

Geotechnischer Bericht
zur
Erschließung
des Wohngebietes
Kalkofen
(Flurstück 222)
in 88273 Fronreute

Aktenzeichen: AZ 16 08 078

Bauvorhaben: Gemeinde Fronreute
Erschließung Wohngebiet Kalkofen
88273 Fronreute
- Baugrunderkundung -

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: 10.03.2017

baugrund süd

AZ 16 08 078, Erschließung Wohngebiet Kalkofen in 88273 Fronreute

Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang	4
2	Geomorphologie des Untersuchungsgebietes	5
2.1	Morphologie und Geologie des Untersuchungsareals	5
3	Geotechnisches Baugrundmodell	6
3.1	Bautechnische Beschreibung der Schichten	6
3.2	Bodenmechanische Laborversuche	8
3.2.1	Wassergehaltsbestimmung nach DIN 18121	8
3.2.2	Zustandsgrenzen nach Atterberg	8
3.2.3	Korngrößenverteilung nach DIN 18123	9
3.3	Bodenmechanische Feldversuche	11
3.4	Bodenkenwerte und Bodenklassifizierung.....	11
4	Georisiken	13
4.1	Seismische Aktivität.....	13
5	Hydrogeologie	14
5.1	Grundwasserverhältnisse	14
5.2	Verickerungsfähigkeit der Böden nach DWA A – 138 (April 2005).....	15
6	Grundbautechnische Empfehlungen und baubegleitende Maßnahmen	16
6.1	Baumaßnahme	16
6.2	Baugrundkriterien.....	16
6.3	Wohnbebauung / Gründungsempfehlung.....	16
6.3.1	Wohnbebauung ohne Unterkellerung.....	17
6.3.2	Wohnbebauung mit Unterkellerung.....	18
6.4	Baugrube	18
6.5	Trockenhaltung von Bauwerken.....	19
6.6	Kanalbau.....	19
6.7	Straßenbau	21
7	Hinweise und Empfehlungen	23

AZ 16 08 078, Erschließung Wohngebiet Kalkofen in 88273 Fronreute

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

AZ 16 08 078, Erschließung Wohngebiet Kalkofen in 88273 Fronreute

Anlagenverzeichnis

- 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab: unmaßstäblich
- 1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, Maßstab: 1 : 2000
- 2.1-3 Geotechnische Baugrundschnitte, M.d.H. 1 : 75, M.d.L. unmaßstäblich
- 3 Fotodokumentation der Bohrerne
- 4.1-9 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche
- 5.1-2 Auswertung der Sickerversuche im Baggerschurf

Verwendete Unterlagen und Literatur

- [1] Gemeinde Fronreute, ALKIS-Auszug, Gemarkung: Blitzenreute - 9530, Flurstück: 222, Lage: Kalkofen, Buchfläche: 31667 m², 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

baugrund süd

AZ 16 08 078, Erschließung Wohngebiet Kalkofen in 88273 Fronreute

1 Vorgang

Die Gemeinde Fronreute beabsichtigt die Erschließung des Wohngebietes Kalkofen auf dem Flurstück 222 in Blitzreute, einem Ortsteil von Fronreute.

In Zusammenhang mit der geplanten Baugebietserschließung wurde die Fa. Baugrund Süd beauftragt, die geologische und hydrogeologische Beschaffenheit des Untergrundes im Baufeld 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 Baugebiets wieder. Zur Erhöhung der Planungssicherheit wird jedoch empfohlen, im Zuge der Bebauung der einzelnen Baugrundstücke objekt- und standortbezogene, ergänzende Baugrunderkundungen nachzuziehen.

Zur Beurteilung bzw. Erfassung der geologischen Schichtenabfolge kamen im Zeitraum vom 25. bis 30.01.2017 insgesamt acht trockene Rammkernbohrungen (BK 1-8/17) mit durchgehender Kerngewinnung zur Ausführung. Alle Bohrungen endeten in einer Tiefe von 6,00 m unter der Geländeoberkante (u. GOK), mit Ausnahme der BK 3/17, da diese aufgrund eines Bohrhindernisses in Form eines Blockes bereits in einer Tiefe von 5,00 m u. GOK abgebrochen werden musste.

Die Lage des geplanten Baugebietes ist im Übersichtslageplan der Anlage 1.1 ersichtlich. Der Standort der einzelnen Untersuchungspunkte ist in 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 genannten Farbgebung für Lockergesteine teilweise abweichen. Anschließend erfolgte aus den Bodenprofilen der Rammkernbohrungen die Ausarbeitung eines geologischen Baugrundmodells, welches in den geotechnischen Baugrundschnitten der Anlagen 2.1-3 wiedergegeben wird.

Die mit den großskaligen Aufschlussbohrungen gewonnenen Bohrkerne sind in der Fotodokumentation der Anlage 3 abgebildet.

Aus den Rammkernbohrungen wurden gestörte Proben entnommen und im Erdbaulabor der Fa. Baugrund Süd bodenmechanisch untersucht. Die Ergebnisse der Laborversuche sind im Detail in der Anlage 4.1-9 hinterlegt.

Vor Abschluss der Feldarbeiten wurden die Untersuchungspunkte von Mitarbeitern der Fa. Baugrund Süd mittels GPS nach Lage und Höhe eingemessen. Die Koordinaten und Absoluthöhen der Ansatzstellen sind im Lageplan der Anlage 1.2 enthalten.

Nach Abschluss der Bohrarbeiten wurden, auf Wunsch des Auftraggebers, am 31.01.2017 zwei Sickerversuche im Baggerschurf (SG 1/17 und SG 2/17) durchgeführt.

baugrund süd

AZ 16 08 078, Erschließung Wohngebiet Kalkofen in 88273 Fronreute

Die Lage der Schürftgruben ist im Lageplan der Anlage 1.2 enthalten und die Auswertung der Sickerversuche in den Anlagen 5.1-2 dargestellt.

2 Geomorphologie des Untersuchungsgebietes

2.1 Morphologie und Geologie des Untersuchungsareals

Das geplante Wohngebiet Kalkofen befindet sich in nördlicher Randlage der Ortschaft Blitzeneute, auf dem Flurstück 222. Es liegt dabei direkt nordwestlich an die letzte Häuserreihe der Straße „Im Kalkofen“ angrenzend. Die weiteren umliegenden Seiten des Untersuchungsgebietes werden von landwirtschaftlichen Nutzflächen eingenommen.

Das Gelände des Untersuchungsareals fällt von Süden nach Norden und Westen nach Osten z.T. steil ab.

Zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten (25., 27. und 30.01.2017) wurden die Flächen agrarwirtschaftlich genutzt.

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.

Die Schichtenabfolge wird im Untersuchungsgebiet zum Großteil von durchwurzelten Oberböden bedeckt, welche durch die landwirtschaftliche Nutzung geprägt sind (Ackerkrume).

2.2 Allgemeine Baugrundbeschreibung

Mit den abgeteufte Aufschlüssen kann für das projektierte Areal folgende generalisierte Schichtenabfolge zugrunde gelegt werden:

Ackerkrume	(Rezent)
Verwitterungsdecke	(Quartär)
Moränenablagerungen	(Würm/Pleistozän)
(Grundmoräne, Moränenkies, Moränensand)	

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

AZ 16 08 078, Erschließung Wohngebiet Kalkofen in 88273 Fronreute

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

Aufschluss	Ackerkrume	Verwitterungsdecke	Moränenablagerungen
BK 1/17	0,00 - 0,45	-	0,45 - 6,00*
BK 2/17	0,0 - 0,30	-	0,30 - 6,00*
BK 3/17	0,00 - 0,20	-	0,20 - 5,00*
BK 4/17	0,00 - 0,25	0,25 - 1,60	1,60 - 6,00*
BK 5/17	0,00 - 0,30	0,30 - 1,80	1,80 - 6,00*
BK 6/17	0,00 - 0,40	0,40 - 2,50	2,50 - 6,00*
BK 7/17	0,00 - 0,25	0,25 - 2,20	2,20 - 6,00*
BK 8/17	0,00 - 0,25	0,25 - 1,45	1,45 - 6,00*

* 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 Bauvorhaben zugrunde gelegte Baugrundmodell ist dabei zusammenfassend in den Anlagen 2.1-3 dargestellt.

Ackerkrume

Die obersten 0,20 m bis 0,45 m werden im Untersuchungsgebiet von einer feinsandigen, schwach organischen Oberbodenauflage aus Schluff eingenommen, die aufgrund ihrer landwirtschaftlichen Bearbeitung als Ackerkrume zu bezeichnen ist und eine weiche Konsistenz aufweist.

Dieser Boden ist nicht tragfähig und daher lediglich für statisch nicht relevante Geländeangleichungen zu verwenden.

Verwitterungsdecke

Im Liegenden der Ackerkrume wurde im Bereich der Bohrungen BK 4-8/17 eine bis zu 2,10 m mächtige Verwitterungsdecke erkundet. Diese ist bodenmechanisch als schwach sandiger bis sandiger und schwach toniger bis toniger Schluff zu bezeichnen, der unterschiedlich hohe Anteile an Kieskorn besitzt. So reicht die Beschreibung der Kiesanteile von schwach kiesig bis stark kiesig, wobei die Verwitterungsdecke lokal sogar als stark schluffiger, sandiger Fein- bis Grobkies ausgebildet ist (BK 5/17).

baugrund süd

AZ 16 08 078, Erschließung Wohngebiet Kalkofen in 88273 Fronreute

Gemäß der manuellen Prüfung weisen die verwitterten, lehmhaltigen Sedimente bzw. deren lehmige Matrix eine Konsistenzspanne von weich bis steif auf.

Die Verwitterungsdecke stellt insgesamt einen gering tragfähigen Baugrund dar, der unter punktuellen Belastungen je nach Belastungsintensität zu mehr oder weniger bauwerksunverträglichen Setzungen führen wird. Die lehmhaltige Matrix ist, aufgrund ihres hohen Feinkornanteils zudem frost- und witterungsempfindlich.

Moränenablagerungen

Unter der Ackerkrume bzw. der Verwitterungsdecke folgen würmezeitliche Moränensedimente in Form von Moränenkies, Moränensand und Grundmoräne.

Wie das Baugrundaufschlussbild in den Anlagen 2.1-3 zeigt, wird die Schichtenabfolge der Moränenablagerungen an den Aufschlusspunkten BK 1-Z/17, welche im westlichsten Bereich der Untersuchungsgebietes liegen von Moränenkiesen und Moränensanden geprägt.

Aus bautechnischer Sicht handelt es sich bei dem Moränenkies um einen hellbraun gefärbten, schwach schluffigen, sandigen bis stark sandigen, schwach steinigen Fein- bis Grobkies. Die Moränensande sind als kiesige bis stark kiesige, schwach schluffige Fein- bis Grobsande zu charakterisieren.

Treten die Moränensande als zwischengeschaltete Lagen innerhalb der Grundmoräne auf, besitzen diese entsprechend der Untersuchungsergebnisse einen höheren Feinkornanteil und sind daher als schluffige, schwach tonige bis tonige, lokal auch als kiesige Fein- bis Grobsande zu beschreiben.

Die Lagerungsdichte der Moränenkiese und Moränensande im wasserfreien Zustand liegt gemäß des Bohrfortschrittes im mitteldichten Bereich.

Die Grundmoräne besteht aus einem hellbraun bis braun gefärbten, sandigen bis stark sandigen, schwach kiesigen bis kiesigen, schwach toniger bis tonigen Schluff, der z.T. auch Steinkomponenten beinhaltet.

Der manuellen Prüfung des Bohrgutes nach besitzt die Grundmoräne im Kontaktbereich wasserführenden Lagen eine weiche oder weiche bis steife Konsistenz die mit zunehmender Tiefe rasch in eine steife, mitunter auch steife bis halbfeste Konsistenz übergeht.

Erfahrungsgemäß können in den würmezeitlichen Ablagerungen auch größere Komponenten (Steine) bis hin zu Blöcken (d \geq 20 cm) oder Findlingen auftreten. (siehe BK 3/17)

Die Moränensande neigen aufgrund ihrer bodenmechanischen Eigenschaften im wasserführenden oder wassergesättigten Zustand im Anschnitt zum Ausfließen. Zudem ist die Grundmoräne ein frost- und witterungsempfindliches Sediment, das in Kontakt mit Wasser oder bei Nässe mit einem oberflächigen Aufweichen der Konsistenz reagiert.

AZ 16 08 078, Erschließung Wohngebiet Kalkofen in 88273 Fronreute

Die einzelnen Fazies der Moränenablagerungen treten auch in unregelmäßiger und kleinräumig variablen Wechsellagerungen auf, sowie als Mischformen, als z.B. Sand mit lehmiger Matrix auf.

Insgesamt stellen die Moränenablagerungen mit einer mindestens steifen Konsistenz bzw. mit einer mindestens mitteldichten Lagerung einen ausreichend tragfähigen Baugrund dar, der zur Abtragung von Gebäudelasten geeignet ist.

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 3 Bodenproben der natürliche Wassergehalt ermittelt, deren Ergebnisse nachstehend wiedergegeben sind:

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

Geologische Einheit	Anzahl Wassergehaltsbestimmungen	Minimaler Wassergehalt [%]	Maximaler Wassergehalt [%]
Grundmoräne	3	13,96	17,47

Der Wassergehalt der Grundmoräne variiert zwischen $w_n = 13,96\%$ und $w_n = 17,47\%$. Da die Zusammensetzung der Grundmoräne mit zunehmender Tiefe variiert, d.h. an Überkorn (Grobkorn) abnimmt, erhöht sich die Konsistenz der Grundmoräne bei gleichbleibenden oder sogar ansteigenden Wassergehalten, wonach die Grundmoräne eine Konsistenzspanne von weich bis steif hinzu halbfest aufweist.

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 Schrumppgrenze bezeichnet.

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 4.3 zu entnehmen. Die Ergebnisse sind zusammengefasst in der nachfolgenden Tabelle wiedergegeben.

baugrund süd

AZ 16 08 078, Erschließung Wohngebiet Kalkofen in 88273 Fronreute

Tabelle 3: Übersicht der ermittelten Konsistenzgrenzen

Aufschluss	Tiefe (m u. GOK)	Konsistenzzahl I_c	Wassergehalt [%]	Zustandsform	Bodenart	Geologische Einheit
BK 4/17	2,0	0,86	25,4	steif	TM	Grundmoräne
BK 5/17	3,0	0,56	14,3	weich	ST	Grundmoräne

Die aus der grobkornarmen Grundmoräne untersuchten Bodenprobe der BK 4/17 weist trotz eines hohen Wassergehaltes von 25,4 % eine steife Konsistenz auf und ist entsprechend des Plastizitätsdiagrammes von Casagrade der Bodengruppe TM (mitteplastische Tone) zuzuordnen. Der untersuchten Probe aus der grobkornreichen Grundmoräne aus der BK 5/17 ist mit einem niedrigen Wassergehalt von 14,3 % dagegen nur eine weiche Konsistenz zuzuweisen, da dieser Boden nur eine geringe Wasserspeicherfähigkeit besitzt. Im Plastizitätsdiagramm nach Casagrade liegt die kiesige Grundmoräne im Plastizitätsfeld TM (mitteplastische Tone). Die grobkornarme Grundmoräne ist entsprechend ihrer Lage im Plastizitätsdiagramm dagegen der Bodengruppe ST (Sand-Ton-Gemische) zuzuordnen.

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 4.4-9 aufgeführt.

baugrund süd

AZ 16 08 078, Erschließung Wohngebiet Kalkofen in 88273 Fronreute

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	Durchlässigkeitsbeiwert
BK 1/17	3,0 - 4,0	55,1	30,9	10,8 / 2,1	Fein- bis Grobkies, stark sandig, schwach schluffig	Moränenkies	$k_f =$ nicht ermittelbar
BK 2/17	3,0 - 4,0	18,6	65,4	14,0 / 2,0	Fein- bis Mittelsand, kiesig, schwach schluffig	Moränensand	$k_f = 2,2 \times 10^{-6}$ m/s [$k_f = 4,4 \times 10^{-7}$ m/s]*
BK 4/17	5,0 - 6,0	0,7	70,0	26,0 / 3,3	Fein- bis Mittelsand, schluffig	Moränensand	$k_f = 2,1 \times 10^{-7}$ m/s [$k_f = 4,2 \times 10^{-8}$ m/s]*
BK 5/17	3,0 - 4,0	17,4	32,7	39,9 / 9,7	Schluff, kiesig, stark sandig, schwach tonig	Grundmoräne	$k_f = 3,2 \times 10^{-8}$ m/s [$k_f = 6,4 \times 10^{-9}$ m/s]*
BK 7/17	5,0 - 6,0	23,6	52,6	19,0 / 4,7	Fein- bis Mittelsand, kiesig, schluffig	Moränensand	$k_f = 4,6 \times 10^{-7}$ m/s [$k_f = 9,2 \times 10^{-8}$ m/s]*
BK 7/17	2,2 - 3,8	2,5	60,1	44,0 / 3,4	Feinsand-Schluff-Gemisch	Grundmoräne	$k_f = 2,7 \times 10^{-7}$ m/s [$k_f = 5,4 \times 10^{-8}$ m/s]*

* korrigierter Durchlässigkeitsbeiwert nach DWA A-138

Wie aus der Tabelle 4 hervorgeht, bestehen die Bodenproben aus der Grundmoräne aus einem Schluff mit hohem Sandanteil und stark schwankendem Kiesanteil. Mit einer aus der Kornverteilungskurve ermittelten korrigierten Durchlässigkeit der Grundmoräne in der Größenordnung von $k_f = 3,2 \times 10^{-8}$ m/s bis $k_f = 5,4 \times 10^{-8}$ m/s ist das Sediment, gemäß DIN 18130, als ein schwach bis sehr schwach durchlässiger Boden zu bezeichnen.

Entsprechend der Kornverteilung aus den Proben der Moränensande bestehen diese aus einem z.T. kiesigen, schwach schluffigen bis schluffigen Fein- bis Mittelsand. Die ermittelte korrigierte Durchlässigkeit liegt für die analysierten Moränensande zwischen $k_f = 4,4 \times 10^{-7}$ m/s und $k_f = 4,2 \times 10^{-8}$ m/s, womit die Moränensande ebenfalls als nur schwach durchlässig zu bewerten sind.

Gemäß der Siebanalyse der BK 1/17 setzt sich der Moränenkies aus einem stark sandigen, schwach schluffigen Fein- bis Grobkies zusammen. Aufgrund der Kornverteilung (Anteil an Über- und Unterkorn, Ungleichförmigkeitszahl) konnte aus der Sieblinie hier kein Durchlässigkeitsbeiwert ermittelt werden.

AZ 16 08 078, Erschließung Wohngebiet Kalkofen in 88273 Fronreute

3.3 Bodenmechanische Feldversuche

3.3.1 Sickerversuch im Baggerschurf

In den Anlagen 5.1-2 sind die Auswertungen der Sickerversuche in den nachträglich angelegten Schürftgruben SG 1-2/17 dargestellt. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 5: Ergebnisse des Durchlässigkeitsversuches

Aufschluss	Versuchstiefe [m u. GOK]	Durchlässigkeit k_f -Wert Sickerversuch [m/s]	Bodenart
SG 1/17	3,00	Keine Wasserabsenkung → $k_f < 1 \times 10^{-6}$	Grundmoräne
SG 2/17	3,00	Keine Wasserabsenkung → $k_f < 1 \times 10^{-6}$	Grundmoräne

*Korrekturfaktor 2,0 nach DWA A-138 (2005); Tabelle B.1

Bei den durchgeführten Sickerversuchen innerhalb der Grundmoräne am tiefstliegenden Punkt des Erkundungsgebietes, an dem eine Versickerungsanlage für das Niederschlagswasser entstehen soll, konnte kein Durchlässigkeitsbeiwert ermittelt werden, da **keine Absenkung des Wasserspiegels im wassergesättigten Boden** messbar war. Aufgrund dessen ist die an den untersuchten Standorten anstehende Grundmoräne als schwach bis sehr schwach durchlässig einzustufen, wie auch das Ergebnis der granulometrischen Analyse im Labor ($k_f = 3,2 \times 10^{-9}$ m/s bis $k_f = 5,4 \times 10^{-8}$ m/s) bestätigt.

3.4 Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung

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

AZ 16 08 078, Erschließung Wohngebiet Kalkofen in 88273 Fronreute

Tabelle 6: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte)

	Wichte (feucht) γ_s [kN/m ³]	Wichte (u. Auftrieb) γ_s' [kN/m ³]	Reib.-winkel dränert ϕ_d [°]	Kohäsion dränert c_d [kN/m ²]	Steifemodul Es [MN/m ²]
Schichten					
Ackerkrume	15 - 16	5 - 6	17,5 - 22,5	0,5 - 1	1 - 2
Verwitterungsdecke (Schluff)	18 - 19	8 - 9	25,0 - 27,5	2 - 4	2 - 4
Grundmoräne (weich - steif)	18 - 19	8 - 9	25,0 - 27,5	2 - 4	3 - 7
Grundmoräne (steif - halbleist)	19 - 20	9 - 10	25,0 - 27,5	5 - 10	20 - 50
Moränenkies-/Sand (mittel dicht)	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 FeiSSchichten 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 Baugrundaufschlussergebnisse, den zum Baugrund vorliegenden Erfahrungswerten sowie aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften der anstehenden Baugrundsichten wird vorgeschlagen, die im Wohngebiet Kalkofen anstehenden Böden in folgende **Homogenbereiche** zu unterteilen.

Tabelle 7: Einteilung der Baugrundsichtung in Homogenbereiche

Homogenbereich	Baugrundsichtung
A	Ackerkrume (AK)
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.

AZ 16.08.078, Erschließung Wohngebiet Kalkofen in 88273 Fronreute

Tabelle 8: 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 [%]	-	-	0 - 1	0 - 1
Lagerungsdichte	-	-	mittel dicht	-
Konsistenz/Konsistenzspanne	weich	weich, weich - steif, steif	-	weich - halbfest
Plastizität [%]	4 - 40	4 - 40	-	4 - 30
Bodengruppe [DIN 18196: 2011-05]	OU	UL, UL/TL, GU*	GU; GW, SE, SW, GW/GU, X, Sursu*	UL/ULST*, ULSU*, UM/TM, UL/GU*, UL/TL, UL/ST
Bodenklasse [DIN 18196:2011-05]	1	4	3, 4, (5)	4, (5)
Frostempfindlichkeit [ZTV E-SIB 09; Tab.11]	F3	F3	F1, F2, F3	F3
Ortsübliche Bezeichnung	Ak	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).

Gemäß DIN EN 1998-1/NA:2012-08, Abs. 5.2.3 Baugrundklassen ist im Untersuchungsareal die **Baugrundklasse C** (feinkörnige Lockergesteine in mindestens steifer Konsistenz bzw. in mitteldichter Lagerung) zugrunde zu legen.

AZ 16 08 078, Erschließung Wohngebiet Kalkofen in 88273 Fronreute

5 Hydrogeologie

5.1 Grundwasserhältnisse

Zum Zeitpunkt der Baugrundaufschlussarbeiten am 25. 27. und 30.01.2017 wurde in den Bohrungen BK 4-5/17 und BK 8/17 ein Zulauf von Wasser beobachtet. In den Bohrungen BK 1-3/17 und BK 6-7/17 war dagegen kein Wasserzulauf festzustellen.

Tabelle 9: Wasserspiegel in den Bohrungen BK 1-8/17 vom 25. bis 30.01.2017

Bohrung (Bohrdatum)	Wasser angetroffen		Wasser nach Bohrende	
	m u. GOK.	m ü. NN	m u. GOK	m ü. NN
BK 1/17 (27.01.17)	Kein Wasser angetroffen			
BK 2/17 (25.01.17)	Kein Wasser angetroffen			
BK 3/17 (27.01.17)	Kein Wasser angetroffen			
BK 4/17 (25.01.17)	4,00	580,45	4,00	580,45
BK 5/17 (27.01.17)	4,00	579,21	4,00	579,21
BK 6/17 (30.01.17)	Kein Wasser angetroffen			
BK 7/17 (30.01.17)	Kein Wasser angetroffen			
BK 8/17 (30.01.17)	4,30	579,43	3,00	576,43

Der erkundete Moränenkies, der mit den Bohrungen BK 2-3/17 im westlichen Untersuchungsgebiet angetroffen wurde, stellt zwar grundsätzlich ein gut wasserleitendes Substrat dar, war jedoch zum Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten nicht wasserführend.

Die Kies- und Sandhorizonte innerhalb der Grundmoräne sowie die stark sandigen und stark kiesigen Horizonte der Grundmoräne führen entsprechend der Erkundungsergebnisse z.T. Wasser, welches lokal sogar in einem gespannten Zustand vorliegt (BK (8/17))

Aufgrund der erkundeten Schichtenabfolge aus Wechsellagerungen von Moränenablagerungen unterschiedlicher Wasserdurchlässigkeit und der geomorphologischen Lage (Hanglage) des Untersuchungsgebietes ist davon auszugehen, dass es sich bei dem angetroffenen Wasservorkommen um abfließendes Schicht- bzw. Hangzugwasser handelt.

Ob innerhalb dieser Horizonte permanent Wasser zirkuliert bzw. abfließt oder es sich dabei um einen nur temporären, nach starken Niederschlagsereignissen oder Schneeschmelze auftretenden Wasserabfluss handelt, konnte im Rahmen der Erkundungsarbeiten nicht geklärt werden. Falls notwendig, kann dies über ergänzende großkalibrige Bohrungen, welche zu Grundwasserbeobachtungsstellen ausgebaut werden, überprüft werden.

AZ 16 08 078, Erschließung Wohngebiet Kalkofen in 88273 Fronreute

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, besitzen sowohl die Verwitterungsdecke als auch die Moränensande und die Grundmoräne im Bereich der geplanten Versickerungsanlage (Schürfgruben) eine bindige Matrix. Die ermittelten korrigierten Durchlässigkeitsbeiwerte der Grundmoräne und Moränensande aus der Kornverteilungskurve im tieferliegenden Gebietsabschnitt (BK 5-8/17) liegen in der Größenordnung von 10^{-8} m/s bis 10^{-9} m/s, womit diese Böden nur schwach bis sehr schwach durchlässig und daher nicht zur Versickerung geeignet sind. Auch eine Wasserabsenkung des eingeleiteten Wassers in den Schürfgruben (SG 1-2/17) am Standort der geplanten Versickerungsanlage war nicht zu beobachten und bestätigt damit die nur sehr schwache Wasserdurchlässigkeit der Grundmoräne.

Daher stellen die im Bereich der geplanten Versickerungsanlage anstehenden Sedimente bezüglich ihrer bodenmechanischen Eigenschaften gemäß DIN 18130 keinen zur Versickerung geeigneten Baugrund dar und sind daher entsprechend DWA A-138 (2005) nicht zur Versickerung von anfallendem Niederschlagswasser geeignet.

Auf Basis von Erfahrungswerten ist jedoch davon auszugehen dass die im Erkundungsabschnitt BK 1-3/17 erkundeten Moränenkiese einen Durchlässigkeitswert zwischen $k_f = 1,0 \times 10^{-3}$ m/s und $k_f = 1,0 \times 10^{-6}$ m/s besitzen und daher aus bodenmechanischer Sicht zur Versickerung von Niederschlagswasser grundsätzlich in Frage kommen. Da diese jedoch im höher liegenden Baugebietsabschnitt auftreten, ist im Falle einer Regenwasserversickerung in diesem Bereich, vorab zu klären, wie die Kiese in lateraler Richtung verlaufen und ob eine Versickerung von Niederschlagswasser ggf. Einfluss auf die tieferliegende Bestandsbebauung hat.

AZ 16 08 078, Erschließung Wohngebiet Kalkofen in 88273 Fronreute

Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen wird von einer Versickerung von anfallendem Niederschlagswasser im tiefliegenden Untersuchungsabschnitt (BK 5-8/17) abgeraten, es besteht jedoch die Möglichkeit, die anfallenden Wassermengen über ein Retentionsbecken abzuleiten.

6 Grundbautechnische Empfehlungen und baubegleitende Maßnahmen

6.1 Baumaßnahme

Nach den uns vorliegenden Informationen soll auf dem Flurstück 222 der Gemeinde Fronreute, Ortsteil Bitzenreute das Wohngebiet Kalkofen erschlossen werden. Im tiefstliegenden Bereich des Untersuchungsareals ist dabei eine Versickerungsanlage vorgesehen.

Neben der Wohnbebauung, die unterkellerte und nicht unterkellerte Bauwerke enthält, wird für die Erschließung auch der Bau von Zufahrtsstraßen sowie Kanalbauwerken notwendig. Aufgrund des Gefälles des Erschließungsgebietes in östliche und nördliche Richtung werden die Gebäude voraussichtlich z.T. auch in den Hang einbinden.

Da für das geplante Wohngebiet noch keine genaueren Entwurfspläne vorliegen, wird im Folgenden allgemein auf die geotechnischen Belange der Baugebietserschließung und dessen Bebaubarkeit eingegangen. Es wird empfohlen, ergänzende standort- und objektspezifische Baugrunduntersuchungen an den einzelnen Bauplätzen durchzuführen.

6.2 Baugrundkriterien

Wie das zum Bauvorhaben entwickelte Baugrundmodell in den Anlagen 2.1-3 zeigt, wird das geplante Baugebiet zunächst flächig von Ackerkrume eingenommen. Die setzungswilligen und durch agrarwirtschaftliche Nutzung durchmischten Böden sind nicht als Gründungssubstrat geeignet und nur für oberflächennahe, statisch nicht relevante, Geländeangleichungen zu verwenden.

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

Mäßig tragfähiger bis tragfähiger Baugrund steht dagegen mit den angetroffenen Moränenablagerungen in Form einer Grundmoräne ab einer steifen Konsistenz sowie den mitteldicht gelagerten Moränenkiesen und Moränensanden an.

Sofern die Grundmoräne eine nur weiche bis steife Zustandsform aufweist ist diese als nur gering bis mäßig tragfähig einzustufen.

6.3 Wohnbebauung / Gründungsempfehlung

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

baugrund süd

AZ 16 08 078, Erschließung Wohngebiet Kalkofen in 88273 Fronreute

6.3.1 Wohnbebauung ohne Unterkellerung

Für nichtunterkellerter Bauwerke wird vor dem Hintergrund der erkundeten Baugrundverhältnisse eine Flächengründung in Form einer **elastisch gebetteten Bodenplatte** auf einem Bodenersatzkörper mit einer Mindestmächtigkeit von $d_{\min} \geq 1,00$ m vorgeschlagen. Ab einer steifen Konsistenz der Verwitterungsdecke bzw. Grundmoräne kann der Kieskoffer auf eine Mächtigkeit von $d_{\min} \geq 0,60$ m reduziert werden. Als **Bodenersatzkörper** ist ein gut korngabgestuftes 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° einstellen kann. Das mit einem Trennwies (GRK 3) unterlegende Gründungspolster ist lagenweise einzubauen ($d_{\max} = 0,3$ m) und auf 98 % einfache Proctordichte zu verdichten.

Der Nachweis des fachgerechten Einbaus des Bodenersatzkörpers ist anhand von statischen Lastplattendruckversuchen nach DIN 18134 nachzuweisen.

(Anforderung: $E_{v2} > 100$ MN/m²; $E_{v2}/E_{v1} < 2,3$).

Diese Leistung kann von der Fa. BauGrund Süd erbracht werden.

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

Zur Vorbemessung einer Bodenplatte, welche wie oben beschrieben abgesetzt wird, kann ein Bettungsmodul in der Größenordnung von

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

angenommen werden.

Da der Bettungsmodul keine Bodenkonstante ist, sondern von den Belastungsverhältnissen, der Geometrie und den Baugrundverformungen abhängt, wird empfohlen, in den Auffüllungen anhand des tatsächlichen Bettungsmodulverlauf objektbezogen, nach Vorlage von Lastplänen und Ausführungsplänen zu ermitteln. Diese Leistung kann auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd ausgeführt werden.

Es wird empfohlen die Aushubsohle der Baugrube durch den Unterzeichner geologisch abnehmen zu lassen.

Ob alternativ zu einer Flächengründung eine konventionelle Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten in Frage kommt, ist anhand einer standortbezogenen und objektspezifischen Nacherkundung des jeweiligen Bauvorhabens zu klären, da die Fundamente in einem einheitlichen Gründungssubstrat abzusetzen sind und sich die Verteilung der Grundmoräne und der Moränensand/-kiese im Untersuchungsgebiet entsprechend der Erkundungsergebnisse nicht einheitlich darstellt.

baugrund süd

AZ 16 08 078, Erschließung Wohngebiet Kalkofen in 88273 Fronreute

6.3.2 Wohnbebauung 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 mindestens steife Grundmoräne.

Aufgrund der Tragfähigkeit der steifen bis halbfesten bzw. mitteldicht gelagerten Moränenablagerungen wird für unterkellerte Gewerke ebenfalls eine **Flächengründung auf einer Bodenplatte**, welche nach ausreichender Nachverdichtung (Moränenkies/Moränensand) auf einer Ausgleichsschicht aus Kies (z.B. FSK 0/45) oder Magerbeton von **mind. 0,20 m Mächtigkeit** abgesetzt wird, empfohlen. Der Keskörper 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. Stehen in der Aushubsohle steife bis halbfeste lehmige Moränenablagerungen (Grundmoräne) an, ist die Bodenplatte auf einer rd. 0,2 m mächtigen Sauberkeits- bzw. Ausgleichsschicht aus Magerbeton zu gründen.

Für eine Gründung der unterkellerten Wohnhäuser, welche in den steifen bis halbfesten Grundmoränensedimenten bzw. mitteldicht gelagerten Moränenkiesen und/oder -sanden mit einer Bodenplatte auf einem 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) der weichen Grundmoräne sowie den Moränenkiesen und-sanden unter 1:1 (45°) frei geböschet werden. Ab einer steifen Konsistenz dürfen die Böden der Grundmoräne unter einem Winkel von 60° gegen die Horizontale abgeböschet werden.

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.**

baugrund süd

AZ 16 09 079, Erschließung Wohngebiet Kalkofen in 88273 Fronreute

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. Für die Schichtwasserzutritte aus den Moränensanden und -kiesen wird es nach derzeitigem Kenntnisstand ausreichen das zulaufende Wasser mit Stützscheiben aus Einkornbeton zu fassen und fachgerecht abzuleiten.

Das anfallende Schicht- und Tagwasser ist über einen Drainagegraben bzw. über Pumpensümpfe zu fassen. Um bauzeitlich ein Abfließen des anfallenden Niederschlagswassers herbeizuführen, ist die Aushubebene mit einem leichten Gefälle anzulegen.

Freigelegte Sohlfächen 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 funktionstfähigen, rückstaufreien Drainage mit kapillarbrechender Wirkung nach den Vorgaben der DIN 4095 zu entwässern und rückstausicher abzuleiten.

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

Bei einer wasserdichten Ausbildung der erdberührenden Bauteile ist sicherzustellen, dass kein Sickerwasser über den Arbeitsraum in den Bodenersatzkörper eindringen kann, um langfristige Aufweichungsprozesse unterhalb des Kieskoffers und daraus folgende Setzungen zu vermeiden.

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 kommt die Rohbetung in der Grundmoräne oder den tragfähigen Moränekiesen/-sandn zu liegen. Die Grundmoräne stellt in Abhängigkeit ihrer Konsistenz hingegen ein mäßig tragfähiges bis tragfähiges Gründungssubstrat dar.

baugrund süd

AZ 16 08 078, Erschließung Wohngebiet Kalkofen in 88273 Fronreute

Beim vorzunehmenden Grabenaushub sind die Ausführungen der DIN 4124 (Baugruben und Gräben) einzuhalten. Es ist davon auszugehen, dass der anstehende bindige Boden (Verwitterungsdecke, Grundmoräne) vorübergehend standfest ist, um einen Grabenverbau im Voranschub einzubringen. Im westlichen Untersuchungsgebiet, in welchem hauptsächlich Moränenkiese und -sande erkundet wurden, sind die Kanalrohre im Schutze von Verbauplatten o.ä. zu verlegen, da diese auch vorübergehend nicht standfest bleiben werden.

Sollten die Platzverhältnisse ausreichend sein, kann alternativ der Kanalbau innerhalb einer geböschten Baugrube durchgeführt werden, wobei die Böschungen in den weichen bis steifen Lehmböden (Verwitterungsdecke und Grundmoräne) sowie den wasserfreien Moränenkiesen und -sanden nicht steiler als unter 1:1 abgebildet werden dürfen.

Bei einer Gründung des Kanalsystems in 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. Kommt die Aushubsohle in den feinkornarmen Moränenkiesen oder -sanden zu liegen, kann die Rohrbettung direkt auf den ausreichend nachverdichteten Kiesen und/oder Sanden eingebracht werden.

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

Im Bereich der Leitungszone ist generell ein gut verdichtbares Ersatzmaterial (V1), z.B. FSK 0/45 zu schütten und auf 97 % D_p (Proctordichte) zu verdichten. In der Hauptverfüllzone ist je nach Verfüllmaterial eine Verdichtung zwischen 95 % und 98 % D_p herzustellen. Die Verdichtung ist im Zuge der Bauausführung zu prüfen und nachzuweisen (Proctorversuch, Dichtebestimmung im Feld: Densitometer).

Bindiges Aushubmaterial (Verwitterungsdecke, Grundmoräne) ist i. d. R. nicht ausreichend verdichtbar (V3) und für den Wiedereinbau in den Kanalgraben und die Verfüllung der Rohrgräben nicht geeignet.

AZ 16 08 078, Erschließung Wohngebiet Kalkofen in 88273 Fronreute

Alternativ kann bei bindigen Böden ohne organische Beimengungen 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. Das anfallende Aushubmaterial der **feinkornarmen Moränenkiese und -sande** können dagegen zur Grabenverfüllung wiederverwendet werden.

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

Zur Trockenhaltung des Grabens wird nach den festgestellten hydrologischen Verhältnissen eine offene Wasserhaltung für ausreichend befunden.

Die Notwendigkeit von Wasserhaltungsmaßnahmen besteht nach den bisherigen Erkundungsergebnissen nicht. Unabhängig davon sollte eine einfache Bauwasserpumpe für den Fall von unvorhergesehenen Wasserzutritten (Schicht-/Stauwasser) sowie Tagwasservorkommen bei Niederschlagsereignissen bereitgehalten 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) wird die geplante Verkehrsfläche der Belastungsklasse 1,0 „Wohnstraße“ zugeordnet. Die oberflächlich anstehenden Böden sind je nach Lage der Frostempfindlichkeitsklasse F2 (Bereich BK 2-3/17) oder F3 (Bereich BK 3-8/17) einzustufen, sodass der frostsichere Oberbau ohne Zu- und Abschläge in den Kiesböden mindestens 0,50 m und für die F3-Böden 0,60 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 0,55 m (Bereich BK 2-3/17) und 0,65 m (Bereich BK 3-8/17) Dicke vorzusehen. Nach den getroffenen Annahmen in Bezug auf das Niveau der Verkehrsoberfläche kommt das Erdplanum nach Abtrag der Ackerkrume in der weichen z.T. weichen bis steifen Verwitterungsdecke, der weichen bis steifen Grundmoräne oder tragfähigen Moränenkiesen zu liegen.

AZ 16 08 078, Erschließung Wohngebiet Kalkofen in 88273 Fronreute

Da ein geforderter Prüfwert ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) für die Aufstandsebene des frostsicheren Aufbaus (Erdplanum) in den Boden mit lehmiger Matrix (Verwitterungsdecke und Grundmoräne) erfahrungsgemäß nicht erreicht werden, ist hier eine Bodenverbesserung mittels Bodenaustausch durchzuführen. Dabei sind die im Aushubplanum des frostsicheren Aufbaus anstehenden verwitterten Sedimente bzw. weichen bis steifen Grundmoränensedimente über eine Mächtigkeit von 0,40 m 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.

Der fachgerechte Einbau des Bodenersatzkörpers ist mittels statischen Lastplattendruckversuchen zu überprüfen und zu dokumentieren. (Anforderungen: $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$)

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

Alternativ zu einem Bodenaustausches kann auch eine Stabilisierung bzw. Konditionierung der Verwitterungssedimente mittels Kalk-Zement ausgeführt werden, wobei eine Frästiefe von $t = 0,4 \text{ m}$ 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 3 – 8 Gew.-%, ausgegangen werden.

Stehen im Erdplanum vor dem Einbringen des frostsicheren Aufbaus Moränenkiese oder Moränensande an (Bereich BK 2-3/17), kann darauf nach ausreichender Nachverdichtung und geführtem Nachweis der erforderlichen Prüfwerte mittels statischer Lastplattendruckversuche (Anforderungen: $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) direkt der frostsichere Aufbau erfolgen.

Die erforderlichen Verdichtungsprüfungen können auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd durchgeführt werden.

baugrund süd

Gesellschaft:
Für Bohr- und Geotechnik mbH

Erschließung Wohngebiet Kalkofen
in 88273 Fronreute

AZ 16 08 078

Anlage 1.1: Übersichtslageplan
unmaßstäblich



Bilder © 2017 Google, Kartendaten © 2017 GeoBasis-DE/BKG (©2009), Google 500 m

Untersuchungsgebiet



Gem. 08/08
Fronreute

ALKIS - Auszug

Gemarkung: Bilzenreute
Flur: -
Flurstück: 222
Lage: Kalkofen
Buchfläche: 31667 m²

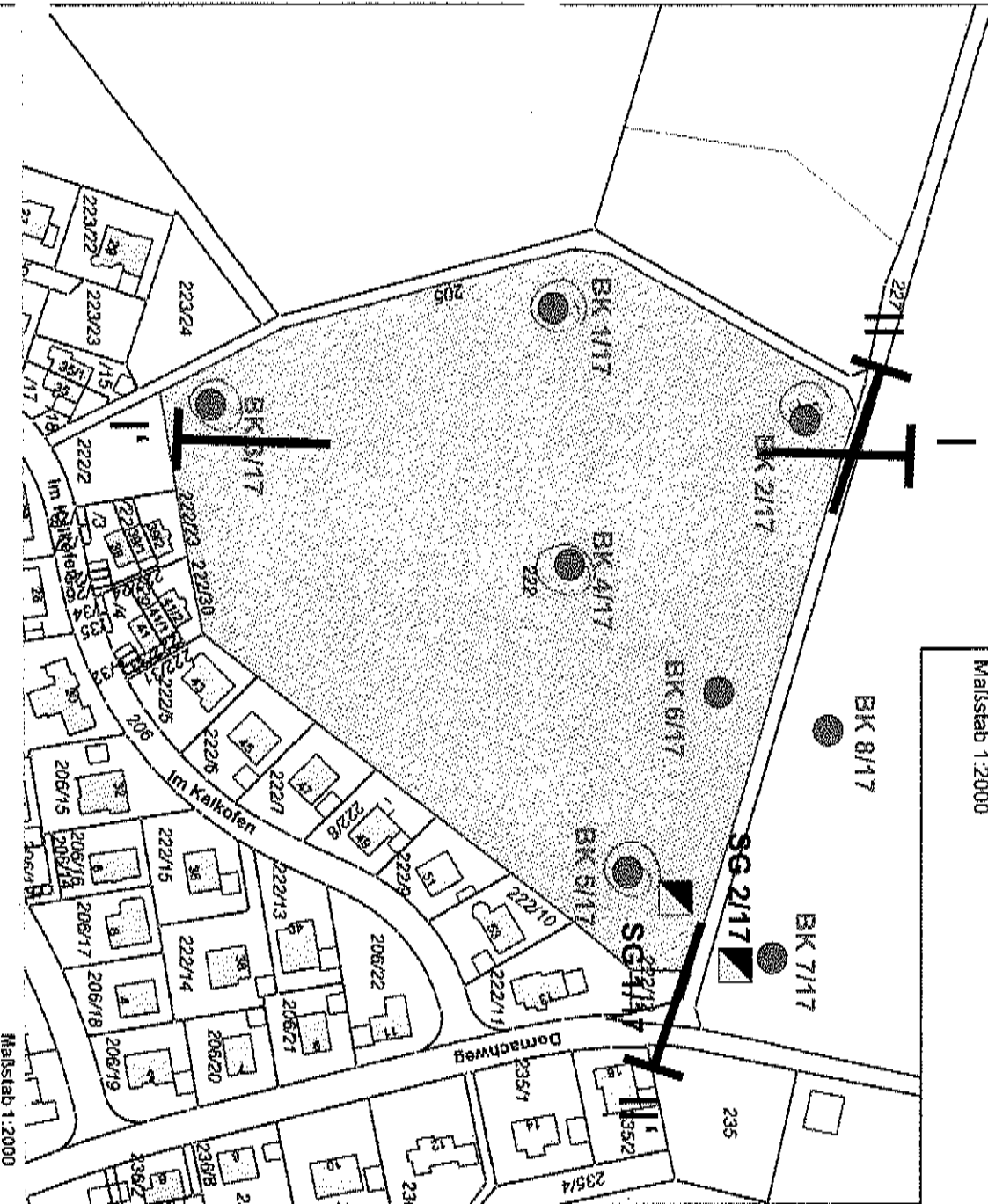
baugrund süd

Gesellschaft
für Bohr- und Geotechnik mbH

Erschließung Wohngebiet Kalkofen
in 88273 Fronreute

AZ 16 08 078

Anlage 1.2: Lageplan mit Untersuchungspunkten
Maßstab 1:2000



Grundbuch, Eigentümer (Anzeige max. 15):

BlattNr	LfdNr	Buchungsart	MEAnteil	Name	Vorname	Anteil
0901051	3	Grundstück		Gemeinde Fronreute		

Legende

- BK - Rammkernbohrung
- Schnittrichtung
- Baugrundmodell
- SG - Sickerversuch in Schurfgrube

Gaß-Krüger-Koordinaten

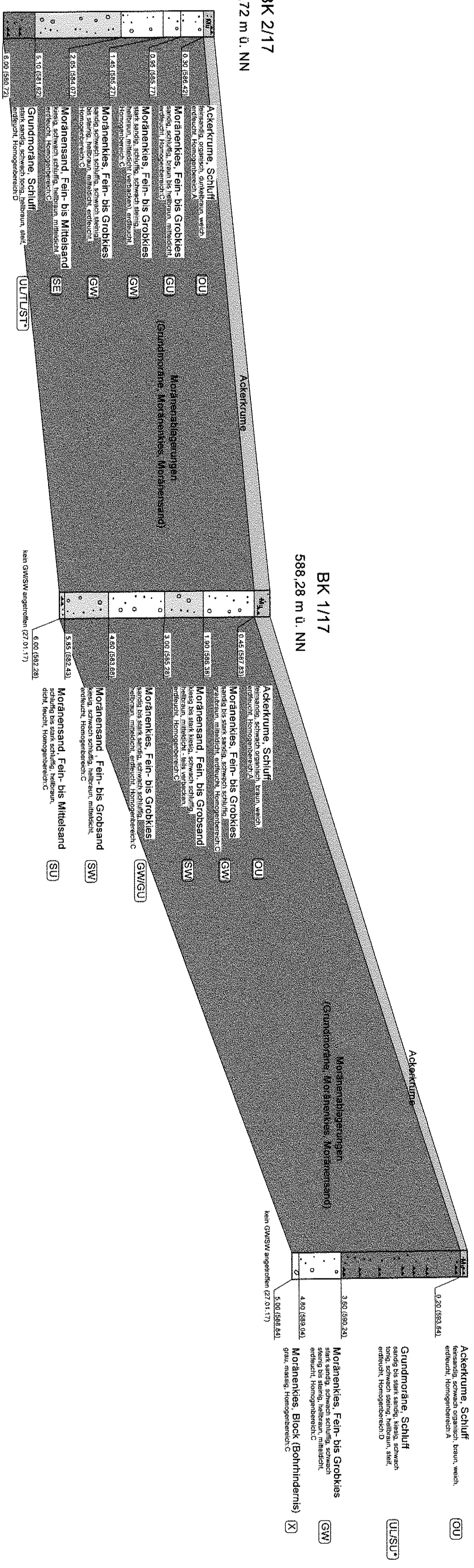
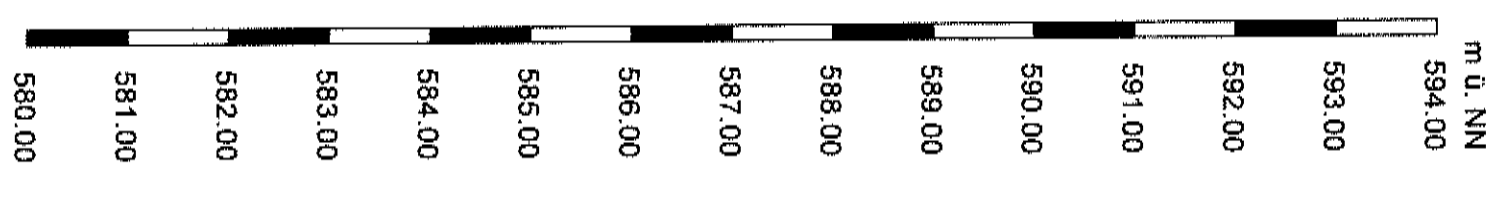
Aufschluss	Rechtswert	Hochwert	Höhe fm ü. NN
BK 1/17	3543737.24	5303436.68	588.28
BK 2/17	3543776.08	5303514.08	586.72
BK 3/17	3543777.34	5303324.28	593.84
BK 4/17	3543819.75	5303438.13	584.45
BK 5/17	3543933.84	5303459.45	583.21

Maßstab 1:2000

BK 3/17
 593,84 m ü. NN

BK 1/17
 588,28 m ü. NN

BK 2/17
 586,72 m ü. NN



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