

# 2. Ausfertigung



Institut für Materialprüfung • Dr. Schellenberg Ing. GmbH • Leipzig  
Geotechnik

Institut für Materialprüfung Dr. Schellenberg, Ingenieurgesellschaft mbH  
89340 Leipzig, Maximilianstr. 15 89336 Leipzig, Postfach 1147

Beratung, Forschung und Materialprüfung in den Fachbereichen:  
**Baustoffe • Geotechnik • Umwelttechnik**

MR Plan GmbH  
Projektmanagement  
Kaiser-Karl-Straße 5

86609 Donauwörth



Anerkannt nach RAP Stra für Eignungsprüfungen, Fremdüberwachungsprüfungen, Kontrollprüfungen und Schiedsuntersuchungen

Überwachungs- und Zertifizierungsstelle gem. Art. 28 der BayBO für Betonzuschlag und Deponieasphalt

Betonprüfstelle W nach DIN 1045

Geführt im Verzeichnis der Institute für Erd- und Grundbau

Mitglied im **sup** e.V.

Gutachten-Nr.: 9K0441

Projekt Nr. 99 / 10125 - 160

Gutachtendatum: 24.09.1999

Betr.: Gewerbegebiet an der Südspange in Donauwörth

hier: Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. Allgemeines</b> .....	3
1.1 Vorgang .....	3
1.2 Unterlagen .....	3
<b>2. Feldversuche</b> .....	3
<b>3. Laborversuche</b> .....	4
<b>4. Beurteilung des Untergrundes</b> .....	5
4.1 Morphologisch-Geologischer Überblick und allgemeine Baugrundbeschreibung .....	5
4.2 Bodenklassen nach DIN 18300 .....	6
4.3 Bodenkennwerte .....	7
4.4 Hydrogeologie .....	8
4.5 Erdbebenzone nach DIN 4149 .....	9
<b>5. Versickerung</b> .....	9
<b>6. Gründungsempfehlungen</b> .....	10
6.1 Allgemeine Bebaubarkeit .....	10
6.2 Kanalbau .....	11
6.3 Straßenbau .....	12

Dieses Gutachten umfaßt **14** Seiten und **42** Anlagen. Eine Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist ohne unsere Zustimmung nicht zulässig. Die untersuchten Proben werden ohne besondere Absprache nicht aufbewahrt. Dem Untersuchungsauftrag liegen unsere Geschäftsbedingungen und unsere jeweils gültige LHO zugrunde.

## ANLAGEN

Anlage 1	Lageplan
Anlage 2	Geologische Schnitte
Anlage 3.1 -	Schichtenverzeichnisse
Anlage 4	Zusammenstellung der Versuchsergebnisse
Anlage 5.1 - 5.2	Korngrößenverteilungen
Anlage 6.1 - 6.3	Fließ- und Ausrollgrenzen
Anlage 7	Druck-Setzungsversuch
Anlage 8.1 - 8.2	Wasseruntersuchungen
Anlage 9.1 - 9.4	Auswertung der Wassereingießversuche

## 1. Allgemeines

### 1.1 Vorgang

Die MR Plan GmbH plant die Erschließung eines Gewerbegebietes an der Südspange in Donauwörth auf einer Fläche von insgesamt 62 ha. In einem 1. Bauabschnitt wird eine Fläche von 18 ha erschlossen.

Das IFM Leipheim wurde auf Grundlage des Angebotes vom 26.07.1999 mit Schreiben vom 05.08.1999 mit der Baugrunderkundung und der Gründungsberatung beauftragt.

Die Baugrunduntersuchungen wurden in einer Arbeitsgemeinschaft mit der Fa. Terrasond, Günzburg unter Federführung des IFM Leipheim durchgeführt.

### 1.2 Unterlagen

Zur Bearbeitung des Gutachtens standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- ◆ Geologische Karte des Donauquartärs im Maßstab 1 : 200.000, herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften Heft 25, 1983
- ◆ Lageplan mit Angabe der Höhenlinien, im Maßstab 1 : 2000, MR Plan/Vermessungsbüro Muck
- ◆ Lagepläne im Maßstab 1 : 5.000 / 1 : 10.000, Stadt Donauwörth/MR Plan

## 2. Feldversuche

Zur Erkundung der Untergrundes wurden von der Fa. Terrasond 12 Rammkernbohrungen abgeteuft. Zur Verdichtung des Erkundungsnetzes hat das IFM Leipheim 6 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde durchgeführt. Die Baugrunderkundungen wurden im Zeitraum zwischen dem 26.08 und 09.09.1999 ausgeführt. Die Ansatzpunkte der Untersuchungsstellen wurden in Absprache mit dem Auftraggeber festgelegt.

Die Bohrkernstrecken haben wir geologisch aufgenommen. Die Schichtenverzeichnisse des Bohrmeisters wurden entsprechend unserer Bodenansprache und den Ergebnissen der Laborversuche korrigiert und sind als Anlagen dem Gutachten beigelegt.

Die Bohrungen wurden vom IFM Leipheim nach Lage und Höhe eingemessen und sind auf dem Lageplan der Anlage 1 eingetragen.

Nachfolgende Tabelle 1 enthält eine Zusammenstellung aller abgeteufte Bohrungen.

Tabelle 1

Bohrung Nr.	Ansatzpunkt Höhe in m über NN	Endteufe in m
B 1	400,59	9,80
B 2	400,49	10,00
B 3	399,61	10,00
B 4	400,35	13,50
B 5	400,83	11,00
B 6	401,11	12,80
B 7	399,88	9,70
B 8	400,10	12,00
B 9	400,51	11,00
B 10	400,94	11,40
B 11	399,82	9,70
B 12	400,95	10,50
DPH 1	400,51	10,40
DPH 2	400,40	9,90
DPH 3	400,59	12,60
DPH 4	400,38	10,90
DPH 5	400,35	10,60
DPH 6	399,81	12,60

Die Ergebnisse der Baugrunderkundungen sind zeichnerisch in geologischen Schnitten auf den Anlagen 2.1 - 2.3 eingetragen.

Die geologischen Schnitte sind eine Interpretation des mutmaßlichen Schichtenverlaufes anhand der punktwise durchgeführten Baugrunderkundungen. Abweichungen zwischen den Baugrunderkundungen können nicht ausgeschlossen werden und müssen auf der Baustelle durch die örtliche Bauaufsicht überprüft werden. Bei größeren Abweichungen gegenüber den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung ist unverzüglich der Baugrundgutachter zu verständigen.

### 3. Laborversuche

Zur Bestimmung der maßgebenden Bodenkennwerte haben wir folgende Laborversuche durchgeführt:

- ◆ 3 Fließ- und Ausrollgrenzen nach DIN 18122
- ◆ 5 Wassergehaltsbestimmungen nach DIN 18121
- ◆ 4 Glühverluste nach DIN 18128
- ◆ 2 Korngrößenverteilungen nach DIN 18123
- ◆ 1 Drucksetzungsversuch im Ödometer
- ◆ 2 Wasseruntersuchungen nach DIN 4030

Aus der Bohrung B 1 und B 12 wurde jeweils eine Grundwasserprobe entnommen und auf betonangreifende Substanzen gemäß DIN 4030 untersucht. Nach dieser Prüfung sind die Wasserproben als nicht betonangreifend einzustufen.

Die weiteren Ergebnisse der Laborversuche werden in Kapitel 4 berücksichtigt, Einzelwerte sind den beigefügten Anlagen zu entnehmen.

Die Anlagen 4 enthalten eine Zusammenstellung aller Versuchsergebnisse.

#### 4. Beurteilung des Untergrundes

##### 4.1 Morphologisch-Geologischer Überblick und allgemeine Baugrundbeschreibung

Das vorgesehene Gewerbegebiet liegt im Donautal östlich der B 16. Die Grundstücke werden derzeit als landwirtschaftliche Fläche genutzt. Das Gelände ist weitgehend eben. Der maximale Höhenunterschied innerhalb den Untersuchungsstellen beträgt ca. 1,3 m.

Nach den Baugrunderkundungen stehen bis in eine Tiefe von 1,0 bis 2,5 m unter GOK die **Decklehme** an. Es handelt sich zumeist um schwach organische, Tone und Schluffe in weicher bis steifer Konsistenz. Oberflächennah weisen die Decklehme höhere organische Einlagerungen auf (Mutterboden). Die Schichten sind im oberen Bereich zum Teil stark ausgetrocknet.

In den Bohrungen B 9, B 10 und B 12 wurden auch verlehnte Sande vorgefunden, die hier die Übergangsschicht zu den quartären Kiesen darstellen. Die mittleren Schlagzahlen der Rammsondierungen liegen im Bereich der Decklehme zwischen 2 und 4. Insgesamt können die Decklehme als sehr frostempfindlich (Klasse F 3) und gering tragfähig eingestuft werden. Es ist davon auszugehen, daß die Decklehme zum Großteil erst nach einer Abtrocknung oder Verbesserung mit Bindemittel wiederverwendet werden können. Für untergeordnete Zwecke z.B. Geländemodellierung können die Decklehme verwendet werden.

Unter den Decklehmern folgen die **Auelehme** in Form von weich bis breiigen, organischen Tonen. Die Auelehme wurden bis in eine Tiefe von 1,5 bis 3,9 m unter GOK angetroffen. Es handelt sich hier um mittelplastische bis ausgeprägt plastische Tone der Bodengruppe TM bis TA. Im südöstlichen Teil des Baugebietes (Bohrungen B 8, B 9, B 10 und B 12) keilen die Auelehme vollständig aus.

Die organischen Anteile wurden an den untersuchten Proben zwischen 3,6 und 10,2 % gemessen. An einer Probe aus Bohrung B 1 (Ton, schluffig, organisch, schwach humos) wurde ein Steifemodul (lastabhängig) zwischen 0,4 und 1,1 MN/m<sup>2</sup> ermittelt.

In den Auelehmern wurden stellenweise humose Einlagerungen festgestellt. Im Bereich von Bohrung B 2 liegt eine dünne Torfschicht innerhalb den Auelehmern vor. Weitere Torfschichten wurden innerhalb den Baugrunderkundungen nicht aufgeschlossen, sind jedoch für das Baugebiet nicht auszuschließen. Aus Untersuchungen für das Gewerbegebiet Riedlingen (westlich der B 16) ist bekannt, daß die Torfschichten in größerer Mächtigkeit bis maximal 3,5 m unter GOK anstehen. Altwasserarme die im Laufe der Zeit zugeschwemmt oder aufgefüllt wurden, können im vorgesehenen Gewerbegebiet nicht ausgeschlossen werden. Torfe mit zum Teil größerer Mächtigkeit wurden beim Straßenbau der Südspange auch östlich der Donau angetroffen. Diese Schichten keilen offensichtlich im Bereich des Donaubettes aus.

Die Auelehme können aufgrund ihrer sehr geringen Tragfähigkeit (Schlagzahlen der Rammsondierungen zwischen 0 und 1) nicht zur Abtragung von Gebäudelasten herangezogen werden. Die Wasserdurchlässigkeit der Auelehme liegt in einer Größenordnung zwischen  $k_f = 1 \cdot 10^{-8}$  m/s bis  $1 \cdot 10^{-9}$  m/s. Die Auelehme sind als sehr frostempfindlich (Klasse F 3) einzustufen. Ausgehobene Auelehme können nicht wiederverwendet werden und sind auf Kippe abzufahren.

Unterhalb den Decklehmen bzw. Auelehmen folgen die wasserführenden, **quartären Kiese und Sande** ab einer Tiefe von 2,25 bis 3,9 m unter GOK. In den Bohrungen B 8, B 9 und B 10 stehen die Kiese und Sande bereits ab Tiefen zwischen 1,0 und 1,7 m an. Im obersten Bereich wurden oftmals geringmächtige, schwach schluffige Sande vorgefunden, die z.T. gering verlehmt sind.

Nachfolgend stehen überwiegend schwach schluffige, sandige bis stark sandige Kiese der Bodengruppe GI bis GW an. Teilweise sind in den Kiesen Sande eingelagert. Vereinzelt wurden in den Kiesen geringe schluffige, torfige und organische Einlagerungen festgestellt (siehe Bohrung B 3 und B 4). Anhand der durchgeführten Rammsondierungen ist von einer mitteldichten, teilweise auch mitteldichten bis lockeren Lagerung der Kiese und Sande auszugehen. Die Kiese sind ausreichend tragfähig und frostsicher (Klasse F1), wobei hier jedoch beachtet werden muß, daß evtl. im Bereich größerer organischer und schluffiger Beimengungen die Tragfähigkeit und Frostsicherheit eingeschränkt ist.

Ausgehobene Sande und Kiese können nach einem Abtrocknen als Auffüllmaterial wieder verwendet werden.

Die Wasserdurchlässigkeit der Kiese und Sande wird in Kapitel 5 behandelt.

Die liegenden Schichten werden gebildet durch die tertiären Ablagerungen der **Oberen Süßwassermolasse**. Es handelt sich hier um überwiegend ausgeprägt plastische Tone (Bodengruppe TA) mit einer steif bis halbfesten Konsistenz. An einer ungestörten Probe wurde eine Trockendichte von 1,63 g/cm<sup>3</sup> ermittelt. Die Tone werden in unregelmäßigen Abständen von dünnenschichtigen Feinsandschichten (Bänderungen) durchzogen. Mit Erreichen der tertiären Schichten steigen die Schlagzahlen der Rammsondierungen rapide an. Es ist davon auszugehen, daß beim Einrammen von Spundbohlen hohe Rammwiderstände auftreten. Erfahrungsgemäß ist ohne rammunterstützende Maßnahmen (Vorbohren und/oder Spülen) ein Einbinden nur von 0,5 bis 1,0 m möglich

Die tertiären Schichten sind gut tragfähig und können zur Abtragung von Gebäudelasten herangezogen werden. Die Tone sind nahezu wasserundurchlässig.

#### 4.2 Bodenklassen nach DIN 18300

Tabelle 2

Bodenart	Bodenklasse
Oberboden	1
Torfe	2
Auelehme	2
Decklehme	4
quartäre Kiese und Sande	3 - 4
Tertiäre Tone	4 - 5

Die in der Tabelle angegebenen Bodenklassen beschränken sich auf den Zustand der punktwise vorgenommenen Bohrungen. Im Zweifelsfall sind die tatsächlichen Bodenklassen auf der Baustelle in einem großen Aufschluß durch den Baugrundgutachter festlegen zu lassen.

### 4.3 Bodenkennwerte

Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse unter Berücksichtigung der örtlichen Erfahrungen kann mit den in der Tabelle 3 angegebenen Bodenkennwerten gerechnet werden:

Tabelle 3

Geologische Schichtbezeichnung	Wichte des feuchten Bodens	Wichte des Bodens unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul
	$\gamma$	$\gamma'$	$\varphi$	$c'$	$E_s$
	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	°	kN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>
Decklehme	19	9	22,5	3	3 - 8
Torfe	13	3	17,5	2	0,25 - 0,50
Auelehme	18	8	22,5	0	1 - 2
quartäre Kiese	21	12	37,5	0	60 - 80
tertiäre Tone	20,5	10,5	25,0	25	20 - 30

#### 4.4 Hydrogeologie

Die bei den festgestellten Grundwasserstände haben wir in der nachfolgenden Tabelle 4 aufgeführt. Angegeben wurden jeweils die bei den Bohrarbeiten festgestellten maximalen Grundwasserstände.

Tabelle 4

Nr.	Ansatz- höhe in m ü.NN	Grundwasser	
		m u. GOK	in m ü.NN
B 1	400,59	1,69	398,90
B 2	400,49	1,83	398,66
B 3	399,61	0,90	398,71
B 4	400,35	1,60	398,75
B 5	400,83	2,10	398,73
B 6	401,11	2,30	398,81
B 7	399,88	1,35	398,53
Durchlaß bei PP 1006	-	-	398,15
B 8	400,10	1,55	398,55
B 9	400,51	1,95	398,56
B 10	400,94	2,48	398,46
B 11	399,82	1,98	397,84
B 12	400,95	3,10	397,85

Unter den Decklehmen bzw. Auelehmen steht das Grundwasser an. Grundwasserführend sind im Baugebiet die quartären Kiese und Sande. Je nach Mächtigkeit der Deckschichten bzw. Auelehmen liegt das Grundwasser gespannt vor. Nach den Bohrergebnissen steht das Grundwasser in einer Tiefe zwischen 0,6 und 3,0 m unter GOK an. Es ist davon auszugehen, daß die Beobachtungszeiträume im offenen Bohrloch nicht immer ausreichend waren, um den exakten Ruhewasserpegel zu erfassen. Der Grundwasserleiter hat ein nach Nord-Nordosten gerichtetes Gefälle von 1 ‰ bis 1,5 ‰.

Die Grundwasserspiegel sind jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen und können über die festgestellten Meßwerte ansteigen. Ohne langfristigen Pegelmessungen kann keine genaue Aussage zum Bemessungswasserstand getroffen werden.

PEGEL BEW AN FORDERN

Bei Hochwasserereignissen kann es unter Umständen zu einem Ansteigen des Grundwassers bis in Höhe der Geländeoberkante sowie auch zu einem Überfluten des Geländes kommen. Angaben über die maßgebenden Grundwasserstände (z.B. HHW 100) liegen uns derzeit nicht vor, hier sind entsprechende Anfragen an die zuständige Fachbehörde Wasserwirtschaftsamt Donauwörth zu richten. Für die Bauausführung ist davon auszugehen, daß sich die gemessenen Wasserstände noch um ca. 0,5 m erhöhen können.

#### 4.5 Erdbebenzone nach DIN 4149

Nach der Erdbebenkarte von Deutschland, Ausgabe 1992 liegt Donauwörth in der Erdbebenzone 2. In der Erdbebenzone 2 ist die Standsicherheit von Gebäuden für den Lastfall Erdbeben nachzuweisen. Der Baugrundfaktor KAPPA kann für die vorliegenden Bodenverhältnisse mit 1,3 angenommen werden. Weitere Hinweise sind der zitierten Norm zu entnehmen.

#### 5. Versickerung

Zur Überprüfung der Versickerungsfähigkeit der anstehenden Kiese wurden von der Fa. Terrasond Eingießversuche in den Bohrlöchern einzelner Bohrungen durchgeführt. Dabei wurde nach Erreichen der Kiese die Bohrlochverrohrung um ca. 0,5 m hochgezogen. Danach wurde Wasser in die Bohrungen eingefüllt und die Absenkung nach der Zeitdauer gemessen. Die Versuchsergebnisse wurden vom IFM Leipheim nach dem USBR-Verfahren ausgewertet.

Bohrung	Versickerungstiefe in m unter GOK	Bodenart	$k_f$ - Wert in m/s
B 1	5,2 - 5,8	G, s-s*, u'	$8 \times 10^{-7}$
B 1	6,8 - 7,6	G, s-s*, u'	$1,4 \times 10^{-4}$
B 3	6,0 - 6,5	G, s, u'	$8 \times 10^{-6}$
B 8	5,5 - 6,0	G, s-s*, u'	$5 \times 10^{-6}$
B 10	5,1 - 5,6	G, s, u' bis Fg	ca. $1 \times 10^{-3}$

In das Bohrloch B 10 wurde innerhalb von 220 Sekunden ca. 300 l Wasser eingefüllt. Es konnte hier kein Wasseraufstau erreicht werden, d.h. die Wassermenge ist hier vollständig beim Einfüllen in den anstehenden Untergrund versickert. Es kann hier von einer Wasserdurchlässigkeit  $k_f > 1 \times 10^{-3}$  m/s ausgegangen werden. Eingelagert sind in den Kiesen hier mehrere Feinkieschichten, die als sehr durchlässig angesehen werden können.

Aufgrund der geringen Durchlässigkeit beim 1. Versuch im Bereich der Bohrung B 1 wurde ein 2. Versickerungsversuch etwas unterhalb dem 1. Versuch durchgeführt. Hier wurde ein  $k_f$ - Wert von  $1,4 \times 10^{-4}$  m/s ermittelt.

Anhand des Sandanteiles der Proben (schwankt zwischen 18 und 32 %) kann nach einer Veröffentlichung der BAST (s. auch Forschungsarbeit F 5.007 „Durchlässigkeit von Frostschutzkiessanden“) eine rechnerische Durchlässigkeit der Kiese von  $4 \times 10^{-3}$  m/s bis  $1 \times 10^{-3}$  m/s abgeschätzt werden.

Die Versickerungsversuche haben gezeigt, daß das Oberflächenwasser prinzipiell in den Kiesen versickert werden kann. Die  $k_f$ - Werte der ausgewerteten Sickerversuche sind z.T. geringer, als er anhand der Kornverteilungskurven ermittelt wurde. Unter Umständen ist dieses darauf zurückzuführen, daß teilweise eine hohe Lagerungsdichte der Kiese vorliegt und evtl. durch die Bohrarbeiten die anstehenden Kiese gestört wurden, bzw. Feinteile im Bohrloch die Versickerungsraten herabgesetzt haben.

Für die Bemessung der Versickerungsanlagen gemäß ATV 138 kann eine Durchlässigkeit von  $k_f = 1 \times 10^{-4}$  bis  $1 \times 10^{-5}$  m/s angesetzt werden. Die höhere Durchlässigkeit gilt für die sauberen Kiese. Im Bereich von Sanden ist eine geringere Durchlässigkeit anzusetzen.

Vorgesehen ist, das anfallende Oberflächenwasser der Grundstücke und Straßen mittels ~~Versickerungsschächte~~ in den Untergrund einzuleiten. Die im Gewerbegebiet anstehenden Kiese können prinzipiell als Versickerungshorizont genutzt werden. Jedoch ist beim Bau der Versickerungsanlagen zu achten, daß eine Versickerung in den „sauberen“ Kiesen stattfindet.

Nach dem ATV Arbeitsblatt-A 138 (Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser), ist bei einer Schachtversickerung zwischen der OK Reinigungsschicht und dem höchsten Grundwasserstand ein Abstand  $\geq 1,5$  m einzuhalten. Nach den gemessenen Grundwasserständen und den derzeitigen Geländehöhen wird der erforderliche Abstand zum Grundwasser weitgehend nicht eingehalten.

Alternativ kann die Versickerung mittels Sickerrigolen vorgenommen werden. Die Sickerrigolen müssen die Deck- und Auelehne durchteufen bzw. bei einer größeren Mächtigkeit der Decklehmschicht kann die Sickerrigole auch abschnittsweise durch Sickerschächte bzw. Sickerköpfe an die gut durchlässigen Kiese angeschlossen werden. Bei der Durchströmung durch die Sickerrigole wird bereits eine Reinigung des Oberflächenwassers erzielt. Die Größe der Sickerrigolen und das damit verbundene Speichervolumen, kann näherungsweise abgeschätzt werden, wenn für die mit Kies gefüllten Sickerrigolen ein nutzbares Porenvolumen von ca. 20 % angesetzt wird. Mit den Fachbehörden muß abgeklärt werden, ob eine kombinierte Bauweise im vorliegenden Fall gewählt werden darf.

Um einer im Laufe der Zeit auftretenden Verschmutzung der Reinigungsschicht vorzubeugen, kann zusätzlich eine geotextile Filtertüte in den Schacht eingesetzt werden. Die Filtertüten sind von Zeit zu Zeit auszutauschen.

## 6. Gründungsempfehlungen

Detailplanungen für die Erschließung des Gewerbegebietes liegen derzeit nicht vor. Erfahrungsgemäß werden Industriegebiete überwiegend mit nicht unterkellerten Gebäuden und Hallen bebaut. Der erforderliche Schmutzwasserkanal kann relativ oberflächennah verlegt werden. Es ist davon auszugehen, daß die Straßengradienten geringfügig über dem jetzigen Geländeverlauf angehoben werden.

### 6.1 Allgemeine Bebaubarkeit

In den äußerst gering tragfähigen Auelehnen kann keine Einleitung von Gebäudelasten (Punkt- oder Streifenfundamente) vorgenommen werden. Es ist daher eine Tiefgründung in den anstehenden quartären Kiesen und Sanden ( $> 2,2 - 3,9$  m unter GOK) bzw. in den tertiären Schichten zu empfehlen. Geeignet sind die folgende Gründungsvarianten:

#### – Bodenaustausch

Bei einer teilweisen Unterkellerung der Gebäude verbleibt nur noch eine geringe Reststärke der gering tragfähigen Deck- und Auelehne. In diesem Fall ist es sinnvoll, die Deck- und Auelehne vollständig bis zu den Kiesen auszuräumen, wobei mit dem Erreichen der Kiese das Wasser ansteigt und die Aushubarbeiten im Wasser vorgenommen werden müssen. Als unterste Lage des Bodenaustausches ist ein grobkörniger Kies oder Schotter zu verwenden. Dieses Schüttmaterial muß ins Wasser geschüttet werden. Die Verdichtung der ins Wasser geschütteten Schüttmaterialien kann erst oberhalb des Grundwassers vorgenommen werden.

– Brunnengründung

Bei dieser Bauweise wird das Erdreich im Schutze von Brunnenringen mit einem  $\varnothing = 1,5$  oder 2 m ausgehoben. Die Brunnenringe sind dabei mindestens 0,5 m in die nicht verschmutzten anstehenden Kiese oder Sande einzubinden.

Die zulässige Bodenpressung kann mit

$$\text{zul. } \sigma = 350 \text{ kN/m}^2$$

angesetzt werden. Am Kopf des Brunnens ist ein Stahlbetongitterrost oder Stahlbetonbalken/platte in einer frostfreien Tiefe ( $> 1,0$  m unter GOK) vorzusehen.

– Pfahlgründung

Alternativ zu einer Brunnengründung können auch die Gebäudelasten auf Pfählen in den tieferen Untergrund abgetragen werden. Geeignet sind sowohl Bohrpfähle nach DIN 4014 als auch Ramppfähle nach DIN 4026. Die Pfähle müssen mindestens 2,5 m bzw. 3 m in den tragfähigen Baugrund einbinden, d.h., die erforderliche Pfahllänge unter GOK beträgt überschläglich  $> 5,5$  bis 7 m.

Eine setzungsfreie Gründung der Bodenplatte ist gewährleistet, wenn die Bodenplatte auf einen Stahlbetonrost gelegt und dieser analog den Fundamenten durch Tiefgründungen unterfangen wird. Unmittelbar unter der Bodenplatte wird empfohlen, eine 20 cm mächtige kapillarbrechende Schicht aus einem Kies oder Schotter 0/45 der Gruppe GW/GI einzubauen.

Inwieweit die Bodenplatten schwimmend mittels einem verstärkten Bodenaustausch gegründet werden können, ist projektbezogen auf das jeweilige Gebäude und die Untergrundverhältnisse zu überprüfen. Über eine Notwendigkeit die Gebäude mit einer wasserdichten Ausbildung der Bodenplatte und der aufgehenden Wände zu versehen, muß ebenfalls objektbezogen überprüft werden.

Im südöstlichen Teil des Gewerbegebietes keilen die Auelehme aus. Hier können die Gebäude mittels Streifen- und Punktfundamenten in den Kiesen und Sanden gegründet werden. Die zulässige Bodenpressung beträgt hier

$$\text{zul. } \sigma = 300 \text{ kN/m}^2$$

Die Baugrubenböschungen können unter einem Winkel von  $45^\circ$  angelegt werden. Die Bodenkennwerte einschließlich der Bodenpressungen sind als Anhaltswerte anzusetzen.

Da die Untersuchungen nur stichpunktartig im Baugebiet vorgenommen wurden, sind im Bedarfsfall gesonderte Gründungsempfehlungen für die einzelnen Projekte zu erstellen.

## 6.2 Kanalbau

Sofern keine tieferen Kanäle geplant sind, ist davon auszugehen, daß die Kanalsohlen weitgehend in den Deck- und Auelehmen verlaufen.

Bei einer Gründung der Kanäle in den weich bis steifen Decklehmen ist unter der Kanalsohle ein Bodenaustausch von ca. 25 cm erforderlich. Als Bodenaustauschmaterial ist ein gut abgestuftes filterstabiler Frostschutzkies 0/45 der Gruppe GW/GI einzubauen.

Verlaufen die Kanalsohlen in den sehr gering tragfähigen Auelehmen, können die Kanäle "schwimmend" mit Hilfe von Geotextilien gegründet werden. Der Bodenaustausch ist hier auf 50 bis 60 cm zu erhöhen.

Zur Erhöhung der Tragfähigkeit der Gründungssohle sowie zur Verhinderung, daß Feinanteile in den Kanalgraben eingespült werden, ist zwischen dem anstehenden Boden und dem Bodenaustausch ein Geotextil zu verlegen. Das Geotextil ist an den Kanalgrabenwänden hochzuziehen und über dem Bodenaustausch zusammenzuschlagen.

Das Geotextil muß folgende Anforderungen erfüllen:

- Geotextilrobustheitsklasse (GRK): 3
- wirksame Öffnungsweite  $O_{90,W} = 0,10 - 0,17$  mm

Sofern die Auelehme unter dem Bodenaustausch noch in größerer Mächtigkeit anstehen, ist mit Nachsetzungen der Kanalsohle aus dem vergrößerten Überlagerungsgewicht der Kanalgrabenverfüllung sowie einer evtl. Geländeauffüllung zu rechnen. Die Größe der Setzungen hängt von der verbleibenden Stärke und Zusammensetzung der gering tragfähigen Schichten im Untergrund ab. Die Setzungen und die Setzungsdifferenzen sind vom Kanal aufzunehmen. Eine Setzungsberechnung kann erst nach Vorliegen von weiteren Planungen vorgenommen werden. Eine starre Gründung der Rohre auf Beton mit einer Betonummantelung wird hier nicht empfohlen.

Der Kanalgraben kann im Schutze eines Stahlplattenverbaus oder einer frei geböschten Baugrube unter 45° ausgehoben werden.

Je nach Tiefe der Gründungssohle kann Grundwasser in den Kanalgraben eintreten. Das Wasser kann mit einer offenen Wasserhaltung abgeleitet werden. Innerhalb den Auelehmen ist mit einem geringen Wasserandrang zu rechnen.

Inwieweit in Teilbereichen die Gefahr eines hydraulischen Grundbruchs aufgrund vom gespannten Grundwasser gegeben ist, muß ebenfalls nach Vorliegen der Planungen überprüft werden. Vorzusehen ist in diesen Bereichen eine Entspannung mittels Brunnen.

Die Gründung des Kanals sowie die notwendigen Wasserhaltungsmaßnahmen ist den jeweiligen Untergrundverhältnissen anzupassen. Im Zuge der Baumaßnahme muß der Untergrund deshalb durch „vorausseilende“ Baggerschürfe erkundet werden.

### 6.3 Straßenbau

Angaben über die zu erwartende Verkehrsbelastung für eine Dimensionierung der Straßen gemäß den RStO 86/90 liegen uns derzeit nicht vor. Erfahrungsgemäß werden die Straßen im Industriegebiet für die Bauklasse III oder IV ausgebaut.

Unter dem Oberboden stehen sehr frostempfindliche Böden der Klasse F3 an.

Nach der Frostzonenkarte von Deutschland (Ausgabe 1996) liegt Donauwörth in der Zone II.

Unsere Empfehlungen für die Dimensionierung gehen von der Frostzone II sowie von der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 aus.

Bei einem Ausbau der Straßen für die Bauklassen IV beträgt die Mindestdicke des frostsichereren Straßenoberbaus entsprechend den Empfehlungen der RStO 86/89.

Richtwert gemäß Tabelle 6, Zeile 1	60 cm
+ Tabelle 7, Zeile 1.2 (Frosteinwirkung, Zone II)	+ 5 cm
+ Tabelle 7, Zeile 2.1 (Lage der Gradiente)	+ 5 cm
+ Tabelle 7, Zeile 4.1 (ungünstige Wasserverhältnisse)	+ 5 cm
<u>Gesamtdicke frostsicherer Oberbau</u>	<u>75 cm</u>

Gegebenfalls sind weitere Zu- und Abschläge gemäß der tatsächlichen Planung zu berücksichtigen.

Gemäß den ZTVT-StB 95/ZTVE-StB 94 gelten die folgenden Anforderungen:

OK FSS

Verdichtungsgrad	$D_{pr}$	$\geq 103 \%$
Verformungsmodul	$E_{V2}$	$\geq 120 \text{ MN/m}^2$
Verhältniswert	$E_{V2}/E_{V1}$	$\leq 2,2$

OK Planum

Verformungsmodul	$E_{V2}$	$\geq 45 \text{ MN/m}^2$
------------------	----------	--------------------------

Nach Abtrag des stark organischen Oberbodens (ca. 40 bis 50 cm) stehen die gering tragfähigen Decklehme und Auelehme an. Die gemäß den ZTVE-StB 94 erforderliche Tragfähigkeit ( $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ ) wird hier sicherlich nicht erreicht. Es ist hier ein Bodenaustausch erforderlich. Als Bodenaustauschmaterial ist ein grob- bis gemischtkörniger Kies oder Schotter mit einem maximalen Größtkorn bis 100 mm (Bodengruppe GW, GI, GU, maximal 10 % Schlämmkornanteil) mit in das LV aufzunehmen. Sand als Bodenaustausch ist hier nicht oder nur bedingt geeignet. Bei der Verwendung des Standardkataloges gemäß LB StB-By ist hierauf zu achten.

Je nach geplanter Straßengradiente ist danach der Straßenaufbau aufzubringen. Es ist davon auszugehen, daß ein insgesamter Straßenaufbau von ca. 1,1 bis 1,3 m (Bodenaustausch + frostsicherer Aufbau) ausreichend ist. !

Sofern die Straße in Teilbereichen in den weich bis breiigen Auelehmen gegründet wird, ist es erforderlich, ein Geotextil als Trennschicht zwischen dem anstehenden Boden und dem Bodenaustausch einzubauen. Dieses Geotextil ist auch über dem Kanalgrabenbereich zu verlegen. Es hier ist ein Geotextil der Geotextilrobustheitsklasse  $\geq 4$  (Ausschreibung nach TL Geotex E-StB 95) auszuschreiben. Das Geotextil muß mit einer seitlichen Überlappung  $\geq 0,5 \text{ m}$  eingebaut werden. In den Bereichen, in denen ein Geotextil verlegt wird, ist es erforderlich, den Bodenaustausch über Kopf einzubauen. Die Verdichtung der ersten Schüttlage (ca. 0,5 m) ist statisch vorzunehmen.

Der eingebaute Bodenaustausch sowie ein Teil der FSS kann als Baustraße genutzt werden. Je nach Mächtigkeit der Geländeauffüllung, Lasten des Fahrverkehrs und Mächtigkeit der unterlagernden Decklehme bzw. Auelehme werden Setzungen eintreten. ?!

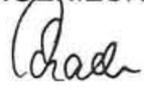
Nach einer überschläglichen Setzungsberechnung -ausgehend von 1 m Geländeauffüllung, 1 m Decklehm- und 2 m Auelehmschicht- können Setzungen bis zu ca. 6 cm auftreten. !

Im Kanalgrabenbereich wird vermutlich ein Teil der gering tragfähigen Schichten ausgetauscht, so daß hier geringere Setzungen zu erwarten sind.

Deshalb wird empfohlen, nach einer ausreichenden Konsolidierungszeit (mindestens 6 Monate) die oberste verschmutzte Kiesschicht abzutragen, eine Neuprofilierung durchzuführen und danach den gebunden Oberbau einzubauen. |

Bei weiteren Fragen steht Ihnen das IFM Dr. Schellenberg Ing.-GmbH, Leipheim gerne zur Verfügung.

INSTITUT FÜR MATERIALPRÜFUNG  
DR. SCHELLENBERG  
INGENIEURGESELLSCHAFT mbH

  
(Dr.-Ing. Schade)  
Bereichsleiter



  
(Dipl.-Ing. (FH) Schneider)