



HINWEIS:

Das folgende geotechnische Gutachten für das Baugebiet „Isnyer Straße - West“ wurde in erster Linie für die Erschließungsmaßnahme erstellt.

Die durchgeführten Untersuchungen stellen punktuelle Bodenaufschlüsse dar, die nur Angaben über die Beschaffenheit des Baugrunds an den jeweiligen Untersuchungsstellen geben. Abweichende Bodenverhältnisse zwischen den Untersuchungspunkten sind daher möglich.

Unmittelbare Rückschlüsse auf die einzelnen Baugrundstücke sind nur bedingt möglich.

Es wird deshalb für jedes einzelne Bauvorhaben eine objektbezogene Baugrund- / Gründungsberatung empfohlen. Das gilt auch für die Überprüfung der Eignung zur geothermischen Nutzung.

Geotechnisches Gutachten

Baugebiet Isnyer Straße - Leutkirch

Projekt Nr. A1308013

Bauvorhaben Erschließung des Baugebietes Isnyer Straße in Leutkirch
Baugrunderkundungen und geotechnischer Gutachten

Auftraggeber Große Kreisstadt Leutkirch
Stadtbauamt FB Tiefbau
Spitalgasse 1
88299 Leutkirch im Allgäu

Datum 06.11.2013

Bearbeitung Dipl.-Geol. K. Merk

fm geotechnik GbR
Wiesflecken 6
88279 Amtzell

Telefon 07522/9784407
Fax 07522/9784408
Mobil Frankovsky 01525/4295638

info@fmgeotechnik.de

fm geotechnik GbR
Mayrhalde 11
87452 Altusried

Telefon 08373/3020379
Fax 08373/3020378
Mobil Merk 01525/4269775

www.fmgeotechnik.de

Bankverbindung
Kreissparkasse Ravensburg
BLZ: 650 501 10
Konto Nr. 101097792
IBAN: DE03 6505 0110 0101 0977 92
BIC: SOLADES1RVB

Gesellschafter
Ralf Frankovsky
Klaus Merk

Steuernummer
91070/47116

USt.-IdNr.
DE278062424

Inhalt

1. Vorgang, durchgeführte Arbeiten
2. Geomorphologie, Bodenschichten, Bodenklassifizierung, Bodenkennwerte, Erdbebenklassifizierung
3. Grundwasserverhältnisse, Durchlässigkeit der anstehenden Bodenschichten, Versickerungsmöglichkeiten nach DWA-A 138
4. Gründung Bauwerke und baubegleitende Maßnahme

Anlagen (fm geotechnik)

- 1 Lagepläne nach Gutachten Dr. Lindinger
- 2.1-2 Geotechnisches Profile 1 und 2 Bauflächen, M.d.H. 1:50, M.d.L. unmaßstäblich
- 2.3 Geotechnisches Profil 3 Bahndamm, M.d.H. 1:50, M.d.L. unmaßstäblich
- 3.1-7 Auswertung Sickerversuche SG3, SG4, SG5, SG6, SG8, SG9, SG11
- 4.1-2 Fundamentdiagramme Einzel- und Streifenfundamente

Anhänge (Test2Safe, Labor für Baustoffprüfung GmbH)

KV001	Kornverteilungskurve Mischprobe Schmelzwasserkies
KV002	Kornverteilungskurve Mischprobe Verwitterungskies
GV001	Glühverlustbestimmung Auelehm
GV002	Glühverlustbestimmung anmooriger Auelehm
WG001	Wassergehaltbestimmung Auelehm
PV001	Proctorversuch Auelehm

1. Vorgang, durchgeführte Arbeiten

In Leutkirch soll das Baugebiet „Isnyer Straße“ nach Süden erweitert werden. Die fm geotechnik wurde in Zusammenarbeit mit dem Büro Dr. Lindinger, Weingarten, beauftragt, eine Baugrunderkundung im Projektgebiet auszuführen und den geotechnischen Teil eines Erschließungsgutachtens zu erstellen. Am 13.09.2013 kamen auf den bis dahin zugänglichen Flächen fünf Schürfgruben (SG3/13, SG4/13, SG5/13, SG6/13, SG9/13) sowie eine Bohrung (GWM1/13) zur Ausführung. Die Bohrung wurde zu einer 2“ - Grundwassermessstelle ausgebaut, in der am 25.09.2013 sowie am 30.10.2013 Stichtagsmessungen stattfanden.

Am 30.10.2013 kamen in den bisher mit Nutzpflanzen bestandenen Flächen weitere Aufschlüsse in Form von sechs Baggerschürfen (SG1, SG2, SG7, SG8, SG11) und zehn schweren Rammsondierungen (DPH1/13 - DPH10/13) zur Ausführung.

In den Baggerschürfen SG3, SG4, SG5, SG6, SG8, SG9 und SG11 wurden mittels eingeleiteten Wassermengen Insitu - Sickerversuche in unterschiedlichen geologischen Einheiten ausgeführt.

Die Erkundungsstellen wurden nach Lage und Höhe von Vermessern der Stadt Leutkirch aufgenommen. Die Lage der Aufschlusspunkte ist in den beim Gutachten des Büros Dr. Lindinger enthaltenen Lageplänen dargestellt. Die Höhen der Ansatzpunkte, so wie die detaillierte, nach DIN 4022, DIN 18196 und DIN 18300 klassifizierte Bodenaufnahmen, sind bei den geologischen Profilen 1 bis 3 der Anlagen 2.1 bis 2.3 aufgeführt. Die Profile 1 und 2 stellen die geologischen Verhältnisse im Bereich der geplanten Bauflächen dar. Das Profil 3 zeigt die Geologie im Bereich des ehemaligen Bahndammes, wo eine Versickerung stattfinden soll.

In den oben dargestellten Anhängen sind die Auswertungen und Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche des Prüflabors Test2Safe enthalten. Es wurden Kornverteilungen, Glühverlust- und Wassergehaltsbestimmungen sowie ein Proctorversuch ausgeführt.

Mit dem vorliegenden Bericht soll eine Darstellung der Geologie, der Hydrogeologie und der geotechnischen sowie baulichen Maßnahmen zur Gebäude-, Straßen- und Kanalgründung beschrieben werden. Zusätzlich werden die Versickerungsmöglichkeiten von Oberflächenwasser dargestellt.

2. Geomorphologie, Bodenschichten, bautechnische Beschreibung, Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung, Erdbebenklassifizierung

Der genaue Standort des Baugebietes ist im Gutachtenteil des Büros Dr. Lindinger beschrieben.

Das Untersuchungsgelände bzw. die Erweiterungsflächen liegen auf den Flurnummern 571/1, 572, 544, 620/1, 620/2, 626/1 und 627, Gemarkung Leutkirch, im Bereich des sog. Baugebietes „Isnyer Straße“. Das im Süden von Leutkirch gelegene Areal schließt im Norden an die bestehenden Bebauungen des oben genannten Baugebietes an. Die Flächen werden im Osten von der Isnyer Straße und im Westen vom Kreuzgrabenweg begrenzt. Nach Süden folgen landwirtschaftliche Nutzflächen, die unbebaut sind.

Das gesamte, ebene Gelände steigt leicht von Norden (OK Gelände rd. 657 mNN) nach Süden an (OK Gelände rd. 658.50 mNN). Die geplanten Bauareale werden momentan als Grünland- und Ackerflächen genutzt. Der westliche Bauteil wird von den östlichen Arealen durch einen ehemaligen, erhöhten Bahndamm getrennt.

2.1 Bodenschichten

Geologisch gesehen liegt das Bauareal in einer glazial geprägten Landschaft des westlichen Allgäuer Alpenvorlandes. Die flachen Ebenen um Leutkirch stellen aus geologischer Sicht weitläufige Schotterflächen, sog. Sander, dar, die sich am Ende der letzten Eiszeit vor den sich zurückziehenden Vorlandgletschern durch die Sedimentation der Schmelzwässer bildeten. Die Kiese liegen auf den Böden der tertiären Molasse auf.

Dementsprechend wurden mit den Aufschlüssen bis zur jeweiligen Erkundungsendtiefe Schmelzwasserkiese aufgeschlossen. Nur mit der Bohrung GWM1/13 wurde die tertiäre Molasse erreicht. Die im oberen Bereich angewitterten, späteiszeitlichen Kiese werden von postglazialen Aueablagerungen der ehemals mäandrierenden Eschach bedeckt. Eine durch den Ackerbetrieb akkumulierte und gestörte Mutterbodenschicht schließt die natürliche Schichtenfolge in den Bauflächen ab. Im Bereich des ehemaligen Bahndammes wurden über den natürlichen Böden (Auelehm, Verwitterungskies) Auffüllungen eingebaut (Bahndamm).

Anhand der aufgeführten Aufschlüsse kann am Projektstandort von folgender, genereller Schichtung ausgegangen werden:

Auffüllungen (lokal)	(rezent)
Oberboden / Ackerkrume	(Quartär, Holozän)
Auelehm	(Quartär, Holozän)
Verwitterungskies	(Quartär, Pleistozän - Holozän)
Schmelzwasserkies	(Quartär, Pleistozän)
Tertiäre Molasse	(Tertiär, ungegliedert).

Im Einzelnen wurden mit den Aufschlüssen folgende Schichtglieder bzw. Schichttiefen in den Untersuchungsbereichen festgestellt:

Tabelle 1A (westliche Wohnbebauungen, Anlage 2.1, Profil 1):
 Schichtglieder und Schichttiefen Sondierungen [bis m unter Gelände]

Aufschluss Ansatzhöhe GOK	SG6/13 657.81	SG7/13 658.26	SG8/13 658.55	DPH7/13 657.72	DPH8/13 657.87
Mutterboden (A und B-Horz.)	0,00 - 0,35	0,00 - 0,40	0,00 - 0,55	0,00 - 0,40	0,00 - 0,40
Auelehm	0,35 - 1,05	0,40 - 0,80	0,55 - 0,75	0,40 - 0,90	0,40 - 0,80
Verwitterungskies	1,05 - 1,80*	0,80 - 2,00	0,75 - 2,20	0,90 - 2,60	0,80 - 2,20
Schmelzwasserkies	-	2,00 - 3,50*	2,20 - 2,60*	2,60 - 3,60*	2,20 - 6,60*
Tertiär (ungegliedert)	-	-	-	-	-

*) Endtiefe Aufschluss

Tabelle 1B (westliche Wohnbebauungen, Anlage 2.1, Profil 1):
 Schichtglieder und Schichttiefen Sondierungen [bis m unter Gelände]

Aufschluss Ansatzhöhe GOK	GWM1/13 657.98	DPH9/13 658.13	DPH10/13 658.30
Mutterboden (A und B-Horz.)	0,00 - 0,45	0,00 - 0,40	0,00 - 0,30
Auelehm	0,45 - 0,70	0,40 - 0,90	0,30 - 0,60
Verwitterungskies	0,70 - 1,65	0,90 - 2,50	0,60 - 2,40
Schmelzwasserkies	1,65 - 7,55	2,50 - 6,80*	2,40 - 4,00*
Tertiär (ungegliedert)	7,55 - 9,00*	-	-

*) Endtiefe Aufschluss

Tabelle 1C (östliche Wohnbebauungen, Anlage 2.2, Profil 2):
 Schichtglieder und Schichttiefen Sondierungen [bis m unter Gelände]

Aufschluss Ansatzhöhe GOK	SG1/13 657.15	SG2/13 657.36	SG3/13 657.97	SG4/13 658.45	SG5/13 658.35
Mutterboden (A und B-Horz.)	0,00 - 0,20	0,00 - 0,30	0,00 - 0,60	0,00 - 0,40	0,00 - 0,55
Auelehm	0,20 - 1,20	0,30 - 0,60	0,60 - 1,60	0,40 - 0,80	0,55 - 1,40
Verwitterungskies	1,20 - 2,40	0,60 - 2,20	1,60 - 2,60	0,80 - 1,90	1,40 - 2,80
Schmelzwasserkies	2,40 - 4,20*	2,20 - 4,50*	2,60 - 3,80*	1,90 - 3,50*	2,80 - 3,50*

*) Endtiefe Aufschluss

Tabelle 1D (östliche Wohnbebauungen, Anlage 2.2, Profil 2):
 Schichtglieder und Schichttiefen Sondierungen [bis m unter Gelände]

Aufschluss Ansatzhöhe GOK	DPH1/13 657.09	DPH2/13 657.34	DPH3/13 657.55	DPH5/13 658.06	DPH6/13 658.37
Mutterboden (A und B-Horz.)	0,00 - 0,30	0,00 - 0,40	0,00 - 0,40	0,00 - 0,50	0,00 - 0,50
Auelehm	0,30 - 1,00	0,40 - 1,10	0,40 - 1,40	0,50 - 1,70	0,50 - 1,50
Verwitterungskies	1,00 - 2,70	1,10 - 2,60	1,40 - 2,50	1,70 - 2,80	1,50 - 2,10
Schmelzwasserkies	2,70 - 4,70*	2,60 - 4,60*	2,50 - 6,70*	2,80 - 6,30*	2,10 - 7,00*

*) Endtiefe Aufschluss

Tabelle 1E (Bahndamm, Anlage 2.3, Profil 3):
 Schichtglieder und Schichttiefen Sondierungen [bis m unter Gelände]

Aufschluss Ansatzhöhe GOK	SG10/13 658.61	SG11/13 658.42
Gleisschotter	0,00 - 0,40	0,00 - 0,40
Auffüllungen Bahndanm	0,40 - 1,80	0,40 - 1,40
Auelehm	1,80 - 2,20	1,40 - 2,90
Verwitterungskies	2,20 - 3,80	2,90 - 3,90
Schmelzwasserkies	3,80 - 4,20*	3,90 - 4,30*

*) Endtiefe Aufschluss

2.2 Bautechnische Beschreibung der Schichten

Auffüllungen Bahndamm

Die unter dem Gleisschotter der Schürfe SG10 und SG11 aufgeschlossenen Auffüllungen setzen sich aus schwach sandigen bis sandigen Schluffen zusammen, deren Kiesanteil zwischen gering kiesig und kiesig variiert. Die lehmige Matrix zeigt eine weiche bis steife Konsistenz.

Mutterboden

Der Oberboden am Projektstandort besteht aus einem schwach tonigen, sandigen bis lokal stark feinsandigen, gering kiesigen, humosen bis schwach humosen Schluff. Die Konsistenz ist weich. Die Oberbodenschicht ist nicht tragfähig. Die Schichtdicke variiert zwischen rd. 0,35 m und 0,60 m (A- und B- Horizont zusammengefasst). Der Mutterboden kann prinzipiell bei den Baugrundstücken wieder verwendet werden. Eine Unterscheidung der Bodenbildungen in bodenkundliche A- und B- Horizonte ist auf Grund des durch den langen Ackerbetrieb gestörten Gefüges nicht eindeutig möglich. Bei den Profilen der Anlagen 2.1 und 2.2 ist eine mögliche Einstufung dargestellt.

Auelehm

Die holozänen Auelehme bestehen im Untersuchungsgebiet aus gering bis schwach kiesigen, lokal auch kiesigen, schwach tonigen Schluffen, deren Sandanteil zwischen schwach sandig und stark sandig variiert (Bodenklasse 4, Bodengruppe UM, UL). Die Konsistenz des Lehmbodens ist als weich bis steif zu bezeichnen. Die Schlagzahlen der Rammsondierungen liegen dementsprechend bei Werten zwischen $N_{10} = 1$ und $N_{10} = 3$. Lagenweise wurde eine schwarzgraue Färbung des sonst braunen Bodens festgestellt. Hier handelt es sich um eine Färbung durch zum größten Teil mineralisierte, ehemals organische Bestandteile. Die Glühverlustbestimmungen ergaben für den braun gefärbten Auelehm einen organischen Anteil von $V_{gl} = 6,3 \%$ (Anhang GV001) und für den schwarzgrauen Auelehm einen organischen Anteil von $V_{gl} = 7,7 \%$ (GV002). Der Wassergehalt einer Mischprobe lag im Untersuchungszeitraum bei rd. 28,6 Gew-%. Der Auelehm ist zum Abtrag von Gebäudelasten nicht geeignet. Die Lehmböden sind frost- und witterungsempfindlich. Bei Wasserzutritt weichen diese schnell auf und verlieren an Tragfähigkeit.

Verwitterungskies

Die mit den Schürfen aufgeschlossenen, kiesigen Verwitterungsböden setzen sich aus sandigen bis stark sandigen, steinigen Kiesen zusammen, deren Schluffanteil, je nach Standort, zwischen schwach schluffig, schluffig und stark schluffig variiert. Der Anhang KV002 zeigt eine Kornverteilungskurve einer Mischprobe aus den Verwitterungskieshorizonten. Der Lagerungszustand ist als locker zu bezeichnen. Die Konsistenz der Matrix kann als weich beschrieben werden. Die Schlagzahlen der Rammsondierungen erreichen dementsprechend lediglich Werte zwischen $N_{10} = 1$ und $N_{10} = 9$. Aufgrund der lockeren Lagerung und auf Grund der weichen Konsistenz der Schluffmatrix sind die Verwitterungskiese in der vorliegenden Form und in Bezug auf die Gründung des Tragwerkes der Gebäude als ein nur ge-

ring bis mäßig tragfähiger Baugrund zu bewerten. Bei Belastungen können sich ohne Zusatzmaßnahmen Langzeitsetzungen und Differenzsetzungen ergeben.

Schmelzwasserkiese

Bei den Schmelzwasserkiesen handelt es sich um sandige bis stark sandige, gering schluffige bis lokal schluffige, steinige Kiese (Bodenklasse 3 - 5, Bodengruppe GU, GU/X, GU*/X, GW, GW/X), von grauer bis hellbraungrauer Farbe. Erfahrungsgemäß sind in die Kiese Sandlinsen sowie vereinzelt Blöcke eingeschaltet. Die Schmelzwasserkiese stellen bei einer mindestens mitteldichten Lagerung einen tragfähigen Baugrund dar. Die Schlagzahlen der Rammsondierungen variieren innerhalb der Kieslagen je nach Sandanteil und Einkörnigkeit zwischen $N_{10} = 7$ und $N_{10} > 40$. Die Schichtunterkante der Kiese liegt bei rd. 7,6 m u. GOK (GWM1/13).

Tertiär

Die Tertiärböden setzen sich aus einem tonigen, schwach feinsandigen Schluff zusammen, dessen Konsistenz als fest zu bezeichnen ist.

2.4 Bodenkennwerte und Klassifizierung

Im Folgenden werden die für den Erdbau notwendigen Bodenkennwerte und Bodenklassen angegeben:

Tabelle 1: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte)

Schicht	Wichte (feucht) 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]
Auffüllungen Bahndamm	17 - 19	7 - 9	22,5 - 25	1 - 2	[4 - 6]
Mutterboden	12 - 14	2 - 4	18,5 - 20	0,5	1 - 2
Auelehm	17 - 18	7 - 8	22,5 - 25	1 - 2	2 - 4
Verwitterungskies	20 - 21	11 - 12	30 - 32,5	0	8 - 10
Schmelzwasserkies	20 - 22	10 - 12	32,5 - 35	0	30 - 50
Tertiär	19 - 20	9 - 10	27,5 - 30	6 - 8	> 60

Tabelle 2: Klassifizierung der Böden

Schicht	Bodengruppe DIN18196	Bodenklasse DIN18300	Bodenklasse DIN18301	Frostempfindlichkeit ZTV E-StB 09
Auffüllungen Bahndamm	GE,UL,UL/X	3,,4,5	BN2,BB2,BS1	F3
Mutterboden	OU	1	BO1	F3
Auelehm	UL,UM	4	BB2	F3
Verwitterungskies	GU,GU*, GU/X,GU*/X	3,4,5,(6/7) ⁺	BN1,BN2, BS1,BS2,BS3	F2,F3
Schmelzwasserkies	GW,GU,GU* GW/X,GU/X, GU*/X	3,5,(6/7) ⁺	BN1,BN2 BS1,BS2,BS3	F1,F2,F3
Tertiär	UL,UM,TM,TA	4,6	BB3,BB4	F3

⁺) je nach Größe der Steine und Blöcke

2.5 Erdbebenklassifizierung

Die Ortsmitte von Leutkirch im Allgäu (PLZ: 88299) in Baden-Württemberg gehört zur Erdbebenzone 0 sowie zur Untergrundklasse S

Entsprechend der DIN 4149 / 2005-04, Abs. 5.2.3 Baugrundklassen ist bei einer Gründung in den mitteldichten Schmelzwasserkiesen die **Baugrundklasse C** zugrunde zu legen.

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

3.1 Grundwasserverhältnisse

Während den Aufschlussarbeiten am 13.09.2013 wurde bis zur jeweiligen Endtiefe der Schürfe und der Bohrung kein Grundwasser festgestellt. Bei der Stichtagsmessung am 25.09.2013 konnte ein Wasserspiegel bei 8,51 m u. GOK (649.47 mNN) gemessen werden. Die erneute Messung am 30.10.2013 ergab einen Wasserspiegel von 7,69 m u. GOK (650.29 mNN). Auf Grund der Tiefenlage der Molasseoberkante (650.43 mNN) liegt im Bereich der Bohrung GWM1/13 nur ein geringes Schichtwasser vor, das an der Grenzfläche Schmelzwasserkies / Tertiär vorkommt. Ergiebiges Grundwasser wurde nicht aufgeschlossen.

3.2 Durchlässigkeit der anstehenden Böden, Versickerungsmöglichkeiten

Das anfallende Oberflächenwasser soll im Baugebiet im Untergrund versickert werden. Detaillierte Standorte der Sickeranlagen liegen momentan nicht vor. Ein Planungsgebiet stellt der ehemalige Dammbahnbereich vor.

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 $k_f < 1,0 \cdot 10^{-6}$ m/s ist eine Regenwasserbewirtschaftung über eine Versickerung nicht mehr gewährleistet, so dass die anfallenden Wassermengen über ein Retentionsbecken abzuleiten sind.

Die Durchlässigkeitsbeiwerte der bindigen Auelehme liegen erfahrungsgemäß bei $k_f < 1,0 \cdot 10^{-07}$ m/s. Die Feld- und Laborversuche ergaben für den Verwitterungskies und die Schmelzwasserkiese folgende Durchlässigkeiten sowie die zugehörigen Bemessungs – k_f – Werte nach dem Arbeitsblatt DWA - A138, Tab. B.1:

Tabelle 3: Ergebnisse Feldversuche (Anlagen 3.1 bis 3.7)

Aufschluss	Durchlässigkeit k_f -Wert Versuch (m/s)	Durchlässigkeit k_f -Wert Bemessung (m/s) nach DWA-A138	Bodenart
SG6/13 Sickerversuch 1,80 m	$1,9 \cdot 10^{-07}$	$3,8 \cdot 10^{-07}$ (Faktor 2)	Verwitterungskies, stark verlehmt
SG3/13 Sickerversuch 3,80 m	$4,7 \cdot 10^{-05}$	$9,4 \cdot 10^{-05}$ (Faktor 2)	Schmelzwasserkies, verlehmt schluffig, sandig, steinig
SG4/13 Sickerversuch 3,5 m	$1,0 \cdot 10^{-04}$	$2,0 \cdot 10^{-04}$ (Faktor 2)	Schmelzwasserkies, schwach verlehmt gering bis schwach schluffig, sandig, steinig
SG5/13 Sickerversuch 3,5 m	$2,5 \cdot 10^{-05}$	$5,0 \cdot 10^{-05}$ (Faktor 2)	Schmelzwasserkies, schwach verlehmt - verlehmt schwach schluffig, sandig, steinig
SG8/13 Sickerversuch 2,60 m	$5,3 \cdot 10^{-05}$	$1,06 \cdot 10^{-04}$ (Faktor 2)	Schmelzwasserkies, schwach verlehmt - schwach schluffig, sandig, steinig
SG9/13 Sickerversuch 3,6 m	$4,1 \cdot 10^{-06}$	$8,2 \cdot 10^{-06}$ (Faktor 2)	Schmelzwasserkies, stark verlehmt, schluffig, sandig, steinig
SG11/13 Sickerversuch 4,20 m	$3,0 \cdot 10^{-06}$	$6,0 \cdot 10^{-06}$ (Faktor 2)	Schmelzwasserkies, stark verlehmt, schluffig, sandig, steinig

Tabelle 4: Ergebnisse Laborversuche (Anlagen KV001 und KV002)

Aufschluss	Durchlässigkeit k_f -Wert Versuch (m/s)	Durchlässigkeit k_f -Wert Bemessung (m/s) nach DWA-A138	Bodenart
SG4/13	$5,2 \cdot 10^{-04}$	$1,04 \cdot 10^{-04}$ (Faktor 0,2)	Schmelzwasserkies, gering bis schwach verlehmt gering bis schwach schluffig, sandig, steinig
SG9/13	$8,5 \cdot 10^{-05}$	$1,7 \cdot 10^{-05}$ (Faktor 0,2)	Schmelzwasserkies, verlehmt schluffig, sandig, steinig

Das Ergebnis des Sickersversuches im Schurf SG6/13 stuft den sandigen, schluffigen bis stark schluffigen Verwitterungskies nach DIN 18130, Teil 1, Tabelle 1 als einen „gering bis schwach durchlässigen“ Boden ein, der Durchlässigkeiten aufweist, die ausserhalb den Anforderungen des Arbeitsblattes DWA - A138 zur ausschließlichen Versickerung liegen. Dieser Horizont ist mit Sickeranlagen zu durchstoßen.

Die Durchlässigkeiten des Schmelzwasserkieses hängen stark vom Schluffanteil der geschichteten Horizonte ab (vgl. Tab. 3 und 4). Die Durchlässigkeiten schwanken daher den Versuchsergebnissen zufolge zwischen $k_f = 1,0 \cdot 10^{-04}$ m/s (SG8/13) und $k_f = 6,0 \cdot 10^{-06}$ m/s (SG11/13). Die Schmelzwasserkiese sind zur Versickerung generell geeignet. Stark verlehnte Bereiche sind bis zu schwach verlehnten Lagen auszuheben und durch ein sickerfähiges Kies - Sand - Gemisch (F1 - Material) zu ersetzen.

4. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

4.1 Gründung Bauwerke

Die geotechnischen Profile sind in den Anlagen 2.1 bis 2.3 enthalten. Entsprechend Abschnitt 2.3 sind Bauwerkslasten in die mindestens mitteldichten Schmelzwasserkiese abzutragen.

Die Oberkante (Hangendgrenze) der Schmelzwasserkiese wurde bei den Aufschlüssen in Tiefen zwischen 1,6 m (GWM1/13) und 2,8 m u. GOK erkundet.

Es wird vorgeschlagen, Tragwerke der Gebäude einheitlich in den tragfähigen Schmelzwasserkiesen auf Einzel- und Streifenfundamenten oder auf elastisch gebetteten Stahlbetonplatten zu gründen.

Werden Gebäude nicht unterkellert, so sind die Fundamente über Fundamentvertiefungen bis auf die Schmelzwasserkies zu führen. Alternativ können elastisch gebettete Bodenplatten auf einem Teilbodenersatzkörper in den Verwitterungskiesen gegründet werden.

4.1.1 Gründung unterkellerte Gebäude

Nach den bisherigen Kenntnissen liegen Baugruben unterkellerten Gebäude (Aushubtiefen 3,0 m bis 3,5 m) bereits in den tragfähigen Schmelzwasserkiesen. Unterkellerte Gebäude können dementsprechend flach auf Einzel- und Streifenfundamenten oder auf elastisch gebetteten Bodenplatten gegründet werden.

In den Anlagen 4.1 und 4.2 sind Fundamentdiagramme für mittig belastete Einzel- und Streifenfundamente (unterkellerte Gebäude), die in den Schmelzwasserkiesen gründen, enthalten. Bei den Diagrammen werden die ungünstigsten Verhältnisse zum Grundbruchnachweis herangezogen. Die Mindesteinbindetiefe der Fundamente ab UK - Bodenplatte sollte 0,5 m nicht unterschreiten.

Der aufnehmbare Sohldruck wird in den genannten Anlagen mittels Grundbruch- und Setzungsberechnungen ermittelt. Je nach Setzungsempfindlichkeit der Neubauten wird jedoch empfohlen, die Setzungen auf z. B. $s \leq 1,5$ cm zu beschränken. Berechnungsgrundlagen hierfür sind die DIN 1054:2005-01 und die DIN 4017:2006-03. Es liegt der Lastfall 1 (ständige Bemessungssituation) zugrunde. Bei einem Ausnutzungsgrad von $\mu \leq 1,0$ und Begrenzung der rechnerischen Setzung auf z. B. $s = 1,5$ cm ist, je nach tatsächlich gewählter Fundamentgeometrie, folgender aufnehmbarer Sohldruck anzusetzen (siehe Anl. 4.1 und 4.2):

Auszug Anlage 4.1 (quadr. Einzelfundamente, Einbindetiefe bei Unterkellerung ca. 0,50 m, Gründung in Schmelzwasserkiesen)

Fundament $a \times b = 1,0 \text{ m} \times 1,0 \text{ m}$: zul. $\sigma = 309 \text{ kN/m}^2$, zul. $R = 309 \text{ kN}$, zug. $s = 0,55 \text{ cm}$
Fundament $a \times b = 1,2 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}$: zul. $\sigma = 332 \text{ kN/m}^2$, zul. $R = 478 \text{ kN}$, zug. $s = 0,70 \text{ cm}$
Fundament $a \times b = 1,4 \text{ m} \times 1,4 \text{ m}$: zul. $\sigma = 354 \text{ kN/m}^2$, zul. $R = 694 \text{ kN}$, zug. $s = 0,86 \text{ cm}$.

Auszug aus Anlage 4.2 (Streifenfundament $l = 12 \text{ m}$, Einbindetiefe bei Unterkellerung ca. 0,50 m, Gründung in Schmelzwasserkiesen)

Fundament $l = 12 \text{ m}$, $l = 0,6 \text{ m}$: zul. $\sigma = 226 \text{ kN/m}^2$, zul. $R = 136 \text{ kN}$, zug. $s = 0,65 \text{ cm}$
Fundament $l = 12 \text{ m}$, $l = 0,8 \text{ m}$: zul. $\sigma = 258 \text{ kN/m}^2$, zul. $R = 206 \text{ kN}$, zug. $s = 0,79 \text{ cm}$
Fundament $l = 12 \text{ m}$, $l = 1,0 \text{ m}$: zul. $\sigma = 289 \text{ kN/m}^2$, zul. $R = 289 \text{ kN}$, zug. $s = 1,05 \text{ cm}$.

Die Größe der zulässigen Setzungen ist abschließend vom zuständigen Planungsbüro festzulegen. Bei den angegebenen Tragfähigkeitswerten ist die gegenseitige Beeinflussung von benachbarten Fundamenten noch nicht berücksichtigt. Es wird vorgeschlagen, die Vorbemessung der oben genannten Fundamente nach den Fundamentdiagrammen der Anlagen 4.1 und 4.2 vorzunehmen.

Nach Vorlage der aktuellen Bauwerkslasten sind bei setzungsempfindlichen Tragkonstruktionen die gegenseitigen Beeinflussungen der Fundamente und die Verträglichkeit der Setzungsdifferenzen bzw. Fundamentverdrehungen mit einer Setzungsberechnung zu überprüfen.

Alternativ zu einer Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten können Kellerbauwerke, die direkt in den Schmelzwasserkiesen liegen, ohne Zusatzmaßnahmen, d. h. nur auf einer Ausgleichsschicht, auf elastisch gebetteten Stahlbetonbodenplatten gegründet werden. Bei einer Gründung einer tragenden Bodenplatte kann für die Vorbemessung der Bodenplatte ein Bettungsmodul k_s in der Größenordnung von

$$k_s = 8 - 10 \text{ MN/m}^3$$

angesetzt werden.

Der Baugrund ist in den Baugrubensohlen nach dem Aushub zu verdichten.

4.1.2 nicht unterkellerte Gebäude

Nicht unterkellerte Gebäude können ebenfalls auf Einzel- und Streifenfundamenten gegründet werden, wenn die Fundamente über Magerbetonvertiefungen einheitlich bis in die Schmelzwasserkiese geführt werden. Dazu werden durch die Auelehme und Verwitterungskiese nahezu senkrechte Gräben bis zum Schmelzwasserkies ausgehoben und unmittelbar nach dem Aushub bis auf die Oberkante der geplanten Fundamente mit Magerbeton aufgefüllt. Es wird darauf hingewiesen, dass Fundamentvertiefungen mit senkrechten Böschungshöhen $> 1,25 \text{ m}$ unter keinen Umständen betreten werden dürfen und direkt nach dem Aushub mit Magerbeton zu verfüllen sind.

Zur Bemessung der Fundamente können die unter Abs. 4.1.1 angegebenen aufnehmbaren Sohldrücke und Setzungen angesetzt werden.

Alternativ können nicht unterkellerte Gebäude - je nach Höhe der Erdgeschosshöhe - auf elastisch gebetteten Bodenplatten gegründet werden, die auf einem Teilbodenersatzkörper aus einem gut verdichtbaren Kies - Sand - Gemisch, Schotter oder einem güteüberwachten Betonrecyclingmaterial aufliegen. Der Teilbodenersatzkörper ersetzt in diesem Fall die Auelehme und ist auf die Verwitterungskiese zu führen.

Die Mindestdicke des Teilbodenersatzkörpers sollte 80 cm nicht unterschreiten. Der Bodenersatzkörper ist in Lagen von $d = 20 \text{ cm}$ (max. Schütthöhe) bis zur geplanten Gründungshöhe der Bodenplatte einzubauen und auf mindestens 100% der einfachen Proctordichte zu verdichten. Der Verdichtungsgrad ist zu kontrollieren und nachzuweisen (Empfehlung: statische Plattendruckversuche $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$, dynamische Plattendruckversuche $E_{vD} \geq 50 \text{ MN/m}^2$). Es ist bei der Errichtung des Teilbodenersatzkörpers ein Lastausbreitungswinkel, ab der Außenkante Bodenplatte, von 45° zu beachten.

Bei einer Gründung auf einer tragenden Bodenplatte - wie oben beschrieben - kann für die Vorbemessung ein Bettungsmodul k_s in der Größenordnung von ebenfalls

$$k_s = 4 - 6 \text{ MN/m}^3$$

angesetzt werden.

Sollten bei nicht unterkellerten Gebäuden elastisch gebettete Bodenplatten zur Ausführung kommen, wird empfohlen, den exakten Bettungsmodulverlauf, nach Vorlage von Lastenplänen, über eine detaillierte Setzungsberechnung vom Verfasser des Gutachtens ermitteln zu lassen.

Die Gründungssohlen werden auf Benachrichtigung der örtlichen Bauleitung von unserem Büro abgenommen.

Anmerkung:

Nach Vorlage der Gründungshöhen der Gebäude sind die Dicken der Teilbodenersatzkörperschichten detaillierter zu beschreiben.

4.2 Grundwasser und Entwässerung

Grundwasser wurde bei der Stichtagsmessung am 30.10.2013 erst in einer Tiefe von rd. 7,5 m u. GOK angetroffen. Nach anhaltenden Niederschlägen muss mit geringen Mengen Schichtwasser in der Verwitterungsdecke gerechnet werden. Der feinkornarme Schmelzwasserkies ist als generell sickerfähiger Horizont zu bezeichnen. Der Verwitterungskies und die oberen Horizonte der Schmelzwasserkiese sind z. T. feinkornreich. In diesem Boden kann sich temporär Sickerwasser in den verfüllten Arbeitsräumen aufstauen.

Erdberührte Bauteile nicht unterkellerten Gebäude liegen den bisherigen Erkenntnissen zufolge auf einem Teilbodenersatzkörper in den Auelehmen und den Verwitterungsböden sowie in den z. T. feinkornreichen Schmelzwasserkiesen. Es wird empfohlen, Sicker- bzw. temporäres Schichtwasser durch eine dauerhaft funktionierende Ring- und Flächendränage gemäß DIN 4095 abzuführen. Es genügt dann eine durch Bodenfeuchte beanspruchte Abdichtung gemäß DIN 18195-4. Die Funktionsweise der Dränage muss stets gewährleistet sein (Spül-/ Kontrollschächte etc.). Sollten Drainagen nicht möglich sein, sind die erdberührten Bauteile in einer wasserundurchlässigen Bauweise auszuführen.

Erdberührte Bauteile unterkellerten Gebäude liegen den bisherigen Erkenntnissen zufolge in den Schmelzwasserkiesen, die eine z. T. hohen Feinkornanteil aufweisen und deshalb nicht gut sickerfähig sind. Da bisher keine Einzelfallentscheidungen möglich sind muss deshalb empfohlen werden, die Kellerbauwerke in einer wasserundurchlässigen Bauweise auszuführen, um bei einem temporären Einstau von Sickerwasser eine Beeinträchtigung zu vermeiden. Kann auf den Baugrundstücken im Bereich der Sohle sickerfähiger Kies nachgewiesen werden, genügt eine entsprechende Abdichtung gemäß DIN 18195-4.

Gerade im nordöstlichen Bauareal waren die Schmelzwasserkiese stark verlehmt, wodurch die Durchlässigkeit hier gering ist. Die südlichen und südöstlichen Areale zeigten hingegen einen geringeren Feinkornanteil des Schmelzwasserkieses, so dass hier höhere Durchlässigkeiten vorliegen.

4.3 Baugruben

Kanalgräben können generell ohne rechnerischen Nachweis bis 5 m u. GOK (Baugrubentiefe) in den Auffüllungen, im Auelehm, in der Verwitterungsdecke und den Schmelzwasserkiesen, falls die Platzverhältnisse dies erlauben, unter 45 Grad frei geböscht werden. Auf die Einhaltung der lastfreien Bereiche an der Böschungskrone entsprechend DIN 4124 wird hingewiesen. Die freien Böschungen sind mit Planen gegen Witterungseinflüsse zu sichern.

Baugruben bis zu einer Tiefe von 1,25 m können senkrecht geböscht werden, wenn die Vorgaben der DIN 4124 eingehalten werden.

Sollten frei geböschte Baugruben mit den o. g. Böschungsneigungen aufgrund der Platzverhältnisse nicht möglich sein, so ist die Baugrube durch einen Verbau zu sichern. Dies kann zum Beispiel ein Spritzbeton-, Trägerbohlwand- oder Spundwandverbau sein. Die Standsicherheit der Verbaumaßnahmen ist rechnerisch nachzuweisen.

4.4 Kanalbaumaßnahmen

Baugruben und Gräben für die Herstellung der Kanalleitungen können im Projektgebiet gemäß Abschnitt 4.3 frei geböscht werden. Alternativ zur freien Böschung ist die Sicherung mit Grabenverbaugeräten möglich. Der Einsatz von Grabenverbaugeräten minimiert die Aushubmenge und die Grabenbreite. Eventuell auftretendes Schichtwasser ist in den Kanalgräben mit einer offenen Wasserhaltung zu fassen.

Kommen die Kanalrohre mit ihrer Sohle im Schmelzwasserkies zu liegen, so sind keine besonderen Maßnahmen zur Gründung der Rohre nötig. Es genügt ein Sandbett entsprechend den geltenden technischen Regelwerken.

Liegen die Kanalsohlen in den darüber liegenden Schichten (Verwitterungskies) ist als Gründungspolster ein Bodenersatzkörper (Kiessand, Schluffanteil < 5%) mit einer Mächtigkeit von mind. $D = 30$ cm unter dem Sandbett einzubauen. Der Bodenersatzkörper ist vom anstehenden Baugrund durch ein Vlies (GRK3) zu trennen. Sollte die z. T. feinkornreiche Gründungssohle stark aufgeweicht sein, so ist die Dicke des Teilbodenersatzkörpers zu erhöhen.

Liegen die Kanalsohlen in den Auelehmlagen ist als Gründungspolster ein Bodenersatzkörper (Kiessand, Schluffanteil < 5%) mit einer Mächtigkeit von mind. $D = 50$ cm einzubauen. Der Bodenersatzkörper ist vom anstehenden Baugrund ebenfalls durch ein Vlies (GRK3) zu trennen. Sollte die z. T. feinkornreichen Gründungssohlen stark aufgeweicht sein, so ist die Dicke des Teilbodenersatzkörpers nach einer Begutachtung zu erhöhen.

Die Verwitterungskiese können zur Verfüllung der Kanalgräben in statisch unbelasteten Bereichen verwendet werden. Im Bereich von Straßen und statisch belasteten Arealen sind die Kanalgräben mit einem verdichtbaren Kiessand oder mit feinkornarmen Schmelzwasserkiesen zu verfüllen.

4.5 Straßenbaumaßnahmen

Es ist davon auszugehen, dass die Erschließungsstraßen oberflächennah in den Auelehmen und den Verwitterungskiesen zu liegen kommen. Diese Böden sind nach den ZTV E-StB 09

als frostempfindlich (F3) einzustufen. Des Weiteren sind diese Böden sehr 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 wird in den anstehenden Auelehmen nicht und in den Verwitterungskiesen durch einfaches Abwalzen nur grenzwertig erreicht. Es sind bodenverbessernde Maßnahmen auszuführen.

Zur Gründung der Gehwege und Straßen können die Auelehme mittels eines Kalk - Zement - Tragschichtenbinders (Empfehlung Zusammensetzung: 70% Zement, 30 % Kalk) über eine Tiefe von 40 cm verbessert und stabilisiert werden. Der an einer Probe des Auelehms durchgeführte Proctorversuch (Anhang PV001) ergab einen natürlichen Wassergehalt von 28,6 % und einen optimalen Wassergehalt von 25,6 %.

Auf Grund von Studien- und Erfahrungswerten ist davon auszugehen, dass eine Zugabe eines Tragschichtenbinders (70 % Zement, 30 % Kalk) von 1 Gew.-% den Wassergehalt eines Bodens um rd. 2 Gew.-% senkt.

Zur annähernden Angabe einer Zugabemenge - ohne einen CBR - Versuch auszuführen - dienen die Feucht- und Trockenraumdichten bei 100 % Proctordichte und der natürliche Wassergehalt als Basisdaten zur circa Ermittlung der Bindermengen. Bei dem am 13.09.2013 gemessenen Wassergehalt des Auelehms ist von folgender Bindemittelmenge auszugehen:

Bei einem momentanen Wassergehalt des feinkörnigen Bodens von rd. 28,6 Gew.-% wäre dieser in Bezug auf die 100 % - Proctordichte wie folgt zu reduzieren:

100 % Proctordichte: Reduzierung um 28,6 % - 25,6 % = 3 Gew.-%

Daraus ergibt sich folgende ca. Bindemittelmenge (Dorosol C30 o.ä.):

100 % Proctordichte: 1,5 Gew.-% Bindemittel

Bei einer Feuchtraumdichte des Bodens von rd. 1900 kg/m^3 (ger. Wert) wäre folgende Zugabemenge zu empfehlen (**Frässtärke 40 cm**)

100 % Proctordichte: 12 kg/m^2 Bindemittel (gerundeter Wert).

Gründen die Gehwege oder die Straßen in den Verwitterungskiesen, so ist ein einheitlicher Teilbodenersatzkörper aus dem z. B. vor Ort gelagerten Bahnschotter oder aus einem feinkornarmen Kiessand von mind. 30 cm bis unter die geplante, frostsichere Kiestragschicht herzustellen. Auf dem Teilbodenersatzkörper ist der frostsichere Oberbau herzustellen. Es ist im Randbereich des Teilbodenersatzkörpers ein Lastausbreitungswinkel von 45° zu beachten.

Anmerkungen: Bei einer stärkeren Durchfeuchtung oder Austrocknung während den Bauzeiten ist der Bindemittelanteil der tatsächlichen Feuchte des Bodens anzupassen.

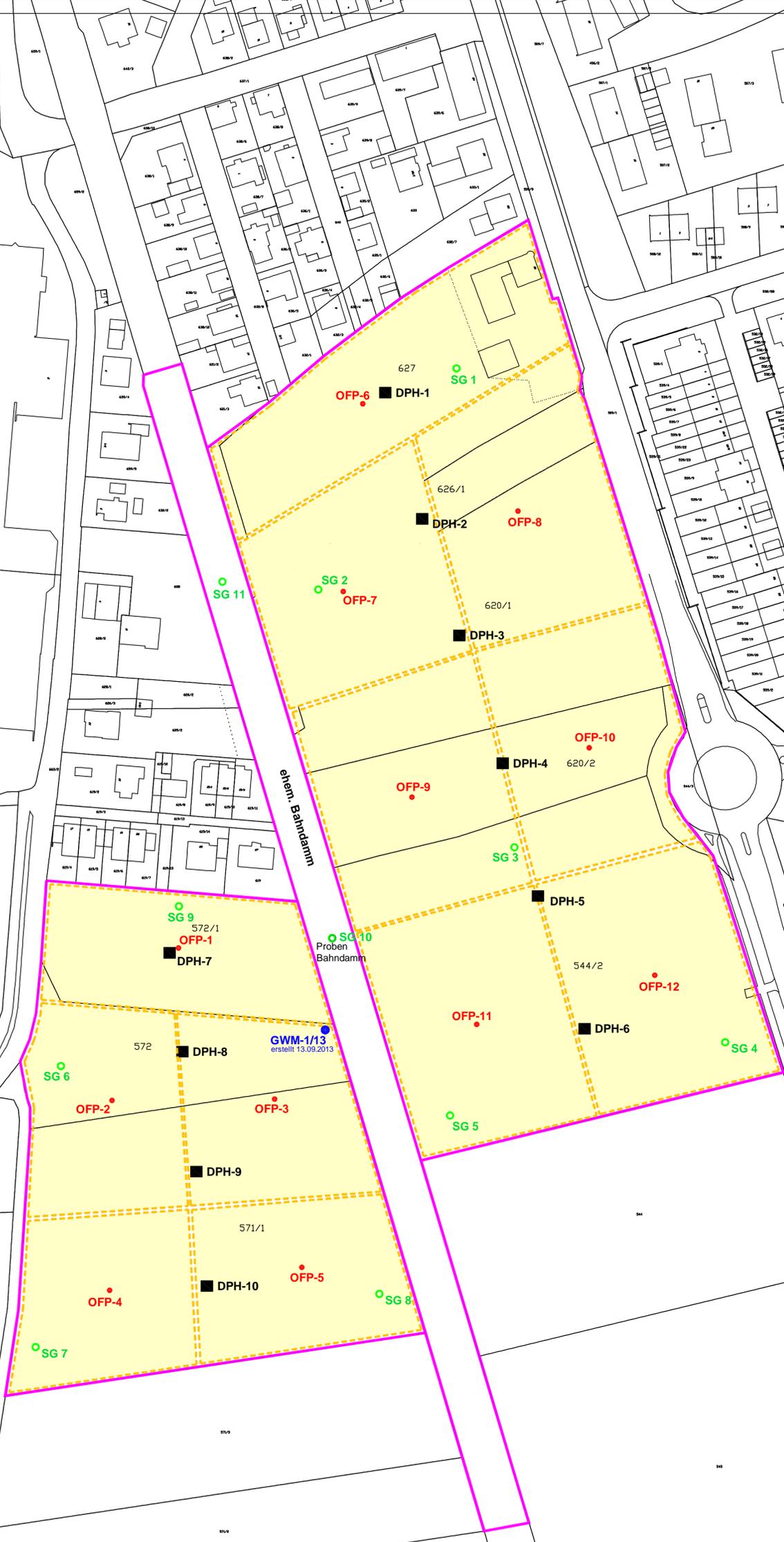
Anmerkungen

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 ange-troffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerun-gen erforderlich. Es wird deshalb empfohlen, zur Abnahme der Gründungssohlen den Ver-fasser des Gutachtens heranzuziehen.

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



Dipl.-Geol. K. Merk

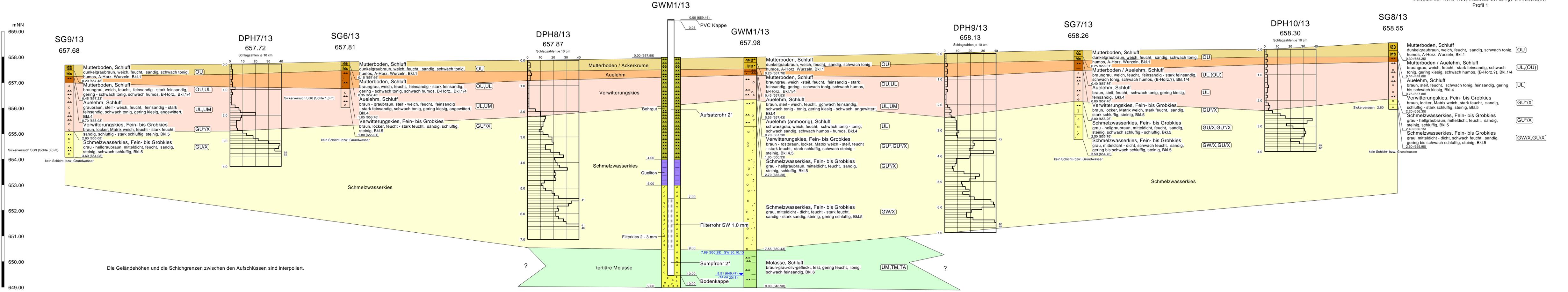


■ DPH = schwere Rammsondierungen
 ○ SG = Sickerversuche
 ● OFP = Oberflächenproben
 ● Probenahmepunkt
 ● GWM = Grundwassermessstelle DN 12
 — Grenze Bebauung

Projekt: 2013-724 Baugeliet Isnyer Strasse West			
Planinhalt: Lageplan mit den Aufschlüssen und Oberflächenproben		Anlage: L-3 Gezeichnet: Ro. Geprüf:	
Maßstab: 1:1000		Datum: 30.11.2013	

Geotechnisches Profil 1

Maßstab der Höhe 1:50, Maßstab der Länge unmaßstäblich
Profil 1



Die Geländehöhen und die Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen sind interpoliert.

?

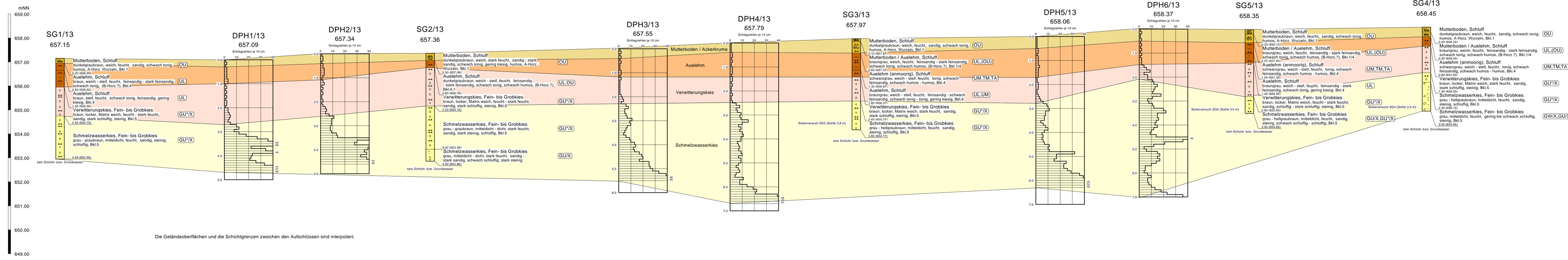
tertiäre Molasse

?

Geotechnisches Profil 2

Projekt fm geotechnik <small>Wiesflecken 6 88279 Amtzell Mayrhalden 11 87452 Ahusried</small>	Baugelbiet Isnyer Straße Leutkirch	Anlage 2.2
	Projekt Nr. A1308013	Profil 2

Maßstab der Höhe 1:50, Maßstab der Länge unmaßstäblich



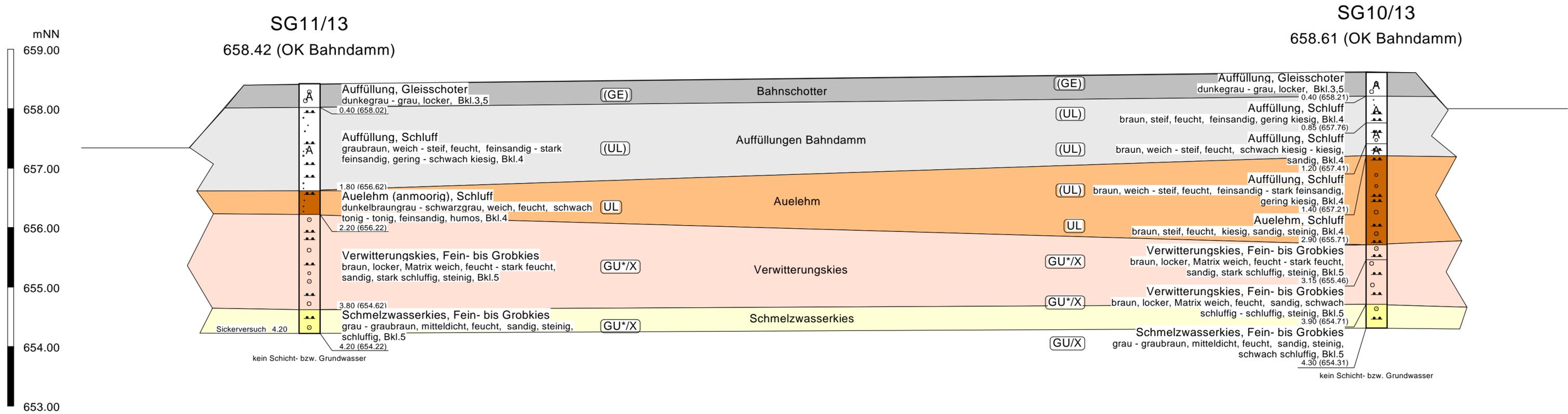
Die Geländeoberflächen und die Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen sind interpoliert.

Geotechnisches Profil 3

fm geotechnik <small>Wiesflecken 6 88279 Amtzell Mayrhalde 11 87452 Altusried</small>	Projekt	Baugebiet Isnyer Straße Leutkirch	Anlage	2.3
			Projekt Nr.	A1308013

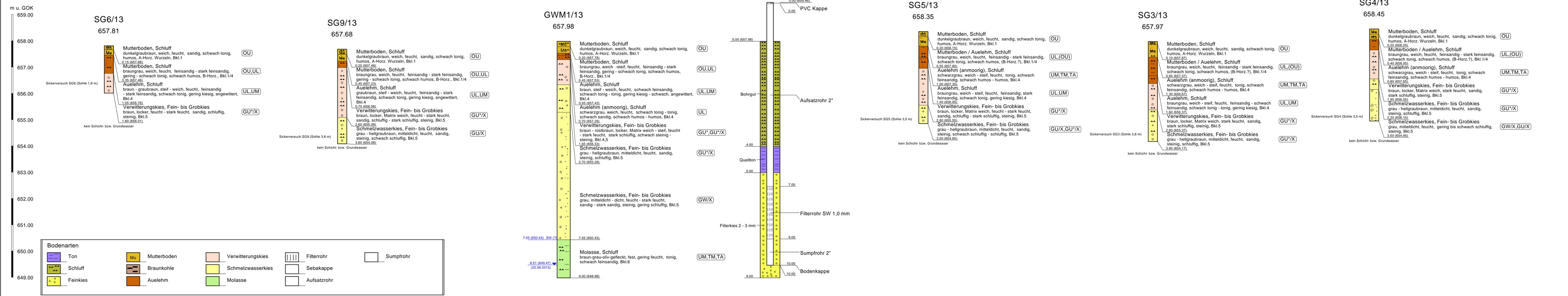
Maßstab der Höhe 1:50, Maßstab der Länge unmaßstäblich

Profil 3



Die Geländeoberflächen und die Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen sind interpoliert.

Profile 13.09.2013: SG6/13 - SG9/13 - GWM1/13 - SG5/13 - SG3/13 - SG4/13



M 1 : 100