

Geotechnisches Gutachten

Baugebiet „Am Mäuerle“ in Laupheim

Aktenzeichen: 05 11 25

Bauvorhaben: Baugebiet „Am Mäuerle“ in Laupheim
- Baugrunduntersuchung -

Auftraggeber: Sparkasse Immobilien Biberach GmbH
Zeppelinring 27 - 29
88400 Biberach

Datum: 25.11.2005

Bearbeitung: Dipl.-Geologe K. Merk
Dipl.-Ing. O. Schweikert

- Inhalt:
1. Vorgang
 2. Geomorphologische Situation, Baugrundsichtung
 3. Bautechnische Beschreibung der Schichten, Bodenkennwerte
 4. Grundwasserverhältnisse, Durchlässigkeit der anstehenden Böden, Versickerungsmöglichkeiten im Baugebiet
 5. Geothermische Beurteilung
 6. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

- Anlagen:
- 1.1 Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1:750
 - 2.1 Geotechnisches Baugrundprofil, M d.H. 1:100, M.d.L. 1:1000
 - 3.1-2 Auswertungen Sickerversuche
 - 4.1 Bohrprofil Geothermiebohrung
 - 5.1-2 Fundamentdiagramme für die Flachgründung in der Verwitterungsdecke und im Schmelzwasserkies
 - 6.1 Fundamentdiagramm für die Flachgründung im Lößlehm

Unterlagen:

- Lageplan Baugebiet „Am Mäuerle“, Laupheim, M 1:750, Vermessungsbüro Josef Eisele, Ehingen, 05.2005
- Topographische Karte Blatt TK 7725 Laupheim, M 1:25000
- Geologische Karte Blatt 7725 Laupheim, M 1:25000

1. Vorgang

Die Sparkassen Immobilien GmbH, Biberach, plant die Erschließung des Baugebietes „Am Mäuerle“ in Laupheim. Die BauGrund Süd, Bad Wurzach, wurde beauftragt eine Untersuchung des Untergrundes im geplanten bebauungsbereich durchzuführen und ein geotechnisches Gutachten zu erstellen.

Im geplanten Bauareal wurden am 27.07.2004 neun Kernbohrungen (BK1-9/05) abgeteuft. Die in den Bohrungen aufgeschlossenen Bodenschichten wurden nach DIN 4022 ingenieurgeologisch angesprochen.

Die Lage und die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden von der BauGrund Süd eingemessen. Die Lage der Aufschlüsse ist im Lageplan (Anlage 1.1) eingetragen. Die detaillierte, nach DIN 18 196 und DIN 18 300 klassifizierte Bodenaufnahme und der interpolierte Schichtenverlauf zwischen den Bohrungen sind höhenmaßstäblich im geotechnischen Baugrundschnitt, Anlage 2.1, eingetragen.

In den Bohrungen BK6 und BK7 wurden in zwei unterschiedlichen geologischen Einheiten und in unterschiedlichen Tiefen Sickerversuche im verrohrten Bohrloch durchgeführt.

Im Bereich zwischen den Bohrungen BK5 und BK7 (Flur-Nr. 1011 und 1012) wurden zusätzlich vier Sondierungen durchgeführt. Es wurden zwei Mischproben aus der Oberbodenschicht (Mutterboden / Ackerkrume) sowie zwei Mischproben aus dem Unterboden (Verwitterungsschicht / Lößlehm) entnommen. Die Mischproben werden im chemischen Labor auf altlastentechnisch analysiert. Der Altlastenbericht wird nach der Analyse der Bodenproben gesondert vorgelegt.

2. Geomorphologische Situation, Baugrundsichtung

2.1 Geomorphologische Situation

Das Baugelände befindet sich am südöstlich Stadtrand von Laupheim, im Bereich der Gewanne „Am Mäuerle“, „Am Holzweg“ und auf dem Gelände der ehemaligen Rössle - Brauerei. Die genaue Lage des geplanten Baugebietes ist im Lageplan, Anl. 1.1, dargestellt. Aus morphologischer Sicht handelt es sich um eine östlich der Rottum gelegene Hochfläche. Das Baugebiet liegt im westlichen Bereich an einer flach nach Westen einfallenden Hangflanke. Der zentrale und östliche Bereich des Bauareals liegt auf oben beschriebener Hochfläche. Das Baugebiet ist fast vollständig unbebaut und wird zum größten Teil als Ackerfläche genutzt. Lediglich das ehemalige Brauereigelände ist noch mit den Produktionsgebäuden bebaut.

Aus geologischer Sicht besteht der tiefere Untergrund aus den Gesteinen der tertiären Molasse. Darüber lagern die Schotter (Schmelzwasserkiese) der Mindel- und Haslacheiszeit. Diese waren während der Riß- und Würmeiszeit dem Permafrost und in den Zwischeneiszeiten der Verwitterung ausgesetzt, weshalb sie eine tiefgründige Verwitterungsdecke aufweisen. Zum Ende der Würmeiszeit wurden die Verwitterungsböden mit dem sog. Lößlehm überdeckt. Die oberste Schicht wird zum größten Teil von einer Ackerkrume gebildet. Im Bereich der ehemaligen Rösslebrauerei bilden aufgefüllte Böden den obersten Horizont.

2.2 Baugrundsichtung

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

Auffüllung (lokal)	(rezent)
Oberboden (Ackerkrume)	(Holozän)
Lößlehm	(Spätwürm)
Verwitterungsdecke	(Mindel- bis Würmglazial)
Schmelzwasserkies	(Mindelglazial).

Mit den neun Bohrungen BK1-9/05 wurden folgende Schichtglieder / Schichttiefen festgestellt:

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

Bohrung	Auffüllung	Oberboden	Lößlehm	Verwitterungsdecke	Schmelzwasserkies
BK1/05	0,00 – 1,10	-	-	-	1,30 – 5,00
BK2/05	0,00 – 1,30	-	-	1,30 – 2,05	2,05 – 5,00
BK3/05	0,00 – 0,40	-	-	-	0,40 – 5,00
BK4/05	-	0,00 – 0,70	0,70 – 5,00	-	-
BK5/05	-	0,00 – 0,50	0,50 – 0,90	0,90 – 2,10	2,10 – 5,00
BK6/05	-	0,00 – 0,70	0,70 – 1,20	1,20 – 2,10	2,10 – 5,00
BK7/05	-	0,00 – 0,90	0,90 – 2,00	2,00 – 2,55	2,55 – 5,00
BK8/05	-	0,00 – 0,50	0,50 – 2,40	2,40 – 3,05	3,05 – 5,00
BK9/05	-	0,00 – 0,90	0,90 – 2,15	2,15 – 3,10	3,10 – 5,00

3. Bautechnische Beschreibung der Schichten, Bodenkennwerte

3.1 Bautechnische Beschreibung der Schichten

Zusätzlich zu der Schichtansprache, die bei den Bohrprofilen dargestellt ist, werden die bautechnischen Eigenschaften der Bodenschichten wie folgt beurteilt:

Auffüllungen

Die im Bereich der alten Brauerei Rössle angetroffenen Auffüllungen sind als Geländeanschüttungen zu bewerten. Sie bestehen aus Kies- und Lehmböden. Die Kiesböden setzen sich aus schwach schluffigen bis schluffigen, sandigen Fein- bis Grobkiesen zusammen. Die Lehmböden bestehen aus sandigen, kiesigen Schluffen. In den aufgefüllten Böden wurden z.T. Ziegelreste festgestellt. Anzeichen für Schadstoffkontamination wurden organoleptisch (Geruch, Farbe usw.) bei den Bohrungen nicht festgestellt. Werden beim Aushub augenscheinlich verunreinigte Bereiche angetroffen, so ist dieser Aushub zu separieren und einer Schadstoffanalyse (Entsorgungsnachweis) zu unterziehen. Die unterschiedlich zusammengesetzten Auffüllungen sind als Gründungssubstrat ungeeignet.

Mutterboden / Oberboden (Ackerkrume)

Die Oberbodenschicht ist dunkelbraungrau gefärbt. Es handelt sich um einen durchwurzelten, sandigen, schwach tonigen, humosen Schluff. Die Konsistenz ist weich. Die Oberbodenschicht ist nicht tragfähig.

Lößlehm

Der in den Aufschlüssen angetroffene Lößlehm ist beigegrau bis graubraun gefärbt. Bautechnisch ist er als schwach toniger bis toniger, lokal auch stark toniger Schluff zu beschreiben, dessen Sandanteil zwischen gering feinsandig und feinsandig variiert. Stellenweise sind einzelne Kiesgerölle im Lößlehm enthalten. Der manuellen Bohrkernansprache zufolge ist die Konsistenz des Lößlehms im oberen Bereich als weich bis steif, mit zunehmender Tiefe als steif zu bewerten. Der Lößlehm stellt einen mäßig tragfähigen Baugrund dar.

Verwitterungsdecke

Der mindeleiszeitliche Schmelzwasserkies ist im oberen Bereich stark verwittert. Aus bautechnischer Sicht ist der rostbraune Verwitterungskies im oberen Bereich als stark schluffiger, mit zunehmender Tiefe als schwach schluffiger bis schluffiger, schwach sandiger bis sandiger Fein- bis Grobkies anzusprechen. Dem Bohrwiderstand zufolge ist der Lagerungszustand des Verwitterungskieses als locker bis mitteldicht anzugeben. Die schluffige Matrix befindet sich infolge lokaler starker Durchfeuchtung teilweise im weichen bis steifen Bereich. Ansonsten ist die Matrix steif. Die Tragfähigkeit des Verwitterungskieses ist als mäßig (weich bis steife Matrix) bis gut (steife Matrix) zu bewerten.

Schmelzwasserkies

Unter der Verwitterungsdecke folgt der Schmelzwasserkies. Bautechnisch handelt es sich um einen gering bis vereinzelt schwach schluffigen, sandigen, schwach steinigen bis lokal steinigen Fein- bis Grobkies. Das Kieskorn selbst ist gut gerundet und nur gering von der Verwitterung beeinflusst. In ungestörtem Zustand bildet es ein tragendes Korngerüst. Dem Bohrwiderstand zufolge ist der Lagerungszustand des Schmelzwasserkieses als mitteldicht bis dicht anzugeben. Der mindeleiszeitliche Schmelzwasserkies stellt einen gut tragfähigen Baugrund dar.

Für die mit den Untersuchungsaufschlüssen angetroffenen, bautechnisch relevanten Bau-
grundsichten sind folgende Bodenkennwerte anzusetzen:

Tabelle 2: Bodenkennwerte (Rechenwerte)

	Wichte [kN/m³]	Reibungs- winkel, [°]	Kohäsion [kN/m²]	Steifezahl [MN/m²]	Bodengruppe [DIN 18196]	Bodenklasse [DIN 18300]	Frostempfindlich- keit [ZTVE-StB 94]
Auffüllungen	18/8-20/10	22,5-32,5	0	-	UL, GU, GU*	3,4	F2, F3
Lößlehm	17/7-18/8	25-27,5	2-4	8-15	UL, UM	4	F3
Verwitterungsdecke	19/9-20/10	30-32,5	0	20-30	GU*, UL	4	F3
Schmelzwasserkies	20/11-21/11	32,5-35	0	40-50	GU, GW, GW/X	3,5	F1, F2

4. Grundwasserverhältnisse, Durchlässigkeit der anstehenden Böden, Versickerungsmöglichkeiten nach ATV –DVWK-A138, Randbedingungen

4.1 Grundwasserverhältnisse

Während des Bohrens wurde in keinem der Aufschlüsse Grundwasser festgestellt. In den Löß-
lehmablagerungen und im Verwitterungskies ist nach langanhaltenden Niederschlagsereignis-
sen mit geringen Schichtwassermengen zu rechnen.

4.2 Durchlässigkeit der anstehenden Böden, Versickerungsmöglichkeiten ATV-DVWK, Randbedingungen

Es ist geplant, das anfallende Oberflächenwasser innerhalb des Baugebietes zu versickern.
Die Versickerung von Niederschlagswasser setzt einen durchlässigen Untergrund und einen
ausreichenden Abstand zur Grundwasseroberfläche voraus. Der Untergrund muss die anfal-
lenden Sickerwassermengen aufnehmen können. Die Versickerung kann direkt erfolgen oder
das Wasser kann über ein ausreichend dimensioniertes Speichervolumen durch eine Sickeran-
lage mit verzögerter Versickerung in Trockenperioden dem Untergrund zugeführt werden.

Nach dem ATV-DVWK-A138 (Januar 2002) sollte der Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens, in
dem die Versickerung stattfinden soll, zwischen $k_f = 1,0 \cdot 10^{-3}$ m/s und $k_f = 1,0 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen.
Die Mächtigkeit des Sickerzonen sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasser-
stand, rd. 1,0 m betragen, um eine ausreichende Filterstrecke für eingeleitete Niederschlagsab-
flüsse zu gewährleisten. Bei Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f < 1,0 \cdot 10^{-6}$ m/s ist eine Regen-
wasserbewirtschaftung ausschließlich über Versickerung nicht mehr gewährleistet, so dass
eine ergänzende Ableitungsmöglichkeit vorzusehen ist.

In den Bohrungen BK6 und BK7 wurden stellvertretend Sickerversuche in unterschiedlichen
geologischen Schichten durchgeführt und ausgewertet (vgl. Anlagen 3.1-2). Die vertikalen
Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f) der Sickerversuche sowie die Bemessungs – k_f – Werte nach der
ATV-DVWK-A138, Tab. B1 sind in der Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Ergebnisse Sickerversuche (Werte gerundet)

Aufschluss	Versuchstiefe (m u. Gel.)	Durchlässigkeit k_f -Wert Feldversuch (m/s)	Durchlässigkeit k_f -Wert Bemessung (m/s)	Bodenart
BK6/05	2,50	$1,1 \cdot 10^{-03}$	$2,2 \cdot 10^{-03}$	Schmelzwasserkies, gering schluffig
BK7/05	2,00	$5,5 \cdot 10^{-08}$	$1,1 \cdot 10^{-07}$	Verwitterungsdecke

In dem untersuchten Bereich stellt der z.T. nur gering schluffige, sandige und steinige Schmelzwasserkies mit einem vertikalen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert (Feldversuch) von rd. $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s einen „stark durchlässigen“ Boden (DIN 18130, Teil 1, Tabelle 1) dar. Der Schmelzwasserkies entspricht den Anforderungen der ATV-DVWK-A138. Eine Versickerung von Oberflächenwasser ist in diesen Böden möglich.

Die Durchlässigkeit der lehmig – kiesigen Verwitterungsdecke liegt bei rd. $k_f = 1 \cdot 10^{-7}$ m/s. Hier ist eine Versickerung ohne ergänzende Ableitungsmöglichkeit (z.B. Notüberlauf) nicht möglich.

Der schluffig, tonige Lößlehm weist im Baugebiet erfahrungsgemäß Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte von $k_f < 1,0 \cdot 10^{-8}$ m/s auf und liegt dementsprechend unter der ATV Anforderung. Diese Bodenart ist zur Versickerung von Oberflächenwasser ohne zusätzliche Ableitungsmöglichkeit ebenfalls nicht geeignet.

Anm.: Die Versickerung erfolgt in der Regel über eine belebte Bodenzone (rd. 30 cm Humus-Sand-Gemisch) in der Versickerungssohle. Der Durchlässigkeitsbeiwert (Bemessungswert) dieses Humus-Sand-Gemisches liegt erfahrungsgemäß im Bereich von rd. $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s. Dieser Durchlässigkeitsbeiwert ist anzusetzen, wenn die Durchlässigkeit der unterlagernden Bodenschicht, in der die Versickerung stattfinden soll, größer ist als der k_f -Wert der belebten Bodenzone.

Die Lößlehmablagerungen und die darunter lagernde Verwitterungsdecke sollten mit Versickerungsanlagen gänzlich durchstoßen werden. Die Versickerungsanlagen werden dann im Bereich der Bohrungen BK5 bis BK9 (Gewann „Am Mäuerle“ und „Am Holzweg“) mindestens Aushubtieftiefen zwischen 2,10 m (BK5, BK6) und 3,10 m (BK9) erreichen. Im Bereich der Bohrung BK4 wurde eine Dicke der Lößlehmsedimente von mind. 5,0 m ermittelt. Die Errichtung einer Sickeranlage in diesem Areal ist nur unter hohem technischen Aufwand möglich. Der Verlauf der Schichtgrenze Schmelzwasserkies / Lößlehm bzw. Verwitterungsdecke ist in diesem Bereich ggf. detailliert zu untersuchen.

4.3 Randbedingungen nach der ATV-DVWK-A138

Bebauung

Das Untersuchungsgebiet ist momentan nur im Bereich der alten Rösslebrauerei bebaut. Das restliche Untersuchungsgebiet wird als Ackerfläche genutzt und ist unbebaut. Der Mindestabstand von Versickerungsanlagen (vgl. ATV-DVWK-A138, S.20, Bild 2) von bestehender bzw. geplanter Bebauung sollte - vom Baugrubenfußpunkt ausgehend - das 1,5-fache der Baugrubentiefe nicht unterschreiten. Ansonsten empfiehlt die ATV-DVWK-A138 Keller neu geplanter Gebäude wasserdicht auszuführen.

Wasserschutz- und Landschaftsschutzgebiet

Eine Versickerung von Oberflächenwasser in Wasserschutz- und Landschaftsschutzgebieten ist nicht erlaubt. Das Baugebiet liegt in einem fachtechnisch abgegrenzten, d.h. noch nicht rechtskräftigen Wasserschutzgebiet Zone IIIB (Vorranggebiet). Die Erlaubnis der Versickerung von Oberflächenwasser ist zu prüfen.

Altlastenverdachtsflächen

Nach ATV-DVWK-A138 dürfen keine Versickerungen im Bereich von belasteten Auffüllungen ausgeführt werden. In den ausgeführten Bohrungen wurden nur im Bereich der Rösslebrauerei aufgefüllte Bodenhorizonte erkundet (BK1 – BK3). Die angetroffenen, natürlichen Schichten zeigten organoleptisch keine altlastenverdächtigen Schadstoffanreicherungen. Werden bei der Herstellung der Versickerungsanlage dennoch kontaminierte Bereiche festgestellt, so müssen die relevanten Bereiche genau untersucht und eingegrenzt werden.

Nutzbarkeit des natürlichen Oberbodens

Das im Untersuchungsgebiet vorliegende Oberbodenmaterial (Mutterboden) ist auf Grund der natürlichen Zusammensetzung zum Wiedereinbau als Retentionsfilterschicht (belebte Bodenzone) in Versickerungsanlagen nicht geeignet. Es muss ein künstliches Humus-Sand-Gemisch, das den Anforderungen der ATV-DVWK-A138 entspricht, verwendet werden.

5. Geothermische Standortbeurteilung

Die Energiegewinnung mittels einer Erdwärmesondenanlage (**Sole – Wasser – Wärmepumpe**) ist für den Standort des Baugebietes als geeignet zu beurteilen. Auf Grund der geologischen Bedingungen (vgl. Anl. 4.1) ist mit einer spezifischen Entzugsleistung zwischen 50 und 60 Watt pro Tiefenmeter zu rechnen.

Die Ausführung von Erdwärmesondenbohrungen sind der unteren Verwaltungsbehörde anzuzeigen.

Im Baugebiet wurde mit den Baugrundaufschlüssen kein Grundwasser festgestellt. Grundwasser kommt im Untersuchungsgebiet erst in einer Tiefen von rd. 20 m vor, wie eine im Bereich der Straße „Am Mäuerle“ im Jahr 1999 durchgeführte Erdsondenbohrung (vgl. Anl. 4.1) zeigt. Die Grundwassermächtigkeit liegt bei rd. 2 m.

Den hydrogeologischen Verhältnissen im Baugebiet zufolge ist demnach eine Energieversorgung mit einer Wasser – Wasser – Wärmepumpeanlage nicht möglich.

6. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

Vom geplanten Baugebiet „Am Mäuerle“ in Laupheim liegt ein Lageplan im Maßstab M 1:750 vor. Über die Einteilung der Bauplätze mit den Erschließungsstraßen liegen noch keine Planunterlagen vor. Zur Bauwerksgründung und den baubegleitenden Maßnahmen wird in allgemeiner Form Stellung genommen.

6.1 Tragfähigkeit der Bodenschichten

Entsprechend der Baugrundsichtung in der Anlage 2.1 steht der ausreichend tragfähige Baugrund in Form von Verwitterungsdecke und Schmelzwasserkies auf den folgenden Koten an:

BK1	1,50 m unter GOK, 522.11 m üNN, Schmelzwasserkies
BK3	0,40 m unter GOK, 526.93 m üNN, Schmelzwasserkies
BK2	1,30 m unter GOK, 528.13 m üNN, Verwitterungsdecke
BK5	0,90 m unter GOK, 528.25 m üNN, Verwitterungsdecke
BK7	2,00 m unter GOK, 530.64 m üNN, Verwitterungsdecke
BK6	1,20 m unter GOK, 530.04 m üNN, Verwitterungsdecke
BK9	2,15 m unter GOK, 530.56 m üNN, Verwitterungsdecke
BK8	2,40 m unter GOK, 530.72 m üNN, Verwitterungsdecke.

Die Verwitterungsdecke wird vom ebenfalls tragfähigen Schmelzwasserkies unterlagert. In der Verwitterungsdecke und im Schmelzwasserkies sind konventionelle Flachgründungen auf Einzel- und Streifenfundamenten möglich.

Über der Verwitterungsdecke liegt in der Regel ein 0,4 m bis 2 m dickes Band aus Lößlehm. Im Bereich der Bohrung BK4 wurde der Lößlehm bis in 5 m unter Oberkante Gelände erschlossen. Die Tragfähigkeit des Lößlehms ist geringer als die der Verwitterungsdecke und des Schmelzwasserkieses. Im Lößlehm sind Flachgründungen mit Zusatzmaßnahmen (Bodenersatzkörper aus Kiessand auf Vliesunterlage, zusammenhängende Streifenfundamente oder Stahlbetonbodenplatte) möglich.

6.2 Flachgründung in der Verwitterungsdecke und im Schmelzwasserkies

Die geplanten Neubauten können konventionell auf Einzel- und Streifenfundamenten in der Verwitterungsdecke und im Schmelzwasserkies frostsicher gegründet werden. Die frostsichere Fundamenteinbindetiefe ist mit $t \geq 0,8$ m anzusetzen.

Die Auffüllungen und der Lößlehm sind mit der Gründung zu durchstoßen und gegen Magerbetonvertiefungen zu ersetzen.

In den Anlagen 5.1-2 sind die Fundamentdiagramme für Einzel- und Streifenfundamente, die in der Verwitterungsdecke gründen, enthalten. Bei einer Grundbruchsicherheit von $\sigma_{\text{eff}} \geq 2,0$ ist mit den folgenden zulässigen Bodenpressungen zu rechnen:

Streifenfundament $b = 0,6$ m , $l = 15$ m : zul. SIG = 216 kN/m^2 , zugh. s = 0,97 cm, $k_s = 22 \text{ MN/m}^3$
Streifenfundament $b = 0,8$ m , $l = 15$ m : zul. SIG = 239 kN/m^2 , zugh. s = 1,30 cm, $k_s = 18 \text{ MN/m}^3$
Streifenfundament $b = 1,0$ m , $l = 15$ m : zul. SIG = 262 kN/m^2 , zugh. s = 1,64 cm, $k_s = 16 \text{ MN/m}^3$
Streifenfundament $b = 1,2$ m , $l = 15$ m : zul. SIG = 285 kN/m^2 , zugh. s = 1,99 cm, $k_s = 14 \text{ MN/m}^3$

Einzelfundament $a \times b = 0,8$ m x 0,8 m: zul. SIG = 283 kN/m^2 , zugh. s = 0,70 cm, $k_s = 40 \text{ MN/m}^3$
Einzelfundament $a \times b = 1,0$ m x 1,0 m: zul. SIG = 299 kN/m^2 , zugh. s = 0,90 cm, $k_s = 33 \text{ MN/m}^3$
Einzelfundament $a \times b = 1,4$ m x 1,4 m: zul. SIG = 331 kN/m^2 , zugh. s = 1,33 cm, $k_s = 25 \text{ MN/m}^3$
Einzelfundament $a \times b = 2,0$ m x 2,0 m: zul. SIG = 360 kN/m^2 , zugh. s = 2,00 cm, $k_s = 18 \text{ MN/m}^3$.

Bei den o.g. Tragfähigkeitswerten ist die gegenseitige Beeinflussung von Fundamentlasten noch nicht berücksichtigt. Es wird vorgeschlagen, die Gründungsvorbemessung nach den Fundamentdiagrammen in den Anlagen 5.1-2 vorzunehmen, dabei sollten die zulässigen Bodenpressungen so gewählt werden, dass die Fundamentsetzungen mit $s \leq 2,0$ cm eingehalten werden.

6.3 Flachgründung auf einem Teilbodenersatzkörper aus Kiessand im Lößlehm

Die Neubauten können auf einer Stahlbetonbodenplatte oder auf zusammenhängenden Streifenfundamenten (Trägerrost) auf einem Teilbodenersatzkörper aus Kiessand flach im Lößlehm gegründet werden. Die frostsichere Fundamenteinbindetiefe ist mit $t \geq 0,80$ m anzusetzen. Mit dem Teilbodenersatzkörper aus Kiessand und den zusammenhängenden Streifenfundamenten sollen Setzungsdifferenzen aus den unterschiedlichen Konsistenzen des Lößlehms weitgehend ausgeglichen werden.

Der Teilbodenersatzkörper besteht aus Kiessand, er ist $d \geq 60$ cm dick und wird in 2 Lagen von $d = 30$ cm eingebaut. Der Kiessand wird auf 100 % der einfachen Proctordichte verdichtet; der Verdichtungsgrad ist zu kontrollieren und nachzuweisen. Der Teilbodenersatzkörper ist vom anstehenden Baugrund durch ein Geotextil (Güteklasse 2) zu trennen.

In der Anlage 6.1 ist das Fundamentdiagramm für ein Streifenfundament oder einen Tragstreifen in einer Bodenplatte enthalten; demnach ist bei der Gründung auf einem Teilbodenersatzkörper aus Kiessand im Lößlehm bei der Begrenzung der Setzungen auf $s \leq 2$ cm mit den folgenden zulässigen Bodenpressungen zu rechnen:

Tragstreifen: $l = 15$ m, $b = 0,8$ m: $_{zul}SIG = 165 \text{ kN/m}^2$, $_{zugh.}s = 2,00$ cm; $k_s = 8 \text{ MN/m}^3$
Tragstreifen: $l = 15$ m, $b = 1,0$ m: $_{zul}SIG = 140 \text{ kN/m}^2$, $_{zugh.}s = 2,00$ cm; $k_s = 7 \text{ MN/m}^3$
Tragstreifen: $l = 15$ m, $b = 1,5$ m: $_{zul}SIG = 110 \text{ kN/m}^2$, $_{zugh.}s = 2,00$ cm; $k_s = 6 \text{ MN/m}^3$
Tragstreifen: $l = 15$ m, $b = 2,0$ m: $_{zul}SIG = 85 \text{ kN/m}^2$, $_{zugh.}s = 2,00$ cm; $k_s = 4 \text{ MN/m}^3$.

Maßgebend für die zulässige Bodenpressung sind die Grundbruchsicherheit und die Begrenzung der Setzungen auf $s \leq 2,0$ cm.

Bei den o.g. Tragfähigkeitswerten ist die gegenseitige Beeinflussung von Fundamentlasten noch nicht berücksichtigt. Es wird vorgeschlagen, die Gründungsvorbemessung nach dem Fundamentdiagramm in der Anlage 6.1 vorzunehmen, dabei sollten die zulässigen Bodenpressungen so gewählt werden, dass die Fundamentsetzungen mit $s \leq 2,0$ cm eingehalten werden. Nach Vorlage der aktuellen Bauwerkslasten (Fundamente mit Bodenpressungen) sind die gegenseitigen Beeinflussungen der Fundamente und die Verträglichkeit der Setzungsdifferenzen bzw. Fundamentverdrehungen mit einer Setzungsberechnung zu überprüfen.

6.4 Grundwasser und Entwässerung

Bei der Baugrunderkundung wurde kein Grundwasser angetroffen. In der Verwitterungsdecke ist erfahrungsgemäß mit Hang- und Sickerwasser, das an kiesige Einlagerungen gebunden ist, zu rechnen.

Aus baugrundtechnischer Sicht kann das anfallende Wasser im Schmelzwasserkies versickert werden.

Der Lößlehm und die Verwitterungsdecke sind für anfallendes Oberflächenwasser als Grundwasserstauer einzustufen. Das Wasser wird sich in diesen Böden stauen und nur langsam abfließen.

Die Bodenplatten und die erdberührten Wände sind nach den Richtlinien der DIN 4095 zu entwässern. Das Wasser ist zu fassen und zur Vorflut zu leiten (BK4); im Bereich der Baugrund-

aufschlüsse BK1-3 und BK5-9 kann das Wasser entsprechend den o.g. Ausführungen im Schmelzwasserkies versickert werden.

6.5 Baugruben

Die Baugruben für die Kellergeschosse werden 2,5 m bis 3,5 m tief. Wenn die Platzverhältnisse es erlauben, können diese Baugruben im Lößlehm und in der Verwitterungsdecke unter 60° und im Schmelzwasserkies unter 45° frei geböscht werden.

Bei tieferen Baugruben ist auf halber Höhe eine Berme mit $b \geq 1,5$ m anzuordnen. Die freien Böschungen sind mit Planen o.ä. gegen Witterungseinflüsse zu sichern. Bei Schichtwasserzutritten sind die freien Böschungen mit Stützscheiben aus Einkornbeton zu sichern.

Steilere Böschungen sind möglich, sie sind statisch nachzuweisen und ggfs. mit Spritzbeton und Erdnägeln zu sichern

6.6 Straßenbaumaßnahmen

Es ist davon auszugehen, dass die Erschließungsstraßen oberflächennah in den Auffüllungen und im Lößlehm zu gründen sind. Diese Böden sind entsprechend der Tabelle 2 bezüglich der Frostempfindlichkeit nach ZTVE/Stb 94 den Klassen F2 (frostempfindlich) und F3 (sehr frostempfindlich) zuzuordnen.

Dies bedeutet, dass im Projektgebiet frostempfindliche Böden anstehen. Des Weiteren sind diese Böden als witterungsempfindlich zu bezeichnen. Die bindigen Anteile weichen durch Niederschläge rasch auf und verlieren an Festigkeit.

Der Untergrund muss den Mindestanforderungen bezüglich Verdichtungsgrad (97 % der einfachen Proctordichte: $D_{pr} > 97$ % und Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45$ MN/m²) genügen.

In diesen Böden sind Verdichtungsgrade von 97 % D_{pr} bis 0,5 m unter dem Planum zu fordern. Diese Werte sind nicht mit Abwalzen zu erreichen.

Es wird deshalb empfohlen, eine Baugrundverbesserung in Form eines Teilbodenersatzkörpers aus Kiessand mit $d = 50$ cm auf einem Trennvlies (Geotextil Güteklasse 2) einzubauen.

Alternativ zum Teilbodenersatzkörper aus Kiessand ist eine Baugrundverbesserung in Form einer Bodenverfestigung durch Tragschichtenbinder möglich.

6.7 Kanalbaumaßnahmen

Die Kanalgräben können entsprechend den o.g. Ausführungen im Lößlehm und in der Verwitterungsdecke unter 60° und im Schmelzwasserkies unter 45° frei geböscht werden.

Alternativ zur freien Böschung ist die Verbautafel einsetzbar. Schichtwasser ist in der Baugrube mit einer offenen Wasserhaltung zu fassen.

Die Kanalrohre können in der Verwitterungsdecke und im Schmelzwasserkies flach gegründet werden.

Im Lößlehm sind die Kanalrohre auf einem Teilbodenersatzkörper aus Kiessand mit $d = 30$ cm zu gründen. Der Bodenersatzkörper ist mit einem Geotextil (Klasse 1 oder 2) von den anstehenden Böden zu trennen.

Für die Verfüllung der Kanalgräben können der kiesige Anteil der Verwitterungsdecke und der Auffüllungen und der Schmelzwasserkies verwendet werden.

6.8 Zusammenfassung und Wertung der Gründungen

Bezüglich der *Bauwerksgründung* (konventionelle Flachgründung auf Einzel- und Streifenfundamenten in der Verwitterungsdecke und im Schmelzwasserkies nach Abschnitt 6.2 und Flachgründung auf einem Teilbodenersatzkörper im Lößlehm nach Abschnitt 6.3) ist das Baugebiet als geeignet zu bezeichnen.

Im Baugebiet ist mit *Sickerwasser* zu rechnen. Erdberührte Bauwerksflächen sind nach DIN 4095 zu entwässern; das Wasser kann im Schmelzwasserkies versickert werden.

Die *Erschließungsstraßen* sind auf einer Bodenverbesserung, vgl. Abschnitt 6.6, zu gründen.

Die *Kanalrohre* können flach gegründet werden, die Rohrgräben können mit dem anstehenden Baugrund (Verwitterungsdecke, Auffüllungen, Schmelzwasserkies) verfüllt werden.

Die *Energiegewinnung* mittels einer Erdwärmesondenanlage (Sole – Wasser – Wärmepumpe) ist für den Standort des Baugebietes als geeignet zu beurteilen.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Dipl.-Ing. O. Schweikert
BauGrund Süd



Von der IHK Bodensee – Oberschwaben
öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Erd- und Grundbau
insbesondere Hangsicherungen

Dipl.-Geol. E. Frankovsky
BauGrund Süd

Geotechnisches Profil Baugebiet

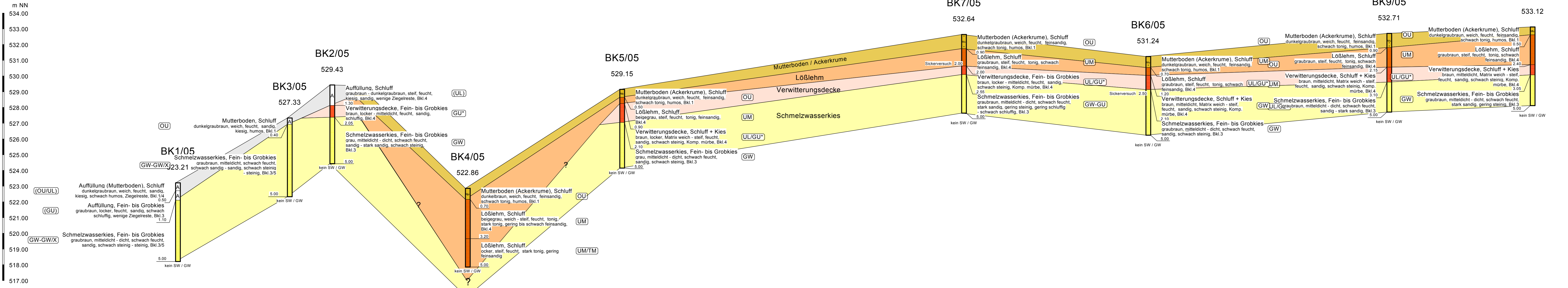
BauGrund Süd Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH Maybachstraße 5 88410 Bad Wurzach	Baugebiet "Am Mauerle" Laupheim	AZ 051125
		Anlage Nr. 2.1

Maßstab 1 : 1000 / 100

Legende

Mu Mutterboden	 Verwitterungsdecke	 Lößlehm
A Auffüllung	 Schmelzwasserkies	

Die Geländehöhen und die Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen sind interpoliert

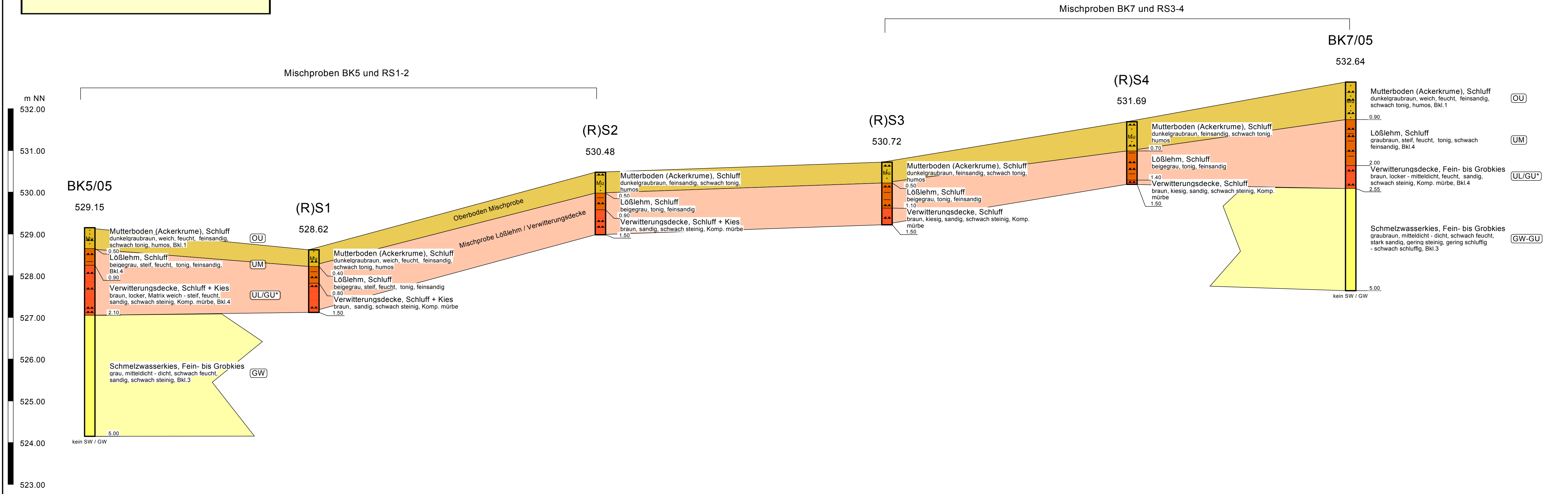


Schichtung Bereich "Alter Schießplatz"

Maßstab 1 : 400 / 50

Legende

	Mutterboden		Schmelzwasserkies
	Verwitterungsdecke		Lößlehm



Sickerversuch (Open-End-Test)

Berechnung nach der Formel des US Departments of the Interior Bureau of Reclamation Design of small Dams

Projekt: Baugebiet "Am Mäuerle" in Laupheim
 Bohrung: BK6/05
 Versuchsnummer: 1
 Versuchsdatum: 18.11.05
 Aktenzeichen: 051125

$r = \text{Radius des Bohrlochs} = 0,0825 \text{ m}$

$h = \text{Wasserstandshöhe über GW-Fläche} = 3,00 \text{ m}$

oder über Bohrlochsohle (wenn kein Grundwasser)

= Wasserzugabe zum Konstanthalten des Wasserspiegels

Rohrunterkante: 2,50 m unter Gelände im unverwitterten Schmelzwasserkies

Grundwasserspiegel: kein Grundwasser.

Wassermenge (l)	Zeit (s)	Q (l/s)	kf (m/s)
45,000	30	1,5000E-03	1,10E-03
42,000	30	1,4000E-03	1,03E-03
43,000	30	1,4333E-03	1,05E-03
Mittelwert:			1,06E-03

Der Durchlässigkeitsbeiwert wurde im unverwitterten Schmelzwasserkies, (Fein- bis Grobkies, gering schluffig, sandig, schw. steinig) bestimmt.

Sickerversuch (Open-End-Test)

Berechnung nach der Formel des US Departments of the Interior Bureau of Reclamation Design of small Dams

Projekt: Baugebiet "Am Mäuerle" in Laupheim
 Bohrung: BK7/05
 Versuchsnummer: 1
 Versuchsdatum: 18.11.05
 Aktenzeichen: 051125

r = Radius des Bohrlochs = 0,0825 m

h = Wasserstandshöhe über GW-Fläche = 2,50 m

oder über Bohrlochsohle (wenn kein Grundwasser)

= Wasserzugabe zum Konstanthalten des Wasserspiegels

Rohrunterkante: 2,00 m unter Gelände in der Verwitterungsdecke

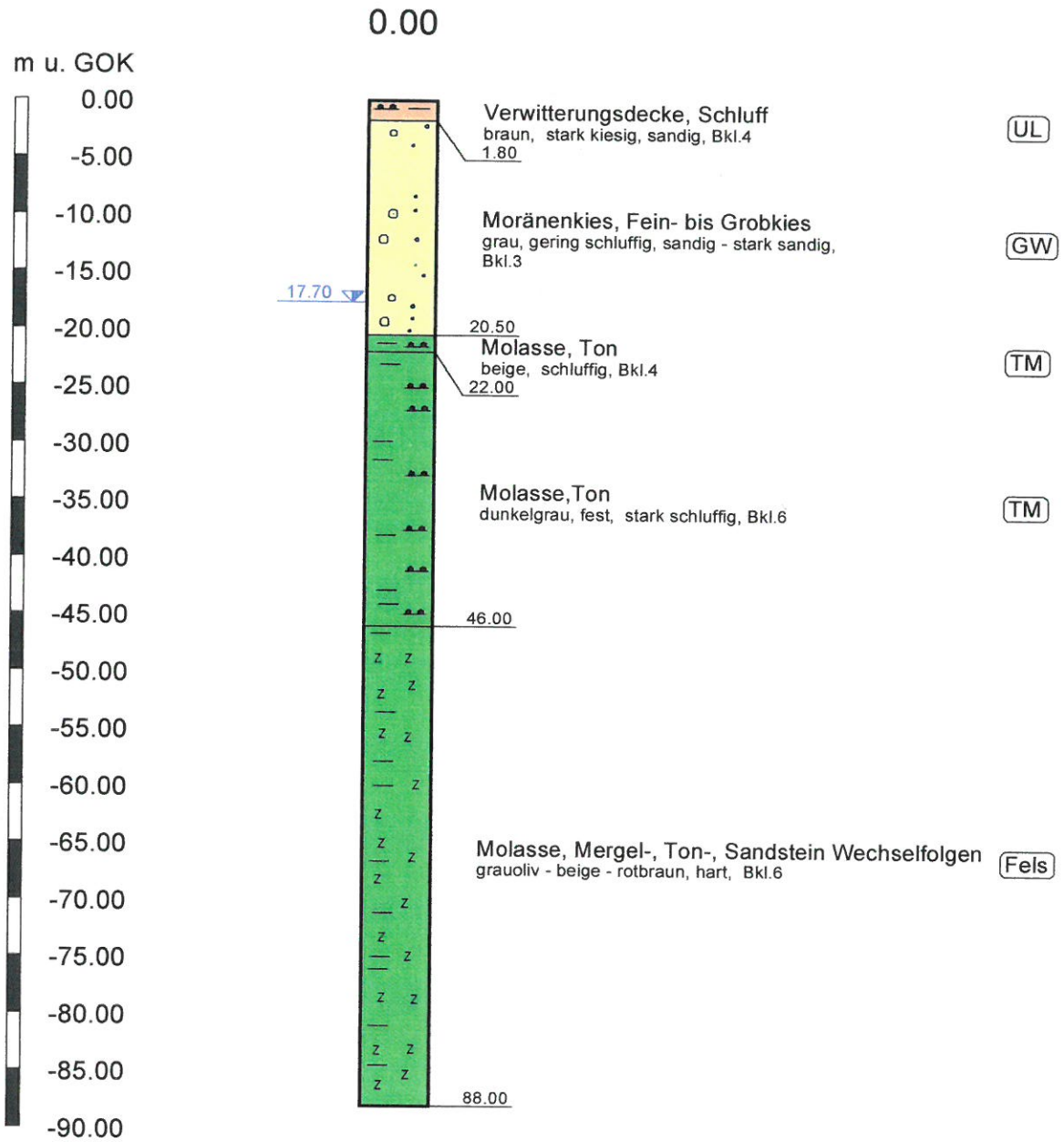
Grundwasserspiegel: kein Grundwasser.

Wassermenge (l)	Zeit (s)	Q (l/s)	kf (m/s)
0,500	7200	6,9444E-08	6,12E-08
0,400	7200	5,5556E-08	4,90E-08
Mittelwert:			5,51E-08




Der Durchlässigkeitsbeiwert wurde in der Verwitterungsdecke (Schluff - Kies - Gemisch, sandig, schwach steinig) bestimmt.

Maßstab d. H. 1:600

Erdwärmehochung 1/99

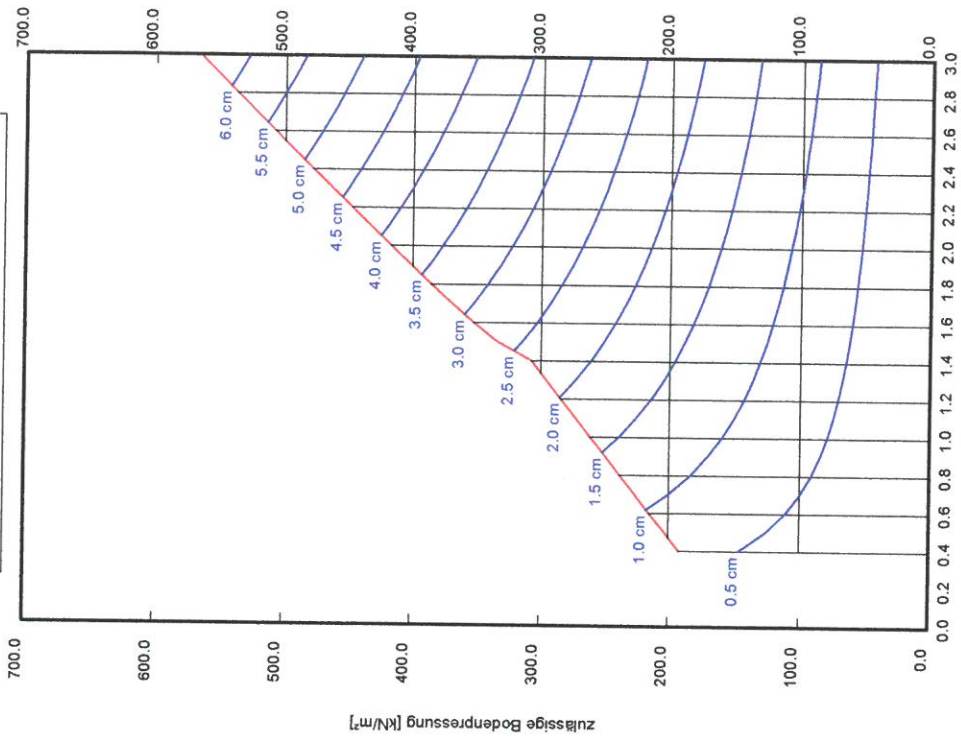
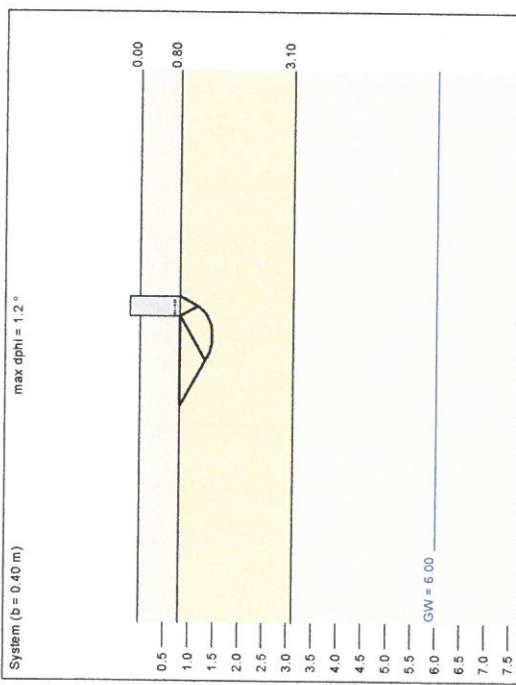
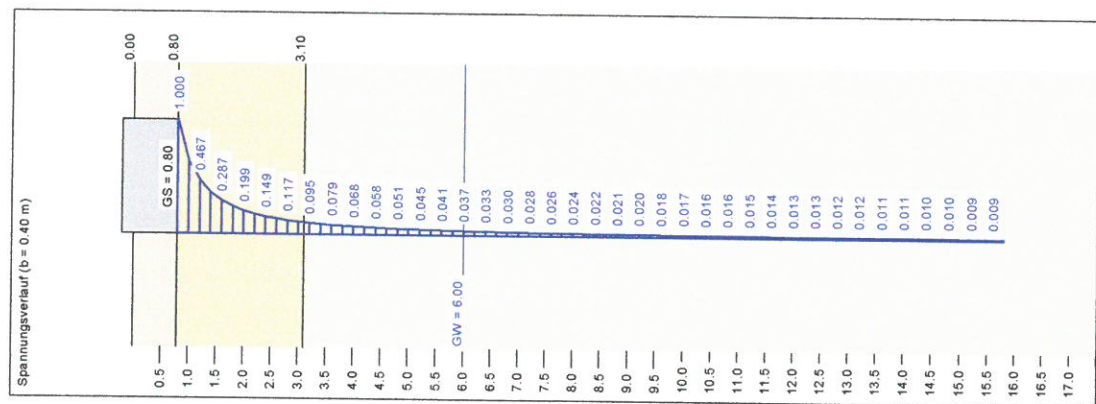


Legende

	Verwitterungsdecke		Molasse
	Moränenkies		

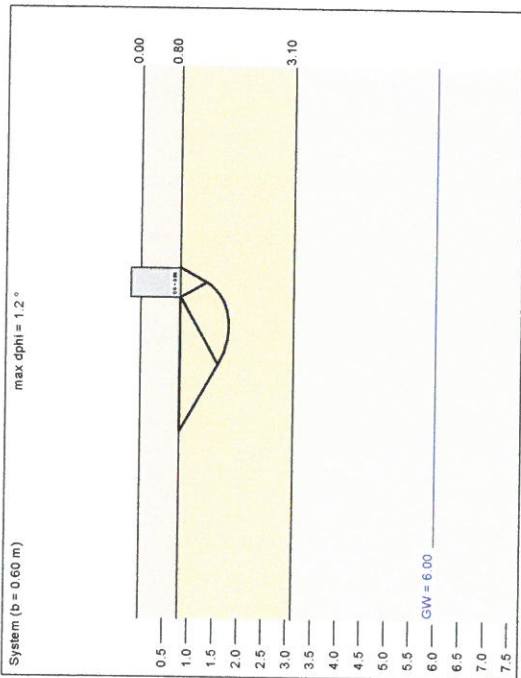
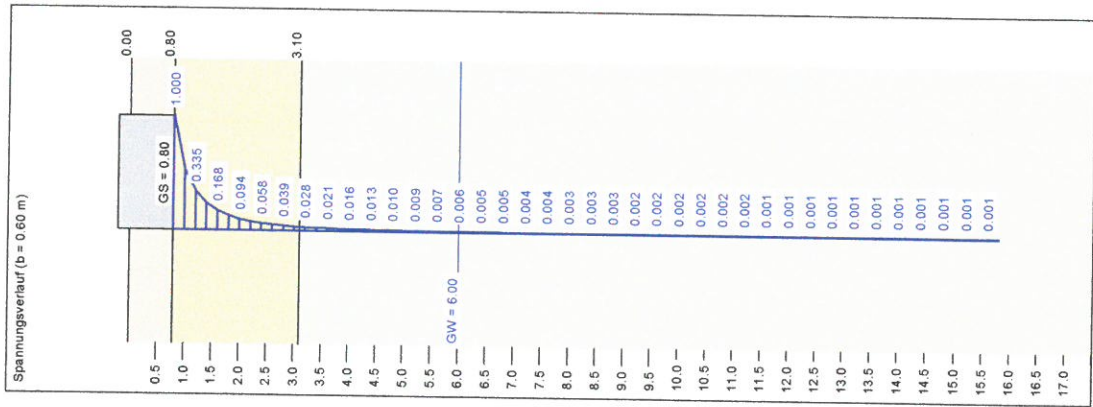
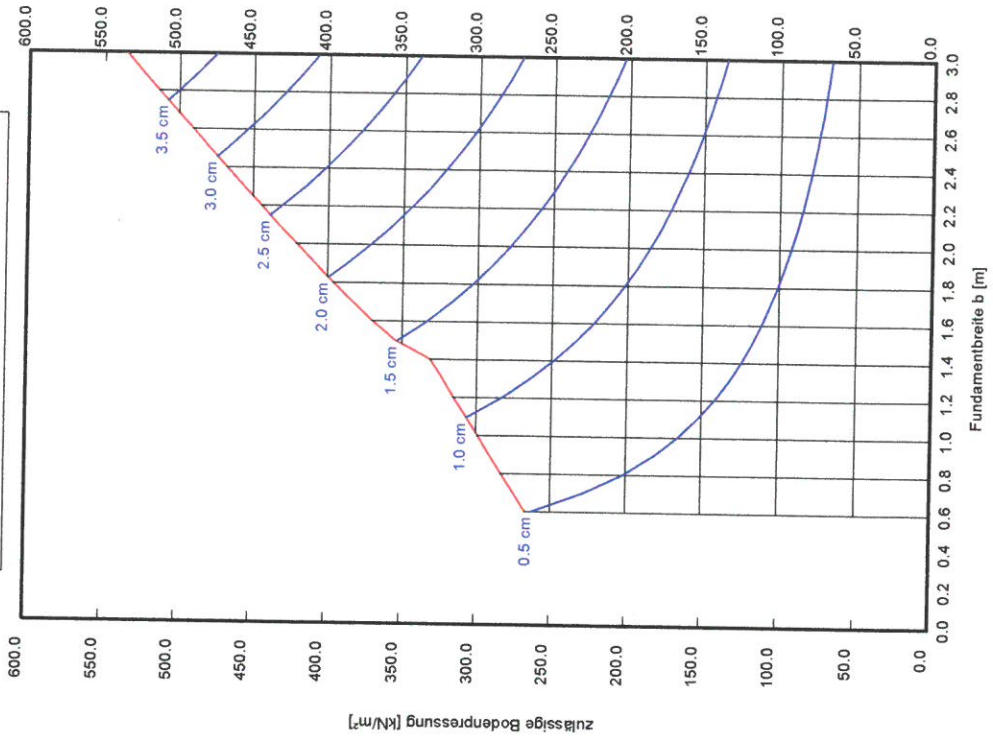
Boden	γ kN/m ³	γ' kN/m ³	φ °	c kN/m ²	Es MN/m ²	Bezeichnung
	17.5	7.5	26.0	3.0	11.5	Loßlehm
	19.5	8.5	31.0	0.0	25.0	Verwitterungsdecke
	20.5	10.5	32.5	0.0	45.0	Schmelzwasserkies

Berechnungsgrundlagen:
Baugebiet Am Mauerle, Laupheim
Streifenfundament (a = 15.00 m)
eta (Grundbruch) = 2.00
Gründungssohle = 0.80 m
Grundwasser = 6.00 m
Grenztiefe mit festem Wert von 15.00 m u. GS
zulässige Bodenpressung
Setzungen in cm



a	b	zul.sig	zul.v	s	ca1 phi	ca1 c	gam(z)	sig(0)	tg	UKLS
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[cm]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]
15.00	0.40	192.0	76.8	0.66	31.0	0.00	19.50	14.00	15.80	1.46
15.00	0.50	203.6	101.9	0.81	31.0	0.00	19.50	14.00	15.80	1.62
15.00	0.60	215.6	129.3	0.97	31.0	0.00	19.50	14.00	15.80	1.78
15.00	0.70	227.3	159.1	1.14	31.0	0.00	19.50	14.00	15.80	1.95
15.00	0.80	238.9	191.1	1.30	31.0	0.00	19.50	14.00	15.80	2.11
15.00	0.90	250.5	225.5	1.47	31.0	0.00	19.50	14.00	15.80	2.28
15.00	1.00	262.1	262.1	1.64	31.0	0.00	19.50	14.00	15.80	2.44
15.00	1.10	273.6	301.0	1.82	31.0	0.00	19.50	14.00	15.80	2.60
15.00	1.20	285.1	342.1	1.99	31.0	0.00	19.50	14.00	15.80	2.77
15.00	1.30	296.5	385.4	2.17	31.0	0.00	19.50	14.00	15.80	2.93
15.00	1.40	307.9	431.0	2.35	31.0	0.00	19.50	14.00	15.80	3.10
15.00	1.50	319.4	478.7	2.53	31.3	0.00	19.52	14.00	15.80	3.29
15.00	1.60	330.8	528.2	2.71	31.5	0.00	19.55	14.00	15.80	3.46
15.00	1.70	342.2	579.2	2.89	31.5	0.00	19.56	14.00	15.80	3.64
15.00	1.80	353.6	631.6	3.07	31.6	0.00	19.61	14.00	15.80	3.81
15.00	1.90	365.0	685.4	3.25	31.7	0.00	19.65	14.00	15.80	3.99
15.00	2.00	376.4	740.6	3.43	31.7	0.00	19.67	14.00	15.80	4.16
15.00	2.10	387.8	797.0	3.61	31.7	0.00	19.70	14.00	15.80	4.34
15.00	2.20	399.2	854.4	3.79	31.8	0.00	19.73	14.00	15.80	4.51
15.00	2.30	410.6	912.8	3.97	31.8	0.00	19.76	14.00	15.80	4.68
15.00	2.40	422.0	972.2	4.15	31.9	0.00	19.78	14.00	15.80	4.86
15.00	2.50	433.4	1032.6	4.33	31.9	0.00	19.80	14.00	15.80	5.03
15.00	2.60	444.8	1094.0	4.51	31.9	0.00	19.82	14.00	15.80	5.20
15.00	2.70	456.2	1156.4	4.69	31.9	0.00	19.84	14.00	15.80	5.38
15.00	2.80	467.6	1220.8	4.87	31.9	0.00	19.86	14.00	15.80	5.55
15.00	2.90	479.0	1287.2	5.05	32.0	0.00	19.88	14.00	15.80	5.72
15.00	3.00	490.4	1355.6	5.23	32.0	0.00	19.90	14.00	15.80	5.89

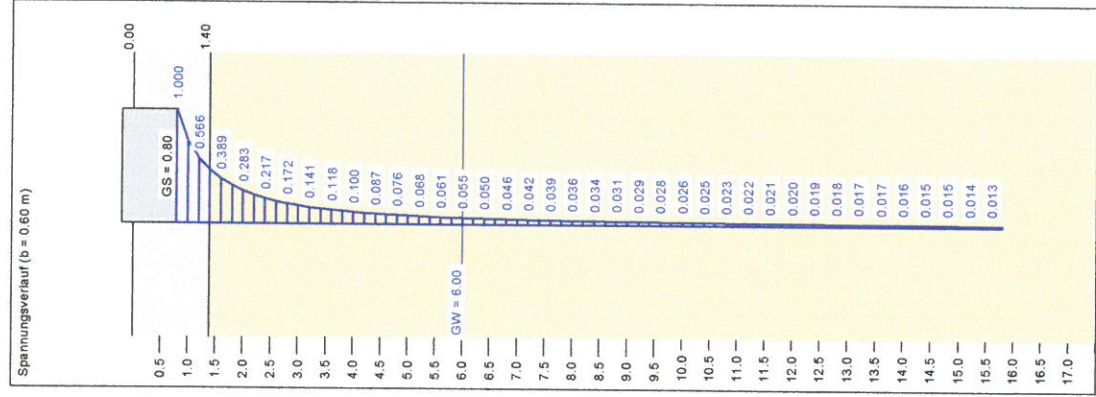
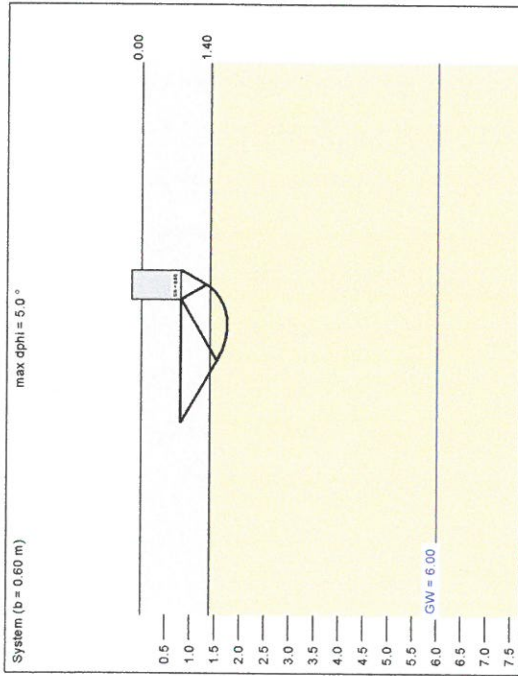
Berechnungsgrundlagen:
Baugebiet Am Mäuerle, Laupheim
Einzelfundament ($a/b = 1,00$)
 η (Grundbruch) = 2,00
Gründungssohle = 0,80 m
Grundwasser = 6,00 m
Grenztiefe mit festem Wert von 15,00 m u. GS
zulässige Bodenpressung
Setzungen in cm



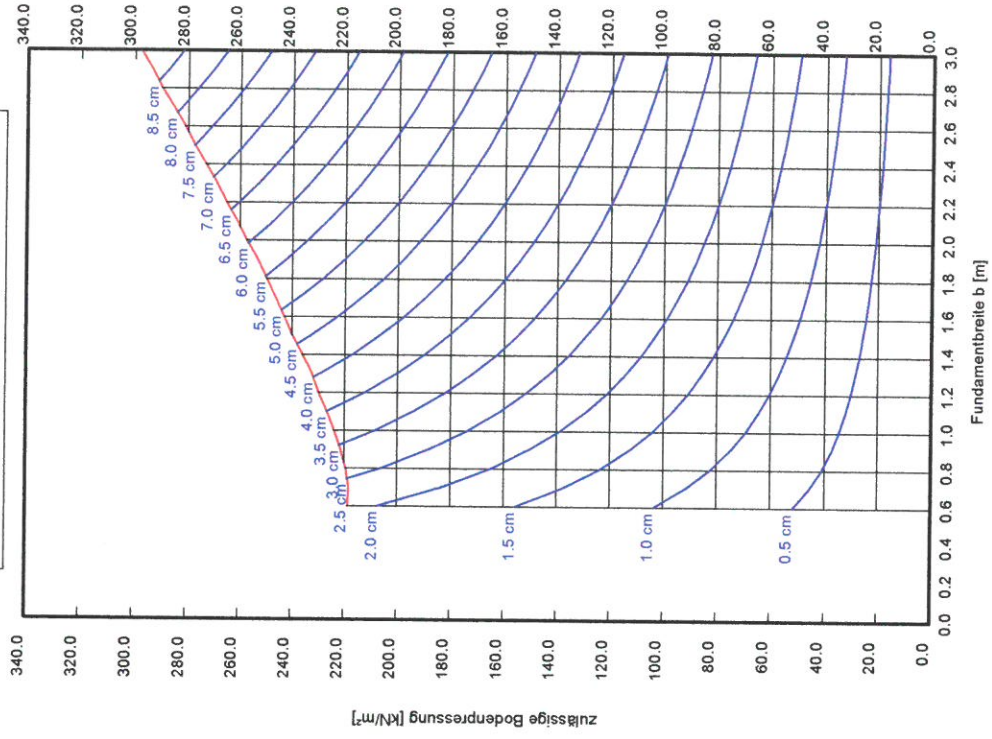
Boden	γ	γ'	φ	c	Es	Bezeichnung
	kN/m ³	kN/m ³	°	kN/m ²	MN/m ²	
1	17,5	7,5	26,0	3,0	11,5	Loßlehm
2	20,5	8,5	31,0	0,0	25,0	Verwitterungsdecke
3	20,5	10,5	32,5	0,0	43,0	Schmelzwasserleites

a	b	zul sig	zul V	s	cal phi	cal c	gam(z)	sig(v)	tg	UKLS
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN]	[cm]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]
0.60	0.60	267.1	96.2	0.51	31.0	0.00	19.50	14.00	15.80	1.78
0.70	0.70	275.1	134.8	0.60	31.0	0.00	19.50	14.00	15.80	1.95
0.80	0.80	283.2	181.2	0.70	31.0	0.00	19.50	14.00	15.80	2.11
0.90	0.90	291.2	235.9	0.80	31.0	0.00	19.50	14.00	15.80	2.28
1.00	1.00	299.3	299.3	0.90	31.0	0.00	19.50	14.00	15.80	2.44
1.10	1.10	307.3	371.9	1.01	31.0	0.00	19.50	14.00	15.80	2.60
1.20	1.20	315.4	454.2	1.11	31.0	0.00	19.50	14.00	15.80	2.77
1.30	1.30	323.4	546.7	1.22	31.0	0.00	19.50	14.00	15.80	2.93
1.40	1.40	331.5	649.7	1.33	31.0	0.00	19.50	14.00	15.80	3.10
1.50	1.50	339.5	769.9	1.52	31.3	0.00	19.52	14.00	15.80	3.29
1.60	1.60	347.4	948.2	1.67	31.5	0.00	19.55	14.00	15.80	3.46
1.70	1.70	355.9	1109.4	1.81	31.5	0.00	19.58	14.00	15.80	3.64
1.80	1.80	365.6	1285.0	1.96	31.6	0.00	19.61	14.00	15.80	3.81
1.90	1.90	374.0	1476.4	2.11	31.7	0.00	19.65	14.00	15.80	3.99
2.00	2.00	382.1	1684.1	2.27	31.7	0.00	19.67	14.00	15.80	4.16
2.10	2.10	389.9	1909.3	2.42	31.7	0.00	19.70	14.00	15.80	4.34
2.20	2.20	397.7	2152.5	2.58	31.8	0.00	19.73	14.00	15.80	4.51
2.30	2.30	405.4	2414.3	2.74	31.8	0.00	19.76	14.00	15.80	4.68
2.40	2.40	413.0	2695.4	2.91	31.8	0.00	19.78	14.00	15.80	4.86
2.50	2.50	420.5	2996.7	3.08	31.9	0.00	19.80	14.00	15.80	5.03
2.60	2.60	427.9	3318.6	3.25	31.9	0.00	19.82	14.00	15.80	5.20
2.70	2.70	435.3	3661.8	3.42	31.9	0.00	19.84	14.00	15.80	5.38
2.80	2.80	442.6	4026.9	3.59	31.9	0.00	19.86	14.00	15.80	5.55
2.90	2.90	449.9	4414.7	3.77	32.0	0.00	19.88	14.00	15.80	5.72
3.00	3.00	458.2	4825.6	3.95	32.0	0.00	19.90	14.00	15.80	5.89

Boden	γ	γ'	φ	c	E_s	Bezeichnung
	kN/m ³	kN/m ³	°	kN/m ²	MN/m ²	
20.5	10.5	32.5	0.0	30.0	30.0	Bodensatzkörper
17.5	7.5	26.0	3.0	11.5	11.5	Lößlehm



Berechnungsgrundlagen:
Baugebiet Am Mauerle, Laupheim
Streifenfundament (a = 15.00 m)
eta (Grundbruch) = 2.00
Gründungssohle = 0.80 m
Grundwasser = 6.00 m
Grenztiefe mit festem Wert von 15.00 m u. GS
— zulässige Bodenpressung
— Setzungen in cm



a	b	zul sig	zul V	s	cal phi	cal c	gam(2)	sig(ü)	tg	UKLS
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[cm]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]
15.00	0.60	218.6	131.2	2.11	29.4	1.49	19.87	16.40	15.80	1.73
15.00	0.70	218.4	152.9	2.39	28.9	1.69	19.64	16.40	15.80	1.87
15.00	0.80	219.5	175.6	2.66	28.6	1.84	19.45	16.40	15.80	2.01
15.00	0.90	221.4	199.3	2.94	28.3	1.96	19.28	16.40	15.80	2.15
15.00	1.00	223.9	223.9	3.23	28.1	2.06	19.15	16.40	15.80	2.28
15.00	1.10	226.8	249.5	3.51	28.0	2.14	19.03	16.40	15.80	2.42
15.00	1.20	230.0	276.0	3.79	27.8	2.21	18.92	16.40	15.80	2.56
15.00	1.30	232.6	302.4	4.08	27.6*	2.26	18.83	16.40	15.80	2.70
15.00	1.40	236.3	330.6	4.35	27.5*	2.31	18.75	16.40	15.80	2.84
15.00	1.50	240.0	360.0	4.64	27.4*	2.36	18.68	16.40	15.80	2.98
15.00	1.60	243.2	389.1	4.91	27.3*	2.39	18.62	16.40	15.80	3.11
15.00	1.70	246.5	419.1	5.19	27.2*	2.43	18.56	16.40	15.80	3.25
15.00	1.80	249.9	449.9	5.47	27.2*	2.46	18.51	16.40	15.80	3.39
15.00	1.90	253.4	481.5	5.75	27.1*	2.49	18.46	16.40	15.80	3.52
15.00	2.00	257.6	515.2	6.05	27.0*	2.51	18.42	16.40	15.80	3.66
15.00	2.10	261.2	548.5	6.33	27.0*	2.53	18.38	16.40	15.80	3.80
15.00	2.20	265.4	583.9	6.62	26.9*	2.55	18.34	16.40	15.80	3.94
15.00	2.30	269.1	618.8	6.91	26.9*	2.57	18.31	16.40	15.80	4.07
15.00	2.40	273.3	655.0	7.21	26.8*	2.59	18.28	16.40	15.80	4.21
15.00	2.50	277.6	693.9	7.51	26.8*	2.61	18.25	16.40	15.80	4.35
15.00	2.60	281.3	731.4	7.79	26.8*	2.62	18.23	16.40	15.80	4.49
15.00	2.70	285.6	771.1	8.09	26.7*	2.63	18.20	16.40	15.80	4.63
15.00	2.80	289.8	811.6	8.40	26.7*	2.65	18.18	16.40	15.80	4.77
15.00	2.90	293.0	851.5	8.68	26.7*	2.66	18.16	16.40	15.80	4.90
15.00	3.00	297.9	893.6	8.99	26.6*	2.67	18.14	16.40	15.80	5.04

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert