



## HINWEIS:

Das folgende geotechnische Gutachten für das Baugebiet „Laurentiusweg“ in Reichenhofen wurde in erster Linie für die Erschließungsmaßnahme erstellt.

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

Unmittelbare Rückschlüsse auf die einzelnen Baugrundstücke sind nur bedingt möglich.

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

## Geotechnisches Gutachten

### Erschließung Baugebiet „Laurentiusweg“ in Reichenhofen

<u>Projekt Nr.</u>	A 1205004
<u>Bauvorhaben</u>	Erschließung Baugebiet „Laurentiusweg“ in Reichenhofen
<u>Auftraggeber</u>	Große Kreisstadt Leutkirch im Allgäu Marktstraße 26 88299 Leutkirch im Allgäu
<u>Datum</u>	08.06.2012
<u>Bearbeitung</u>	Dipl.-Geol. Klaus Merk Dipl.-Geol. Eduard Frankovsky

- Inhalt:
1. Vorgang
  2. Geomorphologische Situation, Baugrundsichtung
  3. Bautechnische Beschreibung der Schichten, Bodenkennwerte
  4. Grundwasserverhältnisse, Durchlässigkeit der anstehenden Böden, Versickerungsmöglichkeiten nach DWA - A 138, Geothermie
  5. Gründung Wohngebäude und baubegleitende Maßnahmen
  6. Gründung Erschließungsstraße

- Anlagen:
- 1.1 Übersichtslageplan Baugebiet, ohne Maßstab
  - 1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1:500
  - 2 Geotechnischer Baugrundschnitt, M 1:50 / 500
  - 3.1-4 Auswertung Sickerversuche
  - 4.1-2 Fundamentdiagramme Einzel- und Streifenfundamente

Unterlagen:

- [1] *Stadt Leutkirch, Stadtbauamt, Marktstraße 26, 88299 Leutkirch:*  
Erschließungsplan Baugebiet Laurentiusweg, Reichenhofen, mit Einteilung der Baugrundstücke und skizzierten Sickermulden (Planungsstand Mai.2012)

## 1. Vorgang

Die Stadt Leutkirch beabsichtigt die Erschließung des Baugebietes „Laurentiusweg“ an der nordwestlichen Gemeindegrenze von Reichenhofen (vgl. Anl. 1.1). Es sind bisher 18 Bauplätze für Einfamilienhäuser vorgesehen. Im Westen, Norden und Osten sowie entlang des Laurentiusweges sind gemäß dem vorliegenden Plan Sickermulden vorgesehen.

Unser Büro wurde von der Stadt Leutkirch am 02.05.2012 beauftragt, für die geplante Erschließung eine Untersuchung des Untergrundes auszuführen. Mit den Untersuchungen sollen die Möglichkeiten der Versickerung von Niederschlagswasser, die Gründung von Wohngebäuden und der Erschließungsstraßen sowie Maßnahmen zur Verlegung von Kanalleitungen beschrieben werden.

Im geplanten Baugebiet wurden am 15.05.2012 vier Schürftgruben (SG1-4/12) ausgehoben. Der Untersuchungsumfang zur Erkundung der Untergrundverhältnisse sowie die Lage der Aufschlusspunkte wurden von der Stadt Leutkirch, Stadtbauamt, in Zusammenarbeit mit unserem Büro festgelegt.

Die in den Schürftgruben aufgeschlossenen Bodenschichten wurden beim Aushub nach der DIN 4022 ingenieurgeologisch angesprochen.

Die Lage der Schürftgrube und die Ansatzhöhen der jeweiligen Geländeoberflächen wurden von unserem Büro eingemessen. Die Lage der Aufschlüsse ist im Lageplan der Anlage 1.2 eingetragen. Die Höhen der Ansatzpunkte, ebenso wie die detaillierte, nach DIN 4022, DIN

18196 und DIN 18300 klassifizierte Bodenaufnahme, sind im geologischen Profil der Anlage 2 aufgeführt.

Zur Bestimmung der Versickerungsmöglichkeiten wurden in allen vier Schürfen Sicker Versuch durchgeführt und der jeweilige Durchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$  – Wert) ermittelt (vgl. Anlagen 3.1 - 3.4).

## 2. Geomorphologische Situation, Baugrundsichtung

Das geplante Baugebiet „Laurentiusweg“ liegt im Nordwesten von Reichenhofen, im Bereich der Flurnummern 91/1 und 91/2. Das Areal liegt in der weitläufigen Talau der Wurzacher Ach, die rd. 120 m südlich des Untersuchungsgeländes liegt. Das weitläufige Gelände wird momentan als landwirtschaftliche Ackerfläche genutzt. Von Süden nach Norden steigt das rd. 19.800 m<sup>2</sup> große Gelände leicht an. Das Baugebiet wird im Norden von einem bewaldeten, steil aufragenden Hang, im Westen von einem kleineren Gerinne, im Süden vom Laurentiusweg und im Osten von der Sportanlage der Schule Reichenhofen begrenzt.

Geologisch gesehen liegt das Untersuchungsgebiet in der eiszeitlich geprägten Moränenlandschaft des Alpenvorlandes. Am Ende der letzten Eiszeit (Würmglazial) wurden in weitläufigen Sanderflächen des Rheinvorlandgletschers durch die Schmelzwässer Kiese in die z. T. tief eingeschnittenen Molassetäler abgelagert. Die grobkörnigen Sedimente verwitterten im Laufe der Zeit chemisch und physikalisch, so dass sich eine typisch braun gefärbte Verwitterungsdecke (hier Verwitterungskies) ausbildete. In seichten Überschwemmungsgebieten kamen durch temporäre Überflutungen der Wurzacher Ach immer wieder feinkörnige Sedimente (Auelehme, Anmoorschichten) zur Ablagerung, die die Verwitterungsböden heute überdecken. Eine Mutterbodenschicht (Ackerkrume) schließt die natürlichen Böden nach oben hin ab. Im Bankett des Laurentiusweges ist mit Auffüllungen zu rechnen.

Aus der vorgenannten allgemeinen geologischen Situation und den ausgeführten Aufschlüssen kann für den direkten Untersuchungsbereich die folgende generelle Schichtenfolge abgeleitet werden:

Mutterboden (Ackerkrume)	(Quartär, Holozän)
Auelehm	(Quartär, Holozän)
Verwitterungskies	(Quartär, Pleistozän - Holozän)
Schmelzwasserkies	(Quartär, Pleistozän).

Im Einzelnen wurden mit den vier Schürftgruben folgende Schichtglieder bzw. Schichttiefen festgestellt:

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

Schicht / Schurf (Ansatzhöhe OK Gel.)	SG1/12 (640.70)	SG2/12 (641.71)	SG3/12 (639.68)	SG4/12 (641.33)
<b>Mutterboden</b>	0,00 - 0,30	0,00 - 0,40	0,00 - 0,30	0,00 - 0,40
<b>Auelehm</b>	0,30 - 1,80	0,40 - 1,85	0,30 - 2,20	0,40 - 2,00
<b>Verwitterungskies</b>	1,80 - 2,70	1,85 - 3,20	2,20 - 2,40	2,00 - 3,20
<b>Schmelzwasserkies</b>	2,70 - 3,80	3,20 - 3,60	2,40 - 3,00	3,20 - 4,10

*Anmerkung:*

*Auf Grund des in den Schmelzwasserkiesen vorkommenden Grundwassers, fielen die Wände der Schurfgruben nach dem Erreichen dieser Schicht relativ schnell ein. Die Schürfe konnten dann z. T. nicht sehr viel tiefer ausgeführt werden.*

### 3. Bautechnische Beschreibung der Schichten

Zusätzlich zu der Schichtansprache, die bei den Untersuchungsprofilen, vgl. Anlage 2, dargestellt ist, werden die bautechnischen Eigenschaften der relevanten Bodenschichten wie folgt beurteilt.

#### *Mutterboden (Ackerkrume)*

Die z. T. durch den Ackerbetrieb akkumulierte Oberbodenschicht ist dunkelgraubraun gefärbt. Es handelt sich um einen schwach tonigen, schwach feinsandigen bis feinsandigen, gering kiesigen und humosen Schluff. Die Konsistenz des Bodens ist als weich zu bezeichnen. Der Oberboden ist nicht tragfähig und wird üblicher Weise abgeschoben. Der Mutterboden kann bei einer möglichen seitlichen Lagerung später auf den Grundstücken im Rahmen eines Bodenmanagements wieder aufgetragen werden. Es wird hierzu empfohlen, den Mutterboden auf Pflanzenschutzmittel und auf die Parameter der Bundesbodenschutzverordnung (Wirkungspfand Boden - Mensch) zu untersuchen.

#### *Auelehm*

Bei den braun gefärbten Auelehmen handelt es sich um gering kiesige, schwach tonige bis tonige, schwach sandige bis sandige Schluffe, die lagenweise schwach humos bis humos sind. Beim Schurf SG4/12 wurde eine ausgeprägt anmoorige Lage festgestellt, die einen deutlich höheren organischen Anteil aufweist. Des Weiteren kommen stellenweise Pflanzen- und Holzreste in der lehmigen Matrix vor. Die Konsistenz des Auelehms ist überwiegend als weich, lagenweise auch als weich bis steif einzustufen. Die Auelehme sind in Bezug auf Bauwerklasten als gering tragfähig zu bezeichnen. Sie neigen bei Belastungen zu hohen Setzungen.

### Verwitterungskies

Der braun bis graubraun gefärbte Kiesboden setzt sich aus sandigen, schluffigen bis stark schluffigen, schwach steinigen Fein- bis Grobkiesen zusammen. Die Kieskomponenten zerfallen bereits und erscheinen z. T. mürbe. Der Lagerungszustand des Verwitterungskieses ist als locker, bzw. lokal als locker bis mitteldicht zu bezeichnen. Die lehmige Matrix besitzt eine weiche Konsistenz. In den Verwitterungskiesen können auch Blöcke vorkommen. Die Tragfähigkeit der Verwitterungskiese ist als mäßig einzustufen. Dieser Horizont neigt bei Belastungen zu Langzeitsetzungen.

### Schmelzwasserkies

Der graubraun gefärbte Schmelzwasserkies setzt sich aus gering schluffigen bis schwach schluffigen, steinigen Fein- bis Grobkiesen zusammen, deren Sandanteil zwischen gering sandig und stark sandig variiert. Lagenweise wurden auch sehr einkörnige Kiese festgestellt, deren Schichtdicken im Zentimeter- bis Dezimeterbereich liegen. Erfahrungsgemäß kommen im Schmelzwasserkies auch größere Steine bzw. Blöcke vor. Wie die Schürfe zeigten, besitzt der Schmelzwasserkies eine deutliche Horizontalschichtung. Der Lagerungszustand des Kiesbodens kann dem Baggerwiderstand zufolge als insgesamt mitteldicht bezeichnet werden. Die Schmelzwasserkiese sind als tragfähig zu bezeichnen und zum Lastabtrag von Gebäuden geeignet.

## 3.2 Bodenkennwerte

Aus erd- und grundbautechnischer Sicht sind für die im Baugebiet aufgeschlossenen Böden folgende charakteristische Bodenkennwerte zugrunde zu legen:

Tabelle 2: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte)

Schicht	Wichte $\gamma / \gamma' \text{ [kN/m}^3\text{]}$	Reibungswinkel $\varphi' \text{ [}^\circ\text{]}$	Kohäsion $c' \text{ [kN/m}^2\text{]}$	Steifzahl $E_s \text{ [MN/m}^2\text{]}$
Mutterboden	15/5 – 16/6	20 - 22,5	0,5	0,5 - 1
Auelehm	17/7 - 18/8	22,5 - 25	1 - 2	4 - 6
Verwitterungskies	19/9 - 20/10	30 - 32,5	0	10 - 15
Schmelzwasserkies	21/11 - 22/12	32,5 - 35	0	30 - 50

Tabelle 2 (Fortsetzung): Erdbautechnische Klassifizierung der Böden

Schichten	Bodengruppe [DIN 18196]	Bodenklasse [DIN 18300]	Bodenklasse [DIN 18301]	Frostempfindlichkeit [ZTVE-StB 09]
Mutterboden	OU,OH	1	BO1	F3
Auelehm	UL	4	BB2	F3
Verwitterungskies	GU*,[Y]*	5	BN2,BS1,[BS3]	F3
Schmelzwasserkies	GW/X,GE [Y]*	5,[6]*	BN1,BS1-2,[BS3]*	F1,F2

[...]\* Bodenklassen 5 und 6, je nach Anteil und Größe der Stein- und Blockmengen

#### 4. Grundwasserverhältnisse, Durchlässigkeit der Böden, Versickerungsmöglichkeiten und Randbedingungen nach DWA - A138, Geothermie

##### 4.1 Grundwasserverhältnisse

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen wurde mit allen Schürfgruben Grundwasser aufgeschlossen.

Tabelle 3: Wasserstände in den Schürfen am 15.05.2012

Schurf	Wasser nach Baggerende	
	m u. Gel.	mNN
SG1/12	2,80	637.90
SG2/12	3,30	638.41
SG3/12	2,80	636.88
SG4/12	3,40	637.93

Als Grundwasserleiter fungiert der Schmelzwasserkies. Das Grundwasser liegt den Aufschlüssen zufolge momentan im freien Zustand vor. Die Grundwasserfließrichtung ist den allgemeinen hydrogeologischen Bedingungen in Richtung Osten, entsprechend der Fließrichtung der Wurzacher Ach gerichtet. Zusätzlich ist auf Grund der gemessenen Wasserspiegel anzunehmen, dass zusätzlich ein Grundwasserzustrom aus Richtung Norden, d. h. vom Hanggelände her, erfolgt, da beim Schurf SG2/12 ein deutlich höherer Grundwasserstand festgestellt wurde.

Der Grundwasserstauer wird im Untersuchungsgebiet erfahrungsgemäß von den tertiären Molasseböden gebildet, die mit den Schürfen nicht aufgeschlossen wurden.

Nach längeren Niederschlagsereignissen kann der Wasserspiegel erfahrungsgemäß noch ansteigen. Detaillierte Angaben zu höchsten Grundwasserständen liegen dem Verfasser jedoch nicht vor. Es muss jedoch davon ausgegangen werden, dass der gemessene Wasserspiegel im Nahbereich zur Wurzacher Ach noch um bis zu 1,0 m ansteigen kann.

##### 4.2 Durchlässigkeit der anstehenden Böden, Versickerungsmöglichkeiten nach dem DWA Regelwerk Arbeitsblatt DWA - A 138, Randbedingungen

Im Zuge der Baugebietserkundung wurde die Versickerungsfähigkeit der augenscheinlich durchlässigen Schmelzwasserkiese untersucht. Das anfallende Oberflächenwasser soll im Baugebiet dezentral oder zentral über Sickermulden versickert werden.

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 - Regelwerk, Arbeitsblatt DWA - A 138 (April 2005) sollte der Durchlässigkeitsbeiwert einer Bodenschicht, in der die Versickerung stattfinden soll, im Bereich zwischen  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-03} \text{ m/s}$  und  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-06} \text{ m/s}$  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  $k_f < 1,0 \cdot 10^{-06} \text{ m/s}$  ist eine Regenwasserbewirtschaftung über eine ausschließliche Versickerung nicht mehr gewährleistet, so dass die anfallenden Wassermengen über ein Retentionsbecken abzuleiten sind.

Die obersten Schichten der untersuchten Bereiche werden von lehmigen Böden (Auelehme, schluffige bis stark schluffige Verwitterungskies) gebildet. Darunter folgen generell die feinkornarmen Schmelzwasserkiese, die im Baugebiet flächig verbreitet sind.

Auf eine Bestimmung der Durchlässigkeitsbeiwerte ( $k_f$ ) der Auelehmlagen und des bindigen Verwitterungskieses wurde in Absprache mit dem Stadtbauamt verzichtet, da die feinkörnigen Böden erfahrungsgemäß Durchlässigkeiten von  $k_f < 1,0 \cdot 10^{-06} \text{ m/s}$  besitzen.

Um die Durchlässigkeitsbeiwerte der grobkörnigen Schmelzwasserkiese bestimmen zu können, wurden in den Schürfen Sickerversuche ausgeführt. Anhand der aufgezeichneten Absenkungen kann der vertikale Durchlässigkeitsbeiwert je Versuch bestimmt werden (vgl. Anlagen 3.1 - 3.4).

Der vertikale Durchlässigkeitsbeiwert aus den Sickerversuchen sowie der zugehörige Bemessungs –  $k_f$  – Wert nach dem Arbeitsblatt DWA - A 138, Tab. B.1, sind in der Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Ergebnisse Sickerversuche (gerundete Werte der Anlage 3.1 - 3.4)

Aufschluss	Durchlässigkeit $k_f$ -Wert Feldversuch (m/s)	Durchlässigkeit $k_f$ -Wert Bemessung (m/s)	Bodenart
SG1/12 Tiefe Sohle: 3,20 m	$2,3 \times 10^{-04}$	$4,6 \times 10^{-04}$	Schmelzwasserkies, steinig, schwach schluffig
SG2/12 Tiefe Sohle: 3,60 m	$1,8 \times 10^{-03}$	$3,6 \times 10^{-03}$	Schmelzwasserkies, steinig, gering - schwach schluffig
SG3/12 Tiefe Sohle: 3,00 m	$2,0 \times 10^{-03}$	$4,0 \times 10^{-03}$	Schmelzwasserkies, steinig, gering - schwach schluffig
SG4/12 Tiefe Sohle: 3,50 m	$8,0 \times 10^{-04}$	$1,6 \times 10^{-03}$	Schmelzwasserkies, steinig, schwach schluffig
<b>Ø <math>k_f</math> Wert</b>	<b><math>1,2 \times 10^{-03}</math></b>	<b><math>2,4 \times 10^{-03}</math></b>	

Die ermittelten, vertikalen Durchlässigkeitsbeiwert (vgl. Tabelle 4) stufen den gering schluffigen bis schwach schluffigen Schmelzwasserkies nach DIN 18130, Teil 1, Tabelle 1 als einen

„stark durchlässigen bis durchlässigen“ Boden ein, der den Anforderungen des Arbeitsblattes DWA - A138 entspricht. Eine Versickerung ist im Schmelzwasserkies generell möglich. Die lehmigen Schichten (Auelehm, Verwitterungskies) sind mit Versickerungsanlagen zu durchstoßen. Um den oben beschriebenen Abstand der Beckensohle zum Grundwasser einhalten zu können, sind die Mulden nach dem Aushub der bindigen Böden mit einem durchlässigen Kies-Sand-Gemisch bis zu einer noch festzulegenden Sohlhöhen der einzelnen Becken zu verfüllen.

#### 4.3 Allgemeine Randbedingungen nach dem Arbeitsblatt DWA - A 138

##### *Bebauung*

Allgemein gilt, dass der Mindestabstand dezentraler Versickerungsanlagen (vgl. DWA - A 138, S.19, Bild 2) von einer bestehenden bzw. geplanten Bebauung - vom Baugrubenfußpunkt ausgehend - das 1,5-fache der Baugrubentiefe nicht unterschreiten soll. Ansonsten wird empfohlen, Kellergebäude angrenzender Gebäude wasserdicht auszuführen. Gründen die Gebäude im durchlässigen Schmelzwasserkies und liegt die Gründung im Einflussbereich des Grundwassers, so ist davon auszugehen, dass die Keller aus wasserundurchlässigem Beton errichtet werden.

##### *Wasserschutzgebiet*

Nach dem Arbeitsblatt DWA - A 138 dürfen keine Versickerungen im Bereich von Wasserschutzgebietszonen I und II ausgeführt werden. Das Untersuchungsgebiet liegt nach bisherigen Kenntnissen in keiner Wasserschutzzone.

##### *Altlastenverdachtsflächen*

Nach dem Arbeitsblatt DWA - A 138 dürfen keine Versickerungen im Bereich von belasteten Auffüllungen ausgeführt werden. Mit den Schürfen wurden keine Schichten aufgeschlossen, die auf eine Altlastenrelevanz hinweisen. Sollten bei der Errichtung der Sickeranlagen dennoch lokal Auffüllungshorizonte aufgeschlossen werden, so sind diese seitlich zu lagern, altlastentechnisch zu untersuchen, einzugrenzen und ggf. zu entsorgen.

#### 4.4 Geothermie

Mit den Schürfen wurde in Tiefen von rd. 3,0 m u. GOK Grundwasser in den gut durchlässigen Schmelzwasserkiesen angetroffen. Bei einer größeren Mächtigkeit des Kieskörpers wäre eine Nutzung des Grundwassers im Rahmen einer Wasser - Wasser - Wärmepumpe zur Energiegewinnung (Heizen / Kühlen) möglich.

Der Grundwasserstauer wurde mit den Schürfen nicht erreicht, da die Grubenwände der Schürfe nach dem Erreichen des wassererfüllten Schmelzwasserkieses einstürzten.

Zur Klärung der möglichen Nutzung des aufgeschlossenen Grundwassers wird bei Bedarf die Ausführung einer Probebohrung mit einem Brunnenausbau (mind. DN 150 mm) empfohlen. In dem Probebrunnen sind direkt im Anschluss an die Bohrung ein Pumpversuch zur Ermittlung der maximalen Fördermenge sowie ein Sickerversuch auszuführen. Die Brunnen-

bohrung ist so zu platzieren und auszubauen, dass sie bei einer ausreichenden Wassermenge als Entnahme- oder Sickerbrunnen verwendet werden kann. Bei einer ausreichenden Wassermenge kann dann gleich im Anschluss der zweite Brunnen der Anlage abgeteuft werden.

Die Dimensionierung und die Planung einer geothermischen Anlage kann von unserem Büro anhand von Energiebedarfszahlen durchgeführt werden.

## 5. Gründung Wohnbebauungen und baubegleitende Maßnahmen

Von dem geplanten Baugebiet „Laurentiusweg“ liegt ein Lageplan im Maßstab 1:500 vor. Im Lageplan sind die Aufteilung nach Bauplätzen, die Lage der Erschließungsstraße sowie die bisher geplanten Sickermulden dargestellt.

Die Erdgeschoßfußbodenhöhen der Bauwerke wurden noch nicht festgelegt. Es wird davon ausgegangen, dass diese nahezu geländegleich sind. Ferner wird angenommen, dass im Projektgebiet Bauungen (Einfamilienhäuser) mit und ohne Unterkellerungen entstehen.

### 5.1 Tragfähigkeit der anstehenden Böden

Maßgebend für die Bauwerksgründungen ist das geotechnische Baugrundprofil in der Anlage 2. Entsprechend den geotechnischen Aufschlüssen steht der gut tragfähige Baugrund in Form von Schmelzwasserkies auf den folgenden Koten an:

SG1/12: 638.00 mNN, 2,70 m u. GOK  
SG2/12: 638.51 mNN, 3,20 m u. GOK  
SG3/12: 637.28 mNN, 2,40 m u. GOK  
SG4/12: 638.13 mNN, 3,20 m u. GOK.

Der Schmelzwasserkies wird von nur gering tragfähigen Auelehmen und von den mäßig tragfähigen Verwitterungskiesen überlagert. Beide Bodenarten neigen bei Belastungen zu Setzungen.

### 5.2 Flachgründung im Schmelzwasserkies

#### 5.2.1 Unterkellerte Gebäude

Unterkellerte Gebäude, deren Baugrubensohlen bereits im Schmelzwasserkies liegen, können flach auf Einzel- und Streifenfundamenten oder auf einer elastisch gebetteten Bodenplatte gegründet werden.

In den Anlagen 4.1-2 sind Fundamentdiagramme für Einzel- und Streifenfundamente (unterkellerte Gebäude), die im Schmelzwasserkies gründen, enthalten. Die Bauwerkssohle liegt über dem Grundwasser, bzw. an der Grenze zum Grundwasser. Die Einbindetiefe des Kellerbauwerkes wird bei den Diagrammen der Anlagen 4.1 und 4.2 in Form einer Auflast gegen Grundbruch angesetzt (Einbindetiefe Unterkante Kellerbauwerk ca. 3,0 m ab OK Gelände).

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

Auszug Anlage 4.1 (quadr. Einzelfundamente, Einbindetiefe Unterkellerung ca. 3,0 m, Gründung in mitteldichten Schmelzwasserkiesen)

Fundament  $a \times b = 1,0 \text{ m} \times 1,0 \text{ m}$ : zul.  $\sigma = 750 \text{ kN/m}^2$ , zul.  $R = 750 \text{ kN}$ , zug.  $s = 1,50 \text{ cm}$

Fundament  $a \times b = 1,2 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}$ : zul.  $\sigma = 620 \text{ kN/m}^2$ , zul.  $R = 893 \text{ kN}$ , zug.  $s = 1,50 \text{ cm}$

Fundament  $a \times b = 1,4 \text{ m} \times 1,4 \text{ m}$ : zul.  $\sigma = 550 \text{ kN/m}^2$ , zul.  $R = 1078 \text{ kN}$ , zug.  $s = 1,50 \text{ cm}$ .

Auszug aus Anlage 4.2 (Streifenfundament  $l = 10 \text{ m}$ , Einbindetiefe bei Unterkellerung ca. 3,0 m, Gründung in mitteldichten Schmelzwasserkiesen)

Fundament  $l = 10 \text{ m}$ ,  $l = 0,5 \text{ m}$ : zul.  $\sigma = 565 \text{ kN/m}^2$ , zul.  $R = 282 \text{ kN}$ , zug.  $s = 1,50 \text{ cm}$

Fundament  $l = 10 \text{ m}$ ,  $l = 0,6 \text{ m}$ : zul.  $\sigma = 500 \text{ kN/m}^2$ , zul.  $R = 300 \text{ kN}$ , zug.  $s = 1,50 \text{ cm}$

Fundament  $l = 10 \text{ m}$ ,  $l = 0,8 \text{ m}$ : zul.  $\sigma = 410 \text{ kN/m}^2$ , zul.  $R = 328 \text{ kN}$ , zug.  $s = 1,50 \text{ cm}$ .

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

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

Die Bodenplatte des Kellerbauwerkes ist deckenartig auf die Fundamente aufzulegen.

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

$$k_s = 12 - 16 \text{ MN/m}^3$$

angesetzt werden.

Stehen in der Baugrube nach dem Aushub noch Restmächtigkeiten des Verwitterungskieses an, so sind diese bis auf den Schmelzwasserkies auszuheben und gegen eine gut verdichtbaren Teilbodenersatzkörper aus Kiessand oder Schotter zu ersetzen. Die Verdichtung des Einbaumaterials ist anhand von dynamischen oder statischen Plattendruckversuchen nachzuweisen (empfohlen: statischer Versuch  $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^3$ ; dynamischer Versuch  $E_{vd} \geq 40 \text{ MN/m}^3$ ).

## 5.2.2 nicht unterkellerte Gebäude

Es wird empfohlen, Bodenplatten nicht unterkellerten Gebäude deckenartig auf Einzelfundamenten zu gründen, die über Magerbetonvertiefungen bis in die Schmelzwasserkiese zu führen sind. Bei der Gründung der Bodenplatten auf Fundamentvertiefungen werden nahezu quadratische Schürfgruben bis zu den Schmelzwasserkiesen ausgehoben. Die Vertiefungen werden jeweils direkt nach dem Aushub bis zur geplanten Unterkante der eigentlichen Fundamente mit Magerbeton verfüllt. Wie die Schürfe zeigten, können die Fundamentvertiefungen kurzfristig unter  $90^\circ$  geböscht werden. Die Gruben dürfen zu keiner Zeit betreten werden. Bei hohen Grundwasserständen kann die seitliche Stützung der unteren Bereiche der Gruben mittels flächengleicher Brunnenringen erforderlich sein.

Zur Bemessung der quadratischen Fundamente bzw. flächengleicher Brunnenfundamente sind die unter Abschnitt 5.2.1 bzw. die bei der Anlage 4.1 angegebenen, aufnehmbaren Sohldrücke anzunehmen. Eine Gründung von Einzel- und Streifenfundamenten in den Verwitterungskiesen wird nicht empfohlen.

Alternativ können elastisch gebettete Bodenplatten nicht unterkellerten Gebäude auf einem Teilbodenersatzkörper, bestehend aus einem gut verdichtbaren Kies - Sand - Gemisch, Schotter oder einem güteüberwachten Betonrecyclingmaterial gegründet werden. Die Au-  
elehmlagen sind mit dem Teilbodenersatzkörper bis zum Verwitterungskies zu durchstoßen.

Nach dem Aushub sind Schroppen (Kantenlänge ca. 15 cm) in die bindigen Kiese einzudrücken. Über den Schroppen ist ein Geotextil GRK4 zu verlegen. Auf das Geotextil wird der eigentliche Teilbodenersatzkörper (feinkornarmes Kies-Sand-Gemisch) bis zur geplanten Gründungshöhe aufgebaut. Der Bodenersatzkörper ist in Lagen von  $d = 20 \text{ cm}$  (max. Schütthöhe) bis zur geplanten Gründungshöhe der Bodenplatte einzubauen und auf mindestens

100% der einfachen Proctordichte zu verdichten. Der Verdichtungsgrad ist zu kontrollieren und nachzuweisen (Empfehlung: statische Plattendruckversuche  $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ , dynamische Plattendruckversuche  $E_{vD} \geq 50 \text{ MN/m}^2$ ). Der Teilbodenersatzkörper muss dabei entsprechend der Aushubtiefe über den Grundriss des Gebäudes hinausragen, um einen Lastabtragungswinkel von  $45^\circ$  gewährleisten zu können.

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

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

angesetzt werden.

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

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

### 5.3 Grundwasser und Entwässerung

Grundwasser wurde bei der Baugrunderkundung in den Schmelzwasserkiesen festgestellt. Der bisher höchste gemessene Grundwasserstand im südlichen Baugebiet (SG1, SG3, SG4) lag am 15.05.2012 auf einer Kote von 637.93 mNN. Dem Abschnitt 4.1 zufolge sind Grundwasserstände in diesem Baugebietsareal bis zu einer Kote von rd. 638.93 mNN generell möglich.

Im nördlichen Baugebiet (SG2/12) wurde ein Grundwasserstand von 638.41 mNN festgestellt. Hier sind Wasserstände von bis zu 639.41 mNN möglich.

Kellerbauwerke können demzufolge, je nach Gründungshöhe, im Grundwasser bzw. im Grundwasserschwankungsbereich liegen.

Die Abdichtung der Bodenplatten und der erdberührten Wände ist gemäß Abschnitt 8 der DIN 18195-6 gegen von außen drückendes Wasser zu bemessen. Es wird dringend die Ausführung einer sog. „Weiße Wanne“ empfohlen.

Erdberührte Bodenplatten und Wände nicht unterkellerten Gebäude, die oberhalb des Bemessungswasserspiegels liegen und die auf einem durchlässigen, feinkornarmen Teilbodenersatzkörper aus Kiessand gründen, sind gegen Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser (DIN 18 195-4) abzudichten. Der durchlässige Teilbodenersatzkörper muss jedoch bis zu den ebenfalls durchlässigen Schmelzwasserkiesen reichen, um eine permanente Versickerung zur gewährleisten.

Erdberührte Bodenplatten und Wände nicht unterkellertes Gebäude, die in den Auelehmen und den Verwitterungskiesen liegen, sind gegen aufstauendes, drückendes Sickerwasser (DIN 18 195-6) abzudichten.

#### 5.4 Baugruben, Verfüllung Arbeitsräume

Es ist davon auszugehen, dass Baugruben zur Herstellung von Kellerbauwerken bis zu 3,0 m in das bestehende Gelände einschneiden. Demnach werden die Auelehme, die Verwitterungskiese und die Schmelzwasserkiese mit den Baugrubenwänden angeschnitten.

Nach der DIN 4124 sind in den überwiegend weichen Auelehmen, den Verwitterungskiesen und in den wasserfreien Schmelzwasserkiesen freie Böschungswinkel von 45° ohne rechnerischen Nachweis zulässig. Auf die Einhaltung der lastfreien Bereiche an der Böschungskrone - entsprechend DIN 4124 - wird hingewiesen. Freie Böschungen sind mit Planen o.ä. gegen Witterungseinflüsse zu sichern.

Kommen Baugrubensohle im Grundwasser zu liegen, so ist eine genehmigungspflichtige Grundwasserabsenkung über z. B. Schachtbrunnen notwendig. Im permanent abgesenkten Zustand (Bauphase) sind dann Baugruben unter 45° möglich.

Kann eine Grundwasserabsenkung technisch nicht ausgeführt werden oder schneiden die Baugruben tiefer in das Grundwasser ein, so ist die Baugrube mittels eines Spundwandverbaus zu sichern. Da die Tiefenlage des Grundwasserstauers nicht bekannt ist, ist innerhalb des Spundwandkastens der Einbau einer Unterwasserbetonsohle zur Abdichtung vorzusehen. Oberflächenwasser und die geringen Mengen Wasser aus den Spundwandschlössern müssen während der Bauphase abgeleitet werden.

Baugruben bis zu einer Tiefe von 1,25 m können nach der DIN 4124 senkrecht geböscht werden.

Die Arbeitsräume der Gebäude können mit den anfallenden Schmelzwasserkiesen und mit den Verwitterungskiesen wieder verfüllt werden. Reichen diese Bodenmengen nicht zur Verfüllung aus, wird empfohlen, ein gut verdichtbares Kies - Sand - Gemisch in die Arbeitsräume einzubauen.

#### 5.5 Kanalbaumaßnahmen

Angaben zu Verlegetiefen von Kanalleitungen liegen momentan nicht vor. Kanalgräben können, entsprechend den o. g. Ausführungen, in den grundwasserfreien Böden, falls die Platzverhältnisse es erlauben, unter 45° frei geböscht werden. Es gelten die Vorgaben der DIN 4124. Alternativ zur freien Böschung ist die Verbautafel einsetzbar. Diese Verbautart minimiert Aushubmaßen und wieder einzubauendes Bodenmaterial (Schmelzwasserkies, kiesiger Teilbodenersatzkörper).

Kommen Kanalrohre im Grundwasser zu liegen, ist ggf. eine abschnittsweise, vorseilende Grundwasserabsenkung auszuführen. Alternativ können die Rohre im Schutz einer Spundwandverbaues verlegt werden. Hierzu sind weitere Detailplanungen in Bezug auf die tatsächlichen Verlegetiefen und Absenkhöhen notwendig. Die Auftriebssicherheit ist zu beachten.

Kanalrohre können generell ohne Zusatzmaßnahmen in den Schmelzwasserkiesen gegründet werden. Liegen die Gründungssohlen in den Verwitterungskiesen, so ist eine lastverteilende Schicht aus Kiessand von mind.  $D = 40$  cm unter dem Kanalrohr einzubauen. Zwischen dem Verwitterungskies und dem Teilbodenersatzkörper ist ein Geotextil (GRK2) zu verlegen.

Stehen nach dem Aushub bis zur geplanten Sohle des Kanals noch Auelehme an, so sind diese bis zu den Verwitterungskiesen auszuheben und gegen einen Teilbodenersatzkörper aus Kiessand auszutauschen.

Für die Verfüllung der Kanalgräben, insbesondere im Bereich der Erschließungsstraße, können die feinkornarmen Schmelzwasserkiese oder ein ebenfalls feinkornarmes Kies - Sand - Gemisch verwendet werden. Die Grabenverfüllung ist in Bereichen in denen in den Baugrubenwänden Verwitterungskiese und Auelehme anstehen, von diesen durch ein Geotextil (GRK2) zu trennen.

Die Verdichtung des Einbaumaterials ist anhand von z. B. dynamischen Plattendruckversuchen nach den Anforderungen der ZTVE-StB 09 und der ZTVA-StB 97 zu kontrollieren. Die Anzahl der Prüfpunkte richtet sich nach der zu verfüllenden Grabenhöhe und den Leitungszonen sowie der Grabenlänge und ist in der Planungsphase festzulegen (Eigen- und Fremdüberwachung).

## **6. Gründung Erschließungsstraße**

Es ist davon auszugehen, dass die Erschließungsstraße in etwa auf dem jetzigen Geländeneiveau liegt. Detaillierte Höhenkoten der Straßengradiente liegen momentan nicht vor. Es wird die Bauklasse V (Anliegerstraße) und die Frosteinwirkungszone 3 vorausgesetzt.

Nach dem Abtrag des Oberbodens stehen im Baugebiet Auelehme überwiegend weicher Konsistenz an, die lokal stark humos (anmoorig) sind. Die bindigen Auelehme sind entsprechend der Tabelle 2, bezüglich der Frostempfindlichkeit der Klasse F3 (sehr frostempfindlich) zuzuordnen. Des Weiteren ist der Lehmboden als sehr witterungsempfindlich zu bezeichnen. Die bindigen Anteile weichen durch Niederschläge zusätzlich schnell auf und verlieren an Festigkeit.

Nach der ZTV E-StB 09 wird für frostempfindliche Böden auf dem Planum bzw. Untergrund ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45$  MN/m<sup>2</sup> gefordert. Dieser Wert wird in den anstehenden Auelehmen durch einfaches Abwalzen nicht erreicht. Es sind bodenverbessernde Maßnahmen auszuführen.

Wie das Profil der Anlage 2 zeigt, liegen die Mächtigkeiten des Auelehms nach dem Oberbodenabtrag zwischen rd. 1,45 m (SG2/12), 1,50 m (SG1/12), 1,60 m (SG4/12) und rd. 1,90 m (SG3/12).

Zur setzungsarmen Gründung der Erschließungsstraße wird empfohlen, den Auelehm bis auf den Verwitterungskies auszuheben und gegen eine Teilbodenersatzkörper aus einem Kies-Sand-Gemisch (Feinanteil  $\leq 5\%$ , Frostempfindlichkeitsklasse F1) auszutauschen. Auf dem Teilbodenersatzkörper ist der frostsichere Oberbau herzustellen. Angaben zu einer Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus können entfallen, wenn der verbesserte Untergrund (Teilbodenersatzkörper) eine Dicke von 60 cm überschreiten und bereits aus Material der Frostempfindlichkeitsklasse F1 bestehen. Auf der Frostschuttschicht ist ein Verformungsmodul von mind.  $E_{v2} = 100 \text{ MN/m}^2$  zu fordern (Annahme: Asphalttragschicht auf Frostschuttschicht bei Bauklasse V).

Alternativ kann die Erschließungsstraße „schwimmend“ in den Auelehmen gegründet werden. Es wird vorgeschlagen, die Straßenbeläge dann auf einem Bodenersatzkörper, bestehend aus einem Schotter und auf einem Kiessand, zu gründen. Es wird dann folgender Aufbau zur Setzungsminimierung vorgeschlagen:

- Abtrag des Mutterbodens und des Auelehms bis mind. 60 cm unter die geplante Unterkante der frostsicheren Kiestragschicht. Lokale Anmoorlagen sind gänzlich zu entfernen.
- Statisches Eindrücken von Schroppen (Kantenlänge ca. 15 cm) in den weichen, bindigen Auelehm (Lagenbreite gemäß Gradientenhöhe u. Lastausbreitungswinkel  $45^\circ$ )
- Verlegen eines Geotextils (GRK4) oder eines vliesbelegten Geogitters auf die Schroppen
- Schüttung eines Schotters 0/45 (30 cm / Schüttlage, Einbau mit einer geringen Verdichtungsintensität) bis zur Unterkante des frostsicheren Kieskörpers
- Einbau eines Geotextiles GRK3 auf die Schotterlage
- Einbau eines Kies-Sand-Gemisches (Feinkornanteil  $< 5 \text{ Gew.-%}$ ) bis zur geplanten Oberkante frostsichere Kiestragschicht.

Setzungen der Erschließungsstraßen sind auch nach Einhaltung der oben beschriebenen Maßnahmen aufgrund der weichen, darunter liegenden Schichten (Auelehm) nicht auszuschließen, da es sich um eine „schwimmende Gründung“ handelt. Natürliche Zersetzungsprozesse in lokalen, organischen Lagen ergänzen langfristig die auflastbedingten Setzungen.

Es wird empfohlen, über einen Zeitraum von rd. 1,5 Jahren keinen Asphalt oder nur die Asphalttragschicht aufzubringen.

*Anmerkung:*

*Nach Vorlage der aktuellen Straßenplanung und der Gradientenhöhe der Erschließungsstraße ist die Gründung ggf. zu konkretisieren bzw. detaillierter zu beschreiben.*

Allgemeine Anmerkungen

Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf die oben genannte Untersuchungsstelle und den Angaben des Planungsbüros. Abweichungen von den gemachten Angaben (Schichttiefen, Bodenzusammensetzung etc.) können auf Grund einer Heterogenität des Untergrundes nicht ausgeschlossen werden. Es ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen erforderlich. Es wird deshalb empfohlen, zur Abnahme von Gründungs- und Aushubsohlen den Verfasser des Gutachtens heranzuziehen.

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



Dipl.-Geol. K. Merk

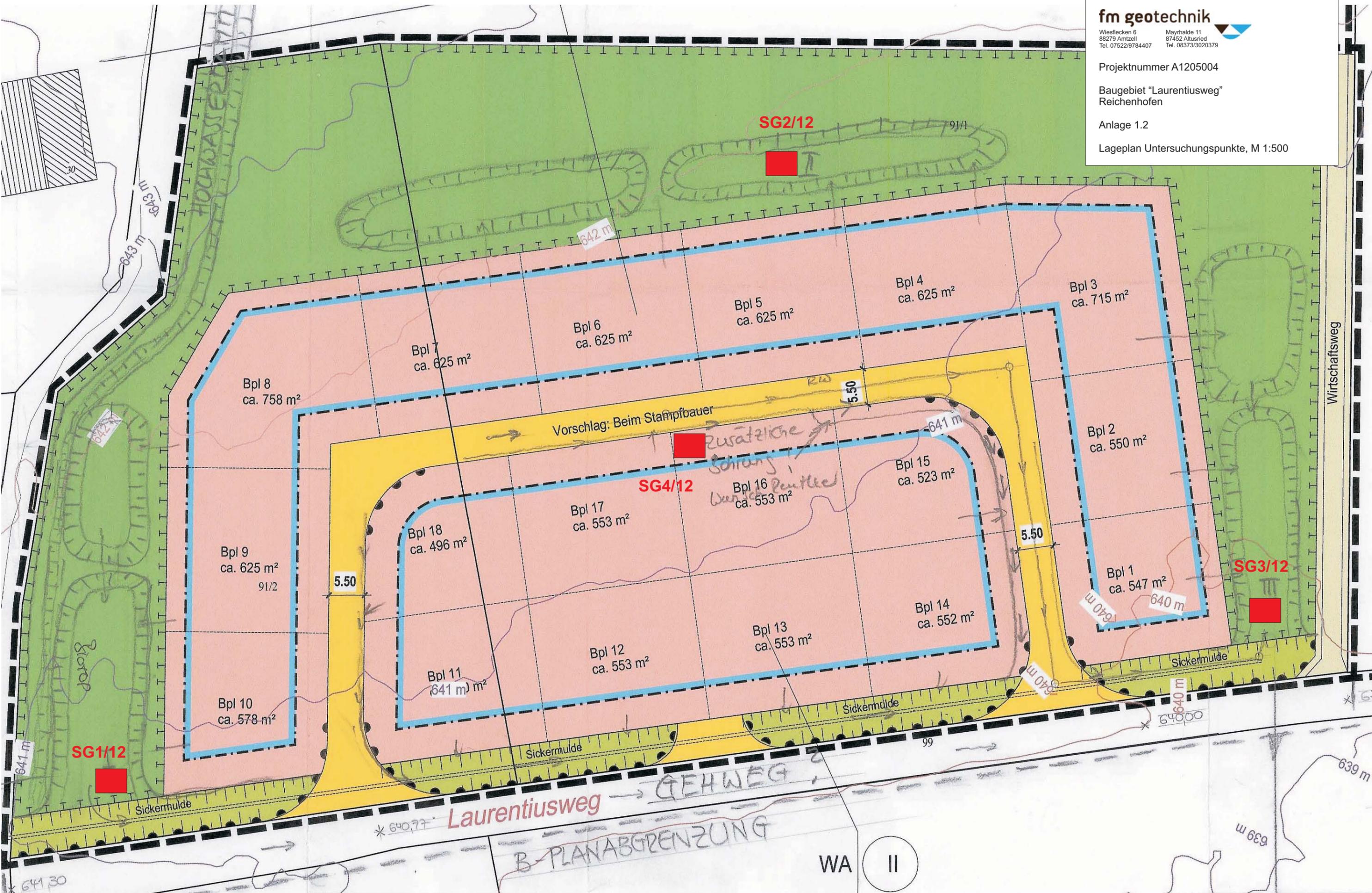
## Übersichtslageplan

Erschließung Baugebiet Laurentiusweg

Gemeinde und Gemarkung Reichenhofen

Ohne Maßstab



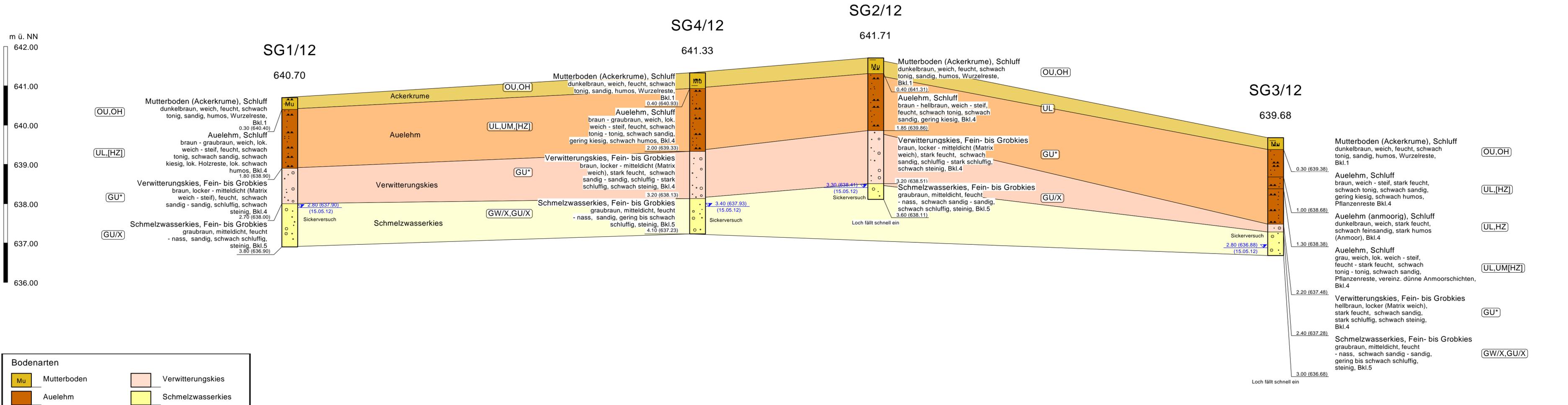


# Geotechnisches Profil

<b>fm geotechnik</b> <small>Wiesflecken 6 88279 Amtzell</small>	Projekt	Baugebiet Laurentiusweg in Reichenhofen	Anlage	2
	<small>Mayrhalden 11 87452 Altusried</small>	Projekt Nr.		A1205004

Geologisches Profil 1: SG2/12 - SG4/12 - SG2/12 - SG3/12

M. d. H. 1:50, M. d. L. 1:500 (10 fach überhöht)



Bodenarten	
<span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 2px;">Mu</span>	Mutterboden
<span style="background-color: brown; border: 1px solid black; padding: 2px;"></span>	Auelehm
<span style="background-color: lightorange; border: 1px solid black; padding: 2px;"></span>	Verwitterungskies
<span style="background-color: lightgreen; border: 1px solid black; padding: 2px;"></span>	Schmelzwasserkies

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

**Sickerversuch in einer Schürfgrube**

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

**Projektnummer:** A1205004  
**Projektname:** Baugebiet "Laurentiusweg" in Reichenhofen  
**Versuchsdatum:** 15.05.2012  
**Schürfgrube** SG1/12  
**Versuchsnummer:** 1  
**Bodenart:** Schmelzwasserkies, Fein- bis Grobkies, schw. schluffig, sandig,  
schwach steinig - steinig

**Versuchsdaten Schurf:**

Länge: 3,10 m  
 Breite: 1,05 m  
 Tiefe Sohle: 3,20 m unter Gelände  
 Fläche Sohle: 3,26 m<sup>2</sup>  
 Bezugsradius 1,02 m  
 Wasserhöhe bei Versuchsbeginn: 0,410 m über Sohle  
 Wasserhöhe bei Versuchsende: 0,150 m über Sohle

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

**Versuchsablauf und Auswertung**

Wasserstand (m ü. Sohle)	t [min]	t [sek]	delta t [sek]	hm [m]	delta h [m]	k <sub>f</sub> [m/s]
0,410	0,0	0,0	0,00	0,41000	0,000	
0,370	3,0	180,0	180,00	0,39000	0,040	1,45E-04
0,320	6,0	360,0	180,00	0,34500	0,050	2,05E-04
0,260	9,0	540,0	180,00	0,29000	0,060	2,93E-04
0,210	12,0	720,0	180,00	0,23500	0,050	3,01E-04
0,150	15,0	900,0	180,00	0,18000	0,060	1,90E-04

**Mittelwert:** 2,27E-04

**Anmerkungen:** *Bemessungswert nach DWA A-138: 2,27 E-04 m/s x 2 = 4,54 E-04 m/s*

**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: A1205004  
 Projektname: Baugebiet "Laurentiusweg" in Reichenhofen  
 Versuchsdatum: 15.05.2012  
 Schürfgrube SG2/12  
 Versuchsnummer: 1  
 Bodenart: Schmelzwasserkies, Fein- bis Grobkies, schw. schluffig - gering schluffig,  
 schwach sandig - sandig, schwach steinig - steinig

**Versuchsdaten Schurf:**

Länge: 3,10 m  
 Breite: 1,00 m  
 Tiefe Sohle: 3,60 m unter Gelände  
 Fläche Sohle: 3,10 m<sup>2</sup>  
 Bezugsradius 0,99 m  
 Wasserhöhe bei Versuchsbeginn: 0,290 m über Sohle  
 Wasserhöhe bei Versuchsende: 0,000 m über Sohle

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

**Versuchsablauf und Auswertung**

Wasserstand (m ü. Sohle)	t [min]	t [sek]	delta t [sek]	hm [m]	delta h [m]	k <sub>f</sub> [m/s]
0,290	0,0	0,0	0,00	0,29000	0,000	
0,240	1,0	60,0	60,00	0,26500	0,050	7,81E-04
0,190	2,0	120,0	60,00	0,21500	0,050	9,63E-04
0,130	3,0	180,0	60,00	0,16000	0,060	1,55E-03
0,060	4,0	240,0	60,00	0,09500	0,070	3,05E-03
0,000	5,0	300,0	60,00	0,03000	0,060	2,42E-03

**Mittelwert:** 1,75E-03

Anmerkungen: **Bemessungswert nach DWA A-138: 1,75 E-03 m/s x 2 = 3,50 E-03 m/s**

**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: A1205004  
 Projektname: Baugebiet "Laurentiusweg" in Reichenhofen  
 Versuchsdatum: 15.05.2012  
 Schürfgrube SG3/12  
 Versuchsnummer: 1  
 Bodenart: Schmelzwasserkies, Fein- bis Grobkies, schw. schluffig - gering schluffig,  
 schwach sandig, schwach steinig - steinig

**Versuchsdaten Schurf:**

Länge: 3,40 m  
 Breite: 1,00 m  
 Tiefe Sohle: 3,0 m unter Gelände  
 Fläche Sohle: 3,40 m<sup>2</sup>  
 Bezugsradius 1,04 m  
 Wasserhöhe bei Versuchsbeginn: 0,320 m über Sohle  
 Wasserhöhe bei Versuchsende: 0,000 m über Sohle

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

**Versuchsablauf und Auswertung**

Wasserstand (m ü. Sohle)	t [min]	t [sek]	delta t [sek]	hm [m]	delta h [m]	k <sub>f</sub> [m/s]
0,320	0,0	0,0	0,00	0,32000	0,000	
0,260	1,0	60,0	60,00	0,29000	0,060	8,97E-04
0,200	2,0	120,0	60,00	0,23000	0,060	1,13E-03
0,130	3,0	180,0	60,00	0,16500	0,070	1,84E-03
0,060	4,0	240,0	60,00	0,09500	0,070	3,19E-03
0,000	5,0	300,0	60,00	0,03000	0,060	2,67E-03

**Mittelwert:** 1,95E-03

Anmerkungen: **Bemessungswert nach DWA A-138: 1,95 E-03 m/s x 2 = 3,90 E-03 m/s**

**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:** A1205004  
**Projektname:** Baugebiet "Laurentiusweg" in Reichenhofen  
**Versuchsdatum:** 15.05.2012  
**Schürfgrube** SG4/12  
**Versuchsnummer:** 1  
**Bodenart:** Schmelzwasserkies, Fein- bis Grobkies, schw. schluffig - gering schluffig, sandig, schwach steinig - steinig

**Versuchsdaten Schurf:**

Länge: 3,30 m  
 Breite: 1,05 m  
 Tiefe Sohle: 3,50 m unter Gelände  
 Fläche Sohle: 3,47 m<sup>2</sup>  
 Bezugsradius 1,05 m  
 Wasserhöhe bei Versuchsbeginn: 0,260 m über Sohle  
 Wasserhöhe bei Versuchsende: 0,090 m über Sohle

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

**Versuchsablauf und Auswertung**

Wasserstand (m ü. Sohle)	t [min]	t [sek]	delta t [sek]	hm [m]	delta h [m]	k <sub>f</sub> [m/s]
0,260	0,0	0,0	0,00	0,26000	0,000	
0,220	1,0	60,0	60,00	0,24000	0,040	7,29E-04
0,170	2,0	120,0	60,00	0,19500	0,050	1,12E-03
0,140	3,0	180,0	60,00	0,15500	0,030	8,47E-04
0,110	4,0	240,0	60,00	0,12500	0,030	1,05E-03
0,090	5,0	300,0	60,00	0,10000	0,020	2,17E-04

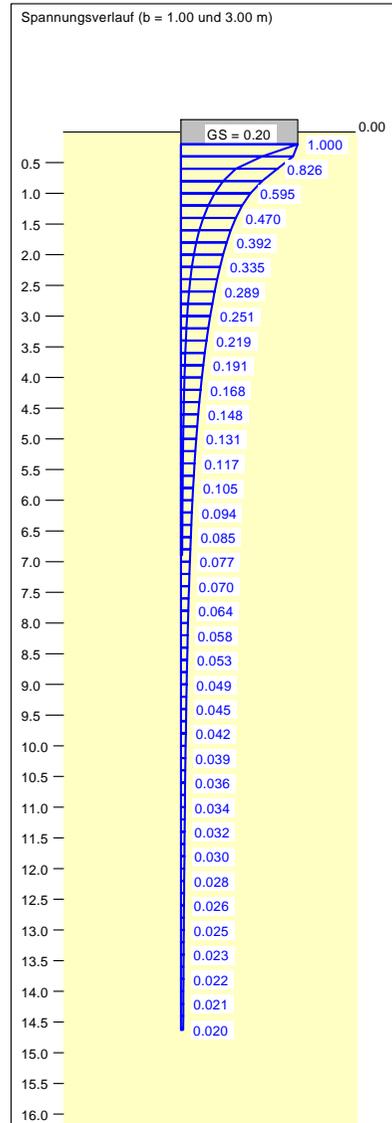
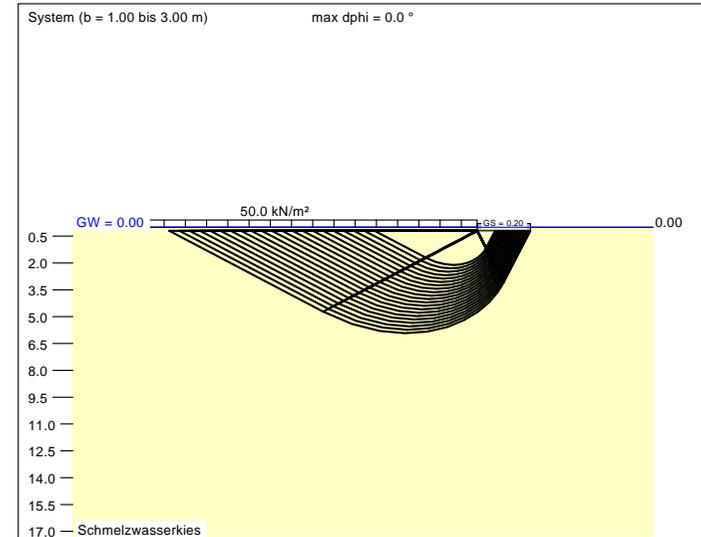
**Mittelwert:** 7,93E-04

**Anmerkungen:** **Bemessungswert nach DWA A-138: 7,93 E-04 m/s x 2 = 1,59 E-03 m/s**

# Gebäude mit Keller=> Diagramm Einzelfundamente, Gründung im Schmelzwasserkies

Boden	Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	15.64	21.0	11.0	35.0	0.0	40.0	0.00	Schmelzwasserkies

Maßgebende Schichtung: Kellerbauwerk bis ca. 3,0 m u. GOK

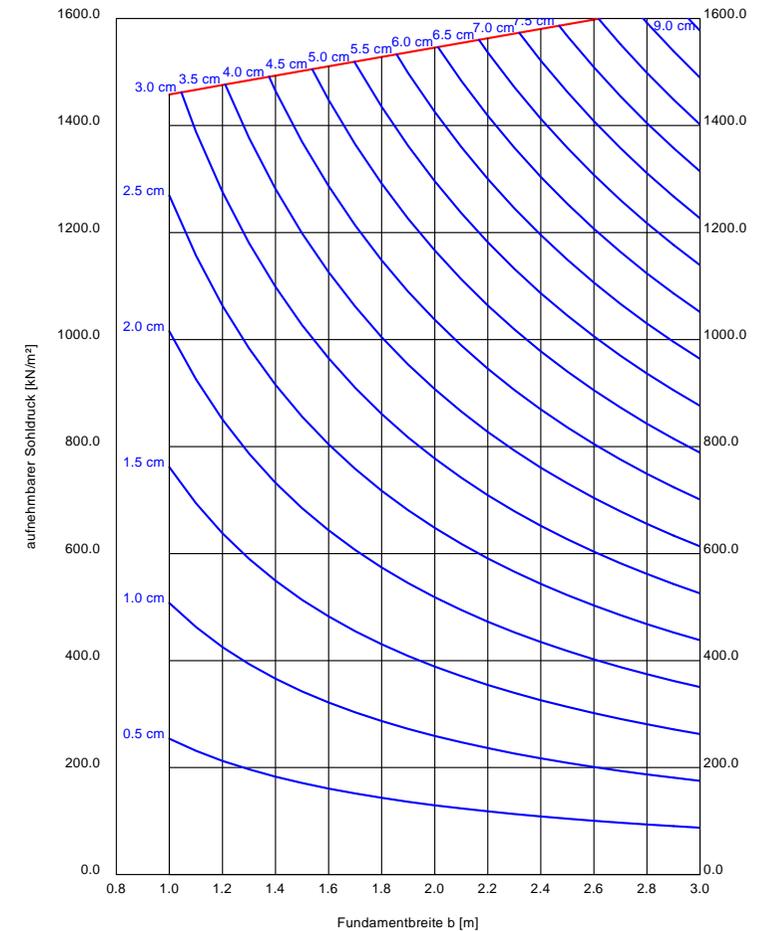


Berechnungsgrundlagen:  
 Grundbruchformel nach DIN 4017 (neu)  
 Teilsicherheitskonzept  
 Einzelfundament (a/b = 1.00)  
 $\gamma$  (Gr) = 1.40  
 $\gamma$  (G) = 1.35  
 $\gamma$  (Q) = 1.50  
 Anteil Veränderliche Lasten = 50.0 %  
 Gründungssohle = 0.20 m  
 Grundwasser = 0.00 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 — aufnehmbarer Sohldruck  
 — Setzungen

a [m]	b [m]	zul $\sigma$ [kN/m <sup>2</sup> ]	zul R [kN]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$t_g$ [m]
1.00	1.00	1458.2	1458.2	2.87	35.0	0.00	11.00	52.20	6.89
1.10	1.10	1466.9	1775.0	3.17	35.0	0.00	11.00	52.20	7.35
1.20	1.20	1475.6	2124.9	3.47	35.0	0.00	11.00	52.20	7.79
1.30	1.30	1484.4	2508.6	3.77	35.0	0.00	11.00	52.20	8.22
1.40	1.40	1493.1	2926.5	4.08	35.0	0.00	11.00	52.20	8.64
1.50	1.50	1501.8	3379.1	4.39	35.0	0.00	11.00	52.20	9.06
1.60	1.60	1510.6	3867.0	4.70	35.0	0.00	11.00	52.20	9.47
1.70	1.70	1519.3	4390.7	5.01	35.0	0.00	11.00	52.20	9.87
1.80	1.80	1528.0	4950.8	5.32	35.0	0.00	11.00	52.20	10.26
1.90	1.90	1536.7	5547.6	5.64	35.0	0.00	11.00	52.20	10.65
2.00	2.00	1545.5	6181.9	5.96	35.0	0.00	11.00	52.20	11.03
2.10	2.10	1554.2	6854.0	6.29	35.0	0.00	11.00	52.20	11.41
2.20	2.20	1562.9	7564.6	6.61	35.0	0.00	11.00	52.20	11.78
2.30	2.30	1571.7	8314.1	6.94	35.0	0.00	11.00	52.20	12.15
2.40	2.40	1580.4	9103.0	7.27	35.0	0.00	11.00	52.20	12.51
2.50	2.50	1589.1	9932.0	7.61	35.0	0.00	11.00	52.20	12.87
2.60	2.60	1597.8	10801.4	7.94	35.0	0.00	11.00	52.20	13.23
2.70	2.70	1606.6	11711.9	8.28	35.0	0.00	11.00	52.20	13.58
2.80	2.80	1615.3	12663.9	8.62	35.0	0.00	11.00	52.20	13.93
2.90	2.90	1624.0	13658.1	8.97	35.0	0.00	11.00	52.20	14.28
3.00	3.00	1632.8	14694.8	9.32	35.0	0.00	11.00	52.20	14.63

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

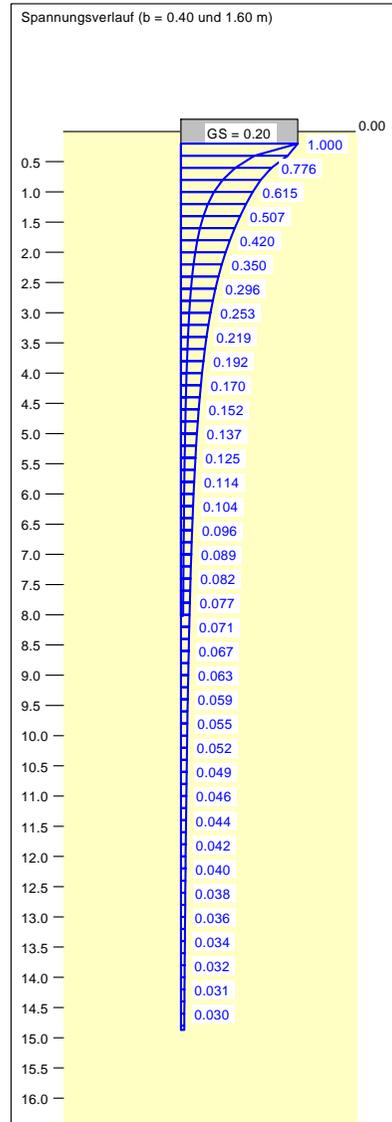
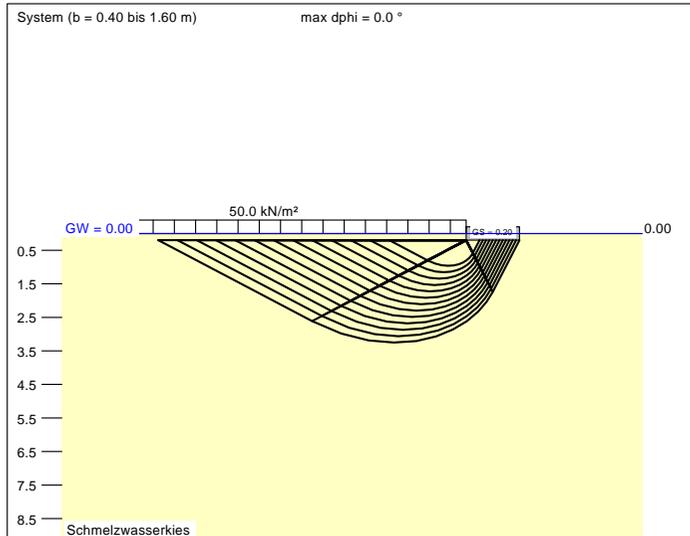
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



# Gebäude mit Keller=> Diagramm Streifenfundamente, Gründung im Schmelzwasserkies

Boden	Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	15.64	21.0	11.0	35.0	0.0	40.0	0.00	Schmelzwasserkies

Maßgebende Schichtung: Kellerbauwerk bis ca. 3,0 m u. GOK



Berechnungsgrundlagen:  
 Grundbruchformel nach DIN 4017 (neu)  
 Teilsicherheitskonzept  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma$  (Gr) = 1.40  
 $\gamma$  (G) = 1.35  
 $\gamma$  (Q) = 1.50  
 Anteil Veränderliche Lasten = 50.0 %  
 Gründungssohle = 0.20 m  
 Grundwasser = 0.00 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 — aufnehmbarer Sohldruck  
 — Setzungen

a [m]	b [m]	zul $\sigma$ [kN/m <sup>2</sup> ]	zul R [kN/m]	s [cm]	cal $\varphi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$t_g$ [m]
10.00	0.40	940.5	376.2	2.05	35.0	0.00	11.00	52.20	8.02
10.00	0.50	957.6	478.8	2.48	35.0	0.00	11.00	52.20	8.85
10.00	0.60	974.7	584.8	2.91	35.0	0.00	11.00	52.20	9.59
10.00	0.70	991.6	694.1	3.32	35.0	0.00	11.00	52.20	10.27
10.00	0.80	1008.5	806.8	3.73	35.0	0.00	11.00	52.20	10.90
10.00	0.90	1025.4	922.8	4.14	35.0	0.00	11.00	52.20	11.48
10.00	1.00	1042.1	1042.1	4.54	35.0	0.00	11.00	52.20	12.03
10.00	1.10	1058.8	1164.7	4.94	35.0	0.00	11.00	52.20	12.56
10.00	1.20	1075.4	1290.5	5.34	35.0	0.00	11.00	52.20	13.06
10.00	1.30	1091.9	1419.5	5.74	35.0	0.00	11.00	52.20	13.54
10.00	1.40	1108.4	1551.8	6.13	35.0	0.00	11.00	52.20	14.00
10.00	1.50	1124.8	1687.2	6.53	35.0	0.00	11.00	52.20	14.44
10.00	1.60	1141.1	1825.7	6.92	35.0	0.00	11.00	52.20	14.87

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

