

**Geotechnischer Bericht**  
zur  
Erschließung  
des Gewerbegebietes  
Brühl  
(Flurstück 246 und 324 - Süd)  
in 88273 Fronreute

---

Aktenzeichen: AZ 16 08 077

Bauvorhaben: Gemeinde Fronreute  
Erschließung Gewerbegebiet Brühl  
88273 Fronreute  
- Baugrunderkundung -

Auftraggeber: Gemeinde Fronreute  
Schwommengasse 2  
88273 Fronreute

Fachplanung: ABU GmbH Ingenieurgesellschaft  
Hauptstraße 35  
88348 Bad Saulgau

Bearbeitung: M.Sc.-Geol. Kathrin Wolf  
M.Sc.-Geol. Veronika Schmidt

Datum: 02.03.2017

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorgang</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Geomorphologie des Untersuchungsgebietes</b> .....	<b>5</b>
2.1	Morphologie und Geologie des Untersuchungsareals .....	5
<b>3</b>	<b>Geotechnisches Baugrundmodell</b> .....	<b>7</b>
3.1	Bautechnische Beschreibung der Schichten .....	7
3.2	Bodenmechanische Laborversuche .....	9
3.2.1	Wassergehaltsbestimmung nach DIN 18121.....	9
3.2.2	Zustandsgrenzen nach Atterberg .....	9
3.2.3	Korngrößenverteilung nach DIN 18123 .....	10
3.3	Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung .....	11
<b>4</b>	<b>Georisiken</b> .....	<b>13</b>
4.1	Seismische Aktivität .....	13
<b>5</b>	<b>Hydrogeologie</b> .....	<b>14</b>
5.1	Grundwasserverhältnisse .....	14
<b>6</b>	<b>Grundbautechnische Empfehlungen und baubegleitende Maßnahmen</b> .....	<b>16</b>
6.1	Baumaßnahme.....	16
6.2	Baugrundkriterien.....	16
6.3	Gründungsempfehlung.....	16
6.3.1	Bauwerke ohne Unterkellerung .....	17
6.3.2	Bauwerke mit Unterkellerung .....	19
6.4	Baugrube .....	19
6.5	Trockenhaltung von Bauwerken .....	20
6.6	Kanalbau.....	21
6.7	Straßenbau .....	22
<b>7</b>	<b>Hinweise und Empfehlungen</b> .....	<b>24</b>

### Anlagenverzeichnis

- 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab: unmaßstäblich
- 1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, Maßstab 1:2000
- 2.1-4 Geotechnische Baugrundschnitte, M.d.H. 1:75, M.d.L. unmaßstäblich
- 3 Fotodokumentation der Bohrkerne
- 4.1-8 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

### Verwendete Unterlagen und Literatur

- [1.1] Gemeinde Fronreute, ALKIS-Auszug, Gemarkung: Blitzenreute - 9530, Flurstück: 246, Lage: Brühl, Buchfläche: 19.394 m<sup>2</sup>, gef. 22.08.2016
- [1.2] Gemeinde Fronreute, ALKIS-Auszug, Gemarkung: Blitzenreute - 9530, Flurstück: 324, Lage: Lautenhalde, Buchfläche: 23.947 m<sup>2</sup>, gef. 22.08.2016
- [2] Geologische Karte von Baden-Württemberg, Blatt 8123 Weingarten, Maßstab 1:25 000
- [3.1] DIN EN 1997-1, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1 Allgemeine Regeln
- [3.2] DIN EN 1997-2, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
- [3.3] DIN EN 1997-2/NA, Nationaler Anhang, National festgelegte Parameter
- [3.4] DIN 1054:2012-12; Baugrund- Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau  
Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- [4] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef: Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, August 2008
- [5] Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben „EAB“, 4. überarbeitete und erweiterte Auflage, Verlag Ernst & Sohn, 206, 304 Seiten
- [6] RStO 12: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement, Ausgabe 2012

## 1 Vorgang

Die Gemeinde Fronreute beabsichtigt die Erschließung des Gewerbegebietes Brühl auf den Flurstücken 246 und 324 Süd, die auf der nordwestlichen und südöstlichen Seite an die Wolpertswender Straße / K 7955, am nordöstlichen Ortsausgang von Blitzenreute angrenzen.

Planerisch wird die Erschließung vom Ingenieurbüro ABU GmbH aus Bad Saulgau betreut.

In Zusammenhang mit der geplanten Erschließungsmaßnahme wurde die Fa. BauGrund Süd beauftragt, die geologische und hydrogeologische Beschaffenheit des Untergrundes im Bereich des geplanten Gewerbegebietes Brühl zu erkunden und die Ergebnisse zusammenfassend in einem geotechnischen Bericht nach DIN EN 1997-1 bzw. DIN EN 1997-2 darzustellen und gründungstechnisch zu bewerten.

Der vorliegende Untersuchungsbericht gibt einen Überblick über die allgemeine Bebaubarkeit des Gewerbegebietes. Zur Erhöhung der Planungssicherheit wird jedoch empfohlen, im Zuge der Bebauung im Einzelnen objekt- und standortbezogene, ergänzende Baugrunderkundungen nachzuziehen.

Zur Beurteilung bzw. Erfassung der geologischen Schichtenabfolge im Projektgebiet kamen am 23.01 und 24.01.2017 insgesamt acht trockene Rammkernbohrungen zur Ausführung. Die abgeteuften Bohrungen BK 1-8/17 reichen einheitlich bis in eine Tiefe von 5,00 m unter der Geländeoberkante (u. GOK). Zusätzlich wurden drei kleinkalibrige Bohrungen (Rammkernsondierungen) bis in jeweils 3,00 m Tiefe ausgeführt.

Die Lage des Untersuchungsgebietes ist aus dem Übersichtslageplan der Anlage 1.1 ersichtlich. Der Standort der einzelnen Aufschlüsse ist in dem Lageplan der Anlage 1.2 dargestellt.

Die erkundeten Bodenschichten wurden gemäß DIN EN ISO 14688-1:2013-12, DIN 18196:2011-05, DIN 18300:2015-08 und DIN 18301:2015-08 ingenieurgeologisch aufgenommen, wobei eine Zusammenfassung stratigraphisch gleicher Schichten stattfand. Daher können diese von der genormten Farbgebung für Lockergesteine teilweise abweichen. Anschließend erfolgte aus den Bodenprofilen der Rammkernbohrungen und der Rammkernsondierungen die Ausarbeitung eines geologischen Baugrundmodells, welches in den geotechnischen Baugrundschnitten den Anlagen 2.1-4 wiedergegeben wird.

Die mit den Bohrungen durchörterten Böden sind als Bohrprofile photographisch in der Anlage 3 dokumentiert.

Aus den großkalibrigen Rammkernbohrungen wurden gestörte Proben entnommen und im Erdbaulabor der Fa. BauGrund Süd bodenmechanisch untersucht. Die Ergebnisse der Laborversuche sind im Detail in der Anlage 4.1-8 hinterlegt.

Die Festlegung der einzelnen Untersuchungspunkte erfolgte gemeinsam mit dem Ingenieurbüro der ABU GmbH. Im Anschluss wurden diese nach Höhe und Lage mittels

## **AZ 16 08 077, Erschließung Gewerbegebiet Brühl in 88273 Fronreute**

GPS eingemessen. Die Koordinaten und Absoluthöhen der Ansatzstellen sind im Lageplan der Anlage 1.2 enthalten.

### **2 Geomorphologie des Untersuchungsgebietes**

#### **2.1 Morphologie und Geologie des Untersuchungsareals**

Das geplante Gewerbegebiet liegt in der nordöstlichen Peripherie von Blitzenreute, einem Ortsteil von Fronreute und befindet sich zum einen nordwestlich und zum anderen südöstlich angrenzend an die Wolpertswender Straße (K 7355) auf den Flurstücken 246 und 324 - Süd. Großräumig fällt das Gelände von Nordwesten in Richtung Südosten, z.T. terrassenartig mit steilen und flacheren Passagen, ab.

Die untersuchten Grundstücke stellen sich als landwirtschaftliche Nutzflächen (Ackerflächen, Obst-/Baumgarten) dar. Die auf der südwestlichen Seite angrenzenden Grundstücke sind bereits bebaut. Die sonstigen umliegenden Flächen sind dagegen, wie auch das Untersuchungsgebiet selbst, von landwirtschaftlichem Charakter geprägt.



**Abbildung 1: Überblick über das Erschließungsgebiet Gewerbegebiet Brühl, Flurstück 246, nordwestlich der Wolpertswender Straße / K 7955**

Geologisch betrachtet wurde das heutige Schussental vorwiegend während der letzten Vereisung (Würm) vom Rheingletscher und seinen Schmelzwässern geformt. Der Gletscher schürfte aus dem tertiärzeitlichen Molassesockel die Hohlform des heutigen Schussentales.

Dementsprechend bestehen die Hochflächen des heutigen Schussentales sowie der Untergrund des Tales selbst aus einem Sockel aus Molassegestein, welches mit den abgeteufte Aufschlüssen nicht erkundet wurde. Der Molassesockel wird auf den Hochflächen dabei von würmeiszeitlichen Moränensedimenten überdeckt. Im Laufe der Zeit bildete sich durch physikalische und chemische Verwitterungsprozesse eine Verwitterungsdecke aus, welche auch eine Mächtigkeit von mehreren Metern erreichen kann.

**AZ 16 08 077, Erschließung Gewerbegebiet Brühl in 88273 Fronreute**

Die Schichtenabfolge wird im Untersuchungsgebiet zum Großteil von durchwurzelten Oberböden bedeckt, welche durch die landwirtschaftliche Nutzung geprägt sind (Ackerkrume). Lokal liegen im Untersuchungsgebiet oberflächennah jedoch auch Auffüllungen vor.

**2.2 Allgemeine Baugrundbeschreibung**

Die generalisierte Schichtenabfolge, die mit den abgeteufte Aufschlüssen zugrunde gelegt werden kann, wird nachfolgend wiedergegeben:

<b>Ackerkrume</b>	(Rezent)
<b>Lokale Auffüllungen</b>	(Rezent)
<b>Verwitterungsdecke</b>	(Pleistozän-Rezent)
<b>Moränenablagerungen</b> (Gemischtkörnige Grundmoräne mit Kies- und Sandhorizonten)	(Würm/ Pleistozän)

Im Einzelnen wurden die erkundeten Schichten mit den abgeteufte Aufschlüssen in folgenden Schichttiefen festgestellt:

**Tabelle 1: Schichtglieder und Schichttiefen der Rammkernbohrungen und Rammkernsondierungen (bis m unter Gelände)**

Aufschluss	Ackerkrume	Auffüllungen	Verwitterungsdecke	Moränenablagerungen
BK 1/17	0,00 - 0,45	-	0,45 - 1,00	1,00 - 5,00*
BK 2/17	0,00 - 1,00	-	-	1,00 - 5,00*
BK 3/17	0,00 - 1,00	-	1,00 - 1,55	1,55 - 5,00*
BK 4/17	0,00 - 0,55	-	0,55 - 1,30	1,30 - 5,00*
BK 5/17	0,00 - 0,40	-	0,40 - 2,00	2,00 - 5,00*
BK 6/17	0,00 - 0,70	-	0,70 - 2,00	2,00 - 5,00*
BK 7/17	0,00 - 0,80	-	0,80 - 1,35	1,35 - 5,00*
BK 8/17	0,00 - 0,60	-	0,60 - 1,60	1,60 - 5,00*
RKS 1/17	-	0,00 - 1,80	-	1,80 - 3,00*
RKS 2/17	0,00 - 1,20	-	-	1,20 - 3,00*
RKS 3/17	0,00 - 1,00	-	1,00 - 2,00	2,00 - 3,00*

\* Endtiefe Bohrung

### **3 Geotechnisches Baugrundmodell**

#### **3.1 Bautechnische Beschreibung der Schichten**

Durch Interpolation der punktuellen Aufschlüsse wurde unter Berücksichtigung der geologischen Zusammenhänge ein räumliches Baugrundmodell entwickelt. Der Aufbau, die Zusammensetzung sowie die bautechnischen Eigenschaften des Untergrundes werden nachfolgend beschrieben. Das für das Gewerbegebiet zugrunde gelegte Baugrundmodell ist dabei zusammenfassend in den Anlagen 2.1-4 dargestellt.

#### **Ackerkrume**

Das Gelände des Untersuchungsgebietes wird flächig von landwirtschaftlich beeinflussten Böden bedeckt, welche bis in eine Tiefe von maximal 1,20 m reichen. Aus bodenmechanischer Sicht sind diese als sandige bis stark sandige, z.T. auch feinsandige bis stark feinsandige, schwach kiesige Schluffe mit organischen Anteilen von variabler Höhe (schwach organisch bis stark organisch) zu beschreiben.

Im Bereich der BK 2/17 wurde unterhalb der geringmächtigen Oberbodenauflage Ackerkrume erkundet, deren Hauptgemengeanteil aus einem Mittel- bis Grobkies gebildet wird und sich daher aus einem stark schluffigen, schwach sandigen und schwach steinigen Kies zusammensetzt.

Die Zustandsform der Ackerkrume ist nach der manuellen Prüfung des Bohrguts als durchweg weich zu beschreiben.

Infolge der organischen Beimengungen und weichen Konsistenz sind die durch landwirtschaftliche Nutzung geprägten Böden als nicht tragfähig zu bewerten und daher lediglich für statisch nicht relevante Geländeangleichungen wieder zu verwenden.

#### **Auffüllungen**

Mit der Rammkernsondierung RKS 1/17, welche in nächster Nähe zur Wolpertswender Straße (K 7355) liegt, wurden künstliche Schüttungen erkundet, die als ein schwach sandiger bis sandiger, toniger, organischer und vereinzelt kiesiger Schluff zu charakterisieren sind und bis in eine Tiefe von 1,80 m u. GOK reichen.

Entsprechend der manuellen Prüfung besitzen die Auffüllböden eine weiche Konsistenz und sind auch aufgrund ihrer inhomogenen Ausdehnung im Untersuchungsgebiet nicht zur für Gründungszwecke geeignet.

#### **Verwitterungsdecke**

Im Liegenden der Ackerkrume bildete sich aus den unterlagerten Moränensedimenten im Laufe der Jahrtausende durch chemische und physikalische Prozesse eine Verwitterungsdecke aus, welche gemäß den Erkundungsergebnissen bis in eine Tiefe von maximal 2,00 m u. GOK reicht.

## AZ 16 08 077, Erschließung Gewerbegebiet Brühl in 88273 Fronreute

Entsprechend des vorliegenden Ausgangsmaterials aus gemischtkörnigen Moränensedimenten setzen sich die verwitterten Böden zum Großteil aus einer lehmigen Matrix, welche sich als ein schwach toniger bis toniger Schluff darstellt, zusammen und stark variable Anteile an Kies- und Sandkorn aufweist. Lokal ist die Verwitterungsdecke daher auch als Kies oder Sand anzusprechen, deren Komponenten in einer lehmigen Matrix gebunden sind.

Gemäß der manuellen Prüfung besitzen die verwitterten Sedimente bzw. deren lehmige Matrix eine Konsistenz die von weich über weich bis steif bis hin zu steif reicht.

Die Verwitterungsdecke ist infolge ihrer Konsistenzspanne von weich bis steif als nur gering tragfähig einzustufen und daher nur bedingt zum Abtrag von Bauwerkslasten geeignet. Zudem sind diese Böden, aufgrund des hohen Feinkornanteils als frost- und witterungsempfindlich einzustufen und reagieren daher auf Nässe mit einem Aufweichen ihrer Zustandsform.

### **Moränenablagerungen**

Mit allen abgeteuften Aufschlüssen wurden im geplanten Gewerbegebiet Brühl im Liegenden der Verwitterungsdecke Moränenablagerungen aufgeschlossen.

Diese reichen flächig bis zur Aufschlussendtiefe der abgeteuften Bohrungen und stellen sich im Untersuchungsgebiet überwiegend als eine gemischtkörnige Grundmoräne dar, welche bodenmechanisch als ein schwach kiesiger bis stark kiesiger, schwach sandiger bis stark sandiger, schwach toniger bis toniger Schluff, der vereinzelt auch Steinkomponenten beinhaltet, zu beschreiben ist. Tendenziell nimmt der Anteil an Kies- und Sandkorn mit zunehmender Tiefe ab, was entsprechend der Inaugenscheinnahme des Bohrgutes mit einer Farbänderung von braun nach grau einhergeht.

Gemäß den Erkundungsergebnissen treten innerhalb der gemischtkörnigen Grundmoränensedimente auch Horizonte, deren Hauptgemengeanteil aus Kies oder Sand besteht, auf. Der Moränenkies ist dabei als schwach sandiger bis sandiger Kies zu beschreiben, der in wasserführendem Zustand vorliegt und vornehmlich im Bereich der Schnittführung III-III', direkt südöstlich der Wolpertswender Straße (K 7355), erkundet wurde.

Die Horizonte aus Moränensand stellen sich als Mischform aus lehmigen und sandigen Anteilen mit Beimengungen an Kieskorn dar. Auch die Moränenkiese treten im Untersuchungsgebiet u.a. als Mischform von Kies in einer lehmigen Matrix auf. Insgesamt gehen die einzelnen Fazies z.T. fließend in einander über.

Die Konsistenz der lehmigen Moränensedimente weist entsprechend der manuellen Untersuchung des Bohrgutes eine Konsistenzspanne von steif bis halbfest auf, wobei sie an den Kontaktflächen zu den aufliegenden z.T. wasserführenden Moränenkiesen und/oder -sanden in einem aufgeweichten Zustand vorliegen kann.



## AZ 16 08 077, Erschließung Gewerbegebiet Brühl in 88273 Fronreute

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die Grundmoräne eine hohe Frost- und Witterungsempfindlichkeit besitzt, was ein oberflächiges Aufweichen ihrer Konsistenz in Kontakt mit Wasser oder bei Nässe zur Folge hat.

Gemäß dem Bohrfortschritt ist die Lagerung der Moränenkiese und sande als mitteldicht anzugeben.

Innerhalb der Moränenablagerungen ist mit dem Auftreten von Grobkomponenten bis hin zur Blockgröße (z.B. Findlinge) zu rechnen. Die Moränensande neigen aufgrund ihrer bodenmechanischen Eigenschaften im wasserführenden oder wassergesättigten Zustand im Anschnitt zum Ausfließen.

Gründungstechnisch betrachtet stellen die Moränenablagerungen im Baufeld ab einer steifen Konsistenz bzw. mitteldichten Lagerung jedoch einen gut tragfähigen Baugrund dar.

### 3.2 Bodenmechanische Laborversuche

Zusätzlich zu der manuellen Ansprache des Bohrgutes wurden aus den Rammkernbohrungen gestörte Bodenproben entnommen und im Erdbaulabor der Fa. BauGrund Süd im Hinblick auf ihre bodenmechanische Eigenschaften untersucht. Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen.

#### 3.2.1 Wassergehaltsbestimmung nach DIN 18121

Die Ergebnisse der durchgeführten Wassergehaltsbestimmungen sind in der Anlage 4.1 dargestellt. Es wurde an insgesamt 8 Bodenproben der natürliche Wassergehalt ermittelt, deren Ergebnisse nachstehend wiedergegeben sind:

**Tabelle 2: Übersicht der durchgeführten Wassergehaltsbestimmungen in BK 5+8/17**

Geologische Einheit	Anzahl Wassergehaltsbestimmungen	Minimaler Wassergehalt [%]	Maximaler Wassergehalt [%]
Grundmoräne	8	11,46	24,02

Der Wassergehalt der Moränenablagerungen variiert zwischen  $w_n = 11,46\%$  und  $w_n = 24,024\%$ , wonach den Moränenablagerungen entsprechend ihrer Plastizität eine weiche bis halbfeste Konsistenz zugeordnet werden kann. Die etwas höheren Wassergehalte ( $> 18\%$ ) sind erfahrungsgemäß auf die zwischengeschalteten wasserführenden Kies-/Sandlinsen zurückzuführen.

#### 3.2.2 Zustandsgrenzen nach Atterberg

Nach Atterberg wird der Übergang von der flüssigen zur bildsamen (knetbaren) Zustandsform als Fließgrenze, von der knetbaren zur halbfesten Zustandsform als Ausrollgrenze und von der halbfesten zur festen Zustandsform als Schrumpfgrenze bezeichnet.

### AZ 16 08 077, Erschließung Gewerbegebiet Brühl in 88273 Fronreute

Die Fließ- und Ausrollgrenzen dienen in Verbindung mit dem natürlichen Wassergehalt dazu, die Konsistenzzahl ( $I_c$ ) und damit die Zustandsform eines bindigen Erdstoffes (Korngröße  $\leq 0,063$  mm) zu bestimmen.

Die Plastizitätszahl gibt an, wie sich die Eigenschaften eines Erdstoffes bei der Aufnahme von Wasser ändern. Die Bestimmung der Zustandsgrenzen sind im Detail den Anlagen 4.2 bis 4.5 zu entnehmen. Die Ergebnisse sind zusammengefasst in der nachfolgenden Tabelle wiedergegeben.

**Tabelle 3: Übersicht der ermittelten Konsistenzgrenzen**

Aufschluss	Tiefe (m u. GOK)	Konsistenzzahl $I_c$	Wassergehalt [%]	Zustandsform	Bodenart	Geologische Einheit
BK 1/17	5,0	0,92	17,9	steif	ST	Grundmoräne
BK 2/17	4,0	0,89	14,2	steif	ST	Grundmoräne
BK 4/17	4,0	1,05	11,0	halbfest	ST/SU	Grundmoräne
BK 6/17	5,0	0,90	20,8	steif	TM	Grundmoräne

Die aus der gemischtkörnigen Grundmoräne (Moränenablagerungen) untersuchten Bodenproben, sind nach ihrer Lage im Plastizitätsdiagramm von Casagrande der Bodengruppe ST (Sand-Ton-Gemisch), SU (Sand-Schluff-Gemische) und TM (mittelplastische Tone) zu zuordnen, womit sich die unterschiedliche Zusammensetzung der gemischtkörnigen Grundmoräne widerspiegelt.

#### 3.2.3 Korngrößenverteilung nach DIN 18123

Eine Korngrößenverteilung liefert eine orientierende Beurteilung des Baugrundes hinsichtlich der Durchlässigkeit, Frostempfindlichkeit, Zusammendrückbarkeit, Scherfestigkeit, sowie die Eignung als Filtermaterial.

Die aus der Kornverteilungskurve ermittelte Zusammensetzung des Materials ist im Detail in der Tabelle 4 als auch in der Anlage 4.6-8 aufgeführt.

**Tabelle 4: Übersicht der durchgeführten granulometrischen Analysen (s. Anlage 4.)**

Aufschluss	Tiefe (m u. GOK.)	Kies- anteil [%]	Sand- anteil [%]	Schluff/Ton- anteil [%]	Bodenart	Geologische Einheit	Durchlässigkeits- beiwert
BK 1/17	3,0 - 4,0	66,1	29,0	4,6 / -	Fein- bis Grobkies, sandig	Moränenkies	$k_f = 2,4 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ [ $k_f = 4,8 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ ]*
BK 4/17	2,0 - 3,0	18,5	57,1	20,1 / 4,3	Fein- bis Grobsand, schluffig, kiesig	Moränensand	$k_f = 4,4 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ [ $k_f = 8,8 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ ]*
BK 6/17	1,15 - 2,0	37,0	31,9	24,5 / 6,1	Fein- bis Grobkies, schluffig, schwach tonig	Verwitterungs- decke	$k_f = 3,8 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ [ $k_f = 7,6 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ ]*

\* korrigierter Durchlässigkeitsbeiwert nach DWA A-138

Wie aus der Tabelle 4 hervorgeht, besteht die aus dem Moränenkies untersuchte Bodenprobe gemäß ihrer Korngrößenverteilung aus einem sandigen Fein- bis Grobkies. Mit einem aus der Körnungslinie nach Seiler abgeleiteten korrigierten Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 4,8 \times 10^{-5} \text{ m/s}$  ist das Sediment, gemäß DIN 18130, als ein durchlässiger Boden zu bezeichnen.

Entsprechend der Kornverteilung aus dem Moränensand der BK 4/17 besteht dieser aus einem schluffigen, kiesigen Fein- bis Grobsand. Aufgrund der hohen Feinkornanteile ergibt sich aus der Kornverteilung eine korrigierte Durchlässigkeit von  $k_f = 8,8 \times 10^{-8} \text{ m/s}$  und ist daher als nur schwach durchlässiges Sediment einzustufen.

Ebenso verhält es sich mit der untersuchten Bodenprobe aus der Verwitterungsdecke der BK 6/17, welche sich gemäß der granulometrischen Analyse aus einem schluffigen, schwach tonigen Fein- bis Grobkies zusammensetzt. Die ermittelte korrigierte Durchlässigkeit liegt hier bei  $k_f = 7,6 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ , womit die Verwitterungsdecke als ebenfalls nur schwach durchlässig zu bewerten ist.

### 3.3 Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung

Aus erd- und grundbautechnischer Sicht sind für die im Untersuchungsgebiet aufgeschlossenen Böden folgende Bodenkennwerte zugrunde zu legen:

**Tabelle 5: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte)**

Schichten	Wichte (feucht) $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte (u. Auftrieb) $\gamma_k'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reib.-winkel dränirt $\phi_k$ [°]	Kohäsion dränirt $c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul Es [MN/m <sup>2</sup> ]
Ackerkrume/Auffüllung	15 - 16	5 - 6	17,5 - 22,5	0,5 - 1	1 - 2
Verwitterungsdecke	18 - 19	8 - 9	25,0 - 27,5	2 - 4	2 - 4
Grundmoräne (steif - halbfest)	19 - 20	9 - 10	25,0 - 27,5	5 - 10	20 - 50
Moränenkies-/sand (mitteldicht)	19 - 21	9 - 10	27,5 - 32,5	1 - 3	20 - 50

\*Scheinbare Kohäsion

Entsprechend der derzeit gültigen Normen ist ein Homogenbereich ein begrenzter Bereich aus einer oder mehreren Boden- und Felsschichten nach DIN 4020 und DIN EN 1997-2, dessen bautechnische Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und sich von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche abheben. Der Mutterboden bzw. Oberboden wird in den Homogenbereichen nicht erfasst, da dieser in der Regel bautechnisch nicht geeignet ist und vor der Bauausführung abzutragen ist.

Auf der Basis der vorliegenden Baugrundaufschlussresultate, den zum Baugrund vorliegenden Erfahrungswerten sowie aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften der anstehenden Baugrundsichten wird vorgeschlagen, die im Erschließungsgebiet Gewerbegebiet Brühl anstehenden Böden in folgende **Homogenbereiche** zu unterteilen.

**Tabelle 6: Einteilung der Baugrundsichtung in Homogenbereiche**

Homogenbereich	Baugrundsichtung
A	Ackerkrume/Auffüllungen (Ak/A)
B	Verwitterungsdecke (VD)
C	Moränenkies- und Moränensand (MG/MS)
D	Grundmoräne (GMO)

Gemäß DIN 18300:2015-08 können für die o.a. Homogenbereiche folgende Eigenschaften und Kennwerte zugrunde gelegt werden, wobei davon ausgegangen wird, dass die Erschließungsmaßnahmen, aufgrund der erkundeten Baugrundabfolge, der **Geotechnischen Kategorie 1** zu zuordnen sind.

**Tabelle 7: Kennwerte/Eigenschaften der Homogenbereiche nach DIN 18300:2015-08**

Kennwert / Eigenschaft	Homogenbereiche			
	A	B	C	D
Massenanteil Steine [%]	0 - 5	0 - 10	0 - 10	0 - 10
Massenanteil Blöcke [%]	-	-	0 - 1	0 - 1
Massenanteil große Blöcke [%]	-	-	-	-
Lagerungsdichte	-	-	mitteldicht	-
Konsistenz	weich	weich, weich - steif, steif	-	steif - halbfest
Plastizität [%]	4 - 40	4 - 40	-	4 - 30
Bodengruppe [DIN 18196: 2011-05]	OU/UL, OU, [TM/UM], UL, GU*	UL, TL/UL, UL/GU*, UL/TL/SU*, GU*/SU*, SU*	SU*, GW, SW/SU, GE, GU/GU*, SU	TL/UL, UL/SU*, TL/UL/ST, UL/GU*, GU*, TL/TM, UL, TL/SU*, SU*, SU*/ST, UL/TL/SU*, SU*/UL/ST, ST/SU
Bodenklasse [DIN18196:2011-05]	1, 4	4	3, 4	4
Frostempfindlichkeit [ZTV E-StB 09; Tab.1]	F3	F3	F1, F2, F3	F3
Ortsübliche Bezeichnung	Ak/A	VD	MG/MS	GMO

## 4 Georisiken

### 4.1 Seismische Aktivität

Entsprechend der „Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Freiburg, 2005“ befindet sich das Untersuchungsgebiet in der **Erdbebenzone 1** (Gebiet, in der gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveau rechnerisch die Intensität 6,5 bis 7,0 zu erwarten ist) und der **Untergrundklasse S** (Gebiet tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung).

Nach DIN EN 1998-1/NA:2012-08, Abs. 3.1.2 Baugrundklassen, ist die **Baugrundklasse C** (feinkörnige Lockergesteine in mindestens steifer Konsistenz bzw. in mitteldichter Lagerung) zugrunde zu legen.

## 5 Hydrogeologie

### 5.1 Grundwasserverhältnisse

Während der Baugrundaufschlussarbeiten am 23. und 24.01.2017 konnte in den vier Bohrungen BK 1-4/17, welche auf dem Flurstück 324 - Süd, südöstlich der Wolpertswender Straße liegen, ein Zulauf von Wasser beobachtet werden. In den Bohrungen BK 5-8/17 (Flurstück 246) nördlich der Wolpertswender Straße war dagegen kein Wasserzulauf festzustellen.

Die zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung festgestellten Wasserspiegel sind wie folgt zusammenzufassen:

**Tabelle 8: Wasserspiegel in den Rammkernbohrungen am 23./24.01.2017**

Lage	Bohrung	Wasser angetroffen	
		m u. GOK.	m ü. NN
Südwestlich Wolpertswender Straße (Flurstück 324 - Süd)	BK 1/17	2,30	563,67
	BK 2/17	4,00	559,44
	BK 3/17	3,30	565,03
	BK 4/17	3,70	560,89
Nordöstlich Wolpertswender Straße (Flurstück 246)	BK 5/17	-	-
	BK 6/17	-	-
	BK 7/17	-	-
	BK 8/17	-	-

Wie in der tabellarischen Darstellung (Tabelle 8) der Wasserstände deutlich wird, wurde lediglich auf dem östlich gelegenen Flurstück 324 - Süd Wasser angetroffen. Ein Wasseranstieg konnte nicht beobachtet werden, so dass keine gespannten Wasserverhältnisse vorliegen. Da sich das Wasser überwiegend in den Kies- und Sandhorizonten innerhalb der Grundmoränensedimente befindet, ist davon auszugehen, dass im Untersuchungsgebiet kein durchgehender Porenwasserleiter vorliegt, was durch die unterschiedlichen Wasserstände, beim Vergleich der Absoluthöhen deutlich wird.

Infolge der vorliegenden engräumig variablen Zusammensetzung der Moränensedimente sammelt sich und zirkuliert das Grundwasser dabei in den durchlässigeren Schichten mit erhöhten Kies- und Sandanteilen.

Durch die meteorologisch bedingten, natürlichen, jahreszeitlichen Grundwasserschwankungen ist am untersuchten Standort auch mit höheren Wasserspiegeln als den bis dato gemessen zu rechnen. Infolge der unterschiedlichen Tiefenlage des Grundwasserspiegels im Bereich des Flurstückes 324 - Süd, wird dringend geraten vor Baubeginn den Grundwasserstand im Bau Feld durch einen Baggerschürf, der bis zur Aushubsohle des geplanten Bauvorhabens reicht, verifizieren zu lassen.

## 5.2 Versickerungsfähigkeit der Böden nach DWA A - 138 (April 2005)

Die Versickerung von Niederschlagswasser setzt einen durchlässigen Untergrund und einen ausreichenden Abstand zur Grundwasseroberfläche voraus. Der Untergrund muss die anfallenden Sickerwassermengen aufnehmen können. Die Versickerung kann direkt erfolgen oder das Wasser kann über ein ausreichend dimensioniertes Speichervolumen durch eine Sickeranlage mit verzögerter Versickerung in Trockenperioden dem Untergrund zugeführt werden.

Nach dem DWA A – 138 sind Böden zur Versickerung geeignet, deren Wasserdurchlässigkeit zwischen  $k_f = 1,0 \times 10^{-3}$  m/s und  $k_f = 1,0 \times 10^{-6}$  m/s beträgt. Die Mächtigkeit des Sickerraumes sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand rd. 1,0 m betragen, um eine ausreichende Filterstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Bei Durchlässigkeitsbeiwerten von  $k_f < 1,0 \times 10^{-6}$  m/s ist eine Regenwasserbeseitigung über eine Versickerung nicht mehr gewährleistet, so dass die anfallenden Wassermengen über ein Retentionsbecken abgeleitet werden müssen.

Wie im Abschnitt 3.1 beschrieben, besitzt sowohl die Verwitterungsdecke als auch die Grundmoräne eine bindige Matrix und sind daher ebenso wie die feinkornreichen Moränensande nicht zur Versickerung heranzuziehen.

Die erkundeten Moränenkiese im Bereich der BK 1/17 weisen einen nur geringen Feinkornanteil auf und besitzen entsprechend der durchgeführten Siebanalyse einen korrigierten Durchlässigkeitswert von  $k_f = 4,8 \times 10^{-5}$  m/s und sind daher als durchlässige Böden zu klassifizieren.

Da diese jedoch nur lokal im Erschließungsgebiet erkundet wurden, ist **von einer Versickerung von Niederschlagswasser im Untersuchungsgebiet abzuraten.**

## **6 Grundbautechnische Empfehlungen und baubegleitende Maßnahmen**

### **6.1 Baumaßnahme**

Nach den uns vorliegenden Informationen soll auf den Flurstücken 246 und 324- Süd in Blitzenreute, einem Teilort von Fronreute, das Gewerbegebiet Brühl erschlossen werden.

Neben der Industriebebauung, die unterkellerte und nicht unterkellerte Bauwerke enthalten kann, wird für die Erschließung auch der Bau von Zufahrtsstraßen sowie Kanalbauwerken notwendig. Aufgrund des Gefälles des Erschließungsgebietes in südöstliche Richtung werden die Gebäude evtl. auch in den Hang einbinden.

Da für das geplante Gewerbegebiet noch keine genaueren Entwurfspläne vorliegen, wird im Folgenden allgemein auf die geotechnischen Belange der Gewerbegebietserschließung und dessen Bebaubarkeit eingegangen. Es wird empfohlen, ergänzende standort- und objektspezifische Baugrunduntersuchungen entsprechend der Anforderungen der einzelnen Bauwerke durchzuführen.

### **6.2 Baugrundkriterien**

Wie das zum Bauvorhaben entwickelte Baugrundmodell in den Anlagen 2.1-4 zeigt, wird das geplante Gewerbegebiet zunächst flächig von einer Ackerkrume bedeckt. Die setzungswilligen und durch agrarwirtschaftliche Nutzung durchmischten Böden sind nicht als Gründungssubstrat geeignet und nur für oberflächennahe, statisch nicht relevante, Geländeangleichungen zu verwenden. Lokal, im Bereich der RKS 1/17 wurden bis in eine Tiefe von 2,00 m nicht tragfähige Auffüllungen erkundet.

Die im Liegenden erkundete Verwitterungsdecke ist aufgrund ihrer durchweg weichen bis steifen Konsistenz ebenfalls als nur gering tragfähig zu bewerten.

Ausreichend tragfähiger und setzungsarmer Baugrund steht dagegen mit den angetroffenen Moränenablagerungen in Form der gemischtkörniger Grundmoräne an, welche v.a. auf dem Flurstück 324 - Süd, auch bis zu mehreren Metern mächtige Horizonte aus Moränenkiesen und -sanden beinhaltet (BK 1/17). Ab einer mitteldichten Lagerung sind diese als setzungsarmes Gründungssubstrat einzustufen, welches zum Abtrag von Gebäudelasten herangezogen werden kann. Die erkundete Grundmoräne bildet ab einer steifen Konsistenz einen ebenfalls geeigneten Untergrund zur Bauwerksgründung im Untersuchungsgebiet.

Aufgrund der relativ hohen Feinkornanteile ist die bindige Matrix der Moränensedimente als witterungsempfindlich einzustufen und deshalb gegen den Einfluss von Wasser zu schützen, da ein Aufweichen an der Kontaktfläche zu einer Verminderung der Zustandsform führt.

### **6.3 Gründungsempfehlung**

Wie bereits erwähnt, liegen für das Gewerbegebiet noch keine konkreten Gebäudepläne vor, so dass im Folgenden allgemein auf die möglichen Ausführungsvarianten der Bauwerke (mit und ohne Unterkellerung) eingegangen wird.



### 6.3.1 Bauwerke ohne Unterkellerung

Nicht unterkellerte Bauwerke werden nach den vorliegenden Aufschlussergebnissen nach Abtrag der Ackerkrume innerhalb der weichen bis steifen Verwitterungsdecke zu liegen kommen.

**Vor dem Hintergrund der erkundeten Baugrundverhältnisse wird daher eine konventionelle Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten empfohlen.**

Um die Bauwerkslasten einheitlich über die **tragfähigen Moränensedimente** in den Untergrund einzuleiten, sind die Deckschichten (Verwitterungsdecke) mit den Gründungselementen vollständig zu durchstoßen und **falls notwendig** mittels **Magerbetonvertiefung** auf den anstehenden Moränensedimenten (Grundmoräne, Moränenkies, Moränensand), die ab einer Tiefe von maximal 2,00 m u. GOK anstehen, abzusetzen. Die Fundamente sind dabei mindestens bis in die frostfreie Tiefe von 1,0 m zu führen.

Zur Vorbemessung einer solchen Gründung, die in die Grundmoräne steifer Konsistenz abzusetzen sind, empfehlen wir die Bemessungswerte gemäß Tabelle A 6.7 Eurocode 7 [3.1] anzusetzen.

**Tabelle 9: Bemessungswert  $\sigma_{R,d}$  des Sohldruckwiderstandes für Streifenfundamente auf bindigem Boden (SU\*, ST, ST\*, GU\*, GT\* nach DIN 18196; z.B. Geschiebemergel) aus [3.1]. Die auf Grundlage der Tabelle A 6.7 bemessenen Fundamente können bei mittig belasteten Fundamenten zu Setzungen in der Größenordnung von 2 cm bis 4 cm führen.**

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m <sup>2</sup> ] b bzw. b'		
	mittlere Konsistenz		
[m]	steif	halbfest	fest
0,50	210	310	460
1,00	250	390	530
1,50	310	460	620
2,00	350	520	700
Mittlere einaxiale Druckfestigkeit $q_{u,k}$ in kN/m <sup>2</sup>	120 bis 300	300 bis 700	> 700
<b>ACHTUNG: Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.</b>			

**Zur detaillierten Auslegung der Fundamente ist eine detaillierte Grundbruch- und Setzungsberechnung nach Angabe der Bauwerkslasten durchzuführen. Auf Wunsch kann diese Leistung von der Fa. BauGrund Süd erbracht werden. Es wird geraten, die Aufstandsebene der Fundamente geologisch abnehmen zu lassen.**

Für eine **setzungsfreie Gründung** ist die Bodenplatte **deckenartig** auszubilden. Unterhalb der Bodenplatte ist eine kapillarbrechende Schicht vorzusehen.

Sofern die Bodenplatte untergeordnete Belastungen erfährt oder Setzungen zugelassen werden, kann diese auch **schwimmend** zwischen den Fundamenten ausgebildet werden. Die Bodenplatte ist dabei auf einem lastverteilenden Polster mit einer Mindestmächtigkeit von  $d_{\min} \geq 0,60 \text{ m}$  aus einem hochverdichtbaren Kies-Sand-Gemisch (z.B. FSK 0/45) abzusetzen. Der Bodenersatzkörper ist lagenweise in Schüttaglagen von  $d \leq 0,30 \text{ m}$  einzubauen und auf mind. 98 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Zwischen gewachsenem Untergrund und lastverteilendem Polster ist dabei ein Trennvlies (GKR 3) zu verlegen.

Der fachgerechte Einbau des Kiespolsters ist anhand von statischen Lastplattendruckversuchen (Anforderung:  $E_{V2} > 100 \text{ MN/m}^2$ ;  $E_{V2}/E_{V1} < 2,3$ ) zu überprüfen. Diese Feldversuche können auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd durchgeführt werden.

Alternativ zu einer Flachgründung wäre in Abhängigkeit der anfallenden Bauwerkslasten und der Setzungsempfindlichkeit des Gebäudes eine Flächengründung in Form einer **elastisch gebetteten Bodenplatte** denkbar. Sofern die in der Aushubsohle anstehenden Böden eine **weiche bis steife Konsistenz** aufweisen, ist die Bodenplatte auf einem Bodenersatzkörper mit einer Mindestmächtigkeit von  $d_{\min} \geq 1,00 \text{ m}$  abzusetzen. Ab einer steifen Zustandsform der verwitterten Sedimente in der Gründungsebene kann die Bodenplatte auf einer Ausgleichsschicht von  $d_{\min} \geq 0,60 \text{ m}$  gegründet werden.

Zur Frostsicherung (**Frosteinwirkzone 2**) der anstehenden witterungsempfindlichen Sedimente sind entsprechende Frostriegel mit einer Tiefe von mindestens 1,00 m vorzusehen.

Als **Bodenersatzkörper bzw. Ausgleichsschicht** ist ein gut kornabgestuftes Kies (z.B. FSK 0/45) mit einem Schluffanteil von  $< 5 \%$  einzubringen. Das lastverteilende Polster ist dabei am Plattenrand so breit auszubilden, dass sich dort ein Lastausbreitungswinkel von  $45^\circ$  einstellen kann. Das mit einem Trennvlies (GRK 3) unterlegende Gründungspolster ist lagenweise einzubauen ( $d_{\max} = 0,3 \text{ m}$ ) und auf 98 % einfache Proctordichte zu verdichten.

Für eine Gründung nicht unterkellerten Bauwerke, welche wie oben beschrieben auf einer elastisch gebetteten Bodenplatte zu liegen kommen, kann für deren Vorbemessung ein Bettungsmodul in der Größenordnung von

$$k_s = 4 - 8 \text{ MN/m}^3$$

angenommen werden.

## AZ 16 08 077, Erschließung Gewerbegebiet Brühl in 88273 Fronreute

Hinweis: Da der Bettungsmodul keine Bodenkonstante ist, sondern von den Belastungsverhältnissen der Geometrie und den Baugrundverformungen abhängt, wird empfohlen, den tatsächlichen Bettungsmodulverlauf der o.g. Bodenplatten nach Vorlage von Lastenplänen und Ausführungsplänen und aktueller Baugrundabfolge anhand einer detaillierten Setzungsberechnung ermitteln zu lassen. Diese Leistung kann auf Wunsch von der Fa. Baugrund Süd ausgeführt werden.

### 6.3.2 Bauwerke mit Unterkellerung

Bei einer Gründung mit Unterkellerung wird derzeit davon ausgegangen, dass die Unterkante der Bodenplatte der unterkellerten Gebäudeteile ca. 3,0 m unterhalb der momentanen Geländeoberkante zu liegen kommen wird. Den Aufschlussergebnissen nach erreicht das Gründungsniveau in diesem Falle die gemischtkörnigen Moränenablagerungen (Grundmoräne, Moränenkiese oder Moränensande) steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung.

Aufgrund der Tragfähigkeit der in einer Tiefe von 3,00 m anstehenden Moränensedimente wird für unterkellerte Gewerke eine **Flächengründung auf einer elastisch gebetteten Bodenplatte**, welche auf einer Ausgleichsschicht aus Kies (z.B. FSK 0/45) oder Magerbeton von **mind. 0,20 m Mächtigkeit** abgesetzt wird, empfohlen. Der eingebrachte Kies ist durch ein Geovlies (GRK3) vom gewachsenen Boden abzugrenzen und auf 98 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Die Ausführung und Anforderungen des Bodenersatzkörpers entsprechen jener der oben beschriebenen nicht unterkellerten Gebäude.

Für eine Gründung der unterkellerten Wohnhäuser, welche in den mitteldicht gelagerten bzw. steifen Moränenablagerungen mit einer Bodenplatte auf einer rd. 0,2 m mächtigen Ausgleichsschicht zu liegen kommen, kann für deren Vorbemessung ein Bettungsmodul in der Größenordnung von

$$k_s = 8 - 16 \text{ MN/m}^3$$

angenommen werden.

Hinweis: Da der Bettungsmodul keine Bodenkonstante ist, sondern von den Belastungsverhältnissen der Geometrie und den Baugrundverformungen abhängt, wird empfohlen, den tatsächlichen Bettungsmodulverlauf der o.g. Bodenplatten nach Vorlage von Lastenplänen und Ausführungsplänen und aktueller Baugrundabfolge anhand einer detaillierten Setzungsberechnung ermitteln zu lassen. Diese Leistung kann auf Wunsch von der Fa. Baugrund Süd ausgeführt werden.

### 6.4 Baugrube

Für die Errichtung unterkellerten Wohnhäuser wird eine rd. 3,0 m tiefe Baugrube notwendig. Lassen die Platzverhältnisse eine freie Böschung zu, kann diese in den Deckschichten (Verwitterungsdecke) und den wasserfreien Moränenablagerungen unter 1:1 (45°) frei geböscht werden.

#### **AZ 16 08 077, Erschließung Gewerbegebiet Brühl in 88273 Fronreute**

Ist ein Geländeeinschnitt von > 3,00 m erforderlich, wird empfohlen, nach 3,00 m Höhe eine Berme von 1,50 m Breite anzuordnen. Geböschte Baugruben bzw. Hangeinschnitte mit mehr als 5,00 m Tiefe müssen in ihrer Standsicherheit dagegen rechnerisch nachgewiesen werden. Dies gilt auch für den Fall, wenn die Böschung steiler als angegeben ausgeführt wird.

Sollten die Platzverhältnisse eine frei geböschte Baugrube nicht gestatten, ist diese im Schutze eines Verbausystem (Trägerbohlwandverbau) auszuheben. Der Verbau ist statisch nachzuweisen.

Die Böschungen sind umgehend nach Freilegung mit Baufolien, die windfest angebracht werden müssen, abzudecken. An den Böschungsschultern ist ein lastfreier Schutzstreifen von mindestens 1,50 m Breite vorzusehen.

**Aufgrund der erkundeten Grundwassersituation werden im Falle der Herstellung eines Bauwerks mit Unterkellerung z.T. Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich. Um die notwendige Art der Wasserhaltung zu bestimmen, sind vorab zwingend der aktuelle Wasserstand zu überprüfen sowie die Ergiebigkeit des Wasserandrangs zu ermitteln. Dies kann anhand eines Pumpversuchs im Baggerschurf oder eines Pumpversuchs in einer ergänzenden großkalibrigen Bohrung, die im Anschluss zu einer temporären Grundwassermessstelle ausgebaut wird, erfolgen.**

Freigelegte Sohlflächen auf bindigen Böden sind unmittelbar nach Erreichen des Aushubsollniveaus und Abschluss der ggf. erforderlichen Nachverdichtung zum Schutz gegen Witterungseinflüsse abzudecken bzw. mit einer Sauberkeitsschicht aus Magerbeton zu belegen.

#### **6.5 Trockenhaltung von Bauwerken**

Für Bauwerke ohne Unterkellerung reicht es nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung aus, die erdberührenden Bauteile des Bauwerks nach den Richtlinien der DIN 18195, Teil 4 (Abdichtung gegen Bodenfeuchte) abzudichten, sowie mittels einer dauerhaft funktionsfähigen, rückstaufreien Drainage mit kapillarbrechender Wirkung nach den Vorgaben der DIN 4095 zu entwässern und rückstausicher abzuleiten.

Die Bauwerke mit Unterkellerung sind aufgrund der hydrologischen Gegebenheiten nach den Richtlinien der DIN 18195, Teil 6 (Abdichtung drückendes Wasser) abzudichten bzw. in WU-Bauweise (Prinzip „Weiße Wanne“ auszubilden)

## AZ 16 08 077, Erschließung Gewerbegebiet Brühl in 88273 Fronreute

### 6.6 Kanalbau

Bezüglich der Kanalsohle wird von einer Verlegetiefe der Kanaltrasse von rund 2,5 m bis 3,0 m u. GOK ausgegangen. Somit kommen die Kanaltrassen in den lokal wasserführenden Moränenablagerungen (Grundmoräne, Moränenkies, Moränensand) zu liegen, welche ein tragfähiges Gründungssubstrat darstellen.

Beim vorzunehmenden Grabenaushub sind die Ausführungen der DIN 4124 (Baugruben und Gräben) einzuhalten. Es ist davon auszugehen, dass die anstehenden wasserfreien bindigen Böden (Verwitterungsdecke, Grundmoräne) vorübergehend standfest sind. Aufgrund der lokal erkundeten wasserführenden Kies- und Sandschichten im Aushubbereich (BK 1/17) ist dort ein Verbau im Absenkverfahren durchzuführen. D.h. die Kanalrohre sind dort im Schutze von Verbauplatten o.ä., mit Unterstützung einer vorausseilenden offenen Wasserhaltung, zu verlegen.

Sollten die Platzverhältnisse ausreichend sein, kann alternativ der Kanalbau innerhalb einer geböschten Baugrube durchgeführt werden, wobei die Böschungen in der Verwitterungsdecke und wasserfreien Moränenablagerungen nicht steiler als unter 1:1 abgebildet werden dürfen.

Bei einer Gründung des Kanalsystems in den Moränenkiesen- und sanden oder der steifen Grundmoräne wird das Einbringen einer rd. 0,2 m mächtigen Ausgleichs- oder Sauberkeitsschicht unterhalb der Bettung aus hochverdichtbarem, kornabgestuftem Material (V1) notwendig. Sollten die im Aushubplanum anstehenden Böden der Grundmoräne eine weiche Konsistenz aufweisen, ist unterhalb der Rohrbettung ein Bodenaustausch von 0,30 m Mächtigkeit aus einem V1-Material auszuführen.

Zu beachten ist, dass die bindigen Böden witterungsempfindlich reagieren und bei Niederschlag in eine ungünstige Konsistenz übergehen können. Vor diesem Hintergrund sollten entsprechende Kanalsohlen, wenn möglich, nur bei Trockenwetter freigelegt und kurzfristig wieder überdeckt werden. Je nach Fortschritt der Arbeiten ist eine Schutzschicht vor endgültigem Sohlaushub zu belassen.

Unter Berücksichtigung der Aushubentlastung ergeben sich aus den Kanalbauwerkslasten keine nennenswerten, setzungsrelevanten Zusatzlasten.

Die Ausführung des Rohraufagers kann aus einem kornabgestuften Sand-Kiesgemisch oder Sand-Splitt-Gemisch hergestellt werden. Die Stärke (S) des Aufagers richtet sich nach dem vorgesehenen Kanalrohrdurchmesser ( $S = 100 \text{ mm} + 1/10 \times \text{Nennweite des Kanalrohres}$ ).

Für die Gründung der Schachtbauwerke ist entsprechend zu verfahren.

Im Bereich der Leitungszone ist generell ein gut verdichtbares Ersatzmaterial (V1) zu schütten und auf 97 %  $D_{Pr}$  (Proctordichte) zu verdichten. In der Hauptverfüllzone ist je nach Verfüllmaterial eine Verdichtung zwischen 95 % und 98 %  $D_{Pr}$  herzustellen. Die Verdichtung ist im Zuge der Bauausführung zu prüfen und nachzuweisen (dynamische oder statische Plattendruckversuche).

## AZ 16 08 077, Erschließung Gewerbegebiet Brühl in 88273 Fronreute

Sowohl das **bindige Aushubmaterial** (Verwitterungsdecke, Grundmoräne) als auch die **feinkornreichen Kiese und Sande** sind i. d. R. nicht ausreichend verdichtbar (V3) und für den Wiedereinbau in den Kanalgraben und die Verfüllung der Rohrgräben nicht geeignet. Jedoch kann hier eine Bodenverbesserung mittels Kalk-Zement-Stabilisierung in Betracht gezogen werden, um diese zum Wiedereinbau nutzen zu können. Dazu ist am anstehenden Boden vorab im Labor eine Eignungsprüfung bzw. in-situ anhand von Probefeldern das erforderliche Bindemittel und dessen Zugabemenge festzulegen. Vorbehaltlich ergänzender bodenmechanischer Untersuchungen kann im Rahmen einer ersten Kostenschätzung von einem Misch-Bindemittel (z.B. Dorosol C30 oder ein hydraulischer Tragschichtenbinder), mit einer Zugabemenge von 2 – 8 % Gew.-% ausgegangen werden. Sofern beim Aushub **feinkornarme Moränenkies und -sande** anfallen können diese zur Grabenverfüllung herangezogen werden.

Als Ersatz- und Verfüllmaterial kann jedes verdichtbare, inerte Mineralgemisch wie z.B. Sand-Kies oder Sand-Splitt-Schotter-Gemisch, wie auch güteüberwachtes Recyclingmaterial eingebaut werden.

### 6.7 Straßenbau

Über die Gradientenlage bzw. endgültige Lage des Erdplanums liegen dem Unterzeichner derzeit keine näheren Informationen vor, so dass zunächst allgemein auf die geotechnischen Belange des Straßenbaus eingegangen wird. Für die Herstellung des Straßenaufbaues wird die RStO 12 zu Grunde gelegt.

Es wird davon ausgegangen, dass die geplanten Verkehrsflächen auf der Höhe der derzeitigen Geländeoberkante angeordnet werden.

Gemäß der RStO 12 (2012) werden die Straßen der Entwurfssituation „Gewerbestraße“ und demnach der der Belastungsklasse 10 zugeordnet. Die oberflächlich anstehenden Böden sind der Frostempfindlichkeitsklasse F3 einzustufen, sodass der frostsichere Oberbau ohne Zu- und Abschlüge mindestens 0,65 m betragen muss (RStO 12 (2012), Tabelle 6).

Nach Bild 6 der RStO 12 (2012) ist der zu bewertende Standort der Frosteinwirkzone II zuzuordnen. Daher wird für die Mächtigkeit des Oberbaus ein Aufschlag von 0,05 m fällig (RStO 12 (2012), Tabelle 7).

Demnach ist für die geplanten Verkehrsflächen ein frostsicherer Oberbau von mindestens 0,70 m Dicke vorzusehen. Nach den getroffenen Annahmen in Bezug auf das Niveau der Verkehrsoberfläche kommt das Erdplanum nach Abtrag des Mutterbodens in der weichen bis steifen Verwitterungsdecke zu liegen.

Da die geforderten Prüfwerte ( $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ ) für die Aufstandsebene des frostsicheren Aufbaus in den bindigen Verwitterungsböden erfahrungsgemäß nicht erreicht werden, ist eine Bodenverbesserung mittels Bodenaustausch durchzuführen.

Dabei sind 0,40 m im Aushubplanum unterhalb des frostsicheren Aufbaus anstehenden verwitterten Sedimente gegen ein Kies-Sand-Gemisch mit max. 5 % Schluffanteil (z.B. FSK 0/45) auszutauschen. Der Kieskörper ist mit einem Vlies (GRK2) vom anstehenden Untergrund zu trennen.

**AZ 16 08 077, Erschließung Gewerbegebiet Brühl in 88273 Fronreute**

Der fachgerechte Einbau des Bodenersatzkörpers ist mittels statischen Lastplattendruckversuchen zu überprüfen und zu dokumentieren. (Anforderungen:  $E_{v2} \geq 45$  MN/m<sup>2</sup>) Die erforderlichen Verdichtungsprüfungen können auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd durchgeführt werden.

Auf dem so verbesserten Erdplanum (Bodenersatzkörper) kann dann im Anschluss der eigentliche frostsichere Straßenaufbau gemäß der RStO 12 erfolgen.

Alternativ zu einem Bodenaustausch kann auch eine Stabilisierung bzw. Konditionierung der Verwitterungssedimente mittels Kalk-Zement ausgeführt werden, wobei eine Frästiefe von  $t = 0,4$  m nicht unterschritten werden darf. Vorbehaltlich ergänzender bodenmechanischer Untersuchungen kann im Rahmen einer ersten Kostenschätzung von einem Misch-Bindemittel (z.B. Dorosol C30), mit einer Zugabemenge von 2 – 8 Gew.-% ausgegangen werden. Es ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, dass eine Konditionierung mittels Kalk-Zement nur in frostfreien Perioden auszuführen ist. Darüber hinaus kann sich der Ausgangswassergehalt des zu verbessernden Substrates durch Niederschlagsereignisse deutlich erhöhen, mit der Folge, dass entweder die Zugabemenge erhöht oder das Additiv gewechselt werden muss (z.B. C50).

## 7 Hinweise und Empfehlungen

Die im Bericht enthaltenen Angaben beziehen sich auf die oben genannten Untersuchungsstellen. Abweichungen von gemachten Angaben (Schichttiefen, Bodenzusammensetzung etc.) können auf Grund der Heterogenität des Untergrundes bzw. aufgrund des hier vorliegenden Untersuchungsrasters nicht ausgeschlossen werden. Die in den Rammsondierungen dargestellten Schichtgrenzen sind als Interpretation zu sehen.

Es ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen erforderlich.

**Es wird empfohlen, zur Abnahme von Gründungssohlen den Unterzeichner des Berichtes heranzuziehen.**

**Zudem wird geraten, eine objektspezifische und ergänzende Baugrunderkundung bei Bebauung der einzelnen Baugrundstücke durchzuführen, um die gründungstechnischen Empfehlungen bauplatzbezogen festzulegen bzw. den baulichen Gegebenheiten entsprechend anzupassen. Gegebenenfalls sind weitere Aufschlüsse bzw. Berechnungen erforderlich, um die bisherigen geotechnischen Angaben und Empfehlungen dem aktuellen Planungsstand bzw. der Ausführungsplanung gegenüber bestätigen zu können.**


**Diese Leistungen können auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd erbracht werden.**

Evtl. erforderliche Kontrollprüfungen für den Nachweis der fachgerechten Herstellung der Bodenersatzkörper können durch den Unterzeichner vorgenommen werden.

Für ergänzende Erläuterungen sowie zur Klärung der im Verlauf der weiteren Planung und Ausführung noch offenen Fragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.



Alois Jäger  
Geschäftsführer



Kathrin Wolf  
M.Sc.-Geol.



# baugrund süd


Gesellschaft  
für Bohr- und Geotechnik mbH


Erschließung Gewerbegebiet Brühl  
in 88273 Fronreute

AZ 16 08 077

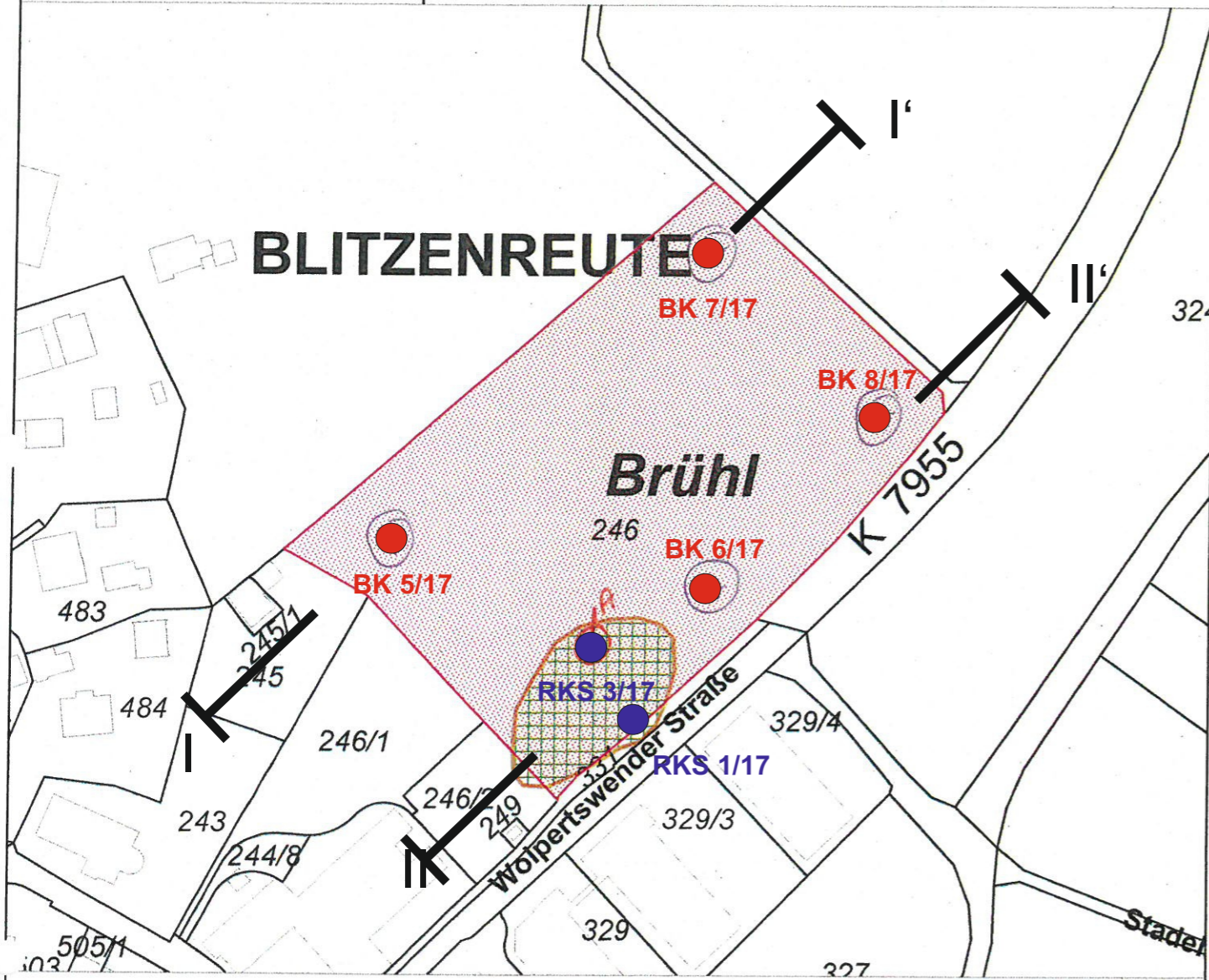
Anlage 1.1: Übersichtslageplan  
unmaßstäblich



Bilder © 2017 Google, Kartendaten © 2017 GeoBasis-DE/BKG (©2009), Google 200 m 

 Untersuchungsgebiet





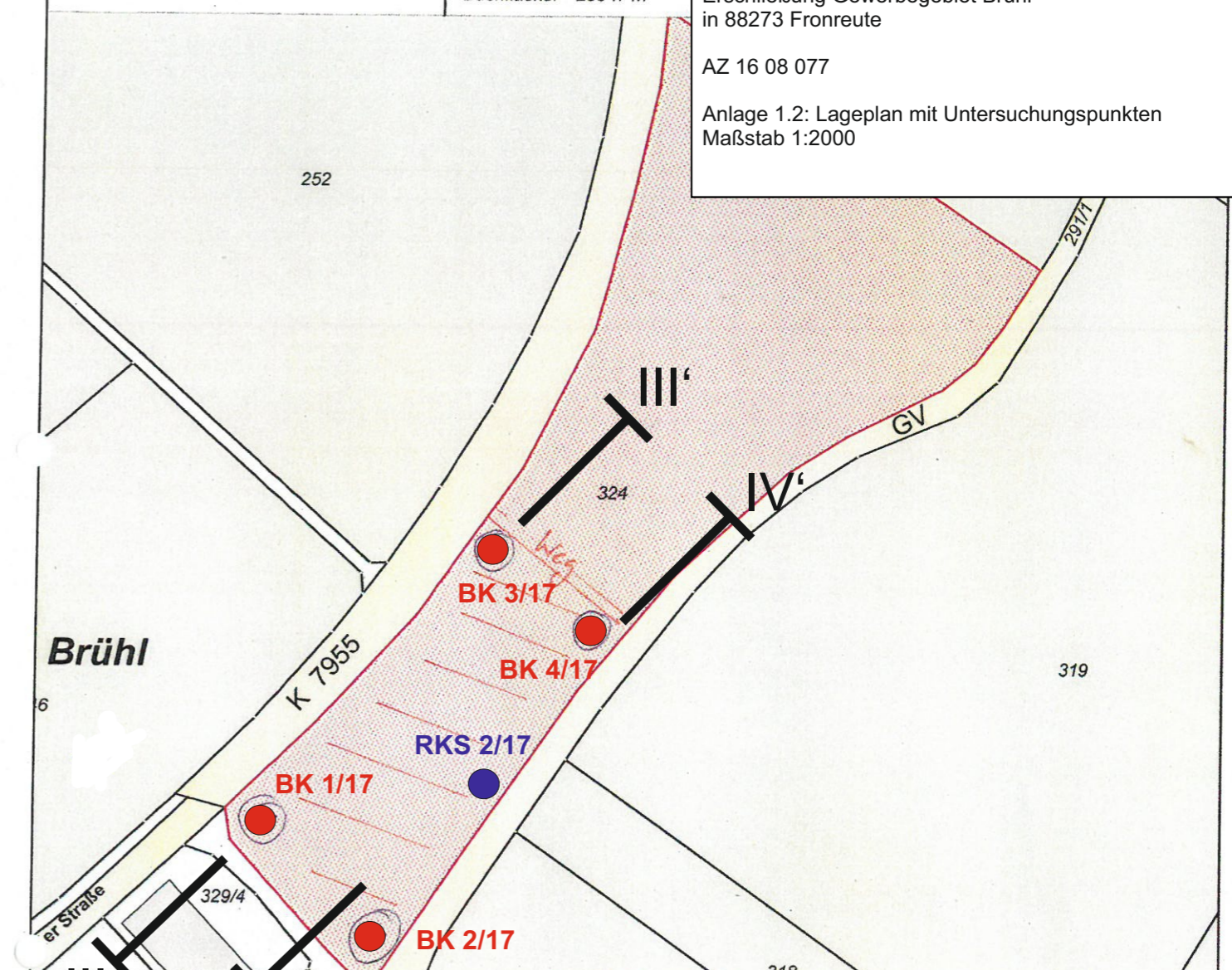
Grundbuch, Eigentümer (Anzeige max. 15):

BlattNr	LfdNr	Buchungsart	MEAnteil	Name	Vorname	Anteil
0001051	4	Grundstück		Gemeinde Fronreute		

Maßstab 1:2000

Legende

- BK - Rammkernbohrung
- RKS - Rammkernsondierung
- Schnittlage Baugrundmodell



Grundbuch, Eigentümer (Anzeige max. 15):

BlattNr	LfdNr	Buchungsart	MEAnteil	Name	Vorname	Anteil
0001260	1	Grundstück		Behrendt	Herbert	

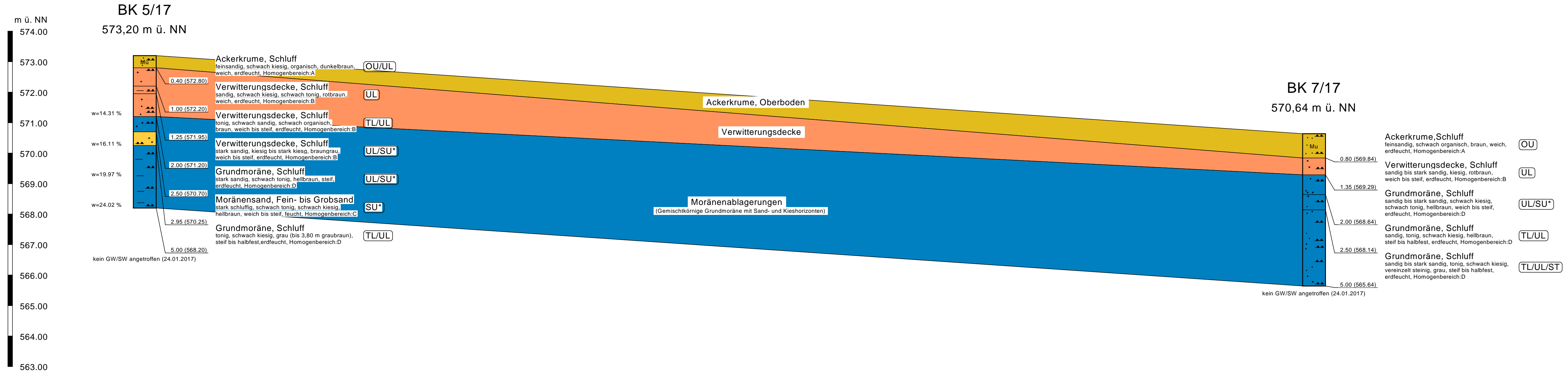
Maßstab 1:2000

Gauß-Krüger-Koordinaten

Aufschluss	Rechtswert	Hochwert	Höhe [m ü. NN]
BK 1/17	3544418.32	5303140.34	565.97
BK 2/17	3544456.22	5303098.74	563.44
BK 3/17	3544523.68	5303287.74	568.33
BK 4/17	3544565.39	5303248.07	564.59
BK 5/17	3544281.58	5303173.75	573.20
BK 6/17	3544382.98	5303155.05	567.18
BK 7/17	3544383.48	5303274.64	570.64
BK 8/17	3544443.45	5303219.40	567.47
RKS 2/17	3544507.48	5303178.08	563.27
RKS 3/17	3544340.57	5303141.66	568.61



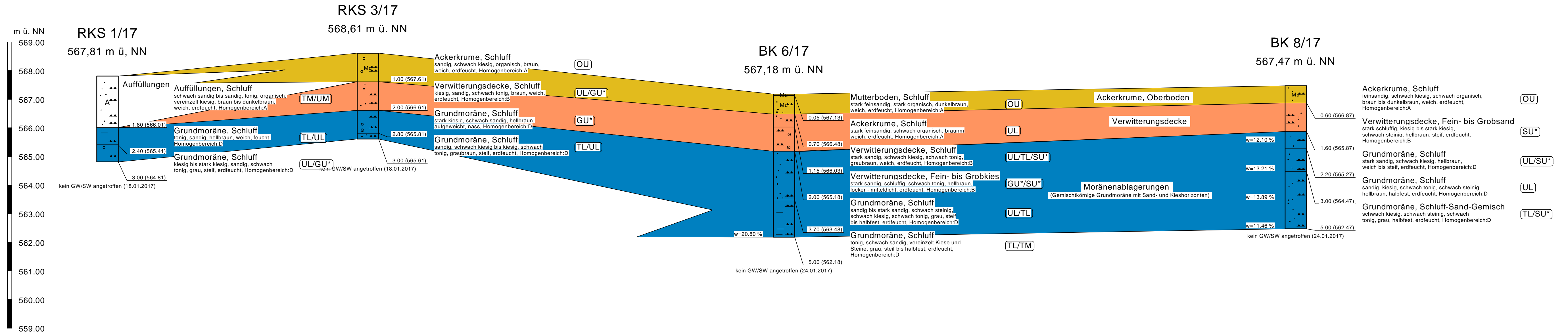
**Geotechnischer Baugrundschnitt I - I'**  
Maßstab d.H. 1:75, Maßstab d. L. unmaßstäblich



Legende			
<span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 2px;">Mu</span>	Mutterboden	<span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 2px;"></span>	Moränensand
<span style="background-color: orange; border: 1px solid black; padding: 2px;"></span>	Verwitterungsdecke	<span style="background-color: blue; border: 1px solid black; padding: 2px;"></span>	Grundmoräne

Anm.: Der Geländeverlauf und die Schichtenabfolge zu den Aufschlüssen ist interpoliert  
Die Aufschlüsse und die Schichtenabfolge stellen punktuelle Aufschlüsse dar.

Geotechnischer Baugrundschnitt II - II'  
Maßstab d.H. 1:75, Maßstab d. L. unmaßstäblich

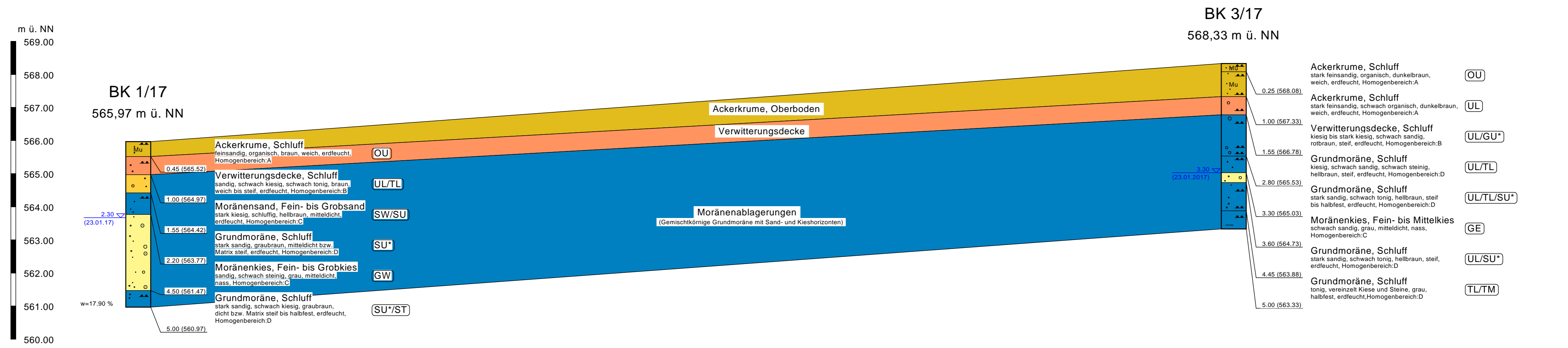


Legende

<span style="background-color: #f0e68c; border: 1px solid black; padding: 2px;">Mu</span> Mutterboden	<span style="background-color: #ff8c00; border: 1px solid black; padding: 2px;"></span> Verwitterungsdecke	<span style="background-color: #f0e68c; border: 1px solid black; padding: 2px;"></span> Moränensand
<span style="background-color: #ffff00; border: 1px solid black; padding: 2px;">A</span> Auffüllung	<span style="background-color: #ffff00; border: 1px solid black; padding: 2px;"></span> Moränenkies	<span style="background-color: #0000ff; border: 1px solid black; padding: 2px;"></span> Grundmoräne

Anm.: Der Geländeverlauf und die Schichtenabfolge zu den Aufschlüssen ist interpoliert  
Die Aufschlüsse und die Schichtenabfolge stellen punktuelle Aufschlüsse dar.

Geotechnischer Baugrundschnitt III - III'  
Maßstab d.H. 1:75, Maßstab d. L. unmaßstäblich

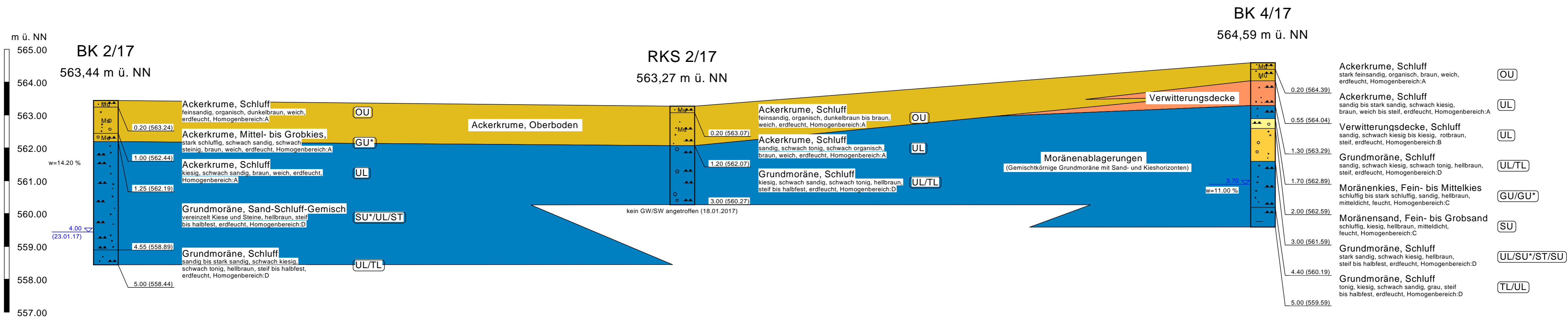


**Legende**

	Mutterboden		Moränenkies		Grundmoräne
	Verwitterungsdecke		Moränensand		

Anm.: Der Geländeverlauf und die Schichtenabfolge zu den Aufschlüssen ist interpoliert  
Die Aufschlüsse und die Schichtenabfolge stellen punktuelle Aufschlüsse dar.

Geotechnischer Baugrundschnitt IV - IV'  
Maßstab d.H. 1:75, Maßstab d. L. unmaßstäblich



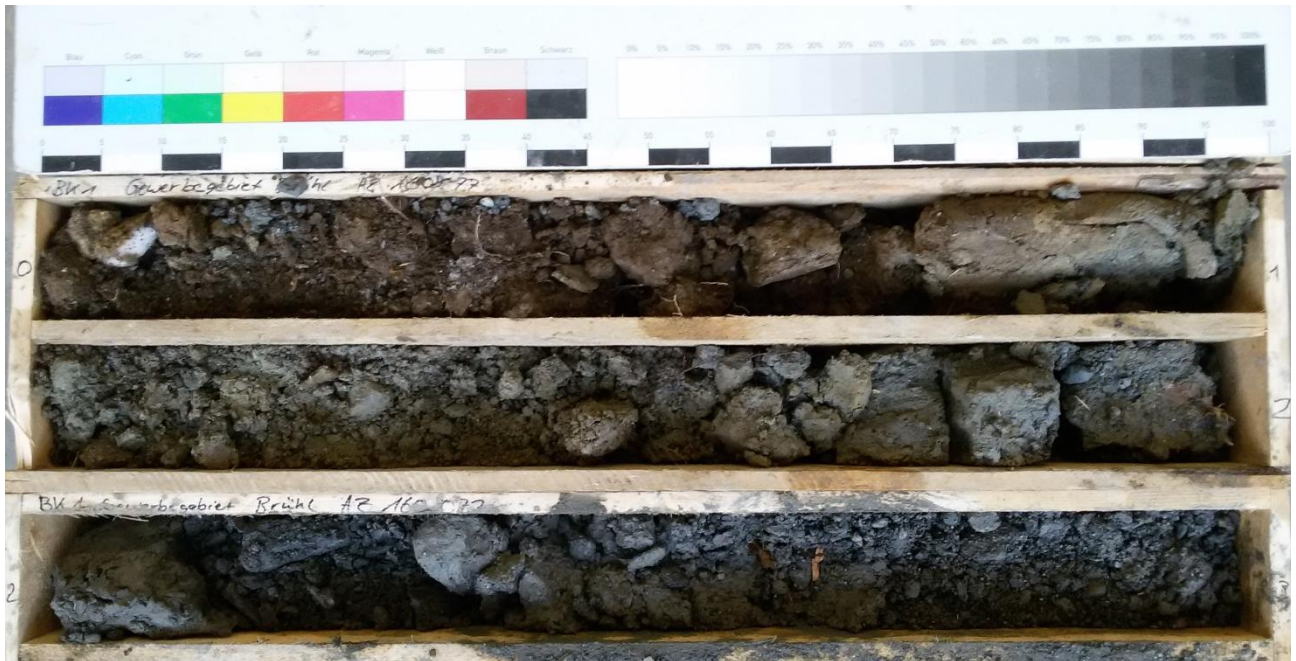
**Legende**

	Mutterboden		Moränenkies		Grundmoräne
	Verwitterungsdecke		Moränensand		

Anm.: Der Geländeverlauf und die Schichtenabfolge zu den Aufschlüssen ist interpoliert  
Die Aufschlüsse und die Schichtenabfolge stellen punktuelle Aufschlüsse dar.



## BK 1/17: 0,0 bis 3,0 m u. GOK



## BK 1/17: 3,0 bis 5,0 m u. GOK



## BK 2/17: 0,0 bis 3,0 m u. GOK



## BK 2/17: 3,0 bis 5,0 m u. GOK





## BK 3/17: 0,0 bis 3,0 m u. GOK



## BK 3/17: 3,0 bis 5,0 m u. GOK



## BK 4/17: 0,0 bis 3,0 m u. GOK

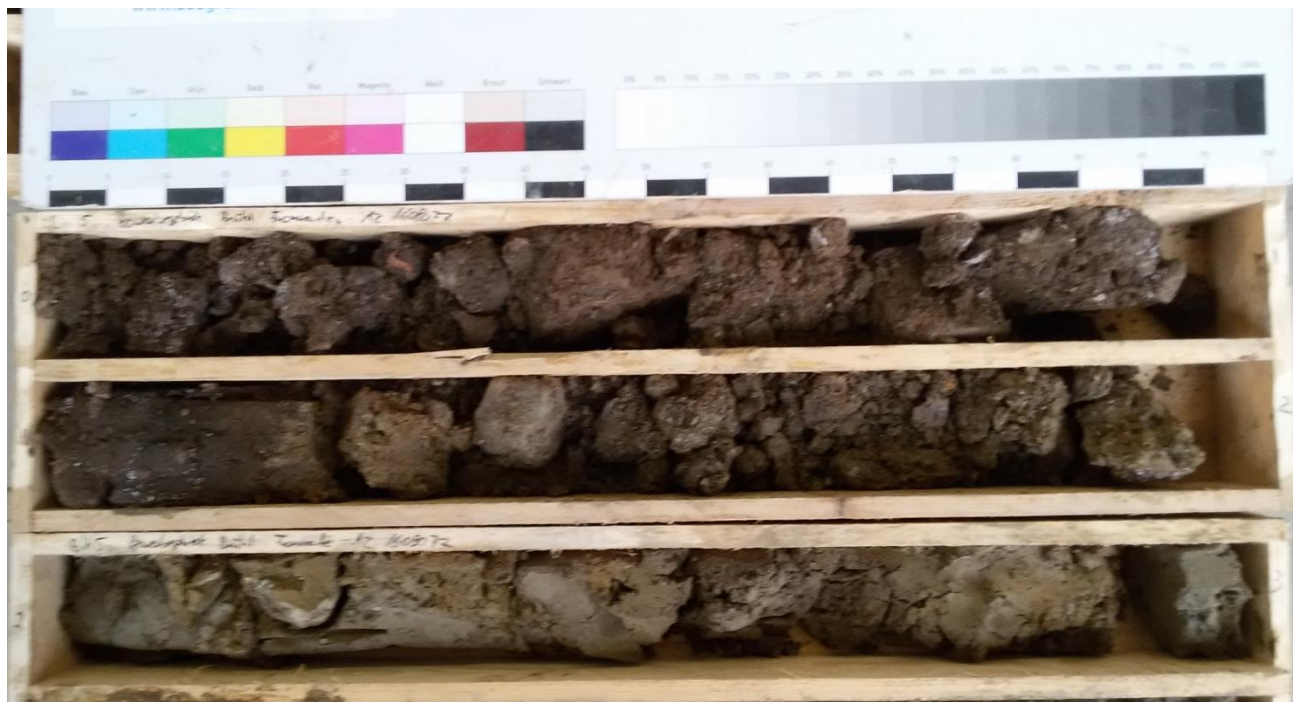


## BK 4/17: 3,0 bis 5,0 m u. GOK





## BK 5/17: 0,0 bis 3,0 m u. GOK



## BK 5/17: 3,0 bis 5,0 m u. GOK



## BK 6/17: 0,0 bis 3,0 m u. GOK



## BK 6/17: 0,0 bis 5,0 m u. GOK





## BK 7/17: 0,0 bis 3,0 m u. GOK



## BK 7/17: 3,0 bis 5,0 m u. GOK



## BK 8/17: 0,0 bis 3,0 m u. GOK



## BK 8/17: 3,0 bis 5,0 m u. GOK





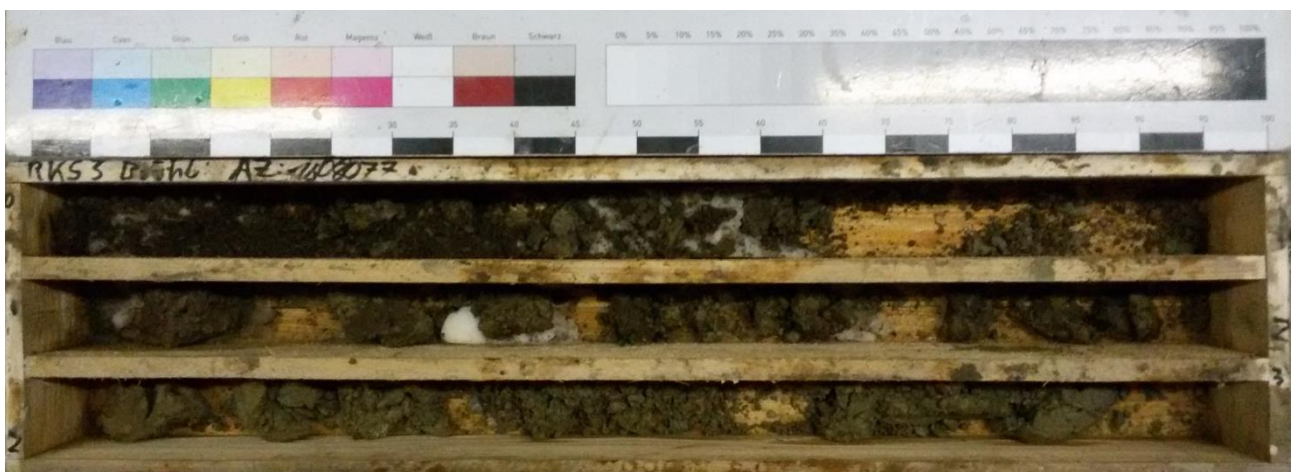
## RKS 1/17: 0,0 bis 3,0 m u. GOK



## RKS 2/17: 0,0 bis 3,0 m u. GOK



## RKS 3/17: 0,0 bis 3,0 m u. GOK



Wassergehaltsbestimmung nach DIN 18121

Erschließung Gewerbegebiet Brühl, in 88273 Fronreute

AZ 16 08 077

Bohrung Nr.	BK 5/17			
	1	2	3	4
Prüfungsnummer				
Entnahmetiefe [m]	2,0	3,0	4,0	5,0
Behälter Gewicht [g]	24,34	45,3	46,15	44,01
Probe feucht + Behälter [g]	78,66	259,75	170,26	224,87
Probe trocken + Behälter [g]	71,86	229,99	149,6	189,84
Wassergehalt w [%]	14,31	16,11	19,97	24,02

Bohrung Nr.	BK 8/17			
	5	6	7	8
Prüfungsnummer				
Entnahmetiefe [m]	2,0	3,0	4,0	5,0
Behälter Gewicht [g]	30,5	30,6	25,03	31,11
Probe feucht + Behälter [g]	84,41	92,9	89,79	97,35
Probe trocken + Behälter [g]	78,59	85,63	81,89	90,54
Wassergehalt w [%]	12,10	13,21	13,89	11,46





# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

## Erschließung Gewerbegebiet Brühl in 88273 Fronreute

Bearbeiter: DVi

Datum: 21.02.2017

Prüfungsnummer: 2

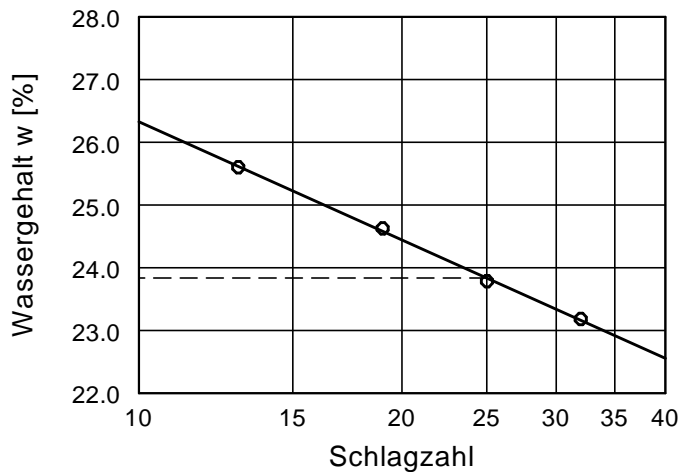
Entnahmestelle: BK 2/17

Tiefe: 4,0 m

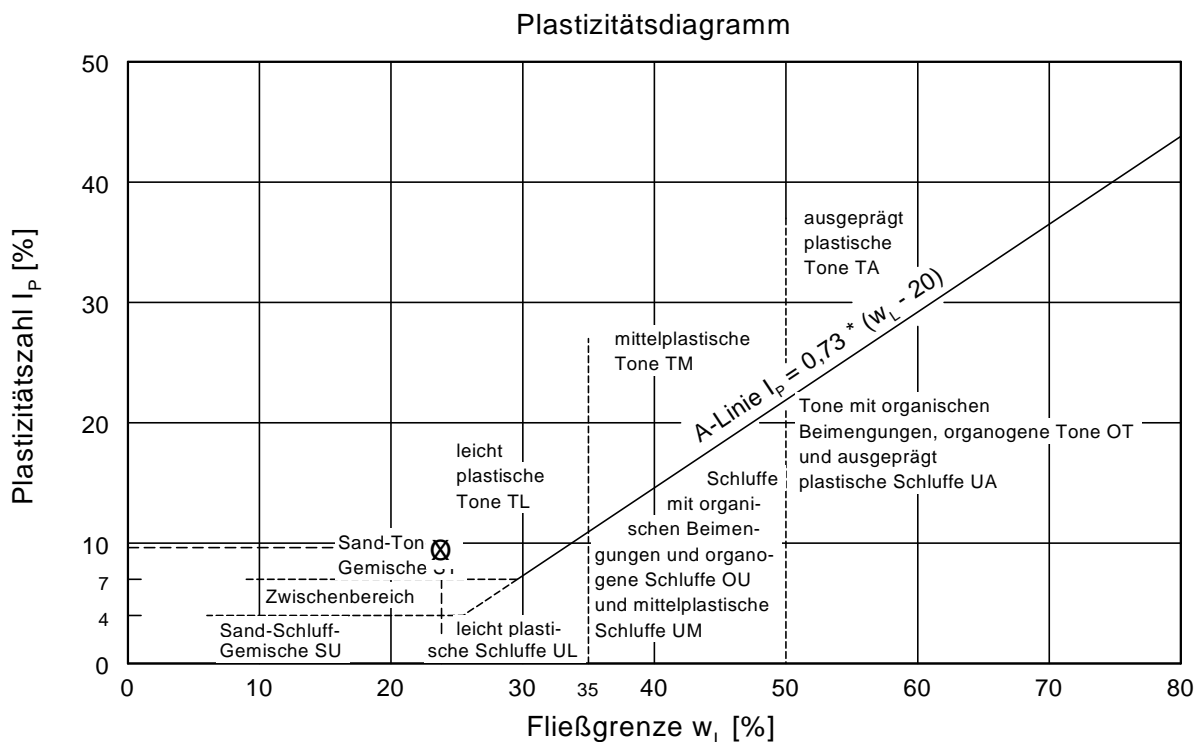
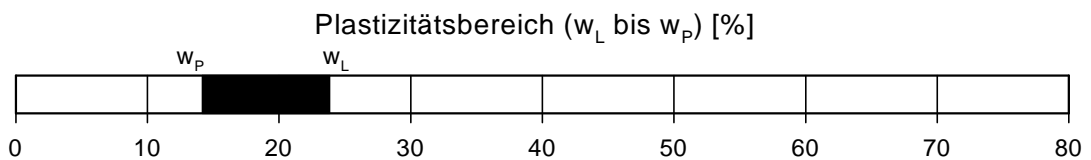
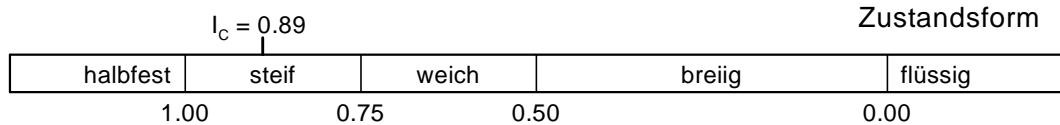
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: ST

Probe entnommen am: 26.01.2017



Wassergehalt w =	14.2 %
Fließgrenze $w_L$ =	23.8 %
Ausrollgrenze $w_P$ =	14.2 %
Plastizitätszahl $I_P$ =	9.6 %
Konsistenzzahl $I_C$ =	0.89
Anteil Überkorn $\ddot{u}$ =	8.7 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	3.0 %
Korr. Wassergehalt =	15.3 %



# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

## Erschließung Gewerbegebiet Brühl in 88273 Fronreute

Bearbeiter: DVi

Datum: 21.02.2017

Prüfungsnummer: 3

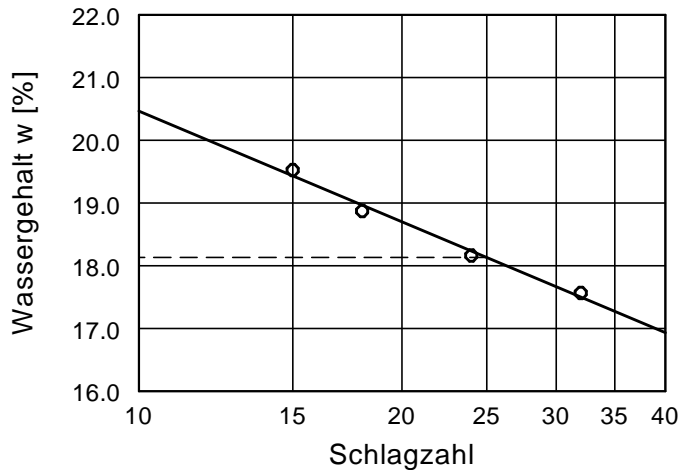
Entnahmestelle: BK 4/17

Tiefe: 4,0 m

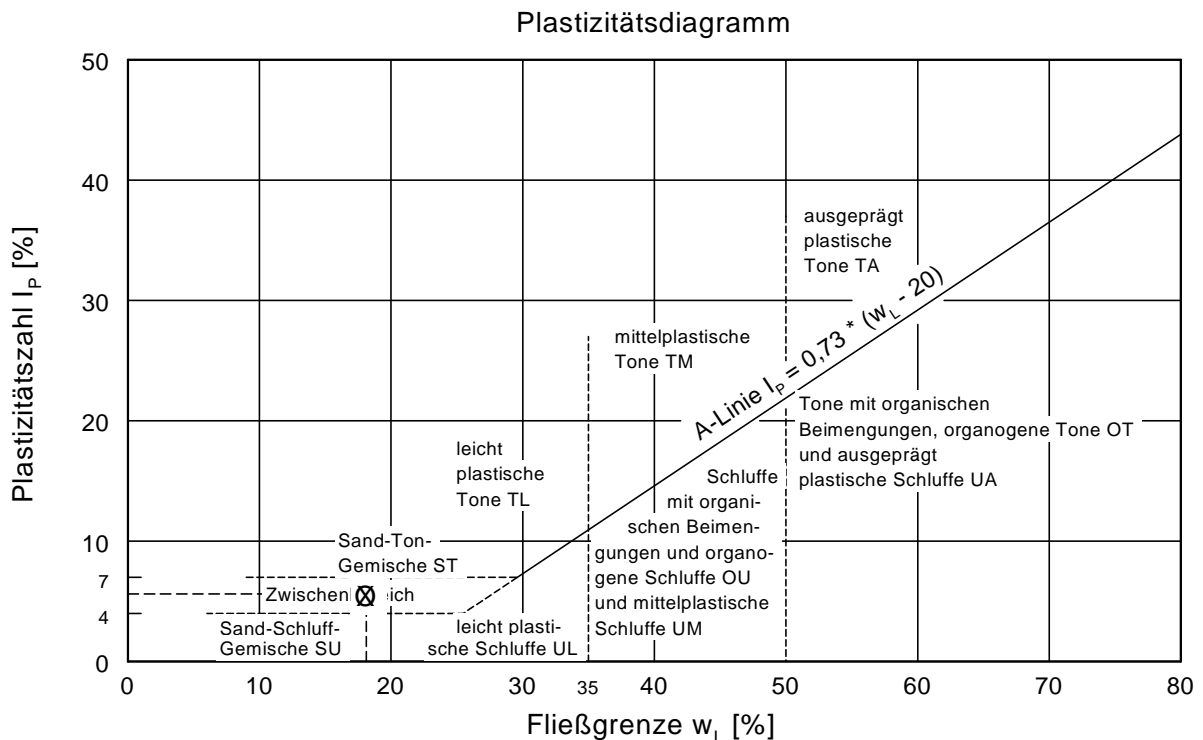
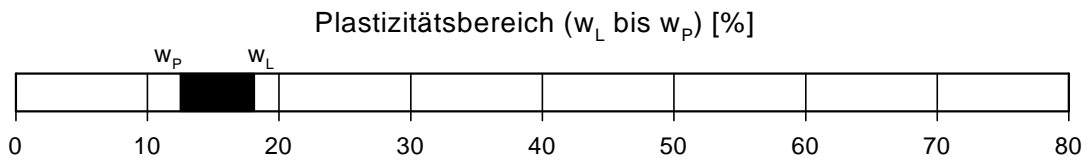
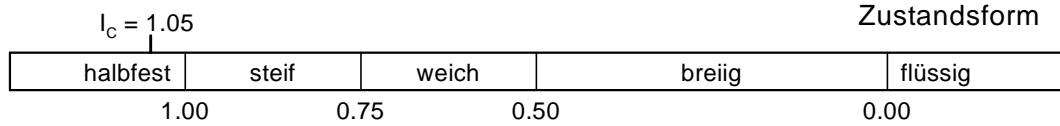
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: ST/SU

Probe entnommen am: 26.01.2017



Wassergehalt w =	11.0 %
Fließgrenze $w_L$ =	18.1 %
Ausrollgrenze $w_p$ =	12.5 %
Plastizitätszahl $I_p$ =	5.6 %
Konsistenzzahl $I_c$ =	1.05
Anteil Überkorn $\ddot{u}$ =	13.1 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	3.0 %
Korr. Wassergehalt =	12.2 %



# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

## Erschließung Gewerbegebiet Brühl in 88273 Fronreute

Bearbeiter: DVi

Datum: 21.02.2017

Prüfungsnummer: 4

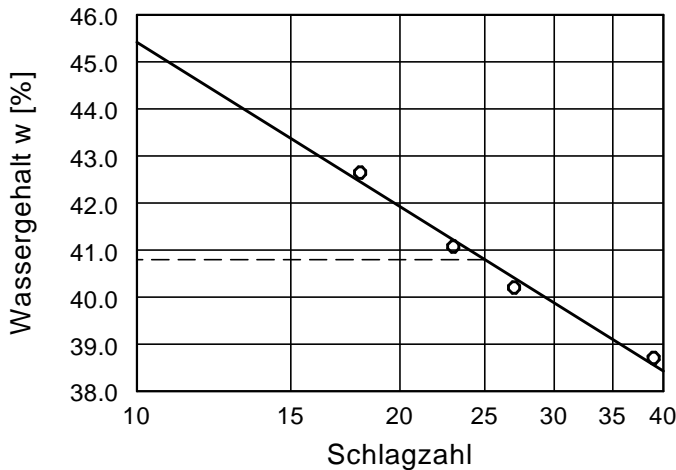
Entnahmestelle: BK 6/17

Tiefe: 5,0 m

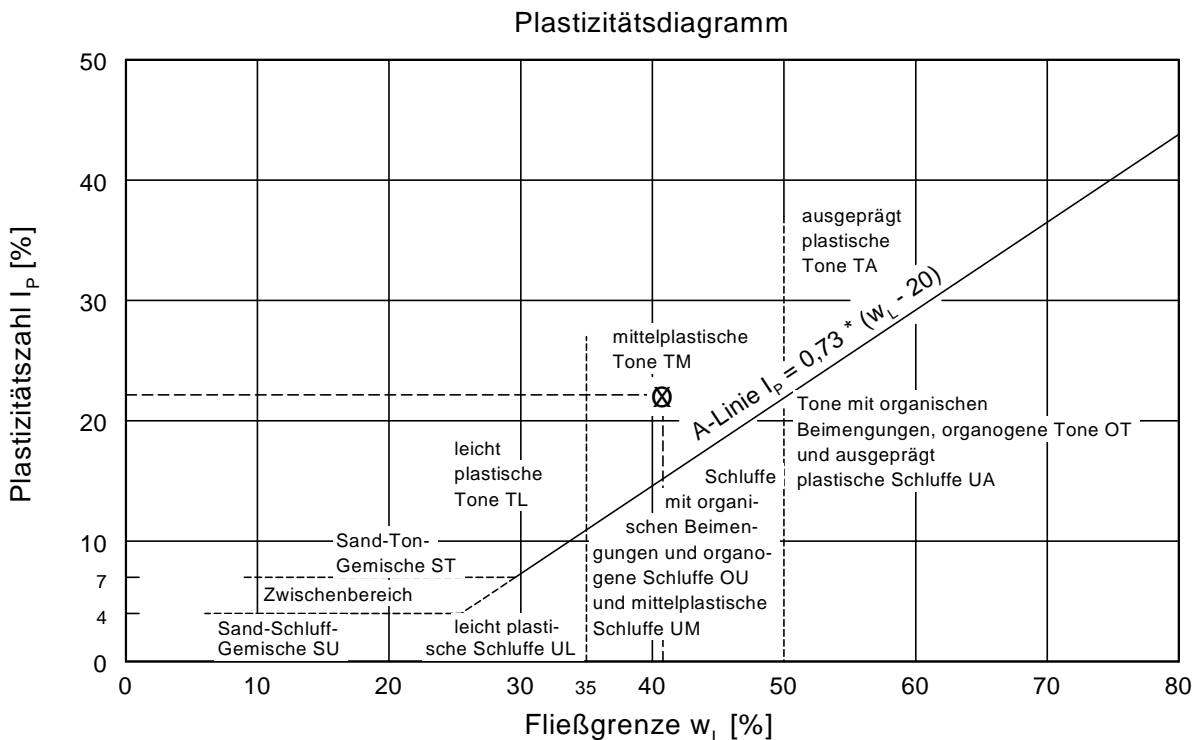
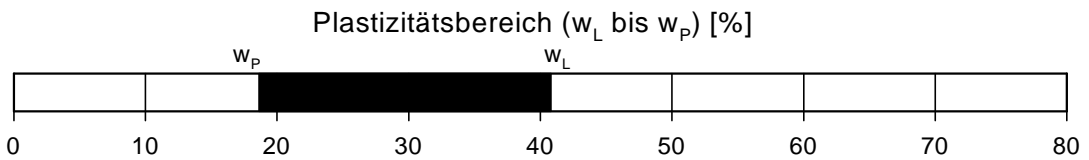
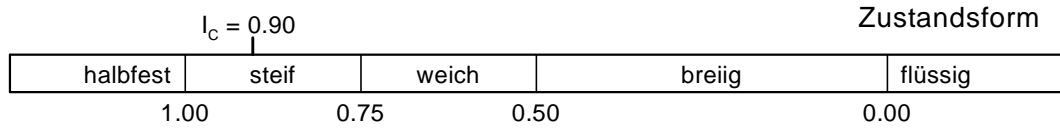
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TM

Probe entnommen am: 26.01.2017



Wassergehalt w =	20.8 %
Fließgrenze $w_L$ =	40.8 %
Ausrollgrenze $w_p$ =	18.6 %
Plastizitätszahl $I_p$ =	22.2 %
Konsistenzzahl $I_C$ =	0.90



BauGrund Süd  
 Gesellschaft für Bohr-und Geotechnik mbH  
 Maybachstraße 5  
 88410 Bad Wurzach

Bearbeiter: DVi

Datum: 21.02.2017

# Körnungslinie

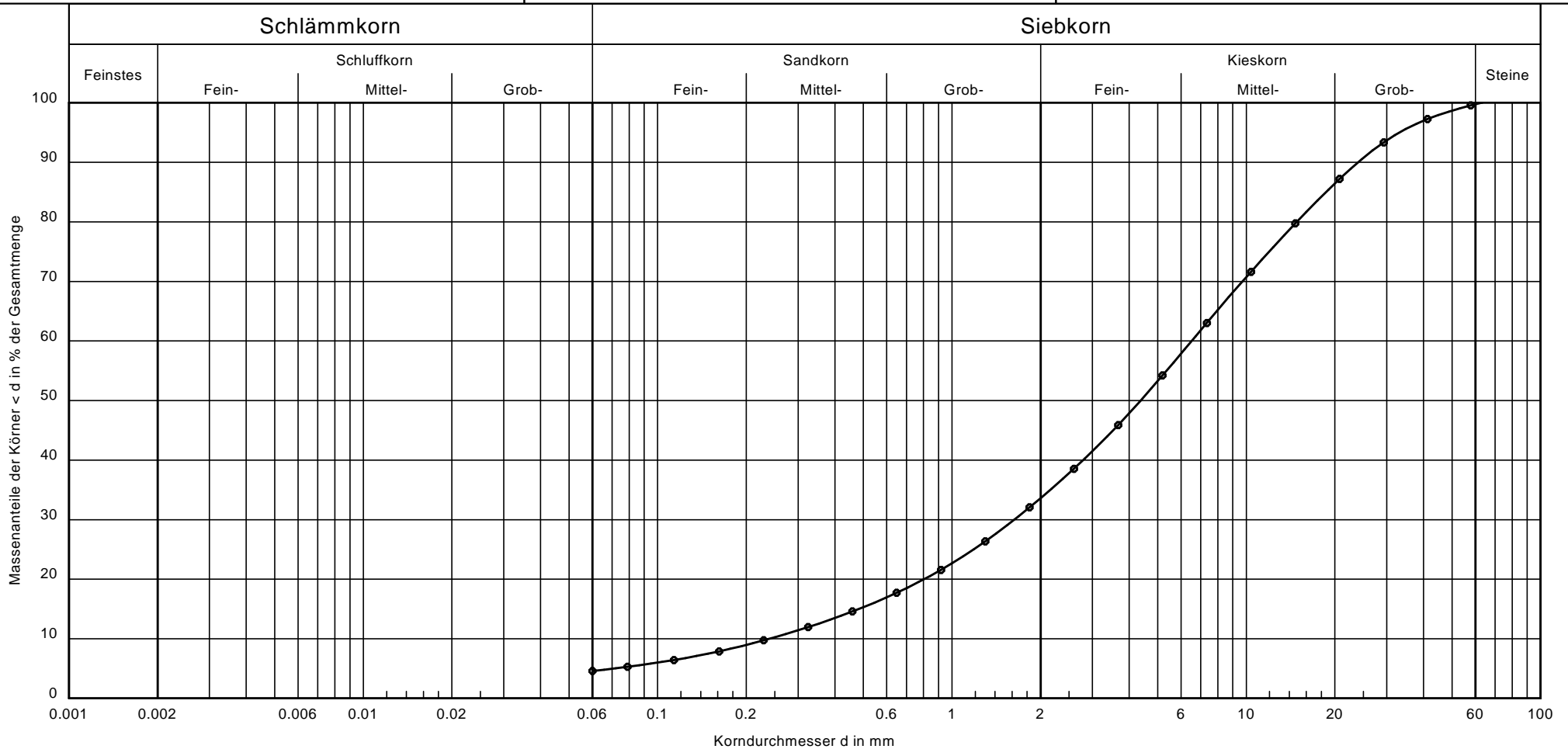
## Erschließung Gewerbegebiet Brühl in 88273 Fronreute

Prüfungsnummer: 1

Probe entnommen am: 26.01.2017

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung



Bezeichnung:	—●—●—	Nach DIN 4022: 1. Kies, sandig (G, s)	Bericht: AZ 16 08 077 Anlage: 4.6
Bodenart:	G, gs, ms'		
Entnahmestelle:	BK 1/17		
Tiefe:	3,0 - 4,0 m		
U/Cc:	27.2/1.7		
k [m/s] [Seiler]:	$2.4 \cdot 10^{-4}$		
T/U/S/G [%]:	- /4.6/29.0/66.1		

BauGrund Süd  
 Gesellschaft für Bohr-und Geotechnik mbH  
 Maybachstraße 5  
 88410 Bad Wurzach

Bearbeiter: DVi

Datum: 21.02.2017

# Körnungslinie

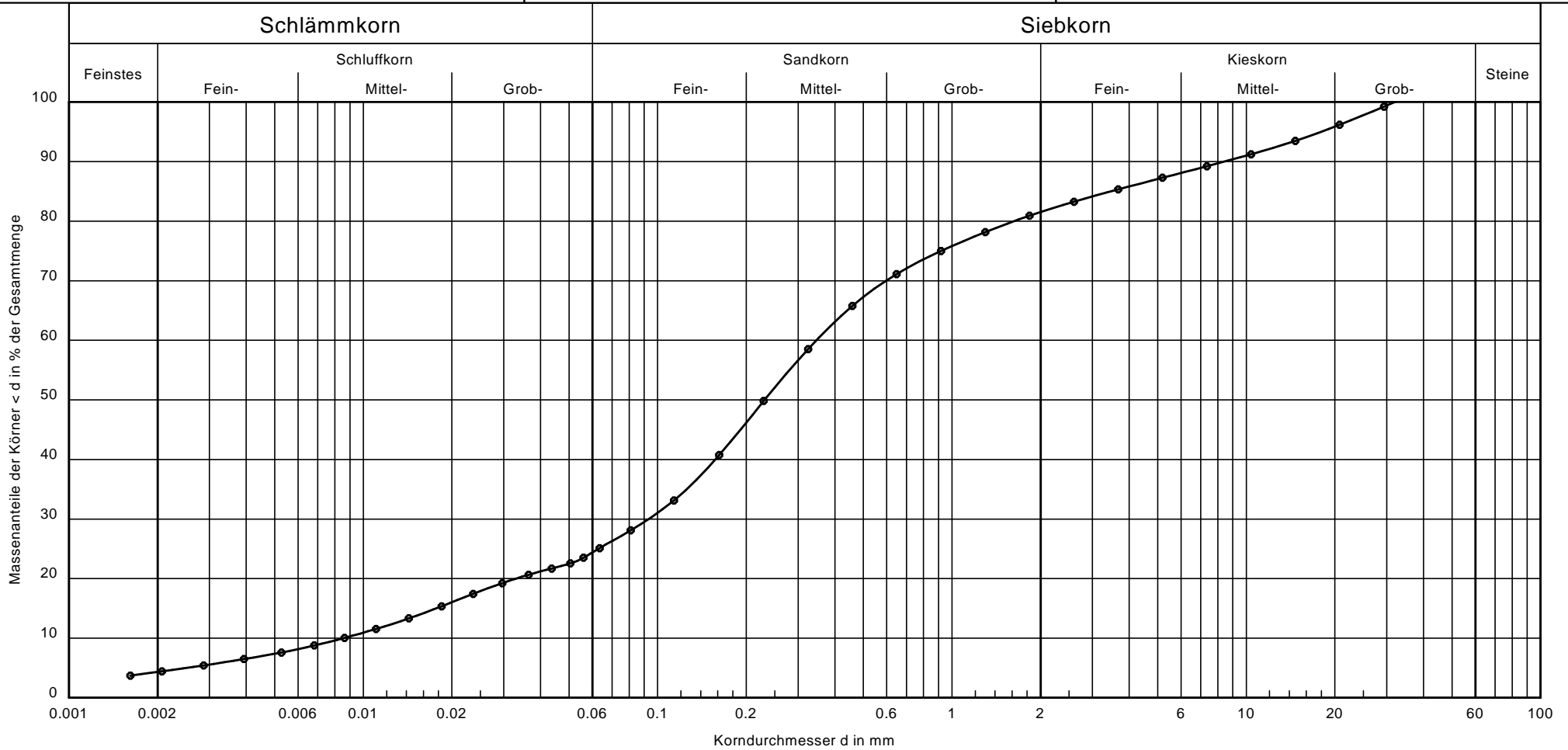
## Erschließung Gewerbegebiet Brühl in 88273 Fronreute

Prüfungsnummer: 2

Probe entnommen am: 26.01.2017

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung und Schlämzung



Bezeichnung:	● — ●
Bodenart:	S, u, fg', mg'
Entnahmestelle:	BK 4/17
Tiefe:	2,0 - 3,0 m
U/Cc:	40.5/2.9
k [m/s] [Seiler]:	$4.4 \cdot 10^{-7}$
T/U/S/G [%]:	4.3/20.1/57.1/18.5

Nach DIN 4022:  
 1. Sand, schluffig, kiesig (S, u, g)

Bericht:  
 AZ 16 08 077  
 Anlage:  
 4.7

BauGrund Süd  
 Gesellschaft für Bohr-und Geotechnik mbH  
 Maybachstraße 5  
 88410 Bad Wurzach

Bearbeiter: DVi

Datum: 21.02.2017

# Körnungslinie

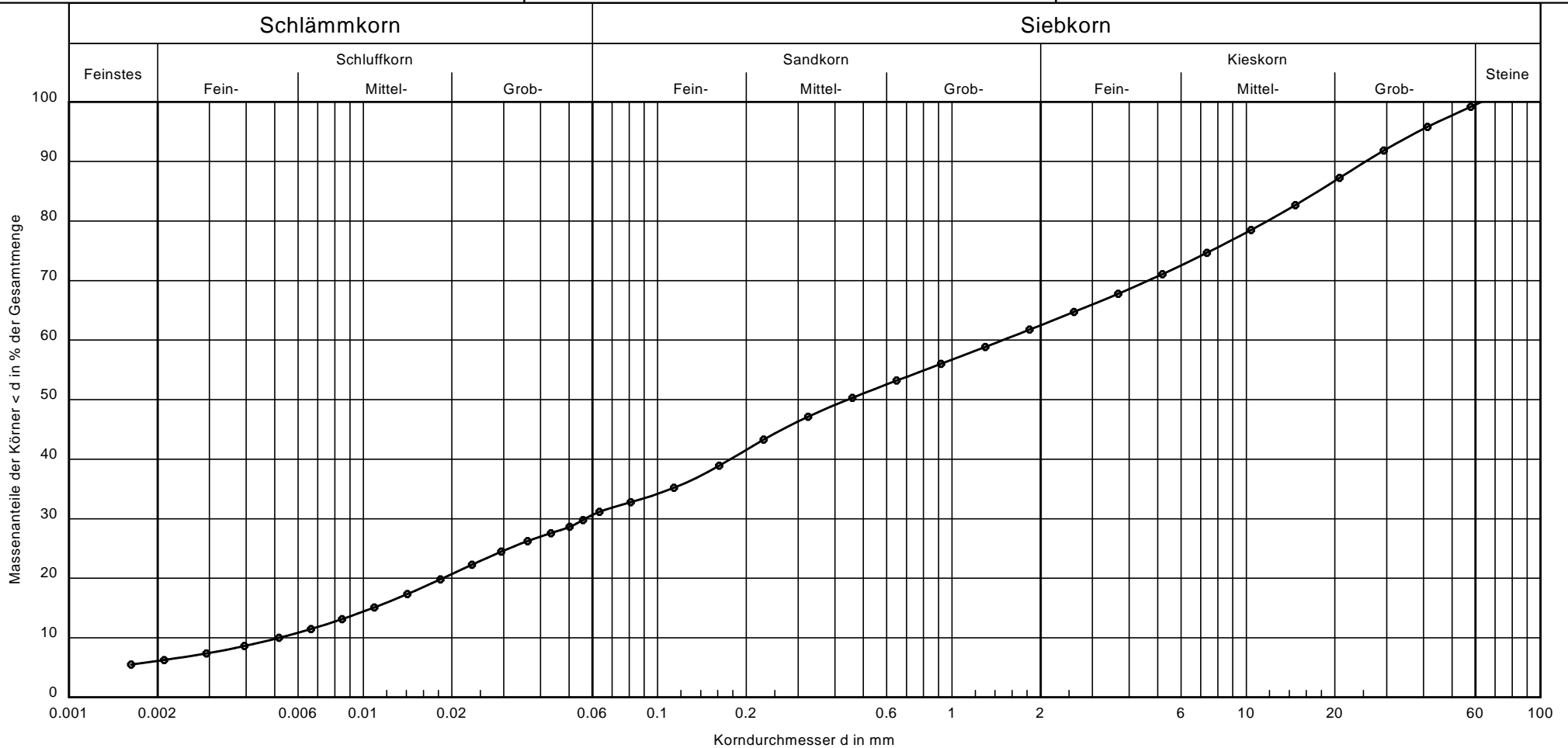
## Erschließung Gewerbegebiet Brühl in 88273 Fronreute

Prüfungsnummer: 3

Probe entnommen am: 26.01.2017

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung und Schlämmlung



Bezeichnung:	—●—●—
Bodenart:	G, u, t', fs', ms', gs'
Entnahmestelle:	BK 6/17
Tiefe:	1,15 - 2,0 m
U/Cc:	287.6/0.4
k [m/s] [USBR]:	$3.8 \cdot 10^{-7}$
T/U/S/G [%]:	6.1/24.5/31.9/37.0

Nach DIN 4022:  
 1. Kies, stark sandig (G, s\*, u, t')  
 schluffig, schwach tonig

Bericht:  
 AZ 16 08 077  
 Anlage:  
 4.8