

Geotechnische Ergänzungsuntersuchung für das geplante Gewerbegebiet „Auf dem Forst“ westlich der bebauten Ortslage von Riedstadt/Wolfskehlen

Auftraggeber:

**Kommunalentwicklung LEG Baden-Württemberg GmbH
Olgastraße 86
70180 Stuttgart**

BGU – Gutachten Nr. 230505

1. Veranlassung

Für das geplante Gewerbegebiet „Auf dem Forst“, westlich von Riedstadt-Wolfskehlen wurde von dem Büro für Geotechnik und Umwelt, Darmstadt, ein Versickerungsgutachten erstellt (vgl. BGU-Gutachten Nr. 140505 vom 10.05.2005).

In der Besprechung am 17.05.2005, bei der Vertreter der Gemeinde Riedstadt, des Landratsamts Groß-Gerau – Untere Wasserbehörde, der Ingenieurbüros Schreiber, Unger und BGU sowie der Kommunalentwicklung LEG Baden-Württemberg GmbH teilnahmen, wurde auf Grundlage des Versickerungsgutachtens die weitere Vorgehensweise bei der Erschließung und Entwässerung des geplanten neuen Gewerbegebiets beraten.

Von Seiten der Planungsbüros und des Investors wurde der Wunsch geäußert, ergänzend zu dem Versickerungsgutachten, weitere Informationen über den Untergrund in Form von baugrundtechnischen und ausführungstechnischen Angaben zum Kanalbau zu erhalten.

Mit Schreiben vom 25.05.2005 beauftragte die Kommunalentwicklung LEG Baden-Württemberg GmbH das Büro BGU auf Grundlage des Angebots Nr. 230505 vom 23.05.2005 mit der Durchführung von Geländearbeiten und Erarbeitung einer ergänzenden Stellungnahme zu baugrundtechnischen Fragestellungen.

Angaben zur Lage des Untersuchungsgeländes und der Untergrundsituation sind o.g. Versickerungsgutachten zu entnehmen.

2. Geländearbeiten

Um Aussagen über die Tragfähigkeit des Untergrunds machen zu können, wurden am 27.05.2005 insgesamt 6 Rammsondierungen durchgeführt (Lage der Sondierpunkte in Anlage 1). Die Rammsondierungen erfolgten nach DIN 4094 mit der Sonde Typ DPM (dynamic probing medium). Der

Spitzenquerschnitt der Sonde betrug 10 cm^2 bei einem Fallgewicht von 30 kp und einer Fallhöhe von 0,5 m. Die Ergebnisse sind in Anlage 2, in Form von Widerstandskennliniendiagrammen, dokumentiert.

In allen Sondierlöchern wurde der Grundwasserstand gemessen.

Die Rammsondierungen wurden bevorzugt im Bereich der geplanten Straßen in der Nähe von Rammkernsondierungen niedergebracht (vgl. Versickerungsgutachten) und erreichten alle die vorgesehene Endtiefe von 3,00 m. Um einen Vergleich von Schichtenfolge und Tragfähigkeit zu ermöglichen, ist, in Anlage 2, das Schichtenprofil der entsprechenden Rammkernsondierung jeweils im Anschluss an das Widerstandskennliniendiagramm der benachbarten Rammsondierung beigefügt.

Weitere Anhaltspunkte über die Tragfähigkeit der oberflächennah anstehenden Böden konnten durch 4 dynamische Lastplattendruckversuche nach TP BF StB Teil B 8.3 ermittelt werden. Hierdurch wurde der dynamische Verformungsmodul E_{vd} [MN/m²] ausgewählter Bodenschichten bestimmt.

Die Lastplattendruckversuche LPDdyn 1 – 3 wurden im Bereich von DPM 2 angesetzt, und zwar direkt an der Erdoberfläche (LPDdyn 1), in 0,30 m Tiefe (LPDdyn 2) und in 0,60 m Tiefe (LPDdyn 3).

LPDdyn 4 kam in der Nähe von DPM 1 in einer Tiefe von 0,30 m zur Ausführung.

3. Ergebnisse und Bewertung

3.1 Tragfähigkeit

Die Tragfähigkeit der an der Oberfläche lagernden Ackerkrume und des Decklehms ist als „gering“ zu bezeichnen. Die Schlagzahlen der

mittelschweren Rammsondierungen lagen hier meist unter 5 pro 10 cm Eindringtiefe.

Im Hochflutlehm erhöht sich die Tragfähigkeit meistens (verbreitet Werte über 10 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe). Ein erhöhter Kalkgehalt im Hochflutlehm mit Kalkausfällungen verbessert offensichtlich auch die Bodendichtigkeit (Schlagzahlen > 20) und führt zu einer mittleren Tragfähigkeit.

Teilweise zeichnet sich der Hochflutlehm durchgängig durch eine geringe Tragfähigkeit aus. Dies ist im Bereich von DPM 3 der Fall. Ursachen hierfür könnten der geringe Kalkgehalt, eine lockere Lagerung und die weiche Konsistenz sein.

Die den Hochflutlehm unterlagernden Sande sind, je nach Lagerungsdichte, als „mittel“ bis „gut“ tragfähig zu klassifizieren.

Extrem gering tragfähige Böden, z.B. in Form von faulschlammähnlichen Altarmablagerungen, wurden im Bereich der Aufschlusspunkte nicht angetroffen und sind auch im Bereich des Projektgebiets eher unwahrscheinlich.

- Lastplattendruckversuche

Die bei den nach TP BF StB Teil B 8.3 durchgeführten dynamischen Lastplattendruckversuchen ermittelten E_{vd} – Werte können, nach Erfahrungswerten, multipliziert mit einem Faktor von ca. 2,0 bis 2,5, mit den E_{v2} - Werten des statischen Lastplattendruckversuchs nach DIN 18134 korreliert werden.

In der nachfolgenden Auflistung sind die ermittelten Tragfähigkeitswerte enthalten.

BEZEICHNUNG	E_{vd} [MN/m ²]	E_{v2} [MN/m ²]
LPDdyn 1: bei DPM 2, Erdoberfläche	6,4	ca. 12-15
LPDdyn 2: bei DPM 2, in 0,30 m Tiefe	7,3	ca. 15-18
LPDdyn 3: bei DPM 2, in 0,60 m Tiefe	14,3	ca. 30-35
LPDdyn 4: bei DPM 1, in 0,30 m Tiefe	16,0	ca. 32-40

Die Lastplattendruckversuche lieferten z.T. die für bindige Böden typischen Tragfähigkeiten von 10 – 20 MN/m² im Verformungsmodul E_{v2} des statischen Lastplattendruckversuchs. Die in LPD 3 und 4 festgestellten Werte sind für bindige Böden als vergleichsweise gut einzustufen und auf die teilweise halbfeste Konsistenz des Deck- und Hochflutlehms zurück zu führen.

3.2 Grundwasser

Grundwasser wurde zum Zeitpunkt der Geländearbeiten nur in den Bohrlöchern von DPM 2 und DPM 3 gemessen. Es stellte sich jeweils in ca. 2,80 m u. GOF ein. Die übrigen Bohrlöcher blieben bis zur Endtiefe von 3,00 m trocken.

Erfahrungsgemäß wird es in der trockenen Jahreszeit zu einem weiteren Absinken des Grundwasserstands kommen.

3.3 Bodenkenngrößen

Die im Bereich des geplanten Gewerbegebiets erbohrten Bodenschichten wurden nach DIN 18196 klassifiziert. Die in Abstimmung mit DIN 1055 daraus resultierenden bodenmechanischen Kennwerte sind nachfolgend abgeschätzt:

Bedeutung der Kurzzeichen :

KZ	=	Kurzzeichen nach DIN 18196 für die Bodengruppe
cal γ	=	Feuchtwichte
cal γ'	=	Wichte unter Auftrieb
cal φ	=	Reibungswinkel
cal c'	=	Kohäsion
cal E_s	=	Steifemodul

	Decklehm, dunkel- braun, steif-halbfest	Hochflutlehm z.T. mit Kalkkon- kretionen, steif	Fein- Mittelsande mitteldicht
KZ	TM	UM, TM, UL	SE
cal γ (kN/m ³)	19	19	18
cal γ' (kN/m ³)	9	9	9
cal φ (°)	23-25	25-28	35
cal c' (kN/m ²)	15	5-10	0
cal E_s (MN/m ²)	4-7	6-12	40-50

Boden- und Frostempfindlichkeitsklassen

	Bodenklasse Frostempfindlichkeitsklasse (nach DIN 18300)	(nach ZTVE-StB)
Decklehm	4	F 3
Hochflutlehm	4	F 3
Fein-/Mittelsande	3	F 1

(F 1 - nicht frostempfindlich; F 2 - gering bis mittel frostempfindlich ; F 3 - sehr frostempfindlich)

Bodenart und Proctordichte (für die Verlegung von Kanalrohren)

	Bodenart (nach ATV A 127)	Proctordichte D_{pr} in % (geschätzt), Sohle nachverdichtet
Decklehm	G 4	92
Hochflutlehm	G 3	95
Fein-/Mittelsande	G 1	95

4. Ausführungstechnische Empfehlungen für das Verlegen von Kanälen und Versorgungsleitungen

Die Versorgungsleitungen werden größtenteils im Deck- und Hochflutlehm verlegt werden. Darüber wird es zu einer 1,00 – 1,50 m hohen Auffüllung kommen.

Baugruben-/Grabenböschung

Der empfohlene Böschungswinkel beträgt im Decklehm und Hochflutlehm 60°. Kurzzeitig wird auch eine senkrechte Böschung möglich sein, ohne dass die Böschungsränder nachbrechen (beachte: DIN 4124). Senkrechte Langzeitböschungen sind durch Verbau zu sichern.

Die Fein- und Mittelsande sollten mit 45° geböscht werden. Bei senkrechter Schachtung ist ein Verbau erforderlich.

Baggerbarkeit

Bis zur Kanalsole ist mit günstigen Aushubbedingungen zu rechnen (Bodenklasse 3 und 4).

Wiederverwendung Aushub

Die am Standort im Bereich der Grabensohle meist auftretenden bindigen Böden (Ackerkrume, Lehme) sind ohne Bodenverbesserung für einen Wiedereinbau nicht geeignet. Durch die Zugabe von Bindemittel (Feinkalk,

Kalk-Zement-Gemisch) kann eine Bodenverbesserung und die Wiedereinbaufähigkeit erreicht werden.

Alternativ ist tragfähiges Austauschmaterial vorzusehen.

Die Fein- und Mittelsande sind baugrundtechnisch zum Wiedereinbau geeignet.

Einbaukriterien

Die Art und Verdichtungsleistung der zum Einbau vorgesehenen Materialien sollte nach den Vorgaben der ZTVE-StB 94 erfolgen.

Kanalsohle

Zusätzlicher Bodenaustausch ist in der Grabensohle voraussichtlich nicht erforderlich. Eine Grundtragfähigkeit ist gewährleistet. Mit extrem ungünstigen Bodenverhältnissen (z.B. Faulschlamm, Altarmablagerungen) muss nicht gerechnet werden.

Kommt es in der Grabensohle infolge von starken Regenfällen oder hohen Grundwasserständen allerdings zu Aufweichungen, sollten die entsprechenden Böden ausgehoben und durch tragfähiges Material ersetzt werden.

5. Straßenbau

Erdplanum

Für den Straßenbau sollte der aufgelockerte Ackerboden abgeschoben werden.

Straßendämme

Durch die geplante Aufhöhung des Geländes müssen auch im Bereich der Straßen Aufschüttungen erstellt werden, die einen ausreichenden Unterbau gewährleisten.

Das Widerlager der Straßendämme wird der steife bis halbfeste Decklehm bilden, der im gewachsenen, steifen/halb festen Zustand und nach dem Auftragen einer ca. 10 – 20 cm starken Ausgleichsschicht aus sandig-kiesigen Material, eine ausreichende Tragfähigkeit aufweisen wird.

Die Art und Verdichtungsleistung der zum Einbau vorgesehenen Materialien sollte nach den Vorgaben der ZTVE-StB 94 erfolgen.

Kommt es zu großflächigen Aufweichungen wird zur Stabilisierung des Erdplanums ggfs. zusätzlicher Bodenaustausch oder eine Tragfähigkeitserhöhung durch das Einfräsen von Bindemittel empfohlen.

Ober-/Unterbau für die Oberflächenversiegelung

Die Mindestmächtigkeiten des Straßenoberbau und -unterbaus sollten sich nach den Vorgaben der RStO 01 richten. Hierbei ist die Bauklasse der zu errichtenden Straße zu beachten. Diese ist vom Planer festzulegen.

6. Großflächige Geländeaufhöhung

Tragfähigkeitsanforderungen

Bei der Geländeaufhöhung ist tragfähiges Material zu verwenden das den F 1 – Anforderungen der ZTVE StB 94 entsprechen sollte.

Umwelttechnische Anforderungen

Die umwelttechnischen Anforderungen an das Auffüllmaterial nach LAGA wird von den zuständigen Behörden angegeben.

Durchlässigkeit

Da die Versickerung des Niederschlagswassers im Bereich des Gewerbegebiets über die anzuschüttende Aufhöhung erfolgen wird, ist bei der Auswahl des Schüttguts eine ausreichende Durchlässigkeit zu achten (k_f -Wert mindestens 10^{-4} m/s).

7. Ergänzende Angaben zum Kanal- und Straßenbau

Überprüfung der Tragfähigkeit und Verdichtungsleistung

Die Überprüfung der Verdichtungsleistung sollte in den Kanalgrabenverfüllungen über Rammsondierungen und/oder dynamische Lastplattendruckversuche nach TP BF StB Teil B 8.3 erfolgen. Oberflächennah werden Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 empfohlen.

Grundwasser

Mit Grundwasser ist bei den Erdarbeiten im allgemeinen nicht zu rechnen. Bei extremem Rheinhochwasser werden aber auch im Projektgebiet die Grundwasserstände deutlich ansteigen. Bei einer Grundwasserbeeinflussung der Erdarbeiten kommt es zu einem erheblichen, ausführungstechnischen Mehraufwand. Es wird empfohlen, die Erdarbeiten bis zum Absinken des Grundwasserspiegels zu unterbrechen.

Wasserempfindlichkeit

Die am Standort überwiegend vorkommenden bindigen Böden weisen eine hohe Wasserempfindlichkeit auf. Bei Durchnässung neigen sie zum Aufweichen, bei anschließender Befahrung zum tiefgründigen Verschlammten.

Aushubarbeiten haben grundsätzlich rückschreitend zu erfolgen, der Einbau von Auffüllmaterial ist "vor-Kopf" zu realisieren.

Ein Befahren der ungeschützten Planumsflächen sollte unterbleiben.

Bei ungünstigen Witterungsverhältnissen sind die Erdarbeiten zu unterbrechen.

8. **Bebauung der Flächen**

Grundsätzlich bestehen im Bereich des Gewerbegebiets bis in 1,0 – 1,5 m Tiefe ungünstige Gründungsbedingungen. Erhöhte Tragfähigkeiten sind im verfestigten Hochflutlehm und den unterlagernden Sanden zu erwarten (potentieller Gründungshorizont).

Durch die Aufhöhung des Geländes bietet sich für die zu erstellenden Gebäude - sofern keine großen Lasten abzuführen sind - die Möglichkeit der Flachgründung. Durch geringe mittlere Bodenpressungen für Streifen- oder Einzelfundamente, oder den Einsatz von Gründungsplatten, können die Lasten in der tragfähigen Auffüllung abgeführt werden.

Besonderes Augenmerk ist auf die Frostsicherheit zu legen.

Eine projektbezogene baugrundtechnische Überprüfung der Bodenverhältnisse und der Auffüllung wird angeraten, da auf der untersuchten Fläche variierenden Bodenfestigkeiten beobachtet wurden (vgl. DPM 3), und es innerhalb von Auffüllungen erfahrungsgemäß zu Inhomogenitäten kommen kann.

9. **Schlussbemerkungen**

Die vorliegenden Ergebnisse und Empfehlungen basieren auf einer Rammkernsondierung, die in einem groben Bohrraster angeordnet wurden, sowie den Geländebeobachtungen und haben daher orientierenden Charakter.

Bei der geplanten sukzessiven Bebauung des Gewerbegebiets sollten weitere, projektbezogene Untergrunduntersuchungen erfolgen, um die bereits vorhandenen Erkenntnisse zu verifizieren.

Ergeben sich bei den geplanten Erdarbeiten neue, abweichende Erkenntnisse bzgl. des Untergrunds, wird eine Rücksprache mit dem Bodengutachter angeraten.

Hinweise zur Versickerung von Niederschlagswasser wurden im BGU - Gutachten vom 10.05.2005 dargelegt.

Darmstadt/Bad Marienberg, den 09.06.2005

Jürgen Fischbach, Dipl.-Geol.

Martin Häbel, Dipl. Geol.

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Veranlassung	3
2	Geländarbeiten	3
3	Ergebnisse und Bewertung	4
3.1	Tragfähigkeit	4
3.2	Grundwasser	6
3.3	Bodenkenngrößen	6
4	Ausführungstechnische Empfehlungen für das Verlegen von Kanälen und Versorgungsleitungen	8
5	Straßenbau	9
6	Großflächige Geländeaufhöhungen	10
7	Ergänzende Angaben zum Kanal- und Straßenbau	11
8	Bebauung der Flächen	12
9	Schlussbemerkungen	12

Anlagen

Anlagen

- 1 Lage der Untersuchungspunkte**
- 2 Ergebnisse der Rammsondierungen**

Geotechnische Ergänzungsuntersuchung für das geplante Gewerbegebiet „Auf dem Forst“ westlich der bebauten Ortslage von Riedstadt/Wolfskehlen

Auftraggeber:

Kommunalentwicklung LEG Baden-Württemberg GmbH

Olgastraße 86

70180 Stuttgart

Anlagen

BGU – Gutachten Nr. 230505

Anlagen

- 1 Lage der Untersuchungspunkte**
- 2 Ergebnisse der Rammsondierungen**

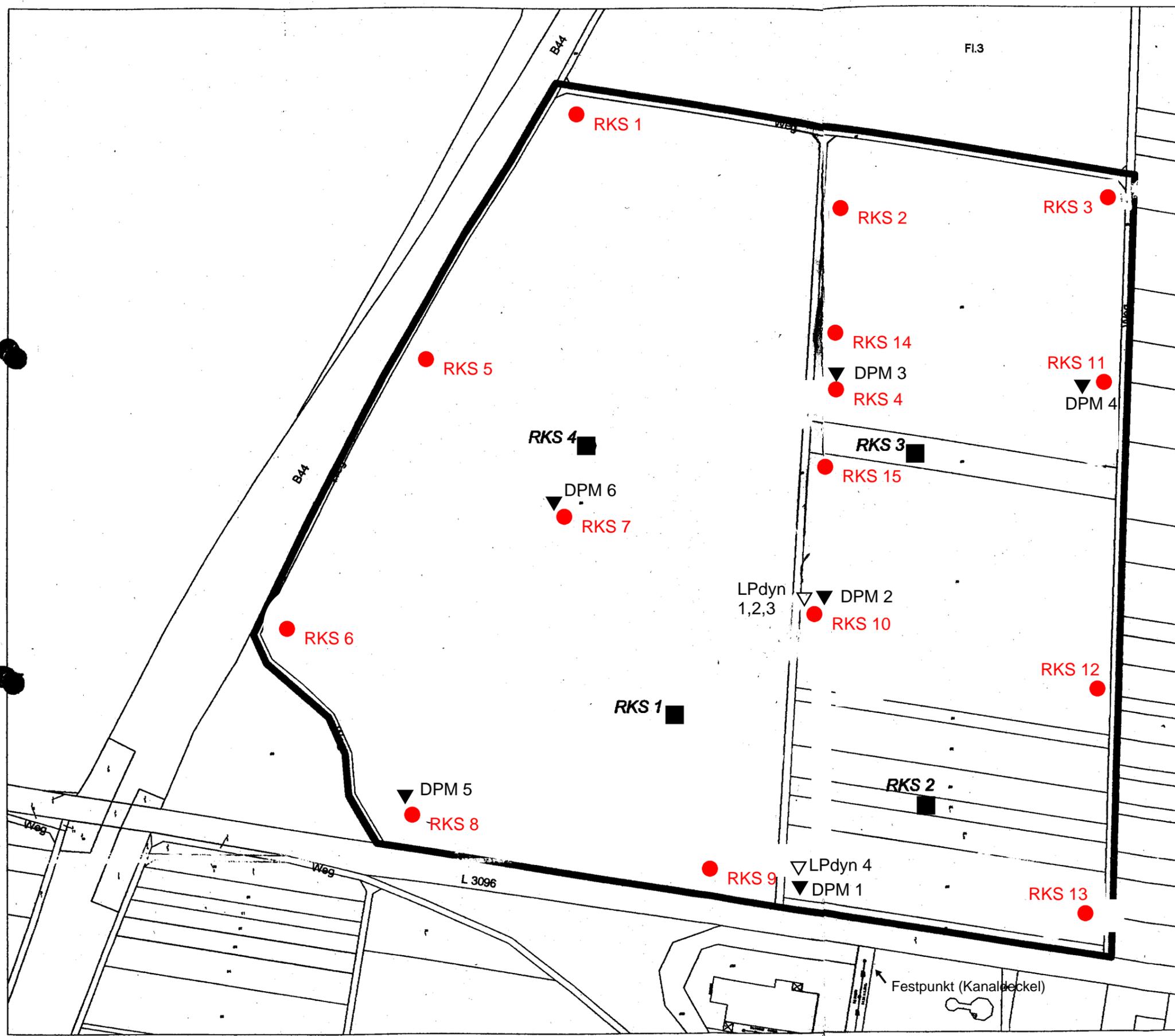
Geotechnische Ergänzungsuntersuchung für das geplante Gewerbegebiet „Auf dem Forst“ westlich der bebauten Ortslage von Riedstadt/Wolfskehlen

Auftraggeber:

**Kommunalentwicklung LEG Baden-Württemberg GmbH
Olgastraße 86
70180 Stuttgart**

Anlage 1

BGU – Gutachten Nr. 230505



Legende:

- Rammkernsondierung (BGU, 28.04.05)
- Rammkernsondierung (IGU, 28.06.04)
- Grenze des Planungsgebiets
- ▼ Rammsondierung (BGU, 27.05.05)
- ▽ Dynamische Lastplattendruckversuche (BGU, 27.05.05)

BGU

Anlage 1

Geotechnische Ergänzungsuntersuchung im Bereich
des geplanten Gewerbegebiets in
Riedstadt/Wolfskehlen (Gemeinde Riedstadt):
Lage der Untersuchungspunkte
M 1 : 2.500

Auftraggeber: KE-LEG Baden-Württemberg

Büro für Geotechnik und Umwelt BGU
Marburger Straße 13
64289 Darmstadt

Proj. Nr.: 230505 Bearb.: Fi/Hä Datum: 09.06.2005

Geotechnische Ergänzungsuntersuchung für das geplante Gewerbegebiet „Auf dem Forst“ westlich der bebauten Ortslage von Riedstadt/Wolfskehlen

Auftraggeber:

**Kommunalentwicklung LEG Baden-Württemberg GmbH
Olgastraße 86
70180 Stuttgart**

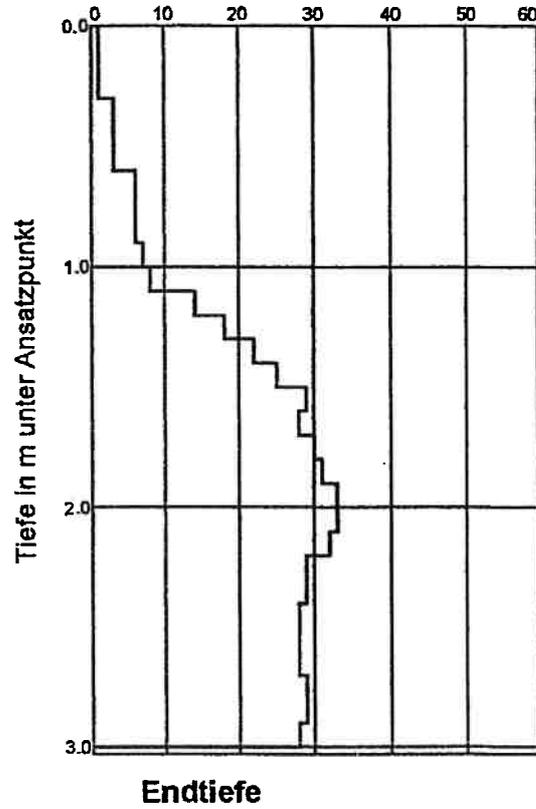
Anlage 2

BGU – Gutachten Nr. 230505

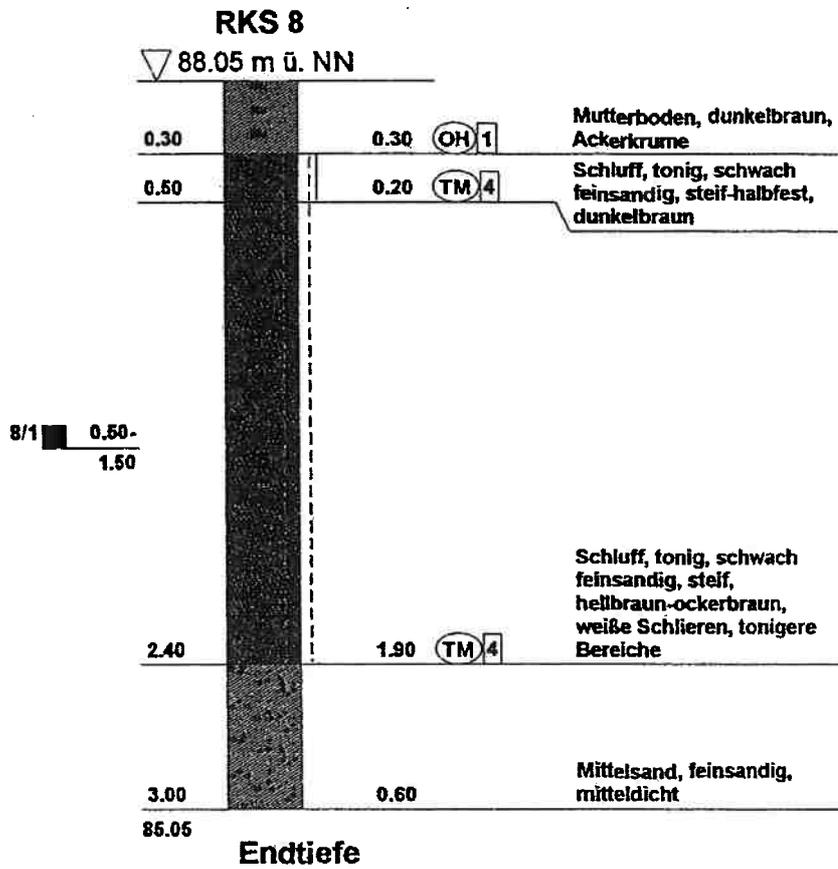
Rammsondierung DPM 5

88,05 m ü. NN, bei RKS 8

Schläge / 10 cm Eindringtiefe N10



Büro für Geotechnik und Umwelt BGU
Anlage 2: RAMMSONDIERUNGEN (DPM)
Gewerbegebiet in Riedstadt-Wolfskehlen
Geotechnische Ergänzungsuntersuchung
zum Versickerungsgutachten vom 10.05.2005
Bearb.: Fi/Hä; Datum: 27.05.05

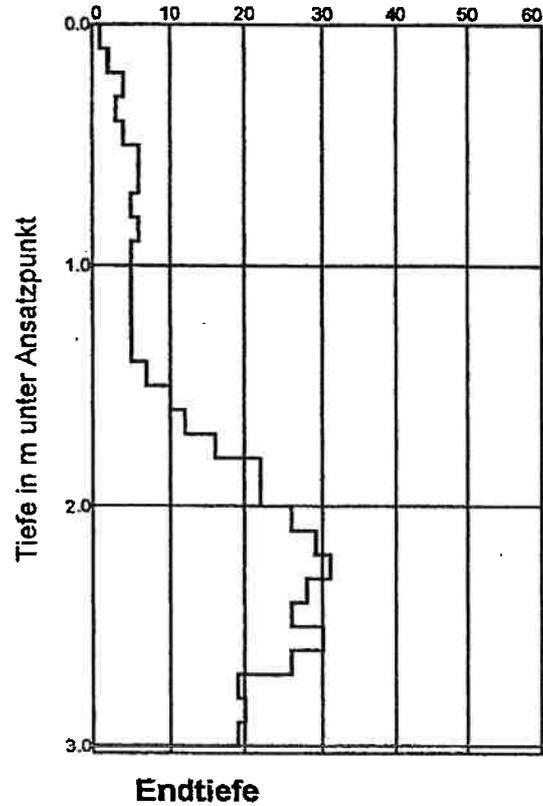


Büro für Geotechnik und Umwelt BGU
 Anlage 2: RAMMKERNSONDIERUNGEN (DPM)
 Gewerbegebiet in Riedstadt-Wolfskehlen
 Geotechnische Ergänzungsuntersuchung
 zum Versickerungsgutachten vom 10.05.2005
 Bearb.: Fi/Hä; Datum: 27.05.05

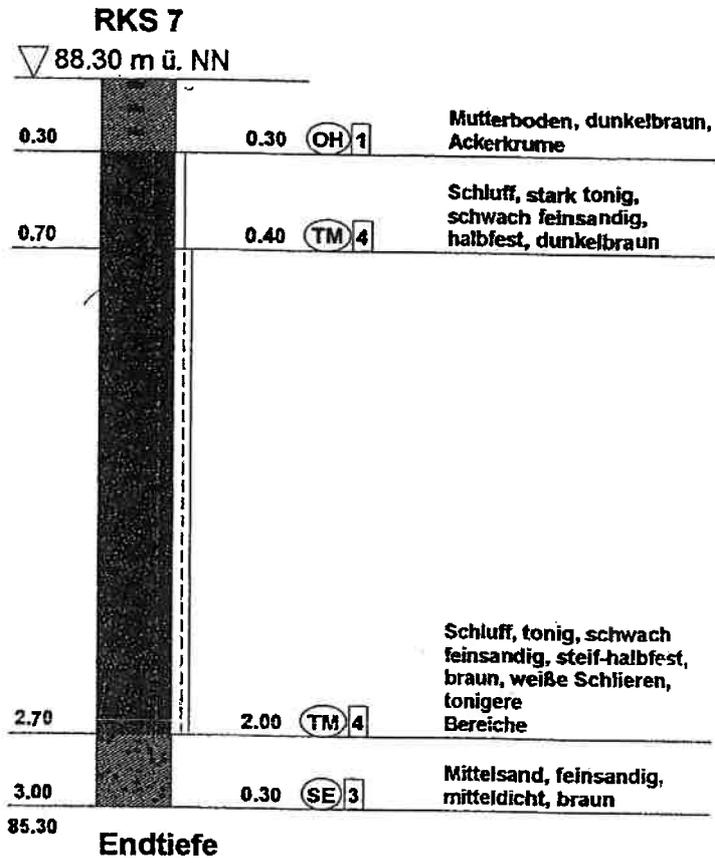
Rammsondierung DPM 6

88,30 m ü. NN, bei RKS 7

Schläge / 10 cm Eindringtiefe N10



Büro für Geotechnik und Umwelt BGU
Anlage 2: RAMMSONDIERUNGEN (DPM)
Gewerbegebiet in Riedstadt-Wolfskehlen
Geotechnische Ergänzungsuntersuchung
zum Versickerungsgutachten vom 10.05.2005
Bearb.: Fi/Hä; Datum: 27.05.05



Büro für Geotechnik und Umwelt BGU
 Anlage 2: RAMMKERNSONDIERUNGEN (DPM)
 Gewerbegebiet in Riedstadt-Wolfskehlen
 Geotechnische Ergänzungsuntersuchung
 zum Versickerungsgutachten vom 10.05.2005
 Bearb.: Fi/Hä; Datum: 27.05.05