

Geotechnisches Gutachten

Erschließung Baugebiet Goppertshäusern

<u>Projekt Nr.</u>	A1510004
<u>Bauvorhaben</u>	Erschließung Baugebiet Goppertshäusern
<u>Auftraggeber</u>	Gemeinde Amtzell Waldburger Straße 4 88279 Amtzell
<u>Planung</u>	Zimmermann & Meixner, Ingenieurgesellschaft mbH Fohlenweide 41 88279 Amtzell
<u>Datum</u>	12.01.2016
<u>Bearbeitung</u>	Dipl. Ing. (FH) Ralf Frankovsky

Inhalt

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

Anlagen

- 1.1 Übersichtslageplan, M. 1:20.000
- 1.2 Lageplan mit Teilflächen der Handbohrungen, M 1:1.000
- 1.3 Lageplan mit Schürfgruben, M. 1:500
- 2.1 Geologisches Profil 1: SG9 – SG8 – SG10 – SG6 – SG7, M. d. H. 1:50
- 2.2 Geologisches Profil 2: SG4 – SG5 – SG3 – SG2, M. d. H. 1:50
- 3.1 Auswertung Sickerversuch SG6 (Grundmoräne, Ton)
- 3.2 Auswertung Sickerversuch SG7 (Verwitterungsdecke, Schluff)
- 4.1 Probenahmeprotokoll Umwelttechnik
- 4.2 Umwelttechnische Stellungnahme und Analyseübersichten Büro Dr. Lindinger
- 5.1-4 Fundamentdiagramme Einzel- und Streifenfundamente

Unterlagen

- [1] Zimmermann & Meixner, Amtzell
Baugebiet Goppertshäusern
- [1.1] Bebauungsplan mit Sparten + Untersuchungsstellen, Lageplan M 1:500 vom 25.09.2015

1. Vorgang

In Goppertshäusern (Gemeinde Amtzell) ist die Erschließung eines Baugebietes am nördlichen Ortsrand geplant. Unser Büro wurde von der Gemeinde beauftragt, eine Baugrunderkundung im Projektgebiet auszuführen und ein geotechnisches Gutachten zu erstellen. Zu diesem Zweck wurden am 23.10.2015 insgesamt 9 Schürfgruben (SG2/15 bis SG10/15) abgeteuft. Eine weitere geplante Schürfgrube (SG1) konnte nicht ausgeführt werden, da sich der vorgesehene Untersuchungspunkt in einer Pferdekoppel befand. Die Anzahl und Lage der Untersuchungsstellen wurden vom IB Zimmermann & Meixner vorgegeben und von diesem nach Lage und Höhe eingemessen. Die Lage der Aufschlusspunkte ist im Lageplan der Anlage 1.3 dargestellt. Die Höhen der Ansatzpunkte, ebenso die detaillierte, nach DIN EN

ISO 14688-1, DIN 18196 und DIN 18300 (Fassung 2012) klassifizierte Bodenaufnahme der Aufschlüsse sind in den geologischen Profilen der Anlagen 2.1 und 2.2 aufgeführt.

Um die Durchlässigkeit der anstehenden Böden beurteilen zu können, wurde in den Schürfgruben SG6 und SG7 jeweils ein Sickerversuch innerhalb der Verwitterungsdecke bzw. der Grundmoräne durchgeführt. Die Ergebnisse der Versuche sind in den Anlagen 3.1 und 3.2 dokumentiert.

Zusätzlich zu der geotechnischen Erkundung wurde die oberste Bodenschicht im Untersuchungsgebiet auf die Parameter des Bundesbodenschutzgesetzes (Bundesbodenschutzverordnung, Wirkungspfad Boden-Mensch, direkter Kontakt, Wohngebiet) untersucht. Hierzu wurde das Gebiet in 6 Teilflächen unterteilt, aus welchen insgesamt 12 Mischproben entnommen wurden (s. auch Abschnitt 2.5). Die Ergebnisse der Untersuchung, sowie deren Bewertung durch das Sachverständigenbüro Dr. Lindinger GmbH & Co. KG aus Weingarten, sind in der Anlage 4.2 enthalten.

2. Geomorphologische Situation, Bodenschichten, bautechnische Beschreibung, Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung

2.1 Geomorphologische Situation

Das Untersuchungsgebiet befindet sich am nördlichen Ortsrand von Goppertshäusern, westlich und östlich eines bestehenden Baugebietes auf Teilbereichen der Flurstücke Nr. 514/45 und 514/1. Das Untersuchungsgebiet ist momentan unbebaut, die Grundstücke werden derzeit als Wiesenfläche und zum Teil als Pferdekoppel genutzt. Der östliche Teilbereich wurde in der Vergangenheit zum Maisanbau genutzt. Das Untersuchungsgelände fällt im westlichen Teilbereich von Osten nach Westen und im östlichen Teilbereich von Westen nach Osten leicht ab.

Aus geologischer Sicht befindet sich das Untersuchungsgebiet in der weitläufigen Moränenlandschaft des Alpenvorlandes, das während und am Ende der Würmeiszeit durch den Rheinvorlandgletscher geprägt wurde. Im Untersuchungsbereich bestehen die Glazialböden vorwiegend aus Grundmoräne (z. T. überfahrene Beckenablagerungen) in welcher Moränenkiese und Moränensande, teils mit größeren Schichtmächtigkeiten, eingeschaltet sein können. Im Holozän wurden, bedingt durch Erosions- bzw. Verwitterungsprozesse, Verwitterungsböden (Verwitterungslehm) gebildet. Eine Mutterbodenaufgabe schließt die Schichtenfolge nach oben hin ab.

2.2 Bodenschichten

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

Mutterboden	(Quartär: Holozän)
Verwitterungsdecke	(Quartär: Pleistozän bis Holozän)
Grundmoräne	(Quartär: Pleistozän).

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

Tabelle 1a: Schichtglieder und Schichttiefen SG2 bis SG5 (östlicher Teilbereich)
(von - bis m unter Gelände)

Aufschluss Ansatzhöhe m ü. NN	SG2/15 588.65	SG3/15 589.15	SG4/15 589.54	SG5/15 590.18
Mutterboden (A-Horizont)	0,00 – 0,35	0,00 – 0,30	0,00 – 0,25	0,00 – 0,20
Verwitterungsdecke (B-Horizont)	0,35 – 0,60	0,30 – 0,60	0,25 – 0,60	0,20 – 0,70
Grundmoräne (C-Horizont)	0,60 – 3,30*	0,60 – 3,30*	0,60 – 3,60*	0,70 – 3,40*

* Endtiefe

Tabelle 1b: Schichtglieder und Schichttiefen SG6 bis SG10 (westlicher Teilbereich)
(von - bis m unter Gelände)

Aufschluss Ansatzhöhe m ü. NN	SG6/15 583.49	SG7/15 580.73	SG8/15 581.44	SG9/15 581.66	SG10/15 584.23
Mutterboden (A-Horizont)	0,00 – 0,30	0,00 – 0,30	0,00 – 0,25	0,00 – 0,30	0,00 – 0,35
Verwitterungsdecke (B-Horizont)	0,30 – 0,70	0,30 – 1,20	0,25 – 0,90	0,30 – 1,20	0,35 – 0,80
Grundmoräne (C-Horizont)	0,70 – 2,90*	1,20 – 3,00*	0,90 – 3,60*	1,20 – 3,50*	0,80 – 3,70*

* Endtiefe

2.3 Bautechnische Beschreibung der Schichten

Mutterboden (A-Horizont)

Der dunkelbraun gefärbte Oberboden am Projektstandort besteht aus einem schwach tonigen, feinsandigen sowie schwach humosen Schluff. Die Konsistenz ist weich. Der Oberbo-

den ist zum Abtrag von Lasten nicht geeignet. Der Oberboden ist vor Baubeginn abzuschleppen. Der Mutterboden kann als kulturfähiger Oberboden wiederverwertet werden.

Verwitterungsdecke / Verwitterungslehm (B-Horizont)

Die Verwitterungsdecke setzt sich aus einem schwach sandigen bis sandigen sowie schwach kiesigen bis kiesigen Schluff zusammen (Verwitterungslehm). Im westlichen Teilbereich ist die Verwitterungsdecke zudem schwach tonig bis tonig. Vereinzelt (z. B. SG4) ist der Lehm Boden schwach steinig bis steinig und es sind einzelne Blöcke bis $\varnothing$ 300 mm eingeschalten. Die Konsistenz des Verwitterungslehms ist überwiegend weich bis steif. Die Verwitterungsdecke ist zum Abtrag von Gebäudelasten bei weicher bis steifer Konsistenz mäßig geeignet. Die Verwitterungsdecke ist zudem frost- und witterungsempfindlich. Bei Wasserzutritt weicht der Boden schnell auf und verliert an Tragfähigkeit. Nach der DIN 18300 (Fassung 2012) sind gemischtkörnige Böden weicher bis halbfester Konsistenz in die Bodenklasse 4 und Böden mit fester Konsistenz in die Bodenklasse 6 zu rechnen, während steinige Böden zur Bodenklasse 5 gehören. Bei mehr als 30% Blöcken ($\varnothing > 200 - 600$ mm) gehört der Boden zur Bodenklasse 6, während große Blöcke ($\varnothing > 600$ mm) zur Bodenklasse 7 gerechnet werden.

Grundmoräne (C-Horizont)

Im westlichen Teilbereich ist die Grundmoräne hauptsächlich als ein schluffiger bis schluffiger schwach sandiger, lokal gering kiesiger, leicht gebänderter Ton anzusprechen (vom Gletscher überfahrene Beckenablagerungen) und nur untergeordnet handelt es sich um einen schwach tonigen, schwach sandigen, schwach kiesigen Schluff. Im östlichen Teilbereich fehlen die überfahrenen Beckenablagerungen und die Grundmoräne setzt sich hier aus einem schwach tonigen, schwach sandigen bis sandigen, schwach kiesigen bis kiesigen, schwach steinigen bis steinigen Schluff zusammen in welchem einzelne Blöcke bis $\varnothing$ 800 mm eingeschalten sind. Lokal ist die Grundmoräne stark kiesig. Erfahrungsgemäß können innerhalb der Grundmoräne, wie in Abschnitt 2.1 bereits erwähnt, auch reine Kies- und Sandlagen vorhanden sein.

Die Konsistenz der Grundmoräne ist im oberen Bereich steif und geht mit zunehmender Tiefe über steif bis halbfest in halbfeste Konsistenz über. In größeren Tiefen wird auch feste Konsistenz auftreten. Nach der DIN 18300 (Fassung 2012) sind gemischtkörnige Böden weicher bis halbfester Konsistenz in die Bodenklasse 4 und Böden mit fester Konsistenz in die Bodenklasse 6 zu rechnen, während steinige Böden zur Bodenklasse 5 gehören. Bei mehr als 30% Blöcken ($\varnothing > 200 - 600$ mm) gehört der Boden zur Bodenklasse 6, während große Blöcke ($\varnothing > 600$ mm) zur Bodenklasse 7 gerechnet werden. Die Grundmoräne ist, bei mindestens steifer Konsistenz, als gut tragfähig einzustufen. Auch die Grundmoräne weicht bei Wasserzutritten, z.B. durch Niederschläge oder Schichtwasseraustritte auf und verliert dann oberflächlich ihre Tragfähigkeit.

2.4 Bodenkennwerte und Klassifizierung

Entsprechend der Baugrundsichtung der Profilschnitte (Anlagen 2.1 und 2.2) sowie der Beschreibung der Böden, werden im Folgenden die für den Erdbau notwendigen Bodenkennwerte und Bodenklassen angegeben:

Tabelle 2: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte vergleichbarer Böden)

Schicht	Wichte (erdfeucht) γ [kN/m ³]	Wichte (unter Auftrieb) γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel ϕ' [°]	Kohäsion (dräniert) c' [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
Mutterboden	15 – 16	5 – 6	17,5 – 20,0	0	0,5 – 1,0
Verwitterungslehm	18 – 19	8 – 9	25,0 – 27,5	1 – 2	10 – 15
Grundmoräne mind. steif	19 – 22*	9 – 12*	25,0 – 27,5	3 – 6	20 – 30
Grundmoräne steif bis halbfest	19 – 22*	9 – 12*	25,0 – 27,5	6 – 10	30 – 50

* Steine und Blöcke

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

Schicht	Bodengruppe DIN18196	Bodenklasse DIN18300	Bodenklasse DIN18301	Frost- empfindlichkeit ZTV E-StB 09	Verdichtbar- keitsklasse ZTV A-StB 12
Mutterboden	OU	1	BO1	F3	-
Verwitterungslehm	UL / UM	4	BB2	F3	V3
Grundmoräne	UL / UM / TM / GU* / X / Y	4, 5, (6,7) ^{xx}	BB2-4 BS1-3 ^{xx}	F3	V3

^{xx} je nach Anteil und Größe der Steine und Blöcke / bei fester Konsistenz Bkl.6

Blöcke > 600 mm sind in der Grundmoräne möglich (dann Bkl. 7)

2.5 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 4.2).

2.5.1 Entnommene Proben und ausgeführte Untersuchungen

Das Untersuchungsgebiet wurde in insgesamt 6 Teilflächen aufgeteilt (3 Teilflächen im Westen, 3 Teilflächen im Osten). Die westlichen Teilflächen sind jeweils 2.566 m² groß, die Teilflächen im Osten sind 1.385 m² groß, s. auch Anlage 1.2. Auf jeder Teilfläche wurden 10 Handbohrungen gleichmäßig verteilt abgeteuft. Aus jeder Bohrung wurden 2 Einzelproben (von 0,00 – 0,10 m und von 0,10 m – 0,30 m) entnommen. Die entnommenen Einzelproben wurden zu Mischproben zusammengefasst und setzen sich wie folgt zusammen (s. auch Probenahmeprotokoll Anlage. 4.1):

MP1: Mischprobe aus 10 Einzelproben, Teilfläche 1 „oben“ (0,00 – 0,10 m)
Mutterboden, Schluff

MP2: Mischprobe aus 10 Einzelproben, Teilfläche 1 „unten“ (0,10 – 0,30 m)
Mutterboden + Verwitterungsdecke, Schluff

MP3: Mischprobe aus 10 Einzelproben, Teilfläche 2 „oben“ (0,00 – 0,10 m)
Mutterboden, Schluff

MP4: Mischprobe aus 10 Einzelproben, Teilfläche 2 „unten“ (0,10 – 0,30 m)
Mutterboden + Verwitterungsdecke, Schluff

MP5: Mischprobe aus 10 Einzelproben, Teilfläche 3 „oben“ (0,00 – 0,10 m)
Mutterboden, Schluff

MP6: Mischprobe aus 10 Einzelproben, Teilfläche 3 „unten“ (0,10 – 0,30 m)
Mutterboden + Verwitterungsdecke, Schluff

MP7: Mischprobe aus 10 Einzelproben, Teilfläche 4 „oben“ (0,00 – 0,10 m)
Mutterboden, Schluff

MP8: Mischprobe aus 10 Einzelproben, Teilfläche 4 „unten“ (0,10 – 0,30 m)
Mutterboden + Verwitterungsdecke, Schluff

MP9: Mischprobe aus 10 Einzelproben, Teilfläche 5 „oben“ (0,00 – 0,10 m)
Mutterboden, Schluff

MP10: Mischprobe aus 10 Einzelproben, Teilfläche 5 „unten“ (0,10 – 0,30 m)
Mutterboden + Verwitterungsdecke, Schluff

MP11: Mischprobe aus 10 Einzelproben, Teilfläche 6 „oben“ (0,00 – 0,10 m)
Mutterboden, Schluff

MP12: Mischprobe aus 10 Einzelproben, Teilfläche 6 „unten“ (0,10 – 0,30 m)
Mutterboden + Verwitterungsdecke, Schluff

Es wurden demnach 12 Mischproben, welche sich aus 120 Einzelproben zusammensetzen, im Umweltinstitut synlab, Stuttgart, nach den Parametervorgaben des Bundesbodenschutzgesetzes (Wirkungspfad Boden-Mensch, direkter Kontakt) untersucht. Die Ergebnisse der Analytik wurden von unserem Partnerbüro Dr. Lindinger aus Weingarten in einer umweltgeologischen Stellungnahme bewertet.

2.5.2 Ergebnisse der umwelttechnischen Untersuchung

Die Ergebnisse der Analytik sowie die Analyseübersichten sind im Detail in der Anlage 4.2 enthalten. In den nachfolgenden Tabellen sind die Ergebnisse und Deklarationen zusammenfassend dargestellt:

Tabelle 4: Einstufung der Proben MP1 bis MP12 nach BBodSchG / BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch, direkter Kontakt für Wohngebiete

Probe	<u>Auffälligkeiten</u> Einzelparameter / Einstufung nach BBodSchG, Boden-Mensch, direkter Kontakt, Wohngebiet			Prüfwert n. BBodSchG Boden-Mensch direkter Kontakt Wohngebiet
	Parameter	Einheit	Messwert	
MP1 Teilfläche 1 „oben“	Keine Auffälligkeiten	-	-	Unterhalb der Prüfwerte
MP2 Teilfläche 1 „unten“	Keine Auffälligkeiten	-	-	Unterhalb der Prüfwerte
MP3 Teilfläche 2 „oben“	Keine Auffälligkeiten	-	-	Unterhalb der Prüfwerte
MP4 Teilfläche 2 „unten“	Keine Auffälligkeiten	-	-	Unterhalb der Prüfwerte
MP5 Teilfläche 3 „oben“	Keine Auffälligkeiten	-	-	Unterhalb der Prüfwerte
MP6 Teilfläche 3 „unten“	Keine Auffälligkeiten	-	-	Unterhalb der Prüfwerte
MP7 Teilfläche 4 „oben“	Keine Auffälligkeiten	-	-	Unterhalb der Prüfwerte
MP8 Teilfläche 4 „unten“	Keine Auffälligkeiten	-	-	Unterhalb der Prüfwerte
MP9 Teilfläche 5 „oben“	Keine Auffälligkeiten	-	-	Unterhalb der Prüfwerte
MP10 Teilfläche 5 „unten“	Keine Auffälligkeiten	-	-	Unterhalb der Prüfwerte
MP9 Teilfläche 6 „oben“	Keine Auffälligkeiten	-	-	Unterhalb der Prüfwerte
MP10 Teilfläche 6 „unten“	Keine Auffälligkeiten	-	-	Unterhalb der Prüfwerte

Bodenschutzrechtliche Bewertung

Die Ergebnisse der Analytik finden sich in der Analyseübersicht AÜ-1 des Büros Dr. Lindinger (Anlage 4.2 dieses Gutachtens) und sind im Wesentlichen in der Tabelle 4 zusammen gefasst.

Bodenschutzrechtlich erfüllen alle geprüften Proben die Prüfwertbestimmungen für den Wirkungspfad Boden-Mensch, direkter Kontakt für die Folgenutzung als Wohngebiet. Die ermittelten Messwerte liegen deutlich tiefer.

Das geprüfte Material ist somit bodenschutzrechtlich für die geplante Nutzung als unbedenklich einzustufen.

Eine abfallrechtliche Untersuchung (gemäß VwV) wurde auftragsgemäß nicht ausgeführt.

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

2.6 *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).

Entsprechend der DIN 4149 / 2005-04, Abs. 5.2.3 Baugrundklassen ist bei einer Gründung in der Grundmoräne die **Baugrundklasse C** (gemischt- bis feinkörnige Lockergesteine in mindestens steifer Konsistenz) zugrunde zu legen.

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

3.1 *Grundwasserverhältnisse*

Während den am 23.10.2015 ausgeführten Aufschlussarbeiten wurde in keiner der Schürfguben bis zur jeweiligen Endtiefe Wasser angetroffen.

Bei den angetroffenen lehmigen / tonigen Böden handelt es sich um schwach bis sehr schwach durchlässige Böden. Ein ausgeprägter Grundwasserleiter (Aquifer) wurde nicht angetroffen.

Nach lang anhaltenden Niederschlägen muss in stark kiesigen und sandigen Bereichen der Grundmoräne und der Verwitterungsdecke mit temporärem Schichtwasser gerechnet werden.

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

Die Versickerung von Niederschlagswasser setzt einen durchlässigen Untergrund und einen ausreichenden Abstand zur Grundwasseroberfläche voraus. Der Untergrund muss die anfallenden Sickerwassermengen aufnehmen können. Die Versickerung kann direkt erfolgen oder das Wasser kann über ein ausreichend dimensioniertes Speichervolumen durch eine Sickeranlage mit verzögerter Versickerung in Trockenperioden dem Untergrund zugeführt werden.

Nach dem DWA-A 138 (April 2005) sollte der Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens, in dem die Versickerung stattfinden soll, zwischen $k_f = 1,0 \cdot 10^{-03}$ m/s und $k_f = 1,0 \cdot 10^{-06}$ m/s liegen. Die Mächtigkeit des Sickerraumes sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand, rd. 1,0 m betragen, um eine ausreichende Filterstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten. Bei Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f < 1,0 \cdot 10^{-06}$ m/s ist eine Regenwasserbewirtschaftung über eine Versickerung nicht mehr gewährleistet, so dass die anfallenden Wassermengen über ein Retentionsbecken abzuleiten sind.

Der Untergrund im Untersuchungsgebiet besteht vorwiegend aus Lehm- und Tonböden.

Um die Durchlässigkeit der Böden am Standort der geplanten Retentionsbecken zu bestimmen, wurde in den Schürfgruben SG6 und SG7 jeweils ein Sickerversuch ausgeführt. Anhand der aufgezeichneten Absenkungen wird der vertikale Durchlässigkeitsbeiwert ermittelt (vgl. Anlagen 3.1 und 3.2).

Der vertikalen Durchlässigkeitsbeiwerte aus den Sickerversuchen sowie der zugehörige Bemessungs – k_f – Wert nach dem Arbeitsblatt DWA - A 138, Tab. B.1, sind in der Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Ergebnisse des Sickerversuches (Werte der Anlage 3)

Aufschluss Versuchstiefe	vertikale Durchlässigkeit k_f -Wert Feldversuch (m/s)	vertikale Durchlässigkeit k_f -Wert Bemessung (m/s)	Bodenart
SG6/15 1,00 m u. GOK (Anlage 3.1)	Es konnte keine Absenkung gemessen werden. Erfahrungswert Ton: $k_f = 1 \cdot 10^{-8}$ bis $1 \cdot 10^{-10}$ m/s	-	<u>Grundmoräne</u> Ton schluffig bis stark schluffig, schwach sandig Bodengruppe <u>TM/UM</u>
SG7/15 0,80 m u. GOK (Anlage 3.2)	$6,5 \cdot 10^{-8}$	(Korrekturfaktor 2) $1,3 \cdot 10^{-7}$	<u>Verwitterungsdecke</u> Schluff schwach tonig bis tonig, schwach sandig, schwach kiesig Bodengruppe <u>UL/UM</u>

Die Grundmoräne (Ton) ist aufgrund des ermittelten vertikalen Durchlässigkeitsbeiwertes (vgl. Tabelle 5) als ein „sehr schwach durchlässiger“ ($k_f = 1,0 \cdot 10^{-8}$ bis $1,0 \cdot 10^{-10}$ m/s) Boden einzustufen. Die Verwitterungsdecke ist als „schwach durchlässiger“ ($k_f = 1,0 \cdot 10^{-06}$ bis $1,0 \cdot 10^{-08}$ m/s) Boden einzustufen.

Die Verwitterungsdecke und die Grundmoräne sind zur direkten Versickerung von Niederschlagswasser, gemäß den Bedingungen des Arbeitsblattes DWA-A 138, aufgrund ihrer geringen Durchlässigkeit nicht geeignet.

4. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

Vorbemerkung:

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

Es ist eine Erkundung und geotechnische Bewertung für Einzelbauwerke oder eine höher auflösende Erkundung für das Untersuchungsgebiet anzuraten.

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

4.1 Gründung

Von den geplanten Gebäuden liegen noch keine Detailpläne vor. Die geologischen Schnitte sind in den Anlagen 2.1 und 2.2 enthalten. Entsprechend Abschnitt 2.3 sind die Bauwerks-

lasten in die mindestens steife Grundmoräne abzutragen. Bei geringen Bauwerkslasten ist unter Umständen auch ein Abtrag in die Verwitterungsdecke möglich.

Die Oberkante der tragfähigen Schichten wurde bei den Aufschlüssen auf folgenden Höhenkoten erkundet:

östlicher Bereich

SG2/15:	588.05 m ü. NN / 0,60 m unter Geländeoberkante
SG3/15:	588.55 m ü. NN / 0,60 m unter Geländeoberkante
SG4/15:	588.94 m ü. NN / 0,60 m unter Geländeoberkante
SG5/15:	589.48 m ü. NN / 0,70 m unter Geländeoberkante

westlicher Bereich

SG6/15:	582.79 m ü. NN / 0,70 m unter Geländeoberkante (Retentionsbecken)
SG7/15:	579.53 m ü. NN / 1,20 m unter Geländeoberkante (Retentionsbecken)
SG8/15:	580.54 m ü. NN / 0,90 m unter Geländeoberkante
SG9/15:	580.46 m ü. NN / 1,20 m unter Geländeoberkante
SG10/15:	583.43 m ü. NN / 0,80 m unter Geländeoberkante

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 zu den Moränenablagerungen mindestens steifer Konsistenz ausgehoben und unmittelbar nach Aushub bis auf die Oberkante der geplanten Fundamente mit Magerbeton aufgefüllt. Die Fundamentvertiefungen dürfen unter keinen Umständen betreten werden und sind direkt nach dem Aushub mit Magerbeton zu verfüllen.

Bei einer Gründung nicht unterkellerten Gebäude auf einer elastisch gebetteten Bodenplatte, sind Teile der Verwitterungsdecke durch einen Bodenersatzkörper auszutauschen. Der Bodenersatzkörper ist aus einem feinkornarmen ($< 5\%$ Schluffanteil) Kiessand herzustellen, lagenweise einzubauen und zu verdichten ($D_{Lage} \leq 0,30$ m). Die Mindestdicke des Bodenersatzkörpers sollte, sofern er nicht schon in der Grundmoräne zu liegen kommt, $d = 1,00$ m nicht unterschreiten, dann sind keine Frostschrünzen mehr notwendig. Wird die Dicke des Bodenersatzkörpers verringert, sind dementsprechend Frostschrünzen einzuplanen. Die ordnungsgemäße Verdichtung des Bodenersatzkörpers ist mittels statischen Plattendruckversuchen zu überprüfen (empfohlen: $E_{v2} \geq 100$ MN/m²). 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). Sollte die Gründungssohle stark aufgeweicht sein (z. B. durch stark Niederschläge), so sind in diesen Bereichen zur Stabilisierung der Sohle zusätzlich Schroppen (gebrochenes Material) einzudrücken.

In den Anlagen 5.1 bis 5.4 sind Fundamentdiagramme für die Vorbemessung von Einzel- und Streifenfundamenten enthalten, welche in den Moränenablagerungen gründen.

Berechnungsgrundlage sind die DIN EN 1997-2009-09 (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 Sohldruck 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 5.1 bis 5.4):

Anlage 5.1 – quadratisches Einzelfundament ($a / b = 1$) – Randfundament (Einbindetiefe = 1,00 m)

Fundament $a \times b = 0,80 \times 0,80$ m: $\sigma_{R,d} = 419 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 268 \text{ kN}$, $_{zugh.}s = 0,56 \text{ cm}$

Fundament $a \times b = 1,00 \times 1,00$ m: $\sigma_{R,d} = 432 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 432 \text{ kN}$, $_{zugh.}s = 0,71 \text{ cm}$

Fundament $a \times b = 1,20 \times 1,20$ m: $\sigma_{R,d} = 445 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 640 \text{ kN}$, $_{zugh.}s = 0,87 \text{ cm}$.

Anlage 5.2 – quadratisches Einzelfundament ($a / b = 1$) – Mittelfundament ($h = 0,60$ m)

Fundament $a \times b = 0,80 \times 0,80$ m: $\sigma_{R,d} = 323 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 206 \text{ kN}$, $_{zugh.}s = 0,42 \text{ cm}$

Fundament $a \times b = 1,00 \times 1,00$ m: $\sigma_{R,d} = 336 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 336 \text{ kN}$, $_{zugh.}s = 0,55 \text{ cm}$

Fundament $a \times b = 1,20 \times 1,20$ m: $\sigma_{R,d} = 349 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 502 \text{ kN}$, $_{zugh.}s = 0,67 \text{ cm}$.

Anlage 5.3 – Streifenfundament $l = 10$ m – Randfundament (Einbindetiefe = 1,00 m)

Fundament $b = 0,60$ m, $l = 10$ m: $\sigma_{R,d} = 311 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 186 \text{ kN/m}$, $_{zugh.}s = 0,70 \text{ cm}$

Fundament $b = 0,80$ m, $l = 10$ m: $\sigma_{R,d} = 331 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 264 \text{ kN/m}$, $_{zugh.}s = 0,92 \text{ cm}$

Fundament $b = 1,00$ m, $l = 10$ m: $\sigma_{R,d} = 350 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 350 \text{ kN/m}$, $_{zugh.}s = 1,16 \text{ cm}$.

Anlage 5.4 – Streifenfundament l = 10 m – Mittelfundament (h = 0,60 m)

Fundament b = 0,60 m, l = 10 m: $\sigma_{R,d} = 243 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 146 \text{ kN/m}$, $z_{ugh.s} = 0,53 \text{ cm}$

Fundament b = 0,80 m, l = 10 m: $\sigma_{R,d} = 262 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 209 \text{ kN/m}$, $z_{ugh.s} = 0,72 \text{ cm}$

Fundament b = 1,00 m, l = 10 m: $\sigma_{R,d} = 281 \text{ kN/m}^2$, $R_{n,d} = 281 \text{ kN/m}$, $z_{ugh.s} = 0,91 \text{ cm}$.

Achtung: Die angegebenen Werte ($\sigma_{R,d}$) sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke 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. Es wird vorgeschlagen, die Vorbemessung der Fundamente nach den Fundamentdiagrammen in den Anlagen 5.1 bis 5.4 vorzunehmen. Bei schräger oder ausmittiger Belastung sind die Bemessungswerte nicht auf die Fläche A (a x b), sondern auf die Ersatzfläche A' (a' x 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.

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

Zur Bestimmung der zulässigen Bodenpressung für andere Fundamentabmessungen als in den Diagrammen angegeben, ist Kontakt mit dem Unterzeichner aufzunehmen.

Werden Gebäude auf einer tragenden Bodenplatte über einen Bodenersatzkörper in der Grundmoräne gegründet oder liegen die Bodenplatten schon in der Grundmoräne auf (unterkellerte Gebäude), so kann zur Vorbemessung der Bodenplatte ein Bettungsmodul in der Größenordnung von $k_s = 6 - 10 \text{ MN/m}^3$ 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 Baugruben

Im Baugebiet sind frei geböschte Baugruben möglich. Generell sind in der Verwitterungsdecke und der Grundmoräne Böschungen mit 60° nach der DIN 4124 ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit bis zu einer Tiefe von 5 m möglich. Auf die Einhaltung der lastfreien Bereiche an der Böschungskrone, entsprechend DIN 4124, so wie die Einhaltung der weiteren Randbedingungen zur Anwendung der Norm, wird hingewiesen. 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. beim Antreffen einer wasserführenden Moränenkieslinse), 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 Schichtwasserandrang stark, wird empfohlen die Baugruben mittels eines statischen Verbaus zu sichern. Hierzu eignet sich zum Beispiel ein Trägerbohlwandverbau („Berliner Verbau“) oder ein Spundwandverbau.

Wird ein Trägerbohlwandverbau ausgeführt, so wird es lokal zu einem Einfließen von Schichtwasser und Bodenteilchen in die Baugrube kommen, was zu einer Setzung der dahinter liegenden Straßen und Leitungen führen wird. Es wird deshalb empfohlen, entlang von Straßen (Erschließungsstraßen) einen Spundwandverbau auszuführen.

Aufgrund der mit zunehmender tiefe hohen Konsistenz der Grundmoräne sowie den vorhandenen Steinen und Blöcken, sind die Träger bzw. die Spunddielen mit zunehmender Tiefe nur schwer bis gar nicht ramm- bzw. rüttelbar. In diesem Fall sind Austausch- bzw. Auflockerungsbohrungen vorzusehen. Die Standsicherheit der Verbaumaßnahmen ist rechnerisch nachzuweisen.

Details zur Baugrubensicherung können mit Voranschreiten der Planung mit unserem Büro abgestimmt werden.

4.3 *Bauwerksabdichtung*

Auf Grund der überwiegend geringen Durchlässigkeit des Untergrundes (Verwitterungslehm, Grundmoräne) ist in der Arbeitsraumverfüllung eines unterkellerten Gebäudes mit anstauendem Sicker- bzw. lokal auch Schichtwasser zu rechnen.

Die Abdichtung der Bodenplatte und der erdberührten Wände ist gemäß Abschnitt 9 der DIN 18195-6 gegen aufstauendes Sicker- bzw. Schichtwasser zu bemessen.

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

4.4 *Kanalbaumaßnahmen*

Die Sohle eines eventuell erforderlichen Kanals ist noch nicht bekannt, so dass hierzu in allgemeiner Form Stellung genommen wird.

Baugruben und Gräben im Projektgebiet können gemäß Abschnitt 4.2 ausgehoben werden.

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

Kommen die Kanalrohre mit Ihrer Sohle in der mindestens steifen Grundmoräne zu liegen, so sind keine besonderen Maßnahmen zur Gründung der Rohre nötig. Die Grundmoräne ist als schwach steinig bis steinig anzusprechen. Es sind immer wieder Blöcke in der Grundmoräne eingeschalten (vor allem im westlichen Bereich). 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 (Verwitterungslehm) ist als Gründungspolster ein Bodenersatzkörper (Kiessand, Schluffanteil < 5%) mit einer Mächtigkeit von $D = 30 \text{ cm}$ 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.

Für die Verfüllung der Kanalgräben können die Verwitterungsdecke und die Grundmoräne nicht verwendet werden. Diese Böden besitzen beim Wiedereinbau in den Kanalgraben 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 lässt sich die Verwitterungsdecke, mit Hinweis auf ihre Konsistenz, ohne zusätzliche Bodenverbesserungsmaßnahmen nicht verdichten.

Die Verwitterungsdecke und die Grundmoräne 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 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 weichen bis steifen, lokal auch nur weichen Verwitterungslehms nicht erreicht werden. Es wird empfohlen den Verformungsmodul des Erdplanums vor der Baumaßnahme durch Plattendruckversuche zu untersuchen.

Sollte das Erdplanum den geforderten Verformungsmodul nicht erreichen, sind baugrundverbessernde Maßnahmen notwendig. Es wird vorgeschlagen, den frostsicheren Straßenaufbau auf einem mindestens 0,40 m dicken Bodenersatzkörper aus Kiessand (Schluffanteil < 5 %) aufzubauen. Der Bodenersatzkörper ist lagenweise einzubauen und zu verdichten. Zwischen anstehendem Baugrund und Bodenersatzkörper ist ein Trennvlies (GRK3) einzulegen. Der fachgerechte Einbau des Bodenersatzkörpers ist anhand von Plattendruckversuchen zu überprüfen.

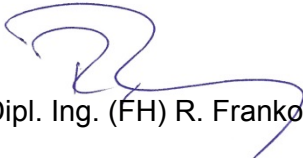
Alternativ zu einer Gründung des Oberbaus auf einem Bodenersatzkörper kann der Verwitterungslehm im oberen Bereich auch einer Bodenverbesserung (Einfrästiefe mind. 40 cm) mit Tragschichtenbinder (z. B. DOROSOL C30, ca. 3 - 5 % Gew.-Anteil) unterzogen werden. Mit dieser Maßnahme wird die oben genannte Anforderung erreicht (Nachweis nach Verbesserung: $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$).

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.

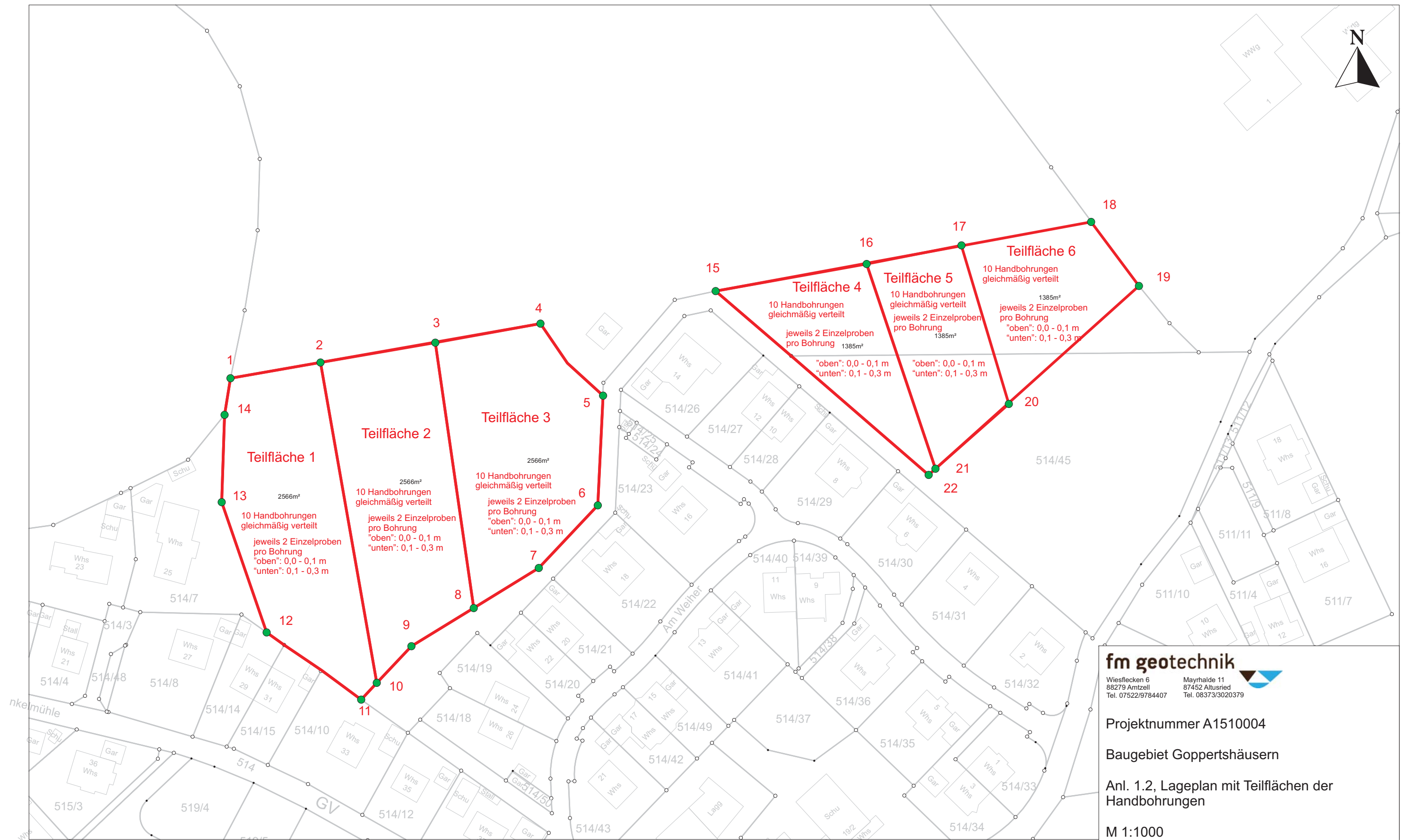
Anmerkungen

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 betroffenen 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.

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


Dipl. Ing. (FH) R. Frankovsky





88279 AMTZELL	FOHLENWEDE 41	TEL.: 07520/96666-0	FAX: 07520/96666-89	
88171 WEILER-SIMMERBERG	KAPFOLZER WEG 11	TEL.: 08387/92336-0	FAX: 08387/92336-9	e-MAIL: INFO@ZM-ING-WEILER.DE
88045 FRIEDRICHSHAFEN	OTTO-LILIENTHAL-STR 4	TEL.: 07541/38875-0	FAX: 07541/38875-19	e-MAIL: ZM-ING-FN.DE

VERKEHRSPPLANUNG
KANALISATION / KANALSANIERUNG
REGENWASSERBEHANDLUNG
WASSERBAU / HOCHWASSERSCHUTZ
WASSERVERSORGUNG
BRÜCKENBAU / -SANIERUNGEN
SPORT- / FREIZEITANLAGEN
3D WELT / INGENIEURVERMESSUNGEN
BAULEITPLANUNG
SIGE-KOORDINATION
GARTEN- / LANDSCHAFTSARCHITEKTUR
e-MAIL: INFO@ZM-ING.DE

Kreis Ravensburg
Gemeinde Amtzell
Goppertshäusern

Projekt Nr.:
Erstellt am: 09.10.2015

Lageplan
Maßstab 1:1000

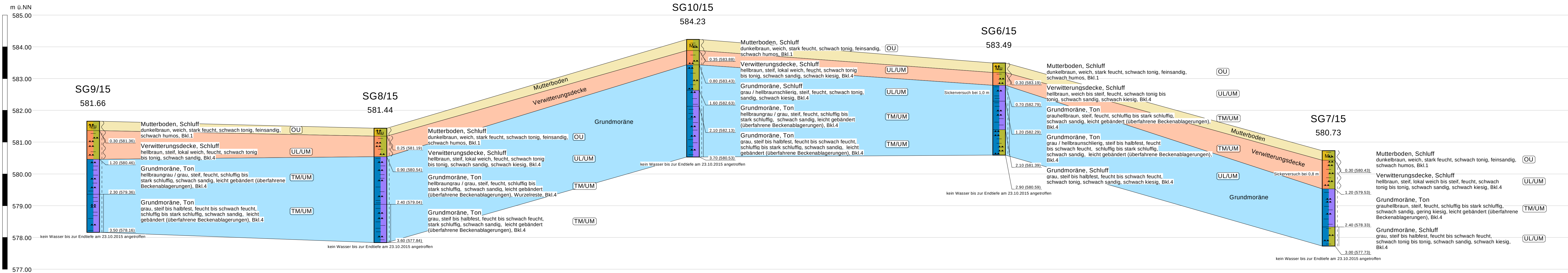


Geologisches Profil 1: SG9 - SG8 - SG10 - SG6 - SG7

fm geotechnik Wiesflecken 6 88279 Amtzell Mayhalde 11 87452 Altusried	Projekt	Anlage
	BG Goppertshäusern	2.1
		Projekt Nr. A1510004

Geologisches Profil 1: SG9 - SG8 - SG10 - SG6 - SG7

M. d. H. 1:50, M. d. L. unmaßstäblich



Lagerungszustände / Konsistenzen + Bodenarten			
	steif - halbfest		Ton
	steif		Schluff
	weich - steif		Mutterboden
	weich		Verwitterungsdecke
			Grundmoräne

Legende GW-Symbole	
	GW Bohrende
	GW angebohrt
	GW Ruhe

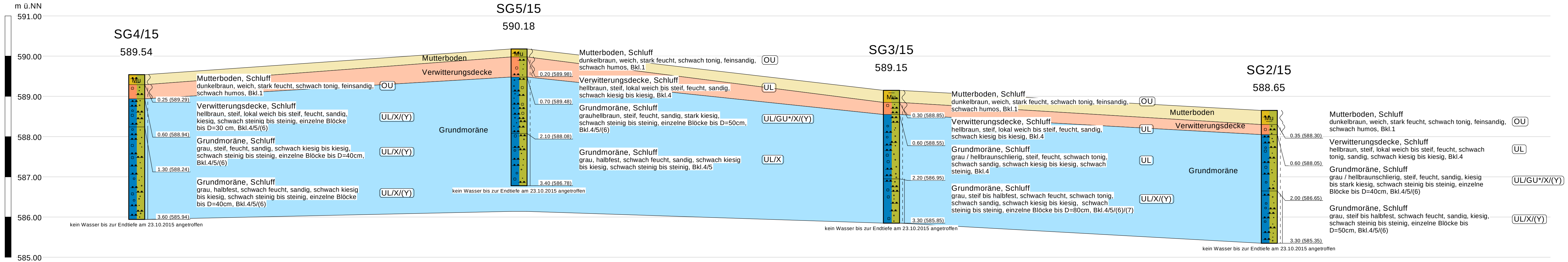
Anm.: Die Aufschlüsse stellen nur punktuelle Untersuchungsergebnisse dar
Die Schichtlinien zwischen den Aufschlüssen sind interpoliert und überhöht dargestellt

Geologisches Profil 2: SG4 - SG5 - SG3 - SG2

fm geotechnik Wiesflecken 6 86279 Amtzell Mayrhald 11 87452 Althausried	Projekt	Anlage
	BG Goppertshäusern	2.2
Projekt Nr.		A1510004

Geologisches Profil 2: SG4 - SG5 - SG3 - SG2

M. d. H. 1:50, M. d. L. unmaßstäblich



Lagerungszustände / Konsistenzen + Bodenarten					
	halbfest		Schluff		Grundmoräne
	steif - halbfest		Mutterboden		
	steif				
	weich - steif		Verwitterungsdecke		
	weich				

Legende GW-Symbole	
	GW Bohrende
	GW angebohrt
	GW Ruhe

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

Absinkversuch in verrohrten Bohrungen nach Maag bzw. in Sickerrohranlagen in der Schürfgrube

Projekt: BG Goppertshäusern
Aufschluss: SG6/15
Versuchsnummer: 1
Versuchsdatum: 23.10.2015
Projekt Nr.: A1510004
Versuchstiefe: 1,00 m u. GOK

GW-Oberfläche oder Rohrunterkante u. Gel. (wenn kein GW) =	1,00
h1 = Wasserstand im Rohr bei Versuchbeginn ü. UK-Rohr oder GW =	0,8100
h2 = Wasserstand bei Versuchsende	0,8097
$\Delta h = h1 - h2$ (in m)	
hm = gemittelter Wasserstand (in m)	
Δt = Versuchszeit (in s)	
2r = Rohrdurchmesser (in m) =	0,15

Versuchsablauf:

Zeit (s)	Δt (s)	Höhe (m)	Δh (m)	hm (m)	kf (m/s)
0		0,810			
	900,00		0,00010	0,80995	2,57E-09
900		0,8099			
	1800,00		0,00020	0,80990	2,57E-09
1800		0,8098			
	2700,00		0,00030	0,80985	2,57E-09
2700		0,8097			

Mittelwert: 2,57E-09

Der Sickerversuch wurde in der **Grundmoräne (hier: Ton)** durchgeführt
Grundmoräne: Ton, schluffig bis stark schluffig, schwach sandig

Anmerkungen:

kf - Wert Ton aus Erfahrungswerten = 1E-08 bis 1E-10 m/s

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

Absinkversuch in verrohrten Bohrungen nach Maag bzw. in Sickerrohranlagen in der Schürfgrube

Projekt: BG Goppertshäusern
Aufschluss: SG7/15
Versuchsnummer: 2
Versuchsdatum: 23.10.2015
Projekt Nr.: A1510004
Versuchstiefe: 0,80 m u. GOK

GW-Oberfläche oder Rohrunterkante u. Gel. (wenn kein GW) =	0,80
h1 = Wasserstand im Rohr bei Versuchbeginn ü. UK-Rohr oder GW =	0,7500
h2 = Wasserstand bei Versuchsende	0,7440
$\Delta h = h1 - h2$ (in m)	
hm = gemittelter Wasserstand (in m)	
Δt = Versuchszeit (in s)	
2r = Rohrdurchmesser (in m) =	0,15

Versuchsablauf:

Zeit (s)	Δt (s)	Höhe (m)	Δh (m)	hm (m)	kf (m/s)
0		0,750			
	900,00		0,00300	0,74850	8,35E-08
900		0,747			
	1800,00		0,00400	0,74800	5,57E-08
1800		0,746			
	2700,00		0,00600	0,74700	5,58E-08
2700		0,744			

Mittelwert: 6,50E-08

Der Sickerversuch wurde in der **Verwitterungsdecke** durchgeführt

Verwitterungsdecke: Schluff, schwach tonig bis tonig, schwach sandig, schwach kiesig

Anmerkungen:

Bemessungswert nach DWA A-138: $6,50E-08 \text{ m/s} \times 2 = 1,3E-07 \text{ m/s}$

Anlage 4.1 (4 Seiten)

Probenahmeprotokoll

Probenahmeprotokoll

Seite 114

A. Allgemeine Angaben

Anschriften

- | | | |
|---|---|---|
| 1 | Veranlasser / Auftraggeber: | Betreiber / Betrieb: |
| | <u>Gemeinde Amtzell</u> | <u>Gde Amtzell</u> |
| 2 | Landkreis / Ort / Straße: | Objekt / Lage: |
| | <u>LK Ravensburg</u>
<u>Waldburger Str. 4</u>
<u>88279 Amtzell</u> | <u>nördlich, westlich, östlich des bestehenden</u>
<u>BG "Am Weiher", 88279 Goppertshäusern</u>
<u>Flst. Nr. 514/45 (Teil) + 514/1 (Teil)</u> |
| 3 | Grund der Probenahme: <u>Analytik auf Parameter B30dsolG</u> | |
| 4 | Probenahmetag / Uhrzeit: <u>23.10.15</u> , <u>9⁰⁰ - 13⁰⁰ Uhr</u> | |
| 5 | Probenehmer / Dienststelle / Firma: <u>fm geotechnik, Wiesflecken 6, 88279 Amtzell</u>
<u>Hr. Frankovsky</u> | |
| 6 | Anwesende Personen: <u>w.o.</u> | |
| 7 | Herkunft des Abfalls (Anschrift): <u>-</u> | |
| 8 | Vermutete Schadstoffe / Gefährdungen: <u>TF 4-6: ehem. Maisfeld, evtl. Pflanzenschutzmittel</u> | |
| 9 | Untersuchungsstelle: <u>Dr. Lindinger bzw. UIS Synlab</u> | |

B. Vor-Ort-Gegebenheiten

- | | |
|----|--|
| 10 | Abfallart / Allgemeine Beschreibung: |
| | <u>Boden / Mutterboden + Verwitterungsdecke</u>
<u>hauptsächlich Schluff</u> |
| 11 | Gesamtvolumen / Form der Lagerung: |
| | <u>TF 1-3: 2.566 m² (jeweils); TF 4-6 je 1.385 m²</u>
<u>in 5 Stn</u> |
| 12 | Lagerungsdauer: |
| | <u>-</u> |
| 13 | Einflüsse auf das Abfallmaterial (z.B. Witterung, Niederschläge): |
| | <u>-</u> |
| 14 | Probenahmegerät und -material: |
| | <u>Edelmann Bohrer, Schaufel</u> |



15 Probenahmeverfahren: Handbohrung, in situ

16 Anzahl der Einzelproben: 120 Mischproben: 12 Sammelproben:

Sonderproben (Beschreibung):

17 Anzahl der Einzelproben je Mischprobe: 10

18 Probenvorbereitungsschritte: -

19 Probentransport und -lagerung: Pkw

Kühlung (evtl. Kühltemperatur):

20 Vor-Ort-Untersuchung: -

21 Beobachtungen bei der Probenahme / Bemerkungen: gewachsener Boden,

keine anthropogenen Einschlüsse

22 Topographische Karte als Anhang? ja ☒ nein ☐ Hochwert: Rechtswert:

23 Lageskizze (Lage der Haufwerke, etc. und Probenahmepunkte, Straßen, Gebäude u.s.w.):

s. Anlage 1.1 (Übersichtslageplan)

+ Anlage 1.2 (Lageplan)

insgesamt 6 Teilflächen

TF 1-3 : 2.566m² (jeweils)TF 4-6 : 1.385m² (jeweils)

24 Ort: Antez Unterschrift(en): Probenehmer:

Datum: 23.10.15 Anwesende / Zeugen:



Probenliste

Proben-Nr.	Art der Probe	Proben-gefäß	Proben-Volumen [in l]	Haufwerk-volumen [in m³]	Abfallart <u>Boden</u>	Farbe Geruch Konsistenz	Größe der Komponente Körnung [in mm]	Herkunft Anlieferer	Proben-Lokalität	Bemerkung
MP1	Mischprobe	PE-Eimer	5	-	Mu u	braun weich	-	-	TF1	"oben" 0,0-0,1m
MP2	"	"	"	-	Mu+VD u	braun weich / wst	-	-	TF1	"unten" 0,1-0,3m
MP3	"	"	"	-	Mu u	braun weich	-	-	TF2	"oben" 0,0-0,1m
MP4	"	"	"	-	Mu+VD u	"	-	-	TF2	"unten" 0,1-0,3m
MP5	"	"	"	-	Mu u	"	-	-	TF3	"oben" 0,0-0,1m
MP6	"	"	"	-	Mu+VD u	"	-	-	TF3	"unten" 0,1-0,3m
MP7	"	"	"	-	Mu u	"	-	-	TF4	"oben" 0,0-0,1m
MP8	"	"	"	-	Mu+VD u	"	"	-	TF4	"unten" 0,1-0,3m
MP9	"	"	"	-	Mu u	"	"	-	TF5	"oben" 0,0-0,1m
MP10	"	"	"	-	Mu+VD u	"	"	-	TF5	"unten" 0,1-0,3m

Mu = Mutterboden / VD = Verwitterungsdecke / TF = Tafelfläche

Probenliste

Proben-Nr.	Art der Probe	Proben-gefäß	Proben-Volumen [in l]	Haufwerk-volumen [in m³]	Abfallart Boden	Farbe Geruch Konsistenz	Größe der Komponente Körnung [in mm]	Herkunft Anlieferer	Proben-Lokalität	Bemerkung
MP11	Mischprobe	PE-Eimer	5	—	Mu u	braun weich	—	—	TF6	"oben" 0,0-0,1m
MP12	"	"	"	—	Mu+VD u	"	—	—	TF6	"unten" 0,1-0,3m

Mu = Mutterboden / VD = Verwitterungsschicht / TF = Tonfälligkeit

Anlage 4.2 (8 Seiten)

**Umweltgeologische Stellungnahme
Büro Dr. Lindinger vom 06.11.2015 Proben MP1 bis MP10
Analyseübersichten + Laborberichte**



Dr. M. Lindinger GmbH & Co. KG, • Richard-Mayer-Str. 3 • 88250 Weingarten

fm geotechnik
Herrn Ralf Frankovsky
Wiesflecken 6

88279 Amtzell

Dr. Matthias Lindinger • Diplom-Geologe
Wirtschaftsingenieur • Wirtschaftsmediator

Richard-Mayer-Straße 3 • 88250 Weingarten
Telefon 0751-56175-0 • Fax 0751-56175-29

Internet: www.SV-Lindinger.de

E-mail: Weingarten@SV-Lindinger.de

Projektnr.: 2015-755

Datum: 2015-11-06

Unser Zeichen: Li/Mi

BV Goppertshäusern Umweltgeologische Stellungnahme

Sehr geehrter Herr Frankovsky,

wir übersenden Ihnen nachfolgend die Ergebnisse der Ihrerseits im Auftrag der Gemeinde Amtzell am 23.10.2015 durchgeführten Beprobung des Bauprojekts BG „Am Weiher“ in 88279 Goppertshäusern (Flurstück Nr. 514) betreffend.

Probenahme

Die Probenahme findet sich Ihrerseits in einem PN-98 konformen Probenahmeprotokoll dokumentiert. Demnach haben Sie vor Ort Bodenmaterial / Mutterboden und Verwitterungsdecke untersucht, das lithologisch im Wesentlichen als bindig (schluffig) anzusprechen ist.

Insgesamt haben Sie 10 Mischproben mit der Bezeichnung MP 1 bis MP 10 entnommen und hierbei unterschieden in Mutterboden bzw. in Verwitterungsdeckenmaterial.

Die Bodenhorizonte liegen im Bereich „oben“ bei 0,0 – 0,1 m bzw. „unten“ bei 0,1 – 0,3 m Tiefe.



Analytische Befunde

Die Analyse der bauseits entnommenen Proben erfolgte entsprechend aufgegliedert in die von Ihnen ausgewiesenen Teilflächen 1 bis 6 (siehe hierzu Lageplan mit Teilflächen der Handbohrungen). Hierbei ist die Zuordnung wie folgt:

- Teilfläche 1 MP 1 und MP 2
- Teilfläche 2 MP 3 und MP 4
- Teilfläche 3 MP 5 und MP 6
- Teilfläche 4 MP 7 und MP 8
- Teilfläche 5 MP 9 und MP 10
- Teilfläche 6 MP 11 und MP 12

Analytik

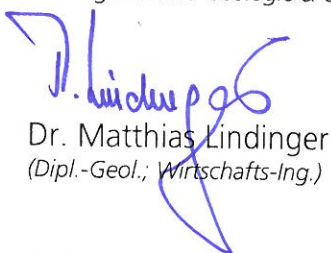
Die analytische Untersuchung erfolgte entsprechend Ihren Vorgaben nach Bundesbodenschutzverordnung für den Wirkungspfad „Boden-Mensch“, direkter Kontakt, gemäß Anhang 2, Tabelle 1.4 BBodSchV.

Die Ergebnisse sind in unserer Anlage AÜ-1 dargelegt. Demnach ist keine der hier untersuchten Proben für diesen Wirkungspfad für die Folgenutzung „Wohngebiete“ auffällig. In allen untersuchten Proben werden die entsprechenden Prüfwerte eingehalten.

Eine repräsentative Beprobung der hier ausgewiesenen Teilflächen setzen wir voraus und kommen daher zum Ergebnis, dass die Folgenutzung Wohngebiete für die hier geprüften 6 Teilflächen mit der Bezeichnung Teilfläche 1-6 entsprechend der Bundesbodenschutzverordnung, Anhang 2, Tabelle 1.4 für die Folgenutzung „Wohngebiete“ eingehalten werden.

Mit freundlichen Grüßen

Sachverständigenbüro
für Angewandte Geologie & Umwelt



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

Anlagen Probenahmeprotokolle, Analysenübersichten, Analysenbefunde

Analysenübersicht der Feststoff-Proben, Bewertung nach BBodSchG

alle Angaben in mg/kg

Die in dieser Tabelle vorliegenden chemischen Befunde sind nur mit den dazugehörigen Originalberichten des chemischen Labors und guterhaltener Stellungnahme gültig.																	
Analytik		Prüfwerte				Nutzung/ Probenbezeichnung											
Parameter	Dimen- sion	Wirkungspfad Boden - Mensch direkter Kontakt Anhang 2 Tab. 1.4 BBodSchV				Wohngebiet											
		Kinder- spiel- flächen	Wohn- gebiete	Park- und Freizeit- anlagen	Industrie- und Gewerbe- grundstücke	Teilfläche 1		Teilfläche 2		Teilfläche 3		Teilfläche 4		Teilfläche 5		Teilfläche 6	
						MP 1 TF 1 "oben" 0,0-0,1m	MP 2 TF 1 "unten" 0,1-0,3m	MP 3 TF 2 "oben" 0,0-0,1m	MP 4 TF 2 "unten" 0,1-0,3m	MP 5 TF 3 "oben" 0,0-0,1m	MP 6 TF 3 "unten" 0,1-0,3m	MP 7 TF 4 "oben" 0,0-0,1m	MP 8 TF 4 "unten" 0,1-0,3m	MP 9 TF 5 "oben" 0,0-0,1m	MP 10 TF 5 "unten" 0,1-0,3m	MP 11 TF 6 "oben" 0,0-0,1m	MP 12 TF 6 "unten" 0,1-0,3m
Aldrin	mg/kg	2	4	10	--	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(a)pyren	mg/kg	2	4	10	12	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
DDT	mg/kg	40	80	200	--	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Hexachlorbenzol	mg/kg	4	8	20	200	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
exachlorcyclohexa	mg/kg	5	10	25	400	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Pentachlorphenol	mg/kg	50	100	250	250	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
PCB ₆ ¹⁾	mg/kg	0,4	0,8	2	40	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -
Cyanide	mg/kg	50	50	50	100	0,7	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6
Blei	mg/kg	200	400	1000	2000	25	27	29	29	32	21	22	22	28	27	27	24
Chrom	mg/kg	200	400	1000	1000	41	43	45	41	47	43	40	38	43	42	47	47
Cadmium	mg/kg	10 ²⁾	20 ²⁾	50	60	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nickel	mg/kg	70	140	350	900	31	35	38	31	39	42	34	33	34	29	40	36
Quecksilber	mg/kg	10	20	50	80	0,082	0,082	0,08	0,069	0,11	0,062	0,078	0,079	0,12	0,11	0,12	0,13
Arsen	mg/kg	25	50	125	140	11	12	13	13	14	13	14	12	14	17	17	18
n. u. = nicht untersucht.		- / - = unter der Bestimmungsgrenze															

1) Soweit PCB Gesamtgehalte bestimmt werden, sind die ermittelten Meßwerte durch den Faktor 5 zu dividieren

2) In Haus und Kleingärten, die sowohl als Aufenthaltsbereiche für Kinder als auch für den Aufbau von Nahrungspflanzen genutzt werden, ist für Cadmium der Wert von 2,0 mg/kg TM als Prüfwert anzuwenden.

synlab Umweltinstitut GmbH - Hohnerstraße 23 - 70469 Stuttgart

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

Niederlassung Stuttgart

Durchwahl: +49 (0)711 16272-0
Telefax: +49 (0)711 16272-51
E-Mail: sui-stuttgart@synlab.com
Internet: www.synlab.com

Seite 1 von 5

Datum: 03.11.2015

Prüfbericht Nr.: UST-15-0100857/01-1
Auftrag-Nr.: UST-15-0100857
Ihr Auftrag: per Fax vom 27.10.2015
Projekt: LA-2015-10-32 / 2015-755 / BG Goppertshäusern
Probenahme: 23.10.2015
Probenahme durch: fm Geotechnik, Herr Frankovsky
Eingangsdatum: 27.10.2015
Prüfzeitraum: 27.10.2015 - 03.11.2015
Probenart: Boden



Untersuchungsergebnisse

Probe-Nr.:	UST-15-0100857-01	UST-15-0100857-02	UST-15-0100857-03	UST-15-0100857-04
Bezeichnung:	Teilfläche 1 / MP 1 TF 1 oben 0,0-0,1 m	Teilfläche 1 / MP 2 TF 1 unten 0,1-0,3 m	Teilfläche 2 / MP 3 TF 2 oben 0,0-0,1 m	Teilfläche 2 / MP 4 TF 2 unten 0,1-0,3 m

Original

Trockensubstanz	%	76,3	78,9	75,6	82,2
-----------------	---	------	------	------	------

Schwermetalle

Königswasseraufschluss		-	-	-	-
Arsen	mg/kg TS	11	12	13	13
Blei	mg/kg TS	25	27	29	29
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	41	43	45	41
Nickel	mg/kg TS	31	35	38	31
Quecksilber	mg/kg TS	0,082	0,082	0,08	0,069

Cyanid, gesamt	mg/kg TS	0,7	0,5	0,6	0,6
----------------	----------	-----	-----	-----	-----

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
---------------	----------	-------	-------	-------	-------

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	--	--	--	--

Pestizide

Hexachlorbenzol	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
alpha-Hexachlorcyclohexan	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
beta-Hexachlorcyclohexan	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
gamma-Hexachlorcyclohexan (Lindan)	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Aldrin	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
o,p'-DDT	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
p,p'-DDT	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010

Pentachlorphenol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
------------------	----------	-------	-------	-------	-------

Untersuchungsergebnisse

Probe-Nr.:	UST-15-0100857-05	UST-15-0100857-06	UST-15-0100857-07	UST-15-0100857-08
Bezeichnung:	Teilfläche 3 / MP 5 TF 3 oben 0,0-0,1 m	Teilfläche 3 / MP 6 TF 3 unten 0,1-0,3 m	Teilfläche 4 / MP 7 TF 4 oben 0,0-0,1 m	Teilfläche 4 / MP 8 TF 4 unten 0,1-0,3 m

Original

Trockensubstanz	%	79,0	85,8	80,8	81,9
-----------------	---	------	------	------	------

Schwermetalle

Königswasseraufschluss		-	-	-	-
Arsen	mg/kg TS	14	13	14	12
Blei	mg/kg TS	32	21	22	22
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	47	43	40	38
Nickel	mg/kg TS	39	42	34	33
Quecksilber	mg/kg TS	0,11	0,062	0,078	0,079

Cyanid, gesamt	mg/kg TS	0,6	0,6	0,6	0,7
----------------	----------	-----	-----	-----	-----

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
---------------	----------	-------	-------	-------	-------

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	--	--	--	--

Pestizide

Hexachlorbenzol	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
alpha-Hexachlorcyclohexan	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
beta-Hexachlorcyclohexan	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
gamma-Hexachlorcyclohexan (Lindan)	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Aldrin	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
o,p'-DDT	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
p,p'-DDT	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010

Pentachlorphenol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
------------------	----------	-------	-------	-------	-------

Untersuchungsergebnisse

Probe-Nr.:	UST-15-0100857-09	UST-15-0100857-10	UST-15-0100857-11	UST-15-0100857-12
Bezeichnung:	Teilfläche 5 / MP 9 TF 5 oben 0,0-0,1 m	Teilfläche 5 / MP 10 TF 5 unten 0,1-0,3 m	Teilfläche 6 / MP 11 TF 6 oben 0,0-0,1 m	Teilfläche 6 / MP 12 TF 6 unten 0,1-0,3 m

Original

Trockensubstanz	%	75,3	74,4	74,4	75,0
-----------------	---	------	------	------	------

Schwermetalle

Königswasseraufschluss		-	-	-	-
Arsen	mg/kg TS	14	17	17	18
Blei	mg/kg TS	28	27	27	24
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	43	42	47	47
Nickel	mg/kg TS	34	29	40	36
Quecksilber	mg/kg TS	0,12	0,11	0,12	0,13

Cyanid, gesamt	mg/kg TS	0,7	0,7	0,7	0,6
----------------	----------	-----	-----	-----	-----

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
---------------	----------	-------	-------	-------	-------

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	--	--	--	--

Pestizide

Hexachlorbenzol	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
alpha-Hexachlorcyclohexan	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
beta-Hexachlorcyclohexan	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
gamma-Hexachlorcyclohexan (Lindan)	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Aldrin	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
o,p'-DDT	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
p,p'-DDT	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010

Pentachlorphenol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
------------------	----------	-------	-------	-------	-------

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der Synlab Umweltinstitut GmbH.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände. (DIN EN ISO 17025).


Karl Heinz Vogt
stellv. Laborleiter

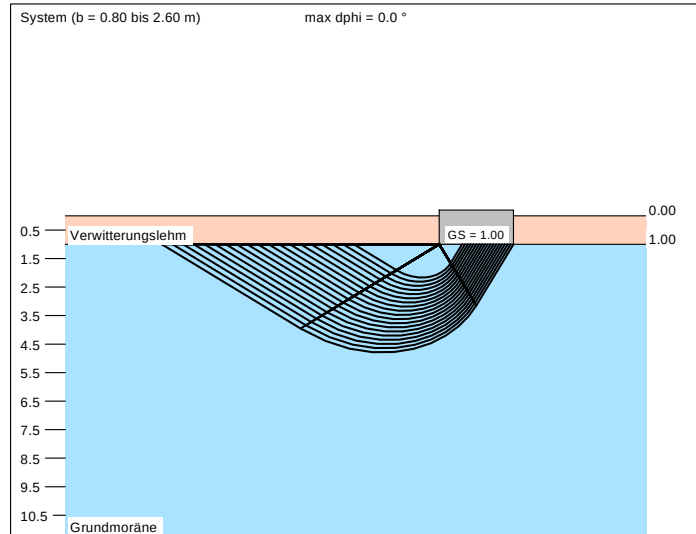
Angewandte Methoden

Parameter	Norm
Trockensubstanz	DIN ISO 11465
Königswasseraufschluss	DIN ISO 11466
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)
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber	DIN EN 1483 (E 12)
Cyanid, gesamt	DIN ISO 11262 (UAU)
Benzo(a)pyren	DIN ISO 13877
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
Hexachlorbenzol	DIN ISO 10382
alpha-Hexachlorcyclohexan	DIN ISO 10382
beta-Hexachlorcyclohexan	DIN ISO 10382
gamma-Hexachlorcyclohexan (Lindan)	DIN ISO 10382
Aldrin	DIN ISO 10382
o,p'-DDT	DIN ISO 10382
p,p'-DDT	DIN ISO 10382
Pentachlorphenol	DIN ISO 14154
PCB Nr. 28 OS	DIN ISO 10382
PCB Nr. 52 OS	DIN ISO 10382
PCB Nr. 101 OS	DIN ISO 10382
PCB Nr. 138 OS	DIN ISO 10382
PCB Nr. 153 OS	DIN ISO 10382
PCB Nr. 180 OS	DIN ISO 10382
Benzo(a)pyren OS	DIN ISO 13877

(UAU) - Niederlassung Augsburg

Fundamentdiagramm Einzelfundament in der Grundmoräne
Randfundament - Mindesteinbindetiefe 1,00 m

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	1.00	18.0	9.0	25.0	1.0	10.0	0.00	Verwitterungslehm
	>1.00	19.0	9.0	27.5	4.0	30.0	0.00	Grundmoräne



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	zul $\sigma/\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_g [m]
0.80	0.80	419.4	268.4	294.3	0.56	27.5	4.00	19.00	18.00	3.49
0.90	0.90	425.8	344.9	298.8	0.63	27.5	4.00	19.00	18.00	3.72
1.00	1.00	432.2	432.2	303.3	0.71	27.5	4.00	19.00	18.00	3.95
1.10	1.10	438.6	530.7	307.8	0.79	27.5	4.00	19.00	18.00	4.17
1.20	1.20	445.0	640.8	312.3	0.87	27.5	4.00	19.00	18.00	4.39
1.30	1.30	451.4	762.9	316.8	0.95	27.5	4.00	19.00	18.00	4.60
1.40	1.40	457.8	897.3	321.3	1.04	27.5	4.00	19.00	18.00	4.81
1.50	1.50	464.2	1044.4	325.7	1.12	27.5	4.00	19.00	18.00	5.01
1.60	1.60	470.6	1204.7	330.2	1.21	27.5	4.00	19.00	18.00	5.22
1.70	1.70	477.0	1378.5	334.7	1.30	27.5	4.00	19.00	18.00	5.42
1.80	1.80	483.4	1566.2	339.2	1.39	27.5	4.00	19.00	18.00	5.61
1.90	1.90	489.8	1768.1	343.7	1.48	27.5	4.00	19.00	18.00	5.81
2.00	2.00	496.2	1984.7	348.2	1.57	27.5	4.00	19.00	18.00	6.00
2.10	2.10	502.6	2216.3	352.7	1.67	27.5	4.00	19.00	18.00	6.20
2.20	2.20	509.0	2463.4	357.2	1.77	27.5	4.00	19.00	18.00	6.39
2.30	2.30	515.4	2726.3	361.7	1.87	27.5	4.00	19.00	18.00	6.58
2.40	2.40	521.8	3005.4	366.2	1.97	27.5	4.00	19.00	18.00	6.76
2.50	2.50	528.2	3301.0	370.6	2.07	27.5	4.00	19.00	18.00	6.95
2.60	2.60	534.6	3613.6	375.1	2.17	27.5	4.00	19.00	18.00	7.14

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{0,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Berechnungsgrundlagen:
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)

$$\gamma_{Gr} = 1.40$$

$$\gamma_G = 1.35$$

$$\gamma_Q = 1.50$$

$$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$$

$$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$$

$$\text{Anteil Veränderliche Lasten} = 0.500$$

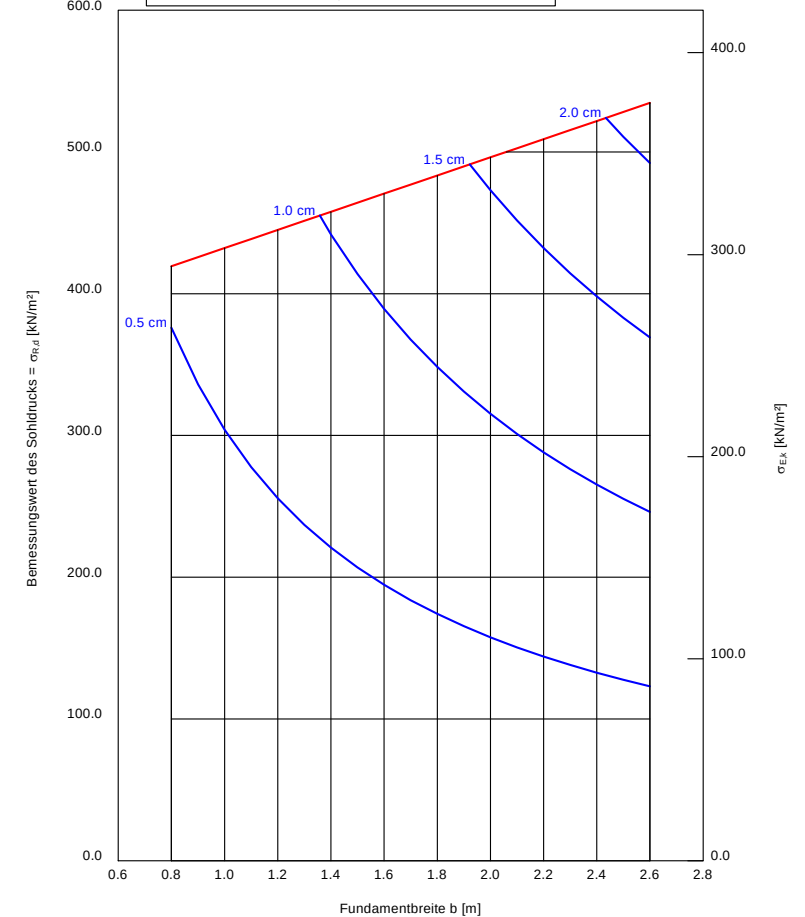
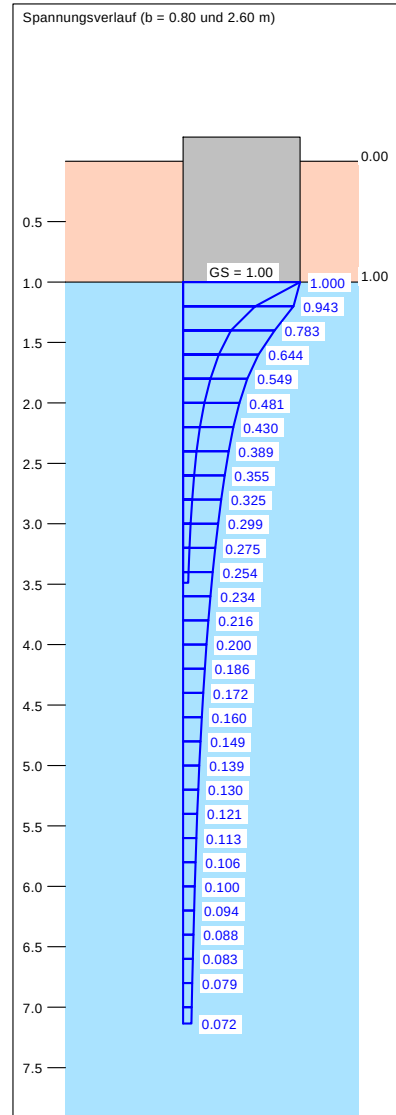
$$\text{Gründungssohle} = 1.00 \text{ m}$$

$$\text{Grundwasser} = 10.00 \text{ m}$$

$$\text{Grenztiefe mit } p = 20.0 \%$$

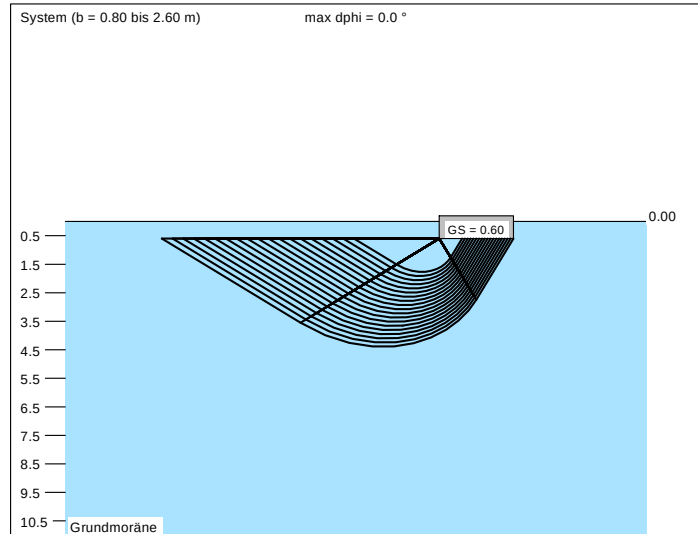
$$\text{Sohldruck}$$

$$\text{Setzungen}$$



Fundamentdiagramm Einzelfundament in der Grundmoräne
Mittelfundament - Mindesteinbindetiefe 0,60 m

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	10.00	19.0	9.0	27.5	4.0	30.0	0.00	Grundmoräne



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	zul $\sigma/\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_u [kN/m²]	t_g [m]
0.80	0.80	323.4	207.0	226.9	0.42	27.5	4.00	19.00	11.40	2.94
0.90	0.90	329.8	267.1	231.4	0.48	27.5	4.00	19.00	11.40	3.16
1.00	1.00	336.2	336.2	235.9	0.55	27.5	4.00	19.00	11.40	3.37
1.10	1.10	342.6	414.5	240.4	0.61	27.5	4.00	19.00	11.40	3.58
1.20	1.20	349.0	502.5	244.9	0.67	27.5	4.00	19.00	11.40	3.78
1.30	1.30	355.4	600.6	249.4	0.74	27.5	4.00	19.00	11.40	3.98
1.40	1.40	361.8	709.0	253.9	0.81	27.5	4.00	19.00	11.40	4.18
1.50	1.50	368.2	828.3	258.4	0.88	27.5	4.00	19.00	11.40	4.37
1.60	1.60	374.6	958.9	262.8	0.95	27.5	4.00	19.00	11.40	4.57
1.70	1.70	380.9	1100.9	267.3	1.02	27.5	4.00	19.00	11.40	4.76
1.80	1.80	387.3	1255.0	271.8	1.10	27.5	4.00	19.00	11.40	4.94
1.90	1.90	393.7	1421.4	276.3	1.17	27.5	4.00	19.00	11.40	5.13
2.00	2.00	400.1	1600.6	280.8	1.25	27.5	4.00	19.00	11.40	5.31
2.10	2.10	406.5	1792.8	285.3	1.33	27.5	4.00	19.00	11.40	5.50
2.20	2.20	412.9	1998.6	289.8	1.41	27.5	4.00	19.00	11.40	5.68
2.30	2.30	419.3	2218.3	294.3	1.50	27.5	4.00	19.00	11.40	5.86
2.40	2.40	425.7	2452.2	298.8	1.58	27.5	4.00	19.00	11.40	6.04
2.50	2.50	432.1	2700.8	303.2	1.67	27.5	4.00	19.00	11.40	6.22
2.60	2.60	438.5	2964.4	307.7	1.76	27.5	4.00	19.00	11.40	6.39

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

Berechnungsgrundlagen:
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)

$$\gamma_{Gr} = 1.40$$

$$\gamma_G = 1.35$$

$$\gamma_Q = 1.50$$

$$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$$

$$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$$

$$\text{Anteil Veränderliche Lasten} = 0.500$$

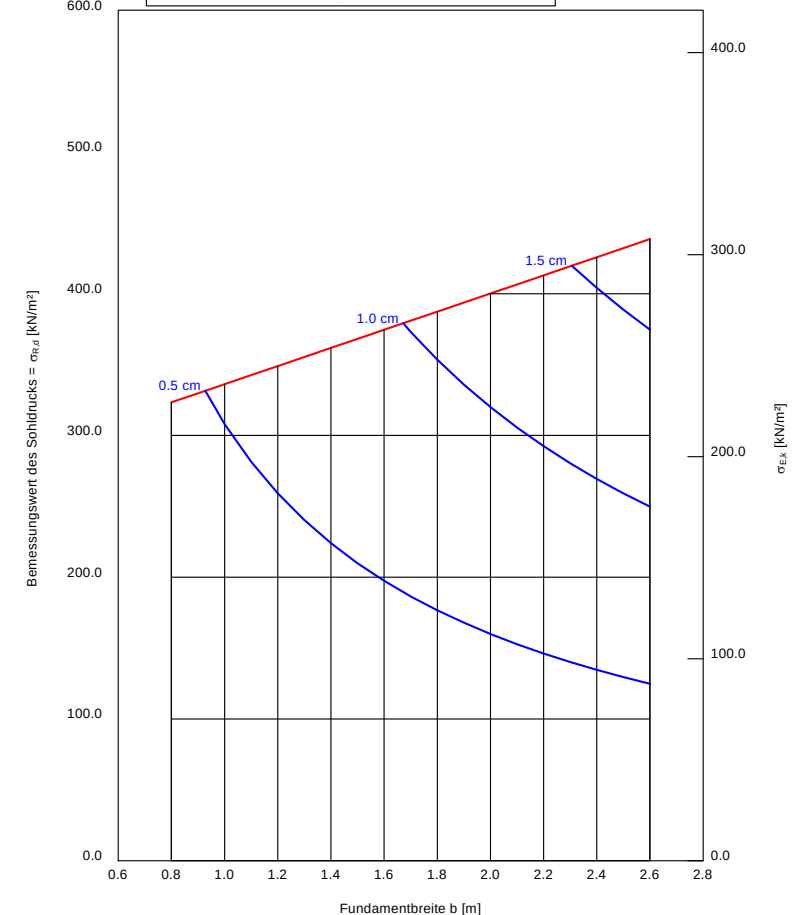
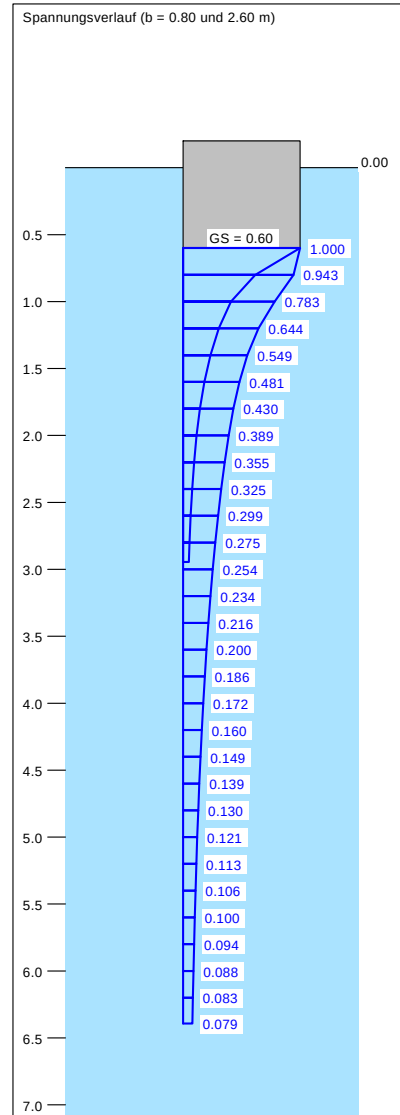
$$\text{Gründungssohle} = 0.60 \text{ m}$$

$$\text{Grundwasser} = 10.00 \text{ m}$$

$$\text{Grenztiefe mit } p = 20.0 \%$$

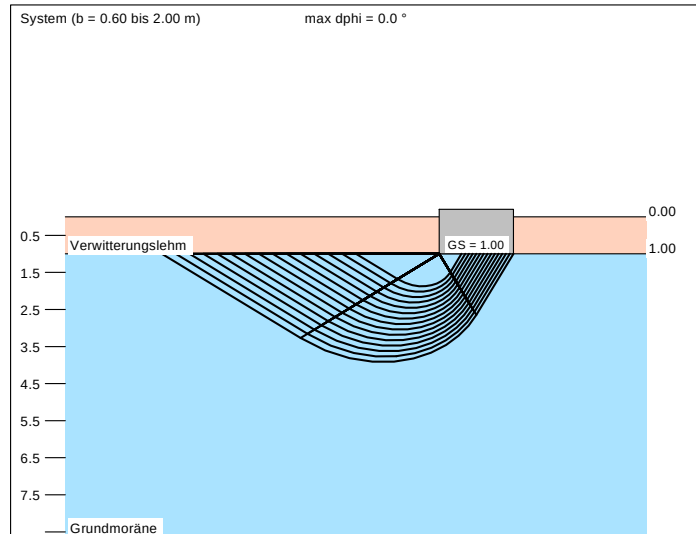
$$\text{Sohldruck}$$

$$\text{Setzungen}$$



Fundamentdiagramm Streifenfundament in der Grundmoräne
Randfundament - Mindesteinbindetiefe 1,00 m

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	1.00	18.0	9.0	25.0	1.0	10.0	0.00	Verwitterungslehm
	>1.00	19.0	9.0	27.5	4.0	30.0	0.00	Grundmoräne



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	zul $\sigma/\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_g [m]
10.00	0.60	311.1	186.7	218.3	0.70	27.5	4.00	19.00	18.00	4.57
10.00	0.70	321.1	224.7	225.3	0.81	27.5	4.00	19.00	18.00	4.89
10.00	0.80	331.0	264.8	232.3	0.92	27.5	4.00	19.00	18.00	5.21
10.00	0.90	340.8	306.7	239.2	1.04	27.5	4.00	19.00	18.00	5.50
10.00	1.00	350.6	350.6	246.1	1.16	27.5	4.00	19.00	18.00	5.79
10.00	1.10	360.4	396.4	252.9	1.28	27.5	4.00	19.00	18.00	6.07
10.00	1.20	370.1	444.1	259.7	1.40	27.5	4.00	19.00	18.00	6.34
10.00	1.30	379.7	493.6	266.5	1.52	27.5	4.00	19.00	18.00	6.60
10.00	1.40	389.3	545.0	273.2	1.64	27.5	4.00	19.00	18.00	6.86
10.00	1.50	398.8	598.2	279.9	1.77	27.5	4.00	19.00	18.00	7.11
10.00	1.60	408.3	653.2	286.5	1.90	27.5	4.00	19.00	18.00	7.35
10.00	1.70	417.7	710.1	293.1	2.03	27.5	4.00	19.00	18.00	7.59
10.00	1.80	427.0	768.7	299.7	2.16	27.5	4.00	19.00	18.00	7.83
10.00	1.90	436.4	829.1	306.2	2.29	27.5	4.00	19.00	18.00	8.06
10.00	2.00	445.6	891.2	312.7	2.43	27.5	4.00	19.00	18.00	8.28

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

Berechnungsgrundlagen:
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 10.00 m)

$$\gamma_{Gr} = 1.40$$

$$\gamma_G = 1.35$$

$$\gamma_Q = 1.50$$

$$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$$

$$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$$

$$\text{Anteil Veränderliche Lasten} = 0.500$$

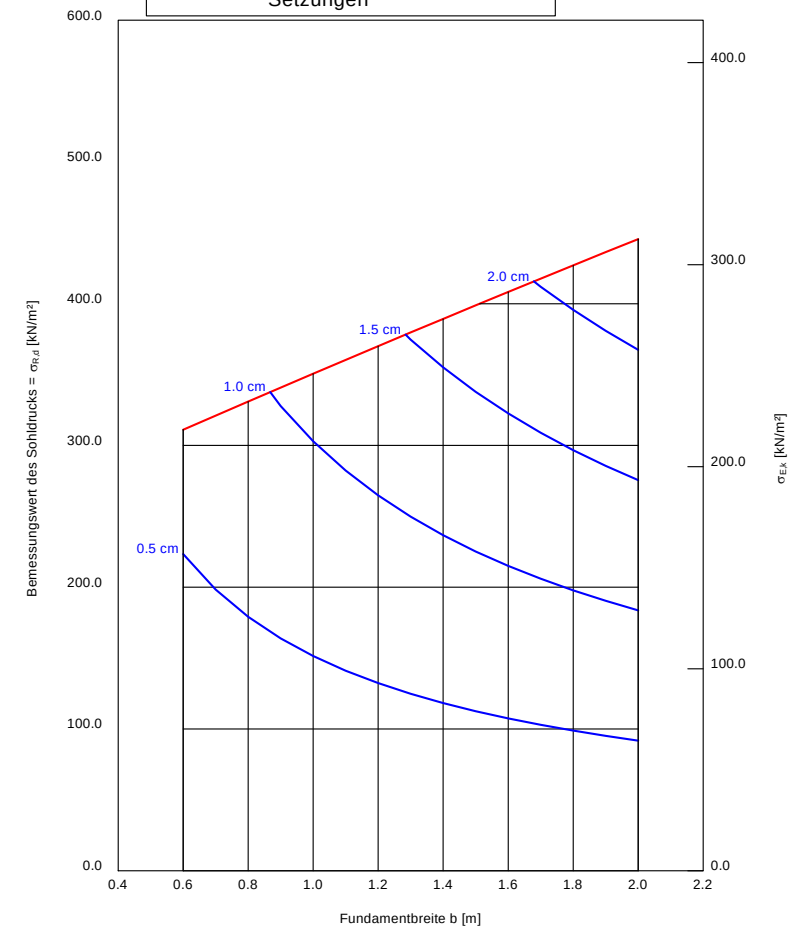
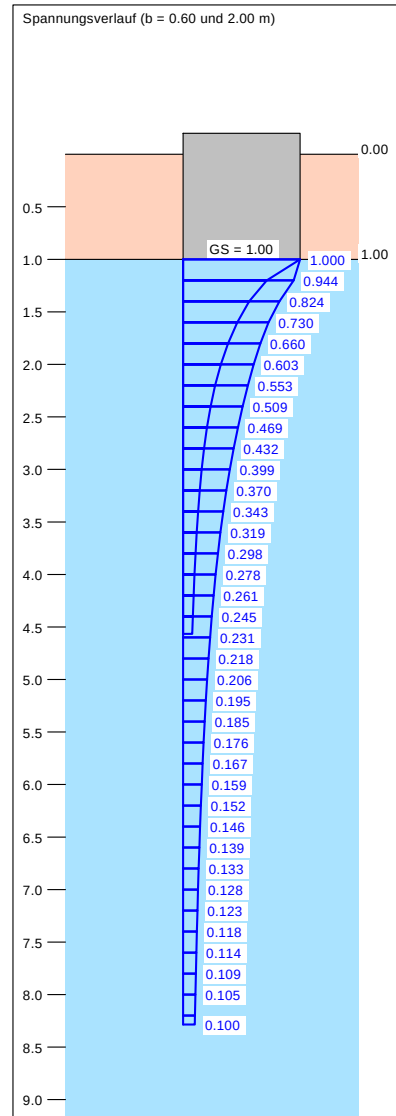
$$\text{Gründungssohle} = 1.00 \text{ m}$$

$$\text{Grundwasser} = 10.00 \text{ m}$$

$$\text{Grenztiefe mit } p = 20.0 \%$$

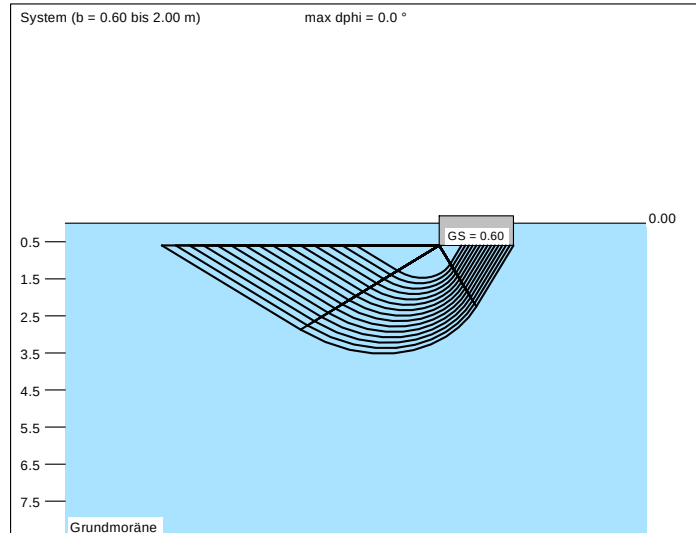
$$\text{Sohldruck}$$

$$\text{Setzungen}$$



Fundamentdiagramm Streifenfundament in der Grundmoräne
Mittelfundament - Mindesteinbindetiefe 0,60 m

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	10.00	19.0	9.0	27.5	4.0	30.0	0.00	Grundmoräne



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	zul $\sigma/\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_g [m]
10.00	0.60	243.6	146.2	170.9	0.53	27.5	4.00	19.00	11.40	3.90
10.00	0.70	253.2	177.3	177.7	0.62	27.5	4.00	19.00	11.40	4.21
10.00	0.80	262.9	210.3	184.5	0.72	27.5	4.00	19.00	11.40	4.50
10.00	0.90	272.4	245.2	191.2	0.81	27.5	4.00	19.00	11.40	4.78
10.00	1.00	281.9	281.9	197.8	0.91	27.5	4.00	19.00	11.40	5.06
10.00	1.10	291.3	320.5	204.4	1.01	27.5	4.00	19.00	11.40	5.32
10.00	1.20	300.7	360.9	211.0	1.11	27.5	4.00	19.00	11.40	5.58
10.00	1.30	310.1	403.1	217.6	1.21	27.5	4.00	19.00	11.40	5.83
10.00	1.40	319.3	447.1	224.1	1.32	27.5	4.00	19.00	11.40	6.08
10.00	1.50	328.6	492.8	230.6	1.43	27.5	4.00	19.00	11.40	6.32
10.00	1.60	337.7	540.3	237.0	1.54	27.5	4.00	19.00	11.40	6.56
10.00	1.70	346.8	589.6	243.4	1.65	27.5	4.00	19.00	11.40	6.79
10.00	1.80	355.9	640.6	249.7	1.76	27.5	4.00	19.00	11.40	7.02
10.00	1.90	364.9	693.3	256.1	1.88	27.5	4.00	19.00	11.40	7.24
10.00	2.00	373.8	747.7	262.3	2.00	27.5	4.00	19.00	11.40	7.46

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{0,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

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 = 0.60 m
Grundwasser = 10.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
— Sohldruck
— Setzungen

