

BAUGRUNDERKUNDUNG

GUTACHTEN

BAUVORHABEN: Gemeinde Schonstett
Erschließung des
Gewerbegebietes Achen

AUFTRAGGEBER: Otto Ebersberger GmbH & Co.
Achen 8
83137 Schonstett

GEFERTIGT VON: Dipl.-Ing. (FH) Martin Kleinle

DATUM: 15.11.2007

PROJEKT-NR.: B 27916

Dipl.-Ing. Reinhard Schneider

Dipl.-Ing. Martin Kleinle

Datei-Nr.: B27916-GA-Ebersberger -dh-he-iu

INHALTSVERZEICHNIS

1	ALLGEMEINES	4
1.1	Bauvorhaben / Vorgang	4
1.2	Arbeitsunterlagen	5
2	FELD- UND LABORARBEITEN.....	6
2.1	Feldarbeiten.....	6
2.2	Bodenmechanische Laborversuche.....	7
2.2.1	Materialkörnung der erkundeten Bodenarten.....	7
3	BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	9
3.1	Geologisch-Morphologischer Überblick.....	9
3.2	Beschreibung der Bodenschichten	10
3.2.1	Mutterboden.....	10
3.2.2	Moräneschluffe	10
3.2.3	Moränesande.....	10
3.2.4	Moränekiese	10
3.2.4.1	Schwach bindige Moränekiese.....	11
3.2.4.2	Stark bindige Moränekiese.....	11
3.2.5	Zusammenfassende Wertung der Bodenschichten	12
3.3	Grund- und Schichtwasserverhältnisse.....	12
4	ERDBAULICHE UND ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN	14
4.1	Bodenklassifizierung.....	14
4.2	Charakteristische Bodenparameter.....	15
4.3	Zulässige Bodenpressungen für Fundamentgründungen.....	16
4.4	Bettungsmodul für Plattengründung.....	17
5	HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG	19
5.1	Allgemeines	19
5.2	Erstellung von Gebäuden	19
5.2.1	Baugrube / Verbau.....	19
5.2.2	Wasserhaltung.....	21
5.2.3	Gründung.....	22
5.2.4	Bauwerkstrockenhaltung / Auftriebssicherung.....	23
5.3	Kanalbau	24
5.3.1	Baugrube / Verbau.....	24

5.3.2 Wasserhaltung.....	24
5.3.3 Gründung.....	25
5.4 Arbeitsraumverfüllung.....	26
5.5 Auftriebssicherheit.....	27
5.6 Erstellung von Verkehrsflächen.....	27
5.6.1 Anforderungen der Tragfähigkeit an das Planum.....	27
5.6.2 Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus.....	28
6 SCHLUSSBEMERKUNGEN.....	29

TABELLEN

Tab. (1.1) Kennzeichnende Daten zum geplanten Bauvorhaben.....	4
Tab. (1.2) Kennzeichnende Daten zum geplanten Bauvorhaben.....	5
Tab. (2.1) Kennzeichnende Daten der Untergrundaufschlüsse.....	6
Tab. (2.2) Durchgeführte Laborversuche.....	7
Tab. (2.3) Kennzeichnende Daten zur Materialkörnung der erkundeten Bodenmaterialien	8
Tab. (3.1) Qualitative Eigenschaften der erkundeten Bodenmaterialien.....	12
Tab. (3.2) Grundwasserverhältnisse.....	13
Tab. (4.1) Bodenklassifizierung.....	14
Tab. (4.2) Charakteristische Bodenparameter.....	15
Tab. (4.3) Zulässige Bodenpressungen für Streifenfundamente in den ± bindigen Moränekiesen ¹⁾ bei Gründung auf Kieskoffer (d ≥ 0,3 m).....	17
Tab. (4.4) Bettungsmodul für Plattengründung in den Moränekiesen ¹⁾ auf Kieskoffer (d ≥ 0,3 m).....	18
Tab. (5.1) Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaues.....	28

ANLAGENVERZEICHNIS

(1) Lageplan mit Untergrundaufschlusspunkten	M 1 : 1000
(2) Profile der abgeteufte Bohrsondierungen (BS) mit eingetragener Untergrundsichtung	M 1 : 50
(3) Profile der abgeteufte schweren Rammsondierungen (DPH)	M 1 : 50
(4) Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche	

1 ALLGEMEINES

1.1 Bauvorhaben / Vorgang

Im Bereich der Gemeinde Schonstett ist südwestlich von Schonstett die Erschließung des Gewerbegebietes Achen vorgesehen.

Unser Baugrundinstitut wurde von der Ebersberger GmbH & Co. mit der Erkundung und Begutachtung der Untergrundverhältnisse im Bereich des geplanten Gewerbegebietes beauftragt.

Zur Untergrunderkundung wurden insgesamt vier Bohrsondierungen und vier schwere Rammsondierungen abgeteuft. Aus den Bohrsondierungen wurden Bodenproben entnommen und in unserem bodenmechanischen Labor näher untersucht. Die Ergebnisse der Feld- und Laborarbeiten werden im vorliegenden Bericht dokumentiert. Weiterhin werden die erforderlichen geotechnischen Planungsgrundlagen für erdstatische Bemessungen und Tragfähigkeitswerte für die Gründung von Baulichkeiten angegeben. Nach einer Klassifizierung der erkundeten Untergrundschichten und der Angabe von charakteristischen Bodenparametern erfolgen weitere Hinweise zur Planung und Bauausführung von Gebäuden, Kanälen und Verkehrsflächen.

Im Bereich des geplanten Gewerbegebietes bestehen derzeit landwirtschaftlich genutzte Flächen. Die kennzeichnenden Daten zum geplanten Gewerbegebiet sind in nachfolgender Tabelle (1.1) zusammengestellt.

Tab. (1.1) Kennzeichnende Daten zum geplanten Bauvorhaben

Baulicher Gesichtspunkt	Information
GEPLANTES GEWERBEGEBIET	
Lage	südwestlich von Schonstett
Fläche	ca. 20.000 m ²
Abmessungen	ca. 140 m x 140 m
Geländeneigung	Neigung in nordwestliche Richtung (mittlere Geländeneigung = ca. 2,5° – 3,0° ≈ ca. 4,5 % – 5,5 % ≈ ca. 1 : 20)

1.2 Arbeitsunterlagen

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes standen uns die nachfolgend genannten Arbeitsunterlagen zur Verfügung.

Tab. (1.2) Kennzeichnende Daten zum geplanten Bauvorhaben

Typ / Maßstab	Ersteller / Datum
BAUWERK / PLANUNG	
Auszug aus dem Bebauungsplan / ca. M 1 : 1.500	übermittelt von der Gemeinde Schonstett mit Schreiben vom 29.08.2007
GEOLOGISCHE UNTERGRUNDSCHICHTUNG	
Geologische Übersichtskarte von Deutschland, Blatt CC 8734 Rosenheim	herausgegeben von der Bundesanstalt für Geo- wissenschaften und Rohstoffe, Hannover 1980
Bohr- und Sondierarbeiten	Dipl.-Geol. Ulrich Semmler, Penzing / 09.10. und 10.10.2007
Laboruntersuchungen	Crystal Geotechnik GmbH, Wasserburg a. Inn / Oktober 2007

2 FELD- UND LABORARBEITEN

2.1 Feldarbeiten

Zur näheren Erkundung der Untergrundverhältnisse im Bereich des geplanten Gewerbegebietes wurden am 09.10. und 10.10.2007 insgesamt vier Bohrsondierungen mit Aufschlusstiefen zwischen 4 m und 5 m unter Geländeoberkante und vier schwere Rammsondierungen mit Aufschlusstiefen zwischen 5 m und 6 m unter Geländeoberkante abgeteuft. Die Lage der Aufschlusspunkte kann dem Lageplan in der Anlage (1) entnommen werden. Die Profile der Bohrsondierungen (BS) mit eingetragener Untergrundsichtung sind diesem Bericht als Anlage (2) beigelegt. Die Profile der abgeteuften schweren Rammsondierungen (DPH) können der Anlage (3) dieses Berichtes entnommen werden.

In nachfolgender Tabelle (2.1) sind die kennzeichnenden Daten der abgeteuften Untergundaufschlüsse zusammengestellt.

Tab. (2.1) Kennzeichnende Daten der Untergundaufschlüsse

Aufschluss	Ansatz- höhe m NN	Aufschluss- tiefe m	Oberkante besser tragfähiger Horizont		Grundwasserspiegel (am: 10.10.2007)	
			m u. GOK	m NN	m u. GOK	m NN
BOHRSONDIERUNGEN (BS)						
BS 1	466,31	5,00	1,30	465,01	2,65	463,66
BS2	470,18	5,00	1,60	468,58	2,85	467,33
BS3	470,49	4,00	1,50	468,99	2,21	468,28
BS4	472,87	4,00	1,90	470,97	3,70	469,17
SCHWERE RAMMSONDIERUNGEN (DPH)						
DPH1	471,23	6,00	2,30	468,93	0,98	470,25
DPH2	467,04	5,00	1,20	465,84	2,25	464,79
DPH3	469,24	5,00	1,80	467,44	--	--
DPH4	471,88	5,00	1,70	470,18	3,18	468,70

Nach dem Abteufen der schweren Rammsondierungen (DPH) und dem Ziehen des Sondierungsträgers wurde der Wasserspiegel gemessen. Die eingemessenen Wasserstände können der obigen Tabelle (2.1) entnommen werden und sind in den Profilen der schweren Rammsondierungen der Anlage (3) eingetragen.

Die jeweiligen Untergrundaufschlusspunkte wurden vor Ort lage- und höhenmäßig eingemessen. Bei der höhenmäßigen Einmessung wurde auf die Oberkante einer Schachtabdeckung der nahe gelegenen Kanalleitung (Oberkante Schachtabdeckung = 464,24 mNN) Bezug genommen. Die Lage der Schachtabdeckung des Kanals ist auch im Lageplan in Anlage (1) eingetragen. Die Bezugshöhe wurde uns von der Gemeinde Schonstett übermittelt.

2.2 Bodenmechanische Laborversuche

Die Laborprotokolle der durchgeführten bodenmechanischen Laboruntersuchungen liegen diesem Bericht in Anlage (4) bei.

In nachfolgender Tabelle (2.2) sind die durchgeführten Laborversuche zusammengestellt.

Tab. (2.2) Durchgeführte Laborversuche

Laborversuche	DIN-Norm	Anzahl
Bodenansprache	DIN 4022	4
Bodenansprache	DIN 18196	4
Korngrößenverteilung (Siebanalyse)	DIN 18123	4
Wassergehalt	DIN18121	4

2.2.1 Materialkörnung der erkundeten Bodenarten

Die Materialzusammensetzung wurde für die bindigen Moränekiese an einer entnommenen Bodenprobe und für die stark bindigen Moränekiese an drei entnommenen Bodenproben untersucht. Die ausgewerteten Kornverteilungskurven sind in der Anlage (4) diesem Bericht beigelegt. Die kennzeichnenden Daten zur Materialkörnung der untersuchten Moränekiese können nachfolgender Tabelle (2.3) entnommen werden.

Tab. (2.3) Kennzeichnende Daten zur Materialkörnung der erkundeten Bodenmaterialien

Material/ Bohrung/ Tiefe	Ton u. Schluff %	Körnungsfraction Sand %	Kies %	Bodenart DIN 4022
SCHWACH BINDIGE MORÄNEKIESE				
BS1 / 3,3 m	5,0	35,0	60,0	G,s*,u'
STARK BINDIGE MORÄNEKIESE				
BS2 / 2,2 m	24,6	22,9	52,5	G,u,s
BS3 / 3,0 m	23,0	19,0	58,0	G,u,s
BS4 / 1,9 m	31,6	28,1	40,3	G,u*,s

3 BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

3.1 Geologisch-Morphologischer Überblick

Das vorgesehene Gewerbegebiet befindet sich südwestlich von Schonstett. Im Norden und Osten wird das geplante Gewerbegebiet von bestehenden Verkehrswegen begrenzt, im Süden und Westen stehen derzeit landwirtschaftlich genutzte Flächen an. Das Gelände im Untersuchungsbereich fällt in nordwestliche Richtung ab, wobei die Geländeneigung in einer Größenordnung von ca. 4 % – 5 % ermittelt wurde. Weitere Angaben hinsichtlich der Geländeneigung und Abmessung des geplanten Gewerbegebietes können der Tabelle (1.1) dieses Berichtes entnommen werden.

Gemäß der Geologischen Übersichtskarte von Deutschland liegt das vorgesehene Gewerbegebiet im Übergangsbereich von glaziären Moräneablagerungen und Seeablagerungen. Die vorliegende Baugrunderkundung wurde insbesondere auch im Hinblick auf evtl. vorhandene Seeablagerungen, welche bodenmechanisch als schwierige, oft gering tragfähige Böden einzustufen sind, abgeteuf. Im Zuge der vorliegenden Baugrunderkundung wurden diese Böden jedoch bis 6 m unter GOK im Bereich der tiefstliegenden Bohrung B 1 nicht angetroffen.

Bei den Bohrsondierungen wurden unterhalb einer Mutterbodenschicht glaziäre Moräneablagerungen erkundet, welche im Wesentlichen aus Moränekiesen bestehen. In den oberflächennahen Bereichen wurden teilweise Moräneschluffe und Moränesande angetroffen. Die erkundeten Moränekiese sind hinsichtlich ihrer Zusammensetzung als relativ unterschiedlich einzustufen, weshalb im vorliegenden Untersuchungsbericht zwischen schwach bindigen und stark bindigen Moränekiesen unterschieden wird.

Die jeweils erkundeten Bodenschichten sind zur Veranschaulichung in den Bohrprofilen der Anlage (2) eingetragen. Auf das hier angegebene und beschriebene Untergrundsystem beziehen sich auch die weiteren Ausführungen und Angaben zu den Planungsgrundlagen.

3.2 Beschreibung der Bodenschichten

3.2.1 Mutterboden

Bei allen vier Bohrsondierungen wurde bei Geländeoberkante eine Mutterbodenschicht in einer Mächtigkeit zwischen 0,15 m und 0,40 m angetroffen. Mutterboden ist für bautechnische Zwecke nicht geeignet und dementsprechend vor Beginn der Baumaßnahmen in den jeweiligen Bereichen komplett abzutragen und z.B. für die spätere Wiederandeckung seitlich zu lagern.

3.2.2 Moräneschluffe

Bei den Bohrsondierungen BS 3 und BS 4 wurden unterhalb der Mutterbodenschicht Moräneschluffe in einer Mächtigkeit von 0,40 m (BS 3) bzw. 0,75 m (BS 4) festgestellt. Bodenmechanisch sind die Moräneschluffe als teils tonige, teils kiesige, schwach bis stark sandige Schluffe anzusprechen. Die Konsistenz der Moräneschluffe wurde vor Ort als weich (BS 3) bis steif (BS 4) angesprochen. Diese Schichten sind nur gering tragfähig und nur gering standfest.

3.2.3 Moränesande

Bei der Bohrsondierung BS 2 wurden unterhalb der Mutterbodenschicht Moränesande mit einer Mächtigkeit von 0,60 m angetroffen, welche bodenmechanisch als teils kiesige, stark schluffige Sande anzusprechen waren. Bei der Bohrsondierung BS 1 wurden zwischen 3,30 m und 4,00 m unter Geländeoberkante Moränesande erkundet, welche als schwach bis stark schluffige Feinsande bezeichnet wurden. Hinsichtlich ihrer Konsistenz wurden die bindigen Moränesande als weich (BS 1; 3,7 – 4,0 m u. GOK) bzw. steif (BS 2; 0,3 – 0,9 m u. GOK) angesprochen. Demzufolge sind sie ebenfalls nur gering tragfähig, gering standfest und zudem unter Grundwassereinfluss stark fließempfindlich.

3.2.4 Moränekiese

Bei den durchgeführten Erkundungsarbeiten wurden unterhalb der oberflächennah erkundeten Mutterbodenschicht Moräneschluffe, Moränesande und Moränekiese angetroffen. Innerhalb der Moränekiese wurden wechselnde Feinkornanteile festgestellt, weshalb nachfolgend zwischen schwach bindigen Moränekiesen (nur bei der Bohrsondierung BS 1 angetroffen) und stark bindigen Moränekiesen unterschieden wird. Bei den durchgeführten Feldarbeiten

wurden innerhalb der Moränekiese keine Grobeinlagerungen oder Verbackungen / Verfestigungen festgestellt. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass entsprechende Einlagerungen auf Grund der Entstehungsgeschichte der Moräneböden in sämtlichen Tiefenlagen und in allen Bereichen des geplanten Gewerbegebietes möglich und dementsprechend zu berücksichtigen sind. Beim Antreffen von Grobeinlagerungen und Verbackungen werden höhere Bodenklassen maßgebend, wie dies auch in Tabelle (4.1) angegeben ist.

3.2.4.1 Schwach bindige Moränekiese

Bei der Bohrsondierung BS 1 wurden zwischen 2,2 m und 3,3 m unter Geländeoberkante schwach bindige Moränekiese angetroffen, welche bodenmechanisch als schwach schluffige, stark sandige Kiese anzusprechen sind. Gemäß der Ansprache vor Ort sind die schwach bindigen Moränekiese als locker bis mitteldicht gelagert einzustufen. Diese Schichten sind somit mittel bis gut tragfähig, aber ebenfalls nur relativ gering standfest.

3.2.4.2 Stark bindige Moränekiese

Bei allen Bohrsondierungen wurden unterhalb der oberflächennahen Mutterbodenschichten, den Moränesanden und Moräneschluffen stark bindige Moränekiese angetroffen. Die stark bindigen Moränekiese sind bodenmechanisch als sandige, schluffige bis stark schluffige Kiese bzw. teils auch als sandige Schluff-Kies-Gemische anzusprechen. Gemäß der Ansprache vor Ort und den im Zuge der abgeteufte schweren Rammsondierungen festgestellten Schlagzahlen sind die stark bindigen Moränekiese in den oberflächennahen Bereichen als locker bis mitteldicht gelagert anzusprechen. Bei höheren, bindigen Anteilen ist die Feinkornmatrix der stark bindigen Moränekiese maßgebend, welche als weich bis steif einzustufen ist.

Unterhalb der in den Profilen skizzierten Oberkante des besser tragfähigen Horizontes sind die stark bindigen Moränekiese als mitteldicht bis dicht gelagert einzustufen (Feinkornmatrix: ca. halbfest). Die Oberkante des besser tragfähigen Horizontes ist in Tabelle (2.1) dieses Berichtes und auch in den Bohrprofilen der Anlage (2) und den Sondierprofilen der Anlage (3) eingetragen. Diese bindigen Moränekiese sind mittel tragfähig und mittel standfest.

3.2.5 Zusammenfassende Wertung der Bodenschichten

Die Eigenschaften der beschriebenen Bodenarten sind in nachfolgender Tabelle (3.1) zusammengestellt und qualitativ bewertet. Die Untergrundsichtung kann, wie bereits erwähnt, den in Anlage (2) beigelegten Bohrprofilen entnommen werden.

Tab. (3.1) Qualitative Eigenschaften der erkundeten Bodenmaterialien

Kennzeichnende Parameter	Moräneschluffe	Moränesande	Moränekiese	
			schwach bindig	stark bindig
Ansprache	U,s'-s*,(g),(l)	S,u'-u*,(g)	G,s-s*,u'	G,u-u*,s
Charakteristik	feinkörnig	gemischtkörnig	gemischtkörnig	gemischtkörnig
Zustand	weich bis steif	locker bis mitteldicht bzw. weich bis steif	locker bis mitteldicht	≥ mitteldicht (± halbfest) ¹⁾
Tragfähigkeit	gering	gering	mittel bis hoch	mittel
Standfestigkeit	gering	gering	gering	mittel
Kompressibilität	hoch	mittel bis hoch	gering	mittel bis gering
Wasserempfindlichkeit	hoch	mittel bis hoch	gering	hoch
Frostempfindlichkeit	hoch (F3)	hoch (F2/F3)	gering (F1) bis mittel (F2)	hoch (F3)
Fließempfindlichkeit	mittel	sehr hoch	mittel	mittel bis gering
Durchlässigkeit (k _v)	gering	gering	mittel bis hoch	gering
Eignung für:				
• Gründung	nicht	nicht	gut	gut ²⁾
• Grabenverfüllung	nicht	nicht	gut	bedingt
• Straßenunterbau	nicht	nicht	gut	bedingt
• Versickerung	nicht	nicht	bedingt	nicht

¹⁾... oberhalb des besser tragfähigen Horizontes sind die stark bindigen Moränekiese ähnlich wie die Moräneschluffe zu beurteilen

²⁾... unterhalb des abgegrenzten, besser tragfähigen Horizontes

3.3 Grund- und Schichtwasserverhältnisse

Die Höhenlage des erkundeten Grundwasserspiegels kann Tabelle (2.1) dieses Berichtes entnommen werden und ist auch in den Bohrprofilen der Anlage (2) und den Profilen der schweren Rammsondierungen der Anlage (3) eingetragen. Grundwasser wurde bei allen Bohrsondierungen (bei BS 1 innerhalb der schwach bindigen Moränekiese, sonst innerhalb

der stark bindigen Moränekiese), und bei drei der vier abgeteufte schweren Rammsondierungen festgestellt.

Die im Zuge der durchgeführten Feldarbeiten festgestellten Grundwasserverhältnisse sind in nachfolgender Tabelle (3.2) zusammengestellt.

Tab. (3.2) Grundwasserverhältnisse

Hydrologischer Gesichtspunkt	Benennung	Information
GRUNDWASSER		
Grundwasserleiter	--	Moränekiese
Aquiferdurchlässigkeit	--	<ul style="list-style-type: none"> • teils mittel bis hoch (innerhalb der schwach bindigen Moränekiese (BS 1)) • meist gering (innerhalb der stark bindigen Moränekiese)
Grundwasserspiegel erkundet	m u. GOK m NN	0,98 – 3,70 463,66 – 470,25

Wie erläutert (s. auch Tab. (3.1)) sind die schwach bindigen Moränekiese von mittlerer bis hoher Wasserdurchlässigkeit und die meist maßgebenden, stark bindigen Moränekiese von eher geringer Wasserdurchlässigkeit. Dementsprechend ist in den jeweiligen Bereichen (beispielsweise im Zuge von Wasserhaltungsmaßnahmen) ggf. von starken Schwankungen hinsichtlich des Grundwasserandranges auszugehen.

Es wird darauf hingewiesen, dass Grundwasserspiegelschwankungen möglich und dementsprechend zu berücksichtigen sind. Deutlich höhere Grund- und Schichtwasserspiegel sind möglich als vorliegend erkundet.

Bei den festgestellten Untergrundverhältnissen sind auch Schichtwasserspiegel über dem Grundwasserniveau in sämtlichen Tiefenlagen und in allen Bereichen zu erwarten und dementsprechend zu berücksichtigen.

Deshalb sind Wasserspiegelhöhen bis zur Geländeoberkante im Hinblick auf die geplanten Baumaßnahmen möglich und zu erwarten, was im Hinblick auf die Trockenhaltung und Auftriebssicherung zu beachten ist.

4 ERDBAULICHE UND ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN

4.1 Bodenklassifizierung

Die im Bereich des geplanten Gewerbegebietes relevanten Bodenarten wurden in den vorangegangenen Abschnitten hinsichtlich des Vorkommens, der Zusammensetzung und der Eigenschaften beschrieben. Die Untergrundsichtung kann den beiliegenden Bohrprofilen der Anlage (2) entnommen werden. Bezug nehmend auf die vorherigen Informationen werden die Klassifizierungen der Materialien entsprechend der DIN 4022 nach bodenmechanischen Gesichtspunkten, entsprechend der DIN 18196 nach grundbaulichen Gesichtspunkten und entsprechend der DIN 18300 nach erdbautechnischen Gesichtspunkten in nachfolgender Tabelle (4.1) zusammengestellt.

Tab. (4.1) **Bodenklassifizierung**

Schicht / Material	Bodenart DIN 4022	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300
MUTTERBODEN			
- Mutterboden	Mu	OH/OU	1
MORÄNESCHLUFFE			
- Schluffe, ± sandig	U,s'-s*,(g),(t)	UL/UM/TL/TM	4/2 ¹⁾
MORÄNESANDE			
- Sande, ± schluffig	S,u'-u*,(g)	SU/SU*	3/4/2 ¹⁾
MORÄNEKIESE (SCHWACH BINDIG)			
- Kiese	G,s-s*,u'	GW / GE / GI / GU	3
MORÄNEKIESE (STARK BINDIG)			
- Kiese, schluffig / Schluff/Kies	G,u-u*,s / U/G, s	GU*	4
GROBEINLAGERUNGEN			
- Steine/Blöcke	X,Y	--	5 - 7 ²⁾

¹⁾ ... Bodenklasse 2 für feinkörnige und gemischtkörnige Böden mit einem Korndurchmesser ≤ 0,063 mm von mehr als 15 Gew.-%, wenn sie eine ≤ breige Konsistenz besitzen und/oder organische Böden

²⁾ ... Grobeinlagerungen wurden vorliegend nicht erkundet, können jedoch innerhalb der erkundeten Moräneböden nicht ausgeschlossen werden

Wie beschrieben, wurden im Zuge der durchgeführten Feldarbeiten keine Grobeinlagerungen bzw. Verbackungen / Verfestigungen etc. angetroffen. Es wird jedoch darauf hingewie-

sen, dass innerhalb der erkundeten Moräneböden auf Grund deren Entstehungsgeschichte generell Grobeinlagerungen und verfestigte Abschnitte möglich und dementsprechend zu berücksichtigen sind. Grobeinlagerungen und Verfestigungen bedingen höhere Bodenklassen gemäß DIN 18300, weshalb empfohlen wird, bei der Planung und Ausschreibung von Erdarbeiten entsprechend auch höhere Bodenklassen (Bodenklassen 5 –7) in zumindest begrenztem Umfang zu berücksichtigen.

4.2 Charakteristische Bodenparameter

Auf Grundlage der Felderkundungen, der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche und der darauf aufbauenden Bodenklassifizierung werden im Folgenden die charakteristischen Bodenparameter, auch unter Beachtung von uns vorliegenden Sonderversuchen an vergleichbaren Bodenmaterialien, abgeschätzt. Zur Zuordnung der angegebenen Bodenparameter wird auf die in den beiliegenden Bohrprofilen der Anlage (2) eingetragene Bodenschichtung verwiesen.

Tab. (4.2) **Charakteristische Bodenparameter**

Schicht / Material	Lagerung/ Konsistenz	γ kN/m ³	γ' kN/m ³	φ' °	c' kN/m ²	E_s MN/m ²	k_f m/s
MORÄNESCHLUFFE							
- Schluffe, ± sandig	weich bis steif	19	9	25,0	3-5	4-8	$\leq 10^{-7}$
MORÄNESANDE							
- Sande, ± schluffig	locker bis mitteldicht (weich bis steif)	20	10	27,5	0-5	15-30	$\leq 10^{-5}$
MORÄNEKIESE (SCHWACH BINDIG)							
- Kiese	locker bis mitteldicht	20	11	32,5-35,0	0	50-70	$\leq 5 \cdot 10^{-3}$
MORÄNEKIESE (STARK BINDIG)							
- Kiese, ± schluffig ¹⁾ (Schluff-Kies)	locker bis mitteldicht (weich bis steif)	21	11	27,5-30,0	0-5	20-50	$\leq 10^{-5}$
- Kiese, ± schluffig ²⁾ (Schluff-Kies)	mitteldicht bis dicht (± halbfest)	21-22	12	30,0-32,5	5-10	40-70	$\leq 10^{-6}$

¹⁾ ... oberhalb des besser tragfähigen Horizontes

²⁾ ... unterhalb des besser tragfähigen Horizontes

Die genannten Parameter gelten für ungestörte Verhältnisse. Bei aushubbedingten Auflockerungen bzw. Aufweichungen gelten die in Tabelle (4.2) angegebenen Werte nicht; in diesem Fall können insbesondere in den bindigen, stark wasserempfindlichen Schichten (z.B. Moräneschluffe, Moränesande und stark bindige Moränekiese) deutlich geringere Bodenparameter maßgebend werden.

4.3 Zulässige Bodenpressungen für Fundamentgründungen

Für Fundamentgründungen werden nachfolgend zulässige Bodenpressungen angegeben, welche auf Grundlage von Grundbruch- und Setzungsberechnungen für mittig belastete Streifenfundamente bestimmt wurden. Die angegebenen Tabellenwerte gelten für mittige, lotrechte Lasteintragung. Bei außermittiger bzw. schräger Lasteintragung sind die Tabellenwerte gemäß den Maßgaben der DIN 1054 abzumindern oder sind die zulässigen Sohlspannungen mit Grundbruch- und Setzungsberechnungen nachzuweisen.

Die nachfolgend angegebenen, zulässigen Bodenpressungen gelten nur bei einer Fundamentgründung in den Moränekiesen, sofern die Gründungssohle unterhalb bzw. auf der Oberkante des besser tragfähigen Horizontes zu liegen kommt bzw. bis zu diesem Niveau unter den Fundamenten eine Kiestragschicht (Bodenaustausch eingebaut unter 60°) eingebaut wird. Die Oberkante des besser tragfähigen Horizontes ist in Tabelle (2.1) dieses Berichtes angegeben und auch in den Profilen der Bohrsondierungen (Anlage (2)) und der schweren Rammsondierungen (Anlage (3)) angegeben. Bei der Ermittlung der nachfolgend angegebenen, zulässigen Bodenpressungen wurde die Höhe des Grundwasserspiegels jeweils nahe Geländeoberkante angesetzt.

Bei einer Gründung innerhalb der stark bindigen Moränekiese wird davon ausgegangen, dass unterhalb des Gründungsniveaus eine zusätzliche Kiestragschicht mit einer Mächtigkeit von mindestens 0,3 m eingebaut wird. Bei einer Gründung innerhalb der schwach bindigen Moränekiese ist eine Kiestragschicht nicht erforderlich; hier ist die Aushubsohle mit mittelschwerem Gerät unter einem Verdichtungsgrad von $D_{pr} \geq 100\%$ nachzuverdichten.

Tab. (4.3) Zulässige Bodenpressungen für Streifenfundamente in den ± bindigen Moränekiesen ¹⁾ bei Gründung auf Kieskolfer ($d \geq 0,3$ m)

Einbindetiefe m	Zulässige Bodenpressungen [kN/m ²] für b bzw. b'				
	0,50 m	0,75 m	1,00 m	1,25 m	1,50 m
0,5	200	230	250	270	290
≥ 1,0	270	290	310	330	330

¹⁾ ... Gründung unterhalb bzw. auf Höhe des besser tragfähigen Horizontes

Es wird davon ausgegangen, dass geringer tragfähige Böden (bindige Böden mit organischen Anteilen bzw. bindige Böden von \leq weicher Konsistenz) unterhalb des Gründungsniveaus komplett ausgetauscht werden. Weiterhin sind die in Abschnitt 5 angegebenen Hinweise zur Bauausführung zu beachten. Sofern die in obiger Tabelle angegebenen Bodenpressungen und Fundamentgrößen ausgenutzt werden, sind Setzungen in einer Größenordnung von ca. 1,0 – 2,5 cm zu erwarten.

Bei gedrungene Einzel Fundamenten $a/b < 2$ können die in obiger Tabelle angegebenen Bodenpressungen um 10 % erhöht werden.

4.4 Bettungsmodul für Platten Gründung

Zur statischen Dimensionierung von plattenartig gegründeten Bauwerken wird hinsichtlich der Untergrundreaktion der Bettungsmodul k_s maßgebend, der im Sinne einer elastischen Federsteifigkeit des Untergrundes verstanden werden kann.

Die Lasten aus Platten, Wänden und Stützen werden dabei, je nach dem Verhältnis der Steifigkeit von Bodenplatte und Untergrund auf variable Breite in den Boden eingetragen. Aufgrund des Zusammenwirkens zwischen Bodenplatte und Untergrund hängt der tatsächlich wirksame Bettungsmodul von jeweiligen Breite der Lasteintragung, der Lastgröße und der Steifigkeit des Fundamentkörpers ab.

Um eine realistische Dimensionierung von Gründungsplatten zu gewährleisten, ist es deshalb ggf. sinnvoll, im Bereich von Punkt-/Streifen- und Flächenlasten unterschiedliche Bettungsmodul anzusetzen.

Tab. (4.4) Bettungsmodul für Plattengründung in den Moränekiesen ¹⁾ auf Kieskoffer (d ≥ 0,3 m)

Bereich / Art der Belastung	Bettungsmodul k_s MN/m ³
Flächenlast (Plattenbereich: Lastniveau ca. 50 - 100 kN/m ²)	10
Streifen- bzw. Punktlast (Außenwandbereich/Stützen: Lastniveau ca. 100 - 200 kN/m ²)	15 - 20

¹⁾ ... Gründung unterhalb bzw. auf Höhe des besser tragfähigen Horizontes

Die oben angegebenen Bettungsmodule gelten nur bei einer Gründung innerhalb der Moränekiese unterhalb bzw. auf Höhe der Oberkante des besser tragfähigen Horizontes gemäß Tab. (2.1) sowie den Eintragungen in Anlage (2) und (3). Innerhalb der schwach bindigen Moränekiese ist die Aushubsohle mit einem Verdichtungsgrad von $D_{pr} \geq 100\%$ nachzuverdichten. Im Bereich der stark bindigen Moränekiese ist unterhalb des Gründungsniveaus eine zusätzliche Kiestragschicht mit einer Mächtigkeit von mindestens 0,3 m verdichtet und unter einer seitlichen Verbreiterung von 60° zur Horizontalen einzubauen.

Bindige Schichten von nur weicher Konsistenz sowie organogene Böden sind unterhalb von Bodenplatten komplett auszutauschen.

Bei Beachtung der in obiger Tabelle angegebenen Werte und der weiteren, unter Abschnitt 5 angegebenen Hinweise sind Setzungen in einer Größenordnung von ca. 1,5 - 2,5 cm für Plattengründungen normaler Größenordnung zu erwarten.

Sofern das in obiger Tabelle angegebene Lastenniveau überschritten wird, wurden zusätzliche Beurteilungen durch einen Baugrundsachverständigen erforderlich.

5 HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG

5.1 Allgemeines

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Gutachtens liegen noch keine näheren Planungen (z.B. Art und Umfang der Baulichkeiten, Durchmesser und Verlegetiefe der Kanäle, geplante Verkehrsflächen etc.) vor, weshalb nachfolgend allgemeine Angaben zur Bauausführung erarbeitet werden.

Grundsätzlich wird empfohlen, die Planungskonzepte auf die Eigenschaften der angetroffenen Böden und die Gründungskonzepte für die Bauwerke generell in Abstimmung mit einem Baugrundsachverständigen festzulegen.

Bei den nachfolgenden Ausführungen wird Bezug genommen auf das in den Bohrprofilen der Anlage (2) eingetragene Untergrundsystem. Auftragsgemäß erfolgen Hinweise zur Bauausführung von Gebäuden, Kanälen und Verkehrsflächen sowie Angaben zur Arbeitsraumverfüllung und Auftriebssicherheit.

5.2 Erstellung von Gebäuden

5.2.1 Baugrube / Verbau

Geböschte Baugrube

Bei ausreichenden Platzverhältnissen können die Baugruben frei geböschet werden. Der gemäß DIN 4124 maximal zulässige Böschungswinkel innerhalb der Moränekiese, der Moräneseande und der bindigen Moräneschluffe von weicher Konsistenz beträgt 45° . Innerhalb der bindigen Moräneschluffe von \geq steifer Konsistenz kann der maximal zulässige Böschungswinkel mit 60° (zur Horizontalen) ausgebildet werden. Es wird darauf hingewiesen, dass insbesondere auf Grund der starken Wasser- und Fließempfindlichkeit der erkundeten Bodenmaterialien auch geringere Böschungsneigungen maßgebend werden können. Es wird deshalb empfohlen, für Baugruben generell unter 45° geneigte Böschungen und bei Einbindung unter das Grundwasserniveau auch örtlich Böschungsfußsicherungen für instabile Teilabschnitte vorzusehen. Diese Böschungsfußsicherungen können beispielsweise durch das Eindringen von kurzen Spunddielen mittels Bagger bewerkstelligt werden.

Im Bereich von stärker bindigen Böden (stark bindige Moränekiese, Moräneschluffe, bindige Moränesande) ist die Baugrubensohle mit schwerem Gerät nicht befahrbar bzw. Störungen der Aushubsohle sind dann zu erwarten. Es wird hier der Einbau einer Kiestragschicht vor Kopf erforderlich. Generell ist ein sofortiger Überbau der Baugrubensohlen mit Tragschichtmaterial zur Vermeidung von Aufweichungen und stärkeren Störungen der Aushubsohle erforderlich. Weiterhin ist die Verlegung einer geotextilen Trennlage zwischen Baugrubensohle und Kiestragschicht notwendig. Auf die Arbeiten vor Kopf sowie die Verlegung einer geotextilen Trennlage kann nur in Bereichen mit nicht bzw. schwach bindigen Böden (schwach bindige Moränekiese) u.U. verzichtet werden.

Im Bereich von Böden mit hoher Wasser- und Fließempfindlichkeit, wie vorliegend gegeben, wird der Schutz der Baugrubenböschungen vor Oberflächenwassereintrag beispielsweise durch das Auflegen von starken Baufolien (Windsicherungen z.B. mittels Baustahlmatten und Erdnägeln) erforderlich.

Bei tieferen Baugruben (≥ 3 m) und bei Lasten an der Böschungskrone (z.B. Kran) werden Standsicherheitsuntersuchungen notwendig. Die weiteren Ausführungen der DIN 4124 sind zu beachten.

Beim Aushub sind überwiegend Böden der Bodenklassen 3 – 5 nach DIN 18300 zu erwarten. Örtlich sind aber auch höhere Bodenklassen und bei aufgeweichten Böden fließende Böden (Bodenklasse 2 gemäß DIN 18300) nicht auszuschließen. Diesbezüglich wird auf die Ausführungen des Abschnittes 4.1 verwiesen.

Verbau

Sofern verbaute Baugruben erforderlich werden, kann ein Spundwand- oder ein Trägerbohlwandverbau vorgesehen werden. Bei einem Spundwandverbau ist die Erschütterungsproblematik im Hinblick auf evtl. zum Zeitpunkt der Bauausführung bereits bestehende Bauten und die Einbringbarkeit an sich zu beachten. Einbringversuche mit Erschütterungsmessungen werden im Bedarfsfall erforderlich. Es wird erforderlich, bei Spundwandverbauten Einbringhilfen, z.B. mittels Vorbohrungen, vorzusehen.

Trägerbohlwandverbauten sind vorliegend insbesondere bei Baugruben, deren Aushubsohlen über dem GW-Spiegel liegen, sinnvoll. Für Trägerbohlwandverbauten wird empfohlen,

die Träger in verrohrt vorgebohrte Bohrlöcher einzustellen. Bei Grund- bzw. Schichtwasserzutritt ist hier eine besser abdichtende Ausfachung – z.B. mittels Stahlplatten – sinnvoll.

Verbauten sind unter Beachtung der in Abschnitt 4 angegebenen Parameter statisch zu dimensionieren; evtl. Verpressstrecken von Ankern sind ≥ 4 m unter GOK vorzusehen.

5.2.2 Wasserhaltung

Auf Grund der überwiegend nur geringen bis mittleren Wasserdurchlässigkeit der anstehenden Untergrundschichten kann Oberflächen- bzw. Schichtwasser nicht über die Baugrubensohle versickert werden. Es wird deshalb empfohlen, für Baugruben generell eine Wasserhaltung vorzusehen. Zur Wasserhaltung wird der Einbau und Betrieb einer offenen Wasserhaltung mit Dränageschicht, ausgefilterten Dränagen, Pumpensämpfen und Pumpen etc. erforderlich. Dabei ist der Einbau einer Dränageschicht auf geotextiler Trennlage vorzusehen. Im Bereich mit geringer durchlässigen, stark bindigen Moränekiesen (BS2, BS3, BS4) kann als Dränageschicht z.B. weitgestuftes Kiesmaterial mit einem Feinkornanteil $< 5\%$ und einem Sandanteil $< 15\%$ verwendet werden. In Bereichen mit höher durchlässigen, schwach bindigen Moränekiesen (BS1) ist Dränagekies (z.B. Körnung 16/32 mm) auf geotextiler Trennlage einzusetzen.

Wie im nachfolgenden Abschnitt 5.2.3 beschrieben, kann die Dränageschicht zugleich auch für Gründungszwecke verwendet und auf die Stärke der Kiestragschicht angerechnet werden.

Wie beschrieben, fungieren überwiegend (Bohrsondierungen BS 2, BS 3 und BS 4) die relativ stark bindigen Moränekiese als Grundwasserleiter. In diesen Bereichen sind im Zuge einer Wasserhaltung nur relativ geringe Wassermengen ($< 5 - 10$ l/s für eine Baugrube mit Abmessungen von ca. 15 m x 15 m) bei Absenkung des Wasserspiegels um 0,5 – 1,0 m zu berücksichtigen. Im nordwestlichen Bereich (Bohrsondierung BS 1) wurden aber auch schwach bindige Moränekiese angetroffen, welche als guter Grundwasserleiter fungieren. Entsprechende Böden besitzen eine hohe Wasserdurchlässigkeit und bedingen im Zuge einer Wasserhaltung entsprechend höhere Fördermengen. Unter dem Ansatz einer Aquiferdurchlässigkeit von $1 \cdot 10^{-3}$ m/s ergeben sich für eine Baugrube mit Abmessungen von ca. 15 m x 15 m bei einer Absenkung von ca. 0,5 – 1,0 m zu fördernde Wassermengen in einer Größenordnung von ca. 10 – 30 l/s; örtlich sind auch höhere Wassermengen nicht auszuschließen.

Wie beschrieben, dürften die im Zuge von Wasserhaltungsmaßnahmen zu fördernden Wassermengen überwiegend relativ gering ausfallen und sind auch vom Oberflächenwassereintrag abhängig. Es wird empfohlen, hinsichtlich der Wasserhaltung weitere Überlegungen nach Vorliegen entsprechender Planungsdetails (Tiefenlage der planmäßigen Aushubsohle, Lage und Abmessungen der geplanten Baugruben) anzustellen und dann bei Erfordernis entsprechende Dimensionierungen der Wasserhaltungsmaßnahmen durchzuführen.

5.2.3 Gründung

In den Profilen der Bohrsondierungen (Anlage (2)) und der schweren Rammsondierungen (Anlage (3)) sowie in Tabelle (2.1) dieses Berichtes ist die Oberkante des besser tragfähigen Horizontes angegeben. Die Gründung von Baulichkeiten auf bzw. innerhalb des besser tragfähigen Horizontes wird erforderlich. Eventuell anstehende, geringer tragfähige Böden, wie z.B. bindige Böden von nur weicher Konsistenz, organische Böden etc., sind unterhalb des Gründungsniveaus komplett auszukoffern und durch den Einbau von geeignetem Bodenaustauschmaterial (lagenweiser Einbau unter Verdichtung; $D_{pr} \geq 100\%$) zu ersetzen.

Nach den vorliegenden Untergrundaufschlüssen dürfte die Gründungssohle von Bauwerken mit einer Unterkellerung überwiegend innerhalb der stark bindigen Moränekiese zu liegen kommen. In diesen Bereichen ist, wie beschrieben, eine zusätzliche Kiestragschicht ($d \geq 0,3$ m) auf geotextiler Trennlage, welche auch für Wasserhaltungszwecke verwendet werden kann, einzubauen. Dafür ist z.B. weitgestuftes Kiesmaterial mit einem Feinkornanteil $< 5\%$ und einem Sandanteil $< 15\%$ einzusetzen. Der lagenweise Einbau (maximale Lagenstärke 0,3 m) unter Verdichtung mit mittelschwerem, dynamischem Verdichtungsgerät ist erforderlich. Wir empfehlen, Verdichtungskontrollen gemäß DIN 18125 vorzusehen, um einen zu erreichenden Verdichtungsgrad von $D_{pr} \geq 100\%$ auf Höhengniveau der Gründungssohle nachzuweisen. Die geotextile Trennlage ist mit einer Geotextilrobustheitsklasse \geq GRK 3 vorzusehen. In Bereichen mit schwach bindigen Moränekiesen, wie bei der Bohrsondierung BS 1 erkundet, kann auf den Einbau einer zusätzlichen Kiestragschicht und auch auf die geotextile Trennlage verzichtet werden. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass auch hier u.U. für eine Wasserhaltung der Einbau einer Dränageschicht auf geotextiler Trennlage - wie in Abschnitt 5.2.2 beschrieben - erforderlich werden kann. Die diesbezüglichen Erfordernisse hängen von der Tiefenlage der planmäßigen Endaushubsohle sowie vom Grundwasserstand zum Zeitpunkt der Bauausführung ab.

Für Plattengründungen sind die Bettungsmodule in Tabelle (4.4) angegeben. Im Zusammenhang mit der nachfolgend (Abschnitt 5.2.4 – Bauwerkstrockenhaltung) für notwendig erachteten, wasserdichten Ausbildung aller unter Geländeoberkante einbindenden Bauwerksteile dürfte sich eine Gründung unterkellerten Bauwerke mittels elastisch gebetteter Bodenplatte als wirtschaftlich und sinnvoll erweisen.

Für die Bemessung von Fundamentgründungen sind die zulässigen Bodenpressungen in Abschnitt 4.3 dieses Berichtes angegeben. Bei oberflächiger Gründung von Fundamenten oder auch Plattengründungen (frostsichere Tiefe $\geq 1,0$ m unter GOK) wird zwischen UK Fundament und der Oberkante besser tragfähiger Schichten der Einbau einer verdichteten Kiestragschicht ($D_{gr} \geq 100$ %) unter einer seitlichen Verbreiterung von 60° (zur Horizontalen) erforderlich. Unter nicht tragenden, geländegleichen Fußbodenplatten (bei einer Lastabtragung über Streifen- oder Einzelfundamente) ist eine Kiestragschicht auf Vlies von $\geq 0,5$ m Stärke vorzusehen; gering tragfähige Schichten sind aber hier auch tieferreichend auszutauschen.

5.2.4 Bauwerkstrockenhaltung / Auftriebssicherung

Wie in Abschnitt 3.3 beschrieben, ist Grund- bzw. Schichtwasser in sämtlichen Bereichen und in allen Tiefenlagen bis zur Geländeoberkante möglich und zu erwarten. Damit ist die wasserdichte Ausbildung (weiße Wanne) für alle unter Geländeoberkante einbindenden Bauteile erforderlich. Dies gilt auch für Kellerlichtschächte, Kellerabgänge etc., welche dann auch entsprechend mit einem geschlossenen System zu entwässern sind. Auch die Auftriebssicherheit ist für alle Bauzustände und den Endzustand für entsprechende Wasserstände nachzuweisen.

Als Alternative zur wasserdichten Ausbildung bis zur Geländeoberkante wäre durch entsprechend DIN-konforme Dränagesysteme ein niedrigerer Wasserspiegel auch im Hochwasserfall sicherzustellen, was aber auch eine entsprechend geeignete Vorflut mit einer jederzeit gesicherten Ableitung und der Sicherstellung eines entsprechend tief liegenden Wasserspiegels voraussetzen würde. Dann wäre eine Abdichtung der Bauteile gegen nichtdrückendes Wasser ausreichend; die Auftriebssicherheit wäre dann gegeben.

5.3 Kanalbau

Derzeit liegen noch keine Planungsgrundlagen zu den Kanalleitungen vor, weshalb nachfolgend von üblichen Kanaldurchmessern (ca. DN 200 bis ca. DN 400) und Verlegetiefen von ca. 2 – 4 m unter Geländeoberkante ausgegangen wird.

5.3.1 Baugrube / Verbau

Die Kanalgräben können theoretisch bei ausreichenden Platzverhältnissen frei geböscht werden. Die Baugrubenböschungen sind dabei vor Eintrag durch Oberflächenwasser zu schützen. Diesbezüglich wird auf die Ausführungen des Abschnittes 5.2.1 verwiesen. Bei größeren Grabentiefen (≥ 2 m) sowie einer Einbindung unterhalb des Grundwasserspiegels wird aber generell empfohlen, einen Kanalgrabenverbau vorzusehen. Im geplanten Baugebiet kann ein Großstahlplattenverbau verwendet werden. Bei einer Einbindung unterhalb des Grundwasserniveaus (0,5 – 1,0 m) sowie im Bereich von stark fließempfindlichen Untergrundsichten (z.B. Moränesande) können zusätzliche Maßnahmen, wie beispielsweise das Eindrücken von Stahlplatten an den Stirnseiten des Verbaus, erforderlich werden. In diesem Fall ist auch die Ausbildung eines besser abdichtenden Gleitschienenverbaus zu empfehlen.

Bei tieferen Baugruben ($> 3,5 - 4,0$ m) ist ggf. ein Spundwandverbau oder ein Trägerbohlwandverbau, z.B. im Nahbereich von Bauwerken, notwendig. Hierzu sind die Ausführungen des Abschnittes 5.2.1 zu beachten.

Auf Grund der starken Wasser- und Fließempfindlichkeit der anstehenden Böden wird der sofortige Überbau der Grabensohlen mit Filterkies- bzw. Tragschichtmaterial erforderlich. Grundsätzlich empfehlen wir, kurze Aushublängen vorzusehen.

Bei längeren Standzeiten (Feierabend-, Wochenendpause) wird unter dem Grundwasserniveau der Überbau der Kanalgrabensohlen und die Rückverfüllung des Kanalgrabens erforderlich, um ein Ausfließen der erkundeten, teils fließempfindlichen Böden zu vermeiden.

5.3.2 Wasserhaltung

Wie beschrieben, wurde im nordwestlichen Bereich des geplanten Baugebietes ein geschlossener Grundwasserspiegel innerhalb von gut durchlässigen, schwach bindigen Moränekiesen angetroffen. Wenn die Kanalrohre unter das Grundwasserniveau einbinden, wer-

den hier vermutlich etwas umfangreichere, offene Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich., Für deren Betrieb ist eine Dränschicht in geotextiler Umhüllung (Vlies) und eine ausgefilterte Drainage mit Pumpensümpfen vorzusehen. Unter Ansatz einer Aquiferdurchlässigkeit von $1 \cdot 10^{-3}$ m/s ergeben sich für eine Kanalgrabenlänge von ca. 50 m und unter Ansatz einer erforderlichen Grundwasserabsenkung von ca. 0,5 m zu fördernde Wassermengen von ca. 10 – 25 l/s.

In den Bereichen, wo stark bindige Moränekiese angetroffen wurden, dürften im Zuge von Wasserhaltungsmaßnahmen geringere Wassermengen (< 5 – 10 l/s pro 50 m Kanalgrabenlänge) zu erwarten sein. Wie beschrieben, ist der Andrang von Schichtwasser weiterhin in allen Abschnitten und sämtlichen Tiefenlagen, auch oberhalb des Grundwasserspiegels, möglich, so dass auch hier offene Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden können. In sämtlichen Bereichen sind, auch abhängig vom Oberflächenwassereintrag, höhere Wassermengen nicht auszuschließen. Auf Grund der starken Wasserempfindlichkeit der anstehenden Untergrundschichten ist der Einbau einer vliesummantelten (\geq GRK 3) Filterkieslage nach dem Aushub in allen Abschnitten und auch über GW zwingend erforderlich.

Generell wird empfohlen, die Wasserhaltungsmaßnahmen gestaffelt nach Wassermengen auszuschreiben, um eine aufwandsgerechte Abrechnung zu ermöglichen. Für den Bedarfsfall sind bei tieferer Einbindung unter GOK auch Vakuumwasserhaltungen vorzusehen, um in stärker sandigen, unter GW-Einfluss stehenden Schichten eine Stabilisierung der Aushubsohlen bei Erfordernis realisieren zu können.

5.3.3 Gründung

Nachfolgend werden die Maßnahmen zur Gründung von Kanalleitungen angegeben. Die material- und einbauspezifischen Parameter für den empfohlenen Kieskoffer können Abschnitt 5.2.3 dieses Berichtes entnommen werden. Der empfohlene Kieskoffer dient zur Gründungsverbesserung und für Wasserhaltungszwecke. Für den Kieskoffer wird eine geotextile Umhüllung (Vlies \geq GRK 3) erforderlich.

Nach den vorliegenden Aufschlüssen dürfte die planmäßige Gründungssohle von Kanalleitungen innerhalb der Moränekiese zu liegen kommen. Sofern schwach bindige Moränekiese, wie bei Bohrsondierung BS 1 erkundet, im Bereich der Aushubsohle anstehen, kann auf den Einbau eines Kieskoffers zur Gründungsverbesserung evtl. verzichtet werden. Bei einer Einbindung unterhalb des Grundwasserniveaus wird in den gut durchlässigen, schwach bindi-

gen Moränekiesen aber der Einbau von geotextilumhülltem (\geq GRK 3) Dränagekies (Körnung z.B. 16/32 mm) für Wasserhaltungszwecken ohnehin notwendig.

Im Bereich der stark bindigen Moränekiese wird empfohlen, grundsätzlich einen mit Vlies (\geq GRK 3) geotextilumhülltem Kieskoffer mit einer Mächtigkeit von 0,3 m vorzusehen.

Bindige Böden von nur weicher Konsistenz bzw. organogene Böden sind unterhalb des Gründungsniveaus von Kanalleitungen komplett auszutauschen und durch geeignetes Bodenaustauschmaterial (z.B. weitgestuftes Kiesmaterial mit Feinkornanteil $< 10\%$) unter lagenweiser Verdichtung zu ersetzen.

Bei üblichen Kanalverlegetiefen (2,0 – 3,5 m unter GOK) und Nennweiten der Rohre von ca. 200 – 400 mm ist nach einer überschlägigen Abschätzung mit Setzungen in einer Größenordnung von ca. 1,5 – 2,5 cm zu rechnen. Es wird erforderlich, geeignetes Rohrmaterial mit ausreichenden statischen Reserven vorzusehen und entsprechend flexible Kanalstränge und Anschlüsse auszubilden. Vom Einsatz setzungsempfindlicher Rohrmaterialien wird abgeraten.

5.4 Arbeitsraumverfüllung

Die erkundeten Moräneschluffe und Moränesande sowie auch stark bindige Moränekiese mit höheren Wassergehalten sind zur Arbeitsraumverfüllung nicht bzw. wenig geeignet. Hier wäre eine Materialaufbereitung erforderlich. Sofern die stark bindigen Moränekiese einen geeigneten Wassergehalt und nicht zu hohen bindigen Anteil besitzen, können sie zur Arbeitsraumverfüllung wiederverwendet werden. Es ist jedoch dann darauf zu achten, dass eine geeignete Zwischenlagerung (Halden mit Abdeckung) stattfindet. Die schwach bindigen Moränekiese (BS1) können zur Arbeitsraumverfüllung gut herangezogen werden.

Die Arbeitsraumverfüllung hat grundsätzlich lagenweise (Lagenstärke $\leq 0,3$ m) unter Verdichtung zu erfolgen. Gegebenenfalls ist zur Arbeitsraumverfüllung geeignetes Fremdmaterial (z.B. Kies mit begrenztem Feinkornanteil von $< 10\%$) einzubauen. Das Verfüllmaterial ist kraftschlüssig mit dem anstehenden Untergrund beim schrittweisen Rückbau des jeweiligen Verbaus einzubauen.

Unterhalb von Straßenaufbauten bzw. auf dem Planum sind die Qualitätsanforderungen gemäß ZTVE-StB 94 z.B. mittels Lastplattendruckversuchen nachzuweisen.

Des Weiteren sind die "Zusätzlichen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen der ZTVA-StB 89" und das "Merkblatt für die Hinterfüllung von Bauwerken" der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen zu beachten.

5.5 Auftriebssicherheit

Für sämtliche Bauwerke ist für alle Bauzustände und den Endzustand die Auftriebssicherheit für Wasserstände nicht unter Geländeoberkante (vgl. hierzu Abschnitt 3.3) nachzuweisen und durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen.

5.6 Erstellung von Verkehrsflächen

5.6.1 Anforderungen der Tragfähigkeit an das Planum

Gemäß ZTVE-StB 94 ist zum Nachweis einer ausreichenden Tragfähigkeit ein Verformungsmodul $E_{v,2}$ auf dem natürlichen, nicht frostsicheren Untergrund von 45 MN/m^2 in Höhe des Planums erforderlich. Die Nachweise hierfür sind durch Lastplattendruckversuche gemäß DIN 18134 zu führen. Wird der geforderte Wert von mindestens 45 MN/m^2 nicht erreicht, so wird ein zusätzlicher Bodenaustausch oder alternativ eine Bodenverbesserung (z.B. mittels Kalk- und/oder Zementzugabe) erforderlich.

Im Bereich der bindigen Moräneschluffe von nur weicher bis steifer Konsistenz, wie bei den Bohrsondierungen BS 3 und BS 4 erkundet, sowie der Moränesande mit höheren bindigen Anteilen, wie im Bereich der Bohrsondierung BS 2 angetroffen, dürfte der gemäß ZTVE-StB 94 geforderte Verformungsmodul von $E_{v,2} = 45 \text{ MN/m}^2$ in Höhe des Planums zu großen Teilen nicht erreichbar sein. Hier empfehlen wir, einen zusätzlichen Bodenaustausch mit einer Stärke von ca. 20 – 40 cm vorzusehen, um die Anforderungen gemäß ZTVE-StB 94 zu erreichen. Als Bodenaustauschmaterial kann z.B. Wandkies mit begrenztem Feinkornanteil ($\leq 10 \%$) eingesetzt werden. Innerhalb der stark bindigen Moränekiese, wie bei Bohrsondierung BS 1 angetroffen, kann, sofern diese zum Zeitpunkt der Bauausführung einen geeigneten Wassergehalt besitzen, nach einer entsprechenden Nachverdichtung der gemäß ZTVE-StB 94 geforderte Verformungsmodul in Höhe des Planums erreichbar sein, andernfalls ist auch hier ein zusätzlicher Bodenaustausch mit einer Stärke von ca. 20 – 30 cm erforderlich.

Bodenaustauschmaßnahmen oder auch Verbesserungen werden vorliegend somit nahezu im gesamten Baugebiet unter dem Oberbau von Verkehrsflächen erforderlich.

Um die Bodenaustauschmächtigkeiten auf ein Mindestmaß zu reduzieren und damit einen wirtschaftlichen, zügigen Baufortschritt zu gewährleisten, wird von unserer Seite empfohlen, zu Beginn der Baumaßnahme in den jeweiligen Bereichen jeweils ein Testfeld für das Plannum herzustellen und anschließend Lastplattendruckversuche durchzuführen. Entsprechend den Ergebnissen dieser ersten Lastplattendruckversuche können die erforderlichen Bodenaustauschmächtigkeiten dann endgültig festgelegt werden.

Auf Grund der starken Wasser- und Fließempfindlichkeit der anstehenden Bodenschichten wird empfohlen, auch bei der Erstellung von Verkehrsflächen abschnittsweise vorzugehen und freigelegte Flächen sofort zu überbauen um ein Aufweichen der Aushubsohle zu vermeiden.

5.6.2 Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus

Für die erforderliche Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus empfehlen wir, die in nachfolgender Tabelle (5.1) zusammengestellten Werte, welche in Anlehnung an die ZTVE-StB 94 und die RSIO 01 festgelegt wurden, zu berücksichtigen.

Tabelle (5.1) Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaues

Frostempfindlichkeitsklasse des anstehenden Bodens	Bauklasse III / IV cm	Bauklasse V / VI cm	Zuschlag auf Grund von Frostelnwirkung cm
F3 (Moräneschluffe, Moränesande, stark bindige Moränekiese)	60	50	15

Wie obiger Tabelle entnommen werden kann, ergibt sich je nach Bauklasse eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 65 cm (Bauklasse V und VI) bzw. 75 cm (Bauklassen III und IV).

6 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Im Rahmen des vorliegenden Berichtes wurden die Ergebnisse der durchgeführten Feld- und Laborarbeiten hinsichtlich des geplanten Gewerbegebietes zusammengestellt und dokumentiert.

Vorrangiges Ziel des Gutachtens war es, die vor Ort relevanten Untergrunddaten durch Beschreibung der Bodenschichten, Zuordnung von Bodenklassen und charakteristischen Bodenparametern für den Planer und die Baufirma aufzubereiten. Weiterhin wurden Tragfähigkeitswerte zur Vordimensionierung von Gründungselementen angegeben und Empfehlungen zur Erstellung und Gründung von Bauwerken und Kanälen aus geotechnischer Sicht gegeben. In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass bei größeren Bauwerken und bei höher belasteten Bauteilen (vgl. Lastbereiche gemäß Tabelle (4.4)) zusätzliche Baugrunderkundungsmaßnahmen und Beurteilungen im Einzelfall zwingend erforderlich sind. Dies trifft auch dann zu, wenn tiefer (≥ 4 m) unter GOK einbindende Bauteile geplant werden; tieferreichende Aufschlüsse sind dann vorab erforderlich.

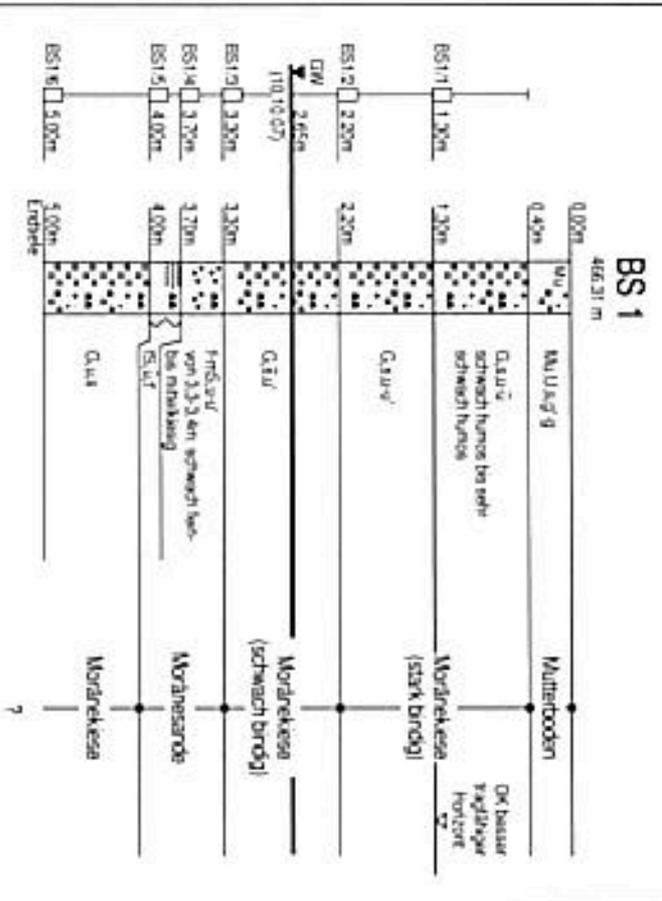
Schließlich wurden Hinweise zur Erstellung von Verkehrsflächen und weitere Empfehlungen zur Arbeitsraumverfüllung und Auftriebssicherheit etc. erarbeitet.

Es wird davon ausgegangen, dass die an Planung und Bauausführung beteiligten Ingenieure unter Zugrundelegung der hier aufgezeichneten Untergrunddaten alle erforderlichen Nachweise für das Bauwerk und die Baugrubenverbauten etc. entsprechend den Regeln der Bautechnik führen und bei offenen Fragestellungen hinsichtlich Baugrund, Gründung und Wasserhaltung etc. an den Baugrundsachverständigen herantreten.

Zum Zeitpunkt der Ausarbeitung dieses Berichtes lagen uns die genannten Arbeitsunterlagen vor. Da dem Baugrundsachverständigen nicht alle relevanten Gesichtspunkte der Planung und Bauausführung bekannt sein können, sind nach Vorliegen der Planung bodenmechanische Detailfragen mit dem Bearbeiter dieses Berichtes abzustimmen; zusätzliche geotechnische Untersuchungen und Beurteilungen werden dann ggf. erforderlich. Es wird empfohlen, die Gründungskonzepte für die Bauwerke generell mit einem Baugrundsachverständigen abzustimmen. Die Kontaktaufnahme wird auch dann erforderlich, wenn bei der Bauausführung nicht auszuschließende Abweichungen der Untergrundverhältnisse zwischen den Aufschlusspunkten festgestellt werden.

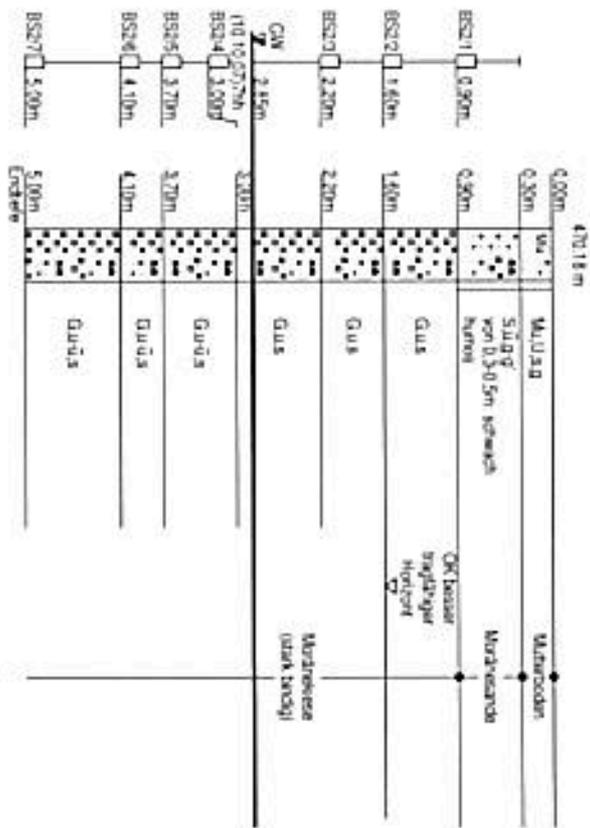
Für weitere Beratungsleistungen, wie die Erarbeitung von Gründungskonzepten, Verdichtungskontrollen oder Lastplattendruckversuche stehen wir gerne zur Verfügung. Die Abnahme von Baugrubensohlen durch den Geotechniker wird empfohlen.

CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Gewerbegebiet Achern
Beratende Ing. u. Geologen GmbH	Projektnr. : B 27976
Schulberg 14, 65612 Wasserburg	Anlage :
Telefon 068071-60051, FAX -40133	Maßstab : 1:50



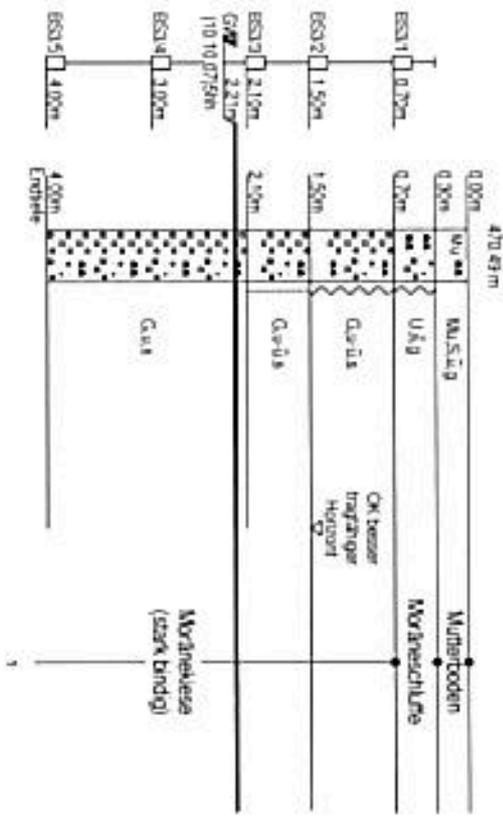
CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Gewerkschaft Aachen
Beratende Ingenieurgeologen GmbH	Projekt Nr. : B 27916
Schusterberg 14, 80512 Wasserburg	Anlage :
Telefon 09071-50051, FAX 40133	Maßstab : 1:50

BS 2



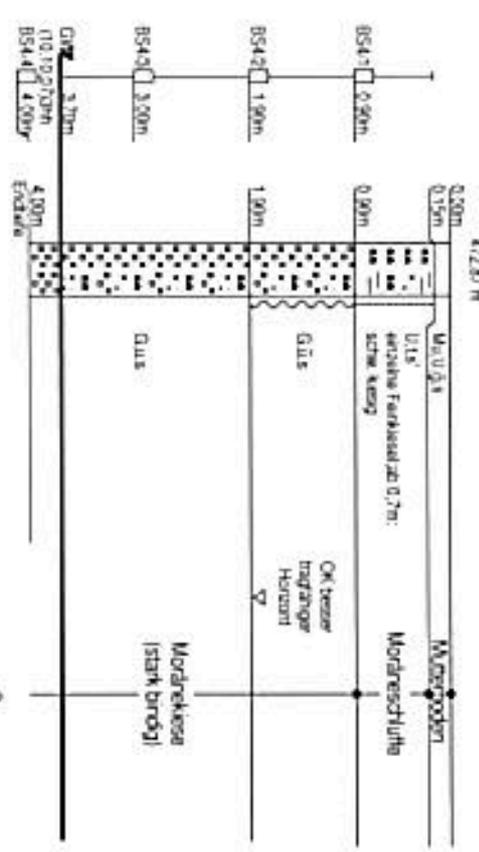
CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Gewerbegebiet Achten
Beratende Ing u Geologen GmbH	Projektnr. : B 27916
Straßburg 14, 65612 Wassenburg	Arbeitsplan :
Tel:08071-50051, FAX: 40133	Maßstab : 1:50

BS 3



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Gewerbegebiet Achen
Berater: Iny U Geologen GmbH	Projektnr. : B 2/316
Schuberg 14, 63512 Wasserburg	Anlage :
Tel 06071-50051, FAX -40133	Maßstab : 1:50

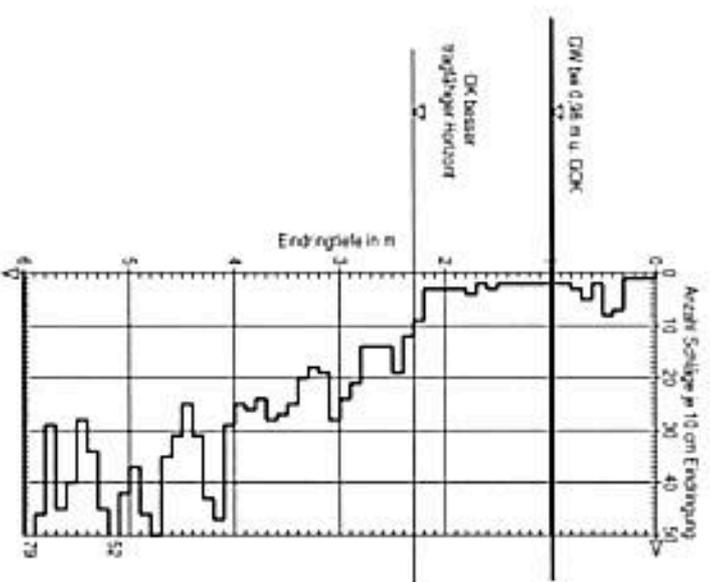
BS 4



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Geotechnik Achten
Berater: Ing. u. Geologen Grottel	Projektnr.: B 27916
Schulstr. 14, 80512 Wasserburg	Arbeits
Tel. 08921-50051, FAX -40333	Maßstab : 1:50

DPH 1

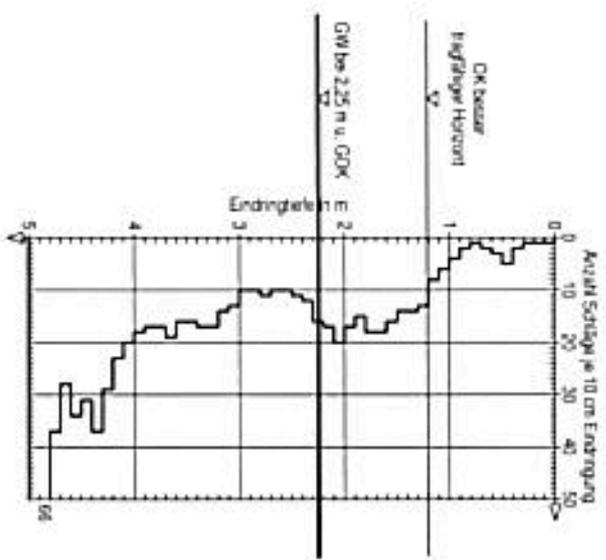
471,23 m



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Gatterbocher/Adrian
Beratende Ingenieurgeologen GmbH	Projektnr. : B 27315
Schusterstr. 14, 83512 Wasserburg	Arbeitsz. :
Tel.09071-52051, FAX -40133	Maßstab : 1:50

DPH 2

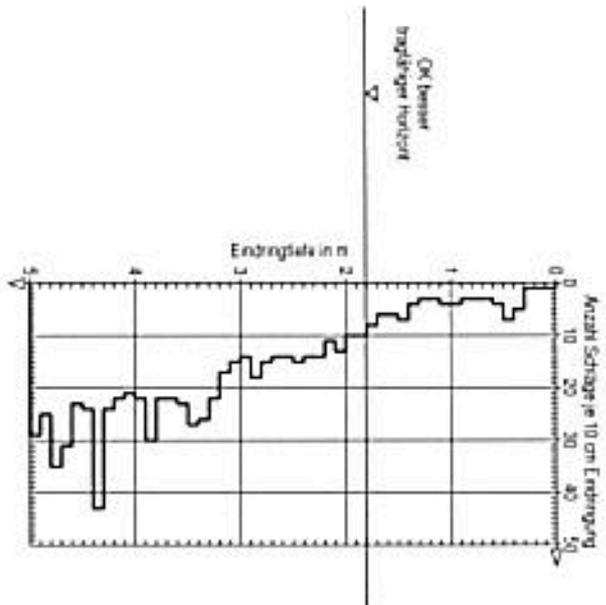
427,56 m



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Geotechnik Aachen
Beratungsingenieur/Geologin/Gericht	Projektnr. : B 23116
Schusterstr. 14, 80512 Muenchen	Anlage :
Tel:08971.59051, FAX: 40133	Maßstab : 1:50

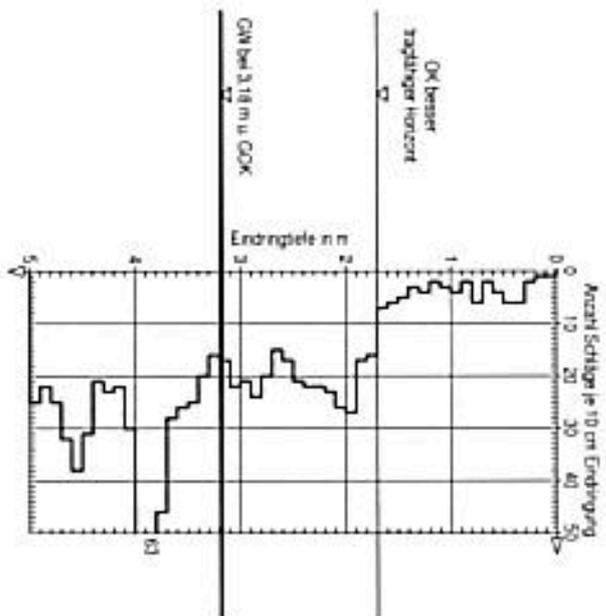
DPH 3

419 24 m



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Gewerbegebiet Athen
Beratende Ingenieurgeologen GmbH	Projektnr. : B 22916
Schusterweg 14, 60512 Wiesbaden	Arbeitspl. : 1:50
Tel.09071-59051, FAX 40133	Malschb. : 1:50

DPH 4
471,88 m



—

Anlage (1)

LAGEPLAN MIT UNTERGRUNDAUFSCHLUSSPUNKTEN

Anlage (2)

**PROFILE DER ABGETEUFTEN BOHRSONDIERUNGEN MIT
EINGETRAGENER UNTERGRUNDSCHICHTUNG**

Anlage (3)

**PROFILE DER ABGETEUFTEN SCHWERN
RAMMSONDERUNGEN**

Anlage (4)

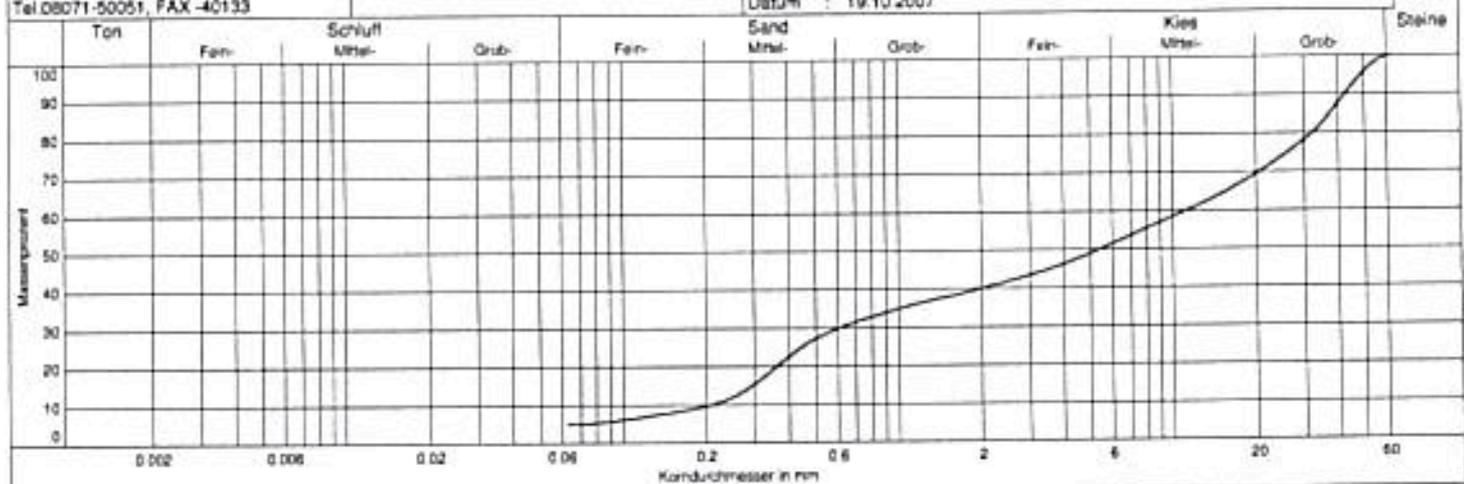
**ERGEBNISSE DER BODENMECHANISCHEN
LABORVERSUCHE**

CRYSTAL GEOTECHNIK
 Beratende Ing u. Geologen GmbH
 Schusterlg. 14, 83512 Wasserburg
 Tel 08071-50051, FAX -40133

Kornverteilung

DIN 18 123-5

Projekt : Gemeinde Schonstätt , Gewerbegebiet Achdn
 Projektiv : B 27916
 Anlage : 19.10.2007
 Datum : 19.10.2007



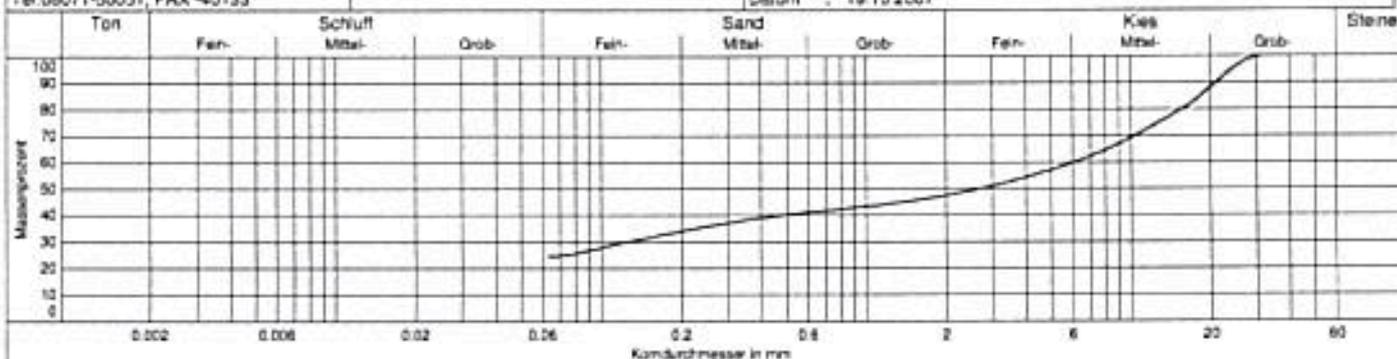
Labornummer	BS1 1/3			
Entnahmestelle	BS1			
Entnahmetiefe	3,3 m			
Ungleichförm. U	U = 53,7			
Bodenart	OU, v'			
Bodengruppe	OU			
Anteil < 0,063 mm	5,0 %			
Tonanteil	-			
d ₁₀	0,125 mm			
d ₂₅	0,250 mm			
d ₅₀	0,500 mm			
Frostempfindl. klasse	F2			
k _f nach Hazen	- (U > 5)			
k _f nach Beyer	- (U > 20)			
k _f nach Kautsch	- (0,063 <= 10%)			
k _f nach Seler	4,0E-004 m/s			

CRYSTAL GEOTECHNIK
 Beratende Ing u Geologen GmbH
 Schusterberg 14, 83512 Wasserburg
 Tel. 08071-50051, FAX -40133

Kornverteilung

DIN 18 123-5

Projekt : Gemeinde Schonstett , Gewerbegebiet Achdn
 Projektiv.: B 27918
 Anlage : 19.10.2007
 Datum : 19.10.2007



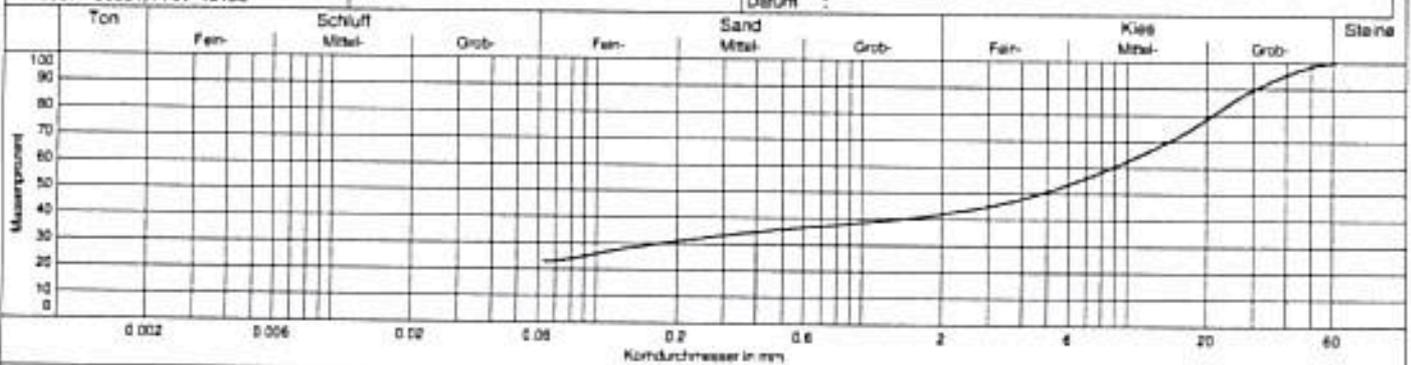
Labornummer	852 23			
Entnahmestelle	952			
Entnahmehöhe	2,2 m			
Ungleichförm. U	-			
Bodenart	0,2 s			
Bodenprobe	GD			
Anteil < 0.063 mm	24.6 %			
Tonanteil	-			
d80	0.092 mm			
d25	0.073 mm			
d10	-			
Frostempfindl.klasse	F3			
kf nach Hazen	-			
kf nach Beyer	-			
kf nach Kaubach	5.8E-007 m/s			
kf nach Selzer	-			

CRYSTAL GEOTECHNIK
 Beratende Ing. u. Geologen GmbH
 Schusterlg. 14, 83512 Wasserburg
 Tel. 08071-50051, FAX -40133

Kornverteilung

DIN 18 123-5

Projekt : Gemeinde Schonstett , Gewerbegebiet Achon
 ProjektNr. : B 27916
 Anlage : 19.10.2007
 Datum :



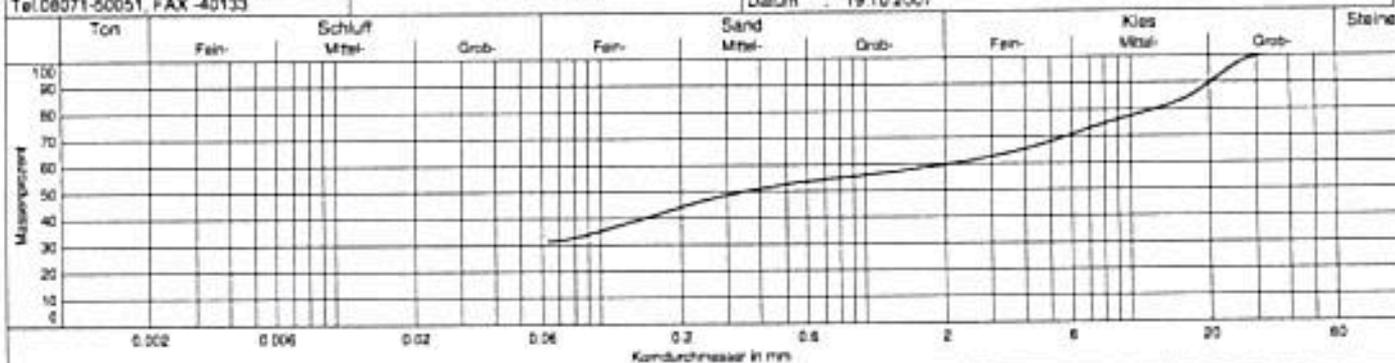
Labornummer	B53 3-4				
Entnahmetiefe	B53				
Entnahmetiefe	3.0 m				
Ungleichform, U	-				
Bodenart	0, U, s				
Bodengruppe	0, U				
Anteil < 0.063 mm	23.0 %				
Tonanteil	-				
d60	0.787 mm				
d25	0.060 mm				
d10	-				
Frostempfindl. klasse	F3				
M nach Hazen	-				
M nach Meyer	-				
M nach Kaubach	8.26-007 m/s				
M nach Selzer	-				

CRYSTAL GEOTECHNIK
 Beratende Ing u Geologen GmbH
 Schusterweg 14, 83512 Wasserburg
 Tel. 08071-60051, FAX -40133

Kornverteilung

DIN 18 123-5

Projekt : Gemeinde Schönstett, Gewerbegebiet Achdn
 Projektnr : B 27916
 Anlage : 19.10.2007
 Datum : 19.10.2007



Korndurchmesser in mm	
0.002	
0.006	
0.02	
0.06	
0.2	
0.6	
2	
6	
20	
60	

Labornummer	BS4 4.2
Entnahmestelle	BS4
Entnahmetiefe	1.9 m
Ungleichform. U	-
Bodenart	U.1.1
Bodengruppe	UJ
Anteil < 0.063 mm	31.6 %
Tonanteil	-
d60	2.064 mm
d25	-
d10	-
Freisetzungsklasse	F3
kf nach Hazen	-
kf nach Beyer	-
kf nach Kaubisch	1.3E-007 m/s
kf nach Seler	-

TELEFAX AN :	Gemeinde Schonstett		
ZH. VON :	Herrn Fink		
TELEFAX NR. :	08055-8547		

Blatt Nr. :	Gemeinde Schonstett	SEITENZAHL :	2	Datum :	12.11.2007
PROJEKT-NR.	GG „Achen“	B27916			/m

Sehr geehrter Herr Fink,

in Ihrem Auftrag künden wir die Baugrunderkundung zum geplanten Gewerbegebiet „Achen“ durch. Im Baugrunderkundungen vom 15.11.2007 werden die Untergrund- und Grundwasserhältnisse beschrieben, wovon wir Ihnen folgende Angaben zur Herstellung von Gebäuden, Kanälen und Vernehrflächen.

Gemäß Telefonat vom 21.11.2007 werden von Seiten der Gemeinde Schonstett insbesondere Angaben zur Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser im Untersuchungsgebiet benötigt. In diesem Zusammenhang erlauben wir uns auf Tab. (3.1) (Seite 12, die letzte Zeile), hinzuweisen. Dementsprechend sind die erkundeten Moränenschotter, Moränensande und stark bindigen Moränekiese nicht für Versickerungszwecke geeignet. Die schwach bindigen Moränekiese wurden als bedingt geeignet für Versickerungszwecke befunden. Diese Böden wurden nur bei einer Bohrtiefe (BS1, Tiefenbereich zwischen 2,2 und 3,3 m u. GOK) erkundet.

Zusammenfassend ist davon auszugehen, dass für die Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser relativ ungünstige Untergrundverhältnisse angeordnet wurden. Lediglich im nördlichen Bereich (Bohrsondierung BS1) wurden sicherheitsrelevante Schichten angetroffen. Über die räumliche Ausdehnung der sicherheitsrelevanten, schwach bindigen Moränekiese liegen jedoch keine Angaben vor. Deshalb wird empfohlen, in diesem Bereich zusätzliche Untergrundaufschlüsse abzurufen. Dabei sollten dann Absinkversuche ausgeführt werden, um entsprechende Bemessungswerte für die Dimensionierung von Versickerungsanlagen ableiten zu können. Beispielsweise können relativ kostengünstige Baggerschürfe vorgesehen werden, welche beim Errichten von sicherheitsrelevanten Schichten mit Wasser befüllt werden.

Zu beachten ist bei der Planung und beim Bau der Versickerungsanlagen, dass der sicherheitsrelevante Horizont (vorliegend bei 2,2 m u. GOK erkundet) sicher erschlossen bzw. hydraulisch angebunden wird.

Die weiteren maßgebenden Empfehlungen (wie z.B. ATV-Merkblatt A 138, Niederschlagswasserfreisetzungsvorgang etc.) sind zu beachten.

Bezüglich der Planung und dem Bau von Versickerungsanlagen ist auch der festgestellte Grundwasserspiegel (vorliegend bei 2,65 m u. GOK angetroffen) zu beachten.

Wir verbleiben in der Hoffnung, Ihnen mit den vorliegenden Angaben beifällig zu sein.

Mit freundlichen Grüßen

CRYSTAL GEOTECHNIK
Beratende Ingenieure und Geologen GmbH

l.A. Dipl.-Ing. Martin Kormanig

CRYSTAL GEOTECHNIK Beratende Ingenieure und Geologen GmbH
Schulstr. 14 · 83512 Wasserburg
Tel.: 08071 / 92278-0 · Fax: 08071 / 92278-22
E-Mail: info@crystal-geotechnik.de