

# Stadt Hennef

***InHK Stadt Blankenberg  
Neubau Kultur- und Heimathaus, Feuerwehrhaus  
(inkl. Alternativstandort) und Bauhütte***

Baugrundgutachten

Projekt - Nr. 2180533 BG G02

Bonn, 28.02.2019

Marius Römer, M.Sc. Geow.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Auftrag und Unterlagen</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Durchgeführte Untersuchung</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Untersuchungsergebnisse</b> .....	<b>3</b>
<b>3.1 Morphologie, Historie und Geologie</b> .....	<b>3</b>
3.1.1 <i>Morphologie</i> .....	3
3.1.2 <i>Bestand</i> .....	3
3.1.3 <i>Geologie</i> .....	3
3.1.4 <i>Erdbeben</i> .....	4
3.2 <i>Hydrogeologie</i> .....	4
3.3 <i>Schichtbeschreibung</i> .....	5
3.3.1 <i>Kultur- und Heimathaus</i> .....	5
3.3.1.1 <i>Auffüllung</i> .....	5
3.3.1.2 <i>Deckschichten</i> .....	5
3.3.1.3 <i>Kiessande der Hauptterrasse</i> .....	7
3.3.1.4 <i>Verwitterter Fels / Fels</i> .....	8
3.3.2 <i>Feuerwehrhaus (Standort e)</i> .....	9
3.3.2.1 <i>Auffüllung</i> .....	9
3.3.2.2 <i>Deckschichten</i> .....	9
3.3.2.3 <i>Kiessande der Hauptterrasse</i> .....	10
3.3.2.4 <i>Verwitterter Fels / Fels</i> .....	10
3.3.3 <i>Feuerwehrhaus (Standort d)</i> .....	11
3.3.3.1 <i>Auffüllung</i> .....	11
3.3.3.2 <i>Deckschichten</i> .....	11
3.3.3.3 <i>Kiessande der Hauptterrasse</i> .....	13
3.3.3.4 <i>Verwitterter Fels / Fels</i> .....	13
3.3.4 <i>Bauhütte</i> .....	14
3.3.4.1 <i>Auffüllung</i> .....	14
3.3.4.2 <i>Deckschichten</i> .....	14
3.3.4.3 <i>Kiessande der Hauptterrasse</i> .....	15
3.3.4.4 <i>Verwitterter Fels / Fels</i> .....	15
3.3.5 <i>Zufahrt</i> .....	16
3.3.5.1 <i>Auffüllung</i> .....	16
3.3.5.2 <i>Deckschichten</i> .....	16
3.3.5.3 <i>Kiessande der Hauptterrasse</i> .....	17
3.3.5.4 <i>Verwitterter Fels / Fels</i> .....	18
3.3.6 <i>Charakteristische Baugrundkennwerte und Bodenklassen</i> .....	19
<b>4 Gründung</b> .....	<b>22</b>
4.1 <i>Gründungssituation und Gründungsempfehlungen</i> .....	22
4.1.1 <i>Allgemeine Situation</i> .....	22
4.1.2 <i>Gründungssituation und Gründungsempfehlungen Kultur- und Heimathaus</i> .....	23
4.1.3 <i>Gründungssituation und Gründungsempfehlungen Feuerwehrhaus (Standort d)</i> .....	24
4.1.4 <i>Gründungssituation und Gründungsempfehlungen Feuerwehrhaus (Standort e)</i> .....	24
4.1.5 <i>Gründungssituation und Gründungsempfehlungen Bauhütte</i> .....	24
4.2 <i>Gründung der Gebäude in den Deckschichten (Vorbemessung; Anlage 4.1)</i> .....	24
4.2.1 <i>Aufnehmbare Sohldrücke</i> .....	25

<b>4.3 Gründung der Gebäude in den Kiessanden (Vorbemessung; Anlage 4.2) .....</b>	<b>27</b>
<b>4.3.1 Aufnehmbare Sohldrücke .....</b>	<b>27</b>
<b>4.4 Gründung der Gebäude in einem Bodenaufbau über den Deckschichten (Vorbemessung; Anlage 4.3).....</b>	<b>29</b>
<b>4.4.1 Aufnehmbare Sohldrücke .....</b>	<b>29</b>
<b>4.5 Straßenoberbau der geplanten Park- und Stellflächen am Feuerwehrhaus .....</b>	<b>31</b>
<b>4.5.1 Situation im Bereich der geplanten Park- und Stellflächen.....</b>	<b>31</b>
<b>4.5.2 Geplanter Aufbau und Bemessung des Straßenoberbaus nach RStO-12.....</b>	<b>31</b>
<b>4.5.3 Aufbau des Planums .....</b>	<b>32</b>
<b>4.5.4 Geplanter frostsicherer Oberbau .....</b>	<b>32</b>
<b>4.5.5 Hinweise zur Ausbildung des Oberbaus .....</b>	<b>33</b>
<b><u>5 Hinweise zur Bauausführung .....</u></b>	<b><u>34</u></b>
<b>5.1 Aushub .....</b>	<b>34</b>
<b>5.2 Planum.....</b>	<b>34</b>
<b>5.3 Wiederverfüllung/Flächenaufbau/Bodenaustausch .....</b>	<b>35</b>
<b>5.4 Böschungen während der Bauzeit .....</b>	<b>35</b>
<b>5.5 Wasserhaltung.....</b>	<b>36</b>
<b>5.6 Abdichtung und Auftriebssicherheit.....</b>	<b>36</b>
<b><u>6 Bewertung Bodenaushub .....</u></b>	<b><u>38</u></b>
<b><u>7 Schlussbemerkung .....</u></b>	<b><u>39</u></b>

## **1 Auftrag und Unterlagen**

Am 10.01.2019 beauftragte die Stadt Hennef die Kühn Geoconsulting GmbH, die Baugrundsituation für die Errichtung des geplanten Kultur- und Heimathauses, des geplanten Feuerwehrhauses (Standort e und Standort d), sowie der geplanten Bauhütte und der geplanten Zufahrt an der Eitorfer Straße in Hennef-Stadt Blankenberg zu erkunden und ein Baugrundgutachten zu erstellen. Da sich das Projekt zum Verfassungszeitpunkt des Baugrundgutachtens in der Wettbewerbsphase befindet, liegt noch keine Planung der Gebäude vor. In Abstimmung mit dem Büro neubig hubacher soll sowohl eine unterkellerte als auch eine nicht-unterkellerte Variante des Kultur- und Heimathauses und des Feuerwehrhauses untersucht werden.

Zur Durchführung standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [U1]: neubig hubacher Architekten**  
Machbarkeitsstudie Kultur- und Heimathaus Blankenberg  
Varianten d und e  
Maßstab: 1:500  
Stand: o.A.
  
- [U2]: Vermessungsbüro Dipl.-Ing. B. Alex**  
Topographische vom Juni-Juli 2018 im Maßstab 1:250  
Gemarkung: Blankenberg  
Stand: Juni/Juli 2018

## **2 Durchgeführte Untersuchung**

Am 14.02.2019, 15.02.2019, 18.02.2019 und 19.02.2019 (insgesamt 7 An- und Abfahrten, damit tlw. mit zwei Bohrtrupps gearbeitet wurde) wurden auf dem Grundstück insgesamt 22 Rammkernsondierungen (RKS 1 bis RKS 22) mit Tiefen bis 6,20 m sowie 8 mittelschwere Rammsondierungen (DPM 1 bis DPM 8) bis 5,40 m durchgeführt. Die Zuordnung der einzelnen Untersuchungspunkte zu den geplanten Gebäuden ist in der Tabelle 1 auf Seite 3 zu sehen.

Die Bohr- und Rammansatzpunkte wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Der Höhenbezug war die Oberkante Fußboden (Erdgeschoss) des bestehenden Feuerwehrhauses mit einer in [U2] angegebenen EFH von 175,95m ü. NHN sowie ein Kanaldeckel auf der Eitorfer Straße mit einer in [U2] angegebenen Deckelhöhe von 169,43 m ü. NHN. Alle Maße und Höhen sind vor Baubeginn und im Zuge der weiteren Planung verantwortlich zu überprüfen.

An 22 aus den Bohrungen entnommenen Bodenproben wurden im Labor die Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1:2014-03 ermittelt. Zudem wurden an drei Proben die Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18122:1997-01 bestimmt. Die Untersuchungsergebnisse sind in den

Anlagen 1 (Lageplan), 2 (Bohrprofile), 3 (Konsistenzgrenzen) und 4 (Grundbruch-/Setzungsberechnungen) dargestellt.

Zusätzlich wurden die entsprechenden historischen, geologischen und hydrogeologischen Karten ausgewertet.

### **3 Untersuchungsergebnisse**

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

##### **3.1.1 Morphologie**

Die untersuchte Fläche liegt in Hennef-Stadt Blankenberg und umfasst die Flurstücke 9, 54, 55 sowie Teile der Flurstücke 56, 58 und 59 der Flur 7 in der Gemarkung Blankenberg.

Das Gelände weist nach den Baugrunduntersuchungen Geländehöhen zwischen 169,19 m ü. NHN und 179,43 m ü. NHN und steigt von Norden (Eitorfer Straße) nach Süden an.

Die derzeitigen Geländehöhen im Bereich der einzelnen Baufelder sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: vorhandene Geländehöhen im Bereich der Baufelder

<b>Bauteil</b>	<b>Sondierungspunkte</b>	<b>Geländehöhe min. [m ü. NHN]</b>	<b>Geländehöhe max. [m ü. NHN]</b>	<b>Differenz [m]</b>
Kultur- und Heimathaus	RKS 13 bis RKS 21	172,35	175,93	3,6
Feuerwehrhaus Standort e	RKS 8 bis RKS 12	172,14	173,83	1,7
Feuerwehrhaus Standort d	RKS 1, RKS 2, RKS 7 bis RKS 9	176,05	178,29	2,2
Bauhütte	RKS 3 bis RKS 5	174,88	175,41	0,5

##### **3.1.2 Bestand**

Das Grundstück ist derzeit mit einem teilunterkellerten Feuerwehrhaus mit einer Erdgeschossfußbodenhöhe EFH = 177,46 m ü. NHN [U2] bebaut.

Auf dem Grundstück des Feuerwehrhauses ist die Geländeoberfläche zum Teil mit einer Schwarzdecke versiegelt. Der übrige Bereich wird als Grünfläche genutzt. Das angrenzende Flurstück wird derzeit als Wiese genutzt.

##### **3.1.3 Geologie**

Nach der geologischen Karte, Blatt 5210 Eitorf, wird der Untergrund im untersuchten Grundstück aus Schluff- und Tonsteinen mit Sandsteinbänken der Wahnbach-Schichten (Unterdevon) gebildet. Darüber folgen lokal Reste der älteren Hauptterrasse der Sieg sowie lehmige Deckschichten (Löss/Lösslehm). Den Abschluss des natürlichen Bodenprofils bildet der Oberboden. Durch die derzeitige Nutzung finden sich auch aufgefüllte Böden.

Aufgrund der Untergrundverhältnisse und der möglichen geplanten Unterkellerung wird das Bauvorhaben in die geotechnische Kategorie 2 nach DIN 1054 eingestuft.

### **3.1.4 Erdbeben**

Nach Darstellung der Karte zu den Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen der Bundesrepublik Deutschland zur DIN 4149, Blatt Nordrhein-Westfalen im Maßstab 1:350.000 (Ausgabe Juni 2006), gehört die Gemarkung Blankenberg zur Erdbebenzone 0 und Untergrundklasse R. Weiterhin sind aufgrund der o.g. Untergrundverhältnisse unter Berücksichtigung der DIN 4149 (Ausgabe April 2005), Abs. 5.2.3 die Baugrundklasse B (Kiessande, verw. Fels / Fels) und C (verlehnte Kiessande, Deckschichten) anzusetzen.

### **3.2 Hydrogeologie**

In den zwischen dem 14.02.2019 und 19.02.2019 durchgeführten Geländeuntersuchungen wurde in der Bohrung RKS 2 in 0,60 m Tiefe vernässte Bereiche festgestellt. Dieser Wasserstand stieg im Laufe der Bohrung auf 0,50 m u. GOK an, sodass davon auszugehen ist, dass es sich hierbei um gespanntes Schichtwasser handelt, das sich in den gering-durchlässigen Deckschichten aufstaut. In den weiteren, bis 6,20 m unter Gelände reichenden Bohrungen wurden keine freien Wasserstände angetroffen.

Im näheren und weiteren Umfeld des geplanten Bauvorhabens befinden sich keine Grundwassermessstellen, sodass ein statistisch abgesicherter Wasserstand nicht angegeben werden kann. Als lokaler Grundwasserleiter dienen die nicht-bindigen Bereiche der Kiessande der Hauptterrasse, in denen sich witterungsabhängig Niederschlagswasser aufstauen kann. Zusätzlich sind Wasserwegsamkeiten entlang von Kluft- und Schichtflächen des Festgesteins zu erwarten. Prinzipiell muss daher mit Hang-/Schichtwasser in den Kiessanden und der Auffüllung gerechnet werden. Für die Bemessung der Abdichtung und der Auftriebssicherheit empfehlen wir daher einen Wasserstand auf der Geländeoberkante anzusetzen.

Das Grundstück liegt außerhalb von festgesetzten und geplanten Wasserschutzgebieten.

### 3.3 Schichtbeschreibung

Im Folgenden die Schichtbeschreibungen für die Bereiche der einzelnen Bauteile aufgeführt.

#### 3.3.1 Kultur- und Heimathaus

##### 3.3.1.1 Auffüllung

Im Bereich des geplanten Kultur- und Heimathauses (KHH) wurden in den Rammkernsondierungen RKS 13, RKS 14, RKS 16, RKS 17 und RKS 21 aufgefüllte Böden bis in Tiefen von 0,40 m (RKS 16) und 1,90 m (RKS 13) angetroffen. An den Sondierpunkten RKS 15, RKS 18 und RKS 19 wurden keine Auffüllungen erbohrt.

Die Auffüllung setzt sich aus sandigen, schwach bis stark schluffigen Kiesen (Tragschicht der Oberflächenbefestigung) und feinsandigen, schwach tonigen, schwach kiesigen Schluffen zusammen, die oberflächlich auch humose Anteile aufweisen. Zusätzlich treten untergeordnet auch anthropogene Fremdbestandteile wie Ziegelbruch, Asphaltbruch, Magerbeton und Bauschuttreste auf.

Die nicht-bindige Auffüllung ist nach den Bohrwiderständen locker bis mitteldicht gelagert. Die bindige Auffüllung weist nach der Bohrgutansprache eine steife Konsistenz auf.

#### Geotechnische Kennwerte für den Entwurf: Auffüllung

Raumgewicht (erdfeucht)	18,0	-	20,0	kN/m <sup>3</sup>
Raumgewicht (unter Auftrieb)	9,0	-	11,0	kN/m <sup>3</sup>
Kohäsion	2,5	-	0,0	kN/m <sup>2</sup>
Reibungswinkel	27,5	-	30,0	°
Steifeziffer	7,5	-	12,5	MN/m <sup>2</sup>

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

Raumgewicht	17,0	-	21,0	kN/m <sup>3</sup>
Lagerungsdichte D	0,1	-	0,7	kN/m <sup>2</sup>

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

Raumgewicht	17,0	-	21,0	kN/m <sup>3</sup>
Undrained Scherfestigkeit	50,0	-	200,0	kN/m <sup>2</sup>
Wassergehalte	10,0	-	40,0	%
Plastizitätszahl	10,0	-	20,0	%
Konsistenzgrenzen	0,5	-	1,3	

##### 3.3.1.2 Deckschichten

Die Deckschichten im Bereich des Kultur- und Heimathauses reichen bis in Tiefen von ca. 2,40 m (RKS 20) bis 5,50 m (RKS 17) unter GOK bzw. bis 172,67 m ü. NHN (RKS 15) und 167,35 m ü. NHN (RKS 19) und weisen Dicken von 2,30 m (RKS 13) bis 5,00 m (RKS 19) auf.

Bei den Deckschichten handelt es sich um wahrscheinlich umgelagerte Löss/Lösslehme, welche sich aus feinsandigen, tlw. schwach tonigen und schwach kiesigen Schluffen zusammensetzen. Auch primäre Lösslagen sind möglich.

An den Sondierungspunkten RKS 15, RKS 17, RKS 18 und RKS 19 wurde oberflächlich ein humoser Oberboden mit Dicken zwischen 0,10 m (RSK 19) und 0,40 m (RKS 15) angetroffen.

An neun Proben aus den Deckschichten wurden die Wassergehalte ermittelt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Ermittelte Wassergehalte der Deckschichten im Bereich des Kultur- und Heimathauses

Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Wassergehalt [%]	Konsistenz nach Bohrgut- ansprache
RKS 13/5	1,9-2,9	18,5	Steif
RKS 14/4	0,5-1,7	24,4	Steif
RKS 15/2	0,4-1,3	23,0	Steif
RKS 16/2	0,4-1,2	21,3	Steif
RKS 17/3	0,7-1,7	27,6	Weich bis Steif
RKS 18/2	0,3-1,4	24,6	Steif
RKS 19/2	0,1-1,0	22,6	Steif
RKS 20/2	0,6-1,6	24,2	Steif
RKS 21/3	0,7-1,4	23,0	Steif

Somit liegen die ermittelten Wassergehalte zwischen 18,5 % und 27,6 %- Bei den o.g. Wassergehalten weisen die Deckschichten überwiegend eine steife Konsistenz auf. Lokal (z.B. RKS 17) kommen auch weich bis steife Bereiche vor.

#### 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	10,0	-	5,0	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>
Undrainierte Scherfestigkeit	50,0	-	200,0	kN/m <sup>2</sup>
Wassergehalte	10,0	-	30,0	%
Plastizitätszahl	5,0	-	20,0	%
Konsistenzzahl	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.

### 3.3.1.3 Kiessande der Hauptterrasse

Die verlehmtten Kiessande der Hauptterrasse wurden im Bereich des geplanten Kultur- und Heimathauses an den Untersuchungspunkten RKS 14 und RKS 16 angetroffen. Sie beginnen ab 3,20 m (RKS 16) bis 4,20 m (RKS 14) unter GOK bzw. ab 172,67 m ü. NHN (RKS 16) bis 170,00 m ü. NHN (RKS 14) und weisen in der RKS 14 eine Dicke von 0,60 m auf. In der RKS 16 wurden die Kiessande aufgrund der hohen Bohrwiderstände nicht durchteuft. In den RKS 13, RKS 15 und RKS 17 bis RKS 21 wurden die Kiessande nicht angetroffen.

Die Kiessande der Hauptterrasse setzen sich aus schwach schluffigen bis schluffigen, sandigen Kiesen zusammen.

Prinzipiell können auch Lehmlinsen, stärker lehmige Abschnitte, Steinlagen, Blocklagen und stark verkittete Bereiche auftreten.

Die Kiessande sind nach den Bohrwiderständen und den durchgeführten mittelschweren Rammsondierungen dicht gelagert.

#### **Geotechnische Kennwerte für den Entwurf: nicht-bindige Kiessande (Hauptterrasse)**

Raumgewicht (erdfeucht)	19,0	-	21,0	kN/m <sup>3</sup>
Raumgewicht (unter Auftrieb)	11,0	-	13,0	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: nicht-bindige Kiessand (Hauptterrasse)**

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

#### **Bautechnische Kennwerte für Homogenbereiche: verlehmtte Kiessande (Hauptterrasse)**

Raumgewicht	17,0	-	21,0	kN/m <sup>3</sup>
Undränierete Scherfestigkeit	50,0	-	200,0	kN/m <sup>2</sup>
Wassergehalte	10,0	-	40,0	%
Plastizitätszahl	10,0	-	20,0	%
Konsistenzgrenzen	0,5	-	1,3	

### 3.3.1.4 Verwitterter Fels / Fels

Die Oberkante der Felsverwitterungszone wurden ab Tiefen zwischen 2,40 m (RKS 20) und 5,50 m (RKS 17) unter Gelände bzw. bezogen auf NHN ab 172,67 m ü. NHN (RKS 15) bis 167,35 m ü. NHN (RKS 19) angetroffen und nicht durchteuft. In der RKS 16 wurde der verwitterte Fels nicht erreicht.

Bei dem verwitterten Fels handelt es sich nach den Rammkernsondierungen um Sandsteinfels.

Erfahrungsgemäß liegt der Übergang zwischen dem verwitterten und angewitterten Fels dort, wo bei den Rammkernsondierungen kein Bohrfortschritt vorhanden ist. Demnach beträgt die Dicke der Verwitterungszone ca. 0,20 m (RKS 15) bis 1,00 m (RKS 20). Allerdings kann auch beim Antreffen von z. B. von verkippten Felsblöcken kein Bohrfortschritt erzielt werden, sodass diese Angabe nur überschlägig gilt.

Der Übergang zwischen dem verwitterten und angewitterten Fels ist fließend, so dass eine scharfe Abgrenzung nicht möglich ist. Die Verwitterungstiefe des Felses kann in Abhängigkeit von der Zusammensetzung, der Schichtung und Klüftung sowie der Exposition wechseln. Daher kann der tatsächliche Verlauf der Schichtgrenzen von den in den Profilen dargestellten Schichtgrenzen abweichen. Die Bestimmung des Schicht- und Kluffeinfalls ist anhand der Kleinbohrungen nicht möglich, sodass hierzu Schürfe durchgeführt werden müssen.

Auf das sehr schwere Bohren in der Fels-Verwitterungszone/Fels-Zone wird hingewiesen. Rammungen sind ohne Vorbohrungen nicht möglich.

#### **Geotechnische Kennwerte für den Entwurf: Verwitterter Fels**

Raumgewicht (erdfeucht)	21,0	-	23,0	kN/m <sup>3</sup>
Raumgewicht (unter Auftrieb)	11,0	-	13,0	
Ersatzkohäsion	20,0	-	10,0	kN/m <sup>2</sup>
Ersatzreibungswinkel	30,0	-	35,0	°
Steifeziffer	80,0	-	120,0	MN/m <sup>2</sup>

#### **Geotechnische Kennwerte für den Entwurf: Angewitterter Fels / Fels**

Raumgewicht (erdfeucht)	23,0	-	25,0	kN/m <sup>3</sup>
Raumgewicht (unter Auftrieb)	13,0	-	15,0	
Ersatzkohäsion	30,0	-	20,0	kN/m <sup>2</sup>
Ersatzreibungswinkel	30,0	-	40,0	°
Steifeziffer	>300,0	-		MN/m <sup>2</sup>

#### **Bautechnische Kennwerte für Homogenbereiche: Verwitterter Fels / Angewitterter Fels / Fels**

Angabe der bautechnischen Kennwerte erst nach weiteren Untersuchungen (z.B. Schürfe, Großbohrungen) möglich

### 3.3.2 Feuerwehrhaus (Standort e)

#### 3.3.2.1 Auffüllung

Im Bereich des geplanten Feuerwehrhauses (Standort e) wurden keine aufgefüllten Böden angetroffen

#### 3.3.2.2 Deckschichten

Die Deckschichten im Bereich des geplanten Feuerwehrhauses (Standort e) reichen bis in Tiefen von ca. 2,50 m (RKS 8) bis 5,30 m (RKS 10) unter GOK bzw. bis 174,84 m ü. NHN (RKS 8) und 173,79 m ü. NHN (RKS 9).

Bei den Deckschichten handelt es sich um wahrscheinlich umgelagerte Löss/Lösslehme, welche sich aus feinsandigen, tlw. schwach tonigen bis tonigen und schwach kiesigen Schluffen zusammensetzen, oder um primäre Lösslagen.

An allen Sondierungspunkten (RKS 8 bis RKS 12) wurde oberflächlich ein humoser Oberboden mit Dicken zwischen 0,30 m (RSK 8, RKS 10, RKS 11) und 0,50 m (RKS 9) angetroffen.

An fünf Proben aus den Deckschichten wurden die Wassergehalte ermittelt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Ermittelte Wassergehalte der Deckschichten im Bereich des Feuerwehrhaus (Standort e)

Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Wassergehalt [%]	Konsistenz nach Bohrgut- ansprache
RKS 8/3	1,9-2,9	21,0	Steif
RKS 9/5	0,5-1,7	20,2	Steif
RKS 10/4	0,4-1,3	21,1	Steif-Halbfest
RKS 11/3	0,4-1,2	23,2	Steif
RKS 12/3	0,7-1,7	19,4	Steif-Halbfest

Somit liegen die ermittelten Wassergehalte zwischen 19,4 % und 23,2 %- Bei den o.g. Wassergehalte weisen die Deckschichten überwiegend eine steife Konsistenz auf. Lokal (z.B. RKS 10 und RKS 12) kommen auch steif bis halbfeste Bereiche vor.

Die Geotechnischen Kennwerte für den Entwurf und die Bautechnischen Kennwerte für die Homogenbereiche können Abschnitt 3.3.1.2 entnommen werden.

#### **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.

### **3.3.2.3 Kiessande der Hauptterrasse**

Die Kiessande der Hauptterrasse wurden im Bereich des geplanten Feuerwehrhauses (Standort e) ab 2,50 m (RKS 8) bis 5,30 m (RKS 10) unter GOK bzw. ab 174,84 m ü. NHN (RKS 8) bis 173,79 m ü. NHN (RKS 9) angetroffen und weisen in den RKS 9 bis RKS 10 eine Dicke von 0,50 m (RKS 9, RKS 10) bis 2,00 m (RKS 8) auf. In den RKS 11 und RKS 12 wurden die Kiessande aufgrund der hohen Bohrwiderstände nicht durchteuft.

Die Kiessande der Hauptterrasse setzen sich aus schwach schluffigen bis schluffigen, sandigen Kiesen zusammen.

Prinzipiell können auch Lehmlinsen, stärker lehmige Abschnitte, Steinlagen, Blocklagen und stark verkittete Bereiche auftreten.

Die Kiessande sind nach den Bohrwiderständen und den durchgeführten mittelschweren Rammsondierungen dicht gelagert.

Die Geotechnischen Kennwerte für den Entwurf und die Bautechnischen Kennwerte für die Homogenbereiche können Abschnitt 3.3.1.3 entnommen werden.

### **3.3.2.4 Verwitterter Fels / Fels**

Die Oberkante der Felsverwitterungszone wurden ab Tiefen zwischen 4,50 m (RKS 8) und 5,80 m (RKS 10) unter Gelände bzw. bezogen auf NHN ab 173,63 m ü. NHN (RKS 10) bis 172,84 m ü. NHN (RKS 8) angetroffen und nicht durchteuft. In den RKS 11 und RKS 12 wurde der verwitterte Fels nicht erreicht.

Bei dem verwitterten Fels handelt es sich nach den Rammkernsondierungen um Sandsteine, Schluffsteine und Tonsteine.

Erfahrungsgemäß liegt der Übergang zwischen dem verwitterten und angewitterten Fels dort, wo bei den Rammkernsondierungen kein Bohrfortschritt vorhanden ist. Demnach beträgt die Dicke der Verwitterungszone ca. 0,40 m (RKS 10) bis 0,70 m (RKS 8). Allerdings kann auch beim Antreffen von z. B. von verkippten Felsblöcken kein Bohrfortschritt erzielt werden, sodass

diese Angabe nur überschlägig gilt.

Der Übergang zwischen dem verwitterten und angewitterten Fels ist fließend, so dass eine scharfe Abgrenzung nicht möglich ist. Die Verwitterungstiefe des Felses kann in Abhängigkeit von der Zusammensetzung, der Schichtung und Klüftung sowie der Exposition wechseln. Daher kann der tatsächliche Verlauf der Schichtgrenzen von den in den Profilen dargestellten Schichtgrenzen abweichen. Die Bestimmung des Schicht- und Klufteinfalls ist anhand der Kleinbohrungen nicht möglich, sodass hierzu Schürfe durchgeführt werden müssen.

Auf das sehr schwere Bohren in der Fels-Verwitterungszone/Fels-Zone wird hingewiesen. Rammungen sind ohne Vorbohrungen nicht möglich.

Die Geotechnischen Kennwerte für den Entwurf und die Bautechnischen Kennwerte für die Homogenbereiche können Abschnitt 3.3.1.4 entnommen werden.

### **3.3.3 Feuerwehrhaus (Standort d)**

#### **3.3.3.1 Auffüllung**

Im Bereich des Feuerwehrhauses (Standort d) wurden in den Rammkernsondierungen RKS 1 und RKS 2 aufgefüllte Böden bis in Tiefen von 0,30 m (RKS 1, RKS 2) angetroffen. An den Sondierpunkten RKS 7 bis RKS 9 wurden keine Auffüllungen erbohrt.

Die Auffüllung setzt sich aus humosen, schwach feinsandigen bis sandigen, stark kiesigen Schluffen zusammen und sind daher als aufgefüllter humoser Oberboden einzustufen. Zusätzlich treten untergeordnet auch anthropogene Fremdbestandteile (Basaltschotter) auf.

Die bindige Auffüllung weist nach der Bohrgutansprache eine steife Konsistenz auf.

Die Geotechnischen Kennwerte für den Entwurf und die Bautechnischen Kennwerte für die Homogenbereiche können Abschnitt 3.3.1.1 entnommen werden.

#### **3.3.3.2 Deckschichten**

Die Deckschichten im Bereich des geplanten Feuerwehrhauses (Standort d) reichen bis in Tiefen von ca. 2,50 m (RKS 8) bis 4,80 m (RKS 7) unter GOK bzw. bis 174,84 m ü. NHN (RKS 8) und 172,82 m ü. NHN (RKS 7) und weisen Dicken von 2,30 m (RKS 2) bis 4,80 m (RKS 7) auf.

Bei den Deckschichten handelt es sich um umgelagerte Löss/Lösslehme oder aus primären Lösslagen. Sie setzen sich aus feinsandigen, tlw. schwach tonigen bis tonigen und schwach kiesigen Schluffen zusammen.

An den Sondierungspunkten RKS 7 bis RKS 9) wurde oberflächlich ein humoser Oberboden mit Dicken zwischen 0,30 m (RSK 8) und 0,50 m (RKS 9) angetroffen.

An fünf Proben aus den Deckschichten wurden die Wassergehalte ermittelt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Ermittelte Wassergehalte der Deckschichten im Bereich des Feuerwehrhaus (Standort e)

Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Wassergehalt [%]	Konsistenz nach Bohrgut- ansprache
RKS 1/3	1,0-2,0	23,2	Steif
RKS 2/4	1,5-2,6	16,5	Steif
RKS 7/3	0,7-1,8	23,6	Steif
RKS 8/3	1,0-1,5	21,0	Steif
RKS 9/5	2,5-3,5	20,2	Steif

Somit liegen die ermittelten Wassergehalte zwischen 16,5 % und 23,6 %- Bei den o.g. Wassergehalte weisen die Deckschichten eine steife Konsistenz auf.

Zusätzlich wurden an den Proben RKS 1/3 und RKS 7/3 die Zustandsgrenzen ermittelt. Mit einer Plastizitätszahl von  $I_p = 5,6$  % (RKS 1/3) bzw.  $I_p = 6,4$  % (RKS 7/3) sind die Deckschichten als gering plastisch einzustufen.

Die Geotechnischen Kennwerte für den Entwurf und die Bautechnischen Kennwerte für die Homogenbereiche können Abschnitt 3.3.1.2 entnommen werden.

### **Anmerkung**

Der Lössboden wird unter anderem im ungestörten Zustand durch Zementierungskräfte (sog. "Kalkbrücken") zusammengehalten. Durch Wasserzufuhr geht die Primärverkittung 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.

### **3.3.3.3 Kiessande der Hauptterrasse**

Die Kiessande der Hauptterrasse wurden im Bereich des geplanten Feuerwehrhauses (Standort d) in den RKS 1, RKS 2, RKS 8 und RKS 9 ab 2,50 m (RKS 8) bis 4,80 m (RKS 7) unter GOK bzw. ab 174,84 m ü. NHN (RKS 8) bis 172,82 m ü. NHN (RKS 7) angetroffen und weisen dort eine Dicke von 0,50 m (RKS 9) bis 2,10 m (RKS 2) auf. In der RKS 7 wurden die Kiessande nicht angetroffen

Die Kiessande der Hauptterrasse setzen sich aus schwach schluffigen bis schluffigen, sandigen Kiesen zusammen.

Prinzipiell können auch Lehmlinsen, stärker lehmige Abschnitte, Steinlagen, Blocklagen und stark verkittete Bereiche auftreten.

Die Kiessande sind nach den Bohrwiderständen und den durchgeführten mittelschweren Rammsondierungen dicht gelagert.

Die Geotechnischen Kennwerte für den Entwurf und die Bautechnischen Kennwerte für die Homogenbereiche können Abschnitt 3.3.1.3 entnommen werden.

### **3.3.3.4 Verwitterter Fels / Fels**

Die Oberkante der Felsverwitterungszone wurden ab Tiefen zwischen 4,50 m (RKS 8) und 5,00 m (RKS 9) unter Gelände bzw. bezogen auf NHN ab 173,29 m ü. NHN (RKS 9) bis 171,35 m ü. NHN (RKS 2) angetroffen und nicht durchteuft.

Bei dem verwitterten Fels handelt es sich nach den Rammkernsondierungen um Sandsteine und Tonsteine.

Erfahrungsgemäß liegt der Übergang zwischen dem verwitterten und angewitterten Fels dort, wo bei den Rammkernsondierungen kein Bohrfortschritt vorhanden ist. Demnach beträgt die Dicke der Verwitterungszone ca. 0,30 m (RKS 2) bis 0,70 m (RKS 7, RKS 8). Allerdings kann auch beim Antreffen von z. B. von verkippten Felsblöcken kein Bohrfortschritt erzielt werden, sodass diese Angabe nur überschlägig gilt.

Der Übergang zwischen dem verwitterten und angewitterten Fels ist fließend, so dass eine scharfe Abgrenzung nicht möglich ist. Die Verwitterungstiefe des Felses kann in Abhängigkeit

von der Zusammensetzung, der Schichtung und Klüftung sowie der Exposition wechseln. Daher kann der tatsächliche Verlauf der Schichtgrenzen von den in den Profilen dargestellten Schichtgrenzen abweichen. Die Bestimmung des Schicht- und Kluffeinfalls ist anhand der Kleinbohrungen nicht möglich, sodass hierzu Schürfe durchgeführt werden müssen.

Auf das sehr schwere Bohren in der Fels-Verwitterungszone/Fels-Zone wird hingewiesen. Rammungen sind ohne Vorbohrungen nicht möglich.

Die Geotechnischen Kennwerte für den Entwurf und die Bautechnischen Kennwerte für die Homogenbereiche können Abschnitt 3.3.1.4 entnommen werden.

### **3.3.4 Bauhütte**

#### **3.3.4.1 Auffüllung**

Im Bereich der geplanten Bauhütte wurden keine aufgefüllten Böden angetroffen

#### **3.3.4.2 Deckschichten**

Die Deckschichten im Bereich der geplanten Bauhütte reichen bis in Tiefen von ca. 2,00 m (RKS 5) bis 2,30 m (RKS 3, RKS 4) unter GOK bzw. bis 173,41 m ü. NHN (RKS 5) und 172,58 m ü. NHN (RKS 3).

Bei den Deckschichten handelt es sich um wahrscheinlich umgelagerte Löss/Lösslehme oder um primäre Lösslagen, welche sich aus feinsandigen, tlw. schwach tonigen bis tonigen und kiesigen Schluffen zusammensetzen.

An den Sondierungspunkten (RKS 3 bis RKS 5) wurde oberflächlich ein humoser Oberboden mit Dicken von 0,30 m angetroffen.

An drei Proben aus den Deckschichten wurden die Wassergehalte ermittelt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 5 dargestellt.

**Tabelle 5: Ermittelte Wassergehalte der Deckschichten im Bereich des Feuerwehrhaus (Standort d)**

<b>Probe</b>	<b>Entnahmetiefe [m u. GOK]</b>	<b>Wassergehalt [%]</b>	<b>Konsistenz nach Bohrgut- ansprache</b>
RKS 3/2	0,3-1,0	23,9	Steif
RKS 4/4	1,7-2,3	17,1	Steif
RKS 5/4	1,4-2,0	20,7	Steif

Somit liegen die ermittelten Wassergehalte zwischen 16,5 % und 23,6 %- Bei den o.g. Wassergehalte weisen die Deckschichten eine steife Konsistenz auf.

Die Geotechnischen Kennwerte für den Entwurf und die Bautechnischen Kennwerte für die Homogenbereiche können Abschnitt 3.3.1.2 entnommen werden.

#### **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.

#### **3.3.4.3 Kiessande der Hauptterrasse**

Die Kiessande der Hauptterrasse wurden im Bereich der geplanten Bauhütte ab Tiefen von 2,00 m (RKS 5) bis 2,30 m (RKS 3, RKS 4) unter GOK bzw. ab 173,41 m ü. NHN (RKS 5) bis 172,58 m ü. NHN (RKS 3) angetroffen und weisen dort eine Dicke von 0,90 m (RKS 3) bis 1,20 m (RKS 4, RKS 5) auf.

Die Kiessande der Hauptterrasse setzen sich aus schwach schluffigen bis schluffigen, sandigen Kiesen zusammen.

Prinzipiell können auch Lehmlinsen, stärker lehmige Abschnitte, Steinlagen, Blocklagen und stark verkittete Bereiche auftreten.

Die Kiessande sind nach den Bohrwiderständen und den durchgeführten mittelschweren Rammsondierungen dicht gelagert.

Die Geotechnischen Kennwerte für den Entwurf und die Bautechnischen Kennwerte für die Homogenbereiche können Abschnitt 3.3.1.3 entnommen werden.

#### **3.3.4.4 Verwitterter Fels / Fels**

Die Oberkante der Felsverwitterungszone wurden ab Tiefen zwischen 3,20 m (RKS 3, RKS 5) und 3,50 m (RKS 4) unter Gelände bzw. bezogen auf NHN ab 172,21 m ü. NHN (RKS 5) bis 171,58 m ü. NHN (RKS 4) angetroffen und nicht durchteuft.

Bei dem verwitterten Fels handelt es sich nach den Rammkernsondierungen um Sandsteine, Schluffsteine und Tonsteine.

Erfahrungsgemäß liegt der Übergang zwischen dem verwitterten und angewitterten Fels dort, wo bei den Rammkernsondierungen kein Bohrfortschritt vorhanden ist. Demnach beträgt die Dicke der Verwitterungszone ca. 1,10 m (RKS 4) bis 1,30 m (RKS 3, RKS 5). Allerdings kann auch beim Antreffen von z. B. von verkippten Felsblöcken kein Bohrfortschritt erzielt werden, sodass diese Angabe nur überschlägig gilt.

Der Übergang zwischen dem verwitterten und angewitterten Fels ist fließend, so dass eine scharfe Abgrenzung nicht möglich ist. Die Verwitterungstiefe des Felses kann in Abhängigkeit von der Zusammensetzung, der Schichtung und Klüftung sowie der Exposition wechseln. Daher kann der tatsächliche Verlauf der Schichtgrenzen von den in den Profilen dargestellten Schichtgrenzen abweichen. Die Bestimmung des Schicht- und Klufteinfalls ist anhand der Kleinbohrungen nicht möglich, sodass hierzu Schürfe durchgeführt werden müssen.

Auf das sehr schwere Bohren in der Fels-Verwitterungszone/Fels-Zone wird hingewiesen. Rammungen sind ohne Vorbohrungen nicht möglich.

Die Geotechnischen Kennwerte für den Entwurf und die Bautechnischen Kennwerte für die Homogenbereiche können Abschnitt 3.3.1.4 entnommen werden.

### **3.3.5 Zufahrt**

#### **3.3.5.1 Auffüllung**

Im Bereich der geplanten Zufahrt an der Eitorfer Straße wurden keine aufgefüllten Böden angetroffen.

#### **3.3.5.2 Deckschichten**

Die Deckschichten im Bereich der geplanten Zufahrt reichen bis in Tiefen von ca. 0,70 m (RKS 22; Böschungsfuß) bis 2,30 m (RKS 6, Böschungsoberkante) unter GOK bzw. bis 173,00 m ü. NHN (RKS 6) und 168,49 m ü. NHN (RKS 22).

Bei den Deckschichten handelt es sich um wahrscheinlich umgelagerte Löss/Lösslehme oder um primäre Lösslagen, welche sich aus feinsandigen, tlw. schwach tonigen bis tonigen und kiesigen Schluffen zusammensetzen.

An den Sondierungspunkten (RKS 6 und RKS 22) wurde oberflächlich ein humoser Oberboden mit Dicken von 0,30 m (RKS 22) und 0,60 m (RKS 6) angetroffen.

An einer Proben aus den Deckschichten wurden die Wassergehalte ermittelt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Ermittelte Wassergehalte der Deckschichten im Bereich der geplanten Zufahrt

Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Wassergehalt [%]	Konsistenz nach Bohrgut- ansprache
RKS 6/3	0,3-1,0	8,4	fest

Der ermittelte Wassergehalt ist für die Deckschichten untypisch gering. Daher ist hier davon auszugehen, dass es sich um den Übergangsbereich zwischen den Deckschichten und der bei der RKS 6 direkt unterhalb folgenden Felsverwitterungszone handelt.

Die Geotechnischen Kennwerte für den Entwurf und die Bautechnischen Kennwerte für die Homogenbereiche können Abschnitt 3.3.1.2 entnommen werden.

#### **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.

#### **3.3.5.3 Kiessande der Hauptterrasse**

Die Kiessande der Hauptterrasse wurden im Bereich der geplanten Zufahrt nur bei der RKS 22 angetroffen. Dort stehen sie ab einer Tiefe von 0,70 m unter GOK bzw. ab 168,49 m ü. NHN angetroffen und weisen eine Dicke von 1,50 m auf.

Die Kiessande der Hauptterrasse setzen sich aus schwach schluffigen bis schluffigen, sandigen Kiesen zusammen. An der Basis der Kiessande liegt in der Bohrung RKS 22 eine ca. 0,50 m dicke Schlufflage vor, welche bei einem gemessenen Wassergehalt von 10,6 % eine halbfeste bis feste Konsistenz aufweist. Prinzipiell kommen in den Kiessanden auch Lehmlagen oder verkittete Bereiche vor. Hier kann es sich allerdings auch um den Übergang zum darunter folgenden verwitterten Fels handeln. Die Probe weist eine Plastizitätszahl von  $I_p = 5,7 \%$  auf und ist daher als gering plastisch einzustufen.

Prinzipiell können auch Lehmlinsen, stärker lehmige Abschnitte, Steinlagen, Blocklagen und stark verkittete Bereiche auftreten.

Die Kiessande sind nach den Bohrwiderständen und den durchgeführten mittelschweren Rammsondierungen dicht gelagert.

Die Geotechnischen Kennwerte für den Entwurf und die Bautechnischen Kennwerte für die Homogenbereiche können Abschnitt 3.3.1.3 entnommen werden.

#### **3.3.5.4 Verwitterter Fels / Fels**

Die Oberkante der Felsverwitterungszone wurden ab Tiefen zwischen 2,20 m (RKS 22) und 2,30 m (RKS 6) unter Gelände bzw. bezogen auf NHN ab 173,00 m ü. NHN (RKS 6; Böschungsoberkante) bis 166,99 m ü. NHN (RKS 22; Böschungsfuß) angetroffen und nicht durchteuft.

Bei dem verwitterten Fels handelt es sich nach den Rammkernsondierungen um Sandsteine, Schluffsteine und Tonsteine.

Erfahrungsgemäß liegt der Übergang zwischen dem verwitterten und angewitterten Fels dort, wo bei den Rammkernsondierungen kein Bohrfortschritt vorhanden ist. Demnach beträgt die Dicke der Verwitterungszone ca. 0,20 m (RKS 22) bis 1,90 m (RKS 6). Allerdings kann auch beim Antreffen von z. B. von verkippten Felsblöcken kein Bohrfortschritt erzielt werden, sodass diese Angabe nur überschlägig gilt.

Der Übergang zwischen dem verwitterten und angewitterten Fels ist fließend, so dass eine scharfe Abgrenzung nicht möglich ist. Die Verwitterungstiefe des Felses kann in Abhängigkeit von der Zusammensetzung, der Schichtung und Klüftung sowie der Exposition wechseln. Daher kann der tatsächliche Verlauf der Schichtgrenzen von den in den Profilen dargestellten Schichtgrenzen abweichen. Die Bestimmung des Schicht- und Klufteinfalls ist anhand der Kleinbohrungen nicht möglich, sodass hierzu Schürfe durchgeführt werden müssen.

Auf das sehr schwere Bohren in der Fels-Verwitterungszone/Fels-Zone wird hingewiesen. Rammungen sind ohne Vorbohrungen nicht möglich.

Die Geotechnischen Kennwerte für den Entwurf und die Bautechnischen Kennwerte für die Homogenbereiche können Abschnitt 3.3.1.4 entnommen werden.

### 3.3.6 Charakteristische Baugrundkennwerte und Bodenklassen

Für die Berechnung nach DIN 1054:2010-12 können die folgenden mittleren Baugrundkennwerte angesetzt werden:

Tabelle 7: Charakteristische Bodengrundkennwerte

Bodenschicht	Wichte erdfeucht [kN/m³]	Wichte unter Auftrieb [kN/m³]	Kohäsion [kN/m²]	Reibungswinkel [°]	Steifemodul [MN/m²]	Durchlässigkeitsbeiwert (abgeschätzt) [m/s]
Auffüllung	19,00	10,00	1,25	28,75	10,00	10 <sup>-5</sup> bis 10 <sup>-11</sup>
Deckschichten	19,50	9,50	7,50	28,75	12,50	10 <sup>-8</sup> bis 10 <sup>-11</sup>
Kiessande der Hauptterrasse	20,00	12,00	1,25	37,50	100,00	10 <sup>-3</sup> bis 10 <sup>-9</sup>
Verwitterter Fels	22,00	12,00	15,00	32,50	100,00	Abhängig vom Kluft-/Schichtgefüge
Angewitterter Fels / Fels	24,00	14,00	25,00	35,00	>300,00	Abhängig vom Kluft-/Schichtgefüge

Tabelle 8: Bodenklassen nach DIN 18300 (2012)

Bodenschicht	Bodenklassen nach DIN 18 300 (2012)
Aufgefüllter humoser Oberboden / Humoser Oberboden	1
Auffüllung	3 (nichtbindig) 4* (bindig) ggf. 5 bis 7 (Steinlagen)
Deckschichten	*4 (6 bei Lehmen mit fester Konsistenz)
Kiessande der Hauptterrasse	3 (nicht bindig) 4* (bindig) 5-6 (verkittete Bereiche, feste Lehmlagen, Stein- und Blocklagen)
Verwitterter Fels	5-6
Angewitterter Fels / Fels	6-7 (mit zunehmender Tiefe)

Untergeordnete Klassen in ( )

\* Bkl. 4\* Übergang in Bkl. 2 bei Vernässen möglich

**Tabelle 9: Bodenklassen nach DIN 18 196 Frostempfindlichkeitsklassen und Verdichtbarkeitsklassen nach ZTVE (Untergeordnete Klassen)**

Bodenschicht	Bodenklassen nach DIN 18 196	Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE	Verdichtbarkeitsklassen nach ZTVE
Humoser Oberboden / Aufgefüllter humoser Oberboden	OU		
Auffüllung	A: UL/UM GW, GU (SW, SU, X, Y, )	F1/F2 (nichtbindig) (F3 (bindig))	V1/V2 (nichtbindig) (V3 (bindig))
Deckschichten	UL/UM SU, SU*	F1/F2 (nichtbindig)	V1/V2 (nichtbindig)
Kiessande der Hauptterrasse	GW; GU; GU* UL/TL, SU	F1/F2 (nichtbindig) F3 (bindig)	V1/V2 (nichtbindig) V3 (bindig)
Fels-Verwitterungszone	-	-	-
Fels-Zone	-		

Untergeordnete Klassen in ( ).

**Tabelle 10: Bohrbarkeitsklassen und Zusatzklassen nach DIN 18 301 (2012)**

Bodenschicht	Bohrbarkeitsklassen nach DIN 18 301 (2012)	Zusatzklassen nach DIN 18 301 (2012)
Humoser Oberboden / aufgefüllter humoser Oberboden	BO1	
Auffüllung	BN1, BN2 (nichtbindig) BB2, BB3 (bindig)	BS1 bis BS3
Deckschichten	BB2, BB3	
Kiessande der Hauptterrasse	BN1, BN2 (nichtbindig) BB2, BB3 (bindig)	BS1 bis BS3
Fels-Verwitterungszone	FV 1 – FV 2	-
Fels-Zone	FV3 – FV 6	FD 2 – 5

**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 Ingenieurgeologischen Karten 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 11: Homogenbereiche nach DIN 18300-2015 und nach DIN 18301-2015

<b>Homogenbereiche*1</b> nach DIN 18 300 - 2015	<b>Homogenbereiche*2</b> nach DIN 18 301 - 2015
<b>Homogenbereich A 1</b> (aufgefüllte gemischtkörnige und bindige Böden)	<b>Homogenbereich B 1</b> (aufgefüllte gemischtkörnige und bindige Böden)
<b>Homogenbereich A 2</b> (aufgefüllte humose Oberböden)	<b>Homogenbereich B 2</b> (aufgefüllte humose Oberböden)
<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> (humose Oberböden)	<b>Homogenbereich B 4</b> (humose Oberböden)
<b>Homogenbereich A 5</b> (bindige und nichtbindige Deckschichten, Kiessande, Tone mit weicher bis halbfester Konsistenz)	<b>Homogenbereich B 5</b> (bindige und nichtbindige Deckschichten, Kiessande, Tone mit weicher bis halbfester Konsistenz)
<b>Homogenbereich A 6</b> (Fließende Bodenarten <sup>3</sup> : bindige Böden mit flüssiger bis breiiger Konsistenz [Auffüllung])	<b>Homogenbereich B 6</b> (Fließende Bodenarten <sup>3</sup> : bindige Böden mit flüssiger bis breiiger Konsistenz [Auffüllung])
<b>Homogenbereich A 7</b> (Verkittete Bereiche der Kiessande, Tone mit fester Konsistenz)	<b>Homogenbereich B 7</b> (Verkittete Bereiche der Kiessande, Tone mit fester Konsistenz)
<b>Homogenbereich A 8</b> (Verwitterungszone [feste Konsistenz], Verwitterter Fels)	<b>Homogenbereich B 8</b> (Verwitterungszone [feste Konsistenz], Verwitterter Fels)
<b>Homogenbereich A 9</b> (angewitterter Fels / Fels)	<b>Homogenbereich B 9</b> (angewitterter Fels / Fels)

- \*1 Aushub mit Bagger (Homogenbereiche A1 – A9, A = Aushub)
- \*2 Bohrungen mit Drehbohranlage (Homogenbereiche B1 – B9, B = Bohren), auch für Bohrarbeiten beim Düsenstrahlverfahren
- \*3 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**

#### **4.1.1 Allgemeine Situation**

Die Stadt Hennef plant die Errichtung eines Kultur- und Heimathauses, eines Feuerwehrhauses (Standorte d und e) sowie einer Bauhütte und einer neuen Zufahrt zum geplanten Feuerwehrhaus. Alle Bauvorhaben sollen im Bereich der Eitorfer Straße im Bereich des bestehenden Feuerwehrhauses durchgeführt werden.

Da noch keine Planung der Gebäude vorliegen, werden für die folgenden Gründungsempfehlungen die geplanten Geländehöhen aus [U1] entnommen und als geplante Fußbodenhöhe der jeweiligen Gebäude angesetzt. Für das Kultur- und Heimathaus sowie das Feuerwehrhaus wurden zudem eine nicht-unterkellerte und eine unterkellerte Variante untersucht. Für die Gründung im Erdgeschoss wurde eine frostsichere Gründungstiefe von 1,0 m u. OKF/GOK und für die Gründung im Kellergeschoss eine Gründungstiefe von 3,50 m u. OKF/GOK angesetzt.

Die Gründungstiefen und die unter Berücksichtigung des ermittelten Bodenaufbaus sind in der Tabelle 12 und Tabelle 13 zu sehen.

**Tabelle 12: Gründungssituation der geplanten Gebäude bei Gründung im Erdgeschoss**

<b>Bauteil</b>	<b>Vorhandene Geländehöhe min. / max. [m ü. NHN]</b>	<b>Angenommene OKF [m ü. NN]</b>	<b>Ang. Gründungstiefe EG [m ü. NN]</b>	<b>Gründungshorizont</b>
Kultur- und Heimathaus	172,35 – 175,93	175,5	174,5	Auffüllung / Deckschichten / oberhalb der derzeitigen GOK
Feuerwehrhaus Standort e	172,14 – 173,83	176,5	175,5	Deckschichten
Feuerwehrhaus Standort d	176,05 – 178,29	176,5	175,5	Deckschichten
Bauhütte	174,88 – 175,41	176,5	175,5	Oberhalb der derzeitigen GOK

Tabelle 13: Gründungssituation der geplanten Gebäude bei Gründung im Kellergeschoss

Bauteil	Vorhandene Geländehöhe min. / max. [m ü. NHN]	Angenommene OKF [m ü. NN]	Ang. Gründungstiefe KG [m ü. NN]	Gründungshorizont
Kultur- und Heimathaus	172,35 – 175,93	175,5	172,0	Deckschichten / Kiessand / oberhalb derzeitiger GOK
Feuerwehrrhaus Standort e	172,14 – 173,83	176,5	173,0	Kiessand
Feuerwehrrhaus Standort d	176,05 – 178,29	176,5	173,0	Deckschichten / Kiessand

Die Gründungsangaben sind im Zuge der weiteren Planung zu kontrollieren. Bei Änderungen, z.B. der Lage und der angenommenen Gründungstiefen, ist das Baugrundgutachten in jedem Fall zu überarbeiten. Die nachfolgenden Angaben zur Gründung sind daher erst als eine Vorbemessung einzustufen.

Die Auffüllung und der humose Oberboden sind als nicht tragfähig zu bewerten. Die Deckschichten sind bei einer mindestens steifen Konsistenz als mitteltragfähig, die Kiessande und der verwitterte Fels / Fels sind als gut bis hochtragfähig einzustufen.

Die lokal vorkommenden, weich-steifen Deckschichten sind für eine Gründung nicht geeignet und müssen daher entfernt und durch einen Bodenaustausch oder Fundamentvertiefungen ersetzt werden.

#### **4.1.2 Gründungssituation und Gründungsempfehlungen Kultur- und Heimathaus**

Wie zuvor beschrieben, gründet das geplante Kultur- und Heimathaus bei einer Gründung im Erdgeschoss in der Auffüllung und in den Deckschichten. Im Westen liegt die derzeitige Geländehöhe zudem tiefer als die angenommene Gründungssohle, sodass hier ein Bodenaufbau von bis zu ca. 3,20 m notwendig wird. Im Bereich der Auffüllung ist die Gründung bis auf die mindestens steifen Deckschichten über Fundamentvertiefungen (Block-/Brunnenfundamente) oder einen Bodenaustausch aus Tragschichtmaterial zu vertiefen.

Bei einer Unterkellerung gründet das geplante Kultur- und Heimathaus in den Deckschichten und im Kiessand, wobei auch in diesem Fall im Westen ein Bodenaufbau zum Niveaueausgleich notwendig wird.

Zur Vorbemessung der Gründung wird von einer einheitlichen Gründung in den Deckschichten ausgegangen, was über die o.g. Fundamentvertiefungen gewährleistet wird.

#### **4.1.3 Gründungssituation und Gründungsempfehlungen Feuerwehrhaus (Standort d)**

Das Feuerwehrhaus am Standort d gründet bei der nicht-unterkellerten Variante und unter Berücksichtigung der angenommenen Gründungstiefe einheitlich in den mitteltragfähigen Deckschichten. Bei einer Unterkellerung liegt die Gründungssohle sowohl im Bereich der mitteltragfähigen Deckschichten als auch im Bereich der gut tragfähigen Kiessande.

Für die Vorbemessung der Gründung wird bei der nicht-unterkellerten Bauweise von einer einheitlichen Gründung in den Deckschichten ausgegangen. Bei der Nutzung eines Kellers wird eine Gründung in den Kiessanden angesetzt, wobei dann in Teilbereichen (RKS 7) die Gründung über Fundamentvertiefungen in den Kiessanden erfolgen muss.

#### **4.1.4 Gründungssituation und Gründungsempfehlungen Feuerwehrhaus (Standort e)**

Das geplante Feuerwehrhaus gründet bei den o.g. Gründungstiefen in den mitteltragfähigen Deckschichten (nicht-unterkellert) bzw. in den gut tragfähigen Kiessanden (unterkellert).

Entsprechend wird zur Vorbemessung jeweils eine einheitliche Gründung in den Deckschichten bzw. in den Kiessanden angesetzt.

#### **4.1.5 Gründungssituation und Gründungsempfehlungen Bauhütte**

Die angesetzte Fußbodenhöhe der geplanten nicht-unterkellerten Bauhütte liegt ca. 1,1... 1,6 m oberhalb der derzeitigen Geländeoberkante. Daher muss ein entsprechender Bodenaufbau aus verdichtungsfähigem und tragfähigem Material hergestellt werden. Darunter folgen die mitteltragfähigen Deckschichten. Hierbei ist zu beachten, dass der angetroffene humose Oberboden mit einer Dicke von 0,3... 0,6 m nicht für die Gründung geeignet ist und vor Auftrag des Bodenaufbaus entfernt werden muss.

Für die Vorbemessung der Gründung wird daher von einem ca. 1,5 m dicken Bodenaustausch ausgegangen.

#### **4.2 Gründung der Gebäude in den Deckschichten (Vorbemessung; Anlage 4.1)**

Nachfolgend werden die aufnehmbaren Sohldrücke zur Vorbemessung für eine einheitliche Gründung in den mindestens steifen Deckschichten angegeben. Für die Berechnung der aufnehmbaren Sohldrücke wird davon ausgegangen, dass die Lasten gleichmäßig in den steifen Deckschichten gegründet werden.

#### 4.2.1 Aufnehmbare Sohldrücke

Nachfolgend werden die in Deckschichten aufnehmbaren Sohldrücke für den Grenzzustand GEO 2 (Bemessungswert des Widerstandes) mit einer Teilsicherheit  $\gamma_{Gr}=1,4$  für Einbindetiefen von 0,80 m berechnet. Grundlage für die Berechnungen sind die charakteristischen Baugrundkennwerte (Tabelle 7, 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 2 der DIN 1054:2010-12 zu beaufschlagen sind.

Anhand der charakteristischen Baugrundkennwerte wurden für eine gleichmäßige Gründung in den steifen Deckschichten die folgenden Sohldruckspannungen bezüglich des Grundbruchwiderstandes berechnet.

Tabelle 14: Aufnehmbare Sohldrücke für Einzel- und Streifenfundamente (Lastfall BS-P,  $\gamma_{Gr} = 1,4$ , Grenzzustand GEO 2)

Fundamentbreite in m	0,50	1,00	1,50	2,00
	<b>Aufnehmbare Sohldrücke [kN/m<sup>2</sup>]</b>			
- bei Einbindetiefe von $\geq 0,80$ m	380	630	710	800

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

In der nachfolgend aufgeführten Tabelle 15 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 15 (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 15) 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 15: 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 0,80 m	290	190	150	130

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Die aufnehmbaren Sohldrücke\* entsprechen der Tabelle 14, da das Setzungskriterium nicht erreicht wird.

Die Setzungen und Setzungsunterschiede werden dann bis 2,0 cm erreichen. Für die Fundamente muss eine ausreichende Bewehrung vorgesehen werden. Die Verträglichkeit der Setzungen und Setzungsunterschiede für das Gebäude ist vom Statiker zu bewerten.

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 15 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.

Um ein Aufweichen zu verhindern, muss die Gründungssohle unmittelbar nach Aushub mit Beton abgedeckt werden. Aufgeweichte Bereiche sind zu entfernen und durch Beton zu ersetzen.

Bei Berechnung über die Bettungsziffer kann zur Vorbemessung für die Bodenplatte in den steifen Deckschichten, ausgehend von ca. 1,0...2,0 m breiten Laststreifen und charakteristischen Sohldruckspannungen von 50,0 kN/m<sup>2</sup> - 150,0 kN/m<sup>2</sup>, ein mittlerer Bettungsmodul von ca. 7,5...12,5 MN/m<sup>3</sup> angesetzt werden. 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 besondere Leistung dar, wofür Ihnen die Kühn Geoconsulting GmbH gerne zur Verfügung steht.

Die Gründungs- und Aushubsohlen sind vom Baugrundgutachter abzunehmen.

### 4.3 Gründung der Gebäude in den Kiessanden (Vorbemessung; Anlage 4.2)

Nachfolgend werden die aufnehmbaren Sohldrücke zur Vorbemessung für eine einheitliche Gründung in den dicht gelagerten Kiessanden angegeben. Für die Berechnung der aufnehmbaren Sohldrücke wird davon ausgegangen, dass die Lasten gleichmäßig in den Kiessanden gegründet werden.

#### 4.3.1 Aufnehmbare Sohldrücke

Nachfolgend werden die in den Kiessanden aufnehmbaren Sohldrücke für den Grenzzustand GEO 2 (Bemessungswert des Widerstandes) mit einer Teilsicherheit  $\gamma_{Gr}=1,4$  für Einbindetiefen von 0,80 m berechnet. Grundlage für die Berechnungen sind die charakteristischen Baugrundkennwerte (Tabelle 7, 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 2 der DIN 1054:2010-12 zu beaufschlagen sind.

Anhand der charakteristischen Baugrundkennwerte wurden für eine gleichmäßige Gründung in den Kiessanden die folgenden Sohldruckspannungen bezüglich des Grundbruchwiderstandes berechnet.

Tabelle 16: Aufnehmbare Sohldrücke für Einzel- und Streifenfundamente (Lastfall BS-P,  $\gamma_{Gr}=1,4$ , Grenzzustand GEO 2)

Fundamentbreite in m	0,50	1,00	1,50	2,00
	<b>Aufnehmbare Sohldrücke [kN/m<sup>2</sup>]</b>			
- bei Einbindetiefe von $\geq 0,80$ m	820	960	1290	1610

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

In der nachfolgend aufgeführten Tabelle 17 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 17 (Setzungen nach DIN 4019  $\leq 1,0$  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 1,0 cm (Tabelle 17) 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 17: Aufnehmbare Sohldrücke für charakteristische Lasten bei Einzel- und Streifenfundamenten (Lastfall BS-P, Grenzzustand SLS, Setzungen auf 1,0 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 0,80 m	*820	800	620	550

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Die aufnehmbaren Sohldrücke\* entsprechen der Tabelle 14, da das Setzungskriterium nicht erreicht wird.

Die Setzungen und Setzungsunterschiede werden dann bis 1,0 cm erreichen. Für die Fundamente muss eine ausreichende Bewehrung vorgesehen werden. Die Verträglichkeit der Setzungen und Setzungsunterschiede für das Gebäude ist vom Statiker zu bewerten.

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 17 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.

Um ein Aufweichen zu verhindern, muss die Gründungssohle unmittelbar nach Aushub mit Beton abgedeckt werden. Aufgeweichte Bereiche sind zu entfernen und durch Beton zu ersetzen.

Bei Berechnung über die Bettungsziffer kann zur Vorbemessung für die Bodenplatte in den steifen bis halbfesten tertiären Tonen, ausgehend von ca. 1,0...2,0 m breiten Laststreifen und charakteristischen Sohldruckspannungen von 50,0 kN/m<sup>2</sup> - 150,0 kN/m<sup>2</sup>, ein mittlerer Bettungsmodul von ca. 15,0...20,0 MN/m<sup>3</sup> angesetzt werden. Zur Prüfung der Gebrauchstauglichkeit müssen die tatsächlich zulässigen Bettungsmoduli nach Festlegung der endgültigen

Lasten in Abstimmung mit dem Statiker durch die Kühn Geoconsulting mittels Setzungsrechnungen ermittelt werden. Dies stellt eine zusätzliche Leistung dar, wofür Ihnen die Kühn Geoconsulting GmbH gerne zur Verfügung steht.

Die Gründungs- und Aushubsohlen sind vom Baugrundgutachter abzunehmen.

#### **4.4 Gründung der Gebäude in einem Bodenaufbau über den Deckschichten (Vorbemessung; Anlage 4.3)**

Nachfolgend werden die aufnehmbaren Sohldrücke zur Vorbemessung für eine einheitliche Gründung in Bodenaufbau über den Deckschichten angegeben. Für die Berechnung der aufnehmbaren Sohldrücke wird davon ausgegangen, dass die Lasten gleichmäßig im Bodenaufbau gegründet werden.

##### **4.4.1 Aufnehmbare Sohldrücke**

Nachfolgend werden im Bodenaufbau aufnehmbaren Sohldrücke für den Grenzzustand GEO 2 (Bemessungswert des Widerstandes) mit einer Teilsicherheit  $\gamma_{Gr}=1,4$  für Einbindetiefen von 0,80 m berechnet. Grundlage für die Berechnungen sind die charakteristischen Baugrundkennwerte (Tabelle 7, 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 2 der DIN 1054:2010-12 zu beaufschlagen sind.

Anhand der charakteristischen Baugrundkennwerte wurden für eine gleichmäßige Gründung Bodenaufbau die folgenden Sohldruckspannungen bezüglich des Grundbruchwiderstandes berechnet.

Tabelle 18: **Aufnehmbare Sohldrücke für Einzel- und Streifenfundamente (Lastfall BS-P,  $\gamma_{Gr}=1,4$ , Grenzzustand GEO 2)**

Fundamentbreite in m	0,50	1,00	1,50	2,00
	<b>Aufnehmbare Sohldrücke [kN/m<sup>2</sup>]</b>			
- bei Einbindetiefe von $\geq 0,80$ m	570	570	590	910

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

In der nachfolgend aufgeführten Tabelle 19 werden die zulässigen Sohldrücke unter Berücksichtigung der charakteristischen Lasten für die Gebrauchstauglichkeit/Setzungen (SLS-GZ der Gebrauchstauglichkeit (= GZ  $2_{\text{alt}}$ )) 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 15 (Setzungen nach DIN 4019  $\leq 2,0$  cm; SLS). Entsprechend DIN EN 1997-1, Abschnitt 2.4.8 sollten die Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_{\text{Beanspruchungen}}$  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 19) 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 19: Aufnehmbare Sohldrücke für charakteristische Lasten bei Einzel- und Streifenfundamenten (Lastfall BS-P, Grenzzustand SLS, Setzungen auf 2,0 cm begrenzt, unter Auftrieb)**

Fundamentbreite in m	0,50	1,00	1,50	2,00
	<b>Aufnehmbare Sohldrücke [kN/m<sup>2</sup>]</b>			
- bei Einbindetiefe von 0,80 m	550	310	250	210

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Die aufnehmbaren Sohldrücke\* entsprechen der Tabelle 14, da das Setzungskriterium nicht erreicht wird.

Die Setzungen und Setzungsunterschiede werden dann bis 2,0 cm erreichen. Für die Fundamente muss eine ausreichende Bewehrung vorgesehen werden. Die Verträglichkeit der Setzungen und Setzungsunterschiede für das Gebäude ist vom Statiker zu bewerten.

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 19 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.

Um ein Aufweichen zu verhindern, muss die Gründungssohle unmittelbar nach Aushub mit

Beton abgedeckt werden. Aufgeweichte Bereiche sind zu entfernen und durch Beton zu ersetzen.

Bei Berechnung über die Bettungsziffer kann zur Vorbemessung für die Bodenplatte in den steifen bis halbfesten tertiären Tonen, ausgehend von ca. 1,0...2,0 m breiten Laststreifen und charakteristischen Sohldruckspannungen von 50,0 kN/m<sup>2</sup> - 150,0 kN/m<sup>2</sup>, ein mittlerer Bettungsmodul von ca. 10,0...15,0 MN/m<sup>3</sup> angesetzt werden. Zur Prüfung der Gebrauchstauglichkeit müssen die tatsächlich zulässigen Bettungsmoduli nach Festlegung der endgültigen Lasten in Abstimmung mit dem Statiker durch die Kühn Geoconsulting mittels Setzungsrechnungen ermittelt werden. Dies stellt eine besondere Leistung dar, wofür Ihnen die Kühn Geoconsulting GmbH gerne zur Verfügung steht.

Die Gründungs- und Aushubsohlen sind vom Baugrundgutachter abzunehmen.

#### **4.5 Straßenoberbau der geplanten Park- und Stellflächen am Feuerwehrhaus**

##### ***4.5.1 Situation im Bereich der geplanten Park- und Stellflächen***

Auf dem Grundstück des geplanten Feuerwehrhauses soll zusätzlich ein Besucher- und Feuerwehrparkplatz sowie Übungs- und Aufstellflächen der Feuerwehr angelegt werden. Nach den durchgeführten Geländeuntersuchungen liegen die derzeitigen Geländehöhen in diesem Bereich bei ca. 177,62 m ü. NN (RKS 7) im Süden und ca. 174,88 m ü. NN (RKS 3) im Norden.

Die geplante Geländehöhe liegt nach [U1] bei ca. 176,50 m ü. NN. Die geplante GOK liegt somit im Süden ca. 1,10 m unter der derzeitigen Geländeoberfläche und im Norden ca. 1,60 m über der derzeitigen Geländeoberfläche.

Die in Kapitel 3.3 beschriebenen Bodenverhältnisse zeigen, dass im Bereich der geplanten Park- und Stellflächen überwiegend steife Deckschichten anstehen. Die oberflächennahen humosen Oberböden müssen entfernt werden.

Um einen einheitlichen Aufbau zu gewährleisten, wurde für die folgenden Betrachtungen auf der sicheren Seite liegend die Frostempfindlichkeitsklasse F3 angesetzt.

##### ***4.5.2 Geplanter Aufbau und Bemessung des Straßenoberbaus nach RStO-12***

Nach der oben beschriebenen Bewertung der derzeitigen Situation kann das Planum für den Oberbau innerhalb der Deckschichten werden. Die Oberböden sind zu entfernen. Darauf folgt der Bodenaufbau aus grobkörnigem Material, der lagenweise verdichtet eingebaut werden

muss. Darauf wird anschließend der frostsichere Oberbau aus Trag- und Frostschutzmaterial angelegt. Ob hier der Einbau von Aushubmaterial aus dem Bauvorhaben unter Nutzung einer Bodenverbesserung mit Bindemittel (z.B. Dorosol C50) genutzt werden kann, ist anhand einer Massenkalkulation und der Materialeigenschaften im weiteren Planungsverlauf zu prüfen.

Aufgrund der zu erwartenden Verkehrsbelastung durch Schwerlastverkehr mit Rangierfahrten, langsam fahrendem Verkehr, Kurvenfahrten und häufigen Brems- und Beschleunigungsvorgängen werden nach RStO-12 (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012) die Belastungsklassen BK3,2 bis BK100 angenommen. Dies ist vom Außenanlagenplaner zu überprüfen und festzulegen.

#### 4.5.3 Aufbau des Planums

Im Planum muss nach RStO-12 ein Verformungsmodul  $E_{v2}$  von mindestens  $45 \text{ MN/m}^2$  erreicht werden. Aufgrund der Morphologie des Geländes wird in Teilbereichen ein 1,0...2,0 m dicker Bodenaufbau notwendig werden. Der Bodenaufbau ist lagenweise verdichtet anzulegen. Hierdurch kann das erforderliche Verformungsmodul  $E_{v2}$  des Planums erzielt werden.

Dort, wo Boden abgetragen werden muss, wird das Planum in den steifen Deckschichten liegen. In diesem Bereich wird erfahrungsgemäß das erforderliche Verformungsmodul von  $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$  nicht erreicht werden können, sodass hier mit einer Verdickung der Tragschicht oder einer Bodenverbesserung mit einem Bindemittel gerechnet werden muss.

#### 4.5.4 Geplanter frostsicherer Oberbau

Der frostsichere Oberbau muss entsprechend der o.g. Frostempfindlichkeitsklasse nach RStO-StB 2012 die in Tabelle 20 aufgeführten Mindestdicken für die entsprechenden Bauklassen aufweisen.

Tabelle 20: Bemessung des frostsicheren Straßenaufbaus nach RStO-12, inkl. Berücksichtigung der Frosteinwirkungszone II

Frostempfindlichkeitsklasse n. ZTVE-StB 2009	Dicke in [cm] bei Belastungsklasse	
	BK 100 bis BK 10	BK 3,2 bis BK 1,0
<b>F 3</b>	<b>70</b>	<b>60</b>

Hierbei sind dann noch ggf. Mehr- oder Minderdicken durch den Fachplaner gem. RStO 2012, Tab. 7 zu berücksichtigen. Zudem ist zu beachten, dass intensives Spur- und Langsamfahren,

insbesondere im Kurvenbereich und häufige Brems- und Beschleunigungsvorgänge durchgeführt werden, so dass dies in die notwendigen Aufbaudicken mit einbezogen werden muss. Ggf. ist der Oberbau zu verdicken. Das Bauvorhaben liegt gem. RStO 2012 in der Frosteinwirkzone II, was in Tabelle 20 bereits berücksichtigt wurde.

Die genauen Dicken des geplanten Oberbaus sind in jedem Falle mittels statischen Plattendruckversuchen nach DIN 18 134 zu ermitteln und zu optimieren. Dies ist mit dem Bodengutachter abzustimmen.

#### **4.5.5 Hinweise zur Ausbildung des Oberbaus**

Grundsätzlich sind die Vorgaben für Trag- bzw. Frostschutzschichten gemäß ZTV SoB – StB 2004 / 2007 einzuhalten. Auch ein Aufbau nach RStO-2012 ist so bemessen, dass er etwa 50% der maximalen Frosteindringtiefe abgedeckt. Frostschäden können deshalb auch bei einer Bemessung nach RStO-12 nicht ausgeschlossen werden. Sie können jedoch minimiert werden, indem nach ZTVE-StB 2009 eine entsprechende Entwässerung des Erdplanums hergestellt wird.

Eine ungebundene Tragschicht muss lagenweise eingebaut und gem. ZTV SoB – StB 2004 / 2007 verdichtet werden. Das Verdichtungsgerät ist dem Planum und dem einzubauenden Materialien n. ZTVA-StB 1997 / 2006 anzupassen.

Beim Aushub ist darauf zu achten, dass großflächig vorkommender, ungeeigneter Boden (humoser Boden, u.ä.) entfernt wird.

Treten im Niveau des Planums durchnässte Bereiche auf, so sind diese vollständig zu entfernen und durch verdichtungsfähigen, gut abgestuften Material (Verdickung der 1. Tragschicht) zu ersetzen. Dies muss in Abstimmung mit dem Bodengutachter erfolgen.

## **5 Hinweise zur Bauausführung**

Da sich das Projekt zum Verfassungszeitpunkt noch in der Wettbewerbsphase befindet, können sich die nachfolgenden Hinweise zur Bauausführung nur auf die in Abschnitt 4 dargestellten angenommenen Gründungssohlen beziehen. Die Hinweise haben daher einen orientierenden Charakter und müssen bei Vorlage einer konkreten Planung angepasst werden (z.B. möglicher Verbau, Böschungssicherungen).

### **5.1 Aushub**

Unter Berücksichtigung der in Abschnitt 4 angesetzten Gründungstiefen fallen beim Aushub fallen die Bodenklassen 1 (aufgefüllter Oberboden), 3 (nicht- bis schwach-bindige Auffüllung, Kiessande) und 4 (bindige Auffüllung, Deckschichten) an. Bei tieferen Gründungssohlen können auch können auch die Bodenklassen 5-7 (Fels-Verwitterungszone / angewitterter Fels / Fels) auftreten. Durchnässen die bindigen Böden beim Bearbeiten, so gehen sie in die Bodenklasse 2 über. Abhängig vom Humusgehalt sind die humosen Bereiche der Auffüllung auch der Bodenklasse 2 zuzuordnen. Alle Angaben zu den Bodenklassen beziehen sich auf die DIN 18 300 (2012).

Der Abbruch von möglicherweise vorhandenen Fundament- und Mauerwerksresten der vorherigen Bebauung lässt sich nicht in das Klassifizierungsschema der DIN 18 300 einordnen und ist daher getrennt abzurechnen.

Für die Ausschreibung von Homogenbereichen nach DIN 18300-2015 sind diese in der Tabelle 11 angegeben.

### **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 in den Deckschichten 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/Bodenaustausch**

Die bindige Auffüllung und die Deckschichten lassen sich 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.

Im Bereich belasteter Flächen (Eingangsbereiche, Fahr- und Stellflächen), bei Flächen mit Bodenaustausch oder Bodenaufbau zum Niveaueausgleich muss die Verfüllung mit gut verdichtbarem Material (Kiessand, Schotter) mit Tragschichteignung/Frostschutzqualität nach ZTV SoB-StB 04/07 lagenweise auf 100% der einfachen Proctordichte (entspricht  $EV_2 = 100 \text{ MN/m}^2$ ) verdichtet erfolgen.

Das Erdplanum und der Oberbau von Fahrflächen 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.

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

Generell kann unter Beachtung der DIN 4124 für Böschungen bis zu einer Böschungshöhe von 5,0 m während der Bauzeit in der Auffüllung und Kiessanden mit  $45^\circ$  und in den bindigen Deckschichten mit  $60^\circ$  geböschet werden. In der inhomogenen Auffüllung sowie unter Einfluss von Schichtwasser können Bereiche mit verringerter Scherfestigkeit auftreten, so dass eine Abflachung der Böschung erforderlich wird (z. B. Hang-/Schichtwasser und/oder beim Anchnitt von Leitungsgräben und Arbeitsraumverfüllungen). Bei Böschungshöhen  $> 5,0 \text{ m}$  muss ein rechnerischer Nachweis der Standsicherheit nach DIN 4084 erfolgen.

Fundamentgräben können bis zu einer Aushubtiefe von 1,20 m senkrecht abgegraben werden. 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.

Sofern aus den Böschungen Wasser austritt, muss das Wasser über entsprechende Dränpackungen gefasst und drucklos abgeleitet werden. Falls Böschungsbereiche ausfließen, muss eine Sicherung mit einem Schwerkraftfilter (Schotterschüttung auf Geotextil) erfolgen. Zum Einbau der Schotterpackung wird zusätzlicher Platzbedarf erforderlich.

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 Wasserhaltung**

Die Durchlässigkeit der im Erdplanum/Untergrund anstehenden Schichten ist zum größten Teil sehr gering. Sie reicht nicht aus, um zufließendes Oberflächenwasser und auftretendes Schichtwasser versickern zu lassen.

In der Aushubphase muss mit Schichtwasser in den Kiessanden gerechnet werden.

Aus den vorgenannten Gründen ist für die geplanten Baugruben mindestens eine offene Wasserhaltung einzuplanen. Es ist daher für die Baugrube ein umlaufender Drängraben mit mehreren Pumpensümpfen ( $d=1,0 \dots 1,5$  m) als offene Wasserhaltung einzuplanen. Im Zuge der Baugrubenplanung sind die Böschungen so anzulegen, dass ein genügender Platz für die Pumpensümpfe und die Drängräben vorhanden ist.

In Abhängigkeit vom Wasseranfall ist bei Bedarf eine mind. 0,3 m dicke Filterschicht aus gebrochenem, nullkornfreiem Material (auf einem Geotextil der GRK  $\geq 4$ ) in der Baugrubensohle einzurichten.

Die Wasserhaltung muss auch während der Arbeitspausen (Nachts, Wochenende) dauerhaft funktionstüchtig gehalten werden.

### **5.6 Abdichtung und Auftriebssicherheit**

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

Für das Gebäude muss auf jeden Fall Bodenfeuchte und nicht-drückendes Wasser beachtet werden (Wassereinwirkungsklasse W1.2-E nach DIN 18533-1). Eine Abdichtung der erdbeherrichten Bauteile gegen Bodenfeuchte und nicht-drückendes Wasser 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. Kann oder darf eine Dränage nicht eingesetzt werden, so empfehlen wir eine Abdichtung gegen drückendes Wasser nach der Wassereinwirkungsklasse W2.1. (Einbindetiefe bis 3,0 m u. gepl. GOK) bzw. W2.2 (Einbindetiefe größer 3,0 m u. gepl. GOK) der DIN 18533-1.

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

Die Auftriebssicherheit muss während aller Bauzustände sichergestellt werden. Bei einer Abdichtung gegen drückendes Wasser und somit ohne Dränage ist zu beachten, dass sich zufließendes Wasser im Arbeitsraum ansammeln kann, sodass ein Wasserstand auf Geländehöhe anzusetzen ist.

## **6 Bewertung Bodenaushub**

Im Bereich der geplanten Baumaßnahme wurde aufgefülltes oder umgelagertes Material erbohrt. Da es sich dabei nicht um den natürlich anstehenden Boden handelt, ist ggf. 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.**

Die zuvor aufgeführten abfallbezogenen Untersuchungen (Analytik) und Bewertungen werden in der Stellungnahme 2180533\_AL\_S01 dargestellt.

Im Rahmen jedes Bauantrags ist die Bezirksregierung Düsseldorf – Kampfmittelbeseitigungsdienst Rheinland zu beteiligen. Die Anfrage muss über das Ordnungsamt der zuständigen Gemeinde gestellt werden, wobei ein Plan mit Flurstücksnummer, Flur und der Gemarkung übersandt werden muss, in dem das geplante BV eingetragen ist.

---

<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 Schlussbemerkung**

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 sich das Projekt zum Verfassungszeitpunkt des Baugrundgutachtens noch in der Wettbewerbsphase befindet, ist das Baugrundgutachten nach Vorlage einer konkreten Planung zu überarbeiten. Die dargestellten Gründungsangaben (aufnehmbaren Sohldrücke, Bettungsmodule) sind daher für eine Vorbemessung anzusetzen.

Die im Gutachten getroffenen Aussagen beziehen sich nur auf die Einstufung des Bodens bezüglich seiner Eignung als Baugrund. Eine Altlastuntersuchung folgt in der Stellungnahme 2180533AL\_S01.

Die Angaben zu den Bodenklassen basieren auf der VOB 2012. Die Einteilung in Homogenbereiche nach VOB, Ergänzungsband 2015, erfolgte auf Grundlage der für das o.g. Baugrundgutachten durchgeführten Geländeuntersuchungen und Laborarbeiten. Da nach der VOB, Ergänzungsband 2015, hierfür ein höherer Untersuchungsaufwand vorgegeben ist, kann die Einteilung in Homogenbereiche nur näherungsweise erfolgen

Dem Baugrundgutachter muss Gelegenheit zur Überprüfung des Baugrunds während der Aus-  
hubarbeiten gegeben werden. Die Gründungssohlen sind vom Baugrundgutachter abzuneh-  
men.

Bonn, 28.02.2019

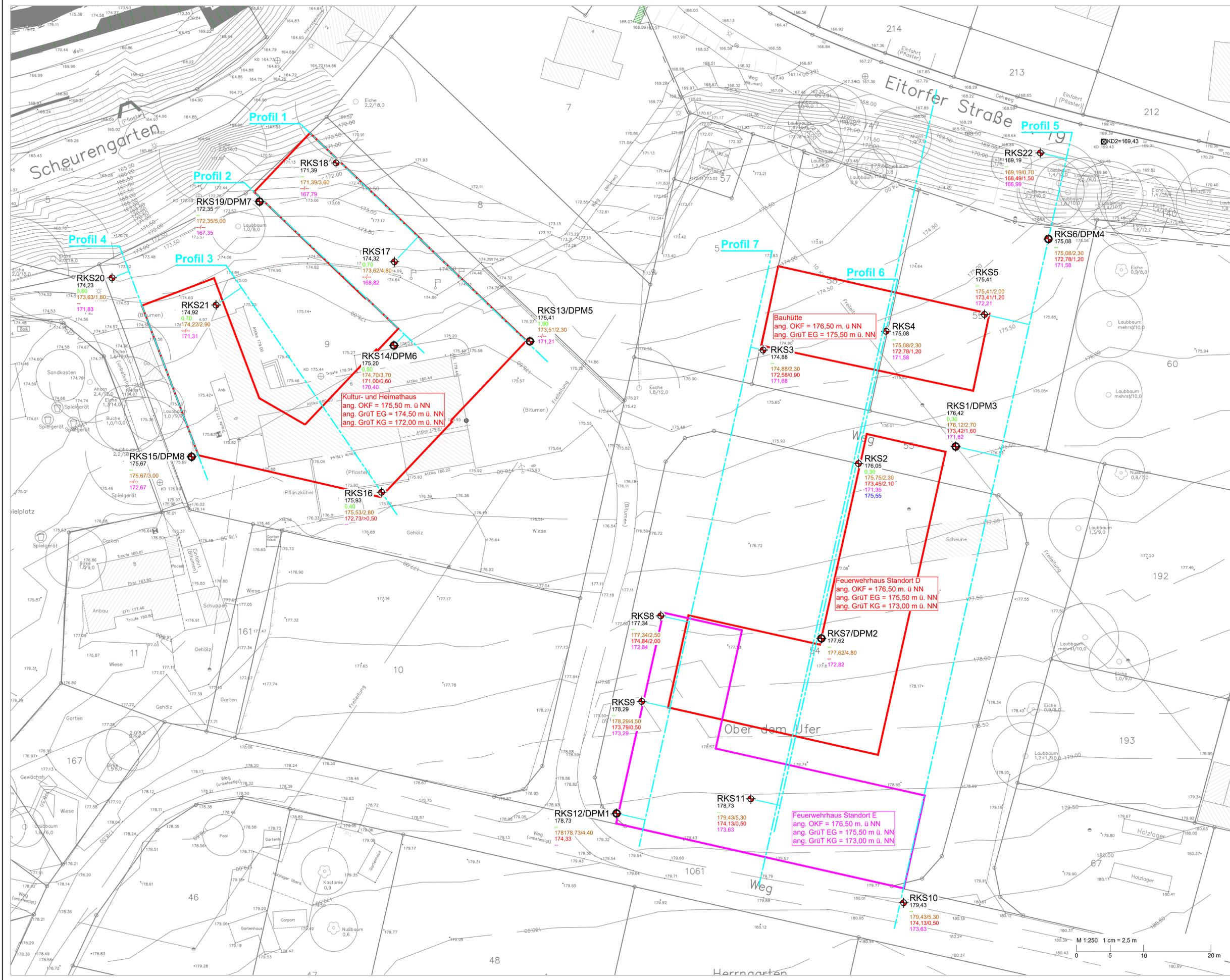
Kühn Geoconsulting GmbH

  
  
Dipl.-Geol. Stefan Oesinghaus  
Geschäftsführender-Gesellschafter

  
MARIUS RÖMER, M.Sc. Geow.  
Projektleiter Baugrund

Anlagen:           1 Lageplan  
                      2 Profile  
                      3 Zustandsgrenzen  
                      4 Grundbruch-/Setzungsberechnungen

- Ø
- Stadt Hennef, Amt für Stadtplanung und Entwicklung, Frau Kristina Ballhorn  
3 x per Post (Frankfurter Str. 97, 53773 Hennef (Sieg))  
1 x per E-Mail ([Kristina.Ballhorn@hennef.de](mailto:Kristina.Ballhorn@hennef.de))
  - Neubig Hubacher Architekten, Herr Simon Hubacher  
1 x per E-Mail ([info@neubighubacher.de](mailto:info@neubighubacher.de))



**Zeichenerklärung**

- ⊕ DPM1 Lage und Nummer der mittelschweren Rammsondierung
- ⊕ RKS2 Lage und Nummer der Rammkernsondierung
- 176.05 Höhe des Ansatzpunktes [m ü. NN]
- 0.30 Dicke Auffüllung [m]
- 175.75/2.30 OK Deckschichten [m ü. NN] / Dicke [m]
- 173.45/2.10 OK Kiessand [m ü. NN] / Dicke [m]
- 171.35 OK verw. Fels [m ü. NN]
- 175.55 Wasserstand [m ü. NN]
- gepl. Neubau

INDEX	Art der Änderung	Datum	Name

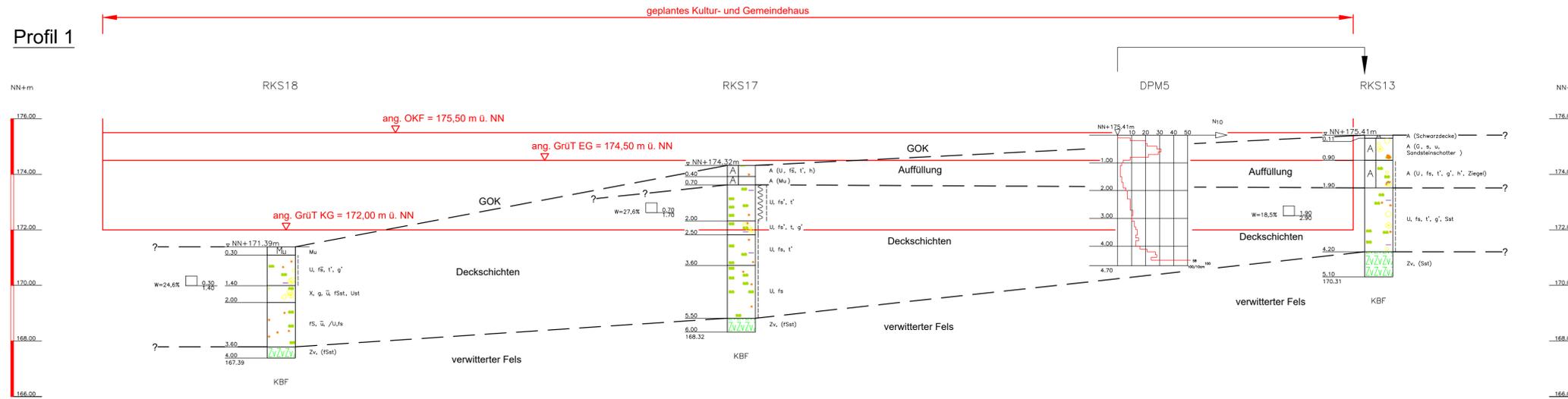
Projekt / Bauvorhaben:  
**InHK Stadt Blankenberg**  
 Stadt Blankenberg  
 53773 Hennef  
 Auftraggeber / Bauherr:  
**Stadt Hennef**  
 Frankfurter Straße 97  
 53773 Hennef  
 Planverfasser:  
**KÜHN Geoconsulting GmbH**  
 Auf der Kaiserfuhr 39  
 D-53127 Bonn  
 Tel.: +49 228 98972-0  
 Fax.: +49 228 98972-11  
 www.geoconsulting.de

Planbenennung:  
**Gutachten / Planungsstand:**  
**Baugrundgutachten G02**  
 Anmerkungen:  
 Alle Maße und Höhenangaben sind vor Baubeginn  
 verantwortlich zu überprüfen. Alle Höhen nach  
 Baunivellement, kein Vermesseraufmaß.

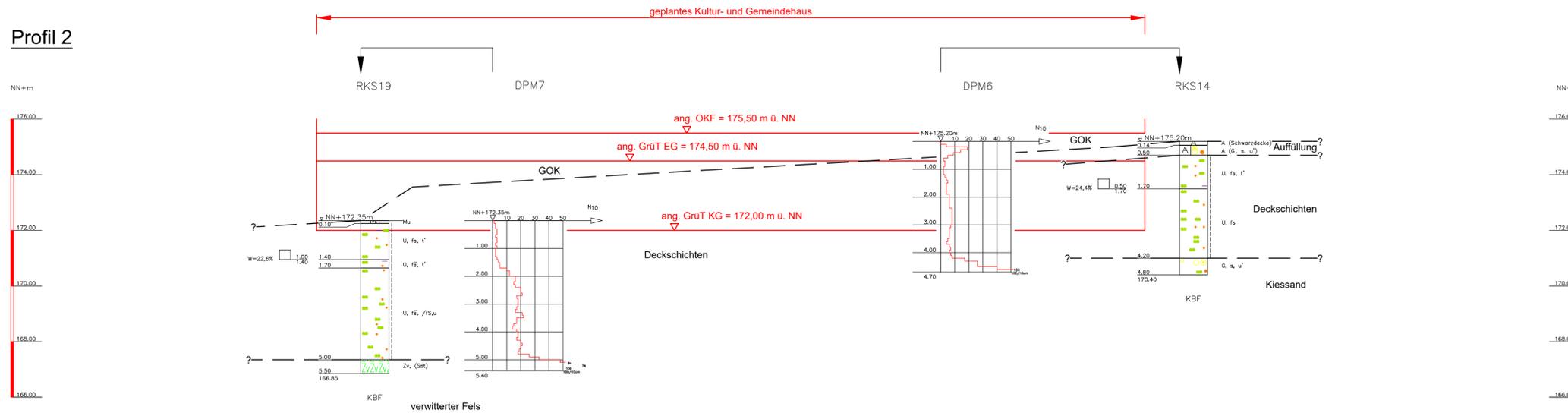
Plan erstellt nach Vorlagen von:  
 AG

Bearbeitung: M. Römer	Planname: 2180533_BG_G02_A1	Datum: 12.03.2019	
Zeichnung: J. Latus	Plangröße: 950 x 594	Anlage: 1	
Projekt-Nr.: 2180533	Maßstab: 1 : 250		

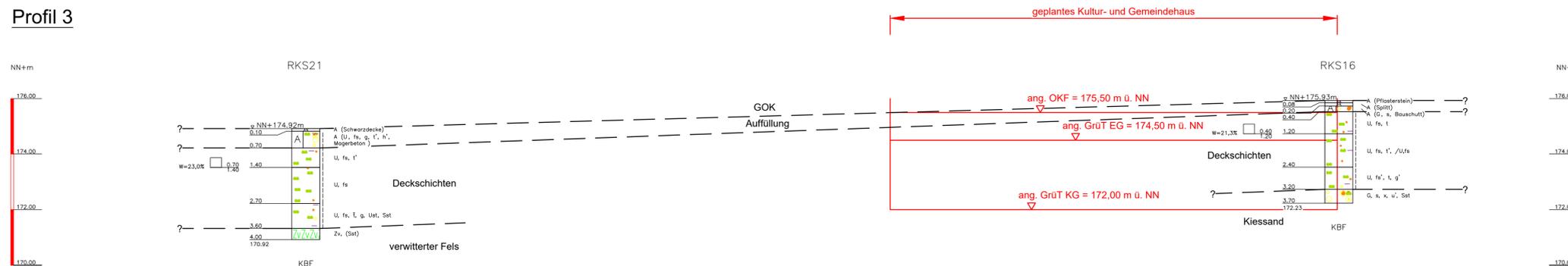
### Profil 1



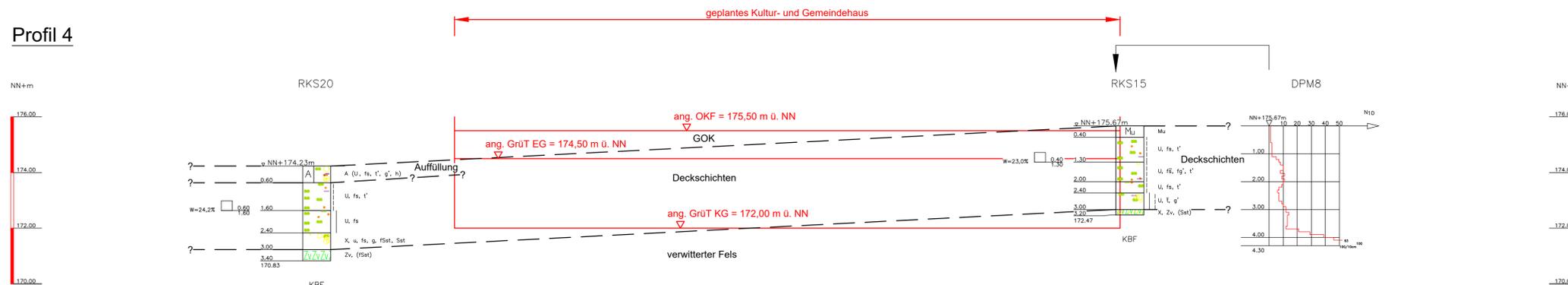
### Profil 2



### Profil 3



### Profil 4



### Zeichenerklärung nach DIN 4023

Bodenarten nach DIN EN ISO 14688-1		Felsarten nach DIN EN ISO 14689-1	
Mutterboden	Mu	Fels, allgemein	Z
Auffüllung	A	Fels, verwittert	Zv
Ton	tonig	Kongl., Brekzie	Gst
Schluff	schluffig	Sandstein	Sst
Sand	sandig	Feinsandstein	fsst
Kies	kiesig	Schluffstein	ust
Steine	steinig	Tonstein	Tst
Blöcke	mit Blöcken	Mergelstein	Mst
Lehm	lehmig	Kalkstein	Kst
Mudde	organisch	Granit	Gr
Torf	humos	Basalt	Ba
Braunkohle	mit Braunkohle-einschlüssen	Tuff	Tu
Korngrößen	fein mittel grob	klüftig	küf stark klüftig
Nebenteile	schwach (<15%) stark (ca. 30-40%)	Grundwasser angeböhrt	▽
Konsistenz	breiig weich steif halbfest fest	Grundwasser nach Bohrende	▽
Feuchtigkeit	nass	Ruhwasserstand	▽
Schichtgrenzen	interpoliert	Schichtwasser	▽
Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476		Grundwasseranstieg	▽
		Grundwasser, versickert	▽
		Feuchtigkeit	kr = 1,2 (10,7%)
		Schichtgrenzen, interpoliert	---
		Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476	
		Sonderprobe	PH
		Wassergehalt	w = 9,4%
		Glühverlust	Gv = 10,7%
		kein Bohrfortschritt	KBF
		kein Rammfortschritt	KRF

INDEX	Art der Änderung	Datum	Name
D			
C			
B			
A			

Projekt / Bauvorhaben:  
**InHK Stadt Blankenberg**  
Stadt Blankenberg  
53773 Hennef

Auftraggeber / Bauherr:  
**Stadt Hennef**  
Frankfurter Straße 97  
53773 Hennef

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

Planbenennung:  
**Profil 1 - 4**

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

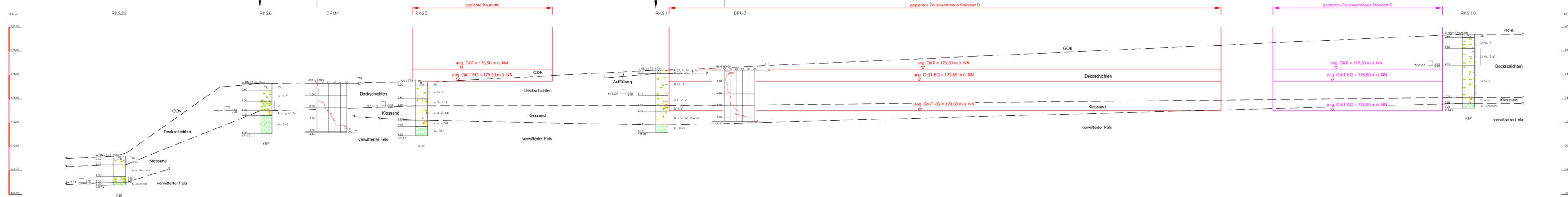
Tel.: +49 228 98972-0  
Fax.: +49 228 98972-11  
www.geoconsulting.de

Gutachten / Planungsstand:  
**Baugrundgutachten G02**  
Plan erstellt nach Vorlagen von:

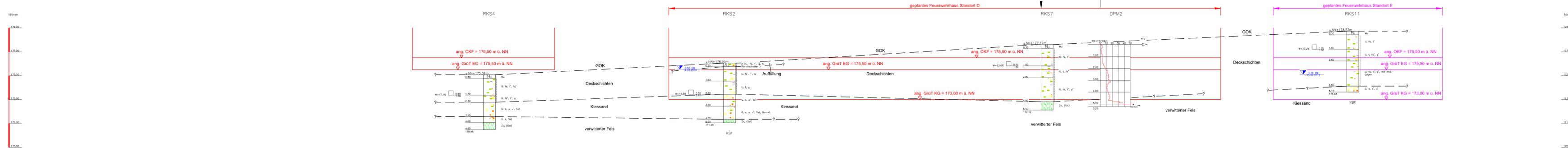
Bearbeitung:	M. Römer	Planname:	2180533_BG_G02_A2.1	Datum:	12.03.2019
Zeichnung:	J. Latus	Plangröße:	950 x 594	Anlage:	2.1
Projekt-Nr.:	2180533	Maßstab:	1 : 100		

2180533\_BG\_G02\_01.dwg

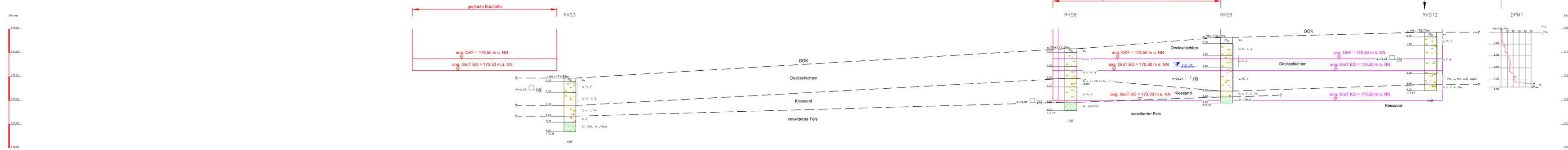
Profil 5



Profil 6



Profil 7



Zeichenerklärung nach DIN 4023

Bodenarten nach DIN EN ISO 14688-1		Felsarten nach DIN EN ISO 14689-1	
Mädelboden	A	Fels, allgemein	Z
Auffüllung	U	Fels, verwittert	Zv
tonig	T	Kongl. Brekzie	K
Schluff	U	Sandstein	Sst
sandig	S	Feldspathic	Fst
kiebig	G	Schuffstein	Sst
steinig	X	Tonstein	Tst
Blocke	Y	Mergelstein	Mst
Lehm	L	Kalkstein	Kst
Mudde	M	Granit	Gr
Tuff	H	Basalt	Ba
Braunkohle	Bk	Tuff	Tu
fein	f	Klüftung	kl
mittel	m	klf	klf
groß	g	stark klüftig	stkl
Grundwasser angebort	gw		
Ruhewasser nach Bohrende	rw		
Ruhewasserstand	rw		
Schichtwasser	sw		
Grundwasseranstieg	gw		
Grundwasser, versickert	gw		
Feuchtigkeit	f	κ <sub>v</sub> -Wert-Bestimmung	κ <sub>v</sub>
Schichtgrenzen, interpoliert	---	Sonderprobe	sp
Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476	rs	Wassergehalt	w
Schwach (<15%)	sw	Gehaltswert	gw
stark (ca. 30-40%)	st	Grütfüllst	gf
brüglig	brg	kein Bohrfortschritt	KBF
weich	w	kein Bohrfortschritt	KBF
stief	stf		
halbfest	hft		
fest	ft		

INDEX | Art der Änderung | Datum | Name

Projekt / Bauvorhaben:  
**InHK Stadt Blankenberg**  
 Stadt Blankenberg  
 53773 Hennef

Auftraggeber / Bauherr:  
**Stadt Hennef**  
 Frankfurter Straße 97  
 53773 Hennef

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

Planbenennung:  
**Profil 5 - 7**  
 Baugrundgutachten G02

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

Bearbeitung: M. Römer | Planname: 2180533\_BG\_G02\_A2.2 | Datum: 12.03.2019  
 Zeichnung: U. Latas | Plangröße: 1500 x 594  
 Projekt-Nr.: 2180533 | Maßstab: 1:100 | Anlage: 2.2

2180533\_BG\_G02\_01.dwg

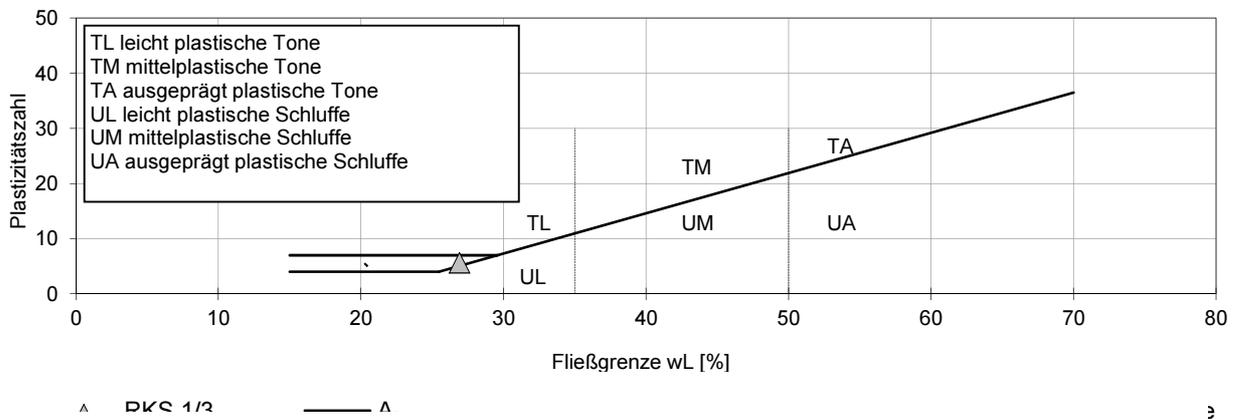
**Stadt Hennef**

InHK Stadt Blankenberg: Kultur- und Heimathaus / Feuerwehrhaus / Bauhütte

**Tab. 1: Bestimmung der Konsistenzgrenzen n. DIN 18122**

Proben-Nr.	Fließgrenze $w_L$ [%]	Ausrollgrenze $w_P$ [%]	Überkorn $\ddot{u}$ [%]	Plastizitätszahl $I_P$ ( $I_P = w_L - w_P$ )	Bemerkungen
RKS 1/3	26,9	21,3	13,5	5,6	Deckschichten

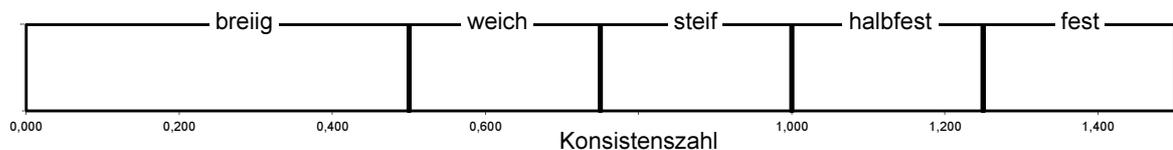
**Bild 1: Darstellung im Plastizitätsdiagramm**



**Tab. 2: Bestimmung der Wassergehalte n. DIN 18121 und Ermittlung der Konsistenz**

Proben-Nr.	Wassergehalt		Konsistenzzahl $I_C$ ( $I_C = (w_L - w_{\ddot{u}}) / I_P$ )	Konsistenz n. DIN 18122	Bemerkungen
	$w$ [%]	$w_{\ddot{u}}$ [%]			

**Bild 2: Darstellung der Konsistenzen im Konsistenzbalken n. ATTERBERG**



Bemerkung:  $w_s$  näherungsweise = 1,25 (n. Schultz/Muhs 1967)

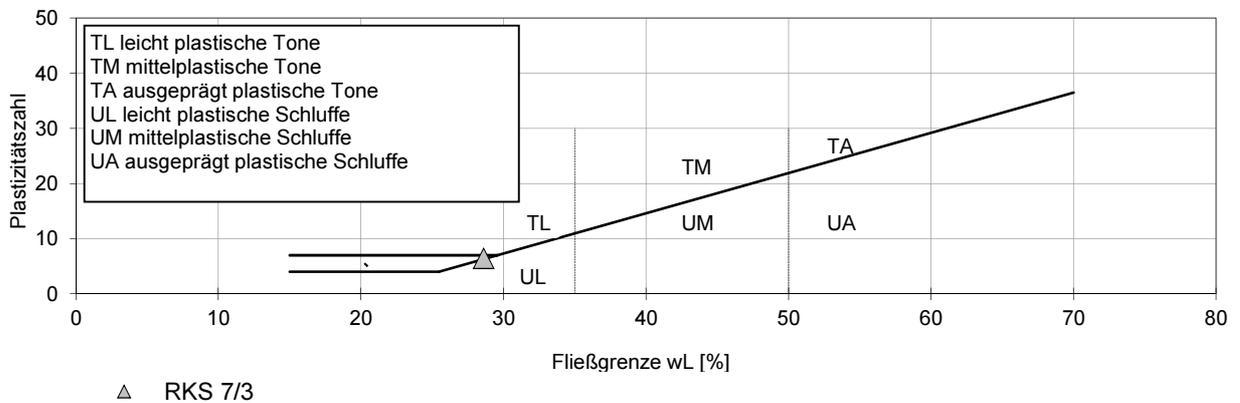
**Stadt Hennef**

InHK Stadt Blankenberg: Kultur- und Heimathaus / Feuerwehrhaus / Bauhütte

**Tab. 1: Bestimmung der Konsistenzgrenzen n. DIN 18122**

Proben-Nr.	Fließgrenze $w_L$ [%]	Ausrollgrenze $w_P$ [%]	Überkorn $\ddot{u}$ [%]	Plastizitätszahl $I_P$ ( $I_P = w_L - w_P$ )	Bemerkungen
RKS 7/3	28,6	22,2	3,6	6,4	Deckschichten

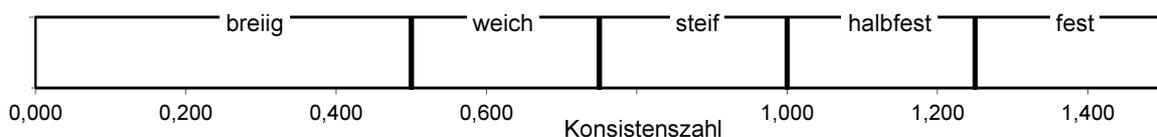
**Bild 1: Darstellung im Plastizitätsdiagramm**



**Tab. 2: Bestimmung der Wassergehalte n. DIN 18121 und Ermittlung der Konsistenz**

Proben-Nr.	Wassergehalt		Konsistenzzahl $I_c$ ( $I_c = (w_L - w_{\ddot{u}}) / I_P$ )	Konsistenz n. DIN 18122	Bemerkungen
	$w$ [%]	$w_{\ddot{u}}$ [%]			

**Bild 2: Darstellung der Konsistenzen im Konsistenzbalken n. ATTERBERG**



Bemerkung:  $w_s$  näherungsweise = 1,25 (n. Schultz/Muhs 1967)

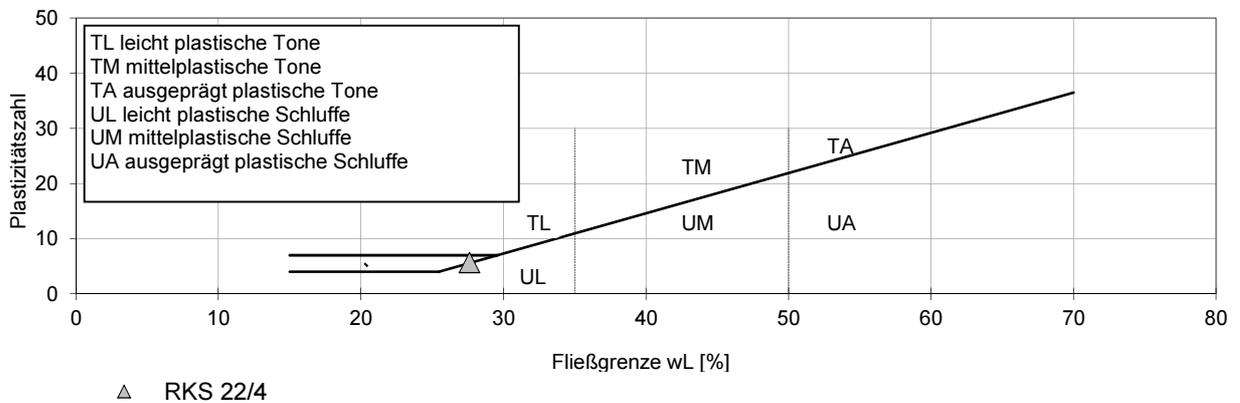
**Stadt Hennef**

InHK Stadt Blankenberg: Kultur- und Heimathaus / Feuerwehrhaus / Bauhütte

**Tab. 1: Bestimmung der Konsistenzgrenzen n. DIN 18122**

Proben-Nr.	Fließgrenze $w_L$ [%]	Ausrollgrenze $w_P$ [%]	Überkorn $\ddot{u}$ [%]	Plastizitätszahl $I_P$ ( $I_P = w_L - w_P$ )	Bemerkungen
RKS 22/4	27,6	21,9	6,2	5,7	Kiessand (Lehmlage)

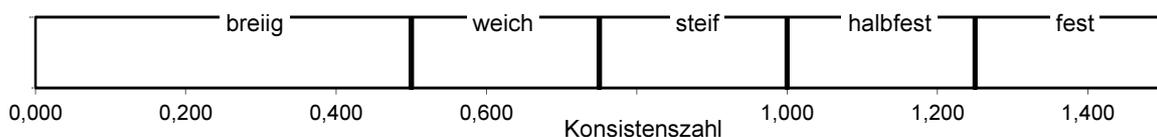
**Bild 1: Darstellung im Plastizitätsdiagramm**



**Tab. 2: Bestimmung der Wassergehalte n. DIN 18121 und Ermittlung der Konsistenz**

Proben-Nr.	Wassergehalt		Konsistenzzahl $I_c$ ( $I_c = (w_L - w_{\ddot{u}}) / I_P$ )	Konsistenz n. DIN 18122	Bemerkungen
	$w$ [%]	$w_{\ddot{u}}$ [%]			

**Bild 2: Darstellung der Konsistenzen im Konsistenzbalken n. ATTERBERG**



Bemerkung:  $w_s$  näherungsweise = 1,25 (n. Schultz/Muhs 1967)

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
█	19.5	9.5	28.8	7.5	12.5	0.00	1.000	Deckschichten (st)
█	20.0	12.0	37.5	1.3	100.0	0.00	1.000	Kiessand
█	22.0	12.0	32.5	15.0	100.0	0.00	1.000	verw. Fels
█	24.0	14.0	35.0	25.0	300.0	0.00	1.000	Tertiäre Sande



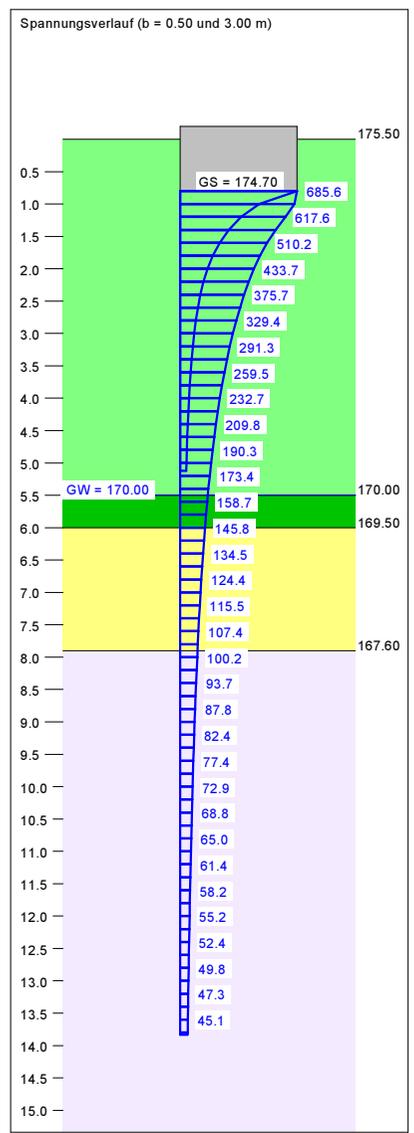
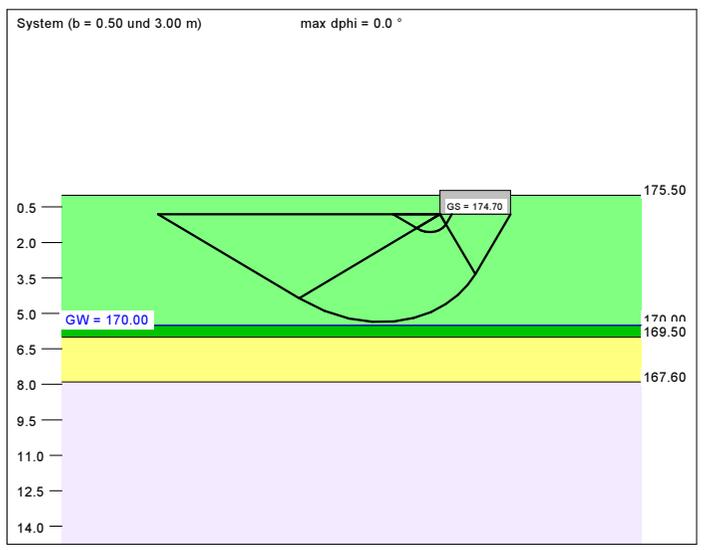
Kühn Geoconsulting  
Auf der Kaiserfuhr 39  
53127 Bonn

BV: InHK Stadt Blankenberg  
KHH / FW / BH

Bericht Nr.  
2180533BG\_G02  
Anlage Nr. 4.1

## Gründung in den Deckschichten (Vorbemessung)

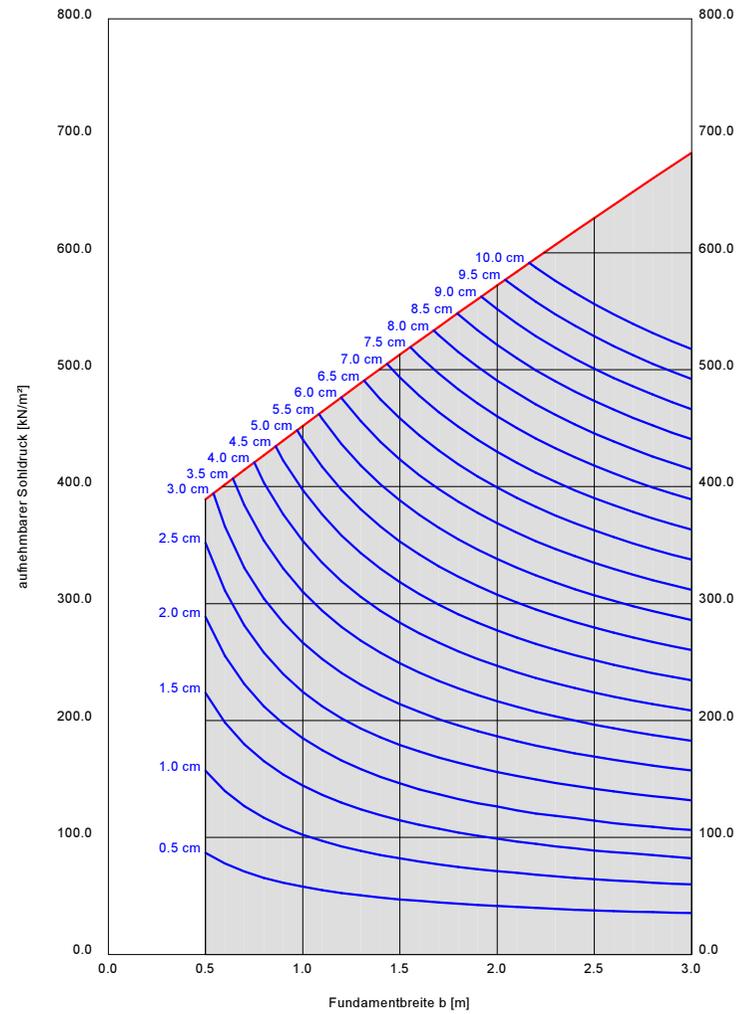
Einbindung  $\geq 0,8$  m



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  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_Q$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.000$   
 Oberkante Gelände = 175.50 m  
 Gründungssohle = 174.70 m  
 Grundwasser = 170.00 m  
 Grenztiefe mit  $p = 20.0$  %  
 Grenztiefe spannungsvariabel bestimmt  
 — aufnehmbarer Sohldruck  
 — Setzungen

a	b	$\sigma_{Gk}$	zul $\sigma$	zul R	$R_{n,d}$	s	cal $\phi$	cal c	$\gamma_2$	$\sigma_{G1}$	$t_g$	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	544.7	389.0	194.5	194.5	2.80	28.8	7.50	19.50	15.60	5.12	1.56
10.00	0.60	562.4	401.7	241.0	241.0	3.32	28.7	7.50	19.50	15.60	5.59	1.71
10.00	0.70	580.1	414.4	290.0	290.0	3.78	28.7	7.50	19.50	15.60	6.09	1.86
10.00	0.80	597.7	426.9	341.5	341.5	4.24	28.8	7.50	19.50	15.60	6.57	2.01
10.00	0.90	615.1	439.4	395.4	395.4	4.69	28.8	7.50	19.50	15.60	7.02	2.17
10.00	1.00	632.5	451.8	451.8	451.8	5.13	28.7	7.50	19.50	15.60	7.46	2.32
10.00	1.10	649.8	464.1	510.5	510.5	5.58	28.8	7.50	19.50	15.60	7.88	2.47
10.00	1.20	667.0	476.4	571.7	571.7	6.01	28.7	7.50	19.50	15.60	8.27	2.62
10.00	1.30	684.1	488.6	635.2	635.2	6.43	28.7	7.50	19.50	15.60	8.65	2.77
10.00	1.40	701.0	500.7	701.0	701.0	6.86	28.8	7.50	19.50	15.60	9.01	2.92
10.00	1.50	717.9	512.8	769.2	769.2	7.28	28.8	7.50	19.50	15.60	9.36	3.08
10.00	1.60	734.7	524.8	839.7	839.7	7.69	28.8	7.50	19.50	15.60	9.71	3.23
10.00	1.70	751.4	536.7	912.5	912.5	8.11	28.7	7.50	19.50	15.60	10.04	3.38
10.00	1.80	768.0	548.6	987.5	987.5	8.52	28.7	7.50	19.50	15.60	10.37	3.53
10.00	1.90	784.6	560.4	1064.8	1064.8	8.93	28.8	7.50	19.50	15.60	10.69	3.68
10.00	2.00	801.0	572.1	1144.2	1144.2	9.34	28.7	7.50	19.50	15.60	11.01	3.84
10.00	2.10	817.3	583.8	1225.9	1225.9	9.74	28.8	7.50	19.50	15.60	11.31	3.99
10.00	2.20	833.5	595.4	1309.8	1309.8	10.14	28.8	7.50	19.50	15.60	11.61	4.14
10.00	2.30	849.6	606.9	1395.8	1395.8	10.54	28.7	7.50	19.50	15.60	11.91	4.29
10.00	2.40	865.7	618.3	1484.0	1484.0	10.94	28.7	7.50	19.50	15.60	12.20	4.44
10.00	2.50	881.6	629.7	1574.3	1574.3	11.33	28.8	7.50	19.50	15.60	12.48	4.59
10.00	2.60	897.4	641.0	1666.7	1666.7	11.72	28.7	7.50	19.50	15.60	12.76	4.75
10.00	2.70	913.2	652.3	1761.1	1761.1	12.11	28.8	7.50	19.50	15.60	13.04	4.90
10.00	2.80	928.8	663.4	1857.6	1857.6	12.50	28.8	7.50	19.50	15.60	13.31	5.05
10.00	2.90	944.4	674.5	1956.2	1956.2	12.89	28.7	7.50	19.50	15.60	13.57	5.20
10.00	3.00	959.8	685.6	2056.7	2056.7	13.27	28.8	7.50	19.50	15.60	13.83	5.35

zul  $\sigma = \sigma_{Gk} / (\gamma_{R,V} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{Gk} / (1.40 \cdot 1.00) = \sigma_{Gk} / 1.40$   
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	$\kappa$ [-]	Bezeichnung
█	19.5	9.5	28.8	7.5	12.5	0.00	1.000	Deckschichten (st)
█	20.0	12.0	37.5	1.3	100.0	0.00	1.000	Kiessand
█	22.0	12.0	32.5	15.0	100.0	0.00	1.000	verw. Fels
█	24.0	14.0	35.0	25.0	300.0	0.00	1.000	Tertiäre Sande



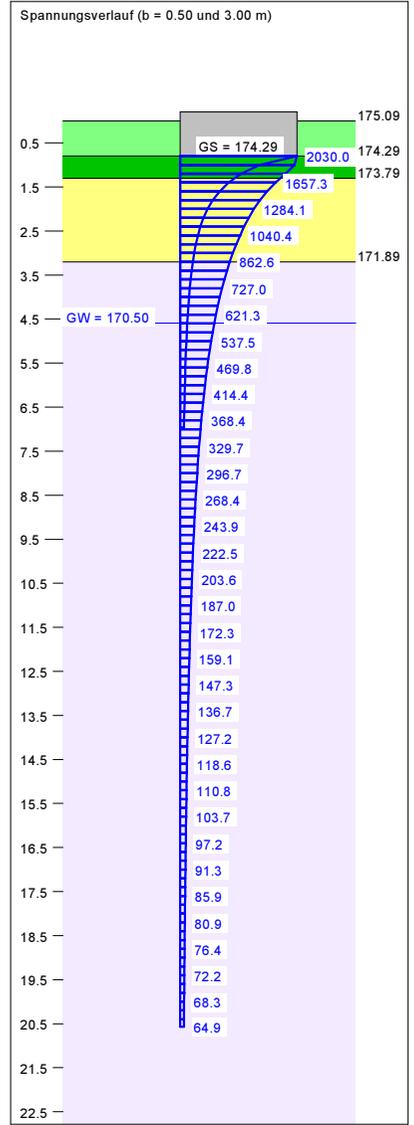
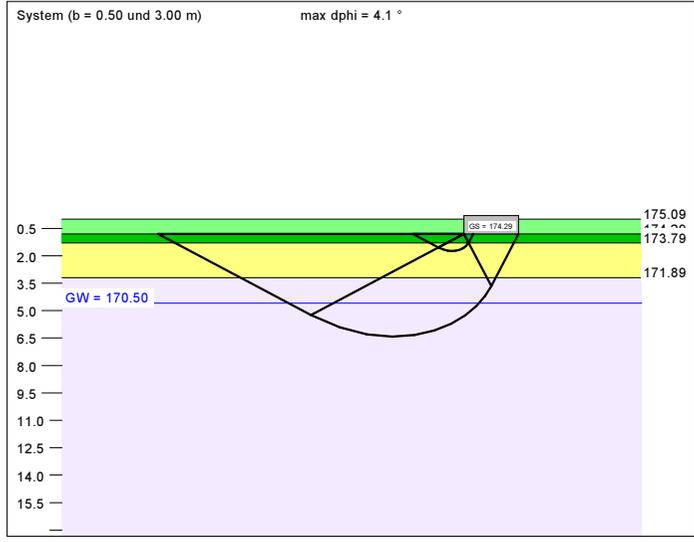
Kühn Geoconsulting  
Auf der Kaiserfuhr 39  
53127 Bonn

BV: InHK Stadt Blankenberg  
KHH / FW / BH

Bericht Nr.  
2180533BG\_G02  
Anlage Nr. 4.2

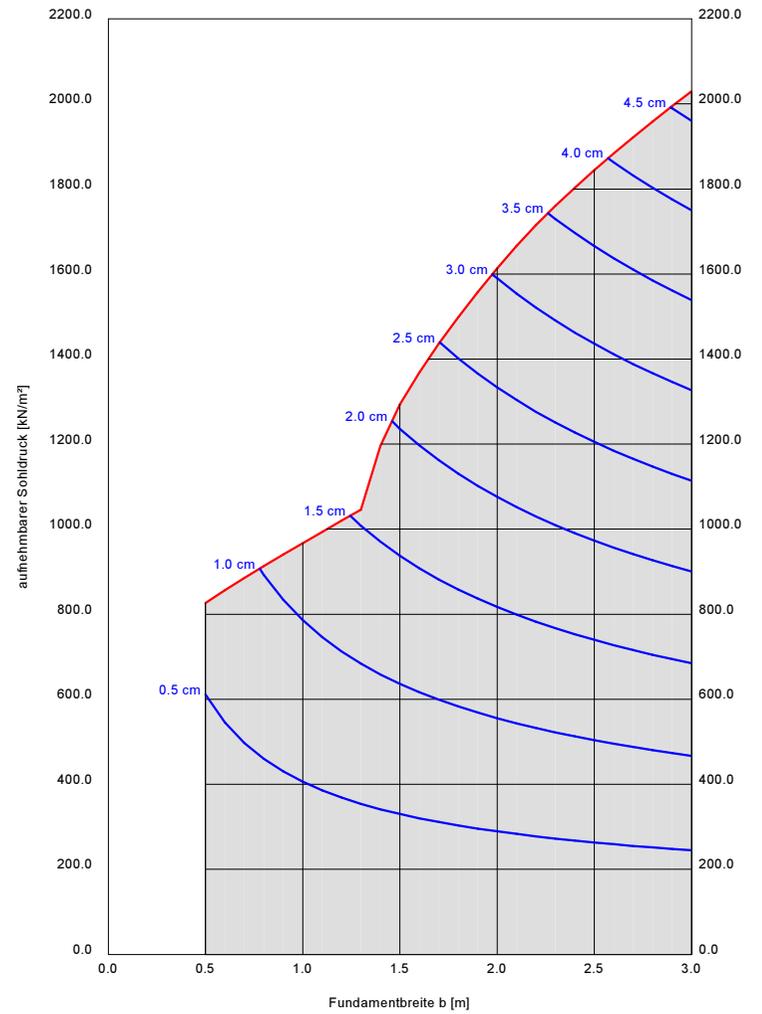
## Gründung im Kiessand (Vorbemessung)

Einbindung  $\geq 0,8$  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  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_Q$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.000$   
 Oberkante Gelände = 175.09 m  
 Gründungssohle = 174.29 m  
 Grundwasser = 170.50 m  
 Grenztiefe mit  $p = 20.0\%$   
 Grenztiefe spannungsvariabel bestimmt  
 — aufnehmbarer Sohldruck  
 — Setzungen



a	b	$\sigma_{Gk}$	zul $\sigma$	zul R	$R_{n,d}$	s	cal $\varphi$	cal c	$\gamma_2$	$\sigma_{G,Q}$	$t_g$	UK LS
10.00	0.50	1156.5	826.0	413.0	413.0	0.68	34.6	9.36	20.62	15.60	6.96	1.74
10.00	0.60	1199.3	856.7	514.0	514.0	0.80	34.3	10.24	20.80	15.60	7.67	1.91
10.00	0.70	1239.8	885.6	619.9	619.9	0.91	34.1	10.88	20.94	15.60	8.32	2.09
10.00	0.80	1278.8	913.4	730.7	730.7	1.02	33.9	11.37	21.05	15.60	8.93	2.26
10.00	0.90	1316.9	940.6	846.6	846.6	1.13	33.7	11.76	21.13	15.60	9.51	2.43
10.00	1.00	1354.3	967.4	967.4	967.4	1.24	33.6	12.07	21.21	15.60	10.06	2.61
10.00	1.10	1391.2	993.7	1093.1	1093.1	1.35	33.5	12.33	21.27	15.60	10.59	2.78
10.00	1.20	1427.8	1019.8	1223.8	1223.8	1.45	33.4	12.54	21.33	15.60	11.09	2.96
10.00	1.30	1463.9	1045.7	1359.4	1359.4	1.56	33.4	12.72	21.37	15.60	11.58	3.13
10.00	1.40	1499.5	1071.5	1500.0	1500.0	1.66	33.3	12.87	21.40	15.60	12.06	3.30
10.00	1.50	1534.6	1097.2	1655.6	1655.6	1.76	33.2	13.00	21.42	15.60	12.54	3.47
10.00	1.60	1569.2	1122.8	1826.2	1826.2	1.86	33.1	13.11	21.43	15.60	13.01	3.64
10.00	1.70	1603.3	1148.3	2011.8	2011.8	1.95	33.0	13.21	21.44	15.60	13.47	3.81
10.00	1.80	1636.9	1173.7	2212.4	2212.4	2.04	32.9	13.29	21.44	15.60	13.92	3.98
10.00	1.90	1670.0	1199.0	2428.0	2428.0	2.13	32.8	13.36	21.44	15.60	14.37	4.15
10.00	2.00	1702.6	1224.2	2658.6	2658.6	2.22	32.7	13.42	21.43	15.60	14.81	4.32
10.00	2.10	1734.7	1249.3	2904.2	2904.2	2.30	32.6	13.47	21.42	15.60	15.24	4.49
10.00	2.20	1766.3	1274.3	3164.8	3164.8	2.38	32.5	13.51	21.41	15.60	15.66	4.66
10.00	2.30	1797.4	1299.2	3440.4	3440.4	2.46	32.4	13.54	21.40	15.60	16.07	4.83
10.00	2.40	1828.0	1324.0	3731.0	3731.0	2.54	32.3	13.57	21.39	15.60	16.47	5.00
10.00	2.50	1858.1	1348.7	4036.6	4036.6	2.61	32.2	13.59	21.38	15.60	16.86	5.17
10.00	2.60	1887.7	1373.3	4357.2	4357.2	2.68	32.1	13.61	21.37	15.60	17.24	5.34
10.00	2.70	1916.8	1397.8	4692.8	4692.8	2.75	32.0	13.62	21.36	15.60	17.61	5.51
10.00	2.80	1945.4	1422.2	5043.4	5043.4	2.82	31.9	13.63	21.35	15.60	17.97	5.68
10.00	2.90	1973.5	1446.5	5409.0	5409.0	2.89	31.8	13.64	21.34	15.60	18.32	5.85
10.00	3.00	2001.1	1470.7	5790.6	5790.6	2.96	31.7	13.64	21.33	15.60	18.66	6.02
10.00	3.00	2842.0	2030.0	6090.1	6090.1	4.67	34.5	20.76	20.76	15.60	20.57	6.42

zul  $\sigma = \sigma_{Gk} / (\gamma_{R,V} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{Gk} / (1.40 \cdot 1.00) = \sigma_{Gk} / 1.40$   
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	$\kappa$ [-]	Bezeichnung
	20.0	12.0	37.5	1.3	100.0	0.00	1.000	Bodenaufbau
	19.5	9.5	28.8	7.5	12.5	0.00	1.000	Deckschichten (st)
	20.0	12.0	37.5	1.3	100.0	0.00	1.000	Kiessand
	22.0	12.0	32.5	15.0	100.0	0.00	1.000	verw. Fels
	24.0	14.0	35.0	25.0	300.0	0.00	1.000	Tertiäre Sande



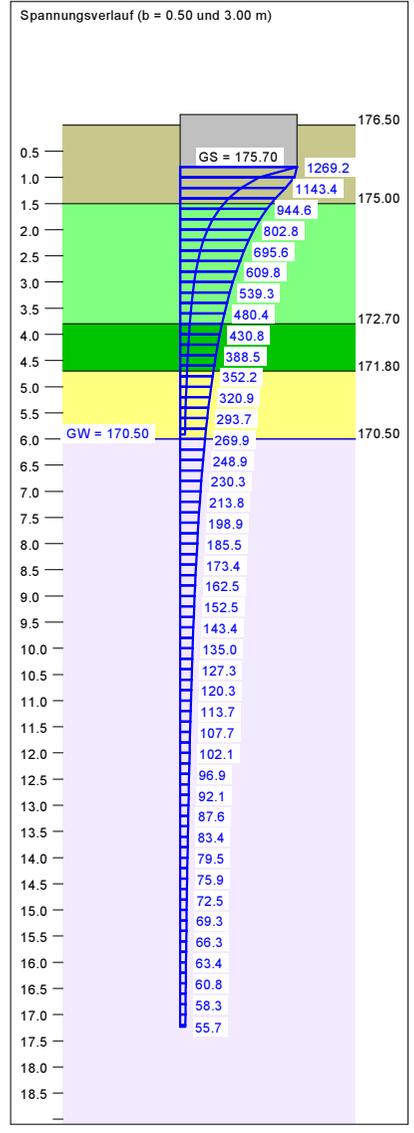
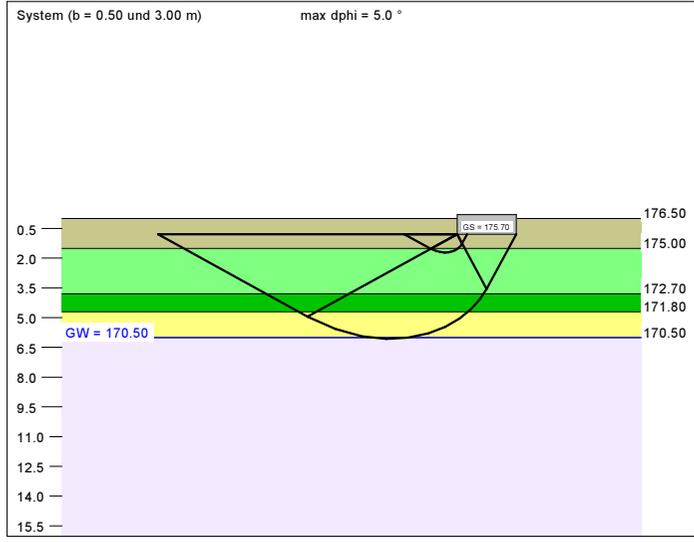
Kühn Geoconsulting  
Auf der Kaiserfuhr 39  
53127 Bonn

BV: InHK Stadt Blankenberg  
KHH / FW / BH

Bericht Nr.  
2180533BG\_G02  
Anlage Nr. 4.3

## Gründung im Bodenaufbau (Vorbemessung)

Einbindung  $\geq 0,8$  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 = 176.50 m  
Gründungssohle = 175.70 m  
Grundwasser = 170.50 m  
Grenztiefe mit  $p = 20.0\%$   
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— aufnehmbare Sohldruck  
— Setzungen

a	b	$\sigma_{Gk}$	zul $\sigma$	zul R	$R_{n,d}$	s	cal $\varphi$	cal c	$\gamma_2$	$\sigma_{G1}$	$t_g$	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	810.1	578.6	289.3	289.3	2.14	33.8*	3.74	19.95	16.00	5.92	1.71
10.00	0.60	839.1	599.4	359.6	359.6	2.57	33.4	4.36	19.90	16.00	6.51	1.88
10.00	0.70	826.9	590.6	413.4	413.4	2.86	32.8*	4.76	19.86	16.00	6.93	2.03
10.00	0.80	822.0	587.1	469.7	469.7	3.14	32.3*	5.06	19.83	16.00	7.33	2.18
10.00	0.90	807.4	576.7	519.1	519.1	3.36	31.8*	5.29	19.81	16.00	7.66	2.32
10.00	1.00	801.8	572.7	572.7	572.7	3.59	31.4*	5.48	19.78	16.00	8.00	2.47
10.00	1.10	802.8	573.4	630.7	630.7	3.83	31.1*	5.65	19.76	16.00	8.34	2.62
10.00	1.20	805.9	575.6	690.7	690.7	4.06	30.8*	5.78	19.75	16.00	8.67	2.76
10.00	1.30	813.3	581.0	755.2	755.2	4.31	30.6*	5.90	19.73	16.00	9.01	2.91
10.00	1.40	824.4	588.9	824.4	824.4	4.56	30.5*	6.01	19.72	16.00	9.35	3.06
10.00	1.50	833.5	595.4	893.1	893.1	4.80	30.3*	6.10	19.71	16.00	9.67	3.21
10.00	1.60	845.7	604.1	966.5	966.5	5.05	30.2*	6.18	19.70	16.00	10.00	3.36
10.00	1.70	858.2	613.0	1042.0	1042.0	5.29	30.1*	6.26	19.69	16.00	10.32	3.51
10.00	1.80	870.9	622.1	1119.7	1119.7	5.53	30.0*	6.32	19.68	16.00	10.63	3.66
10.00	1.90	1179.6	842.6	1600.9	1600.9	7.72	32.6	4.95	19.67	16.00	12.32	4.11
10.00	2.00	1277.0	912.1	1824.2	1824.2	8.58	33.1	4.61	19.67	16.00	12.98	4.34
10.00	2.10	1370.5	978.9	2055.8	2055.8	9.43	33.5	4.32	19.68	16.00	13.61	4.57
10.00	2.20	1418.1	1012.9	2228.4	2228.4	9.98	33.4	4.79	19.69	16.00	14.05	4.73
10.00	2.30	1431.3	1022.4	2351.4	2351.4	10.28	33.0	6.21	19.71	16.00	14.34	4.86
10.00	2.40	1464.0	1045.7	2509.6	2509.6	10.71	32.8	6.96	19.74	16.00	14.71	5.02
10.00	2.50	1497.9	1069.9	2674.8	2674.8	11.16	32.7	7.50	19.78	16.00	15.07	5.17
10.00	2.60	1536.7	1097.6	2853.8	2853.8	11.64	32.7	7.89	19.82	16.00	15.45	5.34
10.00	2.70	1575.0	1125.0	3037.5	3037.5	12.13	32.7	8.24	19.86	16.00	15.82	5.51
10.00	2.80	1612.7	1151.9	3225.4	3225.4	12.60	32.6	8.56	19.90	16.00	16.18	5.68
10.00	2.90	1650.6	1179.0	3419.1	3419.1	13.09	32.6	8.83	19.94	16.00	16.54	5.85
10.00	3.00	1776.9	1269.2	3807.7	3807.7	14.29	32.8	9.96	19.99	16.00	17.23	6.07

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

