



***Seniorenwohnhaus im Heidewinkel***  
***Bauteil A und Bauteil B***  
*in Düsseldorf-Gerresheim*

Baugrundgutachten G01  
1. Bericht

Projekt - Nr. 2190609BG\_G01  
Bonn, den 22. Oktober 2019  
M. Römer, M.Sc. Geow.

## Inhaltsverzeichnis

<b><u>1 Auftrag und Unterlagen</u></b> .....	<b><u>1</u></b>
1.1 Auftrag .....	1
1.2 Unterlagen .....	1
<b><u>2 Durchgeführte Untersuchungen</u></b> .....	<b><u>2</u></b>
<b><u>3 Untersuchungsergebnisse</u></b> .....	<b><u>3</u></b>
3.1 Morphologie, Historie, Geologie .....	3
3.1.1 <i>Morphologie</i> .....	3
3.1.2 <i>Bestand und Historie</i> .....	3
3.1.3 <i>Geologie und Erdbeben</i> .....	4
3.2 Hydrogeologie .....	4
3.3 Schichtbeschreibung .....	5
3.3.1 <i>Auffüllung</i> .....	5
3.3.2 <i>Deckschichten</i> .....	6
3.3.3 <i>Sande</i> .....	8
3.3.4 <i>Kiessande</i> .....	8
3.3.5 <i>Charakteristische Baugrundkennwerte nach DIN 1054:2005/ Bodenklassen</i> .....	10
<b><u>4 Gründung</u></b> .....	<b><u>13</u></b>
4.1 Gründungssituation und Gründungsempfehlungen .....	13
4.1.1 <i>Bauteil A</i> .....	13
4.1.2 <i>Bauteil B</i> .....	15
4.1.3 <i>Fazit Gründungssituation und Gründungsempfehlungen (Bauteile A und B)</i> .....	17
4.2 Gründung im einen Bodenaustausch über den Deckschichten (Bauteil A)..	18
4.2.1 <i>Aufnehmbare Sohldrücke (Anlagen 3.1 und 3.2)</i> .....	18
4.3 Gründung im einen Bodenaustausch über der mitteldicht gelagerten Auffüllung und den Deckschichten (Bauteil B).....	20
4.3.1 <i>Aufnehmbare Sohldrücke (Anlagen 3.3 und 3.4)</i> .....	20
<b><u>5 Bauausführung</u></b> .....	<b><u>23</u></b>
5.1 Aushub.....	23
5.2 Planum.....	23
5.3 Wiederverfüllung/Flächenaufbau .....	23
5.4 Böschungen während der Bauzeit.....	24
5.5 Baugrubensituation .....	25
5.6 Wasserhaltung während der Bauzeit .....	26
5.7 Abdichtung und Auftriebssicherheit.....	26
<b><u>6 Bewertung Bodenaushub</u></b> .....	<b><u>28</u></b>
<b><u>7 Zusammenfassung und Schlussbemerkungen</u></b> .....	<b><u>29</u></b>

## **1 Auftrag und Unterlagen**

### **1.1 Auftrag**

Im September 2019 erteilte die [REDACTED] dem Ingenieurbüro Kühn Geoconsulting GmbH den Auftrag, auf dem Grundstück entlang der Straße „Im Heidewinkel“ in Düsseldorf-Gerresheim für die Errichtung des geplanten Seniorenwohnhaus im Heidewinkel (Bauteil A und Bauteil B) die Baugrundsituation zu erkunden und ein Baugrundgutachten zu erstellen.

Der Untersuchungsbereich lässt sich in zwei Bereiche aufteilen:

Bauteil A soll im Bereich zwischen der Gräulinger Straße, der Bergischen Landstraße und der Straße „Im Heidewinkel“ errichtet werden. Hier befindet sich derzeit ein Parkplatz.

Zwischen der Straße „Im Heidewinkel“ und der Bergischen Landstraße liegt das Bauteil B. Hier befinden sich derzeit drei unterkellerte Bungalow-Gebäude.

### **1.2 Unterlagen**

Zur Ausführung der Arbeiten standen die folgenden Unterlagen zur Verfügung:

**[U1] huber.becker architekt**

Lageplan im Maßstab 1:500  
Lageplan | Konzept, Ansichten | Umgebungsfotos  
Stand: 04.06.2019

**[U2] Ingenieurbüro H. Siedeck**

Baugrunduntersuchung / Gründungsgutachten  
Neubau einer Seniorenwohnanlage, Gräulinger Straße 120 in Düsseldorf  
Bearb.-Nr.: 16.01.09  
Stand: 01.02.2016

**[U3] Kühn Geoconsulting GmbH**

Sana Kliniken Düsseldorf  
Geotechnische Sachverständigenstellungnahme zur Gründung  
2160028BG\_S01  
Stand: 24.03.2017

Stellungnahme: Anpassung des vorliegenden Baugrundberichtes an die aktuelle Planung des Bauvorhabens  
2160028BG\_S02  
Stand: 09.08.2017

Weiterhin wurden die uns vorliegenden historischen topographischen sowie die hydrologischen und geologischen Karten 1:25.000, Blatt 4707 Mettmann, ausgewertet.

## **2 Durchgeführte Untersuchungen**

Zwischen dem 09.09.2019 und dem 12.09.2019 wurden auf dem Grundstück insgesamt 21 Rammkernsondierungen (RKS 1 bis RKS 19a) mit Tiefen bis 10,00 m sowie zwei mittelschwere Rammsondierungen (DPM 2 und DPM 3) und zwei schwere Rammsondierungen (DPH 1 und DPH 4) mit einer Tiefe bis 8,00 m durchgeführt.

Dabei lagen die Untersuchungspunkte RKS 1 bis RKS 11 sowie die DPH 1 und DPM 2 im Bereich des geplanten Bauteils A und die Punkte RKS 12 bis RKS 19a sowie die DPM 3 und DPH 4 im Bereich des geplanten Bauteils B.

Die Bohrung RKS 13a wurde innerhalb des Bestandsgebäudes unmittelbar neben der RKS 13 durchgeführt, um Angaben über den Unterbau der Bodenplatte des Bestandsgebäudes zu erhalten. Die Bohrungen RKS 19 und RKS 19a wurden aufgrund von Bohrhindernissen in 3,00 m bzw. 1,50 m Tiefe einmal umgesetzt.

Der Achsabstand der Bohrungen beträgt ca. 20,0...25,0 m. Die Untersuchungen sind daher als „orientierend“ einzustufen und können für eine Vorbemessung der Gründung angesetzt werden, da die endgültige Gebäudeplanung noch nicht abgeschlossen ist. Im Zuge der weiteren Planung sind ggf. ergänzende Bohrungen durchzuführen, um das Bohrraster zu verringern. Dies ist mit dem Baugrundgutachtern abzustimmen.

Die Bohr- und Rammansatzpunkte wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Der Höhenbezug war dabei ein Kanaldeckel auf der Straße „Im Heidewinkel“ mit einer Kanaldeckelhöhe von 67,62 m ü. NN (Angabe Stadtentwässerungsbetrieb Landeshauptstadt Düsseldorf): (s. Anlage 1). Ein Vermesseralageplan liegt nicht vor. Im Zuge der weiteren Planungen muss in jedem Fall ein Vermesseralageplan erstellt werden. Alle Maße und Höhen sind vor Baubeginn und im Zuge der weiteren Planung verantwortlich zu überprüfen.

Die Untersuchungsergebnisse sind in den Anlagen 1 (Lageplan), 2 (Bohrprofile) und 3 (Grundbruch-/Setzungsberechnungen) dargestellt.

Zusätzlich wurden die entsprechenden geologischen und hydrogeologischen Karten und Daten ausgewertet.

### **3 Untersuchungsergebnisse**

#### **3.1 Morphologie, Historie, Geologie**

##### **3.1.1 Morphologie**

Die untersuchte Fläche befindet sich in Düsseldorf-Gerresheim zwischen der Straße „Im Heidewinkel“, der Bergischen Landstraße und der Gräulinger Straße in der Gemarkung Gerresheim in der Flur 8 auf den Flurstücken 21, 83, 88, 85 und 92.

Im Bereich des geplanten Bauteils A betragen die derzeitigen Geländehöhen nach den Höheneinmessungen der Baugrunderkundung ca. 67,19...67,63 m ü. NN. Dieser Bereich ist somit relativ flach.

Im Bereich des geplanten Bauteils B liegen die ermittelten Geländehöhen zwischen der Straße „Im Heidewinkel“ und der Bestandsbebauung ca. 67,85...68,57 m ü. NN. Zwischen den Bestandsgebäuden und der Bergischen Landstraße betragen die ermittelten Geländehöhen ca. 66,31...66,91 m ü. NN. Somit beträgt der Höhenunterschied auf dem Gelände ca. 0,9...2,3 m.

Die Bergische Landstraße liegt nach der topographischen Karte auf ca. 68,00 m ü. NN. Zwischen der Bergischen Landstraße und dem Grundstück besteht vermutlich eine Stützwand. Weitere Angaben liegen nicht vor.

Wir empfehlen die Erstellung eines Vermesserlageplans zur detaillierten Aufnahme der Geländehöhen.

##### **3.1.2 Bestand und Historie**

Die TK25 (1936-1945) zeigt im Bereich des geplanten Bauvorhabens eine Ziegelei und Abgrabungsstrukturen.

Der Bereich des Bauteils A wird derzeit als Parkplatz genutzt und ist mit Verbundsteinpflaster versiegelt.

Es liegen keine Angaben über den Errichtungszeitraum der Bestandsgebäude im Bauteil B vor. Die eingemessenen Fußbodenhöhen der Bestandsgebäude sind in Tabelle 1 zu sehen. Die Höhen sind vom Vermesser im Rahmen der Erstellung des Vermesserlageplans zu verifizieren.

BV Seniorenwohnhaus im Heidewinkel (Bauteil A und Bauteil B)  
Baugrundgutachten

**Tabelle 1: Eingemessene Fußbodenhöhen (EG / KG) der Bestandsgebäude**

Gebäude	OK EG [m ü. NN]	OK KG [m ü. NN]	UK Bodenplatt [m ü. NN]
Hausnummer 3/3a	68,20	65,81	Nicht ermittelt
Hausnummer 5/5a	68,52	66,03	65,93
Hausnummer 7/7a	68,82	66,37	Nicht ermittelt

An den Sondierungspunkte RKS 19 und RKS 19a wurden in 3,00 m bzw. 1,50 m Tiefe Bohrhindernisse angetroffen. Hier befinden sich ggf. Reste ehemaliger Bebauungen im Untergrund.

### 3.1.3 Geologie und Erdbeben

Nach der geologischen Karte (1: 25.000, Blatt 4707 Mettmann) wird der Untergrund aus tertiären Sanden gebildet. Darüber folgen Reste der Terrassenablagerungen und darüber Löss und Lösslehme. Den Abschluss des natürlichen Bodenprofils bildet der Oberboden. Durch die bisherige Nutzung und die Bestandsbebauung findet sich auch aufgefülltes Material in wechselnder Dicke und Zusammensetzung.

Angaben bezüglich Erdbeben:

Erdbebenzone: 0  
 Untergrundklasse: T  
 Baugrundklasse: C (Decklehme, Auffüllung)  
 Baugrundklasse: B (für mitteldicht bis dicht lagernde Kiessande)

### 3.2 Hydrogeologie

Das Bauvorhaben liegt ca. 6,0 km östlich des Rheins auf Höhe von Rhein-km 745,25. Bei den o.g. Geländehöhen liegt das BV ca. 30 m oberhalb des für diesen Rhein-km anzusetzenden BHW<sub>extrem</sub> (36,54 m ü. NN). Somit ist ein Einfluss des Rheinwasserstands auf oberflächennahes Grundwasser im Bereich des Baufelds nicht gegeben.

Bei den zwischen dem 09.09.2019 und 12.09.2019 durchgeführten Geländeuntersuchungen wurden vernässte Bereiche ab 6,20 m (RKS 2) und 7,60 m (RKS 1) bzw. 60,99 m (RKS 2) und 59,97 m (RKS 1) angetroffen.

Die nächstgelegene, verfügbare Grundwassermessstelle 032505231 - UWB-Ddorf 01035 befindet sich ca. 560 m südlich des geplanten Baufelds. Mit einer Messpunkthöhe von 67,60 m ü. NHN weist die Messstelle eine vergleichbare Höhenlage auf wie das geplante Baufeld. Im Messzeitraum zwischen 1975 und 2004 (429 Messungen) liegt der höchste Grundwasserstand bei ca. 57,33 m ü. NHN (31.12.1998) und der niedrigste Wasserstand

bei ca. 55,13 m ü. NHN (04.01.1993). Die mittleren Grundwasserstände liegen im Sommerhalbjahr bei ca. 56,34 m ü. NHN und im Winterhalbjahr bei ca. 56,37 m ü. NHN. Bezogen auf das Baufeld ergibt sich ein geringster Flurabstand von ca. 8,98 m.

Im Baugrundgutachten [U2] für das benachbarte Bauvorhaben „Seniorenwohnanlage Gräulinger Straße 120“ wird ein Bemessungswasserstand von 62,5 m ü. NN angegeben, wobei im Bereich dieses Baufelds auch Schichtwasser angetroffen wurde.

Unter Berücksichtigung der o.g. Grundwasserstände empfehlen wir einen Bemessungsgrundwasserstand zur Vorbemessung auf 62,50 m ü. NN anzusetzen, was auf dem Baufeld einem geringsten Flurabstand von ca. 3,8 m (tiefere Geländeoberkante im Bereich zwischen der Bestandsbebauung und der Bergischen Landstraße, Bauteil B) entspricht. Bezogen auf die mittlere Geländeoberkante beträgt der Flurabstand ca. 4,9 m.

Mit dem Auftreten von niederschlagsabhängigen Schichtwasser in der Auffüllung und auf gering durchlässigen Bereichen in den Deckschichten muss gerechnet werden.

### **3.3 Schichtbeschreibung**

#### **3.3.1 Auffüllung**

In allen Bohrungen wurden aufgefüllte Böden angetroffen. Im Bereich des Bauteils A reichen die Auffüllungen zwischen ca. 0,80 m (RKS 2) und 2,90 m (RKS 11) unter Gelände. Im Bauteil B beträgt die Auffüllungsdicke zwischen 1,00 m (RKS 13a, im Bestandsgebäude Hausnummer 5a) und 4,90 m (RKS 15). An den Sondierungspunkte RKS 19 und RKS 19a wurde die Auffüllung nicht durchteuft, da in 3,00 m bzw. 1,50 m Tiefe Bohrhindernisse angetroffen wurden. Hier befinden sich ggf. Reste ehemaliger Bebauungen im Untergrund.

Die Auffüllung setzt sich aus schluffigen, sandigen bis stark sandigen Kiesen und feinsandigen, tlw. kiesigen Schluffen. Die Auffüllung weist untergeordnet auch Bauschuttreste, Schlacken und Ziegelbruch auf.

Nach den Rammschlagzahlen der DPH 1 und DPM 2 und den Bohrwiderständen ist die Auffüllung im Bereich des Bauteils A oberflächennah bis ca. 0,80...1,00 m dicht bis sehr dicht, darunter locker bis mitteldicht gelagert. Die bindigen Beiche sind von einer steifen Konsistenz. Im Bereich des Bauteils B weist die Auffüllung eine mitteldichte bis dichte Lagerung bzw. eine steife bis halbfeste Konsistenz auf. Zudem treten in beiden Bereichen

in den oberen 0,20...0,50 m aufgelockerte Bereiche auf.

### Geotechnische Kennwerte für den Entwurf: Auffüllung

Raumgewicht (erdfeucht)	17,0	-	19,0	kN/m <sup>3</sup>
Raumgewicht (unter Auftrieb)	8,0	-	10,0	kN/m <sup>3</sup>
Kohäsion	0,0	-	2,5	kN/m <sup>2</sup>
Reibungswinkel	27,5	-	32,5	°
Steifeziffer (lo-md/steif)	10,0	-	15,0	MN/m <sup>2</sup>
Steifeziffer (md-d/steif-halbfest)	15,0	-	35,0	MN/m <sup>2</sup>

### Bautechnische Kennwerte für Homogenbereiche: Auffüllung (nicht-bindig)

Raumgewicht	16,0	-	21,0	kN/m <sup>3</sup>
Lagerungsdichte D	0,1	-	0,8	
Lagerungsdichte Steinlagen			> 0,8	

### Bautechnische Kennwerte für Homogenbereiche: Auffüllung (bindig)

Raumgewicht	17,0	-	21,0	kN/m <sup>3</sup>
Undränierete Scherfestigkeit	50,0	-	200,0	kN/m <sup>2</sup>
Wassergehalte	10,0	-	30,0	%
Plastizitätszahl	10,0	-	30,0	%
Konsistenzgrenzen	0,5	-	1,3	

### 3.3.2 Deckschichten

Die Deckschichten (Löss/Lösslehm) wurde in den Bohrungen RKS 1 bis RKS 15 angetroffen und lediglich in der 10,0 m tiefen Bohrung RKS 1 durchteuft. Die Unterkante der Deckschichten liegt hier bei 7,30 m u. GOK bzw. bei 60,27 m ü NN. In den übrigen Bohrungen (RKS 2 bis RKS 15) wurden bis in 8,0 m Tiefe die Deckschichten nicht durchteuft. In den RKS 16 bis RKS 18 folgten unterhalb der Auffüllung direkt die Kiessande.

Bei den Deckschichten handelt es sich um Löss/Lösslehme, die sich aus kalkhaltigen, feinsandigen Schluffen zusammensetzen. Lokal kommen auch schwach tonige Bereiche vor. In der RKS 14 tritt zudem zwischen 3,00 ...5,20 m u. GOK eine Kieslage aus sandigem Kies auf. Die Kieslage weist auf Umlagerungsprozesse hin.

Bei der RKS 8 wurde am Übergang zwischen der Auffüllung und den Deckschichten eine ca. 0,30 m dicke Lage angetroffen, die bei der Bohrgutansprache untergeordnet humose Bestandteile aufwies (2,30-2,60 m u. GOK). Dabei kann es sich um einen humosen Oberboden handeln. Bei einem ermittelten Glühverlust von 2,95 % ist die Probe allerdings nach DIN 1054 nicht als humos/organisch einzustufen.

An 17 aus den Deckschichten entnommenen Bodenproben wurde der natürliche Wassergehalt bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zu sehen.

BV Seniorenwohnhaus im Heidewinkel (Bauteil A und Bauteil B)  
Baugrundgutachten

Tabelle 2: Ermittelte Wassergehalte der Deckschichten

Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Wassergehalt [%]	Ansprache	Konsistenz nach Bohrgutansprache
RKS 1/5	2,0-3,0	13,6	U, fs	Steif
RKS 1/9	6,5-7,3	21,6	U, fs, t'	Steif
RKS 2/5	3,0-4,0	18,6	U, fs	Steif
RKS 3/5	2,0-3,0	12,2	U, fs	Steif
RKS 4/7	4,0-5,0	12,0	U, fs	Steif
RKS 5/5	2,0-2,9	14,1	U, fs	Steif
RKS 6/5	2,6-3,6	16,9	U, fs	Steif
RKS 7/8	5,0-6,0	14,2	U, fs	Steif
RKS 8/6	2,3-2,6	18,3	U, fs, h'	Steif
RKS 9/6	2,7-3,5	15,2	U, fs	Steif
RKS 10/4	2,8-4,0	14,4	U, fs	Steif
RKS 11/9	7,0-8,0	20,2	U, fs	Steif
RKS 12/7	4,0-5,0	16,8	U, fs	Steif
RKS 13/5	2,4-3,0	13,7	U, fs	Steif
RKS 13a/4	1,0-2,0	13,3	U, fs	Steif-halbfest
RKS 14/4	2,3-3,0	10,0	U, fs	Steif
RKS 15/6	4,9-6,0	13,5	U, fs	Steif

Die Deckschichten weisen somit überwiegend eine steife Konsistenz auf. Unterhalb der Bestandsgebäude (RKS 13a) tritt auch eine steife bis halbfeste Konsistenz auf.

#### Geotechnische Kennwerte für den Entwurf: Deckschichten

Raumgewicht (erdfeucht)	19,0	-	20,0	kN/m <sup>3</sup>
Raumgewicht (unter Auftrieb)	9,0	-	10,0	kN/m <sup>3</sup>
Kohäsion	5,0	-	10,0	kN/m <sup>2</sup>
Reibungswinkel	27,5	-	30,0	°
Steifeziffer	10,0	-	15,0	MN/m <sup>2</sup>

#### Bautechnische Kennwerte für Homogenbereiche: Deckschichten

Raumgewicht	17,0	-	21,0	kN/m <sup>3</sup>
Undrained Scherfestigkeit	50,0	-	150,0	kN/m <sup>2</sup>
Wassergehalte	10,0	-	25,0	%
Plastizitätszahl	1,5	-	10,0	%
Konsistenzgrenzen	0,5	-	1,3	

#### Anmerkung

Der Lössboden wird unter anderem im ungestörten Zustand durch Zementierungskräfte (sog. "Kalkbrücken") zusammengehalten. Durch Wasserzufuhr geht die Primärvermittlung verloren, so dass das Material auch kleineren Belastungen keinen Widerstand leisten kann. Damit verliert das Gefüge an Festigkeit und es kann dann selbst ohne Lastaufbringung zu Umlagerungen im Korngerüst bis hin zu Zusammenbrüchen und Sackungen

kommen.

### 3.3.3 Sande

Die Sande wurden lediglich in der RKS 1 (Bauteil A) angetroffen und beginnen dort ab 7,30 m u. GOK bzw. ab 60,27 m ü. NN. Sie weisen eine Dicke von ca. 1,80 m auf.

Es handelt sich um mittelsandige Feinsande und stark schluffige Feinsande bzw. stark feinsandige Schluffe. Sie stellen den Übergangsbereich zwischen den unterliegenden Kiessanden und den überliegenden Deckschichten dar.

Die Sande sind nach den Bohrwiderständen und der Rammsondierung DPH 1 mitteldicht gelagert.

#### Geotechnische Kennwerte für den Entwurf: Sande

Raumgewicht (erdfeucht)	19,0	-	21,0	kN/m <sup>3</sup>
Raumgewicht (unter Auftrieb)	10,0	-	12,0	kN/m <sup>3</sup>
Kohäsion	5,0	-	0,0	kN/m <sup>2</sup>
Reibungswinkel	30,0	-	35,0	°
Steifenziffer	40,0	-	60,0	MN/m <sup>2</sup>

#### Bautechnische Kennwerte für Homogenbereiche: Sande

Raumgewicht	16,0	-	22,0	kN/m <sup>3</sup>
Lagerungsdichte D	0,3	-	>0,8	
Lagerungsdichte Steinlagen			>0,8	

### 3.3.4 Kiessande

Die Kiessande wurden im Bauteil A lediglich in der Bohrung RKS 1 ab 9,10 m u. GOK bzw. ab 58,47 m ü. NHN angetroffen. Im Bereich des Bauteil B wurden die Kiessande an den Sondierungspunkten RKS 16 bis RKS 18 erbohrt. Sie beginnen hier zwischen ca. 2,90 m (RKS 16) und ca. 3,00 m (RKS 17/RKS 18) unter Gelände bzw. ca. 65,57 m ü. NN (RKS 16) und 65,33 m ü. NN (RKS 16). In den übrigen Bohrungen wurden die Kiessanden bis in 8,0 m Tiefe nicht angetroffen.

Die Höhenlage der Kiessandoberkante variiert somit innerhalb des Baufelds um ca. 6,8 m.

Im Baugrundgutachten [U2] wird die Oberkante der unterhalb der Kiessande folgenden tertiären Feinsande mit ca. 57,50 m angegeben. Somit beträgt die Dicke der Kiessande ca. 1,0...7,80 m.

Es handelt sich um sandige bis stark sandige Kiese. In den Kiessanden kommen prinzipiell zudem gleichförmigere Sand- und Stein-/Blocklagen sowie Lehmlagen vor.

Besonders zu beachten ist das Auftreten von sehr gleichkörnigen, grobkörnigen Lagen, die hohe Durchlässigkeiten bei evtl. verwendetem Verpressmaterial aufweisen.

Die Kiessande sind hauptsächlich dicht bis sehr dicht gelagert.

#### **Geotechnische Kennwerte für den Entwurf: Kiessande**

Raumgewicht (erdfeucht)	19,0	-	21,0	kN/m <sup>3</sup>
Raumgewicht (unter Auftrieb)	10,0	-	12,0	kN/m <sup>3</sup>
Kohäsion	2,5	-	0,0	kN/m <sup>2</sup>
Reibungswinkel	35,0	-	40,0	°
Steifeziffer	80,0	-	120,0	MN/m <sup>2</sup>

#### **Bautechnische Kennwerte für Homogenbereiche: Kiessand**

Raumgewicht	16,0	-	22,0	kN/m <sup>3</sup>
Lagerungsdichte D	0,3	-	>0,8	
Lagerungsdichte Steinlagen			>0,8	

### 3.3.5 Charakteristische Baugrundkennwerte nach DIN 1054:2005/ Bodenklassen

Folgende mittlere Baugrundkennwerte können zur Bemessung angesetzt werden:

Tabelle 3: Charakteristische Bodengrundkennwerte

Bodenschicht	Wichte erdfeucht [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte unter Auf- trieb [kN/m <sup>3</sup> ]	Kohäsion [kN/m <sup>2</sup> ]	Reibungs- winkel [°]	Steifemo- dul [MN/m <sup>2</sup> ]
Auffüllung	18,00	9,00	1,25	30,00	12,50 (lo- md) 25,0 (md-d)
Deckschichten	19,50	10,50	7,50	28,75	12,50
Sande	20,00	11,00	2,50	32,50	50,00
Kiessande	20,00	12,00	1,25	37,50	100,00

Tabelle 4: Bodenklassen nach DIN 18300 (2012)

Bodenschicht	Bodenklassen nach DIN 18 300 (2012)
Auffüllungen <sup>2)</sup>	3 (Kiese, Sande) 4 <sup>1)</sup> (Schluffe) ggf. 5-7 (für Steine, Bauschutt usw. in Abhängigkeit von Menge und Steingröße)
Deckschichten	ggf. 1 (überschütteter humoser Oberboden) 4 <sup>1)</sup> (bindig) 3 (nicht bindig)
Sande	3 (nicht-bindig) 4 (bindig, Lehmlagen)
Kiessande	3 (Kiese, Sande) ggf. 4 <sup>1)</sup> (Lehme) ggf. 5 bis 7 (Verkittungen, Stein- und Blocklagen in Abhängigkeit von der Menge und Steingröße.)

Anmerkungen: 1) Bkl. 4 Übergang in Bkl. 2 bei Vernässung möglich; 2) Der Abbruch von Oberflächenbefestigungen, Fundamente etc. lässt sich nicht in das Klassifikationsschema der DIN 18300 einordnen. Es ist getrennt abzurechnen.

BV Seniorenwohnhaus im Heidewinkel (Bauteil A und Bauteil B)  
Baugrundgutachten

**Tabelle 5: Bodenklassen nach DIN 18 196 Frostempfindlichkeitsklassen und Verdichtbarkeitsklassen nach ZTVE (Untergeordnete Klassen)**

Bodenschicht	Bodenklassen nach DIN 18 196	Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE	Verdichtbarkeitsklassen nach ZTVE
Auffüllung	A: GW, SW, GU, SU UL/TL	F1, F2 (nichtbindig) F3 (bindig)	V1, V2 (nichtbindig) V3 (bindig)
Deckschichten	OU UL/TL, UM/TM SU, SU*	F3	V3
Sande	SE, SW, SU, SU*	F2	V2
Kiessande	SW, SE, ggf.SU ggf. UL/TL ggf. GI, GU, GW	F1, F2	V1, V2

Untergeordnete Klassen in ( ).

**Tabelle 6: Bohrbarkeitsklassen und Zusatzklassen nach DIN 18 301 (2006)**

Bodenschicht	Bohrbarkeitsklassen nach DIN 18 301	Zusatzklassen nach DIN 18 301
Auffüllung	BB2, BB3 (bindig)	BS1 bis BS4
Deckschichten	BO1 (überschütteter humoser Oberboden) BB2, BB4, BN1-BN2	
Sande	BN1-BN2	
Kiessande	BN1, BN2, ggf. BB 3-4	BS1 bis BS4

**Anmerkung:**

Wir möchten darauf hinweisen, dass die Angaben zur DIN 18300 und zur DIN 18301 auf dem Stand der VOB 2012 basieren. Die im Ergänzungsband 2015 überarbeiteten DIN-Normen und die darin enthaltene Einteilung der Böden in Homogenbereiche können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden. Dabei muss beachtet werden, dass die Einteilung aufgrund von Erfahrungswerten und Werten aus der Ingenieurgeologischen Karte 5007 (Köln) mit vergleichbaren, geologischen Einheiten, vorgenommen wurde. Die nach der neuen DIN 18300-2015 geforderten Untersuchungen und die Laborversuche in statistisch ausreichender Anzahl wurden nur in eingeschränkter Form durchgeführt. Gleiches gilt auch für die umweltchemische Einordnung der Auffüllung anhand von Analysen.

**Tabelle 7: Homogenbereiche nach DIN 18300-2015 und nach DIN 18301 - 2015**

<b>Homogenbereiche*<sup>1</sup></b> nach DIN 18 300 - 2015	<b>Homogenbereiche*<sup>2</sup></b> nach DIN 18 301 - 2015
<b>Homogenbereich A1</b> (überschütteter humoser Oberboden)	<b>Homogenbereich B1</b> (überschütteter humoser Oberboden)
<b>Homogenbereich A 2</b> (aufgefüllte Kiessande, Sande, aufgefüllte gemischtkörnige Böden + bindige Böden)	<b>Homogenbereich B 2</b> (aufgefüllte Kiessande, Sande, aufgefüllte gemischtkörnige Böden + bindige Böden)
<b>Homogenbereich A 3</b> (Steine, Blöcke in der Auffüllung)	<b>Homogenbereich B 3</b> (Steine, Blöcke in der Auffüllung)
<b>Homogenbereich A 4</b> (sandige und bindige Deckschichten, Kiessand, Sande, Lehmlagen in den Kiessanden, Tone mit weicher bis halbfester Konsistenz)	<b>Homogenbereich B 4</b> (sandige und bindige Deckschichten, Kiessand, Sande, Lehmlagen in den Kiessanden, Tone mit weicher bis halbfester Konsistenz)
<b>Homogenbereich A 5</b> (Fließende Bodenarten <sup>3</sup> : bindige Böden mit flüssiger bis breiiger Konsistenz [Auffüllung, Deckschichten])	<b>Homogenbereich B 5</b> (Fließende Bodenarten <sup>3</sup> : bindige Böden mit flüssiger bis breiiger Konsistenz [Auffüllung, Deckschichten])
<b>Homogenbereich A 6</b> (Verkittungen, Stein-/Blocklagen in den Kiessanden)	<b>Homogenbereich B 5</b> (Verkittungen, Stein-/Blocklagen in den Kiessanden)
<b>Homogenbereich A 7</b> (Tone mit fester Konsistenz [Lehmlagen im Kiessand])	<b>Homogenbereich B 7</b> (Tone mit fester Konsistenz [Lehmlagen im Kiessand])

- \*<sup>1</sup> Aushub mit Bagger (Homogenbereiche A1 – A7, A = Aushub)
- \*<sup>2</sup> Bohrungen mit Drehbohranlage (Homogenbereiche B1 – B7, B = Bohren), auch für Bohrarbeiten beim Düsenstrahlverfahren
- \*<sup>3</sup> wurden hier nicht erbohrt, kann aber nach Wasserzutritt/Durchnässung nicht ausgeschlossen werden
- Gesonderte Homogenbereiche für belastete Böden sind nicht berücksichtigt und sind getrennt auszuweisen

## **4 Gründung**

### **4.1 Gründungssituation und Gründungsempfehlungen**

Die [REDACTED] plant im Bereich zwischen der Gräulinger Straße, der Bergischen Landstraße und der Straße „Im Heidewinkel“ die Errichtung von zwei zwei- bis viergeschossigen, nicht-unterkellerten Gebäuden.

Der Untersuchungsbereich lässt sich in zwei Bereiche aufteilen:

Bauteil A soll im Bereich zwischen der Gräulinger Straße, der Bergischen Landstraße und der Straße „Im Heidewinkel“ errichtet werden. Hier befindet sich derzeit ein Parkplatz.

Zwischen der Straße „Im Heidewinkel“ und der Bergischen Landstraße liegt das Bauteil B. Hier befinden sich derzeit drei unterkellerte Bungalow-Gebäude.

Eine detaillierte Planung der Gebäude liegt nicht vor. Demnach bestehen keine Angaben über eine geplante Fußbodenhöhe OKF oder Gründungssohle. In Abstimmung mit dem Bauherrn wird daher jeweils von einer OKF auf dem derzeitigen Geländeniveau ausgegangen.

Da es sich bei dem Baugrundgutachten aufgrund der Fragestellung und dem sehr frühen Planungsstand um eine orientierende Untersuchung handelt, empfehlen wir eine Verdichtung des Bohrrasters durch ergänzende Bohrungen und Rammungen im Bereich beider Bauteile.

Im Folgenden werden die Gründungssituation und die Gründungsempfehlungen für beide Bauteile beschrieben.

Die Gründungs- und Aushubsohlen von beiden Bauteilen sind vom Baugrundgutachter abzunehmen.

#### **4.1.1 Bauteil A**

Die geplanten Gebäudemaße des Bauteil A betragen ca. 88,0 m x 22,5 m.

Ausgehend von den ermittelten Geländehöhen im Bereich des geplanten Gebäudes gehen wir von einer OKF =  $\pm 0,00 = 67,40$  m ü. NHN aus.

Ausgehend von einem 0,50 m dicken Bodenaufbau (Fußbodenaufbau, Bodenplatte, Sauberkeitsschicht) liegt die Gründungssohle somit auf ca. 66,90 m ü. NHN.

Die mitteltragfähigen Deckschichten beginnen ab 66,57 m ü. NHN (RKS 1) bis 64,33 m ü. NHN (RKS 11). In der RKS 1 wurden die gut-tragfähigen Sande ab ca. 60,27 m ü. NHN und die hochtragfähigen Kiessande ab ca. 58,47 m ü. NHN angetroffen. Oberflächennah stehen ca. 0,80...2,90 m dicke Auffüllungen an. Demnach liegt die angenommene Gründungssohle des geplanten Gebäudes (66,90 m ü. NHN) im Bereich der aufgefüllten Böden. Die Dicke der Auffüllung unterhalb der angenommenen Gründungssohle beträgt ca. 0,30...2,60 m.

Aufgrund der Inhomogenität (bindige und nicht-bindige Bestandteile, anthropogene Fremdbestandteile) und der tlw. lockeren Lagerungsdichte ist die Auffüllung ohne weitere Maßnahmen und ergänzende Untersuchungen nicht für eine Gründung des geplanten Gebäudes geeignet.

Bei der vorgesehenen Gründung über eine Bodenplatte ergeben sich daher zwei mögliche Gründungsvarianten:

Bei einer „klassischen“ Gründung wird die Auffüllung entfernt und entsorgt. Anschließend erfolgt ein Bodenaustausch aus abgestuftem, gut verdichtbarem Material (z.B. Kiessand, Natursteinschotter 0/32 o. 0/56) bis zur geplanten Gründungstiefe. Der Bodenaustausch muss dann bis auf die mitteltragfähigen Deckschichten geführt werden, mindestens jedoch eine Dicke von 1,0 m betragen, sodass eine Homogenisierung des Trag-/Setzungsverhaltes erreicht wird, welche aufgrund der unterschiedlichen Auffüllungsdicken notwendig wird. Die Dicke des Bodenaustauschs wird dann 1,0...2,6 m betragen. Bei tieferreichenden Auffüllungen oder aufgeweichten und humosen Bereich an der Aushubsohle ist der Bodenaustausch entsprechend bis auf die Deckschichten zu vertiefen.

Alternativ kann eine Gründung des geplanten Gebäudes bei Nutzung der bestehenden Auffüllung unter gutachterlicher Begleitung und Durchführung einer Tiefenverdichtung mittels einer Polygonwalze erfolgen. Dies ist zu prüfen. Dabei kann in den hier vorliegenden, nicht-bindigen Auffüllungen eine Verdichtungswirkung von 3,0...5,0 m erreicht werden. Vor der Verdichtung wird über ergänzende Rammsondierungen im engmaschigen Raster (z.B. 5,0...15,0 m Achsabstand) die Lagerungsdichte der Auffüllung ermittelt (Vorabmessung). Anschließend erfolgt die Tiefenverdichtung mit der Polygonwalze in mehreren Überfahrten, sodass die vorhandene Auffüllung nachverdichtet wird. Im Anschluss erfolgt eine erneute Überprüfung der Lagerungsdichte durch Rammsondierungen. Dort,

wo dann noch locker gelagerte Bereiche auftreten (z.B. aufgrund von bindigen Bereichen), ist die Auffüllung aufzunehmen, zu homogenisieren und ggf. unter Nutzung eines Bindemittels lagenweise verdichtet einzubauen. Die Wahl des geeigneten Bindemittels ist über ergänzende Eignungsprüfungen vom Baugrundgutachter zu ermitteln. Die oberen 0,50 m sind aus anzulieferndem, gut verdichtbarem Material mit Tragschichteignung herzustellen.

In den in Abschnitt 4.2 ermittelten zulässigen Sohldruckspannungen wird vom ungünstigsten Fall, also einem 1,0 m dicken Bodenaustausch über den mitteltragfähigen Deckschichten, ausgegangen. Durch die Nachverdichtung der Auffüllung können ggf. höhere zulässige Sohldruckspannungen erreicht werden, wodurch die angegebenen Setzungsdifferenzen von 2,0 cm ggf. voll ausgenutzt werden. Wir empfehlen die Durchführung von Setzungsberechnungen nach DIN 4019 zur Ermittlung der Setzungs- und Bettungsmulverteilung.

Zur Frostsicherheit bei der Gründung über eine Bodenplatte sind umlaufende Frostschürzen vorzusehen. Alternativ ist der Bodenaustausch frostsicher auszubilden.

#### **4.1.2 Bauteil B**

Die geplanten Gebäudemaße des Bauteil B betragen ca. 48,0 m x 20,0 m.

Ausgehend von den ermittelten Geländehöhen im Bereich des geplanten Gebäudes gehen wir von einer OKF =  $\pm 0,00 = 68,00$  m ü. NHN aus.

Ausgehend von einem 0,50 m dicken Bodenaufbau (Fußbodenaufbau, Bodenplatte, Sauberkeitsschicht) liegt die Gründungssohle somit auf ca. 67,50 m ü. NHN.

Im Bereich des geplanten Bauteils B liegen die ermittelten Geländehöhen zwischen der Straße „Im Heidewinkel“ und der Bestandsbebauung ca. 67,85...68,57 m ü. NN. Allerdings ist zu beachten, dass im Bereich zwischen den Bestandsgebäuden und der Bergischen Landstraße die derzeitigen Geländehöhen bei ca. 66,31...66,91 m ü. NHN liegen. Die Gründungssohle der Bestandsgebäude liegt auf ca. 65,93 m ü. NHN (Hausnummer 5/5a).

Die mitteltragfähigen Deckschichten beginnen, soweit vorhanden, ab 65,03 m ü NHN

(RKS 13a) bis 62,95 m ü. NHN (RKS 15). Im südwestlichen Bereich des geplanten Bauteils B, also auf Höhe der derzeitigen Hausnummer 7, wurden unterhalb der ca. 2,90...3,00 m dicken Auffüllung ab ca. 65,57...65,33 m ü. NHN direkt die hochtragfähigen Kiessande angetroffen. In den übrigen Bereichen beträgt die Dicke der Auffüllung zwischen 1,00 m (RKS 13a, unterhalb der Bodenplatte des Bestandsgebäudes 5/5a) und 4,90 m RKS 15).

Die Gründungssohle liegt somit innerhalb der Auffüllung bzw. im rückwärtigen Bereich des Grundstücks oberhalb der derzeitigen Geländeoberfläche. Nach Rückbau der Bestandsgebäude wird die Aushubsohle auf ca. 65,93 m ü. NHN und somit ca. 1,60 m unter der angenommenen Gründungssohle von 67,50 m ü. NHN liegen.

Nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung ist die Auffüllung in diesem Bereich mitteldicht bis dicht gelagert. Da allerdings in aufgefüllten Böden prinzipiell Inhomogenitäten und somit unterschiedliche Tragfähigkeiten nicht ausgeschlossen werden können, ist auch hier, analog zum Bauteil A, eine Gründung in der Auffüllung ohne weitere Untersuchungen und daraus resultierende Maßnahmen nicht möglich.

Somit ergeben sich auch hier zwei mögliche Verfahren zur Gründung des geplanten Gebäudes:

Bei einer „klassischen“ Gründung wird die Auffüllung, analog zum Bauteil A, entfernt und entsorgt. Anschließend erfolgt ein Bodenaustausch aus abgestuftem, gut verdichtbarem Material (z.B. Kiessand, Natursteinschotter 0/32 o. 0/56) bis zur geplanten Gründungstiefe. Der Bodenaustausch muss dann bis auf die mitteltragfähigen Deckschichten geführt bzw. auf die Kiessande geführt werden, mindestens jedoch eine Dicke von 1,0 m betragen, sodass eine Homogenisierung des Trag-/Setzungsverhaltes erreicht wird, welche aufgrund der unterschiedlichen Auffüllungsdicken bzw. im Teilbereich höher anstehenden Kiessande notwendig wird. Die Dicke des Bodenaustauschs wird dann 1,0...4,5 m betragen. Bei tieferreichenden Auffüllungen oder aufgeweichten und humosen Bereich an der Aushubsohle ist der Bodenaustausch entsprechend bis auf die Deckschichten zu vertiefen.

Alternativ kann eine Gründung des geplanten Gebäudes unter Nutzung der bestehenden Auffüllung unter gutachterlicher Begleitung und unter Verwendung einer Polygonwalze,

analog zum Verfahren im Bauteil A, geprüft werden. Dabei wird, nach Rückbau der Bestandsgebäude, das Gelände mit der vorhandenen Auffüllung egalisiert. Dazu werden die aufgefüllten Böden aufgenommen, homogenisiert und mittels der Polygonwalze verdichtet eingebaut. Dabei wird die unterhalb liegende Auffüllung gleichzeitig nachverdichtet. Der Einbau ist durch Verdichtungsüberprüfungen (Rammsondierungen) vor und nach den Überfahrten der Polygonwalze engmaschig zu kontrollieren. Darüber folgt der Bodenaufbau aus zuzulieferndem, gut verdichtbarem Material mit Tragschichteignung von mindestens 0,50 m Dicke. Schätzungsweise wird allerdings die Masse der vorhandenen Auffüllung nicht für einen Bodenaufbau bis zur geplanten Gründungstiefe reichen. Wir empfehlen daher die Durchführung einer Massenberechnung zur Kalkulation der benötigten Menge an zuzulieferndem Tragschichtmaterial. Der lagenweise verdichtete Einbau des Bodenaustauschs ist durch Verdichtungsüberprüfungen zu kontrollieren.

In den in Abschnitt 4.2 ermittelten zulässigen Sohldruckspannungen wird vom exemplarisch von einem ungünstigsten Fall mit einem 1,0 m dicken Bodenaustausch über den mitteldicht gelagerten Auffüllungen und den mitteltragfähigen Deckschichten aus. Da im südwestlichen Bereich des geplanten Baufelds allerdings der hochtragfähige Kiessand bereits ab ca. 2,0 m unterhalb der angenommenen Gründungssohle anstehe, während in den übrigen Bereichen die mitteltragfähigen Deckschichten auf die Auffüllung / Bodenaustausch folgen, ist es wahrscheinlich, dass die in Abschnitt 4.3 ermittelten maximalen Setzungsunterschiede voll ausgenutzt werden. Wir empfehlen daher zusätzlich, nach der Lastermittlung durch den Statiker, die Durchführung von Setzungsberechnungen nach DIN 4019 zur Ermittlung der Setzungsverteilung.

#### **4.1.3 Fazit Gründungssituation und Gründungsempfehlungen (Bauteile A und B)**

Wie in den vorherigen Abschnitten 4.1.1 und 4.1.2 dargestellt, liegen in beiden Baufeldern relativ inhomogene Baugrundverhältnisse vor, welche aus unterschiedlichen Auffüllungsdicken und Kiessand-Oberkante resultieren. Daher werden für die Gründung der Gebäude weitere Maßnahmen und Untersuchungen notwendig werden.

Entweder erfolgt die Gründung, nach Entfernung der aufgefüllten Böden, in einem Bodenaustausch aus zuzulieferndem Material mit Tragschichteignung, oder die vorhandene Auffüllung wird, z:B. durch eine Tiefenverdichtung mit einer Polygonwalze und unter Begleitung durch den Bodengutachter, verwendet. Dafür müssen ergänzende Baugrunduntersuchungen durchgeführt werden. Diese Variante ist höchstwahrscheinlich wirtschaftlicher, da das zu entsorgende Bodenmaterial minimiert wird. Beim Einbau der vorhandenen

Auffüllung sind die Ergebnisse der abfallbezogenen Bodenuntersuchung zu beachten. Allerdings wird bei der Nutzung der vorhandenen Auffüllung eine engmaschige Begleitung durch den Baugrundgutachter und Verdichtungskontrollen notwendig werden.

Prinzipiell besteht natürlich auch die Möglichkeit einer Tiefgründung (z.B. über Bohrpfähle), was allerdings aus baugrundgutachterlich beim derzeitigen Planungsstand als nicht notwendig und wirtschaftlich als nicht sinnvoll bewertet wird.

Die in den nachfolgenden Abschnitten ermittelten zulässigen Bodenpressungen wurden auf der sicheren Seite liegend für den ungünstigsten Bodenaufbau durchgeführt und sind im Zuge der weiteren Planung und nach Auswahl des Gründungskonzepts anzupassen und zu überarbeiten. Zudem empfehlen wir die Durchführung von Setzungsberechnungen nach DIN 4019 zur Ermittlung der Setzungsverteilung und des Bettungsmoduls.

#### **4.2 Gründung im einen Bodenaustausch über den Deckschichten (Bauteil A)**

Für die Berechnung der aufnehmbaren Sohldrücke wird davon ausgegangen, dass die Lasten gleichmäßig in einem mind. 1,00 m dicken Bodenaustausch über den Deckschichten gegründet werden.

##### **4.2.1 Aufnehmbare Sohldrücke (Anlagen 3.1 und 3.2)**

Nachfolgend werden die im Bodenaustausch aufnehmbaren Sohldrücke für den Grenzzustand GEO 2 (Bemessungswert des Widerstandes) mit einer Teilsicherheit  $\gamma_{Gr}=1,4$  für eine Einbindetiefe von 0,50 m und 1,00 m berechnet. Grundlage für die Berechnungen sind die charakteristischen Baugrundkennwerte (Tabelle 3, Abschnitt 3.3). Für die Berechnung wird von ausreichend biegesteifen Einzel- und Streifenfundamenten ausgegangen, so dass die Setzungen in den kennzeichnenden Punkten maßgeblich sind. Für die Berechnung wurde der Schichtaufbau entsprechend DIN 4019 vereinfachend vereinheitlicht. Voraussetzung ist außerdem eine Lastaufbringung nach DIN 1054 sowie eine Mindestbreite der Fundamente von 0,50 m.

Für die aufnehmbaren Sohldrücke muss berücksichtigt werden, dass die einwirkenden Lasten bei der Bemessung der Statik zusätzlich noch mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten der Tabelle A 2.1 der DIN 1054:2010-12 zu beaufschlagen sind.

Anhand der charakteristischen Baugrundkennwerte wurden für eine gleichmäßige Gründung im Bodenaustausch über den Deckschichten die folgenden Sohldruckspannungen

bezüglich des Grundbruchwiderstandes berechnet.

**Tabelle 8: Aufnehmbare Sohldrücke für Einzel- und Streifenfundamente (Lastfall BS-P,  $\gamma_{Gr} = 1,4$ , Grenzzustand GEO 2) unter Ansatz der Bemessungslast**

Fundamentbreite in m	0,50	1,00	1,50	2,00
	<b>Aufnehmbare Sohldrücke [kN/m<sup>2</sup>]</b>			
- bei Einbindetiefe von $\geq 0,50$ m	440	540	550	580
- bei Einbindetiefe von $\geq 1,00$ m	660	730	710	740

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

In der nachfolgend aufgeführten Tabelle 9 werden die zulässigen Sohldrücke unter Berücksichtigung der charakteristischen Lasten für die Gebrauchstauglichkeit/Setzungen (SLS-GZ der Gebrauchstauglichkeit (= GZ  $2_{alt}$ )) angegeben. Es muss bei der Prüfung der Gebrauchstauglichkeit beachtet werden, dass die Sohldruckspannungen unter Berücksichtigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Beanspruchungen/Einwirkungen unterhalb der Werte in Tabelle 9 (Setzungen nach DIN 4019  $\leq 2,0$  cm; SLS). Entsprechend DIN EN 1997-1, Abschnitt 2.4.8 sollten die Teilsicherheitsbeiwerte<sub>Beanspruchungen</sub> für die GZ der Gebrauchstauglichkeit gleich 1,0 gesetzt werden.

Zur Vorbemessung wurde davon ausgegangen, dass für den Neubau Setzungen und Setzungsunterschiede bis 2,0 cm (Tabelle 9) zugelassen werden können. Treffen die Annahmen nicht zu, so bitten wir um Rücksprache, damit die Sohldrücke entsprechend dem zulässigen Setzungsmaß, das durch den Statiker festzulegen ist, angegeben bzw. anhand ergänzender Setzungsberechnungen ermittelt werden können.

**Tabelle 9: Aufnehmbare Sohldrücke für charakteristische Lasten bei Einzel- und Streifenfundamenten (Lastfall BS-P, Grenzzustand SLS, Setzungen auf 2,0 cm begrenzt)**

Fundamentbreite in m	0,50	1,00	1,50	2,00
	<b>Aufnehmbare Sohldrücke [kN/m<sup>2</sup>]</b>			
- bei Einbindetiefe von $\geq 0,50$ m	*440	290	210	170
- bei Einbindetiefe von $\geq 1,00$ m	510	290	210	170

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Die aufnehmbaren Sohldrücke\* entsprechen der Tabelle 8, da das Setzungskriterium nicht erreicht wird.

Die Setzungen und Setzungsunterschiede werden dann bis 2,0 cm erreichen.

Bei einem geringeren Abstand benachbarter Fundamente ( $< 1,5 \dots 2,0$  \* Fundamentbreite

b) kommt es zu einer gegenseitigen Beeinflussung und damit verbunden zu einer Erhöhung der Setzungen. Auch bei größeren Fundamentbreiten als in Tabelle 9 angegeben oder unregelmäßiger Lastverteilung sind größere Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen zu erwarten. Um evtl. notwendige Abminderungen der aufnehmbaren Sohldrücke festzulegen, müssen dann nach Erstellung des Lastenplanes durch den Statiker noch Setzungsberechnungen nach DIN 4019, Teil 1, durch das Ing.-Büro Kühn Geoconsulting erfolgen.

Bei Berechnung über die Bettungsziffer kann zur Vorbemessung für die Bodenplatte im Bodenaustausch über den Deckschichten, ausgehend von ca. 1,0...2,0 m breiten Laststreifen und charakteristischen Sohldruckspannungen von 100,0 kN/m<sup>2</sup> - 200,0 kN/m<sup>2</sup>, ein mittlerer Bettungsmodul von ca. 10,0...15,0 MN/m<sup>3</sup> angesetzt werden. Die Setzungen werden dann bis 2,0 cm betragen.

Zur Prüfung der Gebrauchstauglichkeit müssen die tatsächlich zulässigen Bettungsmoduli nach Festlegung der endgültigen Lasten in Abstimmung mit dem Statiker durch die Kühn Geoconsulting mittels Setzungsberechnungen ermittelt werden. Dies stellt eine zusätzliche Leistung dar, wofür Ihnen die Kühn Geoconsulting GmbH gerne zur Verfügung steht.

#### **4.3 Gründung im einen Bodenaustausch über der mitteldicht gelagerten Auffüllung und den Deckschichten (Bauteil B)**

Für die Berechnung der aufnehmbaren Sohldrücke wird davon ausgegangen, dass die Lasten gleichmäßig in einem mind. 1,00 m dicken Bodenaustausch über den mitteldicht gelagerten Auffüllungen und den Deckschichten gegründet werden.

##### **4.3.1 Aufnehmbare Sohldrücke (Anlagen 3.3 und 3.4)**

Nachfolgend werden die im Bodenaustausch aufnehmbaren Sohldrücke für den Grenzzustand GEO 2 (Bemessungswert des Widerstandes) mit einer Teilsicherheit  $\gamma_{Gr}=1,4$  für eine Einbindetiefe von 0,50 m und 1,00 m berechnet. Grundlage für die Berechnungen sind die charakteristischen Baugrundkennwerte (Tabelle 3, Abschnitt 3.3). Für die Berechnung wird von ausreichend biegesteifen Einzel- und Streifenfundamenten ausgegangen, so dass die Setzungen in den kennzeichnenden Punkten maßgeblich sind. Für die Berechnung wurde der Schichtaufbau entsprechend DIN 4019 vereinfachend vereinheitlicht. Voraussetzung ist außerdem eine Lastaufbringung nach DIN 1054 sowie eine Mindestbreite der Fundamente von 0,50 m.

Für die aufnehmbaren Sohldrücke muss berücksichtigt werden, dass die einwirkenden Lasten bei der Bemessung der Statik zusätzlich noch mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten der Tabelle A 2.1 der DIN 1054:2010-12 zu beaufschlagen sind.

Anhand der charakteristischen Baugrundkennwerte wurden für eine gleichmäßige Gründung im Bodenaustausch über der mitteldichten Auffüllung und den Deckschichten die folgenden Sohldruckspannungen bezüglich des Grundbruchwiderstandes berechnet.

**Tabelle 10: Aufnehmbare Sohldrücke für Einzel- und Streifenfundamente (Lastfall BS-P,  $\gamma_{Gr} = 1,4$ , Grenz-  
zustand GEO 2) unter Ansatz der Bemessungslast**

Fundamentbreite in m	0,50	1,00	1,50	2,00
	<b>Aufnehmbare Sohldrücke [kN/m<sup>2</sup>]</b>			
- bei Einbindetiefe von $\geq 0,50$ m	470	470	500	530
- bei Einbindetiefe von $\geq 1,00$ m	680	680	690	710

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

In der nachfolgend aufgeführten Tabelle 11 werden die zulässigen Sohldrücke unter Berücksichtigung der charakteristischen Lasten für die Gebrauchstauglichkeit/Setzungen (SLS-GZ der Gebrauchstauglichkeit (= GZ 2<sub>alt</sub>)) angegeben. Es muss bei der Prüfung der Gebrauchstauglichkeit beachtet werden, dass die Sohldruckspannungen unter Berücksichtigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Beanspruchungen/Einwirkungen unterhalb der Werte in Tabelle 11 (Setzungen nach DIN 4019  $\leq 2,0$  cm; SLS). Entsprechend DIN EN 1997-1, Abschnitt 2.4.8 sollten die Teilsicherheitsbeiwerte<sub>Beanspruchungen</sub> für die GZ der Gebrauchstauglichkeit gleich 1,0 gesetzt werden.

Zur Vorbemessung wurde davon ausgegangen, dass für den Neubau Setzungen und Setzungsunterschiede bis 2,0 cm (Tabelle 11) zugelassen werden können. Treffen die Annahmen nicht zu, so bitten wir um Rücksprache, damit die Sohldrücke entsprechend dem zulässigen Setzungsmaß, das durch den Statiker festzulegen ist, angegeben bzw. anhand ergänzender Setzungsberechnungen ermittelt werden können.

**Tabelle 11: Aufnehmbare Sohldrücke für charakteristische Lasten bei Einzel- und Streifenfundamenten (Lastfall BS-P, Grenzzustand SLS, Setzungen auf 2,0 cm begrenzt)**

Fundamentbreite in m	0,50	1,00	1,50	2,00
	<b>Aufnehmbare Sohldrücke [kN/m<sup>2</sup>]</b>			
- bei Einbindetiefe von $\geq 0,50$ m	*470	420	300	240
- bei Einbindetiefe von $\geq 1,00$ m	*680	420	300	240

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Die aufnehmbaren Sohldrücke\* entsprechen der Tabelle 10, da das Setzungskriterium

nicht erreicht wird.

Die Setzungen und Setzungsunterschiede werden dann bis 2,0 cm erreichen.

Bei einem geringeren Abstand benachbarter Fundamente ( $<1,5 \dots 2,0 \cdot$  Fundamentbreite b) kommt es zu einer gegenseitigen Beeinflussung und damit verbunden zu einer Erhöhung der Setzungen. Auch bei größeren Fundamentbreiten als in Tabelle 11 angegeben oder unregelmäßiger Lastverteilung sind größere Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen zu erwarten. Um evtl. notwendige Abminderungen der aufnehmbaren Sohldrücke festzulegen, müssen dann nach Erstellung des Lastenplanes durch den Statiker noch Setzungsberechnungen nach DIN 4019, Teil 1, durch das Ing.-Büro Kühn Geoconsulting erfolgen.

Bei Berechnung über die Bettungsziffer kann zur Vorbemessung für die Bodenplatte im Bodenaustausch über den Deckschichten, ausgehend von ca. 1,0...2,0 m breiten Laststreifen und charakteristischen Sohldruckspannungen von 100,0 kN/m<sup>2</sup> - 200,0 kN/m<sup>2</sup>, ein mittlerer Bettungsmodul von ca. 10,0...15,0 MN/m<sup>3</sup> angesetzt werden. Die Setzungen werden dann bis 2,0 cm betragen.

Zur Prüfung der Gebrauchstauglichkeit müssen die tatsächlich zulässigen Bettungsmoduli nach Festlegung der endgültigen Lasten in Abstimmung mit dem Statiker durch die Kühn Geoconsulting mittels Setzungsberechnungen ermittelt werden. Dies stellt eine zusätzliche Leistung dar, wofür Ihnen die Kühn Geoconsulting GmbH gerne zur Verfügung steht.

## **5 Bauausführung**

### **5.1 Aushub**

Beim Aushub fallen die Bodenklassen 1 (humose überschüttete Oberböden), 3 (nichtbindige Auffüllung, Kiessande) und 4 (bindige/gemischtkörnige Auffüllung, Deckschichten) an. Untergeordnet können auch die Bodenklassen auch 5 - 7 (Stein- oder verkittete Lagen, Findlinge) auftreten. Durchnässen die bindigen/gemischtkörnigen Böden beim Aushub, so können sie in die Bodenklasse 2 übergehen. Alle Angaben zu den Bodenklassen beziehen sich auf die DIN 18 300 - 2012.

Die Angaben zu den Homogenbereichen nach VOB/C (2015) befinden sich in Tabelle 7.

Der Abbruch noch vorhandener Bausubstanz (Fundamente, Bodenplatten, Mauern usw.) lässt sich nicht in das Klassifizierungsschema der DIN 18 300 - 2012 einordnen, wobei das tatsächliche Ausmaß erst beim Aushub deutlich wird.

### **5.2 Planum**

Die anstehenden bindigen Auffüllungen und Deckschichten sind frost- und feuchtigkeitsempfindlich (F 3-Boden). Bei Zutritt von Wasser und/oder Befahren mit Gerät weichen sie tiefgründig auf und lassen sich dann nicht mehr bearbeiten. Dort, wo das Gelände während der Bauzeit befahren werden soll (Zufahrten oder Materiallagerplätze), müssen entsprechende Baustraßen (mindestens 0,5 m dicke Tragschicht mit verdichtungsfähigen Material auf einem Geotextil  $\geq$  GRK 3) angelegt werden.

Der Aushub muss über Kopf mit einer als Messer ausgebildeten Baggerschaufel erfolgen. Alle Maßnahmen zum Schutz des Planums gegen Oberflächenwasser gemäß VOB sind unbedingt zu beachten.

### **5.3 Wiederverfüllung/Flächenaufbau**

Die bindigen Deckschichten lassen sich ohne weitere Maßnahmen nicht ausreichend verdichten und sind deshalb nur zur Wiederverfüllung von nicht belasteten Flächen geeignet (z. B. Grünflächen), auf denen Setzungen in Kauf genommen werden können. Für den Wiedereinbau im Rahmen einer Bodenverbesserung mit einem Bindemittel sind weitere Untersuchungen / Eignungsprüfungen notwendig.

Für belastete Flächen (Eingangsbereiche, Fahr- und Stellflächen) und den qualifizierten Bodenaustausch muss die Verfüllung mit gut verdichtbarem Material (Kiessand, Schotter)

mit Tragschichteignung/Frostschutzqualität nach ZTV SoB-StB 04/07 lagenweise auf 100% der einfachen Proctordichte verdichtet erfolgen (entspricht einem  $E_{v2}$ -Wert von 100,0 MN/m<sup>2</sup>).

Das Erdplanum und die Tragschicht müssen mit einem Geotextil (Filtervlies, mind. GRK  $\geq 3$ ) getrennt werden. Treten beim Aushub aufgeweichte Bereiche, alte Kanalgruben, Schächte usw. auf, so sind diese in Abstimmung mit dem Bodengutachter vollständig zu entfernen und durch einen Bodenaustausch in der o.g. Weise zu ersetzen. Die Aushubsohlen müssen, damit sie nicht aufweichen, unmittelbar nach dem Aushub abgedeckt werden.

Der Bodenaufbau kann ggf. auch mit konditioniertem, homogenisiertem Aushubmaterial (Bodenstabilisierung mit Bindemittel), vorbehaltlich einer umwelttechnischen Eignung und einer Eignungsprüfung (Ermittlung erforderlicher Bindemittelgehalt), durchgeführt werden (s. Abschnitt 4.1). Dies ist anhand von Testfeldern zu überprüfen.

#### **5.4 Böschungen während der Bauzeit**

Unter Beachtung der DIN 4124 kann während der Bauzeit in der Auffüllung und in den Kiessanden mit 45° und in den Deckschichten (Löss/Lösslehm) mit 60° geböscht werden. In der inhomogenen Auffüllung sowie unter Schichtwassereinfluss können Bereiche mit verringerter Scherfestigkeit auftreten, so dass eine Abflachung der Böschung erforderlich wird (z. B. beim Anschnitt von Leitungsgräben und Arbeitsraumverfüllungen).

Fundamentgräben können bis zu einer Aushubtiefe von 1,20 m senkrecht abgegraben werden, wobei in der Auffüllung und den Kiessanden mit Mehrausbruch zu rechnen ist. Die angegebenen Böschungswinkel gelten nur für Böschungen im erdfeuchten Zustand und bis zu einer Böschungshöhe von maximal 5,0 m. Oberhalb der Böschungsschulter müssen für Lasten wie z. B. Aushub, gelagertes Material, Hebewerkzeuge/Fahrzeuge, Baucontainer oder Fahrflächen die nach DIN 4124 erforderlichen Abstände eingehalten werden. Die Böschungen müssen gegen Erosion durch Oberflächenwasser geschützt werden.

Eine abschließende Bewertung bezüglich der Standsicherheitssituation der Baugrube kann erst nach Vorlage aller Bauunterlagen nach DIN 4124, Abschnitt 3 (z.B. Schalplan, Leitungen, Abstand angrenzender Bauwerke etc.) erfolgen. Ergeben sich allerdings Böschungshöhen über 5,0 m, so muss in jedem Fall eine Standsicherheitsberechnung nach

DIN 4084 erfolgen, wobei sich meist flachere Böschungswinkel als die o. g. ergeben.

### 5.5 Baugrubensituation

Da zum Verfassungszeitpunkt des Baugrundgutachtens nur eine sehr frühe Gebäudeplanung (Konzeptstudie) vorliegt, bei der Planänderungen sehr wahrscheinlich sind, und verschiedene Gründungskonzepte möglich sind, können nur allgemeine Angaben über die wahrscheinliche Baugrubensituation und ggf. daraus resultierende Sicherungsmaßnahmen gegeben werden. Die Baugrubensituation ist daher im weiteren Planungsablauf nach Erstellung einer konkreten Gebäudeplanung und der Festlegung eines Gründungskonzepts zu erstellen.

Die Baugrubenfläche ergibt sich aus der Gebäudefläche zzgl. eines ca. 1,0 m breiten Arbeitsraums.

**Tabelle 12: Baugrubensituation zum derzeitigen Planstand unter Berücksichtigung der verschiedenen Gründungsvarianten**

Bauteil	Abstand zur Grundstücksgrenze unter Berücksichtigung eines 1,0 m breiten Arbeitsraums [m]				Gründungstiefe bei Gründungsvariante mit [m u. GOK]	
	Südosten	Nordosten	Nordwesten	Südwesten	Bodenaustausch	Nutzung Auffüllung
BT A	1,0	2,0	7,0...11,0	≥ 4,0	bis ca. 3,0	~ 0,50 ggf. mehr bei Nacharbeiten
BT B	≥ 9,0	≥ 6,0	≥ 12,0	3,0	bis ca. 5,0	~ 2,70

In Abschnitt 4.1 wurde erläutert, dass prinzipiell zwei Gründungsvarianten möglich sind, welche unterschiedliche maximale Aushubtiefen zu Folge haben. Die Eckwerte der Baugrubensituation sind in Tabelle 12 zu sehen.

Demnach werden bei beiden Bauteilen bei der „konventionellen“ Gründung über einen Bodenaustausch und vorheriger Entfernung der aufgefüllten Böden die in Abschnitt 5.4 dargestellten zulässigen Böschungswinkel aufgrund der Entfernung des geplanten Gebäudes zu den Grundstücksgrenzen in Teilbereichen nicht eingehalten werden können. Somit wird für Teilbereiche ein Baugrubenverbau (z.B. Trägerbohlwandverbau) notwendig werden.

Bei Gründung unter Nutzung der vorhandenen Auffüllung (ggf. mit Bodenverbesserung) reduzieren sich die notwendigen Aushubtiefen, sodass bei dieser Gründungsvariante

wahrscheinlich keine Baugrubensicherung notwendig werden wird.

Weitere Angaben können erst nach Vorlage einer konkreten Planung und Festlegung des Gründungskonzepts gegeben werden.

Eine abschließende Bewertung bezüglich der Standsicherheitssituation der Baugrube kann erst nach Vorlage aller Bauunterlagen nach DIN 4124, Abschnitt 3 (z.B. Schalplan, Leitungen, Abstand angrenzender Bauwerke etc.) erfolgen. Ergeben sich allerdings Böschungshöhen über 5,0 m, so muss in jedem Fall eine Standsicherheitsberechnung nach DIN 4084 erfolgen, wobei sich meist flachere Böschungswinkel als die o. g. ergeben.

### **5.6 Wasserhaltung während der Bauzeit**

Bei den bindigen Bereichen der Auffüllung und den Deckschichten handelt es sich um Böden mit geringer Durchlässigkeit. Bei Niederschlägen wird Regenwasser nicht ausreichend schnell versickern. In Abhängigkeit von der Witterung kann sich im Gelände flurnahes Stauwasser bilden. Zur Ableitung des Wassers muss vor Baubeginn eine ausreichende Vorflut vorhanden sein. Die Entwässerung der Sohle muss über Pumpensümpfe mit Drainagegräben erfolgen (offene Wasserhaltung).

In den Kiessanden kann das Regenwasser ausreichend rasch versickern, sofern permanent sichergestellt wird, dass die Sohle nicht verunreinigt ist (Mörtel, etc.).

Die Wasserhaltung muss auch während der Arbeitspausen (Nachts, Wochenende) dauerhaft funktionstüchtig gehalten werden. Für die Baugruben tiefer reichender Schächte müssen zusätzliche Pumpen eingeplant bzw. bereitgehalten werden. Der Zufluss von Regenwasser aus den umliegenden Flächen bei Starkregen muss während der Bauzeit verhindert werden (z.B. durch Verwallungen).

### **5.7 Abdichtung und Auftriebssicherheit**

Die DIN 18195 wurde zum 10.07.2017 u. A. durch die DIN 18533-1 ergänzt bzw. ersetzt. Aus diesem Grund wird im Folgenden auf beide Normen verwiesen.

Für das Gebäude muss auf jeden Fall Bodenfeuchte beachtet werden (Wassereintragsklasse W1.2-E nach DIN 18533-1). Eine Abdichtung der erdberührten Bauteile gegen Bodenfeuchte und nicht-stauendes Sickerwasser nach Teil 4 der DIN 18195 bzw. DIN 18533-1 (Abschnitt 5.1.2) ist nur in Verbindung mit dem Einbau einer Dränage nach

DIN 4095 ausreichend. Für das anfallende Dränwasser ist eine ausreichende und sichere Vorflut zu schaffen. Prinzipiell kann das Dränwasser über Sickerfenster in die Kiessande abgeführt werden, was im weiteren Verlauf zu prüfen und entsprechend zu planen ist. Der Bodenaustausch ist dann aus Frostschutzmaterial entsprechend durchlässig anzulegen, sodass zulaufendes Wasser ablaufen kann.

Bei der Herstellung eines wasserundurchlässigen Bauwerks aus Beton muss hier gem. der DAfStb-Richtlinie (Dez. 2017) die Beanspruchungsklasse 1 für ständig und zeitweise drückendes Wasser berücksichtigt werden. Die Beanspruchungsklasse 2 kann nur für Bauteile angesetzt werden, auf die lediglich Bodenfeuchte und an der Wand ablaufendes Wasser einwirkt, was hier nur in Zusammenhang mit einer dauerhaft rückstaufreien Drainage nach DIN 4095 gegeben ist. Weiterhin sind bauseits bzw. durch den Fachplaner die Nutzungsklassen gem. Abs. 5. zu berücksichtigen.

Die die Gebäude umgebenden Flächen müssen mit Gegengefälle angelegt werden, damit der Zufluss von Oberflächenwasser zum Gebäude ausgeschlossen wird.

## **6 Bewertung Bodenaushub**

Im Bereich der geplanten Baumaßnahme wurde aufgefülltes Material erbohrt. Da es sich dabei nicht um den natürlich anstehenden Boden handelt, ist eine abfallbezogene Untersuchung zur Überprüfung der Möglichkeiten zur Verwertung/Entsorgung erforderlich.

Auffüllungen weisen häufig eine inhomogene, kleinräumig wechselnde Zusammensetzung auf. Sollte beim Aushub aufgefülltes Material auftreten, so ist dieses separat gesichert (z. B. in wasserdichten Containern) zu lagern. Für die weiteren erforderlichen Maßnahmen zum fachgerechten Handling der vorgefundenen Situation ist die Kühn Geoconsulting GmbH hinzuzuziehen. Die Aushubarbeiten sind jeweils zu unterbrechen, damit keine Folgeschäden (z.B. Vermischung unterschiedlich belasteter Belastungschichten) verursacht werden.

Die Untersuchung des Bodens erfolgt nach dem untergesetzlichen Regelwerk, der LAGA - Richtlinie M 20<sup>1</sup>, zur Überprüfung einer möglichen Wiederverwertung. **Sofern die Konzentrationsvorgaben der Zuordnungsklassen der o.g. LAGA-Richtlinie überschritten werden, ist eine Verwertung nicht möglich. Für diesen Fall muss eine Untersuchung gemäß Deponieverordnung (DepV, 2009)<sup>2</sup> durchgeführt werden.**

Für die zuvor aufgeführten abfallbezogenen Untersuchungen (Analytik) und Bewertungen wurde durch unser Büro eine entsprechende Stellungnahme 2190609AL\_G01 erstellt.

---

<sup>1</sup> **LAGA - Richtlinie:** Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen und Abfällen - Technische Regeln; Mitteilungen der LAGA M 20; Stand: 06.11.2003 bzw. 05.11.2004.

<sup>2</sup> **Deponieverordnung 2009** - Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung) DepV vom 27.04.2009; BGBl I Nr. 22 vom 29.04.2009, S. 900

## **7 Zusammenfassung und Schlussbemerkungen**

Die Beschreibung der Boden- und Grundwasserverhältnisse beruht auf punktuellen Aufschlüssen, zwischen denen linear interpoliert wurde. Abweichungen in Bereichen zwischen den Untersuchungspunkten können nicht ausgeschlossen werden.

Der Untersuchungsumfang, die Untersuchungstiefe und die Aussagen im Baugrundgutachten beziehen sich auf den mitgeteilten Planungsstand und die zur Verfügung gestellten Planunterlagen. Da es sich um einen sehr frühen Planungsstand handelt, muss das Gutachten und ggf. der Untersuchungsumfang der neuen Planung angepasst werden.

Die Gründung kann „konventionell“ über einen qualifizierten Bodenaustausch auf den Deckschichten erfolgen. Alternativ ist, bei entsprechender geotechnischer Begleitung, die Gründung in der Auffüllung bzw. bei Wiedereinbau des Auffüllungsmaterials unter Nutzung eines Bindemittels (konditionierter Bodenaufbau) möglich. Dazu sind weitere Untersuchungen (z.B. ergänzende Rammsondierungen in engem Erkundungsraster, Eignungsprüfungen für Bodenverbesserung) notwendig.

Die in diesem Gutachten getroffenen Aussagen beziehen sich nur auf die Einstufung des Bodens bezüglich seiner Eignung als Baugrund. Eine Untersuchung hinsichtlich der Belastung auf Schadstoffe ist in unserem Bericht 2190609AL\_G01 zu finden.

[REDACTED]  
BV Seniorenwohnhaus im Heidewinkel (Bauteil A und Bauteil B)  
Baugrundgutachten

Dem Baugrundgutachter sollte Gelegenheit zur Überprüfung des Baugrunds während der Aushubarbeiten gegeben werden. Die Gründungssohlen sind vom Baugrundgutachter abzunehmen.

Bonn, den 22. Oktober 2019  
Kühn Geoconsulting GmbH



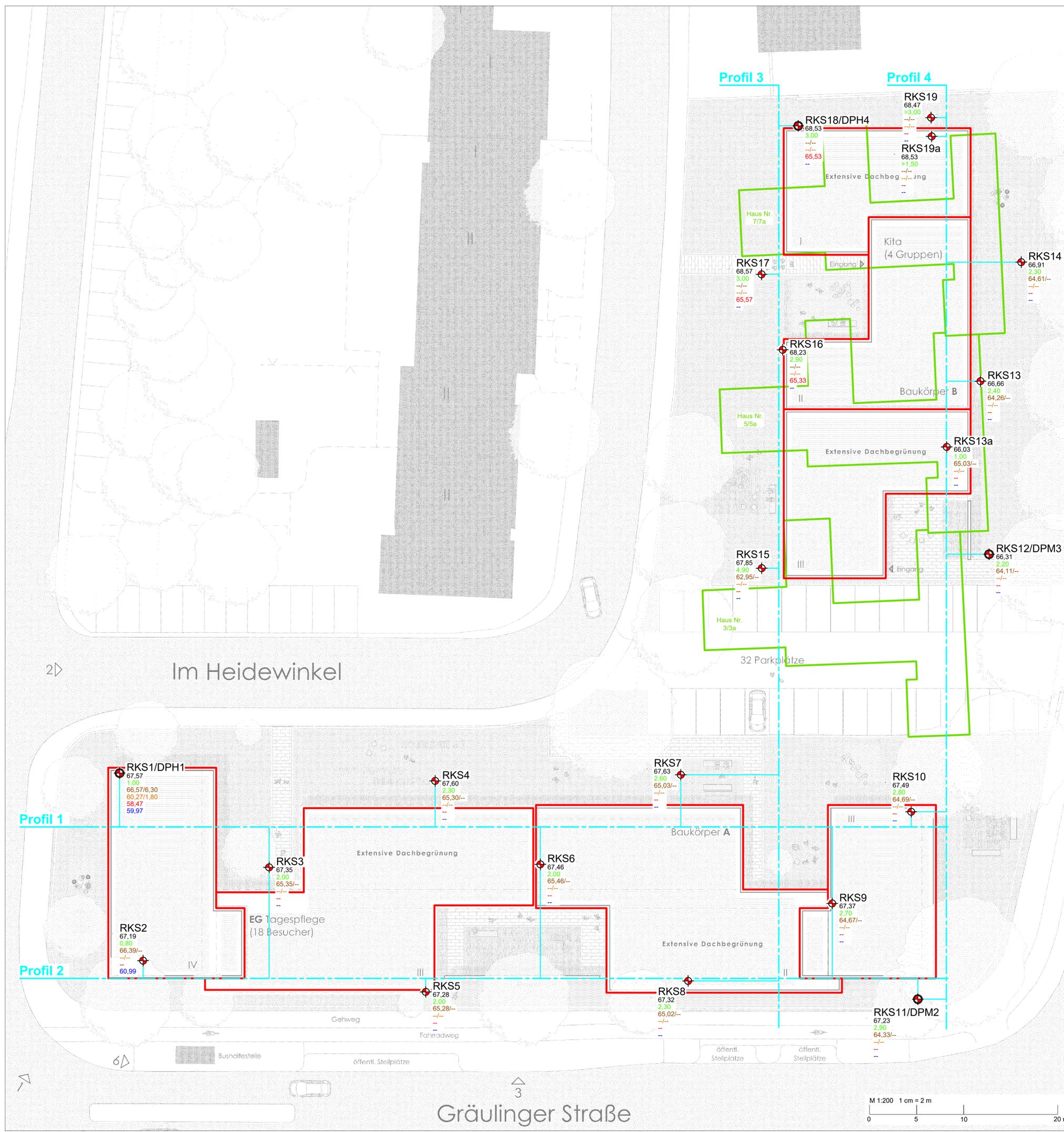
.....  
Dipl.-Geol. Stefan Oesinghaus  
Geschäftsführender Gesellschafter



.....  
Marius Römer, M.Sc. Geow.  
Projektleiter Baugrund

Anlagen: 1 Lageplan  
2 Profilschnitte  
3 Grundbruch-/Setzungsberechnungen

Ø [REDACTED]  
[REDACTED]



### Zeichenerklärung

- ◆ RKS1 Lage und Nummer der Rammkernsondierung
- ◆ DPH1 Lage und Nummer der schweren Rammsondierung
- ◆ DPM2 Lage und Nummer der mittelschweren Rammsondierung

- 67,57 Höhe des Ansatzpunktes [m ü. NHN]
- 1,00 Dicke Auffüllung [m]
- 66,57/6,30 OK Deckschichten [m ü. NHN] / Dicke [m]
- 60,27/1,80 OK Sande [m ü. NHN] / Dicke [m]
- 58,47 OK Kiessand [m ü. NHN]
- 59,97 Wasserstand [m ü. NHN]

**Profil 1** --- Lage und Nummer des Bohrprofils

- Bestand
- Neubau

D				
C				
B				
A				
INDEX	Art der Änderung	Datum	Name	

Projekt / Bauvorhaben:  
**Seniorenhaus im Heidewinkel**  
 Im Heidewinkel  
 40625 Düsseldorf

Auftraggeber / Bauherr:  
 [Redacted]

Planverfasser:  
**KÜHN Geoconsulting GmbH**  
 Auf der Kaiserfuhr 39  
 D-53127 Bonn

Planbenennung:  
**Lageplan**

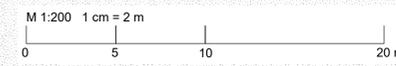
Anmerkungen:  
 Alle Maße und Höhenangaben sind vor Baubeginn verantwortlich zu überprüfen. Alle Höhen nach Baunivellement, kein Vermesseraufmaß.

Gutachten / Planungsstand:  
**Baugrund G01**  
 Plan erstellt nach Vorlagen von:

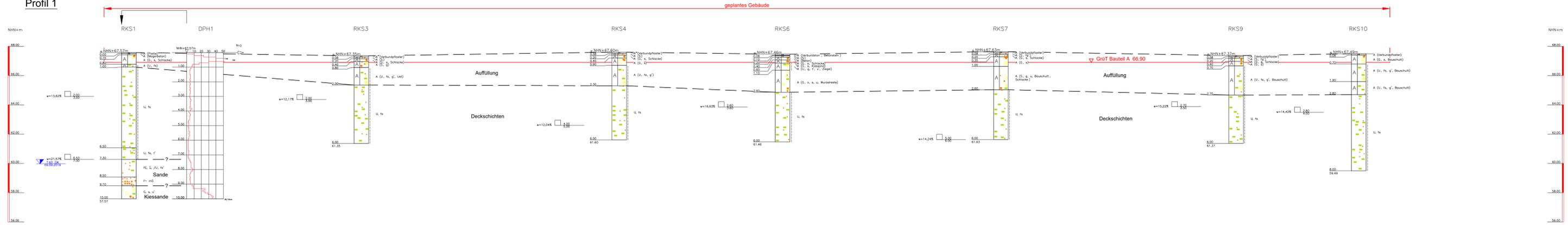
Bearbeitung:	M.Römer	Plannamen:	2190609_BG_G01_A1	Datum:	21.10.2019
Zeichnung:	M.Schuhmacher	Plangröße:	790 x 620	Anlage:	1
Projekt-Nr.:	2190609	Maßstab:	1 : 200		

KÜHN Geoconsulting GmbH  
 Tel.: +49 228 98972-0  
 Fax.: +49 228 98972-11  
 www.geoconsulting.de

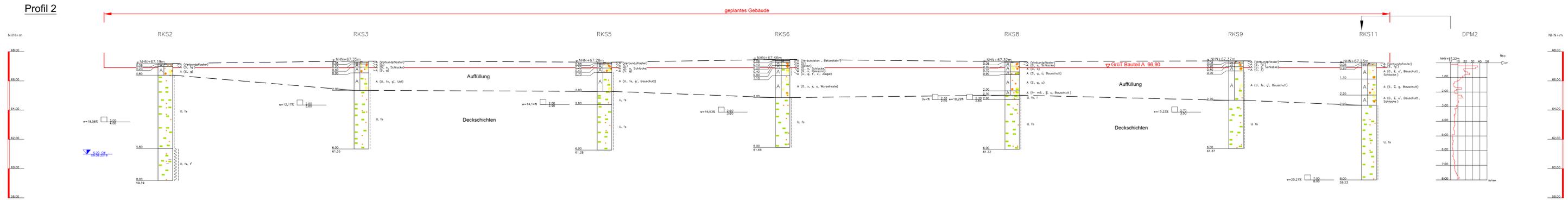
2190609\_BG\_G01\_01.dwg



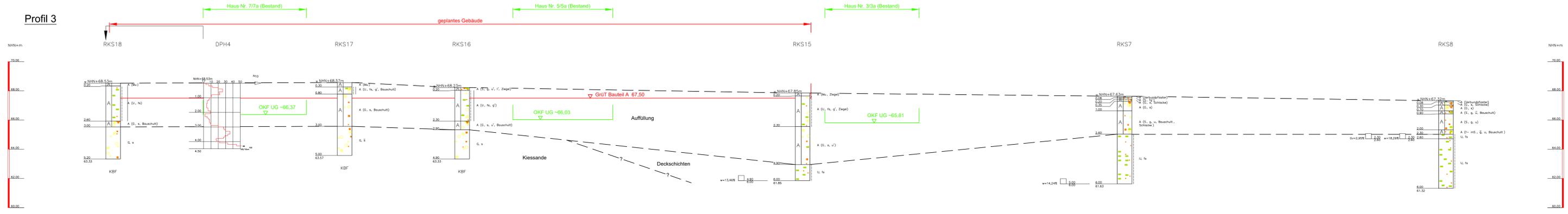
Profil 1



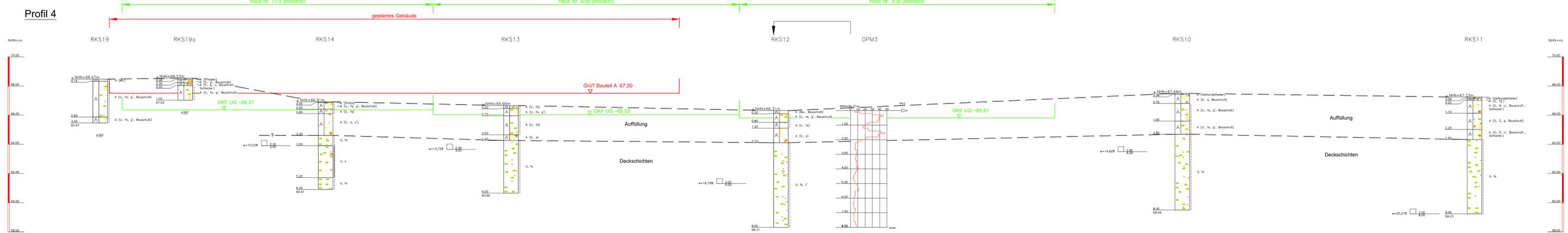
Profil 2



Profil 3



Profil 4



**Zeichenerklärung nach DIN 4023**

**Bodenarten nach DIN EN ISO 14688-1**

Mutterboden	Mu	Mu
Auffüllung	A	A
Ton	T	T
Schluff	U	U
Sand	S	S
Kies	G	G
Steine	X	X
Blöcke	Y	Y
Lehm	L	L
Musdele	F	F
Torf	H	H
Braunkohle	Bk	Bk

**Felsarten nach DIN EN ISO 14689-1**

Fels, allgemein	Z	Z
Fels, verwittert	Zv	Zv
Kongl./Bänke	Gst	Gst
Sandstein	Sst	Sst
Ferrandstein	Fst	Fst
Schiefersien	Lst	Lst
Tonstein	Tst	Tst
Mergelstein	Mst	Mst
Kalkstein	Kst	Kst
Granit	Gr	Gr
Schiefer	Sr	Sr
Tuff	Tu	Tu

**Kongrößen**

fein	f	f
mittel	m	m
groß	g	g

**Nebenanteile**

schwach (<10%)	·	·
stark (ca. 30-40%)	·	·

**Konsistenz**

breig	brg	brg
weich	wch	wch
steif	stf	stf
halbfest	hbf	hbf
fest	fst	fst

**Feuchtigkeit**

nass	f	f
------	---	---

**Schichtgrenzen, interpoliert**

**Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476**

DN	DN	DN
100 mm	100 mm	100 mm
200 mm	200 mm	200 mm
300 mm	300 mm	300 mm
400 mm	400 mm	400 mm
500 mm	500 mm	500 mm

**INDEX**

Projekt / Bauvorhaben	Art der Änderung	Datum	Name
Seniorenhaus im Heidewinkel 40625 Düsseldorf			
Auftraggeber / Bauherr:			
Planverfasser:			
<b>KÜHN Geotechnik GmbH</b>			
Auf der Kaiserfähr 39			
D-51217 Barm			
Planbenennung:			
<b>Profile 1 - 4</b>			
Anmerkungen:			
Alle Maße und Höhenangaben sind vor Baubeginn verantwortlich zu überprüfen. Alle Höhen nach Bauniveau, kein Vermesseraufmaß.			
Bearbeitung:	MI Römer	Planname:	2190609_BG_G01_A2
Zeichnung:	M. Schumacher	Plangröße:	1300 x 665
Projekt-Nr.:	2190609	Maßstab:	1:100
		Datum:	21.10.2019
		Anlage:	2

Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	$\kappa$ [-]	Bezeichnung
	20.0	12.0	37.5	1.3	100.0	0.00	1.000	Bodenaustausch
	19.5	10.5	28.8	7.5	12.5	0.00	1.000	Deckschichten
	20.0	11.0	32.5	2.5	50.0	0.00	1.000	Sand
	20.0	12.0	37.5	1.3	100.0	0.00	1.000	Kiessand
	19.0	10.0	35.0	0.0	70.0	0.00	1.000	Tertiäre Feinsande



Kühn Geoconsulting  
Auf der Kaiserfuhr 39  
53127 Bonn

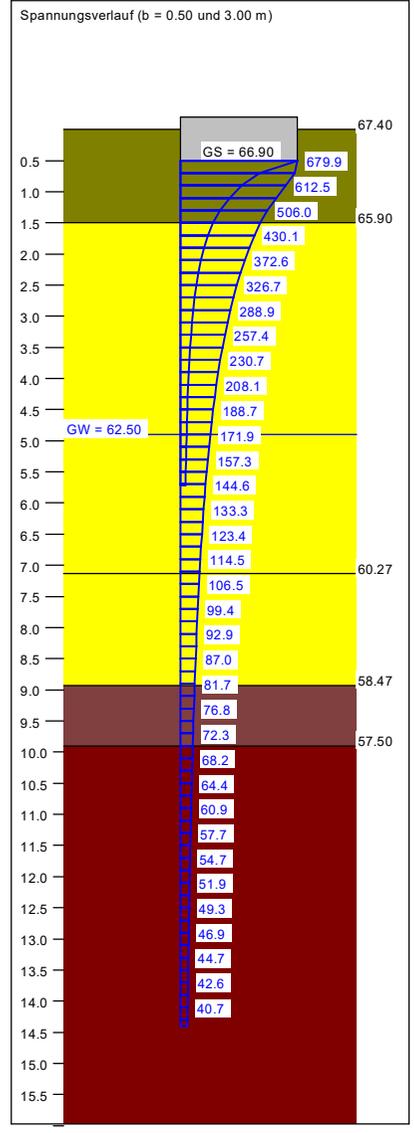
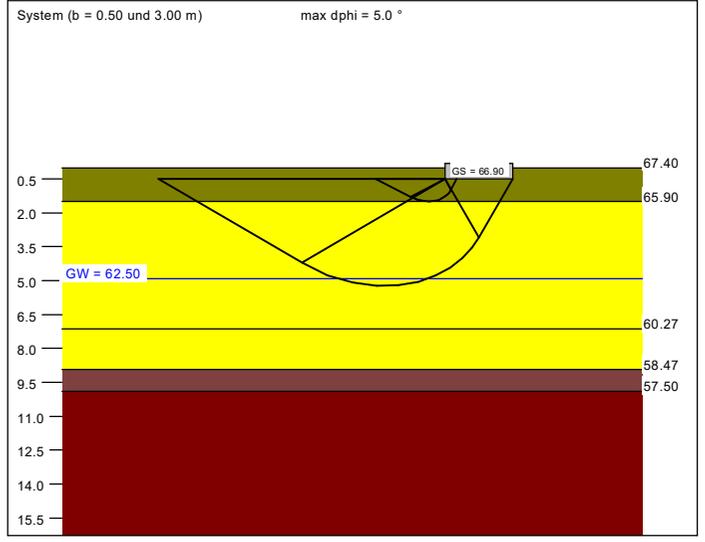
BV: Im Heidewinkel (BT A)

Bericht Nr.  
2190609BG\_G01  
Anlage Nr. 3.1

## Gründung im Bodenaustausch über Deckschichten Grundbruch-/Setzungenberechnungen

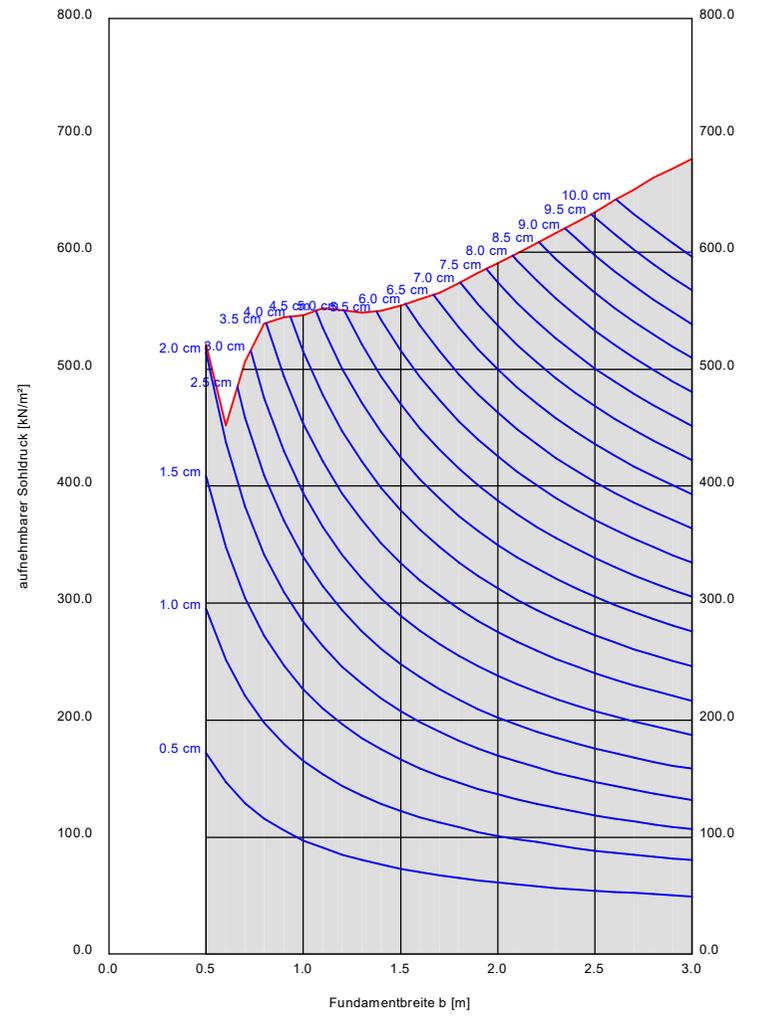
Einbindung  $\geq 0,5$  m

Berechnungsgrundlagen:  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,\gamma} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.00$   
 $\gamma_Q = 1.00$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.000$   
 Oberkante Gelände = 67.40 m  
 Gründungssohle = 66.90 m  
 Grundwasser = 62.50 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
 — aufnehmbarer Sohldruck  
 — Setzungen



a	b	$\sigma_{G,k}$	zul $\sigma$	zul R	$R_{n,d}$	s	cal $\phi$	cal c	$\gamma_2$	$\sigma_{(G,Q)}$	$t_g$	UK LS
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[kN/m]	[cm]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]
10.00	0.50	729.5	521.0	260.5	260.5	2.03	36.1*	1.30	20.00	10.00	5.72	1.50
10.00	0.60	632.5	451.8	271.1	271.1	2.08	33.8*	2.74	19.99	10.00	5.83	1.59
10.00	0.70	709.4	506.7	354.7	354.7	2.82	33.8*	3.66	19.95	10.00	6.65	1.78
10.00	0.80	754.2	538.7	431.0	431.0	3.46	33.7*	4.15	19.92	10.00	7.31	1.95
10.00	0.90	762.5	544.7	490.2	490.2	3.88	33.2	4.50	19.89	10.00	7.76	2.10
10.00	1.00	764.6	546.1	546.1	546.1	4.25	32.8*	4.76	19.86	10.00	8.16	2.25
10.00	1.10	773.1	552.2	607.4	607.4	4.65	32.5*	4.98	19.84	10.00	8.56	2.41
10.00	1.20	770.9	550.6	660.7	660.7	4.97	32.1*	5.16	19.82	10.00	8.89	2.55
10.00	1.30	767.6	548.3	712.7	712.7	5.26	31.7*	5.31	19.80	10.00	9.19	2.70
10.00	1.40	769.7	549.8	769.7	769.7	5.58	31.5*	5.45	19.79	10.00	9.50	2.84
10.00	1.50	776.4	554.6	831.9	831.9	5.92	31.2*	5.57	19.77	10.00	9.82	2.99
10.00	1.60	783.8	559.9	895.8	895.8	6.26	31.0*	5.67	19.76	10.00	10.15	3.13
10.00	1.70	791.9	565.6	961.6	961.6	6.61	30.9*	5.77	19.75	10.00	10.47	3.28
10.00	1.80	803.3	573.8	1032.9	1032.9	6.98	30.7*	5.86	19.74	10.00	10.81	3.43
10.00	1.90	815.0	582.2	1106.1	1106.1	7.35	30.6*	5.94	19.73	10.00	11.14	3.58
10.00	2.00	826.9	590.6	1181.3	1181.3	7.72	30.5*	6.01	19.72	10.00	11.46	3.73
10.00	2.10	838.9	599.2	1258.3	1258.3	8.09	30.4*	6.08	19.71	10.00	11.78	3.88
10.00	2.20	851.0	607.8	1337.3	1337.3	8.46	30.3*	6.14	19.70	10.00	12.09	4.03
10.00	2.30	863.2	616.6	1418.1	1418.1	8.83	30.2*	6.19	19.69	10.00	12.39	4.18
10.00	2.40	875.4	625.3	1500.8	1500.8	9.20	30.1*	6.24	19.69	10.00	12.69	4.33
10.00	2.50	887.8	634.1	1585.3	1585.3	9.57	30.1*	6.29	19.68	10.00	12.99	4.48
10.00	2.60	902.5	644.6	1676.1	1676.1	9.97	30.0*	6.33	19.68	10.00	13.29	4.63
10.00	2.70	914.8	653.4	1764.3	1764.3	10.34	30.0*	6.37	19.67	10.00	13.58	4.78
10.00	2.80	929.4	663.8	1858.7	1858.7	10.73	29.9*	6.41	19.66	10.00	13.87	4.93
10.00	2.90	940.0	671.4	1947.1	1947.1	11.08	29.9*	6.45	19.59	10.00	14.14	5.08
10.00	3.00	951.9	679.9	2039.7	2039.7	11.44	29.8*	6.48	19.49	10.00	14.41	5.23

\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert  
 zul  $\sigma = \sigma_{G,k} / (\gamma_{R,\gamma} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{G,k} / (1.40 \cdot 1.00) = \sigma_{G,k} / 1.40$   
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	$\kappa$ [-]	Bezeichnung
■	20.0	12.0	37.5	1.3	100.0	0.00	1.000	Bodenaustausch
■	19.5	10.5	28.8	7.5	12.5	0.00	1.000	Deckschichten
■	20.0	11.0	32.5	2.5	50.0	0.00	1.000	Sand
■	20.0	12.0	37.5	1.3	100.0	0.00	1.000	Kiessand
■	19.0	10.0	35.0	0.0	70.0	0.00	1.000	Tertiäre Feinsande



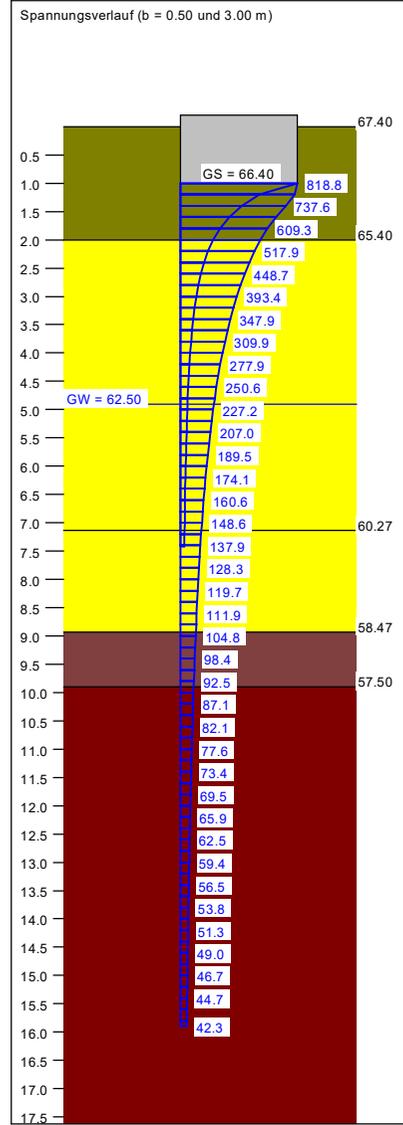
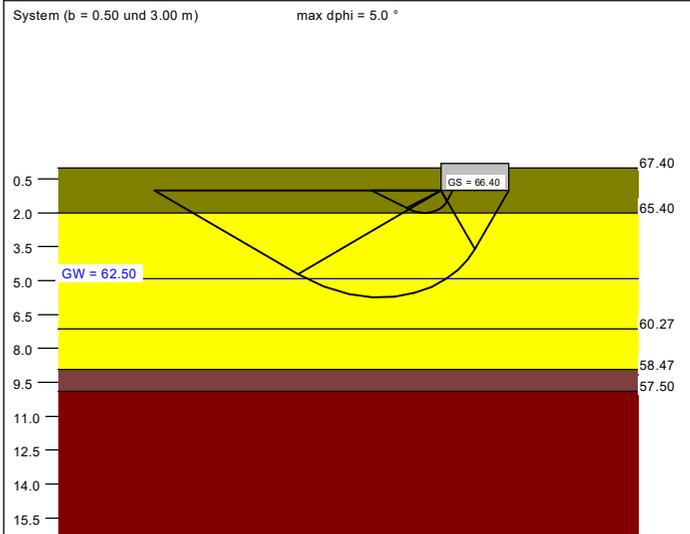
Kühn Geoconsulting  
Auf der Kaiserfuhr 39  
53127 Bonn

BV: Im Heidewinkel (BT A)

Bericht Nr. 2190609BG\_G01  
Anlage Nr. 3.2

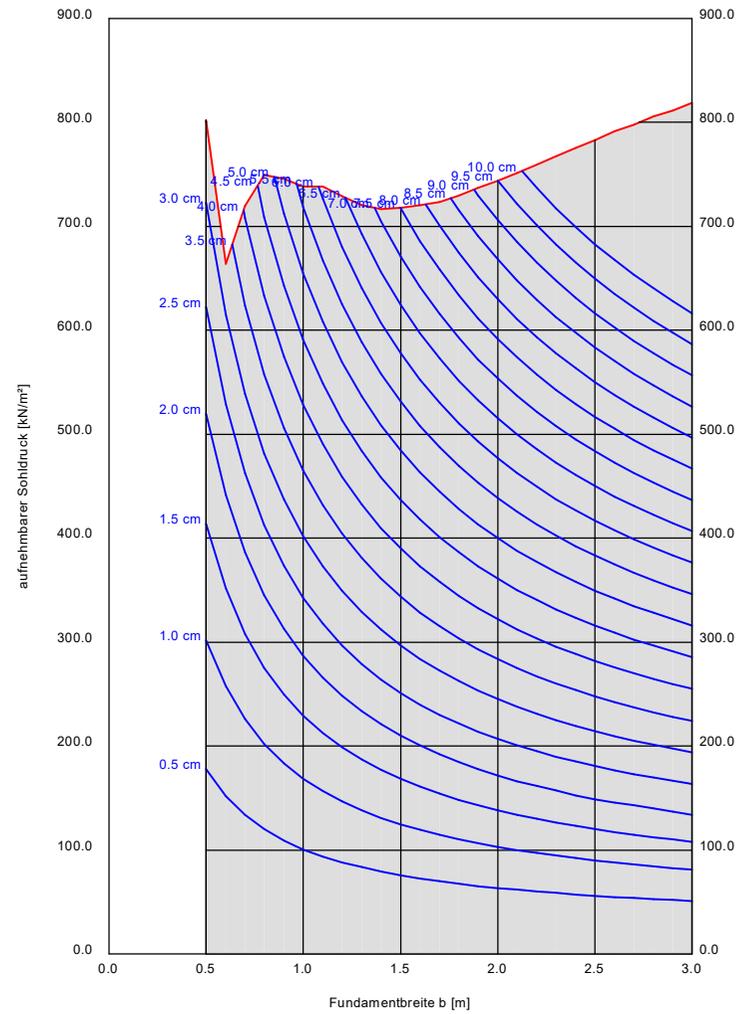
## Gründung im Bodenaustausch über Deckschichten Grundbruch-/Setzungenberechnungen

Einbindung  $\geq 1,0$  m



Berechnungsgrundlagen:  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.00$   
 $\gamma_Q = 1.00$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.000$   
 Oberkante Gelände = 67.40 m  
 Gründungssohle = 66.40 m  
 Grundwasser = 62.50 m  
 Grenztiefe mit  $p = 20.0$  %  
 Grenztiefe spannungsvariabel bestimmt  
 — aufnehmbarer Sohldruck  
 — Setzungen



a	b	$\sigma_{G,k}$	zul $\sigma$	zul R	$R_{n,d}$	s	cal $\phi$	cal c	$\gamma_2$	$\sigma_G$	$t_g$	UK LS
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[kN/m]	[cm]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]
10.00	0.50	1123.1	802.2	401.1	401.1	3.36	36.1*	1.30	20.00	20.00	7.41	2.00
10.00	0.60	929.2	663.7	398.2	398.2	3.25	33.8*	2.74	19.99	20.00	7.39	2.09
10.00	0.70	1007.6	719.7	503.8	503.8	4.07	33.8*	3.66	19.95	20.00	8.21	2.28
10.00	0.80	1049.0	749.3	599.4	599.4	4.77	33.7*	4.15	19.92	20.00	8.86	2.45
10.00	0.90	1044.1	745.8	671.2	671.2	5.24	33.2	4.50	19.89	20.00	9.30	2.60
10.00	1.00	1033.6	738.3	738.3	738.3	5.65	32.8*	4.76	19.86	20.00	9.68	2.75
10.00	1.10	1033.4	738.1	812.0	812.0	6.10	32.5*	4.98	19.84	20.00	10.08	2.91
10.00	1.20	1020.8	729.1	874.9	874.9	6.45	32.1*	5.16	19.82	20.00	10.41	3.05
10.00	1.30	1008.0	720.0	936.0	936.0	6.77	31.7*	5.31	19.80	20.00	10.72	3.20
10.00	1.40	1003.3	716.6	1003.3	1003.3	7.12	31.5*	5.45	19.79	20.00	11.04	3.34
10.00	1.50	1005.0	717.9	1076.8	1076.8	7.51	31.2*	5.57	19.77	20.00	11.38	3.49
10.00	1.60	1008.2	720.2	1152.3	1152.3	7.89	31.0*	5.67	19.76	20.00	11.71	3.63
10.00	1.70	1012.7	723.3	1229.7	1229.7	8.27	30.9*	5.77	19.75	20.00	12.03	3.78
10.00	1.80	1021.7	729.8	1313.7	1313.7	8.68	30.7*	5.86	19.74	20.00	12.37	3.93
10.00	1.90	1031.4	736.7	1399.7	1399.7	9.09	30.6*	5.94	19.73	20.00	12.70	4.08
10.00	2.00	1041.5	743.9	1487.8	1487.8	9.50	30.5*	6.01	19.72	20.00	13.02	4.23
10.00	2.10	1052.0	751.4	1577.9	1577.9	9.90	30.4*	6.08	19.71	20.00	13.33	4.38
10.00	2.20	1062.8	759.1	1670.1	1670.1	10.31	30.3*	6.14	19.70	20.00	13.64	4.53
10.00	2.30	1073.8	767.0	1764.2	1764.2	10.72	30.2*	6.19	19.69	20.00	13.95	4.68
10.00	2.40	1085.1	775.1	1860.2	1860.2	11.12	30.1*	6.24	19.69	20.00	14.25	4.83
10.00	2.50	1096.1	782.9	1957.3	1957.3	11.52	30.1*	6.29	19.66	20.00	14.54	4.98
10.00	2.60	1108.4	791.7	2058.4	2058.4	11.92	30.0*	6.33	19.56	20.00	14.84	5.13
10.00	2.70	1117.0	797.9	2154.3	2154.3	12.29	30.0*	6.37	19.43	20.00	15.10	5.28
10.00	2.80	1128.0	805.7	2256.0	2256.0	12.67	29.9*	6.41	19.29	20.00	15.38	5.43
10.00	2.90	1135.9	811.4	2353.0	2353.0	13.02	29.9*	6.45	19.14	20.00	15.64	5.58
10.00	3.00	1146.3	818.3	2456.3	2456.3	13.40	29.8*	6.48	18.99	20.00	15.90	5.73

\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert  
 zul  $\sigma = \sigma_{G,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{G,k} / (1.40 \cdot 1.00) = \sigma_{G,k} / 1.40$   
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	$\kappa$ [-]	Bezeichnung
■	20.0	12.0	37.5	1.3	100.0	0.00	1.000	Bodenaustausch
■	18.0	9.0	30.0	1.3	25.0	0.00	1.000	Auffüllung (md)
■	19.5	10.5	30.0	7.5	12.5	0.00	1.000	Deckschichten
■	20.0	11.0	32.5	2.5	50.0	0.00	1.000	Sand
■	20.0	12.0	37.5	1.3	100.0	0.00	1.000	Kiessand
■	19.0	10.0	35.0	0.0	70.0	0.00	1.000	Tertiäre Feinsande



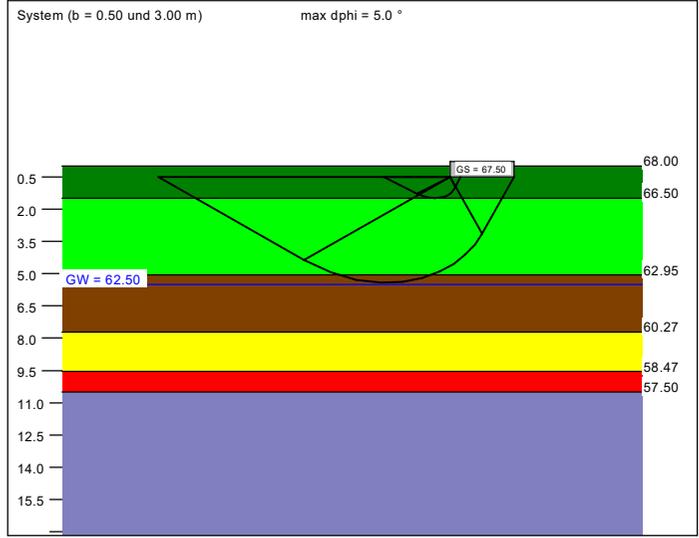
Kühn Geoconsulting  
Auf der Kaiserfuhr 39  
53127 Bonn

BV: Im Heidewinkel (BT B)

Bericht Nr.  
2190609BG\_G01

Anlage Nr. 3.3

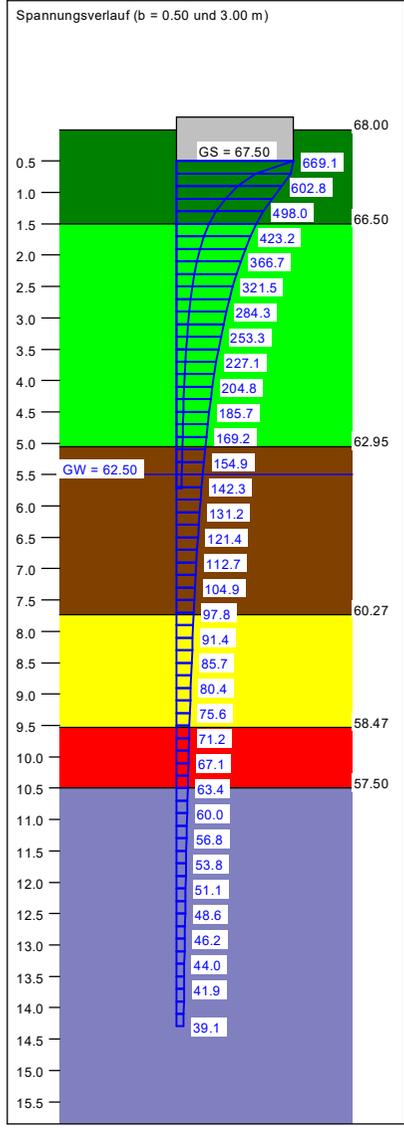
## Gründung im Bodenaustausch über Auffüllung Grundbruch-/Setzungenberechnungen



a	b	$\sigma_{gr,k}$	zul $\sigma$	zul R	$R_{n,d}$	s	cal $\phi$	cal c	$\gamma_2$	$\sigma_D$	$t_g$	UK LS
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[kN/m]	[cm]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]
10.00	0.50	729.5	521.0	260.5	260.5	1.21	36.1*	1.30	20.00	10.00	5.72	1.50
10.00	0.60	669.3	478.1	286.8	286.8	1.34	35.0*	1.30	19.91	10.00	5.99	1.64
10.00	0.70	681.1	486.5	340.6	340.6	1.65	34.6	1.30	19.77	10.00	6.52	1.82
10.00	0.80	671.2	479.4	383.5	383.5	1.88	34.1	1.30	19.64	10.00	6.90	1.97
10.00	0.90	668.9	477.8	430.0	430.0	2.14	33.7	1.30	19.53	10.00	7.29	2.13
10.00	1.00	671.7	479.8	479.8	479.8	2.41	33.4	1.30	19.42	10.00	7.68	2.29
10.00	1.10	677.3	483.8	532.2	532.2	2.65	33.1	1.30	19.33	10.00	8.06	2.45
10.00	1.20	681.1	486.5	583.8	583.8	2.87	32.9*	1.30	19.25	10.00	8.41	2.61
10.00	1.30	690.6	493.3	641.3	641.3	3.11	32.7*	1.30	19.18	10.00	8.77	2.77
10.00	1.40	701.1	500.8	701.1	701.1	3.35	32.5*	1.30	19.12	10.00	9.13	2.93
10.00	1.50	709.8	507.0	760.5	760.5	3.59	32.3*	1.30	19.06	10.00	9.46	3.08
10.00	1.60	715.6	511.2	817.9	817.9	3.80	32.1*	1.30	19.01	10.00	9.76	3.24
10.00	1.70	722.7	516.2	877.5	877.5	4.01	32.0*	1.30	18.96	10.00	10.06	3.39
10.00	1.80	733.2	523.7	942.7	942.7	4.25	31.8*	1.30	18.92	10.00	10.37	3.55
10.00	1.90	744.1	531.5	1009.9	1009.9	4.49	31.7*	1.30	18.88	10.00	10.68	3.70
10.00	2.00	755.4	539.6	1079.2	1079.2	4.73	31.6*	1.30	18.84	10.00	11.00	3.86
10.00	2.10	767.0	547.9	1150.5	1150.5	4.98	31.5*	1.30	18.81	10.00	11.31	4.02
10.00	2.20	778.8	556.3	1223.8	1223.8	5.22	31.4*	1.30	18.78	10.00	11.61	4.17
10.00	2.30	790.8	564.9	1299.2	1299.2	5.47	31.4*	1.30	18.75	10.00	11.92	4.33
10.00	2.40	802.9	573.5	1376.5	1376.5	5.73	31.3*	1.30	18.72	10.00	12.21	4.48
10.00	2.50	817.6	584.0	1459.9	1459.9	6.00	31.2*	1.30	18.70	10.00	12.52	4.64
10.00	2.60	829.9	592.8	1541.2	1541.2	6.25	31.2*	1.30	18.68	10.00	12.81	4.80
10.00	2.70	844.5	603.2	1628.7	1628.7	6.53	31.1*	1.30	18.65	10.00	13.11	4.96
10.00	2.80	877.2	626.6	1754.4	1754.4	6.96	31.1*	1.83	18.64	10.00	13.52	5.11
10.00	2.90	912.4	651.7	1890.1	1890.1	7.41	31.0*	2.37	18.63	10.00	13.95	5.27
10.00	3.00	936.8	669.1	2007.4	2007.4	7.79	31.0*	2.66	18.63	10.00	14.30	5.43

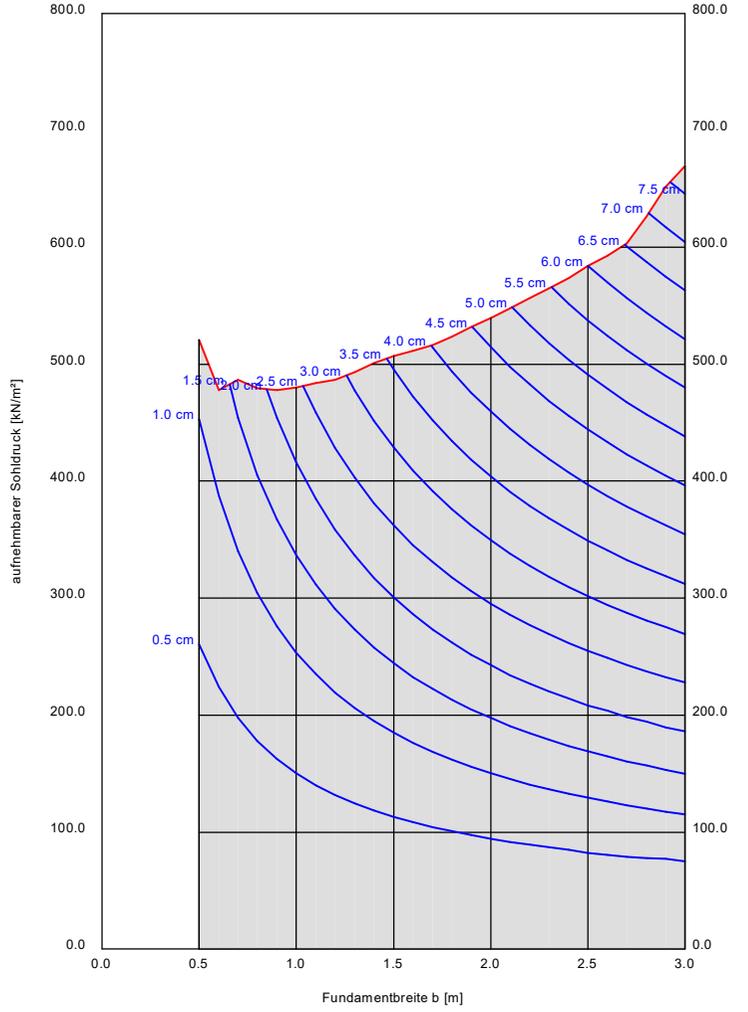
\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert  
zul  $\sigma = \sigma_{gr,k} / (\gamma_{R,k} \cdot \gamma_{G,Q}) = \sigma_{gr,k} / (1.40 \cdot 1.00) = \sigma_{gr,k} / 1.40$   
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

## Einbindung $\geq 0,5$ m



Berechnungsgrundlagen:  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,V} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.00$   
 $\gamma_Q = 1.00$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.000$   
 Oberkante Gelände = 68.00 m  
 Gründungssohle = 67.50 m  
 Grundwasser = 62.50 m  
 Grenztiefe mit  $p = 20.0\%$   
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
 — aufnehmbarer Sohldruck  
 — Setzungen



Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	$\kappa$ [-]	Bezeichnung
█	20.0	12.0	37.5	1.3	100.0	0.00	1.000	Bodenaustausch
█	18.0	9.0	30.0	1.3	25.0	0.00	1.000	Auffüllung (md)
█	19.5	10.5	30.0	7.5	12.5	0.00	1.000	Deckschichten
█	20.0	11.0	32.5	2.5	50.0	0.00	1.000	Sand
█	20.0	12.0	37.5	1.3	100.0	0.00	1.000	Kiessand
█	19.0	10.0	35.0	0.0	70.0	0.00	1.000	Tertiäre Feinsande



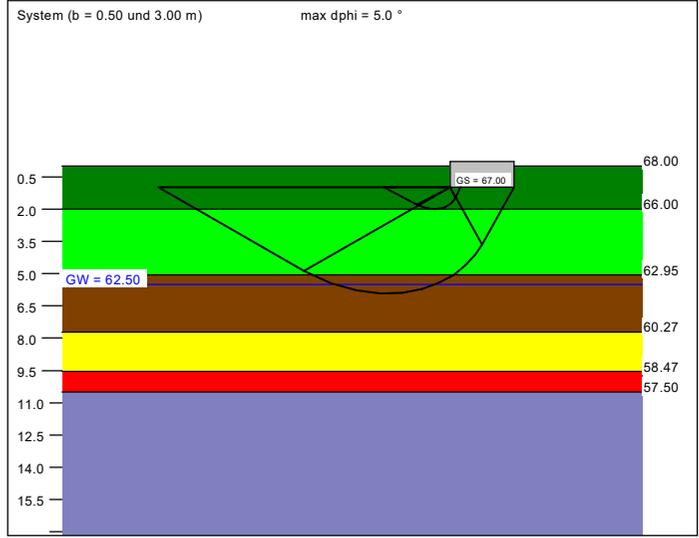
Kühn Geoconsulting  
Auf der Kaiserfuhr 39  
53127 Bonn

BV: Im Heidewinkel (BT B)

Bericht Nr.  
2190609BG\_G01

Anlage Nr. 3.4

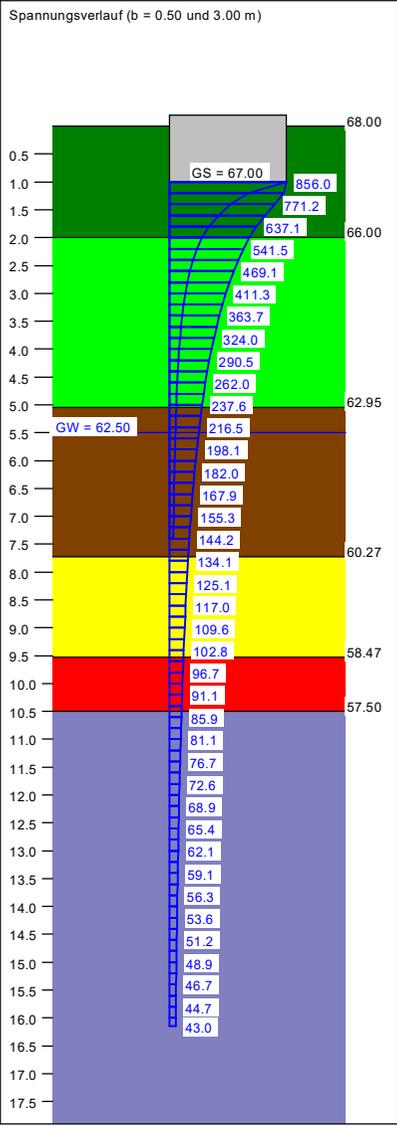
## Gründung im Bodenaustausch über Auffüllung Grundbruch-/Setzungenberechnungen



a	b	$\sigma_{gr,k}$	zul $\sigma$	zul R	$R_{n,d}$	s	cal $\phi$	cal c	$\gamma_2$	$\sigma_D$	$t_g$	UK LS
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[kN/m]	[cm]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]
10.00	0.50	1123.1	802.2	401.1	401.1	2.22	36.1*	1.30	20.00	20.00	7.40	2.00
10.00	0.60	1012.6	723.3	434.0	434.0	2.39	35.0*	1.30	19.91	20.00	7.66	2.14
10.00	0.70	1012.6	723.3	506.3	506.3	2.76	34.6	1.30	19.77	20.00	8.21	2.32
10.00	0.80	983.7	702.7	562.1	562.1	3.01	34.1	1.30	19.64	20.00	8.60	2.47
10.00	0.90	967.8	691.3	622.2	622.2	3.28	33.7	1.30	19.53	20.00	8.99	2.63
10.00	1.00	960.6	686.2	686.2	686.2	3.57	33.4	1.30	19.42	20.00	9.38	2.79
10.00	1.10	958.3	684.5	753.0	753.0	3.85	33.1	1.30	19.33	20.00	9.75	2.95
10.00	1.20	954.4	681.7	818.0	818.0	4.11	32.9*	1.30	19.25	20.00	10.09	3.11
10.00	1.30	958.9	684.9	890.4	890.4	4.40	32.7*	1.30	19.18	20.00	10.45	3.27
10.00	1.40	965.4	689.6	965.4	965.4	4.70	32.5*	1.30	19.12	20.00	10.82	3.43
10.00	1.50	969.8	692.7	1039.1	1039.1	4.98	32.3*	1.30	19.06	20.00	11.17	3.58
10.00	1.60	970.9	693.5	1109.6	1109.6	5.23	32.1*	1.30	19.01	20.00	11.49	3.74
10.00	1.70	974.0	695.7	1182.7	1182.7	5.50	32.0*	1.30	18.96	20.00	11.80	3.89
10.00	1.80	982.0	701.4	1262.5	1262.5	5.78	31.8*	1.30	18.92	20.00	12.13	4.05
10.00	1.90	990.7	707.7	1344.5	1344.5	6.07	31.7*	1.30	18.88	20.00	12.45	4.20
10.00	2.00	1000.1	714.4	1428.7	1428.7	6.36	31.6*	1.30	18.84	20.00	12.76	4.36
10.00	2.10	1010.1	721.5	1515.1	1515.1	6.65	31.5*	1.30	18.81	20.00	13.08	4.52
10.00	2.20	1020.5	728.9	1603.7	1603.7	6.95	31.4*	1.30	18.78	20.00	13.38	4.67
10.00	2.30	1031.3	736.7	1694.3	1694.3	7.24	31.4*	1.30	18.75	20.00	13.68	4.83
10.00	2.40	1042.5	744.6	1787.1	1787.1	7.54	31.3*	1.30	18.72	20.00	13.98	4.98
10.00	2.50	1083.9	774.2	1935.5	1935.5	8.07	31.2*	2.01	18.70	20.00	14.44	5.14
10.00	2.60	1113.5	795.4	2068.0	2068.0	8.51	31.2*	2.48	18.70	20.00	14.83	5.30
10.00	2.70	1141.4	815.3	2201.2	2201.2	8.95	31.1*	2.81	18.69	20.00	15.20	5.46
10.00	2.80	1161.9	829.9	2323.8	2323.8	9.34	31.1*	3.04	18.67	20.00	15.53	5.61
10.00	2.90	1182.2	844.4	2448.8	2448.8	9.72	31.0*	3.24	18.58	20.00	15.85	5.77
10.00	3.00	1198.4	856.0	2568.0	2568.0	10.07	31.0*	3.42	18.48	20.00	16.15	5.93

\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert  
 $zul \sigma = \sigma_{gr,k} / (\gamma_{R,d} \cdot \gamma_{G,Q}) = \sigma_{gr,k} / (1.40 \cdot 1.00) = \sigma_{gr,k} / 1.40$   
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten (G+Q) [-] = 0.50

## Einbindung $\geq 1,0$ m



Berechnungsgrundlagen:  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.00$   
 $\gamma_Q = 1.00$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.000$   
 Oberkante Gelände = 68.00 m  
 Gründungssohle = 67.00 m  
 Grundwasser = 62.50 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
 — aufnehmbarer Sohldruck  
 — Setzungen

