

# 2. Ausfertigung



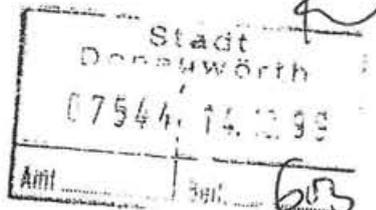
Institut für Materialprüfung • Dr. Schellenberg Ing. GmbH • Leipzig  
Geotechnik

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

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

Stadt Donauwörth  
Abtlg. Tiefbau  
Rathausgasse 1

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 **bup** e.V.

Gutachten-Nr.: 9K0475

Projekt Nr.: 99 / 9937 - 143

Gutachtendatum: 13.10.1999

Betr.: Baugebiet "Obere Promenade" → PA

13.11.99

hier: Baugrundgutachten

## INHALTSVERZEICHNIS

1. Allgemeines .....	2
1.1 Vorgang .....	2
1.2 Unterlagen .....	2
2. Feld- und Laborversuche.....	2
3. Beurteilung des Untergrundes .....	3
3.1 Morphologisch-geologischer Überblick und allgemeine Baugrundbeschreibung .....	3
3.2 Bodenklassen nach DIN 18 300.....	4
3.3 Bodenkennwerte .....	5
3.4 Hydrogeologie.....	5
3.5 Erdbebenzonen nach DIN 4149.....	5
4. Gründungsempfehlungen.....	5
4.1 Allgemeine Bebaubarkeit.....	5
4.2 Kanalbau.....	6
4.3 Straßenbau .....	7

## ANLAGEN

Anlage 1	Lageplan
Anlage 2.1 - 2.2	Geologische Profile
Anlage 3.1 - 3.7	Schichtenverzeichnisse
Anlage 4.1 - 4.4	Zusammenstellung der Versuchsergebnisse
Anlage 5	Korngrößenverteilung
Anlage 6	Fließ- und Ausrollgrenze

Dieses Gutachten umfaßt 8 Seiten und 16 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.

## 1. Allgemeines

### 1.1 Vorgang

Die Stadt Donauwörth plant eine weitere Erschließung und einen vollständigen Ausbau des Baugebietes "Obere Promenade". Das Baugebiet liegt am östlichen Rand von Donauwörth am Fuß des Schellenbergs. Zum Teil ist dieses Baugebiet bereits mit Wohnhäusern bebaut. Das IFM Dr. Schellenberg Ing.-GmbH, Leipheim wurde von der Stadt Donauwörth mit Schreiben vom 24.06.1999 beauftragt (Bestellschein 0603/98-99), die Baugrunderkundung und die Gründungsberatung gemäß unserem Angebot vom 18.05.1999 vorzunehmen. Erkundet wurde der Untergrund durch 6 Aufschlußbohrungen. Für diese Leistungen hat das IFM Leipheim ein Leistungsverzeichnis aufgestellt. Die Bohrarbeiten wurden in einer beschränkten Ausschreibung an den preisgünstigsten Anbieter, Fa. Terrasond GmbH, Günzburg-Deffingen vergeben und von der Fa. Terrasond in dem Zeitraum vom 08.09. bis 13.09.1999 durchgeführt. Die Bohreinweisung wurde am 17.08.1999 durchgeführt. Die geologische Aufnahme der Bohrkernstrecken hat das IFM Leipheim am 10.09. und am 13.09.1999 vorgenommen.

### 1.2 Unterlagen

Zur Bearbeitung des Gutachtens standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- ◆ Stadt Donauwörth, Lageplan, M 1 : 1.000
- ◆ Vermessungsbüro Muck, Lageplan mit Höhenlinien, Geländeaufnahme Februar 1992, M 1 : 1.000
- ◆ Bayerisches Geologisches Landesamt, geologische Karte des Rieses, Blatt Donauwörth, M 1 : 25.000, Beilage zur Geologica Bavarica Nr. 47

## 2. Feld- und Laborversuche

Zur Erkundung des Untergrundes wurden von der Fa. Terrasond 6 Kernbohrungen mit Tiefen zwischen 7,0 m und 8,5 m abgeteuft. Die Bohrpunkte wurden von der Fa. Terrasond nach Lage und Höhe eingemessen, die Lage ist dem beigefügten Lageplan auf der Anlage 1 zu entnehmen. Das IFM Leipheim hat die Bohrkernstrecken geologisch aufgenommen und die Schichtenverzeichnisse des Bohrmeisters korrigiert. Diese Schichtenverzeichnisse sind als Anlagen 3.1 bis 3.7 diesem Gutachten beigefügt. Die grafische Darstellung der Schichtenverzeichnisse ist den Bohrprofilen auf den Anlagen 2.1 bis 2.2 zu entnehmen. Aus den Bohrkernstrecken wurden charakteristische Proben entnommen und im Labor des IFM Leipheim die folgenden bodenmechanischen Versuche durchgeführt:

- 19 Wassergehaltsbestimmungen nach DIN 18 121
- 1 Konsistenzgrenze nach DIN 18 123
- 1 Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Nach diesen Untersuchungen handelt es sich bei dem anstehenden Boden um einen mittelplastsichen Ton der Gruppe TM. Die Konsistenz ist überwiegend steif bis halbfest. An einer Probe wurde ein Tonanteil von ca. 55 %, ein Schluffanteil von 19 %, ein Sandanteil von 21 % und ein Kiesanteil von ca. 5 % gemessen. Die Ergebnisse der Laborversuche sind den beigefügten Anlagen zu entnehmen. Die Anlagen 4.1 bis 4.4 enthalten eine Zusammenstellung der Versuchsergebnisse.

### 3. Beurteilung des Untergrundes

#### 3.1 Morphologisch-geologischer Überblick und allgemeine Baugrundbeschreibung

Das Baugebiet liegt an einem Westhang. Begrenzt wird das Baugebiet in westlicher Richtung durch den im Talbereich von Nord nach Süd fließenden Kaibach. In östlicher Richtung wird das Baugebiet durch die 4-spurig ausgebaute Bundesstraße B2 abgegrenzt, hier ist zwischen der B2 und dem Baugebiet ein Grüngürtel vorgesehen. Die Größe des Baugebietes beträgt ca. 200 m x 300 m. Die Höhendifferenz zwischen dem oberen und dem unteren Rand beträgt ca. 40 m, hieraus folgt eine mittlere Hangneigung von ca. 11° bzw. ein mittleres Steigungsverhältnis von 1 : 5. In der Geologie ist der Schellenberg als morphologisch aktives Gebiet bekannt, im weiteren Umfeld sind bereits mehrfach Hangrutschungen aufgetreten. Hinweise für derartige Rutschungen konnten im Baugebiet jedoch nicht festgestellt werden. Auch die Höhenlinien im Lageplan weisen einen weitgehend ebenen Verlauf auf, so daß direkte Hinweise über aktive oder passive Gleitschollen nicht vorliegen. Der Untergrund besteht aus den tertiären Schichten der "Bunte Bresche" (der Begriff "Bunte Bresche" wurde in der zitierten geologischen Karte des Ries verwendet, in anderen geologischen Fachpublikationen wird hierfür auch der Begriff "Bunte Trümmersmassen" oder "glasfreie Impactbreccie" verwendet), wobei es sich hier um Relikte aus dem Einschlag des Ries-Meteoriten-Kraters bei Klosterzimmern bei Nördlingen vor ca. 14,7 Mio. Jahren handelt. Jeweils bis zur Bohrendtiefe wurden schluffige, feinsandige Tone und Mergel mit eingelagerten Steinen angetroffen. Bei dem Fels handelt es sich überwiegend um mürbe Kalksteine, in Teilbereichen wurden auch verwitterte Sandsteinbänke angetroffen. Die Konsistenz der Tone ist überwiegend halbfest an der Grenze zu steif bis halbfest. In unregelmäßiger Tiefe sind geringe Schichtwassereinschlüsse vorhanden, an diesen Stellen kann der Ton auch etwas aufgeweicht sein. Die Tone sind für eine Wohnbebauung gut geeignet. Die freigelegte Baugrubensohle muß vor Witterungseinflüssen geschützt werden, ebenfalls ist es erforderlich, daß ausgehobene Tone vor dem Zutritt von Oberflächenwasser geschützt wird. Bei den Tonen handelt es sich um witterungsempfindliche und frostempfindliche Böden der Gruppe F3. In der Regel können ausgehobene Tone als Dammschüttmaterial wieder verwendet werden. Sofern eine Vernässung durch Oberflächenwasser eintritt, ist es eventuell auch erforderlich, daß eine Bodenverbesserung mit Weißfeinkalk vorgenommen wird. Für den Fall von erforderlichen Rammarbeiten muß bei den Tonen von einem hohen Rammwiderstand ausgegangen werden. Erfahrungsgemäß sind hier rammunterstützende Maßnahmen (Vorbohren, Spülhilfe) erforderlich.

Die in den Tonen in unregelmäßiger Schichtenfolge eingelagerten Kalksteine und Sandsteine sind mürbe und zum Großteil zerrüttet. Es handelt sich hier um einen leicht lösbaren Fels, der in einer größeren Baugrube in der Regel mit einem Bagger zusammen mit dem Ton gut gelöst werden kann.

Oberflächennah wurden zum Teil Auffüllungen mit Schichtmächtigkeiten bis zu 2,90 m (B1) angetroffen. Bei diesen Auffüllungen handelt es sich zum Großteil um Erdaushub vermischt mit einem geringen Anteil an Ziegelresten. Die Tragfähigkeit der aufgefüllten Schichten ist etwas geringer anzusetzen gegenüber der Tragfähigkeit der anstehenden Tone. Ausgesprochen gering tragfähige Auffüllungen wurden jedoch nicht angetroffen, lediglich bei der Bohrung B1 wurde in einer Tiefe von 2,0 m bis 2,9 m leicht aufgeweichte Auffüllungen festgestellt.

Die nachfolgende Tabelle 1 enthält eine Zusammenstellung der geologischen und bodenmechanischen Merkmale des Untergrundes.

Tabelle 1: Geologische und bodenmechanische Merkmale des Untergrundes

Geologische Schichtbezeichnung	Bodenart nach DIN 4022	Klassifikation nach DIN 18196	Farbe	Lagerung Konsistenz Beschaffenheit
Auffüllung	U, t, fs, x	UM	braun	weich-steif, teilweise auch steif-halbfest
Bunte Bresche	T, u, fs, x	TM	hellbraun	steif-halbfest
Bunte Bresche	Kst, S*		braun-hellbraun	zerrüttet, mürbe
Bunte Bresche	Sst, u		braun	mürbe, verwittert

### 3.2 Bodenklassen nach DIN 18 300

Tabelle 2:

Bodenart	Bodenklasse
Auffüllung	4
Bunte Bresche, Ton	4
Bunte Bresche, Kst	6
Bunte Bresche Sst	6

Bei den im Baugebiet anstehenden Böden handelt es sich im wesentlichen um Böden der Bodenklasse 4. Die in unregelmäßiger Folge eingelagerten Sandstein- und Kalksteinbänke sind mürbe, stark absandende und verwitternde Felshorizonte, die als leicht lösbarer Fels der Klasse 6 einzustufen sind. Mengenmäßig können diese Schichten nur schwer erfaßt werden, da durch den Einschlag des Ries-Meteoriten-Kraters Felsbrocken in unregelmäßiger Folge, Ausmaß und Tiefenlage in den Tonen (tertiäre Sedimente) eingelagert wurden. Abweichungen gegenüber den Bohrungen - selbst auf kurzer Distanz - sind daher nicht auszuschließen. Es handelt sich hier überwiegend um einen leicht lösbaren Fels der Klasse 6. Fels der Klasse 7 wurden bei den Bohrungen nicht angetroffen. Empfohlen wird jedoch, die Felsklasse 7 als Bedarfsposition mit in das LV aufzunehmen. Im Zweifelsfall sind die tatsächlichen Bodenklassen beim Aushub durch einen Baugrundgutachter festlegen zu lassen.

### 3.3 Bodenkennwerte

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

Tabelle 3:

Geologische Schichtbezeichnung	Wichte des feuchten Bodens	Wichte des Bodens unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul
	$\gamma$	$\gamma'$	$\varphi$	$c'$	Es
	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	°	kN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>
Auffüllung	20	10	27,5	3	6 - 9
Bunte Bresche, Ton	20,5	11	25	15	12 - 18
Bunte Bresche	21	11,5	37,5 *	-	40 - 60

\* Ersatzreibungswinkel

### 3.4 Hydrogeologie

Geringe Schichtwasserzuflüssen wurden bei den Bohrungen B1, B3 und B4 in unregelmäßigen Tiefen angetroffen. Ein zusammenhängender Grundwasserstrom ist hieraus nicht herzu- leiten. Die im Untergrund anstehenden Tone sind nur gering durchlässig bis nahezu undurch- lässig. Hier kann eine Wasserdurchlässigkeit  $k_f < 1 \cdot 10^{-8}$  m/s angesetzt werden. Eine Ver- sickerung von Oberflächenwasser ist im Baugebiet nicht möglich.

### 3.5 Erdbebenzonen nach DIN 4149

Donauwörth liegt nach der DIN 4149 in der Erdbebenzone II. Eine Bemessung der Gebäude für diesen Lastfall ist in der Erdbebenzone II erforderlich. Die Horizontalbeschleunigung kann gemäß DIN 4149 mit  $a_0 = 0,40$  m/sec.<sup>2</sup> angesetzt werden. Für die im Untergrund anstehen- den Böden kann ein Baugrundfaktor  $\kappa = 1,3$  angesetzt werden. Weitere Hinweise zur Di- mensionierung des Lastfalles sind der DIN 4149 zu entnehmen.

## 4. Gründungsempfehlungen

### 4.1 Allgemeine Bebaubarkeit

Das Gelände ist grundsätzlich für eine Wohnbebauung geeignet. Die Gründung kann mittels Streifen- und Einzelfundamenten in einer frostfreien Tiefe  $> 1,0$  m unter GOK vorgenommen werden, wobei projektbezogen zulässige Bodenpressungen in einer Größenordnung von ca. 180 kN/m<sup>2</sup> bis 240 kN/m<sup>2</sup> angesetzt werden können. Die oberflächennah anstehenden aufge- füllten Schichten sollten für eine Gebäudegründung nicht herangezogen werden. Hier ist ein Bodenaustausch oder eine Vertiefung der Fundamente vorzunehmen. Ebenfalls nicht geeig- net sind aufgeweichte Zwischenlagen, die beim Aushub angetroffen werden. Hier ist ein ent- sprechender Mehraushub vorzunehmen. Bei tiefergeführten Fundamenten sowie Funda- mentsohlen, die bereits in den besser tragfähigen Fels einbinden, kann ggf. auch noch eine Erhöhung der Bodenpressung angesetzt werden. Bei Bedarf sind hier objektbezogene Gut- achten zu erstellen.

Die relativ gleichmäßig verlaufende Morphologie des Geländes sowie die Ergebnisse der Aufschlußbohrungen haben keinen Hinweis gegeben, daß es sich hier um ein rutschgefährdetes Gebiet handelt. Bestätigt wird dieses auch durch die nur in einer geringen Anzahl und in größerer Tiefe angetroffenen Sickerwasseraustritte. Da es sich bei dem Schellenberg im weiteren Umfeld generell um ein rutschgefährdetes Gebiet handelt, sollten jedoch gewisse Vorsichtsmaßnahmen beim Aushub der Baugruben getroffen werden. Folgende Empfehlungen sind hier einzuhalten:

- Baugrubenböschungen, die in Hangfalllinie angeordnet werden (grober Verlauf von West nach Ost) können - bei ausreichenden Platzverhältnissen - bis in eine Tiefe von ca. 4 m unter einem Winkel von 60° angelegt werden. Bei einer größeren Tiefe ist ein Verbau anzuordnen und/oder die rechnerische Sicherheit der Böschung ist nachzuweisen.
- Baugrubenböschung in Richtung Bergseite (grober Verlauf von Nord nach Süd) können bis in eine Tiefe von ca. 2 m unter einem Winkel von 60° angelegt werden. Bei Tiefen zwischen 2 m und 4 m ist der Winkel auf ca. 45° abzuflachen.
- Bei Aushubtiefen > 4,0 m ist vorzugsweise ein kraftschlüssiger Verbau vorzusehen (Aussteifung oder Trägerbohlwandverbau mit und ohne Verankerung).
- Die freigelegten Böschungen sind sorgfältig auf eventuell austretendes Hangsickerwasser zu untersuchen. Gegebenenfalls ist hier ein Baugrundgutachter einzuschalten. Sofern Hangsickerwasser austritt, muß die Standsicherheit der Böschung rechnerisch unter Berücksichtigung dieses Aspektes nachgewiesen werden.
- Das beim Baugrubenaushub anfallende Schüttmaterial kann zur Hinterfüllung der Baugruben wieder verwendet werden. Hier ist dafür Sorge zu tragen, daß keine Vernässung durch Oberflächenwasser eintritt. Die Gebäude sind gemäß DIN 18 195 gegen nicht drückendes Grundwasser zu sichern. Generell sollte im Hangbereich eine Drainage angeordnet werden. Eine Versickerung von Oberflächenwasser, Dachflächenwasser oder Schichtwasser, welches über die Dränagen aufgefangen wird, kann im tieferen Untergrund nicht durchgeführt werden. Hier ist eine Ableitung in den Kanal vorzunehmen.

#### 4.2 Kanalbau

Die genaue Tiefenlage der Kanäle liegt noch nicht vor. Aufgrund des großen Gefälles im Baugebiet kann man davon ausgehen, daß Kanäle in Tiefen zwischen 1,5 m bis maximal 4 m unter GOK (eventuell mit Absturzbauwerken) errichtet werden müssen. Aufgrund der bereits vorliegenden Bebauung und den relativ beengten Platzverhältnissen wird empfohlen, die Kanalverlegung innerhalb eines Stahlplattenverbau vorzunehmen. Bei ausreichenden Platzverhältnissen kann der kurzfristig geöffnete Kanalgraben auch in einer geböschten Baugrube unter einem Winkel von 60° angelegt werden. Die in Höhe der Kanalgrabensohle anstehenden Tone sind in der Regel ausreichend tragfähig, hier ist eventuell der Einbau von 10 cm bis 15 cm eines dränfähiges Kieses zur Ableitung von möglicherweise auftretendem Hangsickerwasser vorzusehen. Über den Einsatz dieses Bodenaustausches muß auf der Baustelle entschieden werden. Geeignet ist ein gut durchlässiger Frostschutzkies 0/32 der Gruppe GW/GI. Neben der guten Wasserableitung ist bei diesem Kies gleichzeitig eine ausreichende Filterstabilität gegenüber den anstehenden Böden gewährleistet. Geotextilien als Trennschicht sind im vorliegenden Fall nicht erforderlich. Sofern in Höhe der freigelegten Kanalgrabensohle aufgeweichte Schichten anstehen, kann es ggf. erforderlich werden, daß ein

geringer Mehraushub vorgenommen wird. Da im vorliegenden Fall keine geschlossenen Grundwasserhorizonte oder durchführende Schichtwasserlinsen freigelegt werden, ist eine Unterbrechung der Dränagen nicht erforderlich. Die ausgehobenen Tone können als Kanalgrabenverfüllung wieder verwendet werden, hier wird darauf hingewiesen, daß ein sachgemäßer Erdbau vorzunehmen ist. Ausgehobene Tone müssen vor dem Zutritt von Oberflächenwasser geschützt werden (die Materialmieten müssen abgedeckt oder abgewalzt und mit einem Quergefälle  $> 6\%$  hergestellt werden). Nur bedingt oder nicht geeignet sind die - speziell im unteren Teilbereich - anstehenden aufgefüllten Bodenarten. Hier kann es eventuell erforderlich werden, daß ein Bodenaustausch eingesetzt wird. Aufgrund von der Geologie sollte hier jedoch vorzugsweise auch ein bindiger bzw. gering durchlässiger Boden als Kanalgrabenverfüllung eingesetzt werden (Vermeidung von Wassersäcken). Bei den anstehenden Böden handelt es sich um schlechter verdichtbare Böden der Verdichtbarkeitsklasse V3 (siehe auch ZTVA-StB 97). Die Höhe der Schüttlagen und die Wahl des Verdichtungsgerätes ist hierauf abzustimmen. Zu verwenden sind Grabenwalzen mit einer Schafffußbandage sowie Schüttlagen  $\leq 30$  cm. In Verkehrsflächen ist eine Verdichtung  $\geq 95\%$  bzw.  $97\%$  (Planum bis 0,5 m Tiefe) vorzunehmen. Die Verdichtungsanforderungen sowie die durchzuführenden Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen sind der ZTVE-StB 94/97 zu entnehmen.

### 4.3 Straßenbau

Erschließungsstraßen werden erfahrungsgemäß für die Bauklasse V oder VI nach den RStO 86/89 ausgebaut. Die im Untergrund anstehenden mittelplastischen Tone sind als sehr frostempfindliche Böden der Klasse F3 einzustufen. Nach RStO 86/89 beträgt die erforderliche Dicke des Straßenoberbaus 55 cm (Richtwert gemäß Tabelle = 50 cm zzgl. Frosteinwirkung, Zone II, Tabelle 7, Zeile 1.2 = 5 cm). Der erforderliche Straßenoberbau kann in Anlehnung an die Tafel 1 der RStO 86/89 festgelegt werden. Die im Untergrund anstehenden Tone weisen erfahrungsgemäß nicht die erforderliche Tragfähigkeit  $E_{v2} \geq 45$  MN/m<sup>2</sup> auf. Je nach Konsistenz und Wassergehalt der anstehenden Böden ist davon auszugehen, daß  $E_{v2}$ -Werte in einer Größenordnung von ca. 15 MN/m<sup>2</sup> bis 25 MN/m<sup>2</sup> erreicht werden. Vorzusehen ist daher ein Bodenaustausch in einer Größenordnung von ca. 20 cm bis 30 cm, wobei 30 cm Bodenaustausch voraussichtlich bei den Straßen im unteren Teilbereich des Baugebietes und 20 cm beim Straßenaufbau im oberen Teilbereich vorzusehen ist. Die jeweilige Stärke des Bodenaustausches muß auf der Baustelle anhand der örtlichen Gegebenheiten festgelegt werden. Geeignet als Bodenaustausch ist ein grob- bis gemischkörniger Kies oder Schotter der Gruppe GW/GI/GU. Sand als Bodenaustausch ist hier nur bedingt geeignet. Bei der Verwendung des Standardleistungskataloges LB StB-BY, Ziffer 9041040101 (Lieferung von nicht bindigem Boden) ist als Zusatz zu vermerken, daß ein Sand als Bodenaustausch nicht geeignet ist.

Generell denkbar ist auch eine Bodenverbesserung mit Bindemittel, wobei im vorliegenden Fall vorzugsweise Weißfeinkalk oder ein Mischbindemittel (werkseitige Mischung von Zement oder Weißfeinkalk, z.B. DOROSOL C 70) mit einem hohen Anteil an Weißfeinkalk einzusetzen ist. Da die Bodenverbesserung innerhalb einer teilweise vorliegenden Wohnbebauung durchgeführt werden muß, ist eine Bodenverbesserung aufgrund der nicht auszuschließenden Staubbildung problematisch. Sofern hier ein entsprechender Schutz vorgesehen wird, kann der anstehenden Boden auch durch die Zugabe von ca. 2 % Weißfeinkalk mit einer mittleren Frästiefe von ca. 30 cm verbessert werden.

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

