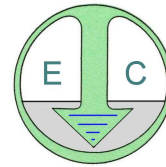


Dr. Ebel & Co.

Ingenieurgesellschaft für Geotechnik
und Wasserwirtschaft mbH



Dr. Ebel & Co., St.-Ulrich-Straße 21, 88410 Bad Wurzach

Geotechnik Baugrunduntersuchungen Erdstatik
Gründungsberatung Hydrogeologie Steine-Erden

Telefon 075 64/94897-10 Telefax 075 64/94897-99
eMail info@geotechnik-ebel.de

Geotechnisches Standortgutachten

Baugebiet „Am Sendbühl“ in Boms

bearbeitet im Auftrag von

Herr Armin Nusser
Saulgauer Straße 13
88361 Boms

Bad Wurzach-Arnach, den 06.04.2020

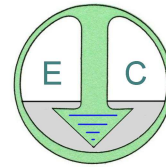
Projektnummer: 191107

Geschäftsführer:
Dipl.-Geol. Norbert Dostler
Dr.-Ing. Olaf Düser
Dipl.-Geol. Peter Lath
Dipl.-Ing. Stefan Niefer
Dr. rer. nat. Michael Strohmenger

Zweigstelle Bayern:
Leiterberg 5a
87488 Betzigau
Tel. 08304 / 9298-26
Fax. 08304 / 9298-36

Bankverbindung:
Volksbank Biberach eG
IBAN:
DE 74 63 0901 0001 4284 6007
BIC: ULM VDE 66

Sitz: Bad Wurzach – Arnach
Gerichtsstand: Leutkirch i. A.
Handelsregister: HRB 610617
Steuernummer: 91060/31136



Inhalt

- 1 Vorgang und Veranlassung
- 2 Geographische und geologische Situation, Schichtenfolge
- 3 Geotechnische Beschreibung der Schichten / Homogenbereiche
- 4 Erdbautechnische Klassifizierung, Bodenkennwerte
- 5 Grundwasserverhältnisse
- 6 Bestimmung der Durchlässigkeit
- 7 Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten
- 8 Geotechnische Beurteilung

Anlagen

Lagepläne

- 1.1 Übersichtslageplan M 1:25.000
- 1.2 Lageplan mit Lage der Aufschlusspunkte M 1:500
- 1.3 Lageplanskizze Baugebiet mit Lage der Aufschlusspunkte M 1:500

Aufschlüsse / Profile

- 2.1-6 Geotechnische Profile M 1:50

Bodenmechanische Laborversuche

- 3.1 Wassergehaltsbestimmung nach DIN 18121
- 3.2.1-2 Korngrößenverteilung nach DIN 18123

Beilagen

- 1 Auszug Geologische Karte Blatt Nr. 8023 Aulendorf; Geologisches Landesamt Baden-Württemberg

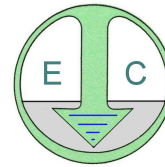
Unterlagen

[U1] RAPP + SCHMID INFRASTRUKTURPLANUNG GMBH, UMMENDORF:

- a) Lagepläne, digital: PDF per Email am 04.11.2019
- b) Lageplangrundlage, digital: DWG per Email am 06.12.2019
- c) Lageplan, digital: PDF per Email am 10.01.2020

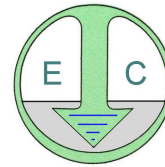
[U2] GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG: Geologische Karte M 1:25.000, Blatt Nr. 8023, Aulendorf

[U3] LANDESVERMESSUNGSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG: Topographische Karte M 1:25.000, digital



Normen, Richtlinien und Merkblätter

- DIN EN 1610 Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen
- DIN EN 1997 Eurocode 7: „Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1 Allgemeine Regeln“, mit nationalem Anhang DIN EN1997-1/NA sowie die DIN 1054 „Baugrund, Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1“ mit Änderungen A1 + A2
- DIN EN 1998 Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten
- DIN 4095 Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung
- DIN 4124 Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau
- DIN 4149 Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten
- DIN 18533 Abdichtung von erdberührten Bauteilen
- DIN 18915 Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten
- DIN 19731 Bodenbeschaffenheit – Verwertung von Bodenmaterial
- BauGB Baugesetzbuch (BauGB)
- DWA-A 138 Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V
- DWA-M 153 Merkblatt DWA-M 153: Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser; Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
- DWA Kom. DWA-Kommentar zum DWA-Regelwerk Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser; Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
- RStO 12 Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
- ZTV E-StB Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen



1 Vorgang und Veranlassung

In Boms ist ein kleines Baugebiet geplant. Die Planung umfasst nach dem momentanen Stand die Erschließung dreier Bauplätze sowie die Schaffung der dazugehörigen Infrastruktur (Zufahrtsstraße samt Wendeplatte, Versickerungseinrichtungen etc.).

Die Erschließungsplanung führt die Rapp + Schmid Infrastrukturplanung, Ummendorf, durch. Die Dr. Ebel & Co. GmbH, Bad Wurzach, wurde mit der Baugrunderkundung und der geotechnischen Beratung des Bauvorhabens beauftragt.

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 03.12.2019 folgende Felduntersuchungen durchgeführt:

- Geotechnische Aufnahme und Beprobung von sechs Baggerschürfen SG1-6/19,
- Durchführung von drei Rammsondierungen DPH1-3/19 (Schwere Rammsonde nach EN ISO 22476-2),
- Installation einer 2“-Grundwassermessstelle RP1/19,
- Bestückung des Sondierkanals DPH1 mit einer Grundwassermessröhre.

Die Rammsondierungen dienen der Beurteilung des Lagerungszustandes bzw. der Festigkeit der Bodenschichten und kamen zur Korrelation mit dem anstehenden Untergrund neben den Schürfgruben zur Ausführung.

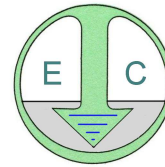
Die Aufschlusspunkte wurden nach Lage auf den nahegelegenen Baubestand eingemessen (siehe Lageplan, Anlage 1.2). Die aus den Profilen und Rammdiagrammen in Anlage 2 ersichtlichen Ansatzhöhen wurden auf den im Lageplan eingetragenen Schachtdeckel Nr. 236 (OK = 634.34 m NN) bezogen.

2 Geographische und geologische Situation, Schichtenfolge

Geographische Situation

Das Baugebiet befindet sich gemäß der Darstellung im Übersichtslageplan, Anlage 1.1, am nordöstlichen Ortsrand von Boms. Bei dem Areal handelt es sich um eine schwach geneigte, nach Osten hin abfallende Hangfläche. An der Westseite, im Bereich der geplanten Zufahrtsstraße wird das Gelände von einer kleinen Böschung mit einem Geländesprung von ca. 2 m begrenzt. Ostseitig bricht das Gelände an einer gut 4 m hohen Böschung ab, unterhalb davon nähert sich das Gelände einer Niederung, die von zwei Gerinnen durchflossen wird. Eines davon entspringt unweit nördlich des Projektareals am Fuß der o.g. Böschung.

Die Höhendifferenz zwischen niedrigstem und höchstem Punkt im Bauareal beträgt ca. 6 m. Die geplante Zufahrtsstraße schließt sich an die bestehende Kirchstraße im Bereich von Hausnummer 10 an; die Versickerungseinrichtungen sollen östlich der Wohngebäude knapp oberhalb der hohen Böschung zu liegen kommen. Das Gelände wurde bisher landwirtschaftlich genutzt.



Geologische Situation

Der tiefere Untergrund wird im Untersuchungsgebiet aus den Sand- und Mergelgesteinen der Oberen Süßwassermolasse aufgebaut, die im Tertiär in einem Senkungstrog am Rand der sich zum Hochgebirge entwickelnden Alpen abgelagert wurden.

Die landschaftliche Prägung des Gebiets fand während der quartären Vereisungsphasen statt. Der Rheingletscher schuf in einem Wechselspiel aus Erosion und Akkumulation die heute sichtbare Hügellandschaft. Das Gebiet befindet sich laut geologischer Karte, Beilage 1, im Bereich der würmkaltzeitlichen Endmoränen, wo der Rheingletscher Moränen- und Schmelzwassersedimente ablagerte.

Seit dem Rückzug der Eismassen sind die Böden den Einflüssen von Verwitterung und Umlagerung ausgesetzt. Unter Staunässebedingungen wuchsen lokal Anmoorböden auf.

Schichtenfolge

Entsprechend der beschriebenen geologischen Situation wurde mit den Baggerschürfen das folgende Grundsatzprofil erschlossen:

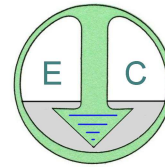
- Oberboden	Rezent	Homogenbereich A
- Verwitterungs- und Schwemmlehm	Holozän	Homogenbereich B
- Anmoor	Holozän	Homogenbereich C
- Moräne, gegliedert in		
- Geschiebelehm	Pleistozän, Würm	Homogenbereich D
- Moränenkies	Pleistozän, Würm	Homogenbereich E
- Beckensand	Pleistozän, Würm	Homogenbereich F
- Geschiebemergel	Pleistozän, Würm	Homogenbereich G

Die natürliche Stärke des humosen **Oberbodens** schwankt zwischen 0,2 m und 0,3 m.

In den niedriger gelegenen, östlichen Bereichen des Areals wird der Oberboden von **Verwitterungs-** bzw. **Schwemmlehm** unterlagert. Die Mächtigkeit dieser verwitterten, teilweise umgelagerten Böden variiert zwischen 0,2 m und 1,4 m; in den im höher gelegenen Gelände ausgeführten Schürfen SG4-5 fehlen diese Schichten komplett.

Im Bereich der Schürfe SG2 und SG6 wurde eine ca. 60 cm starke **Anmoor**-Lage aufgeschlossen, die von dem Schwemmlehm bedeckt ist.

Unter den vorgenannten Schichten steht die eiszeitliche Endmoräne in unterschiedlicher Ausprägung an. In den mit dem Bagger erschlossenen Tiefenlagen (bis ca. 3,5) dominiert der **Geschiebelehm** (bindige Moräne), die zur Tiefe in etwas besserer Verfestigung als **Geschiebemergel** bezeichnet wird. Letzterer wurde jeweils an der Basis der Schürfe SG4 und SG6 erreicht. In die bindige Moräne sind Zwischenschichten / Schichtpakete aus **Moränenkies** und



Beckensand (in die Moräne eingearbeitete feinkörnige Ablagerungen aus Eisrandstauseen) eingelagert. Die Verteilung dieser Bodenarten kann lokal engräumig variieren.

3 Geotechnische Beschreibung der Schichten / Homogenbereiche

Die im Rahmen der Baugrunderkundung erschlossenen Schichten können als „geologische Homogenbereiche“ betrachtet werden. Je nach Gewerk sind diese zu unterschiedlichen „bautechnischen Homogenbereichen“ zusammenzufassen bzw. zu unterteilen.

Die erkundeten Schichten sind aus geotechnischer Sicht wie folgt zu beschreiben:

Oberboden (Homogenbereich A)

Der Oberboden ist in Anlage 2 nach geotechnischen Gesichtspunkten beschrieben. Eine bodenkundliche Beurteilung ist nicht Thema dieser Begutachtung.

Oberboden fällt nicht in den Geltungsbereich der DIN 18300 - Erdarbeiten. Gemäß DIN 18320 – Landschaftsbauarbeiten stellt er jedoch einen eigenen Homogenbereich dar.

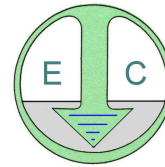
Für die bautechnische Bewertung wird der Oberboden im Folgenden nicht weiter berücksichtigt. Allerdings ist er nach § 202 BauGB in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen, so dass im Zuge der Planung ein Verwendungskonzept für den Oberboden zu erstellen ist.

Verwitterungslehm / Schwemmléhm (Homogenbereich B)

Der Verwitterungs- bzw. Schwemmléhm hat eine überwiegend braune, seltener grauolive Farbe. Es handelt sich um sandigen bis stark sandigen, schwach tonigen Schluff, der geringe bis mäßig hohe Kiesgehalte aufweist und in geringem Umfang mit Steinen durchsetzt sein kann.

An einer Bodenprobe des Verwitterungslehms wurde der Wassergehalt zu 19,0 Massen-% in der Gesamtfraktion und 21,7 Massen-% in der Fraktion < 2 mm bestimmt (Anlage 3.1). Die Konsistenz der zur Zeit der Erkundung schwach feuchten bis feuchten Lehme wurde manuell mit weich bzw. weich bis steif beurteilt. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass die Konsistenz vom Wassergehalt abhängig ist und oberflächennah jahreszeitlichen und witterungsbedingten Schwankungen unterworfen ist.

Der Verwitterungs- bzw. Schwemmléhm ist ein gering tragfähiger, frost- und nässeempfindlicher Untergrund, der bei Belastung mit Setzungen reagiert.



Anmoor (Homogenbereich C)

Beim Anmoor handelt es sich um einen wechselnd stark organischen Boden dunkelbraun-oliver bis schwarzer Farbe. Nach der Kornverteilung ist der Boden als sandiger, kiesiger Schluff mit geringen Tongehalten zu beschreiben. Die Konsistenz wurde im Gelände als weich eingeschätzt.

Anmoor ist ein sehr gering tragfähiger Untergrund, der vor allem bei Wasserentzug ein hohes Setzungspotenzial besitzt und in hohem Maße frost- und nässeempfindlich ist.

Geschiebelehm (Homogenbereich D)

Beim Geschiebelehm / Geschiebemergel handelt es sich um ein unsortiert vom Eis abgelagertes Sediment, bei dem Grobkomponenten jeder Größenordnung in eine bindige Grundmasse eingelagert sind. Die Grobkomponenten bauen kein stützendes Korngerüst auf; die geotechnischen Eigenschaften werden von der bindigen Matrix bestimmt (matrixgestützter Diamikt).

Der Geschiebelehm ist ein sandiger bis stark sandiger Schluff mit geringen Tongehalten. Der Anteil an Grobkomponenten variiert auf engem Raum stark; es wurden sowohl kiesarme Schichten mit nur einzelnen Geröllen angetroffen als auch kiesreichere Bereiche, die auch einzelne größere Steine und Blöcke aufweisen. Der Geschiebelehm weist unterschiedliche Farbtöne auf; zumeist herrscht eine gelbliche graue oder bräunliche Färbung vor.

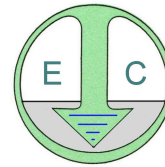
Der Geschiebelehm ist bereichsweise stark durchfeuchtet. Die an mehreren Bodenproben durchgeführten Wassergehaltsanalysen ergaben zwischen 15,0 Massen-% und 21,0 Massen-% in der Gesamtfraktion und zwischen 16,9 Massen-% und 21,5 Massen-% in der Fraktion < 2 mm (Anlage 3.1). Die Konsistenz bewegt sich nach manueller Prüfung überwiegend zwischen weich und steif. In stärker durchfeuchteten oder von Schichtwasserzuflüssen aufgeweichten Zonen kann erfahrungsgemäß auch breiige Zustandsform auftreten.

Geschiebelehm ist ein stark frost- und nässesensibler Boden. Er ist in weicher oder sogar breiiger Form als gering tragfähig einzuschätzen; mit steifer bzw. zunehmend festerer Konsistenz verbessern sich seine bautechnischen Eigenschaften.

Moränenkies (Homogenbereich E)

Der graugelbe, seltener rotbraune Moränenkies wurde als sandiger bis stark sandiger, weitgestufter Kies mit schwankenden Feinkorngehalten angetroffen. Nach der in Anlage 3.2 dargestellten Körnungslinie enthält eine Bodenprobe einen Schlämmerkornanteil von 16,5 Massen-%, es können jedoch auch schwach schluffige Bereiche oder Sandlinsen mit höheren Schluffanteilen vorkommen. Der Moränenkies enthält in bereichsweise hohem Umfang Steine; auch wurden einzelne größere Blöcke mit Kantenlängen bis zu 40 cm registriert.

Der Lagerungszustand des Moränenkieses ist nach der Rammsondierung DPH3 zu schließen mitteldicht bis dicht (vgl. Tabelle 1). Extreme Schlagzahlspitzen etwa $N_{10} > 50$ sind auf eingelagerte Steine und Blöcke zurückzuführen. DPH3 musste an einem solchen Blockhindernis eingestellt werden.



In Abhängigkeit vom Schlämmkorngehalt handelt es sich beim Moränenkies um einen schwach durchlässigen bis durchlässigen Boden. Schwach schluffige Bereiche besitzen im Allgemeinen eine ordentliche bis gute Wasserdurchlässigkeit, während stark feinkornreiche Varianten was-serhemmende Eigenschaften aufweisen können.

Der korngestützte Diamikt bildet in mindestens mitteldichter Lagerung einen gut tragfähigen, nur wenig kompressiblen Untergrund, der allerdings bei erhöhten Feinkornanteilen frost- und nässeempfindlich ist.

Tabelle 1: Lagerungsdichte / Schlagzahlen DPH für weitgestufte Kies-Sand-Gemische nach DIN 4094 / DIN 1055-2

Lagerungsdichte		über Grundwasser N ₁₀	im Grundwasser N ₁₀
Locker	0,15 < D ≤ 0,30	0 - 7	0 - 2
Mitteldicht	0,30 < D ≤ 0,50	8 - 17	3 - 10
Dicht	0,50 < D ≤ 0,75	> 17	> 10

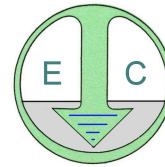
Beckensand (Homogenbereich F)

Der Beckensand ist ein feinkörniges Sediment, das während der Kaltzeiten in Eisrandstauseen zum Absatz kam und oft eine Feinschichtung bzw. Lamellierung aufweist. Er tritt im Untersuchungsgebiet teilweise als schluffiger Sand, teilweise als Grobschluff-Feinsand-Gemisch mit geringen Tongehalten in Erscheinung. Die graue bis gelbgraue Schicht enthält nur lokal einzelne Gerölle; in manchen Bereichen weist die Beckenablagerung verflüssigungswillige Tendenzen auf. Der stark feuchte Beckensand liegt in SG6 in lockerer bis mitteldichter Lagerung vor (vgl. Tabelle 2).

Der Beckensand reagiert empfindlich auf Feuchtigkeit und Frost. Er ist als mäßig tragfähiger, schwer zu entwässernder Untergrund zu beurteilen.

Tabelle 2: Lagerungsdichte / Schlagzahlen DPH für enggestufte Sande nach DIN 4094 / DIN 1055-2

Lagerungsdichte		über Grundwasser N ₁₀	im Grundwasser N ₁₀
Locker	0,15 < D ≤ 0,30	0 - 4	0 - 2
Mitteldicht	0,30 < D ≤ 0,50	5 - 11	3 - 7
Dicht	0,50 < D ≤ 0,75	> 11	> 7



Geschiebemergel (Homogenbereich G)

Im Untersuchungsgebiet tritt der gelbgraue bis graue Geschiebemergel als sandiger bis stark sandiger, kiesiger Schluff auf. Größere Steine kommen nur in mäßigem Umfang vor; mit einzelnen großen Blöcken und Findlingen ist erfahrungsgemäß ebenfalls zu rechnen.

Die Konsistenz des matrixgestützten Diamikts wurde nach manueller Prüfung mit halbfest beurteilt. Übergänge zu festem Zustand ähnlich einem mürben Fels sind möglich.

Der Geschiebemergel bildet einen gut tragfähigen, setzungsarmen Baugrund. Er ist allerdings als anfällig gegenüber Nässe und Frost einzuschätzen, da bei Wasserzutritten die Festigkeit durch das Aufweichen und die damit verbundene weichere Konsistenz rasch herabgesetzt wird, so dass aus dem ehemals tragfähigen Untergrund ein setzungsanfälliger Boden wird.

4 Erdbautechnische Klassifizierung, Bodenkennwerte

Die erdbautechnische Klassifizierung der erschlossenen Böden ist wie folgt zusammenzustellen:

Tabelle 3: Erdbautechnische Klassifizierung

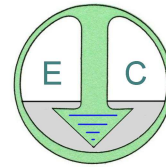
	Bodengruppe DIN 18196 06/2006	Bodenklasse ^{A)} DIN 18300 09/2012	Bodenklasse ^{B)} DIN 18301 09/2012	Frostempfindlichkeit ZTVE-StB 17
Verwitterungs-/ Schwemmlehm	TL, (TM) ¹⁾	4, (5) ²⁾ , (2) ³⁾	BB2, (BB1) ³⁾ , (BS1, BS3, Blöcke > 0,6 m)	F3
Amoor	OU, TL	4, (2) ³⁾	BB2, (BB1) ³⁾ , BO1	F3
Geschiebelehm	TL, ST*, SU*	4, (2) ³⁾ , (5-7) ^{1) 4)}	BB2, (BB1) ³⁾ , BS1-4, Blöcke > 0,6 m	F3
Moränenkies	GU, GU* (X, Y)	3, 4, (5-7) ^{1) 4)}	BN2, BN1, BS1-4, Blöcke > 0,6 m	F2, F3
Beckensand	SU*, ST*	4, (2) ³⁾	BN2, (BB1-2)	F3
Geschiebemergel	TL, ST* (X, Y)	4, (5-7) ^{1) 4)}	BB3, (BB2), BS1-4, Blöcke > 0,6 m	F3

¹⁾ Erfahrungsgemäß liegen auch mittelplastische Varianten vor.

²⁾ Bkl. 5 bei bis zu 30 Gew.-% Steinen bis 0,1 m³ Rauminhalt

³⁾ lokal in breiiger Konsistenz oder bei verflüssigungswilligen Sanden

⁴⁾ Bkl. 6 bei mehr als 30 Gew.-% Steinen bis 0,1 m³ Rauminhalt, Bkl. 7 bei Steinen und Blöcken über 0,1 m³ Rauminhalt



- A) Anm.: Nach DIN 18300 sind seit der Ausgabe 09/2016 Homogenbereiche anzugeben, die in unserem Gutachten durch die gewählte, geologisch orientierte Schichtenfolge abgedeckt sind. Bodenklassen sind nicht mehr enthalten. Da der überwiegende Teil der am Bau Beteiligten mit den „alten“ Bezeichnungen vertraut ist und diese auch bevorzugt für die Kalkulation und Arbeitsvorbereitung benutzt, wird diese Klassifizierung informativ weiter beibehalten. Gegebenenfalls können von uns in Zusammenarbeit mit dem Ausschreibenden auch gewerkspezifische Homogenbereiche erarbeitet werden.
- B) Anm.: Für die DIN 18301 gibt es ebenso seit der Ausgabe von 09/2016 Homogenbereiche. Hier gilt das oben Genannte sinngemäß.

Für erdstatische Berechnungen dürfen die nachfolgend aufgeführten, geschätzten Bodenkennwerte angesetzt werden.

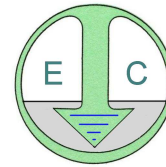
Tabelle 4: Bodenkennwerte (charakteristisch)

	Wichte (feucht/u. Auftrieb) γ_k/γ'_k (kN/m ³)	Reibungs- winkel ϕ'_k (°)	Kohäsion c'_k (kN/m ²)	Steifemodul $E_{s,k}$ (MN/m ²)
Verwitterungs-/ Schwemmlehm	18/8-19/9	22,5-25	1-3	2-5
Amoor	16/6-17/7	15-20	0-1	0,25-1
Geschiebelehm	18/8-20/10	25-27,5	2-4	5-10
Moränenkies, locker	18/10-19/11	30-32,5	0-1	10-20
Moränenkies, mitteldicht	19/11-21/13	32,5-35	0-1	20-40
Moränenkies, dicht	21/13-22/14	35-37,5	0-2	40-80
Beckensand	19/9-20/10	27,5-30	0-1	10-15
Geschiebemergel	20/10-21/11	25-27,5	4-8	20-40

Das untersuchte Gebiet ist im Hinblick auf Erdbeben geotechnisch wie folgt einzustufen:

Tabelle 5: Erdbebenklassifizierung nach DIN 4149 / DIN EN 1998-1 + NA

Erdbebenzone	Untergrundklasse	Baugrundklasse
1	S	C



5 Grundwasserverhältnisse

Der Zulauf von Grundwasser zu den Baggerschürfen ist in Anlage 2, dargestellt. Im Schurf SG1 wurde eine 2“-Grundwassermessstelle eingerichtet. In den Sondierkanal DPH1 wurde eine temporäre 1“-Röhre eingebracht. Die Wasserstände in den Messstellen wurden im Rahmen einer Stichtagsmessung am 12.03.2020 gemessen. Die Wasserstandsbeobachtungen sind wie folgt zusammenzustellen:

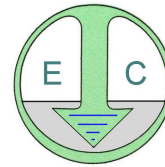
Tabelle 6: Grundwasserbeobachtung

Messstelle	Gw angetroffen (03.12.2019)		Gw nach Arbeitsende (03.12.2019)		Ruhewasserspiegel am 12.03.2020	
	m u. Gel.	m NN	m u. Gel.	m NN	m u. Gel.	m NN
SG1/19	1,40	628.13	1,50	628.03	---	
	2,80	626.73				
RP1/19	---		---		1,23	628.30
SG2/19	2,80	626.23	1,80	627.23	---	
SG3/19	---		3,40	625.18	---	
SG4/19	Kein Wasserzulauf				---	
SG5/19	---		3,10	627.98	---	
SG6/19	3,40	625.66	---		---	
DPH1/19	---		4,75	624.09	1,65	627.19

Die hydrogeologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet sind wie folgt zu beschreiben:

Bei den oben aufgeführten Wasserzutritten handelt es sich teilweise um nur geringfügige Schichtwasserzutritte, teilweise aber auch um kräftige Grundwasserzutritte, die sich im offenen Schurf rasch zu einem konstanten Wasserspiegel einspiegelten. Der Hauptgrundwasserleiter im Untersuchungsgebiet ist der meist gut durchlässige Moränenkies, allerdings können auch die Beckensande bei geringen Schlämkkorngehalten eine mäßige Durchlässigkeit aufweisen. Die Deckschichten aus Verwitterungslehm, Schwemmlehm und Anmoor sind nur gering wasserdurchlässig. Auch die Bodenarten Geschiebelehm und Geschiebemergel sind vor allem in grobkornarmen Varianten als Grundwassergeringleiter einzuschätzen, wobei kiesreiche Varianten bzw. Übergänge in den Moränenkies durchaus eine gewisse Wasserdurchlässigkeit aufweisen.

In den Untergrund einsickerndes Niederschlagswasser sickert bis zur jeweiligen Oberfläche wasserhemmender Zwischenschichten ab, staut sich dort temporär ein oder fließt deren Gefälle folgend als Schichtwasser ab. Im Projektgebiet wechseln sich wasserdurchlässige und wasserhemmende Schichten engräumig ab, so dass davon auszugehen ist, dass wasserführende Moränenkiese und Beckensande teilweise in hydraulischem Kontakt stehen und die wasserhemmenden Geschiebelehme und –mergel nicht immer zusammenhängende Stauhorizonte ausbilden.



den. In den wasserführenden Abschnitten herrschen im Allgemeinen gespannte Grundwasser-
verhältnisse vor. In Abhängigkeit von Ausbildung, Erstreckung und Raumlage derartiger Zonen
kann der Wasserandrang beim Anschneiden in der Baugrube unterschiedlich stark sein. Kleine-
re, isolierte Linsen „bluten“ unter Umständen rasch aus; ausgedehnte Adern können auch per-
manenten Wasserzulauf ermöglichen.

Somit muss im Zuge der Baumaßnahme in unterschiedlichen Tiefen, insbesondere im An-
schluss an Niederschläge, mit unterschiedlich starken Wasserzutritten gerechnet werden. Da-
bei dürfte der obere Teil des Geländes eher wasserarm sein, während im tiefer gelegenen Teil
des Projektgebiets ein teils erheblicher Wasserandrang festgestellt wurde. Die Wasserspiegel-
beobachtungen lassen darauf schließen, dass im tiefer gelegenen Teil die Kies- und Sand-
schichten weitgehend wassergesättigt sind und ein zusammenhängender Grundwasserspiegel
bei ca. 627-628 m NN vorliegt. Dieser Grundwasserhorizont dürfte auch für die Ausbildung des
anmoorigen Bereichs ursächlich gewesen sein, der später durch abgeschwemmte Massen aus
dem höheren Hang überdeckt wurde. Da die benachbarte Böschung keine auffälligen Was-
seraustritte aufweist, ist die Böschung derzeit offensichtlich durch eine Lehmdeckschicht weit-
gehend abgedichtet. Unweit nördlich des Projektgebiets und auch am südlichen Ortsrand von
Boms existieren jedoch Quellaustritte, die diesem Grundwasserhorizont zuzuordnen sind.

6 Bestimmung der Durchlässigkeit

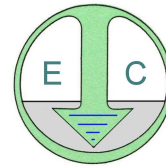
Zur Ermittlung der Durchlässigkeiten in den oberflächennahen Schichten waren Eingießversu-
che geplant. Diese kamen jedoch nicht zur Ausführung, da die oberflächennah angetroffenen
Schichten im Bereich der geplanten Versickerungseinrichtungen – im Wesentlichen der Verwit-
terungs- / Schwemmelhm sowie Anmoor und Geschiebelehm – augenscheinlich zu gering
durchlässig sind, so dass eine Versuchsdurchführung in diesen Schichten obsolet war. Versu-
che im Moränenkies wurden aufgrund der größeren Tiefenlage aus arbeitstechnischen Sicher-
heitsgründen nicht durchgeführt.

Die Durchlässigkeit des Moränenkieses wurde über Körnungslinien nach den Formeln von
BEYER und USBR ausgewertet (siehe Anlagen 3.2.1-2). Es ergaben sich folgende Durchlässig-
keitsbeiwerte:

Moränenkies: k_f (Beyer) = $2,8 \cdot 10^{-6}$ m/s

k_f (USBR) = $2,3 \cdot 10^{-5}$ m/s

Der Moränenkies ist demnach als durchlässiger Boden im Sinn von DIN 18130 einzustufen. Die
Tendenz geht allerdings in Richtung geringer Wasserdurchlässigkeit.



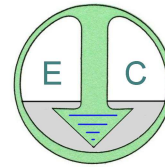
7 Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten

Eingangsparameter

- Eingangsvoraussetzung für die Errichtung von Versickerungsanlagen ist, dass sich im Einflussbereich keine Verunreinigungen, insbesondere Altlasten mit hohem Freisetzungspotential befinden, die nachteilige Veränderungen des Grundwassers hervorrufen können.
- Die Versickerung von Niederschlagswasser setzt weiterhin einen ausreichenden Abstand von der Grundwasseroberfläche voraus. Die Mächtigkeit des Sickerraums soll im Normalfall mindestens 1 m betragen, das heißt, es ist ein Abstand von 1 m zum mittleren höchsten Grundwasserstand einzuhalten.
- Der Untergrund muss die anfallenden Sickerwassermengen aufnehmen können. Die Aufnahme kann direkt erfolgen oder verzögert über ein ausreichend dimensioniertes Speichervolumen der Sickeranlage. Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 soll der Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens, in dem die Versickerung geplant ist, zwischen $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ und $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen.

Beurteilung

- Nach den ausgeführten Untersuchungen ist der altlasttechnische Aspekt nicht relevant.
- Von den anstehenden Bodenschichten erfüllt nur der Moränenkies gerade noch die o.g. Vorgaben an die Durchlässigkeit. Die anderen Bodenarten sind als zu gering durchlässig einzuschätzen.
- Der Abstand zum Grundwasserspiegel ist angesichts der in Tabelle 6 genannten Flurabstände problematisch. Falls an der Versickerung festgehalten werden soll, müssen die Muldensohlen etwa auf Höhe des aktuellen Geländes angelegt werden und darunter ein hydraulischer Anschluss an den Moränenkies über durchlässige, kiesgefüllte Sickerschlote / Kiesrigolen, die die überdeckenden Schichten durchstoßen, bewerkstelligt werden. Das Sickerwasser ist zuvor über einen Retentionsbodenfilter zu reinigen.
- Da die Ausdehnung der Kiesschichten und damit deren Aufnahmekapazität nicht bekannt ist, ist auf jeden Fall ein Notüberlauf mit gesichertem Vorflutanschluss vorzusehen.
- Mit der konzentrierten Einleitung von Niederschlagswasser in die wassergesättigten Kiesschichten erhöht sich der hydraulische Druck in diesem Bereich. Wie sich dies auf die nahegelegene Böschung auswirkt (Standicherheit, Wasseraustritte), ist derzeit unklar.
- Unter diesen Voraussetzungen wird empfohlen, auf die Versickerung zu verzichten und das Niederschlagsmanagement über Retentionsmulden und verzögerte Ableitung zur Vorflut zu bewältigen.



8 Geotechnische Standortbeurteilung

8.1 Baugebiet und Baugrund

In den Anlage 1.3 ist eine erste Entwurfsskizze [U1] des Baugebietes (Erschließungsstraße, Grundstücke, Bauwerksanordnung) im Grundriss dargestellt. Die Erschließung der drei Grundstücke erfolgt über eine kurze Verlängerung der Kirchstraße und eine Wendepalte. Die Wendepalte ist auf dem Niveau von 633,4 m NN angedacht, die Gebäude (EFH) sollen nochmal etwas höher liegen als die Wendepalte. Der Anlage 1.3 kann ebenfalls der erste Entwurf einer Schmutz- und Regenwassertrassierung entnommen werden. Die Kanalmaßnahmen finden vorwiegend - bis auf eine Regenwassertrasse, die die Entwässerung der Straße gewährleistet - im Grünland (Garten), also östlich der Bauwerke statt. Die Regenwasserableitung soll in zwei östliche Retentions- bzw. Versickerungsbecken erfolgen. Der Schmutzwasserkanal verläuft östlich entlang der Bebauungsgrenze und schließt südöstlich an einen bestehenden Schmutzwasserkanal an (siehe Anl. 1.3). Über die Höhe der geplanten Kanäle ist derzeit noch nichts bekannt.

Detaillierte Planungen zur Ausbildung der Bebauung und der Kanalmaßnahmen liegen noch nicht vor. Nachfolgend wird in allgemeiner Form auf den Kanal- und Straßenbau sowie auf grundsätzliche Angaben zur Gebäudegründung eingegangen. Im Zuge der weiteren Planungen sind die folgenden Aussagen zu verifizieren.

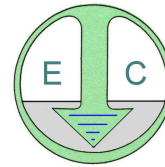
Bautechnisch lässt sich der Baugrund vereinfacht in vier Einheiten unterteilen:

- Anmoor (sehr gering tragfähig),
- Schwemmlehm, Verwitterungslehm, weichkonsistenter Geschiebelehm, wassergesättigte Beckensande (gering tragfähig),
- steifkonsistenter Geschiebelehm, Beckensande (mäßig tragfähig),
- locker gelagerter Moränenkies (tragfähig),
- Geschiebemergel bzw. mitteldichter Moränenkies (gut tragfähig).

Im Bereich der Erschließungsstraße / Wendepalte (SG4) ist der tragfähige Moränenkies der maßgebliche Untergrund. Im Bereich der Gebäude / Bauwerksgründung (SG5) wird der gering bis mäßig tragfähige Geschiebelehm der maßgebliche Untergrund sein. Für die Kanalarbeiten (Sickerbecken), welche vorwiegend an der Ostseite des Baugebiets stattfinden (SG1-2-3-6), ist prinzipiell von ungünstigeren Baugrundverhältnissen - wasserführende Beckensande / Kies-schichten, sehr gering tragfähige Anmoorlagen - auszugehen.

Im Bereich der Moräne ist mit Sicker- und Schichtwasserzutritten unterschiedlicher Intensität zu rechnen. In den östlich gelegenen Beckensanden und Moränenkiesen ist von Grundwasserführung auszugehen. Das bedeutet, das Grundwasser spielt in Bezug auf das Bauvorhaben vor allem bei den östlichen Kanalmaßnahmen eine maßgebende Rolle.

Zudem sind größere Wassermengen durch das Oberflächen-/Hangwasser zu erwarten, womit dem Hangwasserschutz und der Ableitung von Niederschlagswasser Beachtung zu schenken ist.



8.2 Allgemeine Empfehlungen zur weiteren Erschließungsplanung

Die drei Bauwerke können voraussichtlich nur mit Unterkellerung sinnvoll ausgeführt werden. Im Westen muss dabei das Untergeschoss ins Gelände einschneiden und angefüllt werden. Im Osten wird das Untergeschoss weitgehend „ebenerdig“ in den Garten führen.

Es wird empfohlen, die Wendeplatte und damit die EFH der Bauwerke möglichst tief zu legen. Zum einen kommt dadurch das Erdplanum beim Straßenbau voraussichtlich in den tragfähigen Moränekies zu liegen, zum anderen kann dadurch die Auffüllhöhe reduziert werden. Zudem werden dadurch günstigere Bedingungen für die Gebäude (Vermeiden von Aufschüttungen, Aushubentlastung etc.) erzielt.

Des Weiteren wird empfohlen, die Kanaltiefen möglichst oberflächennah (minimale Verlegetiefen) zu planen und auszuführen, um wenig in grundwasserführende Schichten einzuschneiden, damit Wasserhaltungsmaßnahmen, vor allem in den verflüssigungswilligen Beckensanden so gering wie möglich gehalten werden.

8.3 Kanalbau

Aushub und Grabensicherung

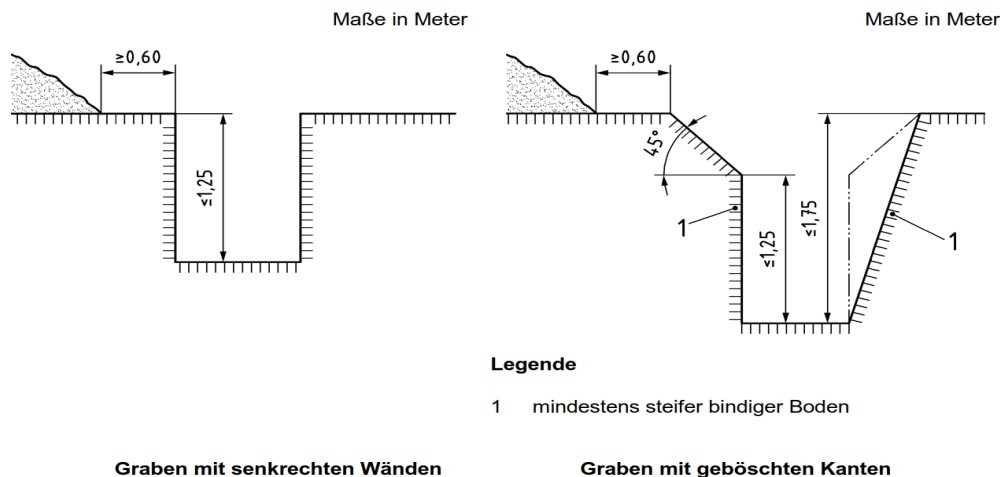
Schmutz- und Regenwasserkanal werden größtenteils im unbefestigten Gelände (Garten / Grünflächen) im Geschiebelehm zu liegen kommen. Ausnahme sind wenige Haltungen des Regenwasserkanals in der Erschließungsstraße, welche voraussichtlich im Moränekies ausgeführt werden.

Wie bereits im Kapitel 8.2 genannt und begründet, wird empfohlen, die Kanaltiefen möglichst gering zu halten. Sofern Gräben und Gruben in die wasserführenden Schichten - insbesondere in wasserführende Beckensandschichten – einschneiden, ist von deutlich erhöhtem Aufwand bei der Leitungsverlegung auszugehen (Wasserhaltungsmaßnahmen, ggf. Vakuumverfahren zur Entwässerung der Beckensandschichten; zusätzliche Maßnahmen zur Rohrgründung etc.).

Zudem ist zu berücksichtigen, dass keine Leitungsverlegung über bzw. in den Anmoorschichten (SG2-6) erfolgt, da diese Schichten deutliche Setzungen bewirken können, was zu entsprechenden Schäden führen kann. Diese organischen Schichten sind in jedem Fall unter dem Kanal auszutauschen.

Die Ausbildung der Baugrundsichten kann den Baugrundprofilen der Anlagen 2.1-6 entnommen werden. Die erdbautechnische Klassifikation (Bodenklasse nach DIN 18300, Frostempfindlichkeit) ist in der Tabelle 3 (Kap.4) zusammengestellt.

Gräben bis zu einer Tiefe von 1,75 m und außerhalb des Einflussbereichs von Grund- und Sickerwasser sowie unter Berücksichtigung der in der DIN 4124 genannten Randbedingungen können gemäß den nachfolgenden Abbildungen (Auszug DIN 4124) ausgebildet werden.

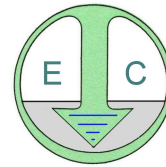


Bei tieferen Gräben darf in den anstehenden Böden oberhalb des Grundwassers und außerhalb des Lasteinflusses von Bauwerken und Verkehrsflächen unter einer Neigung von $\leq 45^\circ$ in den Deckschichten, Moränenkiesen / Beckensanden bzw. $\leq 60^\circ$ im mindestens steifen Geschiebelehm und -mergel bis zu einer Tiefe um 3 m frei geböscht werden.

Bei Schichtwasseraustritten sind die Böschungen in den betroffenen Bereichen weiter abzuflachen oder konstruktiv zu sichern (Stützscheiben aus Einkornbeton, Auflastfilter auf Geotextil o.ä.). Die Böschungsoberflächen sind mit Folien vor Witterungseinflüssen zu schützen. DIN 4124 ist zu beachten.

Alternativ sind die Kanalgräben im Schutze eines senkrechten Verbaus (Verbautafeln) herzustellen. Um Bodeneinbrüche von außen in die Baugrube hinein bzw. seitliche Bodenauflockerungen so gering wie möglich zu halten, ist der Verbau möglichst dem Aushub vorausseilend abzusenken bzw. zügig (spätestens nach 0,5 m vorausseilendem Aushub) nachzuführen.

Sofern Gräben und Gruben in wasserführende Schichten einschneiden bzw. diese durchfahren, sind Wasserhaltungsmaßnahmen bzw. zusätzliche Aufwendungen einzukalkulieren. In Kiesschichten ist eine vorausseilende offene Wasserhaltung (Pumpensümpfe, Absetzbecken etc.) einzusetzen. Bei wasserführenden Beckensandschichten, welche nur schwer entwässerbar sind, wird eine Vakuumwasserhaltung erforderlich. Alternativ kann versuchsweise mit einem Verbau und Aushub unter Wasser gearbeitet werden, wodurch die Beckensedimente in der Baugrubensohle gestört werden („Wasserbetteffekt“) und somit Mehraufwendungen für das Herstellen einer stabilen Rohrauflagerung notwendig sind. Eine Konkretisierung dieser erforderlichen Maßnahmen ist vorzunehmen, sobald feststeht, dass die Kanalmaßnahmen überhaupt ins Grundwasser einschneiden, was in der weiteren Planung zu verifizieren und im besten Fall zu vermeiden ist.



Hinzuweisen ist noch auf die Frost- und Nässeempfindlichkeit der bindigen Böden, weshalb die Arbeiten möglichst bei günstiger Witterung auszuführen sind bzw. immer nur so viel auszuheben ist, wie auch umgehend wieder überbaut / versiegelt werden kann.

Generell ist die DIN 4124 zu beachten.

Grabensole, Wasserhaltung

Sofern erdfeuchter Moränenkies in der Kanalsohle ansteht, ist dieser nachzuverdichten. Aufgeweichte Bodenpartien bzw. weichkonsistente bindige Böden (Molasseschluffe) in der Kanalsohle sind auszutauschen. Dabei wird die Grabensohle ungefähr 30 cm tiefer ausgehoben und mit einem gut kornabgestuften Kies-Sand-Gemisch (Kieskoffer) aufgebaut und verdichtet. Sofern wegen des „schwammigen“ Untergrundes keine ordentliche Verdichtung des Kieskoffers möglich ist, kann vorher zur Sohlverbesserung ein allseitig gebrochener Schotter (Breckkorn z.B. 20/60) in die Grabensohle eingedrückt werden. Alternativ zum Kieskoffer kann eine ungefähr 15 cm starke Magerbetonschicht ausgeführt werden. Zur Wahrung ausreichender Filterstabilität ist zwischen Baugrund und Bodenersatzkörper ein Geotextil (GRK 4) einzulegen. Sofern Anmoor ansteht bzw. sich eine Anmoorschicht unter der Kanalsohle befindet, ist diese, wie bereits erwähnt, vollständig auszutauschen.

Die Gründung / Bettung erfolgt dann auf einer Ausgleichsschicht nach DIN EN 1610. Die Bettung der Rohrleitung entspricht Typ 1 der DIN 1610.

Vorsorglich sind zur Verhinderung von Längsentwässerungseffekten im Abstand um 50 m Querriegel (Magerbeton, Lehmschlag) anzuordnen.

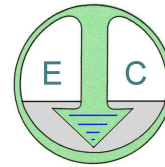
Wenn der Kanalbau nicht ins Grundwasser einschneidet, beschränkt sich die Wasserhaltung weitgehend auf die Ableitung von Hang- und Tagwasser sowie geringerer Mengen an Schicht- und Sickerwasser. Bei Bedarf sind Pumpensümpfe zu setzen (Pumpleistung < 1 l/s).

Das entnommene Wasser ist über ein Absetzbecken zu führen, so dass hieraus keine Übertritte von Trübstoff in den Vorfluter zu befürchten sind. Die Wasserhaltung ist nach VOB Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Wasserhaltungsarbeiten – DIN 18305 zu betreiben. Das geförderte Wasser ist dementsprechend visuell und hinsichtlich des Geruchs zu prüfen, die Ergebnisse sind zu dokumentieren. Wasserhaltungsmaßnahmen sind behördlich zu genehmigen.

Grabenverfüllung

Das Material zur Verfüllung der Leitungszone und die Verdichtung sind auf das einzubauende Rohr abzustimmen. Üblicherweise wird hierzu Fremdmaterial (stark sandiger Kies mit einem Größtkorn von 20 mm oder hydraulisch gebundenes Material) verwendet. In der Leitungszone darf nur mit leichtem Verdichtungsgerät gearbeitet werden. In der Leitungszone ist ein Verdichtungsgrad von mindestens 97 % der einfachen Proctordichte zu erreichen.

Im Bereich von Verkehrsflächen ist für die Hauptverfüllung verdichtungsfähiges Material (z.B. Bodengruppen GW, GU bis GU* gemäß DIN 18196, erdfeuchter Zustand) bzw. der im Aushub anfallende Moränenkies, lagenweise bis auf mindestens 98 % der einfachen Proctordichte einzubauen. Die eingebauten Lagenstärken sollen in der Größenordnung von nicht mehr als



30 cm liegen. Die obersten zwei Lagen unter dem frostsicheren Oberbau von Verkehrsflächen sind mit mindestens 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Der Verdichtungserfolg ist nachzuweisen (statische Plattendruckversuche, Dichteprüfungen etc.). Es ist auf eine kraftschlüssige Verdichtung zum benachbarten Baugrund zu achten.

Größtenteils liegen die Leitungsgräben im Grünland (Wiese), weshalb es sich aus unserer Sicht hier anbietet, Aushubmaterial (mit Ausnahme des Anmoors) zu verwenden. Dabei ist dann mit deutlichen Eigensetzungen der Kanalgrabenverfüllung zu rechnen, was bei einer Nutzung als Wiese / Grünland unproblematisch sein dürfte. Um die Setzungen dennoch etwas zu begrenzen, sollte der Einbau lagenweise mit Verdichtung erfolgen. Es wird geraten, zumindest eine geringe Mindestanforderung z.B. 95 % der einfachen Proctordichte für den Einbau zu fordern. Wichtig ist, dass das Material, das zum Wiedereinbau verwendet werden soll, in geeigneter Weise zwischengelagert und vor Witterungseinflüssen geschützt wird (Abdecken oder bei bindigem Material Glattwalzen mit starkem Quergefälle). Wenn das empfindliche Aushubmaterial durch Niederschläge aufweicht, ist ein Wiedereinbau als kritisch zu sehen und selbst das Erreichen der geringen Anforderungen wird schwierig.

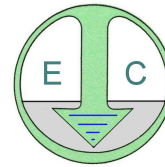
Für die Planung, Ausführung und Prüfung der Verfüllung sind die DIN EN 1610 sowie die ZTV E-StB zu beachten.

8.4 Straßenbau / Wendeplatte

Nach Abschub des ungefähr 20 cm bis 30 cm mächtigen Mutterbodens (Oberboden) steht im Bereich der Erschließungsstraße / Wendeplatte nach derzeitigem Niveau (OK Wendeplatte 633,4 m NN), abzüglich frostsicherer Straßenaufbau, voraussichtlich noch wenige Dezimeter starker Geschiebelehm als Deckschicht an, in dem das Verkehrswegeplanum zu liegen kommen dürfte. Bei den Feldarbeiten und Laborversuchen wurde der Geschiebelehm hinsichtlich der Konsistenz als weich angesprochen, die geländenahen Lehmschichten sind jedoch stark nässe- und frostempfindlich, weshalb sich der Wassergehalt und damit die Konsistenz im Laufe der Jahreszeiten verändern. In diesen gering bis mäßig tragfähigen Schichten ist das geforderte Mindestkriterium nach ZTV E (Verformungsmodul E_{v2} von mindestens 45 MN/m² im statischen Plattendruckversuch) ohne zusätzliche Maßnahmen nicht zu erreichen.

Unter der noch geringmächtig verbleibenden Deckschicht steht gut tragfähiger Moränenkies an. Sofern nicht ohnehin nach Verifizieren der Planung gemäß Kapitel 8.2 (Tieferlegung der Wendeplatte) das Planum bereits im Moränenkies zu liegen kommt, wird in jedem Fall empfohlen, die Deckschicht bis auf den Moränenkies auszuheben und den Verkehrsaufbau von diesem Niveau aus zu beginnen. Der Moränenkies ist vor dem Überbauen nachzuverdichten, dadurch sollte der geforderte E_{v2} -Wert voraussichtlich erreicht werden.

Für den Geländeaufbau (Bodenersatzkörper) bis auf Höhe des Erdplanums ist, sofern erforderlich, ein gut kornabgestufter, verdichtungsfähiger Kies-Sand (z.B. GW-GU nach DIN 18196, Wandkies nach Abtrennung von Steinen) zu verwenden. Das Material ist mit Verdichtung einzubauen, die Tragfähigkeit ist zu kontrollieren und nachzuweisen. Der Aufbau ist durch Testfelder zu prüfen und gegebenenfalls zu optimieren / zu verstärken.



Die ZTV E-StB ist bei der Planung und Ausführung zu beachten. Der frostsichere Straßenaufbau erfolgt nach RStO 12.

8.5 Gebäude / Gründung

Grundsätzlich ist zur Bemessung von Gründungen die DIN EN 1997 zu beachten.

Die frostsichere Mindesteinbindetiefe der Gründung ist in Boms mit $t \geq 1,0$ m anzusetzen.

Wie bereits genannt und begründet, macht aus unserer Sicht angesichts der „Hanglage“ und der angedachten Erschließungsplanung nur eine „unterkellerte“ Bauweise Sinn. Gemäß den im Plan eingetragenen EFH's (ca. 634 m NN) und einer Untergeschosshöhe von ca. 3 m kommt die Aushubsohle etwa auf dem jetzigen Geländeniveau zu liegen. Das heißt, in der Aushubsohle wird voraussichtlich Geschiebelehm anstehen. Bei den Feldarbeiten und Laborversuchen wurde der oberflächennahe Geschiebelehm hinsichtlich der Konsistenz als weich-steif angesprochen, wobei sich der Wassergehalt und damit die Konsistenz im Laufe der Jahreszeiten verändern. Die Deckschichten sind stark nässe- und frostempfindlich.

In den mäßig tragfähigen Geschiebelehmschichten, welche geringe Steifigkeiten aufweisen und dementsprechend bei Belastung mit Verformungen (Setzungen) reagieren, kommt eine Gründung ohne zusätzliche Maßnahmen nicht in Frage.

Hier bietet sich die Variante Flächengründung (biegesteife Bodenplatten auf Teilbodenersatzkörper) an. Bei dieser „schwimmenden“ Gründung werden einheitliche Gründungsbedingungen für das Tragwerk und die Fußböden geschaffen, was die auftretenden Setzungen „gleichmäßig“ verteilt.

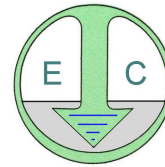
Vorab ist die Stärke eines Teilbodenersatzkörpers mit rund 1 m (gerechnet ab Unterkante Bodenplatte) abzuschätzen. Je nach Lage des Gebäudes im Baugebiet sowie der Bauwerkslasten wird die erforderliche Mächtigkeit des Teilbodenersatzkörpers noch variieren. Dies ist an jedem Standort und Bauwerk gesondert zu betrachten.

Der Bodenersatzkörper ist an den Rändern um das Maß seiner Stärke zu verbreitern (Lastausbreitung ca. 45°). Sofern sich die Baugrubensohle statisch nicht ordentlich nachverdichten lässt, ist eine dünne Lage Brechkorn (Körnung z.B. 20/40 mm) in die Sohle einzuwalzen und anschließend mit Trennvlies (GRK4) abzudecken.

Als Ersatzkörper eignet sich Frostschutzkies (Bodengruppe GW nach DIN 18196) womit voraussichtlich auch Frostschürzen entfallen können. Der Verdichtungsgrad ist mit 100 % der einfachen Proctordichte anzustreben. Der Ersatzkörper ist zu dränieren.

Alternative Gründungen wie Tiefenbodenverbesserung oder bei tragfähigem Moränenkies (vgl. SG1) eine Gründung auf Magerbetonvertiefungen (Brunnengründung) sind denkbar, jedoch ist dies an jedem Standort gesondert zu betrachten. An dieser Stelle wird auf die Grundwasserproblematik hingewiesen, welche bei Gründungsarbeiten zu berücksichtigen ist.

Beim Aushub der „Baugruben“ werden voraussichtlich keine bzw. nur geringe Mengen an Schicht- und Sickerwasser angeschnitten. Gegebenenfalls tritt jedoch Oberflächen- und Hang-



wasser in die Baugrube ein, weshalb zur Trockenlegung der Baugruben eine offene Wasserhaltung einzukalkulieren ist.

Baugrubenböschungen sind nach DIN 4124 auszubilden. In annähernd ebenem Gelände (Neigung kleiner 1:10) ohne Lasten im Einflussbereich der Böschung kann bis 3 m Baugrubentiefe unter 45° geböscht werden. Bei mindestens steifen bindigen Böden können Böschungswinkel bis 60° Neigung ausgeführt werden. Die Böschungen sind gegen Witterungseinflüsse mit Planen o.ä. zu schützen. Bei Schichtwasserzutritten sind ggf. Stützscheiben aus Einkornbeton zur Stabilisierung anzuordnen.

Selbst wenn die Baugrube während der Bauzeit trocken bleibt, können nach Starkregenereignissen bzw. jahreszeitlich bedingt Oberflächen-, Hang- und Schichtwasser auftreten, die sich in der Arbeitsraumverfüllung bei Unterkellerung in den bindigen Böden aufstauen und temporären Wasserdruck verursachen („Badewannen-Effekt“).

Der Feuchteschutz der Gebäude erfolgt gemäß DIN 4095 sowie DIN 18533.

DIN 4095 unterscheidet drei Fälle zur Festlegung der Drän- bzw. Abdichtungsmaßnahmen:

Fall a „Abdichtung ohne Dränung“ setzt stark durchlässigen Baugrund voraus ($k_f > 1 \times 10^{-4}$ m/s), was im Grundstücksbereich nicht der Fall sein wird und somit ausscheidet.

Fall b „Abdichtung mit Dränung“ setzt einen gesicherten (rückstaufreien) Vorflutanschluss voraus. Im Fall eines Trennsystems (Regenwasserkanal) sind Drainagen, welche genehmigungspflichtig sind, denkbar. Es gilt zu prüfen, ob die Drainage der einzelnen Grundstücke an den geplanten Regenwasserkanal angeschlossen werden kann / darf.

Fall c „Abdichtung ohne Dränung“ wird bei drückendem Wasser bzw. wenn eine Dränung nicht möglich / gewünscht ist angewendet. Erdberrührte Bauteile sind dann wasserdicht (z.B. WU-Beton-Bauweise) und auftriebssicher auszubilden.

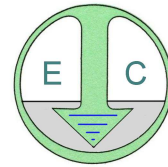
Aus geotechnischer Sicht wird der Fall b „Dränung“ empfohlen. Seitlich in die Hinterfüllung zu laufendes Oberflächen-, Schicht- oder Sickerwasser kann durch eine „Dränung“ mit freiem Auslauf abgelenkt oder, soweit genehmigungsfähig, an den Regenwasserkanal angeschlossen werden.

Sofern kein Anschluss an den Regenwasserkanal erfolgen kann / darf, kann die Dränung als sogenannte „Sickerpackung“ (Rigole / Notdränage) ohne Gefälle hergestellt werden.

Die Sickerpackung besteht aus einem Sickerrohr (vollgeschlitzte, stabile Stangenware z.B. DN 150), das mit gewaschenem Rollkies (Körnung z.B. 8/16 mm) und vollflächig mit einem Filtervlies (GRK 4) umhüllt wird.

Die Rohrleitung ist gemäß DIN 4095 mit Kontroll- / Spülschächten und rückstaufreiem Auslauf zu versehen. Wenn vor den Wänden Drän- und Filterelemente (z.B. Sickersteine mit Trennvlies o.ä.) mit hydraulischem Anschluss an die Sickerpackung hergestellt werden, kann der „Lastfall“ nichtstauendes Sickerwasser angesetzt werden.

Bei den Gebäuden kann unterhalb der Bodenplatte eine mindestens 15 cm starke kapillarbrechende Schicht aus Rollierung der Körnung 8/16 mm auf Vliesunterlage mit freiem Auslauf an-



geordnet werden, wenn nicht eine wasserdichte Bodenplatte gewählt wird. Andernfalls ist mit Bodenfeuchte unter der Bodenplatte zu rechnen.

Die Ausführung ist detailliert zu planen, sorgfältig herzustellen und zu prüfen. „Dränagen“ sind filterstabil gegen das umgebende Erdreich aufzubauen.

Die Bebauung ist in die Geotechnische Kategorie 2 gemäß DIN 1054 einzustufen. Diese umfasst Baumaßnahmen mit mittlerem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf die Bauwerke und den Baugrund. Es sind eine ingenieurmäßige Bearbeitung und rechnerische Nachweise der Stand-sicherheit und der Gebrauchstauglichkeit auf der Grundlage von geotechnischen Kenntnissen und Erfahrungen erforderlich.

8.6 Weitere Hinweise und Empfehlungen / Beurteilung der Bebaubarkeit

Der Mutterboden ist vor Beginn der Baumaßnahmen abzutragen. Er kann gegebenenfalls gelagert und anschließend zum Wiedereinbau für Landschaftsgestaltung (Bodenverwertung) verwendet werden. Die DIN 18915, sowie die DIN 19731 sind zu beachten. Oberboden/Mutterboden ist nach § 202 BauGB in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen.

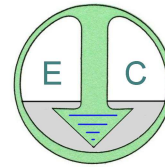
Besonders hinzuweisen ist nochmals auf die starke Frost- und Nässeempfindlichkeit der anstehenden Böden, die mit Entfestigung bzw. Verflüssigung auf Feuchtigkeitszutritt reagieren. Aushubsohlen in bindigen Böden sind daher nach Freilegung umgehend zu überbauen. Stark aufgeweichte Partien sind auszutauschen.

Abgetragenes Aushubmaterial kann, soweit unbelastet, ggf. für Geländemodellierungen (ohne statische Anforderungen) oder Baugrubenverfüllungen im unbefestigten Gelände verwendet werden. Dabei ist dann mit deutlichen Eigensetzungen zu rechnen, was bei einer Nutzung als Wiese / Grünland unproblematisch sein dürfte.

Material, das zum Wiedereinbau verwendet werden soll, ist in geeigneter Weise zwischenzulagern und vor Witterungseinflüssen zu schützen (Abdecken oder bei bindigem Material Glattwalzen mit starkem Quergefälle).

In Zusammenhang mit allen Erdarbeiten empfiehlt es sich, die Einhaltung der Richtlinien der ZTV E-StB einzufordern.

Für Aushub, der abgefahren werden soll, ist Folgendes anzumerken: gewachsener Boden kann gegebenenfalls bis zu einer Menge von 500 m³ mittels „einfacher“ Unbedenklichkeitserklärung einer Verwertung z.B. als Grubenverfüllung zugeführt werden. Über 500 m³ werden üblicherweise chemische Analysen erforderlich.



Zusammenfassend ist das Baugebiet aus geotechnischer Sicht als bebaubar zu bezeichnen. Sofern die Kanalbaumaßnahmen nicht in wasserführende Schichten einschneiden, sind diese Arbeiten im üblichen Rahmen zu sehen. Andernfalls ist mit deutlichen Mehraufwendungen (Wasserhaltungen ggf. mit Vakuumanlage) für die Kanalverlegung zu rechnen, welche nach Verifizierung der Planung mit Kanaltiefen noch zu konkretisieren wäre. Für die Bauwerksgründungen sind zusätzliche Aufwendungen zu erwarten, die jedoch im „üblichen“ Rahmen anzusiedeln sind. Die Bauwerksgründungen sind detailliert am Einzelobjekt zu planen.

Anm.: Es obliegt den vor Ort mit der Umsetzung der Baumaßnahme verantwortlich tätigen Fachkräften, die hier aufgeführten Angaben und Empfehlungen den technischen Regeln entsprechend umzusetzen, prüfen oder abnehmen zu lassen. Sofern im Zuge des Erdbaus die Baugrundverhältnisse gegenüber den Erwartungen abweichen oder sich Unklarheiten ergeben, ist in jedem Falle unser Büro zu Rate zu ziehen.

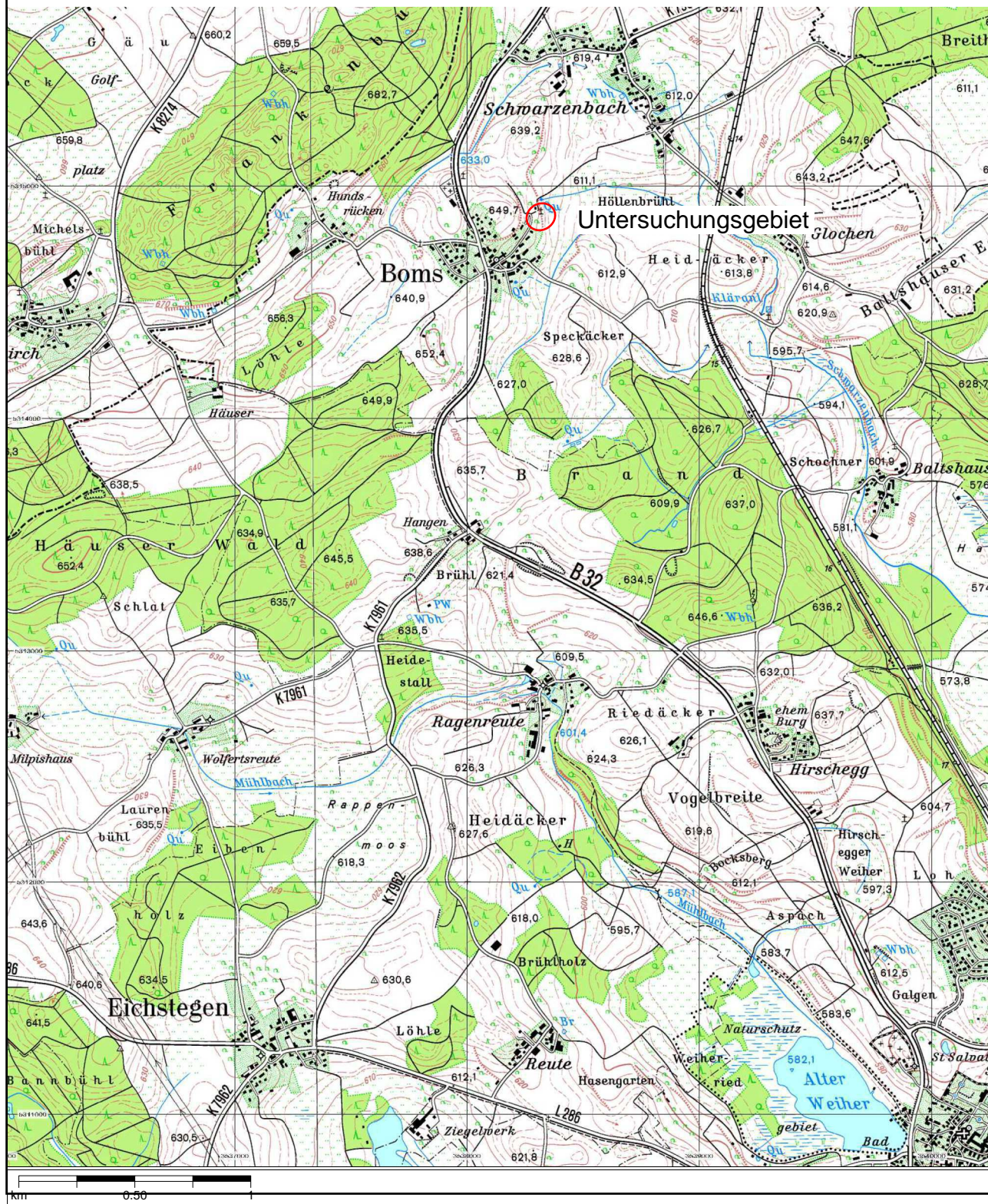
Projektbearbeiter: Dipl.-Geol. Peter Lath (Geologie)
M.Eng. Jörg Fischer (Geotechnik)
Dr.-Ing. Olaf Düser (Projektleiter)

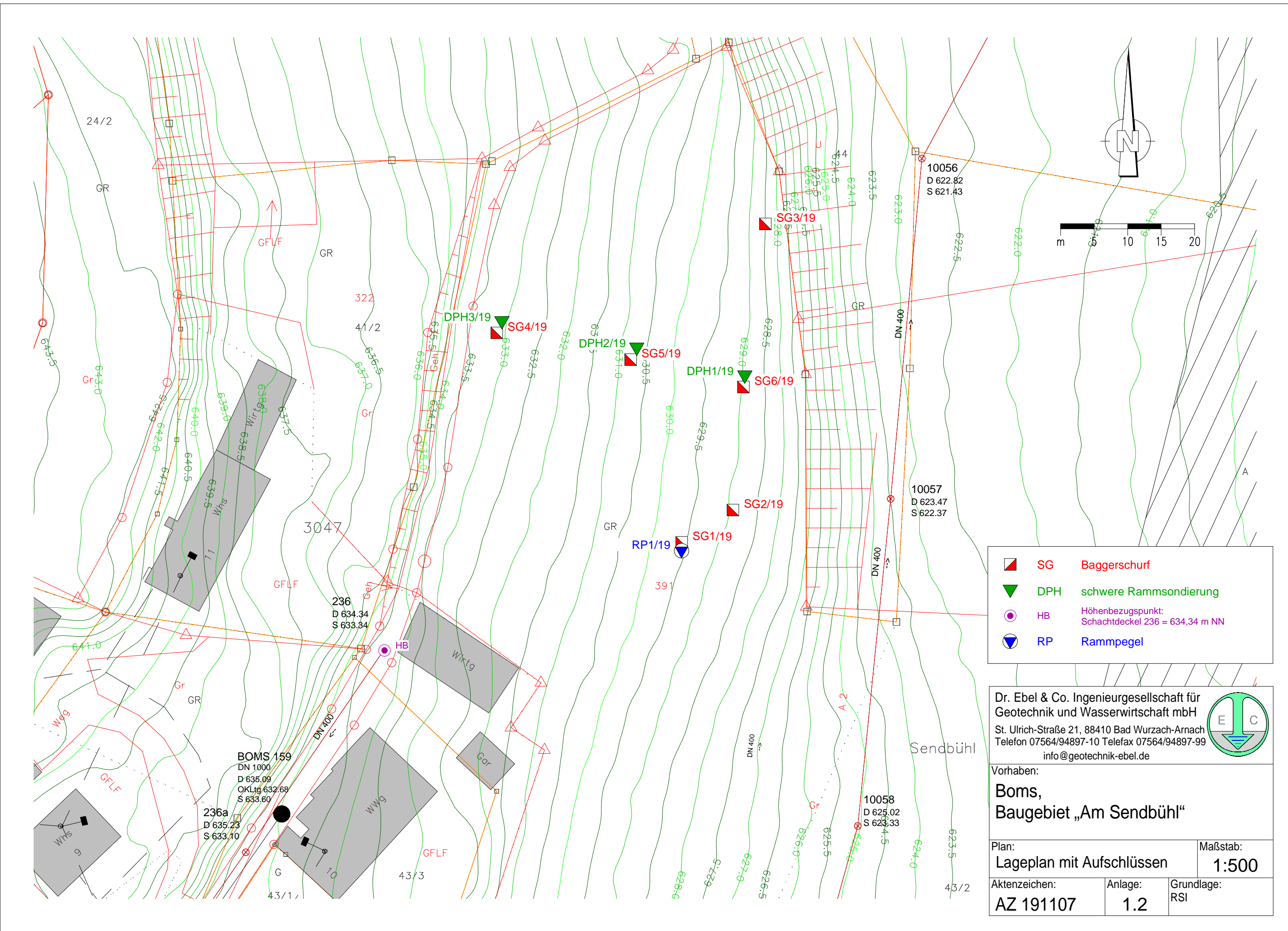
Dr. Ebel & Co. GmbH



Übersichtslageplan

Maßstab 1:25000





	SG	Baggerstich
	DPH	schwere Rammsondierung
	HB	Höhenbezugspunkt: Schachtdeckel 236 = 634,34 m NN
	RP	Rammpegel

Dr. Ebel & Co. Ingenieurgesellschaft für
 Geotechnik und Wasserwirtschaft mbH
 St. Ulrich-Straße 21, 88410 Bad Wurzach-Arnach
 Telefon 07564/94897-10 Telefax 07564/94897-99
 info@geotechnik-ebel.de

Vorhaben:
**Boms,
 Baugebiet „Am Sendbühl“**

Plan:
Lageplan mit Aufschlüssen

Maßstab:
1:500

Aktenzeichen: AZ 191107	Anlage: 1.2	Grundlage: RSI
-----------------------------------	-----------------------	-------------------

BOMS 159
 DN 1000
 D 635,09
 OKLtg 632,68
 S 633,60

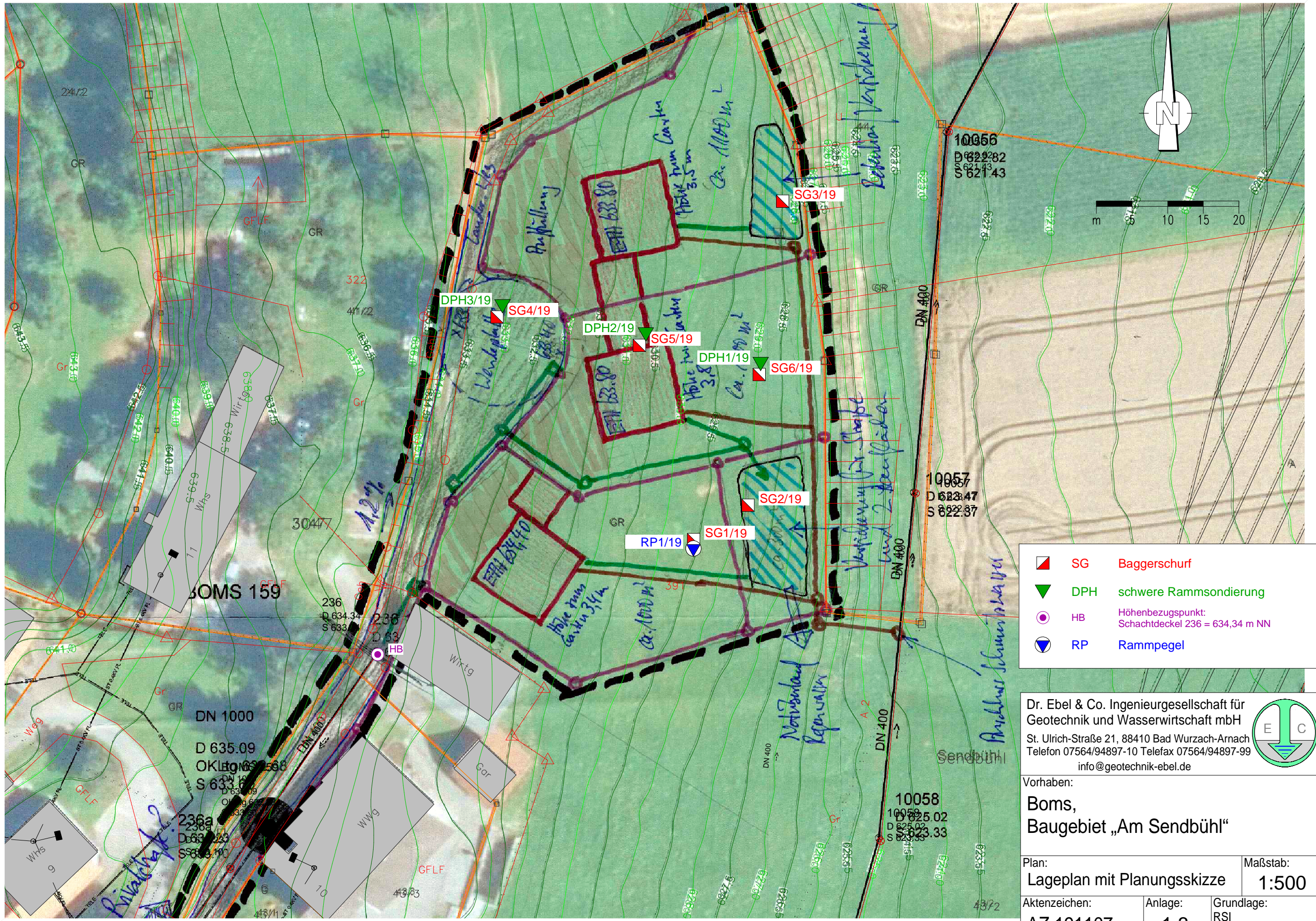
236a
 D 635,23
 S 633,10

236
 D 634,34
 S 633,34

10056
 D 622,82
 S 621,43

10057
 D 623,47
 S 622,37

10058
 D 625,02
 S 623,33



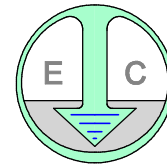
	SG	Baggerschurf
	DPH	schwere Rammsondierung
	HB	Höhen Bezugspunkt: Schachtdeckel 236 = 634,34 m NN
	RP	Rammpegel

Dr. Ebel & Co. Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Wasserwirtschaft mbH
 St. Ulrich-Straße 21, 88410 Bad Wurzach-Arnach
 Telefon 07564/94897-10 Telefax 07564/94897-99
 info@geotechnik-ebel.de

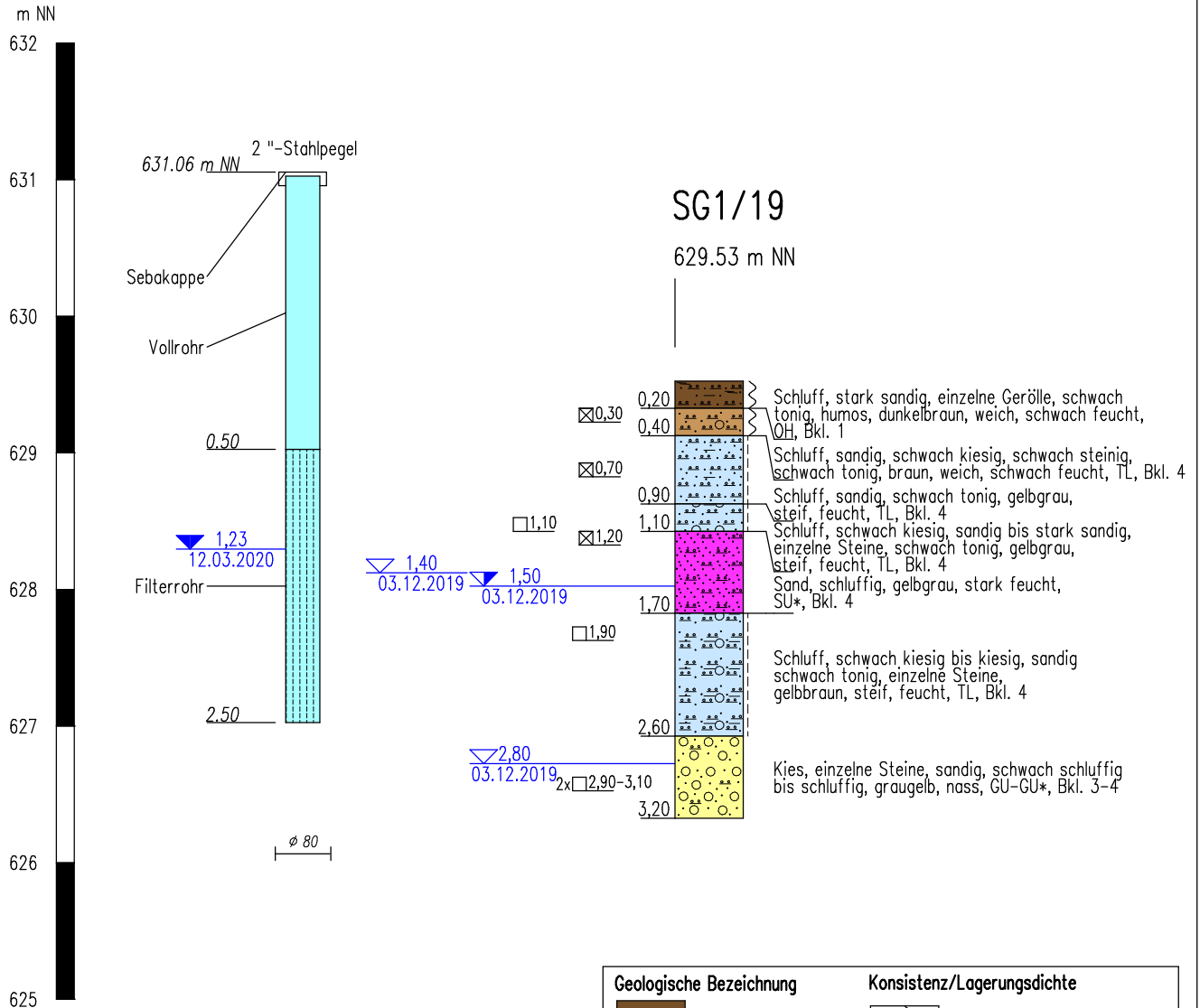
Vorhaben:
**Boms,
 Baugebiet „Am Sendbühl“**

Plan:
Lageplan mit Planungsskizze Maßstab:
1:500

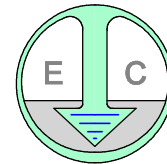
Aktenzeichen: AZ 191107	Anlage: 1.3	Grundlage: RSI
-----------------------------------	-----------------------	-------------------



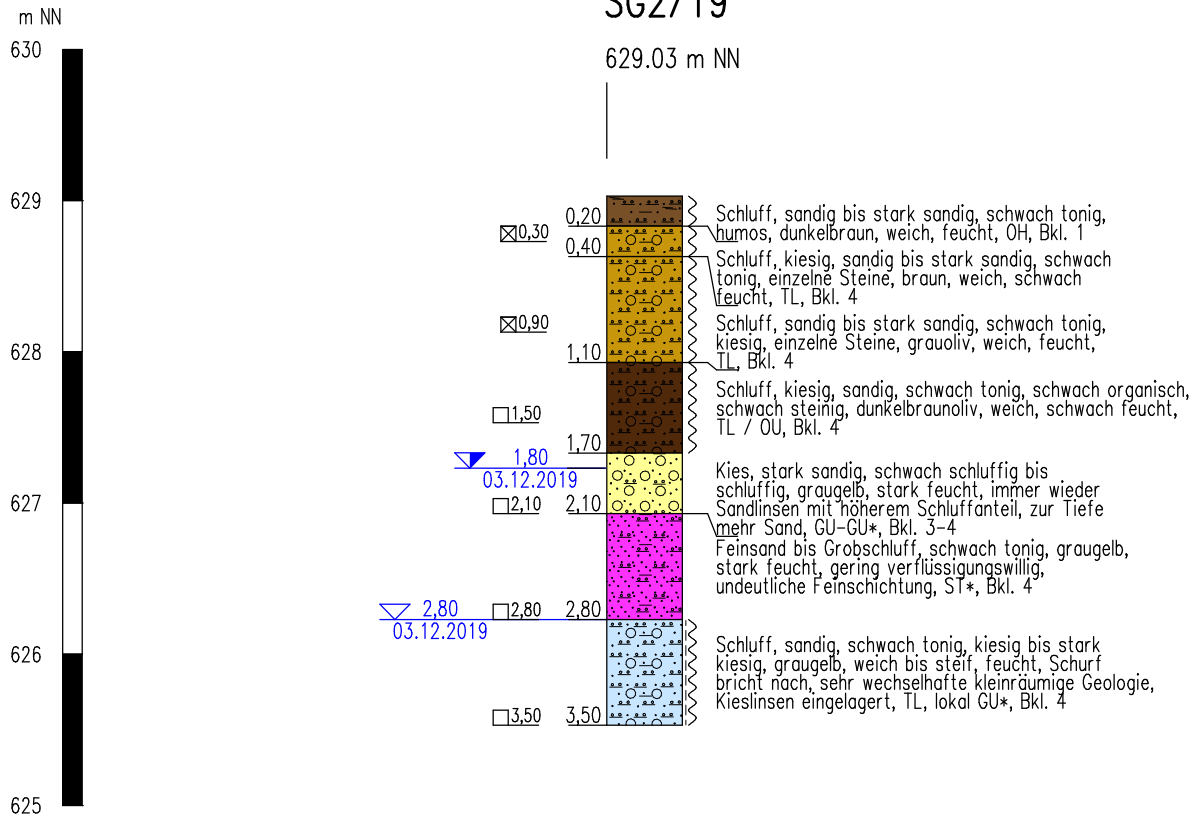
Schichtsäule
Maßstab d. H. 1:50



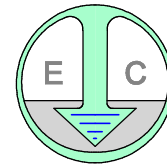
Geologische Bezeichnung		Konsistenz/Lagerungsdichte	
	Mutterboden		weich
	Verwitterungslehm		weich bis steif
	Geschiebelehm		steif
	Beckensand	Grundwasser	
	Moränenkies		Grundwasser angetroffen
			Grundwasser nach Arbeitsende
			Ruhewasserspiegel
Bodenklassen DIN 18 300			
1 4 4 3			
Bodengruppen DIN 18 196			
OH TL SU* GU			
Proben			
	Becherprobe		
	5L-Eimerprobe		
Mu	Oberbodenprobe		
AP	Asphaltprobe		
MP	Mischprobe		



Schichtsäule
Maßstab d. H. 1:50
SG2/19



Geologische Bezeichnung		Konsistenz/Lagerungsdichte	
	Mutterboden		weich
	Schwemmlehm		weich bis steif
	Geschiebelehm		
	Anmoor		
	Moränenkies		
	Beckensand		
Bodenklassen DIN 18 300		Grundwasser	
1 4 3-4			Grundwasser angetroffen
Bodengruppen DIN 18 196			Grundwasser zum Arbeitseende
OH TL TL / OU GU-GU* SU*			
Proben			
	Becherprobe		
	5L-Eimerprobe		
Mu	Oberbodenprobe		
AP	Asphaltprobe		
MP	Mischprobe		



Schichtsäule
Maßstab d. H. 1:50
SG3/19

628.58 m NN

m NN

629

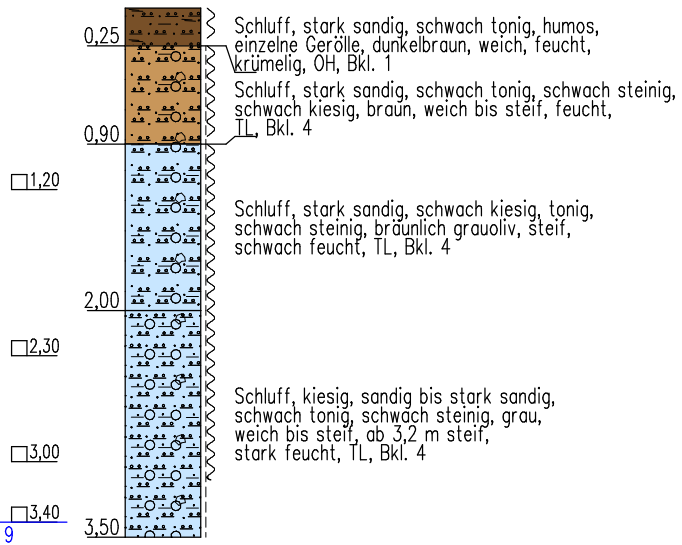
628

627

626

625

624



Geologische Bezeichnung

Mutterboden

Verwitterungslehm

Geschiebelehm

Konsistenz/Lagerungsdichte

weich

weich bis steif

steif

Bodenklassen DIN 18 300

1 4

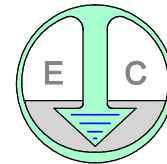
Grundwasser

Grundwasser angetroffen
Grundwasser zum
Arbeitsende

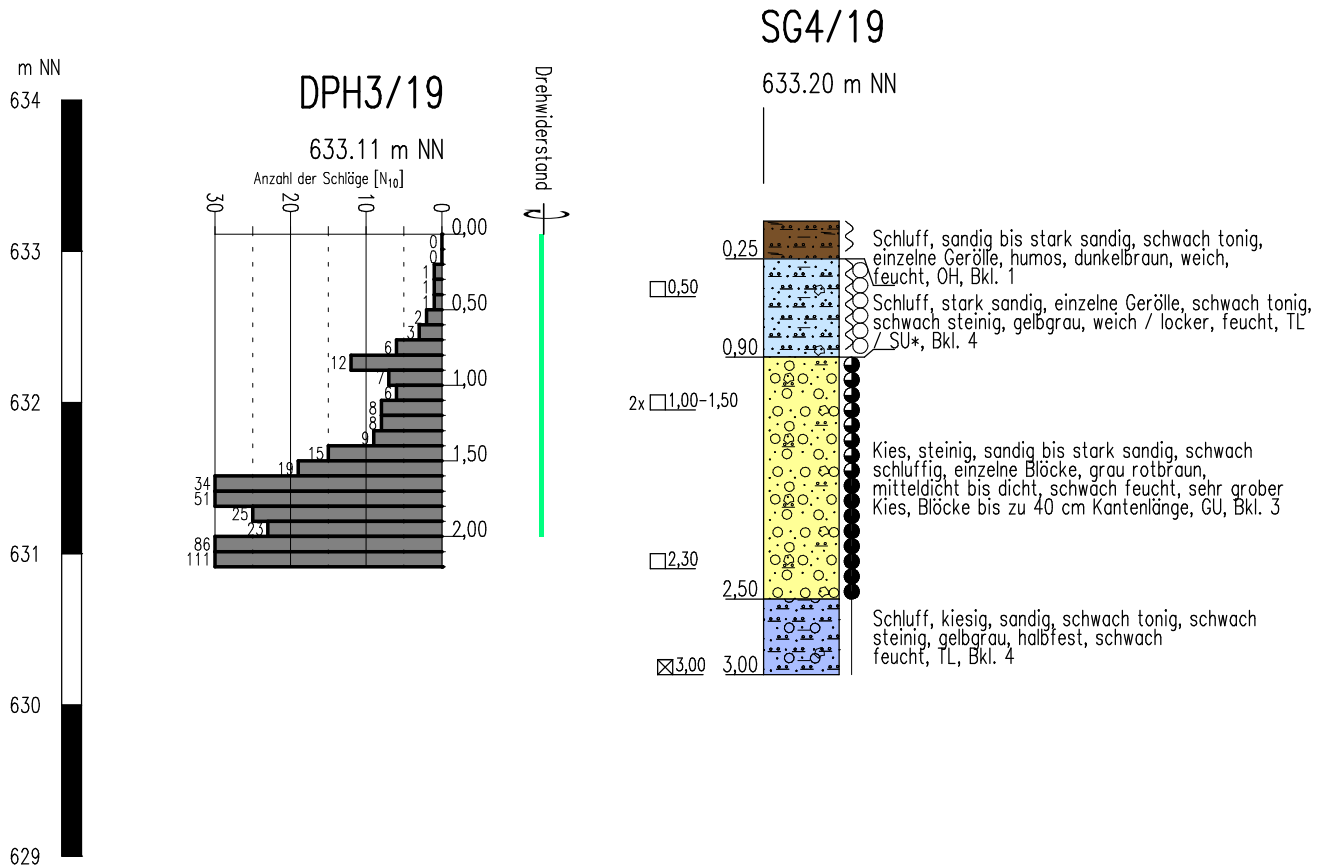
Bodengruppen DIN 18 196

OH TL

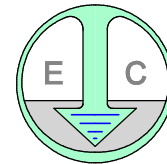
5L-Eimerprobe
Mu Oberbodenprobe
AP Asphaltprobe
MP Mischprobe



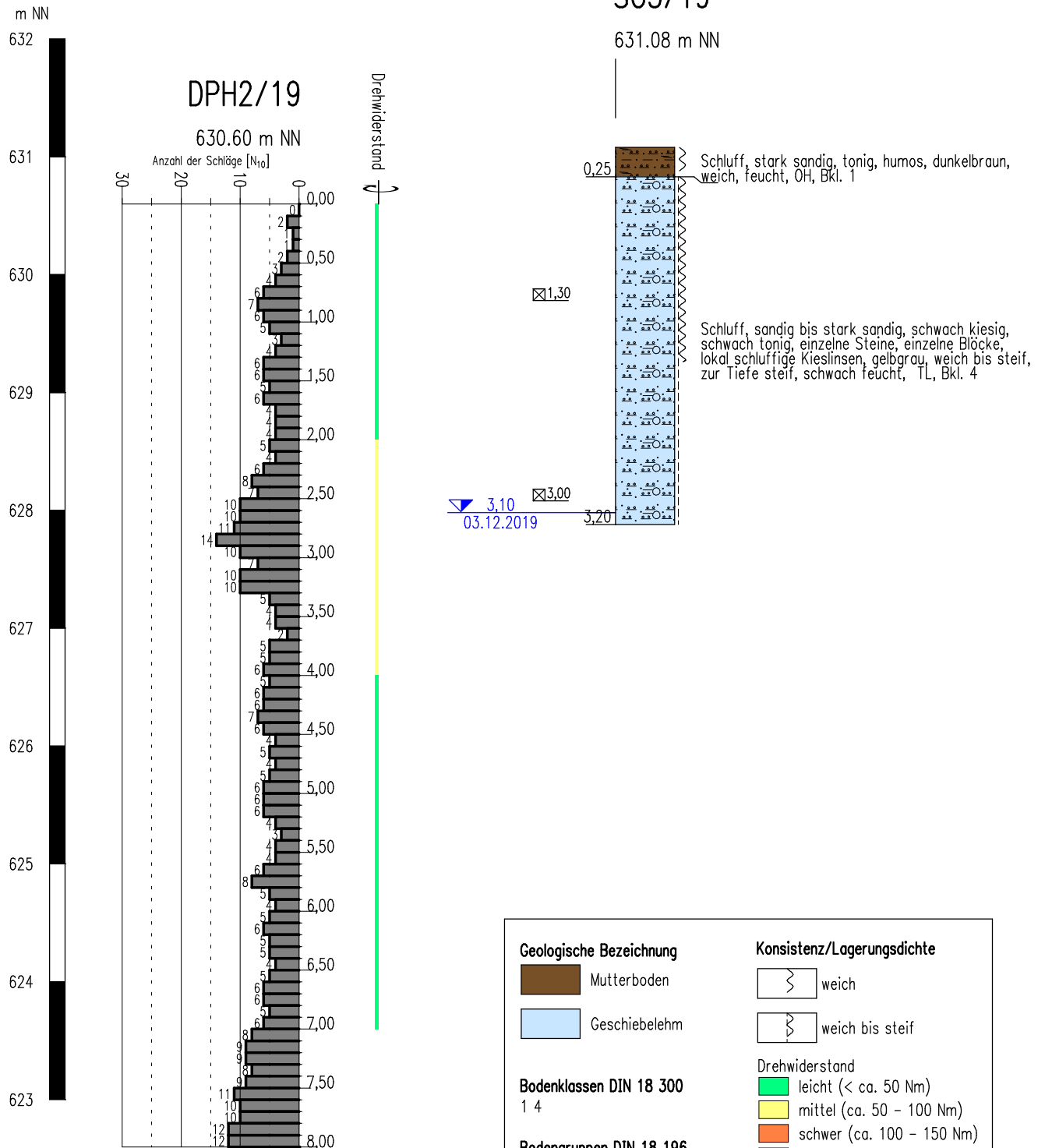
Schichtsäule und Rammdiagramm
Maßstab d. H. 1:50



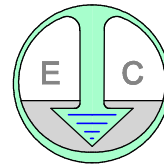
Geologische Bezeichnung	Konsistenz/Lagerungsdichte
Mutterboden	weich
Geschiebelehm	weich / locker
Moränenkies	mitteldicht
Geschiebemergel	dicht
Bodenklassen DIN 18 300 1 4 3	steif bis halbfest
Bodengruppen DIN 18 196 OH TL / SU* GU TL	Drehwiderstand
Proben	leicht (< ca. 50 Nm)
Becherprobe	mittel (ca. 50 - 100 Nm)
5L-Eimerprobe	schwer (ca. 100 - 150 Nm)
Mu Oberbodenprobe	sehr schwer (> ca. 150 Nm)
AP Asphaltprobe	
MP Mischprobe	



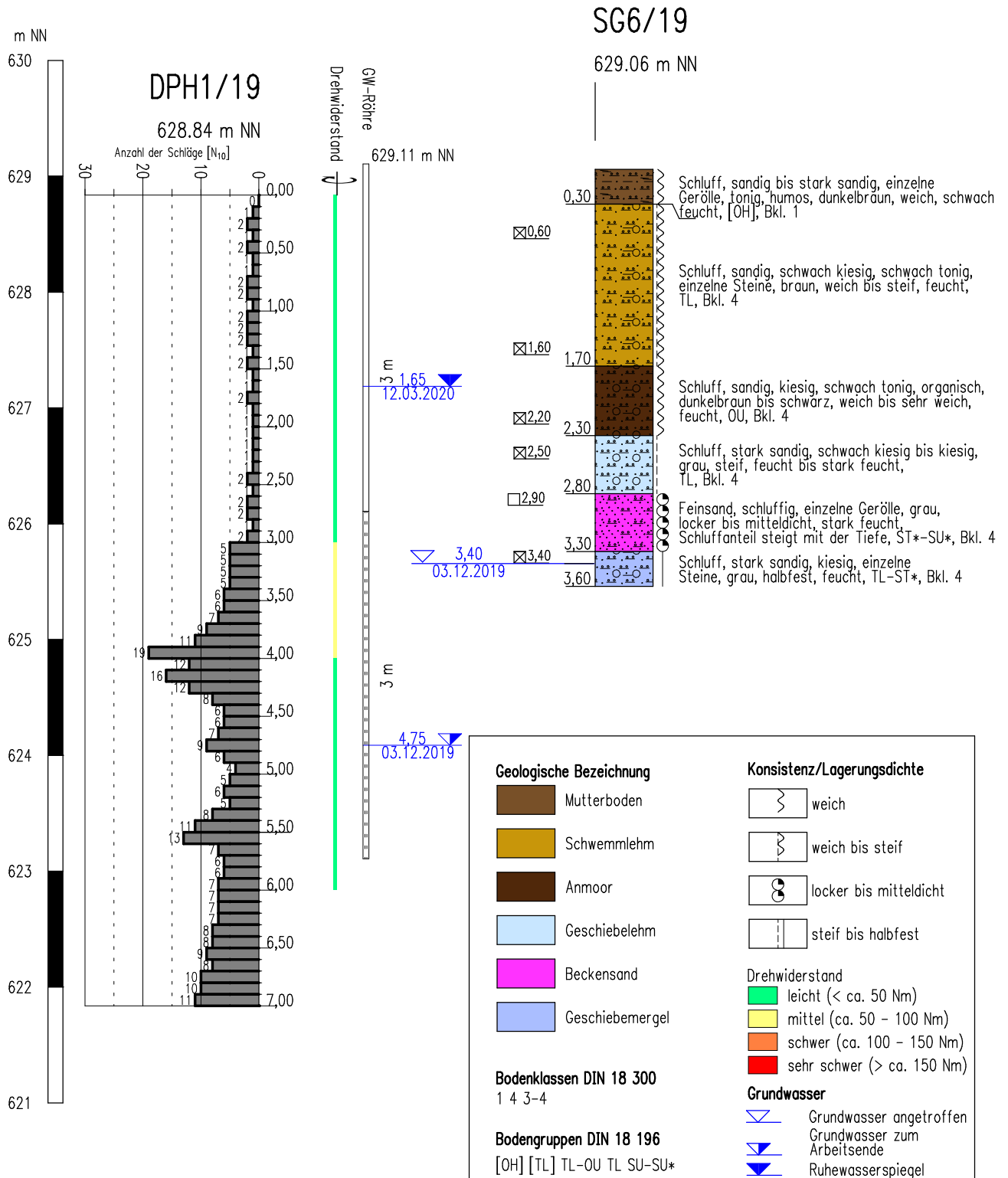
Schichtsäule und Rammdiagramm
Maßstab d. H. 1:50



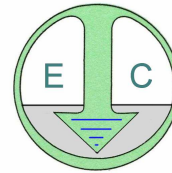
Geologische Bezeichnung		Konsistenz/Lagerungsdichte	
	Mutterboden		weich
	Geschiebelehm		weich bis steif
Bodenklassen DIN 18 300		Drehwiderstand	
1 4			leicht (< ca. 50 Nm)
			mittel (ca. 50 - 100 Nm)
			schwer (ca. 100 - 150 Nm)
			sehr schwer (> ca. 150 Nm)
Bodengruppen DIN 18 196		Grundwasser	
OH TL			Grundwasser angetroffen
			Grundwasser zum Arbeitseende
Proben			
	Becherprobe		
Mu	Oberbodenprobe		
AP	Asphaltprobe		
MP	Mischprobe		



Schichtsäule und Rammdiagramm
Maßstab d. H. 1:50



Geologische Bezeichnung		Konsistenz/Lagerungsdichte	
	Mutterboden		weich
	Schwemmlehm		weich bis steif
	Anmoor		locker bis mitteldicht
	Geschiebelehm		steif bis halbfest
	Beckensand		
	Geschiebemergel		
Drehwiderstand			
	leicht (< ca. 50 Nm)		
	mittel (ca. 50 - 100 Nm)		
	schwer (ca. 100 - 150 Nm)		
	sehr schwer (> ca. 150 Nm)		
Bodenklassen DIN 18 300 1 4 3-4			
Bodengruppen DIN 18 196 [OH] [TL] TL-OU TL SU-SU*			
Grundwasser			
	Grundwasser angetroffen		
	Grundwasser zum Arbeitende		
	Ruhwasserspiegel		
Proben			
	Becherprobe		
	5L-Eimerprobe		
	Oberbodenprobe		
	Asphaltprobe		
	Mischprobe		



Wassergehalt nach DIN 18121 durch Ofentrocknung

Nr.	Aufschluss	Tiefe [m]	Zusammensetzung	Wassergehalt [Massen-%]	Bemerkung
1	SG1	0,3	Gesamt	19,0	Verwitterungslehm
2			< 2 mm	21,7	Verwitterungslehm
3		0,7	Gesamt	19,2	Geschiebelehm
4			< 2 mm	19,4	Geschiebelehm
5		1,1	Gesamt	18,0	Geschiebelehm
6			< 2 mm	18,9	Geschiebelehm
7		1,9	Gesamt	21,0	Geschiebelehm
8			< 2 mm	21,5	Geschiebelehm
9	SG5	1,3	Gesamt	20,9	Geschiebelehm
10		3,0	Gesamt	15,0	Geschiebelehm
11			< 2 mm	16,9	Geschiebelehm

BK: Kernbohrung
 SG: Schürfgrube
 RKS: Rammkernsondierung

Dr. Ebel & Co.
 Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Wasserwirtschaft mbH
 Bad Wurzach - Arnach

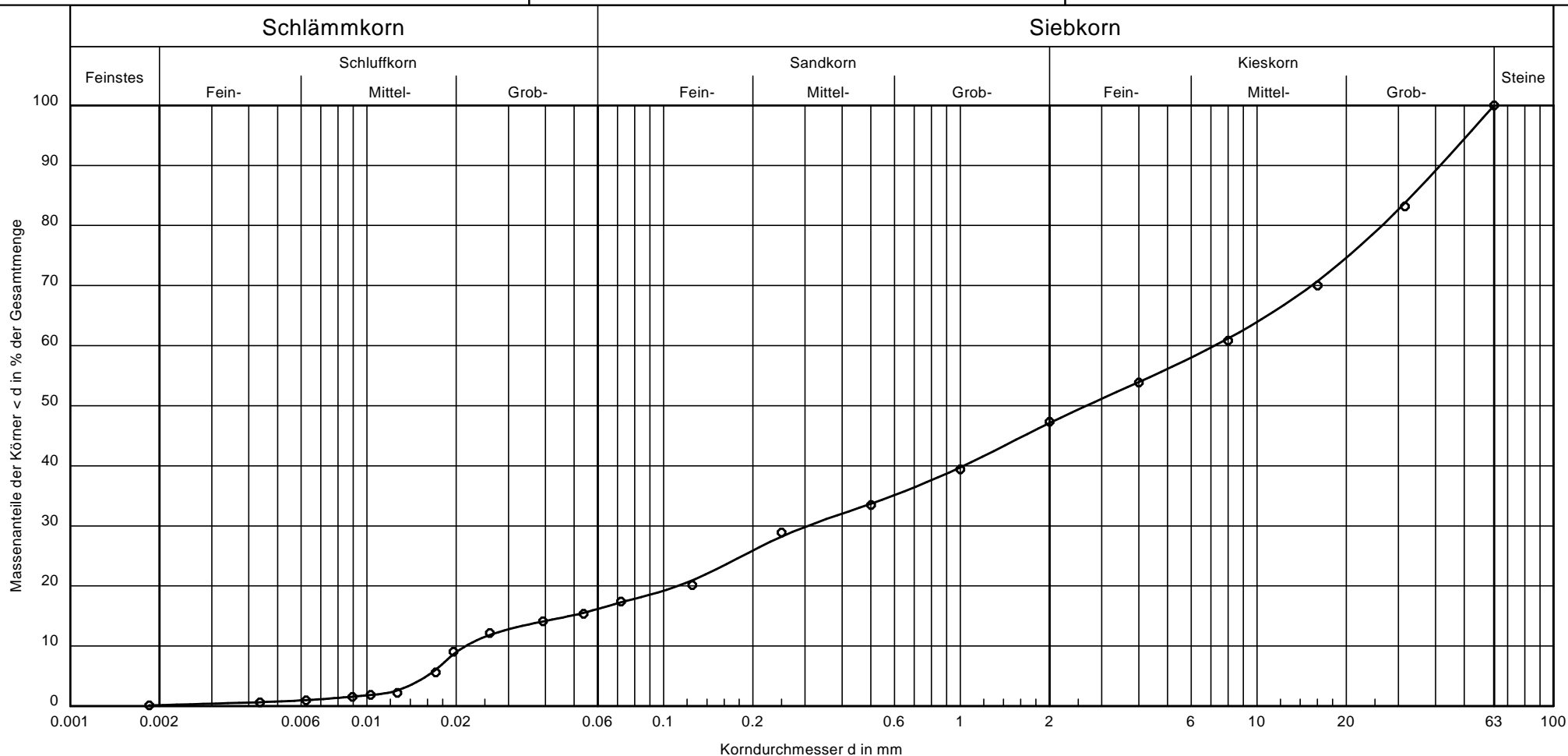
Körnungslinie nach DIN 18123

Boms - Baugebiet „Am Sendbühl“

Prüfungsnummer:
 Probe entnommen am:
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Sieb- und Schlämmanalyse

Bearbeiter: Ac

Datum: 13.01.2020



Entnahmestelle:	SG1/19	Bemerkungen:	Bericht: 191107 Anlage: 3.2.1
Tiefe	(2,9 - 3,1) m		
Bezeichnung:	Moränkies		
Bodenart:	G, u, fs', ms', gs'		
k [m/s] (Beyer, abgeschätzt):	$2.8 \cdot 10^{-6}$		
U/Cc:	334.4/0.6		
T/U/S/G [%]:	0.2/16.3/30.6/52.9		
Signatur:			

Dr. Ebel & Co.
 Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Wasserwirtschaft mbH
 Bad Wurzach - Arnach

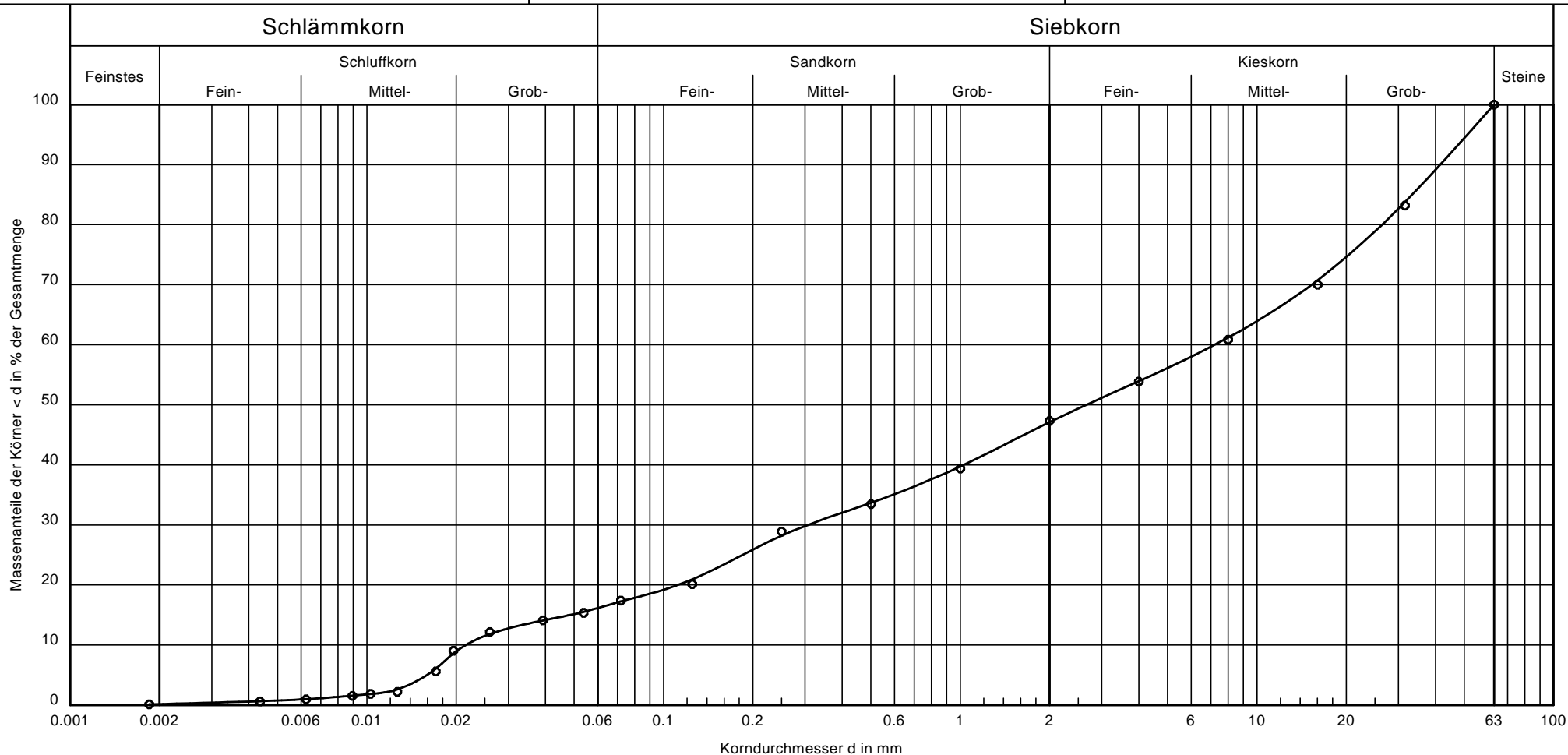
Körnungslinie nach DIN 18123

Boms - Baugebiet „Am Sendbühl“

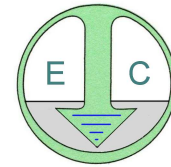
Prüfungsnummer:
 Probe entnommen am:
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Sieb- und Schlämmanalyse

Bearbeiter: Ac

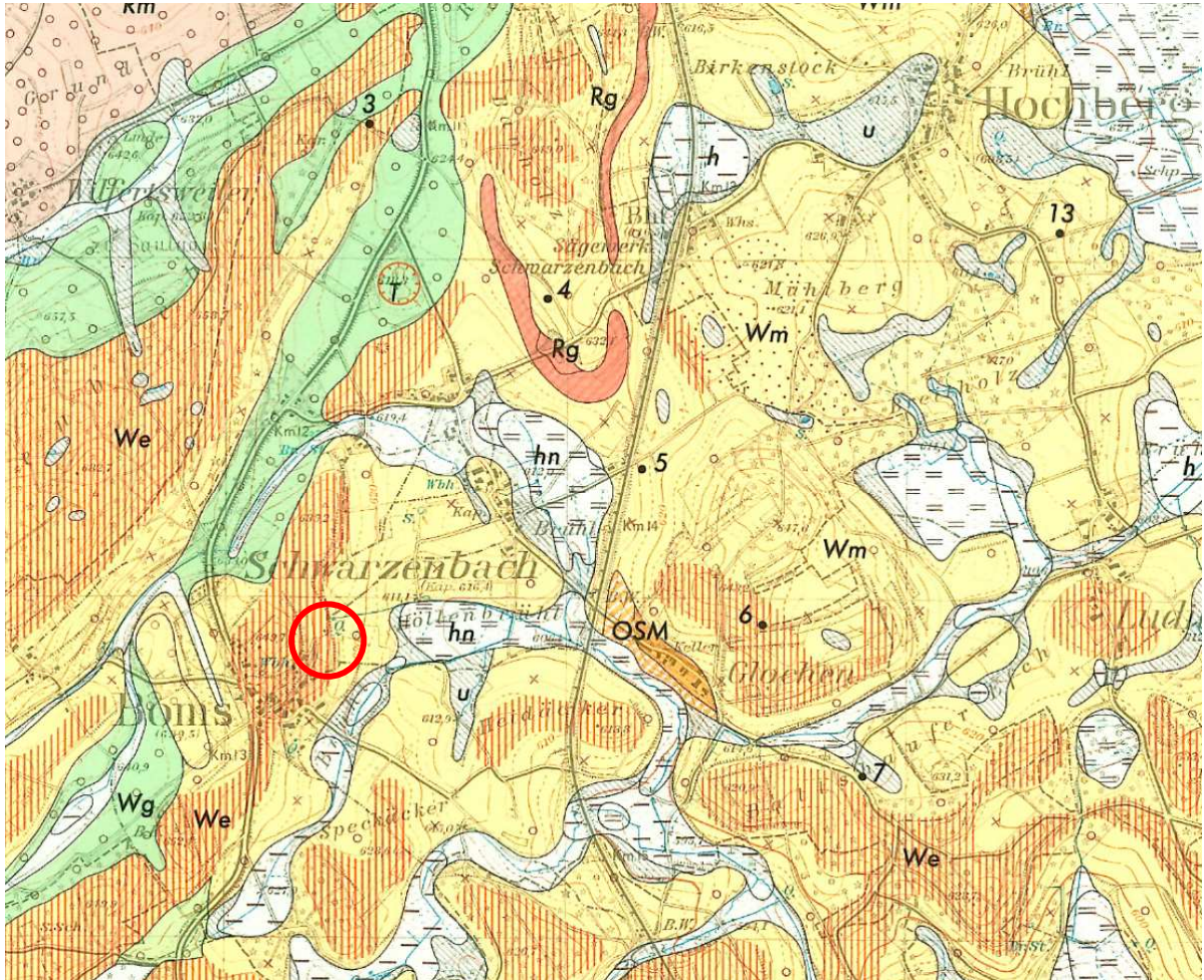
Datum: 13.01.2020



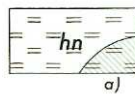
Entnahmestelle:	SG1/19	Bemerkungen:	Bericht: 191107 Anlage: 3.2.2
Tiefe	(2,9 - 3,1) m		
Bezeichnung:	Moränkies		
Bodenart:	G, u, fs', ms', gs'		
k [m/s] (USBR, abgeschätzt):	$2.3 \cdot 10^{-5}$		
U/Cc:	334.4/0.6		
T/U/S/G [%]:	0.2/16.3/30.6/52.9		
Signatur:			



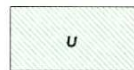
Auszug aus geologischer Karte 1:25.000 Nr. 8023 Aulendorf



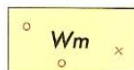
Niedermoortorf
 häufig über Seekreide
 a) unter Schwemmlehm



Abschwemmlehm
 sandiger Lehm, meist kiesig



Grundmoräne
 Geschiebemergel u. -lehm, Schluff, sandig-
 steinig, mit gekritzten Geschieben



Endmoränen
 wallförmige Rücken aus
 Kies-Sand, schluffig, mit Blöcken



Schotterfelder
 der Rückzugsstände, Kies und Sand

