

**Einhausen,
Baugebiet "Die Wilbers"
- Baugrunduntersuchung -
Projekt-Nr. 2004 5433 a 1**

Auftraggeber: Hessische Landgesellschaft mbH

Gutachter: Dipl.- Geol. N. Weller
Dipl.- Geol. T. Meidt

Datum: 14.05.2004

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. AUFTRAG	1
2. UNTERLAGEN / MASSNAHMEN	1
3. SITUATION	2
4. BAUGRUNDVERHÄLTNISSE	2
4.1 Schichtenbeschreibung	2
4.2 Bodenmechanische Kennwerte	4
4.3 Bodenklassen, Bodengruppen, Frostklassen	5
5. GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE	5
6. ABFALLTECHNISCHE UNTERSUCHUNG	6
6.1 Zielstellung, Probennahme und Analytik	6
6.2 Abfalltechnische Untersuchung nach LAGA-Richtlinie / Ergebnisse	7
6.2.1 Asphalttragschicht	7
6.2.2 Auffüllungen im Bereich der "Altlast" und natürlicher Boden	7
7. BAUGRUNDBEURTEILUNG UND GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG	8
7.1 Gründungsvarianten / Bodenpressung / Kanalbau	8
7.2 Rückverfüllung / Verdichtungsanforderungen / Verdichtungskontrollen	9
7.3 Kanalgraben / Wasserhaltung	11
7.3.1 Arbeiten oberhalb des Grundwasserspiegels	11
7.3.2 Arbeiten im Grundwasserbereich	11
7.4 Straßenbau / Gründungsverhältnisse / Tragfähigkeit	12
7.4.1 Untergrund/Unterbau	12
7.4.2 Oberbau	14
8. VERSICKERUNG VON NIEDERSCHLAGSWASSER	15
9. ANLAGEN	17

TABELLENVERZEICHNIS

	Seite
Tabelle 1 Bodenmechanische Kennwerte in Anlehnung an DIN 1055 T 2	4
Tabelle 2 Bodenklassen, Bodengruppen, Frostklassen	5
Tabelle 3 Grundwasserhöhen	5
Tabelle 4 Ergebnisse der abfalltechnischen Bodenuntersuchung	Anlage 6
Tabelle 5 Einbauklassen	7

1. AUFTRAG

Das Ingenieurbüro Dieter Friedrich erteilte uns im Namen der Hessischen Landgesellschaft mbH mit Schreiben vom 13.04.2004 den Auftrag, auf dem Gelände des geplanten Baugebietes "Die Wilbers" der Gemeinde Einhausen, Baugrunduntersuchungen durchzuführen und gutachterlich zu bewerten.

Das Baugrundgutachten soll beinhalten:

- Auswertung und Darstellung der Baugrunderkundung sowie der Labor- und Feldversuche
- Dokumentation der Schichtenfolge im baugrundrelevanten Tiefenbereich nach DIN 4022
- geotechnische Klassifikation der Schichten nach DIN 18196, Bodenklassen nach DIN 18300, Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE-StB 94¹
- Angabe relevanter geotechnischer Bodenkennwerte
- Aussagen zur Grundwassersituation aufgrund der Untersuchungsergebnisse
- Empfehlungen zum Kanalbau / Rohrauf Lagerung
- Aussagen und Empfehlungen zur Wiedereinbaubarkeit des Aushubs
- Angaben zur Baugrubensicherung und zur Wasserhaltung
- Eignung des Bodens zur Versickerung
- Bewertung der abfalltechnischen Untersuchung von Bodenproben

2. UNTERLAGEN / MASSNAHMEN

Folgende Unterlagen bzw. Maßnahmen dienen zur Beurteilung der Baugrundsituation:

- [1] Geologische Karte von Hessen, Blatt 6317 (Bensheim), M 1 : 25000
- [2] Topographische Karte, Blatt 6317 (Bensheim), M 1 : 25000
- [3] Übersichtsplan, M 1 : 25000
- [4] Lageplan (Bebauungsplan), M 1 : 1000

¹ Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau

- [5] Ergebnisse der Außenarbeiten vom 20.04.2004 :
- 9 Rammkernsondierungen (RKS) bis auf max. 4 m unter Geländeoberkante (GOK)
 - Nivellement der Bohransatzpunkte
Festpunkt = Kanaldeckel auf der Friedhofstraße
Festpunkthöhe = 93,40 m NN
- [6] Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen
- [7] Ergebnisse der Bodenanalysen
- Untersuchung auf teerhaltige Stoffe
 - Bestimmung und Bewertung von ausgewählten Parametern lt. LAGA-Richtlinie bei unspezifischem Verdacht
- [8] Hydrogeologisches Gutachten des Instituts für Bodenmechanik, Erd- und Grundbau, Dr. Rüdiger Tinter vom 12.02.2002

3. SITUATION

Die Hessische Landgesellschaft mbH plant die Erschließung des Baugebietes "Die Wilbers" in Einhausen. Dieses liegt am nördlichen Ortsrand und stellt derzeit eine landwirtschaftlich genutzte Fläche dar. Die Erschließungsstraße soll in Verlängerung der derzeitigen Friedhofstraße nach Norden verlaufend und dort den Bereich einer Altablagerung tangieren. Die Geländehöhen des ebenen Areals bewegen sich zwischen rd. 92,80 m und rd. 94,10 m NN. Die vorgesehenen Kanalverlegetiefen werden mit 3 - 4 m angegeben.

4. BAUGRUNDVERHÄLTNISSE

4.1 Schichtenbeschreibung

Nach der geologischen Karte von Hessen, Blatt Bensheim, stehen im Untersuchungsraum Flußschlickablagerungen über Flugsanden an.

Gemäß der Geländeansprache können im wesentlichen die folgenden Bodenhorizonte unterschieden werden:

(1a) Auffüllung:

Im Bereich der bekannten Altablagerung (RKS 1 bis RKS 4) wurden aufgefüllte Bodenmaterialien in einer Stärke von 0,4 m bis 2,5 m angetroffen. Es ist hier sandiger Bodenaushub vermischt mit Ziegeln, Beton und Glas zur Auffüllung gekommen. Das Material ist locker bis mitteldicht gelagert.

(1b) Oberboden:

In den übrigen Bodenprofilen ist ein ca. 0,3 m bis 0,4 m mächtiger Oberboden erbohrt worden.

(2) Flußschlick:

In den Bodenprofilen sind oberflächennah bindige Bodenhorizonte in Form von stark schluffigen Sanden, Schluffen und Tonen angetroffen worden. Diese meist nur geringmächtigen Lagen (0,3 m bis 0,8 m) sind als Flußschlick zu interpretieren. Die Zustandsform ist günstig, da steifplastisch oder halbfest.

(3) Flugsand:

Meist unter den Flußschlicklagen und untergeordnet auch darüber (RKS 3, RKS 4 - vermutlich Düne) stehen schwach schluffige Sande an. Diese Flugsande sind sehr enggestuft (vgl. Anlage 3 - Kornverteilungskurven) und bilden den Hauptbodentyp im Untersuchungsraum. Bis zur Endteufe der Sondierungen bei 4 m unter GOK wurde die Liegendgrenze der Flugsande nicht erreicht. Die Flugsande sind mitteldicht gelagert.

Die punktuelle Untersuchung des Geländes mittels Bohrungen ergibt insgesamt ein repräsentatives Bild von der Untergrundsituation. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, daß sich in bezug auf die Schichtenbeschreibung und die angegebenen Schichtgrenzen Abweichungen zwischen den einzelnen Aufschlußpunkten ergeben.

Gemäß DIN 4020 sind Aufschlüsse in Boden und Fels als Stichprobe zu bewerten. Sie lassen für zwischenliegende Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zu.

Bezüglich des genauen Verlaufs der Schichtgrenzen, der Verbreitung und der Zusammensetzung der Bodentypen wird auf die Bohrprofilardarstellungen in der Anlage 2 und die ermittelten bodenmechanischen Parameter in der Anlage 3 und 4 verwiesen.

4.2 Bodenmechanische Kennwerte

Tabelle 1 Bodenmechanische Kennwerte in Anlehnung an DIN 1055 T 2 und eigene Erfahrungswerte					
Bodenmaterial	Lagerungs- bzw. Zustandsform	Wichte/Wichte unter Auftrieb γ/γ' (kN/m ³)	Kohäsion* (kN/m ²)	Reibungs- winkel** (Grad)	Steifemodul (MN/m ²)
(1a) Auffüllung: Sand, kiesig, schwach schluffig	locker bis mitteldicht	18/10 - 18,5/10,5	0	32,5 - 35,0	15 - 25
(2) Flußschlick: Sand, tonig, schluffig; Ton, sandig; Schluff, sandig, schwach tonig	steif halbfest	19/9 19,5/9,5	2 - 5 4 - 10	25,0 - 27,5 25,0 - 27,5	6 - 10 7 - 12
(3) Flugsand: Sand, schwach schluffig	mitteldicht	18,5/10,5	0	32,5	25 - 50

* Rechenwert für die Kohäsion des konsolidierten bindigen Bodens
 ** Rechenwert für den inneren Reibungswinkel des nichtbindigen- und des konsolidierten bindigen Bodens

4.3 Bodenklassen, Bodengruppen, Frostklassen

Eine geotechnische Klassifikation der angetroffenen Bodenschichten nach DIN 18300, DIN 18196 und ZTVE-StB ist in der nachfolgenden Tabelle 2 wiedergegeben.

Bodenmaterial	Bodenklasse	Bodengruppe	Frostklasse
(1a) Auffüllung: Sand, kiesig, schwach schluffig	3	A [SE, SU, SI]	F 1 - F 2
(2) Flußschlick: Sand, tonig, schluffig; Ton, sandig; Schluff, sandig, schwach tonig	4	ST, ST*, TL, TM, UL	F 3
(3) Flugsand: Sand, schwach schluffig	3	SE	F 1

5. GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

Während der Außenarbeiten am 20.04.2004 wurde in den südlichen Aufschlußpositionen Grundwasser angetroffen und wie folgt eingemessen:

Aufschlußpunkt	Grundwasser eingemessen in m unter GOK	Grundwasser eingemessen in m NN
RKS 5	3,30	89,60
RKS 6	3,50	89,73
RKS 7	3,00	89,80
RKS 8	3,50	90,06
RKS 9	3,20	89,77

Mit den weiter nördlich liegenden Aufschlußpositionen RKS 1 bis RKS 4 wurde der Grundwasserspiegel bis zur Endteufe bei 4 m unter GOK nicht erreicht. Es ist von einem Grundwassergefälle in diese Richtung (Norden) auszugehen.

Grundwasserführend sind die Flugsande.

Gemäß dem vorliegenden hydrogeologischen Gutachten [8] wird auf der Grundlage der Daten aus Grundwassermeßstellen des Landesgrundwasserdienstes Hessen ein Bemessungswasserstand von 92,08 m NN für das nördlich angrenzende Gewerbegebiet "Einhäusen Nord" empfohlen. Aufgrund der räumlichen Nähe des geplanten Baugebietes "Die Wilbers" zu dem genannten Gewerbegebiet und den Grundwassermeßstellen sowie der übereinstimmenden Geologie der Untersuchungsgebiete kann dieser Bemessungswasserstand auch auf das geplante Baugebiet "Die Wilbers" übertragen werden.

6. ABFALLTECHNISCHE UNTERSUCHUNG

6.1 Zielstellung, Probennahme und Analytik

Im Rahmen der Baugrunderkundung wurden

- 1 Asphaltprobe hinsichtlich des Teergehaltes
- 2 Mischproben aus dem Auffüllungsmaterial abfalltechnisch
- 1 Mischprobe aus den natürlichen Bodenmaterialien abfalltechnisch untersucht und entsprechend bewertet.

Die Zusammenstellung der Mischproben lautet wie folgt:

Asphaltprobe	Schwarzdecke bei RKS 8 (ca. 5 cm)
Mischprobe I Altlast	RKS 2/1 (0,00 - 1,00 m) Auffüllung RKS 2/2 (1,00 - 2,50 m) Auffüllung
Mischprobe II Altlast	RKS 1/1 (0,00 - 0,40 m) Auffüllung RKS 3/1 (0,00 - 0,40 m) Auffüllung RKS 4/1 (0,00 - 1,00 m) Auffüllung
Mischprobe III nat. Boden	alle Proben der natürlichen Bodenmaterialien, außer dem Oberboden

Die abfalltechnische Untersuchung der Proben wurde von der LSG ELAB GmbH durchgeführt. Die Laborprotokolle/ Prüfberichte sind dem Gutachten als Anlage 5 beigegeben.

6.2. Abfalltechnische Untersuchung nach LAGA-Richtlinie / Ergebnisse

6.2.1 Asphalttragschicht

Für die Bewertung von **Ausbauasphalt** sind generell die Kriterien und Zuordnungswerte für den eingeschränkten offenen Einbau von Boden (Abschnitt II. 1.2.3) zugrunde zu legen. Für den PAK-Gehalt ist dabei, abweichend von dieser Tabelle, für Z 1.1 ein Zuordnungswert von 10 mg/kg festgelegt.

Die Laboranalyse der Asphaltprobe ergab, daß die Konzentrationen sämtlicher Einzelparameter nach EPA unter der Bestimmungsgrenze lagen und die Summe der PAKs daher nicht berechnet wurde. Die untersuchte Asphaltprobe kann in die **Einbauklasse 0** (uneingeschränkter Einbau) eingestuft und einer stofflichen Verwertung zugeführt werden.

6.2.2 Auffüllungen im Bereich der "Altlast" und natürlicher Boden

Die abfalltechnische Bewertung der Auffüllungsmaterialien und der Mischprobe aus den natürlichen Bodenmaterialien erfolgt anhand der Zuordnungswerte entsprechend den Regeln der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) für die Verwertung mineralischer Reststoffe / Abfälle (unspezifischer Verdacht im Feststoff). Die Proben werden aufgrund ihrer Beschaffenheit nach den Zuordnungswerten der LAGA-Richtlinie für Boden mit mineralischen Fremdbestandteilen bewertet.

Die Analysenergebnisse sind mit den Zuordnungswerten der LAGA-Richtlinie in der Tabelle 4a und 4b in der Anlage 6 dargestellt.

Aus der folgenden Tabelle geht die Zuordnung der Mischproben zu den Einbauklassen nach LAGA hervor.

Tabelle 5 Einbauklassen					
Probenbezeichnung	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	> Z 2
Mischprobe I Altlast					X
Mischprobe II Altlast			X		
Mischprobe III nat. Boden	X				

Das Material der **Mischprobe I Altlast** ist wegen des Meßwertes für Sulfat (im Eluat) dem **Zuordnungswert > Z 2** nach LAGA-Richtlinie zuzuordnen. Damit ist eine Wiederverwertung bzw. Wiedereinbau dieser Auffüllung nicht möglich. Die Materialien sind fachgerecht zu entsorgen.

Um die diesbezüglichen Entsorgungskosten zu minimieren, wird eine Einzeluntersuchung der Bodenproben auf die genannten Überschreitungparameter empfohlen. So kann der belastete Bereich besser eingeschränkt werden.

Das Material der **Mischprobe II Altlast** ist wegen des Meßwertes für Sulfat (im Eluat) dem **Zuordnungswert Z 1.2** nach LAGA-Richtlinie zuzuordnen. Eine Wiederverwertung bzw. ein Wiedereinbau dieser Materialien ist daher nur unter Berücksichtigung der Einbaukriterien der LAGA-Richtlinie möglich.

Das Material der **Mischprobe III nat. Boden** kann für die **Einbauklasse 0** (uneingeschränkter Einbau) einer stofflichen Verwertung zugeführt werden.

7. BAUGRUNDBEURTEILUNG UND GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG

Das Untersuchungsgelände ist Teil der Erdbebenzone 2.

7.1 Gründungsvarianten / Bodenpressung / Kanalbau

Gründung Kanal

In den für den Kanalbau relevanten Tiefenlagen (3 - 4 m) stehen im Planungsgebiet mitteldicht gelagerte Flugsande an. Diese bilden im trockenen Zustand (oberhalb der Grundwasserlinie) ein ausreichend tragfähiges Kanalrohrauflager.

Unter der Voraussetzung, daß bei allen Verlegearbeiten der Grundwasserspiegel auf mindestens 0,5 m unter Kanalrohrsohle abgesenkt wird, werden in der Regel keine Maßnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit im Bereich der Kanalrohrauflage erforderlich. Sollten dennoch aufgeweichten Böden in den Gründungsbereichen angetroffen werden oder die Böden durch starke Niederschläge während der Arbeiten aufweichen, sind diese in einer Mindeststärke von 0,3 m zu entfernen und durch verdichtungsfähiges Material zu ersetzen oder nach

Rücksprache mit dem Gutachter durch das lagenweise Einarbeiten von Grobschotter (0/150) zu verbessern, um die notwendige Tragfähigkeit zu erreichen.

Um eine Mobilisierung des Bodenporenwassers und ein daraus resultierendes Verbreiten der Bodenschichten zu vermeiden, sollte das Polstermaterial jedoch nur statisch verdichtet werden.

Auf den mindestens mitteldicht gelagerten Sanden kann die zulässige Bodenpressung mit 280 kN/m^2 angesetzt werden.

Rohraufleger

Bei der Gestaltung und Ausführung des Auflagers sowie der Einbettung im Bereich der Leitungszone sind insbesondere die an das Rohr gestellten Anforderungen sowie die Angaben in den entsprechenden Regelwerken zu berücksichtigen. Erfahrungsgemäß kann eine unmittelbare Auflagerung der Rohre in den Sanden erfolgen. Im Hinblick auf die mechanische Widerstandsfähigkeit des Rohres sind auch die Hinweise des Rohrherstellers zu beachten.

Leitungszone

Die Einbettung der Rohrleitung darf gemäß EN 1610 bis mindestens 0,15 m über dem Scheitel (Leitungszone) nur mit geeigneten, die Rohrleitung nicht schädigenden Erdstoffen erfolgen. Es ist ein nicht bindiges bis schwach bindiges Material mit einem Größtkorn von 22 mm (bei $DN \leq 200$) bzw. 40 mm (bei $DN > 200$ bis $DN \leq 600$) zu verwenden, was lagenweise einzubauen und mit leichten Verdichtungsgeräten zu verdichten ist.

7.2 Rückverfüllung / Verdichtungsanforderungen / Verdichtungskontrollen

Rückverfüllung / Einbau / Verdichtung

In der Verfüllzone zwischen Leitungszone und Rohplanum (ca. 0,6 m unter späterer Oberkante der Verkehrsflächen) können die rolligen Flugsande wieder eingebaut werden. Wegen der enggestuften Kornverteilung dieser Materialien ist nur eine eingeschränkte Verdichtbarkeit gegeben. Die bindige Flußschlicklagen sollten wegen ihrer Wasserempfindlichkeit nicht wieder eingesetzt werden. Ansonsten sind in der Regel grobkörnige Erdstoffe (z.B. bindigkeitsarme Steinerde) mit einem Anteil der Korngröße $< 0,06 \text{ mm}$ von weniger als 15% verwendet werden.

Die Rückverfüllung 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. 5 - 6 Übergängen zu verdichten. Beim Wiedereinbau der enggestuften Flugsande ist der letzte Verdichtungsübergang immer statisch vorzunehmen.

Hinsichtlich der Rückverfüllung im Rohrbettungsbereich sind die Angaben in dem Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau Nr. 20/1997 zu beachten. Außerdem haben der Wiedereinbau der Bodenmaterialien ebenso wie sämtliche Überschüttungs- und Einbauarbeiten gemäß den Angaben in der ZTVE-StB und den Erläuterungen hierzu zu erfolgen.

Verdichtungsanforderungen / Verdichtungskontrollen

Die Verdichtung der eingefüllten Erdstoffe ist nachzuweisen. In der Leitungszone ist ein Verdichtungsgrad von 97 % Proctordichte und darüber in Abhängigkeit des Feinkornanteils der einzubauenden Bodenmaterialien ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 97 \%$ bis $D_{Pr} = 100 \%$ nachzuweisen.

In Anlehnung an die ZTVE-StB ist an mehreren Prüfpositionen der Verdichtungsgrad nachzuweisen. Danach sind für Eigenüberwachungsprüfungen bei Leitungsgräben mindestens 3 Prüfpunkte je 150 m Länge pro m Grabentiefe erforderlich (Methode M 3).

Die Verdichtungsüberprüfung kann neben den direkten Prüfverfahren, wie Proctorversuchen und Dichtebestimmungen auch in Kombination mit indirekten Prüfverfahren (stat. Plattendruckversuche nach DIN 18134, dyn. Plattendruckversuche nach TP-BF Teil B 8.3, Rammsondierungen nach DIN 4094) erfolgen. Diese Prüfverfahren zeichnen sich in der Regel durch eine sehr rasche Ausführbarkeit aus. Bei der Anwendung indirekter Prüfverfahren empfiehlt es sich, den oben angegebenen Mindestumfang der Prüfungen um 30 % anzuheben, wodurch die Aussagesicherheit der Prüfergebnisse statistisch erhöht wird.

Alle Arbeiten sind gemäß den einschlägigen technischen Vorschriften und Richtlinien (DIN, ZTVE StB 94) durchzuführen.

7.3 Kanalgraben / Wasserhaltung

7.3.1 Arbeiten oberhalb des Grundwasserspiegels

Solange der Grundwasserspiegel bei den Kanalverlegearbeiten nicht unterschritten wird, können die Kanalgräben unter Einhaltung eines Böschungswinkels $\beta \leq 45^\circ$ in den überwiegend rolligen Bodenmaterialien ohne Verbau geböscht werden.

Für die Ausführung von frei geböschten Baugrubenwänden und Böschungen ist unbedingt die DIN 4124 (Kapitel 4.1 und 4.2) zu beachten, wonach sich insbesondere aus der sich anschließenden Geländeneigung, der Böschungshöhe (> 5 m) und bei auftretenden Verkehrslasten Einschränkungen ergeben bzw. die Durchführung eines Standsicherheitsnachweises gemäß DIN 4084 erforderlich wird.

7.3.2 Arbeiten im Grundwasserbereich

Bei Unterschreitung des Grundwasserspiegels kommt es erfahrungsgemäß im Grundwasserbereich zum Ausfließen der enggestuften Sande in die Gruben bzw. zum Ausschwemmen des Feinkornanteils. Die Folge sind nicht standsichere Böschungen. Folgende Maßnahmen sind zu vorzusehen:

a) bei nur geringfügiger Unterschreitung des Grundwasserspiegels sind die Baugruben mittels eines sogenannten Doppelgleitschienenverbaus zu sichern, wobei die Verbaulemente im Hinblick auf die Sicherheit gegen Grundbruch und hydraulischen Grundbruch bis unter die Grabensohle einzubringen sind. Es ist auf einen kraftschlüssigen Anschluß des Verbaus an die umgebenden Bodenschichten zu achten. Es gelten grundsätzlich die Angaben der DIN 4124.

Die Wasserhaltung hat hierbei mittels Kurzbrunnen (filtersichere Pumpensümpfe aus Brunnenringen mit Filterkies und Vlies) zu erfolgen, welche voreilend abgeteuft und betrieben werden. Es ist einzukalkulieren, daß die Reichweite dieser Wasserhaltung nur sehr begrenzt ist und daher eine entsprechend hohe Anzahl Kurzbrunnen angelegt werden muß.

b) Wird der Grundwasserspiegel deutlich unterschritten (> 1 m), empfiehlt sich die Anlage sogenannter Kleinfiteranlagen. Die Filterlanzen sind hierbei ausreichend tief in die Flugsande einzubringen und das Grundwasser bis ca. 0,5 m unter die Grabensohle abzusenken. Grundsätzlich sind die Arbeitsabschnitte möglichst klein zu wählen, um den Wasserandrang zu begrenzen.

Es kann erfahrungsgemäß ein Filterlängenabstand von ca. 1 m bis 1,5 m angesetzt werden. Die Filter sind möglichst bis 3 m unter Grabensohle einzubringen, um die ausreichende Absenkung zu ermöglichen. Für den Betrieb der Wasserhaltung ist eine Vorlaufzeit von 2 Tagen einzukalkulieren, bis die notwendige Absenkung erreicht ist.

Über diese Maßnahme hinaus ist bei Bedarf eine offene Wasserhaltung in der Baugrube zu betreiben, um weiterhin zusetzendes Grundwasser abzuführen. Ggf. ist hierzu ein Schotterpolster als Flächendrän in der Grabensohle einzubringen.

Wird die Wasserhaltung wie oben beschrieben vorgenommen, so sind die entwässerten Sande erfahrungsgemäß ausreichend standsicher und können unter einem Winkel von 45° frei geböscht werden.

7.4 Straßenbau / Gründungsverhältnisse / Tragfähigkeit

7.4.1 Untergrund/Unterbau

Die geplanten Fahrbahnen sollen gemäß den Angaben der Kolb & Küllmer Ingenieurgesellschaft mbH untergeordnet in etwa auf der Höhe des bestehenden Geländes meistens aber bis etwa 0,5 m bis 1 m darüber eingestellt werden.

Nach dem Abschieben des Oberbodens kommt das Erdplanum überwiegend in den sehr frostempfindlichen und nur eingeschränkt tragfähigen Flußschlickmaterialien zu liegen. Da diese jedoch meist nur geringmächtig sind, bieten sich folgende alternative Vorgehensweisen an:

a) Verbesserung der wasserempfindlichen bindigen Böden mittels Kalk-/Zementzugabe oder alternativ Verstärkung der Tragschichten. Bemessung des Oberbaus für F 3-Böden.

b) Austausch der wasserempfindlichen bindigen Böden gegen anfallenden frostsicheren Sandaushub oder ausreichend starke Überschüttung mit frostsicherem Material und Bemessung des Oberbaus für F 1-Böden

zu a)

Die Anforderungen an das Erdplanum gemäß RStO² 01 bzw. ZTVE StB ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) werden in den bindigen Flußschlickmaterialien selbst bei günstigen, trockenen Witterungs-

² Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen

bedingungen voraussichtlich meistens nicht erfüllt. Bei Niederschlägen kommt es darüber hinaus zu Aufweichungen und damit verbundenem Verlust der Tragfähigkeit.

Es ist daher für die bindigen Bereiche des Erdplanums empfehlenswert, grundsätzlich eine Bodenverbesserung durch das Einfräsen von Mischbinder durchzuführen. Hierdurch können ausreichende Tragfähigkeiten des Planums erreicht und zusätzliche Bodenaustauschmaßnahmen vermieden werden. Es ist eine Einfrästiefe von 0,4 m anzustreben.

Kalkart und -menge:	Mischbinder gemäß Eignungsprüfung
Einbaustärke:	0,4 m vor der Verdichtung
Verdichtung:	Walzenzug mit ca. 10 t, 3 – 4 Übergänge
Verdichtungsanforderung:	$E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

Alternativ sind die Tragschichten des Oberbaus um ca. 0,2 m bis 0,3 m zu erhöhen um die ausreichende Tragfähigkeit zu erlangen.

In diesem Zusammenhang wird empfohlen, die Baumaßnahme während einer trockenen, niederschlagsarmen Witterungsperiode durchzuführen. Werden die Arbeiten zur Trassen-gründung zu Zeiten ungünstiger Witterungsbedingungen (ergiebige Niederschläge, Frost) durchgeführt, liegen gegebenenfalls veränderte, ungünstigere Bodenverhältnisse vor. Diese können zusätzliche Maßnahmen erfordern, welche mit dem Gutachter vor Ort abzustimmen sind.

zu b) Das anstehende bindige Bodenmaterial (Flußschlick) ist in der vorliegenden Stärke bzw. bis mindestens 0,8 m unter Oberkante der geplanten Verkehrsflächen abzuschleifen und durch lagenweise einzubauendes Flugsandmaterial aus den Aushubbereichen zu ersetzen bzw. zu überschütten. Der Einbau hat in Lagen von maximal 0,3 m (Schütthöhe vor der Verdichtung) zu erfolgen. Das Einbaumaterial ist mit einem Walzenzug (Gesamtgewicht > 10 t) zu verdichten. Jede Lage ist in mind. 5 - 6 Übergängen zu verdichten. Der letzte Verdichtungsübergang ist immer statisch vorzunehmen.

Die Anforderungen an das Erdplanum gemäß RStO³ 01 bzw. ZTVE StB ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) sind auf dem so erstellten Unterbau nachzuweisen. Bei günstiger trockener Witterung gelingt dies erfahrungsgemäß.

³ Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen

7.4.2 Oberbau

bei Variante a)

Die Bauweisen und Schichtdicken des Oberbaus sind von der Frostempfindlichkeit des Untergrunds bzw. Unterbaus und der Verkehrsbelastung abhängig. Es empfiehlt sich, den Aufbau entsprechend der Bauklassenzuordnung nach RStO 01 vorzunehmen. Der oberflächennah anstehende Flußschlick ist nach ZTVE StB 94 in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 einzuordnen, was ihn als sehr frostempfindlich charakterisiert. Hierfür werden nach RStO die Richtwerte für die Dicke des frostsicheren Oberbaus mit

65 cm (Bauklassen SV / I / II)

60 cm (Bauklassen III / IV)

50 cm (Bauklassen V / VI)

angegeben (Tabelle 6 der RStO). Durch die Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse wie Frosteinwirkungszone, Lage der Gradienten, Lage der Trasse, Wasserverhältnisse und Ausführung der Randbereiche (Tabelle 7 der RStO) ergeben sich Mehr- oder Minderdicken die seitens des Planers auf der Grundlage örtlicher Kenntnisse festzulegen sind.

Aus der untersuchten Bodensituation und der Lage des Baugeländes ergeben sich folgende Randbedingungen:

- Frostempfindlichkeitsklasse F 3
- die Frosteinwirkungszone I
- ungünstige Wasserverhältnisse nach ZTVE-StB 94, da Grundwasser zumindest zeitweise < 2,0 m unter GOK

Die Anforderungen an Verdichtungsgrad und Verformungsmodul des Oberbaus und des Untergrundes bzw. Unterbaus sind in den genannten einschlägigen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien enthalten und richten sich ebenfalls nach den Bauklassen. Außerdem sind die Bauweisen (Frostschutzschicht, Kies- oder Schottertragschicht, hydraulisch gebundene Tragschicht oder Bodenverfestigung), sowie insbesondere die Art der Fahrbahndecke (Bitumendecke, Betondecke, Pflasterdecke, usw.) zu berücksichtigen.

Schottertragschichten und Frostschutzschichten sind aus Schotter- oder Recyclingmaterial der Körnung 0/45 oder 0/56 aufzubauen und mit einem dynamisch wirkenden Verdichtungsgerät zu verdichten.

Die geforderten Verformungsmoduln sind mittels Lastplattendruckversuchen gemäß DIN 18134 nachzuweisen.

Wegen der Unabwägbarkeiten bezüglich des Zustands und der Tragfähigkeit des Erdplanums (witterungsabhängig) empfehlen wir, mittels Probefeldern im Zuge der Bauausführung die ausreichende Tragfähigkeit des geplanten Aufbaus und des Erdplanums zu überprüfen, um so die Schichtstärken, den Geräteeinsatz und den Arbeitsablauf zu optimieren.

bei Variante b)

Durch den Bodenaustausch wird das Erdplanum von frostunempfindlichem Bodenmaterial gebildet (F 1-Boden). Gemäß RStO kann unmittelbar hierauf die Schottertragschicht gemäß Tafel 1, Zeile 5 (0,3 m starke Schottertragschicht bei Bauklassen SV, I bis IV) aufgebaut werden.

Hinsichtlich der zu verwendenden Schottermaterialien und des Einbaus gelten die gleichen Angaben wie bei Variante a).

Allgemein

Zur Qualitätssicherung ist es neben der Eigenüberwachung (gemäß ZTVE-StB) durch den ausführenden Unternehmer erforderlich, die Verdichtungsleistung beim Einbau der Schottertragschichten und bei der Erstellung des Unterbaus mittels Lastplattendruckversuchen als Fremdüberwachung prüfen zu lassen. Es sind 4 Versuche je 1000 m² Fläche, mindestens aber 1 Versuch je 100 lfdm Straße vorzunehmen.

8. VERSICKERUNG VON NIEDERSCHLAGSWASSER

Für die am Projektstandort anstehenden Böden können aufgrund der Korrelation aus der Kornverteilung, der Einstufung in die Bodengruppen und auf der Grundlage von Erfahrungswerten folgende Durchlässigkeitsbeiwerte angesetzt werden:

Flußschlick	$k \leq 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$
Flugsand	$k \approx 5 \times 10^{-5} \text{ m/s}^*)$

*) der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert wurde mittels Korrelationsverfahren nach HAZEN aus der Kornverteilungskurve dieses Materials ermittelt (vgl. Anlage 3 - Kornverteilungskurve der Proben RKS 6/2)

und RKS 7/3). Die so gewonnenen k-Werte wurden gemäß den Empfehlungen des ATV/DWWK-Arbeitsblattes A 138 mit einem Faktor von 0,2 korrigiert.

Aufgrund des recht hohen Bemessungswasserstandes (Einhaltung der ausreichenden Abstände zwischen Unterkante der Versickerungsanlage und dem höchsten Grundwasserspiegel) ist im vorliegenden Untersuchungsraum lediglich eine Versickerung über Mulden oder über durchlässig befestigte Flächen möglich. Um trotz der oberflächennahen, gering durchlässigen Flußschlickhorizonte eine ausreichende Versickerungsrate zu gewährleisten, empfiehlt es sich, diese bindigen Horizonte im Bereich der Versickerungsanlagen zu entfernen und durch Sand zu ersetzen. Oder es sind die Versickerungsanlagen parallel neben dem (besser durchlässig) rückverfüllten Kanalgraben oder darüber (Dränpflaster) anzulegen, so daß eine ausreichende Wasserwegsamkeit gegeben ist.

Eine ausreichende Reinigung des zur Versickerung vorgesehenen Niederschlagswasser ist durch die Begrünung der Mulden (belebte Oberbodenzone) sicherzustellen.

Wir empfehlen, die geplanten Versickerungsmaßnahmen frühzeitig mit den zuständigen Fach- und Genehmigungsbehörden abzustimmen, um ausreichend Planungssicherheit zu erlangen.

Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

Geonorm GmbH

Gießen, 14.05.2004


N. Weller
Dipl.-Geologe


i. A.
T. Meidt
Dipl.-Geologe

9. ANLAGEN

Anlage 1 Lageplan, M 1 : 1000, mit Eintragung der Rammkernsondierungen

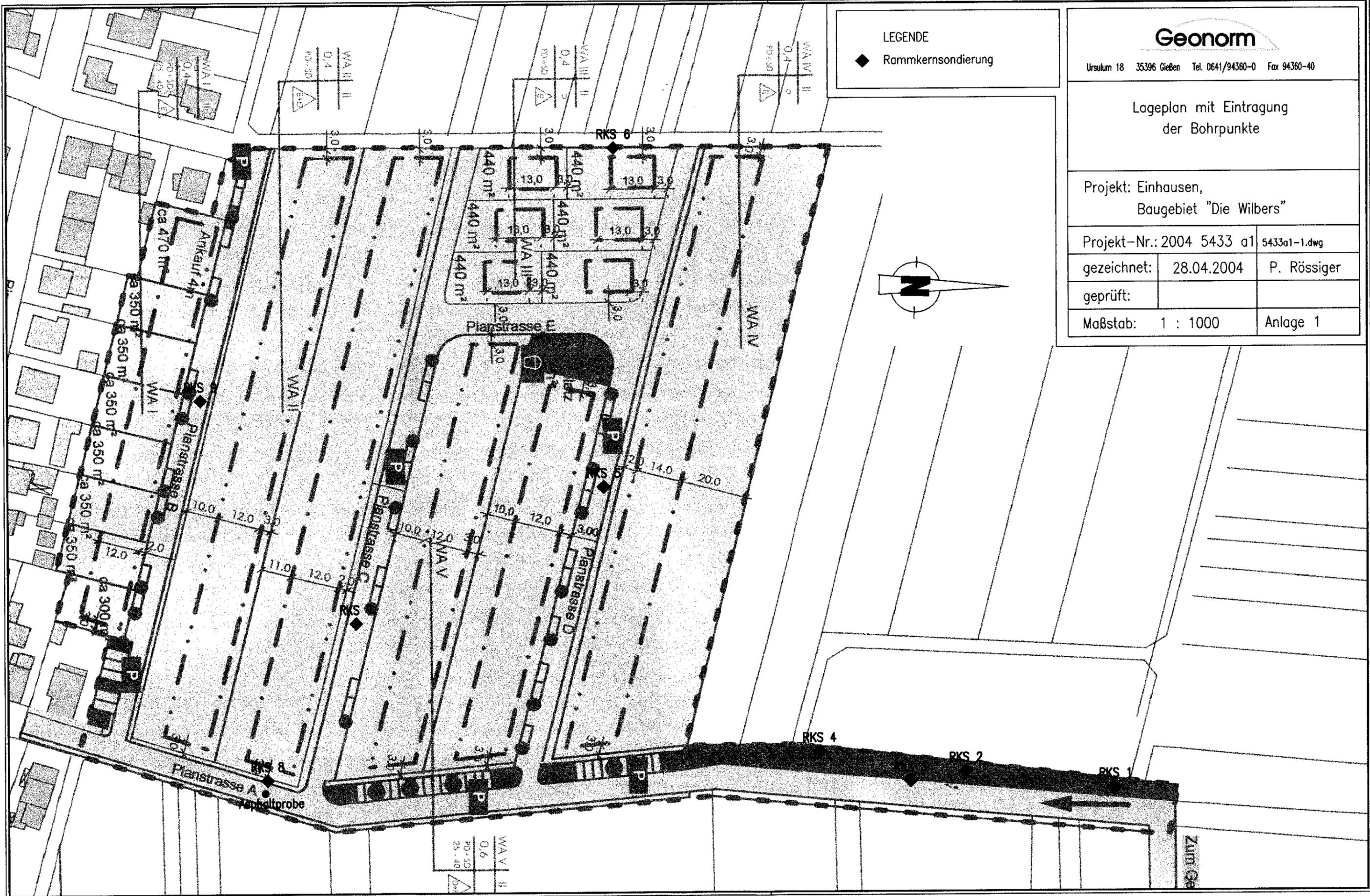
Anlage 2 Zeichnerische Darstellung der Bohrprofile nach DIN 4023

Anlage 3 Zeichnerische Darstellung der Korngrößenverteilung gemäß DIN 18123

Anlage 4 Zustandsgrenzen nach DIN 18122, Teil 1

Anlage 5 Untersuchungsberichte/Laborprotokolle zu den abfalltechnischen Bodenanalysen

Anlage 6 Tabelle 4a/b - Ergebnisse der abfalltechnischen Bodenuntersuchung



LEGENDE
 ◆ Rammkernsondierung

Geonorm

Ursulum 18 35396 Gießen Tel. 0641/94360-0 Fax 94360-40

Lageplan mit Eintragung
 der Bohrpunkte

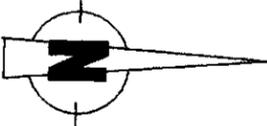
Projekt: Einhausen,
 Baugebiet "Die Wilbers"

Projekt-Nr.: 2004 5433 a1 5433a1-1.dwg

gezeichnet: 28.04.2004 P. Rössiger

geprüft:

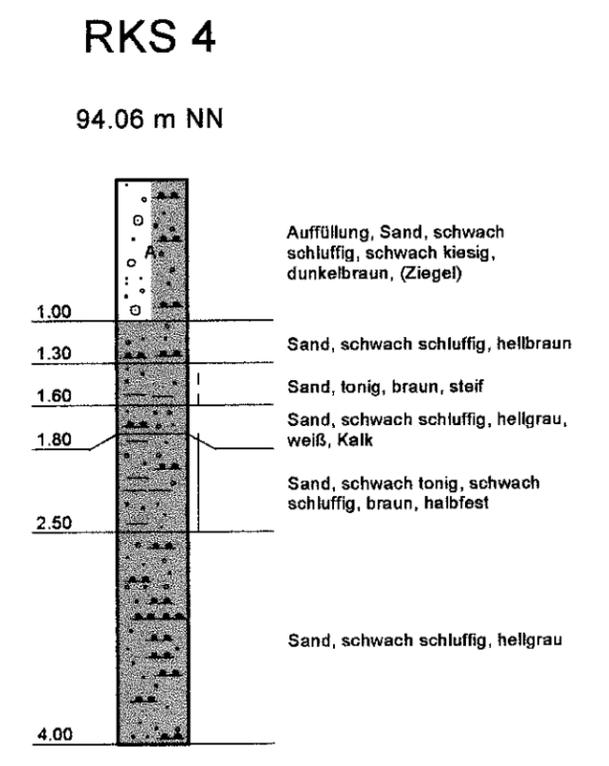
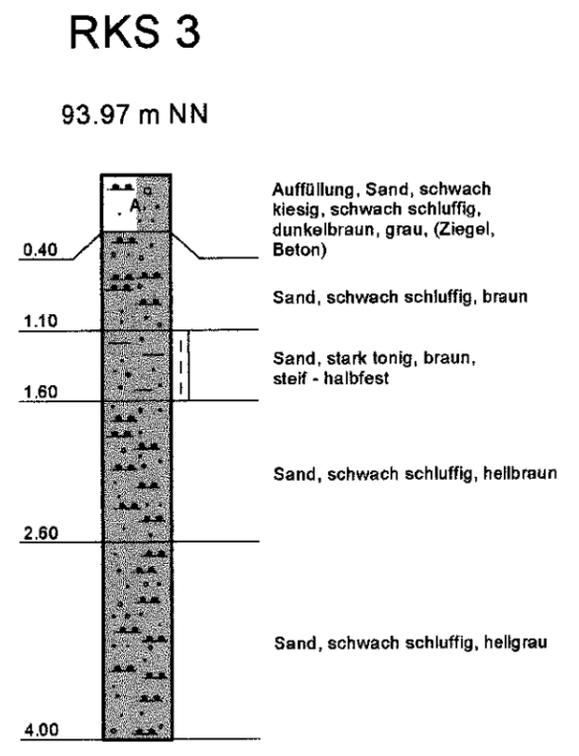
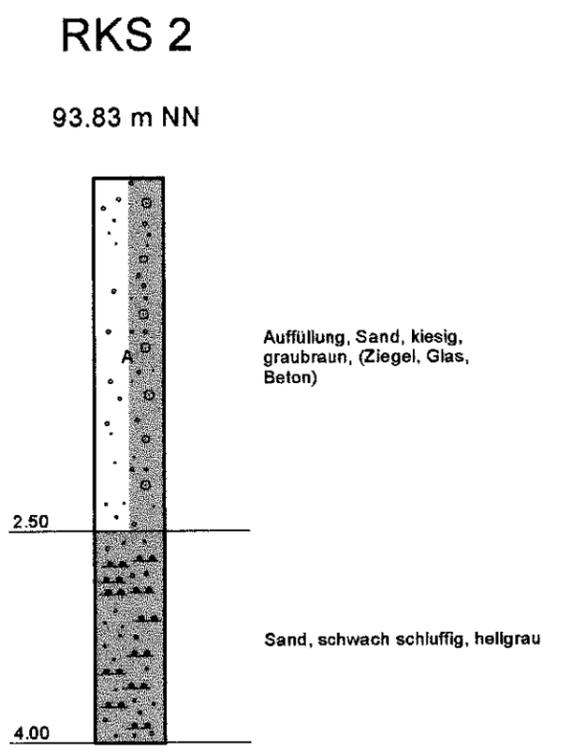
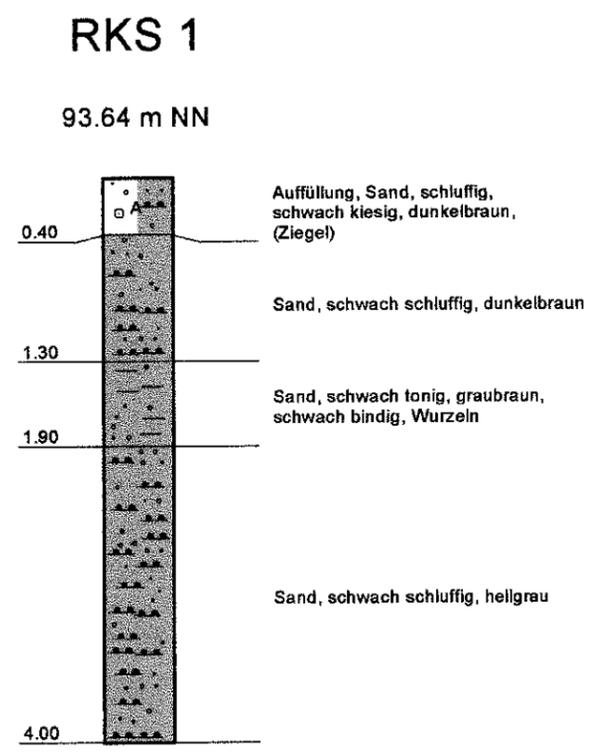
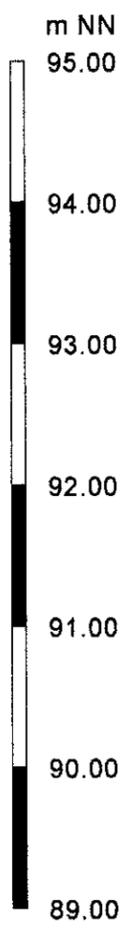
Maßstab: 1 : 1000 Anlage 1



Zum Ge

Legende

	halbfest		Auffüllung
	steif - halbfest		Kalk
	steif		Sand

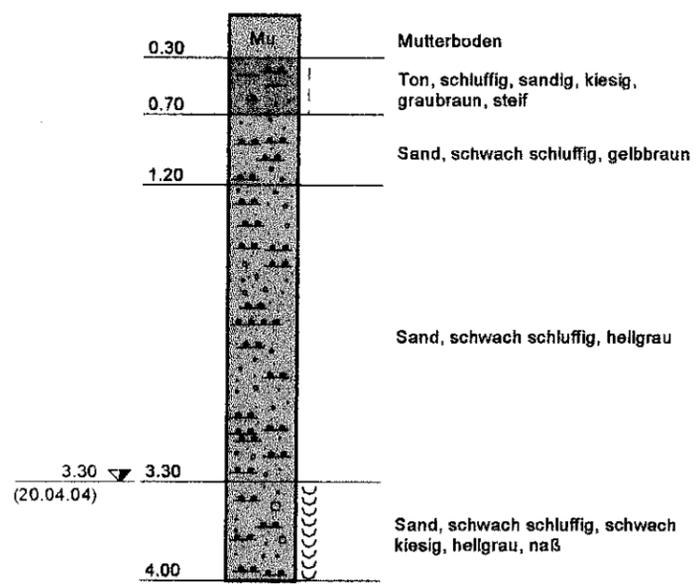


 Ursulum 18 35396 Gießen Tel.: 0641/94360-0 Fax: 0641/94360-40	Projekt: Einhausen, Baugebiet "Die Wilbers"		gezeichnet: 27.04.2004	P. Rössiger
	Projekt-Nr.: 2004 5433 a1		geprüft:	
			Maßstab 1 : 50	
			Sp-Nr.: 5433a1-1	Anlage 2

m NN
94.00
93.00
92.00
91.00
90.00
89.00
88.00

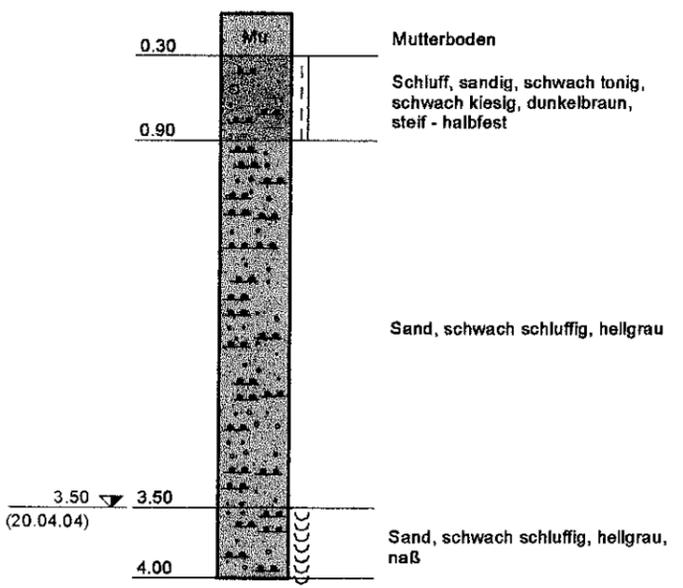
RKS 5

92.90 m NN



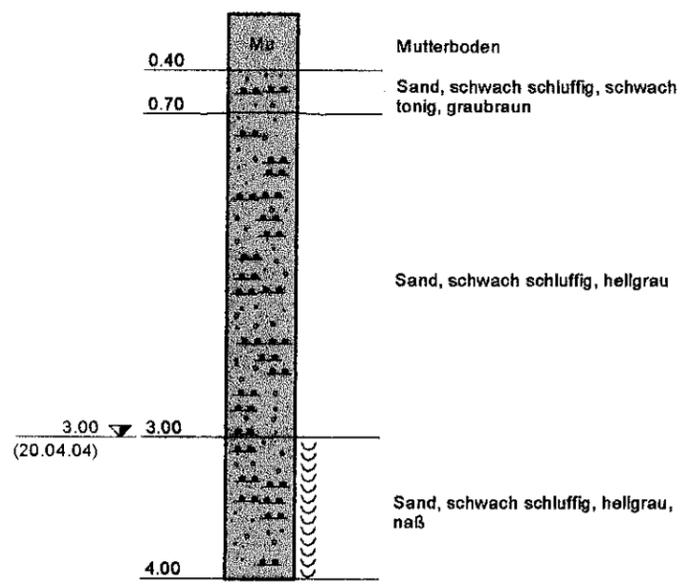
RKS 6

93.23 m NN



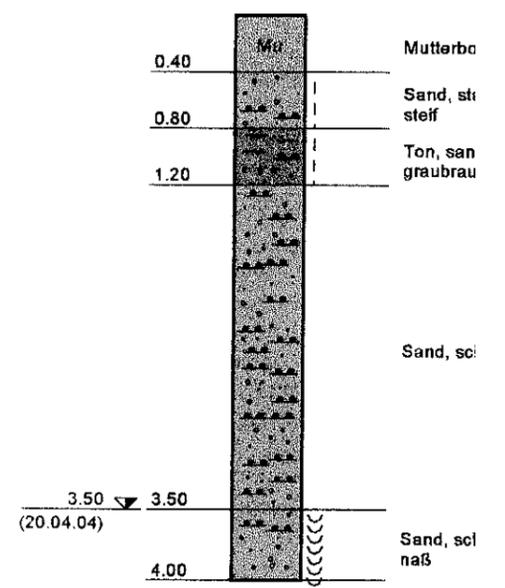
RKS 7

92.80 m NN



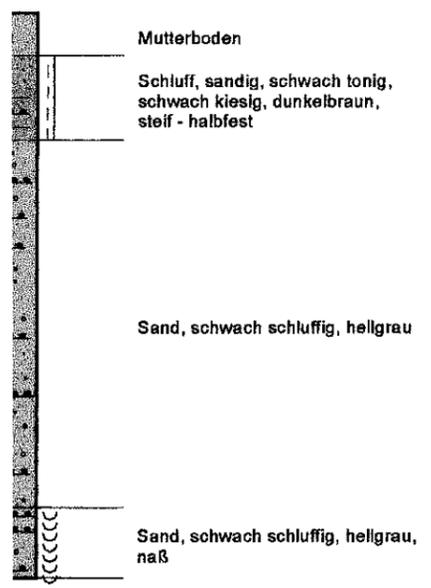
RKS 8

93.56 m NN

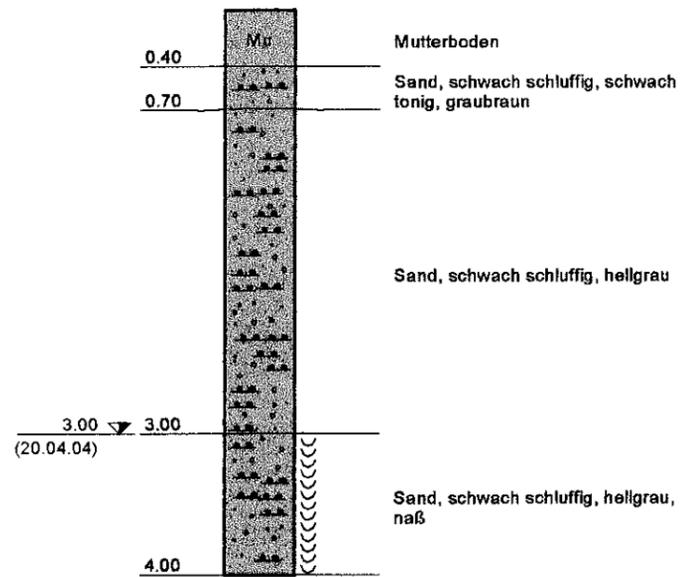


Legende			
	steif - halbfest		Mutterboden
	steif		Sand
	naß		Schluff
			Ton

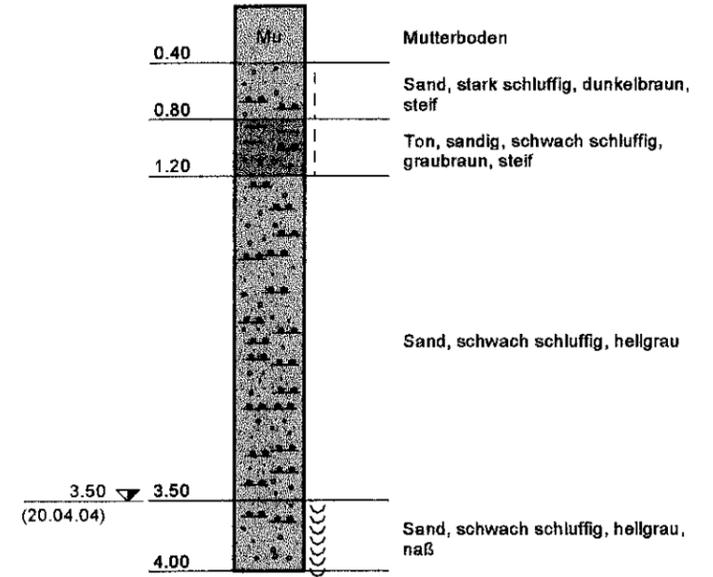
36
n NN



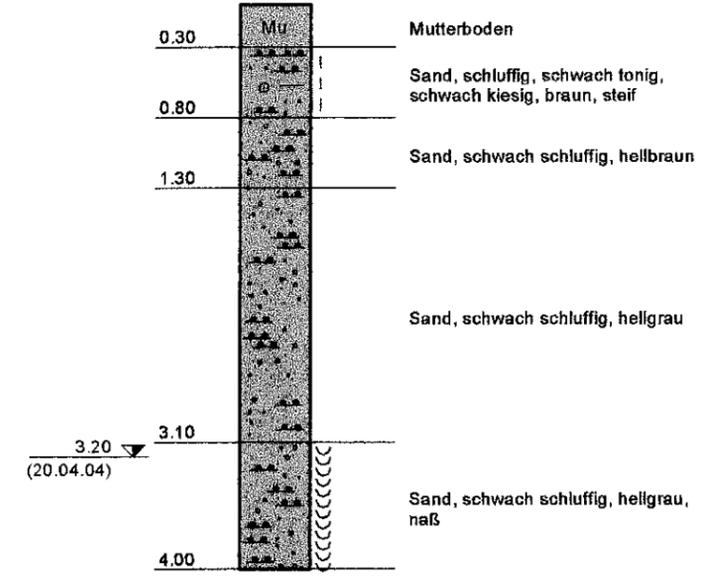
RKS 7
92.80 m NN



RKS 8
93.56 m NN



RKS 9
92.97 m NN



 Ursulum 18 35396 Gießen Tel.: 0641/94360-0 Fax: 0641/94360-40	Projekt: Einhausen, Baugebiet "Die Wilbers"		gezeichnet: 27.04.2004 P. Rössiger
	Projekt-Nr.: 2004 5433 a1		geprüft:
	Sp-Nr.: 5433a1-2		Maßstab 1 : 50 Anlage 2

Geonorm GmbH
 Ursulum 18
 35396 Gießen
 Tel.: 0641 - 943600
 Bearbeiter: Kowalew

Datum: 23.04.04

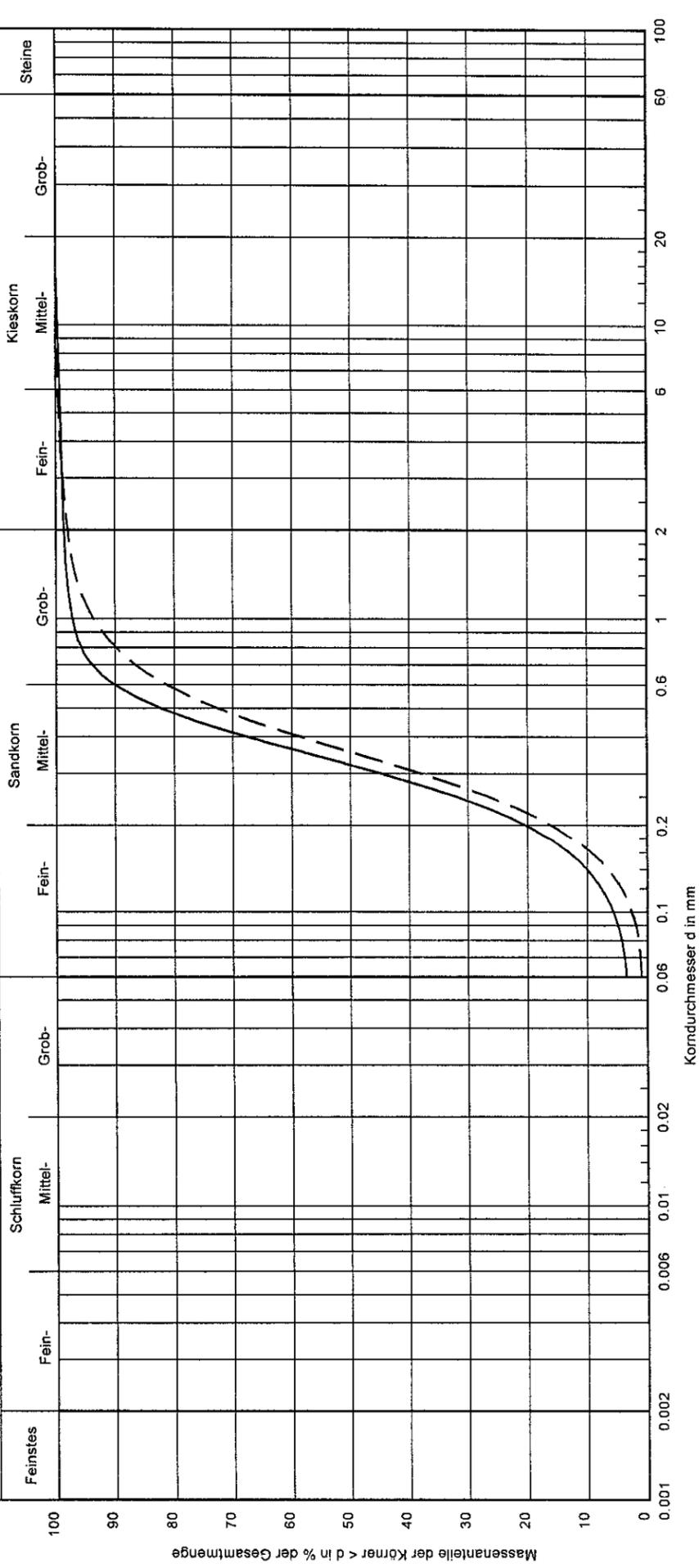
Körnungslinie

Einhausen, "Die Wilbers"

Prüfungsnummer: 20045433a1
 Probe entnommen am: 20.04.04
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Siebung

Schlammkorn

Siebkorn



Korndurchmesser d in mm

Massenanteile der Körner < d in % der Gesamtmenge

Bezeichnung:

Bodenart:

Tiefe:

k [m/s] (Hazen):

Entnahmestelle:

U/Cc

T/M/S/G [%]

Bemerkungen:

Report:
 Attachment:
 3

S, u' S
 0.9 - 3.5 m 3.0 - 4.0 m
 2.3 * 10⁻⁴ 3.2 * 10⁻⁴
 RKS 6/2 RK S7/1
 2.6/1.2 2.5/1.0
 - /3.4/95.2/1.4 - /0.9/97.1/2.0

zu: _____

Bestimmung der **Zustandsgrenzen**
(Fließgrenze, Ausrollgrenze) nach DIN 18122, Teil 1

Prüfungs-Nr.: 20045344a1 Bauvorhaben: _____

Einhausen, "Die Wilbers"

Ausgef. durch: Kowalew Datum: 23.04.04

Entnahmestelle: RKS 6/1

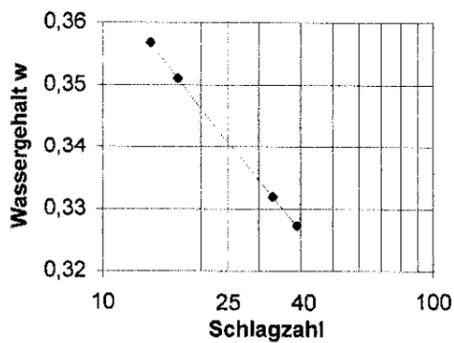
Tiefe: 0,3 - 0,9 m

Bodenart: TL, halbfest

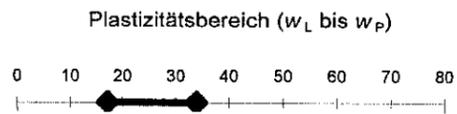
Art d. Entnahme: gestört

Entnahme am: 20.04.04 durch: Ku

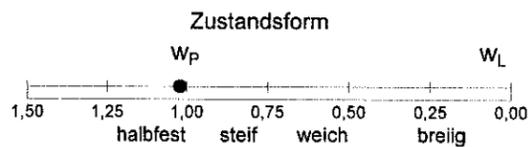
Behälter Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze		
Zahl der Schläge (Mittel aus 3 Versuchen)	39	33	17	14			
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	59,69	61,17	60,31	61,30	24,15	24,95	24,14
Trock. Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	50,87	51,85	50,86	51,44	23,39	24,14	23,36
Behälter m_B [g]	23,92	23,77	23,94	23,80	18,96	19,39	18,81
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_w$ [g]	8,82	9,32	9,45	9,86	0,76	0,81	0,78
Trockene Probe m_d [g]	26,95	28,08	26,92	27,64	4,43	4,75	4,55
Wassergehalt $w = m_w/m_d$	0,327	0,332	0,351	0,357	0,172	0,171	0,171
Fließgrenze (rechn.) w_L [%]	0,348	0,345	0,333	0,329			



Wassergehalt w [%] = 16,8
 Fließgrenze w_L [%] = 33,9
 Ausrollgrenze w_P [%] = 17,1



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P)
 Plastizitätszahl I_P [%] = $w_L - w_P =$ 16,8
 Konsistenzzahl $I_C = (w_L - w) / I_P =$ 1,02



Bemerkungen:
 verwendeter Exponent zur Fließgrenzen-
 ermittlung = 0,14

