

GRUNDBAULABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK MBH
KLEINER ORT 2
28357 BREMEN
TELEFON (0421) 20770-0
TELEFAX (0421) 27 42 55
GLB@GRUNDBAULABOR.DE

Objekt-Nr: 10 9619
Datum: 24.03.2010
Zeichen: Hec/Re
Datei: O:\10\9619\gtb1.doc

**Wirtschafts- und Betreuungsgebäude 7, Feldwebel-Lilienthal-Kaserne,
Abernettistr. 200, 27755 Delmenhorst**

Geotechnischer Bericht Nr. 1

Beurteilung der Gründung

Bauherr:	Bundesrepublik Deutschland vertreten durch: Oberfinanzdirektion Hannover vertreten durch: Staatliches Baumanagement Ems-Weser Peterstr. 24 26382 Wilhelmshaven
Objektplanung:	HTP Husemann / Timmermann / Hidde Architekten und Ingenieure Jasperallee 2 38102 Braunschweig
Planung Außenanlagen:	Ingenieurbüro Dipl.-Ing. Horst Prante Am Stratjebusch 105 26180 Rastede

INHALTSVERZEICHNIS

1	Anlass der geotechnischen Untersuchungen	3
2	Bauvorhaben (Anlage 1)	3
2.1	Baugelände (Anlage 1)	3
2.2	Bauwerk	4
2.3	Geotechnische Kategorien	6
2.4	Nachbarbauwerke	7
3	Baugrund (Anlagen 2.1 bis 3.3.1)	7
3.1	Geologische und bautechnische Vorgeschichte	7
3.2	Baugrundaufschlüsse (Anlage 2.1)	8
3.3	Baugrundverhältnisse (Anlage 2.1)	8
3.3.1	Baugrundsichtung (Anlage 2.1)	8
3.3.2	Baugrundfestigkeit	9
3.3.3	Verunreinigungen von Boden	10
3.4	Grundwasserverhältnisse	10
3.4.1	Bemessungswasserstände	12
3.5	Ergebnisse von Laborversuchen (Anlagen 3.1 bis 3.3.1)	12
3.6	Ergebnisse von Grundwasseruntersuchungen (Anlage 3.3.1)	13
4	Beurteilung des Baugrundes	14
4.1	Baugrundmodell	14
4.2	Baugrundeigenschaften	14
4.3	Baugrundtragfähigkeit	15
4.4	Wiederverwendbarkeit für bautechnische Zwecke	16
4.5	Befahrbarkeit	16
4.6	Bodenklassen	17
4.7	Bodenkennwerte	17
4.8	Beurteilung des Baugrundrisikos	18
5	Angaben zur Gründung (Anlagen 4.1.1 bis 4.3.1)	19
5.1	Allgemeine Angaben und Gründungsmöglichkeiten	19
5.2	Gründungsvorschlag	20
5.2.1	Gründung der Bauwerksteile ohne Keller	20
5.2.2	Gründung von Betonböden	21
5.2.3	Gründung der Bauwerksteile mit Teilkeller	21
5.2.4	Erddruckbelastung	22
5.2.5	Verkehrsflächen	22
5.3	Grundbruchsicherheit	24
5.3.1	Nichtunterkellerte Bauteile	24
5.3.2	Unterkellerte Bauteile	25
5.4	Setzungen (Anlagen 4.1.1 bis 4.3.1)	25
5.5	Auswirkungen durch Grundwasserabsenkung	28
5.6	Baugrube	29
5.7	Grundwasserabsenkung	30
5.8	Erdarbeiten	31
5.9	Maßnahmen zur Bauwerksabdichtung	32
5.10	Maßnahmen gegen aggressives Grundwasser	33
5.11	Überprüfung der Aushub- und Gründungssohlen	33
6	Zusammenfassung	33
7	Anlagenverzeichnis	35

1 Anlass der geotechnischen Untersuchungen

Die Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch die Oberfinanzdirektion Hannover, vertreten durch das Staatliche Baumanagement Ems Weser, plant den Bau eines Wirtschafts- und Betreuungsgebäudes auf dem Gelände der Feldwebel-Lilienthal-Kaserne in 27755 Delmenhorst. Das Grundbaulabor Bremen wurde vom Bauherrn beauftragt, für das Bauvorhaben eine Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung einschließlich der dazu erforderlichen Baugrundaufschlüsse durchzuführen.

Die Baugrundaufschlüsse sind von uns unter Berücksichtigung der Kenntnisse über die zu erwartenden Baugrundverhältnisse und des geplanten Bauwerkes festgelegt worden. Bei der Gründungsberatung soll neben der Forderung nach einer technisch sicheren Gründung in besonderem Maße die Wirtschaftlichkeit berücksichtigt werden.

Dieser Geotechnische Bericht 1 enthält die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse, der Feld- und Laborversuche sowie die rechnerischen Nachweise der Grundbruchsicherheit und der zu erwartenden Setzungen sowie Hinweise zur Gründung und zu grundbautechnischen Maßnahmen für die geplanten Verkehrsflächen. Es handelt sich dabei um Hauptuntersuchungen nach DIN 4020 „Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke“.

2 Bauvorhaben (Anlage 1)

2.1 Baugelände (Anlage 1)

Die Baufläche liegt im nördlichen Randbereich der Feldwebel-Lilienthal-Kaserne in 27755 Delmenhorst. Einen Lageplan im Maßstab 1 : 25.000 zeigt die Anlage 1.

Auf der Baufläche wurde am 08.02.2010 eine Ortsbesichtigung durchgeführt. Dabei wurde Folgendes festgestellt:

Im südlichen und südöstlichen Grundrissbereich des geplanten Gebäudes sind aktuell Grünflächen mit Baumbestand sowie Verkehrsflächen, die in Pflasterbauweise hergestellt wurden, vorhanden. Im westlichen und nordwestlichen Grundrissbereich des geplanten Gebäudes befindet sich das Wirtschaftsgebäude 7, das im Zuge der Neubauplanung vollständig zurückgebaut werden soll. Bei dem vorhandenen Wirtschaftsgebäude 7 handelt es sich um ein Gebäude, das aus mehreren miteinander verbundenen Bauteilen besteht. Das vorhandene Wirtschaftsgebäude besitzt eine Teilunterkellerung und wurde in ebenerdiger Bauweise bzw. mit einem Vollgeschoss und maximal 2 Dachgeschossen ausgeführt. Nördlich und nordwestlich in geringem Abstand zu dem vorhandenen Wirtschaftsgebäude 7 verläuft die Delme.

2.2 Bauwerk

Die Objektplanung wird ausgeführt von HTP, Husemann / Timmermann / Hidde, Architekten und Ingenieure, Braunschweig.

Bei dem geplanten Bauvorhaben handelt es sich um ein teilunterkellertes Gebäude, das mit 2 Vollgeschossen ausgeführt werden soll. Des weiteren ist die Ausführung eines Staffelgeschosses für technische Einbauten vorgesehen.

Die technischen Daten des Bauwerkes sind:

Abmessungen

Länge	Breite	Höhe	Fläche
ca. 53 m	ca. 52 m	max. ca. 13 m	ca. 2.760 m ²

Tragwerk

Baukonstruktion:	Massivbauweise
Setzungsempfindlichkeit:	durchschnittlich

Charakteristische Lasten

Zum aktuellen Zeitpunkt liegen keine Angaben zu den zu erwartenden Bauwerkslasten vor.

Für die weitere Bearbeitung wurden folgende Lastannahmen verwendet:

Wandlasten	p	=	100 bis 200	kN/m
Einzellasten	P	=	450 bis ca. 1900	kN
Verkehrslasten	p	=	5	kN/m ² pro Geschoss

Für den Fall, dass nach Vorliegen der Detailplanung maßgebliche Abweichungen von den getroffenen Lastannahmen zu erwarten sind, ist unter Umständen eine erneute Beurteilung der Gründung erforderlich.

Höhen

Die m NN-Höhe des Festpunktes wurde aus den vorgelegten Planunterlagen übernommen. Für die Richtigkeit bei weiterer Verwendung kann keine Gewähr übernommen werden.

Gelände und Baugrund:

Festpunkt Kanaldeckel südlich der Baufläche	+ 14,51 m NN
Gelände, max. (BS 2)	+ 15,47 m NN
Gelände, min. (BS 9)	+ 14,25 m NN
Grundwasser (02.03.2010 - BS 7)	+ 12,73 m NN
Mittlerer Grundwasserstand lt. Geowissenschaftlicher Karte von Niedersachsen und Bremen	+ 12,50 m NN

Bauwerk:

Zu dem geplanten Bauvorhaben liegt noch keine Detailplanung vor.

Nach den Angaben des Bauherrn ist es vorgesehen, den Erdgeschossfertigfußboden in etwa höhengleich zum Erdgeschossfußboden im vorhandenen Wirtschaftsgebäude 7 anzuordnen.

Für die weitere Bearbeitung wird von folgenden Höhen ausgegangen:

Erdgeschossfertigfußboden	+ 15,5	m NN
Kellergeschossfertigfußboden	+ 12,5	m NN
Gründungssohle, max. (Bauteil ohne Keller)	+ 14,5	m NN
Gründungssohle, min. (Bauteil mit Teilkeller)	+ 12,0	m NN

Nachbarbauwerk:

Erdgeschossfertigfußboden, max.	+ 15,74	m NN
Erdgeschossfertigfußboden, min.	+ 15,46	m NN
Kellergeschossfertigfußboden	+ 13,11	m NN

2.3 Geotechnische Kategorien

Nach DIN 4020 "Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke" werden bautechnische Maßnahmen in drei geotechnische Kategorien eingestuft. Die geotechnischen Kategorien sind Gruppen, in die bautechnische Maßnahmen nach dem geotechnischen Risiko, das sich nach dem Schwierigkeitsgrad der Konstruktion, der Baugrundverhältnisse und der Wechselbeziehung zur Umgebung richtet, folgendermaßen eingestuft werden:

Die geotechnische Kategorie 1 umfasst kleine einfache Bauobjekte bei einfachen und übersichtlichen Baugrundverhältnissen, so dass die Standsicherheit auf Grund gesicherter Erfahrung beurteilt werden kann.

Die geotechnische Kategorie 2 umfasst Bauobjekte und Baugrundverhältnisse mittleren Schwierigkeitsgrades, bei denen die Sicherheit zahlenmäßig nachgewiesen werden muss und die eine ingenieurmäßige Bearbeitung mit geotechnischen Kenntnissen und Erfahrungen verlangen.

Die geotechnische Kategorie 3 umfasst Bauobjekte mit schwieriger Konstruktion und/oder mit schwierigen Baugrundverhältnissen, die zur Bearbeitung vertiefte geotechnische Kenntnisse und Erfahrungen auf dem jeweiligen Spezialgebiet der Geotechnik verlangen.

Die Baumaßnahme ist in die geotechnische Kategorie 2 einzustufen.

2.4 Nachbarbauwerke

Aus den Lageplänen sowie durch die Ortsbegehung ist bekannt, dass im nordwestlichen Grundrissbereich des geplanten Gebäudes das Wirtschaftsgebäude 7 vorhanden ist. Das vorhandene Wirtschaftsgebäude 7 soll im Zuge der Neubauplanung vollständig zurückgebaut werden. Ca. 33 m in östlicher Richtung ist das Gebäude 8 vorhanden, ca. 70 m in südwestlicher Richtung von der geplanten Baufläche entfernt befindet sich das Gebäude 6. Angaben zur Gründungsart und zur Gründungstiefe der Nachbarbauwerke liegen uns aktuell nicht vor.

3 Baugrund (Anlagen 2.1 bis 3.3.1)

3.1 Geologische und bautechnische Vorgeschichte

Nach der geologischen Übersichtskarte, Blatt Bremerhaven und der Geologischen Karte von Bremen, sind im Bereich der Baufläche pleistozäne Sande zu erwarten, die vereinzelt schluffige Beimengungen enthalten können.

Die Baufläche ist im nordwestlichen Grundrissbereich des geplanten Gebäudes aktuell bebaut, so dass auch nach Abbruch mit alten Fundamentresten und Kellerwänden gerechnet werden muss. Ferner sind Hindernisse aus sogenanntem Kulturschutt zu erwarten.

3.2 Baugrundaufschlüsse (Anlage 2.1)

Zur Erkundung des Baugrundes wurden von unserem Labor folgende Baugrundaufschlüsse im März 2010 durchgeführt:

Direkte Baugrundaufschlüsse:

12 Kleinrammbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1, Durchmesser 45 mm bis 80 mm, t = 7 m bis 10 m.

Es ist zu beachten, dass bei dem Bohrverfahren, Kleinrammbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1 mit einem Durchmesser von 45 mm bis 80 mm, Steine > 63 mm nicht erkannt und gefördert werden können.

Indirekte Baugrundaufschlüsse:

8 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde nach DIN-EN ISO 22476-2 (DPH), t = ca. 10 m.

Die Lage und das Ergebnis der Baugrundaufschlüsse, höhengerecht im Maßstab 1 : 100 als Bodenprofile mit den Sondierdiagrammen dargestellt, zeigt die Anlage 2.1.

3.3 Baugrundverhältnisse (Anlage 2.1)

3.3.1 Baugrundsichtung (Anlage 2.1)

Aus den direkten Baugrundaufschlüssen ist die nachstehende Schichtenfolge erkennbar:

Unter einer gering mächtigen Mutterbodenbedeckung wurden im überwiegenden Bereich der geplanten Baufläche Auffüllungen angetroffen. Die Auffüllungen, bei denen es sich überwiegend um Sande, bereichsweise mit schluffigen Anteilen sowie Fremdstoffen handelt, sind bis 0,8 m bis 2,8 m Tiefe = + 12,67 m NN bis + 13,81 m NN vorhanden. Im Bereich der vorhandenen Verkehrsflächen ist eine Oberflächenbefestigung (Pflaster) vorhanden. Im südlichen sowie südöstlichen Bereich der geplanten Baufläche wurden keine Auffüllungen angetroffen.

Unter den Auffüllungen bzw. unter der Mutterbodenbedeckung folgen ab 0,2 m bis 2,8 m Tiefe = + 12,67 m NN bis + 14,52 m NN Sande, in denen lokal schluffige, humose und kiesige Anteile vorhanden sind. In der Sondierung BS 1 wurde in 7 m Tiefe = + 7,91 m NN eine 1 m mächtige, stark sandige Kieslage angetroffen. Lokal ist in den Sondierbohrungen ein geringfügiger Kernverlust innerhalb der stark wasserführenden Sande eingetreten.

Die Sande wurden in der Endtiefe der Sondierbohrungen nicht durchteuft. Sie stehen erfahrungsgemäß in einer größeren Mächtigkeit an und werden in größeren Tiefen von Lauenburger Schichten unterlagert.

Die genaue Schichtenfolge und -mächtigkeit sowie weitere Angaben sind in den Bodenprofilen dargestellt.

3.3.2 Baugrundfestigkeit

Aus den Sondierwiderständen der schweren Rammsonde (DPH) nach DIN-EN ISO 22476-2, kann bei nichtbindigen Böden unmittelbar auf die Baugrundfestigkeit geschlossen werden. Als Festigkeit ist hier die Eigenschaft eines nichtbindigen Bodens bezeichnet, die durch Lagerungsdichte, Korngröße und -rauigkeit gekennzeichnet ist und sich in der Größe des Steifemoduls E_s sowie des Winkels der inneren Reibung φ' äußert. Es kann von folgendem Zusammenhang zwischen den Schlagzahlen n_{10} und der Baugrundfestigkeit ausgegangen werden.

Schlagzahlen n_{10}	Benennung der Festigkeit	Lagerung
0 - 1	sehr gering	sehr locker
1 - 2	gering	locker
2 - 5	mittel	mitteldicht
5 - 10	groß	dicht
> 10	sehr groß	sehr dicht

Die Rammsondierungen zeigen in den Sanden mit ermittelten Schlagzahlen n_{10} in der Größenordnung 5 bis 10 Schläge eine überwiegend dichte Lagerung an. Bereichsweise und über kurze Sondierstrecken wurden Schlagzahlen $n_{10} = 2$ bis 5 Schläge ermittelt. Die Sande in diesen Bereichen der Sondierungen sind mitteldicht gelagert. Mit zunehmender Sondiertiefe steigen die Schlagzahlen stark an. Die Sande sind dann mit ermittelten Schlagzahlen bis max. $n_{10} = 67$ Schläge sehr dicht gelagert.

3.3.3 Verunreinigungen von Boden

Nach den durchgeführten 12 Sondierbohrungen, die natürlich nur "Nadelstiche" im Baugrund darstellen, sind nach der organoleptischen Ansprache keine Anzeichen von Verunreinigungen der Böden festgestellt worden. Die überwiegende Zahl der Schadstoffe ist jedoch organoleptisch nicht wahrnehmbar. Daher kann ohne chemische Analytik nicht ausgeschlossen werden, dass insbesondere auch in den dazwischen liegenden Bereichen Verunreinigungen vorhanden sind. Die Wahrscheinlichkeit hierfür wird aufgrund der bisherigen Nutzung als gering angesehen.

3.4 Grundwasserverhältnisse

Nach den durchgeführten Baugrundaufschlüssen sind die Sande der Grundwasserleiter des Hauptgrundwasserhorizontes. Den Grundwassernichtleiter bilden in größeren Tiefen die Lauenburger Schichten.

In der Kleinbohrung BS 7 wurde ein Peilfilter eingebaut, dessen Filterstrecke in den Sanden des Hauptgrundwasserleiters liegt. Während der Sondierarbeiten am 02.03.2010 wurde ein Grundwasserspiegel in Ruhe in 1,72 m Tiefe = + 12,73 m NN eingemessen.

Die entspannten Grundwasserspiegel wurden in den unverrohrten Sondierbohrungen in 1,95 m bis 2,61 m Tiefe = + 12,11 m NN bis + 12,85 m NN eingemessen. Es ist jedoch zu beachten, dass in den unverrohrten Sondierbohrungen das Grundwasser nicht eindeutig eingemessen werden kann.

Nach der Geowissenschaftlichen Karte des Naturraumpotentials von Niedersachsen und Bremen ist ein mittlerer Grundwasserstand von + 12,5 m NN im Bereich der Baufläche zu erwarten.

Ca. 60 m nördlich der geplanten Baufläche verläuft die Delme. Aufgrund der im Bereich der geplanten Baufläche angetroffenen, gut durchlässigen, teilweise kiesigen Sande sowie lokal sandigen Kiese, ist davon auszugehen, dass die Grundwasserstände durch die Wasserstände der Delme beeinflusst sind.

Die Wasserstände der Delme werden über den ca. 1 km südwestlich der geplanten Baufläche vorhandenen Hochwassermeldepegel Holzkamp aufgezeichnet.

Im Jahr 1998 wurde ein Hochwasserereignis mit einem Pegelstand von + 14,58 m NN aufgezeichnet. Der niedrigste Niedrigwasserstand wurde bei + 12,39 m NN eingemessen.

Für den Messzeitraum zwischen 1987 und 2009 wurde ein Mittelwasserstand bei + 12,62 m NN festgestellt.

Die maximalen Wasserstände der Delme sind insbesondere beeinflusst durch das für diesen Vorfluter festgelegte Stauziel. Für den Fall, dass das Stauziel verändert wird, sind entsprechende Einflüsse auf die Grundwasserstände - auch im Bereich der geplanten Baufläche - zu berücksichtigen.

3.4.1 Bemessungswasserstände

Aufgrund der vorstehend beschriebenen hydrologischen Verhältnisse können für das Bauvorhaben folgende Bemessungsgrundwasserstände angenommen werden:

Mittlerer Grundwasserstand:	+ 12,7	m NN
Maximaler Grundwasserstand:	+ 14,5	m NN

3.5 Ergebnisse von Laborversuchen (Anlagen 3.1 bis 3.3.1)

Von den gestörten Bodenproben wurden in unserem Labor folgende bodenmechanische Kennziffern ermittelt:

Sandauffüllung

Bodengruppe (DIN 18196)

SU

Korngrößenverteilung (DIN 18123)

Schluffkorn	$d \leq 0,06$	mm	=	9	%
Sandkorn	$d = 0,06 - 2,0$	mm	=	91	%
Kieskorn	$d \geq 2,0$	mm	=	0	%

Sand, schwach kiesig

Bodengruppe (DIN 18196)

SE

Korngrößenverteilung (DIN 18123)

Schluffkorn	$d \leq 0,06$	mm	=	1	-	3	%
Sandkorn	$d = 0,06 - 2,0$	mm	=	86	-	92	%
Kieskorn	$d \geq 2,0$	mm	=	5	-	13	%

Feinsand und Schluff

Bodengruppe (DIN 18196)

SU*

Wassergehalt (DIN 18121)

 $w_n = 33,4 \quad \%$

Kies, stark sandig

Bodengruppe (DIN 18196)

GI

Korngrößenverteilung (DIN 18123)

Schluffkorn $d = 0,002 - 0,06 \text{ mm} = 2 \quad \%$ Sandkorn $d = 0,06 - 2,0 \text{ mm} = 39 \quad \%$ Kieskorn $d \geq 2,0 \text{ mm} = 59 \quad \%$

3.6 Ergebnisse von Grundwasseruntersuchungen (Anlage 3.3.1)

Während der Baugrunderkundungen wurde in die Kleinbohrung BS 7 ein Peilfilter (Unterkante + 9,96 m NN) eingebaut und nach dem Klarpumpen eine Grundwasserprobe entnommen.

Die chemische Analyse der Grundwasserprobe im Referenzverfahren nach DIN 4030 durch das chemische Labor Dr. Döring, Bremen, hatte folgendes Ergebnis:

pH-Wert	5,9
Kalklösende Kohlensäure CO ₂	68,6 mg/l
Ammonium NH ₄	0,12 mg/l
Magnesium Mg	1,2 mg/l
Sulfat SO ₄	33,0 mg/l
Chlorid Cl	75,8 mg/l
Eisen Fe	3,3 mg/l
Huminsäuren	13,3 mg/l

Nach dem Ergebnis der Grundwasseranalyse ist das Grundwasser stark angreifend nach DIN 4030 infolge kalklösender Kohlensäure.

4 Beurteilung des Baugrundes

4.1 Baugrundmodell

Die ausgeführten Baugrundaufschlüsse geben eine exakte Aussage über die Baugrundsichtung nur für den jeweiligen Untersuchungspunkt. Für die dazwischen liegenden Bereiche sind nur Wahrscheinlichkeitsaussagen möglich.

Für die nachfolgende Baugrundbeschreibung wurden neben den Baugrundaufschlüssen auch Informationen aus Baugrundkarten und geologischen Karten herangezogen. Weiterhin wurden die Erfahrungen aus geotechnischen Untersuchungen nahegelegener Bauvorhaben berücksichtigt. Unter Einbeziehung dieser Unterlagen und Erkenntnisse sind folgende Baugrundverhältnisse im Bereich der Baufläche zu erwarten:

Unter der bereichsweise vorhandenen Mutterbodenbedeckung wurden Sande erkundet, in denen lokal schluffige Anteile vorhanden sind. Bereichsweise sind die Sande kiesig, lokal sind stark sandige Kiese im Baugrund vorhanden.

Die Baugrundaufschlüsse zeigen insgesamt regelmäßige Baugrundverhältnisse, die den allgemeinen Erwartungen entsprechen.

4.2 Baugrundeigenschaften

Die angetroffenen Bodenarten weisen folgende Baugrundeigenschaften auf:

Sandauffüllung, tlw. schluffig, untergeordnet Bauschuttbeimengungen

Dichte:	mitteldicht bis dicht
Scherfestigkeit:	mittel
Zusammendrückbarkeit:	mittel
Wasserempfindlichkeit:	gering bis mittel
Wasserdurchlässigkeit:	mittel bis groß
Verdichtbarkeit:	mittel, bei erhöhtem Schluffanteil: schwer
Ramm- und Rüttelbarkeit:	leicht bis mittel
Frostempfindlichkeit:	F1 bis F2 nach ZTVE-StB 09

Pleistozäne Sande

Dichte:	dicht bis sehr dicht
Scherfestigkeit:	groß
Zusammendrückbarkeit:	sehr gering
Wasserempfindlichkeit:	gering
Wasserdurchlässigkeit:	groß
Verdichtbarkeit:	schwer
Ramm- und Rüttelbarkeit:	schwer bis sehr schwer
Frostempfindlichkeit:	F1 nach ZTVE-StB 09

Kies, stark sandig

Dichte:	dicht
Scherfestigkeit:	groß bis sehr groß
Zusammendrückbarkeit:	sehr gering
Wasserempfindlichkeit:	gering
Wasserdurchlässigkeit:	sehr groß
Verdichtbarkeit:	schwer
Ramm- und Rüttelbarkeit:	sehr schwer
Frostempfindlichkeit:	F1 nach ZTVE-StB 09

4.3 Baugrundtragfähigkeit

Die angetroffenen Bodenarten können in ihrer Tragfähigkeit wie folgt eingestuft werden:

Bodenart	Tragfähigkeit
Sandauffüllung	durchschnittlich tragfähig
Pleistozäne Sande	gut bis sehr gut tragfähig
Kies, stark sandig	gut bis sehr gut tragfähig

4.4 Wiederverwendbarkeit für bautechnische Zwecke

Von den auszuhebenden Böden sind für bautechnische Zwecke wiederverwendbar:

Die mineralischen Bestandteile der Auffüllung können als Auffüllmaterial wieder eingebaut werden.

Der Mittelsand kann zur Auffüllung verwandt werden. Sofern die schlufffreien Teile des Sandes separat gelagert werden, können diese als frostunempfindliches Material unter Freiflächen und Zufahrtsstraßen eingebaut werden.

Der vorhandene Mutterboden kann im Bereich von Grünflächen wieder eingebaut werden.

4.5 Befahrbarkeit

Durch den Baubetrieb werden von den Baufahrzeugen und -maschinen große punktförmige und dynamisch wirkende Kräfte in den Baugrund eingeleitet, die zu entsprechenden Verformungen führen. Diese Verformungen können nach Überschreiten der Scherfestigkeit so groß werden, dass das Planum nicht mehr befahrbar wird. Es ist daher erforderlich, zur Reduzierung der Verformungen Baustraßen zu erstellen, die mit ihren Tragschichten eine ausreichende Lastverteilung erzielen. Die Dimensionierung der Baustraßen ist neben der Belastung auch von dem Zustand des Planums nach dem Herrichten abhängig.

Für auf Ketten laufende Erdbaumaschinen mit mittleren Bodenpressungen sind keine besonderen Befestigungen erforderlich.

4.6 Bodenklassen

Die angetroffenen Bodenarten können nach DIN 18300 - Erdarbeiten - in folgende Bodenklassen eingeteilt werden:

Bodenart	Bodenklasse	Bezeichnung
Sandauffüllung	3	leicht lösbare Bodenarten
	bis 4	mittelschwer lösbare Bodenarten
Pleistozäne Sande	3	leicht lösbare Bodenarten
	bis 4	mittelschwer lösbare Bodenarten
Kies, stark sandig	3	leicht lösbare Bodenarten
	bis 4	mittelschwer lösbare Bodenarten

4.7 Bodenkennwerte

Aufgrund der Versuchsergebnisse der Labor- und Feldversuche und nach Erfahrungswerten mit vergleichbaren Bodenarten können für erdstatische Berechnungen folgende charakteristische Bodenkennwerte angesetzt werden:

Bodenart	BG n. DIN 18196	Wichte		Steifemodul E_{sk} [MN/m ²]	Scherfestigkeit	
		γ_k [kN/m ³]	γ'_k		φ'_k [°]	c_k [kN/m ²]
Sandauffüllung, tlw. schluffig	SE-SU	18 - 20	11 - 12	15 - 50	32,5 – 37,5	0
Pleistozäne Sande	SE	18 - 19	10 - 11	60 - 150	32,5 - 40,0	0
Kies, stark sandig	GI	21 - 22	11 - 12	50 - 100	35,0 - 42,5	0

Die vorstehenden Werte gelten für die beschriebenen Bodenschichten im ungestörten Zustand. Bei baustellenbedingten Auflockerungen oder Verwässerungen der Bodenschichten muss mit entsprechenden Verschlechterungen gerechnet werden.

4.8 Beurteilung des Baugrundrisikos

Da Bodenaufschlüsse immer nur eine exakte Aussage für den eigentlichen Untersuchungspunkt ergeben, sind für die dazwischen liegenden Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen möglich. Die Wahrscheinlichkeit einer Aussage über den Aufbau oder bestimmte für die geotechnische Beurteilung maßgebliche Eigenschaften von Boden wächst mit dem Untersuchungsumfang, d.h., mit der Anzahl der Aufschlüsse und nimmt ab mit der Wechselhaftigkeit des Baugrundes.

Es bleibt daher immer ein Risiko, dass im Baugrund Abweichungen von den zu erwartenden zu den tatsächlichen Baugrundverhältnissen vorhanden sind. Dieses Risiko wird als Baugrundrisiko bezeichnet. Unter Baugrundrisiko versteht man auch die Gefahr, dass bei jeder Bebauung von Baugrund trotz vorhergehender, den Regeln der Technik entsprechender bestmöglicher Untersuchung und Beschreibung der Boden- und Wasserverhältnisse, unvorhersehbare Erschwernisse auftreten können.

Alles unerwartet im Baugrund Vorgefundene wird ebenfalls vom Begriff des „Baugrundrisikos“ generell ausgefüllt: so etwa Kellergewölbe, Fundamentreste, Holzpfähle, Findlinge, Geheimgänge, Wurzeln, Stollen, Bunker, Reste früherer Kulturen wie Gräber, Hafenbefestigungen, alte Tanks, Kanäle, Versorgungsleitungen aller Art, mit Altlasten verunreinigte oder sonstige kontaminierte Bereiche, Einlagerungen aller Art oder Klüfte, um nur einige Beispiele aus der Baupraxis und der Rechtsprechung anzuführen.

Ein restliches Baugrundrisiko kann daher auch durch eingehende geotechnische Untersuchungen nicht völlig ausgeschaltet werden, da kleinräumige Inhomogenitäten des Baugrundes nicht restlos zu erfassen sind. Ferner werden die bodenmechanischen Kennwerte an faustgroßen Proben ermittelt, die nicht immer repräsentativ für die gesamte Schicht sind. Die Werte der Baugrundparameter streuen in gewissen Bandbreiten und manche Eigenschaften des Baugrundes können mit angemessenem Aufwand nicht festgestellt werden.

Aufgabe der geotechnischen Untersuchungen von Boden als Baugrund ist es, das Baugrundrisiko im Hinblick auf die Aufgabenstellung des jeweiligen Projektes einzugrenzen.

Insgesamt ist ein geringes Baugrundrisiko vorhanden.

5 Angaben zur Gründung (Anlagen 4.1.1 bis 4.3.1)

5.1 Allgemeine Angaben und Gründungsmöglichkeiten

Nach dem aktuellen Planungsstand liegen noch keine Angaben zur Höhenfestlegung des geplanten Gebäudes vor. Die Geländehöhe im Bereich der geplanten Baufläche steigt in nordöstlicher Richtung an. Die Geländehöhe im südlichen Bereich der geplanten Baufläche liegt bei ca. + 14,5 m NN und steigt in nordöstlicher Richtung um ca. 0,5 m auf ca. + 15 m NN an. Nach den ersten Angaben des Bauherrn wird sich die Höhenfestlegung des geplanten Gebäudes an der Höhe des Erdgeschossfußbodens der bestehenden Bebauung orientieren.

Für die weitere Bearbeitung wird die Oberkante des Erdgeschossfertigfußbodens bei + 15,5 m NN angenommen. Für die Höhenlagen der geplanten Verkehrsflächen wird ein Niveau von 0,2 m unter dem geplanten Erdgeschossfertigfußboden bei + 15,3 m NN angenommen.

Unter der getroffenen Annahme zu Höhenfestlegung der geplanten Bauteile wird im westlichen und nordwestlichen Bauflächenbereich eine Geländeauffüllung von ca. 0,3 m erforderlich. Im südlichen und südöstlichen Bereich der geplanten Baufläche wird von einer ca. 0,6 m mächtigen Geländeauffüllung ausgegangen.

Im Zuge der Planung für den Neubau des Wirtschafts- und Betreuungsgebäudes 7 ist es zunächst erforderlich, das bestehende Gebäude 7 zurückzubauen. Im Zuge des Rückbaus des alten Gebäudes, müssen die alten Fundamente und der Keller vollständig aus dem Baugrund entfernt werden.

Nach einer Verfüllung und sorgfältigen Verdichtung im Bereich des zurückzubauenden Gebäudes, ist eine Flachgründung in der verdichteten Sandauffüllung bzw. in den anstehenden Sanden grundsätzlich möglich.

Für die Ermittlung der zulässigen Bodenpressung muss eine ausreichende Grundbruchsicherheit nachgewiesen werden. Ferner müssen die zu erwartenden Setzungen und Setzungsunterschiede von der Bauwerkskonstruktion ohne Schaden aufgenommen werden können.

5.2 Gründungsvorschlag

Aufgrund der geotechnischen Untersuchungen wird unter besonderer Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit folgender Gründungsvorschlag gemacht:

5.2.1 Gründung der Bauwerksteile ohne Keller

Nach dem Abschieben des Mutterbodens und der Profilierung der Geländeoberfläche auf höhengerechtes Niveau können die Bauwerkslasten über Einzel- und Streifenfundamente mit einer Bodenpressung

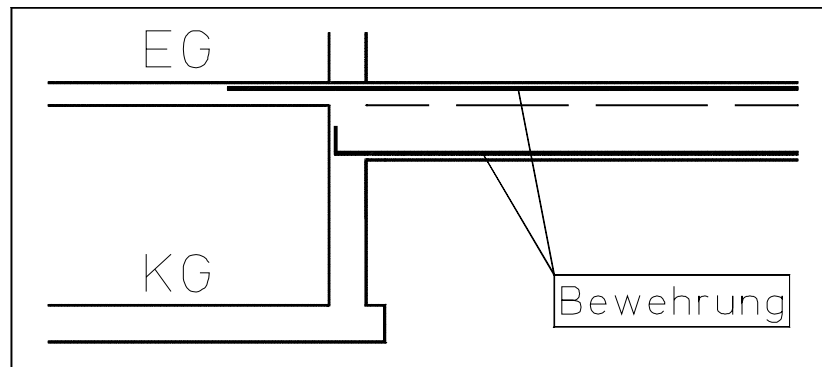
$$\sigma = 250 \text{ kN/m}^2 \text{ [ohne Fundamentgewicht]}$$

über die anstehenden Sande bzw. die Sandauffüllung abgetragen werden.

Beim Nachweis von Randspannungen können diese folgende Werte erreichen:

Aus Eigengewicht:	$\sigma_{RE} = 300 \text{ kN/m}^2$
Aus Wind- und Stabilitätskräften:	$\sigma_{RW} = 350 \text{ kN/m}^2$

Im Bereich von Höhenversprüngen ist ein Lastausstrahlungswinkel $\alpha = 45^\circ$ einzuhalten. Bei senkrecht zu den Kellerwänden verlaufenden Streifenfundamenten ist ein Anschluss gemäß nachstehender Skizze mit entsprechender Bewehrung auszuführen.



o:\stagu_bu\bewehr-2

Die Streifenfundamente sind bei voller Ausnutzung der zulässigen Bodenpressung mit einer Mindestabmessung $b/d = 0,40/0,50$ m herzustellen. Die Außenfundamente sind frostfrei $t = 0,80$ m unter Gelände zu gründen. Die Streifenfundamente sollten aus geotechnischer Sicht eine Mindestlängsbewehrung, $\varnothing 14$ mm, $e = 0,2$ m, oben und unten erhalten.

5.2.2 Gründung von Betonböden

Der Erdgeschossfußboden sollte in Beton mit einer Mindeststärke $d = 0,20$ m hergestellt werden und aus geotechnischer Sicht eine Mindestbewehrung Q 257A oben und unten erhalten.

5.2.3 Gründung der Bauwerksteile mit Teilkeller

Die Bauwerkslasten des teilunterkellerten Bauwerksbereiches werden über eine Stahlbetongrundplatte in den Baugrund abgetragen. Die Stahlbetongrundplatte sollte als wasserundurchlässiger Beton in Verbindung mit den Stahlbetonkelleraußenwänden als "Weiße Wanne" ausgeführt werden. Die "Weiße Wanne" ist für einen maximalen Grundwasserstand bis $+14,5$ m NN zu bemessen. Bei der Bemessung der Grundplatte auf elastischer Bettung kann ein Bettungsmodul $K = 30$ MN/m³ zugrunde gelegt werden.

Unter den Einzellasten sollten Verstärkungen nach den statischen Erfordernissen angeordnet werden. Für die Bemessung der Verstärkungen kann eine ideelle Bodenpressung $\sigma = 300 \text{ kN/m}^2$ zugrunde gelegt werden. Die Verstärkungen sind unter $\alpha = 45^\circ$ mit der Grundplatte zu verbinden.

5.2.4 Erddruckbelastung

Für die Kelleraußenwände ist ein erhöhter aktiver Erddruck ($0,5 E_o + 0,5 E_a$) zugrunde zu legen. Für die Erddruckermittlung können bei der Verfüllung der Arbeitsräume mit nichtbindigem Boden folgende charakteristische Bodenkennwerte in Rechnung gestellt werden:

Raumgewicht	γ_k/γ'_k	=	19/11	kN/m ³
Reibungswinkel	φ'_k	=	35	°
Kohäsion	c'_k	=	0	kN/m ²
Wandreibungswinkel	δ	=	2/3	φ'_k

Außerdem ist der Verdichtungserddruck zu berücksichtigen.

5.2.5 Verkehrsflächen

Die Regelanforderungen an Verkehrsflächen sind im Wesentlichen in der ZTVE-StB 09 sowie in der RStO 01 enthalten. Diese Anforderungen beziehen sich, soweit sie geotechnisch von Bedeutung sind, auf die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues und die Tragfähigkeit sowie den Verdichtungsgrad der Frostschutzschicht des Erdplanums und des Untergrundes bis 2,00 m unter dem Erdplanum.

Die Verkehrsflächen sind nach den Angaben der Planung in die Bauklasse V einzuordnen. Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues wird unter Berücksichtigung der Frostempfindlichkeit des Bodens nach Tabelle 1 der ZTVE-StB 09 in Verbindung mit Tabelle 6 der RStO 01 festgelegt. Danach beträgt die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues $d = 40 \text{ cm}$ bei der Frostempfindlichkeitsklasse F2.

Gemäß Tabelle 7 der RStO 01 - Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse - ist für Frosteinwirkung Zone II - ungünstige Wasserverhältnisse ein Zuschlag von 5 cm erforderlich.

Danach wird eine Gesamtstärke $d \geq 45$ cm des frostsicheren Straßenaufbaues für die Frostempfindlichkeitsklasse F2 erforderlich.

Für das Erdplanum des Untergrundes muss die Forderung $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erfüllt werden.

Der E_{v2} -Wert von 45 MN/m^2 ist für die anstehenden Sande bzw. die Sandauffüllung erfahrungsgemäß vorhanden, bzw. kann durch eine Nachverdichtung der Sande erreicht werden.

Der Aufbau der Tragschichten kann nach Abschieben des bereichsweise vorhandenen Oberbodens direkt auf dem anstehenden frostunempfindlichen Material (F1-Material) nach den Vorgaben der RStO 01 erfolgen soweit die Voraussetzungen hinsichtlich der Materialqualität gegeben sind. Bei zu hohen Schluffanteilen bzw. Fremdstoffbeimengungen ist ein Austausch erforderlich.

Es ist unabhängig davon jedoch der erforderliche Verdichtungsgrad der Frostschutzschicht bzw. der Schicht aus frostunempfindlichen Material von $D_{Pr} = 100 \%$ bzw. 103% gemäß Tabelle 1 der ZTV SoB-StB 04/07 nachzuweisen.

Es sind die technischen Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau TL SoB-StB 04/07 zu beachten. Die Frostschutzschichten müssen die Anforderungen der Tabelle 4 der TL SoB-StB 04/07 erfüllen.

Der Oberbau ist entsprechend RStO 01 für die Bauklasse V zu wählen, wobei insbesondere regionale Erfahrungen und örtlich vorhandene Baustoffe zu berücksichtigen sind.

Für die 1. Tragschicht oberhalb der Frostschutzschicht wird eine mindestens 25 cm dicke Schicht aus Schotter (natürliche, gebrochene Gesteinskörnung) empfohlen (RStO 01 - Zeile 5). Auf dem Planum der Schottertragschicht ist ein Verformungsmodul von mindestens 120 MN/m² nachzuweisen. Die Einhaltung der ZTV SoB-StB 04/07 und der TL SoB-StB 04/07 ist zu beachten.

Alternativ besteht bei einer Asphaltdecke die Möglichkeit der Bodenverfestigung mit geeignetem Material (ZTVT Beton-StB 07, TL Beton-StB 07) und einer Schichtstärke von $d \geq 15$ cm (Tafel 1, Zeile 2.3). Bei Einsatz von Verfestigungen unterhalb von Pflasterflächen ist eine ausreichende Durchlässigkeit des Materials (Dränbetontragschicht) zu gewährleisten. Bei Einsatz von Recyclingbaustoffen in Tragschichten sind ebenso wie bei den natürlichen Gesteinskörnungen die Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau (TL Gestein-StB 04) einzuhalten.

5.3 Grundbruchsicherheit

5.3.1 Nichtunterkellerte Bauteile

Im vorliegenden Fall betragen die Werte für Streifenfundamente

$$\begin{aligned} v_d &= 1,0 & v_b &= 1,0 \\ \gamma_1 &= 19 \text{ kN/m}^3 & \gamma_2 &= 11 \text{ kN/m}^3 & d &= 0,5 \text{ m} & b &= 0,4 \text{ m} \\ \varphi &= 37,5^\circ \\ N_d &= 46 & N_b &= 34 \end{aligned}$$

Die Grenzspannung ergibt sich zu

$$\sigma_{\max} = 1 \times 19 \times 0,5 \times 46 + 1 \times 11 \times 0,4 \times 34 = 586,6 \text{ kN/m}^2$$

Bei der gewählten Bodenpressung $\sigma = 250 \text{ kN/m}^2$ beträgt die Grundbruchsicherheit

$$\eta_p = \frac{586,6}{250} = 2,3.$$

Die in der DIN 4017 geforderte Grundbruchsicherheit von $\eta_p \geq 2,0$ (LF 1) ist eingehalten.

5.3.2 Unterkellerte Bauteile

Durch die Ausbildung einer Stahlbetongrundplatte ist eine ausreichende Grundbruchsicherheit vorhanden.

5.4 Setzungen (Anlagen 4.1.1 bis 4.3.1)

Der Baugrund setzt sich durch die Belastung aus dem Bauwerk entsprechend seiner Kompressibilität. Die Setzungen wurden gemäß DIN 4019 nach folgender Formel ermittelt:

$$s = \frac{\sigma \cdot h}{E}$$

Darin bedeuten:

- s = Setzung der Bodenschicht (cm)
- σ = Bodenpressung aus der Bauwerkslast in der Bodenschicht (kN/m²)
- h = Mächtigkeit der Bodenschicht (cm)
- E = Steifemodul der Bodenschicht (kN/m²)

Zur Berechnung der Setzung unterhalb eines Punktes hervorgerufen durch die Bauwerksbelastung ist zunächst eine Berechnung der vertikalen Spannung σ_z von jedem Fundament bzw. Aushub in dem betrachteten Punkt notwendig. Die dabei zu verwendenden mathematischen Beziehungen sind von der Geometrie der Fundamentfläche abhängig. Es sind folgende Arbeiten herangezogen worden:

Fundamenttyp	Arbeit
Rechteck	Tölke [1969], aus Schulze / Horn, 1.7 Spannungsberechnungen, s.215f.
Kreis	Lorenz und Neumeuer, Bautechnik 5 / 1953 Schulze / Horn, 1.7 Spannungsberechnungen, s.216f.
Dreieck	Schulz, Dissertation, 12 / 1969

Bei der Setzungsberechnung wurde zusätzlich zu den Bauwerkslasten die Belastung durch Auffüllungen berücksichtigt. Ferner wurde die angenommene Verkehrslast von $p = 5 \text{ kN/m}^2$ pro Geschoss setzungswirksam mit $p = 2,5 \text{ kN/m}^2$ auf den Erdgeschossfußboden bzw. den Kellerfußboden zugrundegelegt.

Aufgrund der bodenmechanischen Untersuchungen wurden die nachstehend aufgeführten Steifemoduln in Rechnung gestellt:

Bodenart	Steifemodul (MN/m²)
Sandauffüllung, neu	$E = 40$
Sandauffüllung, vorhanden	$E = 15 \text{ bis } 50$
Pleistozäne Sande	$E = 60 \text{ bis } 150$
Kies, sandig	$E = 50$

Das Ergebnis der Setzungsberechnung zeigen die Anlagen 4.1.1 bis 4.3.1.

Nichtunterkellertes Bereich $s = 0,4 \text{ cm bis } 2,4 \text{ cm}$

Unterkellertes Bereich $s = 0,1 \text{ cm bis } 0,8 \text{ cm}$

Dabei handelt es sich um die Endwerte der Baugrundverformungen. Bei nichtbindigem Lastboden treten die Setzungen unmittelbar nach der Lastaufbringung als Sofortsetzungen auf. Bei bindigem und humosem Baugrund erstrecken sich die Setzungen je nach Mächtigkeit und Entwässerungsmöglichkeit über einen längeren Zeitraum.

Im vorliegenden Fall, bei dem die hauptsächlichen Setzungen aus dem nichtbindigen Lastboden resultieren, sind nach Fertigstellung des Rohbaues Setzungen $s = 1 \text{ cm bis } 2 \text{ cm}$ zu erwarten. Die restlichen Setzungen treten in einem Zeitraum von bis zu 1 Jahr auf.

Bei allen Setzungsberechnungen ist zu berücksichtigen, dass nach DIN 4019 "Setzungsberechnung" wegen der vereinfachenden Annahmen und der oft notwendigen Mittelbildungen derartige Berechnungen nur zu Schätzungen der Setzungen führen können, die nicht selten bis zu 50 % unterschritten, in Ausnahmefällen auch überschritten werden.

Die Überschreitung ist vor allen Dingen bei geologisch jungen, nicht vorbelasteten Böden möglich. Ferner ist zu berücksichtigen, dass zwischen den aus den Baugrunderkundungen bekannten Bodenprofilen auch noch ungünstigere Baugrundverhältnisse vorhanden sein können, die in der Setzungsberechnung nicht erfasst sind.

Die rechnerisch ermittelten Setzungen und Setzungsunterschiede können nach DIN V4019-100, Ziffer 14, von dem Bauwerk ohne Beeinträchtigung der Standsicherheit aufgenommen werden. Aufgrund der näherungsweisen Ermittlung der Setzungen und deren möglichen Schwankungen infolge des Baugrundrisikos kann nicht ausgeschlossen werden, dass aus den Setzungen und Setzungsunterschieden Risse in dem Bauwerk auftreten. Dies gilt insbesondere in Bereichen mit Überlagerungen aus anderen Beanspruchungen, die sich rechnerisch auch nicht erfassen lassen.

Die sogenannten Schönheitsrisse sind auch durch verstärkten konstruktiven Aufwand in der Gründung und in dem Bauwerk nicht mit absoluter Sicherheit zu verhindern und sollten unter dem Gesichtspunkt einer wirtschaftlichen Bauweise in Kauf genommen werden.

Das Risiko, dass Risse auftreten, ist aus geotechnischer Sicht als gering anzusehen. Das Risiko von Rissbildungen ist außer von Setzungsunterschieden auch von der gewählten Bauwerkskonstruktion, den Baustoffen und der ausgeführten Qualität abhängig.

5.5 Auswirkungen durch Grundwasserabsenkung

Das geplante Gebäude soll mit einer Teilunterkellerung ausgeführt werden. Die Oberkante des Fußbodens im Bereich des geplanten Teilkellers liegt 3 m unter dem Erdgeschossfußboden im übrigen Bereich des Gebäudes. Die Gründungssohle des Teilkellers liegt nach den getroffenen Annahmen zur Höhenfestlegung bei + 12,0 m NN. Für den Bereich der Baufläche ist ein mittlerer Grundwasserstand bei + 12,7 m NN zu erwarten. Ca. 33 m östlich befindet sich das Gebäude 8. Im Nahbereich der geplanten Baufläche sind Verkehrsflächen vorhanden.

Bei der Beurteilung der Auswirkung von Grundwasserabsenkungen muss berücksichtigt werden, dass das Grundwasser keine konstante Höhe hat, sondern jahreszeitlichen und langjährigen Schwankungen je nach Zu- und Ablauf unterliegt. Eine Beeinträchtigung ist durch eine Grundwasserabsenkung immer erst dann gegeben, wenn durch die Grundwasserabsenkung Wasserstände erzeugt werden, die unterhalb des niedrigsten natürlichen Grundwasserstandes liegen.

Durch die Absenkung des Grundwassers verändern sich die Gewichts- und Druckverhältnisse in den entwässerten und den darunter liegenden Bodenschichten. Bei durchlässigem, nichtbindigem Baugrund, wie Sand und Kies, ist ein freier Grundwasserspiegel vorhanden. Durch die Absenkung des Grundwassers im nichtbindigen Baugrund erhöhen sich die Bodenpressungen durch den Wegfall des Auftriebes um die Differenz des Raumgewichtes über und unter Grundwasser. Bei 1,00 m Grundwasserabsenkung beträgt die zusätzliche Bodenpressung aus der Grundwasserabsenkung $\sigma = 8 \text{ kN/m}^2$. Dies ist im Verhältnis zu den zulässigen Bodenpressungen bei nichtbindigen Böden von $\sigma = 250$ bis 500 kN/m^2 ein sehr geringer Wert. Daher sind die Setzungen aus Grundwasserabsenkungen im nichtbindigen Baugrund im Allgemeinen auch sehr gering.

Bei einer genaueren Ermittlung der Setzungen muss von dem niedrigsten jemals vorgekommenen Grundwasserstand, auch infolge vorhergehender Grundwasserabsenkungen, ausgegangen werden, da die Setzungen bei nichtbindigen Böden als Sofortsetzungen auftreten.

Schäden an Gebäuden entstehen im Allgemeinen nur aus Setzungsdifferenzen, nicht jedoch aus absoluten Setzungen. Da die Absenkkurven einer Grundwasserabsenkung außerhalb der Baugrube im Allgemeinen sehr flach verlaufen, ergeben sich für Nachbarbauwerke gleichmäßige Erhöhungen der Bodenpressungen und somit bei homogenem Untergrund auch gleichmäßige Setzungen. Die Setzungsunterschiede werden daher bei Gebäuden auf nichtbindigem Baugrund im Absenkungsbereich gering bleiben.

Falls die Baugrube im Schutz einer Wasserhaltung hergestellt werden soll, ist ein Absenkziel von ca. + 11,5 m NN zu erreichen. Bezogen auf den mittleren Grundwasserstand bei + 12,7 m NN müsste das Grundwasser um ca. 1,2 m abgesenkt werden.

Bei der Absenkung des Grundwassers bildet sich in den gut durchlässigen anstehenden Sanden und in den sandigen Kiesen ein Absenktrichter aus, der das im Nahbereich der geplanten Baufläche vorhandene Gebäude 8 sowie Verkehrsflächen erfasst.

Das Risiko, dass aus der Grundwasserabsenkung in den umliegenden Gebäuden Risse auftreten, wird als durchschnittlich angesehen.

Es wird empfohlen, an den im Einflussbereich der Grundwasserabsenkung vorhandenen Nachbargebäuden eine Beweissicherung ausführen zu lassen und eine Bauherrenhaftpflichtversicherung abzuschließen, die auch Schäden aus Grundwasserabsenkungen beinhaltet.

5.6 Baugrube

Die Baugrube kann frei abgeböschst werden. Dabei ist ein Böschungswinkel $\alpha = 40^\circ$ nach DIN 18300 einzuhalten. Es ist zu beachten, dass die ersten 3,00 m von der Böschungskrone nicht belastet werden dürfen. Bei einer Belastung der Böschungskrone durch Verkehrs- und Lagerlasten sowie einer steileren Abböschung ist ein Nachweis der Böschungsbruchsicherheit erforderlich.

5.7 Grundwasserabsenkung

Für die Erd- und Gründungsarbeiten für die geplante Teilunterkellerung ist eine Grundwasserabsenkung erforderlich. Nach den vorliegenden Unterlagen liegt das Absenkziel bei ca. + 11,5 m NN, so dass eine Grundwasserabsenkung um ca. 1,2 m, bezogen auf einen mittleren Grundwasserstand von + 12,7 m NN im Bereich der Baufläche erforderlich wird. Beim maximalen Grundwasserstand von + 14,50 m NN beträgt die Grundwasserabsenkung $s = 3,00$ m.

Für die Bemessung ist in der Regel das tiefegelegenste Bauteil maßgebend. Es ist daher zu überprüfen, ob eventuelle Vertiefungen nicht geringer ausgebildet werden können, um den Umfang der Grundwasserabsenkungen dadurch zu reduzieren.

Es besteht die Möglichkeit das Grundwasser mit Spülfiltern einer Vakuumanlage abzusenken. Die Kontrolle des Absenkzieles erfolgt durch Peilbrunnen in der Baugrube. Zur Beweissicherung ist die Wassermenge täglich zu messen und die Absenkung auch außerhalb der Baugrube durch mindestens 2 Peilfilter zu kontrollieren.

Die Grundwasserabsenkungsanlage ist gem. VOB Teil C (DIN 18305), Abschnitt 3.2.1 von dem Auftragnehmer auch unter Berücksichtigung des max. Grundwasserstandes allein verantwortlich zu bemessen. Bei der Ausschreibung und Durchführung der Grundwasserabsenkung sind die ATV "Wasserhaltungsarbeiten", DIN 18305, zu beachten.

Für die Bemessung kann von folgenden, mittleren Wasserdurchlässigkeitsbeiwerten mit einem Schwankungsbereich von ± 50 % ausgegangen werden:

Pleistozäne Sande:	$1,5 \times 10^{-3}$ m/s
Sandige Kiese:	$1,0 \times 10^{-2}$ m/s

Jede Grundwasserabsenkung ist nach dem Wassergesetz erlaubnispflichtig und muss bei der zuständigen Wasserbehörde beantragt werden.

5.8 Erdarbeiten

Bei der Ausschreibung und Durchführung der Erdarbeiten sind die ATV "Erdarbeiten" - DIN 18300 - zu beachten.

Im Bereich des geplanten Gebäudes erfolgt nach Rückbau des vorhandenen Bauteils und vollständigem Rückbau der alten Fundamente und des Teilkellers das Abschieben des Mutterbodens und die Profilierung der Geländeoberfläche auf höhengerechtes Niveau.

Für den Rückbau der vorhandenen Teilunterkellerung sind entsprechende Wasserhaltungsmaßnahmen vorzusehen.

Anschließend erfolgt im Bereich der nichtunterkellerten Bauteile der Bodenaushub für die Herstellung der Fundamente bis zur festgelegten Gründungstiefe. Falls im Bereich der Gründungssohle stark schluffige Sande bzw. Schluff-/Sandgemische vorhanden sind, sind diese unter den Fundamenten auszuheben und durch verdichteten Sand zu ersetzen. Hierbei ist ein Lastausstrahlungswinkel von 45 ° zu berücksichtigen. Der einzubauende Füllsand sollte den Bodengruppen SE, SW oder SU nach DIN 18196 entsprechen (Schluffkorn $d \leq 0,063 \text{ mm} \leq 5\%$) und ist auf eine Lagerungsdichte $D = 0,4$ zu verdichten.

Der Aushub der Baugrube für den teilunterkellerten Bereich erfolgt von Oberkante Gelände mit einem Hydrauliktieflöffelbagger. Der Bagger sollte eine gerade Schneide haben, um eine zusätzliche Auflockerung in der Aushubsohle zu vermeiden. Ein Aushub mit gummibereiften bzw. kettengetriebenen Frontladern ist nicht zulässig.

5.9 Maßnahmen zur Bauwerksabdichtung

Der teilunterkellerte Gebäudeteil liegt unter dem zu erwartenden Grundwasserhöchststand, so dass Maßnahmen gegen von außen drückendes Wasser nach DIN 18195-6 vom August 2000 erforderlich sind. Alternativ besteht die Möglichkeit, die Konstruktion aus wasserundurchlässigem Beton herzustellen.

Es wird empfohlen, zur Bauwerksabdichtung den Kellergeschossfußboden und die -außenwände in wasserundurchlässigem Beton herzustellen. Bei wasserundurchlässigem Beton ist die Entstehung von Haarrissen, bei denen es zu Durchfeuchtungen kommen kann, nicht auszuschließen. Die Haarrisse treten vorwiegend in den Außenwänden auf. Als zusätzlichem Schutz sollte deshalb eine Abdichtung (z. B. Kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtung nach DIN 18195-2) bis zur Geländeoberkante auf die Außenwände aufgebracht werden, die in der Lage ist, geringfügige Risse gegen Druckwasser zerstörungsfrei zu überbrücken. Dabei ist die DIN 18195-3 und die "Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen" zu beachten.

Durch diese Abdichtung kann das Grundwasser nicht in eventuelle Risse in die Außenwände eindringen. Für die Außenwände ist es daher nicht erforderlich, Maßnahmen zur Beschränkung der Rissweite nach DIN 1045 durchzuführen. Es wird jedoch empfohlen, die betontechnologischen Maßnahmen für wasserundurchlässigen Beton auch für die Außenwände durchzuführen.

Alternativ kann auf eine zusätzliche Abdichtung verzichtet werden, wenn eine nachträgliche Abdichtung im Bereich von Durchfeuchtungen von innen durch Injektionen in Kauf genommen wird oder durch andere geeignete betontechnische und konstruktive Maßnahmen eine Wasserdichtigkeit erzielt wird.

Der Erdgeschossfußboden liegt oberhalb des maximalen Grundwasserstandes. Zur Bauwerksabdichtung sind Maßnahmen gegen Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser nach DIN 18195-4 durchzuführen.

5.10 Maßnahmen gegen aggressives Grundwasser

Nach den chem. Untersuchungen ist das Grundwasser als stark angreifend nach DIN 4030 einzustufen. Dies entspricht nach DIN EN 206-1, Tabellen 1 und 2, der Einstufung in die Expositionsklasse XA2 (mäßig angreifend). Als Schutz gegen aggressives Grundwasser sind betontechnologische Maßnahmen gem. DIN 1045 erforderlich. Ferner sind die Empfehlungen der Schriftenreihe der Zementindustrie, Heft 53/1992: „Chemischer Angriff auf Beton“ zu beachten.

5.11 Überprüfung der Aushub- und Gründungssohlen

Bei der Bauausführung wird empfohlen, eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten durchzuführen. Dabei ist besonders zu vergleichen, ob die angetroffenen Böden mit dem Ergebnis der Baugrunduntersuchung übereinstimmen, da Abweichungen des Baugrundes von den Baugrundaufschlüssen nicht auszuschließen sind (siehe auch Hinweise zum Baugrundrisiko).

In Zweifelsfällen bitten wir um unverzügliche Benachrichtigung durch die örtliche Bauleitung.

Nach Freilegen der Aushub- und Gründungssohlen soll eine Abnahme durch unser Büro erfolgen. Wir bitten daher bei entsprechendem Baufortschritt ca. 3 Tage vorher um eine Terminabstimmung.

6 Zusammenfassung

Die geplante Baumaßnahme ist ein teilunterkellertes Gebäude, das mit zwei Vollgeschossen sowie einem Staffelgeschoss für technische Einbauten ausgeführt werden soll. Der Baugrund besteht unter einer bereichsweise vorhandenen Mutterbodenbedeckung aus aufgefüllten Sanden, in denen bereichsweise schluffige Anteile sowie Fremdstoffe vorhanden sind bzw. aus anstehenden Sanden, in denen kiesige Anteile vorhanden sind. Lokal sind sandige Kieslagen vorhanden.

Nach Abschieben des Mutterbodens sowie Profilierung des Geländes auf höhen-gerechtes Niveau können im nichtunterkellerten Bauwerksbereich die Bauwerks-lasten über Einzel- und Streifenfundamente mit einer Bodenpressung

$$\sigma = 250 \text{ kN/m}^2 \text{ [ohne Fundamentgewicht]}$$

in den Baugrund abgetragen werden.

Die Bauwerkslasten des teilunterkellerten Gebäudeteiles können über eine durchge-hende Stahlbetongrundplatte flach gegründet werden. Bei der Bemessung der Gründung auf elastischer Bettung kann ein Bettungsmodul $K = 30 \text{ MN/m}^3$ zugrunde gelegt werden. Unter den Einzellasten sollten Verstärkungen nach den statischen Erfordernissen angeordnet werden. Für die Bemessung der Verstärkungen soll die ideale Bodenpressung

$$\sigma = 300 \text{ kN/m}^2 \text{ [ohne Fundamentgewicht]}$$

nicht überschritten werden.

Für die Herstellung des Teilkellers sind Wasserhaltungsmaßnahmen vorzusehen.

Weitere Einzelheiten sowie die Ergebnisse von Setzungsermittlungen und Angaben zur Herstellung der geplanten Verkehrsflächen sind im Bericht gegeben.

Bei einer wesentlichen Planungsänderung, insbesondere einer Änderung der Lage oder Höhenanordnung des Bauwerkes, bitten wir um eine Information, damit über-prüft werden kann, ob und welche Auswirkungen sich für die Gründungskonstruktion ergeben.

Verteiler

Bauherr:

Bundesrepublik Deutschland

vertreten durch:

Oberfinanzdirektion Hannover

vertreten durch:

Staatliches Baumanagement

Ems-Weser

Peterstr. 24

26382 Wilhelmshaven

5 x

7 Anlagenverzeichnis

I N H A L T	Anlage Nr.	
	von	bis
1. <u>Lageplan</u>	1	
2. <u>Felduntersuchungen</u>		
2.1 Bodenprofile aus Sondierbohrungen, Rammsondierungen/Rammsondierungsdiagramme	2.1	
3. <u>Laboruntersuchungen</u>		
3.1 Korngrößenverteilungen	3.1	
3.2 Bodenmechanische Kennziffern	3.2	
3.3 Grundwasseruntersuchungen	3.3.1	
4. <u>Gutachten</u>		
4.1 Setzungen	4.1.1	4.3.1

Laboratorien Dr. Döring Haferwende 12 28357 Bremen

Grundbaulabor Bremen
Dipl.-Ing. Dietrich Behnke
Kleiner Ort 2

28357 BREMEN

9. März 2010

PRÜFBERICHT 030310X

Bauherr: Staatliches Baumanagement Ems - Weser
Objekt-Nr.: 109619
Bauvorhaben: Wirtschaftsgebäude, Feldweibel-Lilienthal-Kaserne, 27755 Delmenhorst, Abernettistr. 200
Probenentnahme: 02.03.2010
Entnahmestelle: BS 7
Entnahmetiefe: 3,50 – 4,50m
Analysenbefunde:

Bezeichnung Dimension	BS 7 [mg/L]
pH-Wert	5,9
kalklösende Kohlensäure (CO ₂)	68,6
Magnesium	1,2
Ammonium	0,12
Sulfat	33,0
Chlorid	75,8
Eisen	3,3
Huminsäuren	13,3

Messverfahren:	pH-Wert	DIN 38404-C5
	kalklös. Kohlensäure	DIN 38404-C10
	Chlorid	DIN EN ISO 10304-2 (D20)
	Sulfat	DIN EN ISO 10304-2 (D20)
	Ammonium	DIN 38406-E5-1
	Magnesium	DIN EN ISO 11885 (E22)
	Eisen	DIN EN ISO 11885 (E22)
	Huminsäuren	photometrisch

Qualitätskontrolle:

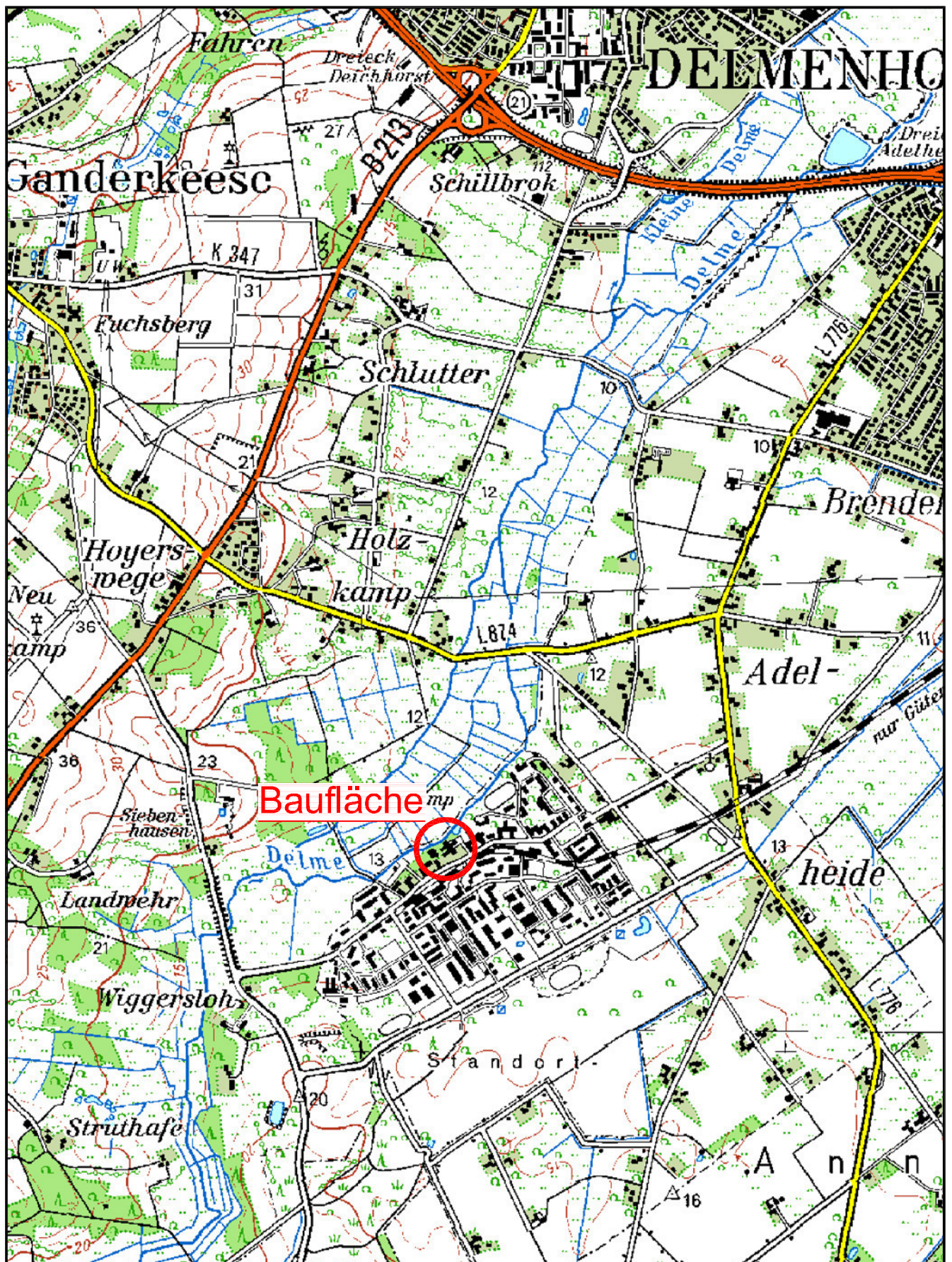
Dr. Joachim Döring
(Geschäftsführer)

Dr. Michael Ambrosius
(stellv. Laborleiter)



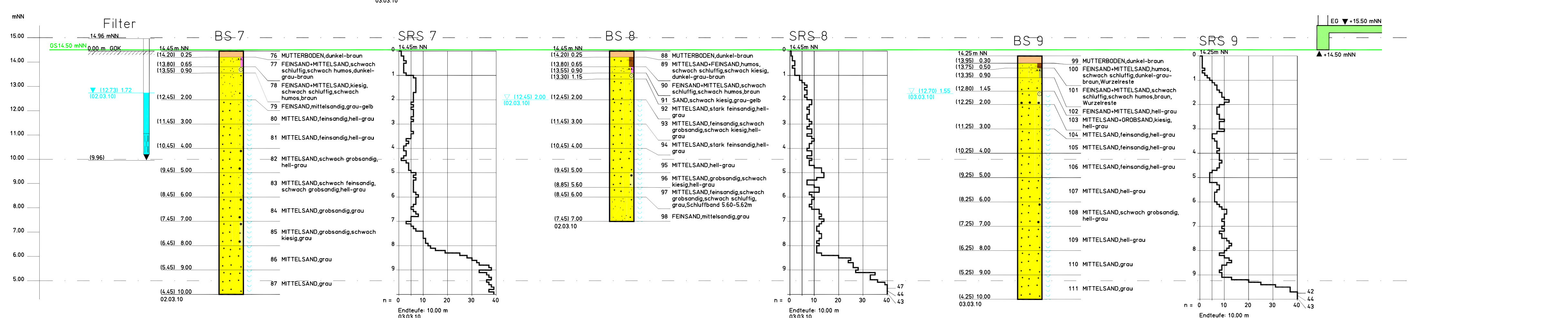
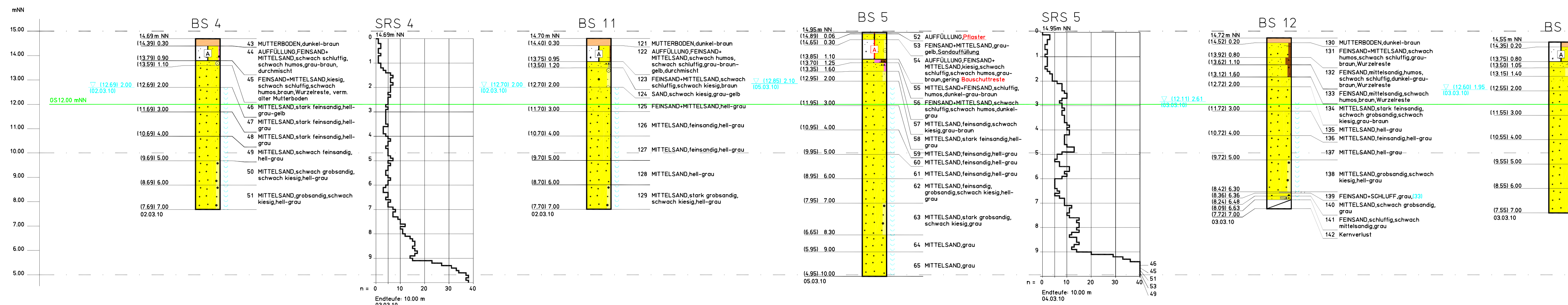
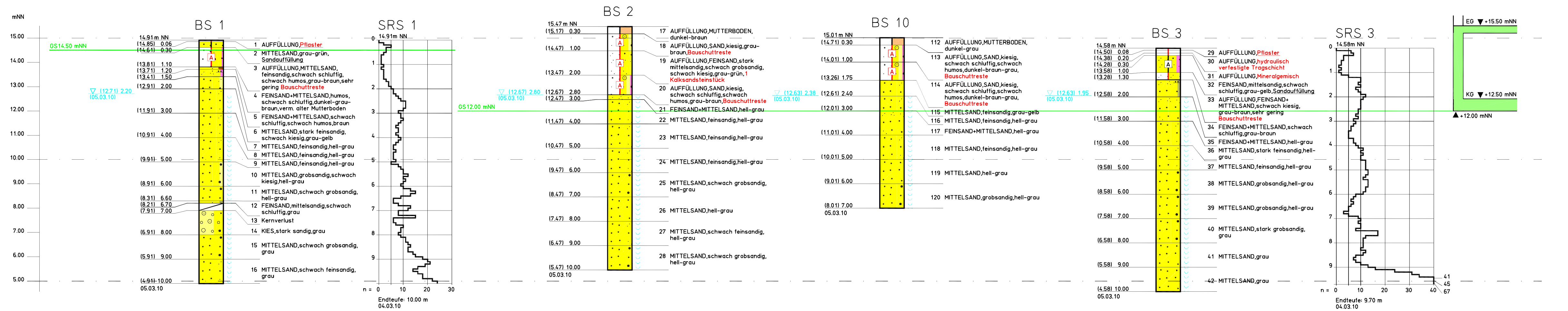
GRUNDBAULABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK MBH
KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

Obj. Nr.: 10 9619
Bauherr: Staatl. BMM Ems-Weser
Bauwerk: Wirtschaftsgebäude
Ort: 27755 Delmenhorst, Abernettistr. 200
Anlage : 3.3.1



GRUNDBAULABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK MBH
KLEINER ORT 2 - 28357 BREMEN

Bauherr:	Staatliches Baumanagement OL	Obj.Nr.	109619
Bauwerk:	Wirtschaftsgebäude, Feldweibel-Lilienthal-Kaserne	M	1:25000
Ort:	Delmenhorst, Abernettistr. 200	Gez.	Ian
Lageplan		Anl.	1



Zeichenerklärung

Untersuchungsstellen

- BS Bohrung
- SRS Sondierbohrung
- LS leichte Rammsonde (DPL)
- SS schwere Rammsonde (DPH)
- DS Drucksonde (DPT-C)
- Scn Schürfe
- PDV Plattendruckversuch
- UP ungestörte Probe
- Darstellung auf dieser Anlage
- Darstellung auf einer anderen Anlage

Nebenannteile

schwach (<15%) mittel (15-30%) stark (>30%)

Beimengungen:

schwach (<15%) mittel (15-30%) stark (>30%)

Konsistenz

\\ breig \\ weich \\ steif \\ halbfest \\ fest \\ naß

Wassergehalt

Wn = % (15)

Sonderprobe

P1 (0.42) 4.00 Proben Nr. P1 (2.3...) aus 4.00m Tiefe = (0.42m NN bzw. FP)

Grundwasser

Grundwasser in 1.90m unter Gelände (2.62m NN bzw. FP) angebohrt am(Datum)

Grundwasser nach Beendigung der Bohrung in 1.77m unter Gelände (2.65m NN bzw. FP) am(Datum)

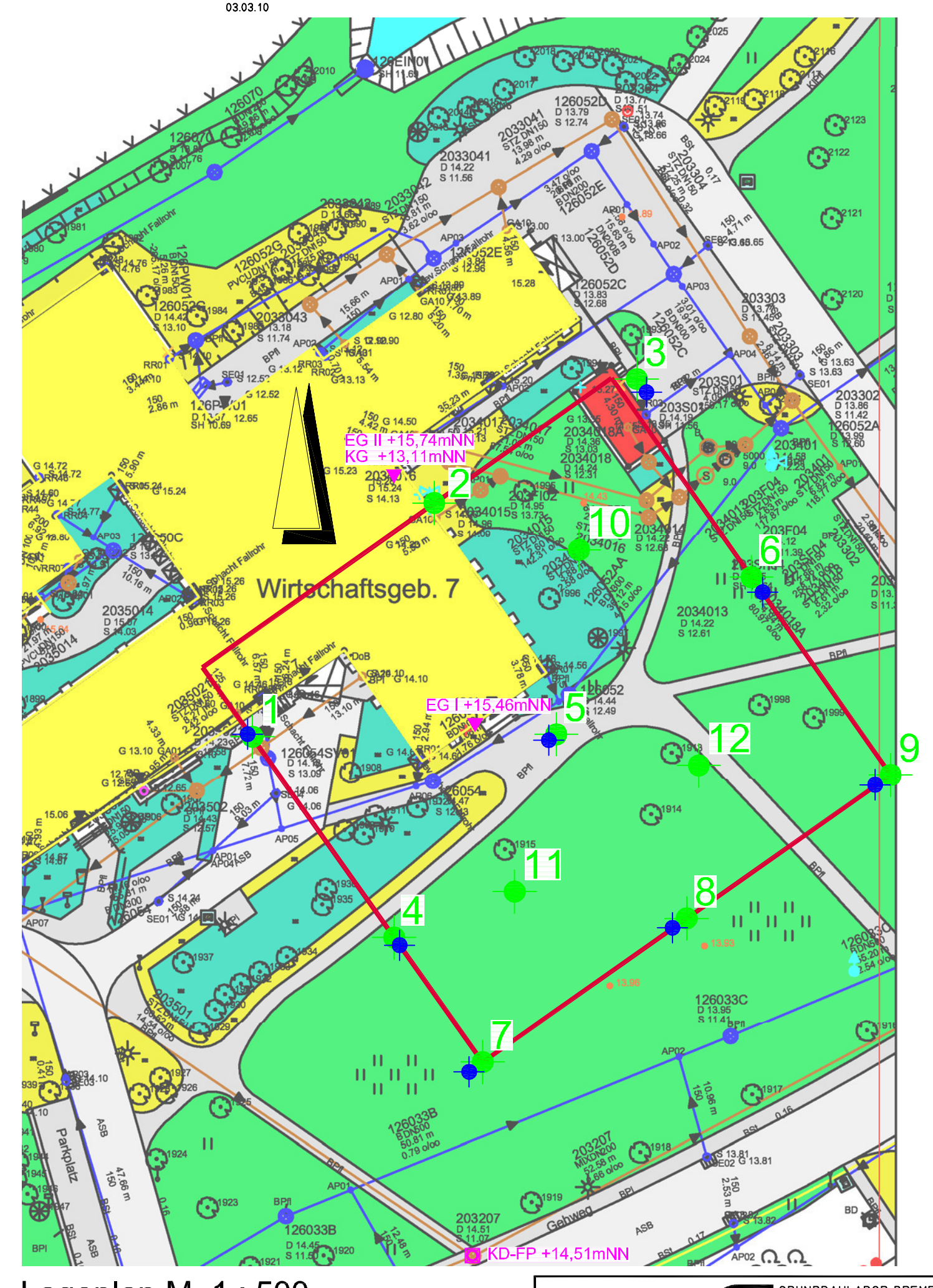
Grundwasser in einem ausgebauten Bohrloch in 1.72m unter Gelände (2.70m NN bzw. FP) am(Datum)

Anstieg des Grundwassers in einem ausgebauten Bohrloch auf 1.72m unter Gelände (2.70m NN bzw. FP) in(Zeit) Stunden am(Datum)

Grundwasser in 2.80m unter Gelände (1.60m NN bzw. FP) angebohrt

Gründungssohle GS

Aushubsohle AS



9619S1A x = 0,10 m y = 42,00 m

Boden	OK [m NN]	UK [m NN]	Dicke [m]	Tiefe [m]	E _{s1} [MN/m²]	E _{s2} [MN/m²]	Unt.
mS,A	15,20	14,91	0,29	0,29	40,00	40,00	1
A	14,91	14,85	0,06	0,35	5,00	15,00	1
mS	14,85	14,61	0,24	0,59	18,00	54,00	1
mS,fs	14,61	13,81	0,80	1,39	14,00	42,00	1
fS,h	13,81	13,71	0,10	1,49	12,00	36,00	1
fS,u	13,71	13,41	0,30	1,79	16,00	48,00	1
mS,fs	13,41	12,91	0,50	2,29	25,00	75,00	1
mS,fs	12,91	11,91	1,00	3,29	50,00	150,00	1
mS,fs	11,91	10,91	1,00	4,29	45,00	135,00	1
mS,fs	10,91	9,91	1,00	5,29	40,00	120,00	1
mS,gs	9,91	8,91	1,00	6,29	50,00	150,00	1
mS,gs	8,91	8,31	0,60	6,89	60,00	180,00	1
fS,ms	8,31	8,21	0,10	6,99	40,00	120,00	1
	8,21	7,91	0,30	7,29	60,00	180,00	1
G,s	7,91	6,91	1,00	8,29	50,00	150,00	1
mS,gs	6,91	5,91	1,00	9,29	70,00	210,00	1
mS,fs	5,91	4,91	1,00	10,29	100,00	300,00	1

9619S2A x = 30,00 m y = 51,50 m

Boden	OK [m NN]	UK [m NN]	Dicke [m]	Tiefe [m]	E _{s1} [MN/m²]	E _{s2} [MN/m²]	Unt.
mS,A	15,47	15,17	0,30	0,30	40,00	40,00	1
S,g	15,17	14,47	0,70	1,00	16,00	48,00	1
fS,ms	14,47	13,47	1,00	2,00	50,00	150,00	1
S,g	13,47	12,67	0,80	2,80	50,00	150,00	1
fS	12,67	12,47	0,20	3,00	45,00	135,00	1
mS,fs	12,47	11,47	1,00	4,00	40,00	120,00	1
mS,fs	11,47	10,47	1,00	5,00	60,00	180,00	1
mS,fs	10,47	9,47	1,00	6,00	60,00	180,00	1
mS,gs	9,47	8,47	1,00	7,00	35,00	105,00	1
mS	8,47	7,47	1,00	8,00	60,00	180,00	1
mS,fs	7,47	6,47	1,00	9,00	60,00	180,00	1
mS,gs	6,47	5,47	1,00	10,00	190,00	570,00	1

9619S3A x = 55,00 m y = 50,00 m

Boden	OK [m NN]	UK [m NN]	Dicke [m]	Tiefe [m]	E _{s1} [MN/m²]	E _{s2} [MN/m²]	Unt.
mS,A	15,20	14,58	0,62	0,62	40,00	40,00	1
mS,A	14,58	14,50	0,08	0,70	40,00	40,00	1
A	14,50	14,38	0,12	0,82	25,00	75,00	1
A	14,38	14,28	0,10	0,92	30,00	90,00	1
fS,ms	14,28	13,58	0,70	1,62	16,00	48,00	1
fS	13,58	13,28	0,30	1,92	40,00	120,00	1
fS	13,28	12,58	0,70	2,62	50,00	150,00	1
fS	12,58	11,58	1,00	3,62	50,00	150,00	1
mS,fs	11,58	10,58	1,00	4,62	40,00	120,00	1
mS,fs	10,58	9,58	1,00	5,62	60,00	180,00	1
mS,gs	9,58	8,58	1,00	6,62	60,00	180,00	1
mS,gs	8,58	7,58	1,00	7,62	35,00	105,00	1
mS,gs	7,58	6,58	1,00	8,62	60,00	180,00	1
mS	6,58	5,58	1,00	9,62	60,00	180,00	1
mS	5,58	4,58	1,00	10,62	190,00	570,00	1

9619S4A x = 0,10 m y = 17,00 m

Boden	OK [m NN]	UK [m NN]	Dicke [m]	Tiefe [m]	E _{s1} [MN/m²]	E _{s2} [MN/m²]	Unt.
mS,A	15,20	14,69	0,51	0,51	40,00	40,00	1
mS,A	14,69	14,39	0,30	0,81	40,00	40,00	1
fS,u	14,39	13,79	0,60	1,41	12,00	36,00	1
fS,g	13,79	13,59	0,20	1,61	12,00	36,00	1
mS,fs	13,59	12,69	0,90	2,51	30,00	90,00	1
mS,fs	12,69	11,69	1,00	3,51	30,00	90,00	1
mS,fs	11,69	10,69	1,00	4,51	25,00	75,00	1
mS,fs	10,69	9,69	1,00	5,51	30,00	90,00	1
mS,gs	9,69	8,69	1,00	6,51	30,00	90,00	1
mS,gs	8,69	7,69	1,00	7,51	30,00	90,00	1

9619S5A x = 27,00 m y = 24,00 m

Boden	OK [m NN]	UK [m NN]	Dicke [m]	Tiefe [m]	E _{s1} [MN/m²]	E _{s2} [MN/m²]	Unt.
mS,A	15,20	14,95	0,25	0,25	40,00	40,00	1
mS,A	14,95	14,89	0,06	0,31	40,00	40,00	1
fS	14,89	14,65	0,24	0,55	16,00	48,00	1
fS,g	14,65	13,85	0,80	1,35	14,00	42,00	1
mS,u	13,85	13,70	0,15	1,50	16,00	48,00	1
fS,u	13,70	13,35	0,35	1,85	16,00	48,00	1
mS,fs	13,35	12,95	0,40	2,25	25,00	75,00	1
mS,fs	12,95	11,95	1,00	3,25	45,00	135,00	1
mS,fs	11,95	10,95	1,00	4,25	50,00	150,00	1
mS,fs	10,95	9,95	1,00	5,25	50,00	150,00	1
mS,fs	9,95	8,95	1,00	6,25	45,00	135,00	1
mS,fs	8,95	7,95	1,00	7,25	40,00	120,00	1
mS,gs	7,95	6,65	1,30	8,55	70,00	210,00	1
mS	6,65	5,95	0,70	9,25	80,00	240,00	1
mS	5,95	4,95	1,00	10,25	210,00	630,00	1

Lauf 1: Gründungssohle Bauteile ohne Keller: + 14,5 m NN
 Gründungssohle Bauteile mit Teilkeller: + 12,0 m NN
 Zul. Bodenpressung: 250 kN/m²
 Ideelle Bodenpressung: 300 kN/m²
 Mittl. Bauflächenpressung: 12,5 kN/m² pro Geschoss
 Verkehrslast, setzungswirksam: 2,5 kN/m² pro Geschoss
 Aushubentlastung (X) Bauteile mit Teilkeller: 51,5 kN/m²
 Geländeauffüllung westl. und nordwestl. Bauflächenbereich: d = 0,3 m = 5,7 kN/m²
 Geländeauffüllung südl. und südöstl. Bauflächenbereich: d = 0,6 m = 11,4 kN/m²

9619S6A x = 53,00 m y = 26,00 m

Boden	OK [m NN]	UK [m NN]	Dicke [m]	Tiefe [m]	E _{s1} [MN/m²]	E _{s2} [MN/m²]	Unt.
mS,A	15,20	14,55	0,65	0,65	40,00	40,00	1
mS,A	14,55	14,36	0,19	0,84	40,00	40,00	1
	14,36	14,35	0,01	0,85	8,30	24,90	1
fS,u	14,35	13,75	0,60	1,45	20,00	60,00	1
fS,u	13,75	13,50	0,25	1,70	14,00	42,00	1
S,g	13,50	13,15	0,35	2,05	20,00	60,00	1
fS	13,15	12,55	0,60	2,65	25,00	75,00	1
mS,fs	12,55	11,55	1,00	3,65	35,00	105,00	1
mS,fs	11,55	10,55	1,00	4,65	35,00	105,00	1
mS,gs	10,55	9,55	1,00	5,65	45,00	135,00	1
mS,gs	9,55	8,55	1,00	6,65	35,00	105,00	1
mS,fs	8,55	7,55	1,00	7,65	50,00	150,00	1

9619S7A x = 0,10 m y = 0,10 m

Boden	OK [m NN]	UK [m NN]	Dicke [m]	Tiefe [m]	E _{s1} [MN/m²]	E _{s2} [MN/m²]	Unt.
mS,A	15,20	14,45	0,75	0,75	40,00	40,00	1
mS,A	14,45	14,20	0,25	1,00	40,00	40,00	1
fS,u	14,20	13,80	0,40	1,40	16,00	48,00	1
fS,g	13,80	13,55	0,25	1,65	16,00	48,00	1
fS,ms	13,55	12,45	1,10	2,75	35,00	105,00	1
mS,fs	12,45	11,45	1,00	3,75	35,00	105,00	1
mS,fs	11,45	10,45	1,00	4,75	25,00	75,00	1
mS,gs	10,45	9,45	1,00	5,75	20,00	60,00	1
mS,fs	9,45	8,45	1,00	6,75	40,00	120,00	1
mS,gs	8,45	7,45	1,00	7,75	35,00	105,00	1
mS,gs	7,45	6,45	1,00	8,75	50,00	150,00	1
mS	6,45	5,45	1,00	9,75	140,00	420,00	1
mS	5,45	4,45	1,00	10,75	190,00	570,00	1

9619S8A x = 26,00 m y = 0,10 m

Boden	OK [m NN]	UK [m NN]	Dicke [m]	Tiefe [m]	E _{s1} [MN/m²]	E _{s2} [MN/m²]	Unt.
mS,A	15,20	14,45	0,75	0,75	40,00	40,00	1
mS,A	14,45	14,20	0,25	1,00	40,00	40,00	1
mS,h	14,20	13,80	0,40	1,40	12,00	36,00	1
fS,u	13,80	13,55	0,25	1,65	14,00	42,00	1
S,g	13,55	13,30	0,25	1,90	20,00	60,00	1
mS,fs	13,30	12,45	0,85	2,75	35,00	105,00	1
mS,fs	12,45	11,45	1,00	3,75	45,00	135,00	1
mS,fs	11,45	10,45	1,00	4,75	45,00	135,00	1
mS	10,45	9,45	1,00	5,75	50,00	150,00	1
mS,gs	9,45	8,85	0,60	6,35	60,00	180,00	1
mS,fs	8,85	8,45	0,40	6,75	60,00	180,00	1
fS,ms	8,45	7,45	1,00	7,75	60,00	180,00	1

9619S9A x = 53,00 m y = 0,10 m

Boden	OK [m NN]	UK [m NN]	Dicke [m]	Tiefe [m]	E _{s1} [MN/m²]	E _{s2} [MN/m²]	Unt.
mS,A	15,20	14,25	0,95	0,95	40,00	40,00	1
mS,A	14,25	13,95	0,30	1,25	40,00	40,00	1
fS,h	13,95	13,75	0,20	1,45	12,00	36,00	1
fS,u	13,75	13,35	0,40	1,85	18,00	54,00	1
fS	13,35	12,80	0,55	2,40	35,00	105,00	1
mS,g	12,80	12,25	0,55	2,95	50,00	150,00	1
mS,fs	12,25	11,25	1,00	3,95	45,00	135,00	1
mS,fs	11,25	10,25	1,00	4,95	40,00	120,00	1
mS,fs	10,25	9,25	1,00	5,95	40,00	120,00	1
mS	9,25	8,25	1,00	6,95	35,00	105,00	1
mS,gs	8,25	7,25	1,00	7,95	50,00	150,00	1
mS	7,25	6,25	1,00	8,95	60,00	180,00	1
mS	6,25	5,25	1,00	9,95	50,00	150,00	1
mS	5,25	4,25	1,00	10,95	160,00	480,00	1

9619S10A x = 40,00 m y = 39,00 m

Boden	OK [m NN]	UK [m NN]	Dicke [m]	Tiefe [m]	E _{s1} [MN/m²]	E _{s2} [MN/m²]	Unt.
mS,A	15,20	15,01	0,19	0,19	40,00	40,00	1
mS,A	15,01	14,71	0,30	0,49	40,00	40,00	1
S,g	14,71	14,01	0,70	1,19	16,00	48,00	1
S,g	14,01	13,26	0,75	1,94	45,00	135,00	1
mS,fs	13,26	12,61	0,65	2,59	60,00	180,00	1
mS,fs	12,61	12,01	0,60	3,19	50,00	150,00	1
fS	12,01	11,01	1,00	4,19	40,00	120,00	1
mS,fs	11,01	10,01	1,00	5,19	60,00	180,00	1
mS	10,01	9,01	1,00	6,19	60,00	180,00	1
mS,gs	9,01	8,01	1,00	7,19	35,00	105,00	1

9619S11A x = 13,00 m y = 12,00 m

Boden	OK [m NN]	UK [m NN]	Dicke [m]	Tiefe [m]	E _{s1} [MN/m²]	E _{s2} [MN/m²]	Unt.
mS,A	15,20	14,70	0,50	0,50	40,00	40,00	1
mS,A	14,70	14,40	0,30	0,80	40,00	40,00	1
fS,h	14,40	13,75	0,65	1,45	12,00	36,00	1
fS,u	13,75	13,50	0,25	1,70	16,00	48,00	1
S,g	13,50	12,70	0,80	2,50	35,00	105,00	1
fS	12,70	11,70	1,00	3,50	30,00	90,00	1
mS,fs	11,70	10,70	1,00	4,50	25,00	75,00	1
mS,fs	10,70	9,70	1,00	5,50	30,00	90,00	1
mS	9,70	8,70	1,00	6,50	30,00	90,00	1
mS,gs	8,70	7,70	1,00	7,50	30,00	90,00	1

Lauf 1: Gründungssohle Bauteile ohne Keller: + 14,5 m NN
 Gründungssohle Bauteile mit Teilkeller: + 12,0 m NN
 Zul. Bodenpressung: 250 kN/m²
 Ideelle Bodenpressung: 300 kN/m²
 Mittl. Bauflächenpressung: 12,5 kN/m² pro Geschoss
 Verkehrslast, setzungswirksam: 2,5 kN/m² pro Geschoss
 Aushubentlastung (X) Bauteile mit Teilkeller: 51,5 kN/m²
 Geländeauffüllung westl. und nordwestl. Bauflächenbereich: d = 0,3 m = 5,7 kN/m²
 Geländeauffüllung südl. und südöstl. Bauflächenbereich: d = 0,6 m = 11,4 kN/m²

9619S12A x = 37,00 m y = 12,00 m

Boden	OK [m NN]	UK [m NN]	Dicke [m]	Tiefe [m]	E _{s1} [MN/m²]	E _{s2} [MN/m²]	Unt.
mS,A	15,20	14,72	0,48	0,48	40,00	40,00	1
mS,A	14,72	14,52	0,20	0,68	40,00	40,00	1
fS,h	14,52	13,92	0,60	1,28	12,00	36,00	1
fS,ms	13,92	13,62	0,30	1,58	20,00	60,00	1
fS,ms	13,62	13,12	0,50	2,08	35,00	105,00	1
mS,fs	13,12	12,72	0,40	2,48	40,00	120,00	1
mS	12,72	11,72	1,00	3,48	45,00	135,00	1
mS,fs	11,72	10,72	1,00	4,48	45,00	135,00	1
mS	10,72	9,72	1,00	5,48	50,00	150,00	1
mS,gs	9,72	8,42	1,30	6,78	60,00	180,00	1
fS	8,42	8,36	0,06	6,84	45,00	135,00	1
mS,gs	8,36	8,24	0,12	6,96	50,00	150,00	1
fS,u	8,24	8,09	0,15	7,11	60,00	180,00	1
	8,09	7,72	0,37	7,48	70,00	210,00	1

Lauf 1: Gründungssohle Bauteile ohne Keller: + 14,5 m NN
Gründungssohle Bauteile mit Teilkeller: + 12,0 m NN
Zul. Bodenpressung: 250 kN/m²
Ideelle Bodenpressung: 300 kN/m²
Mittl. Bauflächenpressung: 12,5 kN/m² pro Geschoss
Verkehrslast, setzungswirksam: 2,5 kN/m² pro Geschoss
Aushubentlastung (X) Bauteile mit Teilkeller: 51,5 kN/m²
Geländeauffüllung westl. und nordwestl. Bauflächenbereich: d = 0,3 m = 5,7 kN/m²
Geländeauffüllung südl. und südöstl. Bauflächenbereich: d = 0,6 m = 11,4 kN/m²



GRUNDBAULABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK MBH

Bauherr: Staatl. Baumanagement OL
Bauwerk: Wirtschaftsgebäude 7
Ort: Delmenhorst, Abernettstr. 200
Schichtdaten

Objekt-Nr.: 109619
Bearbeiter: Hec
Datum: 17.03.2010
Anlage: 4.1.3-1

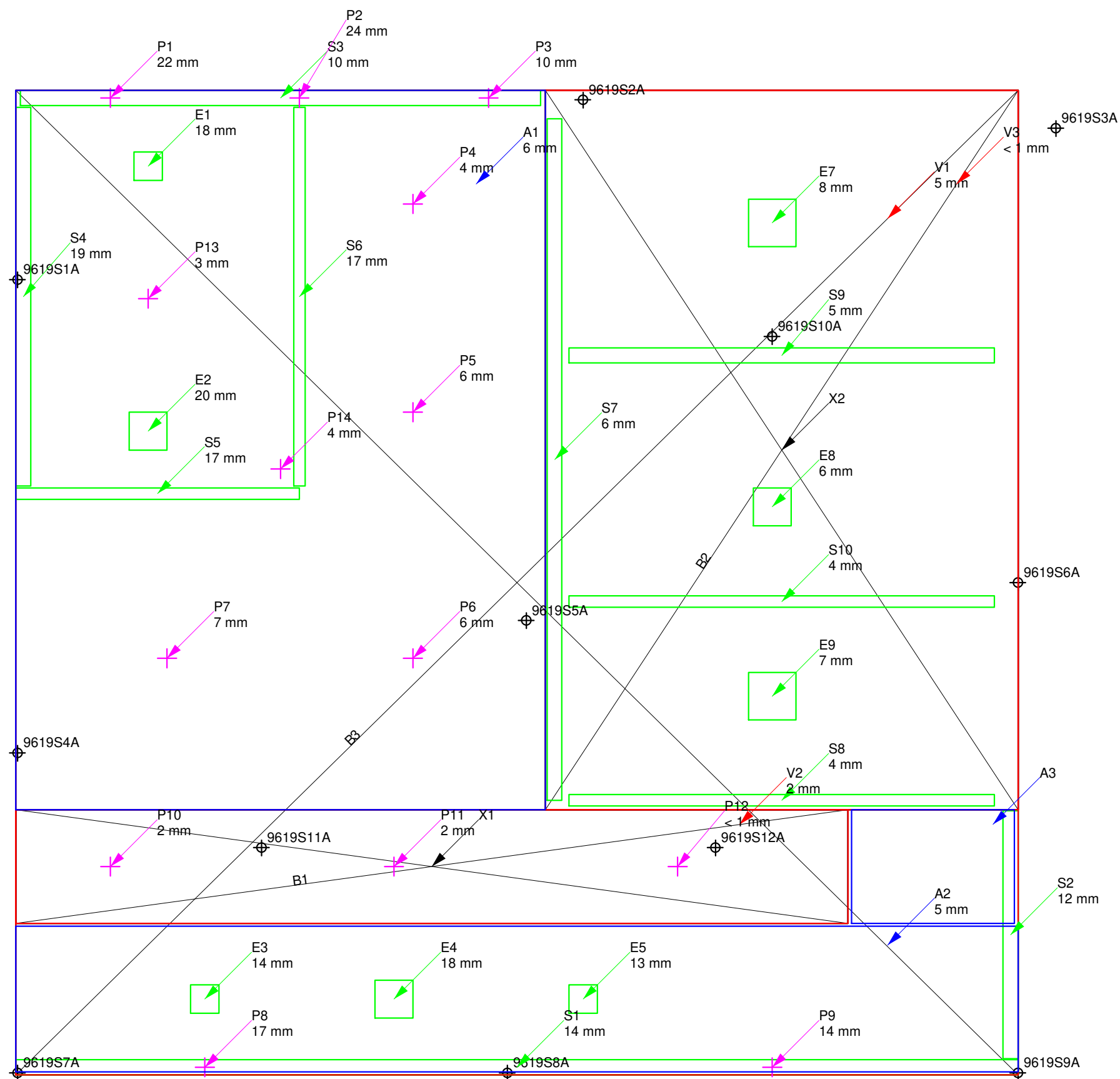
Rechteckfundamente

Name	X [m]	Y [m]	Z [m NN]	B _x [m]	B _y [m]	α [°]	P [kN]	σ ₀ [kN/m²]	ID	Profile	S _{sig} [mm]	S _{ges} [mm]
X1	22,00	11,00	12,00	44,00	6,00	0,00	-13596	-51,50	5	9619S11A		
X2	40,50	33,00	12,00	25,00	38,00	0,00	-48925	-51,50	5	9619S10A		
B1	22,00	11,00	12,00	44,00	6,00	0,00	3300	12,50	4	9619S11A		
B2	40,50	33,00	12,00	25,00	38,00	0,00	11875	12,50	4	9619S10A		
B3	26,50	26,00	14,50	53,00	52,00	0,00	68900	25,00	4	9619S5A		
S1	26,50	0,40	14,50	53,00	0,80	0,00	8480	200,00	13	9619S8A	11,6	13,8
S2	52,60	7,40	14,50	0,80	13,10	0,00	2096	200,00	13	9619S9A	10,2	11,8
S3	14,00	51,60	14,50	27,50	0,80	0,00	5500	250,00	13	9619S2A	8,4	10,4
S4	0,40	41,10	14,50	0,80	20,00	0,00	4000	250,00	13	9619S1A	17,1	19,1
S5	7,50	30,70	14,50	15,00	0,60	0,00	1800	200,00	13	9619S4A	12,3	17,0
S6	15,00	41,10	14,50	0,60	20,00	0,00	3000	250,00	13	9619S5A	14,2	16,9
E1	7,00	48,00	14,50	1,50	1,50	0,00	563	250,00	3	9619S1A	13,9	18,4
E2	7,00	34,00	14,50	2,00	2,00	0,00	1000	250,00	3	9619S5A	17,0	20,5
E3	10,00	4,00	14,50	1,50	1,50	0,00	450	200,00	3	9619S7A	8,7	13,5
E4	20,00	4,00	14,50	2,00	2,00	0,00	1000	250,00	3	9619S8A	14,2	17,5
E5	30,00	4,00	14,50	1,50	1,50	0,00	450	200,00	3	9619S8A	9,2	12,5
E7	40,00	45,00	12,00	2,50	2,50	0,00	1875	300,00	3	9619S3A	7,1	7,7
E8	40,00	30,00	12,00	2,00	2,00	0,00	1000	250,00	3	9619S6A	5,7	6,2
E9	40,00	20,00	12,00	2,50	2,50	0,00	1875	300,00	3	9619S12A	6,6	7,1
S7	28,50	32,50	12,00	0,80	36,00	0,00	7200	250,00	13	9619S5A	4,9	5,6
S8	40,50	14,50	12,00	22,50	0,60	0,00	3375	250,00	13	9619S12A	3,3	3,7
V1	26,50	26,00	15,20	53,00	52,00	0,00	13780	5,00	3	9619S5A	0,9	4,6
V2	22,00	11,00	12,00	44,00	6,00	0,00	660	2,50	3	9619S11A	0,1	1,9
V3	40,50	33,00	12,00	25,00	38,00	0,00	2375	2,50	3	9619S10A	0,1	0,9
P1	5,00	51,60	14,50	0,00	0,00	0,00	0	0,00	3	9619S1A	0,0	22,5
P2	15,00	51,60	14,50	0,00	0,00	0,00	0	0,00	3	9619S1A	0,0	24,3
P3	25,00	51,60	14,50	0,00	0,00	0,00	0	0,00	3	9619S2A	0,0	9,9
P4	21,00	46,00	15,20	0,00	0,00	0,00	0	0,00	3	9619S2A	0,0	4,4
P5	21,00	35,00	15,20	0,00	0,00	0,00	0	0,00	3	9619S5A	0,0	6,3
P6	21,00	22,00	15,20	0,00	0,00	0,00	0	0,00	3	9619S5A	0,0	6,3
P7	8,00	22,00	15,20	0,00	0,00	0,00	0	0,00	3	9619S4A	0,0	6,8
P8	10,00	0,40	14,50	0,00	0,00	0,00	0	0,00	3	9619S7A	0,0	16,6
P9	40,00	0,40	14,50	0,00	0,00	0,00	0	0,00	3	9619S9A	0,0	13,8
P10	5,00	11,00	12,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	3	9619S7A	0,0	2,1

Lauf 1: Gründungssohle Bauteile ohne Keller: + 14,5 m NN
 Gründungssohle Bauteile mit Teilkeller: + 12,0 m NN
 Zul. Bodenpressung: 250 kN/m²
 Ideelle Bodenpressung: 300 kN/m²
 Mittl. Bauflächenpressung: 12,5 kN/m² pro Geschoss
 Verkehrslast, setzungswirksam: 2,5 kN/m² pro Geschoss
 Aushubentlastung (X) Bauteile mit Teilkeller: 51,5 kN/m²
 Geländeauffüllung westl. und nordwestl. Bauflächenbereich: d = 0,3 m = 5,7 kN/m²
 Geländeauffüllung südl. und südöstl. Bauflächenbereich: d = 0,6 m = 11,4 kN/m²

Name	X [m]	Y [m]	Z [m NN]	B _x [m]	B _y [m]	α [°]	P [kN]	σ ₀ [kN/m²]	ID	Profile	s _{eig} [mm]	s _{ges} [mm]
P11	20,00	11,00	12,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	3	9619S11A	0,0	1,8
P12	35,00	11,00	12,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	3	9619S12A	0,0	1,0
P13	7,00	41,00	12,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	3	9619S1A	0,0	3,0
P14	14,00	32,00	12,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	3	9619S5A	0,0	3,8
S9	40,50	38,00	12,00	22,50	0,80	0,00	4500	250,00	13	9619S12A	4,2	4,5
S10	40,50	25,00	12,00	22,50	0,60	0,00	2700	200,00	13	9619S6A	3,1	3,6
A1	14,00	33,00	15,20	28,00	38,00	0,00	6065	5,70	3	9619S5A	1,3	6,0
A2	26,50	4,00	15,20	53,00	7,70	0,00	4652	11,40	3	9619S8A	1,7	5,2
A3	48,50	11,00	15,20	8,60	6,00	0,00	588	11,40	4	9619S9A		

Lauf 1: Gründungssohle Bauteile ohne Keller: + 14,5 m NN
 Gründungssohle Bauteile mit Teilkeller: + 12,0 m NN
 Zul. Bodenpressung: 250 kN/m²
 Ideelle Bodenpressung: 300 kN/m²
 Mittl. Bauflächenpressung: 12,5 kN/m² pro Geschoss
 Verkehrslast, setzungswirksam: 2,5 kN/m² pro Geschoss
 Aushubentlastung (X) Bauteile mit Teilkeller: 51,5 kN/m²
 Geländeauffüllung westl. und nordwestl. Bauflächenbereich: d = 0,3 m = 5,7 kN/m²
 Geländeauffüllung südl. und südöstl. Bauflächenbereich: d = 0,6 m = 11,4 kN/m²



Lauf 1: Gründungssohle Bauteile ohne Keller: + 14,5 m NN
 Gründungssohle Bauteile mit Teilkeller: + 12,0 m NN
 Zul. Bodenpressung: 250 kN/m²
 Ideelle Bodenpressung: 300 kN/m²
 Mittl. Bauflächenpressung: 12,5 kN/m² pro Geschoss
 Verkehrslast, setzungswirksam: 2,5 kN/m² pro Geschoss
 Aushubentlastung (X) Bauteile mit Teilkeller: 51,5 kN/m²
 Geländeauffüllung westl. und nordwestl. Bauflächenbereich: d = 0,3 m = 5,7 kN/m²
 Geländeauffüllung südl. und südöstl. Bauflächenbereich: d = 0,6 m = 11,4 kN/m²

Probe Nr.	Bohr- ungs- Nr.	Tiefe		Bodenart	geol. Zeit	BG	w _n [%]
		von [m]	bis [m]				
139	12	6,30	6,36	Feinsand + Schluff	PL	SU*	33,4

Wassergehalte:

1

		GRUNDBAULABOR BREMEN INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK MBH KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN	
Bauherr: Staatl. Baumanagement OL		Obj.Nr.: 109619	
Bauwerk: Wirtschaftsgebäude-Kaserne		Dat.: 5.3.10	
Ort: 200		Gez.: Ve	
Bodenmechanische Kennziffern		Anl.: 3.2	

O:\109619\bs\9619bmk.xls

Korndurchmesser (mm)
F: < 0,002
U: 0,002 - 0,063
S: 0,063 - 2,0
G: > 2,0
BE : Bodeneinheit
BG: Bodengruppe
nach DIN 18196
Uf : Ungleichförmigkeitszahl

Anzahl:
6 Siebanlaysen naß (n)

KORNVERTEILUNG

Ort: Delmenhorst, Abernetistr. 200

Anl.: 3.1

Bauherr: Staatl. Baumanagement OL

Bauwerk: Wirtschaftsgebäude-Kaserne

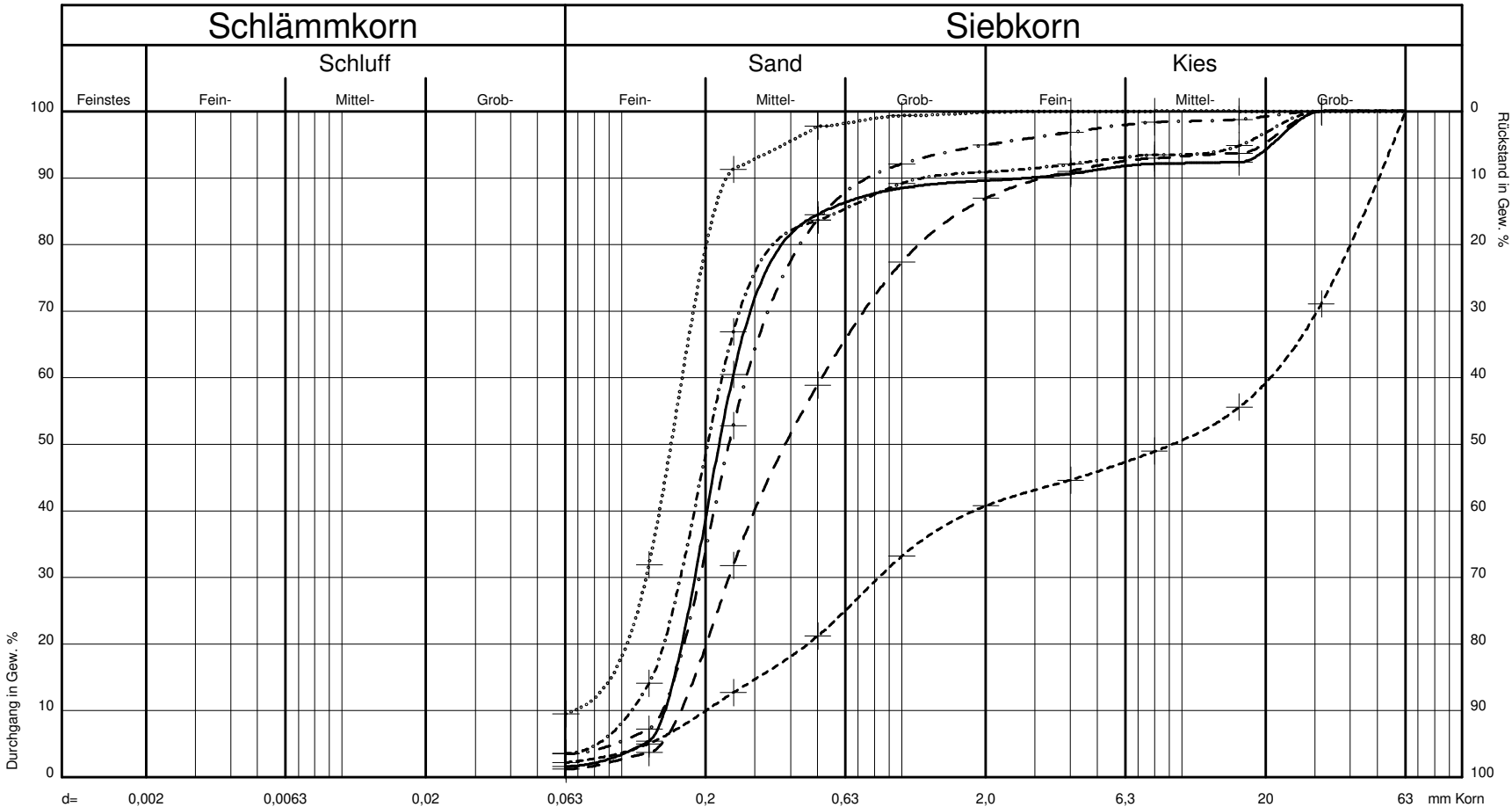
Obj.Nr.: 109619

Dat.: 09.03.10

Gez.: ve



GRUNDBAULABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK MBH
KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN



Nr.	Signat.	Bohrung	Tiefe [m]	Bodenart	BE	BG	F	U	S	G	Uf	Art
6	—	1	1,50- 2,00	Mittelsand, stark feinsandig, schw. kiesig		SE		2	88	10	1,7	n
14	----	1	7,00- 8,00	Kies, stark sandig		GI		2	39	59	103,5	n
19	-·-·-	2	1,00- 2,00	Feinsand, stark mittelsandig, schw. grobsandig, schw. kiesig, Sandauffüllung		SE		4	87	9	2,1	n
32	·····	3	0,30- 1,00	Feinsand, mittelsandig, schw. schluffig, Sandauffüllung		SU		9	91	0	2,4	n
62	- - -	5	6,00- 7,00	Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schw. kiesig		SE		1	86	13	3,2	n
134	- · -	12	1,60- 2,00	Mittelsand, stark feinsandig, schw. grobsandig, schw. kiesig		SE		3	92	5	2,0	n