

Geotechnischer Bericht

Gewerbegebiet „Westerhof“, Rettenbach am Auerberg

<u>Projekt Nr.</u>	A2005013
<u>Bauvorhaben</u>	Erschließung Gewerbegebiet „Westerhof“, Rettenbach am Auerberg
<u>Auftraggeber</u>	Kugelman Maschinenbau e. K. Gewerbepark 1 87675 Rettenbach am Auerberg
<u>Planung</u>	Hörner Architekturbüro Architektur + Stadtplanung Weinstraße 7 86956 Schongau
<u>Datum</u>	22.06.2020
<u>Bearbeitung</u>	M. Sc. Ralf Knapp

Inhalt

1. Vorgang
2. Baugrundsichtung, bautechnische Beschreibung, Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung, Erdbebenklassifizierung
3. Schicht- und Grundwasserverhältnisse, Durchlässigkeit der anstehenden Bodenschichten, Versickerungsmöglichkeiten
4. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

Anlagen

- 1.1 Übersichtsplan, M. 1:10.000
- 1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten SG1 - SG3, M. 1:1.000
- 2 Geologisches Profil: SG1 - SG2 - SG3, M. d. H. 1:50, M. d. L. unmaßstäblich
- 3 Fotodokumentation Schürfgruben

Unterlagen

- [1] Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen
Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement
- [1.1] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO 12, Ausgabe 2012
Arbeitsgruppe Gesteinskörnungen, Ungebundene Bauweisen
- [1.2] Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau TL SoB-StB 04, Ausgabe 2004/Fassung 2007
- [1.3] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau ZTV SoB-StB 04, Ausgabe 2004/Fassung 2007
Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau
- [1.4] Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln, Ausgabe 2004

1. Vorgang

Die Fa. Kugelmann Maschinenbau e.K. plant die Erschließung des Gewerbegebiets „Westerhof“ in Rettenbach am Auerberg (vgl. Anl.1.1 und 1.2). Zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung liegen noch keine Planungen vor.

Unser Büro wurde beauftragt, eine Baugrunderkundung im Projektgebiet durchzuführen sowie einen geotechnischen Bericht zu erstellen. Zu diesem Zweck wurden am 15.05.2020 insgesamt drei Schürfgruben (SG1 bis SG3) auf dem Flurstück abgeteuft. Die Lage der Untersuchungspunkte wurden von unserem Büro eingemessen.

Die detaillierte, nach DIN EN ISO 14688-1 und -2, DIN 18 196 und DIN 18 300 (2012) klassifizierte Bodenaufnahme, sind in dem geologischen Profil der Anlage 2 aufgeführt.

2. Bodenschichten, bautechnische Beschreibung, Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung

2.1 Geomorphologische Situation

Das Untersuchungsgebiet ist in den Anlagen 1.1 und 1.2 dargestellt. Es befindet sich am südlichen Ortsrand von Rettenbach am Auerberg. Im Norden befindet sich das Gewerbegebiet „Gewerbepark, im Süden grenzt der Türkenbach und im Westen die Bernbeurer Straße an das Untersuchungsgebiet an. Das projektierte Areal fällt von Osten nach Westen ab. Im Norden, in Richtung Gewerbepark, befindet sich eine ca. 3 m abfallende Geländestufe. Das Gelände wird derzeit als landwirtschaftliche Fläche genutzt.

Die geologische Basis wird im Untersuchungsbereich von Böden der tertiären Molasse gebildet, welche mit den Untersuchungen nicht erreicht wurden. Über den Molassesedimenten wurden während der letzten Eiszeit Moränensedimente (Moränenkies + Moränensand) der Gletscher abgelagert. Die eiszeitlichen Böden verwitterten in der Nacheiszeit an der Oberfläche, wodurch sich eine Verwitterungsdecke ausbildete. Im Bereich von gekiesten Flächen bilden aufgefüllte Böden die oberste Schicht, im Bereich von Wiesenflächen schließt eine natürliche Mutterbodenauflage die Schichtung nach oben hin ab.

2.2 Bodenschichten

Anhand der ausgeführten Aufschlüsse kann am Projektstandort von folgender genereller Schichtenfolge ausgegangen werden:

Auffüllungen (Kies)	(Rezent)
Mutterboden	(Quartär, Holozän)
Verwitterungsdecke	(Quartär, Pleistozän - Holozän)
Moränensedimente	(Quartär, Pleistozän).

Im Einzelnen wurden mit den drei Schürfgruben (SG1 bis SG3) folgende Schichtglieder bzw. Schichttiefen festgestellt.

Tabelle 1: Schichtglieder und Schichttiefen SG1 bis SG3 (von - bis m unter Gelände)

Aufschluss	SG1/20	SG2/20	SG3/20
Auffüllung (Kies)	0,00 – 0,50	n. a.	n. a.
Mutterboden	n. a.	0,00 – 0,30	0,00 – 0,20
Verwitterungskies	n. a.	0,30 – 1,50	0,20 – 0,60
Moränensand	0,50 – 1,90	1,50 – 2,40	n. a.
Moränenkies	1,90 – 2,70*	2,40 – 3,30*	0,60 – 3,20*

* Endtiefe n. a. = Schicht bis Endtiefe nicht angetroffen

2.3 Bautechnische Beschreibung der Schichten

Auffüllungen

Aufgefüllte Böden wurden in der gekiesten Fläche bei dem Schurf SG1 angetroffen. Hier wurde das Urgelände wahrscheinlich schon um einige Meter abgetragen. Die aufgefüllten Böden setzen sich hier aus einem schwach schluffigen sowie sandigen Fein- bis Grobkies zusammen. Der kiesige Boden hat eine mitteldichte Lagerung. An den aufgefüllten Kiesen wurde auftragsgemäß keine umwelttechnische Voruntersuchung ausgeführt.

Mutterboden

Der dunkelbraun gefärbte Oberboden setzt sich am Projektstandort aus einem schwach tonigen, sandigen sowie schwach humosen Schluff zusammen. Die Konsistenz ist weich. Der Oberboden ist zum Abtrag von Lasten nicht geeignet und ist vor Baubeginn abzuschleifen. Der Mutterboden kann in statisch nicht relevanten Bereichen zur Geländeangleichung oder als kulturfähiger Oberboden wiederverwendet werden (sofern 70% der Vorsorgewerte gem. BBodSchV Anhang 2, Abschnitt 4 eingehalten werden, wurde auftragsgemäß nicht untersucht).

Verwitterungsdecke (Verwitterungskies)

Im Untersuchungsgebiet kommt eine grobkörnige Verwitterungsdecke in Form von Verwitterungskies vor. Der Verwitterungskies setzt sich hauptsächlich aus einem schluffigen, sandigen sowie lokal steinigen Fein- bis Grobkies zusammen. Der Lagerungszustand des Kiesbodens ist dem Baggerwiderstand zufolge als locker bis mitteldicht einzustufen. Bei Zutritt von Wasser

(z. B. durch Niederschläge) weichen die bindigen Anteile schnell auf und verlieren an Tragfähigkeit und Standfestigkeit. Der Verwitterungskies ist zum Abtrag von Gebäudelasten mäßig geeignet (je nach Lastgröße).

Moränensand

In den Schürfgruben SG1 und SG2 wurde Moränensand in Form eines gering bis stark schluffigen sowie schwach kiesigen Fein- bis Grobsand erkundet. Der Moränensand ist mitteldicht gelagert und stellt einen gut tragfähigen Boden dar.

Ist der Sandboden wassergesättigt (z. B. Schichtwasser nach langanhaltenden Niederschlägen) hat er thixotrope Eigenschaften. Bei mechanischer Einwirkung neigt der Sandboden bei Wassersättigung zur Verflüssigung (Liquefaktion). Im dann vorhandenen Boden-Wasser-Gemisch können keine Scherbeanspruchungen mehr aufgenommen werden, der Boden gehört dann zur (alten) Bodenklasse 2. Im freien Anschnitt, z. B. durch Baugruben, fließen die Sande bei einer Wassersättigung aus.

Moränenkies

Bei dem hellbraun gefärbten Kies handelt es sich bautechnisch um einen gering bis stark schluffigen sowie sandigen Fein- bis Grobkies.

Erfahrungsgemäß ist innerhalb des Moränenkieses grundsätzlich mit Steinen ($\varnothing > 63 - 200$ mm) und Blöcken ($\varnothing > 200 - 600$ mm) zu rechnen, vereinzelt können auch große Blöcke ($\varnothing > 600$ mm) eingeschalten sein. Nach der alten DIN 18300 (Fassung 2012) gehören stark steinige und blockige Böden zur Bodenklasse 5. Bei mehr als 30% Blöcken ($\varnothing > 200 - 600$ mm) gehört der Boden zur Bodenklasse 6, große Blöcke ($\varnothing > 600$ mm) werden zur Bodenklasse 7 gerechnet. Der Moränenkies ist überwiegend mitteldicht gelagert. Der Kiesboden ist zum Abtrag von Lasten bei einer mindestens mitteldichten Lagerung, gut geeignet.

2.3 Bodenkennwerte und Klassifizierung

Entsprechend der Baugrundsichtung des Profilschnittes (Anlage 2) sowie der Beschreibung der Böden, werden im Folgenden die für den Erdbau notwendigen Bodenkennwerte und Bodenklassen angegeben:

Tabelle 2: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte vergleichbarer Böden)

Schicht	Wichte (erdfeucht) γ [kN/m ³]	Wichte (unter Auftrieb) γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel φ' [°]	Kohäsion (dräniert) c' [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
Auffüllung (Kies)	20 – 22	10 – 12	32,5 – 35,0	0	(20 – 30)
Mutterboden	15 – 16	5 – 6	17,5 – 20,0	0	0,5 – 1,0
Verwitterungskies	20 – 21	11 – 12	30,0 – 32,5	0	10 – 15
Moränensand	19 – 20	9 – 10	30,0 – 32,5**	0	30 – 40
Moränenkies	21 – 22*	11 – 12	32,5 – 37,5	0	40 – 50

* Steine und Blöcke ** kann sich bei Verflüssigung deutlich verringern

Die vorgenannten Mittelwerte leiten sich aus den vorliegenden Untersuchungen und aus Erfahrungswerten von vergleichbaren Böden ab. Die Bodenparameter gelten für die anstehenden Schichten im ungestörten Lagerungsverband. Bei Auflockerungen oder Aufweichungen durch den Baubetrieb oder Witterungseinflüssen können sich die Parameter deutlich ändern.

Tabelle 3: Klassifizierung der Böden (DIN18300, Fassung 2012)

Schicht	Bodengruppe DIN18196	Bodenklasse DIN18300	Frostempfindlichkeit ZTV E-StB 09	Verdichtbarkeitsklasse ZTV A-StB 12
Auffüllung (Kies)	[GU]	3	F2	V1
Mutterboden	OU	1	F3	-
Verwitterungskies	GU* / X	4 / 5	F3	V2
Moränensand	SW/SU/SU*	3 / 4	F1 bei SW F2 bei SU F3 bei SU*	V1 bei SW/SU V2 bei SU*
Moränenkies	GW/GU/GU*	3 / 4 (5) ^x	F1 bei GW F2 bei GU F3 bei GU*	V1 bei GW/GU V2 bei GU*

^x je nach Anteil und Größe der Steine und Blöcke, Blöcke > 600 mm sind im Schmelzwasserkies möglich (dann Bkl. 7)

Im Jahr 2015 wurde die Umstellung der DIN 18300 beschlossen, bei der die Böden nach Homogenbereichen eingeteilt werden. Hierbei werden die „alten“ Charakteristika Lösen, Laden und Fördern mit den neuen Charakteristika des Behandeln, Einbauens und Verdichtens vereint. Böden gleicher Eigenschaften werden zu Homogenbereichen zusammengefasst. Die Homogenbereiche entsprechen im Wesentlichen der bereits gewählten geologisch orientierten Schichtenfolge in diesem Gutachten, da hierbei ebenfalls Bodenschichten mit gleichen Eigenschaften zusammengefasst werden. Im Zuge der Umstellung der DIN 18300 wurden auch andere Erdbaunormen (z. B. die DIN18319) bei welchen Bodenklassen angegeben waren auf das neue System der Homogenbereiche umgestellt.

Die anhand der Aufschlüsse festgelegten Homogenbereiche sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 4: Einteilung der Schichten in Homogenbereiche (für Erdarbeiten gem. DIN18300)

Homogenbereich	Baugrundsicht
B0	Mutterboden
B1	Auffüllung (Kies)
B2	Verwitterungskies
B3	Moränensand
B4	Schmelzwasserkies

Tabelle 5: Kennwerte der Homogenbereiche (Erfahrungswerte)

Homogenbereich	Anteil Steine [%] 63 – 200 mm	Anteil Blöcke [%] 200 – 630 mm	Anteil große Blöcke [%] > 630 mm	Konsistenz (überwiegend) Konsistenzzahl I_c	Plastizität Plastizitätszahl I_p [%]	Lagerungszustand Lagerungsdichte D Bzw. Undrainierte Scherfestigkeit bei bindigen Böden c_u [kN/m ²]	Wassergehalt [%]	Organischer Anteil [%]	Bodengruppe DIN18196	Baugrundsicht (ortsübliche Bezeichnung)
B0	0	0	0	weich I_c ca. 0,5 – 0,75	-	-	10 - 30	3 - 10	OU	Mutterboden
B1	Angabe nicht möglich Aufgefüllte Böden			-	-	mitteldicht D 0,45 – 1,0	1 - 5	0 - 1	[GU]	Auffüllung Kies
B2	0 – 5	< 1	0	-	-	locker bis mitteldicht D 0,15 – 1,0	10 - 30	1 - 4	GU*	Verwitterungs- kies
B3	0	0	0	-	-	mitteldicht D 0,45 – 1,0	5 - 25	1 - 4	SW/SU/SU*	Moränensand
B4	5 - 20	<5	<1	-	-	mitteldicht D 0,45 – 1,0	3 - 15	1 - 4	GW/GU/ GU*	Moränenkies

2.4 Erdbebenklassifizierung

Entsprechend der DIN 4149 / 2005-04 gehört die Ortsmitte von Rettenbach am Auerberg in Bayern zur Erdbebenzone 0 (Gebiet, in der gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsni-
 veaus rechnerisch die Intensität $6 \leq I < 6,5$ zu erwarten ist) und der **Untergrundklasse S**
 (Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtigen Sedimentfüllungen).

3. Schicht- und Grundwasserverhältnisse, Durchlässigkeit der anstehenden Böden, Versickerungsmöglichkeiten nach dem DWA-A-138

3.1 Grundwasserverhältnisse

Während den Aufschlussarbeiten am 15.05.2020 wurde in keinem Aufschluss Wasser angetroffen.

Als Grundwasserleiter fungiert im Untersuchungsgebiet grundsätzlich der Moränenkies. Der Grundwasserstauer wird von den Böden der tertiären Molasse gebildet.

Nach lang anhaltenden Niederschlägen ist in den kiesigen Bereichen der Verwitterungsdecke und in den Moränenablagerungen (Moränenkies und Moränensand) mit Schichtwasser, bzw. mit Grundwasser (Moränenkies) zu rechnen.

3.2 Durchlässigkeit der anstehenden Böden, Versickerungsmöglichkeiten nach dem DWA-A 138 (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abfall und Abwasser e. V. – Arbeitsblatt DWA-A 138 – Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser)

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 (April 2005) sollte der Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens, in dem die Versickerung stattfinden soll, zwischen $k_f = 1,0 \cdot 10^{-03}$ m/s und $k_f = 1,0 \cdot 10^{-06}$ m/s liegen. 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 $k_f < 1,0 \cdot 10^{-06}$ m/s ist eine Regenwasserbewirtschaftung über eine Versickerung nicht mehr gewährleistet, so dass die anfallenden Wassermengen über ein Retentionsbecken abzuleiten sind.

Sickerversuche wurden auftragsgemäß nicht durchgeführt.

Es kann von folgenden Bereichen der Durchlässigkeitsbeiwerte ausgegangen werden:

Verwitterungskies: $k_f = 1 \cdot 10^{-05}$ bis $1 \cdot 10^{-07}$ m/s
(durchlässig bis schwach durchlässig)

Moränensand: $k_f = 1 \cdot 10^{-04}$ bis $1 \cdot 10^{-07}$ m/s
(durchlässig bis schwach durchlässig, je nach Feinkornanteil)

Moränenkies : $k_f = 1 \cdot 10^{-04}$ bis $1 \cdot 10^{-06}$ m/s
(durchlässig)

Bezogen auf den Durchlässigkeitsbeiwert wäre der Moränenkies zur direkten Versickerung gemäß dem o. g. Arbeitsblatt geeignet. Der k_f -Wert des Verwitterungskieses liegt erfahrungsgemäß im Grenzbereich der Anforderungen des DWA-A 138.

Verwitterungskiese, bindige Moränensande und ggf. lokal stark verlehnte Bereiche des Moränenkieses sind bis zum mind. schwach schluffigen Kies auszuheben und durch ein sickerfähiges Kies - Sand - Gemisch (F1 - Material) zu ersetzen.

Es wird empfohlen, nach Festlegung eines möglichen Beckenstandortes den Durchlässigkeitsbeiwert der Böden in diesem Bereich durch Feldversuche zu bestimmen, um eine Dimensionierung des Beckens vornehmen zu können.

3.3 Weitere wichtige Randbedingungen nach dem DWA-A 138 (nicht vollständig)

Bebauung

Der Mindestabstand dezentraler Versickerungsanlagen (vgl. DWA-A 138, S.19, Bild 2) sollte von bestehenden bzw. geplanten Bebauungen - vom jeweiligen Baugrubenfußpunkt ausgehend - das 1,5-fache der Baugrubentiefe nicht unterschreiten. Bei zentralen Versickerungsanlagen muss der Abstand des Beckenrandes zu einer Bebauung größer als die mittlere Beckenbreite sein. Ansonsten wird empfohlen, Kellergebäude angrenzender Gebäude wasserdicht auszuführen.

Wasserschutzgebiet

Nach den bisherigen Erkenntnissen befindet sich das Bebauungsareal in keinem festgesetzten Wasserschutzgebiet.

Altlastenverdachtsflächen

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 dürfen keine Versickerungen im Bereich von belasteten Auffüllungen ausgeführt werden. Innerhalb des Baugebietes wurden aufgefüllte Böden im Bereich der gekiesten Fläche angetroffen, diese wurde umwelttechnisch jedoch nicht untersucht.

4. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

Vorbemerkung:

Der Untersuchungsrahmen für dieses Gutachten entspricht nicht dem Untersuchungsprogramm für Einzelbauwerke gemäß dem Eurocode 7, Teil 2 (DIN EN 1997-2:2010-10 einschließlich DIN EN 1997-2/NA:2010-12 und DIN 4020:2010-12).

Die nachfolgenden Ausführungen und Berechnungen sollen als allgemeine Hinweise und Entscheidungshilfen zur Bauungsform (mit oder ohne Keller) verstanden werden.

4.1 Gründung

Die EFH der Gebäude sind noch nicht bekannt und sollen im Zuge der weiteren Planung festgelegt werden. Desweiteren ist davon auszugehen, dass im Untersuchungsgebiet ein erheblicher Geländeabtrag stattfindet. Im Folgenden werden die grundsätzlichen Möglichkeiten der Gründung von Gebäuden beschrieben.

Die geologischen Profile sind in der Anlage 2 enthalten. Entsprechend Abschnitt 2.3 steht gut tragfähiger Baugrund in Form von Moränenablagerungen an. Über den Kiesen liegt die mäßig tragfähige Verwitterungsdecke (Verwitterungskies).

4.1.1 Nicht unterkellerte Gebäude

Nicht unterkellerte Gebäude werden mit ihrer Gründungssohle im Bereich der Verwitterungsdecke sowie der Moränenkiese zu liegen kommen.

Bei einer Gründung nicht unterkellerten Gebäude auf einer elastisch gebetteten Bodenplatte in dem Verwitterungskies, sind Teile des Kiesel durch einen Bodenersatzkörper auszutauschen. Der Bodenersatzkörper ist aus einem feinkornarmen (< 5% Schluff- / Tonanteil) Kies-Sand oder gebrochenem Material (Schotter) herzustellen, lagenweise einzubauen und zu verdichten ($D_{Lage} \leq 0,30$ m). Die ordnungsgemäße Verdichtung des Bodenersatzkörpers ist durch Plattendruckversuche nachzuweisen (empfohlen: $E_{v2} \geq 100$ MN/m², $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$).

Rettenbach am Auerberg liegt in der Frosteinwirkungszone III. Die Frostsichere Einbindetiefe ist mit $t_{min} = 1,2$ m anzusetzen. Überall dort, wo die Unterkante des Bodenersatzkörpers noch nicht mindestens 1,2 m unter der neuen Geländeoberkante liegt, sind zusätzlich Maßnahmen zur Frostsicherheit zu treffen (Frostschürzen, Frostschirm etc.). Alternativ kann auch die Mächtigkeit des Bodenersatzkörpers entsprechend erhöht werden. Eine Mindestdicke des Bodenersatzkörpers von $d = 0,80$ in der Verwitterungsdecke (Verwitterungskies) ist aber auf jeden Fall einzuhalten.

Sollte die Gründungssohle stark aufgeweicht sein (z. B. durch stark Niederschläge), so sind zur Stabilisierung der Sohle zusätzlich Schroppen einzudrücken.

Werden Gebäude auf einer tragenden Bodenplatte über einen Bodenersatzkörper wie oben beschrieben in der Verwitterungsdecke gegründet, so kann, vorbehaltlich bauwerks- und

grundstücksspezifischer Baugrunderkundungen, zur Vorbemessung ein Bettungsmodul von $k_s = 3 - 6 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden.

Werden Gebäude auf einer tragenden Bodenplatte in den Moränenablagerungen abgesetzt, so kann zur Vorbemessung der Bodenplatte ein Bettungsmodul in der Größenordnung von $k_s = 10 - 14 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden. Dabei ist der anstehende Untergrund lediglich nachzuverdichten.

Der exakte Bettungsmodulverlauf kann nach Angabe der einwirkenden Lasten und bei Kenntnis des genauen Schichtenverlaufs (grundstücksbezogene Baugrunderkundung), über den Steifemodul des Bodens, anhand einer detaillierten Setzungsberechnung (FE-Berechnung) von unserem Büro bestimmt werden.

Alternativ zu einer Gründung auf einer elastisch gebetteten Bodenplatte können nicht unterkellerte Gebäude auch auf Einzel- und Streifenfundamenten im Verwitterungskies gegründet werden. Im Verwitterungslehm wird ein punktueller Lastabtrag nicht empfohlen. Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ für eine Gründung über Fundamente ist unter anderem von der Einbindetiefe der Fundamente, dem Schichtenverlauf unter den Fundamenten, dem Geländeverlauf und der Fundamentgeometrie abhängig. Mit Voranschreiten der Planung und bauwerks- und grundstücksspezifischen Untersuchungen, kann der Bemessungswert des Sohlwiderstandes von unserem Büro im Einzelfall ermittelt werden.

4.1.2 unterkellerte Gebäude

Unterkellerte Gebäude werden den ausgeführten Untersuchungen zufolge zum größten Teil bereits in den gut tragfähigen Moränensedimenten zu liegen kommen. Die Gebäude können auf einer elastisch gebetteten Bodenplatte oder auf Einzel- und Streifenfundamenten gegründet werden.

Werden Gebäude auf einer tragenden Bodenplatte in den Moränenablagerungen abgesetzt, so kann zur Vorbemessung der Bodenplatte ein Bettungsmodul in der Größenordnung von $k_s = 10 - 14 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden.

Der exakte Bettungsmodulverlauf kann nach Angabe der einwirkenden Lasten und bei Kenntnis des genauen Schichtenverlaufs (Grundstücksbezogene Baugrunderkundung), über den Steifemodul des Bodens, anhand einer detaillierten Setzungsberechnung (FE-Berechnung) von unserem Büro bestimmt werden.

Alternativ können unterkellerte Gebäude auch auf Einzel- und / oder Streifenfundamenten gegründet werden. Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ für eine Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten ist unter anderem von der Einbindetiefe der Fundamente, dem Schichtenverlauf unter den Fundamenten, dem Geländeverlauf und der Fundamentgeometrie abhängig. Mit Voranschreiten der Planung und bauwerks- und grundstücksspezifischen Untersuchungen, kann der Bemessungswert des Sohlwiderstandes von unserem Büro im Einzelfall ermittelt werden.

4.2 Grundwasser und Entwässerung

Bei der Baugrunderkundung am 15.05.2020 wurde in keinem der Aufschlüsse Grundwasser bis zur jeweiligen Endtiefe angetroffen. Im Projektgebiet muss nach langanhaltenden Niederschlägen grundsätzlich mit Schichtwasser gerechnet werden.

Vorbehaltlich in Situ Sickerversuchen im Zuge von bauwerks- und grundstücksspezifischen Untersuchungen, ist davon auszugehen, dass der Untergrund als „wenig wasserdurchlässig“ im Sinne der DIN18533-1 ist ($k_f \leq 1 \cdot 10^{-04}$) einzustufen ist.

Auf Grund der geringen Durchlässigkeit des Untergrundes ist in der Arbeitsraumverfüllung eines unterkellerten Gebäudes mit anstauendem Sickerwasser bzw. Schichtwasser zu rechnen.

Es ist die Wassereinwirkungsklasse W2-E (drückendes Wasser) gemäß der DIN 18533-1 zu Grunde zu legen (Wassereinwirkungsklasse W2.1-E bei ≤ 3 m Eintauchtiefe, W2.2-E bei > 3 m Eintauchtiefe).

Alternativ kann die Abdichtung von Bauwerken durch eine wasserundurchlässige Bauweise aus Beton erfolgen (Weiße Wanne). Es ist die Beanspruchungsklasse 1 gemäß der WU Richtlinie anzusetzen (ständig und zweitweise drückendes Wasser).

Es wird dringend empfohlen, grundstücks- und bauwerksbezogene Erkundungen auszuführen um den jeweiligen Bemessungsfall im Detail bestimmen zu können (s. auch Vorbemerkung zu Abschnitt 4).

4.3 Baugruben

Im Baugebiet sind frei geböschte Baugruben möglich. Generell sind oberhalb des Grundwasserspiegels im Verwitterungskies und den Moränenablagerungen Böschungen mit 45° nach der DIN 4124 ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit bis zu einer Tiefe von 5 m möglich (inklusive aufgehendem Gelände).

Erlauben die Platzverhältnisse keine frei geböschte Baugrube mit den o. g. Böschungswinkeln und -höhen, oder liegt die Baugrube im Einflussbereich von Bestandsgebäuden oder Straßen, ist die Standsicherheit der Baugrube nachzuweisen oder durch einen Baugrubenverbau zu sichern. Hierzu eignet sich z. B. ein vernagelter Spritzbeton-, Trägerbohlwand- oder Spundwandverbau. Verankerungs- oder Vernagelungsmaßnahmen welche in das Nachbargrundstück hinein reichen, bedürfen der Erlaubnis des betroffenen Grundstücksbesitzers.

Bei einer frei geböschten Baugrube sind folgende Mindestabstände zur Böschungskante einzuhalten:

- Straßenfahrzeuge, die nach der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung allgemein zugelassen sind, sowie Baumaschinen oder Baugeräte **bis zu 12 t** Gesamtgewicht (= Eigengewicht des Gerätes und Gewicht des geförderten Bodens bzw. der angehängten Last): **Abstand mindestens 1 m** zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante.
- schwerere Straßenfahrzeuge als oben genannt sowie Baumaschinen oder Baugeräte **über 12 t bis 40 t** Gesamtgewicht (= Eigengewicht des Gerätes und Gewicht des geförderten Bodens bzw. der angehängten Last): **Abstand mindestens 2 m** zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante.

Die weiteren Anforderungen zur Anwendung der vorgenannten Norm sind zu beachten. Freie Böschungen sind mit Planen o. ä. gegen Witterungseinflüsse zu sichern.

Größere Steine und Blöcke sind aus dem Böschungsbereich zu räumen oder gegen Herabfallen zu sichern.

Schneiden Baugruben wasserführende Lagen an, können die oben genannten Böschungswinkel ohne zusätzliche Maßnahmen nicht eingehalten werden. Bei geringen Schichtwasserzutritten können die freien Böschungen mit Stützscheiben aus Einkornbeton gesichert werden.

Ist der Wasserandrang stark, wird empfohlen die Baugruben mittels eines statischen, wasserabsperrenden Verbaus zu sichern. Hierzu eignet sich zum Beispiel ein Spundwandverbau. Aufgrund der mit zunehmender Tiefe dichten Lagerung der Moränenkiese sowie lokal vorkommenden Steinen oder auch Blöcken, sind die Spunddielen mit zunehmender Tiefe nur schwer bis gar nicht ramm- bzw. rüttelbar. In diesem Fall sind Austausch- bzw. Auflockerungsbohrungen vorzusehen. Die Standsicherheit der Verbaumaßnahmen ist rechnerisch nachzuweisen. Details zur Baugrubensicherung können mit Voranschreiten der Planung und zusätzlichen, grundstücksbezogenen Baugrunduntersuchungen mit unserem Büro abgestimmt werden.

4.4 Kanalbaumaßnahmen

Die Tiefenlage der Kanalschächte ist noch unbekannt. Baugruben und Gräben im Projektgebiet können gemäß Abschnitt 4.3 ausgehoben werden.

Alternativ zur freien Böschung und in Schichtwasserbereichen ist die Sicherung mit Grabenverbaugeräten möglich. Der Einsatz von Grabenverbaugeräten minimiert die Aushubmenge und die Grabenbreite. Die Verbautafeln sind in Schichtwasserbereichen kontinuierlich vor dem Aushub des Bodens einzudrücken um eine seitliche Stützung der Grabenwände zu gewährleisten (Absenkverfahren). Ein Vorauseilen des Aushubs vor dem Grabenverbaugerät ist in diesen Bereichen zu vermeiden. Auftretendes Schichtwasser ist in den Kanalgräben mit einer offenen Wasserhaltung zu fassen.

Kommen die Kanalrohre mit Ihrer Sohle in den Moränenablagerungen zu liegen, so sind keine besonderen Maßnahmen zur Gründung der Rohre nötig. Im Schmelzwasserkies ist erfahrungsgemäß mit Steinen und kleineren Blöcken zu rechnen. Um eine gleichmäßige Bettung

der Rohre zu erhalten, wird empfohlen, den unteren Bettungsbereich aus einem feinkörnigem Kies-Sand Gemisch herzustellen. Die Dicke der unteren Bettung muss gemäß DIN EN 1610 mindestens $a = 100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN [mm]}$ betragen.

Liegen die Kanalsohlen in den darüber liegenden Schichten (Verwitterungskies) ist als Gründungspolster ein Bodenersatzkörper (Kiessand oder Schotter, Schluffanteil < 5%) mit einer Mächtigkeit von $d = 30 \text{ cm}$ bis 40 cm einzubauen. Der Bodenersatzkörper ist von den anstehenden Böden durch ein Vlies (GRK3 bei Kiessand, GRK4 bei Schotter) zu trennen. Sollte die Gründungssohle stark aufgeweicht sein, so sind in diesen Bereichen zur Stabilisierung der Sohle zusätzlich Schroppen einzudrücken.

Der Verwitterungskies und der Moränensand ist zum Verfüllen der Kanalgräben in statisch gering belasteteren Bereichen geeignet. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die Böden frostempfindlich sind. Als Frostschutzmaterial sind sie demnach nicht zu verwenden. Der Moränenkies ist zum Verfüllen der Kanalgräben geeignet, er erfüllt jedoch auch nicht durchgängig die Frostempfindlichkeitsklasse F1.

4.5 Straßenbaumaßnahmen

Die Höhe der Erschließungsstraßen ist noch nicht bekannt. Aufgrund des zu erwartenden Geländeabtrages wird die Gründung allgemein beschrieben. Der Verwitterungskies ist nach den ZTV E-StB 09 als sehr frostempfindlich (F3) einzustufen. Des Weiteren sind diese Böden witterungsempfindlich. Nach den ZTV E-StB 09 und der RStO ist auf dem Erdplanum eines F2/F3 Untergrundes ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ gefordert. Dieser Wert kann im Bereich des Verwitterungskieses erfahrungsgemäß durch nachverdichten erreicht werden.

Es wird empfohlen den Verformungsmodul des Erdplanums vor der Baumaßnahme durch Plattendruckversuche zu untersuchen. Sollte das Erdplanum den geforderten Verformungsmodul nicht erreichen, sind baugrundverbessernde Maßnahmen notwendig. Es wird dann vorgeschlagen, den frostsicheren Straßenaufbau auf einem mindestens $0,30 \text{ m}$ dicken Bodenersatzkörper aufzubauen. Hierzu eignen sich z. B. auch die Moränenkies welche im Zuge der Kanalbauarbeiten, bzw. des Geländeabtrags anfallen. Der Bodenersatzkörper ist lagenweise einzubauen und zu verdichten. Der fachgerechte Einbau des Bodenersatzkörpers ist anhand von Plattendruckversuchen zu überprüfen.

Anmerkungen

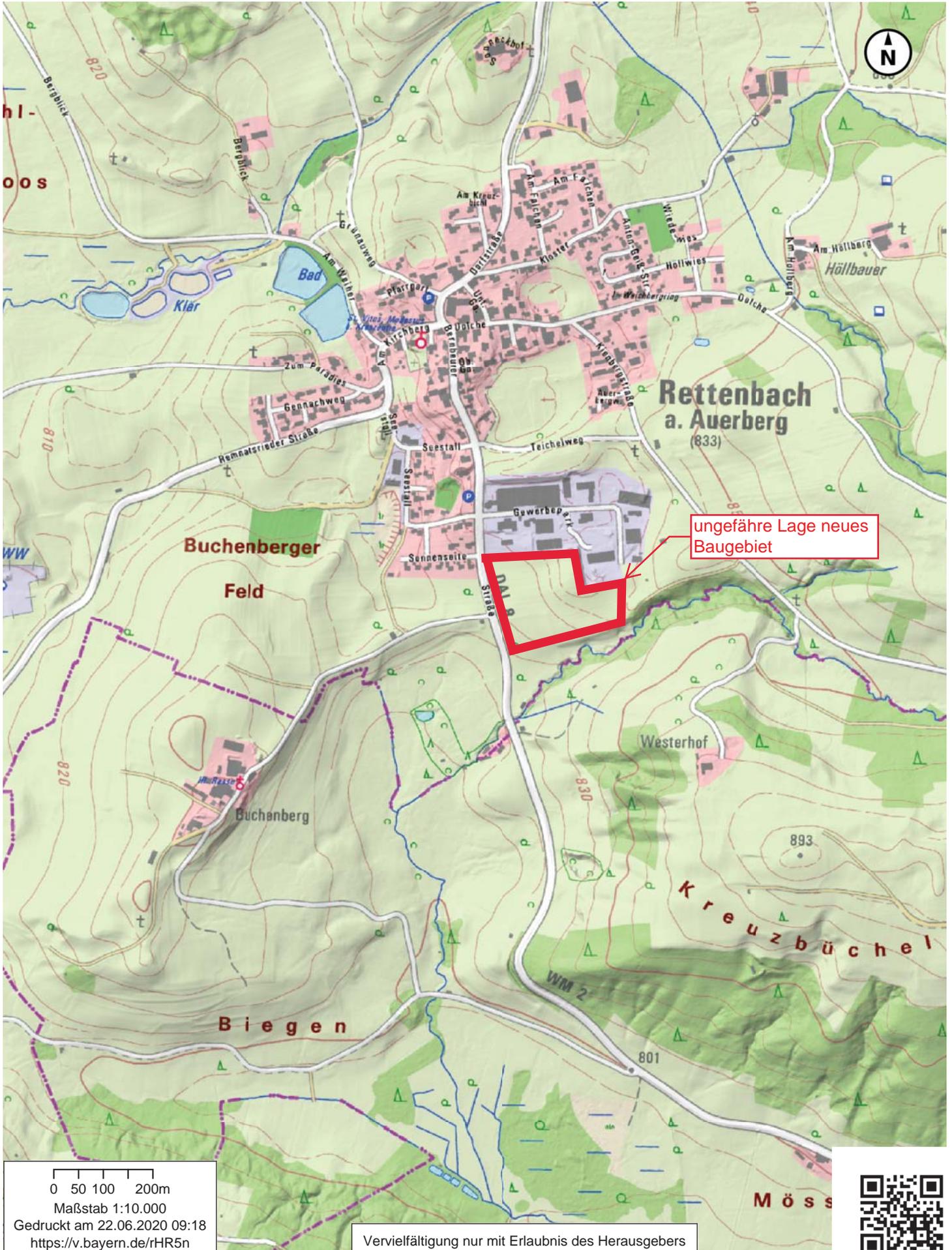
Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf die bei den Untersuchungsstellen ermittelten Bodenschichten und deren geotechnischen Eigenschaften. Abweichungen von den gemachten Angaben (Schichttiefen, Bodenzusammensetzung, Wasserstände etc.) können auf Grund einer Heterogenität des Untergrundes nicht ausgeschlossen werden. Ferner ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen erforderlich. Es wird deshalb empfohlen zur Abnahme der Gründungssohlen den Verfasser des Gutachtens heranzuziehen. Der Unterzeichner ist in die weiteren Planungen miteinzubeziehen.

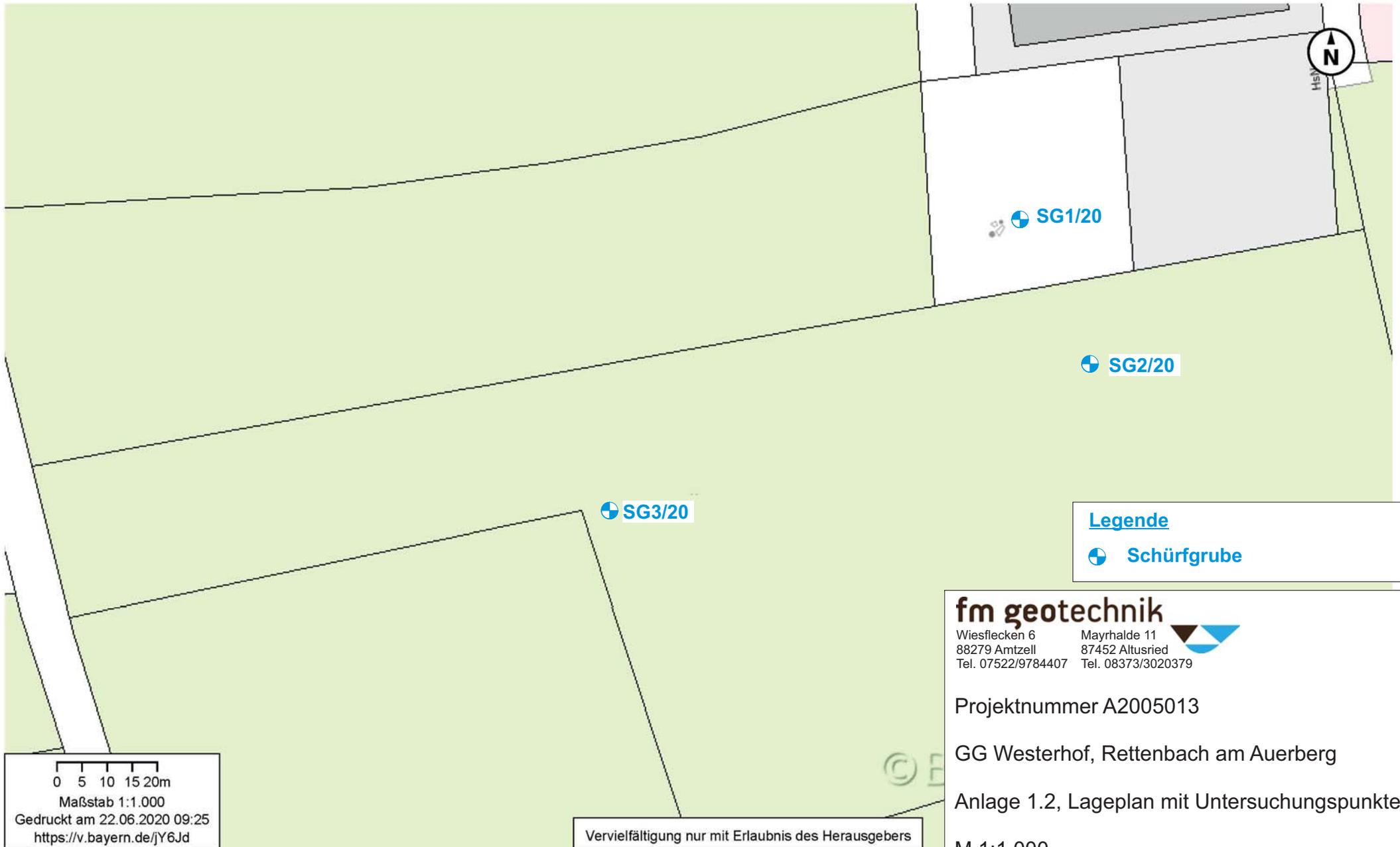
Auf die Vorbemerkung zum Abschnitt 4 dieses Gutachtens sei noch einmal ausdrücklich hingewiesen.

Eine Vervielfältigung des Berichtes bedarf der Zustimmung des auf Seite 1 genannten Auftraggebers. Der Bericht darf nur komplett und zusammen mit allen dazugehörigen Anlagen weitergegeben bzw. vervielfältigt werden.



M. Sc. Geol. Ralf Knapp





Legende

 Schürfgrube

fm geotechnik

Wiesflecken 6 Mayrhalde 11
 88279 Amtzell 87452 Altusried
 Tel. 07522/9784407 Tel. 08373/3020379



Projektnummer A2005013

GG Westerhof, Rettenbach am Auerberg

Anlage 1.2, Lageplan mit Untersuchungspunkten

M 1:1.000

0 5 10 15 20m
 Maßstab 1:1.000
 Gedruckt am 22.06.2020 09:25
<https://v.bayern.de/jY6Jd>

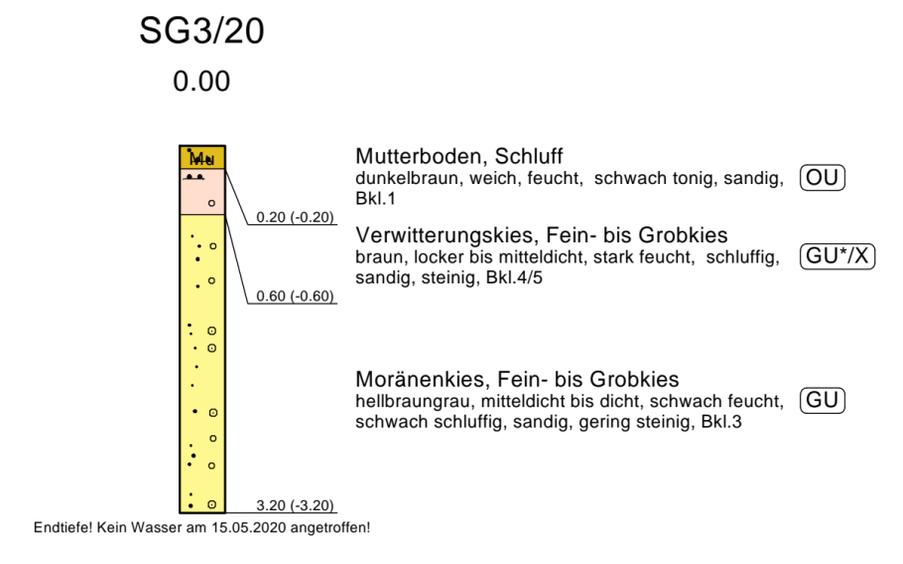
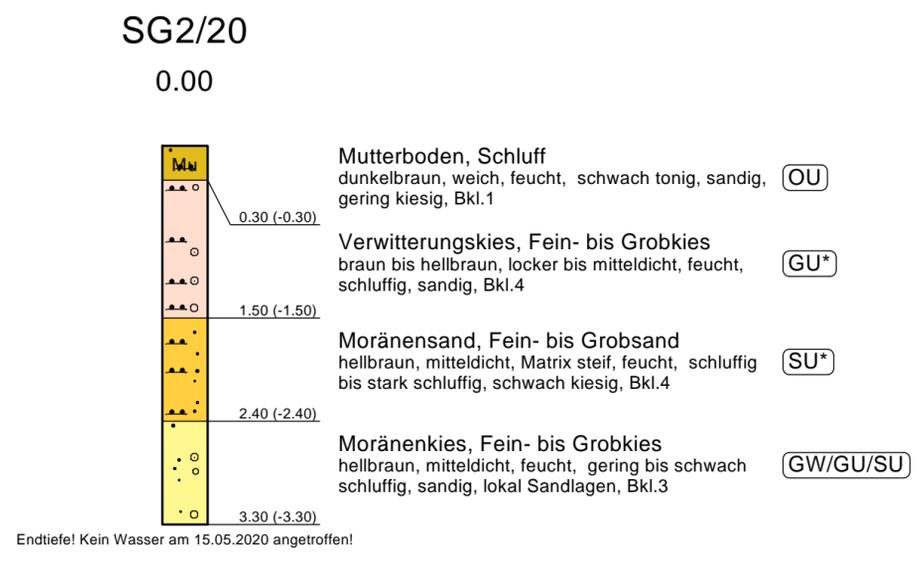
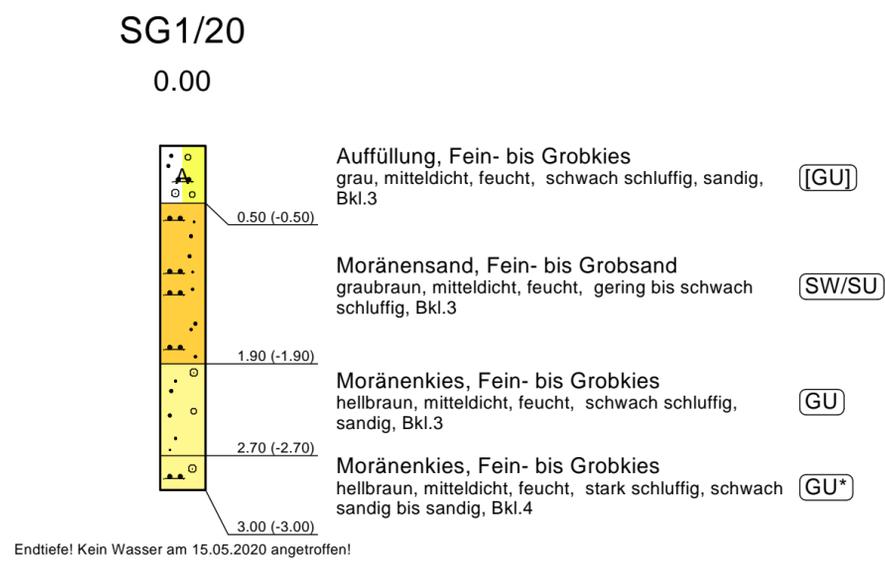
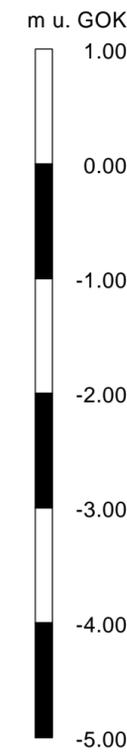
Vervielfältigung nur mit Erlaubnis des Herausgebers

Geologisches Profil: SG1 - SG3 - SG2

fm geotechnik <small>Wiestflecken 6 88279 Amtzell Mayrhalde 11 87452 Altusried</small>	Projekt	Anlage
	Gewerbegebiet "Westerhof"	2
	Rettenbach am Auerberg	Projekt Nr.
		A2005013

Geologisches Profil: SG1-SG2-SG3

M. d. H. 1:50, M. d. L. unmaßstäblich



Lagerungszustände / Konsistenzen + Bodenarten

	Kies		Moränensand
	Mutterboden		
	Auffüllung		
	Verwitterungskies		
	Moränenkies		

Anm.: Die Aufschlüsse stellen nur punktuelle Untersuchungsergebnisse dar
Die Schichtlinien zwischen den Aufschlüssen sind interpoliert und überhöht dargestellt

Fotodokumentation Schürfe

Bild 1 - Ansatz Schurf 1



Bild 2 - Schurf 1 (SG1)



Bild 3 - Ansatzpunkte Schürfe 2 und 3



Bild 4 - Schurf 2 (SG2)



Bild 5 - Schurf 3 (SG3)

