BauGrund Süd
Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH

BauGrund Süd · Maybachstr. 5 · 88410 Bad Wurzach

Bohrungen Baugrund Erdstatik Geotechnik

Baugrund- und Grundwassererkundung,
Baugrundgutachten, Geotechnik,
Erdstatik, Statik im Spezialtiefbau,
Brunnenanlagen

Geotechnisches Gutachten

Industriepark „Laupheim Süd“ - Baugebietserschließung

Aktenzeichen:	010728
Bauvorhaben:	Industriepark „Laupheim Süd“ - Baugebietserschließung
Auftraggeber:	Stadt Laupheim
Planer:	Dipl.-Ing. Fritz Kovacic Ingenieurbüro für Bauwesen Josefinenstraße 11 72488 Sigmaringen
Datum:	27.07.2001
Bearbeitung:	Dipl.-Geologe E. Frankovsky Dipl.-Ing. O. Schweikert

Tel. 0 75 64/93 13-0
Fax 0 75 64/93 13-30
e-mail info@baugrundsued.de
www.baugrundsued.de

Bankverbindungen:
Volksbank Biberach eG
BLZ 654 901 30
Konto-Nr. 143 800 000

Leutkircher
Bank eG
BLZ 650 910 40
Konto-Nr. 8 180 008

Sitz: Bad Wurzach
Handelsregister: HRB 407-L
Gerichtsstand:
Leutkirch i. Allgäu

Geschäftsführer:
Otto Schweikert
Eduard Frankovsky
Alois Jäger

Inhalt:

	1.	Vorgang
	2.	Geomorphologische Situation, Baugrundschichtung
	3.	Bautechnische Beschreibung der Schichten, Bodenkennwerte
	4.	Grundwasserverhältnisse, Durchlässigkeit der anstehenden Böden, Versickerungsmöglichkeiten
	5.	Gründung und baubegleitende Maßnahmen

Anlagen:

	1.1	Übersichtslageplan mit Untersuchungsgebiet, M 1:25000
	1.2	Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1:2000
	2.1-3	Geotechnische Baugrundprofile, M d.H. 1:75, M.d.L. 1:2000
	3.1-4	Ergebnisse Sickerversuche (Open-End-Test)
	4.1-2	Fundamentdiagramme für die Flachgründung im Verwitterungskies und im Moränenkies

Unterlagen:

- Lageplan „Erweiterung Aircabin – Verlegung der K 7582", M 1:2000, Projekt-Nr. T 2999/3000, Plan-Nr. S/07/001, vom Juni 2001, Ingenieurbüro Dipl.-Ing. F. Kovacic
- Topographische Karte Blatt TK 7725 Laupheim, M 1:25000
- Geologische Karte Blatt Iller - Riß, M 1:100000

1. Vorgang

Im Rahmen der Baugebietserschließung für den Industriepark „Laupheim Süd" beauftragte das Ingenieurbüro für Bauwesen Dipl.-Ing. Fritz Kovacic im Namen der Stadt Laupheim die BauGrund Süd, eine Untersuchung des Untergrundes durchzuführen und ein geotechnisches Gutachten zu erstellen.

Im geplanten Baugebiet wurden 7 Rammkernbohrungen (BK1-7/01) abgeteuft. Die in den Bohrungen aufgeschlossenen Bodenschichten wurden nach DIN 4022 ingenieurgeologisch angesprochen und sind in den geotechnischen Bohrprofilen (vgl. Anlagen 2.1-3) dargestellt.

Die Lage und die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden von der BauGrund Süd eingemessen. Als Höhenausgangspunkte dienten Vermessungspunkte des Ingenieurbüros für Bauwesen Dipl.-Ing. Fritz Kovacic. Die Lage der Aufschlüsse ist im Lageplan (Anlage 1.2) eingetragen.

Die detaillierte, nach DIN 18 196 und DIN 18 300 klassifizierte Bodenaufnahme und der interpolierte Schichtenverlauf sind höhenmaßstäblich in den geotechnischen Baugrundschnitten, Anlagen 2.1-3, eingetragen.

Zur Bestimmung der Durchlässigkeitsbeiwerte wurden in verschiedenen Bohrungen, in unterschiedlichen geologischen Einheiten und in verschiedenen Tiefenlagen, vier Sickerversuche (Open-End-Tests) ausgeführt.

2. Geomorphologische Situation, Baugrundschichtung

2.1 Geomorphologische Situation

Das Gelände des geplanten Baugebietes befindet sich östlich des Ortsrandes von Laupheim, im Gewann „Hülbäcker. Begrenzt wird es im Norden und Osten von der K 7582 (Waltershofer Straße) bzw. dem Firmengelände der Aircabin und dem Heeresflugplatz. Die westliche und südlichen Grenzen werden von Feldwegen gebildet.

Aus morphologischer Sicht handelt es sich um eine südlich des Weihertals (Trockental) gelegene Hochfläche. Die Fläche fällt von der Südostecke (BK7: 541.01 m ü.NN) zur Nordwestecke (BK1: 531.30 m ü.NN) um rund 10 Höhenmeter ab. Der größte Teil der Baugebietsfläche wird zur Zeit landwirtschaftlich als Ackerfläche genutzt. Nur im nordöstlichen Bereich befindet sich ein Wäldchen.

Aus geologischer Sicht besteht der tiefere Untergrund aus den Gesteinen der tertiären Molasse. Darüber lagern die Schotter (Moränenkiese) der Mindeleiszeit. Diese waren während der Riß- und Würmeiszeit dem Permafrost und in den Zwischeneiszeiten der Verwitterung ausgesetzt, weshalb sie eine tiefgründige Verwitterung (Verwitterungskies und angewitterter Moränenkies) aufweisen. Zum Ende der Würmeiszeit wurden die Schotterflächen mit Lehm, dem sog. Lößlehm überdeckt. Infolge von Abschwemmung und Verwitterung bildete sich über dem Lößlehm eine Verwitterungsdecke (Verwitterungslehm). Die natürliche Schichtenfolge wird von Mutterboden abgeschlossen. Im Bereich von Straßen und Feldwegen wird die oberste Schicht von künstlichen Auffüllungen gebildet.

2.2 Baugrundschichtung

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

Auffüllungen (lokal)	(Rezent)
Mutterboden (lokal)	(Holozän)
Verwitterungslehm	(Spätwürm – Holozän
Lößehm	(Spätwürm)
Verwitterungskies	(Mindel- bis Würmglazial)
angewitterter Moränenkies	(Mindelglazial).

Die Mächtigkeiten der einzelnen Schichtglieder sind wie folgt zu beurteilen:

Da die Bohrungen zum größten Teil auf den bestehenden Feldwegen ausgeführt wurden, bilden in den sieben Bohrungen meist künstliche *Auffüllungen* die oberste Schicht. Die Auffüllungen wurden bis in Tiefen zwischen 0,2 m (BK4) und 1,2 m (BK2) angetroffen. Künstliche Auffüllungen sind jedoch grundsätzlich im gesamten Bereich der Verkehrswege (K 7582, K 7516 und Feldwege) zu erwarten.

Die Oberbodenschicht (*Mutterboden*) wurde nur in den Bohrungen BK1 und BK7 bis in Tiefen von 0,3 m (BK1) und 0,4 m (BK7) angetroffen. Grundsätzlich bildet überall im Bereich der Ackerflächen und des Waldes der Mutterboden die oberste Schicht.

Unter dem Mutterboden bzw. den Auffüllungen folgt der *Verwitterungslehm.* Die Unterkante des Verwitterungslehms reicht in den sieben Bohrungen bis in Tiefen zwischen 1,2 m (BK4) und 2,4 m (BK1, BK7) unter der Geländeoberfläche.

Unter der Verwitterungsdecke steht der *Lößlehm* an. Seine Unterkante liegt in Tiefen zwischen 3,3 m (BK7) und 4,0 m (BK2, BK3, BK4).

Der Lößlehm wird von mindeleiszeitlichem Moränenkies unterlagert. Dieser ist im oberen Bereich stark verwittert (*Verwitterungskies*). Die Unterkante des Verwitterungskieses liegt in Tiefen zwischen 4,4 m (BK6) und 4,8 m (BK1, BK3). Unter dem Verwitterungskies folgt der *angewitterte Moränenkies*. Alle Aufschlüsse endeten mit Endteufen von 5 m und 6 m im angewitterten Moränenkies.

3. Bautechnische Beschreibung der Schichten, Bodenkennwerte

3.1 Bautechnische Beschreibung der Schichten

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

Auffüllungen
Bei den künstlichen Auffüllungen handelt es sich, da die Bohrungen vorwiegend im Bereich der Feldwege abgeteuft wurden, um den Feldwegunterbau. Dementsprechend bestehen sie vorwiegend aus gering schluffigen bis schwach schluffigen, sandigen, z.T. schwach steinigen Fein- bis Grobkiesen. An anthropogenen Einschlüssen wurden in den Auffüllungen lediglich vereinzelte Ziegelbruchreste lokalisiert. Anzeichen für sonstige Kontamination wurden organoleptisch nicht festgestellt. Der Lagerungszustand der Kiesauffüllungen liegt vorwiegend im dichten Bereich.

Mutterboden
Die Oberbodenschicht ist dunkelbraun gefärbt. Es handelt sich meist um einen schwach tonigen, feinsandigen und humosen Schluff. Die Konsistenz ist weich bis steif. Die Mutterbodenschicht ist nicht tragfähig.

Verwitterungslehm
Die durch Verwitterung und Abschwemmung entstandene Verwitterungsdecke ist braun gefärbt. Aus bautechnischer Sicht handelt es sich bei dem Lehmmaterial um einen schwach tonigen bis tonigen, feinsandigen, schwach humosen Schluff. Die Konsistenz des Verwitterungslehmes ist der manuellen Ansprache zufolge meist als steif, lokal auch weich bis steif zu bewerten. Die Tragfähigkeit der Verwitterungsdecke kann als gering bis mäßig (organische Bestandteile) eingestuft werden.

Lößlehm
Der in den Bohrungen angetroffene Lößlehm ist hellbraun gefärbt. Bautechnisch ist er als toniger, schwach feinsandiger Schluff zu beschreiben. Stellenweise sind einzelne Kiesgerölle im Lößlehm enthalten. Der manuellen Bohrkernansprache zufolge ist die Konsistenz des Lößlehms als steif zu bewerten. Der Lößlehm stellt einen mäßig tragfähigen Baugrund dar.

Verwitterungskies
Der mindeleiszeitliche Moränenkies ist im oberen Bereich stark verwittert. Aus bautechnischer Sicht ist der Verwitterungskies als schluffiger bis stark schluffiger, schwach sandiger Fein- bis Grobkies anzusprechen. Dem Bohrwiderstand zufolge ist der Lagerungszustand des Verwitterungskieses als 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 ausreichend (weich bis steife Matrix) bis gut (steife Matrix) zu bewerten.

Angewitterter Moränenkies
Unter dem Verwitterungskies folgt der angewitterte Moränenkies. Bautechnisch handelt es sich um einen schwach schluffigen, sandigen Fein- bis Grobkies. Das Kieskorn selbst ist gut gerundet und nur gering von der Verwitterung beeinflusst. In ungestörtem Zustand bildet es ein gut tragendes Korngerüst. Dem Bohrwiderstand zufolge ist der Lagerungszustand des angewitterten Moränenkieses als mitteldicht anzugeben. Der mindeleiszeitliche Moränenkies stellt einen gut tragfähigen Baugrund dar.

Für die mit den Untersuchungsaufschlüssen angetroffenen Baugrundschichten sind folgende Bodenkennwerte anzusetzen:

Tabelle 1: Bodenkennwerte (Rechenwerte)

	Wichte [kN/m³]	Reibungswinkel, [°]	Kohäsion [kN/m²]	Steifezahl [MN/m²]	Bodengruppe [DIN 18196]	Bodenklasse [DIN 18300]	Frostempfindlichkeit [ZTVE-StB 94]
Auffüllungen	21/11-22/12	32,5-35	0	-	(GW,GU)	3	F1,F2
Verwitterungslehm	17/7-18/8	22,5-25	0-2	3-5	UM,OU	4	F3
Lößlehm	18/8-19/9	25-27,5	2-4	6-8	UM	4	F3
Verwitterungskies	19/9-20/10	30	0	20-30	GU*	4	F3
angewitterter Moränenkies	20/11-21/11	32,5	0	40-50	GU	3	F2

4. Grundwasserverhältnisse, Durchlässigkeit der anstehenden Böden, Versickerungsmöglichkeiten

4.1 Grundwasserverhältnisse

Während des Bohrens wurde in keiner der sieben Bohrungen Grundwasser festgestellt. Der Verwitterungskies als auch der angewitterte Moränenkies waren zum Teil stark feucht, was auf vereinzeltes, sporadisch auftretendes Schichtwasser schließen läßt. Ebenfalls mit lokal auftretendem Schichtwasser ist auch in den Auffüllungen über den wenig durchlässigen Verwitterungslehm- und Lößlehmschichten zu rechnen. Die Schichtwassermengen werden jedoch relativ gering sein.

4.2 Durchlässigkeit der anstehenden Böden

Es ist beabsichtigt, das im Projektgebiet anfallende Niederschlagswasser auf den Grundstücken zu versickern.

Die Versickerung von Niederschlagswasser setzt durchlässigen Untergrund und einen ausreichenden Abstand zu der 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 ATV-Arbeitsblatt A138, Entwurf November 1999, muss der Durchlässigkeitsbeiwert der ungesättigten Zone, in der die Versickerung stattfinden soll, zwischen $k_f = 1{,}0 \cdot 10^{-3}$ und $k_f = 1{,}0 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen. Die Mächtigkeit des Sickerraumes sollte bezogen auf den mittleren Grundwasserstand mindestens 1,0 m betragen, um eine ausreichende Filterstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Zur Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten (Durchlässigkeitsbeiwerte) wurden in verschiedenen Bohrungen, in unterschiedlichen geologischen Einheiten und in verschiedenen Tiefenlagen, vier Sickerversuche (Open-End-Tests) ausgeführt.

Die Auswertungsergebnisse bzw. die Versickerungsmöglichkeiten (nach ATV-Arbeitsblatt A138) bei den einzelnen Untersuchungspunkten sind wie folgt zusammenzufassen:

Tabelle 2: Ergebnisse Sickerversuche und Bewertung

Bohrung	Tiefe des Versuchs (m u. Gel.)	Durchlässigkeit Kf-Wert (m/s)	Bodenart	ausreichende/ nicht ausreich. Durchlässigkeit	mögliche Versickerung nach ATV
BK2/01	2,10	$5{,}74 \cdot 10^{-9}$	Lößlehm	nicht ausreichend	nicht möglich
BK2/01	4,80	$2{,}64 \cdot 10^{-5}$	angewitterter Moränenkies	ausreichend	möglich
BK5/01	1,40	$9{,}13 \cdot 10^{-9}$	Verwitterungslehm	nicht ausreichend	nicht möglich
BK5/01	4,10	$7{,}28 \cdot 10^{-7}$	Verwitterungskies	nicht ausreichend	nicht möglich

Im Verwitterungslehm, im Lößlehm und im Verwitterungskies liegen die ermittelten Werte nach dem im ATV-Arbeitsblatt A138 geforderten Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f > 1{,}0 \cdot 10^{-6}$ m/s im Bereich „nicht ausreichend".

Als „ausreichend" durchlässig ist der angewitterte Moränenkies zu bewerten. Die Sickeranlagen sind demnach durch den Verwitterungslehm, den Lößlehm und den Verwitterungskies bis in diese Schicht abzuteufen.
In den sieben Bohrungen wurde bis zur Endteufe kein Wasser festgestellt. Nach einer hydrologischen Bewertung des LGRB Freiburg in diesem Gebiet (Wasserschutzgebiet Quellfassungen Urspring) befindet sich das Grundwasser auf einer Höhenkote von rd. 505 m ü.NN, also in Tiefen von rd. 25 m bzw. 35 m unter Geländeoberfläche, so dass für die Versickerung von Oberflächenwasser aufgrund des großen Flurabstandes keine Beeinträchtigungen entstehen.

Nach DIN 18130, Teil 1, Tabelle 1 ist der Verwitterungslehm und der Lößlehm als „sehr schwach durchlässig" einzustufen. Der Verwitterungskies ist als „schwach durchlässig" und der angewitterte Moränenkies als „durchlässig" zu bewerten.

5. Gründung und baubegleitende Maßnahmen.

Von der geplanten Bebauung im Industriepark Laupheim Süd liegen noch keine Planunterlagen vor. Zu den Gründungen von Hochbauten, Kanälen und Straßen wird in allgemeiner Form Stellung bezogen.

5.1 Tragfähigkeit der anstehenden Böden

Maßgebend für die Bauwerksgründungen sind die geotechnischen Baugrundprofile in den Anlagen 2.1-3.
Entsprechend diesen geotechnischen Baugrundprofilen steht der ausreichend tragfähige Baugrund für die Gründung von Hochbauten in Form von Verwitterungskies auf den folgenden Koten an:

BK1	527.4 m üNN; 3,9 m unter OK Gelände
BK2	535.1 m üNN; 4,0 m unter OK Gelände
BK3	534.4 m üNN; 4,0 m unter OK Gelände
BK4	534.0 m üNN; 4,0 m unter OK Gelände
BK5	536.2 m üNN; 3,9 m unter OK Gelände
BK6	536.5 m üNN; 3,6 m unter OK Gelände
BK7	537.7 m üNN; 3,3 m unter OK Gelände.

Der Verwitterungskies wird in allen Aufschlüssen vom ebenfalls tragfähigen Moränenkies unterlagert.

Die Mächtigkeit des Verwitterungs- und des Lößlehms, die den Verwitterungskies überlagern, schwankt zwischen 2,8 m und 3,8 m. Verwitterungs- und Lößlehm besitzen überwiegend steife Konsistenz, ihre Tragfähigkeit ist im Vergleich zu der des Verwitterungskieses als geringer einzustufen.
Die Dicke der obenliegenden Auffüllung schwankt zwischen 0,2 m und 1,2 m. Die Auffüllung besteht aus Fein- bis Grobkies (Wegeunterbau) und ist ihrer Funktion nach als tragfähig zu bewerten.

Bezüglich der Tragwerksgründung für Hochbauten ist davon auszugehen, dass die Gebäude- und Bauwerkslasten bis in den Verwitterungskies zu führen sind.

Straßen und Kanäle können, je nach Tiefenlage, im Verwitterungskies und mit Zusatzmaßnahmen (Teilbodenersatzkörper aus Kiessand) im Verwitterungs- und im Lößlehm gegründet werden.

5.2 Flachgründung von Hochbauten im Verwitterungskies

Es wird vorgeschlagen, die Gebäudetragwerke im Verwitterungskies oder im Moränenkies zu gründen. Bei Bauwerken ohne Unterkellerung sind Fundamentvertiefungen, die bis zum Verwitterungskies reichen, herzustellen. Bei Bauwerken mit Unterkellerung werden die Gründungssohlen den Verwitterungskies erreichen.

Bei der Gründung auf Fundamentvertiefungen werden vom Niveau UK Fundament und UK Bodenplatte Fundamentvertiefungen bis zum Verwitterungskies ausgehoben und unmittelbar nach dem Aushub mit Magerbeton verfüllt. Diese Fundamentvertiefungen können im Bauzustand „Vollaushub" kurzfristig mit Böschungen 90^0 geböscht werden. Sie dürfen nicht betreten werden und sind unmittelbar nach dem Aushub mit Magerbeton bis UK Fundament zu verfüllen.
Bei längeren Standzeiten und bei Schichtwasserzutritten sind diese Fundamentvertiefungen z.B. im Schutze von Brunnenringen oder eines Tafelverbaus herzustellen.

In den Anlagen 4.1-2 sind die Fundamentdiagramme für Einzel- und Streifenfundamente, die im Moränenkies gründen, enthalten. Bei der Begrenzung der Setzungen auf s <= 1,5 cm ist mit den folgenden zulässigen Bodenpressungen zu rechnen:

Streifenfundament b = 0,8 m , l = 10 m : $_{zul.}SIG = 287\ kN/m^2$, $_{zugh.}s = 1,35$ cm.
Einzelfundament a x b = 0,8 m x 0,8 m: $_{zul.}SIG = 357\ kN/m^2$, $_{zugh.}s = 0,82$ cm.

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 4.1-2 vorzunehmen, dabei sollten die Setzungen auf s <= 1,5 cm begrenzt werden.

Bei setzungsempfindlichen Tragwerken sind die Beeinflussungen der Fundamentlasten und die Verträglichkeit der Setzungsdifferenzen bzw. Fundamentverdrehungen mit einer Setzungsberechnung anhand der aktuellen Bauwerkslasten zu überprüfen.

Kreisrunde Fundamentvertiefungen aus Brunnenringen bis zum Verwitterungskies sind nach der Anlage 4.2, Einzelfundamente, flächengleich, zu dimensionieren.

Nichttragende Bodenplatten können, wenn Setzungen zugelassen werden, auf einem Teilbodenersatzkörper aus Kiessand mit d = 30 cm im Verwitterungs- und im Lößlehm gegründet werden. Der Kiessand ist auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten und mit einem Geotextil vom Lößlehm zu trennen. Der Verdichtungsgrad ist zu kontrollieren und nachzuweisen. Für die Bemessung der Bodenplatte ist der Bettungsmodul mit $k_s = 10\ MN/m^3$ anzusetzen.

Falls im Bereich der Bodenplatte keine Setzungen zugelassen werden, ist diese ebenfalls auf Magerbetonvertiefungen, die bis zum Verwitterungskies reichen, abzusetzen; sie ist zwischen diesen Auflagerpunkten, z.B. als Flachdecke, frei zu spannen.

5.3 Flachgründung von Hochbauten im Verwitterungslehm und im Lößlehm

Die Flachgründung von nicht unterkellerten Bauwerken im Verwitterungskies ist möglich. Voraussetzung hierfür ist, dass die Dicke des Verwitterungslehms und des Lößlehms unter dem Gebäude ungefähr gleich groß ist.

In diesem Falle ist eine Flachgründung auf einem Trägerrost oder auf einer Stahlbetonbodenplatte, die auf einem Teilbodenersatzkörper im Verwitterungslehm gründen, möglich.

Zur Angabe von Bemessungswerten für diese Gründungsform ist die Dicke des Schichtpakets Verwitterungs- und Lößlehm im speziellen Standort mit Bohrungen zu erkunden.

5.4 Grundwasser und Entwässerung

Bei der Baugrunderkundung wurde kein Grundwasser erschlossen.

Der Verwitterungslehm, Lößlehm und der Verwitterungskies sind für anfallendes Oberflächenwasser als Grundwasserstauer einzustufen. Das Wasser wird sich in diesem Boden stauen und nur langsam abfließen.
Die Bodenplatten sind nach den Richtlinien der DIN 4095 zu entwässern. Das Wasser ist zur Vorflut zu leiten oder kann im tiefer liegenden Moränenkies versickert werden.

5.5 Baugruben

Die Baugruben für die Herstellung von Untergeschossen können nach der DIN 4124 im Verwitterungslehm und im Lößlehm unter 60^0, im Verwitterungskies und im Moränenkies unter 45^0 frei geböscht werden. Bei Baugruben mit H >= 3,0 m ist auf halber Höhe eine Berme mit b >= 1,5 m anzuordnen.
Die freien Böschungen sind mit Planen o.ä. gegen Witterungseinflüsse zu sichern.
Steilere Böschungen sind möglich, sie sind statisch nachzuweisen und ggfs. mit Spritzbeton und Erdnägeln zu sichern

Für die Verfüllung der Arbeitsräume ist der kiesige Anteil der Auffüllung geeignet. Beim Einbau von Verwitterungs- und Lößlehm als Arbeitsraumverfüllung ist mit Setzungen zu rechnen.

5.6 Straßenbaumaßnahmen

Straßengründung
Der Verwitterungslehm, der Lößlehm und der Verwitterungskies sind entsprechend der Tabelle 1 bezüglich der Frostempfindlichkeit nach ZTVE/Stb 94 den Klassen 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 $E_{v2} >= 45$ MN/m^2) genügen.

Im Verwitterungs- und im Lößlehm (Bodengruppe UM) 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 = 30 cm einzubauen.
Alternativ zum Teilbodenersatzkörper aus Kiessand ist eine Baugrundverbesserung in Form einer Bodenverfestigung durch Tragschichtenbinder möglich.

Im Verwitterungskies werden die geforderten Werte an den Untergrund durch Abwalzen erreicht werden; hier sind keine zusätzlichen Verbesserungsmaßnahmen erforderlich.

Einschnittsböschungen
Einschnittsböschungen können im Verwitterungs- und im Lößlehm und im Verwitterungskies unter 1:1,4 (35^0) geböscht werden.
Dort, wo Schichtwasser in den Böschungen angeschnitten wird, sind konstruktive Sicherungsmaßnahmen (Schotterpackungen, Stützscheiben aus Einkornbeton o.ä.) einzubauen.

Massenausgleich und Einbaufähigkeit der anstehenden Böden
Der Verwitterungskies und der Moränenkies können als Dammbaumaterial verwendet werden.

Der Verwitterungs- und der Lößlehm besitzen überwiegend steife Konsistenz. Der natürliche Wassergehalt liegt bei diesen Böden zwischen ca. $w_n = 16$ % und ca. $w_n = 19$ %. Der optimale Wassergehalt liegt bei rd. $w_{opt} = 13$ %. Somit ist der natürliche Wassergehalt höher als der optimale Wassergehalt.

Um die geforderte Verdichtung für den Wiedereinbau dieser Böden zu erreichen, ist der natürliche Wassergehalt des Verwitterungs- und des Lößlehms herabzusetzen. Dies kann z.B. durch Zumischen von Tragschichtenbinder erreicht werden.
Die erforderliche Bindermenge wird in der Größenordnung von rd. 4 – 5 % Binder bezogen auf die Trockenmasse des Bodens liegen.

5.7 Kanalbaumaßnahmen

Kanalgräben können entsprechend den Ausführungen in Abschnitt 5.5 frei geböscht werden.

Alternativ zur freien Böschung ist die Verbautafel einsetzbar.

Im Verwitterungslehm und im Lößlehm können die Kanalrohre auf einem Teilbodenersatzkörper aus Kiessand (d = 30 cm) flach gegründet werden. Der Teilbodenersatzkörper ist vom anstehenden Baugrund durch ein Geotextil (Güteklasse 2) zu trennen.
Im Verwitterungskies und im Moränenkies können die Kanalrohre flach und ohne Zusatzmaßnahmen gegründet werden.

Für die Verfüllung der Kanalgräben können der Verwitterungs- und der Lößlehm nicht verwendet werden. Dies Böden besitzen beim Wiedereinbau in den Kanalgraben eine größere Durchlässigkeit als der anstehende Baugrund. Bei einem Wasserzutritt wird die Auffüllung rasch aufgeweicht, es werden Feinbestandteile ausgewaschen, dies führt zu Setzungen im Straßenbereich.
Es wird deshalb empfohlen, die Kanalgräben mit rolligem, verdichtbarem Kiesmaterial (Verwitterungskies, Moränenkies) zu verfüllen. Die Grabenverfüllung ist vom Baugrund mit einem Geotextil (Klasse 1 oder 2) zu trennen, dadurch wird der Eintrag von Feinbestandteilen in die Grabenverfüllung reduziert.

5.8 Zusammenfassung und Wertung

Bezüglich der *Bauwerksgründung* (Flachgründung auf Einzel- und Streifenfundamenten für unterkellerte Gebäude, Bodenplatten, Trägerrost für nicht unterkellerte Bauwerke) und der *Grundwassersituation* (Entwässerung nach DIN 4095) ist das Baugebiet für eine Bebauung als geeignet zu bezeichnen.

Die *Baugruben* können im Regelfall frei geböscht werden.

Für die Herstellung von *Straßen* sind Zusatzmaßnahmen zur Untergrundverbesserung im Bereich des Verwitterungs- und Lößlehms erforderlich, vgl. Abschnitt 5.6.

Zum Massenausgleich können der Verwitterungslehm und der Lößlehm dann verwendet werden, wenn sie durch Zugabe von Tragschichtenbinder verbessert werden.

Die *Kanalrohre* können nach den Vorgaben im Abschnitt 5.7 flach gegründet werden; die Gräben sind mit Kies zu verfüllen, die *Grabenverfüllung* ist durch ein Geotextil vom anstehenden Baugrund zu trennen. Bei der Grabenverfüllung mit Kies sind geringe finanzielle Mehraufwendungen erkennbar.

Mit der vorliegenden Baugrunderkundung wurde in allen Bohrungen das gleiche Grundsatzprofil (Verwitterungslehm, Lößlehm, Verwitterungskies und Moränenkies) erschlossen. Für weitere Planungen ist davon auszugehen, dass dieses Profil im gesamten Baugebiet anstehen wird.

In Absprache mit dem planenden Ingenieurbüro wird nach der Vorlage von Ausführungsplänen entschieden, wo weitere Baugrundaufschlüsse erforderlich werden.

Für evtl. Rückfragen stehen wir Ihnen ggfs. gerne zur Verfügung.

Dipl.-Ing. O. Schweikert
BauGrund Süd

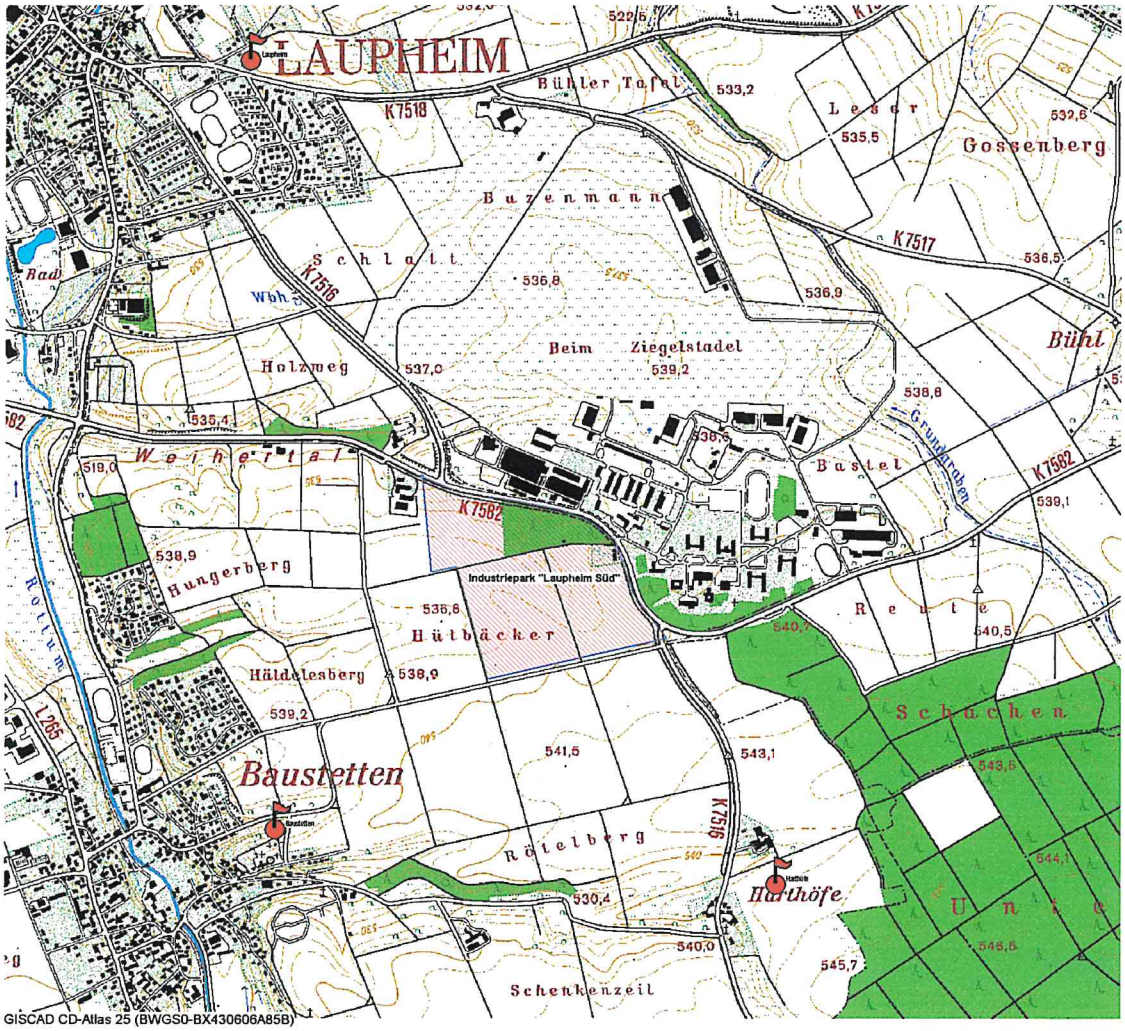
Von der IHK Bodensee – Oberschwaben
öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Erd- und Grundbau
insbesondere Hangsicherungen

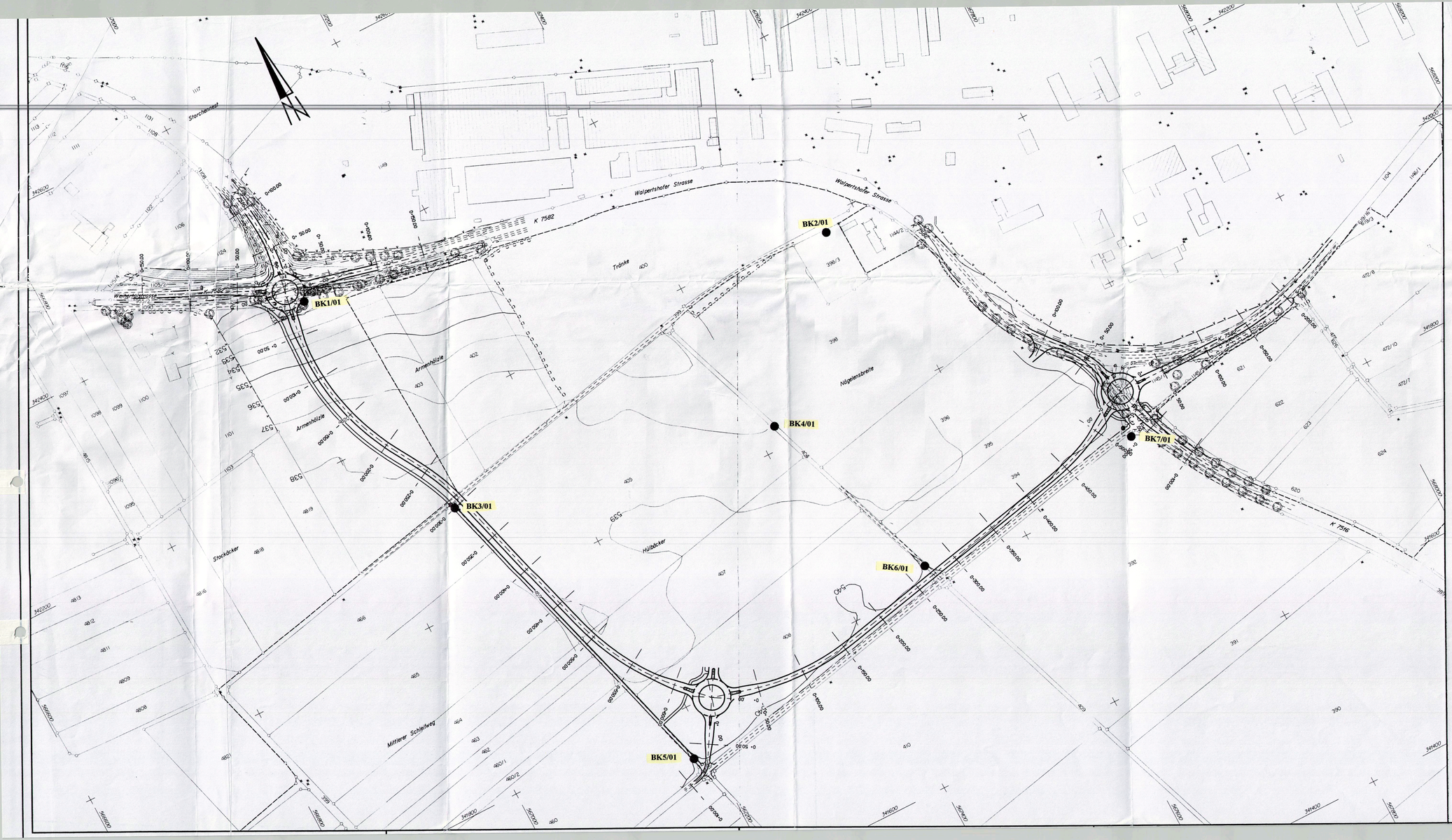
Dipl.-Geol. E. Frankovsky
BauGrund Süd

BauGrund Süd
Gesellschaft für Geothermie mbH
Maybachstraße 5 88410 Bad Wurzach

Anlage 1.1
AZ010728

Übersichtslageplan
Industriepark „Laupheim Süd“; M 1 : 25000





BauGrund Süd
Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH
Maybachstraße 5 88410 Bad Wurzach
Tel. 07564 / 93130 Fax 07564 / 931330

Bauvorhaben:	**Industriepark "Laupheim Süd" Baugebietserschließung**	AZ:	010728
Auftraggeber:	**Stadt Laupheim**		
Planer:	**Dipl.-Ing. Fritz Kovacic Ingenieurbüro für Bauwesen Josefinenstraße 11 72488 Sigmaringen**	Anlage:	1.2
		Datum:	25.01.01
		gezeichnet:	Dipl.-Geol. Frankovsky
Anlage:	**Lageplan mit Untersuchungspunkten**	Maßstab:	**1:2000**

DIPL.-ING. FRITZ KOVACIC
INGENIEURBUERO FUER BAUWESEN
72488 Sigmaringen Josefinenstr.11 Tel 07571/6450-0
Strassenbau - Vermessung - Wasser - Abwasser - Statik

Aufgestellt:

Bauherr:	Stadt Laupheim	Anerkannt:
Projekt:	Erweiterung Aircabin Verlegung der K 7582	
Objekt:	Strassenbau	M = 1 : 2000

Lageplan

Schichtenlinien

Bearb.	Jun2001	MS
Gez.	Jun2001	MS
Plan Gr.	95 x 45	
Projekt Nr.	T 2999/3000	
Plan Nr.	S 07001	

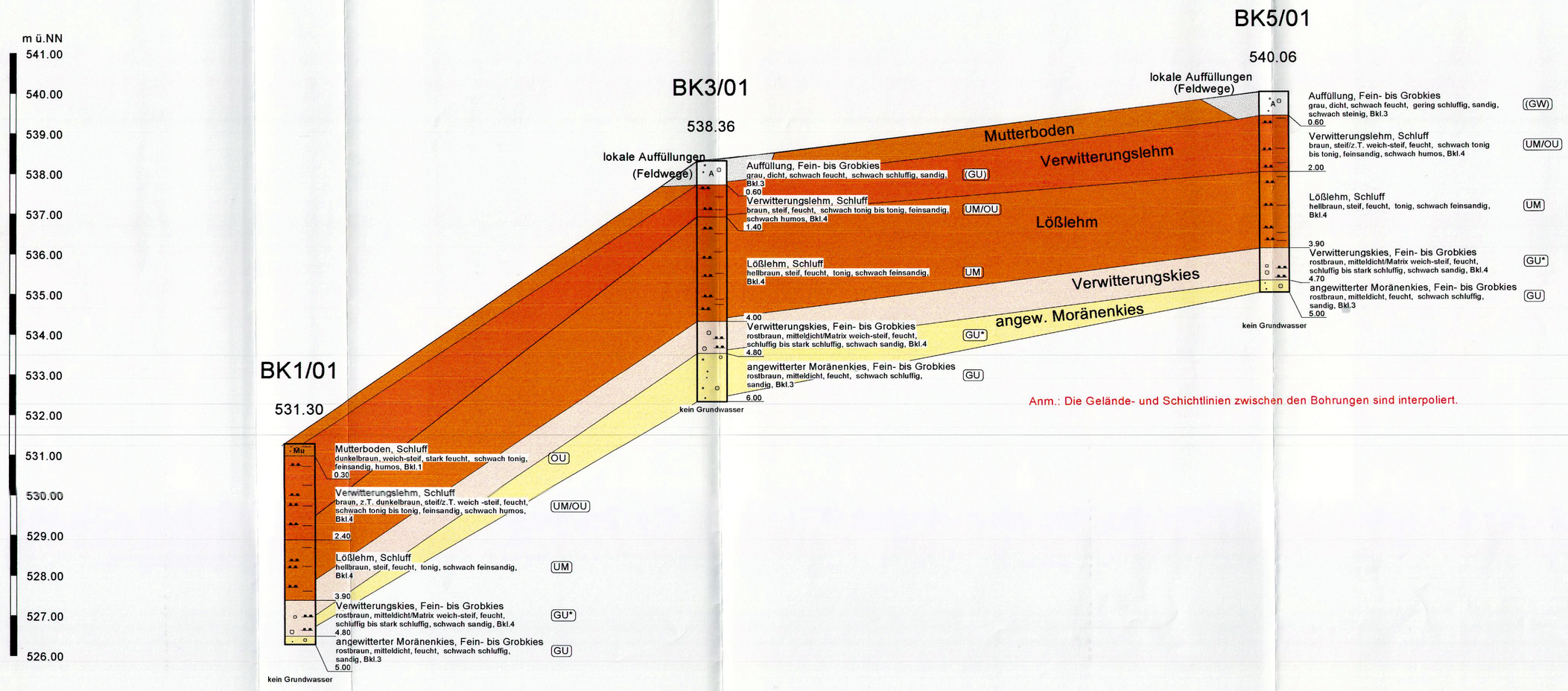
BauGrund Süd Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH Maybachstraße 5 88410 Bad Wurzach	Industriepark "Laupheim Süd" Baugebietserschließung	AZ 010728 Anlage Nr. 2.1

Legende

Mu Mutterboden
A Auffüllung
Verwitterungslehm
Verwitterungskies
Moränenkies
Lößlehm

Maßstab d.H. 1 : 75; Maßstab d.L. 1 : 2000

Geotechnisches Baugrundprofil: BK1/01 - BK3/01 - BK5/01



Anm.: Die Gelände- und Schichtlinien zwischen den Bohrungen sind interpoliert.

BauGrund Süd Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH Maybachstraße 5 88410 Bad Wurzach	Industriepark "Laupheim Süd" Baugebietserschließung	AZ 010728 Anlage Nr. 2.2

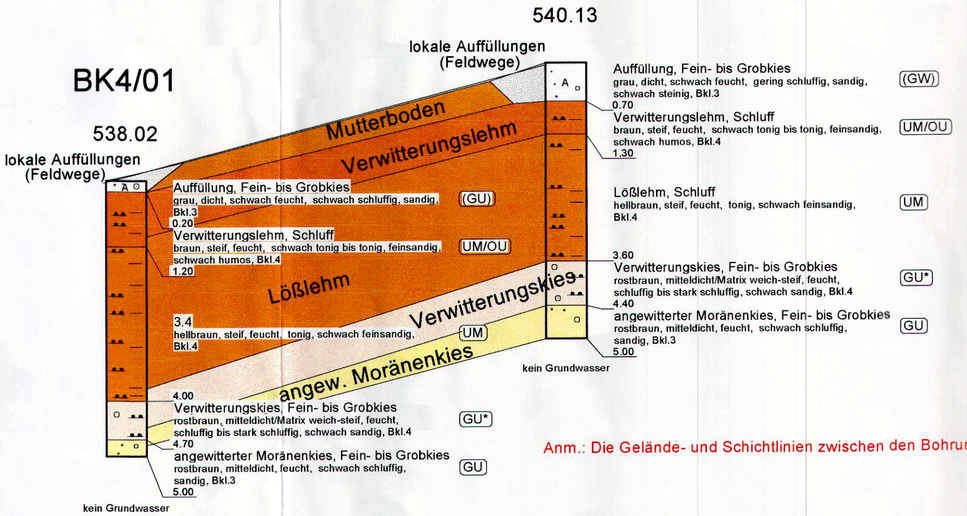
Geotechnisches Baugrundprofil: BK4/01 - BK6/01

Maßstab d.H. 1 : 75; Maßstab d.L. 1 : 2000

Legende

- A — Auffüllung
- Verwitterungslehm
- Verwitterungskies
- Moränenkies
- Lößlehm

m ü.NN
541.00
540.00
539.00
538.00
537.00
536.00
535.00
534.00
533.00
532.00
531.00
530.00
529.00
528.00
527.00
526.00



Anm.: Die Gelände- und Schichtlinien zwischen den Bohrungen sind interpoliert.

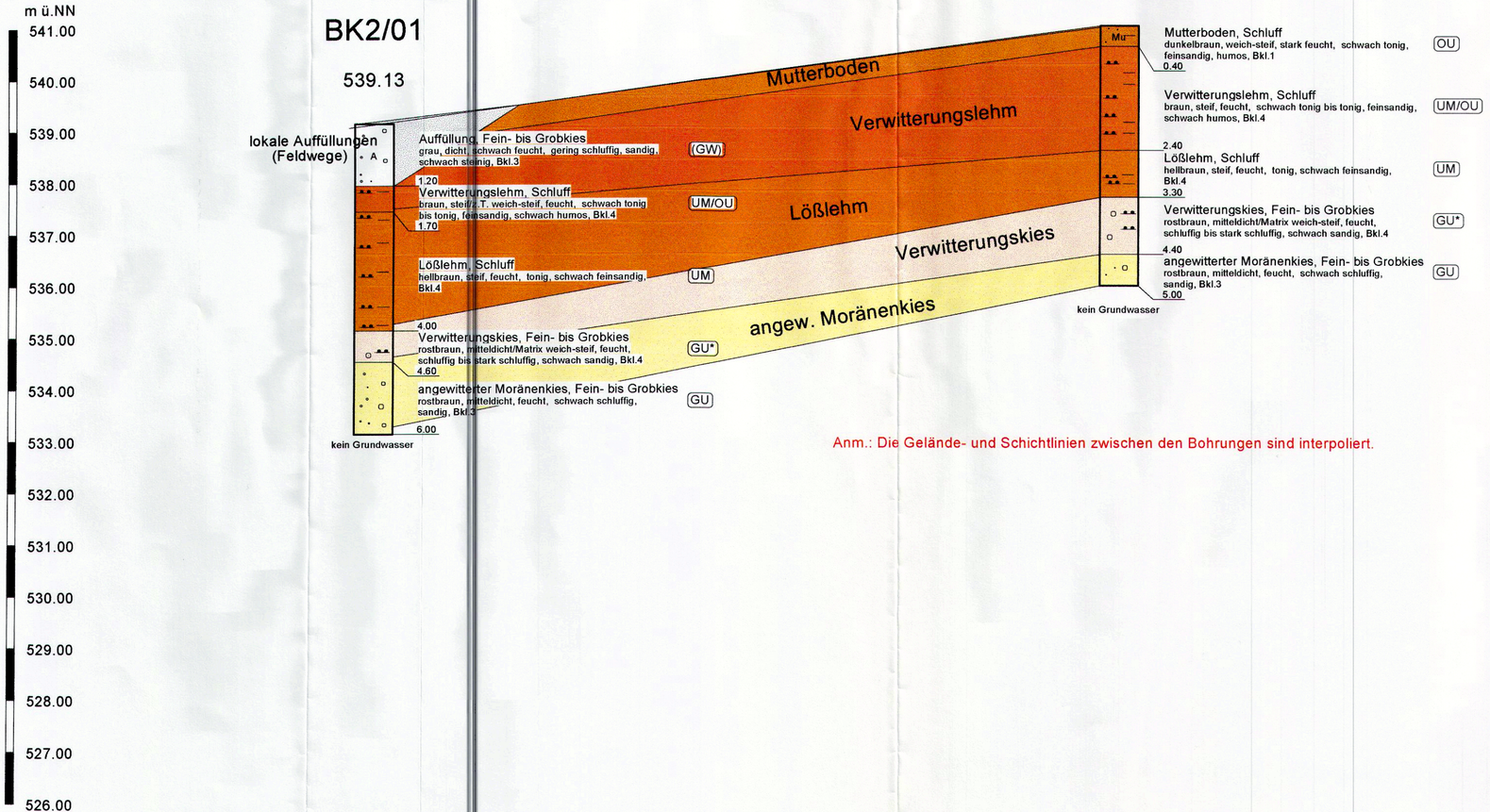
Geotechnisches Baugrundprofil: BK2/01 - BK7/01

Maßstab d.H. 1 : 75; Maßstab d.L. 1 : 2000

BauGrund Süd Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH Maybachstraße 5 88410 Bad Wurzach	Industriepark "Laupheim Süd" Baugebietserschließung	AZ	010728
		Anlage Nr.	2.3

Legende

- Mu – Mutterboden
- A – Auffüllung
- Verwitterungslehm
- Verwitterungskies
- Moränenkies
- Lößlehm



Anm.: Die Gelände- und Schichtlinien zwischen den Bohrungen sind interpoliert.

BauGrund Süd
Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH

Sickerversuch (Open-End-Test)

Anlage 3.1

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

Projekt:	Industriepark "Laupheim Süd"
Bohrung:	BK2/01
Versuchsnummer:	1
Versuchsdatum:	26.07.2001
Aktenzeichen:	010728

r = Radius des Bohrlochs	=	**0,0980 m**
h = Wasserstandshöhe über GW-Fläche	=	**3,10 m**
oder über Bohrlochsohle (wenn kein Grundwasser)		
Q = Wasserzugabe zum Konstanthalten des Wasserspiegels		

Rohrunterkante: 2,10 m unter Gelände im Lößlehm

Grundwasserspiegel: kein Grundwasser

Wassermenge (l)	Zeit (s)	Q (m3/s)	kf (m/s)
0,012	1200	1,0000E-08	5,98E-09
0,011	1200	9,1667E-09	5,49E-09
		Mittelwert:	**5,74E-09**

Der Durchlässigkeitsbeiwert wurde im Lößlehm (Schluff, tonig, schwach feinsandig) bestimmt.

BauGrund Süd
Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH

Sickerversuch (Open-End-Test)

Anlage 3.2

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

Projekt:	Industriepark "Laupheim Süd"
Bohrung:	BK2/01
Versuchsnummer:	2
Versuchsdatum:	26.07.2001
Aktenzeichen:	010728

r = Radius des Bohrlochs	=	**0,0980 m**
h = Wasserstandshöhe über GW-Fläche	=	**5,80 m**
oder über Bohrlochsohle (wenn kein Grundwasser)		

Q = Wasserzugabe zum Konstanthalten des Wasserspiegels

Rohrunterkante: 4,80 m unter Gelände im angewitterten Moränenkies
Grundwasserspiegel: kein Grundwasser

Wassermenge (l)	Zeit (s)	Q (m3/s)	kf (m/s)
24,000	300	8,0000E-05	2,56E-05
26,000	300	8,6667E-05	2,77E-05
22,000	300	7,3333E-05	2,35E-05
27,000	300	9,0000E-05	2,88E-05
		Mittelwert:	**2,64E-05**

Der Durchlässigkeitsbeiwert wurde im angew. Moränenkies (Fein- bis Grobkies, schwach schluffig, sandig) bestimmt.

BauGrund Süd
Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH

Sickerversuch (Open-End-Test)

Anlage 3.3

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

Projekt:	Industriepark "Laupheim Süd"
Bohrung:	BK5/01
Versuchsnummer:	1
Versuchsdatum:	26.07.2001
Aktenzeichen:	010728

r = Radius des Bohrlochs = **0,0980 m**

h = Wasserstandshöhe über GW-Fläche = **2,40 m**

oder über Bohrlochsohle (wenn kein Grundwasser)

Q = Wasserzugabe zum Konstanthalten des Wasserspiegels

Rohrunterkante: 1,40 m unter Gelände im Verwitterungslehm

Grundwasserspiegel: kein Grundwasser

Wassermenge (l)	Zeit (s)	Q (m3/s)	kf (m/s)
0,015	1560	9,6154E-09	7,43E-09
0,021	1500	1,4000E-08	1,08E-08
		Mittelwert:	**9,13E-09**

Der Durchlässigkeitsbeiwert wurde im Verwitterungslehm (Schluff, schwach tonig, bis tonig, feinsandig, schwach humos) bestimmt.

BauGrund Süd
Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH

Sickerversuch (Open-End-Test)

Anlage 3.4

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

Projekt:	Industriepark "Laupheim Süd"
Bohrung:	BK5/01
Versuchsnummer:	2
Versuchsdatum:	26.07.2001
Aktenzeichen:	010728

r = Radius des Bohrlochs	=	**0,0980 m**
h = Wasserstandshöhe über GW-Fläche	=	**5,10 m**
oder über Bohrlochsohle (wenn kein Grundwasser)		

Q = Wasserzugabe zum Konstanthalten des Wasserspiegels

Rohrunterkante: 4,10 m unter Gelände im Verwitterungskies

Grundwasserspiegel: kein Grundwasser

Wassermenge (l)	Zeit (s)	Q (m3/s)	kf (m/s)
2,100	900	2,3333E-06	8,49E-07
1,800	900	2,0000E-06	7,28E-07
1,500	900	1,6667E-06	6,06E-07
		Mittelwert:	**7,28E-07**

Der Durchlässigkeitsbeiwert wurde im Verwitterungskies (Fein- bis Grobkies, schluffig bis stark schluffig, schwach sandig) bestimmt.

Boden	γ kN/m³	γ' kN/m³	φ °	c kN/m²	Es MN/m²	Bezeichnung
	25.0	15.0	45.0	100.0	300.0	Betonplatte
	19.5	9.5	30.0	0.0	25.0	Verwitterungskies
	20.5	10.5	32.5	10.0	45.0	Moränenkies

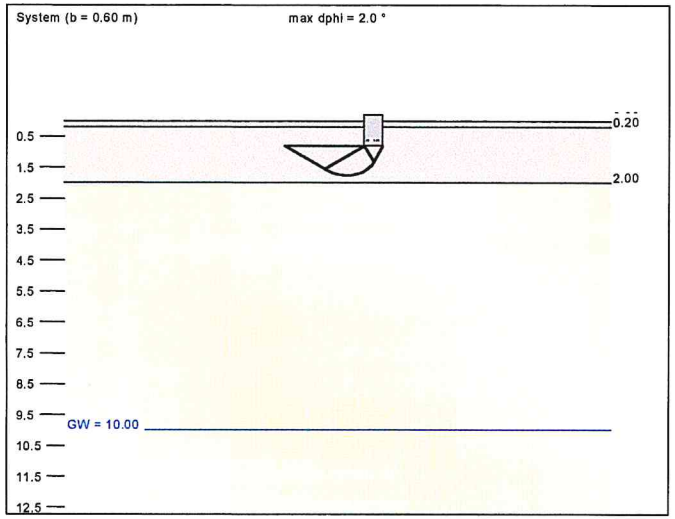
BauGrund Süd
Statik, Geotechnik
Harma Weg 4
88410 Bad Wurzach
Tel. 07568-96060, Fax: 960636

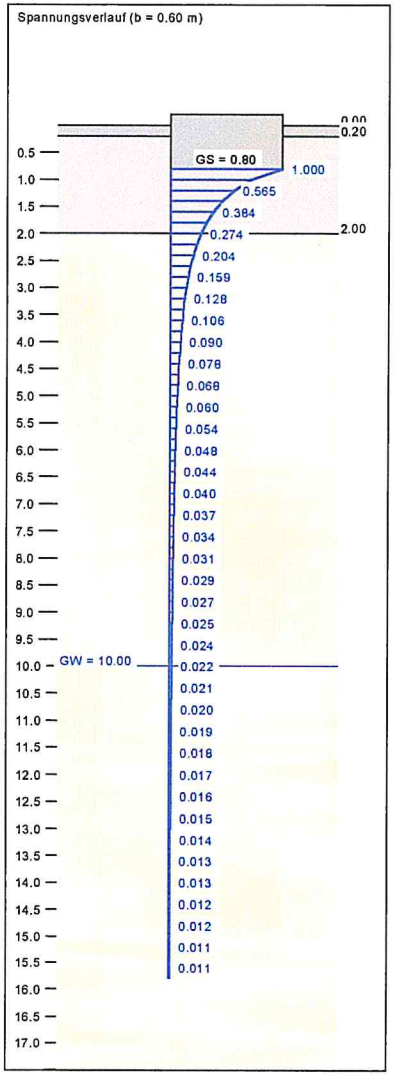
BV Industriepark Laupheim

Gründung von Hochbauten

AZ 010728

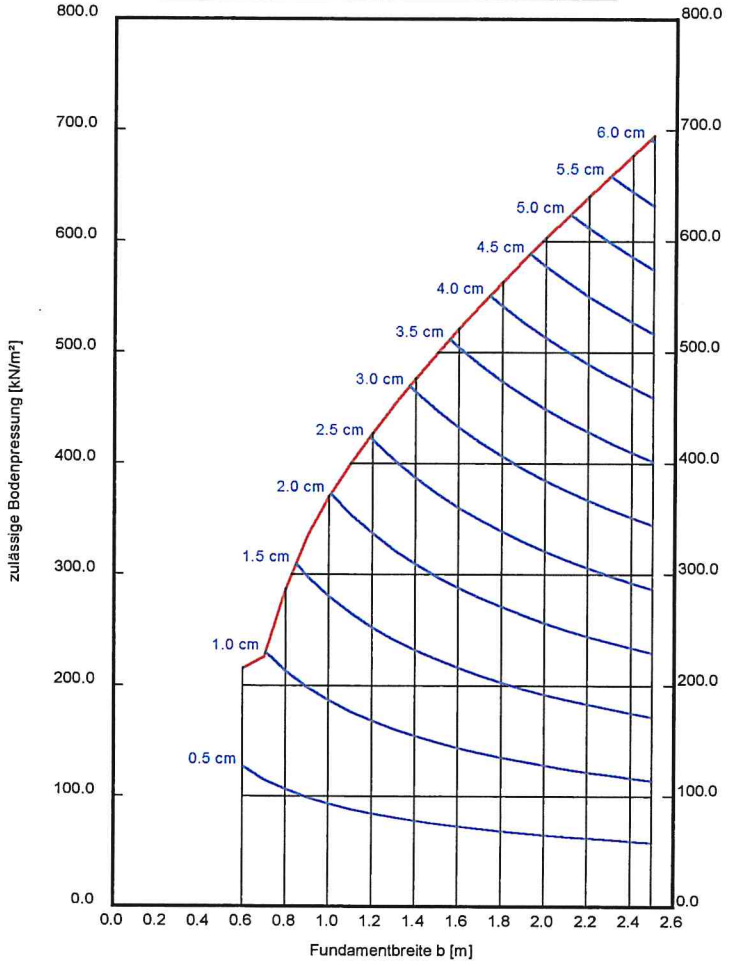
Anlage 4.1





a [m]	b [m]	zul sig [kN/m²]	zul V [kN/m]	s [cm]	cal phi [°]	cal c [kN/m²]	gam(2) [kN/m³]	sig(0) [kN/m²]	tg [m]	UK LS [m]
10.00	0.60	216.0	129.6	0.85	30.0	0.00	19.50	16.70	15.80	1.75
10.00	0.70	226.2	158.3	0.98	30.0	0.00	19.50	16.70	15.80	1.91
10.00	0.80	287.6	230.1	1.35	30.5	2.09	19.52	16.70	15.80	2.09
10.00	0.90	335.9	302.3	1.69	30.9	3.47	19.58	16.70	15.80	2.27
10.00	1.00	370.9	370.9	1.99	31.1	4.27	19.64	16.70	15.80	2.44
10.00	1.10	400.8	440.8	2.27	31.2	4.85	19.69	16.70	15.80	2.62
10.00	1.20	427.8	513.3	2.54	31.3	5.31	19.74	16.70	15.80	2.79
10.00	1.30	453.2	589.1	2.81	31.4	5.69	19.79	16.70	15.80	2.96
10.00	1.40	477.2	668.0	3.08	31.5	6.01	19.83	16.70	15.80	3.13
10.00	1.50	500.0	750.0	3.35	31.6	6.29	19.87	16.70	15.80	3.31
10.00	1.60	522.0	835.2	3.62	31.6	6.53	19.90	16.70	15.80	3.48
10.00	1.70	543.2	923.5	3.89	31.7	6.74	19.93	16.70	15.80	3.65
10.00	1.80	563.8	1014.9	4.16	31.7	6.92	19.96	16.70	15.80	3.83
10.00	1.90	583.8	1109.3	4.43	31.8	7.09	19.98	16.70	15.80	4.00
10.00	2.00	603.4	1206.7	4.70	31.8	7.24	20.01	16.70	15.80	4.17
10.00	2.10	622.5	1307.2	4.97	31.9	7.37	20.03	16.70	15.80	4.34
10.00	2.20	641.2	1410.6	5.24	31.9	7.50	20.05	16.70	15.80	4.52
10.00	2.30	659.6	1517.0	5.51	31.9	7.61	20.06	16.70	15.80	4.69
10.00	2.40	677.6	1626.2	5.78	31.9	7.71	20.08	16.70	15.80	4.86
10.00	2.50	695.4	1738.4	6.05	32.0	7.80	20.10	16.70	15.80	5.04

Berechnungsgrundlagen:
Laupheim
Streifenfundament (a = 10.00 m)
eta (Grundbruch) = 2.00
Gründungssohle = 0.80 m
Grundwasser = 10.00 m
Grenztiefe mit festem Wert von 15.00 m u. GS
zulässige Bodenpressung
Setzungen in cm



Boden	γ kN/m³	γ' kN/m³	φ °	c kN/m²	Es MN/m²	Bezeichnung
	25.0	15.0	45.0	100.0	300.0	Betonplatte
	19.5	9.5	30.0	0.0	25.0	Verwitterungskies
	20.5	10.5	32.5	10.0	45.0	Moränenkies

BauGrund Süd
Statik, Geotechnik
Harma Weg 4
88410 Bad Wurzach
Tel. 07568-96060, Fax: 960636

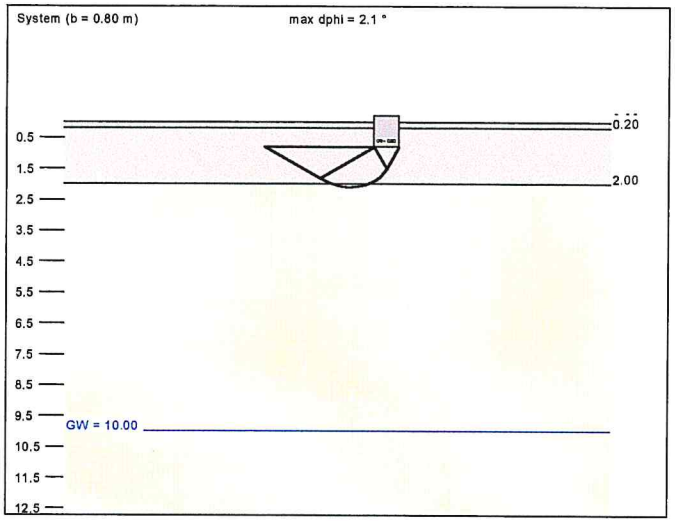
BV Industriepark Laupheim

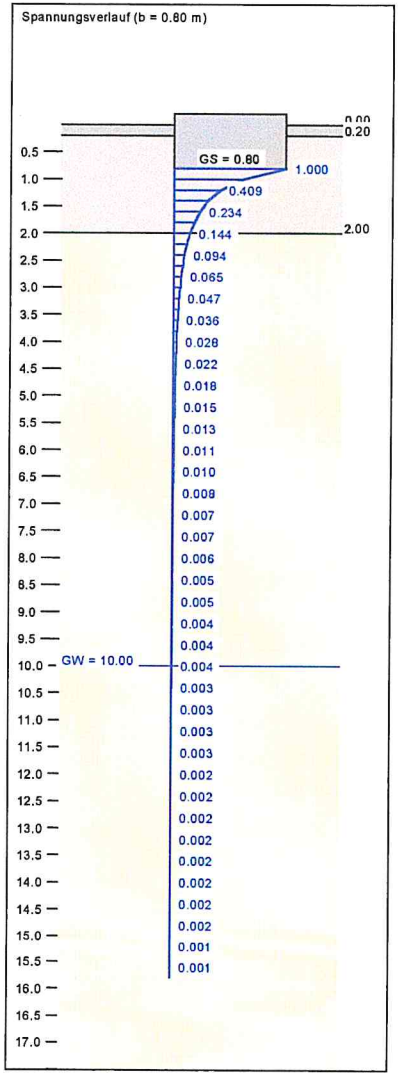
Gründung von Hochbauten

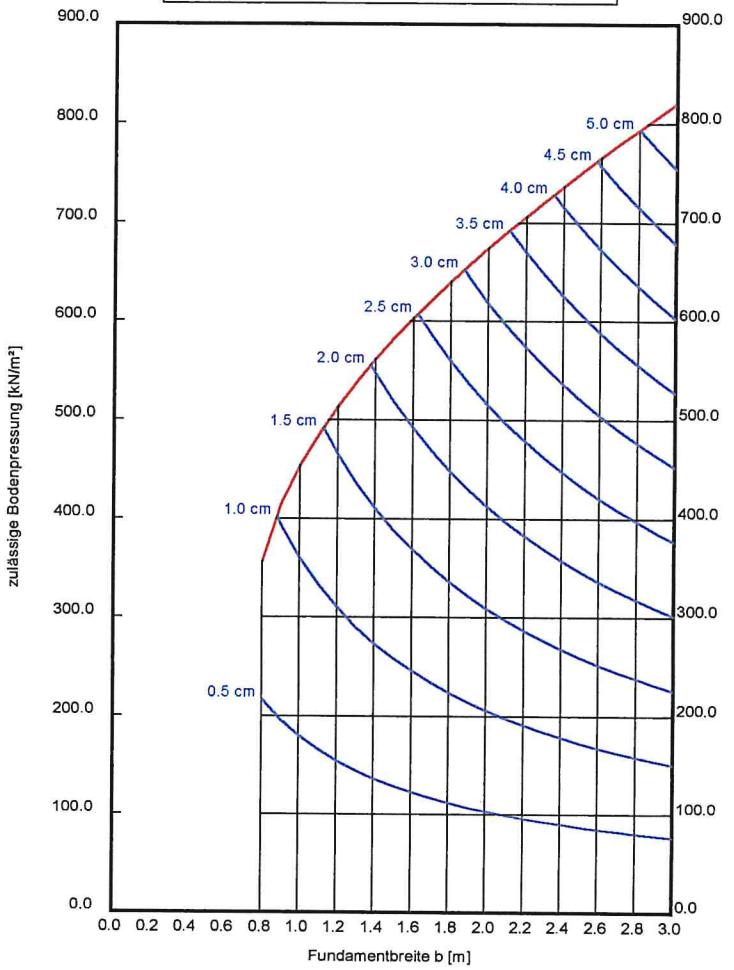
AZ 010728

Anlage 4.2

Berechnungsgrundlagen:
Laupheim
Einzelfundament (a/b = 1.00)
eta (Grundbruch) = 2.00
Gründungssohle = 0.80 m
Grundwasser = 10.00 m
Grenztiefe mit festem Wert von 15.00 m u. GS
zulässige Bodenpressung
Setzungen in cm







a [m]	b [m]	zul sig [kN/m²]	zul V [kN]	s [cm]	cal phi [°]	cal c [kN/m²]	gam(2) [kN/m³]	sig(0) [kN/m²]	tg [m]	UK LS [m]
0.80	0.80	356.5	228.2	0.82	30.5	2.09	19.52	16.70	15.80	2.09
0.90	0.90	415.0	336.2	1.06	30.9	3.47	19.58	16.70	15.80	2.27
1.00	1.00	454.3	454.3	1.26	31.1	4.27	19.64	16.70	15.80	2.44
1.10	1.10	486.1	588.2	1.46	31.2	4.85	19.69	16.70	15.80	2.62
1.20	1.20	513.6	739.6	1.66	31.3	5.31	19.74	16.70	15.80	2.79
1.30	1.30	538.7	910.5	1.86	31.4	5.69	19.79	16.70	15.80	2.96
1.40	1.40	561.8	1101.1	2.05	31.5	6.01	19.83	16.70	15.80	3.13
1.50	1.50	583.1	1312.0	2.25	31.6	6.29	19.87	16.70	15.80	3.31
1.60	1.60	603.2	1544.2	2.46	31.6	6.53	19.90	16.70	15.80	3.48
1.70	1.70	622.2	1798.3	2.66	31.7	6.74	19.93	16.70	15.80	3.65
1.80	1.80	640.4	2074.8	2.86	31.7	6.92	19.96	16.70	15.80	3.83
1.90	1.90	657.8	2374.6	3.07	31.8	7.09	19.98	16.70	15.80	4.00
2.00	2.00	674.5	2698.1	3.27	31.8	7.24	20.01	16.70	15.80	4.17
2.10	2.10	690.7	3046.1	3.48	31.9	7.37	20.03	16.70	15.80	4.34
2.20	2.20	706.4	3419.2	3.69	31.9	7.50	20.05	16.70	15.80	4.52
2.30	2.30	721.7	3818.0	3.91	31.9	7.61	20.06	16.70	15.80	4.69
2.40	2.40	736.7	4243.3	4.12	31.9	7.71	20.08	16.70	15.80	4.86
2.50	2.50	751.3	4695.6	4.34	32.0	7.80	20.10	16.70	15.80	5.04
2.60	2.60	765.6	5175.5	4.56	32.0	7.89	20.11	16.70	15.80	5.21
2.70	2.70	779.7	5683.8	4.78	32.0	7.97	20.12	16.70	15.80	5.38
2.80	2.80	793.5	6221.1	5.00	32.0	8.04	20.14	16.70	15.80	5.56
2.90	2.90	807.1	6788.0	5.22	32.0	8.11	20.15	16.70	15.80	5.73
3.00	3.00	820.6	7385.2	5.45	32.1	8.18	20.16	16.70	15.80	5.90