mittelsand, feinsandig, grobsandig, sehr schwach feinkiesig, schluffig/tonig mit stark schluffig/tonigen Abschnitten, erdfeucht, mitteldicht, braun, rotbraun
- 1,70 m Schluff/Ton, stark sandig, halbfest, hellgrüngrau mit roten Schlieren
- 2,00 m Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schluffig/tonig, erdfeucht, mitteldicht, hellbraun, hellgrüngrau und braun

Bohrendtiefe: 2,00 m u.Gel.

Wasser angetroffen bei: -- m u.Gel.

Wasser eingemessen bei: -- m u.Gel.

Versickerungs- versuch 3

von OK Gel.

- 0,35 m Ackerboden
- 2,00 m Mittel- bis Grobsand, feinsandig, schwach feinkiesig, sehr schwach mittelkiesig, schluffig/tonig, leicht klebrig, erdfeucht, mitteldicht, ab 1,00 m mitteldicht bis dicht, ab 1,50 m mitteldicht, rotbraun mit hellgrauen Schlieren

Bohrendtiefe: 2,00 m u.Gel.

Wasser angetroffen bei: -- m u.Gel.

Wasser eingemessen bei: -- m u.Gel.

**Versickerungs-
versuch 4**

von OK Gel.

- 0,80 m Ackerboden, Fein- bis Mittelsand, grobsandig, sehr schwach feinkiesig, schluffig/tonig, organisch, Pflanzenreste, durchwurzelt, erdfeucht, schwach klebrig, locker bis mitteldicht, dunkelbraun
- 1,10 m Fein- bis Mittelsand, grobsandig, sehr schwach feinkiesig, schluffig/tonig, trocken bis erdfeucht, mitteldicht, hellbraun
- 1,75 m Grobsand, feinsandig, schwach mittelsandig, feinkiesig, schluffig/tonig, erdfeucht, schwach klebrig, mitteldicht, hellrotbraun, hellbraun
- 1,90 m Schluff/Ton, stark feinsandig, mittelsandig, halbfest, hellgrüngrau, hellgrau, hellgelbgrau
- 2,00 m Schluff/Ton, sehr schwach feinsandig, halbfest, rotbraun

Bohrendtiefe: 2,00 m u.Gel.

Wasser angetroffen bei: -- m u.Gel.

Wasser eingemessen bei: -- m u.Gel.

Bis max. 4,00 m u.Gel. (Bohrendtiefe B1 bis B3)

Übergang zum Sandstein/Sandsteinaufels

Die Lagerungsdichte der Keupersande nimmt nach der Tiefe weiter deutlich zu und die Sedimente gehen in mürben Sandstein/Sandsteinaufels über.

Die Oberkante des Sedimentgesteins kann nach dem Ergebnis der Aufschlussbohrungen, entlang der Erschließungsstraße, in folgenden Tiefen angegeben werden:

Tabelle 1

Bohrung	in (m) u. Gelände	in (m) ü. NN
1	2,40	292,86
2	2,80	293,82
3	3,75	293,46

In den, bis 2,00 m u.Gel. abgeteufte Bohrungen für die Versickerungsversuche wurde das Sedimentgestein nicht angetroffen. Nach dem Ergebnis der Bohrungen fällt somit die OK des Sandsteinhorizonts leicht, der Geländeneigung folgend, von Südwest nach Nordost.

Nach der geologischen Karte von Nürnberg/Fürth/Erlangen und Umgebung, im Maßstab 1:50.000, handelt es sich bei den angetroffenen Sedimenten um Ablagerungen aus dem Keuper, dem sog. Blasensandstein. Das Sedimentgestein ist dabei oberflächlich zerwittert und zu einem schluffig/tonigen Sand, sog. Keupersand, entfestigt. Darüber hinaus sind in unterschiedlicher Tiefe und Mächtigkeit, Schluff/Tonlagen, sog. Letten, eingelagert. Das Sedimentgestein reicht bis in größere Tiefen (> 10 m) und stellt einen gut tragfähigen Baugrund dar.

Grundwasser wurde bei den Untersuchungen im Oktober 2008 bis zur max. Bohrendtiefe bei 4,00 m u. Gel. in den Bohrungen auch in Form von Schichtwasser oder Staunässe nicht angetroffen. Anfallendes Oberflächenwasser versickert langsam in den oberflächennahen Bodenschichten und wird durch die dicht gelagerten, schluffig/tonigen Keupersande mit Letteneinlagerungen und dem Sandstein gestaut, da diese nahezu wasserundurchlässig sind und als Wasserstauer gelten. Insbesondere nach starken Niederschlägen ist mit Andrang von Schichtenwasser und einem damit verbundenen Anstieg der Grundwasserstände zu rechnen.

Genauere Angaben über die max. möglichen Mengen bzw. Wasserstände liegen uns dabei jedoch nicht vor.

Die Sickerfähigkeit des anstehenden Baugrundes wurde von uns durch 4 Absenkversuche mit veränderlichem hydraulischen Gefälle, sog. Open-End-Test, überprüft. Die Auswertung erfolgt dabei nach US-Earth-Manual. Die Pegelsohlen lagen bei 0,72 m (VS1), 2,04 m (VS2), 1,50 m (VS3) und 1,96 m (VS4) - jeweils u.Gel. - .

Kf-Wertermittlung durch Absenkversuch

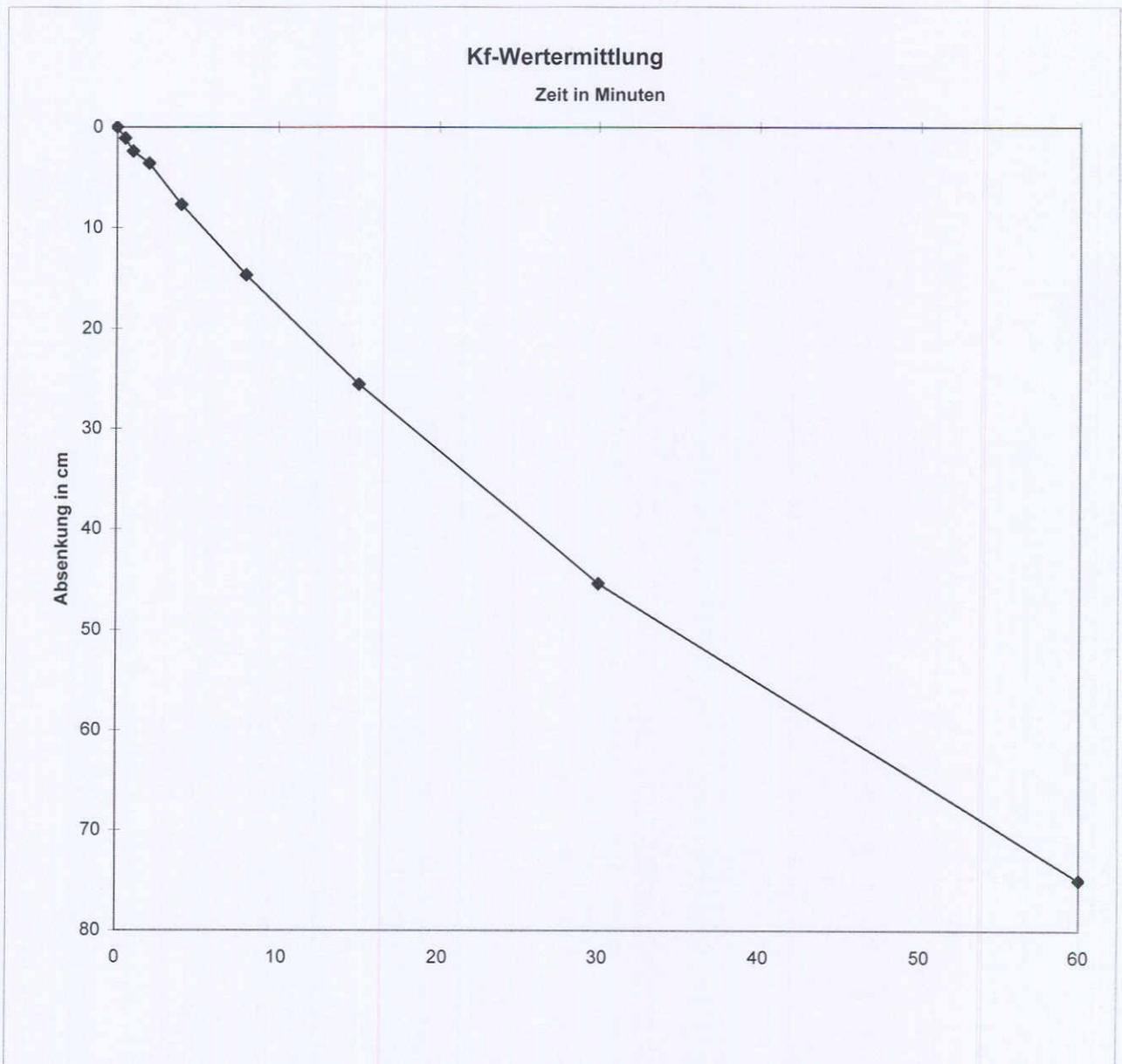
[veränderliches hydraulisches Gefälle]

Projekt Nr.: G291008A	Versuch-Nr.: 1	bei Bohrung: VS1
Bauvorhaben: Fürth/Atzenhof, Hornackerweg	OK-Pegel in m ü. Gok.: 1,33	
Bebauungsplan Nr. 430a	Pegelsonhle in m u. Gok.: 0,72	
Ausgef. am: 05.11.2008 durch: Th. Peter	Grundwasser im Pegel:	v. OK Pegel

Kf-Wert:

1,12E-06 m/sek

[nach US-Earth Manual (1974)]



Kf-Wertermittlung durch Absenkversuch

[veränderliches hydraulisches Gefälle]

Projekt Nr.: **G291008A**

Versuch-Nr.: **2**

bei Bohrung: **VS2**

Bauvorhaben: **Fürth/Atzenhof, Hornackerweg**

OK-Pegel in m ü. Gok.: **0,23**

Bebauungsplan Nr. 430a

Pegelsonde in m u. Gok.: **2,04**

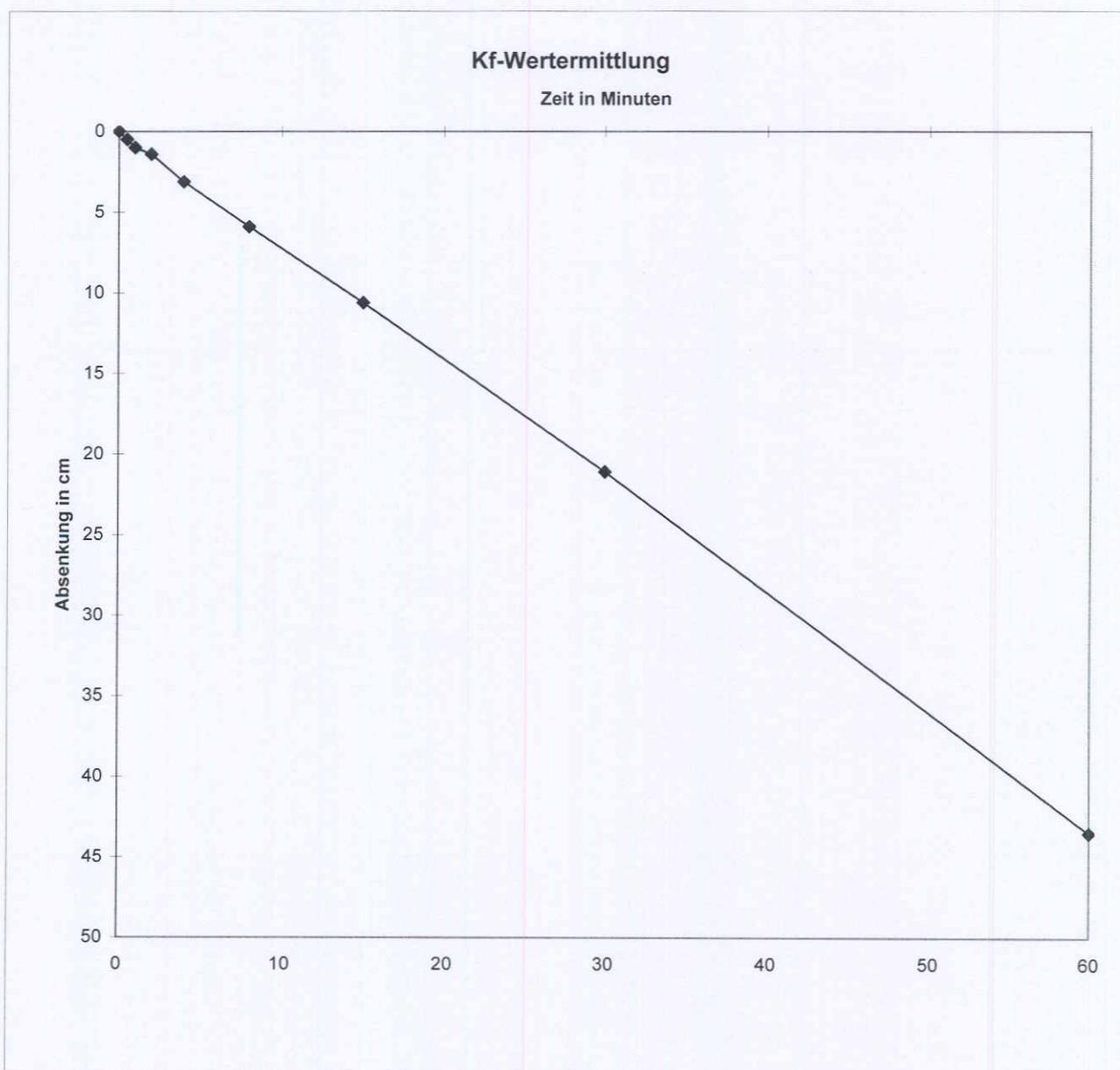
Ausgef. am: **05.11.2008** durch: **Th. Peter**

Grundwasser im Pegel: v. OK Pegel

Kf-Wert:

5,98E-07 m/sek

[nach US-Earth Manual (1974)]



Kf-Wertermittlung durch Absenkversuch

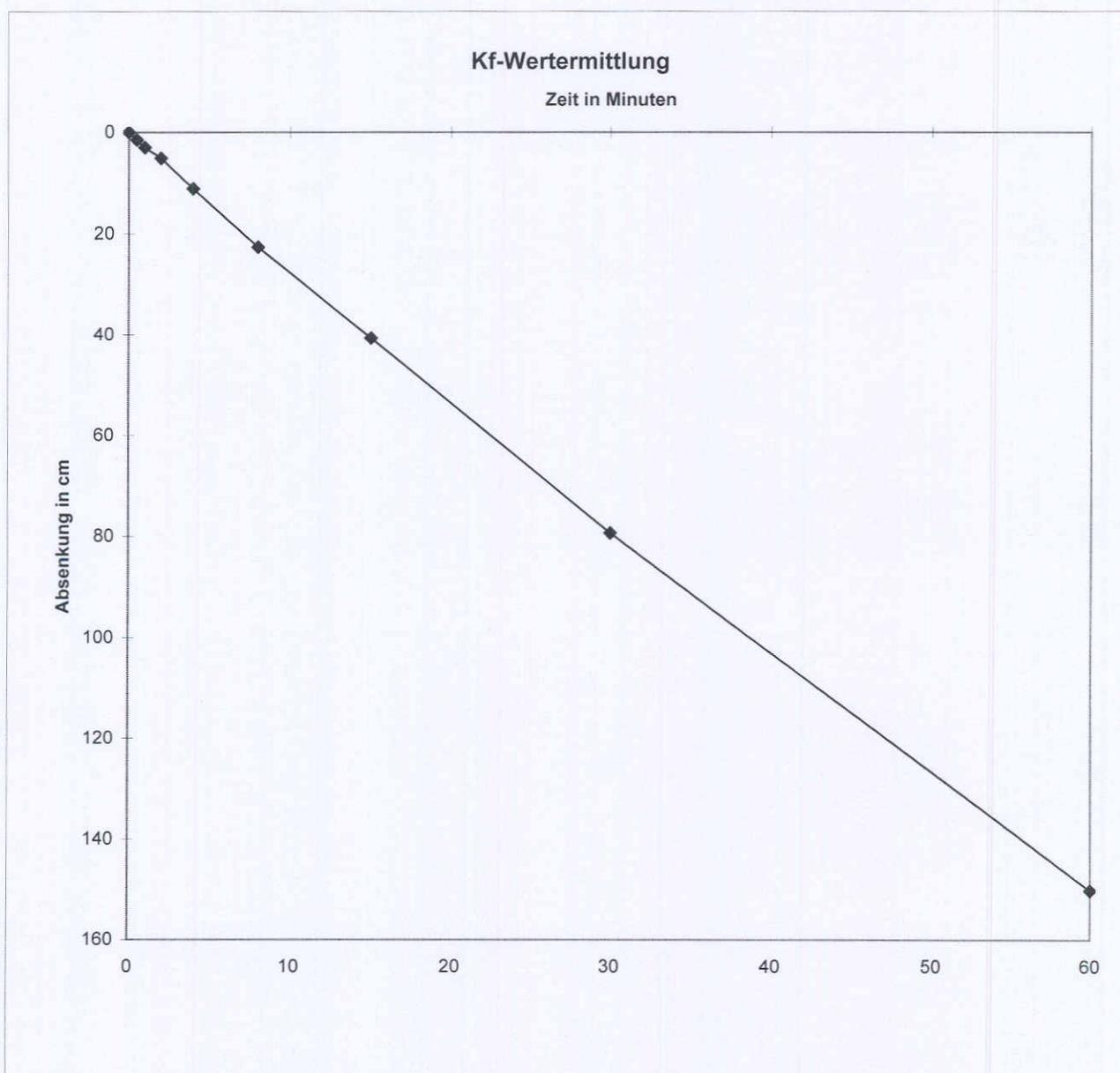
[veränderliches hydraulisches Gefälle]

Projekt Nr.: G291008A	Versuch-Nr.: 3	bei Bohrung: VS3
Bauvorhaben: Fürth/Atzenhof, Hornackerweg	OK-Pegel in m ü. Gok.: 0,56	
Bebauungsplan Nr. 430a	Pegelsonhle in m u. Gok.: 1,50	
Ausgef. am: 06.11.2008 durch: O. Lemtis	Grundwasser im Pegel:	v. OK Pegel

Kf-Wert:

2,87E-06 m/sek

[nach US-Earth Manual (1974)]



Kf-Wertermittlung durch Absenkversuch

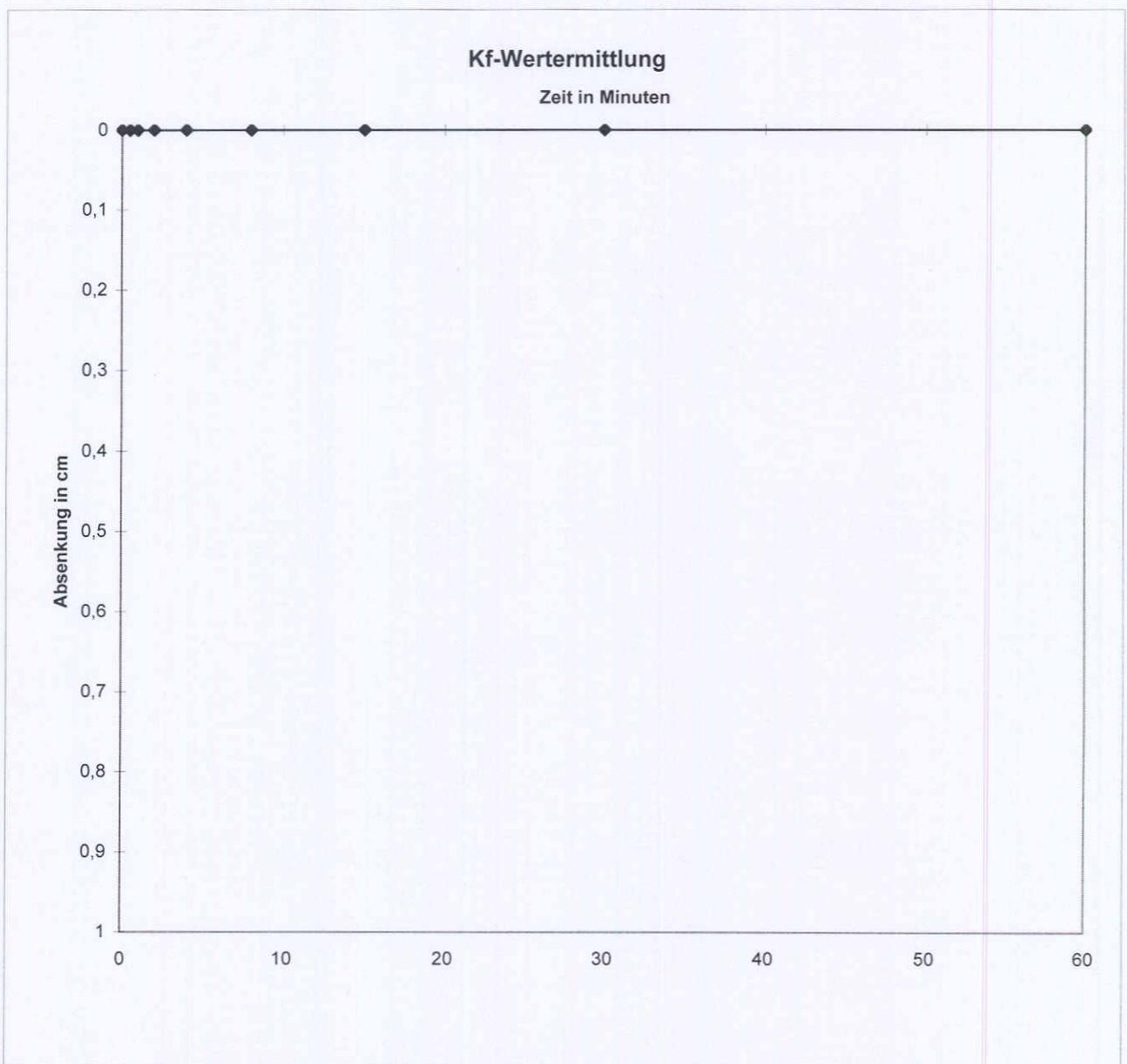
[veränderliches hydraulisches Gefälle]

Projekt Nr.: G291008A	Versuch-Nr.: 4	bei Bohrung: VS4
Bauvorhaben: Fürth/Atzenhof, Hornackerweg	OK-Pegel in m ü. Gok.: 0,10	
Bebauungsplan Nr. 430a	Pegelsonhle in m u. Gok.: 1,96	
Ausgef. am: 06.11.2008 durch: O. Lemtis	Grundwasser im Pegel:	v. OK Pegel

Kf-Wert:

keine Versickerung

[nach US-Earth Manual (1974)]



BV Fürth/Atzenhof
Bebauungsplan Nr. 430a
Hornackerweg
- G291008A -

Tabelle der Höhen der Bohr-,
Versickerungs- und Messpunkte

Standort	Höhe in (m)
Messpunkt 1 Schachtdeckel (Lage siehe Plan)	294,52
Bohrung 1	295,26
Bohrung 2	296,62
Bohrung 3	297,21
Versickerungsversuch 1	296,34
Versickerungsversuch 2	295,97
Versickerungsversuch 3	297,74
Versickerungsversuch 4	296,22

Bei dem Versuch VS4 im nordwestlichen Abschnitt des Baugebietes konnte über einen Zeitraum von 60 Minuten keinerlei Versickerung festgestellt werden.

Ansonsten wurden bei den Absenkversuchen folgende Durchlässigkeiten ermittelt:

Tabelle 2

Versuch	k_f -Wert
VS1	$1,12 \cdot 10^{-6}$ m/sec
VS2	$5,98 \cdot 10^{-7}$ m/sec
VS3	$2,87 \cdot 10^{-6}$ m/sec
VS4	--

Gemäß **DIN 18130** können die anstehenden Keupersande mit Letteneinlagerungen somit bei einem mittleren **k_f -Wert $\sim 1,5 \cdot 10^{-6}$ m/sec** als schwach wasserdurchlässig eingestuft werden.

Weitere Einzelheiten zu dem Ergebnis der Untersuchungen sind den beigefügten Anlagen zu entnehmen.

3. Folgerungen für die Gründung und Hinweise zur Bauausführung

3.1 Wohnhäuser

Nach dem Ergebnis der Aufschlussbohrungen setzt sich der Baugrund im Baugebiet Nr. 430a, am Hornackerweg in Fürth/Atzenhof überwiegend aus sog. Keupersanden mit Letteneinlagerungen zusammen. Bereits in teilweise geringen Tiefen von $\sim 2,50$ m erfolgt der Übergang zum Sandstein/Sandsteinaufschalung (z.B. Bohrung 1). Der Baugrund ist für die Gründung von unterkellerten Einfamilienwohnhäusern ausreichend tragfähig. Bei unterkellerten Gebäuden ist davon auszugehen, dass diese durchweg im mitteldicht bis dicht gelagerten Keupersand mit Letteneinlagerungen bzw. im Übergang zum mürben Sandstein/Sandsteinaufschalung gegründet werden, wobei wir für unterkellerte Gebäude eine Plattengründung $d \geq 25$ cm empfehlen. Im Allgemeinen können bei derartigen Verhältnissen Bodenpressung von max. $\sigma = 300 \text{ kN/m}^2$ unter Beachtung der **DIN 1054** zugelassen werden. Da jedoch die Bohrungen teilweise sehr große Abstände aufweisen, sind die Baugrundverhältnisse vom Baugrundsachverständigen während der Bauausführung zu prüfen.

Nicht unterkellerte Gebäude sind in mind. frostfreier Tiefe, d.h. 1 m u. Gel. auf Einzel- und Streifenfundamenten zu gründen. Hierbei gelten die Tabellenwerte der **DIN 1054, Tab. A2**.

Die Abdichtung ins Erdreich einbindender Bauteile muss bei Einbindetiefen $t < 3,00 \text{ m}$ unter Beachtung der **DIN 19185, T.6**, gegen „kurzzeitig aufstauendes Sickerwasser“ erfolgen. Bei größeren Einbindetiefen muss gegen „drückendes Wasser“ abgedichtet werden. Kellerlichtschächte an den Gebäuden sind wasserundurchlässig auszuführen bzw. kontrolliert zu entwässern. Bei nicht unterkellerten Gebäuden ist die Mindestabdichtung nach **DIN 18195, T.4**, gegen Bodenfeuchtigkeit, ausreichend.

Da uns für die geplanten Gebäude keinerlei Unterlagen vorliegen, handelt es sich hierbei um allgemeine Aussagen, die im Einzelfall zu überprüfen sind.

3.2 Erschließung

Die Abwasserkanäle werden, von uns angenommen, in Tiefen von max. 3,00 m u.Gel. verlegt. Nach dem Ergebnis der Untersuchungen ist dabei in der Grabensohle mit dicht gelagerten Keupersanden und festen Letten bzw. dem Übergang zum mürben Sandstein zu rechnen. Die Verlegung der Rohre erfolgt in einem Sandbett, wobei der Sand bis ca. 30 cm über Rohrscheitel reichen sollte. Die Anforderungen der **DIN EN 1610** sind zu beachten.

Wir gehen davon aus, dass die Kanalgräben geböscht, unter Beachtung der **DIN 4124**, mit max. $\beta = 45^\circ$ ausgebildet werden bzw. zur Sicherung der Kanalgräben Verbauelemente, sog. Kringselemente, eingesetzt werden. Während der Bauzeit kann es dabei, je nach Witterung, zu Andrang von Schichtenwasser bzw. Niederschlagswasser kommen und notwendig werden, zufließendes Grundwasser über eine offene Wasserhaltung abzusenken. Da der anstehende Sandstein nicht rammbaar ist, kann ein senkrechter Baugrubenverbau mit Spundbohlen oder Kanaldielen nicht empfohlen werden.

Bei den Aushubarbeiten für die Kanalgräben erwarten wir des Weiteren erdfeuchte, schluffig/tonige Sande und halb feste bis feste, sandige Schluff/Tone. Diese Sedimente der **Bodengruppe SU/SU*** nach **DIN 18196** sind bei überwiegend sandigem Charakter im erdfeuchten Zustand gut einbau- und verdichtbar, so dass gegen die Wiederverwendung dieser Erdstoffe aus bodenmechanischer Sicht keine Bedenken bestehen.

Wir weisen jedoch darauf hin, dass bei Zutritt von Oberflächenwasser bzw. Schichtenwasser diese Erdstoffe verdichtungsunwillig werden und dann nicht wiederverwendbar sind. Die sandigen Anteile im erdfeuchten Zustand sollten daher nach Aushub von den mehr bindigen Anteilen abgetrennt und sofort in die bereits fertiggestellten Haltungen wieder lagenweise eingebaut und verdichtet werden. Bei seitlicher Lagerung ist eine Abdeckung der Mieten mit Planen dauerhaft erforderlich. Darüber hinaus sollte in der Ausschreibung der Einbau von verdichtungswilligem Fremdmaterial der **Bodengruppen SU/SU*** nach **DIN 18196** vorgesehen werden. Wie erwähnt, sind bindige, eingelagerte Schluff/Tone verdichtungsunwillig und daher auszusortieren.

Nach **DIN 18300** für Erdarbeiten und **DIN 18196** für bautechnische Zwecke sind die angetroffenen Erdstoffe folgenden Bodenklassen/-gruppen zuzurechnen:

Bodenart	Bodenklasse nach DIN 18300	Bodengruppe nach DIN 18196
Sand, schluffig/tonig bis stark schluffig/tonig	3 bis 4	SU/SU*
Schluff/Ton, sandig bis stark sandig, halbfest bis fest	4 bis 5	UL/TL, TA
Sandstein/Sandsteinaufschuttung, mürbe	6	SU/SU*

Wir gehen davon aus, dass während der Erdarbeiten überwiegend Erdstoffe der **Bodenklasse 4, 5** und teilweise **3**, sowie im Bereich des Sandsteins leichter Fels der **Bodenklasse 6** aufgeschlossen werden.

Darüber hinaus ist nicht auszuschließen, dass im Keupersandstein in unterschiedlicher Mächtigkeit und Tiefe auch harte Bänke, z.B. Quaken, Arkosen, auftreten, die bei entsprechendem Trennflächengefüge der **Bodenklasse 7** zuzurechnen sind. Aufgrund der festgestellten Baugrundverhältnisse und der angenommenen Grabbtiefe gehen wir davon aus, dass dies jedoch nur in untergeordneter Menge auftreten kann. Wir empfehlen daher, hierfür eine Evtl.-Pos. im LV-Erdarbeiten, vorzusehen.

Nach der **ZTVE-StB** sind die im oberflächennahen Bereich anstehenden Erdstoffe überwiegend den Frostempfindlichkeitsklassen **F2** und **F3** zuzurechnen. Die geplante Anliegerstraße ist dabei der **Bauklasse VI** nach **RSTO 2001** zuzurechnen, so dass bei der maßgebenden Frostempfindlichkeitsklasse **F3** der Richtwert für die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus 50 cm beträgt. Auf diesen Richtwert werden Zu- und Abschläge infolge örtlicher Verhältnisse eingerechnet. Da das Gebiet in der Frosteinwirkungszone II liegt, ist dabei ein Zuschlag von 5 cm auf somit eine Gesamtstärke 55 cm erforderlich.

Darüber hinaus ist auf dem Erdplanum gem. **ZTVE-StB** eine Mindesttragfähigkeit von $E_{v2} > 45 \text{ MN/m}^2$ durch Plattendruckversuche nach **DIN 18134** nachzuweisen.

Wir gehen davon aus, dass die anstehenden Sande diese Tragfähigkeiten aufweisen bzw. durch Verdichten mit einem schweren Verdichtungsgerät diese Tragfähigkeit erzielt werden kann. Nur bei Antreffen von bindigen Erdstoffen (z.B. Bereich Bohrung 1) kann es erforderlich werden, einen Teilbodenaustausch vorzunehmen und die Tragschichten unterhalb der Fahrbahnen zu verstärken. Hierbei gehen wir von Verstärkungen um ca. 20 cm aus.

Die Sickerfähigkeit des Baugrundes wurde durch 4 Versuche überprüft. Im Versuch VS4 wurde innerhalb 60 Minuten keinerlei Versickerung festgestellt. In den Versuchen VS1 bis VS3 wurde der mittlere Durchlässigkeitsfaktor k_f mit $\sim 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m/sec}$ festgestellt.

Nach **DIN 18130** ist der Untergrund somit bis ca. 2 m bis 3 m u. Gel. als schwach wasserdurchlässig einzustufen. Darunter ist der anstehende Sandstein als sehr schwach wasserdurchlässig bzw. als wasserstauend einzustufen ($k_f \leq 1 \cdot 10^{-8} \text{ m/sec}$).

Für die Bemessung und Ausführung von Sickereinrichtungen ist das Arbeitsblatt **ATV DVWK A138** zu beachten. Darin wird eine Versickerung nur in Böden mit $k_f > 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/sec}$ empfohlen. Des Weiteren ist zwischen der Sickereinrichtung und dem Grundwasser ein Flurabstand von $> 1 \text{ m}$ einzuhalten. Im Baugebiet wurde während der Baugrunduntersuchung kein Schichtwasserandrang festgestellt. Aufgrund der Höhenlage des wasserstauenden Sandsteins, sowie der unregelmäßig eingelagerten, nahezu wasserundurchlässigen Schluff/Tone kann jedoch ein Grundwasseranstieg bis in diese Höhe nicht ausgeschlossen werden.

Somit ist eine wirksame Versickerung von anfallendem Oberflächenwasser in vertikaler Richtung nicht gegeben.

Wir raten deshalb von dezentralen Versickerungsanlagen im Baugebiet ab.

Für erdstatische Berechnungen können folgende bodenmechanische Kennziffern angenommen werden:

Sand, schluffig/tonig bis stark schluffig/tonig

Wichte	$\gamma = 20,5 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi' = 32,5^\circ \text{ bis } 35^\circ$

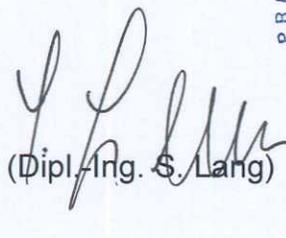
Sandstein/Sandsteinaufschuttungen, mürbe

Wichte	$\gamma = 22,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi' = 37,5^\circ$
Kohäsion	$c' = 10 \text{ bis } 30 \text{ kN/m}^2$

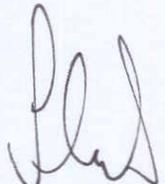
Gemäß **DIN 1054** ist vor Baubeginn die Übereinstimmung der Baugrundverhältnisse mit den Angaben des Baugrundgutachtens durch den Sachverständigen im Rahmen eines Ortstermines zu überprüfen. Außerdem weisen wir darauf hin, dass aufgrund der weiten Abstände der Bohrungen Detailaussagen zu den einzelnen Wohngebäuden nicht möglich sind.

Daher empfehlen wir die Abnahme der einzelnen Baugrubensohlen für die Wohnhäuser durch den Baugrund-sachverständigen.

Hierfür, zur Verdichtungskontrolle im Kanalgrabenbereich durch Rammsondierungen bzw. Plattendruckversuche im Vorfeld und während der Erschließungsmaßnahmen, sowie für weitere fachtechnische Beratung stehen wir auf Wunsch gerne zur Verfügung.


(Dipl.-Ing. S. Lang)




(Dipl.-Ing. H. Schulze)

Prüfsachverständiger für Erd- und Grundbau

Urkunde der Bayerischen Ingenieurekammer-Bau vom 09.11.2005

