Bodenmechanisches Labor Gumm

Büro Laufersweiler
Diller Weg 12
D-55487 Laufersweiler
info@labor-gumm.de
www.labor-gumm.de

Tel.: (06543) 501535
Fax: (06543) 501536
Mobil: (0171) 9517403

Baugrund • Altlasten • Deponiebau • Straßenbau • Hydrogeologie • Ingenieurgeologie

Baugrundgutachten

12 0713 -01

Erschließung des interkommunalen Gewerbegebietes LIMES an der L 3195 zwischen Langen-Bergheim und Eckartshausen

Auftraggeber:	Zweckverband „Interkommunales Gewerbegebiet LIMES“ Kobler Weg 44 63546 Hammersbach
Datum:	Laufersweiler, den 20.11.2012
Projekt-Nr.:	12 0713
Projektleiterin:	Hella Wagner (Dipl.-Geol.)
Projektbearbeiter:	Hanno Breitenfelder (Dipl.-Geol.) Jens Heymann (Dipl.-Geol.)

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1.0 ALLGEMEINE ANGABEN 4
1.1 Anlass und Auftrag 4
1.2 Bearbeitungsunterlagen 4
1.3 Derzeitige Nutzung und bautechnische Angaben 5
1.3.1 Derzeitige Nutzung 5
1.3.2 Bautechnische Angaben 6
2.0 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN UND PROBENAHME 7
3.0 ERGEBNISSE 8
3.1 Örtlicher Bodenaufbau / Schichtenbeschreibung 8
3.2 Grund- bzw. Schichtwasser 9
3.3 Zustandsgrenzen gemäß DIN 18122 10
3.4 Bestimmung des Glühverlustes 10
4.0 BODENMECHANISCHE KENNWERTE 11
5.0 BAUGRUNDBEURTEILUNG 12
5.1 Allgemeines 12
5.2 Leitungsbau 13
5.2.1 Gründung Kanal 13
5.2.2 Gründung Trinkwasserleitung 14
5.2.3 Rohrauflager und Leitungszone Kanal 14
5.2.4 Rückverfüllung / Einbau / Verdichtungsanforderungen 15
5.2.5 Vorgaben für die statischen Berechnungen gemäß ATV—DVWK-A 127 16
5.2.6 Sicherung der Leitungsgräben 17
5.2.7 Wasserhaltung 18
6.0 EMPFEHLUNGEN ZUM AUFBAU DER STRAßEN- UND VERKEHRSFLÄCHEN 19
6.1 Vorgaben gemäß RStO 01 19
6.2 Vergleich des Bestandes L 3195 mit dem Soll 21
6.3 Empfehlungen zum Straßenbau 22
6.4 Wasserverhältnisse Straßenbau 23
7.0 GEOTECHNISCHE EIGNUNG DER ERBOHRTEN BÖDEN 23
8.0 QUALITÄTSSICHERUNGSPROGRAMM 25
9.0 ABSCHLIEßENDE BEMERKUNGEN 27

TABELLENVERZEICHNIS

Seite

Tabelle 1: Ergebnisse der Laborversuche, Überschreitungen sind fett gedruckt dargestellt 11

Tabelle 2: Bodenmechanische Kennwerte gemäß DIN 1055 T 2, DIN 18300, DIN 18301, DIN 18196, ZTVE-StB und Henner Türke [B 15] 12

Tabelle 3: Vorgaben aus der ZTVE-StB, ZTVA-StB sowie aus den Sondierergebnissen, die bei der Berechnung der Rohrstatik zu berücksichtigen sind 17

Tabelle 4: Vorgaben gemäß RStO 01 zum Aufbau der Straßenfläche bei einer Asphaltdecke, Bauklasse II bis IV 20

Tabelle 5: Vorgaben gemäß der RStO 01 zum Aufbau der Geh- und Fahrradwege 21

Tabelle 6: Vorgeschlagenes Qualitätssicherungsprogramm 26

ANLAGEN

1. Lageplan mit Kennzeichnung der Aufschlusspunkte (1 Blatt)

2. Ergebnisse der Geländeuntersuchungen, Bohrprofile der Rammkernsondierungen (24 Blatt)

3. Ergebnisse der Bestimmung der Atterbergschen Zustandsgrenzen nach DIN 18122 (2 Blatt) und der Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18 128 (3 Blatt)

4. Anhaltswerte für Verdichtungsmöglichkeiten gemäß ZTVA-StB[1] (1 Blatt)

5. Schema aus der ZTVA-StB: Beispiele für die Verdichtungsgrade D_{Pr} in % nach ZTVE-StB[2] (1 Blatt)

---

[1] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen

[2] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau

1.0 ALLGEMEINE ANGABEN

1.1 Anlass und Auftrag

Der Zweckverband „Interkommunales Gewerbegebiet LIMES" plant die Erschließung des Gewerbegebietes „LIMES" an der L 3195 zwischen Langen-Bergheim und Eckartshausen (vgl. Anlage 1). Im Rahmen der Erschließung müssen Kanal- und Trinkwasserleitungen neu verlegt werden. Weiterhin ist im Gewebegebiet der Neubau von Straßen und die Erneuerung der Landesstraße L 3195 auf Höhe des Gewebegebietes geplant. Mit der Planung wurde das Ingenieurbüro IMB PLAN aus Frankfurt am Main beauftragt.

Zur Ausarbeitung der Gründungsvariante der geplanten Kanalleitungen und der Trinkwasserleitung, zur Festlegung der bodenmechanischen Kennwerte, die für eine statische Berechnung benötigt werden, sowie Aussagen zum Straßenoberbau waren im Vorfeld Bodenuntersuchungen notwendig.

Das Bodenmechanische Labor Gumm wurde vom Zweckverband „Interkommunales Gewerbegebiet LIMES", vertreten durch Herrn Göllner, beauftragt, für die geplante Baumaßnahme geotechnische Untersuchungen durchzuführen, um die Untergrundverhältnisse und die bodenphysikalischen Kennwerte zu bestimmen sowie Aussagen zur Baugrundsituation zu unterbreiten.

In dem vorliegenden Baugrundgutachten wird auf der Grundlage der bei den Geländearbeiten gewonnenen Erkenntnisse zu den generellen Baugrundverhältnissen, den Gründungsverhältnissen und den erdbautechnischen Maßnahmen Stellung genommen.

1.2 Bearbeitungsunterlagen

[A] Planungsunterlagen:

[A1] Übersichtsplan der Baumaßnahme, M 1 : 3000, zur Verfügung gestellt durch das Ingenieurbüro IMB PLAN, Frankfurt.
[A2] Bestandsleitungspläne, verschiedene Versorger, verschiedene Maßstäbe.
[A3] Drainageplan Himbach, M 1.2000, zur Verfügung gestellt durch das Ingenieurbüro IMB PLAN, Frankfurt.
[A4] Topografische Karte TK 25, Nr. 5719 (Blatt Büdingen), M 1 : 25.000..
[A5] Topografische Karte TK 25, Nr. 5719 (Blatt Altenstadt), M 1 : 25.000.
[A6] Geologische Karte GK 25, Nr. 5719 (Blatt Büdingen), M 1 : 25.000.
[A7] Geologische Karte GK 25, Nr. 5719 (Blatt Altenstadt), M 1 : 25.000.
[A8] Hessisches Landesamt für Bodenforschung: Geologische Übersichtskarte von Hessen, 1 : 300.000, Wiesbaden, Digitale Version, Stand 2007.
[A9] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Umweltatlas, Wiesbaden, Internetzugang des HLUG http://atlas.umwelt.hessen.de/atlas/index-ie.html, Stand November 2012.

[A10] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Übersichtskarte der Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete, Wiesbaden, Internetzugang des HLUG, Stand November 2012.

[B] Normen, Regelwerke und Literatur:

[B1] Beuth-Verlag (2012): Handbuch der Bodenuntersuchung, Berlin, Stand September 2012.

[B2] Beuth-Verlag (2012): Materialsammlung Betonbau - Regelwerke und deren Anwendung, Berlin, Stand August 2012.

[B3] Dachroth, Wolfgang (2002): Handbuch der Baugeologie und Geotechnik –, 3. Auflage, Berlin, Februar 2002.

[B4] Deutsches Institut für Normwesen e.V. (2011): Materialsammlung Betonbau - Regelwerke und deren Anwendung, Beuth-Verlag, Berlin, Stand August 2012.

[B5] DIN Taschenbuch 36: Erd- und Grundbau, Beuth-Verlag, 11. Auflage, Berlin, 2012-01.

[B6] DIN Taschenbuch 113: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes – Beuth-Verlag, 11. Auflage, Berlin, 2012.

[B7] DIN Taschenbuch 289: Schwingungsfragen im Bauwesen – Beuth-Verlag, 2. Auflage, Berlin, 2006.

[B8] DIN Taschenbuch 358: Gesteinskörnungen, Wasserbausteine, Gleisschotter, Füller – Beuth-Verlag, 2. Auflage, Berlin, 2008.

[B9] Floss, Rudolf (2011): ZTVE Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Kommentar mit Kompendium Erd- und Felsbau - 4. Auflage, Bonn, November 2011.

[B10] Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen e.V. (2012): Straßenbau A-Z – Köln, Stand Oktober 2012.

[B11] Hölting, Bernward; Coldewey Wilhelm G., (2009): Hydrogeologie, Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie – 7. Auflage, Stuttgart, 2009.

[B12] Prinz, Helmut (2011): Abriss der Ingenieurgeologie, 5. Auflage, Stuttgart 2011.

[B13] Schneider, Klaus-Jürgen (2008): Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen – 18. Auflage, München, August 2008.

[B14] Türke, Henner (1998): Statik im Erdbau – 3. Auflage, Berlin; 1999.

[B15] U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Reclamation (1974): Earth manual, a guide to the use of soils as foundations and as construction materials for hydraulic structures.

[B16] Witt, Karl Josef (früher Smoltczyk, Ulrich, 2009): Baugrundtaschenbuch, Band 1 bis 3 – 7. Auflage, Berlin, 2009.

1.3 Derzeitige Nutzung und bautechnische Angaben

1.3.1 Derzeitige Nutzung

Das untersuchte Gelände liegt direkt westlich der Bundesautobahn A 45 und nördlich der L 3195 zwischen den Ortschaften Langen-Bergheim und Eckartshausen (vgl. Anlage 1). Derzeitig wird das zu erschließende Gelände wird als landwirtschaftliche Fläche zum Acker-

bau genutzt. Das Höhenniveau liegt bezogen auf die mittlere Meeresspiegelhöhe zwischen ca. 167 m. NN und ca. 147 m NN (vgl. Anlage 1). Die allgemeine Morphologie des Untersuchungsgebietes fällt von Nordwesten nach Südosten hin ab.

Der nächst gelegene Vorfluter, der Krebsbach, fließt ca. 100 m südlich der L 3195 und entwässert nach Südwesten. Im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes befindet sich ein von Nordwest nach Südost verlaufender Graben, der im oberen Drittel des Gebietes endet. Hier befindet sich ein Drainagerohr. Zur Zeit der Geländearbeiten wurde keine Wasserführung im Graben bzw. aus dem Ablaufrohr festgestellt.

Gemäß der hessischen Karte für Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete bildet die L 3195 die Grenze zu einer ausgewiesenen Trinkwasserschutzzone II. Das geplante Gewerbegebiet liegt in einer ausgewiesenen Trinkwasserschutzzone III / IIIA und einer Heilquellenschutzzone III, III/1 (IIIA, II-IV).

1.3.2 Bautechnische Angaben

Im Rahmen der Erschließungsarbeiten werden Kanalisation, Trinkwasserleitung und Straßen neu gebaut. Die Gründungssohle der geplanten Kanalleitungen liegt nach Aussage des Planungsbüros bei etwa 2,5 m unter Geländeoberkante (m u. GOK).

Die Rohrsohle der Wasserleitung wird etwa in einer Tiefe zwischen 1,2 m und 1,5 m u. GOK liegen.

Im Zuge der Erschließungsarbeiten werden innerhalb des Gewebegebietes Erschließungsstraßen neu gebaut und die L 3195 auf einer Gesamtlänge von 350 m erneuert. In der Bundesrepublik Deutschland ist für den Straßenaufbau die RStO 01 heranzuziehen. Durch den Gutachter wird aufgrund des zu erwartenden Verkehrsaufkommens gemäß RStO 01 die Bauklasse III vorgeschlagen. Für den Kreisverkehr auf der L 3195 ist die gegenüber dem höchstbelasteten Fahrstreifen die nächst höhere Bauklasse vorzusehen. Damit werden folgende Bauklassen gemäß RStO 01 vorgeschlagen:

- Kreisverkehr BK II
- L 3195, Erneuerung BK III
- Erschließungsstraßen BK III

Durch das Planungsbüro ist der Ansatz zu überprüfen.

1.4 Regionale Geologie und Hydrogeologie

Gemäß der geologischen Karte wird der Untergrund im Untersuchungsraum von quartären Ablagerungen in Form von Tonen und Schluffen gebildet. Diese werden von tertiären Sedimenten aus Tonen, Schluffen, Sanden und Kiesen unterlagert. Direkt nördlich des Untersuchungsgebietes sind tertiäre Tone und Schluffe in Verbindung mit tertiären Basalten als an-

stehende Schichten ausgewiesen. Untergeordnet können permische Ablagerungen in Form von Sandsteinen und Arkosen des Rotliegend auftreten.

Die hydrogeologischen Verhältnisse lassen sich direkt von den geologischen ableiten.

Die gemischt- bis feinkörnig ausgebildeten quartären und tertiären Ablagerungen (Tone und Schluffe) weisen im Allgemeinen wegen ihres hohen Feinkornanteils eine geringe bis sehr geringe Porendurchlässigkeit auf. Sie neigen zu Vernässungen und bilden Stauwasserhorizonte.

2.0 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN UND PROBENAHME

Am 21.09.2012 und 24.09.2012 bis 26.09.2012 wurden die Geländearbeiten durchgeführt. Das Untersuchungsprogramm wurde mit dem Auftraggeber abgestimmt und den örtlichen Gegebenheiten angepasst (vgl. Anlage 1 und 2).

Folgendes Untersuchungsprogramm wurde durchgeführt:

- 3 Kernbohrungen gemäß TP Asphalt-StB Teil 27 mit DN 150, Gewinnung von 3 Bohrkernen. Beprobung des Straßenoberbaus (Asphalt) nach organoleptischen Kriterien. Die Probenbezeichnung erfolgte nach ihrer Entnahmestelle (die Abkürzung BK steht für „Bohrkern" der jeweiligen Kleinrammbohrung) und der Entnahmetiefe (vgl. Anlage 2). Die Asphaltproben wurden für abfalltechnische Untersuchungen verwendet.
- 24 Kleinrammbohrungen (KRB) bis maximal 5,0 m unter Geländeoberkante (u. GOK). Die Abkürzung ET steht für die geplante Endtiefe.
- Geologische Beschreibung des Bodenaufbaus nach DIN EN ISO 14688-1 und DIN EN ISO 14688-2
- Darstellung der Bohrprofile gemäß DIN 4023
- Beprobung des Bodens bzw. des Bohrguts nach organoleptischen sowie geologischen Kriterien gemäß DIN EN 1997 / DIN EN ISO 22475. Die Probenbezeichnung erfolgte nach ihrer Entnahmestelle und der Entnahmetiefe (vgl. Anlage 2). Die Proben wurden für abfalltechnische Deklarationsanalysen und bodenmechanische Untersuchungen herangezogen.
- Nivellement der Bohransatzpunkte. Als Bezugspunkt wurde ein Vermessungspunkt auf der L 3195 herangezogen. Dieser hat eine Höhe von 154,22 m NN.

Bei der Auswahl der Proben waren verschiedene Kriterien maßgebend, wie z.B. gleiche Schichten bzw. Tiefen, organoleptische Auffälligkeiten, Lage der KRB (vgl. Anlage 4.0).

3.0 ERGEBNISSE

3.1 Örtlicher Bodenaufbau / Schichtenbeschreibung

Im Rahmen der Geländearbeiten wurden im Wesentlichen die folgenden Schichten angetroffen (vgl. auch Anlage 2 – Bohrprofildarstellungen):

Schicht ① - Auffüllungen

Schicht ①a – Gebundener Oberbau - Asphalt

In den Kleinrammbohrungen KRB 1 bis 3, entlang der L 3195, wurde als oberste Schicht eine 0,1 m (KRB 3) bis 0,22 m (KRB 3) mächtige Asphaltschicht erbohrt.
Die Asphaltschicht in der KRB 1 war organoleptisch unauffällig, der Asphalt in der KRB 2 und der KRB 3 wies einen auffälligen Geruch nach Teer auf.

Schicht ①b – Ungebundener Oberbau - Auffüllung, Kies (SoB)

Unterhalb des gebundenen Oberbaus der L 3195 wurde in den Bohrungen KRB 1 bis 3 Schichten ohne Bindemittel (SoB) in Form einer Frostschutz- und/oder Schottertragschicht erbohrt, die als graue bis graurote, schwach sandige Kiese angesprochen wurden. Die Mächtigkeit dieser Schicht variierte von 0,27 m in der KRB 2 über 0,40 m in der KRB 3 bis hin zu 0,68 m in der KRB 3. Die einzelnen Komponenten bestanden überwiegend aus Basalt, teilweise aus Diabas.

Organoleptisch unauffällig war der Kies in der KRB 1. In den KRB 2 und KRB 3 wies der Kies, analog zur darüberliegenden Asphaltschicht, einen Geruch nach Teer auf.

Schicht ② - Oberboden, Schluff

In den Kleinrammbohrungen KRB 4 bis 24 wurde ein brauner, humoser Oberboden (Mutterboden) erbohrt. Der Oberboden war 40 cm bis 60 cm mächtig und organoleptisch unauffällig. Die Konsistenz war steif bis halbfest.

Aufgrund der Nutzung als Ackerfläche ist im Bereich des Oberbodens mit anthropogenen Beeinflussungen des Bodens zu rechnen.

Schicht ③ – Natürlich gewachsene, anstehende Schichten

Als natürlich gewachsene, anstehende Schichten wurden in den oberen Bereichen der Bohrungen Schluffe erfasst, in den tieferen Bereichen folgten Tone.

Schicht ③a Schluff – Fließerde, Quartär

Als natürlich gewachsene, anstehende Schichten wurden als oberster Horizont ungegliederte Fließerden des Pleistozäns erfasst. Diese bestehen überwiegend aus braunen bis hellbraunen, teilweise gräulichen Schluffen, die schwach bis mittel sandig und schwach bis mittel tonig ausgeprägt sind.

Die Mächtigkeiten der Schluffschichten liegen über das gesamte Untersuchungsgebiet im Mittel bei 3 m. In der KRB 5 und der KRB 21 wurde die Schluffschicht bis zur Endtiefe der Bohrung bei 5 m u GOK erfasst. In den KRB 7, 9 und 16 ist die Schluffschicht nur ca. 1 m mächtig. In den Borungen KRB 22 und KRB 24 liegt die Mächtigkeit bei 2 m.

Die leichtplastischen bis mittelplastischen Schluffe besitzen wechselnde Zustandsformen, die je nach Schichtwasserführung oder Staunässe von weich bis halbfest reichen

Organoleptisch waren die Schluffe ohne Auffälligkeiten.

Schicht ③b – Ton-Schluff, Tertiär

Unter den Schluffen steht in allen Bohrungen, außer der KRB 5 und der KRB 21, hellbrauner bis graubrauner, schluffiger Ton an. Der Ton ist in Teilbereichen schwach sandig und schwach kiesig ausgeprägt.

Außer in den Bohrungen KRB 5 und 21, in denen kein Ton erbohrt wurde und der Bohrung KRB 9, in der der Ton von schluffigem Sand unterlagert wurde, reicht der Tonhorizont in den Bohrungen bis zur Endtiefe bei 5 m u. GOK.

Die leicht- bis ausgeprägt plastischen Tone besitzen wechselnde Zustandsformen, die je nach Schichtwasserführung oder Staunässe von weich bis steif-halbfest reichen.

Organoleptische Auffälligkeiten wurden nicht festgestellt.

Schicht ③c – Sand, Tertiär

In der KRB 9 wurde unterhalb des Tonhorizontes ab einer Tiefe von 2,30 m u GOK ein rotbrauner Sand mit wechselnden Schluff- und Tonanteilen erbohrt.

Organoleptische Auffälligkeiten wurden nicht festgestellt.

3.2 Grund- bzw. Schichtwasser

Während den Außenarbeiten vom 21.09.2012 bis zum 26.09.2012 wurden folgende Wasserstände in den Sondierungen ausgelotet:

KRB 2	1,90 m u. GOK	147,39 m NN
KRB 5	1,72 m u. GOK	152,50 m NN
KRB 7	3,55 m u. GOK	145,67 m NN
KRB 9	1,82 m u. GOK	149,33 m NN
KRB 10	3,85 m u. GOK	149,61 m NN
KRB 12	2,23 m u. GOK	152,83 m NN
KRB 13	2,67 m u. GOK	152,61 m NN
KRB 14	2,45 m u. GOK	151,99 m NN
KRB 15	2,63 m u. GOK	154,24 m NN

Damit konnte im geplanten Gewerbegebiet kein zusammenhängender Grundwasserhorizont festgestellt werden. Bei dem erbohrten Grundwasser handelt es sich um Schichten- und Stauwasserhorizonte.

Bei dem in der Mitte des geplanten Gewerbegebietes liegenden Graben handelt es sich aller Wahrscheinlichkeit nach um den Abfluss des Drainagesystems, welches im nördlichen Teil des Gebietes ausgewiesen ist. Zur Zeit der Geländearbeiten konnte keine Wasserführung des Grabens oder Wasserabfluss aus dem Drainagerohr beobachtet werden.

3.3 Zustandsgrenzen gemäß DIN 18122

Zur Bestimmung der Bodengruppe gemäß DIN 18 196 wurden die Zustandsgrenzen gemäß DIN 18 122, Teil 1 und 2, bestimmt. In der Anlage 3.1.1 und 3.1.2 sind die Laborprotokolle beigefügt. Den exemplarisch untersuchten Bodenarten können folgende Bodengruppe gemäß DIN 18 196 zugewiesen werden:

- Schluff, tonig, schwach sandig (Schicht ③a) Übergangsbereich UL – UM-TL-TM
- Ton,schluffig (Schicht ③b) Übergangsbereich TM

3.4 Bestimmung des Glühverlustes

Der Humusgehalt gilt als Indiz für einen Oberboden. Zur Einstufung des Humusgehaltes wird die Bestimmung des Glühverlustes im Labor empfohlen.

Zur Ermittlung des organischen Anteils wurde an einzelnen Proben der Glühverlust nach DIN 18 128 bestimmt. In der Tabelle 1 sind die Ergebnisse zusammengefasst (vgl. Anlage 3.2, Glühverlust):

Tabelle 1: Ergebnisse der Laborversuche, Bestimmung des Glühverlustes

KRB	Probenbe-zeichnung	Tiefe [m]	Glühverlust [M.-% TS]	Mittelwert Glühverlust [M.-% TS]
KRB 4	1	0,00 – 0,50	6,4	5,4
	2		6,6	
	3		3,2	
KRB 15	1	0,00 – 0,40	5,2	5,2
	2		5,2	
	3		5,3	
KRB 23	1	0,00 – 0,50	4,9	5,0
	2		5,1	
	3		5,1	

Als Anhaltswert für einen organisch beeinflussten Boden kann die DIN 14688-2 herangezogen werden. Hier gilt ein Boden als schwach organisch mit einem organischen Anteil von 2 M.-% und als mittel organisch ab einem organischen Anteil von 6 M.-%.

4.0 BODENMECHANISCHE KENNWERTE

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse können den angetroffenen örtlichen Bodenarten die folgenden bodenmechanischen Kennzahlen und Bodenklassen zugeordnet werden (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2: Bodenmechanische Kennwerte gemäß DIN 1055 T 2, DIN 18300, DIN 18301, DIN 18196, ZTVE-StB und Henner Türke [B 14]

Schicht Nr. **Boden-material** *Lagerung /* *Konsistenz*	Boden-klasse DIN18300 DIN 18301	Boden-gruppe DIN18196	Frost-klasse ZTVE	Wichte γ/γ' (1) [kN/m³]	Kohäsion (2) [kN/m²]	Rei-bungs-winkel(3) [Grad]	Steife-modul [MN/m²]
Schicht ①b – Auffüllung Kies - SoB	3 / 5(5)	[GW, GU]	F 1 - F 2				
Mitteldicht bis dicht	BN 1			21/12	0	37,5	(80 - 150)
Schicht ② – Oberboden - Schluff,	1 BO 1	[OH – OU-OT]	F 2 – F 3				
steif				17/7	5 - 10	20,0	-
halbfest				18/8	10 - 20	22,5	-
Schicht ③a -Schluff	4(4)	TL, TM, TA					
breiig	BB 1			17/7	0	30	0
weich	BB 2			18/8	0	30	1 - 4
steif	BB 2			19/9	0-5	30	5 - 10
halbfest	BB 3			20/10	5-10	30	10 – 15
Schicht ③b - Ton	4(4)	TM – TA - TL	F2 - F3				
weich	BB 2			18/8	5-10	25	1 - 3
steif	BB 2			19/9	20-30	25	5 - 8
halbfest	BB 3			20/10	30-40	25	9 – 12
Schicht ③c - Sand	3	SU*, ST*	F 3				
weich	BN 2 – BB 2			19/9	0 - 5	27,5	5 - 10

(1) γ/γ' = Wichte / Wichte unter Auftrieb

(2) Rechenwert für die Kohäsion des konsolidierten bindigen Bodens

(3) Rechenwert für den inneren Reibungswinkel des nichtbindigen- und des konsolidierten bindigen Bodens

(4) geht bei Wasserzufuhr und dynamischer Beanspruchung sehr leicht in breiigen Zustand über. Dies entspricht der Bodenklasse 2

(5) Der Bodenklasse 5 sind Bodenarten der Klassen 3 und 4 zuzuordnen, die jedoch über 30 % Masseanteil an Steinen und höchstens 30 % Masseanteil an Blöcken der Korngröße über 200 mm bis 630 mm aufweisen. Weist das Material Felsstruktur auf, die jedoch stark klüftig, brüchig, bröckelig schiefrig weich oder verwittert ist, oder handelt es sich um bindige oder nicht bindige Böden mit mehr als 30 % Masseanteil an Blöcken ist das Material als Bodenklasse 6 einzustufen.

5.0 BAUGRUNDBEURTEILUNG

5.1 Allgemeines

Das Untersuchungsgelände liegt gemäß der aktuellen Ausgabe der DIN 4149 (April 2005) in **keiner Erdbebenzone und keiner Geologischen Untergrundklasse**. Zu den erforderlichen Standsicherheitsnachweisen ist die DIN 4149, insbesondere das Kapitel 7 zu beachten.

5.2 Leitungsbau

5.2.1 Gründung Kanal

Im Bereich der KRB 2 liegt das Gründungsniveau des Kanals (ca. 2,5 m u. GOK) in schluffig, tonigem Sand (Schicht ③c). Die Sande sind zur Gründung geeignet. Um eine ebene, gleichmäßig tragfähige Gründungssohle des Kanals zu erreichen, ist die gegebenenfalls beim Aushub im Gefüge gestörte Grabensohle sorgfältig mit einer dynamisch wirkenden Grabenwalze nachzuverdichten. Dies sollte in die Leistungsbeschreibung mit aufgenommen werden.

Im Bereich der KRB 1, 11, 12, 15, 17, 20 und 21 liegt das Gründungsniveau des Kanals (ca. 2,5 m u. GOK) in den Schluffen (Schicht ③a). Die Konsistenz des Schluffes ist in den KRB 1, 11, 12 und 15 weich, in den KRB 17, 20 und 21 steif. Schluffe mit weicher bis steifer Zustandsform weisen keine ausreichende Tragfähigkeit auf. In den steifplastischen Bereichen ist eine Bodenverbesserung durch Bodenaustausch in einer Mächtigkeit von 30 cm, in den weichplastischen Bereichen in einer Mächtigkeit von 30 – 50 cm einzuplanen. Hierbei ist der weiche bis steife Untergrund aufzunehmen und durch qualifiziertes Material der Körnung 0/56 bis 0/100 oder gleichwertig auszutauschen. Sollte die weiche Konsistenz bereichsweise in eine breiige Zustandsform übergehen, ist unterhalb der Bodenverbesserung eine Lage aus Wasserbausteinen der Körnung 100/300 einzubringen. Dies sollte als Eventualposition mit in das Leistungsverzeichnis aufgenommen werden. Gemäß ATV-DVWK-A 127, Tabelle 1, entspricht das Austausch-Material unter dem Rohr der Bodengruppe G 1. Es ist mindestens eine Proctordichte von 100 % nachzuweisen. Sollte das in der Rohrstatik geforderte Verformungsmodul E_B unter dem Rohr mit 100 % Proctordichte und mit einem Material der Bodengruppe G 1 nicht erreicht werden, ist alternativ zu einem Baustoffgemisch Magerbeton und/oder ein mit Bindemittel verbessertes Material zu verwenden. Details sind durch die Rohrstatik festzulegen (vgl. Kap. 5.2.5).

In den übrigen Bereichen liegt das Gründungsniveau des Kanals (ca. 2,50 m u GOK) in den anstehenden Tonen (Schicht ③b). Die Konsistenz des Tones liegt hier bei weich bis steif und steif. Einzig in der KRB 6 weist der Ton eine halbfeste Konsistenz auf. Tone mit einer mindestens halbfesten Konsistenz sind zur Gründung geeignet. Tone mit weicher bis steifer, oder steifer Zustandsform weisen keine ausreichende Tragfähigkeit auf. Es ist eine Bodenverbesserung durch Bodenaustausch in einer Mächtigkeit von ca. 30 cm einzuplanen. Hierbei ist der steife bindige Untergrund aufzunehmen und durch qualifiziertes Material der Körnung 0/56 bis 0/100 oder gleichwertig auszutauschen. Gemäß ATV-DVWK-A 127, Tabelle 1, entspricht das Austausch-Material unter dem Rohr der Bodengruppe G 1. Es ist mindestens eine Proctordichte von 100 % nachzuweisen. Sollte das in der Rohrstatik geforderte Verformungsmodul E_B unter dem Rohr mit 100 % Proctordichte und mit einem Material der Bodengruppe G 1 nicht erreicht werden, ist alternativ zu einem Baustoffgemisch Magerbeton und/oder ein mit Bindemittel verbessertes Material zu verwenden. Details sind durch die Rohrstatik festzulegen (vgl. Kap. 5.2.5).

Aufgrund der Dränagewirkung des Austauschmaterials und der Wasserempfindlichkeit der bindigen Bodenarten sollten Querriegel eingeplant werden.

5.2.2 Gründung Trinkwasserleitung

In den gründungsrelevanten Tiefen von 1,2 m u. GOK bis 1,5 m u. GOK wird die geplante Wasserleitung in weich bis steifen bis zu steif bis halbfesten Schluffen und Tonen (Schluff Schicht ③a; Ton, Schicht ③b) liegen.

Die im Gründungsniveau erbohrten, bindigen Bodenarten sind nicht ausreichend tragfähig. Es ist eine Bodenverbesserung durch Bodenaustausch einzuplanen. Der mindestens weich bis steifplastische Untergrund ist in einer Stärke von 20 cm aufzunehmen und durch qualifiziertes Material der Körnung 0/56 bis 0/100 oder gleichwertig auszutauschen. Alternativ zu einem Baustoffgemisch kann auch Magerbeton und/oder ein mit Bindemittel verbessertes Material verwendet werden. Sollten im Zuge der Arbeiten breiige bis weiche Zustandsformen angetroffen werden ist der Bodenaustausch in einer Stärke bis 40 cm auszuführen. Dies sollte in die Planung mit einbezogen werden.

In Abhängigkeit vom Rohrwerkstoff, Rohraußenschutz und Rohrdurchmesser kann die Rohrbettung aus verdichtungsfähigen Sanden, Sand–Kies-Gemischen, gesiebtem Boden oder sonstigen geeigneten Materialien gemäß DVGW W 400-2 (A) aufgebaut werden. Das Material ist in ausreichender Schichtstärke einzubringen und zu verdichten.

5.2.3 Rohrauflager und Leitungszone Kanal

Vor Beginn der Bauausführung muss die Tragfähigkeit der Rohrleitungen in Übereinstimmung mit der Statik und den Angaben der Rohrhersteller nachgewiesen sein. Zur Dimensionierung sind die Bodenkennwerte aus dem Kapitel 4 (Tabelle 2) heranzuziehen.

Die Baustoffe für die Bettungszone ergeben sich aus den Forderungen der DIN EN 1610 Ziffer 5.3.1, wobei in der Rohrbettung keine Bestandteile enthalten sein sollen, die größer sind als:

- 22 mm bei DN ≤ 200
- 40 mm bei DN > 200 bis DN 600

Die Rohrbettung sollte nach Typ 1 (Bild 3) der DIN EN 1610 ausgeführt werden. Die Dicke der Bettungsschicht a sollte 150 mm nicht unterschreiten. Die Dicke der Bettungsschicht b muss der statischen Berechnung entsprechen.

Geeignet für die Herstellung der Bettungsschichten und der Seitenverfüllung sind körnige, ungebundene Baustoffe, z.B. Ein-Korn-Kies, Material mit abgestufter Körnung, Sande, Korngemische und gebrochene Baustoffe. Weiterhin können auch hydraulisch gebundene Baustoffe verwendet werden. Hinsichtlich der Korngrößenverteilung der körnigen, ungebundenen

Baustoffe verweisen wir auf den Anhang B der DIN EN 1610. Bei Verwendung von körnigen, ungebundenen Baustoffen sollte der Kornanteil < 0,25 mm 3 M.- % nicht überschreiten. Bei Verwendung von Sand darf der Feinkornanteil < 0,063 mm 5 M.-% nicht überschreiten.

Die Verdichtung des Materials in der Leitungszone ist mittels Hand oder mit leichten maschinellen Geräten vorzunehmen, die Schütthöhe richtet sich hierbei direkt nach dem ausgewählten Verdichtungsgerät und darf maximal nur 15 cm betragen (vgl. Anlage 4).

Die Rohrleitung darf bei der Verdichtung nicht nach der Seite oder Höhe verschoben werden. Insbesondere der Zwickel unter dem Rohr ist sorgfältig zu verdichten, damit eine gleichmäßige Auflagerung des Rohrs gewährleistet ist. Für eine Rohreinbettung ist gemäß ZTVA-StB 97 % der einfachen Proctordichte nachzuweisen (vgl. Anlage 5).

Schwer zugängliche Bereiche in der Leitungszone, in denen sich der Verfüllboden nicht einwandfrei verdichten lässt, sind mit anderen geeigneten Baustoffen (z. B. Boden-Bindemittel-Gemisch, Beton geeigneter Güte, Flüssigboden etc.) zu verfüllen, sofern sich dies nicht nachteilig auf die Rohrbettung, die Leitung und den Oberbau auswirkt. Je nach Planungsstand sollte im Leistungsverzeichnis eine Eventualposition hierfür vorgesehen werden.

Die Verdichtung der Abdeckung, d.h. die Verfüllung direkt über dem Rohrscheitel, sollte von Hand erfolgen. Die mechanische Verdichtung der Hauptverfüllung sollte erst beginnen, wenn die Abdeckung eingebracht und händisch verdichtet worden ist. Die Mächtigkeit der Abdeckung wird gemäß DIN EN 1610 mit mindestens 15 cm über dem Rohrschaft und mit mindestens 10 cm über der Verbindung angegeben. Wenn Baustoffe gemäß Ziffer 5.3.3.2 und 5.3.3.3 verwendet werden, muss die Mächtigkeit der Abdeckung den Planungsanforderungen entsprechen. Weiterhin ist die Mächtigkeit der Abdeckung von der Verdichtungsarbeit des Verdichtungsgerätes abhängig und sollte dementsprechend angepasst werden.

5.2.4 Rückverfüllung / Einbau / Verdichtungsanforderungen

Als Baustoff für die Hauptverfüllung eignen sich gemäß DIN EN 1610 Abschnitt 5.4 die gleichen Baustoffe wie für die Leitungszone (DIN EN 1610, Abschnitt 5.3ff). Zusätzlich eignen sich auch Korngemische (All-In) mit Durchmesser D ≤ 63 mm. Hier können Vorsieb-, Stein-Erde-Material oder gleichwertiges Material verwendet werden. Die Verdichtung erfolgt lagenweise bei maximaler Schichtstärke von 30 cm mit einer ausreichenden Verdichtungsgüte (vgl. Anlage 4). Der Grabenverbau ist sukzessive mit dem Verfüllen zu ziehen, damit eine ausreichende Verdichtung gegen die Grabenwände erreicht wird (vgl. Kap. 5.2.6).

Die Schluffe und Tone sind wasserempfindlich und zum Einbau nur bedingt geeignet. Für dieses Material ist die Zugabe eines Bindemittels vorzusehen. Die Bindemittelzugabe kann mit einer Separatorschaufel erfolgen. Wir empfehlen die Verwendung eines Mischbindemittels aus einem Kalk-Zement-Gemisch (z.B. Multicrete, Varilith oder Dorosol). Gemäß dem „Merkblatt für Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln" wird für eine Bodenverbesserung von gemischt- bis feinkörnigen Bodenarten bei Verwendung eines

Mischbindemittels für die Bindemittelmenge zwischen 2 M.-% und 6 M.-% angegeben. Nach der Methode nach Kronenberger variiert die Bindemittelmenge zwischen 0,5 M.-% und 2 M.-%. Die genaue Bindemittelmenge ist im Rahmen einer Eignungsprüfung zu ermitteln. Die Durchführungsdauer der Eignungsprüfung ist mit etwa 2 Wochen anzusetzen.
Ist eine Konditionierung vor Ort aus logistischen Gründen nicht möglich, ist Austauschmaterial für die Verfüllungen vorzusehen (Anforderungen siehe Kap. 5.2.3 und 5.2.5).

Grundsätzlich sind alle Aushubmaterialien aufgrund der bindigen Anteile witterungsanfällig und bei erhöhten Wassergehalten nicht ausreichend verdichtbar. Daher ist das Aushubmaterial unbedingt niederschlagsgeschützt zwischenzulagern (Abdeckung mittels Planen) und der Wiedereinbau bei trockener Witterung durchzuführen. Vernässtes oder schwer verdichtbares Material (stark bindiges Aushubmaterial) ist vor dem Wiedereinbau durch Bindemittelzugabe zu konditionieren oder abzutransportieren.

Die Tone in den tieferen Lagen der Bohrungen gehören zur Bodengruppe TA. Der Einsatz eines hydraulischen Bindemittels zur Verbesserung von halbfesten bis festen Tone der Bodengruppe TA ist mit einem hohen Aufwand bei der Homogenisierung (Fräsen) verbunden. Alternativ ist Austauschmaterial auszuschreiben (Anforderungen siehe Kap. 5.2.3 und 5.2.5). Dies ist bei der Kalkulation des Einheitspreises durch den AN zu berücksichtigen.

Grundsätzlich sind alle Aushubmaterialien aufgrund der bindigen Anteile witterungsanfällig und bei erhöhten Wassergehalten nicht ausreichend verdichtbar. Vernässtes oder schwer verdichtbares Material (stark bindiges Aushubmaterial) ist abzutransportieren.

Die Rückverfüllung des Leitungsgrabens hat in Lagen von maximal 0,3 m (Schütthöhe vor der Verdichtung) zu erfolgen. Das Einbaumaterial ist mit einem mittelschweren dynamisch wirkenden Verdichtungsgerät zu verdichten. Jede Lage ist in mind. 4 - 8 Übergängen zu verdichten (vgl. Anlage 4).

Der erforderliche Verdichtungsgrad ist abhängig vom verwendeten Material und richtet sich nach der Tabelle 2 der ZTVE-StB 2009. Für feinkörnige Bodenarten sind mindestens 97 % der Proctordichte, für grob- und gemischtkörnige Bodenarten sind mindestens 98 % der Proctordichte, ab 1,0 m unter Planum bis Planum sind 100 % der Proctordichte nachzuweisen (vgl. Anlage 5). Für die Leitungszone sind mindestens 97 % der Proctordichte zu erreichen. Für Baugrubenverfüllungen müssen mindestens mit 100 % der Proctordichte verdichtet werden.

5.2.5 Vorgaben für die statischen Berechnungen gemäß ATV—DVWK-A 127

In der Tabelle 3 sind die für die Berechnung der Rohrstatik gemäß ATV-DVWK-A 127 notwendigen Parameter, die sich aus der ZTVE-StB sowie der ZTVA-StB ergeben, zusammengefasst:

Tabelle 3: Vorgaben aus der ZTVE-StB, ZTVA-StB sowie aus den Bohrergebnissen, die bei der Berechnung der Rohrstatik zu berücksichtigen sind

Einbaubereich	Bodenbeschreibung / Materialeigenschaften	Bodengruppe gemäß DIN EN 1610 / DWA-A 139	Bodengruppe gemäß DIN 18196	Proctor-Dichte [%]	Verformungsmodul E_B [%]
Hauptverfüllung gemäß DIN EN 1610, Abschnitt 5.4	Nichtbindige Böden	G 1	GE, GW, GI, SE, SW, SI	100 / 98(1)	40 / 27
	Schwach bindige Böden	G 2	GU, GT, SU, ST	100 / 98(1)	20 / 14
	Bindige Mischböden	G 3	GU*, GT*, SU*, ST*, UL, UM	97(2)	8
	Bindige Böden	G 4	UA, T, OU, OT, OH, OK	97(2)	6
Leitungszone gemäß DIN EN 1610, Abschnitt 5.3	Nichtbindige Böden	G 1	GE, GW, GI, SE, SW, SI	97	23
	Schwach bindige Böden	G 2	GU, GT, SU, ST	97	11
Boden unter dem Rohr - Bodenverbesserung gemäß DWA-A 139, Kap. 6.4. und 7.3	Baustoffgemische der Körnung 0/56 bis 0/100	G 1	GE, GW, GI, SE, SW, SI	100	40
	Beton, hydraulisch verbesserte Böden, Flüssigböden	-	-	-	-
Anstehender Boden Gemäß Bohrprofile Anlage 2	Tone,	G 4	TL, TM, TA		
	weich			ca. 95-97	4
	steif			ca. 97	6
	halbfest			ca. 98	8
	Schluffe	G 4	UL, UM		
	weich-steif			ca. 92-95	2 – 4
	steif			ca. 97	4
	halbfest			ca. 98	6
	Sand, schluffig, tonig	G 3	SU*, ST*	ca. 97	8

(1) Angaben der Proctordichte: Planum bis 1,0 m Tiefe / ab 1,0 m Tiefe unter Planum bis Oberkante Leitungszone (vgl. Anlage 5)

(2) Angaben der Proctordichte: Planum bis Oberkante Leitungszone (vgl. Anlage 5)

Die Angaben hinsichtlich der Wichte, des inneren Reibungswinkels und der Kohäsion können der Tabelle 2 im Kap 4 entnommen werden. Die Bodenarten, die in der gründungsrelevanten Tiefe anstehen, sind der Anlage 2 (Bohrprofile) zu entnehmen.

5.2.6 Sicherung der Leitungsgräben

Aufgrund der Aushubtiefen bis ca. 3,0 m u. GOK sind die Baugruben und Leitungsgräben zu sichern. Hinsichtlich der Sicherungsmaßnahmen verweisen wir auf die DIN 4123, auf die DIN 4124 und auf die ATV DIN 18303. Da die Baugruben im freien Gelände ohne angrenzende Bebauung anfallen, kann entweder geböscht oder, wenn die Aushubmengen reduziert werden sollen, mittels Verbau gesichert werden.

Bei freier Böschung des Kanalgrabens bzw. der Baugruben kann unter folgenden Böschungswinkeln geböscht werden.

- Feinkörnige Bodenarten, weich 45°
- Feinkörnige Bodenarten, mindestens steif 60°

Gemäß ATV DIN 18303 Punkt 3.1.2 ist die Wahl der Verbauart, des Bauverfahrens und des Bauablaufes Sache des Auftragnehmers. Die ATV DIN 18303 ist Bestandteil der VOB Teil C und sollte vertraglich vereinbart werden.

Sollten Verbaugeräte eingesetzt werden, ist ein Standsicherheitsnachweis der geplanten Verbaugeräte vorzulegen. Für den Nachweis der Standsicherheit der Verbaugeräte gelten die in Kapitel 4 (Tabelle 2) genannten bodenmechanischen Kennwerte in Abstimmung mit den entsprechenden Bohrprofilen.

Es ist auf einen kraftschlüssigen Anschluss des Verbaus an die umgebenden Bodenschichten zu achten. Dabei gelten grundsätzlich die Angaben der DIN 4124. Um einen optimalen kraftschlüssigen Verbund der Grabenverbaugeräte mit dem Untergrund herzustellen, sind die Ausbrüche hinter den Verbauelementen mit einem Sand-Kies-Gemisch oder einem Baustoffgemisch, z. B. einem Vorsiebmaterial oder Stein-Erde-Material, bis zur Geländeoberkante aufzufüllen.

Querende Leitungen sind mit Trägern zu sichern. Die Grubenwände unter den Leitungen sind durch Spundwandelemente, Holzbohlenverbau und/oder Kanaldielen zu sichern, die verstrebt werden müssen.

Beim Rückbau von Baugrubensicherungen ist zu berücksichtigen, dass die Verbindung zwischen Füllboden und Grabenwand sichergestellt ist. Die Verbauelemente sind abschnittsweise so zu entfernen, dass der Füllboden in dem freigelegten Teil der Baugrube unverzüglich lagenweise eingebracht und verdichtet werden kann.

Die Erschütterungen und Schwingungen beim Einbringen und Ausbau der erforderlichen Baugrubenverkleidung sind durch geeignete Geräte nach dem neusten Stand der Technik so gering wie möglich zu halten. Hier wird auf die DIN 4150, Teil 3 verwiesen.

5.2.7 Wasserhaltung

Es wurde punktuell Grundwasser / Schichtwasser festgestellt.

Damit werden regional Wasser haltende Maßnahmen notwendig. Wir empfehlen, aufgrund der Witterungsanfälligkeit der erbohrten Böden, eine offene Wasserhaltung mittels Pumpensümpfen im Leistungsverzeichnis vorzusehen. Die Pumpensümpfe sollten mit perforierten Schachtringen stabilisiert werden. Die Wasserhaltung ist bei Bedarf dem Aushub voreilend zu betreiben. Die Pumpensümpfe sind hierbei ausreichend tief in den Untergrund einzubringen. Der Grundwasserspiegel ist in Anlehnung an die DIN 4123 bis ca. 0,5 m unter die Aus-

hubsohle abzusenken. Grundsätzlich sind die Arbeitsabschnitte möglichst klein zu wählen, um den Wasserandrang zu begrenzen.

Aufgrund der Dränagewirkung des Kanals und der Wasserempfindlichkeit der bindigen Bodenarten sollten Querriegel eingeplant werden.

6.0 EMPFEHLUNGEN ZUM AUFBAU DER STRAßEN- UND VERKEHRSFLÄCHEN

6.1 Vorgaben gemäß RStO 01

Zur genauen Ausführung des Straßen- und Gehwegsbau liegen keine Angaben vor. Es wird davon ausgegangen, dass der Straßenoberbau mit Asphalt und eventuell mit Pflaster, die Gehflächen mit einer Pflasterdecke hergestellt werden.

In der Bundesrepublik Deutschland ist für den Straßenaufbau die RStO 01 heranzuziehen. Durch den Gutachter wird aufgrund des zu erwartenden Verkehrsaufkommens gemäß RStO 01 die Bauklasse III vorgeschlagen. Für den Kreisverkehr auf der L 3195 ist die gegenüber dem höchstbelasteten Fahrstreifen die nächst höhere Bauklasse (BK II) vorzusehen. Durch das Planungsbüro ist der Ansatz zu überprüfen.

Im Straßenunterbau/-untergrund stehen feinkörnige Bodenarten an. Die feinkörnigen Bodenarten sind als sehr frostempfindlich einzustufen. Dies entspricht gemäß ZTVE-StB 2009 der Frostempfindlichkeitsklasse F 3.

Für die Mindestdicke des frostsicheren Aufbaues sind die Tabellen 6 und 7 der RStO 01 für die Bauklasse II und III auf Böden der Forstempfindlichkeitsklasse F 3 heranzuziehen. Das Untersuchungsgelände liegt gemäß Bild 6 der RStO 01 in der Frosteinwirkungszone I. Grundwasser wurde nicht ermittelt. Damit ergibt sich für die Straßen- und Verkehrsflächen folgende Mindestdicke:

	Straße	**Kreisverkehr**
Bauklasse II, F 3 Boden	-	65 cm
Bauklasse III, F 3 Boden	60 cm	-
Frosteinwirkungszone I	± 0 cm	± 0 cm
Lage der Gradiente	+ 5 cm	+ 5 cm
Wasserverhältnisse	- 5 cm	± 0 cm
Ausführung der Randbereiche	± 0 cm	± 0 cm
Tragfähigkeit RStO, Tab. 8	± 0 cm	± 0 cm
Gesamtaufbau	60 cm	70 cm

Um das Verformungsmodul E_{v2} auf der Frostschutzschicht von mindestens 120 MN/m^2 zu erreichen, wird gemäß Tabelle 8 der RStO 01 eine Mindestdicke für die Frostschutzschicht bei Verwendung eines Schotter-Splitt-Sand-Gemisches von 30 cm, bei Verwendung eines

Kies-Sand-Gemisches von 35 cm empfohlen. Damit kann der Aufbau wie oben aufgeführt, beibehalten werden.

Je nach Lage der Gradiente kann der Aufbau gemäß Tabelle 6, Zeile 2 der RStO 01 um ± 5 cm variieren. Die erforderliche Mehr- bzw. Minderdicke wird auf die Mächtigkeit der Frostschutzschicht angerechnet.

Zur Herstellung eines frostsicheren Oberbaus sind gemäß RStO 01 unter Berücksichtigung einer Bauweise mit einer bituminösen Decke nach Tafel 1, Zeile 1, Spalten II bis III folgende Anforderungen zu stellen (vgl. Tabelle 4):

Tabelle 4: Vorgaben gemäß RStO 01 zum Aufbau der Straßenfläche bei einer Asphaltdecke, Bauklasse II bis III

	Bauklasse II	**Bauklasse III**	**Soll**
Schicht	**Soll -Aufbau [cm]**	**Soll -Aufbau [cm]**	**E_{v2} [MN/m²]**
Asphaltdeckschicht	4	4	-
Asphaltbinderschicht	8	4	
Asphalttragschicht	14	14	-
Frostschutzschicht	44 ± 5	38 ± 5	120
Planum bzw. verbessertes Planum	-	-	45
Gesamtaufbau	70 ± 5*	60 ± 5*	-

* abhängig von der Lage der Gradiente.

Für Geh- und Fahrradwege ist gemäß RStO 01 die Bauweise nach der Tafel 7 auszuwählen. Bei den vorliegenden Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 ist eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues von 30 cm anzusetzen. Bei dieser Einstufung ist eine gelegentliche Nutzung der Geh- und Fahrradweg durch Kraftfahrzeuge nicht berücksichtigt. Ist mit Überfahren der Geh- und Fahrradwege durch Kraftfahrzeuge zu rechnen, ist der Aufbau gemäß Bauklasse II oder III, wie in der Tabelle 4 aufgeführt, zu wählen. Im Zweifelsfall ist Rücksprache mit dem Gutachter notwendig. Gemäß Tafel 7, Zeile 3 der RStO 01 wird folgender Aufbau empfohlen (vgl. Tabelle 5):

Tabelle 5: Vorgaben gemäß der RStO 01 zum Aufbau der Geh- und Fahrradwege

	Tragdeck-schicht	Pflaster-Decke oder Plattenbelag	Soll
Schicht	**Aufbau [cm]**	**Aufbau [cm]**	**E_{v2} [MN/m²]**
Decke	8	8	-
Ausgleichsschicht /Splittbett	-	3	-
Schottertragschicht	22	19	80
Planum bzw. verbessertes Planum	-	-	45
Gesamtaufbau	30	30	-

Bei einem Straßenoberbau der Bauklasse II und III sowie für den Gehweg sind folgende Anforderungen zu stellen:

- Frostschutzschicht Straße BK II und BK III $E_{v2} \geq 120$ MN/m²
- Schottertragschicht Gehweg $E_{v2} \geq 80$ MN/m²
- Frostempfindlicher Untergrund/Unterbau $E_{v2} \geq 45$ MN/m²

6.2 Vergleich des Bestandes L 3195 mit dem Soll

Aufgrund der Geländeaufnahme und der Ergebnisse der Bohrungen können bezüglich des Bestandes der L 3195 unter der Annahme einer Bauklasse III folgende Feststellungen getroffen werden:

- Im Bereich der KRB 2-3 ist die Straße in schlechtem Zustand, im Bereich der KRB 1 ist der Zustand der Straße unauffällig und erscheint neueren Datums
- Der Asphaltoberbau ist im Bereich der KRB 1 22 cm mächtig. Hier ist der Asphaltaufbau gegenüber dem Soll von 22 cm regelkonform.
- Im Bereich der KRB 2 und 3 ist der Asphaltoberbau zwischen 10 und 13 cm mächtig. Gegenüber dem Soll von 22 cm ist der Asphaltaufbau zu gering.
- Die SoB (Frostschutz- und/oder Schottertragschicht) ist in der KRB 1 68 cm mächtig. Damit ist diese Schicht ausreichend dimensioniert. Der Gesamtaufbau ist frostsicher.
- Die SoB in der KRB 2 und ist nur 27 cm mächtig. Gegenüber der Sollvorgabe von 38 cm ist diese Schicht zu gering mächtig.
- Die SoB in der KRB 3 ist 40 cm mächtig. Gegenüber der Sollvorgabe von 38 cm ist diese Schicht ausreichend dimensioniert.
- Der Gesamtaufbau ist im Bereich der KRB 2 und 3 nicht frostsicher.
- Im Bereich des Planums stehen sehr frostempfindliche Böden (Schluffe und Tone) an. Die feinkörnigen Bodenarten sind zudem nicht ausreichend tragfähig.

Der Bestand der Straße L 3195 im Bereich der KRB 2 und 3 entspricht nicht den Anforderungen der Bauklasse III der RStO 01.

6.3 Empfehlungen zum Straßenbau

Straßen

Im Bereich der geplanten Erschließungsstraßen wurden nicht tragfähige Bodenarten im Niveau des Erdplanums festgestellt. Hier ist eine Bodenverbesserung einzuplanen. Für die Bodenverbesserung bieten sich zwei Alternativen an: Eine Bodenverbesserung unter Zugabe eines Bindemittels oder durch Bodenaustausch.

Wir empfehlen zur Erhöhung der Tragfähigkeit für das Planum im Bereich der Erschließungsstraßen eine Bodenverbesserung gemäß der ZTVE-StB 2009 unter Zugabe eines Bindemittels vorzunehmen. Als Bindemittel eignen sich für die Schluffe Kalke oder Mischbindemittel.

Die Eignung der Bodenarten und des Bindemittels sowie die Bindemittelmenge sind im Rahmen einer Eignungsprüfung zu ermitteln. Gemäß dem „Merkblatt für Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln" wird für eine Bodenverbesserung von feinkörnigen Bodenarten bei Verwendung von Mischbindemittel für die Bindemittelmenge zwischen 2 M.-% und 6 M.-% angegeben. Das Mischbindemittel sollte ein Verhältnis Kalk zu Zement von 50 % : 50 % aufweisen. Als Frästiefe sind 40 cm anzusetzen. Neue Leitungen sind ausreichend tief zu verlegen, damit beim Fräsen keine Leitungen zerstört werden.

Das Bindemittel wird auf den zu verbessernden Boden aufgebracht, eingefräst, homogenisiert, profiliert und zum Abschluss verdichtet (sogenanntes Baumischverfahren). Hinsichtlich der Bauausführung verweisen wir auf die Vorgaben der ZTVE-StB 2009 und die Hinweise des „Merkblattes über Bodenverfestigung und Bodenverbesserung mit Bindemitteln" der FGSV.

Im Bereich von vorhandenen Versorgungsleitungen wird eine Bodenverbesserung unter Zugabe eines Bindemittels nicht möglich sein, da die Fräse die Leitungen zerstören könnte. Hier empfehlen wir eine Bodenverbesserung durch Bodenaustausch vorzunehmen. Die Mächtigkeit der Bodenverbesserung sollte anhand der Ergebnisse von Plattendruckversuchen auf Probefeldern festgelegt werden. Erfahrungsgemäß ist bei den angetroffenen Bodenarten eine Stärke der Bodenaustauschschicht von 40 cm ausreichend.
Der Bodenaustausch hat mittels Baustoffgemische der Körnung 0/45 bis 0/63, Bodengruppen GW, GI oder GU mit einem maximalen Feinkornanteil von 15 M.-% zu erfolgen. Hierzu eignen sich Erdbaustoffe, Vorsiebmaterial, Steinerde etc.

Gehwege

Es wurden nicht tragfähige Bodenarten im Niveau des Erdplanums festgestellt. Hier ist eine Bodenverbesserung einzuplanen. Je nach Leitungssituation empfehlen wir eine Bodenverbesserung durch Bodenaustausch oder bei mangelnder Überdeckung oberhalb von Versorgungsleitungen als Alternative das Verlegen eines Kombigitters, z. B. von der Firma Tensar oder Naue, vorzunehmen.

Auf dem verbesserten Erdplanum ist grundsätzlich ein Verformungsmodul E_{v2} von 45 MN/m^2 nachzuweisen.

Als Material für die Frostschutzschicht und für die Schottertragschicht ist qualifiziertes Material gemäß TL SoB-StB zu verwenden. Beim Einbau sind weiterhin die Vorgaben der aktuellen ZTV SoB-StB zu beachten.

Der Einbau des Asphalts richtet sich nach der ZTV Asphalt StB 2007. Die Lieferbedingungen für das Mischgut sind in der TL Asphalt-StB 2007 definiert.

Hinsichtlich notwendiger Pflasterarbeiten, z.B. im Bereich der Gehwege und Randbereiche, verweisen wir auf die TL Pflaster-StB und auf die ZTV Pflaster-StB.

6.4 Wasserverhältnisse Straßenbau

Die Wasserführung des Bodens während der Geländearbeiten war erdfeucht. Für das Erdplanum sind keine unmittelbaren Beeinträchtigungen durch Grundwasser zu erwarten.

Nach Niederschlägen ist während der Aushubarbeiten temporär und lokal mit Staunässe zu rechnen. Als Bedarfsposition sind im Leistungsverzeichnis ausgehend von den örtlichen hydrogeologischen Verhältnissen, der Jahreszeit sowie den Witterungsbedingungen Randdränagen und Pumpensümpfe zur Ableitung anfallenden Tagwassers einzuplanen.

7.0 GEOTECHNISCHE EIGNUNG DER ERBOHRTEN BÖDEN

Die Tabelle 2 der ZTVA-StB gibt Schüttenhöhen in Abhängigkeit der Geräteart sowie die Anzahl der notwendigen Übergänge an (vgl. Anlage 4). Die Vorgaben gemäß ZTVA-StB sind von den Baufirmen in den Leistungspositionen, die Verdichtungsarbeiten betreffen, einzukalkulieren.

Zur Verdichtungskontrolle eignen sich gemäß DIN 18125 die Entnahme von Stechzylindern oder Densitometertests, oder mittels Troxler gemäß TP BF-StB Teil 4.3

Oberboden (Schicht ②)

Gemäß Baugesetzbuch § 202 ist Oberboden, der bei der Errichtung und Änderung baulicher Anlagen sowie bei wesentlichen anderen Veränderungen der Erdoberfläche ausgehoben wird, in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen.

Der im Baugebiet auftretende Oberboden sollte getrennt abgetragen werden. Der Oberboden sollte, soweit bautechnisch möglich, vor Ort auf einer Bodenmiete zwischengelagert und später wiederverwertet werden.

Kiesige Auffüllungen, Schichten ohne Bindemittel (Schicht ①)

Sämtliche rolligen Auffüllungen aus der Landesstraße L 3195 haben in der abfalltechnischen Einstufung einen Zuordnungswert von Z 1.2 und >Z 2 (siehe Stellungnahme Nr. 12 0713-02 des Bodenmechanischen Labors Gumm). Damit kann dieses Material aus abfalltechnischer Sicht nicht wieder verwertet werden.

Gemäß DIN 18196 ist die Witterungs-, Erosions- und Frostempfindlichkeit von grob- bis gemischtkörnigen Bodenarten als gering einzustufen.

Die oben aufgeführten Bodenarten können im Bereich von Baugruben, Kanalgräben etc. nach derzeitigem Kenntnisstand in offener Bauweise gemäß DIN 4124 mit einer Böschungsneigung von $\beta = 45°$ ausgeschachtet werden.

Gemischt- und feinkörnige Bodenarten (Schichten ③a, ③b, ③c)

Gemäß DIN 18196 ist die Witterungs-, Erosions- und Frostempfindlichkeit von gemischt- bis feinkörnigen Böden (schluffige, tonige Auffüllung, Schluff, Ton, Bodengruppen U, T) als mittel bis groß einzustufen.

Die abfalltechnischen Untersuchungen ergaben für den anstehenden Schluff im Bereich der L 3195 den Zuordnungswert Z 1.2 (siehe Stellungnahme Nr. 12 0713-02). Damit kann das Material aus abfalltechnischer Sicht nicht wieder verwertet werden und muss abtransportiert werden.

Die abfalltechnischen Untersuchungen ergaben für den anstehenden Schluff, Ton und bindiger Sand im geplanten Gewebegebiet den Zuordnungswert Z 0 (siehe Stellungnahme Nr. 12 0713-02 des Bodenmechanischen Labors Gumm). Damit kann dieses Material aus abfalltechnischer Sicht uneingeschränkt wieder verwertet werden.

Der anstehende Ton und der anstehende Schluff sind ohne Bodenverbesserungsmaßnahme zum Einbau nur bedingt geeignet. Diese sind zu konditionieren (vgl. Kap. 5.2.4)

Weiterhin sind die feinkörnigen Bodenarten wasser- und frostempfindlich und während der Baumaßnahme z. B. durch Abdecken mit Folien gegen Witterungseinflüsse zu schützen. Änderungen des Wassergehaltes können zur Änderung der Konsistenz und Verschlechterung der Kohäsion führen. Aufgeweichte und/oder vernässte Bereiche sind auszutauschen, nachzuarbeiten bzw. zu konditionieren. Im Zweifelsfall ist der Bodengutachter zu benachrichtigen.

Ist eine Abdeckung aus bautechnischen Gründen nicht möglich, sind freigelegte Flächen gleich wieder zum Schutz vor Aufweichungen/Vernässungen zu überbauen. Für den Ablauf von Oberflächenwasser ist ein ausreichendes Gefälle zu berücksichtigen. Weiterhin sind freigelegte Flächen, die nicht überbaut werden können, mittels einer Glattmantelbandage arbeitstäglich oder bei Niederschlagsereignissen abzuwalzen. Hier sind zusätzlich die Hinweise der ZTVE-StB zu beachten.

Die angetroffenen bindigen Bodenarten können nach derzeitigem Kenntnisstand in offener Bauweise gemäß DIN 4124 mit einer Böschungsneigung von $\beta = 45°$ ausgeschachtet werden. Wird eine mindestens steife Konsistenz angetroffen, kann der Böschungswinkel auf 60° erhöht werden. Zum Schutz vor Niederschlagswasser sind die Böschungsbereiche mit Folien abzudecken und zu sichern.

8.0 QUALITÄTSSICHERUNGSPROGRAMM

Alle zum Einbau vorgesehenen Erdstoffe sind vor ihrem Einbau einer Eignungsprüfung zu unterziehen bzw. es müssen von den Bauausführenden Unternehmen entsprechende Nachweise vorgelegt werden. Zusätzlich müssen bei Verwendung von Asphaltmischgut entsprechende Konformitätserklärungen und die CE-Kennzeichnung geliefert werden. Durch den Bodengutachter wird folgendes Qualitätssicherungsprogramm vorgeschlagen (vgl. Tabelle 6).

Tabelle 6: Vorgeschlagenes Qualitätssicherungsprogramm

Untersuchungsparameter	Beprobungsfrequenz	
	Eigenüberwachung	**Fremdüberwachung**
Grabensohle und -verfüllung, Arbeitsraumverfüllung, Bodenpolster, Referenzmessungen, Kalibrierung verschiedener Versuche hinsichtlich Verdichtungsgrad, Probefeld*	1x pro Probefeld	1x pro Probefeld
Grabensohle und -verfüllung, Arbeitsraumverfüllung, Bodenpolster, Verdichtungsgrad DIN 18 125, Stechzylinder, Densitometertest, Sandersatzverfahren*	Gemäß ZTVA-StB 1x pro 50 m Grabenlänge und pro angefangene m Grabentiefe	Etwa 30 % des Eigenüberwachungsumfangs
Grabensohle und -verfüllung, Arbeitsraumverfüllung, Bodenpolster, Verdichtungskontrollen, leichte Fallplatte gemäß TP BF-StB, Teil 8.3*	Gemäß ZTVA-StB 1x pro 50 m Grabenlänge und pro angefangene m Grabentiefe	Etwa 30 % des Eigenüberwachungsumfangs
Grabensohle und -verfüllung, Arbeitsraumverfüllung, Bodenpolster, Verdichtungskontrollen, Rammsondierungen gemäß DIN EN ISO 22476-2*	Gemäß ZTVA-StB 1x pro 25 m Grabenlänge und 1x pro Schachtbauwerk	Etwa 30 % des Eigenüberwachungsumfangs
Erdplanum, Probefeld, Kontrolle der Tragfähigkeit, Plattendruckversuche gemäß DIN 18134	1x pro Probefeld und Material	1x pro Probefeld und Material
Erdplanum, Kontrolle der Tragfähigkeit, Plattendruckversuche gemäß DIN 18134	Gemäß ZTVE-StB 1x pro 1.000 m^2 mindestens jedoch zwei Prüfungen	Etwa 30 % des Eigenüberwachungsumfangs
Schottertrag- und/oder Frostschutzschicht, Kontrolle der Tragfähigkeit, Plattendruckversuche gemäß DIN 18134	Gemäß ZTV SoB-StB 1x pro 6.000 m^2 und Lage	Gemäß ZTV SoB-StB Etwa 30 % des Eigenüberwachungsumfangs
Schottertrag- und/oder Frostschutzschicht, Bestimmung des Feinkornanteils, Korngrößenverteilung gemäß DIN EN 933-1	Gemäß ZTV SoB-StB 1x pro 2.500 m^3 und Material	Eignungsprüfung der Eigenüberwachung ist zu prüfen und freizugeben
Asphaltuntersuchungen	Nach ZTV Asphalt StB	Nach ZTV Asphalt StB
Pflasterarbeiten	Nach ZTV Pflaster-StB	Nach ZTV Pflaster-StB
Schwingungsmessungen gemäß DIN 4150	Arbeitstäglich	Arbeitstäglich

* Die Überprüfung der Verdichtung im Leitungsgraben/Arbeitsraumverfüllung kann auch mittels Rammsondierung entsprechend DIN EN ISO 22476-2 bzw. mittels leichter Fallplatte gemäß TP BF-StB, Teil 8.3, ausgeführt werden, wenn diese zuvor im Zusammenhang mit Verdichtungsüberprüfungen nach DIN 18125 (Stechzylinder, Densitometertests, Sandersatzverfahren) korreliert wurden.

Die Beprobungsfrequenz ist ggf. augenscheinlich den Bodenverhältnissen anzupassen.

Zusätzliche Kontrollprüfungen sind vom Auftraggeber und lediglich bei Nichterreichen der Vorgabewerte vom Auftragnehmer zu tragen.

Der erforderliche Verdichtungsgrad im Rahmen von Verfüllarbeiten im Bereich von Leitungsgräben, Arbeitsraumverfüllungen etc. ist gemäß ZTVE-StB, ZTVA-StB, ZTV SoB-StB und RStO 01 wie folgt geregelt:

• Kanalgrabensohle	100 % der Proctordichte, ggf. Anpassung an die Rohrstatik
• Arbeitsraumverfüllungen gemäß ZTVE-StB	100 % der Proctordichte
• Leitungszone gemäß ZTVA-StB	97 % der Proctordichte
• Hauptverfüllung Kanalgraben, in Abhängigkeit der Bodengruppe gemäß der Tabelle 2 der ZTVE-StB 2009 (vgl. Anlage 5):	
gemischt- bis feinkörnige Bodenarten, Feinkorn ≥ 15 M.-%	97 % der Proctordichte
grobkörnige Bodenarten, Planum bis 1,0 m u. Planum	100 % der Proctordichte
grobkörnige Bodenarten, ab 1,0 m u. Planum	98 % der Proctordichte
• Erdplanum, frostempfindlich, gemäß RStO 01	$E_{v2} \geq 45$ MN/m²
• Frostschutzschicht, BK II und III, Straße gemäß RStO 01	$E_{v2} \geq 120$ MN/m²
• Schottertragschicht, Gehwege, gemäß RStO 01	$E_{v2} \geq 80$ MN/m²
• SoB gemäß ZTV SoB-StB	Verhältniswert $E_{v2}/E_{v1} \leq 2{,}2$

Das Qualitätssicherungsprogramm für den Aufbau von Asphaltdecken richtet sich nach der ZTV Asphalt-StB 07. Damit an der eingebauten Substanz durch die Überwachung keine Schäden hervorgerufen werden, empfehlen wir während des Einbaus des Mischgutes die Verdichtung mittels Troxlersonde gemäß TP BF-StB Teil B 4.3 bzw. gemäß Arbeitsanleitung für den Einsatz radiometrischer Geräte für zerstörungsfreie Dichtemessungen auf Asphaltschichten der FGSV zu überwachen. Die Schichtdickenermittlung kann durch Reflexionsmessungen gemäß TP D BF-StB erfolgen. In diesem Fall sind Folien vor dem Einbau des Mischgutes zu verlegen. Die Details sollten mit der Bauüberwachung und der Fremdüberwachung festgelegt werden.

Aus abfalltechnischer Sicht ist im Rahmen der geplanten Baumaßnahme von Seiten des Auftragnehmers der Nachweis zu erbringen, dass unbelastete Böden verarbeitet werden. Hier sind die Vorgaben des Merkblattes der hessischen Regierungspräsidien Kassel, Gießen und Darmstadt vom 15. Mai 2009 zu beachten. Die Kriterien für einen Einbau der Verfüllböden sind mit der zuständigen Fach- und Vollzugsbehörde abzustimmen.

Hinsichtlich der Ergebnisse der abfalltechnischen Untersuchung wird auf die fachtechnische Stellungnahme Nr. 12 0713-02 des Bodenmechanischen Labors Gumm verwiesen.

9.0 ABSCHLIEßENDE BEMERKUNGEN

Die oben aufgeführten Aussagen basieren auf punktförmigen Aufschlüssen. Sollte im Zuge der Aushubarbeiten ein von den Ausführungen abweichender Bodenaufbau angetroffen werden, ist der Gutachter heranzuziehen. Den ausgesprochenen Empfehlungen liegen die im Kapitel 1 genannten Unterlagen zugrunde. Bei Planungsänderungen ist Rücksprache mit dem Gutachter erforderlich.

Im Rahmen der Baumaßnahme sind Verdichtungsarbeiten notwendig. Die Verdichtungsarbeiten werden in der Regel mit Walzen oder bei kleinräumigen Baustellen mit Rüttelplatten oder Schnellschlagstampfern durchgeführt.
Im Bereich der Autobahnraststätte Langen-Bergheim grenzt vorhandene Bebauung an die geplante Baumaßnahme an. Aufgrund der zu erwartenden Vibrationen ist mit Bauwerks schädigenden Erschütterungen zu rechnen. Wir empfehlen, im Vorfeld der Baumaßnahme zur Beweissicherung des Baubestandes eine Begehung der anliegenden Bebauungen durchzuführen und vorhandene Bauwerksschäden zu dokumentieren. Während der Baumaßnahme sollten mittels Schwingungsmessungen die Vibrationen gemessen werden. Anhand der Schwingungsmessungen ist eine Abschätzung hinsichtlich potentieller Bauwerksschäden durch Verdichtungsarbeiten möglich. Ggf. sind anhand der Ergebnisse der Schwingungsmessungen die Verdichtungsarbeiten (Geräte, Lagenstärke etc.) umzustellen, um potentielle Bauwerksschäden zu verhindern.

Die Erschütterungen und Schwingungen bei der Bauausführung sind durch geeignete Geräte nach dem neusten Stand der Technik so gering wie möglich zu halten. Hier wird auf die DIN 4150, Teil 3 verwiesen.

Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

Das Bodenmechanische Labor Gumm ist gerne bereit, beim weiteren Vorgehen beratend zur Seite zu stehen und fachliche Entscheidungshilfen zu geben.

Laufersweiler, den 28. November 2012

Werner Volker Gumm
(Dipl.-Geol.)