

Geotechnisches Gutachten

Erschließung BG Haberacker, Amtzell

<u>Projekt Nr.</u>	A1708012
<u>Bauvorhaben</u>	Erschließung BG Haberacker, Amtzell
<u>Auftraggeber</u>	Gemeinde Amtzell Waldburger Straße 4 88279 Amtzell
<u>Planung</u>	Zimmermann & Meixner, Ingenieurgesellschaft mbH Fohlenweide 41 88279 Amtzell
<u>Datum</u>	10.11.2017
<u>Bearbeitung</u>	Dipl. Ing. (FH) Ralf Frankovsky

Inhalt

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

Anlagen

- 1.1 Übersichtslageplan, M. 1:20.000
- 1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, M. 1:500
- 2.1 Geologisches Profil 1: SG4 – SG3 – SG5 – SG6 – SG7 – SG9,
M. d. H. 1:50, M. d. L. unmaßstäblich
- 2.2 Geologisches Profil 2: SG2 – SG1 – SG8 – SG10,
M. d. H. 1:50, M. d. L. unmaßstäblich
- 2.3 Geologisches Profil 3: SG11 – SG12 – SG13, M. d. H. 1:50, M. d. L. unmaßstäblich
- 2.4 Geologisches Profil 4: SG15 – SG14, M. d. H. 1:50, M. d. L. unmaßstäblich
- 3 Ergebnisse Sickerversuch SG14, Moränenkies
- 4.1-6 Geotechnische Laborversuche
- 5 Probenahmeprotokolle Proben Umwelttechnik
- 6 Umweltgeologische Stellungnahme und Analyseergebnisse, Büro Dr. Lindinger
- 7.1-4 Fundamentdiagramme

Unterlagen

- [1] Zimmermann & Meixner, Ingenieurgesellschaft mbH
Projekt Nr. ZM-17-A270 Erschließung BG Haberacker, Entwurfsplanung
- [1.1] Lageplan Baugrunduntersuchung, M 1:500 Planstand 11.10.2017

1. Vorgang

Die Gemeinde Amtzell plant die Erschließung des Baugebietes „Haberacker“. Das Baugebiet befindet sich rd. 600 m nordwestlich des Ortszentrums von Amtzell.

Unser Büro wurde von der Gemeinde beauftragt, eine Baugrunderkundung im Projektgebiet auszuführen und ein geotechnisches Gutachten zu erstellen. Zu diesem Zweck wurden am 06.09.2017 insgesamt fünfzehn Schürfgruben (SG1/17 bis SG15/17) abgeteuft.

Die Untersuchungsstellen wurden von der Ingenieurgesellschaft Zimmermann & Meixner nach Lage und Höhe eingemessen und vor Ort ausgepflockt. Die Lage der Aufschlusspunkte ist im Lageplan der Anlage 1.2 dargestellt. Die Höhen der Ansatzpunkte, ebenso wie die detaillierte, nach DIN EN ISO 14688-1 und -2, DIN 18 196 und DIN 18 300 klassifizierte Bo-

denaufnahme, sind in den geologischen Profilen der Anlagen 2.1 bis 2.4 aufgeführt. In der Schürfgrube SG14 wurde ein Sickerversuch in einer Tiefe von 1,30 m ausgeführt, um die Durchlässigkeit der anstehenden Bodenschicht zu bestimmen.

Aus den Untersuchungsstellen wurden Bodenproben zur umwelttechnischen Vordeklaration entnommen. Der Oberboden wurde auf die Vorsorgewerte der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) sowie die Parameter der Verwaltungsvorschrift des UMBW für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV) untersucht. Die darunter folgenden Schichten wurden auf die Parameter der VwV untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchung, sowie deren Bewertung durch das Sachverständigenbüro Dr. Lindinger GmbH & Co. KG aus Weingarten, sind in der Anlage 6 enthalten.

An weiteren Bodenproben wurden verschiedene bodenmechanische Laborversuche ausgeführt. Die Ergebnisse der Versuche sind in den Anlagen 4.1 bis 4.6 enthalten.

2. Geomorphologische Situation, Baugrundsichtung, bautechnische Beschreibung, Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung, Umwelttechnische Untersuchungen

2.1 Geomorphologische Situation

Das Untersuchungsgebiet befindet sich nordwestlich des Ortszentrums von Amtzell und umfasst die Flst. Nr. 1131 (Teilbereich), 1143 und 126. Das Gelände ist derzeit unbebaut und wird als Wiese genutzt. Westlich an das Untersuchungsgebiet schließt die Bergstraße an, im Süden befindet sich ein bestehendes Wohngebiet. Die nördlich gelegenen Grundstücke sind zum Großteil unbebaut, im Osten grenzt ein kleiner Bach an das Untersuchungsareal an.

Das Gelände fällt im oberen Bereich (SG1 - SG8) leicht und in etwa auf der Linie SG9 – SG10 steil nach Osten ab. Im unteren Bereich (SG11 – SG15) ist das Gelände relativ eben.

Geologisch gesehen liegt das Bauareal in der weiträumigen Moränenlandschaft des Alpenvorlandes, das während und am Ende der Würmeiszeit durch den Rheinvorlandgletscher geprägt wurde. Im Untersuchungsbereich bestehen die Glazialböden (Moränenablagerungen) aus Grundmoräne, Moränenkies und Moränensand. Nach dem endgültigen Eisrückzug waren die Glazialböden einer intensiven Verwitterung ausgesetzt und es bildete sich eine Verwitterungsdecke aus (Verwitterungslehm, Verwitterungskies, Verwitterungssand). In der Überschwemmungsaue des im Osten verlaufenden Bachs kamen feinkörnige Auesedimente in Wechselfolge von Auekiesen, Auesanden und Auelehmen oberhalb der Glazialböden zur Ablagerung. Stellenweise bildeten sich in flachen Stillwassersenkungen des Auebereiches Torf + Anmoorböden aus. Eine Mutterbodenaufgabe schließt im Allgemeinen die natürliche Schichtenfolge ab. Im Bereich der SG12 wurden zuoberst geringmächtige aufgefüllte Böden angetroffen.

2.2 Baugrundsichtung

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

Oberer Bereich (SG1 – SG10)

Mutterboden	(Quartär: Holozän)
Verwitterungsdecke	(Quartär: Pleistozän bis Holozän)
Moränenablagerungen	(Quartär: Pleistozän)

Unterer Bereich (SG11 – SG15)

Auffüllungen (lokal)	(rezent)
Mutterboden	(Quartär: Holozän)
Anmoor + Torf	(Quartär: Holozän)
Aueablagerungen	(Quartär: Holozän)
Moränenablagerungen	(Quartär: Pleistozän)

Aus bodenkundlicher Sicht ist - ohne nähere Analysen – von folgenden Böden auszugehen:

Oberer Bereich (SG1 – SG10)

aus bodenkundlicher Übersichtskarte des LGRB:

Parabraunerde - Braunerde (LL - BB)

- **A-Horizont**, (Mineralischer Oberbodenhorizont)
„Mutterboden“
- **B-Horizont**, (Mineralischer Unterbodenhorizont)
„Verwitterungsdecke“, vor allem Verwitterungslehm

Der Verwitterungskies kann ggf. auch schon in den Cv-Horizont (angewitterter bis verwitterter C-Horizont) eingestuft werden, bzw. es kann eine kleinräumige Verzahnung des Bv- mit Cv Horizont vorhanden sein.

Im Verwitterungskies wurden Steine und vereinzelt Blöcke angetroffen. Eine Verwertung als durchwurzelbare Bodenschicht auf Flächen mit landwirtschaftlicher Folgenutzung ist ggf. erst nach Separierung von größeren Steine und Blöcken möglich (nach Vorgabe entsprechendes Landratsamt)

- **C-Horizont**, (Mineralischer Untergrundhorizont)
Moränenablagerungen (Grundmoräne, Moränenkies, Moränensand)

Bereich SG11, SG12, SG13

aus bodenkundlicher Übersichtskarte des LGRB:

Gley (GG) und Braunerde-Gley (BB – GG)

- **A-Horizont**, (Mineralischer Oberbodenhorizont)
„Mutterboden“,
SG12 Aa Horizont (anmoorig)
- **G-Horizont**, (semiterrestrischer Bodenhorizont mit Grundwassereinfluss)
„Aueablagerungen“ (Auengley GGa)
- **C-Horizont**, (Mineralischer Untergrundhorizont)
Moränenablagerungen (Grundmoräne, Moränenkies, Moränensand)

Bereich SG14, SG15

aus bodenkundlicher Übersichtskarte des LGRB:

Niedermoor (HN), Gley-Niedermoor (GG – HN) und Hochmoor (HH) karte des LGRB)

Hier vermutlich Moorgley (GH) da Torfmächtigkeiten mit max. 4 dm angetroffen wurden.

- **A-Horizont**, (Mineralischer Oberbodenhorizont)
„Mutterboden“ + Anmoor (Aa Horizont)
- **G-Horizont**, (semiterrestrischer Bodenhorizont mit Grundwassereinfluss)
„Aueablagerungen“ (Auengley GGa)
- **H-Horizont**, (Horizont aus Resten torfbildender Pflanzen (Tor))
„Aueablagerungen“ (Auengley GGa)
- **C-Horizont**, (Mineralischer Untergrundhorizont)
Moränenablagerungen (Grundmoräne, Moränenkies, Moränensand)

Im Einzelnen wurden mit den 15 Schürfgruben folgende Schichtglieder bzw. Schichttiefen festgestellt.

Tabelle 1a: Schichtglieder SG1 bis SG5 (von - bis m unter Gelände)

Aufschluss Ansatzhöhe m ü. NN	SG1/17 574.93	SG2/17 574.15	SG3/17 574.49	SG4/17 575.39	SG5/17 572.14
Mutterboden	0,00 – 0,20	0,00 – 0,20	0,00 – 0,20	0,00 – 0,20	0,00 – 0,30
Verwitterungslehm	0,20 – 0,60	0,20 – 0,70	0,20 – 0,70	0,20 – 1,20	0,30 – 1,30
Verwitterungskies	0,60 – 1,20	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Verwitterungssand	n. a.				
Grundmoräne, Schluff	3,50 – 3,90*	0,70 – 2,40	n. a.	1,20 – 1,60	1,30 – 1,70
Grundmoräne, Ton	1,20 – 2,80	2,40 – 3,50*	0,70 – 3,50*	n. a.	1,70 – 3,80*
Moränenkies	2,80 – 3,50	n. a.	n. a.	1,60 – 3,30*	n. a.

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

Tabelle 1b: Schichtglieder SG6 bis SG10 (von - bis m unter Gelände)

Aufschluss Ansatzhöhe m ü. NN	SG6/17 571.64	SG7/17 571.63	SG8/17 573.02	SG9/17 570.68	SG10/17 570.54
Mutterboden	0,00 – 0,20	0,00 – 0,30	0,00 – 0,30	0,00 – 0,20	0,00 – 0,20
Verwitterungslehm	0,20 – 0,80	0,30 – 0,50	n. a.	0,20 – 1,00	n. a.
Verwitterungskies	n. a.	0,50 – 0,70	0,30 – 0,80	1,00 – 1,50	n. a.
Verwitterungssand	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	0,20 – 1,20
Grundmoräne, Schluff	n. a.	2,80 – 3,50*	0,80 – 1,80	1,50 – 3,40	1,20 – 3,70*
Grundmoräne, Ton	0,80 – 2,40	0,70 – 2,80	1,80 – 3,80*	3,40 – 3,80*	n. a.
Moränenkies	2,40 – 3,90*	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.

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

Tabelle 1c: Schichtglieder und Schichttiefen SG11 bis SG15 (von - bis m unter Gelände)

Aufschluss Ansatzhöhe m ü. NN	SG11/17 562.46	SG12/17 562.23	SG13/17 561.82	SG14/17 561.85	SG15/17 563.50
Auffüllungen (ungegliedert)	n. a.	0,00 – 0,40	n. a.	n. a.	n. a.
Mutterboden	0,00 – 0,20	n. a.	0,00 – 0,20	n. a.	0,00 – 0,20
Anmoor	n. a.	0,40 – 0,50	n. a.	0,00 – 0,20	n. a.
Torf	n. a.	n. a.	n. a.	0,20 – 0,30	0,60 – 1,10
Auelehm	0,20 – 1,10	n. a.	0,20 – 0,40	0,30 – 1,00	0,20 – 0,60
Auekies	n. a.	n. a.	0,40 – 1,20	n. a.	n. a.
Moränensand	1,10 – 1,50	0,50 – 1,60	n. a.	2,20 – 2,50*	3,20 – 3,40*
Moränenkies	n. a.	1,90 – 2,60	1,20 – 1,80	1,00 – 2,20	1,10 – 3,20
Grundmoräne, Schluff	1,50 – 3,50*	1,60 – 1,90 2,60 – 3,10*	1,80 – 2,00*	n. a.	n. a.

* Endtiefe

2.2 Bautechnische Beschreibung der Schichten

Auffüllungen

Im Bereich der Schürfgrube SG12 wurden augenscheinlich aufgefüllte Böden angetroffen. Es handelt sich dabei zuoberst um einen aufgefüllten Mutterboden (schwach toniger bis toniger, feinsandiger, schwach humoser bis humoser Schluff) und darunter um einen stark kiesigen Schluff in welchem vereinzelt kleine Ziegelreste vorhanden sind. Die Konsistenz beider Schichten ist weich. Zum Abtrag von Lasten sind die Auffüllungen nicht heran zu ziehen. Von dem aufgefüllten Schluff (0,15 – 0,40 m) wurde eine Mischprobe entnommen und umwelttechnisch untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchung finden sich in Kapitel 2.4 und der Anlage 6 dieses Gutachtens wieder.

Mutterboden

Die oberste Schicht wird im Untersuchungsgebiet überwiegend von einer 20 bis 30 cm starken Mutterbodenaufgabe gebildet. Der dunkelbraun gefärbte Mutterboden setzt sich aus einem schwach tonigen, feinsandigen bis stark feinsandigen sowie humosen und lokal stark

humosen (SG11, SG13, SG15) Schluff zusammen. Der Oberboden ist zum Abtrag von Lasten nicht geeignet. Er wird üblicherweise vor Baubeginn abgeschoben. Der Mutterboden kann in statisch nicht relevanten Bereichen zur Geländeangleichung oder als kulturfähiger Oberboden wieder verwendet werden (sofern 70% der Vorsorgewerte gem. BBodSchV Anhang 2, Abschnitt 4 eingehalten werden, s. Kapitel 2.4).

Anmoor

Anmoorlagen wurden im Bereich der SG12 unter den Auffüllungen und im Bereich der SG14 zuoberst angetroffen. Sie setzen sich aus einem schwach sandigen bis sandigen, stark humosen Schluff zusammen in welchen immer wieder Holzreste und Lagen von stark zersetztem Torf eingeschalten sind. Die Konsistenz der Anmoorlagen ist weich. Der organogene bis organische Boden ist nicht bis sehr gering tragfähig.

Torf

Der Torf kommt im Untersuchungsgebiet in Schichtstärken mit bis zu 50 cm vor. Bei dem dunkelbraun gefärbten Moorboden handelt es sich um nicht bis mäßig zersetzte, leicht faserige Torfe. Stellenweise sind Holzreste noch gut erhalten. Die Konsistenz des Torfs ist als weich zu bewerten. Der organische Boden ist nicht tragfähig.

Aueablagerungen

Die graubraun und grau gefärbten Aueablagerungen kommen im Untersuchungsgebiet als Auelehm und Auekies vor.

Bei dem Auelehm handelt es sich um einen gering tonigen bis tonigen, sandigen bis stark sandigen, gering kiesigen bis kiesigen Schluff. Die Konsistenz der Auelehme ist weich.

Der im Bereich der Schürfgrube SG13 angetroffene Auekies ist als schluffiger, sandiger bis stark sandiger Fein- bis Grobkies zu beschreiben. Im unteren Bereich war eine dünne reine Sandlage zu erkennen (Auesand). Der Lagerungszustand des Auekieses ist locker.

Innerhalb der Aueablagerungen sind Holz- und Pflanzenreste eingeschalten. Insgesamt ist das Schichtpaket „Aueablagerungen“ aufgrund der nur weichen Konsistenz der bindigen Fazie bzw. dem nur lockeren Lagerungszustand der nichtbindigen Bereiche sowie den vorhandenen Pflanzen- und Holzresten als gering tragfähig einzustufen.

Verwitterungsdecke (Verwitterungslehm, Verwitterungskies, Verwitterungssand)

Unterhalb des Mutterbodens steht im oberen Bereich des Untersuchungsgebietes (SG1 bis SG10) in allen Aufschlüssen, die Verwitterungsdecke in Form von Verwitterungslehm, Verwitterungskies und lokal Verwitterungssand an.

Der Verwitterungslehm kann als schwach toniger, lokal auch toniger bis stark toniger, schwach sandiger bis sandiger, sowie gering kiesiger bis stark kiesiger Schluff angesprochen werden. Der Lehmboden kann stellenweise (SG9) gering steinig sein (< 5%). Die Konsistenz des Verwitterungslehms ist weich und weich bis steif. Die Tragfähigkeit des Verwitterungslehms ist als mäßig (weiche bis steife Konsistenz) einzustufen. Der Lehmboden ist frost- und witterungsempfindlich. Bei Zutritt von Wasser (z. B. durch Niederschläge) weicht der Boden schnell auf und verliert an Tragfähigkeit.

Der Verwitterungskies setzt sich hauptsächlich aus einem stark schluffigen, schwach sandigen bis sandigen Fein- bis Grobkies zusammen. Der Verwitterungskies ist immer wieder schwach steinig bis steinig und es kommen vereinzelt kleinere Blöcke bis Ø 350 mm vor, welche aufgrund des Verwitterungsprozesses bereits mürbe sind. Der Lagerungszustand des Kiesbodens ist dem Baggerwiderstand zufolge als locker einzustufen, die bindige Matrix hat überwiegend weiche bis steife Konsistenz. Die Tragfähigkeit des Verwitterungskieses ist als mäßig zu bewerten.

Im Bereich der Schürfgrube SG10 wurde die Verwitterungsdecke in Form eines schwach tonigen, schluffigen sowie kiesigen Fein- bis Grobsand (Verwitterungssand) angetroffen. Der braun gefärbte Sandboden ist locker gelagert, seine Tragfähigkeit ist als mäßig einzustufen.

Moränensand

Moränensand wurde hauptsächlich im unteren Bereich des Untersuchungsgebietes angetroffen (SG11, SG12, SG14, SG15). Der Moränensand setzt sich aus einem schwach schluffigen bis stark schluffigen, schwach kiesigen bis kiesigen Fein- bis Grobsand und lokal (SG14) Feinsand zusammen. Der Moränensand neigt bei Wassersättigung und mechanischer Einwirkung (z. B. durch Vibration) zur Verflüssigung (Liquefaktion). Im dann vorhandenen Boden-Wasser-Gemisch können keine Scherbeanspruchungen mehr aufgenommen werden. Dann gehört der Boden zur Bodenklasse 2. Im freien Anschnitt (z. B. durch Baugruben) fließen die Sandböden im wassergesättigten Zustand aus. Die Tragfähigkeit des Moränensandes ist als mäßig einzustufen.

Moränenkies

Der angetroffene grau und graubraun gefärbte Moränenkies ist als sandiger bis stark sandiger Fein- bis Grobkies mit wechselndem Feinkorn- (nicht schluffig bis stark schluffig) und Steinanteilen (nicht steinig bis steinig) anzusprechen. Vor allem im oberen Bereich des Untersuchungsgebietes (SG4, SG6) wurden innerhalb des Moränenkieses Blöcke mit Durchmesser bis 600 mm angetroffen. Der Lagerungszustand des Moränenkieses ist mitteldicht,

lokal im oberen Schichtbereich auch nur locker bis mitteldicht. Im Moränenkies ist grundsätzlich mit Steinen ($\varnothing > 63 - 200 \text{ mm}$) und Blöcken ($\varnothing > 200 - 600 \text{ mm}$) zu rechnen. Sehr vereinzelt können auch große Blöcke ($\varnothing > 600 \text{ mm}$) eingeschalten sein. Nach der DIN 18300 (2012) sind stark steinige Böden ($> 30\%$) und Böden mit weniger als 30% Blöcken zur Bodenklasse 5 zu rechnen. Bei mehr als 30% Blöcken ($\varnothing > 200 - 600 \text{ mm}$) gehört der Boden zur Bodenklasse 6, während große Blöcke ($\varnothing > 600 \text{ mm}$) zur Bodenklasse 7 gerechnet werden.

Die Tragfähigkeit des Moränenkieses ist als gut einzustufen.

Grundmoräne

Die Grundmoräne setzt sich im Untersuchungsgebiet aus einer Ton- und einer Schlufffazie zusammen.

Der eiszeitliche Boden ist dementsprechend als schluffiger bis stark schluffiger, schwach sandiger bis stark sandiger, gering kiesiger bis schwach kiesiger Ton und als schwach toniger bis toniger, sandiger, gering kiesiger bis stark kiesiger Schluff anzusprechen. Die Tonfazie ist zum Teil ausgeprägt plastisch (Bodengruppe TA), im Bereich der Schürfruben SG3, SG5 und SG6 ist der Boden gebändert (dünne Sandlamellen innerhalb des sonst bindigen Bodens). In den Sandlamellen ist zum Teil Schichtwasser vorhanden. Sandlagen innerhalb der Grundmoräne neigen bei Wassersättigung und mechanischer Einwirkung (z. B. durch Vibration) zur Verflüssigung (Liquefaktion). Im dann vorhandenen Boden-Wasser-Gemisch können keine Scherbeanspruchungen mehr aufgenommen werden. Dann gehört der Boden zur Bodenklasse 2. Im freien Anschnitt (z. B. durch Baugruben) fließen die Sandlagen im wassergesättigten Zustand aus.

Erfahrungsgemäß bilden dünne Sandlagen innerhalb von bindigen Böden potentielle Gleitbahnen für Hangbewegungen. Ob sich der Hang momentan in Bewegung befindet kann nur mit Inklinometermessungen in Zusammenhang mit tiefreichenden Baugrundaufschlüssen mit Sicherheit gesagt werden. Eine Kartierung des Hanges mit Augenmerk auf Anzeichen älterer Rutschbewegungen und einer entsprechenden Einschätzung wird empfohlen.

Der Steinanteil variiert, vor allem in der Schlufffazie, von nicht steinig bis stark steinig. Innerhalb der Grundmoräne wurden Blöcke mit Durchmessern bis 400 mm angetroffen.

Die Konsistenz der Grundmoräne ist steif, steif bis halbfest und halbfest. In größeren Tiefe wird auch feste Konsistenz auftreten.

Nach der DIN 18300 (2012) sind gemischtkörnige Böden weicher bis halbfester Konsistenz in die Bodenklasse 4 und Böden mit fester Konsistenz in die Bodenklasse 6 zu rechnen, während stark steinige Böden und Böden mit weniger als 30% Blöcken zur Bodenklasse 5 gehören. Bei mehr als 30% Blöcken ($\varnothing > 200 - 600 \text{ mm}$) gehört der Boden zur Bodenklasse 6, große Blöcke ($\varnothing > 600 \text{ mm}$) werden zur Bodenklasse 7 gerechnet. Die Grundmoräne ist, als gut tragfähig einzustufen. Die Grundmoräne weicht bei Wasserzutritten, z.B. durch Niederschläge oder Schichtwasseraustritte auf und verliert dann oberflächlich ihre Tragfähigkeit.

2.3 Bodenkennwerte und Klassifizierung

Entsprechend der Baugrundsichtung der Profilschnitte (Anlage 2.1 - 2.4) sowie der Beschreibung der Böden, werden im Folgenden die für den Erdbau notwendigen Bodenkennwerte und Bodenklassen angegeben:

Tabelle 2: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte vergleichbarer Böden)

Schicht	Wichte (erdfeucht) γ [kN/m ³]	Wichte (unter Auftrieb) γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel ϕ' [°]	Kohäsion (dräniert) c' [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
Auffüllung (Schluff)	18 – 20	8 - 10	25,0 – 27,5	0	(2 – 4)
Mutterboden	15 – 16	5 – 6	17,5 – 20,0	0	0,5 – 1,0
Anmoor	15 – 17	5 – 7	17,5 – 20,0	0	1 – 2
Torf	13 – 14	3 – 4	15,0 – 17,0	0	0,5 – 1
Auelehm	17 – 18	7 – 8	22,5 – 25,0	0	2 – 5
Auekies	20 – 21	10 – 11	30,0 – 32,5	0	5 – 7
Verwitterungslehm	18 – 19	8 – 9	25,0 – 27,5	0 – 2	6 – 8
Verwitterungskies	20 – 22*	11 – 12*	30,0 – 32,5	0	8 – 10
Verwitterungssand	19 – 20	9 – 10	30,0 – 32,5	0	4 – 6
Moränenkies	20 – 22*	10 – 12*	32,5 – 35,0	0	40 – 60
Moränensand	19 – 20	9 – 10	30,0 – 32,5**	0	10 - 20
Grundmoräne, Schluff	18 – 22*	8 – 12*	25,0 – 27,5	3 – 6	30 – 50
Grundmoräne, Ton	18 – 22*	8 – 12*	22,5 – 25,0	6 – 10	30 – 50

* Steine und Blöcke

** kann sich bei Verflüssigung deutlich verringern

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

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

Schicht	Bodengruppe DIN18196	Bodenklasse DIN18300 (2012)	Frostempfindlichkeit ZTV E-StB 09	Verdichtbar- keitsklasse ZTV A-StB 12
Auffüllung (Schluff)	(UL/GU*)	4	F3	V3
Mutterboden	OU	1	F3	-
Anmoor	OU	1 / 4	F3	V3
Torf	HN	3	F3	-
Auelehm	UL	4	F3	V3
Auekies	GU*	4	F3	V2
Verwitterungslehm	UL/UM	4	F3	V3
Verwitterungskies	GU*/X/(Y)	4 / (5)	F3	V2
Verwitterungssand	SU*	4	F3	V2 mit Wasser V3
Moränensand	SU/SU*	3 / 4	F2 bei SU F3 bei SU*	V1 bei SU V2 bei SU* Mit Wasser V3
Moränenkies	GW/GU/GU* X/Y	3 / 4 / 5 / (6) ^x	F1 bei GW F2 bei GU F3 bei GU*	V1 bei GW + GU V2 bei GU*
Grundmoräne, Schluff	UM/TM	4 / 5 / (6) ^x	F3	V3
Grundmoräne, Ton	TM/TA	4 / 5 / (6) ^x (2) ^{xx}	F3	V3

^x je nach Anteil und Größe der Steine und Blöcke / bei fester Konsistenz Bkl.6
 Blöcke > 600 mm sind in den Moränenablagerungen möglich (dann Bkl. 7)

^{xx} Feinsandlagen bei Wassersättigung innerhalb der Tonfazie der Grundmoräne

Im Jahr 2015 wurde die Umstellung der DIN 18300 beschlossen, bei der die Böden nach Homogenbereichen eingeteilt werden. Hierbei werden die „alten“ Charakteristika Lösen, Laden und Fördern mit den neuen Charakteristika des Behandeln, Einbauens und Verdichtens vereint. Böden gleicher Eigenschaften werden zu Homogenbereichen zusammengefasst.

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

Tabelle 4: Klassifizierung der Böden (neu / alt)

Bodenart (mit geolog. Bezeichnung)	Bodenklasse DIN18300 alt	Bodenklasse DIN18300: 2015-08 (neu)	Bodengruppe DIN18196	Frostempfindlichkeit ZTV E-StB 09
<p>Mutterboden Schluff, schwach tonig, feinsandig bis stark feinsandig, humos bis stark humos und Anmoor (wenn ab GOK) Schluff, schwach sandige bis sandige, stark humos</p> <p>nur in statisch unbelasteten Bereichen wieder verwendbar</p> <p>Sehr frostempfindlich (F3)</p>	Oberboden - Bkl.1	HB-0	OU	F3
<p>Auffüllung (Schluff) Nur im Bereich SG12 umwelttechnische Untersuchung unauffällig In statisch belasteten Bereichen ohne Bodenverbesserung nicht wieder verwendbar, schlecht verdichtbar (V3)</p> <p>Sehr frostempfindlich (F3)</p>	mittelschwer lösbar - Bkl.4	HB-1	UL	F3
<p>Anmoor (wenn nicht ab GOK)</p> <p>Schluff, schwach sandig bis sandig, stark humos</p> <p>nur in statisch unbelasteten Bereichen wieder verwendbar</p> <p>Sehr frostempfindlich (F3)</p>	mittelschwer lösbar – Bkl.4	HB-2	OU	F3
<p>Torf</p> <p>nicht bis mäßig zersetzt</p> <p>nur in statisch unbelasteten Bereichen wieder verwendbar</p> <p>Sehr frostempfindlich (F3)</p>	leicht lösbar – Bkl.3	HB-3	HN	F3
<p>Auelehm</p> <p>Schluff, gering tonig bis tonig, sandig bis stark sandig</p> <p>In statisch belasteten Bereichen ohne Bodenverbesserung nicht wieder verwendbar, bei Bodenverbesserung Laborversuch aufgrund Holzresten (Organik) notwendig, schlecht verdichtbar (V3)</p> <p>Sehr frostempfindlich (F3)</p>	mittelschwer lösbar - Bkl.4	HB-4	UL	F3

Bodenart (mit geolog. Bezeichnung)	Bodenklasse DIN18300 alt	Bodenklasse DIN18300: 2016 (neu)	Bodengruppe DIN18196	Frostempfindlichkeit ZTV E-StB 09
<p>Auekies</p> <p>Kies, schluffig, sandig, bis stark sandig</p> <p>In statisch hoch belasteten Bereichen und als Frostschutzmaterial nicht verwendbar, mäßig verdichtbar (V2)</p> <p>Sehr frostempfindlich (F3)</p>	mittelschwer lösbar - Bkl.4	HB-5	GU*	F3
<p>Verwitterungslehm</p> <p>Schluff, schwach tonig bis lok. stark tonig, schwach sandig bis sandig, gering kiesig bis stark kiesig, stellenweise gering steinig (< 5% Steinanteil)</p> <p>In statisch belasteten Bereichen ohne Bodenstabilisierung nicht wieder verwendbar, schlecht verdichtbar (V3)</p> <p>Sehr forstempfindlich (F3)</p>	mittelschwer lösbar - Bkl.4	HB-6	UL/UM	F3
<p>Verwitterungskies</p> <p>Kies, stark schluffig, schwach sandig bis sandig, lokal schwach steinig bis steinig (5 – 30% Steinanteil), vereinzelt kleine Blöcke bis d = 35 cm</p> <p>In statisch hoch belasteten Bereichen und als Frostschutzmaterial nicht verwendbar, mäßig verdichtbar (V2)</p> <p>Sehr frostempfindlich (F3)</p>	mittelschwer lösbar - Bkl.4 bei erhöhtem Blockanteil schwer lösbar - Bkl.5	HB-7	GU*/X/(Y)	F3
<p>Moränensand + Verwitterungssand</p> <p>Sand, schwach schluffig bis stark schluffig, schwach kiesig bis kiesig</p> <p>fließen bei Wassersättigung aus</p> <p>In statisch hoch belasteten Bereichen nicht verwendbar, überwiegend mäßig verdichtbar (V2)</p> <p>gering bis mittel (F2) und sehr frostempfindlich (F3)</p>	Leicht bis mittelschwer lösbar - Bkl.3/4 Lokal: fließende Bodenarten – Bkl.2	HB-8A HB-8B bei Wassersättigung und Anschnitt	SU/SU*	F2 / F3

Bodenart (mit geolog. Bezeichnung)	Bodenklasse DIN18300 alt	Bodenklasse DIN18300: 2016 (neu)	Bodengruppe DIN18196	Frostempfindlichkeit ZTV E-StB 09
<p>Moränenkies</p> <p>Kies, gering bis stark schluffig, sandig bis stark sandig, gering bis stark steinig (0 - > 30%), Blöcke bis d = 60 cm</p> <p>In statisch hoch belasteten Bereichen und als Frostschutzmaterial nur bedingt verwendbar (bei Bodengruppe GW), gut (V1) bis mäßig verdichtbar (V2)</p> <p>nicht (F1) bis sehr frostempfindlich (F3)</p>	<p>Mittelschwer - Bkl.4 bis schwer lösbar – Bkl.5</p>	<p>HB-9A bei GW</p> <p>HB-9B bei GU+GU*</p>	<p>GW/GU/GU* X/Y</p>	<p>F1 bei HB-2A F2 / F3 bei HB-2B</p>
<p>Grundmoräne</p> <p>Ton, schluffig bis stark schluffig, schwach sandig bis stark sandig, gering kiesig bis kiesig SG3, SG5, SG6 gebändert (dünne Sandlamellen)</p> <p>Schluff, schwach tonig bis tonig, sandig, gering kiesig bis stark kiesig</p> <p>Dünne Sandlamellen in Tonfazie fließen bei Wassersättigung aus</p> <p>In statisch belasteten Bereichen ohne Bodenverbesserung nicht wieder verwendbar, schlecht verdichtbar (V3) ggf. bei anderen technischen Maßnahmen (z. B. als Lehm-schlag) verwendbar, evtl. mit Mischbindemittel zu verbessern</p> <p>sehr frostempfindlich (F3)</p>	<p>Mittelschwer - Bkl.4 bis schwer lösbar – Bkl.5</p> <p>Lokal: fließende Bodenarten – Bkl.2</p>	<p>HB-10A</p> <p>HB-10B für dünne Sand- lamellen mit Wassersättigung</p>	<p>UM/TM/TA (SU*)</p>	<p>F3</p>

2.4 Umwelttechnische Untersuchungen

Nachfolgend werden die Ergebnisse der umwelttechnischen Untersuchungen durch unser Partnerbüro Dr. Lindinger aus Weingarten zusammengefasst. Es gelten im Detail die Angaben der umweltgeologischen Stellungnahme und die dazugehörigen Analyseübersichten des Büros Dr. Lindinger (s. Anlage 6).

2.4.1 Entnommene Proben und ausgeführte Untersuchungen

Aus den Schürftgruben wurden Mischproben des Oberbodens, der Verwitterungsdecke, der Moränenablagerungen und Auffüllungen entnommen (Zusammensetzung der Proben siehe unten). Die Oberbodenproben MP1, MP2 und die Proben der Verwitterungsdecke MP4 und MP5 wurden im Umweltinstitut synlab, Stuttgart, nach den Vorsorgewerten der Bundes-

Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) sowie den Parametern nach der Verwaltungsvorschrift des UMBW für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV) untersucht. Die übrigen Bodenproben wurden auf die Parameter der VwV untersucht. Die Ergebnisse der Analytik wurden von unserem Partnerbüro Dr. Lindinger aus Weingarten in einer umweltgeologischen Stellungnahme bewertet. Die untersuchten Bodenproben setzen sich wie folgt zusammen (s. auch Probenahmeprotokolle Anl. 5ff):

MP1 (Mutterboden):

SG3 0,0 – 0,2 m / SG4 0,0 – 0,2 m / SG5 0,0 - 0,3 m / SG6 0,0 – 0,2 m
Mutterboden, Schluff, feinsandig bis stark feinsandig

MP2 (Mutterboden):

SG11 0,0 – 0,2 m / SG12 0,0 – 0,15 m / SG13 0,0 - 0,2 m
Mutterboden, Schluff, feinsandig bis stark feinsandig, stark humos
SG12: aufgefüllter Mutterboden, Schluff, keine Auffälligkeiten

MP3 (Mutterboden / Anmoor+Torf):

SG14 0,0 – 0,3 m / SG15 0,0 – 0,20 m
SG14: Anmoor + Torf
SG15: Mutterboden, Schluff, stark humos

MP4 (Verwitterungsdecke):

SG1 0,2 – 1,2 m / SG2 0,2 – 0,7 m / SG7 0,3 – 0,7 m / SG8 0,3 – 0,8 m / SG9 0,2 – 0,5 m /
SG10 0,3 – 1,2 m
hauptsächlich Verwitterungslehm
SG1 0,6 – 1,2 m; SG7 0,5 -0,7; SG8: Verwitterungskies, stark schluffig
SG10: Verwitterungssand, stark schluffig

MP5 (Verwitterungsdecke):

SG3 0,2 – 0,7 m / SG4 0,2 – 1,2 m / SG5 0,3 – 1,3 m / SG6 0,2 – 0,8 m
Verwitterungslehm, Schluff

MP6 (Aueablagerungen):

SG11 0,2 – 1,1 m / SG13 0,4 – 1,2 m / SG14 0,3 – 1,0 m
SG11 + SG14: Auelehm, Schluff, Holzreste
SG13: Auekies, Kies, schluffig

MP7 (Auffüllung):

SG12 0,15 – 0,4 m
Auffüllung, Schluff, vereinzelt kleine Ziegelreste

MP8 (Grundmoräne):

SG1 1,2 – 2,3 m / SG2 0,7 – 2,4 m / SG7 0,7 – 2,5 m / SG8 0,8 – 1,8 m / SG9 0,5 – 1,0 m /
SG10 1,2 – 3,1 m

Grundmoräne, Schluff + Ton

MP9 (Grundmoräne):

SG3 0,7 – 2,2 m / SG4 1,2 – 1,6 m / SG5 1,3 – 1,7 m / SG6 0,8 – 2,4 m

Grundmoräne, Schluff + Ton

MP10 (Moränenkies + -sand):

SG11 1,1 – 1,5 m / SG12 0,5 -1,6 m / SG13 1,2 – 1,8 m

SG11 + SG12: Moränensand, Sand, schwach schluffig bis schluffig

SG13: Moränenkies, Kies, schwach schluffig

MP11 (Moränenkies):

SG14 1,0 – 2,2 m / SG15 1,1 – 3,2 m

Moränenkies, Kies, z. T. stark schluffig

SG13: Moränenkies, Kies, schwach schluffig

2.4.2 Ergebnisse der umwelttechnischen Untersuchung

Die Ergebnisse der Analytik sowie die Analyseübersichten sind im Detail in der Anlage 6 enthalten. In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse und Deklarationen zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 5: Einstufung der Proben MP1, MP2, MP4, MP5 nach BBodSchV
 (Vorsorgewerte und 70% der Vorsorgewerte)

Probe	Auffälligkeiten Einzelparameter / Einstufung nach Vorsorgewerte für Böden nach Anhang 2, Abschnitt 4 BBodSchV				
	Parameter	Messwert	BBodSchV Vorsorgewert	BBodSchV 70 % Vorsorgewert	Einheit
MP1 (Mutterboden)	Chrom (70%-Vorsorgewert)	44,2	60	42	mg/kg
MP2 (Mutterboden)	Humusgehalt Chrom (70%-Vorsorgewert)	18 58,6	- 60	- 42	% mg/kg
MP4 (Verwitterungsdecke)	keine Auffälligkeiten	-	-	-	-
MP5 (Verwitterungsdecke)	keine Auffälligkeiten	-	-	-	-

Tabelle 6: Einstufung der Proben MP1 bis MP11 nach VwV UMBW

Probe	Auffälligkeiten Einzelparameter / Einstufung nach Verwaltungsvorschrift (VwV UMBW)				VwV-Einstufung Gesamt
	Parameter	Messwert	VwV	Einheit	
MP1 (Mutterboden)	keine Auffälligkeiten	-	-	-	Z0
MP2 (Mutterboden)	keine Auffälligkeiten	-	-	-	Z0
MP3 (Mutterboden / Anmoor+Torf)	Chrom (Feststoff)	63	Z0*	mg/kg	Z0*
MP4 (Verwitterungsdecke)	keine Auffälligkeiten	-	-	-	Z0
MP5 (Verwitterungsdecke)	keine Auffälligkeiten	-	-	-	Z0
MP6 (Aueablagerungen)	keine Auffälligkeiten	-	-	-	Z0
MP7 (Auffüllung)	keine Auffälligkeiten	-	-	-	Z0
MP8 (Grundmoräne)	keine Auffälligkeiten	-	-	-	Z0
MP9 (Grundmoräne)	keine Auffälligkeiten	-	-	-	Z0
MP10 (Moränenkies + -sand)	Nickel (Feststoff)	18	Z0*	mg/kg	Z0*
MP11 (Moränenkies)	Nickel (Feststoff)	130	Z1.1	mg/kg	Z1.1

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Deklaration finden sich in den Analyseübersichten AÜ-1 und AÜ-2 des Büros Dr. Lindinger (Anlage 6 dieses Gutachtens) wieder und sind im Wesentlichen in den Tabellen 4 und 5 zusammengefasst.

Bodenschutzrecht

Die analytische Prüfung der Probe MP1, MP2, MP4 und MP5 auf die Parameter der Vorsorgewerte (100%) der BBodSchV ergab keine Auffälligkeiten. Sollen die Böden im Bereich einer landwirtschaftlichen Folgenutzung aufgebracht werden, dürfen nach §12, Absatz 4 der BBodSchV, die Schadstoffgehalte 70% der Vorsorgewerte für die entstandene durchwurzelbare Bodenschicht nicht überschreiten. Bei den Mischproben MP1 und MP2 (beide Mutterboden) wurde der 70% Vorsorgewert für Chrom überschritten. In einer Voruntersuchung des Oberbodens auf die Parameter der BBodSchV Wirkungspfad Boden-Mensch (unser Aktenzeichen A1605022) wurden die Prüfwerte eingehalten.

Es wird aus unserer Sicht deshalb empfohlen, den Oberboden welcher im Zuge der Erschließung anfällt, so weit als möglich wieder im geplanten Baugebiet zu verwerten. Sollte der Oberboden auf einer Fläche mit landwirtschaftlicher Folgenutzung aufgebracht werden, empfiehlt sich eine gezielte Beprobung des Aushubs (Haufwerk) auch im Vergleich mit den vorhandenen Schadstoffgehalten (geogene Hintergrundwerte) im Bereich der aufzufüllenden Fläche.

Abfallrecht

- Bei beiden Mutterbodenproben (MP1 und MP2) wurden keine Auffälligkeiten nach den Parametern der VwV festgestellt. Beide Proben erreichen das Z0 Kriterium
- Die Probe MP3 (Mutterboden, Anmoor + Torf) und MP10 weist Spuren von Chrom im Feststoff auf, es wird das Z0* Kriterium erreicht. Gleiches gilt für die Probe MP10 (Moränenkies und -sand) für das Schwermetall Nickel.
- Die Probe MP11 (Moränenkies) weist einen Nickel Gehalt im Bereich des Z1.1 Kriteriums auf.
- Alle anderen Proben sind schadstofftechnisch unauffällig und erreichen das Z0 Kriterium

Es wird empfohlen das organische Material im Bereich des geplanten Beckens, Probe MP3 (SG14 + SG15, Mutterboden / Anmoor Torf), auf dem Grundstück wieder zu verwerten. Sollte diese Material die Baustelle verlassen ist eine Volldeklaration auf abfallrechtlicher Grundlage durchzuführen.

Der Moränenkies im Bereich des geplanten Beckens, Probe MP11, weist Schadstoffgehalte im Bereich Z1.1 auf. Aufgrund der Beckentiefe ist es eher unwahrscheinlich dass dieser Boden ausgekoffert wird. Sollte dies dennoch der Fall sein, ist vor einer abfallrechtlichen Beseitigung die Verwertung auf dem Grundstück zu prüfen. Soll das Material abgefahren werden, sind entsprechend den geltenden Regelwerken Haufwerke zu bilden und es ist eine Volldeklaration nach LAGA PN98 auszuführen.

Für anfallendes Material welches durch die Probe MP10 repräsentiert wird gilt das oben genannte.

Von allen Untersuchungspunkten wurden aus allen aufgeschlossenen Schichten Rückstellproben entnommen, welche bei der fm geotechnik für mindestens 6 Monate gelagert werden. Eine punktuelle Nachuntersuchung anhand der Rückstellproben ist demnach jederzeit möglich.

Die vorliegende Untersuchung ist als indikative Untersuchung zu verstehen. Die Anzahl der entnommenen Proben entsprechen nicht den Richtlinien der LAGA PN98 für eine Deklarationsanalytik. Sofern Bodenmaterial von der Baustelle abtransportiert wird, sind in Absprache mit der annehmenden Stelle, ggf. Haufwerk bezogene Beprobungen gemäß den Vorschriften der LAGA PN98 notwendig, so dass das Material ordnungsgemäß verwertet bzw. entsorgt werden kann.

Die gewonnenen Untersuchungsergebnisse ermöglichen erste Aussagen über die Situation an den Untersuchungspunkten gemäß den mit der Aufschlussmethode und der Analytik verbundenen Verfahren. Es kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass an nicht untersuchten Stellen unerkannte Verunreinigungen vorliegen.

Bei der Haufwerks-Herstellung und Ablagerung sollte berücksichtigt werden, dass eine entsprechende Analytik einige Werkzeuge in Anspruch nehmen kann. Die Haufwerke sollten so gelagert werden, dass sie den weiteren Baustellenablauf nicht stören. Es sind gegen das Erdreich dichte Lagerflächen einzuplanen.

2.5 Erdbebenklassifizierung

Entsprechend der „Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Freiburg, 2005“ befindet sich das Untersuchungsgebiet in der **Erdbebenzone 1** (Gebiet, in der gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveaus rechnerisch die Intensität $6,5 \leq I < 7$ zu erwarten ist) und der **Untergrundklasse S** (Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtigen Sedimentfüllungen).

3. Schicht- und Grundwasserverhältnisse, Durchlässigkeit der anstehenden Böden

3.1 Grundwasserverhältnisse

Während den Aufschlussarbeiten am 06.09.2017 wurde in den Aufschlüssen SG1, SG5, SG11, SG12, SG13, SG14 und SG15 Wasser angetroffen. Es wurden folgende Wasserstände gemessen:

Tabelle 7: Wasserstände in den Untersuchungsstellen am 06.09.2017

Untersuchungspunkt	Wasser angetroffen*		Bemerkungen
	m u. Gel. [Schicht]	m ü. NN	
SG1/17	2,80 [MG]	572.13	geringer Schichtwasserzulauf
SG5/17	3,10 [GMO, Feinsandlagen]	569.04	geringer Schichtwasserzulauf aus Feinsandlagen
SG11/17	1,30 [MS]	561.16	geringer Schichtwasserzulauf
SG12/17	1,90 [MG]	560.33	erheblicher Wasserzulauf (Grundwasserleiter)
SG13/17	1,50 [MG]	560.32	erheblicher Wasserzulauf (Grundwasserleiter)
SG14/17	1,40 [MG]	560.45	erheblicher Wasserzulauf (Grundwasserleiter)
SG15/17	3,20 [MS]	560.30	erheblicher Wasserzulauf (Grundwasserleiter)

* keine Ruhewasserspiegel!

[MG] Moränenkies [GMO] Grundmoräne [MS] Moränensand

Bei dem angetroffenen Wasser handelt es sich im oberen Bereich des Untersuchungsgebietes (SG1 bis SG10) und in der Schürfgrube SG11 um Schichtwasservorkommen innerhalb der Moränenablagerungen. Bei den Schürfgruben SG12 bis SG15 war der Wasserzulauf relativ stark, es kann davon ausgegangen werden, dass im unteren Bereich des Untersuchungsgebietes Grundwasser flächig in den Moränenkiesen und -sanden vorkommt.

Daten zu Grundwasserhöchstständen im Projektgebiet liegen uns nicht vor. Aufgrund Grundwasserschwankungen nach lang anhaltenden Niederschlägen, sind im unteren Bereich des Projektgebietes als Bemessungswasserspiegel die o. g. Werte +1,00 m anzusetzen.

3.2 Durchlässigkeit der anstehenden Böden

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 Nieder-

schlagsabflüsse zu gewährleisten. Bei Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f < 1,0 \cdot 10^{-06}$ m/s ist eine Regenwasserbewirtschaftung über eine Versickerung nicht mehr gewährleistet, so dass die anfallenden Wassermengen über ein Retentionsbecken abzuleiten sind.

Um die Durchlässigkeitsbeiwerte der anstehenden Böden im Bereich des geplanten zentralen Sickerbeckens zu bestimmen, wurde in der Schürfgrube SG14 ein Sickerversuch innerhalb des Moränenkieses (schwach schluffig bis schluffig) durchgeführt. Der Versuch wurde über 2 Stunden ausgeführt, innerhalb der Zeit fand keine messbare Absenkung innerhalb der Grube statt. Der in der Anlage 3 angegebene k_f -Wert dient zur Orientierung. Aus der Schürfgrube SG15 wurde eine Bodenprobe aus dem Moränenkies entnommen und im geotechnischen Labor die Körnungslinie bestimmt anhand derer der k_f -Wert errechnet werden kann (s. Anlagen 4.3). Der Bemessungswert des Durchlässigkeitsbeiwertes ergibt sich demnach zu $k_f = 1,2 \cdot 10^{-05} \cdot 0,2 = 2,4 \cdot 10^{-06}$ m/s und liegt somit im Grenzbereich der Anforderungen des DWA-A 138.

Die Durchlässigkeitsbeiwerte des Auelehms, des Torfs und der Anmoorböden liegen erfahrungsgemäß mit $k_f < 1,0 \cdot 10^{-07}$ m/s ebenfalls außerhalb der Anforderungen des DWA-A 138 zur ausschließlichen Versickerung von Oberflächenwasser.

Eine direkte Versickerung am geplanten Beckenstandort wird deshalb aus unserer Sicht nicht empfohlen. Die anfallenden Wassermengen sind über ein Retentionsbecken abzuleiten.

4. Gründung, Kanalbau, Straßenbau und baubegleitende Maßnahmen

Vorbemerkung:

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

Es ist eine Erkundung und geotechnische Bewertung für Einzelbauwerke anzuraten.

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

4.1 Gründung

Die EFH der Gebäude sind noch nicht bekannt und sollen im Zuge der weiteren Planung festgelegt werden. Im Folgenden werden die grundsätzlichen Möglichkeiten der Gründung von Gebäuden beschrieben.

Die geologischen Schnitte sind in den Anlagen 2.1 bis 2.4 enthalten. Entsprechend Abschnitt 2.3 steht gut tragfähiger Baugrund in Form der mindestens steifen Grundmoräne oder Moränenkies an. Die Oberkante der tragfähigen Schichten wurde bei den Aufschlüssen auf folgenden Höhenkoten erkundet:

oberer Bereich

SG1/17:	573.73 m ü. NN / 1,20 m unter Geländeoberkante (Grundmoräne)
SG2/17:	573.45 m ü. NN / 0,70 m unter Geländeoberkante (Grundmoräne)
SG3/17:	573.79 m ü. NN / 0,70 m unter Geländeoberkante (Grundmoräne)
SG4/17:	574.19 m ü. NN / 1,20 m unter Geländeoberkante (Grundmoräne)
SG5/17:	570.84 m ü. NN / 1,30 m unter Geländeoberkante (Grundmoräne)
SG6/17:	570.84 m ü. NN / 0,80 m unter Geländeoberkante (Grundmoräne)
SG7/17:	570.93 m ü. NN / 0,70 m unter Geländeoberkante (Grundmoräne)
SG8/17:	572.22 m ü. NN / 0,80 m unter Geländeoberkante (Grundmoräne)
SG9/17:	569.18 m ü. NN / 1,50 m unter Geländeoberkante (Grundmoräne)
SG10/17:	569.34 m ü. NN / 1,20 m unter Geländeoberkante (Grundmoräne)

unterer Bereich

SG11/17:	560.96 m ü. NN / 1,50 m unter Geländeoberkante (Grundmoräne)
SG12/17:	560.63 m ü. NN / 1,60 m unter Geländeoberkante (Grundmoräne)
SG13/17:	560.62 m ü. NN / 1,20 m unter Geländeoberkante (Moränenkies)
SG14/17:	560.85 m ü. NN / 1,00 m unter GOK (Moränenkies), gepl. Becken
SG15/17:	562.40 m ü. NN / 1,10 m unter GOK (Moränenkies), gepl. Becken

Darüber liegen mäßig tragfähiger Moränensand, Verwitterungssand, Verwitterungskies, Verwitterungslehm, gering tragfähige Aueablagerungen (Auekies und Auelehm) sowie gering bis nicht tragfähiger Anmoor und Torf.

Es wird vorgeschlagen, Gebäude einheitlich in der gut tragfähigen Grundmoräne auf Fundamenten oder einer tragenden Bodenplatte zu gründen. Unterkellerte Gebäude werden mit Ihrer Gründungssohle bereits in den tragfähigen Böden zu liegen kommen.

Werden Gebäude nicht unterkellert, so sind die Fundamente, sofern sie aufgrund der erforderlichen frostsicheren Einbindetiefe nicht ohnehin in den tragfähigen Böden zu liegen kommen (Frosteinwirkungszone II, t mind. 1,00 m), über Fundamentvertiefungen bis auf die Grundmoräne zu führen. Dazu werden senkrechte Gräben bis zur Grundmoräne oder Moränenkies ausgehoben und unmittelbar nach Aushub bis auf die Oberkante der geplanten Fundamente mit Magerbeton aufgefüllt. Die darüber liegenden mäßig und gering tragfähigen Schichten sind Fundamenten auf jeden Fall zu durchstoßen. Die Fundamentvertiefungen dürfen unter keinen Umständen betreten werden und sind direkt nach dem Aushub mit Magerbeton zu verfüllen.

In den Anlagen 7.1 bis 7.4 sind Fundamentdiagramme für die Vorbemessung von Einzel- und Streifenfundamenten enthalten, welche in den Moränenablagerungen gründen.

Berechnungsgrundlage sind die DIN EN 1997-2:2009-09 (EC7) mit nationalem Anhang (DIN EN 1997-1/NA:2010-12), die DIN 1054:2010-12 sowie die DIN 4017:2006-03. Es liegt der Lastfall BS-P (ständige Bemessungssituation) zugrunde und das Verhältnis von veränderlichen zu Gesamtlasten wurde mit 0,50 vorausgesetzt.

Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ ist in den oben genannten Anlagen in Abhängigkeit von der Fundamentgeometrie und für eine mittige Belastung dargestellt.

(Anmerkung: Im rechten Bereich der Diagramme und den Tabellen ist zusätzlich noch der Wert $\sigma_{E,k}$ angegeben. Dieser Wert entspricht dem aufnehmbaren Sohlldruck nach der DIN 1054:2005-01).

Bei einem Ausnutzungsgrad von $\mu \leq 1,0$ und einer Begrenzung der rechnerischen Setzung auf z. B. $s \leq 1,5$ cm (die Setzungen werden in der Berechnung über die charakteristischen Lasten ermittelt) ist, je nach gewählter Fundamentgeometrie, folgender Bemessungswert des Sohlwiderstandes anzusetzen (Auszüge aus den Anlagen 7.1 bis 7.4):

Anlage 7.1 – quadratisches Einzelfundament (a / b = 1) – Randfundament (Einbindetiefe = 1,00 m)

Fundament a x b = 0,80 x 0,80 m: $\sigma_{R,d} = 366 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 234 \text{ kN}$, $zugh.s = 0,50 \text{ cm}$

Fundament a x b = 1,00 x 1,00 m: $\sigma_{R,d} = 373 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 373 \text{ kN}$, $zugh.s = 0,63 \text{ cm}$

Fundament a x b = 1,20 x 1,20 m: $\sigma_{R,d} = 379 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 545 \text{ kN}$, $zugh.s = 0,76 \text{ cm}$.

Anlage 7.2 – quadratisches Einzelfundament (a / b = 1) - Mittelfundament (h = 0,60 m)

Fundament a x b = 0,80 x 0,80 m: $\sigma_{R,d} = 307 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 196 \text{ kN}$, $zugh.s = 0,42 \text{ cm}$

Fundament a x b = 1,00 x 1,00 m: $\sigma_{R,d} = 313 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 313 \text{ kN}$, $zugh.s = 0,53 \text{ cm}$

Fundament a x b = 1,20 x 1,20 m: $\sigma_{R,d} = 319 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 459 \text{ kN}$, $zugh.s = 0,64 \text{ cm}$.

Anlage 7.3 – Streifenfundament l = 10 m - Randfundament (Einbindetiefe = 1,00 m)

Fundament b = 0,60 m, l = 10 m: $\sigma_{R,d} = 274 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 164 \text{ kN/m}$, $zugh.s = 0,65 \text{ cm}$

Fundament b = 0,80 m, l = 10 m: $\sigma_{R,d} = 286 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 228 \text{ kN/m}$, $zugh.s = 0,84 \text{ cm}$

Fundament b = 1,00 m, l = 10 m: $\sigma_{R,d} = 297 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 297 \text{ kN/m}$, $zugh.s = 1,03 \text{ cm}$.

Anlage 7.4 – Streifenfundament l = 10 m – Mittelfundament (h = 0,60 m)

Fundament b = 0,60 m, l = 10 m: $\sigma_{R,d} = 223 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 133 \text{ kN/m}$, $zugh.s = 0,52 \text{ cm}$

Fundament b = 0,80 m, l = 10 m: $\sigma_{R,d} = 233 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 186 \text{ kN/m}$, $zugh.s = 0,68 \text{ cm}$

Fundament b = 1,00 m, l = 10 m: $\sigma_{R,d} = 243 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 243 \text{ kN/m}$, $zugh.s = 0,84 \text{ cm}$.

Achtung: Die angegebenen Werte ($\sigma_{R,d}$) sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohlldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.

Je nach gewählter Fundamentgeometrie ist entweder die Grundbruchsicherheit (rote Linie im Diagramm) oder die Begrenzung der Setzungen (hier 1,50 cm gewählt - blaue Linie im Diagramm) maßgebend für den aufnehmbaren Sohldruck.

Die Diagramme für die Vorbemessung der Randfundamente können herangezogen werden, wenn bei unterkellerten Gebäuden gewährleistet wird, dass ein Ausweichen des Fundamentes in Richtung Kellerseite durch ausreichend dicke Kellerwände oder einen massiv ausgebildeten Fußboden verhindert wird. Ansonsten sind auch für Randfundamente die Diagramme für Mittelfundamente heranzuziehen.

Die Diagramme für die Vorbemessung der Mittelfundamente gelten bei unterkellerten Gebäuden mit einer Fundamenthöhe von $h = 0,60$ m.

Für nicht unterkellerte Gebäude, welche ggf. zusätzlich über Magerbetonvertiefungen in den Moränenablagerungen gegründet werden, gelten die Diagramme für Randfundamente (Mindesteinbindetiefe 1,00 m).

Die Größe der zulässigen Setzungen ist vom zuständigen Planungsbüro festzulegen.

Bei den angegebenen Tragfähigkeitswerten ist die gegenseitige Beeinflussung von benachbarten Fundamenten noch nicht berücksichtigt. Bei schräger oder ausmittiger Belastung sind die Bemessungswerte nicht auf die Fläche A ($a \times b$), sondern auf die Ersatzfläche A' ($a' \times b'$) anzusetzen.

Anmerkung: nach EC7, 6.5.2.2, mit ergänzender Regelung A(1) aus der DIN1054:2010, sind die Exzentrizität und die Lastneigung aus den charakteristischen Lasten zu ermitteln.

Der Bemessungswerts des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ ist unter anderem von der Einbindetiefe der Fundamente, dem Schichtenverlauf unter den Fundamenten, dem Wasserstand, der Geländemorphologie und der Fundamentgeometrie abhängig. Die angegebenen Werte sind als Anhaltswerte zu betrachten und ersetzen eine bauwerks- und grundstücksspezifische Baugrunderkundung nicht.

Bei einer Gründung nicht unterkellertes Gebäude auf einer elastisch gebetteten Bodenplatte, sind Teile der Verwitterungsdecke (Verwitterungslehm, Verwitterungskies, Verwitterungssand) durch einen Bodenersatzkörper auszutauschen. Der Bodenersatzkörper ist aus einem feinkornarmen ($< 5\%$ Schluffanteil) Kies-Sand oder gebrochenem Material (Schotter) herzustellen, lagenweise einzubauen und zu verdichten ($D_{Lage} \leq 0,30$ m). Die Mindestdicke des Bodenersatzkörpers sollte, sofern er nicht schon in der Grundmoräne oder dem Moränenkies zu liegen kommt, $d = 1,00$ m nicht unterschreiten, dann sind keine Frostschürzen mehr notwendig. Wird die Dicke des Bodenersatzkörpers verringert, sind dementsprechend Frostschürzen einzuplanen. Eine Mindestdicke des Bodenersatzkörpers von $d = 0,60$ m ist aber auf jeden Fall einzuhalten. Anmoorlagen, Torf, Auelehm sowie Auekies mit organischen Beimengungen sind komplett auszutauschen.

Die ordnungsgemäße Verdichtung des Bodenersatzkörpers ist mittels statischen Plattendruckversuchen zu überprüfen (empfohlen: $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$). Der Bodenersatzkörper ist so weit über den Rand der Bodenplatte auszubilden, dass sich ein Lastausbreitungswinkel von 45° einstellen kann. Der Bodenersatzkörper ist vom anstehenden Boden durch ein Geotextil zu trennen (GRK3 bei Kies-Sand Gemisch, GRK4 bei Schotter). Sollte die Gründungssohle stark aufgeweicht sein (z. B. durch stark Niederschläge), so sind in diesen Bereichen zur Stabilisierung der Sohle zusätzlich Schroppen einzudrücken.

Werden Gebäude auf einer tragenden Bodenplatte über einen Bodenersatzkörper in der Grundmoräne oder dem Moränenkies gegründet oder liegen die Bodenplatten schon in diesen auf (unterkellerte Gebäude), so kann zur Vorbemessung der Bodenplatte ein Bettungsmodul in der Größenordnung von $k_s = 8 - 12 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden.

Liegt der Bodenersatzkörper noch in der Verwitterungsdecke, so kann zur Vorbemessung ein Bettungsmodul von $k_s = 3 - 5 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden.

Der exakte Bettungsmodulverlauf kann nach Angabe der einwirkenden Lasten, über den Steifemodul des Bodens, anhand einer detaillierten Setzungsberechnung von unserem Büro bestimmt werden. Dies wird vor allem in dem zuletzt genannten Fall empfohlen.

Die Verwitterungsdecke und die Grundmoräne sind witterungsempfindlich. Sie weichen bei Wasserzutritt schnell auf. Es wird empfohlen, die Gründungssohlen unmittelbar nach dem Aushub mit Magerbeton zu versiegeln oder eine Schutzschicht ($D = 10$ bis 20 cm) bis vor dem Betonieren in der Baugrubensohle zu belassen.

4.2 Grundwasser und Entwässerung

Oberer Bereich (SG1 bis SG10)

Im oberen Bereich des Projektgebietes muss mit Schicht- und Hangwasser in der Verwitterungsdecke und den Moränenablagerungen gerechnet werden. Ein ausgeprägter Grundwasserleiter wurde hier nicht angetroffen.

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

Die Abdichtung der Bodenplatte und der erdberührten Wände ist gemäß Abschnitt 9 der DIN 18195-6 gegen aufstauendes Sicker- bzw. Schichtwasser (drückendes Wasser) zu bemessen. Wird das aufstauende Sicker- bzw. Schichtwasser durch eine Ring- und Flächendränge gemäß DIN 4095 abgeführt, so genügt es die Abdichtung wie für eine durch Bodenfeuchte beanspruchte Abdichtung gemäß DIN 18195-4 auszuführen. Die Funktionsweise der Dränge muss stets gewährleistet sein (Spül-/ Kontrollschächte etc.).

Unabhängig davon wird empfohlen die Abdichtung gemäß Abschnitt 8 der DIN18195-6 auszuführen oder das Kellergeschoss gemäß der WU-Richtlinie gegen drückendes Wasser (Weiße Wanne) herzustellen.

Unterer Bereich (SG11 bis SG15)

Im unteren Bereich wurde in allen Schürfen Wasser angetroffen. Bei den Schürfen SG12, SG13, SG14 und SG15 war der Wasserandrang aus den Moränenkiesen bzw. dem Moränensand stark. Im Bereich der SG11 war nur ein geringer Wasserzulauf im Bereich des Moränensandes zu erkennen.

Im unteren Bereich des Projektgebietes hat die Abdichtung gemäß Abschnitt 8 der DIN18195-6 zu erfolgen oder das Kellergeschoss ist gemäß der WU-Richtlinie gegen drückendes Wasser (Weiße Wanne) herzustellen.

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

4.3 Baugruben

Im Baugebiet sind frei geböschte, temporäre Baugruben möglich. Generell sind in den wasserfreien Moränensanden und Moränenkiesen, der Verwitterungsdecke und den Aueablagerungen Böschungen mit 45° nach der DIN 4124 ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit bis zu einer Tiefe von 5 m möglich (inklusive aufgehendes Gelände !). In der Grundmoräne mindestens steifer Konsistenz sind Böschungswinkel bis 60° möglich.

Es sind folgende Mindestabstände zur Böschungskante einzuhalten:

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

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

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

Schneiden Baugruben wasserführende Lagen an (z. B. in den Feinsandlagen der Grundmoräne, den Moränensanden und -kiesen), können die oben genannten Böschungswinkel ohne zusätzliche Maßnahmen nicht eingehalten werden. Bei geringen Schichtwasserzutritten können die freien Böschungen mit Stützscheiben aus Einkornbeton gesichert werden.

Ist der Wasserandrang stark (z. B. im unteren Bereich des Projektgebietes), wird empfohlen die Baugruben mittels eines statischen, wasserabsperrenden Verbaus zu sichern. Hierzu eignet sich zum Beispiel ein Spundwandverbau. Aufgrund der mit zunehmender Tiefe hohen Konsistenz der Grundmoräne sowie lokal vorkommenden Steinen oder auch Blöcken, sind die Spunddielen mit zunehmender Tiefe nur schwer bis gar nicht ramm- bzw. rüttelbar. In diesem Fall sind Austausch- bzw. Auflockerungsbohrungen vorzusehen. Die Standsicherheit der Verbaumaßnahmen ist rechnerisch nachzuweisen.

Alternativ ist eine genehmigungspflichtige, vorseilende Grundwasserabsenkung über z. B. Schachtbrunnen notwendig. Im permanent abgesenkten Zustand (Bauphase) sind dann Baugruben unter 45° möglich.

Details zur Baugrubensicherung können mit Voranschreiten der Planung und zusätzlichen, grundstücksbezogenen Baugrunduntersuchungen mit unserem Büro abgestimmt werden.

4.4 Kanalbaumaßnahmen

Die Tiefenlage der Kanalrohre und Schächte ist noch nicht bekannt. Oberhalb des Grundwasserspiegels können Baugruben und Gräben gemäß Abschnitt 4.3 frei geböscht werden.

Alternativ zur freien Böschung können die Kanalgräben im Schutz von Verbausystemen ausgehoben werden. Liegt die Sohle oberhalb des Grundwasserspiegels können Verbauararten gewählt werden, bei denen der Aushub des Bodens dem Absenken der Verbauelemente vorausseilt (z. B. Schachtplattenverbau).

Unterhalb des Grundwasserspiegels sind zur Sicherung der Kanalgräben zusätzliche technische Maßnahmen notwendig. Die Kanalgräben können zum Beispiel im Schutz eines wasserundurchlässigen Spundwandverbaus welche bis in die Grundmoräne reicht ausgehoben werden.

Werden Grabenverbaugeräte eingesetzt, so ist ein Verfahren zu wählen, bei welchem die Sicherungselemente dem Aushub vorausseilend in den Boden eingebracht werden. Zusätzlich sollten die Verbauelemente eine wasserabsperrende Funktion haben, um das Zufließen von Wasser und Feinteilen in den Graben zu verhindern. Hierzu eignet sich zum Beispiel der Verbau mit Kanaldielen oder Spundbohlen (Dielenkammerverfahren). Zur Wasserhaltung ist eine offene Wasserhaltung vorzusehen, welche bei starkem Wasserandrang auch durch vorausseilend hergestellte Schachtbrunnen unterstützt werden kann.

Kommen die Kanalrohre mit Ihrer Sohle in der Grundmoräne, dem Moränenkies oder Moränensand zu liegen, so sind keine besonderen Maßnahmen zur Gründung der Rohre nötig.

Die Grundmoräne und der Moränenkies sind lokal als steinig bis lokal stark steinig anzusprechen. Es ist immer wieder mit Blöcken in der Grundmoräne und dem Kiesboden zu rechnen. Um eine gleichmäßige Bettung der Rohre zu erhalten, wird empfohlen, den unteren Bettungsbereich aus einem feinkörnigem Kies-Sand Gemisch herzustellen. Die Dicke der unteren Bettung muss gemäß DIN EN 1610 mindestens $a = 100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN [mm]}$ betragen.

Liegen die Kanalsohlen in den darüber liegenden Schichten (Verwitterungsdecke, Aueablagerungen) ist als Gründungspolster ein Bodenersatzkörper (Kiessand, Schluffanteil < 5%) mit einer Mächtigkeit von $D = 40 \text{ cm}$ einzubauen. Der Bodenersatzkörper ist von der anstehenden Grundmoräne durch ein Vlies (GRK3) zu trennen. Sollte die Gründungssohle stark aufgeweicht sein, so sind in diesen Bereichen zur Stabilisierung der Sohle zusätzlich Schroppen (gebrochenes Material) einzudrücken. Anmoor und Torf sind komplett auszutauschen.

Für die Verfüllung der Kanalgräben können der Verwitterungslehm, der Auelehm die Grundmoräne nicht verwendet werden. Diese Böden besitzen beim Wiedereinbau in den Kanalgräben eine größere Durchlässigkeit als der anstehende Baugrund. Bei einem Wasserzutritt werden diese Böden aufgeweicht, es werden ggf. Feinbestandteile ausgewaschen, dies führt zu Setzungen im Straßenbereich. Zudem lassen sich die Böden, mit Hinweis auf ihre Verdichtbarkeitsklasse (s. Tabelle 3), ohne zusätzliche Bodenverbesserungsmaßnahmen nicht verdichten. Die genannten Böden können nur dann zur Verfüllung der Kanalgräben herangezogen werden, wenn sie vorab durch ein Kalk-Zement Bindemittel verbessert werden.

4.5 Straßenbaumaßnahmen

Es ist davon auszugehen, dass die Erschließungsstraßen oberflächennah in der Verwitterungsdecke und den Aueablagerungen zu liegen kommen. Diese Böden sind nach den ZTV E-StB 09 als sehr frostempfindlich (F3) einzustufen. Des Weiteren sind diese Böden witterungsempfindlich. Nach den ZTV E-StB 09 und der RStO ist auf dem Erdplanum eines F2/F3 Untergrundes ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ gefordert. Dieser Wert wird im Bereich des Verwitterungs- und Auelehms vermutlich nicht bzw. nur grenzwertig erreicht. Es wird empfohlen den Verformungsmodul des Erdplanums vor der Baumaßnahme durch Plattendruckversuche zu untersuchen. Sollte das Erdplanum den geforderten Verformungsmodul nicht erreichen, sind baugrundverbessernde Maßnahmen notwendig. Es wird dann vorgeschlagen, den frostsicheren Straßenaufbau dann auf einem mindestens 0,40 m dicken Bodenersatzkörper aus Kiessand (Schluffanteil < 5 %) aufzubauen. Der Bodenersatzkörper ist lagenweise einzubauen und zu verdichten. Der fachgerechte Einbau des Bodenersatzkörpers ist anhand von Plattendruckversuchen zu überprüfen.

Alternativ zu einer Gründung des Oberbaus auf einem Bodenersatzkörper kann der Verwitterungslehm im oberen Bereich auch einer Bodenverbesserung (Einfrästiefe mind. 40 cm) mit einem Mischbindemittel (Kalk - Zement) unterzogen werden. Mit dieser Maßnahme wird die oben genannte Anforderung erreicht werden.

Es wird empfohlen, im Vorfeld ein Probefeld mit den oben beschriebenen Baugrundverbesserungen anzulegen und das zu fordernde Verformungsmodul nachzuweisen. Bei nicht Erreichen der o. g. Werte ist die Dicke des Bodenersatzkörpers zu vergrößern.

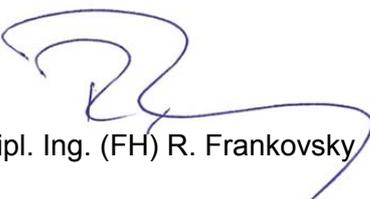
Die bisherige Planung sieht eine Verbindungsstraße zwischen dem oberen Teile des Baugebietes (Westen) und dem unteren Teil (Osten) vor. Die beiden Bereiche werden durch eine relativ steile Hangflanke getrennt. Eventuell wäre zu prüfen ob auf diese Verbindungsstraße verzichtet werden kann, da Eingriffe in den Hang, auch mit Hinweis auf die vorhandenen potentiellen Gleitbahnen innerhalb der Grundmoräne (s. Abschnitt 2.2, Beschreibung Grundmoräne), zur Verringerung der Hangstandsicherheit führen können. Allgemein ist bei Eingriffen in das Hanggelände mit äußerster Vorsicht vorzugehen.

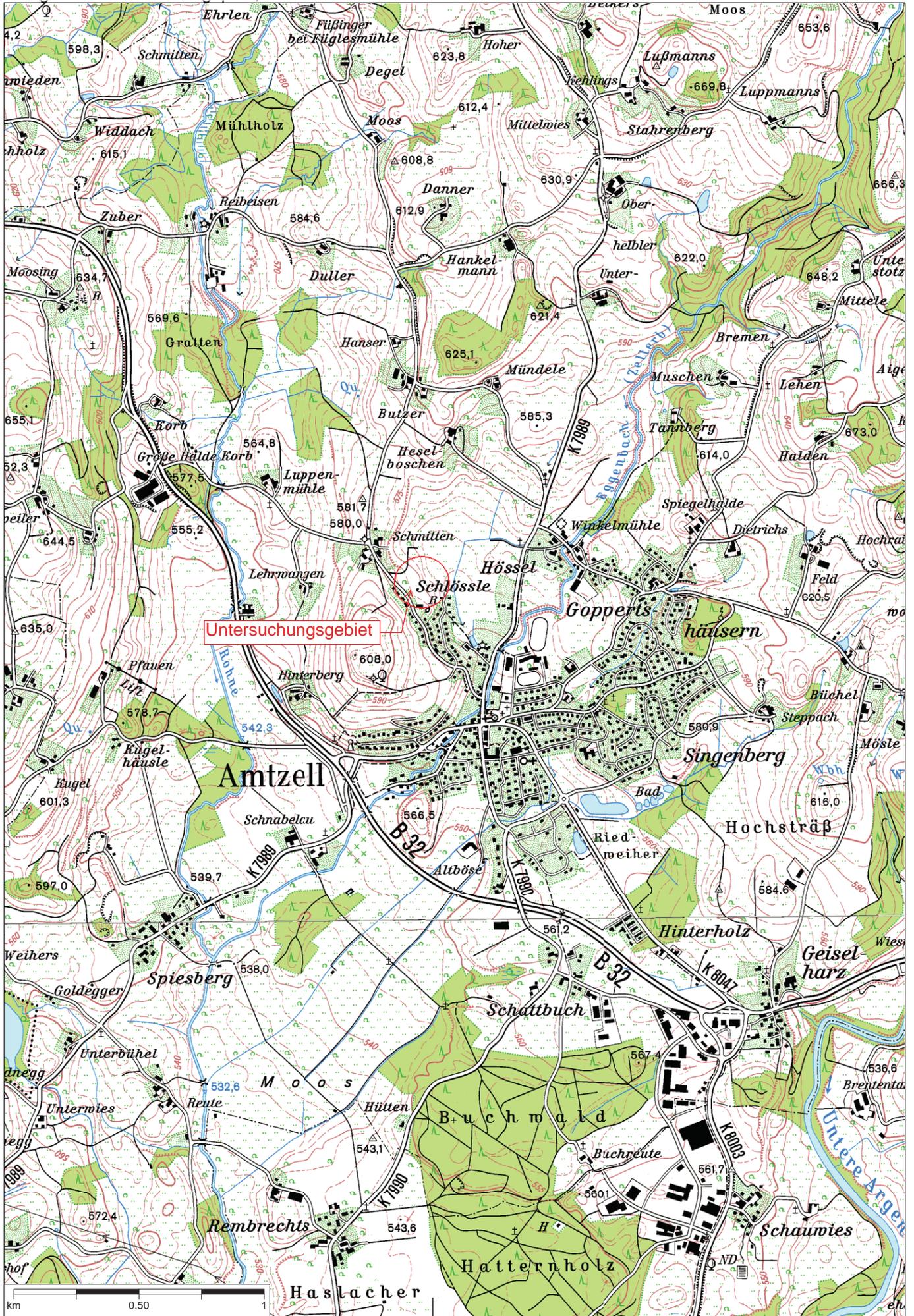
Anmerkungen

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 Folgerungen erforderlich. Es wird deshalb empfohlen zur Abnahme der Gründungssohlen den Verfasser des Gutachtens heranzuziehen. Der Unterzeichner ist in die weiteren Planungen mit-einzubeziehen.

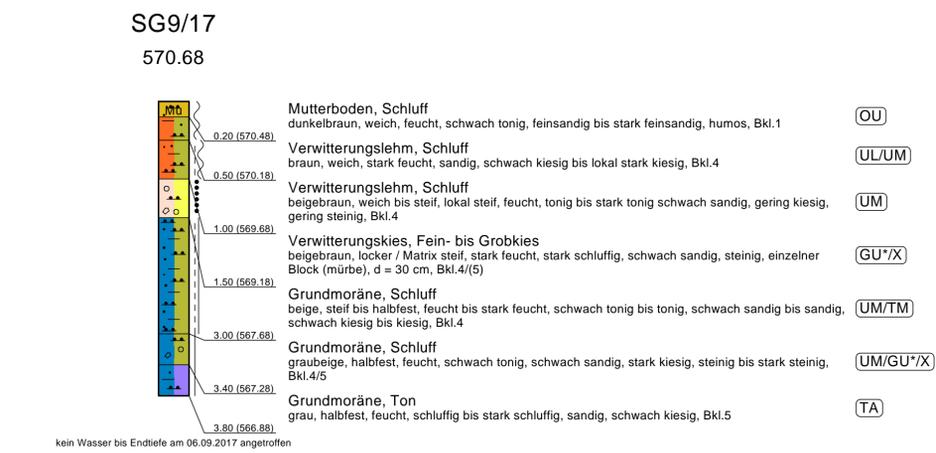
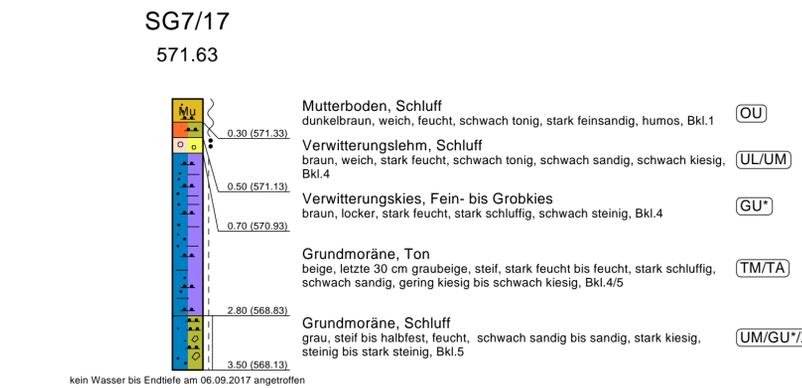
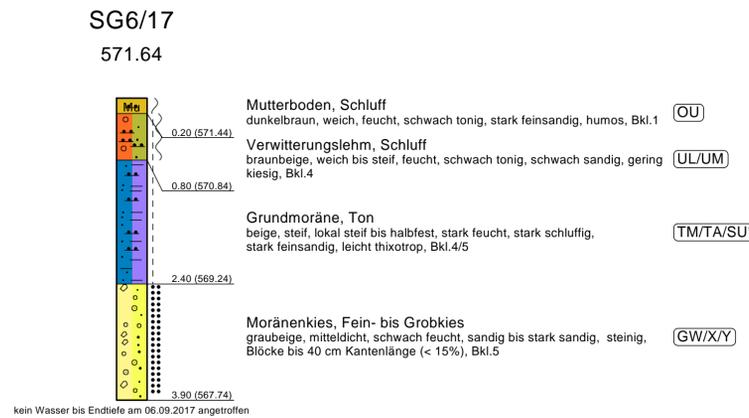
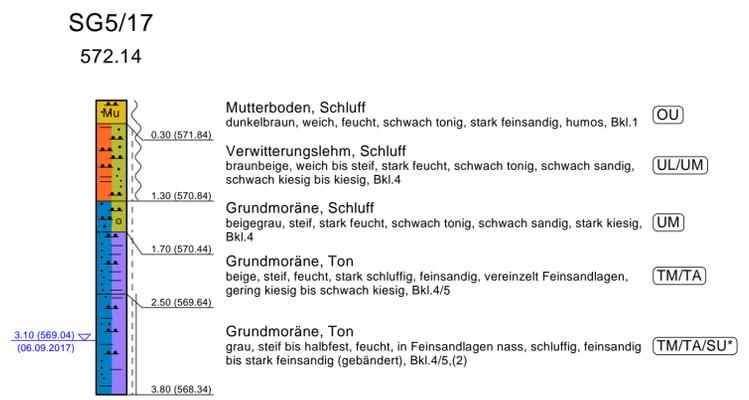
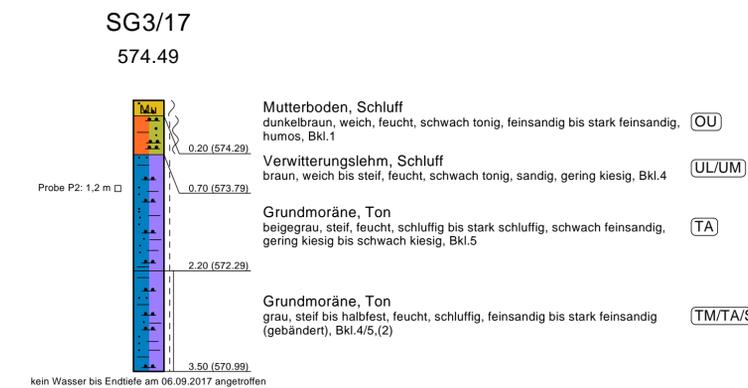
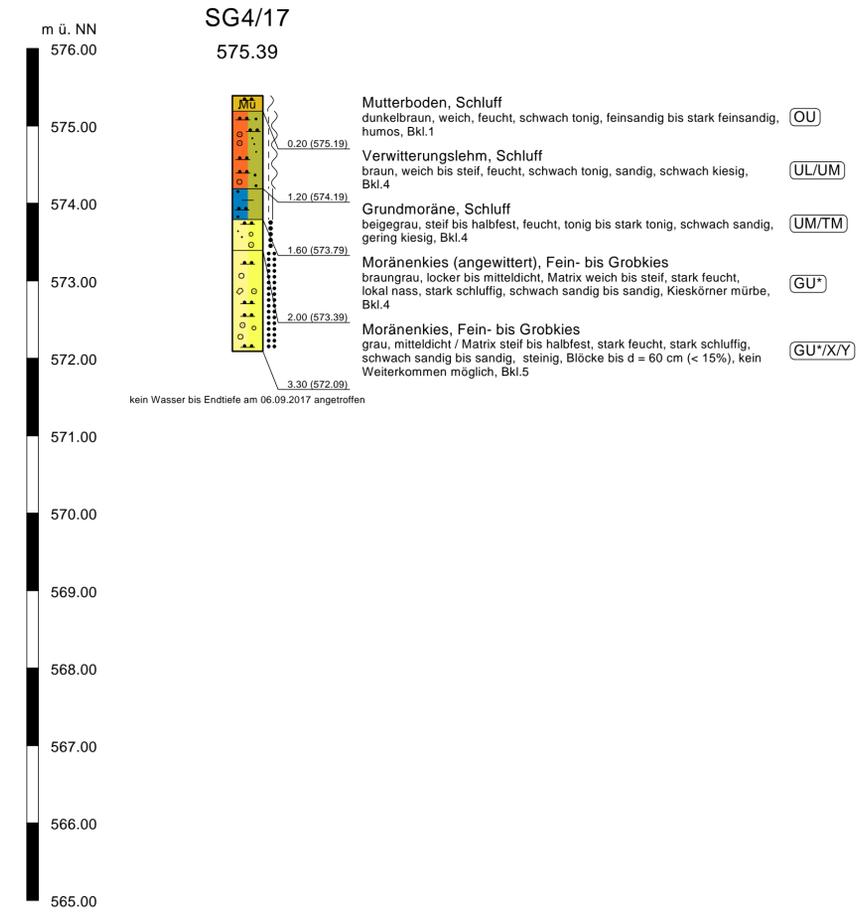
Auf die Vorbemerkung zum Abschnitt 4 dieses Gutachtens sei noch einmal ausdrücklich hin-gewiesen.

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


Dipl. Ing. (FH) R. Frankovsky



Geologisches Profil 1: SG4 - SG3 - SG5 - SG6 - SG7 - SG9



Lagerungszustände / Konsistenzen + Bodenarten		
halbfest	Ton	Verwitterungskies
steif - halbfest	Schluff	Moränenkies
steif	Kies	Grundmoräne
weich - steif	Mutterboden	
weich	Verwitterungslehm	
locker bis sehr locker		
mitteldicht		

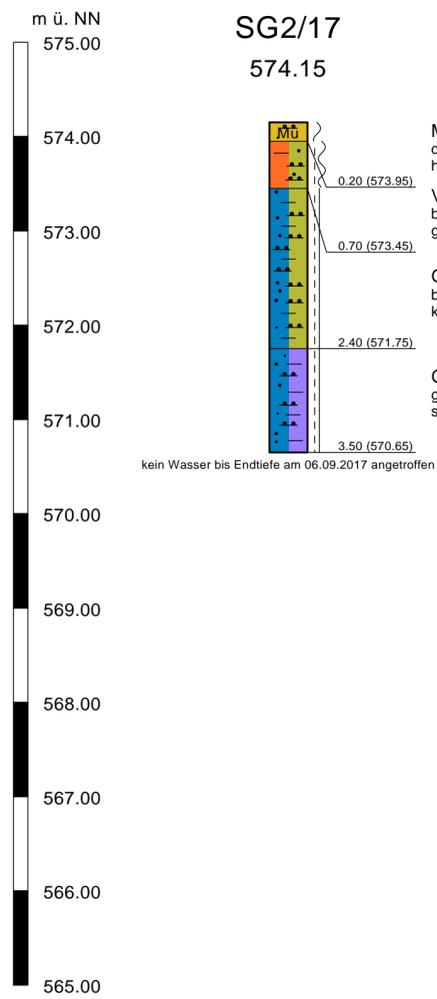
Legende GW-Symbole	
	SW / GW Bohrende
	SW / GW angebohrt
	SW / GW Ruhe

Legende Probensymbole	
	gestörte Probe
	Sonderprobe
	Kernprobe oder ungestörte Probe (Zylinder)

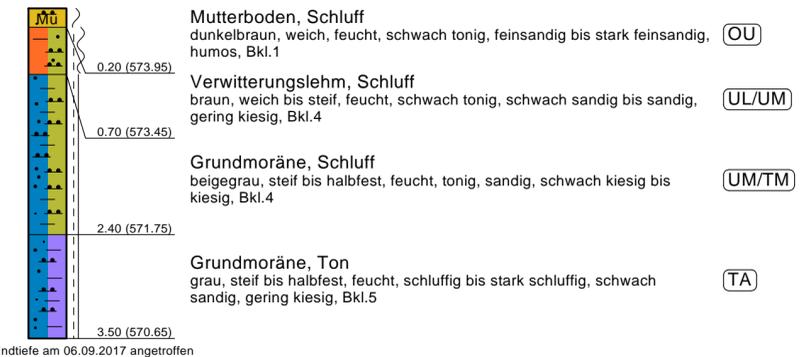
Anm.: Die Aufschlüsse stellen nur punktuelle Untersuchungsergebnisse dar

Geologisches Profil 2: SG2 - SG1 - SG8 - SG10

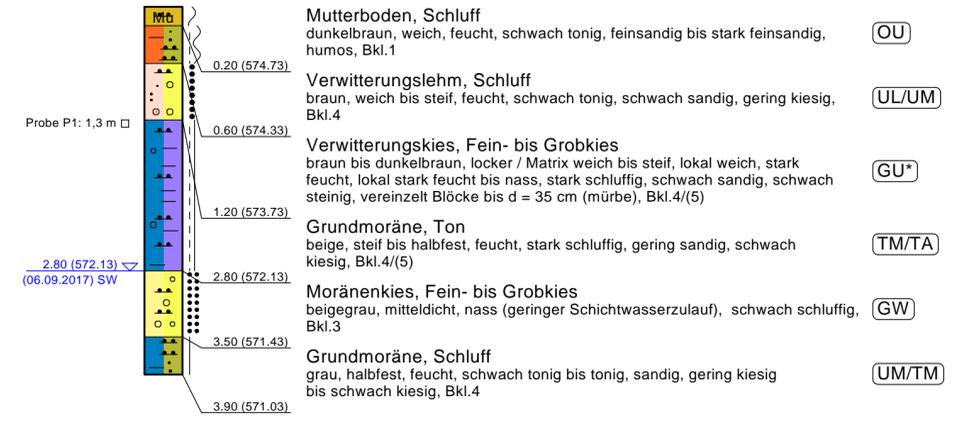
Geologisches Profil 2: SG2 - SG1 - SG8 - SG10
M. d. H. 1:50, M. d. L. unmaßstäblich



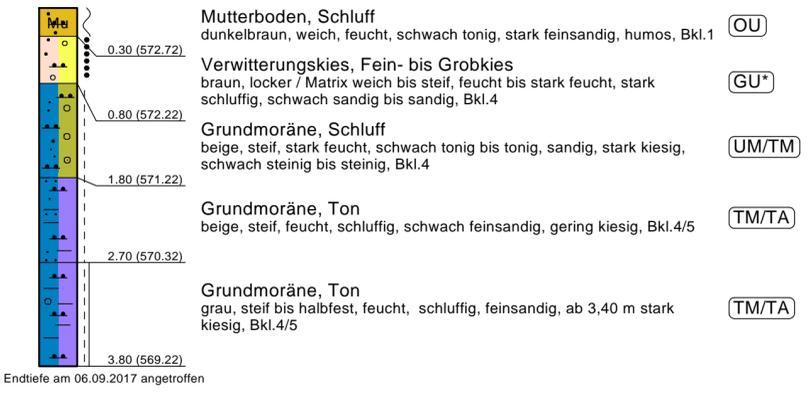
SG2/17
574.15



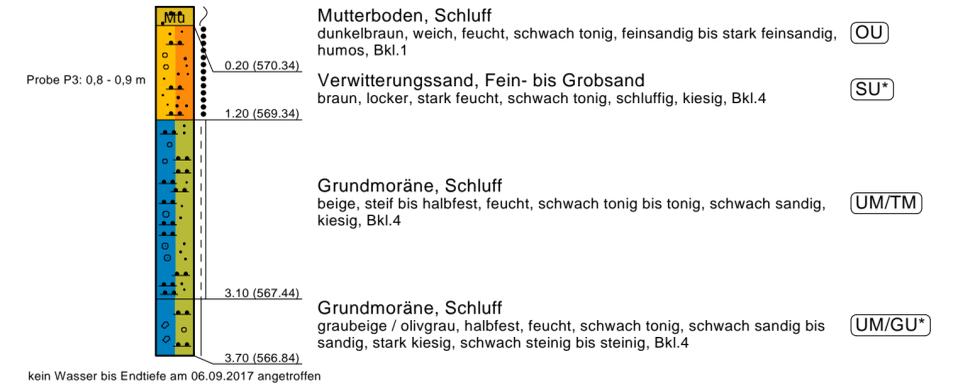
SG1/17
574.93



SG8/17
573.02



SG10/17
570.54



Lagerungszustände / Konsistenzen + Bodenarten		
halbfest	Ton	Verwitterungslehm
steif - halbfest	Schluff	Verwitterungssand
steif	Sand	Verwitterungskies
weich - steif	Kies	Moränenkies
weich	Mutterboden	Grundmoräne
locker bis sehr locker		
mitteldicht		

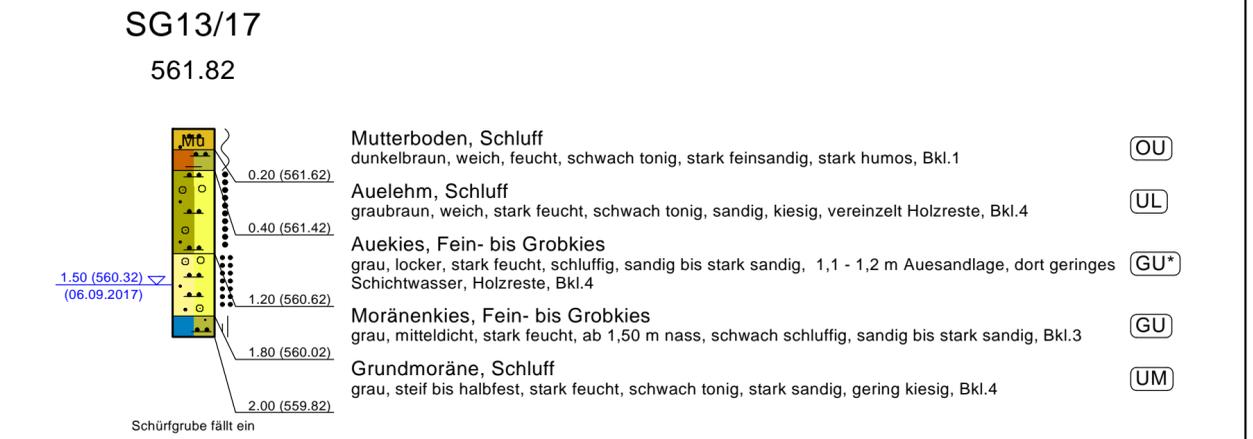
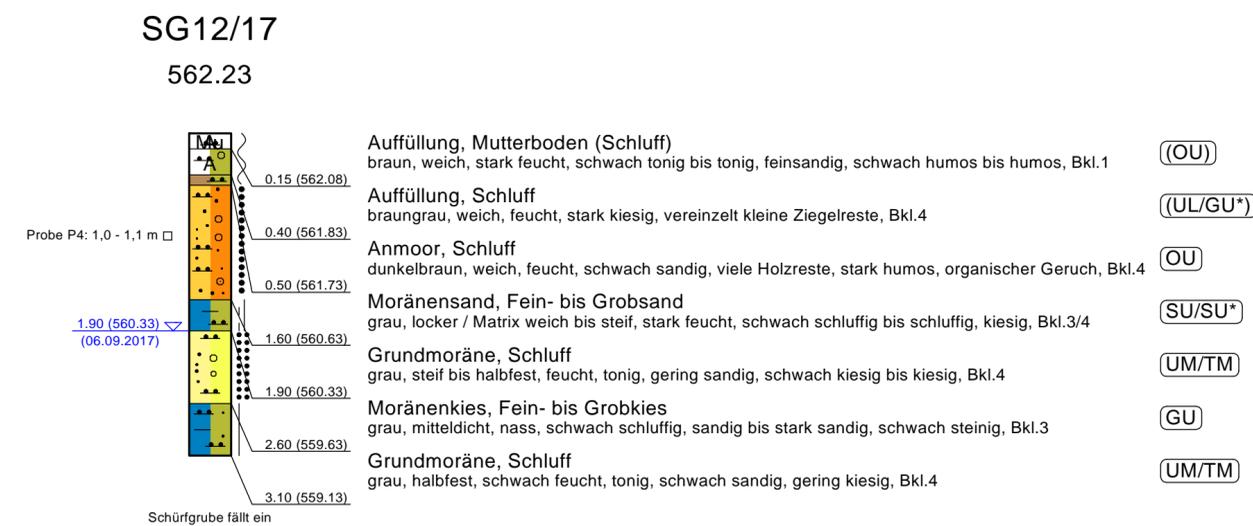
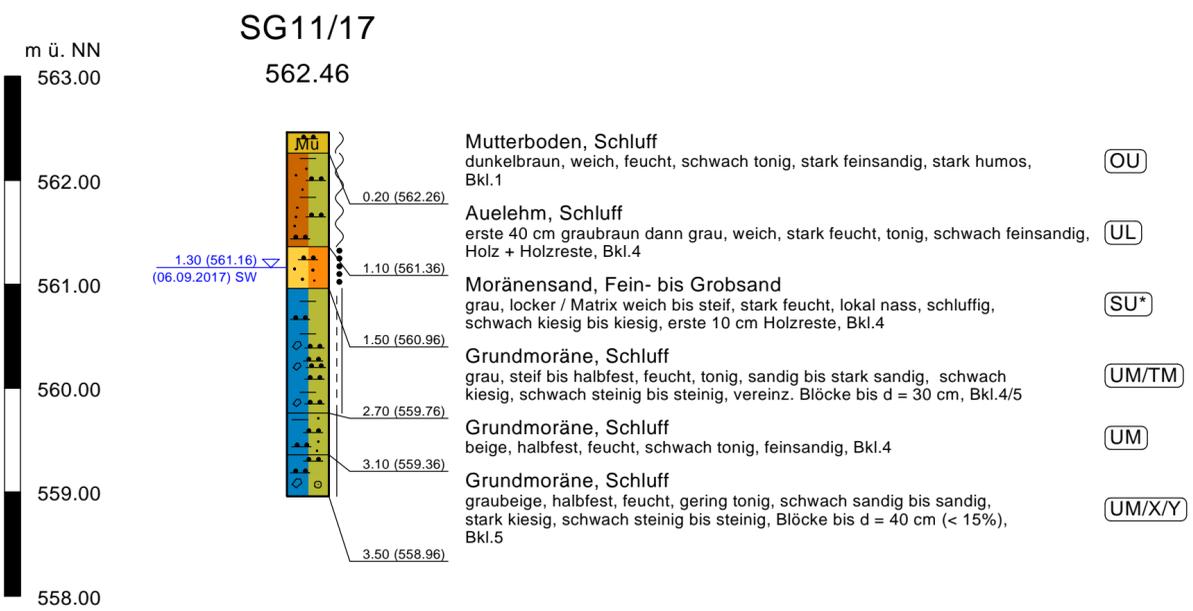
Legende GW-Symbole
SW / GW Bohrende
SW / GW angebohrt
SW / GW Ruhe

Legende Probensymbole
gestörte Probe
Sonderprobe
Kernprobe oder ungestörte Probe (Zylinder)

Anm.: Die Aufschlüsse stellen nur punktuelle Untersuchungsergebnisse dar

Geologisches Profil 3: SG11 - SG12 - SG13

Geologisches Profil 3: SG11 - SG12 - SG13
M. d. H. 1:50, M. d. L. unmaßstäblich



Anm.: Die Aufschlüsse stellen nur punktuelle Untersuchungsergebnisse dar

Lagerungszustände / Konsistenzen + Bodenarten

halbfest	Schluff	Auelehm	Grundmoräne
steif - halbfest	Sand	Auekies	
weich	Kies	Moränenkies	
locker bis sehr locker	Mutterboden	Anmoor	
mitteldicht	Auffüllung	Moränensand	

Legende GW-Symbole

	SW / GW Bohrende
	SW / GW angebohrt
	SW / GW Ruhe

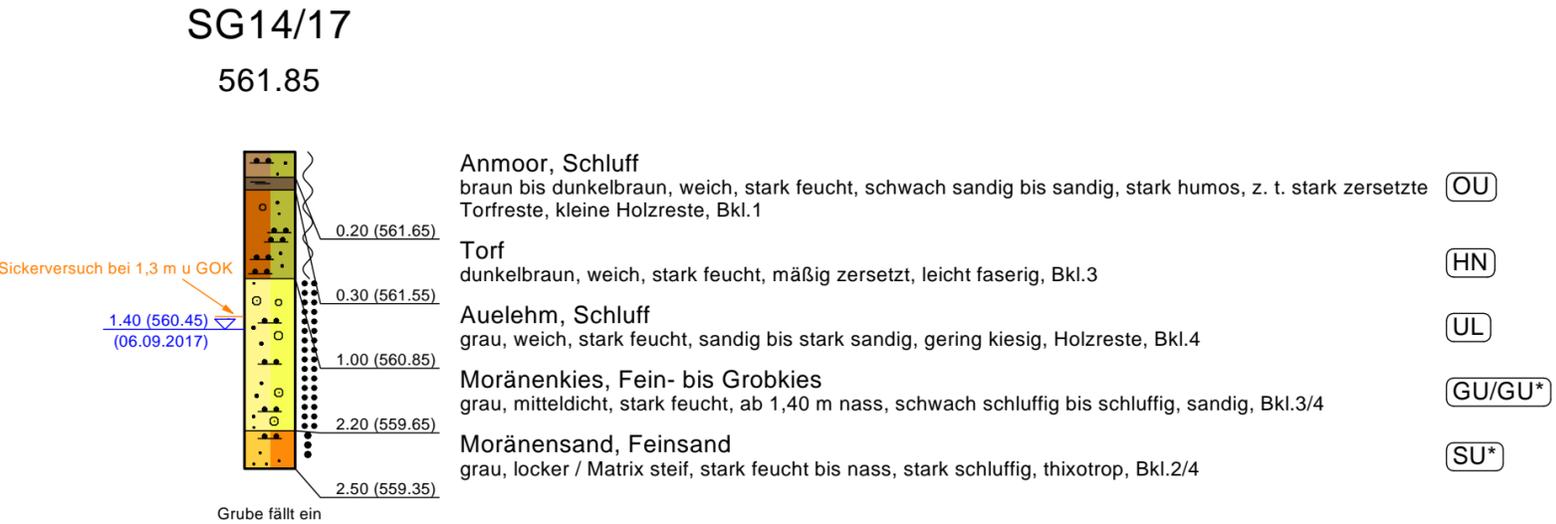
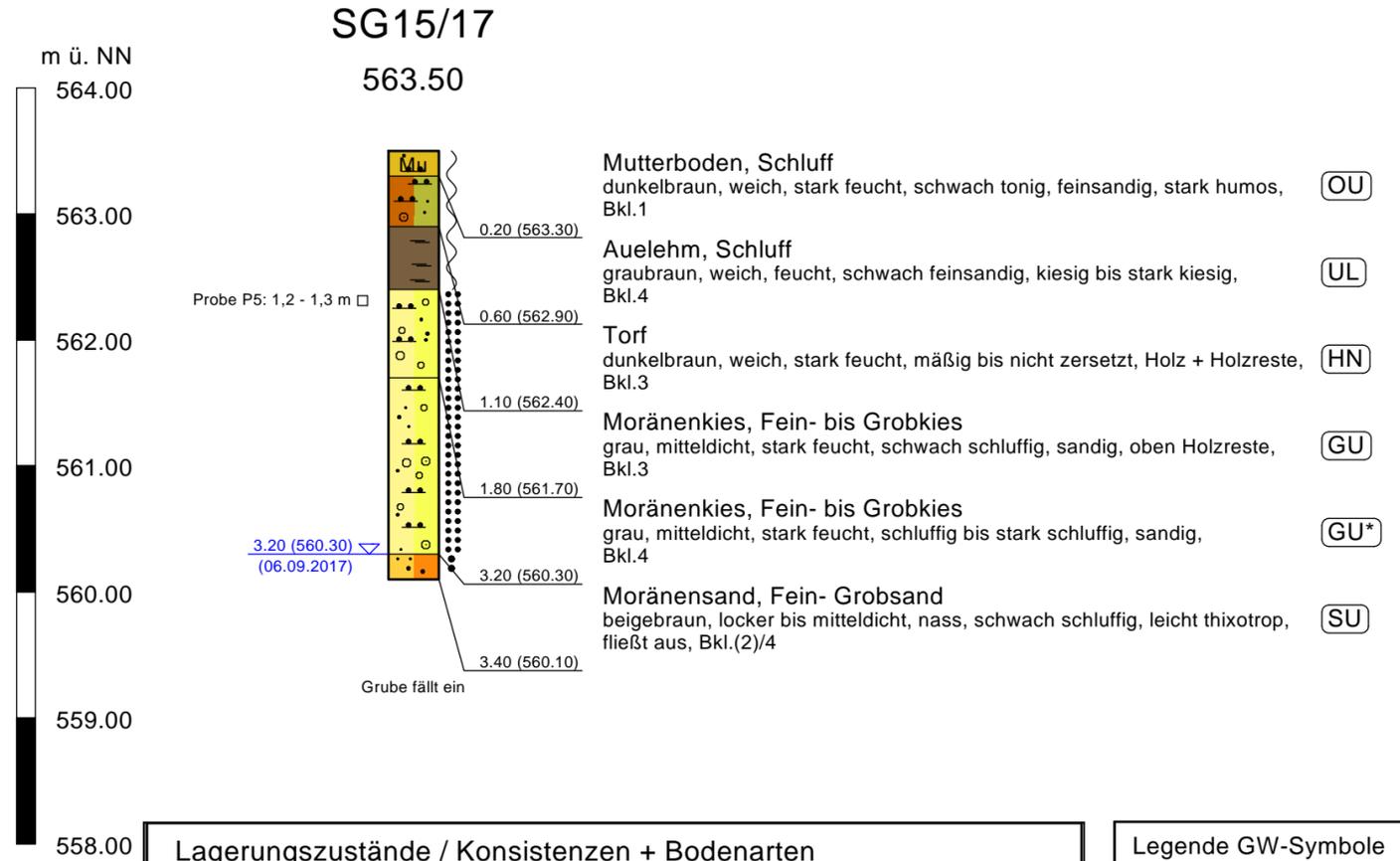
Legende Probensymbole

	gestörte Probe
	Sonderprobe
	Kernprobe oder ungestörte Probe (Zylinder)

Geologisches Profil 4: SG15 - SG14

Geologisches Profil 4: SG15 - SG14

M. d. H. 1:50, M. d. L. unmaßstäblich



Anm.: Die Aufschlüsse stellen nur punktuelle Untersuchungsergebnisse dar

Sickerversuch in einer Schürfgrube

mit dem Verfahren zur orientierenden Bestimmung der Gebirgsdurchlässigkeit
nach der Empfehlung E 1-4 des Arbeitskreises "Geotechnik der Deponiebauwerke"
der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.

Projektnummer: A1708012
Projektname: BG Haberacker Amtzell
Versuchsdatum: 06.09.2017
Schürfgrube SG14/17
Versuchsnummer: 1
Tiefe und Bodenart: 1,30 m u. GOK - Moränenkies, schwach schluffig bis schluffig, sandig
!Grundwasserspiegel bei 1,40 m!

Versuchsdaten Schurf:

Länge: 1,70 m
 Breite: 0,70 m
 Tiefe Sohle: 1,30 m unter Gelände
 Fläche Sohle: 1,19 m²
 Bezugsradius 0,62 m
 Wasserhöhe bei Versuchsbeginn: 0,695 m über Sohle
 Wasserhöhe bei Versuchsende: 0,695 m über Sohle

nach Prinz: $k_f = (2 * r * \Delta h) / (8 * \Delta t * h_m)$ (open-end-test mit fallendem Wasserspiegel)

Versuchsablauf und Auswertung

Wasserstand (m ü. Sohle)	t [min]	t [sek]	delta t [sek]	hm [m]	delta h [m]	k _f [m/s]
0,695	0,0	0,0	0,00	0,69500	0,000	
0,69400	45,0	2700,0	2700,00	0,69450	0,001	8,21E-08
0,69300	72,0	4320,0	1620,00	0,69350	0,001	1,37E-07
0,69200	103,0	6180,0	1860,00	0,69250	0,001	1,19E-07
0,69100	120,0	7200,0	1020,00	0,69150	0,001	2,18E-07

Mittelwert: 1,39E-07

Es fand keine messbare Absenkung statt, die angegebene Absenkung dient nur der rechnerischen Ermittlung im Programm und zur Orientierung

Anmerkungen:

Durchlässigkeit Moränenkies < 1 x 10⁻⁰⁶ m/s



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

A1708012

BG Haberacker, Amtzell

Bearbeiter: Franz

Datum: 17.10.2017

Prüfungsnummer:

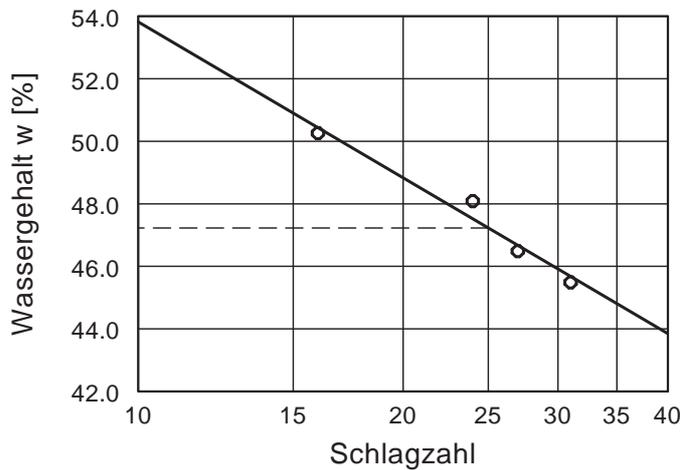
Entnahmestelle: SG1

Tiefe: 1,30m

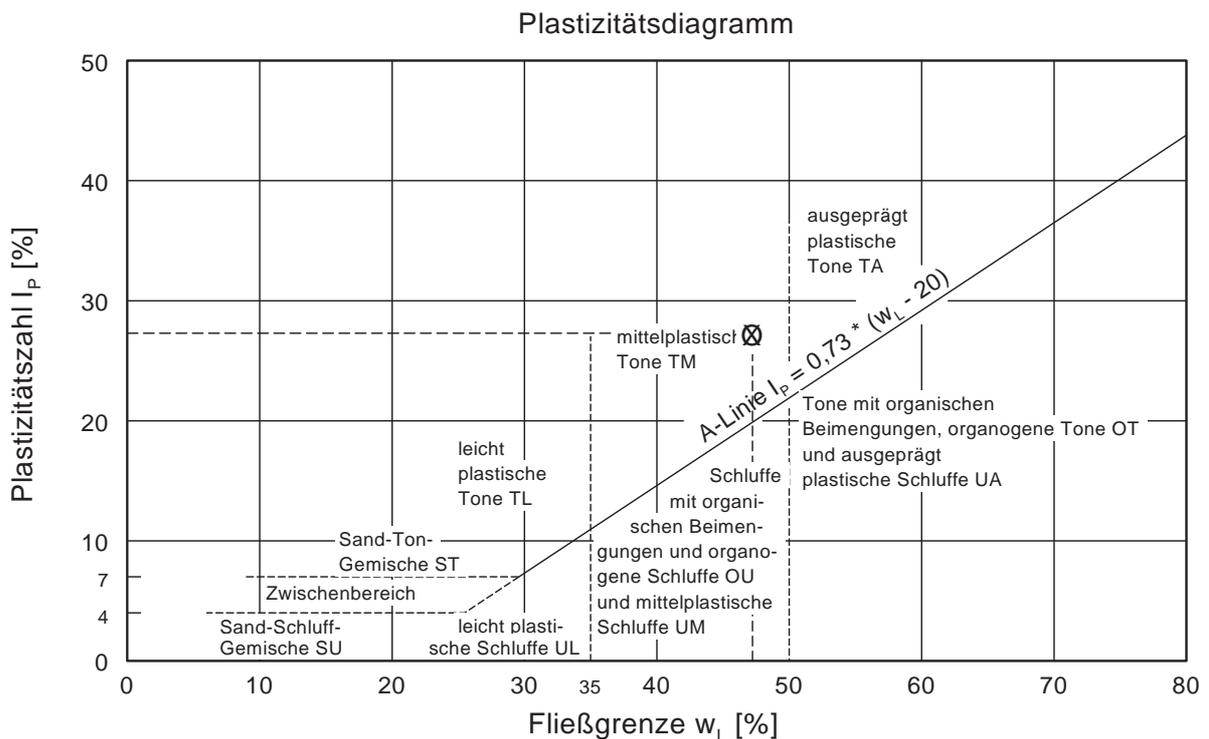
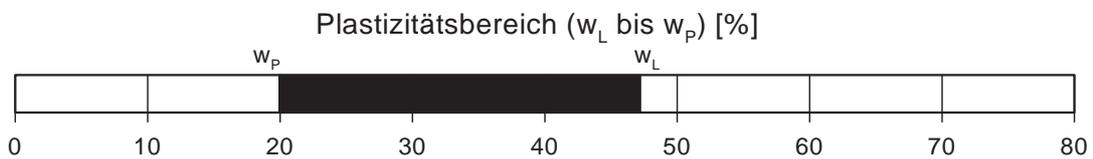
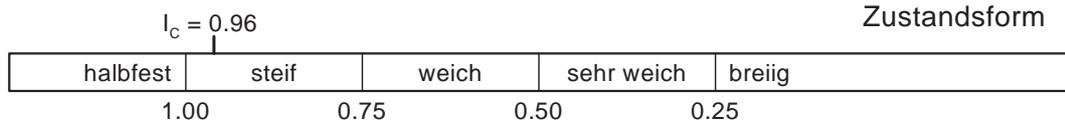
Art der Entnahme: gestörte Probe

Bodenart: Ton, schluffig

Probe entnommen am:



Wassergehalt $w = 21.0 \%$
 Fließgrenze $w_L = 47.2 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 19.9 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 27.3$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.96$



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

A1708012

BG Haberacker, Amtzell

Bearbeiter: Franz

Datum: 17.10.2017

Prüfungsnummer:

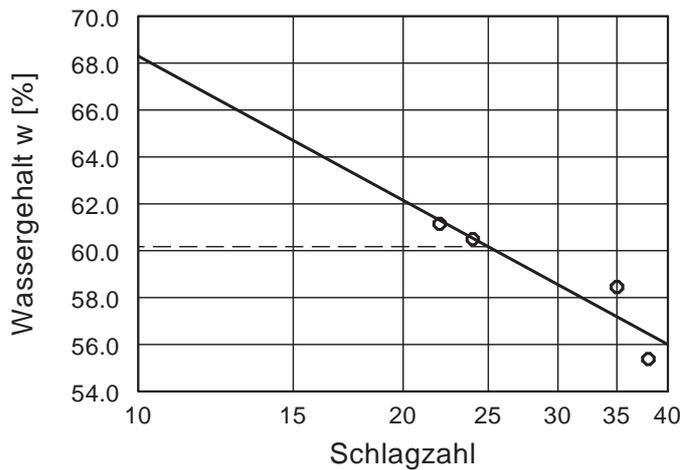
Entnahmestelle: SG3

Tiefe: 1,20m

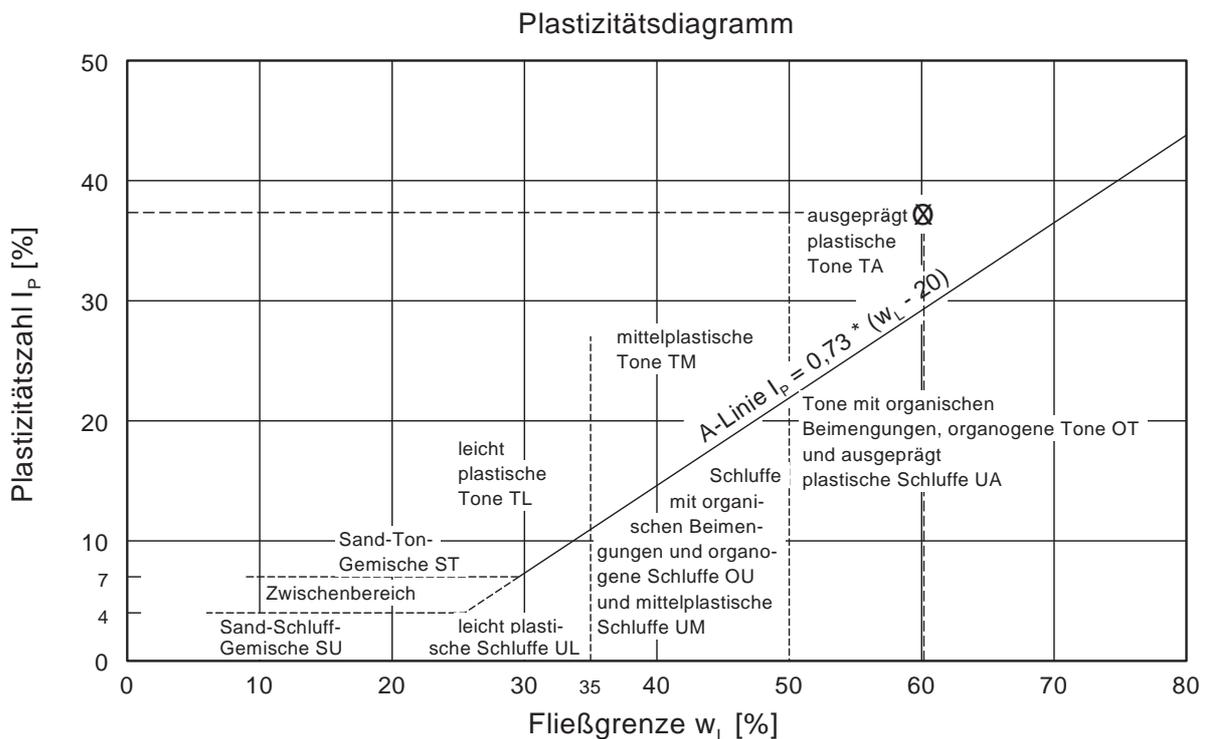
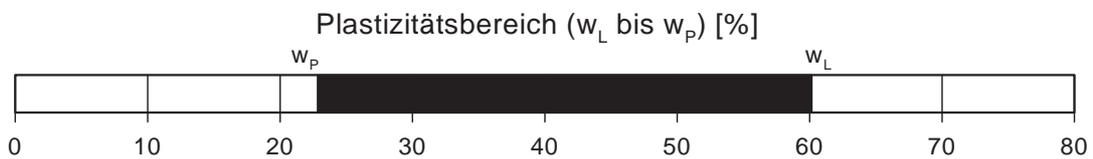
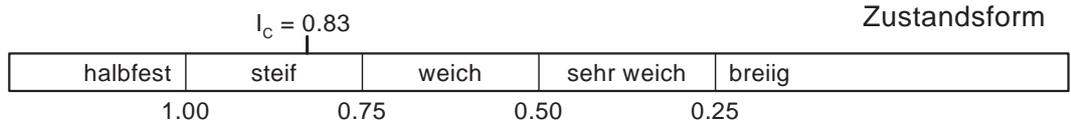
Art der Entnahme: gestörte Probe

Bodenart: Ton, schluffig

Probe entnommen am:

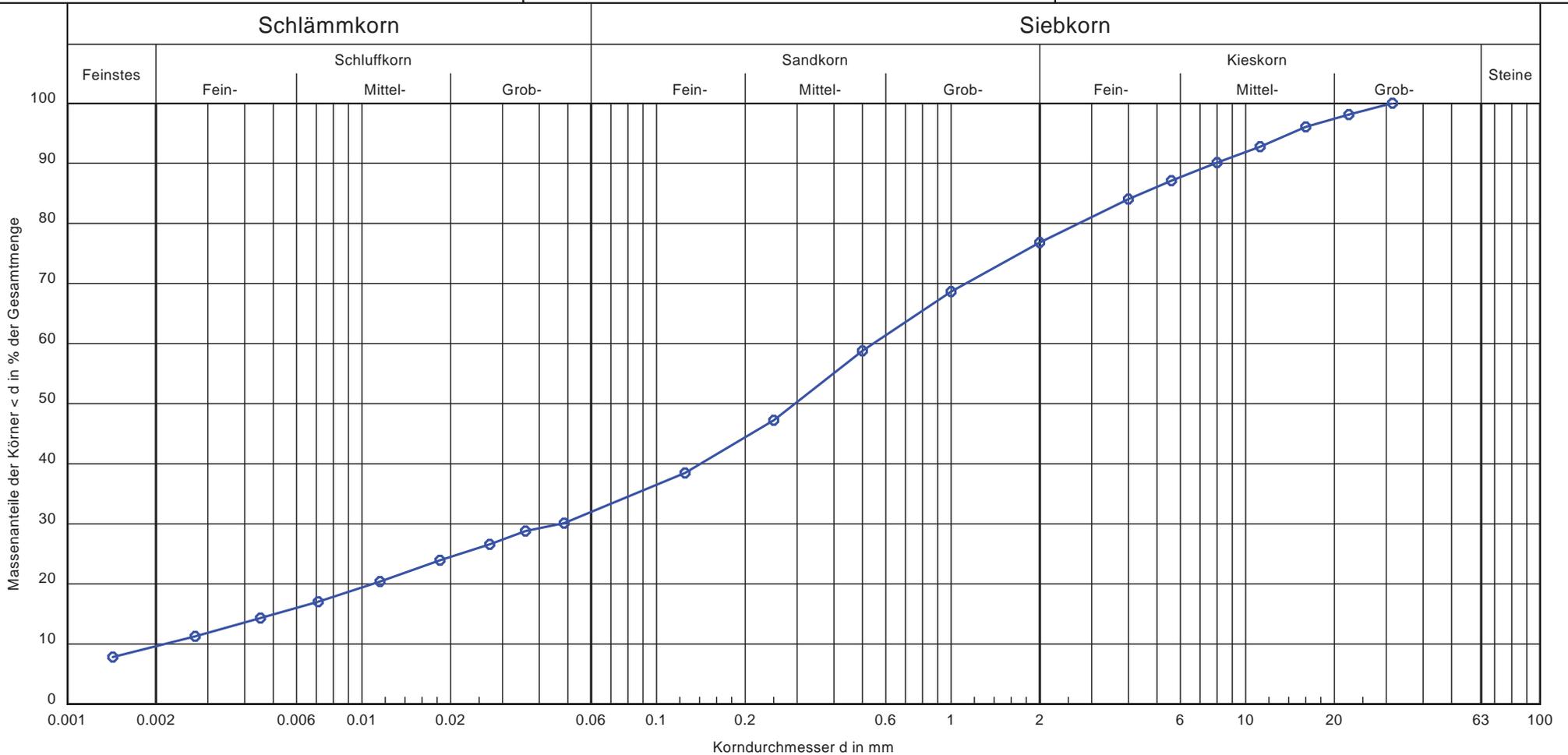


Wassergehalt w =	28.2 %
Fließgrenze w_L =	60.2 %
Ausrollgrenze w_p =	22.8 %
Plastizitätszahl I_p =	37.4 %
Konsistenzzahl I_C =	0.83
Anteil Überkorn \ddot{u} =	3.6 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	1.5 %
Korr. Wassergehalt =	29.2 %



Bearbeiter: Franz

Datum: 09.10.2017



Bezeichnung:

SG10 0,80 - 0,90 m

Bodenart:

Sand, kiesig, stark tonig

k [m/s]:

$2.7 \cdot 10^{-8}$

T/U/S/G [%]:

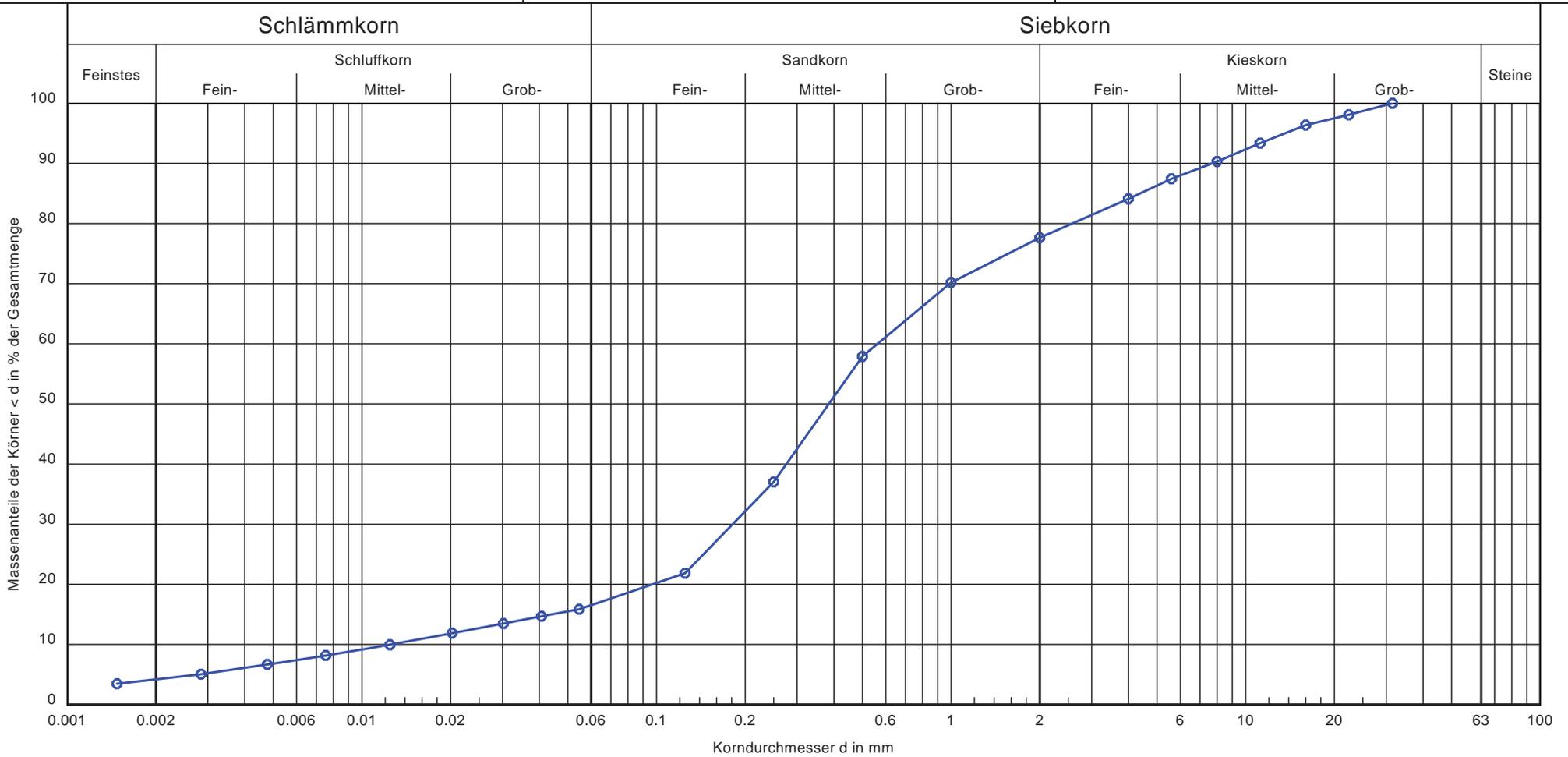
9.4/22.0/45.4/23.2

Bemerkungen:

Bericht:
 2017-108
 Anlage: 4.3

Bearbeiter: Franz

Datum: 09.10.2017



Bezeichnung:

SG12 1,00 - 1,10 m

Bodenart:

Sand, kiesig, schluffig

k [m/s]:

$9.6 \cdot 10^{-7}$

T/U/S/G [%]:

4.1/12.2/61.3/22.4

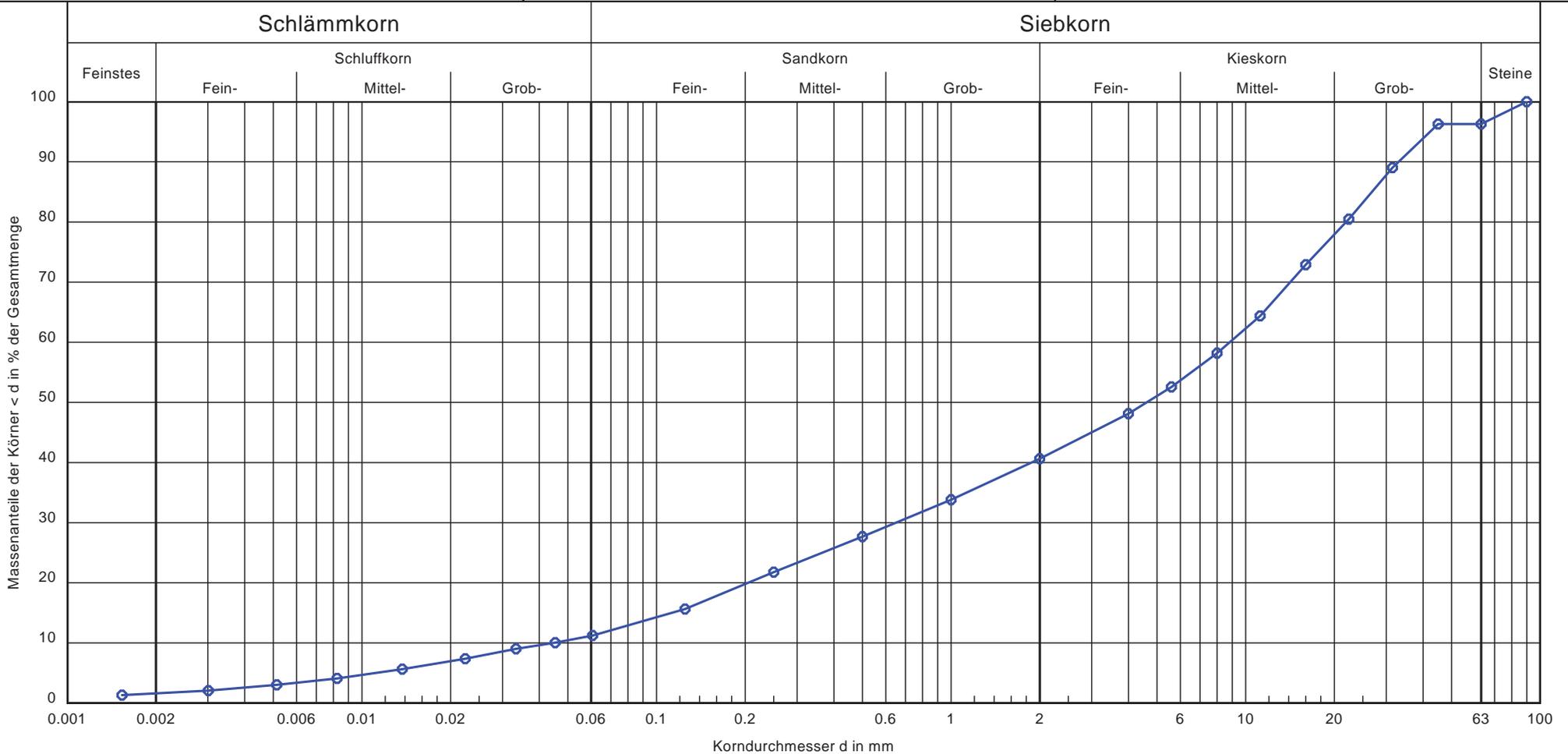
Bemerkungen:

Bericht:
2017-108
Anlage: 4.4

Körnungslinie

Projekt: A1708012
 BG Haberacker, Amtzell

Prüfungsnummer:
 Probe entnommen am:
 Art der Entnahme: gestörte Probe
 Arbeitsweise: kombinierte Sieb-Schlamm-analyse



Bezeichnung:	SG15 1,20 - 1,30 m	Bemerkungen:	Bericht: 2017-108 Anlage: 4.5
Bodenart:	Kies, sandig, schwach schluffig - DIN 18196: GU		
k [m/s]:	$1.2 \cdot 10^{-5}$		
T/U/S/G [%]:	1.6/9.6/29.5/55.7		

Wassergehalt nach DIN 18 121

A1708012

BG Haberacker, Amtzell

Bearbeiter: Franz

Datum: 04.10.2017

Prüfungsnummer:
 Entnahmestelle:
 Tiefe:
 Bodenart:
 Art der Entnahme:
 Probe entnommen am:

	SG1	SG3	SG10	SG12	SG15
Probenbezeichnung:	1,30m	1,20m	0,80-0,90m	1,0-1,10m	1,20-1,30m
Feuchte Probe + Behälter [g]:	604.26	438.65	5276.50	5647.70	13543.00
Trockene Probe + Behälter [g]:	536.58	398.60	4642.10	4931.00	12399.10
Behälter [g]:	214.58	256.78	1021.10	1038.20	1009.60
Porenwasser [g]:	67.68	40.05	634.40	716.70	1143.90
Trockene Probe [g]:	322.00	141.82	3621.00	3892.80	11389.50
Wassergehalt [%]	21.02	28.24	17.52	18.41	10.04

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe (in Anlehnung an PN98)

Projektbezeichnung:	BG Haberacker Amtzell	Anlage:	5.1
Projektnummer:	A1708012	Projektleiter:	Frankovsky
Auftraggeber:	Gemeinde Amtzell, Waldburger Straße 4, 88279 Amtzell		

<u>Datum der Probennahme:</u>	06.09.2017	<u>Uhrzeit:</u>	8 - 15 Uhr
<u>Probenbezeichnung:</u>	MP1 (Mutterboden)		
<u>Probennehmer:</u>	Frankovsky, fm geotechnik	<u>Zweck der Untersuchung:</u>	Vorabdeklaration BBodSchV - Vorsorgewerte + Humusgehalt + VwV
<u>Entnahme aus:</u>	<input type="checkbox"/> RKS/Bohrung	<input checked="" type="checkbox"/> Schurf	
<u>Art der Entnahme:</u>	horizont- bzw. schichtspezifische Probenahme		
	<input type="checkbox"/> Einzelprobe	<input checked="" type="checkbox"/> Mischprobe	
	<small>(Reduzierung der gem. PN98 erforderlichen Anzahl der Labor-/Mischproben aufgrund hoher Gleichförmigkeit des Materials über den gesamten Beprobungsabschnitt)</small>		
<u>Ort der Entnahme:</u>	Teilfläche von Flst. Nr 1131 Amtzell (s. Lageplan Anl. 1.2)		
<u>Entnahmepunkt:</u>	SG3 0,0 - 0,2 m / SG4 0,0 - 0,2 m / SG5 0,0 - 0,3 m / SG6 0,0 - 0,2 m		
beprobte Fläche ca. (bei Abschlags-/Oberflächenproben etc)	-	m ²	

Materialbeschreibung: Mutterboden, Schluff, feinsandig bis stark feinsandig durchwurzelt	
Farbe: dunkelbraun	Homogenität: ja
Geruch: -	Konsistenz: weich
Auffälligkeiten:	

Probenbehälter:	PE-Eimer	Probenbehandlung vor Ort:	-
Probenmenge:		Lagerung/Transport:	-

Anlagen: Übersichtslageplan, Lageplan

Unterschrift  ,den 06.09.2017

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe (in Anlehnung an PN98)

Projektbezeichnung:	BG Haberacker Amtzell	Anlage:	5.2
Projektnummer:	A1708012	Projektleiter:	Frankovsky
Auftraggeber:	Gemeinde Amtzell, Waldburger Straße 4, 88279 Amtzell		

<u>Datum der Probennahme:</u>	06.09.2017	<u>Uhrzeit:</u>	8 - 15 Uhr
<u>Probenbezeichnung:</u>	MP2 (Mutterboden)		
<u>Probennehmer:</u>	Frankovsky, fm geotechnik	<u>Zweck der Untersuchung:</u>	Vorabdeklaration BBodSchV - Vorsorgewerte + Humusgehalt + VwV
<u>Entnahme aus:</u>	<input type="checkbox"/> RKS/Bohrung	<input checked="" type="checkbox"/> Schurf	
<u>Art der Entnahme:</u>	horizont- bzw. schichtspezifische Probenahme		
	<input type="checkbox"/> Einzelprobe	<input checked="" type="checkbox"/> Mischprobe	
<small>(Reduzierung der gem. PN98 erforderlichen Anzahl der Labor-/Mischproben aufgrund hoher Gleichförmigkeit des Materials über den gesamten Beprobungsabschnitt)</small>			
<u>Ort der Entnahme:</u>	Teilfläche von Flst. Nr 1143 + Flst. Nr. 126 Amtzell (s. Lageplan Anl. 1.2)		
<u>Entnahmepunkt:</u>	SG11 0,0 - 0,2 m / SG12 0,0 - 0,15 m / SG13 0,0 - 0,2 m		
beprobte Fläche ca. (bei Abschlags-/Oberflächenproben etc)	- m ²		

Materialbeschreibung:	Mutterboden, Schluff, feinsandig bis stark feinsandig, durchwurzelt SG12: aufgefüllter Mutterboden (Schluff), keine Auffälligkeiten		
Farbe:	dunkelbraun	Homogenität:	ja
Geruch:	-	Konsistenz:	weich
Auffälligkeiten:			

Probenbehälter:	PE-Eimer	Probenbehandlung vor Ort:	-
Probenmenge:		Lagerung/Transport:	-

Anlagen: Übersichtslageplan, Lageplan

Unterschrift  ,den 06.09.2017

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe (in Anlehnung an PN98)

Projektbezeichnung:	BG Haberacker Amtzell	Anlage:	5.3
Projektnummer:	A1708012	Projektleiter:	Frankovsky
Auftraggeber:	Gemeinde Amtzell, Waldburger Straße 4, 88279 Amtzell		

<u>Datum der Probennahme:</u>	06.09.2017	<u>Uhrzeit:</u>	8 - 15 Uhr
<u>Probenbezeichnung:</u>	MP3 (Muterboden / Anmoor + Torf)		
<u>Probennehmer:</u>	Frankovsky, fm geotechnik	<u>Zweck der Untersuchung:</u>	Vorabdeklaration VwV BW
<u>Entnahme aus:</u>	<input type="checkbox"/> RKS/Bohrung	<input checked="" type="checkbox"/> Schurf	
<u>Art der Entnahme:</u>	horizont- bzw. schichtspezifische Probenahme		
	<input type="checkbox"/> Einzelprobe	<input checked="" type="checkbox"/> Mischprobe	
	<small>(Reduzierung der gem. PN98 erforderlichen Anzahl der Labor-/Mischproben aufgrund hoher Gleichförmigkeit des Materials über den gesamten Beprobungsabschnitt)</small>		
<u>Ort der Entnahme:</u>	Teilfläche von Flst. Nr 1131 Amtzell (s. Lageplan Anl. 1.2)		
<u>Entnahmepunkt:</u>	SG14 0,0 - 0,3 m / SG15 0,0 - 0,2 m		
beprobte Fläche ca. (bei Abschlags-/Oberflächenproben etc)	-	m ²	

Materialbeschreibung:	SG14 Anmoor (Schluff, stark humos) + Torf		
	SG15: Mutterboden, Schluff, stark humos / anmoorig		
Farbe:	braun bis dunkelbraun	Homogenität:	ja
Geruch:	-	Konsistenz:	weich
Auffälligkeiten:			

Probenbehälter:	PE-Eimer	Probenbehandlung vor Ort:	-
Probenmenge:		Lagerung/Transport:	-

Anlagen: Übersichtslageplan, Lageplan

Unterschrift  ,den 06.09.2017

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe (in Anlehnung an PN98)

Projektbezeichnung:	BG Haberacker Amtzell	Anlage:	5.4
Projektnummer:	A1708012	Projektleiter:	Frankovsky
Auftraggeber:	Gemeinde Amtzell, Waldburger Straße 4, 88279 Amtzell		

<u>Datum der Probennahme:</u>	06.09.2017	<u>Uhrzeit:</u>	8 - 15 Uhr
<u>Probenbezeichnung:</u>	MP4 (Verwitterungsdecke)		
<u>Probennehmer:</u>	Frankovsky, fm geotechnik	<u>Zweck der Untersuchung:</u>	Vorabdeklaration BBodSchV - Vorsorgewerte + Humusgehalt + VwV
<u>Entnahme aus:</u>	<input type="checkbox"/> RKS/Bohrung	<input checked="" type="checkbox"/> Schurf	
<u>Art der Entnahme:</u>	horizont- bzw. schichtspezifische Probenahme		
	<input type="checkbox"/> Einzelprobe	<input checked="" type="checkbox"/> Mischprobe	
<small>(Reduzierung der gem. PN98 erforderlichen Anzahl der Labor-/Mischproben aufgrund hoher Gleichförmigkeit des Materials über den gesamten Beprobungsabschnitt)</small>			
<u>Ort der Entnahme:</u>	Teilfläche von Flst. Nr 1131 (nur SG2) + Flst. Nr. 1143 Amtzell (s. Lageplan Anl. 1.2)		
<u>Entnahmepunkt:</u>	SG1 0,2 - 1,2 m / SG2 0,2 - 0,7 m / SG7 0,3 - 0,7 m / SG8 0,3 - 0,8 m / SG9 0,2 - 0,5 m SG10 0,3 - 1,2 m		
beprobte Fläche ca. (bei Abschlags-/Oberflächenproben etc)	-	m ²	

Materialbeschreibung:	hauptsächlich Verwitterungslehm, Schluff, schwach kiesig bis stark kiesig SG1 0,6 - 1,2; SG7 0,5 - 0,7; SGSG8: Verwitterungskies, Kies, stark schluffig SG10: Verwitterungssand, stark schluffig		
Farbe:	braun	Homogenität:	ja
Geruch:	-	Konsistenz:	weich bis steif
Auffälligkeiten:			

Probenbehälter:	PE-Eimer	Probenbehandlung vor Ort:	-
Probenmenge:		Lagerung/Transport:	-

Anlagen: Übersichtslageplan, Lageplan

Unterschrift  ,den 06.09.2017

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe (in Anlehnung an PN98)

Projektbezeichnung:	BG Haberacker Amtzell	Anlage:	5.5
Projektnummer:	A1708012	Projektleiter:	Frankovsky
Auftraggeber:	Gemeinde Amtzell, Waldburger Straße 4, 88279 Amtzell		

<u>Datum der Probennahme:</u>	06.09.2017	<u>Uhrzeit:</u>	8 - 15 Uhr
<u>Probenbezeichnung:</u>	MP5 (Verwitterungsdecke)		
<u>Probennehmer:</u>	Frankovsky, fm geotechnik	<u>Zweck der Untersuchung:</u>	Vorabdeklaration BBodSchV - Vorsorgewerte + Humusgehalt + VwV
<u>Entnahme aus:</u>	<input type="checkbox"/> RKS/Bohrung	<input checked="" type="checkbox"/> Schurf	
<u>Art der Entnahme:</u>	horizont- bzw. schichtspezifische Probenahme		
	<input type="checkbox"/> Einzelprobe	<input checked="" type="checkbox"/> Mischprobe	
<small>(Reduzierung der gem. PN98 erforderlichen Anzahl der Labor-/Mischproben aufgrund hoher Gleichförmigkeit des Materials über den gesamten Beprobungsabschnitt)</small>			
<u>Ort der Entnahme:</u>	Teilfläche von Flst. Nr 1131 Amtzell (s. Lageplan Anl. 1.2)		
<u>Entnahmepunkt:</u>	SG3 0,2 - 0,7 m / SG4 0,2 - 1,2 m / SG5 0,3 - 1,3 m / SG6 0,2 - 0,8 m		
beprobte Fläche ca. (bei Abschlags-/Oberflächenproben etc)	-	m ²	

Materialbeschreibung: Verwitterungslehm, Schluff, schwach kiesig bis kiesig	
Farbe: braun	Homogenität: ja
Geruch: -	Konsistenz: weich bis steif
Auffälligkeiten:	

Probenbehälter:	PE-Eimer	Probenbehandlung vor Ort:	-
Probenmenge:		Lagerung/Transport:	-

Anlagen: Übersichtslegeplan, Lageplan

Unterschrift  ,den 06.09.2017

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe (in Anlehnung an PN98)

Projektbezeichnung:	BG Haberacker Amtzell	Anlage:	5.6
Projektnummer:	A1708012	Projektleiter:	Frankovsky
Auftraggeber:	Gemeinde Amtzell, Waldburger Straße 4, 88279 Amtzell		

<u>Datum der Probennahme:</u>	06.09.2017	<u>Uhrzeit:</u>	8 - 15 Uhr
<u>Probenbezeichnung:</u>	MP6 (Aueablagerungen)		
<u>Probennehmer:</u>	Frankovsky, fm geotechnik	<u>Zweck der Untersuchung:</u>	Vorabdeklaration VwV BW
<u>Entnahme aus:</u>	<input type="checkbox"/> RKS/Bohrung	<input checked="" type="checkbox"/> Schurf	
<u>Art der Entnahme:</u>	horizont- bzw. schichtspezifische Probenahme		
	<input type="checkbox"/> Einzelprobe	<input checked="" type="checkbox"/> Mischprobe	
	<small>(Reduzierung der gem. PN98 erforderlichen Anzahl der Labor-/Mischproben aufgrund hoher Gleichförmigkeit des Materials über den gesamten Beprobungsabschnitt)</small>		
<u>Ort der Entnahme:</u>	Teilfläche von Flst. Nr 1131 + 1143 + 126 Amtzell (s. Lageplan Anl. 1.2)		
<u>Entnahmepunkt:</u>	SG11 0,2 - 1,1 m / SG13 0,4 - 1,2 m / SG14 0,3 - 1,0 m		
beprobte Fläche ca. (bei Abschlags-/Oberflächenproben etc)	-	m ²	

Materialbeschreibung: SG11 + SG14: Auelehm, Schluff, Holzreste, snaidg bis stark sandig SG13: Auekies, Kies, schluffig, Holzreste, sandig bis stark sandig	
Farbe: grau	Homogenität: ja
Geruch: -	Konsistenz: weich
Auffälligkeiten:	

<u>Probenbehälter:</u>	PE-Eimer	<u>Probenbehandlung vor Ort:</u>	-
<u>Probenmenge:</u>		<u>Lagerung/Transport:</u>	-

Anlagen: Übersichtslageplan, Lageplan

Unterschrift  ,den 06.09.2017

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe (in Anlehnung an PN98)

Projektbezeichnung:	BG Haberacker Amtzell	Anlage:	5.7
Projektnummer:	A1708012	Projektleiter:	Frankovsky
Auftraggeber:	Gemeinde Amtzell, Waldburger Straße 4, 88279 Amtzell		

<u>Datum der Probennahme:</u>	06.09.2017	<u>Uhrzeit:</u>	8 - 15 Uhr
<u>Probenbezeichnung:</u>	MP7 (Auffüllung)		
<u>Probennehmer:</u>	Frankovsky, fm geotechnik	<u>Zweck der Untersuchung:</u>	Vorabdeklaration VwV BW
<u>Entnahme aus:</u>	<input type="checkbox"/> RKS/Bohrung	<input checked="" type="checkbox"/> Schurf	
<u>Art der Entnahme:</u>	horizont- bzw. schichtspezifische Probenahme		
	<input checked="" type="checkbox"/> Einzelprobe	<input type="checkbox"/> Mischprobe	
<small>(Reduzierung der gem. PN98 erforderlichen Anzahl der Labor-/Mischproben aufgrund hoher Gleichförmigkeit des Materials über den gesamten Beprobungsabschnitt)</small>			
<u>Ort der Entnahme:</u>	Flst. Nr 126 Amtzell (s. Lageplan Anl. 1.2)		
<u>Entnahmepunkt:</u>	SG12 0,15 - 0,40 m		
beprobte Fläche ca. (bei Abschlags-/Oberflächenproben etc)	-	m ²	

Materialbeschreibung:	Auffüllung Schluff, stark kiesig vereinzelt kleine Ziegelreste		
Farbe:	braungrau	Homogenität:	ja
Geruch:	-	Konsistenz:	weich
Auffälligkeiten:			

Probenbehälter:	PE-Eimer	Probenbehandlung vor Ort:	-
Probenmenge:		Lagerung/Transport:	-

Anlagen: Übersichtslageplan, Lageplan

Unterschrift  ,den 06.09.2017

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe (in Anlehnung an PN98)

Projektbezeichnung:	BG Haberacker Amtzell	Anlage:	5.8
Projektnummer:	A1708012	Projektleiter:	Frankovsky
Auftraggeber:	Gemeinde Amtzell, Waldburger Straße 4, 88279 Amtzell		

<u>Datum der Probennahme:</u>	06.09.2017	<u>Uhrzeit:</u>	8 - 15 Uhr
<u>Probenbezeichnung:</u>	MP8 (Grundmoräne)		
<u>Probennehmer:</u>	Frankovsky, fm geotechnik	<u>Zweck der Untersuchung:</u>	Vorabdeklaration VwV BW
<u>Entnahme aus:</u>	<input type="checkbox"/> RKS/Bohrung	<input checked="" type="checkbox"/> Schurf	
<u>Art der Entnahme:</u>	horizont- bzw. schichtspezifische Probenahme		
	<input type="checkbox"/> Einzelprobe	<input checked="" type="checkbox"/> Mischprobe	
<small>(Reduzierung der gem. PN98 erforderlichen Anzahl der Labor-/Mischproben aufgrund hoher Gleichförmigkeit des Materials über den gesamten Beprobungsabschnitt)</small>			
<u>Ort der Entnahme:</u>	Teilfläche von Flst. Nr 1131 (nur SG2) + Flst. Nr. 1143 Amtzell (s. Lageplan Anl. 1.2)		
<u>Entnahmepunkt:</u>	SG1 1,2 - 2,3 m / SG2 0,7 - 2,4 m / SG7 0,7 - 2,5 m / SG8 0,8 - 1,8 m / SG9 0,5 - 1,0 m SG10 1,2 - 3,1 m		
beprobte Fläche ca. (bei Abschlags-/Oberflächenproben etc)	-	m ²	

Materialbeschreibung: Grundmoräne, Schluff + Ton	
Farbe: beige / beigegrau	Homogenität: ja
Geruch: -	Konsistenz: steif bis halbfest
Auffälligkeiten:	

<u>Probenbehälter:</u>	PE-Eimer	<u>Probenbehandlung vor Ort:</u>	-
<u>Probenmenge:</u>		<u>Lagerung/Transport:</u>	-

Anlagen: Übersichtslageplan, Lageplan

Unterschrift  ,den 06.09.2017

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe (in Anlehnung an PN98)

Projektbezeichnung:	BG Haberacker Amtzell	Anlage:	5.9
Projektnummer:	A1708012	Projektleiter:	Frankovsky
Auftraggeber:	Gemeinde Amtzell, Waldburger Straße 4, 88279 Amtzell		

<u>Datum der Probennahme:</u>	06.09.2017	<u>Uhrzeit:</u>	8 - 15 Uhr
<u>Probenbezeichnung:</u>	MP9 (Grundmoräne)		
<u>Probennehmer:</u>	Frankovsky, fm geotechnik	<u>Zweck der Untersuchung:</u>	Vorabdeklaration VwV BW
<u>Entnahme aus:</u>	<input type="checkbox"/> RKS/Bohrung	<input checked="" type="checkbox"/> Schurf	
<u>Art der Entnahme:</u>	horizont- bzw. schichtspezifische Probenahme		
	<input type="checkbox"/> Einzelprobe	<input checked="" type="checkbox"/> Mischprobe	
	<small>(Reduzierung der gem. PN98 erforderlichen Anzahl der Labor-/Mischproben aufgrund hoher Gleichförmigkeit des Materials über den gesamten Beprobungsabschnitt)</small>		
<u>Ort der Entnahme:</u>	Teilfläche von Flst. Nr 1131 Amtzell (s. Lageplan Anl. 1.2)		
<u>Entnahmepunkt:</u>	SG3 0,7 - 2,2 m / SG4 1,2 - 1,6 m / SG5 1,3 - 1,7 m / SG6 0,8 - 2,4 m		
beprobte Fläche ca. (bei Abschlags-/Oberflächenproben etc)	-	m ²	

Materialbeschreibung: Grundmoräne, Schluff + Ton	
Farbe: beige / beige-grau	Homogenität: ja
Geruch: -	Konsistenz: steif bis halbfest
Auffälligkeiten:	

<u>Probenbehälter:</u>	PE-Eimer	<u>Probenbehandlung vor Ort:</u>	-
<u>Probenmenge:</u>		<u>Lagerung/Transport:</u>	-

Anlagen: Übersichts-lageplan, Lageplan

Unterschrift  ,den 06.09.2017

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe (in Anlehnung an PN98)

Projektbezeichnung:	BG Haberacker Amtzell	Anlage:	5.10
Projektnummer:	A1708012	Projektleiter:	Frankovsky
Auftraggeber:	Gemeinde Amtzell, Waldburger Straße 4, 88279 Amtzell		

<u>Datum der Probennahme:</u>	06.09.2017	<u>Uhrzeit:</u>	8 - 15 Uhr
<u>Probenbezeichnung:</u>	MP10 (Moränenkies+Moränensand)		
<u>Probennehmer:</u>	Frankovsky, fm geotechnik	<u>Zweck der Untersuchung:</u>	Vorabdeklaration VwV BW
<u>Entnahme aus:</u>	<input type="checkbox"/> RKS/Bohrung	<input checked="" type="checkbox"/> Schurf	
<u>Art der Entnahme:</u>	horizont- bzw. schichtspezifische Probenahme		
	<input type="checkbox"/> Einzelprobe	<input checked="" type="checkbox"/> Mischprobe	
	<small>(Reduzierung der gem. PN98 erforderlichen Anzahl der Labor-/Mischproben aufgrund hoher Gleichförmigkeit des Materials über den gesamten Beprobungsabschnitt)</small>		
<u>Ort der Entnahme:</u>	Teilfläche von Flst. Nr 1143 + Flst. Nr. 126 Amtzell (s. Lageplan Anl. 1.2)		
<u>Entnahmepunkt:</u>	SG11 1,1 - 1,5 m / SG12 0,5 - 1,6 m / SG13 1,2 - 1,8 m		
beprobte Fläche ca. (bei Abschlags-/Oberflächenproben etc)	-	m ²	

Materialbeschreibung: SG11+SG12: Moränensand, Sand SG13: Moränenkies, Kies	
Farbe: grau	Homogenität: ja
Geruch: -	Konsistenz: -
Auffälligkeiten:	

<u>Probenbehälter:</u>	PE-Eimer	<u>Probenbehandlung vor Ort:</u>	-
<u>Probenmenge:</u>		<u>Lagerung/Transport:</u>	-

Anlagen: Übersichtslageplan, Lageplan

Unterschrift  ,den 06.09.2017

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe (in Anlehnung an PN98)

Projektbezeichnung:	BG Haberacker Amtzell	Anlage:	5.11
Projektnummer:	A1708012	Projektleiter:	Frankovsky
Auftraggeber:	Gemeinde Amtzell, Waldburger Straße 4, 88279 Amtzell		

<u>Datum der Probennahme:</u>	06.09.2017	<u>Uhrzeit:</u>	8 - 15 Uhr
<u>Probenbezeichnung:</u>	MP11 (Moränenkies)		
<u>Probennehmer:</u>	Frankovsky, fm geotechnik	<u>Zweck der Untersuchung:</u>	Vorabdeklaration VwV BW
<u>Entnahme aus:</u>	<input type="checkbox"/> RKS/Bohrung	<input checked="" type="checkbox"/> Schurf	
<u>Art der Entnahme:</u>	horizont- bzw. schichtspezifische Probenahme		
	<input type="checkbox"/> Einzelprobe	<input checked="" type="checkbox"/> Mischprobe	
	<small>(Reduzierung der gem. PN98 erforderlichen Anzahl der Labor-/Mischproben aufgrund hoher Gleichförmigkeit des Materials über den gesamten Beprobungsabschnitt)</small>		
<u>Ort der Entnahme:</u>	Teilfläche von Flst. Nr 1131 Amtzell (s. Lageplan Anl. 1.2)		
<u>Entnahmepunkt:</u>	SG14 1,0 - 2,2 m / SG15 1,1 - 3,2 m		
beprobte Fläche ca. (bei Abschlags-/Oberflächenproben etc)	-	m ²	

Materialbeschreibung: Moränenkies, Kies, z. T. stark schluffig	
Farbe: grau	Homogenität: ja
Geruch: -	Konsistenz: -
Auffälligkeiten:	

Probenbehälter:	PE-Eimer	Probenbehandlung vor Ort:	-
Probenmenge:		Lagerung/Transport:	-

Anlagen: Übersichtslageplan, Lageplan

Unterschrift  ,den 06.09.2017

Anlage 6 (21 Seiten)

**Umweltgeologische Stellungnahme
Büro Dr. Lindinger vom 13.10.2017
Analysenübersichten AÜ1 + AÜ2 + Laborberichte
Proben MP1 bis MP11**



Dr. Matthias Lindinger GmbH & Co. KG, Richard-Mayer-Straße 3, 88250 Weingarten

Fm Geotechnik
Herrn Ralf Frankovsky
Wiesflecken 6
88279 Amtzell

Datum: 2017-10-13
Projekt-Nr: 2017-861
Sachbearbeiter: Li / Mi
Tel.-Nr.: 0751/56175-0
E-Mail: weingarten@sv-lindinger.de

Per E-Mail: frankovsky@fmgeotechnik.de

BG Haberecker Amtzell

Umweltgeologische Stellungnahme

Sehr geehrter Herr Frankovsky,

Sie erhalten nachfolgend die Ergebnisse einer analytischen Überprüfung von bauseits entnommenen Proben in Ihrem Bauvorhaben Baugebiet Amtzell

Gemäß Ihren Angaben soll auf dem geprüften Gelände eine Wohnbebauung realisiert werden

Zur Klärung der bodenschutzrechtlichen Situation haben Sie von dem anstehenden Erdreich mehrere Proben entnommen, die wie folgt zuzuordnen sind:

- MP1 Mutterboden
- MP2 Mutterboden
- MP3 Mutterboden, anmoorige Schichten und Torfhorizonte
- MP4 Verwitterungsdecke
- MP5 Verwitterungsdecke
- MP6 Aueablagerungen
- MP7 Auffüllhorizont
- MP8 Grundmoräne
- MP9 Grundmoräne
- MP10 Moränenkies und Moränensand
- MP11 Moränenkies

Die detaillierte Zuordnung der Proben finden sich in Ihren eigenen Probenahmeprotokollen mit entsprechenden Tiefenangaben

Untersuchungsauftrag

Dr. Matthias Lindinger
GmbH & Co. KG
Richard-Mayer-Straße 3
88250 Weingarten
Telefon 07 51/561 75-0
Telefax 07 51/561 75-29
weingarten@sv-lindinger.de
www.sv-lindinger.de

Dr. Matthias Lindinger
Diplom-Geologe, Wirtschafts-
ingenieur, Wirtschaftsmediator,
Von der IHK Bodensee-
Oberschwaben öffentlich
bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Altlasten
und Grundwasserschäden

Sitz der Gesellschaft: 88250 Weingarten
Registergericht: Ulm, HRA 721 612
Komplementärin: Dr. Lindinger Verwaltung GmbH,
Registergericht Ulm, HRB 723 698
Geschäftsführer: Dr. Matthias Lindinger
Bankverbindung: Kreissparkasse Ravensburg
IBAN: DE63 6505 0110 0101 0763 42
BIC: SOLADES1RVB



Wir wurden gebeten, die Proben mit der Bezeichnung MP1 – MP5 entsprechend in der Bundesbodenschutzverordnung nach den sogenannten *Vorsorgewerten zu prüfen*. Weiter sollten wir die *Humusgehalte bestimmen*. Alle Proben (MP1 – MP11) sollten weiter zusätzlich nach VwV Baden-Württemberg, d.h. auf abfallrechtlicher Grundlage einer Volldeklaration unterzogen werden

Ergebnisse

1. Oberboden

Die hier geprüften Proben der obersten Bodenhorizonte (0 – 0,2 m) **erfüllen allesamt die Vorsorgewerte für Metalle, gem. Anhang 4, Tab. 4.1 Bundesbodenschutzverordnung.**

Der Humusgehalt in der Probe MP-2 liegt bei 18 Masse-%, in den anderen Proben streuen die Humusgehalte zwischen 1,0 und 5,7 Masse-%.

2. Abfallrechtliche Untersuchung

Die Ergebnisse der abfallrechtlichen Untersuchung finden sich in der Anlage AÜ-1 zusammenfassend dargestellt. Weiter verweisen wir auf die entsprechenden Laborbefunde.

- ✓ Die beiden Mutterbodenproben (MP1 und MP2) sind gem. VwV Baden-Württemberg einzustufen. Es wird das Z 0 – Kriterium erreicht.
- ✓ Die Probe MP3 (Mutterboden, Anmoor und Torf), weist Spuren von Chromgehalten im Feststoff auf. Es wird das Z 0*-Kriterium erreicht.
- ✓ Gleiches gilt für die Probe MP-10 (Moränenkies).
- ✓ Die Probe MP11, Moränenkies weist überraschenderweise geringfügig erhöhte Gehalte an Nickel im Feststoff auf
- ✓ Alle anderen Proben (MP4 – MP9) sind schadstofftechnisch unbedenklich

Bewertung

Die Probe MP3 und MP10 sind geringfügig schadstoffbelastet.- wir empfehlen verdichtete Nachuntersuchungen.

Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise

Im vorliegenden Falle gehen wir davon aus, dass die organischen Böden (Mutterboden, Anmoor und Torf), charakterisiert durch die Probe MP3, im Zuge der Erschließung einer Verwertung zugeführt werden. Wir schlagen hier vor, dieses Material bodenschutzrechtlich auf dem Grundstück zu verwerten. Sollte das Material das Grundstück verlassen, wird eine Nachdeklaration auf abfallrechtlicher Grundlage empfohlen.



Die Proben mit der Bezeichnung MP4 – MP9, d.h. das Material der Verwitterungsdecke, Aueablagerungen, Auffüllhorizonte und Grundmoränenmaterial, sind unbedenklich. Eine abfallrechtliche Pflicht ergibt sich hieraus nicht.

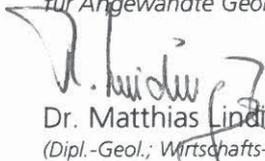
Zu prüfen wäre der Sachverhalt im Bereich der Probe MP10 (Schürfe SG11 – SG13). Dort stehen Moränensande und Moränenkiese.

Besonderes Augenmerk sollte weiter auf die Probe MP11 (Moränenkies) gelegt werden, da hier ein Z 1.1-Kriterium erreicht wird. Diese Mischprobe besteht aus Einzelproben der Proben SG14 und SG15.

Wir empfehlen somit gezielte Nachuntersuchungen der Proben MP3, MP10 und MP11 auf die hier relevanten Schadstoffparameter als Einzelproben.

Mit freundlichen Grüßen

Sachverständigenbüro
für Angewandte Geologie & Umwelt



Dr. Matthias Lindinger
(Dipl.-Geol.; Wirtschafts-Ing.)

Anlagen *Analysenübersichten, Analysenbefunde*

Bewertung der Boden-Proben

nach der Verwaltungsvorschrift des UMBW für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial, vom 14.03.2007

Analytik										Probe USF-17-0133408										
Die in dieser Tabelle vorliegenden chemischen Befunde sind nur mit den dazugehörigen Originalberichten des chemischen Labors und gutachterlicher Stellungnahme gültig.																				
Parameter	Dimen-sion	Zuordnungswerte							MP-1 (Schluff)	MP-2 (Schluff)	MP-3 (Schluff)	MP-4 (Schluff)	MP-5 (Schluff)	MP-6 (Schluff)	MP-7 (Schluff)	MP-8 (Schluff)	MP-9 (Schluff)	MP-10 (Sand)	MP-11 (Kies)	
		Z 0			Z 0* III A	Z 0*	Z 1.1	Z 1.2												Z 2
		Sand	Lehm/ Schluff	Ton					Feststoffe											
EOX	mg/kg	1	1	1	1	1	3	3	10	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
KW* ²	mg/kg	100	100	100	100	200 (400)	300 (600)	1000 (2000)		< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	
Σ BTX	mg/kg	1	1	1	1	1	1	1	1	0,24	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	
Σ LHKW	mg/kg	1	1	1	1	1	1	1	1	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	
Σ PAK n. EPA	mg/kg	3	3	3	3	3	3	9	30	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	
Benzo-[a]-pyren	mg/kg	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	3	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
PCB ₈	mg/kg	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	
Arsen As	mg/kg	10	15	20	15	15	45	45	150	6,8	9,1	14	7,6	7,3	1,8	4	6	9	0,99	
Blei Pb	mg/kg	40	70	100	100	140	210	210	700	18	25	28	11	17	8,6	14	9,8	16	7,6	
Cadmium Cd	mg/kg	0,4	1	1,5	1	1	3	3	10	< 0,3	0,33	0,35	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	
Chrom (ges.) Cr	mg/kg	30	60	100	100	120	180	180	600	35	44	63	26	35	19	29	28	45	19	
Kupfer Cu	mg/kg	20	40	60	60	80	120	120	400	16	16	20	23	19	13	15	22	30	11	
Nickel Ni	mg/kg	15	50	70	70	100	150	150	500	25	22	34	24	27	21	23	41	45	18	
Quecksilber Hg	mg/kg	0,1	0,5	1	1	1	1,5	1,5	5	0,06	0,12	0,13	< 0,05	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Thallium Tl	mg/kg	0,4	0,7	1	0,7	0,7	2,1	2,1	7	< 0,25	< 0,25	0,27	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	
Zink Zn	mg/kg	60	150	200	200	300	450	450	1500	64	49	82	39	60	36	45	48	78	29	
Cyanide (ges.)	mg/kg	-	-	-	-	-	3	3	10	0,7	0,8	0,5	< 0,3	0,4	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	
										Eluate										
pH-Wert ¹	-	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	7,3	7	7,2	6,8	6,8	7,9	8,1	8	8,4	8,3	
el. Leitfähigkeit ¹	µS/cm	250	250	250	250	250	250	1500	2000	26	59	77	14	24	93	125	73	43	75	
Chlorid	µg/l	30000	30000	30000	30000	30000	30000	50000	100000	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	
Sulfat	µg/l	50000	50000	50000	50000	50000	50000	100000	150000	600	900	1850	< 500	< 500	1730	1830	< 500	< 500	6540	
Cyanide (ges.)	µg/l	5	5	5	5	5	5	10	20	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	
Phenolindex	µg/l	20	20	20	20	20	20	40	100	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
Arsen As	µg/l	-	-	-	14	14	14	20	60	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	4,2	
Blei Pb	µg/l	-	-	-	40	40	40	100	200	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	
Cadmium Cd	µg/l	-	-	-	1,5	1,5	1,5	3	6	< 0,1	0,23	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,18	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Chrom (ges.) Cr	µg/l	-	-	-	12,5	12,5	12,5	25	60	< 1,0	1,7	2,1	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	
Kupfer Cu	µg/l	-	-	-	20	20	20	60	100	4,1	12	12	3,2	6,3	6,7	3,7	1,6	1,1	4,8	
Nickel Ni	µg/l	-	-	-	15	15	15	20	70	1	2,7	2,9	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1	< 1,0	< 1,0	1,4	
Quecksilber Hg	µg/l	-	-	-	0,5	0,5	0,5	1	2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Thallium Tl	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	
Zink Zn	µg/l	-	-	-	150	150	150	200	600	24	108	61	14	26	43	26	25	2,5	9,4	
¹ = Eine Überschreitung dieser Parameter allein ist kein Ausschlußkriterium ² = Die angegebenen Werte ohne Klammern gelten für eine KW - Verbindung mit einer Kettenlänge von C10 bis C22, diejenigen in der Klammer für C10 bis C40 n.u. = nicht untersucht. n.n. = nicht nachweisbar. - / - = unter der Bestimmungsgrenze.										Deklaration Z 0 Z 0 Z 0* Z 0 Z 0 Z 0 Z 0 Z 0 Z 0* Z 1.1										

SYNLAB Umweltinstitut GmbH - Hohnerstraße 23 - 70469 Stuttgart

Dr. M. Lindinger GmbH & Co. KG
Richard-Mayer- Strasse 3
88250 Weingarten

SYNLAB Umweltinstitut GmbH Umweltinstitut Stuttgart

Durchwahl: 0711-16272-0
Telefax: 0711-16272-51
E-Mail: sui-stuttgart@synlab.com
Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 12

Datum: 28.09.2017

Prüfbericht Nr.: UST-17-0133408/01-1
Auftrag-Nr.: UST-17-0133408
Ihr Auftrag: vom 22.09.2017
Projekt: LA-2017-09-19 / 2017-861 / BG Haberacker Amtzell
Probenahme durch: fm geotechnik
Eingangsdatum: 22.09.2017
Prüfzeitraum: 22.09.2017 - 28.09.2017
Probenart: Boden



Untersuchungsergebnisse

Probe Nr.:	UST-17-0133408-01	UST-17-0133408-02	UST-17-0133408-03	UST-17-0133408-04
Bezeichnung:	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4

Original

Trockenmasse	%	59,2	61,5	65,2	85,2
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	0,7	0,8	0,5	<0,3
EOX	mg/kg TS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	<50	<50	<50
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	<50	<50	<50

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Benzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Toluol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
o-Xylol	mg/kg TS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
m,p-Xylol	mg/kg TS	0,08	<0,05	<0,05	<0,05
Styrol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
n-Propylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,3,5-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,4-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,3-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	mg/kg TS	0,11	<0,05	<0,05	<0,05
Summe AKW	mg/kg TS	0,24	--	--	--
Summe BTXE	mg/kg TS	0,13	--	--	--

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Trichlorfluormethan (R11)	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1,2-Trichlortrifluorethan (R113)	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Summe LHKW	mg/kg TS	--	--	--	--

Probe Nr.:	UST-17-0133408-01	UST-17-0133408-02	UST-17-0133408-03	UST-17-0133408-04
Bezeichnung:	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Summe PAK EPA	mg/kg TS	--	--	--	--

Polychlorierte Biphenyle

PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Summe PCB	mg/kg TS	--	--	--	--
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	--	--	--

Schwermetalle

Königswasseraufschluss		--	--	--	--
Arsen	mg/kg TS	6,3	9,1	14	7,6
Blei	mg/kg TS	18	25	28	11
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	0,33	0,35	<0,3
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	35	44	63	26
Kupfer	mg/kg TS	16	16	20	23
Nickel	mg/kg TS	25	22	34	24
Quecksilber	mg/kg TS	0,06	0,12	0,13	<0,05
Zink	mg/kg TS	64	49	82	39
Thallium	mg/kg TS	<0,25	<0,25	0,27	<0,25

Probe Nr.:	UST-17-0133408-01	UST-17-0133408-02	UST-17-0133408-03	UST-17-0133408-04
Bezeichnung:	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4

Eluat

Eluat		Filtrat	Filtrat	Filtrat	Filtrat
pH-Wert		7,3	7,0	7,2	6,8
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	26	59	77	14
Chlorid	mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Sulfat	mg/l	0,6	0,9	1,85	<0,5
Cyanid, gesamt	µg/l	<5	<5	<5	<5
Phenol-Index	µg/l	<10	<10	<10	<10

Schwermetalle

Arsen	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Blei	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Cadmium	µg/l	<0,10	0,23	<0,10	<0,10
Chrom (Gesamt)	µg/l	<1,0	1,7	2,1	<1,0
Kupfer	µg/l	4,1	12	12	3,2
Nickel	µg/l	1,0	2,7	2,9	<1,0
Quecksilber	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zink	µg/l	24	108	61	14

Untersuchungsergebnisse

Probe Nr.:	UST-17-0133408-05	UST-17-0133408-06	UST-17-0133408-07	UST-17-0133408-08
Bezeichnung:	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8

Original

Trockenmasse	%	79,3	83,2	81,0	85,8
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	0,4	<0,3	<0,3	<0,3
EOX	mg/kg TS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	<50	<50	<50
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	<50	<50	<50

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Benzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Toluol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Styrol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
n-Propylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,3,5-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,4-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,3-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Summe AKW	mg/kg TS	--	--	--	--
Summe BTXE	mg/kg TS	--	--	--	--

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Trichlorfluormethan (R11)	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1,2-Trichlortrifluorethan (R113)	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Summe LHKW	mg/kg TS	--	--	--	--

Probe Nr.:	UST-17-0133408-05	UST-17-0133408-06	UST-17-0133408-07	UST-17-0133408-08
Bezeichnung:	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Summe PAK EPA	mg/kg TS	--	--	--	--

Polychlorierte Biphenyle

PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Summe PCB	mg/kg TS	--	--	--	--
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	--	--	--

Schwermetalle

Königswasseraufschluss		--	--	--	--
Arsen	mg/kg TS	7,3	1,8	4	6
Blei	mg/kg TS	17	8,6	14	9,8
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	35	19	29	28
Kupfer	mg/kg TS	19	13	15	22
Nickel	mg/kg TS	27	21	23	41
Quecksilber	mg/kg TS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zink	mg/kg TS	60	36	45	48
Thallium	mg/kg TS	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25

Probe Nr.:	UST-17-0133408-05	UST-17-0133408-06	UST-17-0133408-07	UST-17-0133408-08
Bezeichnung:	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8

Eluat

Eluat		Filtrat	Filtrat	Filtrat	Filtrat
pH-Wert		6,8	7,9	8,1	8,0
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	24	93	125	73
Chlorid	mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Sulfat	mg/l	<0,5	1,73	1,83	<0,5
Cyanid, gesamt	µg/l	<5	<5	<5	<5
Phenol-Index	µg/l	<10	<10	<10	<10

Schwermetalle

Arsen	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Blei	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Cadmium	µg/l	<0,10	<0,10	0,18	0,10
Chrom (Gesamt)	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Kupfer	µg/l	6,3	6,7	3,7	1,6
Nickel	µg/l	<1,0	<1,0	1,0	<1,0
Quecksilber	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zink	µg/l	26	43	26	25

Untersuchungsergebnisse

Probe Nr.:	UST-17-0133408-09	UST-17-0133408-10	UST-17-0133408-11
Bezeichnung:	MP 9	MP 10	MP 11

Original

Trockenmasse	%	72,9	81,5	91,9
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	<0,3	<0,3
EOX	mg/kg TS	<0,5	<0,5	<0,5
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	<50	<50
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	<50	<50

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Benzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Toluol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Styrol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
n-Propylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
1,3,5-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,4-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,3-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Summe AKW	mg/kg TS	--	--	--
Summe BTXE	mg/kg TS	--	--	--

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Trichlorfluormethan (R11)	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
1,1,2-Trichlortrifluorethan (R113)	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Summe LHKW	mg/kg TS	--	--	--

Probe Nr.:	UST-17-0133408-09	UST-17-0133408-10	UST-17-0133408-11
Bezeichnung:	MP 9	MP 10	MP 11

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Summe PAK EPA	mg/kg TS	--	--	--

Polychlorierte Biphenyle

PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005
Summe PCB	mg/kg TS	--	--	--
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	--	--

Schwermetalle

Königswasseraufschluss		--	--	--
Arsen	mg/kg TS	9	0,99	4,3
Blei	mg/kg TS	16	7,6	4,6
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	<0,3	<0,3
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	45	19	27
Kupfer	mg/kg TS	30	11	11
Nickel	mg/kg TS	45	18	130
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05
Zink	mg/kg TS	78	29	26
Thallium	mg/kg TS	<0,25	<0,25	<0,25

Probe Nr.:	UST-17-0133408-09	UST-17-0133408-10	UST-17-0133408-11
Bezeichnung:	MP 9	MP 10	MP 11

Eluat

Eluat		Filtrat	Filtrat	Filtrat
pH-Wert		8,4	8,3	8,7
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	43	75	67
Chlorid	mg/l	<0,5	<0,5	<0,5
Sulfat	mg/l	<0,5	6,54	4,53
Cyanid, gesamt	µg/l	<5	<5	<5
Phenol-Index	µg/l	<10	<10	<10

Schwermetalle

Arsen	µg/l	<1,0	4,2	3,9
Blei	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0
Cadmium	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10
Chrom (Gesamt)	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0
Kupfer	µg/l	1,1	4,8	3,3
Nickel	µg/l	<1,0	1,4	<1,0
Quecksilber	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Zink	µg/l	2,5	9,4	5,0

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der Synlab Umweltinstitut GmbH.
 Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Der Prüfbericht wurde am 28.09.2017 um 15:27 Uhr durch Carmen Kuhn (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

Angewandte Methoden	
Parameter	Norm
Trockenmasse	DIN EN 14346
Cyanid, gesamt	DIN ISO 11262 (UAU)
EOX	DIN 38414-S 17 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	DIN EN 14039/LAGA KW 04 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	DIN EN 14039/LAGA KW 04 (UAU)
Benzol	DIN 38 407-F 9
Ethylbenzol	DIN 38 407-F 9
Toluol	DIN 38 407-F 9
o-Xylol	DIN 38 407-F 9
m,p-Xylol	DIN 38 407-F 9
Styrol	DIN 38 407-F 9
Isopropylbenzol (Cumol)	DIN 38 407-F 9
n-Propylbenzol	DIN 38 407-F 9
1,3,5-Trimethylbenzol	DIN 38 407-F 9
1,2,4-Trimethylbenzol	DIN 38 407-F 9
1,2,3-Trimethylbenzol	DIN 38 407-F 9
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	DIN 38 407-F 9
Summe AKW	DIN 38 407-F 9
Summe BTXE	DIN 38 407-F 9
Trichlorfluormethan (R11)	DIN ISO 22155
1,1,2-Trichlortrifluorethan (R113)	DIN ISO 22155
Dichlormethan	DIN ISO 22155
1,1-Dichlorethen	DIN ISO 22155
trans-1,2-Dichlorethen	DIN ISO 22155
cis-1,2-Dichlorethen	DIN ISO 22155
1,1-Dichlorethan	DIN ISO 22155
Trichlormethan	DIN ISO 22155
1,1,1-Trichlorethan	DIN ISO 22155
Tetrachlormethan	DIN ISO 22155
1,2-Dichlorethan	DIN ISO 22155
Trichlorethen	DIN ISO 22155
Tetrachlorethen	DIN ISO 22155
Summe LHKW	DIN ISO 22155
Naphthalin	DIN ISO 18287 (UAU)
Acenaphthylen	DIN ISO 18287 (UAU)
Acenaphthen	DIN ISO 18287 (UAU)
Fluoren	DIN ISO 18287 (UAU)
Phenanthren	DIN ISO 18287 (UAU)
Anthracen	DIN ISO 18287 (UAU)
Fluoranthren	DIN ISO 18287 (UAU)
Pyren	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(a)anthracen	DIN ISO 18287 (UAU)
Chrysen	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(b)fluoranthren	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(k)fluoranthren	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(a)pyren	DIN ISO 18287 (UAU)

Angewandte Methoden	
Parameter	Norm
Dibenz(ah)anthracen	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(ghi)perylen	DIN ISO 18287 (UAU)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	DIN ISO 18287 (UAU)
Summe PAK EPA	DIN ISO 18287 (UAU)
PCB Nr. 28	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 52	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 101	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 118	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 138	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 153	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 180	DIN EN 15308 (UAU)
Summe PCB	DIN EN 15308 (UAU)
Summe PCB (7 Verbindungen)	DIN EN 15308 (UAU)
Königswasseraufschluss	DIN EN 13657
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Chrom (Gesamt)	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber	DIN EN ISO 12846
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Thallium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Eluat	DIN EN 12457-4
pH-Wert	DIN 38 404-C 5
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	DIN EN 27888
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1
Cyanid, gesamt	DIN EN ISO 14403 (UAU)
Phenol-Index	DIN EN ISO 14402 (H 37) (UAU)
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Chrom (Gesamt)	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber	DIN EN ISO 12846
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

Analysenübersicht der Feststoff-Proben, Bewertung nach BBodSchG

Die in dieser Tabelle vorliegenden chemischen Befunde sind nur mit den dazugehörigen Originalberichten des chemischen Labors und gutachterlicher Stellungnahme gültig.								Prüfbericht			
								UST-17-0133408			
Analytik		Vorsorgewerte für Böden nach § 8 Abs. 2 Nr. 1 BBodSchG						Nutzung/ Bodenart/ Humusgehalt/ Probenbezeichnung			
Parameter	Dimension	Vorsorgewerte für Metalle nach Anhang 4 Tabelle 4.1 BBodSchV			Vorsorgewerte für organische Stoffe nach Anhang 4 Tabelle 4.2 BBodSchV		Wohngebiet				
		Bodenart			Humus- gehalt > 8%	Humus- gehalt < 8%	Schluff	Schluff	Schluff	Schluff	
		Ton	Lehm/ Schluff	Sand			5,7	18	1	3,2	
							MP1	MP2	MP4	MP5	
pH	--	--	--	--	--	--	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	
organische Stoffe											
PCB ₆	mg/kg	k.A.	k.A.	k.A.	0,1	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
Benzo(a)pyren	mg/kg	k.A.	k.A.	k.A.	1	0,3	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
PAK ₁₆	mg/kg	k.A.	k.A.	k.A.	10	3	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
Metalle											
Cadmium	Cd	mg/kg	1,5	1	0,4	k.A.	k.A.	0,51	0,49	< 0,3	< 0,3
Blei	Pb	mg/kg	100	70	40	k.A.	k.A.	26,9	40,2	16	22,7
Chrom	Cr	mg/kg	100	60	30	k.A.	k.A.	44,2	58,6	34,3	41,9
Kupfer	Cu	mg/kg	60	40	20	k.A.	k.A.	23,3	21,9	24,5	22,3
Quecksilber	Hg	mg/kg	1	0,5	0,1	k.A.	k.A.	0,07	0,13	< 0,05	0,05
Nickel	Ni	mg/kg	70	50	15	k.A.	k.A.	31,3	30,3	30,4	26,8
Zink	Zn	mg/kg	200	150	60	k.A.	k.A.	80,1	69,2	52,7	76,3
n.u. = nicht untersucht.		n.n. = nicht nachweisbar			k.A. = keine Angaben						

SYNLAB Umweltinstitut GmbH - Hohnerstraße 23 - 70469 Stuttgart

Dr. M. Lindinger GmbH & Co. KG
Richard-Mayer- Strasse 3
88250 Weingarten

SYNLAB Umweltinstitut GmbH Umweltinstitut Stuttgart

Durchwahl: 0711-16272-0
Telefax: 0711-16272-51
E-Mail: sui-stuttgart@synlab.com
Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 4

Datum: 28.09.2017

Prüfbericht Nr.: UST-17-0133408/02-1
Auftrag-Nr.: UST-17-0133408
Ihr Auftrag: vom 22.09.2017
Projekt: LA-2017-09-19 / 2017-861 / BG Haberacker Amtzell
Probenahme durch: fm geotechnik
Eingangsdatum: 22.09.2017
Prüfzeitraum: 22.09.2017 - 28.09.2017
Probenart: Boden



Untersuchungsergebnisse

Probe Nr.:	JST-17-0133408-01-1	JST-17-0133408-02-1	JST-17-0133408-04-1	JST-17-0133408-05-1
Bezeichnung:	MP 1	MP 2	MP 4	MP 5

Original

Trockensubstanz	%	83,8	62,2	92,1	83,2
Humusgehalt	%	5,7	18,0	1,0	3,2

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Summe PAK EPA	mg/kg TS	--	--	--	--

Polychlorierte Biphenyle

PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Summe PCB	mg/kg TS	--	--	--	--

Probe Nr.:	UST-17-0133408-01-1	UST-17-0133408-02-1	UST-17-0133408-04-1	UST-17-0133408-05-1
Bezeichnung:	MP 1	MP 2	MP 4	MP 5

Schwermetalle

Königswasseraufschluss		--	--	--	--
Blei	mg/kg TS	26,9	40,2	16	22,7
Cadmium	mg/kg TS	0,51	0,49	<0,3	<0,3
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	44,2	58,6	34,3	41,9
Kupfer	mg/kg TS	23,3	21,9	24,5	22,3
Nickel	mg/kg TS	31,3	30,3	30,4	26,8
Quecksilber	mg/kg TS	0,07	0,13	<0,05	0,05
Zink	mg/kg TS	80,1	69,2	52,7	76,3

Die Analytik erfolgte aus der Fraktion < 2mm.

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der Synlab Umweltinstitut GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

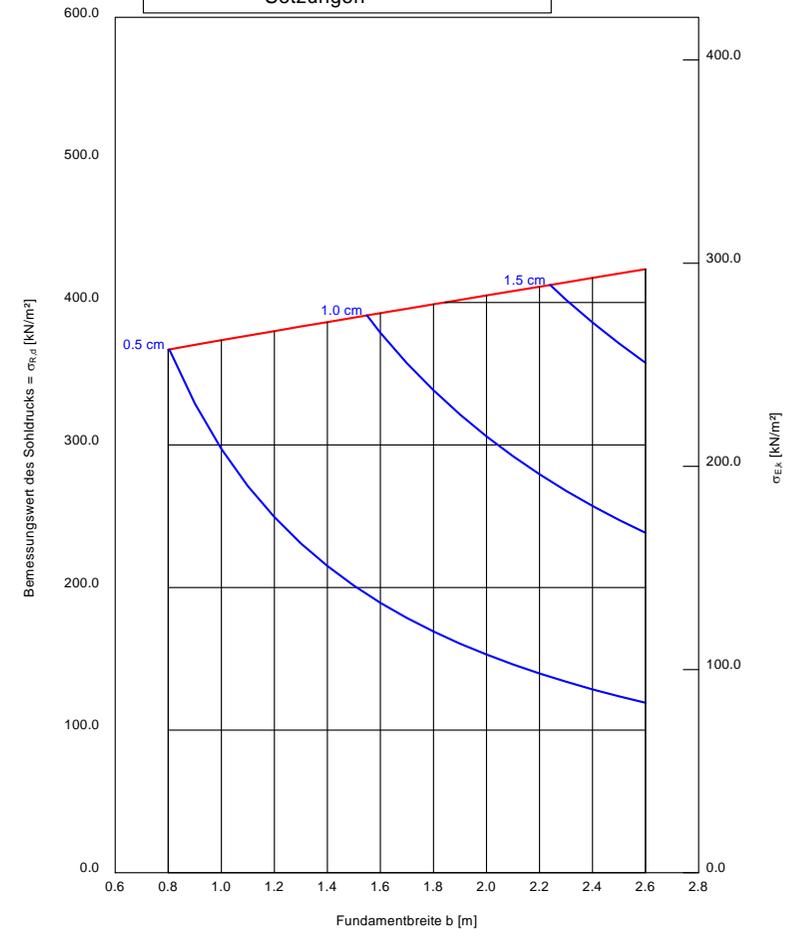
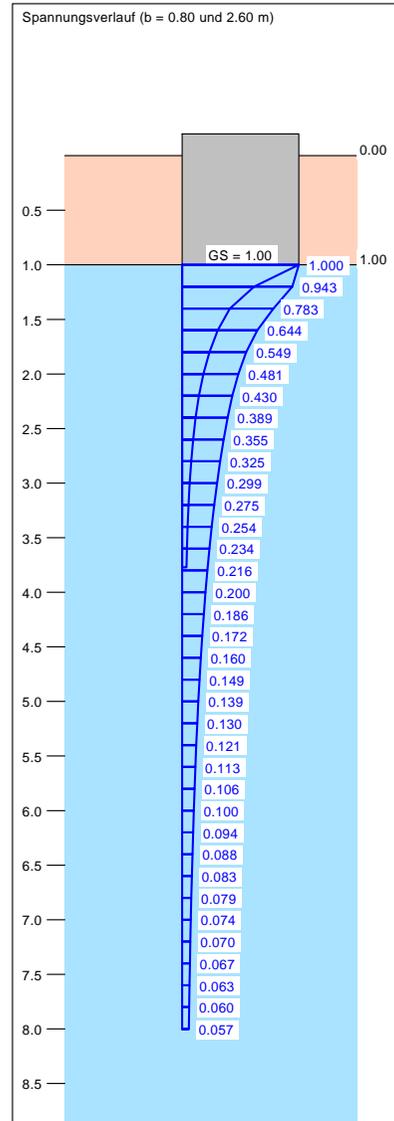
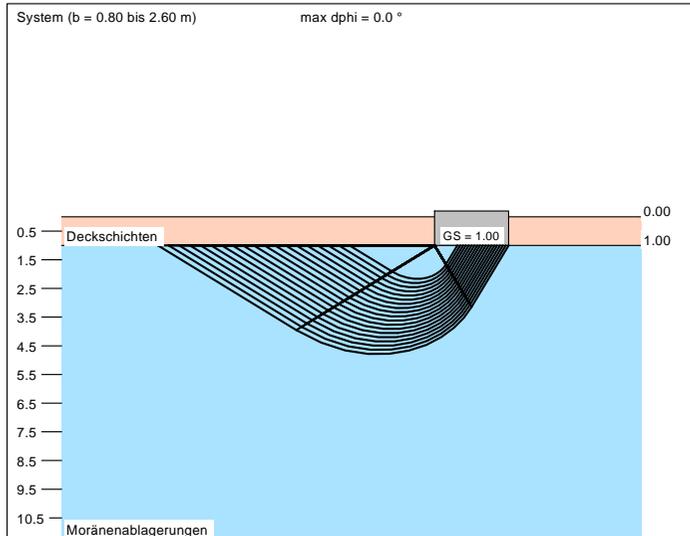
Der Prüfbericht wurde am 28.09.2017 um 15:40 Uhr durch Carmen Kuhn (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

Angewandte Methoden	
Parameter	Norm
Trockensubstanz	DIN ISO 11465
Humusgehalt	DIN ISO 10694
Naphthalin	DIN ISO 18287 (UAU)
Acenaphthylen	DIN ISO 18287 (UAU)
Acenaphthen	DIN ISO 18287 (UAU)
Fluoren	DIN ISO 18287 (UAU)
Phenanthren	DIN ISO 18287 (UAU)
Anthracen	DIN ISO 18287 (UAU)
Fluoranthren	DIN ISO 18287 (UAU)
Pyren	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(a)anthracen	DIN ISO 18287 (UAU)
Chrysen	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(b)fluoranthren	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(k)fluoranthren	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(a)pyren	DIN ISO 18287 (UAU)
Dibenz(ah)anthracen	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(ghi)perylene	DIN ISO 18287 (UAU)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	DIN ISO 18287 (UAU)
Summe PAK EPA	DIN ISO 18287 (UAU)
PCB Nr. 28	DIN ISO 10382
PCB Nr. 52	DIN ISO 10382
PCB Nr. 101	DIN ISO 10382
PCB Nr. 138	DIN ISO 10382
PCB Nr. 153	DIN ISO 10382
PCB Nr. 180	DIN ISO 10382
Summe PCB	DIN ISO 10382
Königswasseraufschluss	DIN ISO 11466
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Chrom (Gesamt)	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber	DIN EN ISO 12846
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

Fundamentdiagramm Einzelfundament in den Moränenablagerungen (Moränenkies / Grundmoräne)
Randfundament - Mindesteinbindetiefe 1,00 m

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	1.00	17.0	7.0	22.5	0.0	4.0	0.00	Deckschichten
	>1.00	19.0	9.0	27.5	3.0	30.0	0.00	Moränenablagerungen

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{Gr} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 Gründungssohle = 1.00 m
 Grundwasser = 1.50 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0\%$
 Sohldruck
 Setzungen



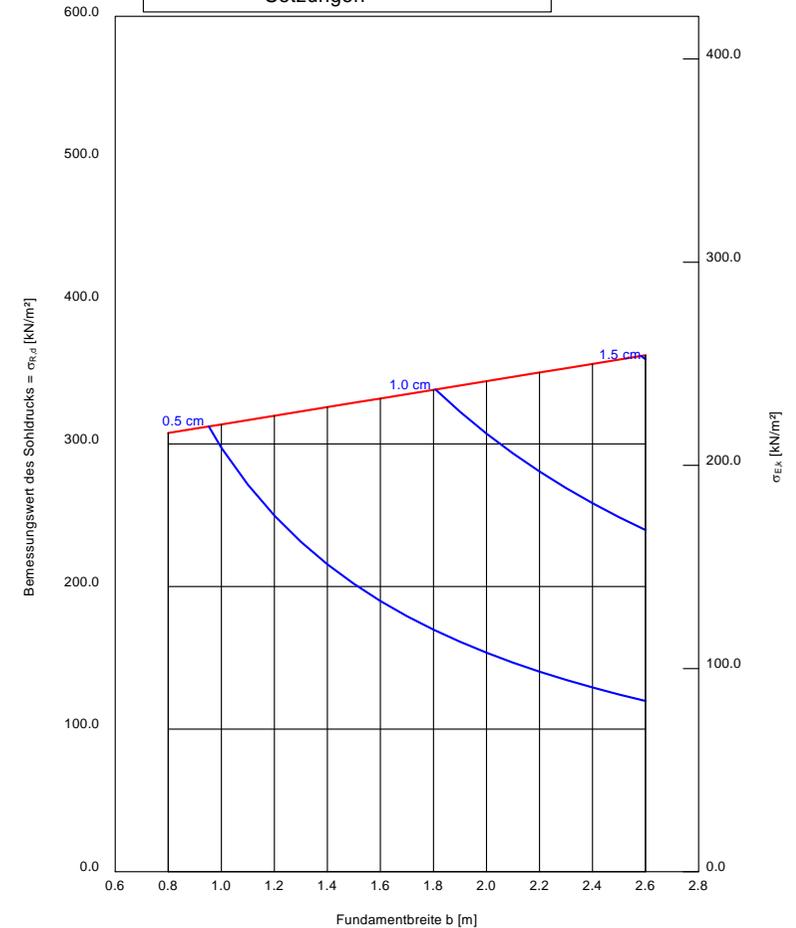
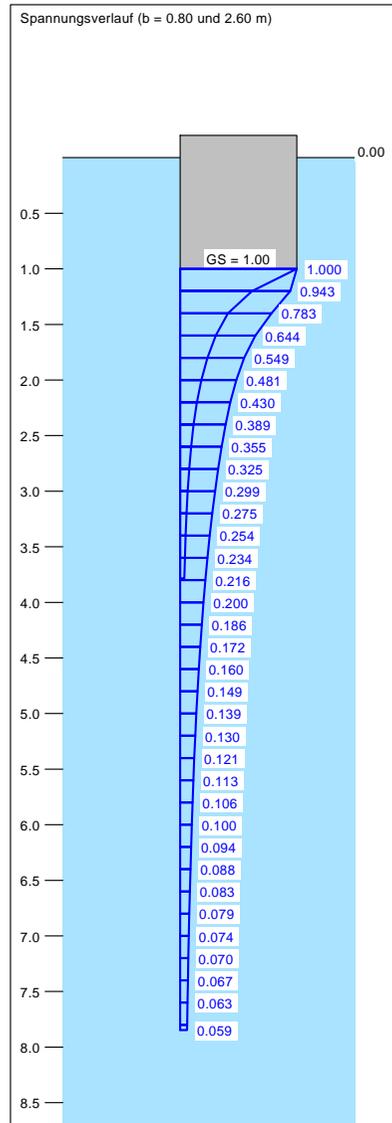
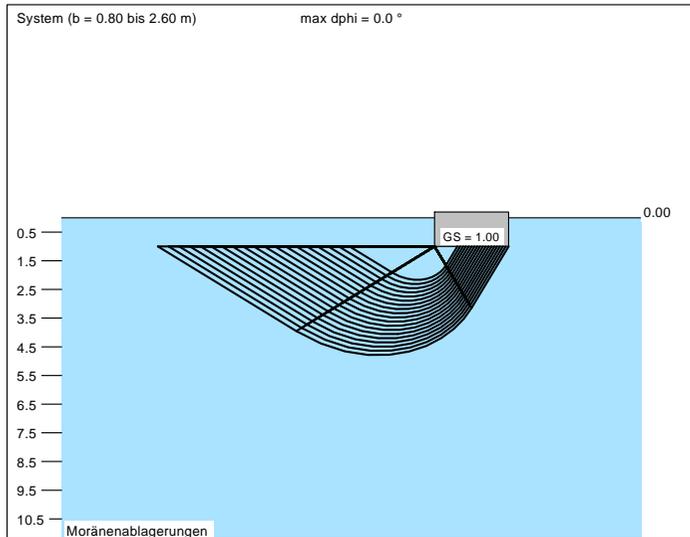
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN]	zul $\sigma/\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_u [kN/m ²]	t_g [m]
0.80	0.80	366.9	234.8	257.5	0.50	27.5	3.00	14.77	17.00	3.77
0.90	0.90	370.2	299.9	259.8	0.56	27.5	3.00	14.23	17.00	4.05
1.00	1.00	373.5	373.5	262.1	0.63	27.5	3.00	13.78	17.00	4.31
1.10	1.10	376.7	455.8	264.4	0.69	27.5	3.00	13.39	17.00	4.57
1.20	1.20	379.9	547.1	266.6	0.76	27.5	3.00	13.07	17.00	4.83
1.30	1.30	383.1	647.4	268.8	0.83	27.5	3.00	12.79	17.00	5.08
1.40	1.40	386.2	757.0	271.0	0.90	27.5	3.00	12.54	17.00	5.32
1.50	1.50	389.4	876.1	273.2	0.97	27.5	3.00	12.33	17.00	5.56
1.60	1.60	392.5	1004.7	275.4	1.04	27.5	3.00	12.14	17.00	5.80
1.70	1.70	395.6	1143.2	277.6	1.11	27.5	3.00	11.97	17.00	6.03
1.80	1.80	398.7	1291.7	279.8	1.18	27.5	3.00	11.81	17.00	6.26
1.90	1.90	401.8	1450.4	282.0	1.25	27.5	3.00	11.67	17.00	6.49
2.00	2.00	404.9	1619.5	284.1	1.32	27.5	3.00	11.55	17.00	6.71
2.10	2.10	408.0	1799.1	286.3	1.40	27.5	3.00	11.43	17.00	6.93
2.20	2.20	411.0	1989.4	288.4	1.47	27.5	3.00	11.33	17.00	7.15
2.30	2.30	414.1	2190.6	290.6	1.55	27.5	3.00	11.23	17.00	7.37
2.40	2.40	417.2	2402.9	292.8	1.62	27.5	3.00	11.15	17.00	7.58
2.50	2.50	420.2	2626.5	294.9	1.70	27.5	3.00	11.06	17.00	7.79
2.60	2.60	423.3	2861.5	297.1	1.78	27.5	3.00	10.99	17.00	8.00

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{s,d} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{s,d} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{s,d} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Fundamentdiagramm Einzelfundament in den Moränenablagerungen (Moränenkies / Grundmoräne)
Mittelfundament (bei Unterkellerung) - h = 0,60 m

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	10.00	19.0	9.0	27.5	3.0	30.0	0.00	Moränenablagerungen

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{Gr} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 Gründungssohle = 1.00 m
 Grundwasser = 0.50 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 — Sohlruck
 — Setzungen



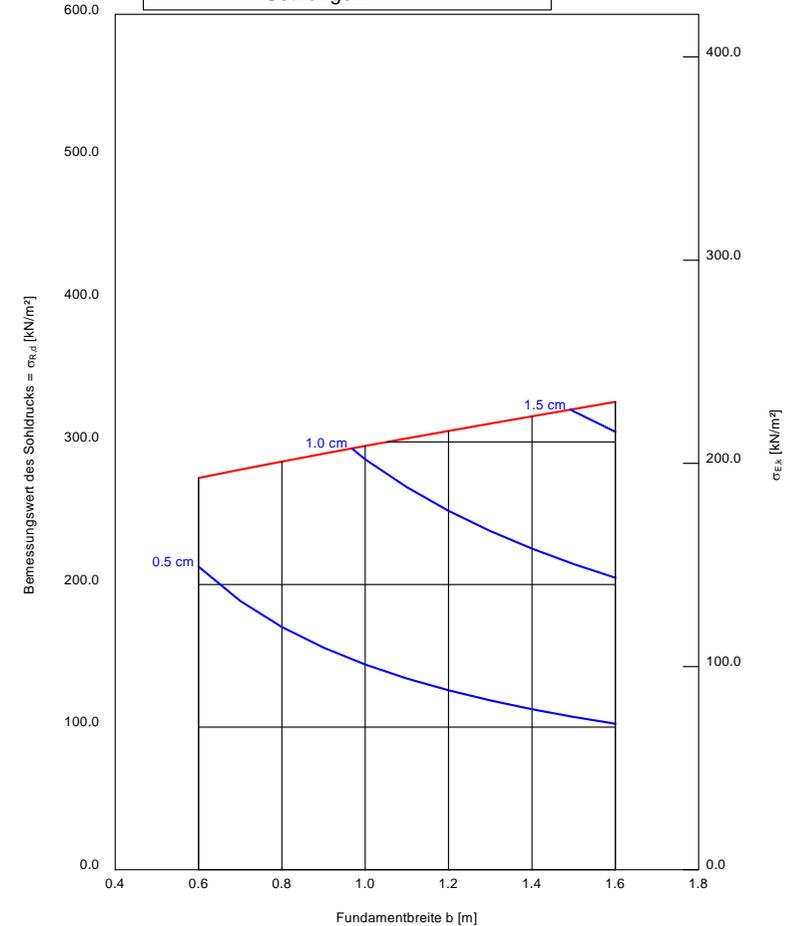
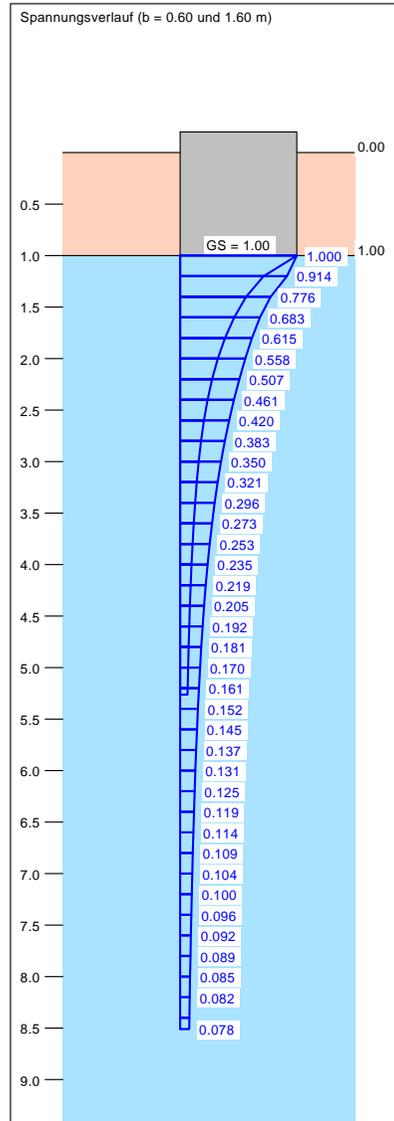
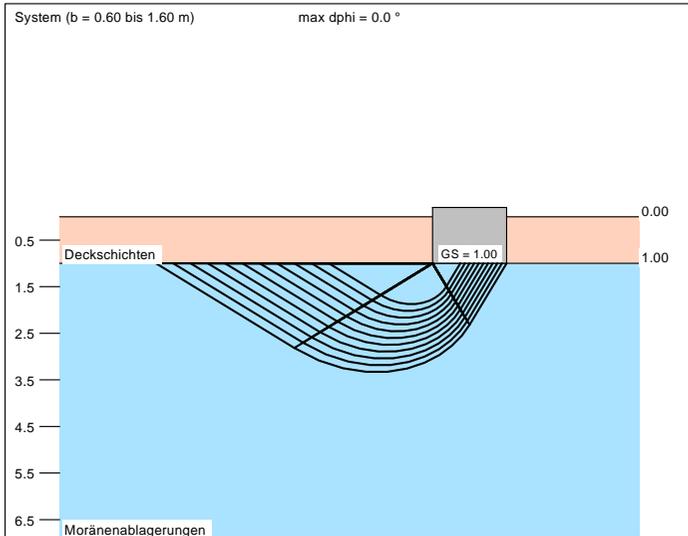
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN]	zul $\sigma/\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_u [kN/m ²]	t_g [m]
0.80	0.80	307.7	196.9	215.9	0.42	27.5	3.00	9.00	14.00	3.78
0.90	0.90	310.7	251.7	218.0	0.47	27.5	3.00	9.00	14.00	4.05
1.00	1.00	313.7	313.7	220.2	0.53	27.5	3.00	9.00	14.00	4.30
1.10	1.10	316.8	383.3	222.3	0.58	27.5	3.00	9.00	14.00	4.56
1.20	1.20	319.8	460.5	224.4	0.64	27.5	3.00	9.00	14.00	4.80
1.30	1.30	322.8	545.6	226.6	0.70	27.5	3.00	9.00	14.00	5.04
1.40	1.40	325.9	638.7	228.7	0.76	27.5	3.00	9.00	14.00	5.27
1.50	1.50	328.9	740.0	230.8	0.81	27.5	3.00	9.00	14.00	5.50
1.60	1.60	331.9	849.7	232.9	0.87	27.5	3.00	9.00	14.00	5.73
1.70	1.70	335.0	968.0	235.1	0.93	27.5	3.00	9.00	14.00	5.95
1.80	1.80	338.0	1095.1	237.2	1.00	27.5	3.00	9.00	14.00	6.17
1.90	1.90	341.0	1231.1	239.3	1.06	27.5	3.00	9.00	14.00	6.39
2.00	2.00	344.1	1376.2	241.4	1.12	27.5	3.00	9.00	14.00	6.60
2.10	2.10	347.1	1530.6	243.6	1.18	27.5	3.00	9.00	14.00	6.82
2.20	2.20	350.1	1694.6	245.7	1.25	27.5	3.00	9.00	14.00	7.03
2.30	2.30	353.1	1868.1	247.8	1.31	27.5	3.00	9.00	14.00	7.23
2.40	2.40	356.2	2051.6	249.9	1.38	27.5	3.00	9.00	14.00	7.44
2.50	2.50	359.2	2245.0	252.1	1.44	27.5	3.00	9.00	14.00	7.64
2.60	2.60	362.2	2448.7	254.2	1.51	27.5	3.00	9.00	14.00	7.85

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Fundamentdiagramm Streifenfundament in den Moränenablagerungen (Moränenkies / Grundmoräne)
 Randfundament - Mindesteinbindetiefe 1,00 m

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	1.00	17.0	7.0	22.5	0.0	4.0	0.00	Deckschichten
	>1.00	19.0	9.0	27.5	3.0	30.0	0.00	Moränenablagerungen

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{Gr} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 Gründungssohle = 1.00 m
 Grundwasser = 1.50 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 — Sohldruck
 — Setzungen

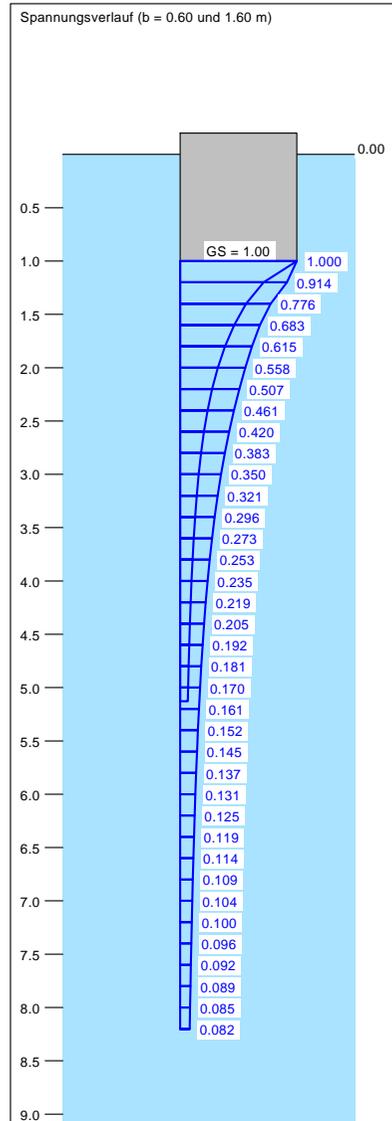
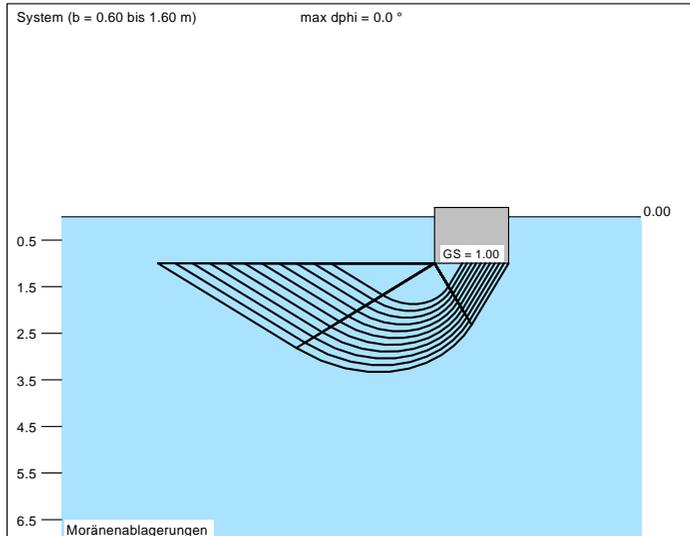


a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	zul $\sigma/\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_u [kN/m ²]	t_g [m]
10.00	0.60	274.8	164.9	192.8	0.65	27.5	3.00	16.24	17.00	5.26
10.00	0.70	280.6	196.5	196.9	0.74	27.5	3.00	15.43	17.00	5.66
10.00	0.80	286.3	229.0	200.9	0.84	27.5	3.00	14.77	17.00	6.04
10.00	0.90	291.8	262.6	204.8	0.94	27.5	3.00	14.23	17.00	6.39
10.00	1.00	297.2	297.2	208.6	1.03	27.5	3.00	13.78	17.00	6.73
10.00	1.10	302.5	332.8	212.3	1.13	27.5	3.00	13.39	17.00	7.05
10.00	1.20	307.7	369.3	216.0	1.22	27.5	3.00	13.07	17.00	7.36
10.00	1.30	312.9	406.8	219.6	1.32	27.5	3.00	12.79	17.00	7.66
10.00	1.40	318.0	445.2	223.2	1.41	27.5	3.00	12.54	17.00	7.95
10.00	1.50	323.1	484.7	226.7	1.51	27.5	3.00	12.33	17.00	8.24
10.00	1.60	328.1	525.0	230.3	1.60	27.5	3.00	12.14	17.00	8.51

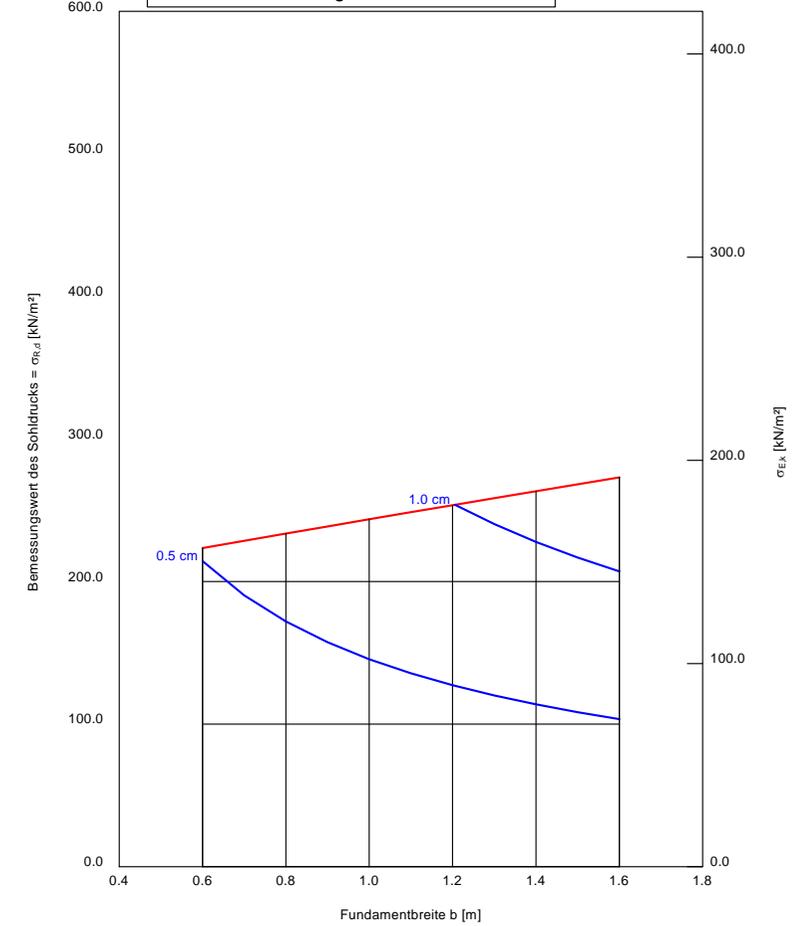
zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Fundamentdiagramm Streifenfundament in den Moränenablagerungen (Moränenkies / Grundmoräne)
Mittelfundament (Unterkellerung) - h = 0,60 m

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	10.00	19.0	9.0	27.5	3.0	30.0	0.00	Moränenablagerungen



Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{Gr} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 Gründungssohle = 1.00 m
 Grundwasser = 0.50 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 — Sohldruck
 — Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	zul $\sigma/\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_u [kN/m ²]	t_g [m]
10.00	0.60	223.6	134.1	156.9	0.52	27.5	3.00	9.00	14.00	5.13
10.00	0.70	228.6	160.0	160.4	0.60	27.5	3.00	9.00	14.00	5.50
10.00	0.80	233.7	186.9	164.0	0.68	27.5	3.00	9.00	14.00	5.85
10.00	0.90	238.7	214.8	167.5	0.76	27.5	3.00	9.00	14.00	6.18
10.00	1.00	243.7	243.7	171.0	0.84	27.5	3.00	9.00	14.00	6.50
10.00	1.10	248.6	273.5	174.5	0.92	27.5	3.00	9.00	14.00	6.81
10.00	1.20	253.6	304.3	178.0	1.00	27.5	3.00	9.00	14.00	7.11
10.00	1.30	258.5	336.1	181.4	1.08	27.5	3.00	9.00	14.00	7.39
10.00	1.40	263.4	368.7	184.8	1.16	27.5	3.00	9.00	14.00	7.67
10.00	1.50	268.2	402.4	188.2	1.24	27.5	3.00	9.00	14.00	7.94
10.00	1.60	273.1	436.9	191.6	1.32	27.5	3.00	9.00	14.00	8.20

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{01,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{01,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50