fm geotechnik I Dipl.-Ing. (FH) Ralf Frankovsky Dipl.-Geol. Klaus Merk
Amtzell und Altusried - Kimratshofen

Baugrunderkundungen
Baugrund- und Gründungsgutachten
Grundbaustatik
Hydrogeologie

Geotechnischer Bericht

Erweiterung Ortskern Linden

Projekt Nr.	A2403017
Bauvorhaben	Erweiterung Ortskern Linden Burgstraße 87677 Linden – Stöttwang Flurnummer: 505
Auftraggeber	Gemeinde Stöttwang Kirchplatz 2 87677 Stöttwang
Datum	28.05.2024
Bearbeitung	M. Sc. Ralf Knapp

fm geotechnik GbR
Wiesflecken 6
88279 Amtzell

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

info@fmgeotechnik.de

fm geotechnik GbR
Mayrhalde 11
87452 Altusried

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

www.fmgeotechnik.de

Gesellschafter
Ralf Frankovsky
Klaus Merk

Steuernummer
91070/47116

USt.-IdNr.
DE278062424

Inhalt

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

Anlagen

1.1 Übersichtsplan, M. 1:10.000
1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, M. 1:500
2 Geologisches Profil: RKS1 – RKS2 – RKS3 – RKS4, M. d. H. 1:50, M. d. L. unmaßstäblich
3 Fundamentdiagramme

Unterlagen

[1] abtplan, Kaufbeuren
Stöttwang „Ortskern Linden, 1. Erweiterung“
[1.1] Vorabzug Entwurf, M. 1:1.000, Planstand 30.01.2024

[2] Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen
Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement
[2.1] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO 12, Ausgabe 2012
Arbeitsgruppe Gesteinskörnungen, Ungebundene Bauweisen
[2.2] Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau TL SoB-StB 20, Ausgabe 2020
[2.3] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau ZTV SoB-StB 20, Ausgabe 2020
Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau
[2.4] Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln, Ausgabe 2004

1. Vorgang

Die Gemeinde Stöttwang plant die Erweiterung des Ortskern Lindens in der Burgstraße (vgl. Anl.1.1 und 1.2).

Unser Büro wurde beauftragt, eine Baugrunderkundung im Projektgebiet durchzuführen sowie einen geotechnischen Bericht zu erstellen. Zu diesem Zweck wurden am 23.04.2024 insgesamt vier Rammkernsondierungen (RKS1/24 bis RKS4/24) auf dem Grundstück abgeteuft. Die Lage und die Ansatzhöhen der Untersuchungspunkte wurden von unserem Büro eingemessen. Als Höhenbezugspunkt diente ein Kanaldeckel in der Flucht der Hausnummer 13 (Burgstraße) sowie die Oberkante der Grube auf dem Gelände, von welchen keine Höhe vorhanden sind.

Die Lage der Aufschlusspunkte ist in dem Lageplan der Anlage 1.2 dargestellt. Die Höhen der Ansatzpunkte, ebenso wie die detaillierte, nach DIN EN ISO 14688-1 und -2, DIN 18 196 und DIN 18 300 (2012) klassifizierte Bodenaufnahme, sind in dem geologischen Profil der Anlage 2 aufgeführt.

2. Bodenschichten, bautechnische Beschreibung, Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung

2.1 Geomorphologische Situation

Das Untersuchungsgebiet ist in den Anlagen 1.1 und 1.2 dargestellt. Es befindet sich am nordwestlichen Ortsrand von Linden. Im Westen verläuft die Burgstraße im Osten wird das Gelände von der Gennach begrenzt. Südlich befinden sich Bebauungen, im Norden ein Biotopschutzbereich. Das Gelände fällt von Westen nach Osten um rd. 3,50 m ab. Dabei befindet sich im Westen eine steilere Hangkante. Auf dem Flurstück steht momentan ein Stadel, welcher im Zuge des Neubaus rückgebaut werden soll.

Die geologische Basis wird im Untersuchungsbereich von Böden der tertiären Molasse gebildet. Über der Molasse wurden während der letzten Eiszeit Moränensedimente (Grundmoräne) abgelagert. Nach der Eiszeit wurden Schmelzwasserablagerungen, des sich zurückziehenden Gletschers, im Gennachtal sedimentiert. An den Hangflanken bildeten sich durch kalkhaltige Wasseraustritte Kalktuffe sowie organische Böden aus. In jüngerer Zeit (Holozän) wurden im Taleinschnitt durch Überflutungsereignisse der Gennach Auesedimente abgelagert. Die oberste Schicht bilden überwiegend aufgefüllte Böden sowie lokal auch Mutterbodenauflagen.

2.2 Bodenschichten

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

Auffüllungen	(Rezent)
Mutterboden	(Quartär, Holozän)
Aueablagerungen	(Quartär, Holozän)
Kalktuff	(Quartär, Pleistozän - Holozän)
Schmelzwasserkies	(Quartär, Spätpleistozän)
Grundmoräne	(Quartär, Pleistozän
Molasse	(Tertiär).

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

Tabelle 1: Schichtglieder und Schichttiefen RKS1 bis RKS4 (von - bis m unter Gelände)

Aufschluss **Ansatzhöhe unter Bezug**	**RKS1/24** **-0,05**	**RKS2/24** **-1,47**	**RKS3/24** **-3,65**	**RKS4/24** **-3,44**
Auffüllung (Kies)	n. a.	n. a.	0,00 – 0,40	0,00 – 0,40
Auffüllung (Schluff)	0,00 – 0,40	n. a.	0,40 – 1,90	0,40 – 1,30
Mutterboden	n. a.	0,00 – 0,20	n. a.	n. a.
Aueablagerungen	n. a.	n. a.	1,90 – 2,50	1,30 – 1,60
Kalktuff + Torf	0,40 – 3,90	0,20 – 2,80	n. a.	1,60 – 2,60
Schmelzwasserkies	n. a.	2,80 – 3,50	2,50 – 3,40	2,60 – 3,50
Grundmoräne	3,90 –7,00*	3,50 – 5,00*	n. a.	n. a.
Molasse	n. a.	n. a.	3,40 – 4,00*	3,50 – 4,00*

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

2.3 Bautechnische Beschreibung der Schichten

Auffüllungen

Im Untersuchungsgebiet wurden Auffüllungen in Form von Kies und Schluff angetroffen.

Die kiesigen Auffüllungen wurden im Bereich des Bestandsgebäudes (Zufahrt) angetroffen und setzen sich aus schluffigen sowie sandigen Fein- bis Grobkiesen zusammen. Die Kiese weisen eine lockere bis mitteldichte Lagerung auf.

Unterhalb des Kieses wurden bindige Auffüllungen in Form von gering tonigen, sandigen sowie kiesigen bis stark kiesigen Schluffen erkundet. Die Böden weisen teilweise einen hohen Anteil an Fremdbestandteilen (Ziegel-, Plastikreste) sowie eine weiche Konsistenz auf.

Die aufgefüllten Böden sind aufgrund ihrer heterogenen Zusammensetzung sowie dem Anteil der Fremdbestandteile als nicht tragfähig einzustufen und mit der Gründung zu durchstoßen. Findet ein Aushub der Böden statt, sind diese auf einem Haufwerk zu lagern und gemäß der LAGA PN98 zu beproben.

Mutterboden

Im Bereich der RKS2 bildet ein dunkelbrauner, weicher, feuchter Mutterboden, welcher als schwach toniger, feinsandiger sowie schwach humoser Schluff ausgebildet ist die oberste Schicht. Der Oberboden ist zum Abtrag von Lasten nicht geeignet.

Zum Schutz der Bodenfunktion ist der Oberboden zu Beginn der Baumaßnahme mittels Raupenbagger rückschreitend abzuheben und seitlich in einer lockeren Schüttung entsprechend dem technischen Stand als flache Miete zu lagern. Schiebende Verfahren sind nicht zulässig. Die Miete darf nicht befahren oder anderweitig verdichtet werden. Auf der Miete sind keine Baustoffe o. ä. zu lagern. Der Boden kann in statisch nicht relevanten Bereichen zur Geländeangleichung oder als kulturfähiger Oberboden an anderer Stelle wieder verwendet.

Aueablagerungen

Die angetroffenen Aueablagerungen setzen sich auch gering bis schwach tonigen sowie sandigen Schluffen zusammen. Innerhalb der Ablagerungen wurden Pflanzenreste sowie Torf angetroffen. Die Konsistenz des bindigen Bodens ist weich. Die Aueablagerungen sind sehr frost- und witterungsempfindlich. Bei Zutritt von Wasser (z. B. durch Niederschläge) weicht der Boden schnell auf und verliert zusätzlich an Tragfähigkeit. Die Aueablagerungen sind aufgrund ihres organischen Anteils, als nicht tragfähig einzustufen.

Kalktuff

Die organogenen Kalktuffbildungen liegen im untersuchten Bereich als schluffige Fein- bis Grobsande vor, die einen lockeren Lagerungszustand zeigen. Zur Tiefe hin kommen auch poröse, feste bzw. harte Kalktuffsteinlagen vor (verbackener Kalktuffsand). Innerhalb des Tuffes kommen lokal auch organische Böden in Form von Torf sowie Schichtwässer vor. Die Tragfähigkeit des Kalktuffs ist insgesamt als gering einzustufen.

Schmelzwasserkies

Der Schmelzwasserkies wurde im Taleinschnitt sowie an der Hangflanke angetroffen. Der Boden setzt sich aus schwach schluffigen sowie sandigen Fein- bis Grobkiesen zusammen. Innerhalb des Kieses wurden „Rollkieslagen“ angetroffen.

Erfahrungsgemäß ist innerhalb des Schmelzwasserkieses grundsätzlich mit Steinen (Ø > 63 - 200 mm) und Blöcken (Ø > 200 - 600 mm) zu rechnen, vereinzelt können auch große Blöcke (Ø > 600 mm) eingeschalten sein. Nach der DIN 18300 (Fassung 2012) gehören stark steinige und blockige Böden zur (alten) Bodenklasse 5. Bei mehr als 30% Blöcken (Ø > 200 - 600 mm) gehört der Boden zur Bodenklasse 6, große Blöcke (Ø > 600 mm) werden zur Bodenklasse 7 gerechnet. Der Schmelzwasserkies liegt überwiegend in lockerer Lagerung vor. Der Kiesboden ist zum Abtrag von Lasten mäßig bis gut geeignet.

Grundmoräne

Die Grundmoräne ist als schwach toniger bis toniger, sandiger sowie schwach kiesiger bis kiesiger Schluff anzusprechen. Im Bereich der RKS1 ist die Grundmoräne bis in eine Tiefe von 6,50 m aufgeweicht. Zur Tiefe hin geht sie in steif bis halbfest über. Die Grundmoräne ist zum Abtrag von Gebäudelasten bei einer mindestens steifen Konsistenz gut geeignet.

Auch die Grundmoräne ist frostempfindlich und weicht bei Wasserzutritten, z.B. durch Niederschläge oder Schichtwasseraustritte auf und verliert dann oberflächlich ihre Tragfähigkeit.

Erfahrungsgemäß ist Innerhalb der Grundmoräne grundsätzlich mit Steinen (Ø > 63 - 200 mm) und Blöcken (Ø > 200 - 600 mm) zu rechnen, vereinzelt können auch große Blöcke (Ø > 600 mm) eingeschalten sein. Nach der DIN 18300 (Fassung 2012) sind gemischtkörnige Böden weicher bis halbfester Konsistenz in die Bodenklasse 4 und Böden mit fester Konsistenz in die Bodenklasse 6 zu rechnen, während stark steinige und blockige Böden zur Bodenklasse 5 gehören. Bei mehr als 30% Blöcken (Ø > 200 - 600 mm) gehört der Boden zur Bodenklasse 6, große Blöcke (Ø > 600 mm) werden zur Bodenklasse 7 gerechnet.

Molasse

Die angetroffene, bindige Molasse wird aus einem tonigen sowie schwach sandigen Schluff gebildet. Der bindige Boden besitzt eine steife bis halbfeste Konsistenz. Beim Antreffen der tertiären Schichten konnte schnell kein Bohrfortschritt mehr erzielt werden, da die Böden in feste Konsistenz, bzw. felsartige Beschaffenheit übergehen.

Die Tragfähigkeit der Molasse ist bei einer mindestens steifen Konsistenz als gut einzustufen. Der Boden ist frost- und witterungsempfindlich. Bei Zutritt von Wasser (z. B. durch Niederschläge) weicht der Boden schnell auf und verliert an Tragfähigkeit.

Erfahrungsgemäß können in der Molasse auch felsartige Bereiche auftreten. Diese werden nach der alten DIN 18300 (Fassung 2012) bei einer festen Konsistenz, jedoch noch lösbar, in die Bodenklasse 6 und bei einem felsartigen Zustand, nicht mehr herkömmlich lösbar, zur Bodenklasse 7 gerechnet.

2.3 Bodenkennwerte und Klassifizierung

Entsprechend der Baugrundschichtung des Profilschnittes (Anlage 2) sowie der Beschreibung der Böden, werden im Folgenden die für den Erdbau notwendigen Bodenkennwerte und Bodenklassen angegeben:

Tabelle 2: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte vergleichbarer Böden)

Schicht	Wichte (erdfeucht) γ [kN/m³]	Wichte (unter Auftrieb) γ' [kN/m³]	Reibungswinkel φ' [°]	Kohäsion (dräniert) c' [kN/m²]	Steifemodul E_S [MN/m²]
Auffüllungen Kies	20 – 21	10 – 11	32,5 – 35,0	0	[10 – 20]
Auffüllungen Schluff	18 – 19	8 – 9	22,5 – 25,0	0	[2 – 4]
Mutterboden	15 – 16	5 – 6	17,5 – 20,0	0	0,5 – 1,0
Aueablagerungen	19 – 20	9 – 10	25,0 – 27,5	0 – 1	2 – 4
Kalktuff, Sand	19 – 20	9 – 10	27,5 – 30,0	0	2 – 6
Schmelzwasserkies	21 – 22*	11 – 12	32,5 – 37,5	0	20 – 30
Grundmoräne aufgeweicht	19 – 22*	9 – 12*	25,0 – 27,5	0 – 2	6 – 8
Grundmoräne	19 – 22*	9 – 12*	25,0 – 27,5	6 – 10	30 – 50
Molasse	17 – 19	7 – 9	27,5 – 30,0	6 – 10	40 – 60

* Steine und Blöcke
** kann sich bei Verflüssigung deutlich verringern

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

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

Schicht	Bodengruppe DIN18196	Bodenklasse DIN18300	Frostempfindlichkeit ZTV E-StB 17	Verdichtbarkeitsklasse ZTV A-StB 12
Auffüllung Kies	[GU*]	4	F3	V2
Auffüllung Schluff	[UL/GU*/A]	4	F3	V2 bei GU* V3 bei UL
Mutterboden	OU	1	F3	-
Aueablagerungen	UL/UM/HZ	4	F3	V3
Kalktuff	SU*/OK/HZ	4	F3	V2 mit Wasser V3
Schmelzwasserkies	GU	3 (5)[x]	F2	V1
Grundmoräne	UM/TM	4 (5, 6, 7) [x]	F3	V3
Molasse	UM/TM	4	F3	V3

[x] je nach Anteil und Größe der Steine und Blöcke, Blöcke > 600 mm sind im Schmelzwasserkies und der Grundmoräne möglich (dann Bkl. 7)

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

Tabelle 4: Einteilung der Schichten in Homogenbereiche (für Erdarbeiten gem. DIN18300)

Homogenbereich	Baugrundschicht
A1	Auffüllung, Kies
A2	Auffüllung, Schluff
B1	Aueablagerungen
B2	Kalktuff
B3	Schmelzwasserkies
B4	Grundmoräne (aufgeweicht)
B5	Molasse / Grundmoräne

Anmerkung: Der Oberboden ist nicht mehr in der DIN18300 (Erdarbeiten) enthalten, sondern ist nach der DIN 18320 (Landschaftsarbeiten) zu erfassen und auszuweisen. Er ist unabhängig von seinem

Zustand vor dem Lösen ein eigener Homogenbereich.

Tabelle 5: Kennwerte der Homogenbereiche (Erfahrungswerte)

Homogenbereich	Anteil Steine [%] 63 – 200 mm	Anteil Blöcke [%] 200 – 630 mm	Anteil große Blöcke [%] > 630 mm	Konsistenz (überwiegend) Konsistenzzahl I_c	Plastizität Plastizitätszahl I_p [%]	Lagerungszustand Lagerungsdichte D Bzw. Undrainierte Scherfestigkeit bei bindigen Böden c_u [kN/m²]	Wassergehalt [%]	Organischer Anteil [%]	Bodengruppe DIN18196	Baugrundschicht (ortsübliche Bezeichnung)
A1	1 – 5	0	0	-	-	locker bis mitteldicht D 0,15 – 0,5	5 – 15	1 – 3	[GU*]	Auffüllung Kies
A2	<1	0	0	weich I_c ca. 0,5 – 0,75	leicht bis mittel-plastisch I_p 2 - 20	$c_{u,k}$ 20 – 50	10 – 25	2 – 8	[UL/UM]	Auffüllung Schluff
B1	0	0	0	weich I_c ca. 0,5 – 0,75	leicht bis mittel-plastisch I_p 2 - 20	$c_{u,k}$ 20 – 50	10 – 30	2 – 10	UL/UM/ HZ	Aueablagerun-gen
B2	0	0	0	-	-	locker 0,15 – 0,3	15 – 40	5 – 20	SU*/OK/ HZ	Kalktuff
B3	2 – 10	1 – 3	<1	-	-	locker bis mitteldicht D 0,15 – 0,5	15 – 40	0 – 2	GU	Schmelzwas-serkies
B4	2 – 10	0 – 5	<2	weich I_c ca. 0,5 – 0,75	mittelplastisch I_p 2 – 25	$c_{u,k}$ 20 – 50	20 – 40	0 – 2	UM/TM	Grundmoräne aufgeweicht
B5	0 – 10	0 – 5	<2	steif bis halbfest I_c ca. 0,75 – >1	mittelplastisch I_p 2 – 25	$c_{u,k}$ 100 – 250	5 – 10	<1	UM/TM	Grundmoräne / Molasse

2.4 Erdbebenklassifizierung

Linden (PLZ: 87677) in Bayern gehört, bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte, zu keiner Erdbebenzone.

2.5 Georisiken

Gemäß dem bayerischen Landesamt für Umwelt befindet sich das Untersuchungsgebiet in einem Georisikobereich, in welchem Hangrutschungen auftreten können. Während den Untersuchungen wurden keine älteren Rutschungen in den Aufschlusspunkten festgestellt. Jedoch können die aufgeweichten, wasserführenden Schichten (aufgeweichte Grundmoräne) im westlichen Bereich des Areals als potenzielle Gleitflächen für Rutschungen angesehen werden. Es wird empfohlen, hier mit großer Vorsicht einzugreifen und die Empfehlungen in Kapitel 4.3 dieses Gutachtens zu berücksichtigen.

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

3.1 Grundwasserverhältnisse

Während den Aufschlussarbeiten am 23.04.2024 wurden die in der Tabelle 6 aufgelisteten Wasserstände angetroffen.

Tabelle 6: Grundwasser-/ Schichtwasserstände

Untersuchungspunkt	Wasser nach Bohrende*		Bemerkung
	m u. Gel.	m u. Bezug	
RKS1/24	3,95	-4,00	Hangwasser / Schichtwasser
RKS2/24	2,40	-3,87	Hangwasser / Schichtwasser
RKS3/24	1,47	-5,12	Grundwasser in Schmelzwasser-kies
RKS4/24	1,60	-5,04	Grundwasser in Schmelzwasser-kies

* keine Ruhewasserspiegel!

Als Grundwasserleiter fungiert im Untersuchungsgebiet grundsätzlich der Schmelzwasserkies. In den Kalktuffen wurde ebenfalls Wasser angetroffen. Dabei handelt es sich um Schicht-, bzw. Hangzugwasser. Das Wasser ist den morphologischen Gegebenheiten (Hang) leicht eingespannt.

Der Grundwasserstauer wird von den Böden der tertiären Molasse sowie der Grundmoräne gebildet.

Nach lang anhaltenden Niederschlägen ist vor allem in den Kalktuffen, auch aufgrund der Hanglage, mit größeren Mengen an Schichtwasser zu rechnen.

Generell ist mit Schichtwasser in allen angetroffenen Böden zu rechnen. Das Wasser ist innerhalb der bindigen Böden an ein diffuses Adern- und Rinnensystem gebunden, wo genau diese verlaufen kann daher nicht genau bestimmt werden.

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

Die Versickerung von Niederschlagswasser setzt einen durchlässigen Untergrund und einen ausreichenden Abstand zur Grundwasseroberfläche voraus. Der Untergrund muss die anfallenden Sickerwassermengen aufnehmen können. Die Versickerung kann direkt erfolgen oder

das Wasser kann über ein ausreichend dimensioniertes Speichervolumen durch eine Sickeranlage mit verzögerter Versickerung in Trockenperioden dem Untergrund zugeführt werden.

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

Es kann von folgenden Bereichen der Durchlässigkeitsbeiwerte ausgegangen werden:

Aueablagerungen:	$k_f = 1 \cdot 10^{-07}$ bis $1 \cdot 10^{-08}$ m/s (schwach durchlässig)
Kalktuff, Sand:	$k_f = 1 \cdot 10^{-05}$ bis $1 \cdot 10^{-07}$ m/s (je nach Feinanteil) (durchlässig bis schwach durchlässig)
Schmelzwasserkies:	$k_f = 1 \cdot 10^{-04}$ bis $1 \cdot 10^{-05}$ m/s, je nach Feinkornanteil (durchlässig)
Grundmoräne:	$k_f = 1 \cdot 10^{-07}$ bis $1 \cdot 10^{-09}$ m/s (schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig)
Molasse:	$k_f = 1 \cdot 10^{-07}$ bis $1 \cdot 10^{-09}$ m/s (schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig)

Die Durchlässigkeitsbeiwerte der angetroffenen bindigen Böden entsprechen nicht den Anforderungen der DWA – A138 für eine direkte Versickerung. Der Durchlässigkeitsbeiwert des Schmelzwasserkieses würde den Anforderungen entsprechen, jedoch war dieser zum Zeitpunkt der Untersuchungen mit Wasser erfüllt, so dass eine Versickerung hier nicht möglich es.

Eine direkte Versickerung von Regenwasser ist, den bisherigen Erkenntnissen zufolge, auf dem Grundstück nicht möglich.

4. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

4.1 Gebäude und Baugrund

Auf dem Untersuchungsareal soll ein Wohnhaus errichtet werden. Die EFH des Gebäudes ist noch nicht bekannt und soll im Zuge der weiteren Planung festgelegt werden. Die Unterkante des Kellergeschosses soll jedoch ungefähr auf der Höhe des Untersuchungspunktes RKS3 zu liegen kommen. Des Weiteren soll der Neubau im Bereich des bestehenden Stadels liegen. Im Folgenden werden die grundsätzlichen Möglichkeiten der Gründung des Gebäudes beschrieben.

Das geologische Profil ist in der Anlage 2 enthalten. Entsprechend Abschnitt *2.3* steht gut tragfähiger Baugrund in Form von mindestens steifer bis halbfester Grundmoräne oder Molasse an. Über den tragfähigen Böden liegen gering tragfähige Böden in Form von Kalktuff sowie Aueablagerungen.

4.1.1 Nicht unterkellerte Gebäude

Die Gebäudelasten sind, um einheitliche Gründungsverhältnisse zu schaffen und Differenzsetzungen zu vermeiden, einheitlich in die tragfähigen nicht aufgeweichten Grundmoräne- und Molassesedimente einzuleiten.

Das Gebäude kann über Streifen- und / oder Einzelfundamente in den o. g. Schichten gegründet werden. Dazu werden bis zu 3,5 m Tiefe Fundamentvertiefungen notwendig.

Hierzu werden senkrechte Gräben bis auf den tragfähigen Grund ausgehoben und unmittelbar nach Aushub bis auf die Unterkante der Fundamente mit Magerbeton verfüllt. Die Aushubgräben dürfen zu keinem Zeitpunkt und unter keinen Umständen von Personen betreten werden.

Sind die Aushubgräben in Schichtwasserbereichen nicht lange genug standsicher, sind diese mit kreisrunden Ringen aus Beton oder Stahl zu stützen (Brunnengründung). Der Aushub erfolgt mittels Schalen- oder Polypgreifer bis zum tragfähigen Boden im Inneren der Schachtringe, die mit zunehmender Aushubtiefe abgesenkt werden.

In den Anlagen 3.1 und 3.2 sind Fundamentdiagramme für die Vorbemessung von Einzel- und Streifenfundamenten enthalten, welche in der hangseitigen Grundmoräne gründen. In den Anlagen 3.3 und 3.4 sind Fundamentdiagramme für die Vorbemessung von Einzel- und Streifenfundamenten enthalten, welche in der talseitigen Molasse gründen.

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

Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ ist in den oben genannten Anlagen in Abhängigkeit von der Fundamentgeometrie und für eine mittige Belastung dargestellt.
(Anmerkung: Im rechten Bereich der Diagramme und den Tabellen ist zusätzlich noch der Wert $\sigma_{E,k}$ angegeben. Dieser Wert entspricht dem aufnehmbaren Sohldruck nach der DIN 1054:2005-01).

Bei einem Ausnutzungsgrad von $\mu \leq 1{,}0$ und einer Begrenzung der rechnerischen Setzung auf z. B. $s \leq 1{,}5$ cm (die Setzungen werden in der Berechnung über die charakteristischen Lasten ermittelt) ist, je nach gewählter Fundamentgeometrie, folgender Bemessungswert des Sohlwiderstandes anzusetzen (Auszüge aus den Anlagen 3.1 bis 3.4):

Anlage 3.1 – quadratisches Einzelfundament (a / b = 1) – hangseitig (Einbindetiefe = 3,00 m)

Fundament a x b = 0,80 x 0,80 m: $\sigma_{R,d}$ = 482 kN/m², $R_{n,d}$ = 308 kN, $_{zugh.}s$ = 0,50 cm
Fundament a x b = 1,00 x 1,00 m: $\sigma_{R,d}$ = 486 kN/m², $R_{n,d}$ = 486 kN, $_{zugh.}s$ = 0,62 cm
Fundament a x b = 1,20 x 1,20 m: $\sigma_{R,d}$ = 490 kN/m², $R_{n,d}$ = 705 kN, $_{zugh.}s$ = 0,75 cm.

Anlage 3.2 – Streifenfundament l = 20 m – hangseitig (Einbindetiefe = 3,00 m)

Fundament b = 0,60 m, l = 20 m: $\sigma_{R,d}$ = 345 kN/m², $R_{n,d}$ = 207 kN/m, $_{zugh.}s$ = 0,68 cm
Fundament b = 0,80 m, l = 20 m: $\sigma_{R,d}$ = 352 kN/m², $R_{n,d}$ = 281 kN/m, $_{zugh.}s$ = 0,87 cm
Fundament b = 1,00 m, l = 20 m: $\sigma_{R,d}$ = 359 kN/m², $R_{n,d}$ = 359 kN/m, $_{zugh.}s$ = 1,06 cm.

Anlage 3.3 – quadratisches Einzelfundament (a / b = 1) – talseitig (Einbindetiefe = 3,50 m)

Fundament a x b = 0,80 x 0,80 m: $\sigma_{R,d}$ = 941 kN/m², $R_{n,d}$ = 602 kN, $_{zugh.}s$ = 0,99 cm
Fundament a x b = 1,00 x 1,00 m: $\sigma_{R,d}$ = 947 kN/m², $R_{n,d}$ = 947 kN, $_{zugh.}s$ = 1,24 cm
Fundament a x b = 1,20 x 1,20 m: $\sigma_{R,d}$ = 953 kN/m², $R_{n,d}$ = 1372 kN, $_{zugh.}s$ = 1,49 cm.

Anlage 3.4 – Streifenfundament l = 20 m – talseitig (Einbindetiefe = 3,50 m)

Fundament b = 0,60 m, l = 20 m: $\sigma_{R,d}$ = 658 kN/m², $R_{n,d}$ = 394 kN/m, $_{zugh.}s$ = 1,37 cm
Fundament b = 0,80 m, l = 20 m: $\sigma_{R,d}$ = 496 kN/m², $R_{n,d}$ = 396 kN/m, $_{zugh.}s$ = 1,50 cm
Fundament b = 1,00 m, l = 20 m: $\sigma_{R,d}$ = 442 kN/m², $R_{n,d}$ = 442 kN/m, $_{zugh.}s$ = 1,50 cm.

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

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

Die Größe der zulässigen Setzungen ist vom zuständigen Planungsbüro festzulegen.

Bei den angegebenen Tragfähigkeitswerten sind die gegenseitige Beeinflussung von benachbarten Fundamenten sowie das Fundamenteigengewicht noch nicht berücksichtigt. Es wird vorgeschlagen, die Vorbemessung der Fundamente nach den Fundamentdiagrammen in den Anlagen 3.1 bis 3.4 vorzunehmen. Bei schräger oder ausmittiger Belastung sind die Bemessungswerte nicht auf die Fläche A (a x b), sondern auf die Ersatzfläche A‘ (a‘ x b‘) anzusetzen.

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

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

Zur Bestimmung des Bemessungswerts des Sohlwiderstandes bzw. der auftretenden Setzung für andere Fundamentabmessungen als in den Diagrammen angegeben, ist Kontakt mit dem Unterzeichner aufzunehmen.

4.2 Grundwasser und Entwässerung

Im Untersuchungsgebiet muss mit Wasser gerechnet werden (siehe Abschnitt 3 dieses Gutachtens).

Auf Grund der geringen Durchlässigkeit des Untergrundes ist in der Arbeitsraumverfüllung der unterkellerten Bereiche mit anstauendem Sickerwasser bzw. Schichtwasser zu rechnen. Als Bemessungswasserspiegel ist nach der DIN18533-1 in diesem Fall die Geländeoberkante anzusetzen. Es ist die Wassereinwirkungsklasse W2-E (drückendes Wasser) gemäß der DIN 18533-1 zu Grunde zu legen (Wassereinwirkungsklasse W2.1-E bei ≤ 3 m Eintauchtiefe, W2.2 bei ≥ 3 m Eintauchtiefe).

<u>Als Bemessungswasserspiegel ist nach der DIN18533-1 in diesem Fall die Geländeoberkante anzusetzen.</u>

Die Abdichtung des Bauwerkes kann auch durch eine wasserundurchlässige Bauweise aus Beton erfolgen (Weiße Wanne). Es ist die Beanspruchungsklasse 1 gemäß der WU Richtlinie anzusetzen (ständig und zweitweise drückendes Wasser).

4.3 Baugruben

Der Neubau wird hangseitig rd. 3,5 m in den Hang einschneiden.

Der Hang ist grundsätzlich als rutschgefährdet einzustufen. Eingriffe in das Gelände sollten nur mit allergrößter Vorsicht erfolgen. Es ist nicht auszuschließen, dass durch Erdbaumaßnahmen am bestehenden Hang sich die Kalktuffe (Sand) verflüssigen und Rutschungen auslösen. Potenzielle Gleitbahnen stellt vor allem die aufgeweichte Grundmoräne dar. Um eventuell vorhandene Gleitbahnen genau erfassen zu können, wären Inklinometermessungen notwendig, die allerdings mit einem großen technischen und finanziellen Aufwand (großkalibrige Bohrungen) verbunden wären.

Es wird empfohlen, **keine** frei geböschten Baugruben hangseitig herzustellen. Oberhalb des Grundwasserspiegels ist die Baugrube durch einen Baugrubenverbau zu sichern. Hierzu eignet sich z. B. ein vernagelter Spritzbeton-, Trägerbohlwand- oder Spundwandverbau. Verankerungs- oder Vernagelungsmaßnahmen welche in das Nachbargrundstück hinein reichen, bedürfen der Erlaubnis des betroffenen Grundstücksbesitzers.

Schneiden Baugruben wasserführende Lagen an, können die oben genannten Böschungswinkel ohne zusätzliche Maßnahmen nicht eingehalten werden. Bei geringen Schichtwasserzutritten können die freien Böschungen mit Stützscheiben aus Einkornbeton gesichert werden.

Schneiden Baugruben wasserführende Lagen an, wird empfohlen die Baugruben mittels eines statischen, wasserabsperrenden Verbaus zu sichern. Hierzu eignet sich zum Beispiel ein Spundwandverbau. Aufgrund der mit zunehmender Tiefe hohen Konsistenz der Grundmoräne sowie lokal vorkommenden Steinen oder auch Blöcken, sind die Spunddielen mit zunehmender Tiefe nur schwer bis gar nicht ramm- bzw. rüttelbar. In diesem Fall sind Austausch- bzw. Auflockerungsbohrungen vorzusehen.

Als alternative Verbauarten für die Baugrube kommt auch eine Bohrpfahlwand in Frage. Die Bohrpfahlwand kann eventuell gleichzeitig als Wand für das Gebäude genutzt werden. Die Einbindetiefe der Pfähle und die Lage von eventuell erforderlichen Ankern ergibt sich aus der statischen Berechnung.

Die Standsicherheit der Verbaumaßnahmen ist rechnerisch nachzuweisen.

4.4 Kanalbaumaßnahmen

Die Tiefenlage der Kanalschächte ist noch nicht bekannt, es wird davon ausgegangen, dass diese bei ca. 2,5 m zu liegen kommen. Baugruben und Gräben im Projektgebiet können gemäß Abschnitt *4.3* ausgehoben werden. Des Weiteren sind freie Böschungen in den wasserfreien Böden mit Winkeln von 45° möglich

Alternativ zur freien Böschung und in Schichtwasserbereichen ist die Sicherung mit Grabenverbaugeräten möglich. Der Einsatz von Grabenverbaugeräten minimiert die Aushubmenge

und die Grabenbreite. Die Verbautafeln sind in Schichtwasserbereichen kontinuierlich vor dem Aushub des Bodens einzudrücken um eine seitliche Stützung der Grabenwände zu gewährleisten (Absenkverfahren). Ein Vorauseilen des Aushubs vor dem Grabenverbaugerät ist in diesen Bereichen zu vermeiden. Auftretendes Schichtwasser ist in den Kanalgräben mit einer offenen Wasserhaltung zu fassen.

Im Bereich der RKS3 und RKS4 wird der Kanal im Wasser liegen. Hier wird empfohlen die Kanalgräben mit einem Verbau zu sichern. Die Aushubsohle des Grabens liegt bei Gründungstiefen von 2,5 m unterhalb des Grundwasserspiegels. Demnach ist für den Verbau ein Verfahren zu wählen, bei welchem der Aushub des Bodens nicht dem Einbau der Sicherungselemente vorauseilt. Zusätzlich sollten die Verbauelemente eine wasserabsperrende Funktion haben, um das Zufließen von Wasser und Feinteilen in den Graben zu verhindern. Hierzu eignet sich zum Beispiel der Verbau mit Kanaldielen oder Spundbohlen (Dielenkammerverfahren). Wasser ist in den Kanalgräben mit einer offenen Wasserhaltung zu fassen und über Sedimentationsbecken in die nächste Vorflut oder das Kanalsystem abzuleiten (Genehmigungspflichtig!).

Liegen die Kanalsohlen in den Kalktuffen, so ist als Gründungspolster ein Bodenersatzkörper (Kiessand oder Schotter, Schluffanteil < 5%) mit einer Mächtigkeit von d = 30 cm einzubauen. Der Bodenersatzkörper ist von den anstehenden Böden durch ein Vlies (GRK3 bei Kiessand, GRK4 bei Schotter) zu trennen. Sollte die Gründungssohle stark aufgeweicht sein, so sind in diesen Bereichen zur Stabilisierung der Sohle zusätzlich Schroppen einzudrücken.

Wenn die Kanäle in den Schmelzwasserkiesen liegen, sind keine besonderen Maßnahmen zur Gründung der Rohre nötig. Im Schmelzwasserkies ist erfahrungsgemäß mit Steinen und kleineren Blöcken zu rechnen. Um eine gleichmäßige Bettung der Rohre zu erhalten, wird empfohlen, den unteren Bettungsbereich aus einem feinkörnigem Kies-Sand Gemisch herzustellen. Die Dicke der unteren Bettung muss gemäß DIN EN 1610 mindestens a = 100 mm + 1/10 DN [mm] betragen.

Für die Verfüllung der Kanalgräben können die Böden nicht verwendet werden. Diese Böden besitzen beim Wiedereinbau in den Kanalgraben eine größere Durchlässigkeit als der anstehende Baugrund. Bei einem Wasserzutritt werden diese Böden aufgeweicht, es werden ggf. Feinbestandteile ausgewaschen, dies führt zu Setzungen im Straßenbereich. Zudem lassen sich die Böden, mit Hinweis auf ihre Verdichtbarkeitsklasse (s. Tabelle 3), ohne zusätzliche Bodenverbesserungsmaßnahmen nicht verdichten. Es wird empfohlen, die Kanalgrabenverfüllung mit Fremdmaterial (Kies-Sand-Gemisch, V1) herzustellen.

4.5 Straßenbaumaßnahmen

Es ist davon auszugehen, dass die Straße oberflächennah in den Kalktuffen, bzw. in dem bestehenden kiesigen Weg zu liegen kommen.

Der Kalktuff ist nach der ZTV E-StB 20 als sehr frostempfindlich (F3) einzustufen. Des Weiteren sind diese Böden witterungsempfindlich. Nach der ZTV E-StB 20 und der RStO ist auf dem

Erdplanum eines F2/F3 Untergrundes ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² gefordert. Dieser Wert wird im Bereich des Kalktuffes nicht erreicht.

Kommt die Straße in den Kalktuffen zu liegen, wird vorgeschlagen, den frostsicheren Straßenaufbau schwimmend auf einem mindestens 0,60 m dicken Bodenersatzkörper aus Kiessand (V1 Material) aufzubauen. Der Bodenersatzkörper ist lagenweise einzubauen und zu verdichten. Zwischen anstehendem Baugrund und Bodenersatzkörper wird empfohlen, ein Kombigitter zu verwenden. Der fachgerechte Einbau des Bodenersatzkörpers ist anhand von Plattendruckversuchen zu überprüfen. Kommen in der Aushubsohle stark aufgeweichte Sedimente vor, so sind Schroppen in den Untergrund statisch einzudrücken, um die Baugrubensohle zu stabilisieren.

Setzungen der Straße sind auch nach Einhaltung der oben beschriebenen Maßnahmen aufgrund der z. T. darunterliegenden, lockeren und organischen Schichten (Kalktuffe + Torf) nicht auszuschließen.

Kommt die Gradiente der neuen Straße in dem bestehenden Feldweg zu liegen, wird empfohlen den Straßenoberbau nachzuverdichten und die Verdichtung zu überprüfen. Auf dem nachverdichteten Planum kann dann die neue Frostschutzschicht (Frostschutzkies oder Kiestragschicht gemäß TL-SoB oder ZTV-E StB) aufgebracht werden.

Anmerkungen

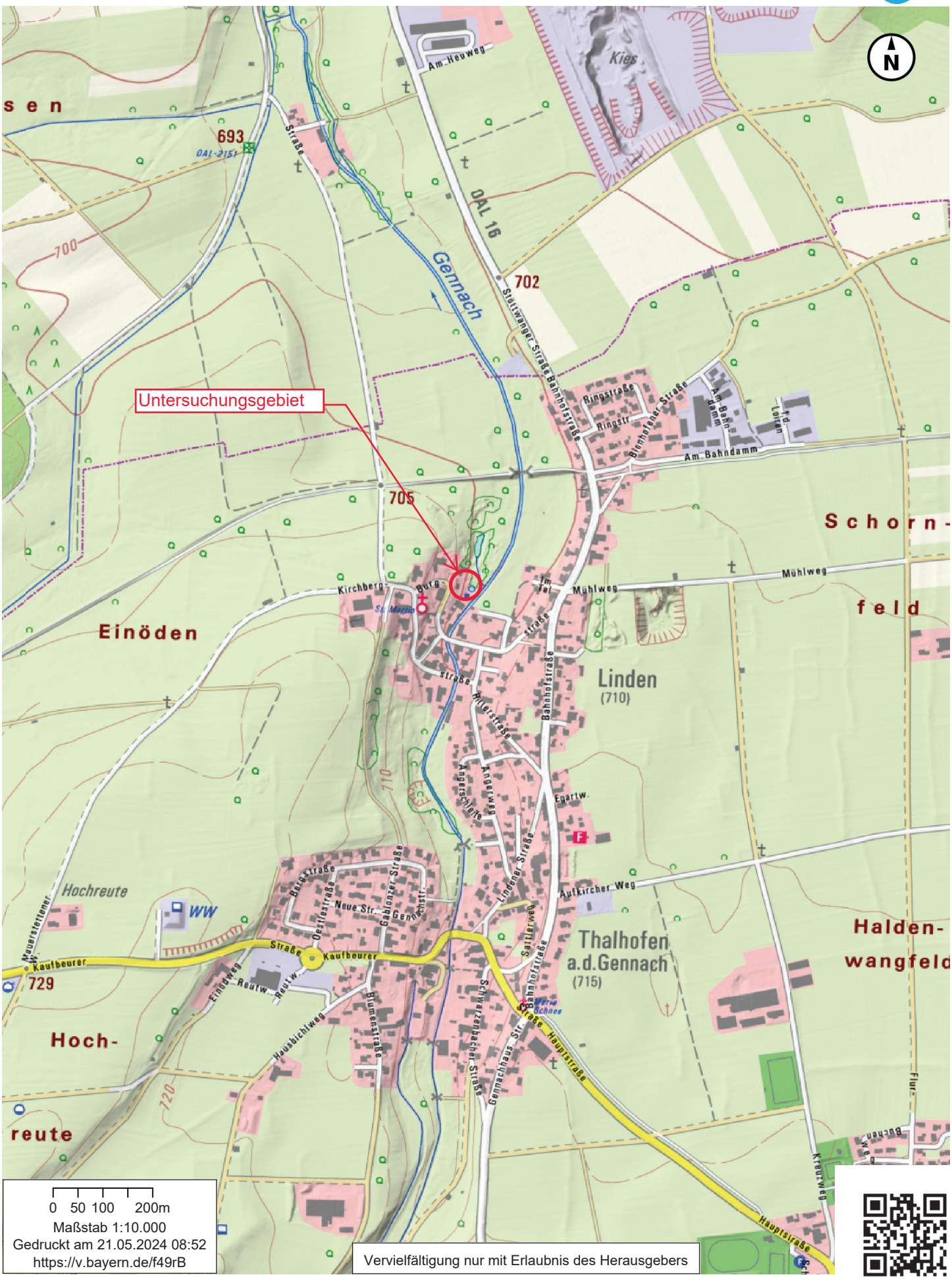
Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf die bei den Untersuchungsstellen ermittelten Bodenschichten und deren geotechnischen Eigenschaften. Abweichungen von den gemachten Angaben (Schichttiefen, Bodenzusammensetzung, Wasserstände etc.) können auf Grund einer Heterogenität des Untergrundes nicht ausgeschlossen werden. Ferner ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen erforderlich. Es wird deshalb empfohlen zur Abnahme der Gründungssohlen den Verfasser des Gutachtens heranzuziehen. Der Unterzeichner ist in die weiteren Planungen miteinzubeziehen.

Auf die Vorbemerkung zum Abschnitt 4 dieses Gutachtens sei noch einmal ausdrücklich hingewiesen.

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

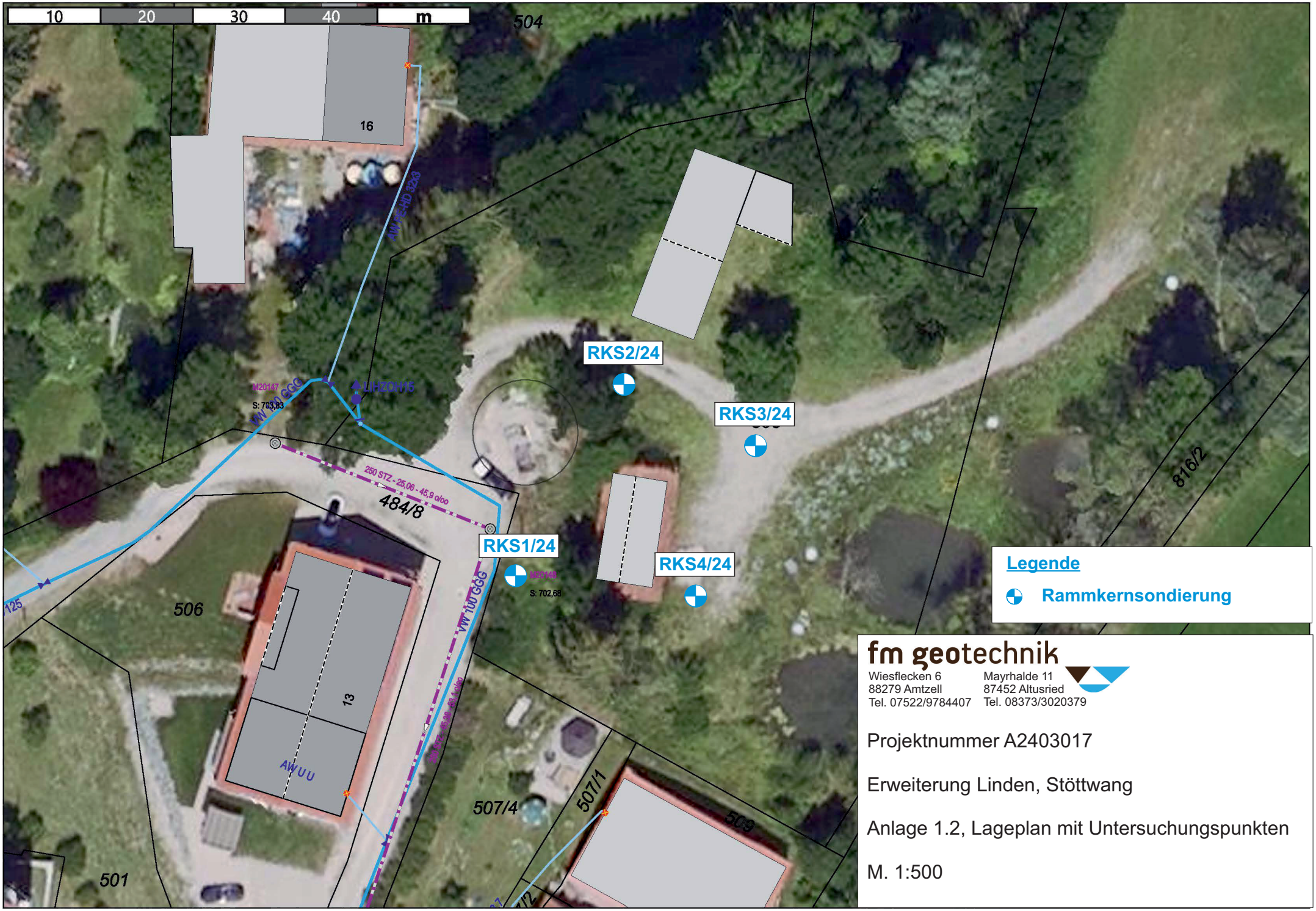
M. Sc. Geol. Ralf Knapp

fm geotechnik



Vervielfältigung nur mit Erlaubnis des Herausgebers

© Bayerische Vermessungsverwaltung 2024, EuroGeographics



fm geotechnik
Wiesflecken 6
88279 Amtzell
Tel. 07522/9784407

Mayrhalde 11
87452 Altusried
Tel. 08373/3020379

Projektnummer A2403017

Erweiterung Linden, Stöttwang

Anlage 1.2, Lageplan mit Untersuchungspunkten

M. 1:500

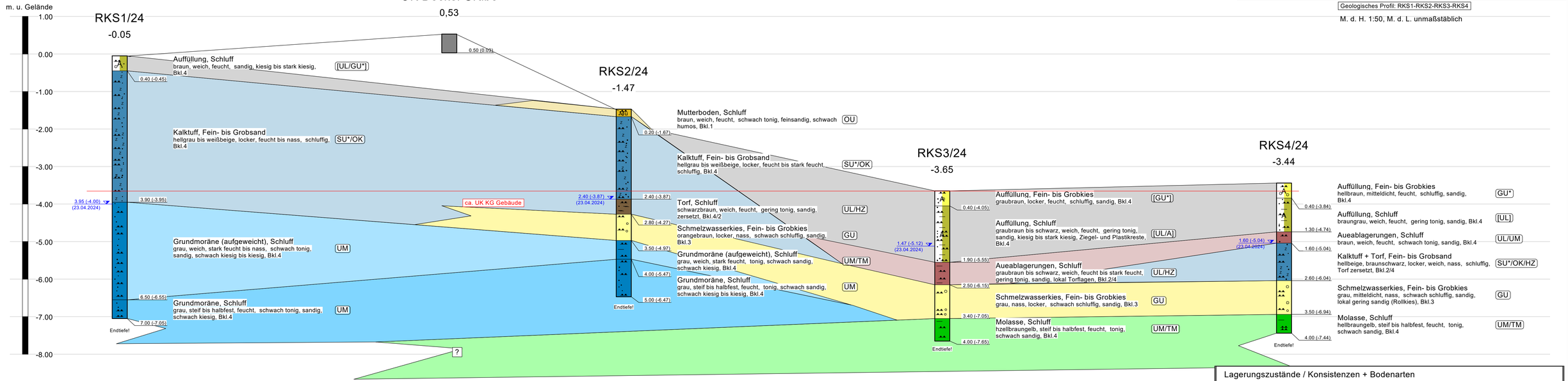
Geologisches Profil: RKS1 - RKS2 - RKS3 - RKS4

fm geotechnik
Wiesflecken 6 Mayrhalde 11
88279 Amtzell 87452 Altusried

Projekt	Anlage
Erweiterung Ortskern Linden Stöttwang	2
	Projekt Nr. A2403017

Geologisches Profil: RKS1-RKS2-RKS3-RKS4

M. d. H. 1:50, M. d. L. unmaßstäblich



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

Fundamentdiagramm Einzelfundament in der Grundmoräne

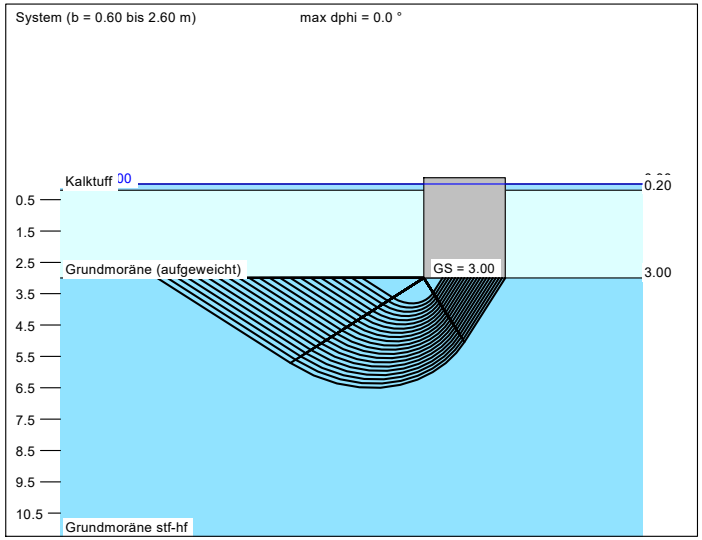
Einbindetiefe t min = 3,00 m - hangseitig

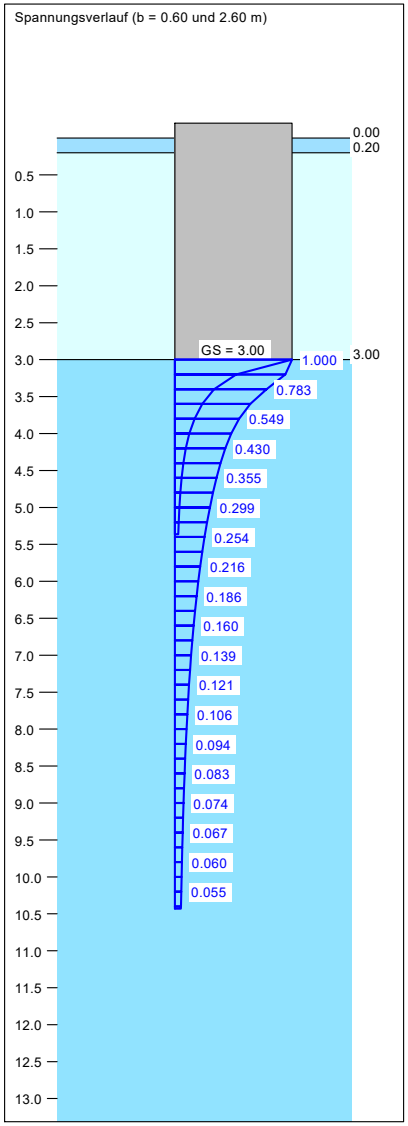
fm geotechnik	Projekt	Anlage
Wiesflecken 6, 88279 Amtzell; Mayrhalde 11, 87452 Altusried	Erweiterung Ortskern Linden	A2403017
		Projekt Nr. 3.1

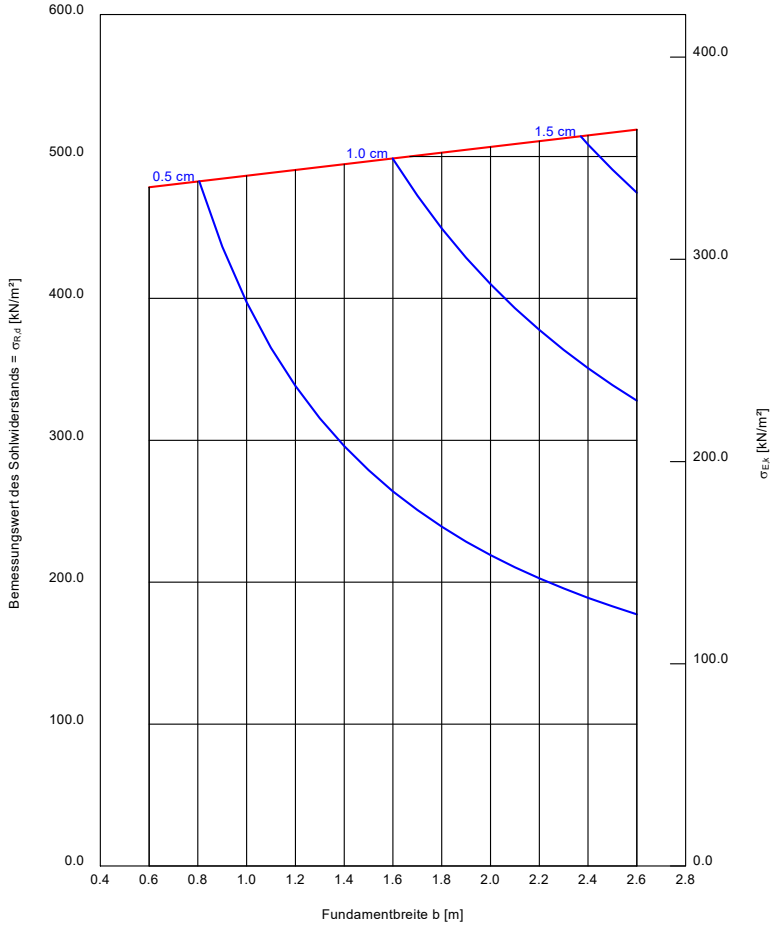
Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	0.20	19.0	9.0	27.5	0.0	4.0	0.00	Kalktuff
	3.00	19.0	9.0	25.0	0.0	7.0	0.00	Grundmoräne (aufgeweicht)
	>3.00	19.0	9.0	25.0	8.0	40.0	0.00	Grundmoräne stf-hf

Berechnungsgrundlagen:
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
$\gamma_{(G,Q)}$ = 1.425
Gründungssohle = 3.00 m
Grundwasser = 0.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %

Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
Sohldruck
Setzungen







a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	zul σ/$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{\ddot{u}}$ [kN/m²]	t_g [m]
0.60	0.60	478.3	172.2	335.7	0.37	25.0	8.00	9.00	27.00	5.36
0.70	0.70	480.3	235.4	337.1	0.43	25.0	8.00	9.00	27.00	5.68
0.80	0.80	482.4	308.7	338.5	0.50	25.0	8.00	9.00	27.00	5.98
0.90	0.90	484.4	392.4	339.9	0.56	25.0	8.00	9.00	27.00	6.28
1.00	1.00	486.4	486.4	341.4	0.62	25.0	8.00	9.00	27.00	6.56
1.10	1.10	488.5	591.0	342.8	0.68	25.0	8.00	9.00	27.00	6.84
1.20	1.20	490.5	706.3	344.2	0.75	25.0	8.00	9.00	27.00	7.11
1.30	1.30	492.5	832.3	345.6	0.81	25.0	8.00	9.00	27.00	7.38
1.40	1.40	494.5	969.3	347.0	0.87	25.0	8.00	9.00	27.00	7.64
1.50	1.50	496.6	1117.3	348.5	0.94	25.0	8.00	9.00	27.00	7.89
1.60	1.60	498.6	1276.4	349.9	1.00	25.0	8.00	9.00	27.00	8.14
1.70	1.70	500.6	1446.8	351.3	1.06	25.0	8.00	9.00	27.00	8.38
1.80	1.80	502.6	1628.6	352.7	1.13	25.0	8.00	9.00	27.00	8.62
1.90	1.90	504.7	1821.9	354.2	1.19	25.0	8.00	9.00	27.00	8.86
2.00	2.00	506.7	2026.8	355.6	1.26	25.0	8.00	9.00	27.00	9.09
2.10	2.10	508.7	2243.5	357.0	1.32	25.0	8.00	9.00	27.00	9.32
2.20	2.20	510.8	2472.1	358.4	1.39	25.0	8.00	9.00	27.00	9.55
2.30	2.30	512.8	2712.6	359.8	1.45	25.0	8.00	9.00	27.00	9.77
2.40	2.40	514.8	2965.3	361.3	1.52	25.0	8.00	9.00	27.00	10.00
2.50	2.50	516.8	3230.2	362.7	1.59	25.0	8.00	9.00	27.00	10.21
2.60	2.60	518.9	3507.5	364.1	1.65	25.0	8.00	9.00	27.00	10.43

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

Fundamentdiagramm Streifenfundament (L=20m) in der Grundmoräne

Einbindetiefe t min = 3,00 m - hangseitig

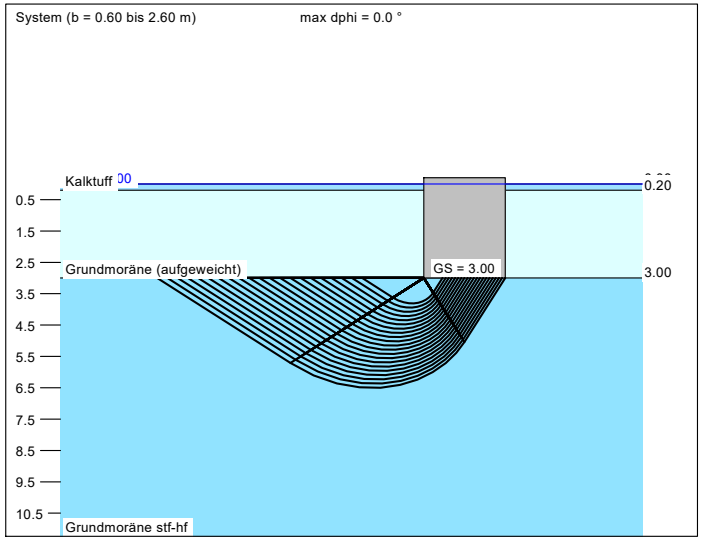
Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	0.20	19.0	9.0	27.5	0.0	4.0	0.00	Kalktuff
	3.00	19.0	9.0	25.0	0.0	7.0	0.00	Grundmoräne (aufgeweicht)
	>3.00	19.0	9.0	25.0	8.0	40.0	0.00	Grundmoräne stf-hf

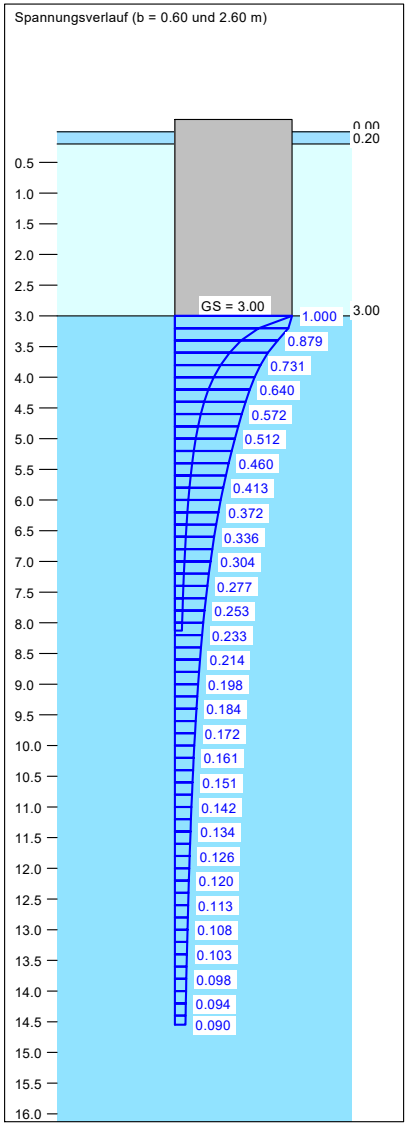
fm geotechnik
Wiesflecken 6, 88279 Amtzell
Mayrhalde 11, 87452 Altusried

Projekt: Erweiterung Ortskern Linden

Anlage: A2403017

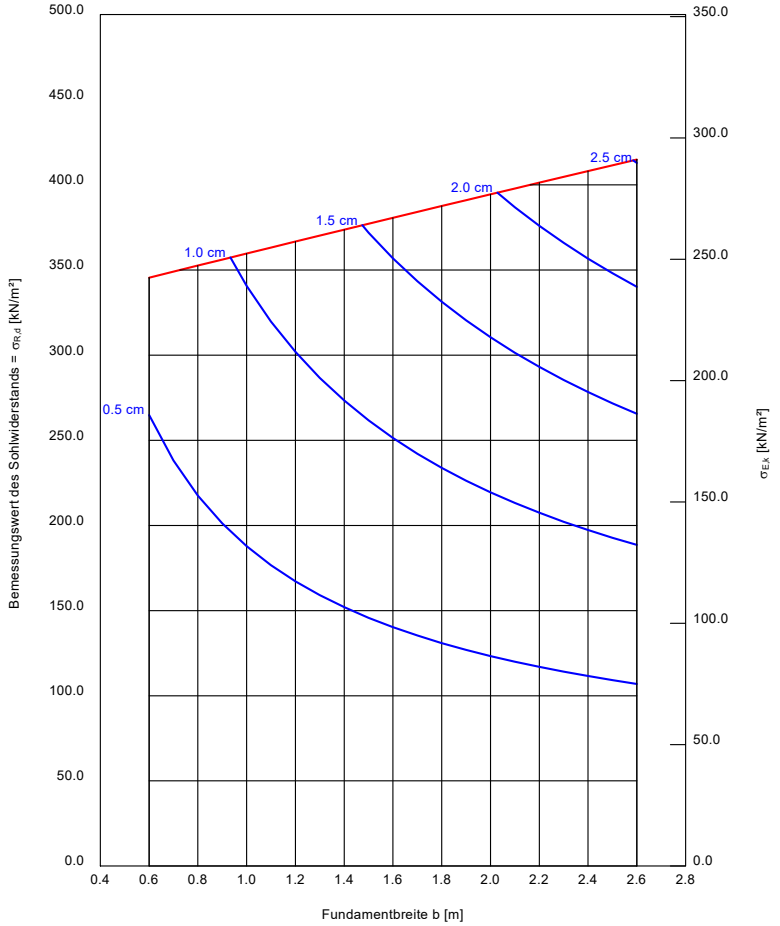
Projekt Nr.: 3.2





Berechnungsgrundlagen:
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 20.00 m)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
$\gamma_{(G,Q)}$ = 1.425
Gründungssohle = 3.00 m
Grundwasser = 0.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %

Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
Sohldruck
Setzungen



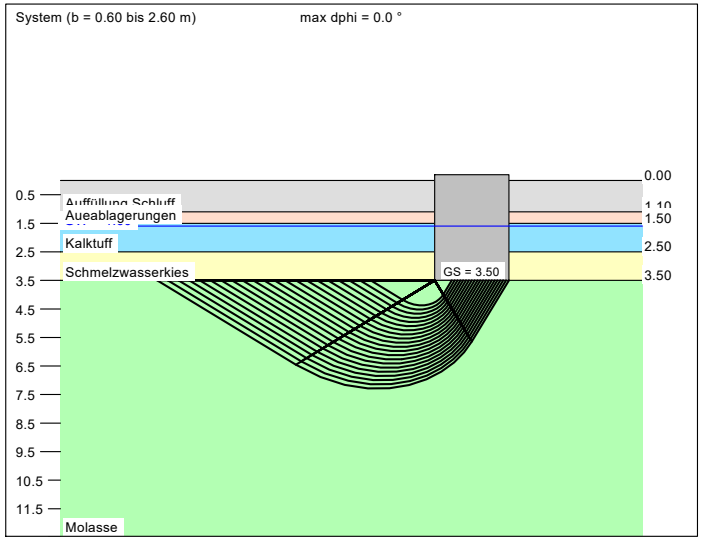
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	zul σ/$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{\ddot{u}}$ [kN/m²]	t_g [m]
20.00	0.60	345.5	207.3	242.5	0.68	25.0	8.00	9.00	27.00	8.13
20.00	0.70	349.1	244.3	245.0	0.78	25.0	8.00	9.00	27.00	8.58
20.00	0.80	352.6	282.1	247.4	0.87	25.0	8.00	9.00	27.00	9.01
20.00	0.90	356.1	320.5	249.9	0.97	25.0	8.00	9.00	27.00	9.41
20.00	1.00	359.7	359.7	252.4	1.06	25.0	8.00	9.00	27.00	9.79
20.00	1.10	363.2	399.5	254.9	1.16	25.0	8.00	9.00	27.00	10.16
20.00	1.20	366.7	440.0	257.3	1.25	25.0	8.00	9.00	27.00	10.51
20.00	1.30	370.2	481.2	259.8	1.34	25.0	8.00	9.00	27.00	10.85
20.00	1.40	373.7	523.1	262.2	1.43	25.0	8.00	9.00	27.00	11.18
20.00	1.50	377.2	565.7	264.7	1.52	25.0	8.00	9.00	27.00	11.50
20.00	1.60	380.6	609.0	267.1	1.61	25.0	8.00	9.00	27.00	11.80
20.00	1.70	384.1	653.0	269.5	1.71	25.0	8.00	9.00	27.00	12.11
20.00	1.80	387.5	697.6	272.0	1.80	25.0	8.00	9.00	27.00	12.40
20.00	1.90	391.0	742.9	274.4	1.89	25.0	8.00	9.00	27.00	12.69
20.00	2.00	394.4	788.9	276.8	1.98	25.0	8.00	9.00	27.00	12.97
20.00	2.10	397.9	835.5	279.2	2.07	25.0	8.00	9.00	27.00	13.24
20.00	2.20	401.3	882.8	281.6	2.16	25.0	8.00	9.00	27.00	13.51
20.00	2.30	404.7	930.8	284.0	2.24	25.0	8.00	9.00	27.00	13.78
20.00	2.40	408.1	979.4	286.4	2.33	25.0	8.00	9.00	27.00	14.04
20.00	2.50	411.5	1028.7	288.8	2.42	25.0	8.00	9.00	27.00	14.30
20.00	2.60	414.9	1078.7	291.1	2.51	25.0	8.00	9.00	27.00	14.55

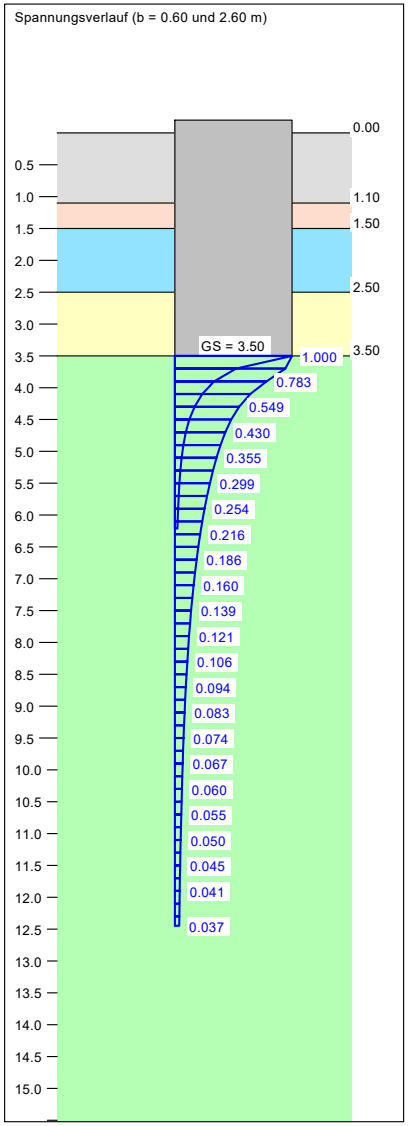
zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0f,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Fundamentdiagramm Einzelfundament in der Molasse

Einbindetiefe t min = 3,50 m - talseitig

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	1.10	18.0	8.0	22.5	0.0	3.0	0.00	Auffüllung Schluff
	1.50	19.0	9.0	25.0	0.0	3.0	0.00	Aueablagerungen
	2.50	19.0	9.0	27.5	0.0	4.0	0.00	Kalktuff
	3.50	21.0	11.0	32.5	0.0	25.0	0.00	Schmelzwasserkies
	>3.50	19.0	9.0	27.5	8.0	40.0	0.00	Molasse





a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	zul σ/$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_g [m]
0.60	0.60	935.1	336.6	656.2	0.74	27.5	8.00	9.00	48.40	6.21
0.70	0.70	938.1	459.7	658.3	0.87	27.5	8.00	9.00	48.40	6.59
0.80	0.80	941.1	602.3	660.4	0.99	27.5	8.00	9.00	48.40	6.96
0.90	0.90	944.2	764.8	662.6	1.12	27.5	8.00	9.00	48.40	7.32
1.00	1.00	947.2	947.2	664.7	1.24	27.5	8.00	9.00	48.40	7.67
1.10	1.10	950.2	1149.8	666.8	1.37	27.5	8.00	9.00	48.40	8.01
1.20	1.20	953.2	1372.7	668.9	1.49	27.5	8.00	9.00	48.40	8.34
1.30	1.30	956.3	1616.1	671.1	1.62	27.5	8.00	9.00	48.40	8.67
1.40	1.40	959.3	1880.2	673.2	1.74	27.5	8.00	9.00	48.40	8.98
1.50	1.50	962.3	2165.3	675.3	1.87	27.5	8.00	9.00	48.40	9.30
1.60	1.60	965.4	2471.3	677.5	2.00	27.5	8.00	9.00	48.40	9.60
1.70	1.70	968.4	2798.7	679.6	2.12	27.5	8.00	9.00	48.40	9.91
1.80	1.80	971.4	3147.4	681.7	2.25	27.5	8.00	9.00	48.40	10.20
1.90	1.90	974.5	3517.8	683.8	2.38	27.5	8.00	9.00	48.40	10.50
2.00	2.00	977.5	3910.0	686.0	2.51	27.5	8.00	9.00	48.40	10.79
2.10	2.10	980.5	4324.1	688.1	2.64	27.5	8.00	9.00	48.40	11.07
2.20	2.20	983.6	4760.4	690.2	2.77	27.5	8.00	9.00	48.40	11.35
2.30	2.30	986.6	5219.0	692.3	2.90	27.5	8.00	9.00	48.40	11.63
2.40	2.40	989.6	5700.2	694.5	3.03	27.5	8.00	9.00	48.40	11.91
2.50	2.50	992.6	6204.0	696.6	3.16	27.5	8.00	9.00	48.40	12.18
2.60	2.60	995.7	6730.8	698.7	3.29	27.5	8.00	9.00	48.40	12.45

zul σ = $\sigma_{E,k}$ = $\sigma_{0f,k}$ / ($\gamma_{R,v}$ · $\gamma_{(G,Q)}$) = $\sigma_{0f,k}$ / (1.40 · 1.43) = $\sigma_{0f,k}$ / 1.99 (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

fm geotechnik
Wiesflecken 6 88279 Amtzell
Mayrhalde 11 87452 Altusried

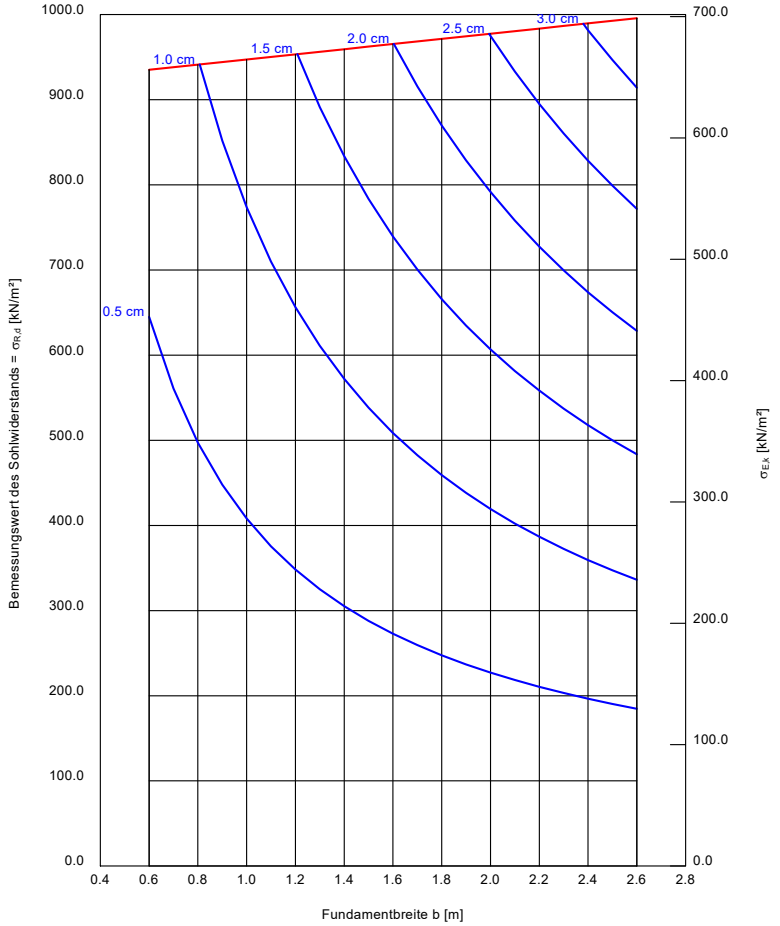
Projekt: Erweiterung Ortskern Linden

Anlage: A2403017

Projekt Nr.: 3.3

Berechnungsgrundlagen:
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
$\gamma_{(G,Q)}$ = 0.500 · γ_Q + (1 - 0.500) · γ_G
$\gamma_{(G,Q)}$ = 1.425
Gründungssohle = 3.50 m
Grundwasser = 1.60 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %

Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
Sohldruck
Setzungen

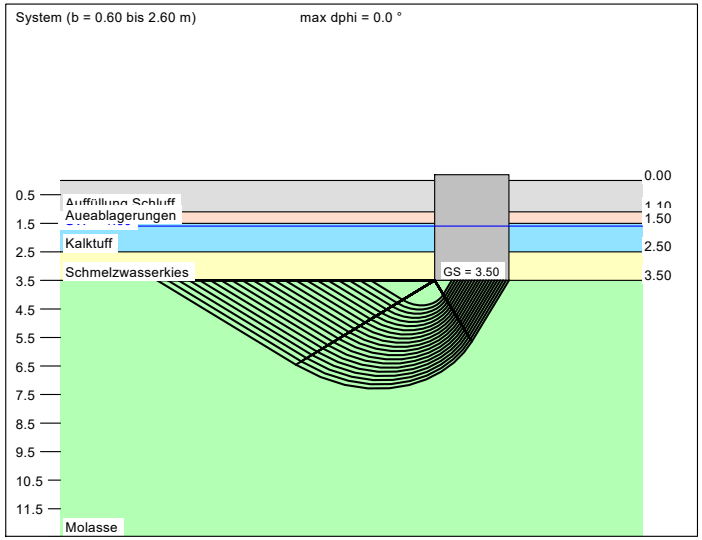


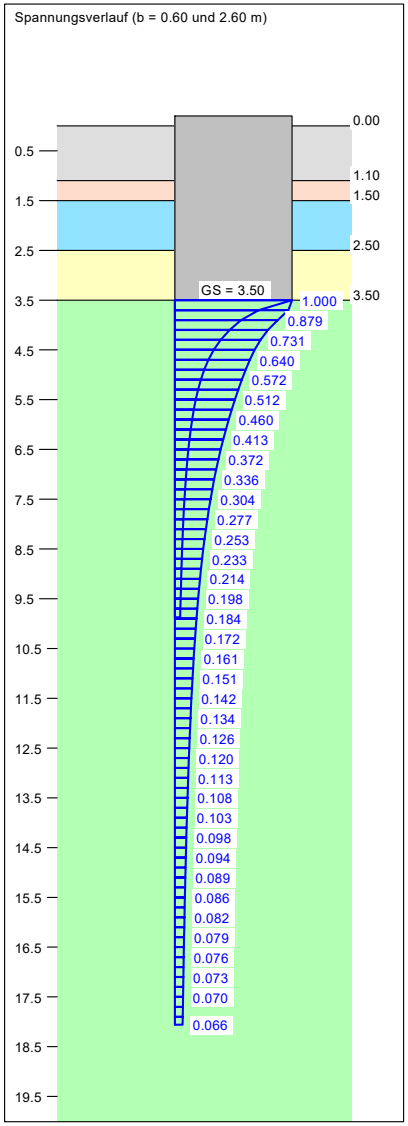
Fundamentdiagramm Streifenfundament (L=20m) in der Molasse

Einbindetiefe t min = 3,50 m - talseitig

fm geotechnik	Projekt	Anlage
Wiesflecken 6, 88279 Amtzell; Mayrhalde 11, 87452 Altusried	Erweiterung Ortskern Linden	A2403017
		Projekt Nr. 3.4

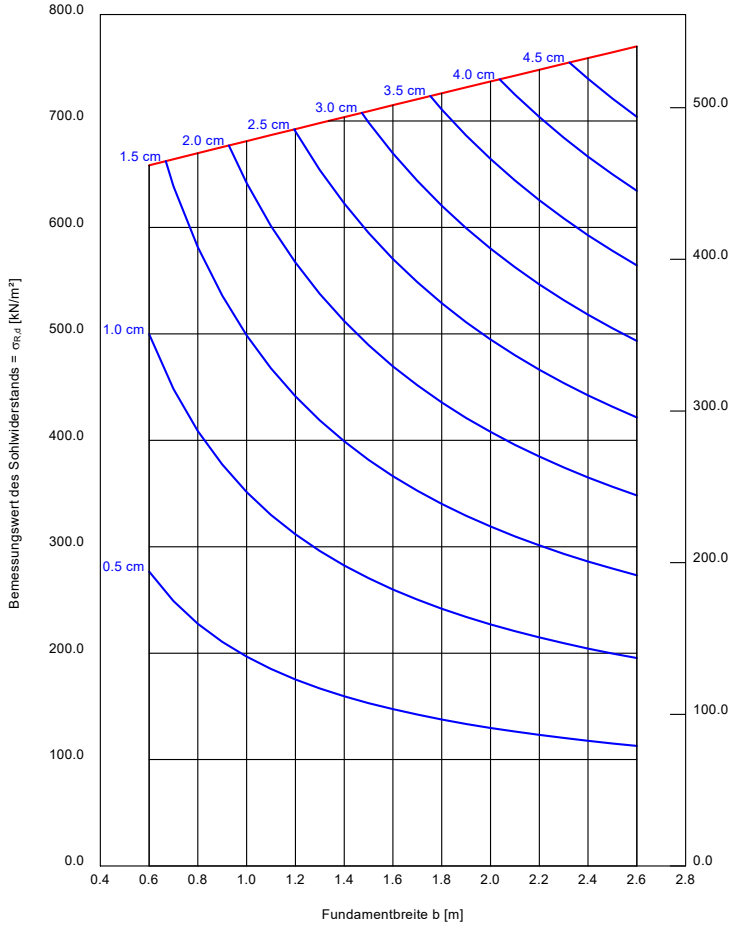
Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	1.10	18.0	8.0	22.5	0.0	3.0	0.00	Auffüllung Schluff
	1.50	19.0	9.0	25.0	0.0	3.0	0.00	Aueablagerungen
	2.50	19.0	9.0	27.5	0.0	4.0	0.00	Kalktuff
	3.50	21.0	11.0	32.5	0.0	25.0	0.00	Schmelzwasserkies
	>3.50	19.0	9.0	27.5	8.0	40.0	0.00	Molasse





Berechnungsgrundlagen:
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 20.00 m)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
$\gamma_{(G,Q)}$ = 1.425
Gründungssohle = 3.50 m
Grundwasser = 1.60 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %

Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
Sohldruck
Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	zul σ/$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{\ddot{u}}$ [kN/m²]	t_g [m]
20.00	0.60	658.3	395.0	462.0	1.37	27.5	8.00	9.00	48.40	9.87
20.00	0.70	664.0	464.8	466.0	1.57	27.5	8.00	9.00	48.40	10.46
20.00	0.80	669.7	535.8	470.0	1.76	27.5	8.00	9.00	48.40	11.01
20.00	0.90	675.4	607.9	474.0	1.95	27.5	8.00	9.00	48.40	11.53
20.00	1.00	681.1	681.1	478.0	2.14	27.5	8.00	9.00	48.40	12.02
20.00	1.10	686.7	755.4	481.9	2.33	27.5	8.00	9.00	48.40	12.49
20.00	1.20	692.4	830.9	485.9	2.51	27.5	8.00	9.00	48.40	12.94
20.00	1.30	698.0	907.4	489.8	2.69	27.5	8.00	9.00	48.40	13.38
20.00	1.40	703.6	985.1	493.8	2.87	27.5	8.00	9.00	48.40	13.80
20.00	1.50	709.2	1063.9	497.7	3.05	27.5	8.00	9.00	48.40	14.20
20.00	1.60	714.8	1143.7	501.6	3.23	27.5	8.00	9.00	48.40	14.60
20.00	1.70	720.4	1224.7	505.6	3.41	27.5	8.00	9.00	48.40	14.98
20.00	1.80	726.0	1306.8	509.5	3.58	27.5	8.00	9.00	48.40	15.36
20.00	1.90	731.5	1389.9	513.4	3.76	27.5	8.00	9.00	48.40	15.72
20.00	2.00	737.1	1474.2	517.2	3.94	27.5	8.00	9.00	48.40	16.08
20.00	2.10	742.6	1559.5	521.1	4.11	27.5	8.00	9.00	48.40	16.42
20.00	2.20	748.1	1645.9	525.0	4.29	27.5	8.00	9.00	48.40	16.76
20.00	2.30	753.6	1733.3	528.9	4.46	27.5	8.00	9.00	48.40	17.10
20.00	2.40	759.1	1821.9	532.7	4.63	27.5	8.00	9.00	48.40	17.42
20.00	2.50	764.6	1911.5	536.6	4.81	27.5	8.00	9.00	48.40	17.74
20.00	2.60	770.1	2002.1	540.4	4.98	27.5	8.00	9.00	48.40	18.06

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