

Geotechnisches Gutachten

Baugebiet Weiherhalde III in Grünkraut

<u>Projekt Nr.</u>	A1202013
<u>Bauvorhaben</u>	Baugebiet Weiherhalde III in Grünkraut
<u>Auftraggeber</u>	Gemeinde Grünkraut Scherzachstraße 2 88287 Grünkraut
<u>Planung</u>	Zimmermann & Meixner Ingenieurgesellschaft mbH Fohlenweide 41 88279 Amtzell
<u>Datum</u>	02.05.2012
<u>Bearbeitung</u>	Dipl. Ing. (FH) Ralf. Frankovsky

Inhalt

1. Vorgang
2. Geomorphologie, Böden, Bodenklassifizierung, Bodenkennwerte, Erdbeben
3. Schicht- und Grundwasserverhältnisse, Durchlässigkeit der anstehenden Bodenschichten, Versickerungsmöglichkeiten
4. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

Anlagen

- 1 Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1:500
- 2.1 Geologisches Profil 1: SG5/12 – DPH1/12 – SG3/12 – SG4/12, M. d. H. 1:100
- 2.2 Geologisches Profil 2: SG6/12 – DPH2/12 – SG7/12 – SG1/12, M. d. H. 1:100
- 2.3 Geologisches Profil 3: SG8/12 – DPH3/12 – SG2/12, M. d. H. 1:100
- 3 Auswertung des Sickerversuches in SG 2/12 - Verwitterungsdecke
- 4.1 Sieblinie Moränenkies SG1/12
- 4.2 Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes Moränenkies SG1/12
- 4.3 Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze Grundmoräne SG5/12 bei 2,80 m u. GOK
- 4.4 Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze Grundmoräne SG6/12 bei 1,90 m u. GOK
- 5.1-4 Fundamentdiagramme Einzel- und Streifenfundamente
- 6 Gutachterliche Stellungnahme Dr. Lindinger bezüglich Untersuchung auf Pflanzenschutzmittel, 9 Seiten
- 7 Gutachterliche Stellungnahme zur Radonbelastung Büro Kemski & Partner, 14 Seiten

Unterlagen

- [1] Zimmermann & Meixner Ingenieurgesellschaft mbH, Amtzell
Grünkraut Weiherhalde III, Bestandsplan mit Bohrpunkten, M 1:500 vom 05.04.2012
- [2] Kemski & Partner, Dr. Joachim Kemski, Sachverständiger für Radon, Bonn
Gutachterliche Stellungnahme zur Radonbelastung in der Bodenluft im Baugebiet „Weiherhalde III“ in Grünkraut vom 12.04.2012, 13 Seiten

1. Vorgang

Die Gemeinde Grünkraut plant die Erschließung des Baugebietes „Weiherhalde III“ in Grünkraut. Unser Büro wurde von der Gemeinde beauftragt, eine Baugrunderkundung im Projektgebiet auszuführen und ein geotechnisches Gutachten zu erstellen. Zu diesem Zweck wurden am 04.04.2012 insgesamt acht Schürfgruben (SG1-8/12) ausgehoben. Zur Ermittlung des Lagerungszustandes der Böden wurden zusätzlich drei schwere Rammsondierungen (DPH1-3/12) nach der DIN EN ISO 22476-2:2005-04 ausgeführt. Die Ansatzpunkte der Erkundungsstellen wurden nach Lage und Höhe vom Ingenieurbüro Zimmermann & Meixner eingemessen. Die Lage der Aufschlusspunkte ist im Lageplan der Anlage 1 dargestellt. Die

Höhen der Ansatzpunkte, so wie die detaillierte, nach DIN 4022, DIN 18196 und DIN 18300 klassifizierte Bodenaufnahme, sind in den geologischen Profilen der Anlagen 2.1 bis 2.3 aufgeführt.

Um die Durchlässigkeit der anstehenden Böden beurteilen zu können, wurde in der Schürfgrube SG2/12 ein Sickersversuch innerhalb der Verwitterungsdecke durchgeführt. Aus der Schürfgrube SG1/12 wurde vom Moränenkies eine Bodenprobe entnommen und im geotechnischen Labor der Durchlässigkeitsbeiwert bestimmt. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in der Anlage 3 bzw. 4.2 enthalten.

Der nördliche Teil des Baugebietes wurde in der Vergangenheit als Intensivobstanlage genutzt. Um eventuelle Belastungen durch Pflanzenschutzmittel auszuschließen, wurden in diesem Bereich Bodenproben entnommen (BS1 bis BS10). Ebenso wurden zu diesem Zweck Bodenproben aus den Schürfgruben SG1/12 bis SG8/12 entnommen. Die Proben wurden im Umweltinstitut synlab, Stuttgart, auf Pflanzenschutzmittel untersucht. Die Ergebnisse sowie deren Bewertung sind in der Anlage 6 dargestellt.

Es galt zusätzlich die Radonbelastung im Baugebiet zu erkunden. Für diese Untersuchungen wurden vom Sachverständigenbüro Kemski & Partner aus Bonn, in 25 gleichmäßig über das geplante Baugebiet verteilten Punkten (MP1 bis MP25), Messungen zur Radonbelastung ausgeführt und eine gutachterliche Stellungnahme erstellt (Anlage 7).

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

2.1 Geomorphologische Situation

Das Neubaugebiet befindet sich am östlichen Ortsrand von Grünkraut und wird momentan als Acker und Wiese genutzt. Das Gelände fällt von Norden nach Süden und Südwesten ab.

Aus geologischer Sicht befindet sich das Untersuchungsgebiet in der weitläufigen Moränenlandschaft der Würmeiszeit. Dementsprechend besteht der tiefere Untergrund bzw. bestehen die Hügelkuppen um Grünkraut aus Moränenablagerungen der Würmeiszeit (Grundmoräne, Moränenkies, Moränensand), die hier die tertiärzeitlichen Molassesedimente überlagern.

Im nachfolgenden Holozän verwitterten die Glazialböden in ihrem oberen Bereich (Verwitterungsdecke). Eine Mutterbodenschicht (Oberboden und Ackerkrumme) schließt die natürliche Schichtenfolge ab. In unmittelbarer Nähe von Straßen und Wegen ist mit Auffüllungen zu rechnen.

2.2 Bodenschichten

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

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

Im Einzelnen wurden mit den acht Schürfgruben SG1/12 bis SG8/12 sowie den Rammsondierungen DPH1/12 bis DPH3/12 folgende Schichtglieder bzw. Schichttiefen festgestellt:

Tabelle 1: Schichtglieder und Schichttiefen (bis m unter Gelände)

Aufschluss Ansatzhöhe m ü. NN	SG1/12 598.52	SG2/12 599.79	SG3/12 604.04	SG4/12 604.84	SG5/12 610.48	SG6/12 609.30
Mutterboden	0,00 – 0,40	0,00 – 0,40	0,00 – 0,40	0,00 – 0,30	0,00 – 0,40	0,00 – 0,50
Verwitterungsdecke, Schluff	0,40 – 1,70	0,40 – 1,50	0,40 – 1,90	0,30 – 0,90	0,40 – 2,10	0,50 – 1,80
Verwitterungskies	–	–	–	–	–	–
Grundmoräne	1,70 – 2,60	1,50 – 2,60	1,90 – 4,20*	0,90 – 4,30*	2,10 – 4,30*	1,80 – 4,30*
Moränenkies	2,60 – 4,10*	2,60 – 3,90*	–	–	–	–
Moränensand	–	–	–	–	–	–

* Endtiefe

Fortsetzung Tabelle 1: Schichtglieder und Schichttiefen (bis m unter Gelände)

Aufschluss Ansatzhöhe m ü. NN	SG7/12 601.68	SG8/12 606.57	DPH1/12 608.05	DPH2/12 606.04	DPH3/12 603.81
Mutterboden	0,00 – 0,40	0,00 – 0,30	0,00 – 0,40	0,00 – 0,40	0,00 – 0,40
Verwitterungsdecke, Schluff	0,40 – 1,50	0,30 – 1,70	0,40 – 1,90	0,40 – 2,40	0,40 – 2,60
Verwitterungskies	1,50 – 2,30	–	–	–	–
Grundmoräne	–	1,70 – 3,60 3,80 – 4,50*	1,90 – 5,60*	2,40 – 5,00*	2,60 – 6,80*
Moränenkies	2,30 – 4,10*	–	–	–	–
Moränensand	–	3,60 – 3,80	–	–	–

* Endtiefe

Anmerkung: Da es sich bei Rammsondierungen um ein indirektes Aufschlussverfahren handelt (keine Bodenförderung), sind die dargestellten Schichtgrenzen bei den Rammsondierungen, insbesondere der Übergang von Schichten ähnlicher Konsistenz oder ähnlichem Lagerungszustand, als Interpretation zu sehen.

2.3 Bautechnische Beschreibung der Schichten

Mutterboden

Der Oberboden am Projektstandort besteht aus einem schwach tonigen, feinsandigen, lokal schwach kiesigen sowie humosen Schluff. Die Konsistenz ist weich. Die Oberbodenschicht ist nicht tragfähig.

Verwitterungsdecke

Die Verwitterungsdecke setzt sich aus einem schwach tonigen, lokal schwach tonigen bis tonigen, schwach sandigen bis sandigen, schwach kiesigen, lokal schwach kiesigen bis kiesigen Schluff zusammen. Vereinzelt ist die Verwitterungsdecke schwach steinig, sehr vereinzelt sind auch Blöcke in der Verwitterungsdecke vorhanden.

Die Verwitterungsdecke ist stellenweise humos und es reichen Wurzeln bis in den Verwitterungshorizont hinein. Die Konsistenz der Verwitterungsdecke ist der manuellen Ansprache sowie den Schlagzahlen der schweren Rammsondierung zufolge als weich bis steif zu bezeichnen.

Im Bereich der Schürfgrube SG7/12 folgt unter der lehmigen Verwitterungsdecke ein Verwitterungskies. Der Kiesboden setzt sich aus einem stark schluffigen, schwach sandigen bis sandigen Fein- bis Grobkies zusammen. Der Lagerungszustand des Kiesbodens ist locker, die bindige Matrix hat weiche bis steife Konsistenz.

Die Verwitterungsdecke ist zum Abtrag von Gebäudelasten gering bis mäßig geeignet. Die Verwitterungsdecke ist frost- und witterungsempfindlich. Bei Wasserzutritt weicht der Lehm- boden schnell auf und verliert an Tragfähigkeit

Grundmoräne

Die Grundmoräne ist bautechnisch als ein überwiegend schwach toniger, lokal auch toniger schwach kiesiger bis stark kiesiger Schluff zu beschreiben. In der Grundmoräne kommen immer wieder Steine (\varnothing 63 mm bis 200 mm) und auch vereinzelt Blöcke (\varnothing > 200 - 500 mm) vor.

Die obersten Dezimeter der Grundmoräne sind meist aufgeweicht (10 bis 30 cm). Die Konsistenz in diesem Bereich ist demzufolge weich (s. auch Anlage 4.4).

Darunter hat die Grundmoräne steife bis halbfeste Konsistenz. Zur Tiefe hin geht diese in halbfest bis fest über (s. auch Anlage 4.3). Nach der DIN 18300 sind gemischtkörnige Böden weicher bis halbfester Konsistenz in die Bodenklasse 4 und Böden mit fester Konsistenz in die Bodenklasse 6 zu rechnen, während steinige Grundmoräne zur Bodenklasse 5 gehört. Die Grundmoräne ist als gut tragfähig einzustufen. Auch die Grundmoräne weicht bei Wasserzutritten, z.B. durch Niederschläge bzw. Schichtwasseraustritte, schnell auf und verliert dann oberflächlich ihre Tragfähigkeit.

Moränenkies

In den Schürfgruben SG1/12, SG2/12 und SG7/12 wurde Moränenkies angetroffen. Der Moränenkies kann aus bautechnischer Sicht als ein schluffiger bis stark schluffiger, schwach sandiger bis sandiger sowie steiniger Fein- bis Grobkies bezeichnet werden. Der Lagerungszustand des Kiesbodens ist mitteldicht. Innerhalb des Moränenkieses kam es vereinzelt zum Austritt von Schichtwasser. Der Moränenkies stellt einen gut tragfähigen Baugrund dar.

Moränensand

Vereinzelt sind in der Grundmoräne dünne Schichten aus Moränensand eingeschaltet. Der lediglich in der Schürfgrube SG8/12 angetroffene Moränensand setzt sich aus einem schwach schluffigen Fein- bis Grobsand mitteldichter Lagerung zusammen. Der Moränensand stellt ebenfalls einen gut tragfähigen Baugrund dar.

2.4 Bodenkennwerte und Klassifizierung

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

Tabelle 2: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte)

Schicht	Wichte (feucht) γ [kN/m ³]	Wichte (unter Auftrieb) γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel φ' [°]	Kohäsion (dräniert) c' [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
Mutterboden	13 – 15	3 – 5	15 – 17,5	0	0,5 – 1
Verwitterungsdecke	18 – 19	8 – 9	25,0 – 27,5	1 – 2	4 – 6
Verwitterungskies	19 – 20	9 – 10	27,5 – 30,0	0	4 – 6
Grundmoräne mind. steif bis halbfest	18 – 20	8 – 10	25,0 – 27,5	3 – 6	30 – 40
Grundmoräne halbfest bis fest	18 – 20	8 – 10	25,0 – 27,5	6 – 10	40 – 50
Moränenkies (schluffig)	19 – 21	9 – 11	30,0 – 32,5	1 – 2	40 – 50

Tabelle 3: Klassifizierung der Böden

Schicht	Bodengruppe DIN18196	Bodenklasse DIN18300	Bodenklasse DIN18301	Frostempfindlichkeit ZTV E-StB 09
Mutterboden	OU, (OU)	1	BO1	F3
Verwitterungsdecke	UL/UM	4	BB2	F3
Grundmoräne	UL/UM/X/Y	4,5,6*	BB2-4/BS1-3	F3
Moränenkies	GU*/X/Y	4,5*	BN2/BS1-3	F3
Moränensand	SU	3	BN1	F2/F3

*je nach Anteil und Größe der Steine und Blöcke / bei fester Konsistenz Bkl.6
Blöcke > 600 mm sind in der Grundmoräne möglich

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).

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 der Erkundungsarbeiten am 04.04.2012 wurde nur in den Schürfgruben SG1/12 und SG2/12 Wasser angetroffen.

Es wurden folgende Wasserstände gemessen:

Tabelle 4: Grund- und Schichtwasserstände in den Schürfgruben SG1-8/12 am 04.04.2012

Schurf	GW/SW-Wasser angebaggert		GW /SW nach Untersuchungsende	
	m u. Gel.	m ü. NN	m u. Gel.	m ü. NN
SG1/12	3,20	595.32	3,20	595.32
SG2/12	2,70	597.09	2,70	597.09
SG3/12	kein Wasser*	-	-	-
SG4/12	kein Wasser*	-	-	-
SG5/12	kein Wasser*	-	-	-
SG6/12	kein Wasser*	-	-	-
SG7/12	kein Wasser*	-	-	-
SG8/12	kein Wasser*	-	-	-

*kein Wasser bis zur Endtiefe des Schurfes angetroffen

Bei dem angetroffenen Wasser in den Schürfgruben SG1/12 und SG2/12 handelt es sich um Schichtwasser, welches im Moränenkies vorhanden ist. Die Schichtwassermengen waren zum Zeitpunkt der Untersuchungen gering.

Die Verwitterungsdecke und die Grundmoräne sind als wasserstauende Schichten einzustufen. Nach lang anhaltenden Niederschlägen kann, auch bedingt durch die Hanglage, auch in diesen Böden Schichtwasser vorkommen.

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 $k_f < 1,0 \cdot 10^{-6}$ 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 lehmigen Böden. Diese Bodenschichten sind erfahrungsgemäß schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig. Um den Durchlässigkeitsbeiwert der Verwitterungsdecke zu bestimmen, wurde in der Schürfgrube SG2/12 ein Sickerversuch ausgeführt (s. Anlage 3). Aus dem Moränenkies der Schürfgrube SG1/12 wurde von 2,90 m bis 3,90 m Tiefe eine Bodenprobe entnommen. Die Kornverteilung des Bodens ist in der Anlage 4.1 dargestellt. Es handelt sich der Siebung zufolge um einen schluffigen und sandigen Kies (Schluffanteil 22%). Die Durchlässigkeit des Moränenkieses wurde im grundbautechnischen Labor bestimmt, da ein Sickerversuch in der Schürfgrube nicht möglich war (Grube zu tief, die Wände brachen immer wieder ein). Das Ergebnis des Laborversuches ist in der Anlage 4.2 enthalten.

Der vertikale Durchlässigkeitsbeiwert (k_f) aus dem Sickerversuch (Feldversuch) und dem Laborversuch sowie die dazugehörigen Bemessungs – k_f – Werte nach dem DWA-A 138, Tab. B.1, sind in der Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Durchlässigkeitsbeiwert k_f der Verwitterungsdecke bei SG2/12 und des Moränenkieses bei SG1/12

Aufschluss	vertikale Durchlässigkeit k_f -Wert Feldversuch (m/s)	vertikale Durchlässigkeit k_f -Wert Bemessung (m/s)	Bodenart
SG2/12 0,90 m u. GOK	$3,49 \cdot 10^{-7}$	(Korrekturfaktor 2) $6,98 \cdot 10^{-7}$	<u>Verwitterungsdecke</u> Schluff, schwach tonig, schwach kie- sig bis kiesig, schwach sandig
SG1/12 2,90 m bis 3,90m u. GOK	$8,562 \cdot 10^{-7}$	(Korrekturfaktor 0,2) $1,71 \cdot 10^{-7}$	<u>Moränenkies</u> schluffig, sandig

Die gemessenen vertikalen Durchlässigkeitsbeiwerte stufen die Verwitterungsdecke und den Moränenkies nach DIN 18130, Teil 1, Tabelle 1 als einen „schwach durchlässigen“ Boden ein.

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

Die anstehenden Böden entsprechen somit nicht den Anforderungen des DWA-A 138 zur ausschließlichen Versickerung von Oberflächenwasser.

4. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

4.1 Gründung

Von den geplanten Gebäuden liegen noch keine Detailpläne vor. Die geotechnischen Schnitte sind in den Anlagen 2.1 bis 2.3 enthalten. Entsprechend Abschnitt 2.3 sind die Bauwerkslasten in die Grundmoräne bzw. den Moränenkies abzutragen.

Die Hangendgrenze der Moränenablagerungen wurde bei den Aufschlüssen SG1/12 bis SG8/12 sowie DPH1/12 bis DPH3/12 auf folgenden Höhenkoten erkundet:

SG1/12:	596.82 m ü. NN / 1,70 m unter Geländeoberkante - Grundmoräne
SG2/12:	598.29 m ü. NN / 1,50 m unter Geländeoberkante - Grundmoräne
SG3/12:	602.14 m ü. NN / 1,90 m unter Geländeoberkante - Grundmoräne
SG4/12:	603.94 m ü. NN / 0,90 m unter Geländeoberkante - Grundmoräne
SG5/12:	608.38 m ü. NN / 2,10 m unter Geländeoberkante - Grundmoräne
SG6/12:	607.50 m ü. NN / 1,80 m unter Geländeoberkante - Grundmoräne
SG7/12:	599.38 m ü. NN / 2,30 m unter Geländeoberkante - Moränenkies
SG8/12:	604.87 m ü. NN / 1,70 m unter Geländeoberkante - Grundmoräne
DPH1/12:	606.15 m ü. NN / 1,90 m unter Geländeoberkante - Grundmoräne
DPH2/12:	603.64 m ü. NN / 2,40 m unter Geländeoberkante - Grundmoräne
DPH3/12:	601.21 m ü. NN / 2,60 m unter Geländeoberkante - Grundmoräne

Es wird vorgeschlagen die Gebäude einheitlich in den gut tragfähigen Moränenablagerungen auf Fundamenten oder einer Bodenplatte zu gründen.

Werden Gebäude nicht unterkellert, so sind die Fundamente über Fundamentvertiefungen bis auf die Moränenablagerungen zu führen. Dazu werden senkrechte Gräben bis zur Grundmoräne ausgehoben und unmittelbar nach Aushub bis auf die Oberkante der geplanten Fundamente mit Magerbeton aufgefüllt. Wie die Baggerarbeiten zeigten, blieben die Schürfgruben kurzfristig unter 90° stehen. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die Fundamentvertiefungen unter keinen Umständen betreten werden dürfen und direkt nach dem Aushub mit Magerbeton zu verfüllen sind.

Bei einer Gründung nicht unterkellelter Gebäude auf einer elastisch gebetteten Bodenplatte ist die Verwitterungsdecke durch einen Bodenersatzkörper auszutauschen. Der Bodenersatzkörper ist aus einem feinkornarmen (< 5% Schluffanteil) Kiessand herzustellen, lagenweise einzubauen und zu verdichten ($D_{Lage} = 0,30$ m). Die ordnungsgemäße Verdichtung des Bodenersatzkörpers ist mittels 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.

In den Anlagen 5.1 bis 5.4 sind Fundamentdiagramme für die Vorbemessung von Einzel- und Streifenfundamenten enthalten, welche in den Moränenablagerungen gründen. Der aufnehmbare Sohldruck ist dort in Abhängigkeit von der Fundamentgeometrie und für mittige Belastung dargestellt. Berechnungsgrundlage sind die DIN 1054:2005-01 und die DIN 4017:2006-03. Es liegt der Lastfall 1 (ständige Bemessungssituation) zugrunde und das Verhältnis von veränderlichen zu Gesamtlasten wurde mit 0,5 vorausgesetzt.

Bei einem Ausnutzungsgrad von $\mu \leq 1,0$ und Begrenzung der rechnerischen Setzung auf z. B. $s \leq 1,5$ cm ist, je nach gewählter Fundamentgeometrie, folgender aufnehmbarer Sohldruck anzusetzen (Auszüge aus den Anlagen 5.1 bis 5.4):

Anlage 5.1 – quadratisches Einzelfundament ($a / b = 1$) – Randfundament (Auflast = 2,00 m)

Einzelfundament $a \times b = 0,80 \times 0,80$ m: zul. $\sigma = 556$ kN/m², zul. $R = 355$ kN, zugh. $s = 0,84$ cm
Einzelfundament $a \times b = 1,20 \times 1,20$ m: zul. $\sigma = 574$ kN/m², zul. $R = 826$ kN, zugh. $s = 1,27$ cm
Einzelfundament $a \times b = 1,60 \times 1,60$ m: zul. $\sigma = 520$ kN/m², zul. $R = 1.331$ kN, zugh. $s = 1,50$ cm

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

Einzelfundament $a \times b = 0,80 \times 0,80$ m: zul. $\sigma = 264 \text{ kN/m}^2$, zul. $R = 169 \text{ kN}$, zugh.s = 0,38 cm
Einzelfundament $a \times b = 1,20 \times 1,20$ m: zul. $\sigma = 282 \text{ kN/m}^2$, zul. $R = 406 \text{ kN}$, zugh.s = 0,59 cm
Einzelfundament $a \times b = 1,60 \times 1,60$ m: zul. $\sigma = 300 \text{ kN/m}^2$, zul. $R = 768 \text{ kN}$, zugh.s = 0,82 cm

Anlage 5.3 – Streifenfundament $l = 15$ m - Randfundament (Auflast = 2,00 m)

Streifenfundament $b = 0,6$ m, $l = 15$ m: zul. $\sigma = 398 \text{ kN/m}^2$, zul. $R = 238 \text{ kN/m}$, zugh.s = 1,11 cm
Streifenfundament $b = 0,8$ m, $l = 15$ m: zul. $\sigma = 413 \text{ kN/m}^2$, zul. $R = 330 \text{ kN/m}$, zugh.s = 1,44 cm
Streifenfundament $b = 1,0$ m, $l = 15$ m: zul. $\sigma = 363 \text{ kN/m}^2$, zul. $R = 363 \text{ kN/m}$, zugh.s = 1,50 cm

Anlage 5.4 – Streifenfundament $l = 15$ m – Mittelfundament ($h = 0,60$ m)

Streifenfundament $b = 0,6$ m, $l = 15$ m: zul. $\sigma = 195 \text{ kN/m}^2$, zul. $R = 117 \text{ kN/m}$, zugh.s = 0,49 cm
Streifenfundament $b = 0,8$ m, $l = 15$ m: zul. $\sigma = 208 \text{ kN/m}^2$, zul. $R = 166 \text{ kN/m}$, zugh.s = 0,66 cm
Streifenfundament $b = 1,0$ m, $l = 15$ m: zul. $\sigma = 222 \text{ kN/m}^2$, zul. $R = 222 \text{ kN/m}$, zugh.s = 0,83 cm.

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 über Magerbetonvertiefungen in den Moränenablagerungen gegründet werden gelten die Diagramme für Randfundamente (Auflast 2,00 m).

Die zulässigen Setzungen des Gebäudes sind vom zuständigen Planer festzulegen.

Bei den o. g. Tragfähigkeitswerten ist die gegenseitige Beeinflussung von Fundamentlasten noch nicht berücksichtigt. Es wird vorgeschlagen, die Gründungsvorbemessung nach den Fundamentdiagrammen in den Anlagen 5.1 bis 5.4 vorzunehmen. Nach Vorlage der aktuellen Bauwerkslasten (Fundamente mit Bodenpressungen) 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 in den Moränenablagerungen gegründet, so kann zur Vorbemessung der Bodenplatte ein Bettungsmodul in der Größenordnung von $k_s = 14 - 18 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden. Der exakte Bettungsmodulverlauf kann über den Steifemodul des Bodens anhand einer detaillierten Setzungsberechnung bestimmt werden.

Die Grundmoräne und die Verwitterungsdecke 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

Nach anhaltenden Niederschlägen muss mit Schicht- und Hangwasser in der Verwitterungsdecke, der Grundmoräne und dem Moränenkies gerechnet werden. Im Projektgebiet ist mit Dränagen, welche zur Grundstücksentwässerung angelegt wurden, zu rechnen.

Auf Grund der geringen Durchlässigkeit des Untergrundes ist in der Arbeitsraumverfüllung des 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.).

4.3 Baugruben

Im Baugebiet sind frei geböschte Baugruben möglich. Generell sind in der Verwitterungsdecke und dem Moränenkies Böschungen mit 45° nach der DIN 4124 ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit bis zu einer Tiefe von 5 m möglich. In der Grundmoräne sind Böschungswinkel bis 60° möglich.

Bei Schichtwasserzutritten sind die freien Böschungen mit Stützscheiben aus Einkornbeton zu sichern.

Sollten frei geböschte Baugruben mit den o. g. Böschungsneigungen aufgrund der Platzverhältnisse nicht möglich sein, so ist die Baugrube durch einen Verbau zu sichern. Dies kann zum Beispiel ein Trägerbohlwand- oder Spundwandverbau sein. Aufgrund der hohen Konsistenz der Grundmoräne sowie lokal vorkommenden Steinen oder auch Blöcken, sind die Träger bzw. die Spunddielen nur schwer bis gar nicht ramm- bzw. rüttelbar. In diesem Fall sind Austausch- bzw. Auflockerungsbohrungen vorzusehen.

Die Standsicherheit der Verbaumaßnahmen ist rechnerisch nachzuweisen.

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 4.3 frei geböscht werden.

Alternativ zur freien Böschung ist die Sicherung mit Grabenverbaugeräten möglich. Der Einsatz von Grabenverbaugeräten minimiert die Aushubmenge und die Grabenbreite. Eventuell auftretendes Schichtwasser ist in den Kanalgräben mit einer offenen Wasserhaltung zu fassen.

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

Liegen die Kanalsohlen in den darüber liegenden Schichten (Verwitterungsdecke) ist als Gründungspolster ein Bodenersatzkörper (Kiessand, Schluffanteil < 5%) mit einer Mächtigkeit von $D = 50 \text{ cm}$ einzubauen. Der Bodenersatzkörper ist vom anstehenden Baugrund 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.

Die Verwitterungsdecke und die Grundmoräne können zur Verfüllung der Kanalgräben ohne zusätzliche Maßnahmen nicht verwendet werden. Nach dem Einbau besitzen diese Böden eine höhere Durchlässigkeit als zuvor. Bei einem Wasserzutritt werden diese Böden aufgeweicht, es werden Feinbestandteile ausgewaschen, dies führt ggf. zu Setzungen im Straßenbereich. Die Verwitterungsdecke und die Grundmoräne können nur dann zur Verfüllung der Kanalgräben herangezogen werden, wenn sie vorab durch ein Kalk-Zement Bindemittel verbessert werden (z. B. Dorosol C30).

Es wird deshalb empfohlen, die Kanalgräben mit einem gut verdichtbaren Kiessand zu verfüllen.

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 frostempfindlich (F2) bis sehr frostempfindlich (F3) einzustufen. Des Weiteren sind diese Böden witterungsempfindlich. Nach den ZTV E-StB09 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 Verwitterungslehms vermutlich nicht erreicht werden. Es wird empfohlen den Verformungsmodul des Erdplanums vor der Baumaßnahme (bzw. der Ausschreibung) durch Plattendruckversuche zu untersuchen.

Sollte das Erdplanum den geforderten Verformungsmodul nicht erreichen, sind baugrundverbessernde Maßnahmen notwendig. Es wird vorgeschlagen den eigentlichen frostsicheren Straßenaufbau auf einem $0,50 \text{ m}$ dicken Bodenersatzkörper aus Kiessand (Schluffanteil < 5 %) aufzubauen. Der Bodenersatzkörper ist lagenweise einzubauen und zu verdichten. Zwischen anstehendem Baugrund und Bodenersatzkörper ist eine Trennvlies (GRK3) einzulegen. Der fachgerechte Einbau des Bodenersatzkörpers ist anhand von Plattendruckversuchen zu überprüfen.

Alternativ zu einem Bodenersatzkörper kann der Untergrund mit einem Kalk-Zement Bindemittel stabilisiert werden. (Frästiefe $\geq 0,40 \text{ m}$, Bindemittelzugabe etwa 2 – 4 Gew. % Dorosol C30 oder C50, je nach aktueller Bodenfeuchte)

5. Ergebnisse der Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittel und Radonbelastung

5.1 Pflanzenschutzmittel

Aus den Bohrstocksondierungen BS1 bis BS10 im Bereich der ehemaligen Intensivobstanlage wurden 10 Einzelproben aus dem Horizont von $0,0 - 0,3 \text{ m}$ entnommen und zu einer Mischprobe zusammengefasst (MP1). Aus den Schürfguben SG1/12 bis SG8/12 wurden aus den Oberbodenhorizonten 8 Einzelproben entnommen und ebenfalls zu einer Mischprobe zusammengefasst (MP2).

Die Mischproben wurden durch das Umweltinstitut synlab auf Organochlorpestizide untersucht. Die Bewertung der Untersuchungsergebnisse erfolgte durch das Sachverständigenbüro Dr. Lindinger aus Weingarten. Die gutachterliche Stellungnahme hierzu ist in Anlage 6 enthalten.

Demnach ergeben sich keine Verdachtshinweise auf Organochlorpestizide. Maßgebend sind die in Anlage 6 dargestellten Untersuchungsergebnisse.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Untersuchung auftragsgemäß nur auf Organochlorpestizide vorgenommen wurde.

5.2 Radonuntersuchung

Zusätzlich zu der Baugrunderkundung erfolgte eine Untersuchung im Neubaugebiet auf eine mögliche Radonbelastung. Diese Untersuchungen inklusive einer gutachterlichen Stellungnahme wurden vom Sachverständigenbüro Kemski & Partner aus Bonn durchgeführt.

Die gutachterliche Stellungnahme von Dr. Kemski ist in der Anlage 7 enthalten. Maßgebend ist die komplette gutachterliche Stellungnahme mit allen Anlagen.

Demnach werden aufgrund der Einstufung des Untersuchungsgebietes in das Radonvorsorgegebiet II folgende präventive Schutzmaßnahmen zum radonsicheren Bauen empfohlen (gemäß Bundesamt für Strahlenschutz - BfS):

Auszug aus Anlage 7 (gilt nur zusammen mit der kompletten Stellungnahme)

Radonvorsorgegebiet I

- Abdichtung von Böden und Wänden im erdberührten Bereich gegen von außen angreifende Bodenfeuchte mit radondichten Materialien in Anlehnung an DIN 18 195
- Konstruktiv bewehrte, durchgehende Bodenplatte aus Beton (Dicke: mindestens 15 cm)
- Abdichtung von Zu- und Ableitungen mit radondichten Materialien
- Zuführung der Verbrennungsluft für Heizkessel u. ä. von außen

Anmerkung:

Der Begriff „Radondichtigkeit“ ist in Deutschland folgendermaßen definiert: Ein Material gilt als radondicht, wenn seine Dicke größer oder gleich 3 Relaxationslängen von Radon ist. In der Praxis bedeutet dies, dass dieses Material ca. 95% des Radon zurückhält und nur ca. 5% des Radon hindurch diffundieren kann. Die Radondichtigkeit muss vom Hersteller des Materials durch ein Zertifikat nachgewiesen werden.

Maßnahmen zum radonsicheren Bauen sind vor allem für Gebäude in Betracht zu ziehen, in denen im erdberührten Bereich dauerhafte Aufenthaltsräume (Wohnbereich, Arbeitsplätze) vorhanden sind. Für Gebäude bzw. Räume, die nicht dauerhaft zu Aufenthaltszwecken genutzt werden, sind aus Sicht des Gutachters besondere Maßnahmen zum präventiven Radonschutz nicht zwingend in die Planung einzubeziehen.

Radonvorsorgegebiet II

- Maßnahmen wie im Radonvorsorgegebiet I

- *Einbringen einer radondichten Folienabdichtung unter der Bodenplatte, ggf. Anschluss an vertikale Abdichtungen*
- *ggf. Verlegung einer Dränage in Kiesbett unter der Bodenplatte*

Anmerkung:

Ziel einer Drainage ist es, mittels Unterdruck die radonhaltige Bodenluft aus dem Gebäudeuntergrund abzusaugen und in die Atmosphäre abzuleiten. Beim Anlegen einer Drainage muss die Durchlässigkeit des Untergrundes in geeigneter Weise berücksichtigt werden; Verbindungen („Kurzschlüsse“) zu eventuell vorhandenen Entwässerungssystemen oder zur freien Atmosphäre müssen ausgeschlossen sein. Die Ableitung der abgesaugten Luft in die Atmosphäre erfolgt in der Regel über Vollwandrohre (z. B. in bereits vorhandenen Schächten im Gebäudeinneren oder an der Gebäudeaußenseite), ggf. ist der Einsatz eines Ventilators zur Erzeugung des Unterdruckes notwendig. Auslassöffnungen der abgesaugten Luft sollten stets mehr als 2m von Türen oder Fenstern entfernt sein.

Radonfachstellen aus Süddeutschland, Österreich, der Schweiz und Südtirol haben gemeinsame Veröffentlichungen zum Thema Radon erarbeitet, u. a. auch zu Vorsorgemaßnahmen bei Neubauten (s. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, <http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/87964/> ; zuletzt besucht am 12.04.2012). Hierin sind entsprechende Maßnahmen eingehender beschrieben.

- *Hinterfüllung von erdberührten Außenwänden mit nicht-bindigen Materialien*

Allgemeine Anmerkungen zum vorliegenden Geotechnischen Gutachten A1202013

Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf die bei den Untersuchungsstellen ermittelten Bodenschichten und deren geotechnischen Eigenschaften. Abweichungen von den gemachten Angaben (Schichttiefen, Bodenzusammensetzung, Wasserstände etc.) können auf Grund einer Heterogenität des Untergrundes nicht ausgeschlossen werden. Ferner ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der ange-troffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerun-gen erforderlich.

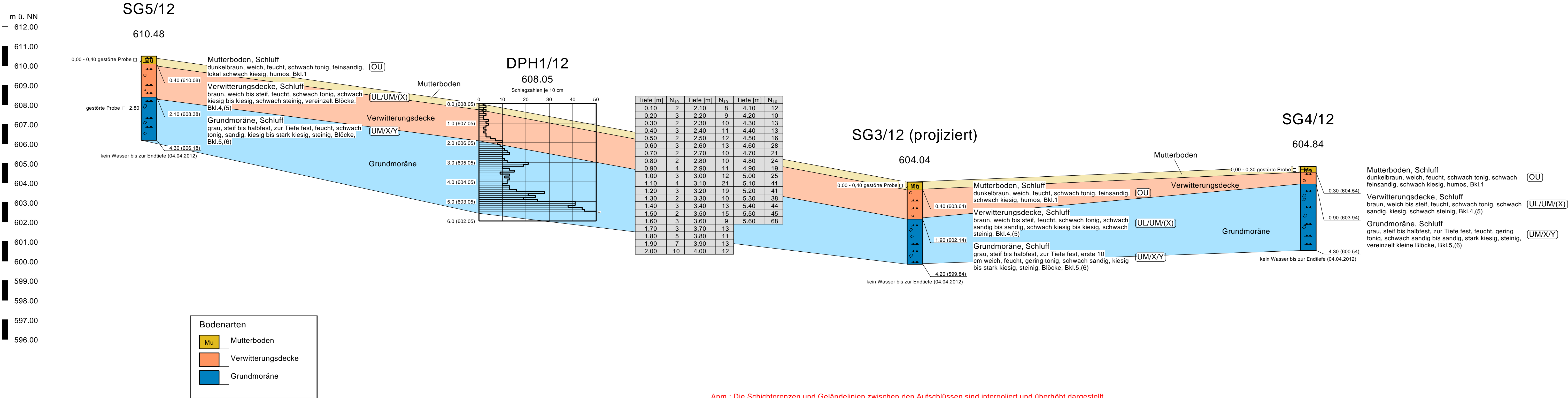
Das Gutachten ist nur zusammen mit allen Anlagen gültig (Anlage 1 bis Anlage 7). Eine aus-zugsweise Weitergabe ist nicht gestattet.

Bei Fragen zum Thema Radon wird gebeten sich direkt mit dem Sachverständigenbüro Kemski & Partner in Verbindung zu setzen (Euskirchener Straße 54, 53121 Bonn, Tel. 0228/96292-41, kemksi@kemksi-bonn.de)

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

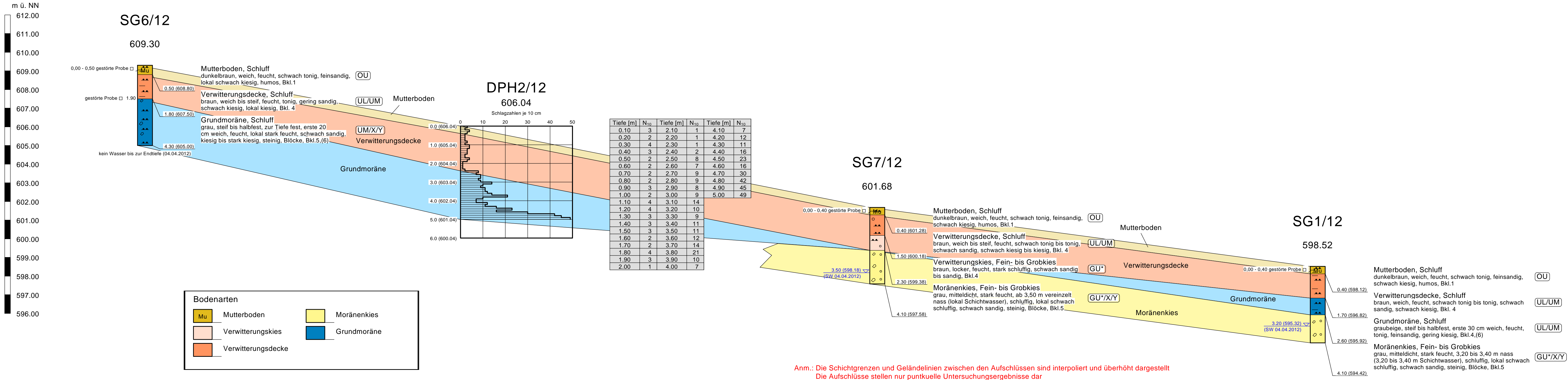

Dipl. Ing. (FH) R. Frankovsky
fm geotechnik 

Geologisches Profil 1: SG5/12 - DPH1/12 - SG3/12 - SG4/12

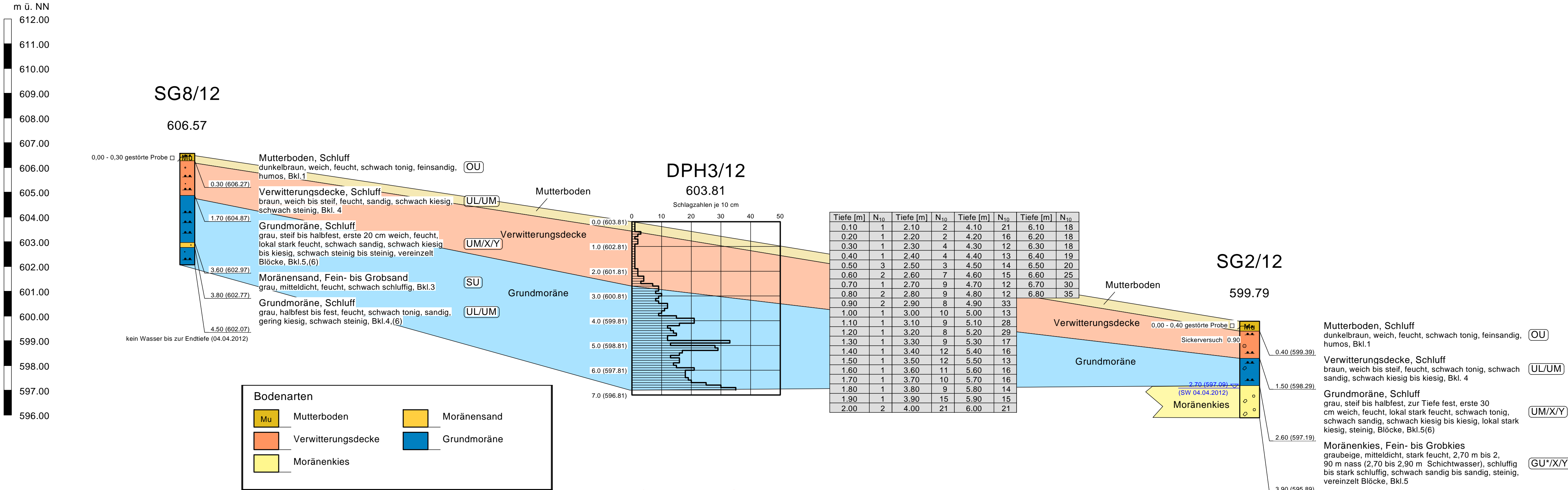


Anm.: Die Schichtgrenzen und Geländelinien zwischen den Aufschlüssen sind interpoliert und überhöht dargestellt
Die Aufschlüsse stellen nur punktuelle Untersuchungsergebnisse dar

Geologisches Profil 2: SG6/12 - DPH2/12 - SG7/12 - SG1/12



Geologisches Profil 3: SG8/12 - DPH3/12 - SG2/12



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: A1202013
Projektname: BG Weiherhalde III Grünkraut
Versuchsdatum: 04.04.2012
Schürfgrube SG2/12
Versuchsnummer: 1
Tiefe und Bodenart: 0,90 m u. GOK - Verwitterungsdecke. Schluff, schwach tonig, schwach kiesig bis kiesig, schwach sandig

Versuchsdaten Schurf:

Länge: 3,20 m
Breite: 1,30 m
Tiefe Sohle: 0,90 m unter Gelände
Fläche Sohle: 4,16 m²
Bezugsradius 1,15 m
Wasserhöhe bei Versuchsbeginn: 0,230 m über Sohle
Wasserhöhe bei Versuchsende: 0,225 m über Sohle

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

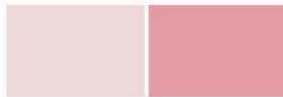
Versuchsablauf und Auswertung

Wasserstand (m ü. Sohle)	t [min]	t [sek]	delta t [sek]	h _m [m]	delta h [m]	k _f [m/s]
0,230	0,0	0,0	0,00	0,23000	0,000	
0,229	60,0	3600,0	3600,00	0,22950	0,001	3,48E-07
0,228	125,0	7500,0	3900,00	0,22850	0,001	3,23E-07
0,227	190,0	11400,0	3900,00	0,22750	0,001	3,24E-07
0,226	240,0	14400,0	3000,00	0,22650	0,001	4,23E-07
0,225	305,0	18300,0	3900,00	0,22550	0,001	3,27E-07

Mittelwert: 3,49E-07

Anmerkungen:

Bemessungswert nach DWA A-138: 3,49 E-07 m/s x 2 = 6,98 E-07 m/s

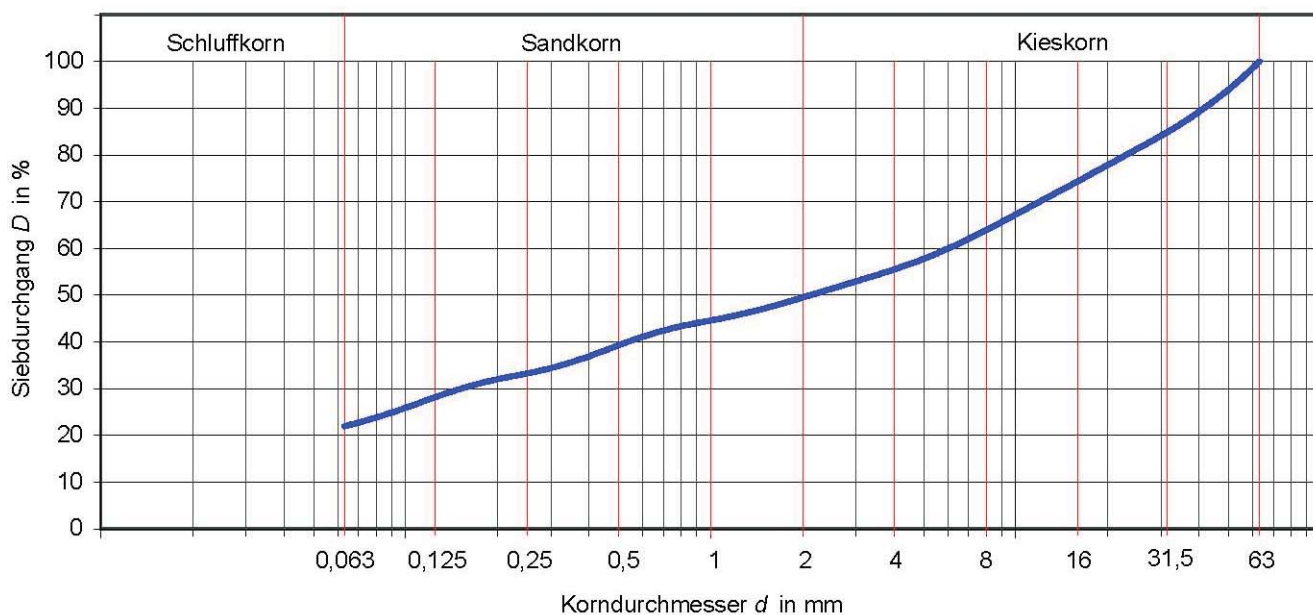


Bestimmung der Korngrößenverteilung

Auftraggeber: fm geotechnik, Amtzell
 Projekt: Grünkraut, Baugebiet Weiherhalde III
 A1202019
 Projektzeichen: Gz M413 Kennzeichen: KV001
 Probenahme am: 04.04.2012 Probenahme durch:
 Entnahmestelle: SG 1
 Entnahmetiefe: 2,90 m bis 3,90 m unter Oberkante Ansatzpunkt
 Entnahmeart: gestört
 Prüfdatum: 10.04.2012 Prüfung durch: Gabriel Frey
 Prüfverfahren: Versuch DIN 18123 - 5

Korngröße d in mm	Durchgang D in M- %		
63	100,0	Kieskorn:	50,5 %
31,5	84,9	Sandkorn:	27,5 %
16	74,4	Schluffkorn:	22,0 %
8	63,9		
4	55,5	Ungleichförmigkeit C_u :	-/-
2	49,5	Krümmung C_c :	-/-
1	44,6		
0,5	39,3	Frostklasse ZTVE:	F2
0,25	33,2		
0,125	28,2	k_f - Wert:	
0,063	22,0		

DIN 18196: gemischtkörnige Kies-Schluff-Gemische mit hohem Feinkornanteil (GU*)
 DIN EN ISO 14688-1: schluffiger, sandiger Kies (sisaGr)
 DIN 4022: Kies, sandig, schluffig (G, s, u)





Wasserdurchlässigkeitsbeiwert

Auftraggeber: fm geotechnik, Amtzell
Projekt: Grünkraut, Baugebiet Weiherhalde III

Projektzeichen: Gz M413 Kennzeichen: DT001
Entnahmestelle: SG 1
Höhe: 2,90 m bis 3,90 m unter Oberkante Ansatzpunkt Entnahmeart: gestört
Entnahmedatum: 04.04.2012
Prüfer: Harald Leidner Prüfdatum: 19.04.2012
Bodenart: gemischtkörniger Boden nach DIN 18196
Messverfahren: DIN 18 130 - TX - DE - ST - SB - UO - 1

Länge des Probekörpers $l_0 = l$:

0,12 m

Querschnittsfläche A :

0,007238 m²

Versuchsdauer:

0 Tage 00 Stunden

Porenzahl e :

0,26

Raumtemperatur T :

22,7 °C - 23,3 °C

Wassergehalt vor dem Versuch ω_a :

9,0 %

Sättigungszahl vor dem Versuch S_{ra} :

0,95

Oberwasserdruck p_2 :

144 kN/m²

Hydraulisches Gefälle i :

30,0

Durchströmung:

von unten nach oben

Korndichte ρ_s :

2,700 g/cm³

Trockendichte ρ_d :

2,147 g/cm³

Verdichtungsgrad D_{pr} :

Porenanteil n :

0,20

Sättigungsdruck u_0 :

180 kN/m²

Wassergehalt nach dem Versuch ω_e :

9,5 %

Sättigungszahl nach dem Versuch S_{re} :

1,00

Unterwasserdruck p_1 :

180 kN/m²

Seitendruck p_3 :

200 kN/m²

Druckdifferenz:

20 kN/m²

Versuchsparameter und -ergebnisse:

Messzeitspanne t :

$$k_T = \frac{V_w \cdot l}{A \cdot h \cdot t}$$

a für $T = 0,5 \cdot (9_{\min} + 9_{\max})$

$k_{10} = k_T \cdot a$

Versuch 1

340 s

$1,228 \cdot 10^{-06}$ m/s

0,7185

$8,822 \cdot 10^{-07}$ m/s

Versuch 2

500 s

$1,145 \cdot 10^{-06}$ m/s

0,7177

$8,219 \cdot 10^{-07}$ m/s

Versuch 3

860 s

$1,199 \cdot 10^{-06}$ m/s

0,7210

$8,644 \cdot 10^{-07}$ m/s

Durchlässigkeitsbeiwert k_{10} :

$8,562 \cdot 10^{-07}$ m/s



Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

Auftraggeber: fm geotechnik, Amtzell
 Projekt: Grünkraut, Baugebiet Weiherhalde III
 A1202013
 Projektzeichen: Gz M413
 Entnommen durch:
 Ausgeführt durch: Gabriel Frey
 Entnahmestelle: SG 5
 Entnahmetiefe: 2,80 m unter Geländeoberkante
 Bodenart:

Kennzeichen: AT001
 Entnahmedatum: 04.04.2012
 Prüfdatum: 10.04.2012

Prüfverfahren: DIN 18122 - LM - P

Entnahmeart: gestört

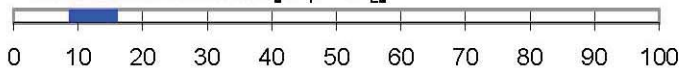
Fließgrenze [w_L]

Versuch	1	2	3	4
Schlagzahl	34	28	16	12
Wassergehalt [%]	15,53	16,03	16,89	17,41

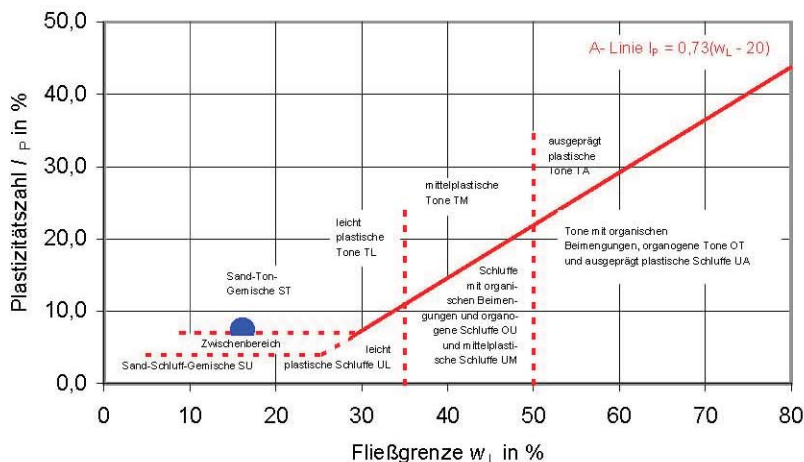
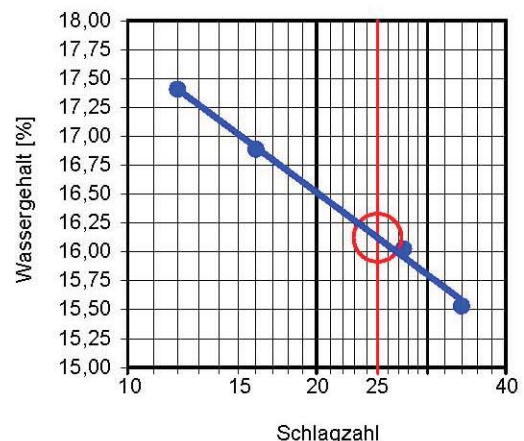
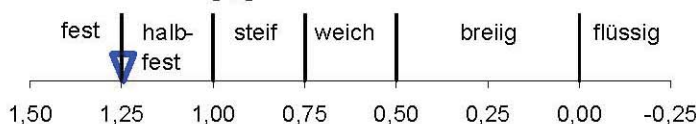
Ausrollgrenze [w_P]

Versuch	1	2
Wassergehalt [%]	8,54	8,82

Konsistenzbereich [$w_P - w_L$]

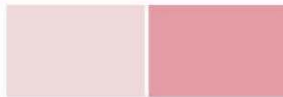


Zustandsform [I_c]



Fließgrenze [w_L] 16,12%
Ausrollgrenze [w_P] 8,68%
Wassergehalt [w] 6,85%
Überkornanteil [\ddot{u}] -/-

Plastizitätszahl [I_P] 7,44%
Konsistenzzahl [I_c] 1,25
Liquiditätszahl [I_L] -0,25



Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

Auftraggeber: fm geotechnik, Amtzell
 Projekt: Grünkraut, Baugebiet Weiherhalde III
 A1202013
 Projektzeichen: Gz M413
 Entnommen durch:
 Ausgeführt durch: Gabriel Frey
 Entnahmestelle: SG 6
 Entnahmetiefe: 1,90 m unter Geländeoberkante
 Bodenart:

Kennzeichen: AT002
 Entnahmedatum: 04.04.2012
 Prüfdatum: 10.04.2012

Prüfverfahren: DIN 18122 - LM - P

Entnahmeart: gestört

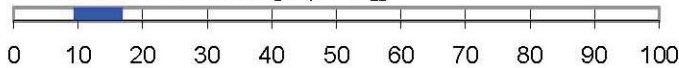
Fließgrenze [w_L]

Versuch	1	2	3	4
Schlagzahl	37	23	20	13
Wassergehalt [%]	16,02	16,95	17,35	18,02

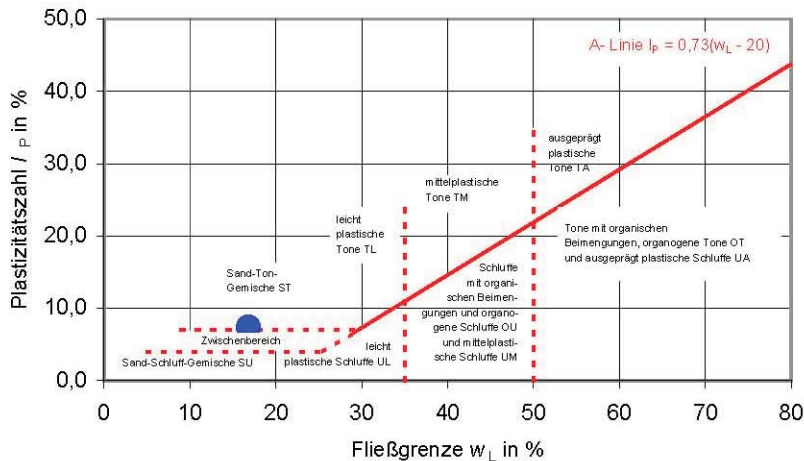
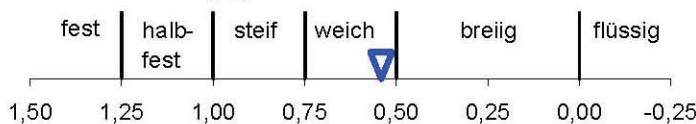
Ausrollgrenze [w_P]

Versuch	1	2
Wassergehalt [%]	9,26	9,51

Konsistenzbereich [$w_P - w_L$]



Zustandsform [I_c]

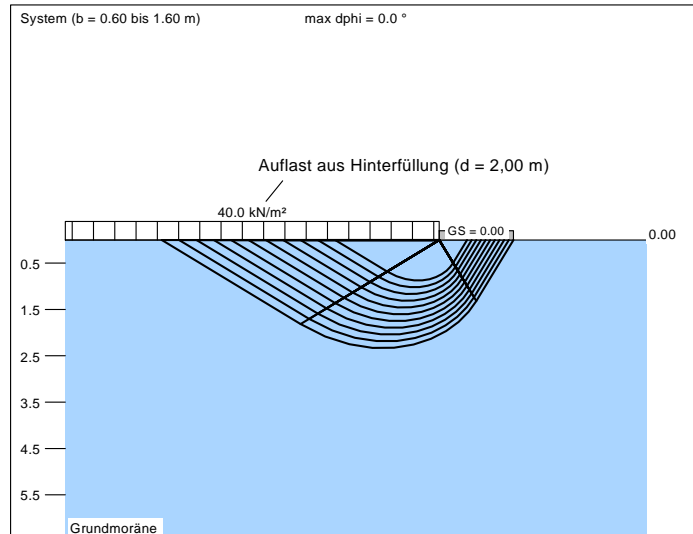


Fließgrenze [w_L] 16,81%
Ausrollgrenze [w_P] 9,39%
Wassergehalt [w] 12,79%
Überkornanteil [\ddot{u}] -/-

Plastizitätszahl [I_P] 7,42%
Konsistenzzahl [I_c] 0,54
Liquiditätszahl [I_L] 0,46

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	7.09	19.0	9.0	27.5	6.0	40.0	0.00	Grundmoräne

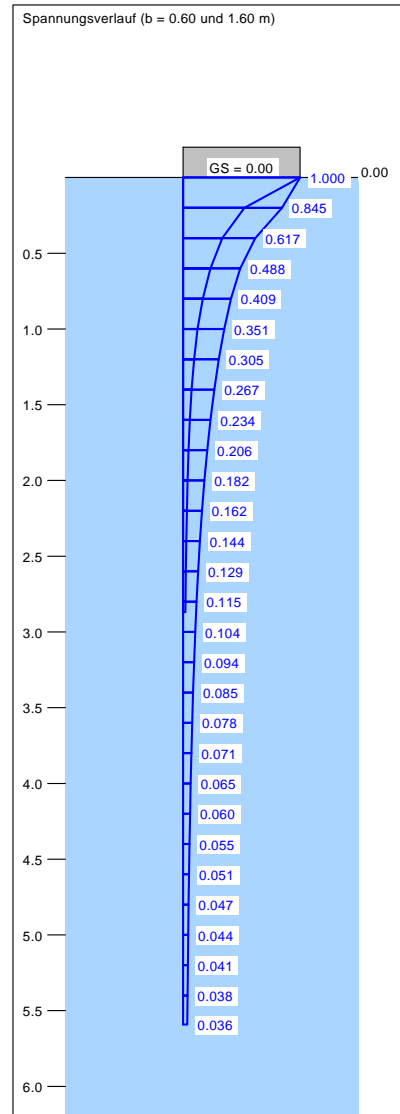
Fundamentdiagramm Einzelfundament in der Grundmoräne (Randfundament mit Auflast d = 2,00 m)



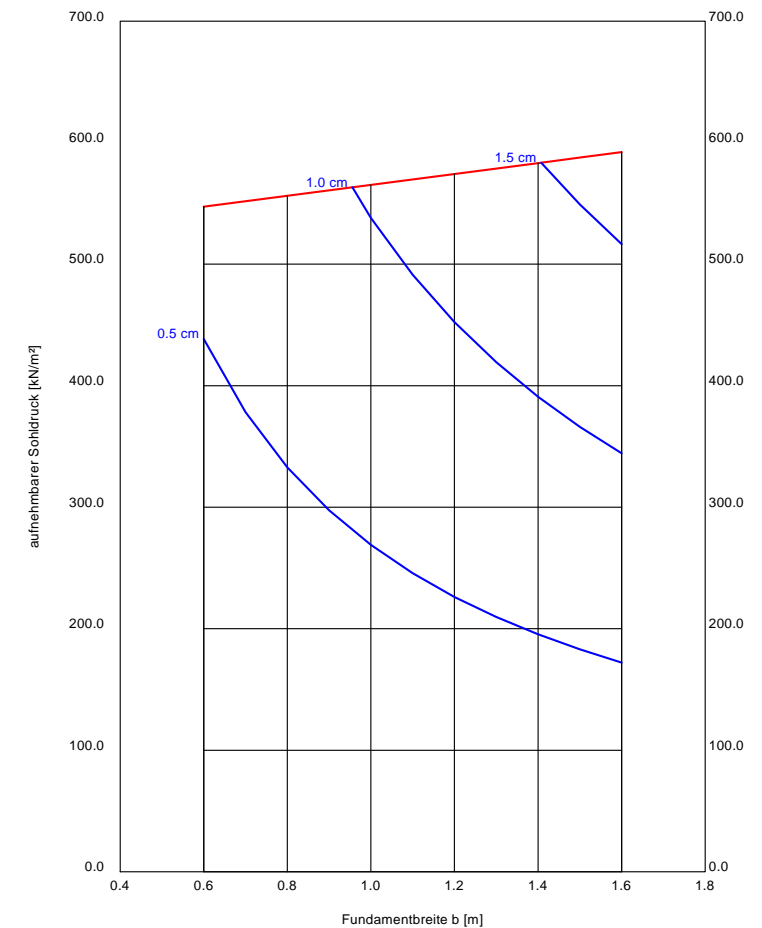
a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m ²]	t_g [m]
0.60	0.60	547.3	197.0	0.62	27.5	6.00	19.00	40.00	2.87
0.70	0.70	551.8	270.4	0.73	27.5	6.00	19.00	40.00	3.18
0.80	0.80	556.3	356.0	0.84	27.5	6.00	19.00	40.00	3.48
0.90	0.90	560.8	454.2	0.94	27.5	6.00	19.00	40.00	3.77
1.00	1.00	565.2	565.2	1.05	27.5	6.00	19.00	40.00	4.05
1.10	1.10	569.7	689.4	1.16	27.5	6.00	19.00	40.00	4.32
1.20	1.20	574.2	826.9	1.27	27.5	6.00	19.00	40.00	4.59
1.30	1.30	578.7	978.0	1.38	27.5	6.00	19.00	40.00	4.85
1.40	1.40	583.2	1143.1	1.49	27.5	6.00	19.00	40.00	5.10
1.50	1.50	587.7	1322.3	1.61	27.5	6.00	19.00	40.00	5.35
1.60	1.60	592.2	1516.0	1.72	27.5	6.00	19.00	40.00	5.59

$$\text{zul } \sigma = \sigma_{01,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{01,k} / 1.99$$

$$\text{Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50}$$

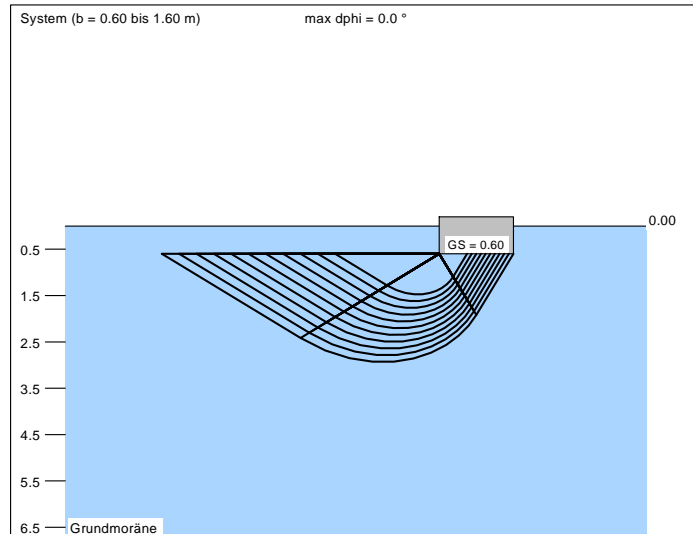


Berechnungsgrundlagen:
Grundbruchformel nach DIN 4017 (neu)
Teilsicherheitskonzept
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 γ (Gr) = 1.40
 γ (G) = 1.35
 γ (Q) = 1.50
Anteil Veränderliche Lasten = 50.0 %
Gründungssohle = 0.00 m
Grundwasser = 10.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
— aufnehmbarer Sohldruck
— Setzungen



Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	6.00	19.0	9.0	27.5	6.0	40.0	0.00	Grundmoräne

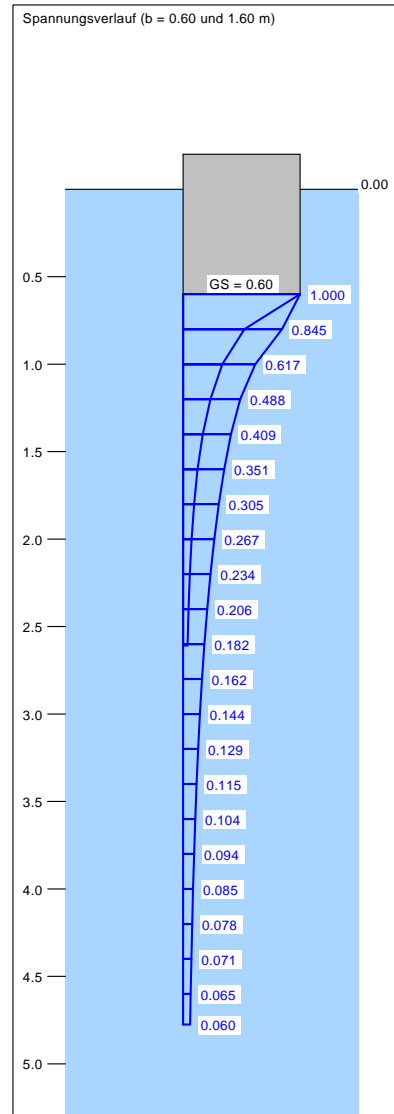
Fundamentdiagramm Einzelfundament in der Grundmoräne (Mittelfundament mit h = 0,60 m)



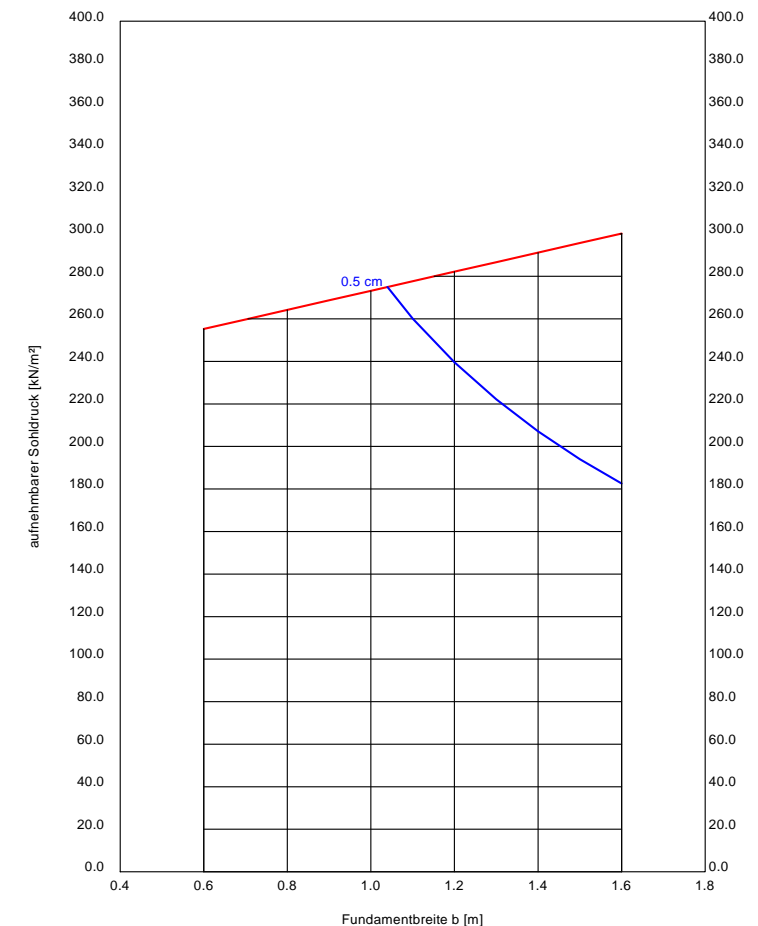
a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{\dot{U}}$ [kN/m ²]	t_g [m]
0.60	0.60	255.3	91.9	0.28	27.5	6.00	19.00	11.40	2.61
0.70	0.70	259.7	127.3	0.33	27.5	6.00	19.00	11.40	2.85
0.80	0.80	264.2	169.1	0.38	27.5	6.00	19.00	11.40	3.09
0.90	0.90	268.7	217.7	0.43	27.5	6.00	19.00	11.40	3.31
1.00	1.00	273.2	273.2	0.48	27.5	6.00	19.00	11.40	3.54
1.10	1.10	277.7	336.0	0.53	27.5	6.00	19.00	11.40	3.75
1.20	1.20	282.2	406.4	0.59	27.5	6.00	19.00	11.40	3.96
1.30	1.30	286.7	484.5	0.65	27.5	6.00	19.00	11.40	4.17
1.40	1.40	291.2	570.7	0.70	27.5	6.00	19.00	11.40	4.38
1.50	1.50	295.7	665.2	0.76	27.5	6.00	19.00	11.40	4.58
1.60	1.60	300.1	768.4	0.82	27.5	6.00	19.00	11.40	4.77

$$\text{zul } \sigma = \sigma_{01,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{01,k} / 1.99$$

$$\text{Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50}$$

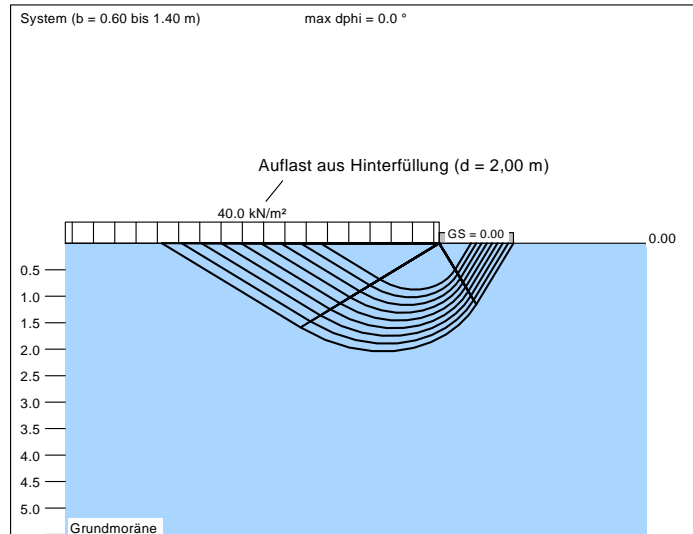


Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017 (neu)
 Teilsicherheitskonzept
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 γ (Gr) = 1.40
 γ (G) = 1.35
 γ (Q) = 1.50
 Anteil Veränderliche Lasten = 50.0 %
 Gründungssohle = 0.60 m
 Grundwasser = 10.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen



Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	6.00	19.0	9.0	27.5	6.0	40.0	0.00	Grundmoräne

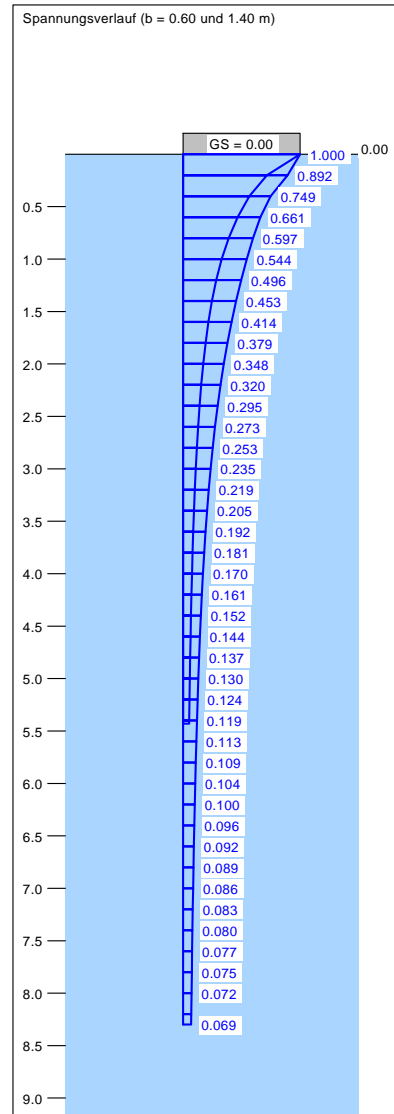
Fundamentdiagramm Streifenfundament in der Grundmoräne (Randfundament mit Auflast d = 2,00 m)



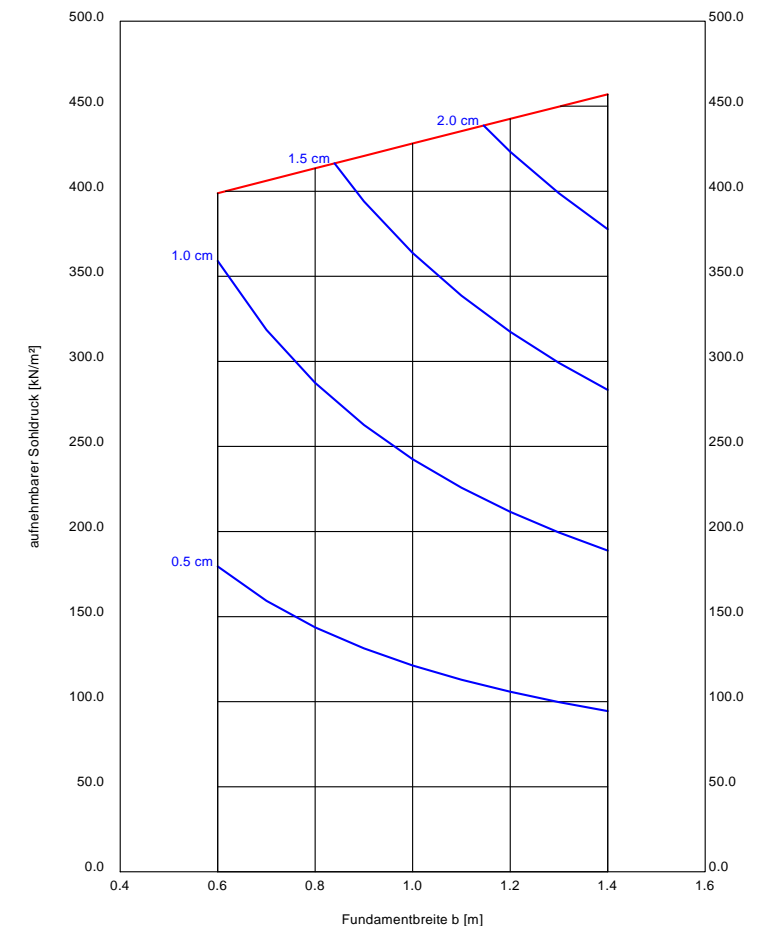
a [m]	b [m]	zul σ [kN/m²]	zul R [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m²]	t_g [m]
15.00	0.60	398.8	239.3	1.11	27.5	6.00	19.00	40.00	5.43
15.00	0.70	406.2	284.3	1.28	27.5	6.00	19.00	40.00	5.85
15.00	0.80	413.5	330.8	1.44	27.5	6.00	19.00	40.00	6.25
15.00	0.90	420.8	378.7	1.60	27.5	6.00	19.00	40.00	6.62
15.00	1.00	428.1	428.1	1.77	27.5	6.00	19.00	40.00	6.98
15.00	1.10	435.3	478.9	1.93	27.5	6.00	19.00	40.00	7.33
15.00	1.20	442.6	531.1	2.09	27.5	6.00	19.00	40.00	7.66
15.00	1.30	449.8	584.7	2.26	27.5	6.00	19.00	40.00	7.99
15.00	1.40	456.9	639.7	2.42	27.5	6.00	19.00	40.00	8.30

$$\text{zul } \sigma = \sigma_{01,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{01,k} / 1.99$$

$$\text{Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50}$$

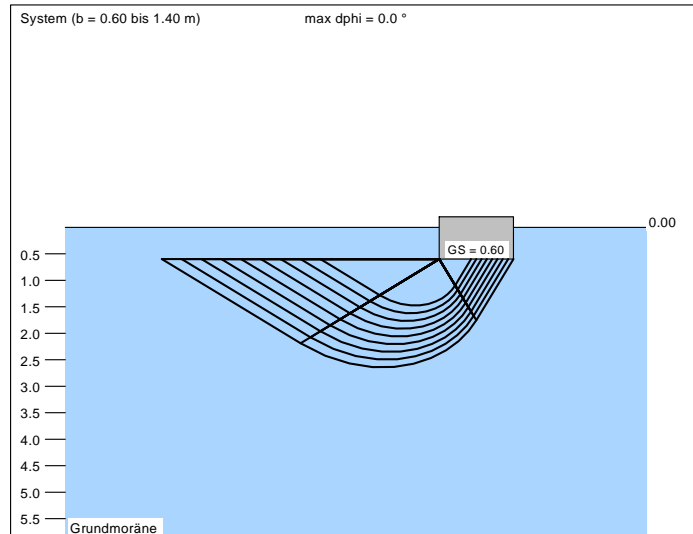


Berechnungsgrundlagen:
Grundbruchformel nach DIN 4017 (neu)
Teilsicherheitskonzept
Streifenfundament (a = 15.00 m)
 γ (Gr) = 1.40
 γ (G) = 1.35
 γ (Q) = 1.50
Anteil Veränderliche Lasten = 50.0 %
Gründungssohle = 0.00 m
Grundwasser = 10.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
— aufnehmbare Sohldruck
— Setzungen



Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	9.30	19.0	9.0	27.5	6.0	40.0	0.00	Grundmoräne

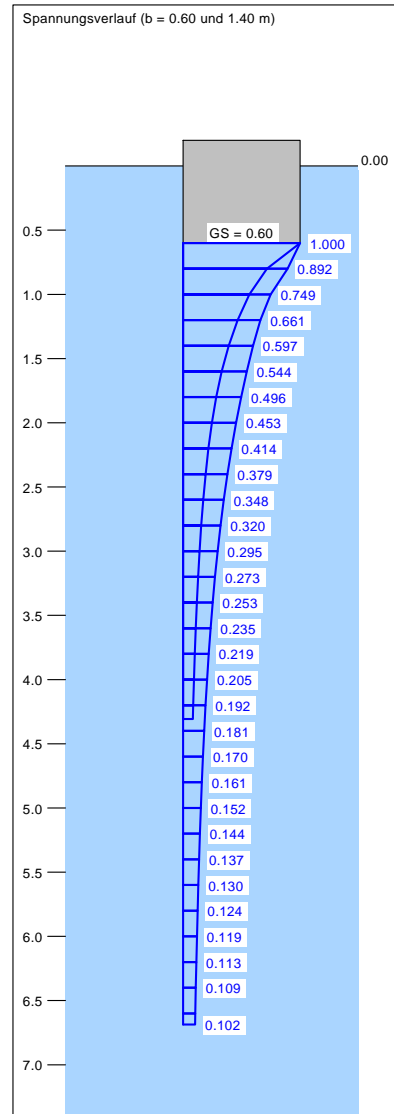
Fundamentdiagramm Streifenfundament in der Grundmoräne (Mittelfundament mit $h = 0,60$ m)



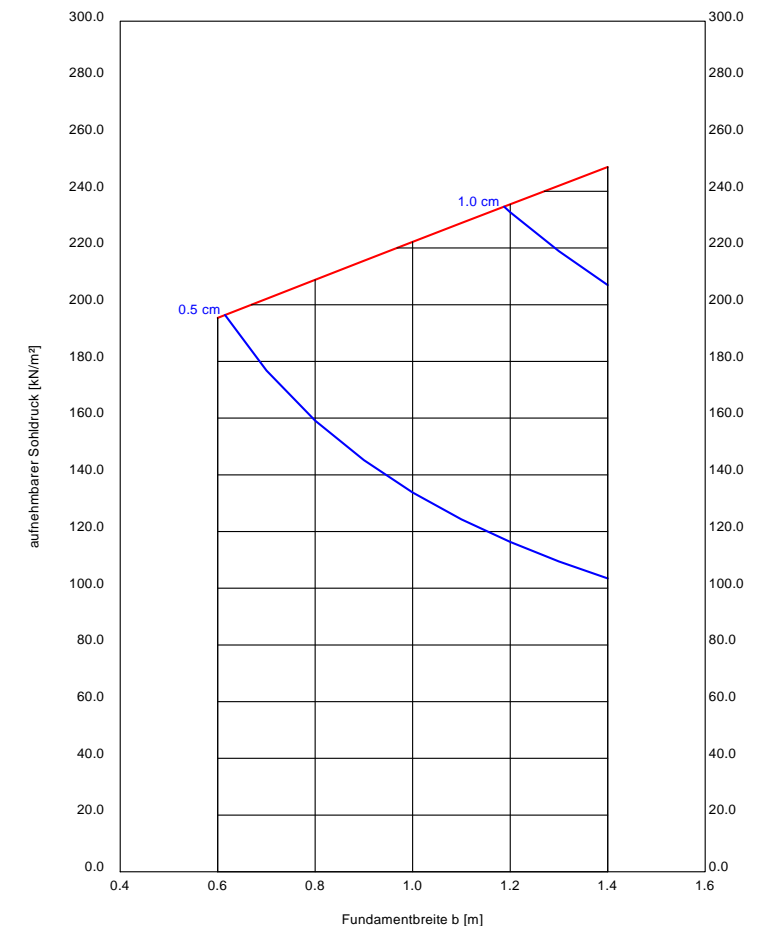
a [m]	b [m]	zul σ [kN/m²]	zul R [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{\dot{U}}$ [kN/m²]	t_g [m]
15.00	0.60	195.3	117.2	0.49	27.5	6.00	19.00	11.40	4.31
15.00	0.70	202.1	141.5	0.57	27.5	6.00	19.00	11.40	4.64
15.00	0.80	208.8	167.0	0.66	27.5	6.00	19.00	11.40	4.97
15.00	0.90	215.5	193.9	0.74	27.5	6.00	19.00	11.40	5.27
15.00	1.00	222.2	222.2	0.83	27.5	6.00	19.00	11.40	5.57
15.00	1.10	228.8	251.7	0.92	27.5	6.00	19.00	11.40	5.86
15.00	1.20	235.4	282.5	1.01	27.5	6.00	19.00	11.40	6.14
15.00	1.30	242.0	314.6	1.11	27.5	6.00	19.00	11.40	6.42
15.00	1.40	248.5	348.0	1.20	27.5	6.00	19.00	11.40	6.69

$$\text{zul } \sigma = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0f,k} / 1.99$$

$$\text{Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50}$$



Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017 (neu)
 Teilsicherheitskonzept
 Streifenfundament (a = 15.00 m)
 γ (Gr) = 1.40
 γ (G) = 1.35
 γ (Q) = 1.50
 Anteil Veränderliche Lasten = 50.0 %
 Gründungssohle = 0.60 m
 Grundwasser = 10.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 — aufnehmbare Sohldruck
 — Setzungen



Anlage 6 (9 Seiten)



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

fm geotechnik
Herrn Ralf Frankovsky
Wiesflecken 6

88212 Amtzell

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

Internet: www.LindingerGeologie.de
E-mail: Weingarten@LindingerGeologie.de

Projektnr.: **2012-712**

Datum: **2012-04-20**

Unser Zeichen: **LI/Mi**

BV Weiherhalde III Grünkraut Untersuchungen von 2 Bodenmischproben

Sehr geehrter Herr Frankovsky,

wir übersenden nachfolgend die Ergebnisse von bauseitig entnommenen Mischproben, die einer umweltgeologischen Untersuchung unterzogen werden sollten.

Gemäß Ihren Angaben handelt es sich hierbei um die Probe MP-1, bestehend aus 10 Einzelproben (BS-1 – BS-10) sowie die Probe MP-2, bestehend aus 8 Einzelproben (SG-1 – SG-8).

Die entsprechenden Probenahmeprotokolle und diesbezüglichen Angaben liegen Ihrem Auftragsschreiben bei.

Weiter sind die einzelnen Probenahmepunkte BS-1 – BS-10 und SG-1 – SG-8 im beigegeführten Lageplan enthalten.

Unsererseits erfolgte eine Überprüfung der beiden erhaltenen Proben nach bundesbodenschutzrechtlichen Kriterien für das Schutzgut Boden-Grundwasser, Wirkungspfad direkter Kontakt, gemäß Anhang 2, Tab. 1.4, Bundesbodenschutzverordnung, auf mögliche Organochlorpestizide.

Ergebnisse

Aus den Analysenbefunden (siehe beigegeführte Analysenübersicht und beigegeführte Laborbefunde) ergibt sich kein Verdachtshinweis auf diesbezügliche Schadstoffe. Die Summenparameter der Probe MP-1: 0 – 0,3 m bzw. MP-2: 0 – 0,3 m liegen jeweils unterhalb des Grenzwertes, der bei < 0,05 mg/kg bezogen auf die Trockensubstanz, liegt.

Sie werden gebeten, diese Stellungnahme an die Bauherrschaft weiterzuleiten.

Von der IHK Bodensee-Oberschwaben öffentlich
bestellter und vereidigter Sachverständiger
für Altlasten und Grundwasserschäden

Kreissparkasse Ravensburg
(BLZ 650 501 10)
Konto-Nr. 101 076 342

Sitz der Gesellschaft:
88250 Weingarten
Registergericht: Ulm,
HRA 721 612

Komplementärin:
Dr. Lindinger Verwaltung GmbH
Registergericht Ulm, HRB 723 698
Geschäftsführer: Dr. Matthias Lindinger



Des Weiteren verweisen wir darauf, dass die Untersuchung auftragsgemäß ausschließlich auf Organochlorpestizide vorgenommen wurde.

Mit freundlichen Grüßen

*Sachverständigenbüro
für Angewandte Geologie & Umwelt*

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

Anlagen Probenahmeprotokolle, Lageplan, Analysenübersicht, Analysenbefunde, Rechnung



Anhang C

Probenahmeprotokoll

A 12 02 013
BG Weiherhalde III Grünbraut

A. Allgemeine Angaben

Anschriften

- | | | |
|---|---|----------------------|
| 1 | Veranlasser / Auftraggeber: | Betreiber / Betrieb: |
| | Gemeinde Grünbraut | |
| 2 | Landkreis / Ort / Straße: | Objekt / Lage: |
| | LKR Ravensburg | |
| | 88287 Grünbraut | |
| | Flur Nr. 332/1; 332/2; 332/84 | |
| 3 | Grund der Probenahme: Analyse oberboden | |
| 4 | Probenahmetag / Uhrzeit: 4.4.2012 8 ⁰⁰ -13 ⁰⁰ ; 5.4.12 9 ⁰⁰ -10 ⁰⁰ Uhr
(MP2) (MP1) | |
| 5 | Probenehmer / Dienststelle / Firma: Hr. Frankovsky, fm geotechnik | |
| 6 | Anwesende Personen: S. O. | |
| 7 | Herkunft des Abfalls (Anschrift): — | |
| 8 | Vermutete Schadstoffe / Gefährdungen: Pflanzenschutzmittel | |
| 9 | Untersuchungsstelle: BS 1-10 + SG 1-8
MP1 MP2 | |

B. Vor-Ort-Gegebenheiten

- | | | |
|----|---|---|
| 10 | Abfallart / Allgemeine Beschreibung: | Oberboden, Schluff, t. l. Ps. - Ps.
vereinzelt g |
| 11 | Gesamtvolumen / Form der Lagerung: | 2 Braungläser à 0,5 l |
| 12 | Lagerungsdauer: | seit 4.4.12 bzw. 5.4.12 |
| 13 | Einflüsse auf das Abfallmaterial (z.B. Witterung, Niederschläge): | — |
| 14 | Probenahmegerät und -material: | Bohrstock, Schaufel |

Mischprobe 1: Bohrstocksondierung
15 Probenahmeverfahren: Mischprobe 2: Baggerschurf

16 Anzahl der Einzelproben: 18 Mischproben: 2 Sammelproben:

Sonderproben (Beschreibung):

Mischprobe MP1: 10 Einzelproben aus BS 1-10
17 Anzahl der Einzelproben je Mischprobe: Mischprobe MP2: 8 Einzelproben aus SG 1-8

18 Probenvorbereitungsschritte:

19 Probentransport und -lagerung: PKW, Kühlbox, Kühlschrank +4°C

Kühlung (evtl. Kühltemperatur):

20 Vor-Ort-Untersuchung:

21 Beobachtungen bei der Probenahme / Bemerkungen:

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

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

S. extra Plan

24 Ort: Amtzell Unterschrift(en): Probenehmer:

Datum: 10.4.2012 Anwesende / Zeugen:

fm geotechnik

Wiesflecken 6
88279 Amtzell

Telefon 07522 9784407
Fax 07522 9784408
info@fmgeotechnik.de

A1202013
 Projekt: BG Wehede III
 Grabkraut
 Probenehmer: Ralf Franzenhuy

Projekt:

Probennehmer:

Ralf Franborsky

Proben-Nr.	Art der Probe	Proben-gefäß	Proben-Volumen [in l]	Haufwerk-volumen [in m³]	Abfallart Bodenart	Farbe Geruch Konsistenz	Größe der Komponente Körnung [in mm]	Herkunft Anlieferer	Proben-Lokalität	Bemerkung
MP1	Mischprobe aus 10 Einzelproben	Braungl.	0,5	—	Utl./Rsl/h	braun weiß			Bahnstochsondierung BS 1 - BS 10	00-01
MP2	Mischprobe aus 8 Einzelproben	Braungl.	0,5	—	Utl./Rsl/h	braun weiß			Schuttgrube SG 1 - SG 8	00-03, 04 lokal bis 01
									f.m. geotechnik	

Telefon 07522 9784407
Fax 07522 9784408
info@fmgeotechnik.de

Mischprobe MP2:
aus Einzelproben
SG1 - SG8

Lagestürze
Probennahme

A1202013
BG Wälderhölde III
Grünkraut
Zeichenlib.org

[illegible][illegible]

**Wiesflecken 6
88279 Amtzell
Telefon 07522 9784407
Fax 07522 9784408
Info@imgeotechnik.de**

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 gutachterlicher Stellungnahme gültig.										Prüfbericht	
Analytik		Prüfwerte					Nutzung/ Probenbezeichnung				
Parameter	Dimension	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	MP-1 0,00 - 0,30 m				MP-2 0,00 - 0,30 m	
Aldrin	mg/kg	2	4	10	--	--	< 0,05	< 0,05	n.u.	< 0,05	
Benzo(a)pyren	mg/kg	2	4	10	12	12	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	
DDT	mg/kg	40	80	200	--	--	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Hexachlorbenzol	mg/kg	4	8	20	200	200	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Hexachlorcyclohexan	mg/kg	5	10	25	400	400	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Pentachlorphenol	mg/kg	50	100	250	250	250	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	
PCB ₆ ¹⁾	mg/kg	0,4	0,8	2	40	40	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	
Cyanide	mg/kg	50	50	50	100	100	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	
Blei	Pb	200	400	1000	2000	2000	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	
Chrom	Cr	200	400	1000	1000	1000	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	
Cadmium	Cd	10 ²⁾	20 ²⁾	50	60	60	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	
Nickel	Ni	70	140	350	900	900	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	
Quecksilber	Hg	10	20	50	80	80	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	
Arsen	As	25	50	125	140	140	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	
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 2

Datum: 18.04.2012

Prüfbericht Nr.: UST-12-0014913/01-1
Auftrag-Nr.: UST-12-0014913
Ihr Auftrag: per Fax vom 11.04.2012
Projekt: LA-2012-04-06 / 2012-712 / Bodenuntersuchung Grünkraut
Probenahme durch: Auftraggeber
Eingangsdatum: 12.04.2012
Prüfzeitraum: 12.04.2012 - 18.04.2012
Probenart: Boden

Untersuchungsergebnisse

Probe-Nr.:	UST-12-0014913-01	UST-12-0014913-02
Bezeichnung:	MP-1 0,0-0,3 m	MP-2 0,0-0,3 m

Original

Trockenmasse	%	80,4	84,5
Hexachlorbenzol	mg/kg TS	<0,050	<0,050
alpha-Hexachlorcyclohexan	mg/kg TS	<0,050	<0,050
beta-Hexachlorcyclohexan	mg/kg TS	<0,050	<0,050
gamma-Hexachlorcyclohexan	mg/kg TS	<0,050	<0,050
Aldrin	mg/kg TS	<0,050	<0,050
o,p'-DDT	mg/kg TS	<0,050	<0,050
p,p'-DDT	mg/kg TS	<0,050	<0,050
Summe Organochlorpestizide	mg/kg TS	<0,050	<0,050

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).

Robert Ottenberger

Niederlassungsleiter

Prüfbericht Nr. UST-12-0014913/01-1
Auftrag-Nr.: UST-12-0014913
18.04.2012
Seite 2 von 2

Angewandte Methoden	
Parameter	Norm
Trockenmasse	DIN EN 14346
Hexachlorbenzol	E DIN ISO 10382
alpha-Hexachlorcyclohexan	E DIN ISO 10382
beta-Hexachlorcyclohexan	E DIN ISO 10382
gamma-Hexachlorcyclohexan (Lindan)	E DIN ISO 10382
Aldrin	E DIN ISO 10382
o,p'-DDT	E DIN ISO 10382
p,p'-DDT	E DIN ISO 10382
Summe Organochlorpestizide	E DIN ISO 10382

Anlage 7 (14 Seiten)



Gutachterliche Stellungnahme

zur

Radonbelastung in der Bodenluft im Baugebiet

„Weiherhalde III“ in Grünkraut

Auftraggeber: fm geotechnik

Sachverständiger: Dr. Joachim Kemski

Ausführung: 12. April 2012

Das Gutachten besteht aus 13 Seiten.

Dieses Gutachten darf nur vollständig inklusiver aller Abbildungen weitergegeben werden. Eine auszugsweise Weitergabe oder Nutzung einzelner Textpassagen oder Abbildungen bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung von Kemski & Partner.



Gutachterliche Stellungnahme

zur

Radonbelastung in der Bodenluft im Baugebiet „Weiherhalde III“ in Grünkraut

Vorgang

Auf der Grundlage des Angebotes vom 20.1.2012 beauftragte die Firma fm geotechnik (Hr. Frankovsky) am 20.3.2012 die Firma Kemski & Partner, Euskirchener Straße 54, D - 53121 Bonn, mit der Durchführung einer Untersuchung zur Radonbelastung in der Bodenluft im Baugebiet „Weiherhalde III“ in Grünkraut.

Folgende Fragen waren zu klären:

1. Wie hoch ist die Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft im geplanten Baugebiet?
2. Werden präventive Schutzmaßnahmen zum radonsicheren Bauen empfohlen?

Verwendete Unterlagen

vom Auftraggeber als Ausdruck zur Verfügung gestellt:

- Lageplan des Untersuchungsgebietes mit geplanter Bebauung und Messpunkten
- Luftbild des Untersuchungsgebietes



Untersuchungsgebiet

Beim Untersuchungsgebiet „Weiherhalde III“ handelt es sich um ein Neubaugebiet im östlichen Teil der Gemeinde Grünkraut; die Größe des Areals beträgt ca. 45.000 m² (Abb. 1). Nach Auskunft des Auftraggebers sollen auf dem Gelände ca. 50 Wohngebäude errichtet werden. Die geplante Bebauung überdeckt fast das gesamte Gebiet und schließt sich inklusive der Zuwegungen unmittelbar an das nördlich davon gelegene bereits fertiggestellte Wohngebiet an.

Das Gelände befindet sich in leichter Hanglage und fällt nach SSW ein. Der nördliche und östliche Teil des Baugebietes wird als Acker, der südliche und westliche Teil als Wiese genutzt. Ca. 50 m südlich der Südgrenze verläuft parallel zur Grenze des Baugebietes ein kleiner Bach.

Die Beprobung erfolgte gleichmäßig über das gesamte Gebiet verteilt; es wurden an insgesamt 25 Messpunkten Bodenluftproben entnommen (Abb. 1).



Abb. 1
Untersuchungsgebiet mit Lage der Messpunkte



Radon ist in der Bodenluft aller Böden enthalten, allerdings in unterschiedlichen Konzentrationen, abhängig von der Petrographie der Ausgangsgesteine. Bei der lokalen Geologie handelt es sich in dem betreffenden Areal um quartäre Verwitterungsbildungen über sandig-kie-sigen Grundmoränenablagerungen der Würm-Eiszeit, die tertiäre Sandsteine und Mergel der Molasse überlagern.

Beschreibung der grundlegenden Sachverhalte

Radon stellt einen Innenraumschadstoff dar, der seine Quelle in aller Regel im geogenen Untergrund hat. Untersuchungen zur Quellstärke, d.h. der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft, stellen die Basis für mögliche Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung dar.

Die Radonbelastung in der Raumluft von Gebäuden kommt durch eine komplexe Wirkungskette unterschiedlicher Prozesse in naturbelassenen Böden und Gesteinen, im anthropogen beeinflussten Baugrund sowie im Bereich der Ankopplung des Gebäudes an den Untergrund zustande. Die Freisetzung aus Baumaterialien sowie aus Brauch- und Trinkwasser spielt für die Belastung innerhalb eines Hauses in der Regel nur eine untergeordnete Rolle. Während das Gestein und seine Verwitterungsprodukte die wesentliche Quelle des Radon darstellen, schafft das Bodengefüge die Migrationsmöglichkeit für das Gas. Die Konstruktion des Hauses bestimmt die Eintrittspfade und damit die Menge an Radon, die aus dem Boden in das Gebäude gelangen kann.

Zwei Prozesse steuern den Radoneintritt ins Gebäude: In erster Linie gelangt radonhaltige Bodenluft konvektiv durch Spalten und Risse in Gebäudeboden und Mauerwerk sowie undichte Leitungszuführungen in den Kellerbereich eines Hauses. Der sogenannte Kamineffekt erleichtert dem Radon zusätzlich den Eintritt. Durch warme, im Haus aufsteigende Luft entsteht im Keller ein kaum spürbarer Unterdruck, der eine Sogwirkung zur Folge hat. Dadurch wird kalte, radonhaltige Luft aus dem Untergrund angesaugt. Diese Sogwirkung kann durch Ventilatoren oder Kamine verstärkt werden. Je schlechter also die Isolation eines Hauses gegenüber dem Erdboden ausgeführt ist, umso höher ist die resultierende Radonbelastung im Gebäude.

Die vorherrschenden Witterungsbedingungen sowie die Jahreszeit nehmen ebenfalls Einfluss auf die Radonkonzentration im Haus. So wird besonders in den kalten Jahreszeiten durch den starken Temperaturunterschied zwischen Innen- und Außenluft der Kamineffekt noch verstärkt und somit mehr Radon ins Haus gesaugt. Durch starke Regenfälle gesättigter Oberboden behindert die Exhalation von Radon in die Atmosphäre, es reichert sich in der



oberflächennahen Bodenluft an und kann somit zum verstärkten Eintritt des Gases ins Gebäude führen.

Daneben diffundiert Radon durch Wände und Böden aus dem umgebenden Erdreich ins Haus hinein. Dicke und Beschaffenheit des Wandmaterials bestimmen dabei die Radonmenge, die letztlich in die Raumluft gelangt.

Bereits durchschnittliche Radonaktivitätskonzentrationen von ca. 20.000 Bq/m^3 in der Bodenluft reichen schon aus, um bei Vorhandensein geeigneter Wegsamkeiten in der erdberührten Gebäudehülle eine Erhöhung der Radonkonzentration im Gebäude im Bereich mehrerer Hundert Bq/m^3 zu bewirken. Für die Bundesrepublik Deutschland geht man davon aus, dass jeweils ca. 30 % der Fläche Radonwerte in der Bodenluft unter 20.000 Bq/m^3 , von 20.000 bis 40.000 Bq/m^3 sowie von 40.000 bis 80.000 Bq/m^3 aufweisen. Lediglich 10 % zeigen höhere Werte.

Bei naturräumlichen Verteilungen handelt es sich oftmals um logarithmische Normalverteilungen. Dies gilt auch für die Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft. In Histogrammdarstellungen zeigt sich eine rechtsschiefe Verteilung, d.h. ein steiler Anstieg der Klassenbelegung bei niedrigen Werten mit einem langen, flach abfallenden Schwanz, d.h. geringer Klassenbelegung, zu höheren Konzentrationen. Dies trifft beispielsweise auf die bundesdeutsche Verteilung der interpolierten Radonmesswerte in der Bodenluft zu (Abb. 2).

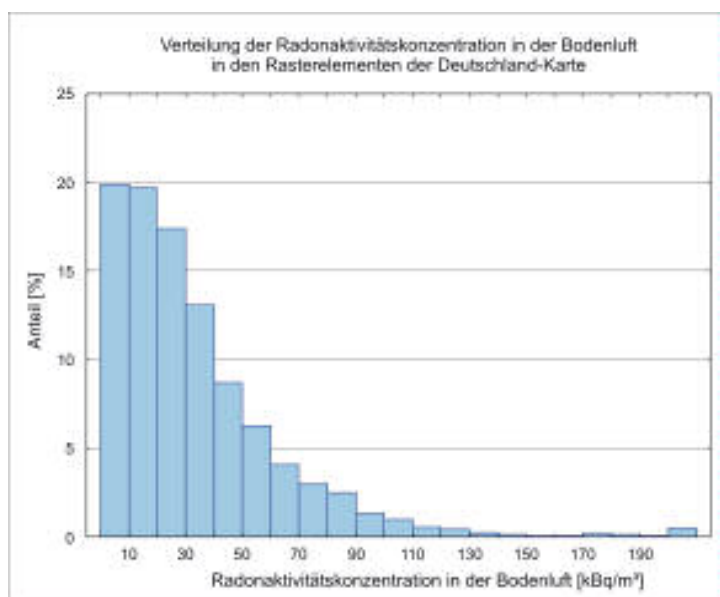


Abb. 2

Häufigkeitsverteilung der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft in den Rasterelementen der Deutschland-Karte ($1 \text{ kBq/m}^3 = 1.000 \text{ Bq/m}^3$)



Statistische Untersuchungen haben gezeigt, dass die Höhe der Radonkonzentration in Gebäuden mit der Höhe der Bodenluftkonzentration ansteigt. So weisen im Schnitt ca. 3 % der Häuser in den westlichen Bundesländern bei Bodenluftkonzentrationen unter 50.000 Bq/m³ Radonbelastungen im Keller über 400 Bq/m³ auf. Bei Bodenluftwerten über 100.000 Bq/m³ steigt dieser Wert auf nahezu 10 % an. Dabei sind ältere, nicht isolierte Häuser deutlich stärker betroffen als jüngere.

Bei üblicher Bauweise (u.a. mit Trennung zwischen Keller- und Erdgeschoss) nehmen die Radonkonzentrationen in einem Haus vom Keller zu den höheren Etagen ab. Der Jahresmittelwert der Radonaktivitätskonzentration in bewohnten Erdgeschossräumen in der Bundesrepublik Deutschland liegt bei ca. 50 Bq/m³. Aufgrund der weitreichenden Forschung der letzten Jahre kann man abschätzen, dass in Deutschland ca. 1.5 Mio. Wohnungen mit mehr als 100 Bq/m³ belastet sind und davon ca. 200.000 mit mehr als 400 Bq/m³. Nationale und internationale Empfehlungen nennen Jahresmittelwerte zwischen 100 und 400 Bq/m³, ab denen eine nachhaltige Radonsanierung sinnvoll ist. Ab 1.000 Bq/m³ sind Maßnahmen dringend angeraten, in der Schweiz sogar vom Gesetzgeber vorgeschrieben.

Die im Rahmen eines Forschungsprojektes des BMU von unserem Haus erarbeitete Deutschland-Karte der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft weist im Bereich der Gemeinde Grünkraut überwiegend Radonwerte zwischen 20.000 und 40.000 Bq/m³ aus (Abb. 3). Diese Werte sind mit Hilfe eines gleichmäßigen Rasters und geologisch begründeter Stützpunkte auf der Basis einer Karte im Maßstab 1 : 1.000.000 interpoliert. Sie dienen für lokale Untersuchungen lediglich als Anhaltspunkt, da die maßstäbliche Vereinfachung auf der Basis eines 3 km-Rasters nur Aussagen über eine regionale Variationsbreite, nicht aber über die lokale Situation zulässt!

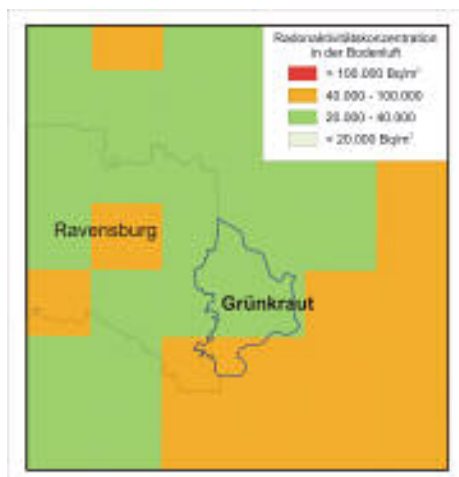


Abb. 3

Verteilung der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft in Grünkraut (Ausschnitt aus Deutschland-Karte)



Probenahme und Messmethodik

Es wurde die Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft bestimmt und zeitgleich die Gasdurchlässigkeit des Bodens untersucht, um die Wegsamkeiten für die Bodenluft beurteilen zu können.

Die Feldmessungen zur Bestimmung der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft wurden nach einem **standardisierten Kurzzeitmessverfahren** (Szintillationszähler mit Lucas-Zellen) durchgeführt, das von uns im Rahmen von Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) entwickelt worden ist, den Stand der Technik und das Referenzverfahren in Deutschland darstellt. Dadurch wurden für die jeweiligen geologischen Verhältnisse repräsentative und belastbare Messwerte erhoben, die zudem eine unmittelbare Vergleichbarkeit der Deutschland-weiten Messungen ermöglichen.

An jedem Messort wurde eine Sondierung in eine Tiefe von 1 m niedergebracht. Die Bodenluftentnahme erfolgte über eine Bodenluftsonde mit Packersystem, wodurch der Entnahmeraum definiert abgegrenzt und eine gezielte Probenahme in 1 m Tiefe ermöglicht wurde. Dieses Verfahren orientiert sich an der VDI-Richtlinie 3 865, Blatt 2, Tab. 1, Variante 2. War es im Feld nicht möglich, die Bohrung bis in eine Tiefe von 1 m niederzubringen, erfolgte eine Korrektur des Messwertes. Dabei wurde aufgrund der im Bohrstock bestimmten Bodenart (z.B.: sandiger Lehm, Lehm) und des daraus resultierenden Diffusionskoeffizienten eine Radontiefenverteilung abgeschätzt. Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass mit Ausnahme hochpermeabler Böden (z.B.: Sande, Kiese) in einer Tiefe von 1 m eine Verfälschung des Radonmesswertes durch die jeweils an der Erdoberfläche herrschenden meteorologischen Bedingungen sehr gering ist. Die Gefahr einer gravierenden Unterschätzung der Radonkonzentration besteht bei dieser repräsentativen Beprobung eines Messortes also nicht.

Vor der eigentlichen Probenahme wurden, abhängig von der Permeabilität, bis zu 10 l Bodenluft durch die gesamte Messkonfiguration vorgepumpt, um eine mögliche Kontamination der Bodenluft mit Atmosphärenluft beim Niederbringen und Ziehen des Bohrgestänges und beim Einbringen der Bodenluftsonde auszuschließen. Bevor die Bodenluft in die Messkammer eingeleitet wurde, wurden Staub und feste Radonfolgeprodukte durch geeignete Filter zurückgehalten. Als Messkammern wurden Lucas-Zellen verwendet. Die Messung erfolgte in einem Szintillationszähler nach Einstellung des radioaktiven Gleichgewichtes zwischen Radon und seinen Folgeprodukten - also frühestens drei Stunden nach der Probenahme.



An jedem Messort wurden zwei Bodenluftproben entnommen; für die Bewertung wurde der Mittelwert der beiden Messungen verwendet. Die Messunsicherheit des Verfahrens kann aufgrund empirischer Untersuchungen mit ca. 20 % angegeben werden.

Die Gasdurchlässigkeit wurde unmittelbar nach der Entnahme der Proben für die Radonmessung mit Hilfe derselben Sonde bestimmt; zusätzliche Sondierungen oder Probenahmen waren nicht erforderlich. Hierbei wurde Luft in den Boden eingepresst und bei konstantem Druck die Durchflussrate gemessen. Unter Berücksichtigung eines sondenspezifischen Geometriefaktors und mit Hilfe des Darcy-Gesetzes wurde die Durchflussrate unter der Annahme laminarer Transportbedingungen in die Gasdurchlässigkeit umgerechnet.

In Deutschland basieren Bewertungen der geogenen Radonbelastung auf Messwerten, die mit der o.g. standardisierten Vorgehensweise (Probenahme aus 1 m Tiefe und anschließende Radonmessung) ermittelt wurden. Vergleiche zwischen Messergebnissen verschiedener Untersuchungen, beispielsweise im regionalen und lokalen Maßstab, sind nur dann möglich und zulässig, wenn die Mess- und Randbedingungen identisch sind. Die Einhaltung dieser Bedingungen ist auch entscheidende Voraussetzung dafür, die gewonnenen Messwerte als Grundlage für anschließende Empfehlungen zum präventiven Radonschutz heranzuziehen. Der Katalog mit unterschiedlich aufwendigen baulich-technischen Einzelmaßnahmen orientiert sich an der Höhe der Radonkonzentration in der Bodenluft in 1 m Tiefe.

Ergebnisse

Die Feldmessungen wurden am 4.4.2012 durchgeführt. Die Messpunkte verteilen sich annähernd gleichmäßig über das gesamte Untersuchungsgebiet (s. Abb. 1).

Bei den Böden handelt es sich um schwach sandige bis sandige Lehme, oftmals mit einem hohen Anteil an kleinen Gesteinsbruchstücken. Deutliche Unterschiede in der Korngrößenverteilung konnten nicht festgestellt werden. Hinweise auf Stauwasserbeeinflussung oder lokale erhöhte stärkere Durchfeuchtungen waren nicht zu beobachten.

Die Gasdurchlässigkeit der Böden liegt im Mittel bei ca. 10^{-12} m^2 ; über die Fläche variieren die k_i -Werte um etwa zwei Größenordnungen (10^{-14} m^2 bis 10^{-12} m^2). Ist der Mittelwert der Gasdurchlässigkeit als mäßig bis gut durchlässig zu bewerten, sind die niedrigeren Werte als mäßig durchlässig einzustufen.



Die Radonaktivitätskonzentrationen in der Bodenluft variieren zwischen Werten von 17.000 und 110.000 Bq/m³. Die Einzelmesswerte sind Tab. 1 zu entnehmen, die Lage der Messpunkte mit den zugehörigen Messwerten ist in Abb. 4 dargestellt.

	Nutzung	Tiefe [cm]	Radon [Bq m ⁻³]	Perm [m ²]
1	Wiese	100	58000	3,7E-12
2	Wiese	100	35000	3,3E-12
3	Wiese	100	76000	1,3E-12
4	Wiese	100	40000	2,9E-14
5	Acker	100	24000	1,4E-12
6	Wiese	100	17000	3,0E-12
7	Wiese	100	48000	2,7E-13
8	Wiese	100	45000	8,2E-13
9	Acker	100	41000	1,6E-12
10	Acker	100	44000	1,4E-15
11	Wiese	100	54000	2,1E-14
12	Wiese	100	57000	5,9E-14
13	Wiese	100	68000	3,1E-13
14	Acker	100	24000	3,1E-13
15	Acker	100	26000	1,9E-13
16	Wiese	100	36000	3,1E-13
17	Wiese	100	21000	2,1E-14
18	Wiese	100	28000	4,9E-12
19	Acker	100	110000	2,1E-14
20	Acker	100	30000	4,7E-12
21	Acker	100	24000	2,1E-14
22	Acker	100	40000	5,9E-14
23	Acker	90	29000	3,8E-13
24	Wiese	100	21000	8,2E-13
25	Acker	100	50000	1,1E-12

Tab. 1
Einzelmesswerte Neubaugebiet Weiherhalde III

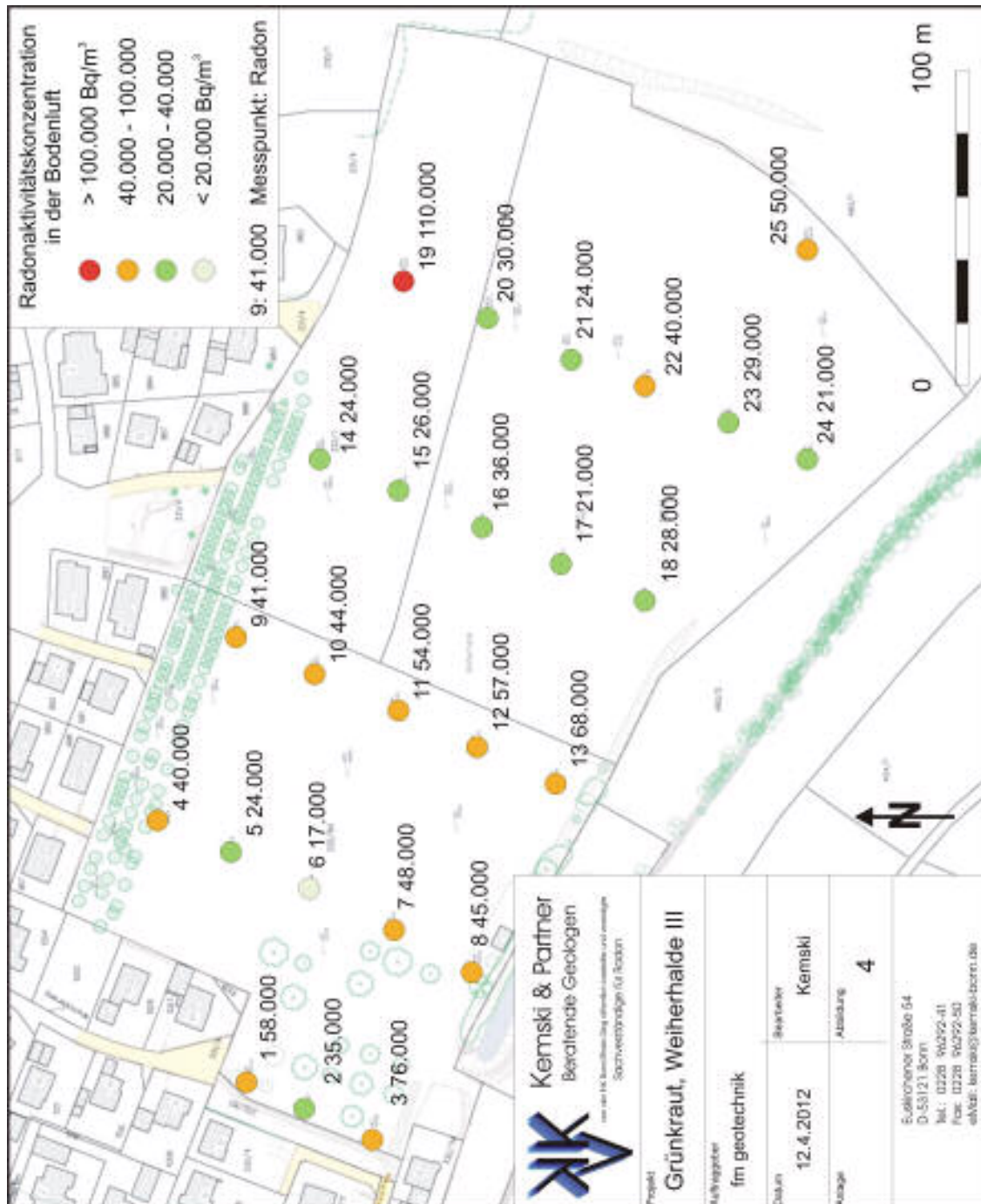


Abb. 4
Lage der Messpunkte mit zugehörigen Messwerten



Bewertung der Ergebnisse

Feldmessungen zur Bestimmung der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft und der Gasdurchlässigkeit des Bodens haben den Zweck, Gebiete hinsichtlich ihres geogenen Radonpotenzials zu charakterisieren. Eine laterale Variation der Radonaktivitätskonzentrationen ist auch bei gleichbleibender Geologie und gleichem Bodenaufbau vorhanden. In den bisherigen Deutschland-weiten Untersuchungen wurden statistisch signifikant logarithmisch normal verteilte Messwerte innerhalb einer Einheit festgestellt. Bei petrologisch einheitlichem Substrat ist die Breite dieser Verteilungen geringer als bei Böden stark wechselnder Zusammensetzung. Gasdurchlässigkeit und Wasserführung in Böden beeinflussen ebenfalls die Radonaktivitätskonzentrationen.

Das Untersuchungsgebiet „Weiherhalde III“ weist eine starke Variation der Radonwerte zwischen 17.000 und 110.000 Bq/m³ auf. Das arithmetische Mittel liegt bei 42.000 Bq/m³, der **Median** (jeweils die Hälfte der Messwerte ist kleiner bzw. größer) bei **40.000 Bq/m³** und das **3. Quartil** (25 % der Messwerte liegen darüber) bei **50.000 Bq/m³**. Kleinräumige systematische Unterschiede innerhalb des Gebietes lassen sich nicht erkennen; dies gilt sowohl für die Geländenutzung (Acker bzw. Wiese) als auch für die Messpunktposition (Unter-, Mittel-, Oberhang). Die Gasdurchlässigkeit des Untergrundes ist als mäßig bis gut einzustufen. Im Falle guter Durchlässigkeiten ist eine Radonmigration im Untergrund über einige Meter möglich; die gemessenen Radonkonzentrationen in der Bodenluft spiegeln hier das geogene Radonpotenzial aus der weiteren Umgebung des Messpunktes (Meter-Bereich) wider. In mäßig bis schlecht durchlässigen Bereichen bilden sie das lokale Radonpotenzial ab und werden durch die Radonfreisetzung aus der Bodenmatrix in unmittelbarer Nähe des Messpunktes (Dezimeter-Bereich) generiert. In diesen Fällen können schon geringfügige Unterschiede in der Korngrößenverteilung und/oder der Durchfeuchtung des Bodens über eine Variation des Emanationskoeffizienten großen Einfluss auf die Höhe der Radonkonzentration in der Bodenluft haben und somit kleinräumig wechselnde Radongehalte erklären.

In Abhängigkeit von der Höhe der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft empfehlen das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) sowie das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) folgende Klassen für eine Einstufung des geogenen Radonpotenzials:



Radonvorsorgegebiet	Radonkonzentration in der Bodenluft [Bq/m ³]
I	20.000 bis 40.000
II	über 40.000 bis 100.000
III	über 100.000

In Abhängigkeit von der Einstufung in Radonvorsorgegebiete sollten jeweils unterschiedliche bautechnische präventive Maßnahmen bei Neubauten erfolgen. Diese haben zum Ziel, die Radonkonzentration in Aufenthaltsräumen der neu zu errichtenden Gebäude dauerhaft und nachhaltig unter einen Wert von 100 Bq/m³ zu begrenzen. Oftmals reichen hierbei Maßnahmen aus, die bereits den gegenwärtigen Stand der Technik darstellen und daher mit keinem unvertretbar hohen Aufwand für den Bauherrn verbunden sind.

Bei der o.g. Einstufung in Radonvorsorgegebiete wird aber nicht näher ausgeführt, wie diese Grenzen bei größeren Flächen genau anzuwenden sind. Im Sinne einer konservativen Auslegung, die der Kommune als Träger der Bauleitplanung in unseren Augen angemessen erscheint, haben wir auf Basis unserer Erfahrungen aus zahlreichen diesbezüglichen Untersuchungen den Median als zentrales Kennzeichen der Verteilung sowie das 3. Quartil als Kennzeichen der Variationsbreite zur Klasseneinstufung herangezogen (Tab. 2). In den unteren drei Klassen dient dabei der Median als das wichtigere Kriterium; die Hinzuziehung des 3. Quartils soll sicherstellen, dass eine sehr große Streubreite, die immer ein Zeichen inhomogener Verhältnisse innerhalb der betrachteten geologischen Schicht darstellt, zur Einordnung dieser Schicht in die nächsthöhere Klasse führt. Die höchste Radonvorsorgeklasse wird erreicht, wenn bereits ein Viertel der Fläche einer Einheit Radonaktivitätskonzentrationen über 100.000 Bq/m³ aufweist.

Einstufung	Median [Bq/m ³]		3. Quartil [Bq/m ³]
vernachlässigbare Radongefährdung	<= 20.000	und	<= 35.000
Radonvorsorgegebiet I	< 40.000	und	<= 70.000
Radonvorsorgegebiet II	>= 40.000	oder	> 70.000
Radonvorsorgegebiet III			> 100.000

Tab. 2

Kriterien für die Einstufung als Radonvorsorgegebiet



Aufgrund dieser Kriterien ist das Areal als **Radonvorsorgegebiet II** einzustufen. Die Bodenluftkonzentrationen stellen eine starke Radonquelle im Untergrund dar. Bei einer guten Ankopplung eines Gebäudes an den Baugrund, d.h. dem Vorhandensein geeigneter Wegsamkeiten ins Gebäude hinein (z.B.: Risse im Fundament, undichte Zu-/Ableitungen), kann es in solchen Gebieten vermehrt zu erhöhten Radonaktivitätskonzentrationen in der Raumluft kommen. Dieses gilt unabhängig von der späteren Nutzung des Gebäudes, sei es zu privaten Zwecken oder für gewerblich oder industriell genutzte Liegenschaften.

Beantwortung der gestellten Fragen

1. Wie hoch ist die Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft in dem untersuchten Neubaugebiet?

Die Radonaktivitätskonzentrationen im untersuchten Gebiet schwanken zwischen 17.000 und 110.000 Bq/m³. Aufgrund der Verteilung der Radonmesswerte sind präventive Maßnahmen zum radonsicheren Bauen zu empfehlen.

2. Welche präventiven Schutzmaßnahmen zum radonsicheren Bauen sollen empfohlen werden?

Aufgrund der vorgefundenen Werte sind die Maßnahmen für das Radonvorsorgegebiet II (Median: $\geq 40.000 \text{ Bq/m}^3$ oder 3. Quartil: $> 70.000 \text{ Bq/m}^3$) unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten zu empfehlen. Basierend auf den vorliegenden praktischen Erfahrungen nennt das BfS hierzu:

Radonvorsorgegebiet I:

- Abdichtung von Böden und Wänden im erdberührten Bereich gegen von außen angreifende Bodenfeuchte mit radondichten Materialien in Anlehnung an DIN 18 195
- konstruktiv bewehrte, durchgehende Bodenplatte aus Beton (Dicke: mindestens 15 cm)
- Abdichtung von Zu- und Ableitungen mit radondichten Materialien
- Zuführung der Verbrennungsluft für Heizkessel u.ä. von außen

Anmerkung:

Der Begriff „Radondichtigkeit“ ist in Deutschland folgendermaßen definiert: Ein Material gilt als radondicht, wenn seine Dicke größer oder gleich 3 Relaxationslängen von Radon ist. In der Praxis bedeutet dies, dass dieses Material ca. 95 % des Radon zurückhält und nur ca. 5 % des Radon hindurch diffundieren kann. Die Radondichtigkeit muss vom Hersteller des Materials durch ein Zertifikat nachgewiesen werden.



Maßnahmen zum radonsicheren Bauen sind vor allem für Gebäude in Betracht zu ziehen, in denen im erdberührten Bereich dauerhafte Aufenthaltsräume (Wohnbereich, Arbeitsplätze) vorhanden sind. Für Gebäude bzw. Räume, die nicht dauerhaft zu Aufenthaltszwecken genutzt werden, sind aus Sicht des Gutachters besondere Maßnahmen zum präventiven Radonschutz nicht zwingend in die Planung einzubeziehen.

Radonvorsorgegebiet II:

- Maßnahmen wie im Radonvorsorgegebiet I
- Einbringen einer radondichten Folienabdichtung unter der Bodenplatte, ggf. Anschluss an vertikale Abdichtungen
- ggf. Verlegung einer Dränage in Kiesbett unter der Bodenplatte

Anmerkung:

Ziel einer Drainage ist es, mittels Unterdruck die radonhaltige Bodenluft aus dem Gebäudeuntergrund abzusaugen und in die Atmosphäre abzuleiten. Beim Anlegen einer Drainage muss die Durchlässigkeit des Untergrundes in geeigneter Weise berücksichtigt werden; Verbindungen („Kurzschlüsse“) zu eventuell vorhandenen Entwässerungssystemen oder zur freien Atmosphäre müssen ausgeschlossen sein. Die Ableitung der abgesaugten Luft in die Atmosphäre erfolgt in der Regel über Vollwandrohre (z.B. in bereits vorhandenen Schächten im Gebäudeinnern oder an der Gebäudeaußenseite), ggf. ist der Einsatz eines Ventilators zur Erzeugung des Unterdruckes notwendig. Auslassöffnungen der abgesaugten Luft sollten stets mehr als 2 m von Türen oder Fenstern entfernt sein.

Radonfachstellen aus Süddeutschland, Österreich, der Schweiz und Südtirol haben gemeinsame Veröffentlichungen zum Thema Radon erarbeitet, u.a. auch zu Vorsorgemaßnahmen bei Neubauten (s. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, <http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/87964/>; zuletzt besucht am 12.4.2012). Hierin sind entsprechende Maßnahmen eingehender beschrieben.

- Hinterfüllungen vor erdberührten Außenwänden mit nicht-bindigen Materialien

Bonn, den 12.4.2012

J. Kemschi

Dr. Joachim Kemschi

