

Geotechnisches Institut Prof. Dr. Gründer GbR
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Ingenieurgeologie und Hydrogeologie

Stadt Schwabach, Gewerbepark West

Baugrunduntersuchung und Baugrundgutachten / Geotechnischer Bericht

1. Bauabschnitt

Aktenzeichen: 22511b

Auftraggeber: Stadt Schwabach

Planung: Ingenieurbüro Batke & Partner, Kammerstein / Haag

Pyrbaum, den 12.12.2011

Prof. Dr. Jörg Gründer, Dipl.-Geol., öbuv SV
Stefan Gründer, Dipl.-Geol. (TU)



Ingenieurgeologen, Hydrogeologen
Beratende Ingenieure BYIK
Beratende Geowissenschaftler BDG

Büro Pyrbaum (bei Nürnberg)
Am Weinberg 19
90602 Pyrbaum
Telefon (09180) 9404-0
Telefax (09180) 9404-18
info@geogruender.de

Büro München
Schusterwolfstraße 25
81241 München
Telefon (089) 55135700
Telefax (089) 55135701
muenchen@geogruender.de



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 Veranlassung, Vorgang	1
2 Örtliche Feststellungen	2
2.1 Allgemeine Angaben	2
2.2 Bohrungen	3
2.3 Bohrungen zur Erkundung des Straßenaufbaus in der B 466	7
2.4 Rammsondierungen	8
2.5 Baugrundmodell	8
2.6 Versickerungsversuch	10
2.7 Asphaltanalysen	10
3 Geologie	11
4 Folgerungen	11
4.1 Allgemeines	11
4.2 Erdarbeiten / Geländemodellierung	12
4.3 Kanalbau	14
4.3.1 Allgemeine Empfehlungen beim Kanalbau	14
4.3.1.1 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse	14
4.3.1.2 Nähe zu bestehenden Bauwerken	15
4.3.1.3 Verbauarten	16
4.3.1.4 Zusätzliche Hinweise	17
4.3.2 Situation im Gewerbepark West	19
4.4 Straßenbau	22
4.5 Bodenkennwerte	24
4.6 Bodenklassen	25
4.7 Verdichtbarkeitsklassen	25
5 Regenrückhaltebecken	25
6 Schlussbemerkungen	27

Geotechnisches Institut Prof. Dr. Gründer GbR

öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Ingenieurgeologie und Hydrogeologie

Geotechnisches Institut Prof. Dr. Gründer GbR · Am Weinberg 19 · 90602 Pyrbaum

www.geogruender.de

über:
Stadt Schwabach
Ingenieurbüro
Batke & Partner
Albrecht-Achilles-Str. 6 - 8
Mainbachstraße 7a
91126 Schwabach
91126 Kammerstein/
Haag

Geotechnik · Ingenieurgeologie
Baugrundgutachten
Erd- und Grundbau
Boden- und Felsmechanik
Felssicherungen
Beweissicherungen
Hydrogeologie · Trinkwasser
Altlasten · Deponietechnik
Geothermie · Lagerstätten
Fachbauleitung
Gerichts- und Schiedsgutachten

Ihre Nachricht vom

Ihr Zeichen

Unser Zeichen

Pyrbaum,

22511 b-Grs/mm

12.12.2011

Stadt Schwabach, Gewerbepark West

Baugrunduntersuchung und Baugrundgutachten / Geotechnischer Bericht

1. Bauabschnitt

1 Veranlassung, Vorgang

Die Stadt Schwabach beabsichtigt die Errichtung bzw. Erschließung des Gewerbeparks West (Übersichtslageplan, **Anlage 1**).

Mit den Planungsarbeiten ist das Ingenieurbüro Batke & Partner, Kammerstein-Haag, beauftragt.

Wir wurden mit der Durchführung einer Baugrunduntersuchung und der Erstellung eines Baugrundgutachtens (Geotechnischer Bericht) beauftragt.

Prof. Dr. Jörg Gründer, Dipl.-Geol., öbuv SV
Stefan Gründer, Dipl.-Geol. (TU)



Ingenieurgeologen, Hydrogeologen
Beratende Ingenieure BYIK
Beratende Geowissenschaftler BDG

Büro Pyrbaum (bei Nürnberg)
Am Weinberg 19
90602 Pyrbaum
Telefon (09180) 9404-0
Telefax (09180) 9404-18
info@geogruender.de

Büro München
Schusterwolfstraße 25
81241 München
Telefon (089) 55135700
Telefax (089) 55135701
muenchen@geogruender.de



Die durchgeführten Baugrunduntersuchungen beziehen sich auf den 1. Bauabschnitt und wurden auftragsgemäß in 2 Untersuchungsabschnitten durchgeführt.

Im 1. Untersuchungsabschnitt wurden zunächst orientierende Baugrundaufschlüsse (3 Bohrungen, 3 Rammsondierungen) durchgeführt.

Über diese Ergebnisse wurde eine erste geotechnische Stellungnahme erstellt und vorgelegt (Az.: 22511, unser Bericht vom 16.05.2011).

Nunmehr wurden in einem 2. Untersuchungsabschnitt verdichtende Untersuchungen ausgeführt.

2 Örtliche Feststellungen

2.1 Allgemeine Angaben

Am 02.05.2011 und am 19.10.2011 wurden gemeinsam mit Herrn Lippert, Ingenieurbüro Batke & Partner, Ortsbesichtigungen mit einhergehender Festlegung des genauen Untersuchungsprogramms durchgeführt.

Beim zur Bebauung vorgesehenen Grundstück handelt es sich um überwiegend landwirtschaftlich genutzte Flächen, die in nördliche Richtungen einfallen. Nach Auskunft von Herrn Lippert sahen die ursprünglichen Planungen vor, besonders im nördlichen Bereich des Geländes, in dem eine relativ starke Hangneigung vorliegt, durch Geländeab- bzw. -auftrag eine Egalisierung bzw. Terrassierung des Geländes zu erreichen.

Da die Ergebnisse des 1. Untersuchungsabschnittes, bei dem die drei Bohrungen **B 1 - B 3** sowie jeweils daneben die drei Schweren Rammsondierungen **DPH 1 - DPH 3** durchgeführt wurden, auf oberflächennahe Aufweichungen bis 1,5 m unter GOK sowie auf eine relativ hoch liegende Felsoberkante (ab ca. 2,8 m unter GOK) hingewiesen haben, liegen zwischenzeitlich geänderte Planungsüberlegungen vor.

Demnach soll kein bzw. kaum mehr Geländeabtrag erfolgen, vielmehr sind nunmehr zum Erreichen des gewünschten Geländeniveaus z. T. erhebliche Materialaufträge vorgesehen.

Zur Abklärung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden in den beiden Untersuchungsabschnitten an den im Lageplan (**Anlage 2**) gekennzeichneten Stellen insgesamt 10 Bohrungen (**B 1 - B 10**) sowie unmittelbar der jeweiligen Bohrung benachbart die Schweren Rammsondierungen **DPH 1 - DPH 10** angeordnet.

Höhenmäßig wurden die Untersuchungspunkte auf mNN eingemessen.

2.2 Bohrungen

In der **Tabelle 1** sind die Ergebnisse der Baugrundbohrungen übersichtlich zusammengestellt.

Tabelle 1: Bohrungen (Schichten von - bis in m unter GOK)

Bohrung	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7	B 8	B 9	B 10	Bodenklasse gemäß DIN 18 300
Ansatzhöhe, mNN	365,88	364,71	364,24	369,80	368,12	365,53	362,89	361,65	355,20	358,11	-
Oberboden / Ackerboden	0,0 - 0,3	0,0 - 0,8	0,0 - 0,2	0,0 - 0,4	0,0 - 0,2	0,0 - 0,3	0,0 - 0,3	0,0 - 0,2	0,0 - 0,3	0,0 - 0,3 Auffüllung	1
Sand, z. T. schwach schluffig	2,8 - 3,0	2,1 - 2,9	1,2 - 2,8	0,9 - 1,4	0,2 - 2,8	-	0,8 - 1,45 2,1 - 2,5 4,1 - 4,6	-	3,1 - 4,7 4,8 - 4,9	0,8 - 3,2	3
Sand, (stark) schluffig	0,3 - 1,4 1,7 - 2,6	1,5 - 2,1	-	0,4 - 0,7	-	0,7 - 2,7	0,3 - 0,8 1,45 - 2,1 2,5 - 4,1	0,2 - 1,9 2,9 - 3,8	4,7 - 4,8	0,3 - 0,8	4
Ton / Schluff / Sand+Schluff, weich	-	0,8 - 1,5	0,2 - 0,7	-	-	0,3 - 0,7	-	-	0,3 - 2,1	-	4
Ton / Schluff / Sand+Schluff, steif (-halbfest)	1,4 - 1,7 2,6 - 2,8	-	0,7 - 1,2	0,7 - 0,9	-	2,7 - 3,9	4,6 - 5,0	1,9 - 2,9	2,1 - 3,1	-	
Sandstein, mürbe - mittelhart	3,0 - 3,5	ab 2,9 KBF	2,8 - 3,0 KBF	1,4 - 1,5 KBF	2,8 - 2,9 KBF	3,9 - 4,0 KBF	5,0 - 5,1 KBF	3,8 - 3,9 KBF	4,9 - 5,0 KBF	3,2 - 3,3 KBF	6 mit weiterer Tiefe auch 7?!
Sandstein, (mittelhart-) hart	3,5 - 4,0 hart ab 4,0 KBF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
Wasser, m unter GOK	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	-

KBF = Kein Bohrfortschritt
KW = Kein Wasser

Der Baugrund ist überwiegend aus schluffigen Sanden aufgebaut, denen steif (-halbsteife) Zwischenschichten eingelagert sind. Stellenweise liegen auch weiche Schichten (nicht tragfähig) bis in unterschiedliche Tiefen vor.

Die Schichtung (**Tabelle 1**) wird wie folgt beschrieben:

Oberboden / Ackerboden

Der Oberboden ist zwischen 0,2 m und 0,4 m dick, lediglich im Bereich von **B 2** erreicht er eine ausnehmend große Mächtigkeit von 0,8 m.

Ton / Schluff / Sand+Schluff, weich

Bindige Schichten aus Ton bzw. Schluff bzw. Sand-Schluff-Gemischen von weicher Beschaffenheit wurden bei den Bohrungen **B 2, B 3, B 6 und B 9** unterhalb des Oberbodens bis in Tiefen zwischen 0,7 m und maximal 2,1 m unter GOK festgestellt.

Ton / Schluff / Sand+Schluff, steif (-halbsteif)

Bindige Schichten von steifer und z. T. steif bis halbfester Beschaffenheit weisen eine Mächtigkeit von wenigen bis mehreren Dezimetern auf und wurden bei den meisten (aber nicht allen) Bohrungen festgestellt. Diese Schichten wurden hierbei in stark unterschiedlicher Tiefenlage angetroffen.

Sande, ± schluffig

Im Übrigen wird der Baugrund aus zumeist ± schluffigen Sanden aufgebaut. Diese reichen in der Regel bis zum unterlagernden Felshorizont und somit bis in Tiefen zwischen 1,4 m (**B 4**) und 5,0 m (**B 7**).

Sandstein

Bei der Bohrung **B 4** wurde die Felsoberkante bereits bei 1,4 m unter GOK angetroffen. Im Übrigen liegt die Felsoberkante im südlichen Teil des Baugebiets bei ca. 2,8 m bis 3,9 m unter GOK.

Im nördlichen Teilbereich taucht die OK Sandstein etwas ab und es liegen Abstände zwischen Geländeoberkante und Felsoberkante zwischen 3,0 m und 5,0 m vor. Der Sandstein ist in seinen obersten Bereichen angewittert und von mürber bzw. mürber bis mittelharter Beschaffenheit und somit der Bodenklasse 6 zuzuordnen.

Mit dem Rammkernbohrverfahren ist mit Erreichen des Sandsteins ein weiterer Bohrfortschritt versagt.

Bei der Bohrung **B 1** wurde daher auf das Drehbohrverfahren umgestellt, welches einen Aufschluss im mürbe bis mittelharten Fels ermöglicht.

Sandstein von mürber bis mittelharter Beschaffenheit wurde bei der **B 1** von 3,0 m - 3,5 m unter GOK erbohrt. Darunter nimmt die Festigkeit weiter zu und liegt im Grenzbereich zwischen mittelhart und hart.

Ab 4,0 m unter GOK konnte im harten bis sehr harten Sandstein (Bodenklasse 7) kein Bohrfortschritt mehr erzielt werden.

Hier könnte ein weiterer Bohrfortschritt nur mittels Großbohrgerät (Doppelkernrohr) erfolgen.

Grundwasser

Grundwasser wurde nicht angetroffen.

Grundwassermessstellen

Die drei Bohrungen **B 1 - B 3** wurden mittels Filter- bzw. Vollrohren sowie Filterkies bzw. Dichtungston zu Grundwassermessstellen mit Durchmesser DN 40 ausgebaut.

Bohrprofile

Details zu den Bohrungen bzw. Grundwassermessstellen können den **Anlagen 3.1 - 3.10** entnommen werden, auf denen die Bohrprofile sowie die Pegelausbaupläne aufgezeichnet sind.

2.3 Bohrungen zur Erkundung des Straßenaufbaus in der B 466

Im Bereich der am südlichen Rand des geplanten Gewerbeparks West gelegenen Bundesstraße B 466 wurden die beiden Bohrungen **A 1 + A 2** bis zum Erreichen des vorhandenen Erdplanums durchgeführt.

Wie den Bohrprofilen auf den Anlagen **3.11** und **3.12** entnommen werden kann, ist der Asphaltbelag 0,27 m (Bohrung **A 1**) bzw. 0,23 m (Bohrung **A 2**) dick.

Die unterhalb des Asphaltbelages vorhandene Tragschicht besteht bei **A 1** und **A 2** aus schwach steinigen, sandig bis stark sandigen Kiesen mit nur sehr schwach schluffigen Nebengemengteilen und reicht bis 0,55 m bzw. 0,48 m unter GOK. Diese Materialien sind frostsicher im Sinne der ZTVE.

Das unterhalb der Schottertragschicht anstehende Erdplanum besteht zunächst aus feinteilfreien, sehr schwach feinkiesigen Mittel- bis Grobsanden. Diese wurden bis 0,75 m bzw. 0,70 m unter GOK festgestellt. Diese Sande sind ebenfalls frostsicher.

Darunter stehen schwach schluffige Sande bis 0,9 m (Bohrung **A 1**) bzw. 1,0 m (Bohrung **A 2**) unter GOK an. Bei der Bohrung **A 1** wurde zuunterst, d. h. zwischen 0,9 m und 1,0 m unter GOK, eine weich bis steife Schluffschicht erbohrt.

Grundwasser wurde bei beiden Bohrungen nicht angetroffen.

2.4 Rammsondierungen

Bei den Rammsondierungen gemäß DIN EN 22 476 (früher DIN 4094) wird ein Sondiergestänge mit definierter Schlagenergie in den Baugrund eingetrieben. Die Anzahl der Schläge pro 10 cm Eindringung stellt ein Maß für die Lagerungsdichte, Festigkeit und Tragfähigkeit des Baugrunds dar. Die Darstellung erfolgt in Rammdiagrammen mit Aufzeichnung der festgestellten Schlagzahlen N_{10} in Abhängigkeit von der jeweiligen Sondiertiefe.

Die Rammdiagramme der unmittelbar neben den Bohrungen **B 1 - B 10** durchgeführten 10 Schweren Rammsondierungen **DPH 1 - DPH 10** sind auf den **Anlagen 4.1 - 4.10** zeichnerisch dargestellt.

2.5 Baugrundmodell

Auf den **Anlagen 5.1 - 5.3** sind die Bohrprofile und Rammdiagramme nebeneinander im Sinne von Nord-Süd-orientierten Baugrundprofilen in höhenmäßiger Abhängigkeit dargestellt.

Anhand dieser Anlagen ist Folgendes ersichtlich:

Anlage 5.1

Die Rammdiagramme weisen im Oberboden bzw. Ackerboden und z. T. auch in den unterlagernden bindigen Sanden bzw. Sand-Schluff-Gemischen geringe Schlagzahlen auf, was auf eine lockere Lagerung bis in Tiefen von 0,7 m (**DPH 8**), 1,2 m (**DPH 2**) bzw. 0,3 m (**DPH 5**) hindeutet. Diese Schichten sind nicht tragfähig.

Darunter steigen die Schlagzahlen an und es liegen in den ± schluffigen Sanden mitteldichte bis dichte Lagerungsverhältnisse mit guten Tragfähigkeitseigenschaften vor.

Mit Erreichen der Sandsteinverwitterung (ab Tiefen zwischen 2,3 m und 3,4 m unter GOK) erfolgt ein sprunghafter Anstieg der Schlagzahlen im Rammdiagramm. Im Sandstein selbst war praktisch kein Eindringen mehr möglich.

Anlage 5.2

Hier wurden nicht tragfähige Schichten nur im Bereich von den oberflächennah festgestellten weichen Sand-Schluff-Gemischen, d. h. bis 0,7 m unter GOK festgestellt. Die darunter liegenden $\pm$ schluffigen Sande sowie die steif und steif bis halbfesten Tone weisen mittlere und hohe Schlagzahlen auf. Es liegen hier eine mindestens mitteldichte Lagerung und gute geotechnische Eigenschaften vor.

Die Felsverwitterung wurde in Tiefen zwischen 2,4 m und 3,7 m unter GOK angetroffen. Im Fels selbst war ein weiterer Rammfortschritt versagt.

Anlage 5.3

Geringe Tragfähigkeiten zeichnen sich wiederum im Bereich der weichen Schluffe und Tone ab. Diese sind nur im Bereich von **DPH 9 / B 9** ausgebildet und reichen hier bis in Tiefen von 2,1 m.

Bei den bergan gelegenen Bohrungen / Sondierungen **B 7 / DPH 7, B 1 / DPH 1, B 4 / DPH 4** folgt unterhalb der ermittelten Oberbodenschichten bereits der mitteldicht gelagerte, sandige Baugrund mit einer guten Tragfähigkeit.

Sowohl bei **DPH 9** als auch bei den übrigen Rammsondierungen (**DPH 7, DPH 1, DPH 4**) werden mit weiterer Tiefe keine Schwachstellen festgestellt. Vielmehr wurden mindestens mittlere, zumeist sogar hohe Schlagzahlen ermittelt, was einer mindestens mitteldichten Lagerung und guten geotechnischen Eigenschaften entspricht.

Zur Tiefe hin steigen die Schlagzahlen in den verbackenen Sanden stark an. Im Bereich der zwischen 1,5 m und 5,0 m unter GOK anstehenden Felsoberkante konnte bereits nach wenigen Zentimetern bzw. Dezimetern kein weiterer Rammfortschritt mehr erzielt werden.

2.6 Versickerungsversuch

Im Bereich des bei **B 9** vorgesehenen Regenrückhaltebeckens wurde ein Versickerungsversuch in situ zur Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts (k-Wert) durchgeführt.

Die Auswertung erfolgte für den grundwasserfreien Raum nach dem Verfahren von CÉCÉN. Das Versuchsprotokoll ist auf **Anlage 6** dargestellt.

Mit dem Versickerungsversuch wurde ein charakteristischer k-Wert von $k = 1,8 \cdot 10^{-6}$ m/s ermittelt. Gemäß DIN 18 130 handelt es sich um einen „durchlässigen“ (an der Grenze zu „schwach durchlässigen“) Baugrund.

2.7 Asphaltanalysen

Die im Rahmen der o. g. Bohrarbeiten im Bereich der Bundesstraße B 466 gewonnenen Asphaltkerne (Bohrungen **A 1 + A 2**) wurden zur chemischen Analyse hinsichtlich teeranzeigender Polycyclischer Aromatischer Kohlenwasserstoffe PAK unserem chemischen Partnerlabor Agrolab GmbH, Bruckberg zur Analyse überbracht.

Wie den chemischen Prüfberichten (**Anlage 7**) entnommen werden kann, wurden nur sehr geringe PAK-Gehalte von 0,19 bzw. 0,11 mg/kg nachgewiesen. Der Phenolindex liegt mit < 0,01 mg/l unterhalb der Nachweisgrenze. Die Asphaltmaterialien sind daher als teerfrei zu beurteilen und auf Bitumenbasis aufgebaut.

Gemäß den LAGA M20-Richtlinien ist das Material nach LAGA < Z 0 einzustufen. Daher kann das Material uneingeschränkt dem Recycling zugeführt werden. Ausschlüsse für den Wiedereinbau ergeben sich nicht.

Gemäß RuVA-Stb 01 handelt es sich um „Ausbauasphalt“ der Verwertungsklasse A.

3 Geologie

Der geologische Untergrund wird von den Schichten des Coburger Sandsteins bzw. des Unteren Bursandsteins aus dem Keuper (Trias) gebildet. Überlagert werden die Schichten des Keupers von ihren eigenen sandigen und tonigen Verwitterungsprodukten.

Darüber liegen geologisch junge Sande mit z. T. sehr lockerer Lagerung (Quartär) vor.

4 Folgerungen

4.1 Allgemeines

Die Untersuchungen haben ergeben, dass in dem vorgesehenen Gewerbegebiet unterhalb des Oberbodens bzw. des Ackerbodens in einzelnen Bereichen nicht tragfähige Schichten in Form von weichen Schluffen bzw. Sand-Schluff-Gemischen und auch vereinzelt aufgelockerten Sanden vorliegen. Diese Aufweichungen bzw. Auflockerungen reichen bis in Tiefen von durchschnittlich 0,7 m bis maximal 1,2 m.

Lediglich im Bereich der im Nordwesten positionierten **B 9** (die im Bereich des geplanten Regenrückhaltebeckens bzw. des dort verlaufenden Siechweihergrabens liegt) liegen bis 2,1 m unter GOK weiche und weich-steife Tone und Schluffe vor. Hier reichen die nur gering tragfähigen Schichten also entsprechend tiefer als in den übrigen Bereichen.

Grundwasser wurde bei den Bohrarbeiten nicht angetroffen.

4.2 Erdarbeiten / Geländemodellierung

Die seitens der Planung vorgesehenen Erdarbeiten zur Geländemodellierung (Terrasierung der jeweiligen Grundstücke) sehen im Wesentlichen einen Geländeauftrag vor. Dieser beträgt in einigen Bereichen bis zu etwa 3,0 m.

Es wird im Hinblick auf die spätere Bebauung empfohlen, zunächst die nicht tragfähigen, aufgelockerten bzw. aufgeweichten Schichten zu entfernen. Diese wurden bis in folgende Tiefen festgestellt:

Tabelle 2: Tiefenlage des tragfähigen Baugrunds

Bohrung / Rammsondierung	Tiefenlage des tragfähigen Baugrunds
B 1 / DPH 1	direkt unterhalb des Oberbodens tragfähiger Baugrund
B 2 / DPH 2	Aufweichungen bis 1,2 m unter GOK, darunter tragfähiger Baugrund
B 3 / DPH 3	Aufweichungen bis 0,7 m, darunter tragfähiger Baugrund
B 4 / DPH 4	direkt unterhalb des Oberbodens tragfähiger Baugrund
B 5 / DPH 5	direkt unterhalb des Oberbodens tragfähiger Baugrund
B 6 / DPH 6	Aufweichungen bis 0,7 m unter GOK, darunter tragfähiger Baugrund
B 7 / DPH 7	direkt unterhalb des Oberbodens tragfähiger Baugrund
B 8 / DPH 8	Auflockerung bis 0,7 m, darunter tragfähiger Baugrund
B 9 / DPH 9	Aufweichungen bis 2,1 m unter GOK, darunter tragfähiger Baugrund
B 10 / DPH 10	direkt unterhalb des Oberbodens tragfähiger Baugrund

Nach dem Aushub der nicht tragfähigen Schichten soll das vorliegende Erdaushubplanum durch mindestens 5 Verdichtungsübergänge nachverdichtet werden. Sodann kann mit dem Geländeauftrag begonnen werden. Zum Einbau sollen vorzugsweise nichtbindige (d. h. sandig-kiesige) Materialien mit maximal 15 % Feinkornanteil gelangen.

Bindige und gemischtkörnige Materialien dürfen nur dann eingebaut werden, wenn sie im Vorfeld durch Fräsen und Einstellen des optimalen Wassergehalts entsprechend aufbereitet oder mittels Zufräsung von ca. 3 % Kalk-Zement-Gemisch stabilisiert werden.

Gröberkörnige Komponenten (steinig-blockiges Material ohne Kornabstufung) sollen nicht verwendet werden, da hier die Gefahr von Hohlraumbildungen und Nachsetzungen gegeben ist.

Der Einbau erfolgt in Schichten zu maximal 0,3 m unter jeweils 5-facher Nachverdichtung.

Die Aushubmaterialien sind überwiegend bindig und nicht zum Wiedereinbau geeignet, es sei denn, sie werden mittels Kalk-Zement-Zufräsung für den Einbau aufbereitet.

Grundsätzlich wird empfohlen, durch qualitätssichernde Maßnahmen (z. B. bei der Ausschreibung und bei Anlieferung von Materialien) auf die ordnungsgemäße Beschaffenheit zu achten. Dies ist im vorliegenden Fall besonders wichtig, da nur bei Beachtung der o. g. Materialkriterien die unvermeidlich ablaufenden Konsolidierungssetzungen auf einen Zeitraum von wenigen Tagen bis wenigen Wochen begrenzt werden.

Bei Einbau unzulässiger Materialien (z. B. weiche Schluffe / Tone) können diese Vorgänge im Extremfall mehrere Monate andauern.

Die seitens der Planung zur Überwindung des Geländesprungs von maximal 3 m vorgesehenen Böschungsneigungen von 1 : 3 bzw. 1 : 3,5 sind in dem überwiegend sandigen Baugrund zulässig.

4.3 Kanalbau

Im Kapitel 4.3.1 werden zunächst allgemeine Angaben zum Kanalbau gemacht. Anschließend wird im Kapitel 4.3.2 auf die Verhältnisse im Untersuchungsgebiet Bezug genommen. Hierin werden die möglichen Baugrundsituationen erläutert.

4.3.1 Allgemeine Empfehlungen beim Kanalbau

Beim Herstellen von Baugruben sind u. a. folgende Richtlinien zu beachten:

- DIN 4123: Gebäudesicherung im Bereich von Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen.
- DIN 4124: Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau.
- EAB: Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“.

In der Nähe einer vorhandenen Bebauung gelten grundsätzlich die folgenden allgemeinen Empfehlungen. Sie sind in Abhängigkeit von den jeweiligen Baugrundverhältnissen und vom Abstand zwischen Kanalgraben und Gründungstiefe der Gebäude bzw. Bauwerke (bestehende Leitungen, Kanäle, Straße) anzuwenden. Seitens der Planung ist zu überprüfen, inwieweit diese Empfehlungen Anwendung finden müssen.

4.3.1.1 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

Zunächst ist zu beurteilen, ob günstige oder ungünstige Baugrund- und Grundwasserverhältnisse vorliegen.

Günstige Bodenverhältnisse

Günstig ist hierbei ein bindiger Untergrund mit einer mindestens steifen Beschaffenheit sowie kohäsiver, sandiger und kiesiger Untergrund sowie anstehender Fels.

Ungünstige Bodenverhältnisse

Ungünstig ist weicher bis sehr weicher, bindiger Boden oder „rolliger, kohäsionsloser“ Sand und Kies. Wasser ist sehr ungünstig.

4.3.1.2 Nähe zu bestehenden Bauwerken

Als Nächstes ist die Nähe zur Bebauung (auch Einfriedungen oder Leitungsbauwerke) zu beurteilen.

Zur Beurteilung der möglichen Gefährdung einer vorhandenen Bebauung ist im Wesentlichen die Neigung der Verbindungslinie zwischen der Fundamentunterkante und der Kanalgrabensohle maßgeblich.

Weiterhin ist bei der Beurteilung der Gefährdung der Zustand, die Konstruktion und die Größe der vorhandenen Gebäude zu berücksichtigen.

In Abhängigkeit von der Neigung der Verbindungslinie zwischen Fundamentunterkante und Kanalgrabensohle ergibt sich Folgendes:

Verbindungslinie bis zu 30° geneigt (bei ungünstigen Verhältnissen)

Allgemein kann davon ausgegangen werden, dass bei auch ungünstigen Verhältnissen ein herkömmlicher Kanalgrabenverbau mittels Verbauplatten genügt, wenn die Verbindungslinie zwischen Fundamentunterkante und Grabensohle unter einem Winkel bis zu 30° geneigt ist.

Verbindungslinie bis zu 45° geneigt (bei günstigen Verhältnissen)

Liegen günstige Baugrund- und Grundwasserverhältnisse vor, dann kann dieser Winkel bis zu etwa 45° gewählt werden. Der Stahlplattenverbau ist dann jedoch im sog. „Absenkverfahren“ auszuführen, und die Öffnung des Kanalgrabens ist auf kurze Abschnitte (z. B. eine Verbauplatte) zu beschränken.

Ein Gleitschienenverbau kann bei tieferen Kanalgräben das Einbringen und den Rückbau erleichtern und erschütterungsärmer gestalten.

Mit dem Erreichen der Endtiefe des Verbaus sind die Platten gegenseitig auszusteifen. Eventuelle Hohlräume zwischen Verbauplatten und der Kanalgrabenwand sind unverzüglich mit geeignetem Material (z. B. trockener Sand oder Rieselmaterial, Splitt) zu verfüllen.

Verbindungsline größer als 30° (bei ungünstigen Verhältnissen) bzw. 45° (bei günstigen Verhältnissen) geneigt

Weist die Verbindungsline Neigungswinkel größer als 30° bei ungünstigen Böden oder größer als 45° bei günstigen Böden auf, dann ist ein starrer Verbau erforderlich, der eine Bewegung des Bodens neben dem Graben ausschließt.

Der Verbau muss zu diesem Zweck dem Aushub vorausseilen, damit keine Hohlräume zwischen der Verbauwand und dem anstehenden Boden verbleiben bzw. entstehen. Geeignet hierfür ist ein Verbau mittels Spundwänden (mit Schloss; bei Wasser), eventuell unter Einschränkung auch mittels Kanaldielen (u. a. falls kein Wasser ansteht oder dieses sicher abgesenkt wird).

4.3.1.3 Verbauarten

Neben dem Plattenverbau (siehe oben, auch Absenkverfahren) stehen folgende Verbauarten zur Wahl:

Gleitschienenverbau

Beim Gleitschienenverbau liegen eine obere und eine untere Verbauplatte vor. Nach dem Einbringen der oberen Platte kann die untere Platte mittels senkrechter Schienen nach unten eingebaut bzw. rückgebaut werden. Besonders bei größeren Grabentiefen wird hierdurch das Einbringen und vor allen Dingen das Ziehen des Verbaus erschütterungsärmer und effizienter.

Dielenkammer-Verbau

Günstig ist auch der Einsatz von Dielenkammer-Verbau-Einheiten (DKE). Die an beiden Seiten des Grabens angeordneten Kammerelemente (Höhe: 0,75 m bis 2,0 m) bilden gleichzeitig die Führung und die obere Abstützung eines Verbaus mit Kanaldielen (ggf. auch Spundwanddielen mit Schloss).

Die Kammerelemente werden zunächst fest am Erdreich angepresst. Die Kanaldielen werden sodann in die DKE eingestellt und nachgedrückt. Unten werden sie ausgesteift oder in den Boden eingespannt. Es ist dafür Sorge zu tragen, dass zwischen den Dielen kein Material ausrieselt bzw. sind Spundwanddielen mit Schloss einzusetzen oder das Wasser ist so abzusenken, dass keine Ausspülungen auftreten.

Durch das richtungstreue Einbringen und Ziehen der Spunddielen erweist sich diese Verbauart als besonders verformungsarm.

4.3.1.4 Zusätzliche Hinweise

Felsiger Baugrund

Steht schwer bis nicht rammbarer Fels an, dann können vor dem Rammen in einem angewitterten oder geklüfteten Fels Entspannungsbohrungen ausgeführt werden.

Bei einem massiveren, wenig geklüfteten und standsicheren Fels ist die oberhalb der Grabensohle auf dem Fels endende Spundwand im Fußbereich zusätzlich abzustei-fen.

Als weitere Alternative bietet sich bei anstehendem massivem und weniger geklüftetem Fels die Ausführung einer Trägerbohlwand (Berliner Verbau) oder die Ausführung eines herkömmlichen Holzverbaus an (DIN 4124).

Rückbau des Verbaus

Der Rückbau des Verbaus hat grundsätzlich so zu erfolgen, dass keine Auflockerungen bzw. Hohlräume zurückbleiben (u. a. lagenweise verdichtete Verfüllung, sukzessive mit dem Ziehen).

Verlorener Verbau

Beträgt der Abstand zwischen Spundwand und Gebäude weniger als 2 m, so wird empfohlen, die Spundwand als „verlorenen Verbau“ im Boden zu belassen.

Bei einem nachträglichen Ziehen der Spundwand können sich nämlich durch das Schließen der beim Ziehen entstehenden Hohlräume Setzungen am Gebäude ergeben, deren Betrag ungefähr der Dicke des Spundwandprofils entspricht.

Kein Nachbrechen im Straßenbereich

Sollte - entgegen der o. g. Voraussetzungen - auch im Straßenbereich („rollige Tragschicht“ sowie evtl. Leitungsbauwerke) und ggf. im Bereich von Einfriedungen, Gartenmauern, Garagenzufahrten etc. ein Nachverformen verhindert werden müssen, dann ist es erforderlich, einen starren Verbau vorzusehen, der eine Bewegung des Bodens neben dem Graben ausschließt.

Der Verbau muss zu diesem Zweck dem Aushub vorausseilen, damit keine Hohlräume zwischen der Verbauwand und dem anstehenden Boden verbleiben bzw. entstehen. Geeignet hierfür ist ein Verbau mittels Spundwänden, eventuell unter Einschränkung auch mittels Kanaldielen (siehe oben).

Das Dielenkammer-Verfahren ist ebenfalls geeignet. Bei Wasserandrang ist jedoch zu berücksichtigen, dass zwischen den Dielen ein Ausspülen von Bodenmaterial nicht ausgeschlossen werden kann (dann ggf. Spundwand mit Schloss).

Arbeitsweise, Erschütterungen

Beim Einbringen ist ein Verfahren zu wählen, bei dem die Gebäude möglichst wenig gefährdet werden. So stellt - im Hinblick auf Erschütterungen und möglicher Nachsackungen der Gebäude beim Spundwandverbau - das Einpressen der Spundwandteilen die günstigste Lösung dar.

Bei einem Einrammen muss eine hochfrequente Vibrationsramme verwendet werden, deren Schwingfrequenz über der Eigenfrequenz des Gebäudes liegt. Erschütterungsmessungen während der Rammung können empfohlen werden.

In Ausnahmefällen kann Einschlagen günstiger sein als Einrammen.

4.3.2 Situation im Gewerbepark West

Die Kanalgräben erhalten eine durchschnittliche Tiefe von etwa 3,0 bis 4,0 m. Dies bedeutet, dass ihre Sohle durchwegs im tragfähigen Untergrund zu liegen kommt. Dieser besteht entweder aus $\pm$ schluffigen Sanden und bereichsweise auch steifen und steif-halbfesten Tonen.

Verbreitet wird mit den vorgesehenen Kanalsohlen aber bereits in den Keuper-sandsteinhorizont eingeschnitten. Dies betrifft zumeist die unteren Dezimeter der Grabenherstellung. Vereinzelt (z. B. bei **B 4**) wurde Sandstein aber bereits deutlich höher (**B 4** ab 1,4 m unter GOK) angetroffen.

Gemäß dem Bohrergebnis aus der Bohrung **B 1** liegt der Fels nur in seinen obersten Dezimetern stärker geklüftet und von geringerer Härte (mürbe - mittelhart = Bodenklasse 6) vor.

Darunter gewinnt das Material eine harte Beschaffenheit (Bodenklasse 7) und es sind entsprechende Mehraufwendungen zu erwarten (z. B. Felsmeißel = Specht, Felsfräse etc.).

Mit dem Antreffen von Grundwasser bei der Kanalgrabenherstellung muss nicht gerechnet werden. Da jedoch die Untersuchungen in einer ausnehmend trockenen Jahreszeit durchgeführt wurden, kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass sich im Bereich bindiger oder gemischtkörniger Lagen Stau- bzw. Schichtenwasserhorizonte bilden, die dann den Kanalgräben zutreten können.

Baugrubenböschungen / Verbau / Wasserhaltung

Da nach den uns vorliegenden Informationen mit den Kanalgräben nicht in die gemäß DIN 4123 definierten Bodenaushubgrenzen benachbarter Bauwerke (Gebäude, Straßen, Leitungen etc.) eingeschnitten wird, können die Kanalgräben voraussichtlich frei abgebösch werden.

Hierfür können folgende Böschungswinkel gewählt werden:

Sand, ± schluffig:	45° (wird meistens angetroffen)
Ton / Schluff, weich:	45° (wird ohnehin vor Baubeginn ausgekoffert)
Ton / Schluff, steif-halbfest:	60°
Sandstein, mürbe-mittelhart, z. T. hart:	70 - 75°

Als Alternative zum freien Abböschchen können die Kanalgräben mit einem herkömmlichen Verbau (Plattenverbau) gesichert werden.

Für den Fall, dass Stau- bzw. Schichtenwässer angetroffen werden, müssen diese (aller Voraussicht nach nur geringen Wassermengen) mittels einer Wasserhaltung abgepumpt werden. Dies kann durch eine offene Wasserhaltung, bestehend aus Pumpensäumpfen und Sohldränagen, erfolgen.

Rohrgrabensohle

Bezüglich der Gestaltung der Rohrbettung und der Auflagerung des Rohrs sind die Empfehlungen der DIN EN 1610 zu beachten.

Im Bereich der Kanalgrabensohlen liegen die erforderlichen Tragfähigkeiten vor. Allerdings kann schluffig-toniges Material in der Sohle infolge von Wasserzutritt aufweichen. Hierfür soll eine 0,2 m dicke Schicht aus nichtbindigem Material im Leistungsverzeichnis als Eventualposition vorgehalten werden. Diese Schicht kann ggf. gleich als Sohldränage mit herangezogen werden, wenn feinteilfreies, dränagefähiges Material eingesetzt wird.

Eignung des Aushubmaterials zum Wiedereinbau

Wie bereits oben in Kap. 4.2 geschildert, sind für den (Wieder-) Einbau nur Materialien zulässig, die im Bereich der Kanalstrecken und der späteren Bebauung keine unzulässigen Setzungen bewirken. Die Materialien müssen also eine entsprechende Tragfähigkeit und Verdichtbarkeit aufweisen. Die überwiegend zum Aushub gelangenden sandigen Materialien können erfahrungsgemäß zum Wiedereinbau verwendet werden, sofern der Feinkorngehalt (Ton-/Schluff-Gehalt) nicht größer als 15 % ist.

Schluffige und stark schluffige Sande sowie Schluffe und Tone können nicht qualifiziert verdichtet werden und müssen abgefahren werden.

Alternativ können diese Materialien vor Einbau mittels Kalk-Zement-Beifräsung stabilisiert werden.

4.4 Straßenbau

Ermittlung der Dicke des frostsicheren Oberbaus

Das Gebiet liegt in der Frosteinwirkungszone III gemäß RStO.

Aufgrund der verbreitet ausgebildeten schluffigen und stark schluffigen Sande SU / SU* sowie aufgrund der bereichsweise auftretenden Schluffe und Tone UM / TM ergibt sich hinsichtlich der Frostempfindlichkeit eine Einstufung gemäß ZTVE als sehr frostempfindlich (F 3).

Bei einem F 3-Boden ergibt sich die Dicke des frostsicheren Oberbaus bei den einzelnen Bauklassen wie folgt:

SV / I / II:	65 cm
III / IV:	60 cm
V / VI:	50 cm

Gemäß RStO ermitteln sich entsprechend der örtlichen Randbedingungen für die o. g. Schichten die in der nachfolgenden **Tabelle 3** fett hervorgehobenen Mehr- oder Minderdicken.

Tabelle 3: Mehr- oder Minderdicken des frostsicheren Oberbaus
infolge örtlicher Verhältnisse

Zeile	Örtliche Verhältnisse ¹⁾		A	B	C	D
1.1	Frosteinwirkung	Zone I	± 0 cm			
1.2		Zone II	+ 5 cm			
1.3		Zone III	+ 15 cm			
2.1	Lage der Gradiente	Einschnitt, Anschnitt, Damm ≤ 2,0 m (ausgenommen Ziffer 2.2)		+ 5 cm		
2.2		In geschlossener Ortslage, etwa in Geländehöhe		± 0 cm		
2.3		Damm > 2 m		- 5 cm		
3.1	Wasser- verhältnisse	Günstig			± 0 cm	
3.2		Ungünstig gemäß ZTVE - StB			+ 5 cm	
4.1	Ausführung der Rand- bereiche (z.B. Seiten- streifen, Radwege, Gehwege)	Außerhalb geschlossener Ortslage sowie in geschlossener Ortslage mit wasserdurchlässigen Randbereichen				± 0 cm
4.2		In geschlossener Ortslage mit teilweise wasserdurchlässigen Randbereichen sowie mit Entwässerungseinrichtungen				- 5 cm
4.3		In geschlossener Ortslage mit wasser- undurchlässigen Randbereichen und geschlossener seitlicher Bebauung sowie mit Entwässerungseinrichtungen				- 10 cm

¹⁾ Für weitere ungünstige Einflüsse auf die Frostsicherheit von Straßen (z. B. Nordhang- oder Schattenlage) kann eine Mehrdicke von 5 cm angesetzt werden.

Es ergibt sich eine Mehrdicke von $A + B + C + D = 15 + 0 + 5 + 0 = 20 \text{ cm}$.

Die Gesamtdicke ergibt sich somit für die jeweiligen Bauklassen wie folgt:

SV / I / II: $65 \text{ cm} + 20 \text{ cm} = 85 \text{ cm}$

III / IV: $60 \text{ cm} + 20 \text{ cm} = 80 \text{ cm}$

V / VI: $50 \text{ cm} + 20 \text{ cm} = 70 \text{ cm}$.

Untergrund bzw. Unterbau

Es kann davon ausgegangen werden, dass nach sachgerechter Durchführung der o. g. Erdarbeiten bzw. Auffüllmaßnahmen der erforderliche Tragfähigkeitsbeiwert von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem Erdplanum erreicht werden kann.

4.5 Bodenkennwerte

Für Berechnungs- und Dimensionierungszwecke können die in der nachfolgenden **Tabelle 4** aufgelisteten Bodenkennwerte herangezogen werden.

Tabelle 4: Bodenkennwerte

Schicht von-bis unter GOK (Mittelwerte)	Material	Wichte feuchter Boden γ	Wichte Boden unter Auftrieb γ'	Winkel der inneren Reibung ϕ	Kohäsion c'	Steife- modul E_s	Boden- gruppe n. DIN 18 196	Boden- klasse n. DIN 18 300
ca. m		kN/m ³	kN/m ³	°	kN/m ²	MN/m ²		
Tiefenlage siehe Tabelle 1	Oberboden / Ackerboden	16 - 18	6 - 8	15	0	-	OH	1
	Sand, z. T. schwach schluffig	19	11	32,5	0	30	SW / SE	3
	Sand, (stark) schluffig	19	11	32,5	0	30	SU / SU*	4
	Ton / Schluff / Sand + Schluff, weich	18	8	22,5	0	2 - 3	TM / UM / SU*	4
	Ton / Schluff / Sand + Schluff, steif (-halbfest)	18	8	25	10	8	TM / UM / SU	4
	Sandstein, mürbe-mittelhart	22	12	40	0	150	-	6
	Sandstein, (mittelhart-) hart	22	12	40	0	250	-	7

4.6 Bodenklassen

Die Bodenklassen gemäß DIN 18 300 können den **Tabellen 1** und **4** entnommen werden.

Beim Lösen von Fels muss mit einem entsprechenden Mehraufwand gemäß der angetroffenen Härte und Klüftung (Trennflächenmuster) gerechnet werden.

4.7 Verdichtbarkeitsklassen

In der nachfolgenden **Tabelle 5** sind die Verdichtbarkeitsklassen aufgelistet.

Tabelle 5: Verdichtbarkeitsklassen:

Verdichtbarkeitsklasse	Kurzbeschreibung	Bodengruppe (DIN 18196)
V 1	nichtbindige bis schwach bindige, grobkörnige und gemischtkörnige Böden	GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST
V 2	bindige, gemischtkörnige Böden	GU*, GT*, SU*, ST*
V 3	bindige, feinkörnige Böden	UL, UM, TL, TM

5 Regenrückhaltebecken

Die beiden geplanten Regenrückhaltebecken liegen im Norden bzw. Nordwesten des zu errichtenden Gewerbeparks im Bereich der Talaue des Siechweihergrabens. In der dort positionierten Bohrung **B 9** wurden bis 2,1 m Tiefe weiche und weich-steife Tone und Schluffe mit sandigen und stark sandigen Nebengemengteilen angetroffen.

Darunter folgen bis 3,1 m unter GOK Tone von steifer Beschaffenheit.

Mit weiterer Tiefe wurden sehr schwach sandige, z. T. kiesige, dicht gelagerte Sande erbohrt. Diese gehen ab 4,7 m in Fels (Sandstein) über.

Ab 5,0 m wurde im Fels kein weiterer Bohrfortschritt mehr erzielt.

Grundwasser wurde bei der Bohrung nicht festgestellt.

Die Aushubsohle des Beckens ist bei ca. 354,5 mNN vorgesehen. Die Dammschüttung erhält eine Kronenhöhe von 356,50 mNN, d. h. der Damm wird maximal 2 m hoch.

Entsprechend der Bohrung kann damit gerechnet werden, dass beim Aushub der Beckenfläche weitgehend weicher Schluff anfällt. Dieser ist stark wasserempfindlich und nicht zum verdichteten Einbau geeignet. Seine Wasserdurchlässigkeit ist gering.

Belässt man die weichen Schluffe unterhalb der Dammaufstandsfläche, so ist mit Setzungen in einer Größenordnung von 2 - 4 cm zu rechnen.

Können diese Setzungsbeträge nicht akzeptiert werden, so sind in der Dammaufstandsfläche die weichen Schichten bis zu dem ab 2,1 m unter GOK anstehenden Ton von steifer Konsistenz zu entfernen.

Für die Schüttung des Damms ist daher das Beifahren eines geeigneten verdichtungsfähigen, gut kornabgestuften Materials erforderlich (z. B. schluffiger, sandiger Kies oder anderes geeignetes mineralisches Material).

Der Einbau des Dammschüttmaterials erfolgt in Lagen von maximal 0,3 m, wobei jede Lage mindestens 5-mal verdichtet wird.

Das weiche, schluffige Aushubmaterial kann nur dann zum Dammaufbau verwendet werden, wenn die Böschungen unter einem möglichst geringen Winkel von maximal 16° angelegt werden. Im Übrigen gelten die Empfehlungen der ZTVE.

Im Hinblick darauf, dass die obersten 0,5 m der Aufstandsfläche stark entfestigt sind, wird empfohlen, im Bereich des talseitigen Dammfußes auf einer Breite von etwa 0,5 m - 0,6 m ein Sand-Kies-Gemisch ohne Feinteile einzubauen. Dies dient sowohl zur Stabilisierung als auch als Fußfilter.

6 Schlussbemerkungen

Die Untersuchungen haben ergeben, dass in den meisten Bereichen bis in Tiefen von 0,7 m - 1,2 m unter GOK Auflockerungen bzw. Aufweichungen vorliegen. Nur im nordwestlichen Bereich (**B 9**) reichen die Aufweichungen tiefer (bis 2,1 m unter GOK).

Es ist erforderlich, diese Materialien vor der Durchführung des Geländeauftrags zu entfernen. Für den Geländeaufbau soll nichtbindiges (d. h. sandig-kiesiges) Material mit maximal 15 % Feinkornanteil verwendet werden. Der Materialeinbau erfolgt in Lagen zu maximal 0,3 m Dicke unter jeweils 5-facher Nachverdichtung.

Aller Voraussicht nach können die Kanalgräben frei abgeböschet werden. Zulässig ist hier ein Böschungswinkel von 45°.

In den Bereichen, in denen mit der Kanalgrabensohle in den felsigen Untergrund eingeschnitten wird, muss mit einem z. T. erheblichen Mehraufwand (auch Bodenklasse 7 = harter Fels) gerechnet werden. Entsprechendes Equipment (Felsmeißel = Specht, Felsfräse etc.) ist vorzuhalten.

In felsigen Bereichen können die Kanalgrabenböschungen steiler (unter ca. 70 bis 75°) abgeböschet werden.

Sollte ein freies Abböschchen nicht möglich bzw. erwünscht sein, so kann ein herkömmlicher Plattenverbau zum Einsatz gelangen.

Bei den Erdarbeiten zum Geländeauftrag wird empfohlen, die erforderliche Verdichtung und Tragfähigkeit der eingebauten Schichten durch ein Raster von Rammsondierungen, Plattendruckversuchen und Dichteüberprüfungen (Proctor) nachzuweisen, wobei eine mindestens mitteldichte bis dichte Lagerung anzustreben bzw. nachzuweisen ist.

Für eventuelle Rückfragen und die Durchführung von bodenmechanischen Überprüfungen stehen wir jederzeit gerne zur Verfügung.


Stefan Gründer
Dipl.-Geol.


Prof. Dr. Jörg Gründer
Dipl.-Geol.



VERZEICHNIS DER ANLAGEN

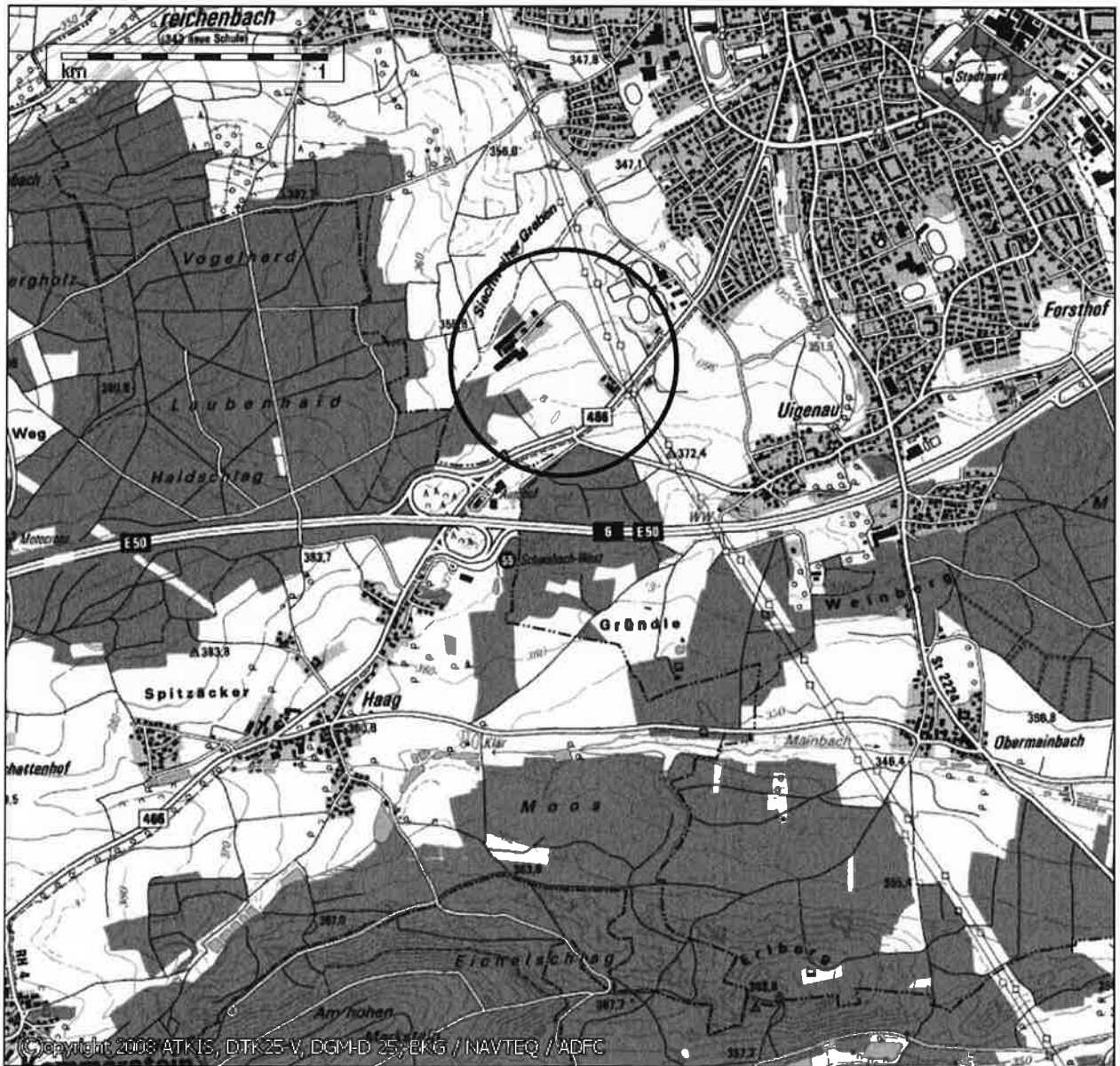
Anlage
Anlagengruppe

- | | |
|------------|--|
| 1 | Übersichtslageplan (M = 1 : 25 000) |
| 2 | Lageplan (M = 1 : 2 000) |
| 3.0 | Legende |
| 3.1 - 3.12 | Bohrprofile / Grundwassermessstellen
B 1 / GWM 1 - B 3 / GWM 3
Bohrprofile B 4 - B 10
Bohrprofile A 1 + A 2 |
| 4.1 - 4.10 | Rammdiagramme DPH 1 - DPH 10 |
| 5.1 - 5.3 | Baugrundaufschlüsse nebeneinander
in höhenmäßiger Abhängigkeit |
| 6 | Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts
(k-Wert) in situ |
| 7 | Chemischer Prüfbericht |

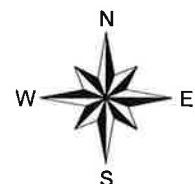


Projekt:

Schwabach, Gewerbepark West



Lage des Projekts



Projekt: Schwabach, Gewerbepark West

Datum: 09.11.2011

Bearbeiter: J. Gründer

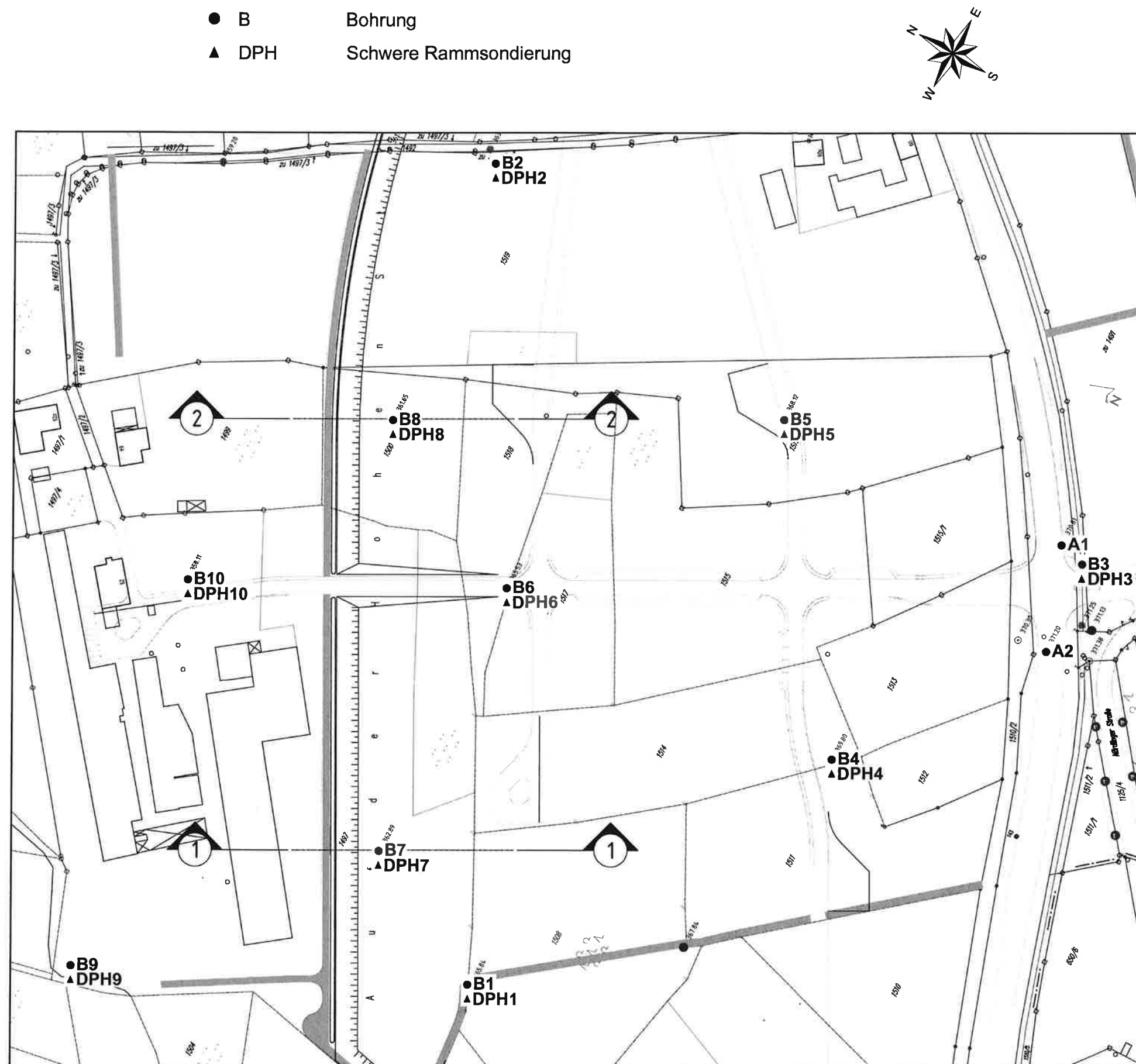
Gezeichnet: P. Steinert

Lageplan
mit Kennzeichnung
der Bohr- und Sondierpunkte

M = 1 : 2000

Az.: 22511b

Anlage 2



Legende

	klüftig		Ton (T)
	fest		Schluff (U)
	halbfest - fest		Feinsand (fS)
	halbfest		Mittelsand (mS)
	steif - halbfest		Grobsand (gS)
	steif		Feinkies (fG)
	weich - steif		Mittelkies (mG)
	weich		Grobkies (gG)
	breiig - weich		Steine (fX)
	breiig		Sandstein (^s)
	naß		Tonstein (Tst)
			Kalkstein (Kst)
			Dolomitstein (Dst)
			Basalt (Ma)

OK Ausbau = Ansatzhöhe +366.51 mNN

0.01 Verschlusskappe

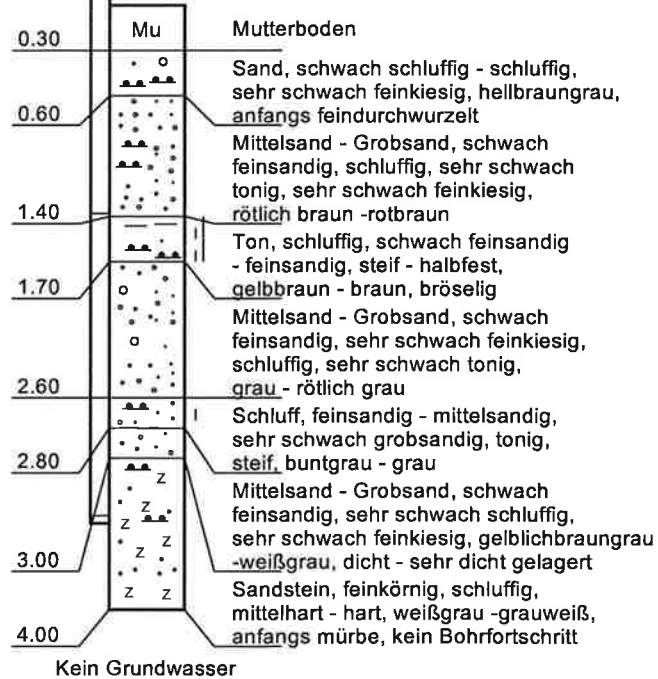
2.00 Vollrohr

2.00 Filterrohr

0.05 Bodenkappe

B1/GWM 1

Ansatzhöhe +365,88 mNN



OK Ausbau = Ansatzhöhe +362.76 mNN

0.01 Verschlusskappe

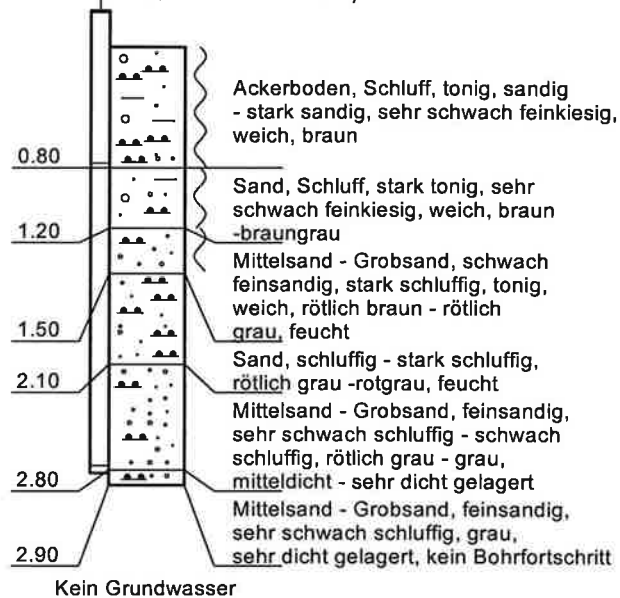
1.00 Vollrohr

2.00 Filterrohr

0.05 Spitze

B2/GWM2

Ansatzhöhe +362,52 mNN



OK Ausbau = Ansatzhöhe +371.48 mNN

0.01 Verschlusskappe

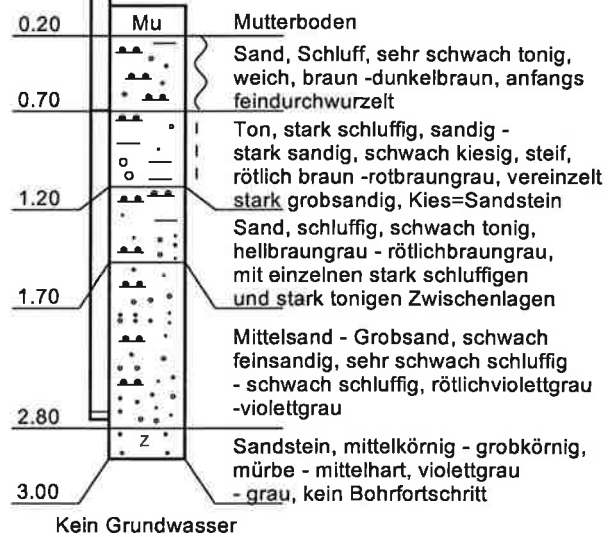
1.00 Vollrohr

2.00 Filterrohr

0.05 Spitze

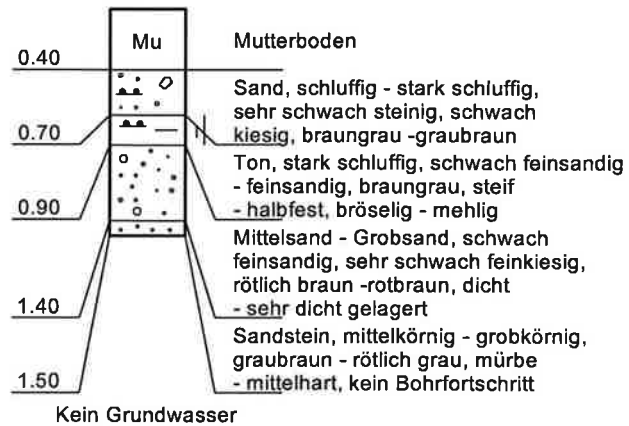
B3/GWM3

Ansatzhöhe +371,16 mNN



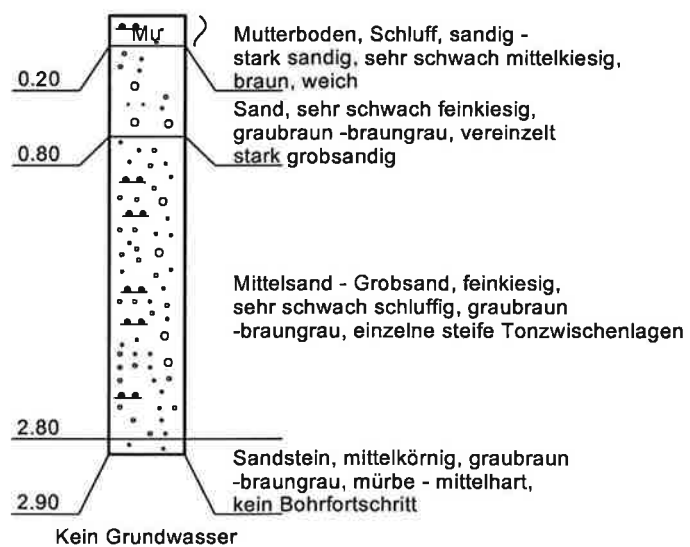
B4

Ansatzhöhe +369,80 mNN



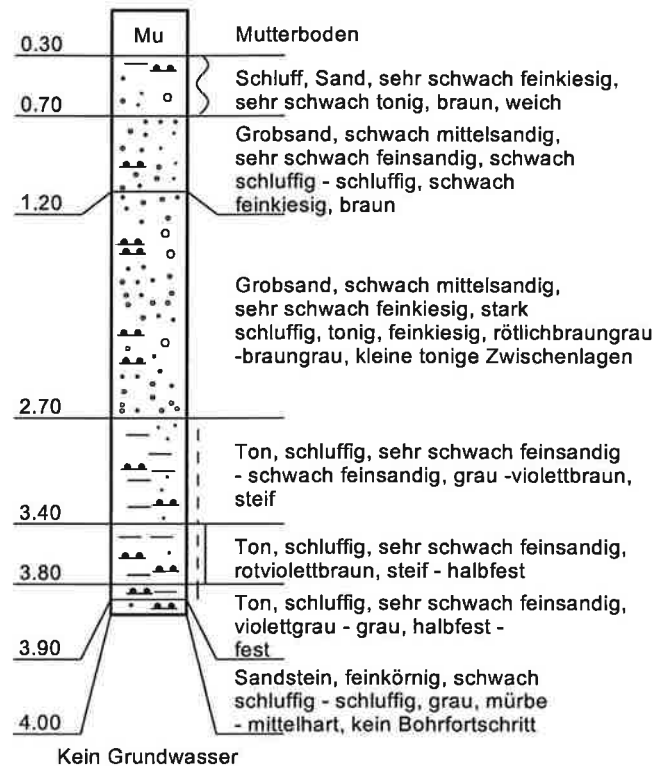
B5

Ansatzhöhe +368,12 mNN



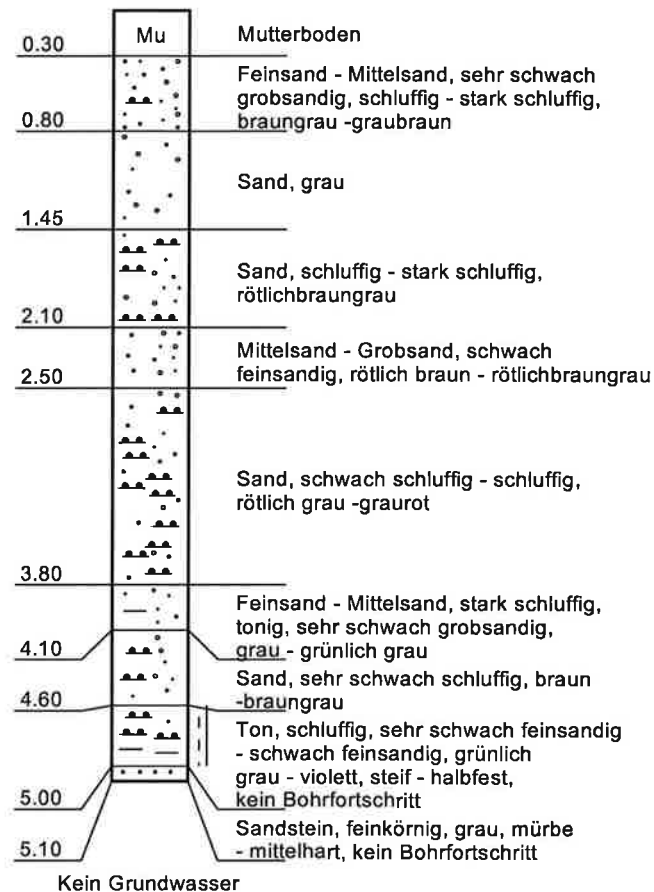
B6

Ansatzhöhe +365,53 mNN



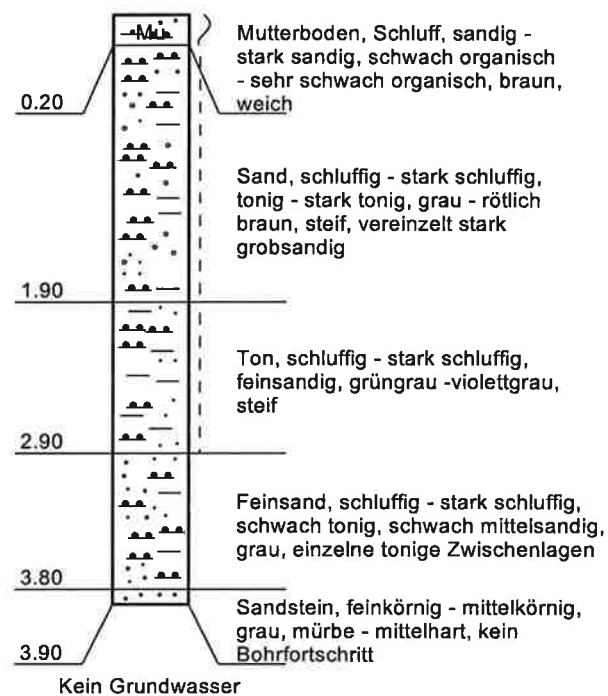
B7

Ansatzhöhe +362,89 mNN



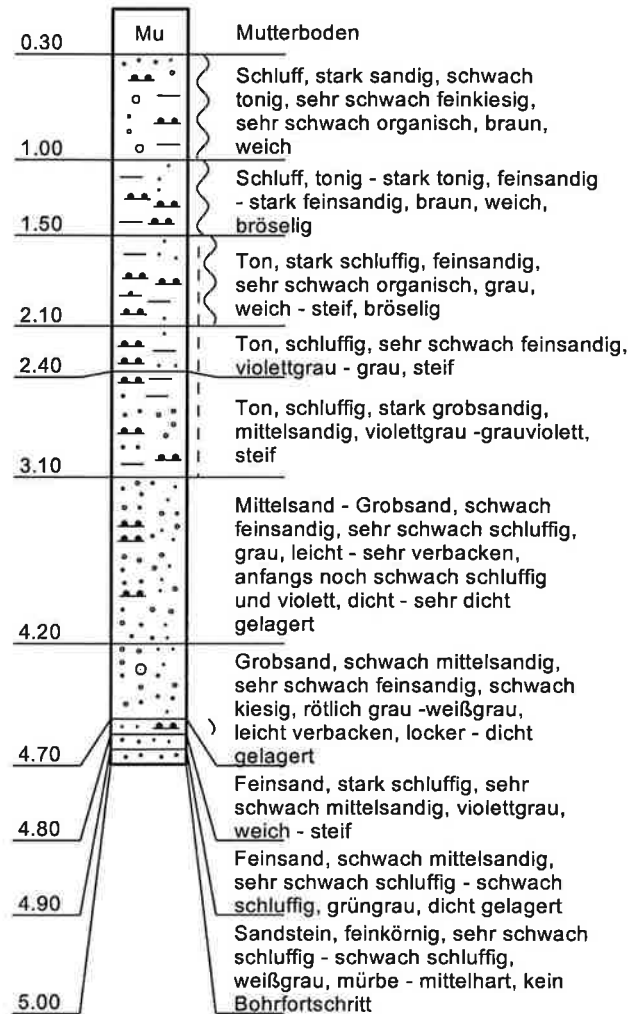
B8

Ansatzhöhe +361,65 mNN



B9

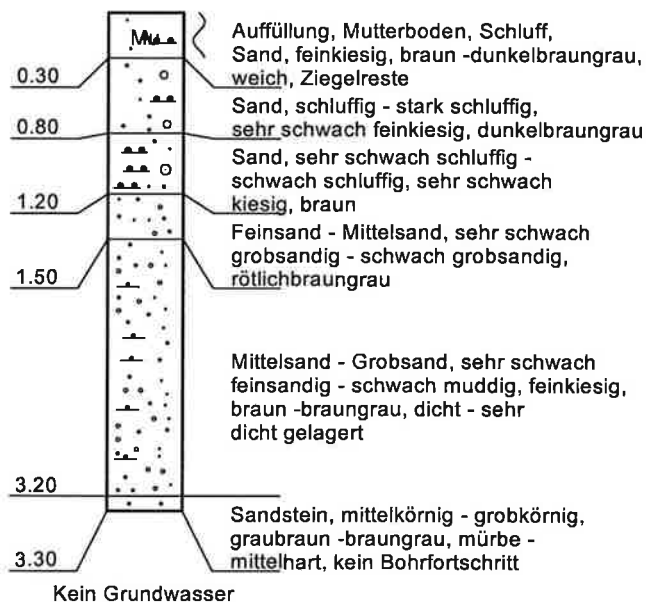
Ansatzhöhe +355,20 mNN



Kein Grundwasser

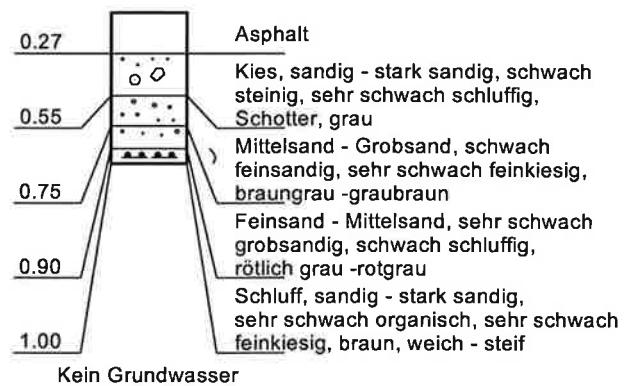
B10

Ansatzhöhe +358,11 mNN



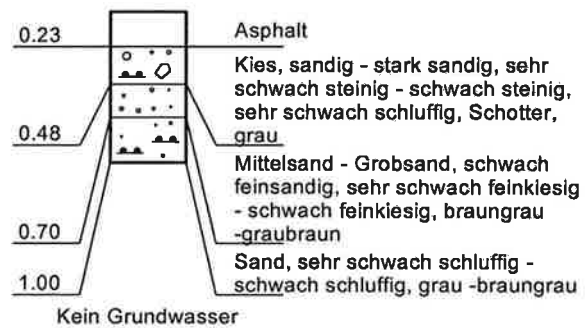
A1

Ansatzhöhe +370,81 mNN



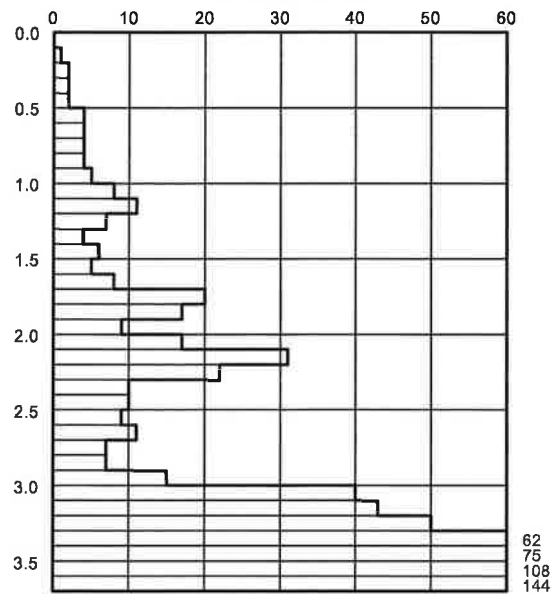
A2

Ansatzhöhe +371,20 mNN



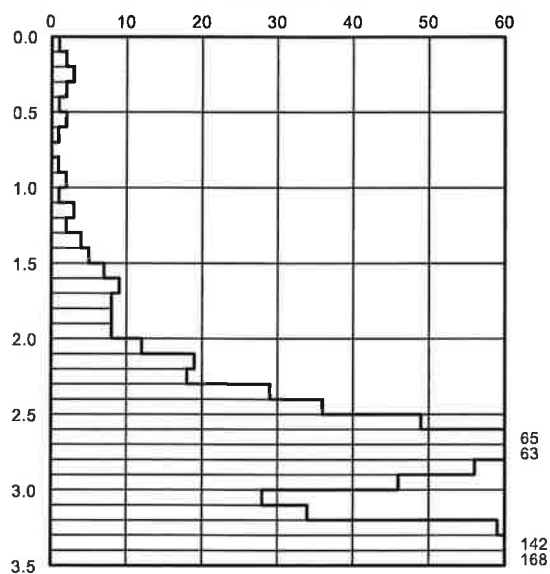
DPH 1

Ansatzhöhe +365,88 mNN
Schlagzahlen je 10 cm



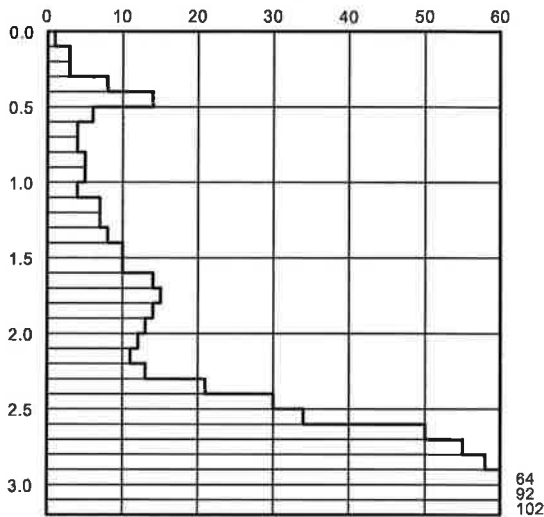
DPH 2

Ansatzhöhe +362,52 mNN
Schlagzahlen je 10 cm



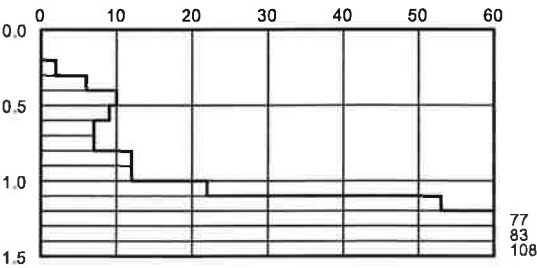
DPH 3

Ansatzhöhe +371,16 mNN
Schlagzahlen je 10 cm



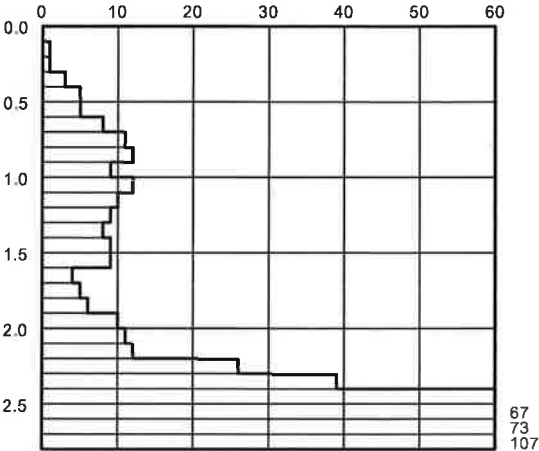
DPH 4

Ansatzhöhe +369,80 mNN
Schlagzahlen je 10 cm



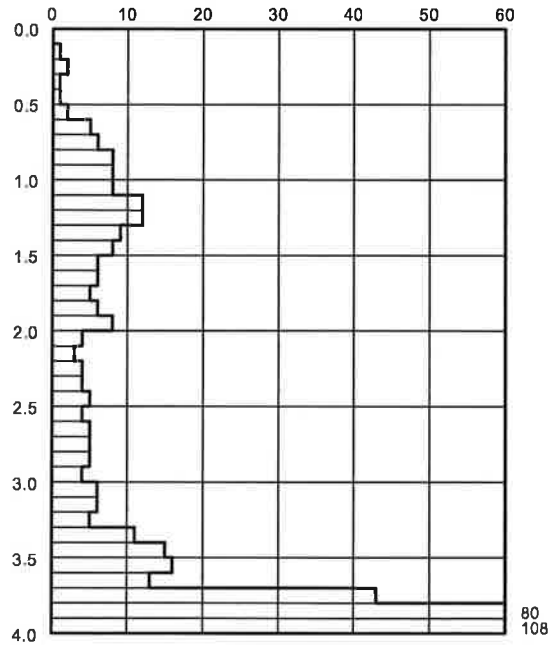
DPH 5

Ansatzhöhe +368,12 mNN
Schlagzahlen je 10 cm



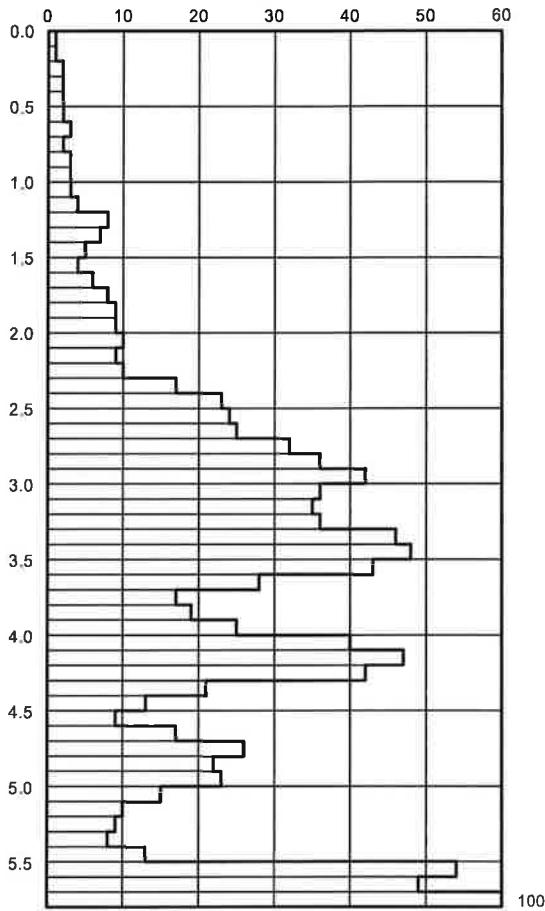
DPH 6

Ansatzhöhe +365,53 mNN
Schlagzahlen je 10 cm



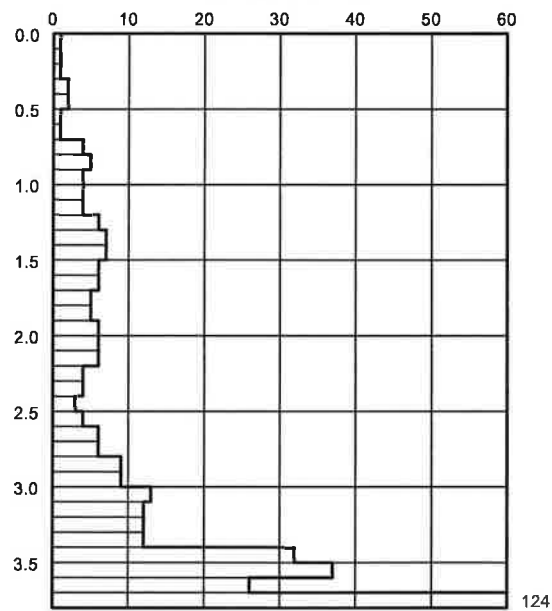
DPH 7

Ansatzhöhe +362,89 mNN
Schlagzahlen je 10 cm



DPH 8

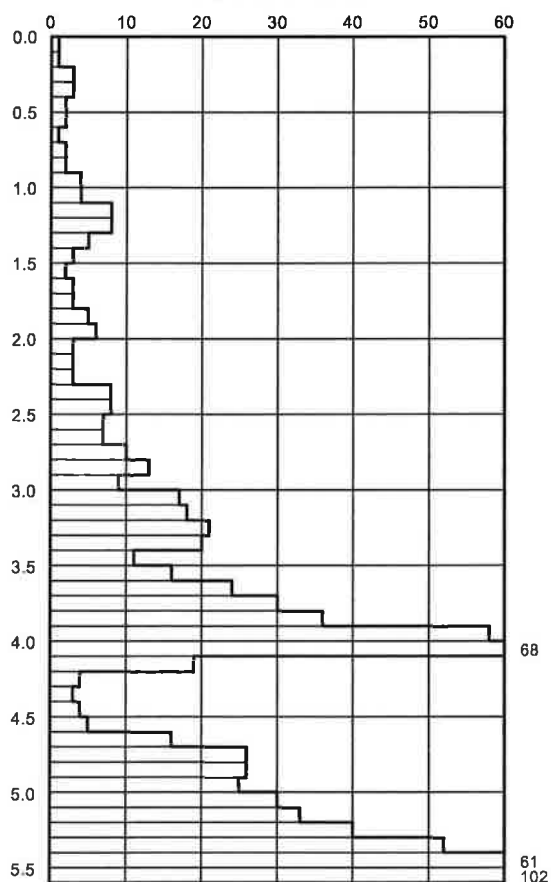
Ansatzhöhe +361,65 mNN
Schlagzahlen je 10 cm



124

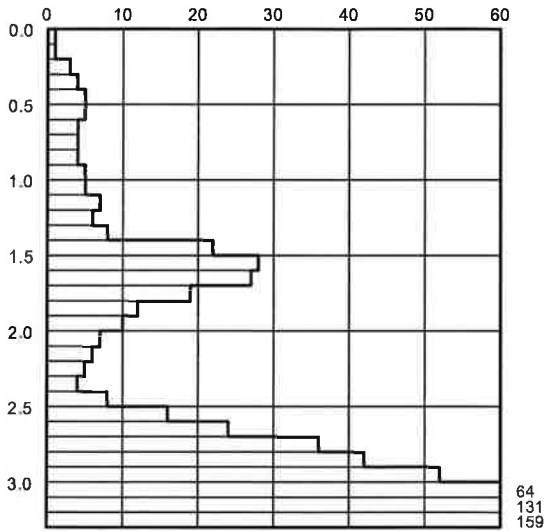
DPH 9

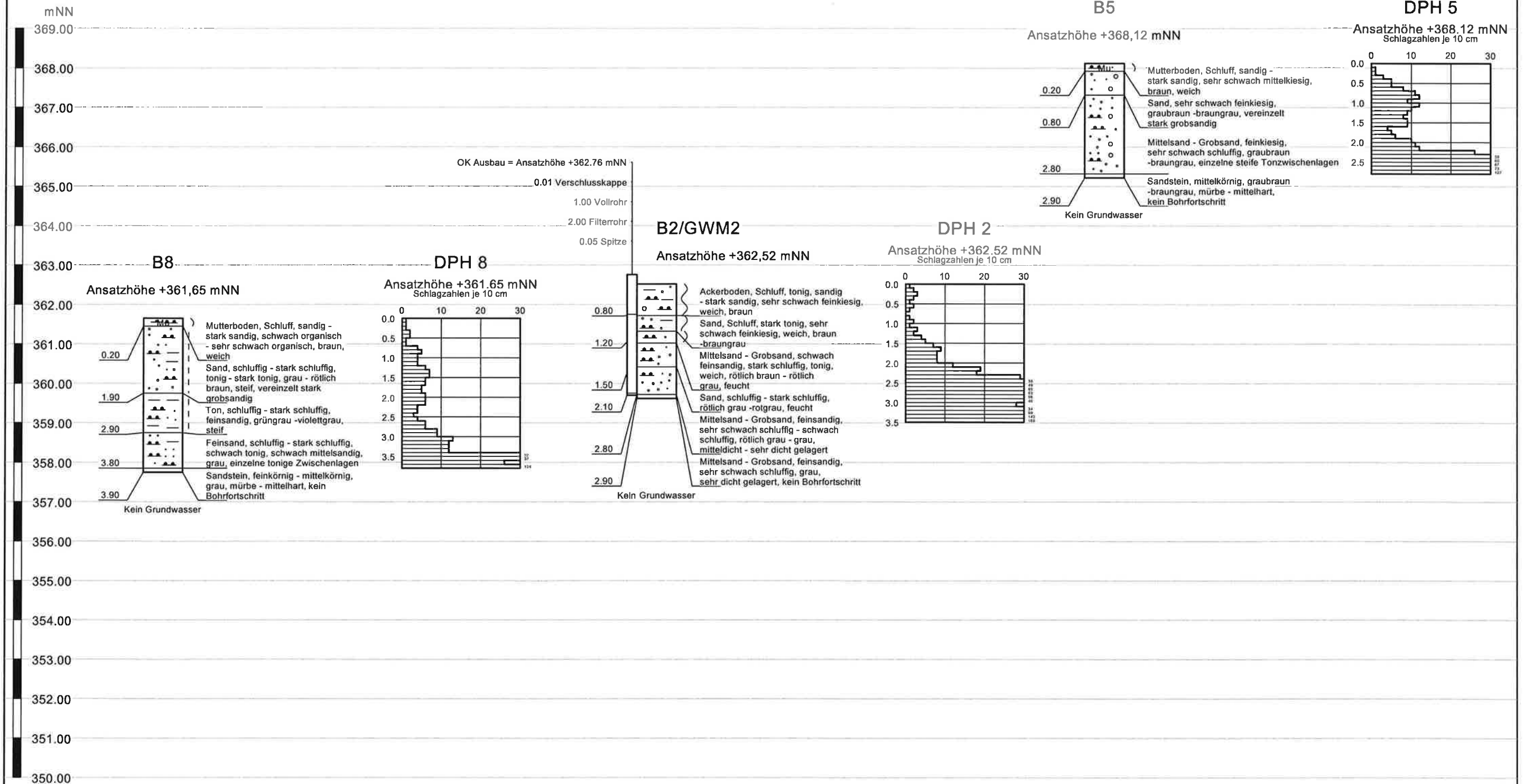
Ansatzhöhe +355,20 mNN
Schlagzahlen je 10 cm



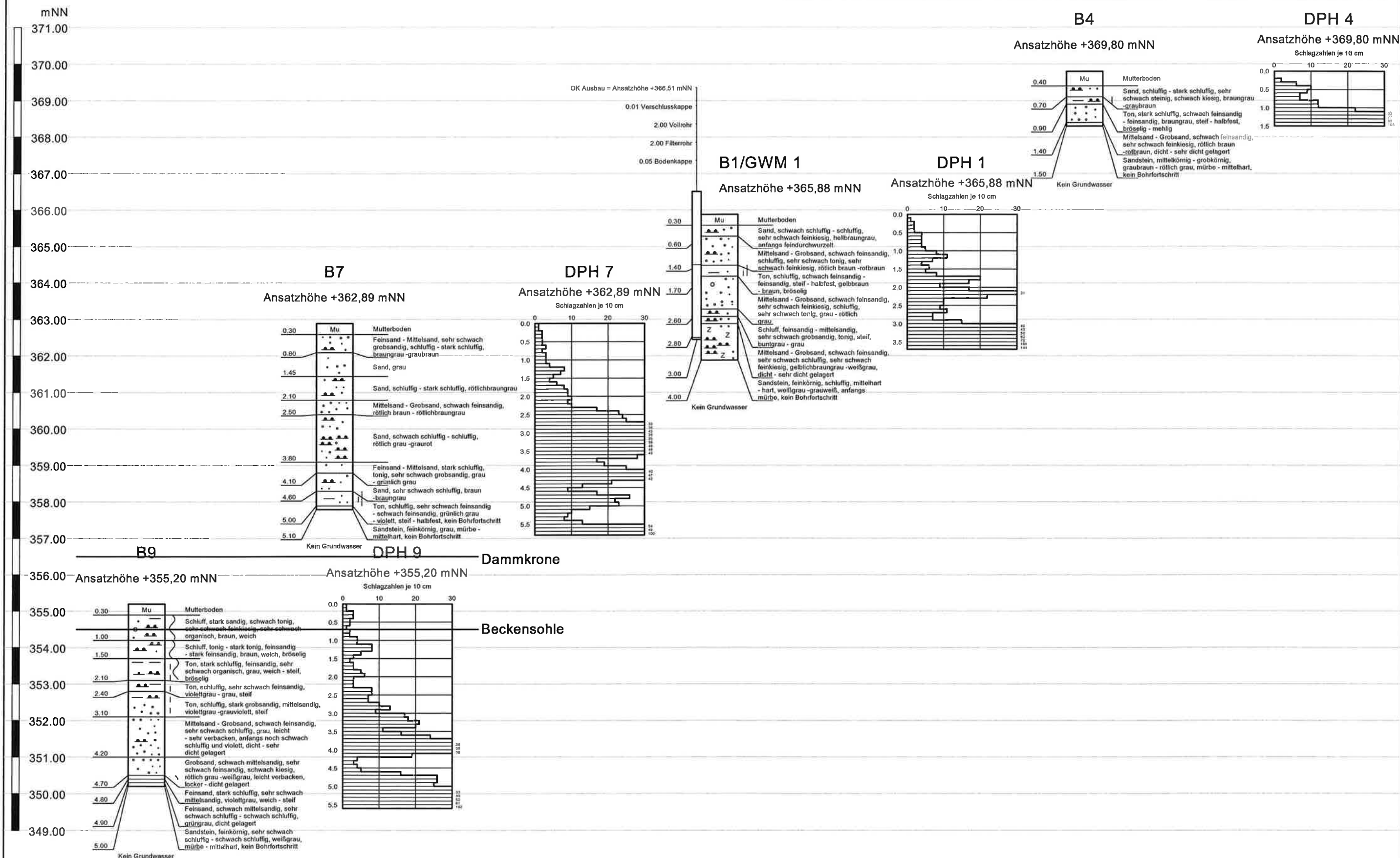
DPH 10

Ansatzhöhe +358,11 mNN
Schlagzahlen je 10 cm









**Bestimmung des
Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts (k-Wert)
in situ**

Anlage: 6
Az.: 22511b

Verfahren: Sickerversuch in situ, Auswertung nach ÇEÇEN

Projekt: Schwabach, Gewerbepark West

Bearbeiter: P. Steinert **POK über GOK:** 0,25 m

Bohrung: B 9 **Bohrtiefe:** 5,00 m

Versuch: 1 **Bohrlochdurchmesser:** 0,06 m

Versuchsdaten:

t	h_1	h_2	k
62	4,85	4,75	2,52E-06
73	4,75	4,65	2,19E-06
80	4,65	4,55	2,04E-06
71	4,55	4,45	2,35E-06
84	4,45	4,35	2,03E-06
79	4,35	4,25	2,21E-06
91	4,25	4,15	1,96E-06
84	4,15	4,05	2,18E-06
104	4,05	3,95	1,80E-06
124	3,95	3,85	1,55E-06
170	3,85	3,75	1,16E-06
208	3,75	3,65	9,75E-07
78	3,65	3,55	2,67E-06
209	3,55	3,35	2,08E-06
88	3,35	3,25	2,58E-06
134	3,25	3,15	1,75E-06
193	3,15	3,05	1,25E-06
286	3,05	2,95	8,74E-07
176	2,95	2,85	1,47E-06
182	2,85	2,75	1,47E-06
216	2,75	2,65	1,29E-06

t = Meßzeitspanne [s]

h_1 = Wasserhöhe Versuchsbeginn [m]

h_2 = Wasserhöhe Versuchsende [m]

k = Wasserdurchlässigkeitsbeiwert [m/s]

Charakteristischer k-Wert:

k = 1,83E-06 m/s

Anlage 7

Chemischer Prüfbericht

Aktenzeichen: 22511b

Prof. Dr. Jörg Gründer, Dipl.-Geol., öbuv SV 
Stefan Gründer, Dipl.-Geol. (TU)

Ingenieurgeologen, Hydrogeologen
Beratende Ingenieure BYIK
Beratende Geowissenschaftler BDG

Büro Pyrbaum (bei Nürnberg)
Am Weinberg 19
90602 Pyrbaum
Telefon (09180) 9404-0
Telefax (09180) 9404-18
info@geogruender.de

Büro München
Schusterwolfstraße 25
81241 München
Telefon (089) 55135700
Telefax (089) 55135701
muenchen@geogruender.de





Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

GEOTECHNISCHES INSTITUT PROF. DR. GRÜNDER
AM WEINBERG 19
90602 PYRBAUM

Datum	28.10.2011
Kundennr.	27018085
Auftragsnr.	738638
Seite	1

PRÜFBERICHT

22511 Schwabach Gewerbegebiet West

Sehr geehrte Damen und Herren,

anbei übersenden wir Ihnen die Ergebnisse der Untersuchungen, mit denen Sie unser Labor beauftragt haben.

Dieser Prüfbericht mit der Auftragsnummer 738638 enthält die Analyse(n) 328631, 328633.

Mit freundlichen Grüßen

AGROLAB Labor Gregor Patschky, Tel. 08765/93996-22
Fax 08765/93996-66, E-Mail gregor.patschky@agrolab.de
Kundenbetreuung

Beginn der Prüfungen: 26.10.11
Ende der Prüfungen: 28.10.11

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekannten Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.



Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

GEOTECHNISCHES INSTITUT PROF. DR. GRÜNDER
AM WEINBERG 19
90602 PYRBAUM

Datum 28.10.2011
Kundennr. 27018085
Seite 1 von 2

PRÜFBERICHT

Auftragsnr. 738638

Analysennr. 328631
Auftrag 22511 Schwabach Gewerbegebiet West
Probeneingang 26.10.2011
Probenahme 20.10.2011
Probenehmer Auftraggeber
Kunden-Probenbezeichnung A1

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Feststoff				
Analyse in der Gesamtfraktion				<keine Angabe>
Backenbrecher				Backenbrecher
Trockensubstanz	%	* 98,1	0,1	DIN ISO 11465/DIN EN 14346
Naphthalin	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Acenaphthylen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Acenaphthen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Fluoren	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Phenanthren	mg/kg	0,12	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Anthracen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Pyren	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Benzo(a)anthracen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Chrysen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	0,07	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg	0,19		Merkblatt LUA NRW Nr.1

Eluat

Eluaterstellung				DIN 38414-S4
pH-Wert		8,72	0	DIN 38404-C5
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	56	10	DIN EN 27888
Phenolindex	mg/l	<0,01	0,01	DIN EN ISO 14402/DIN 38409 H16

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit * gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Erläuterung: Substanz: OS=Originalsubstanz, TS=Trockensubstanz



Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

GEOTECHNISCHES INSTITUT PROF. DR. GRÜNDER
AM WEINBERG 19
90602 PYRBAUM

Datum 28.10.2011
Kundennr. 27018085
Seite 1 von 2

PRÜFBERICHT

Auftragsnr. 738638

Analysennr. **328633**
Auftrag **22511 Schwabach Gewerbegebiet West**
Probeneingang **26.10.2011**
Probenahme **20.10.2011**
Probenehmer **Auftraggeber**
Kunden-Probenbezeichnung **A2**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Feststoff				
Analyse in der Gesamtfraktion				<keine Angabe>
Backenbrecher				Backenbrecher
Trockensubstanz	%	* 99,2	0,1	DIN ISO 11465/DIN EN 14346
Naphthalin	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Acenaphthylen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Acenaphthen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Fluoren	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Phenanthren	mg/kg	0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Anthracen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Pyren	mg/kg	0,06	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Benzo(a)anthracen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Chrysen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr.1
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg	0,11		Merkblatt LUA NRW Nr.1
Eluat				
Eluaterstellung				DIN 38414-S4
pH-Wert		9,11	0	DIN 38404-C5
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	54	10	DIN EN 27888
Phenolindex	mg/l	<0,01	0,01	DIN EN ISO 14402/DIN 38409 H16

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit * gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Erläuterung: Substanz: OS=Originalsubstanz, TS=Trockensubstanz