



Geotechnik BFW GmbH • Geohaus, Nikolaus-Otto-Straße 6 • 55129 Mainz

## Entwicklungsgesellschaft Lorsch mbH

Postfach 1212

64648 Lorsch

- Baugrund
- Altlastensanierung
- Grundwasser
- Bodenverunreinigungen
- Hydrogeologie
- Deponien
- Rutschungssanierung
- Lagerstätten
- Grundbaulabor

Ihr Zeichen:

Ihre Nachricht vom:

Ansprechpartner:

W. Fein

06131/91 35 24 30

unser Zeichen:

G 6502

Datum:

01.07.2015

## Geotechnischer Untersuchungsbericht

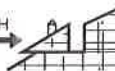
### zu den Baugrundverhältnissen und hydrogeologischen Gegebenheiten im Bereich des Bebauungsplan Nr. 57 „Schön Klinik“ in Lorsch

Anlagen: 7



## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Anlass.....</b>	<b>4</b>
<b>2 Untersuchungen.....</b>	<b>4</b>
2.1 Geländearbeiten.....	4
2.2 Bodenmechanische Laborversuche.....	4
<b>3 Untersuchungsergebnisse.....</b>	<b>5</b>
3.1 Aufbau des Untergrundes.....	5
3.1.1 Bodenbildungshorizont.....	5
3.1.2 Dünen sands.....	5
3.2 Bodenmechanik.....	5
3.3 Wasser.....	6
3.3.1 Grundwasser.....	6
3.3.2 Bodenwassergehalte.....	6
3.4 Infiltrationsversuche / Versickerung.....	7
<b>4 Beurteilung und Empfehlungen.....</b>	<b>9</b>
4.1 Allgemeine Bebaubarkeit.....	9
4.1.1 Allgemeine Empfehlungen.....	9
4.1.2 Erdbebengefährdung.....	10
4.2 Versickerungsmöglichkeit.....	10
4.2.1 Beurteilung der Untersuchungsergebnisse.....	10
4.2.2 Versickerung von Niederschlagswasser.....	10
4.2.3 Empfehlungen.....	11
4.3 Straßen- und Kanalbau.....	12
4.3.1 Erschließungsstraßen.....	12
4.3.2 Rohrleitungsbau.....	13
<b>5 Abschließende Bemerkung.....</b>	<b>14</b>



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bodenmechanische Kenngrößen für die Folgen 1 und 2.....	5
Tabelle 2: Ergebnisse der Infiltrationsversuche in Testmulden.....	8

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bodenwassergehalte der einzelnen Bohrungen im Bezug zur Horizonttiefe und der jeweilige eingemessene Grundwasserstand (blau).....	7
--	---

## Literaturverzeichnis

- DWA-A (2005): Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser u. Abfall e.V. - Hennef.
- FGSV: Zusätzliche technische Vorschriften und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB).
- FGSV: Zusätzliche technische Vorschriften und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen (ZTVA-StB).
- REITMEIER, W. (1995): Zur Abschätzung der Versickerungsmenge in teilgesättigten Böden. Geotechnik 1995, Heft 2, S. 65-73, Verlag Polyfoto Vogt KG. - Stuttgart.

## Anlagenverzeichnis

1. Lageplan
2. Darstellung der Bohrungen als Rammkernsondierungen
3. Schlagdiagramme der leichten Rammsondierungen
4. Profilschnitt der Bohrungen und Rammsondierungen
5. Auswertung der Infiltrationsversuche
6. Bestimmung des Wassergehalts
7. Bestimmung der Korngrößenverteilung



## 1 Anlass

Die Stadt Lorsch plant die Verlagerung der Schön Klinik aus der Innenstadt an den Starkenburger Ring im Süden der Stadt. Im Zuge der Standortplanung soll der Untergrund geotechnisch und hydrogeologisch untersucht werden.

Die GEOTECHNIK Büdinger Fein Welling GmbH wurde von der Entwicklungsgesellschaft Lorsch mbH beauftragt, die notwendigen Untersuchungen durchzuführen und einen geotechnischen Bericht gemäß dem Angebot vom 05.06.2015 zu erstellen.

## 2 Untersuchungen

### 2.1 Geländearbeiten

Im Zuge der Geländearbeiten am 15., 18. und 23.06.2015 wurden folgende Versuche durchgeführt:

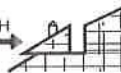
- 9× Bohrung als Rammkernsondierung (RKS 1 bis 9) mit einer maximalen Sondiertiefe von fünf Meter unter Geländeoberkante (m u. GOK)
- 5× leichte Rammsondierung (DPL 1 bis 5) mit einer maximalen Sondiertiefe von fünf Meter unter Geländeoberkante (m u. GOK)
- 3× Infiltrationsversuch zur Bestimmung des Versickerungspotenzials nach REITMEIER in Testmulden (TM 1, 2 und 3)

Die Lage der Bohrpunkte und der Testmulden kann dem Lageplan in Anlage 1 entnommen werden; deren Einzelergebnisse den Anlagen 2 und 5. Ein Profilschnitt der Bohrungen ist in Anlage 4 dargestellt.

### 2.2 Bodenmechanische Laborversuche

Zur Bestimmung der bodenmechanischen Eigenschaften und geohydraulischen Kenngrößen wurden an den entnommenen Bodenproben folgende Laborversuche durchgeführt:

- 20× Bestimmung des Bodenwassergehaltes nach DIN 18121 (s. Anlage 6)
- 5× Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123 (s. Anlage 7)



### 3 Untersuchungsergebnisse

#### 3.1 Aufbau des Untergrundes

Der Untergrund des untersuchten Grundstücks lässt sich in zwei Folgen aufteilen:

1. Folge: Bodenbildungshorizont
2. Folge: Dünensande

##### 3.1.1 Bodenbildungshorizont

Die oberen 30 bis 110 Zentimeter des Bodenprofils werden von einem Bodenbildungshorizont aus verbrauntem Sand gebildet. Durch die agrarwirtschaftliche Nutzung der Fläche sind bereichsweise Spuren von mechanischen Umlagerungsprozessen, wie Pflügen und Tiefenregolen, in Form von Inhomogenitäten bezüglich Farbe und Lagerung zu erkennen.

##### 3.1.2 Dünensande

Das Ausgangssubstrat für den Bodenbildungshorizont sind pleistozäne Dünensande. Aufgrund des äolischen Sedimentationsprozesses sind diese Sande gut sortiert. Zwischenlagen mit größeren Anteilen an bindigen Komponenten sind meist ehemalige Bodenbildungshorizonte und das Auftreten von Feinkorn somit auf Mineralverwitterungsprozesse zurückzuführen. Temporäre und / oder saisonale Grundwasserstände sind durch rostfarbene Oxidationssäume und -flecken gekennzeichnet. In Tiefenbereichen, die dauerhaft grundwassergesättigt sind, ist das Sediment durch Reduktionsprozesse grau bis dunkelgrau verfärbt.

#### 3.2 Bodenmechanik

In der folgenden Tabelle 1 sind die bodenmechanischen Kennwerte (innerer Reibungswinkel  $\varphi$ , Kohäsion  $c$ , Wichte  $\gamma$ ) für die beiden, in Kapitel 3.1 beschriebenen Schichtenfolgen (Bodenbildungshorizont und Dünensande) dargestellt.

Tabelle 1: Bodenmechanische Kenngrößen für die Folgen 1 und 2

Folge	Horizont	Bodengruppe	$\varphi [^\circ]$	$c [kNm^{-2}]$	$\gamma [kNm^{-3}]$
1	Bodenbildungs- horizont	SU, SU*	25,0 – 27,5	0 – 5	18,0 – 21
2	Dünensande	SE	30 – 35	0	18,0 – 20,5



### 3.3 Wasser

#### 3.3.1 Grundwasser

Zum Zeitpunkt der Geländearbeiten (15., 18. und 23.06.2015) wurde in allen Bohrungen Grundwasser angetroffen. In den Bohrungen RKS 3, 4, 6, 7 und 9 konnte ein Grundwasserstand eingemessen werden (s. Abb. 1), bei den anderen Bohrungen RKS 1, 2, 5 und 8 war das Bohrloch zugeschwämmt. In den feuchten Jahresabschnitten kann es aufgrund erhöhten Niederschlages temporär zu höheren Grundwasserständen kommen, was durch das Vorhandensein von Oxidationsflecken in höheren Bereichen dokumentiert ist.

#### 3.3.2 Bodenwassergehalte

Die Wassergehalte des Bodenhorizontes und der nicht grundwassergesättigten Sande liegen zwischen 3 und 13 M-%; die Proben aus den wassergesättigten Horizonten zeigen 19 bis 22 M-% Wassergehalt. Die folgende Abbildung 1 zeigt die Bodenwassergehalte der einzelnen Bohrungen im Bezug zur Horizonttiefe und die gemessenen Grundwasserstände.

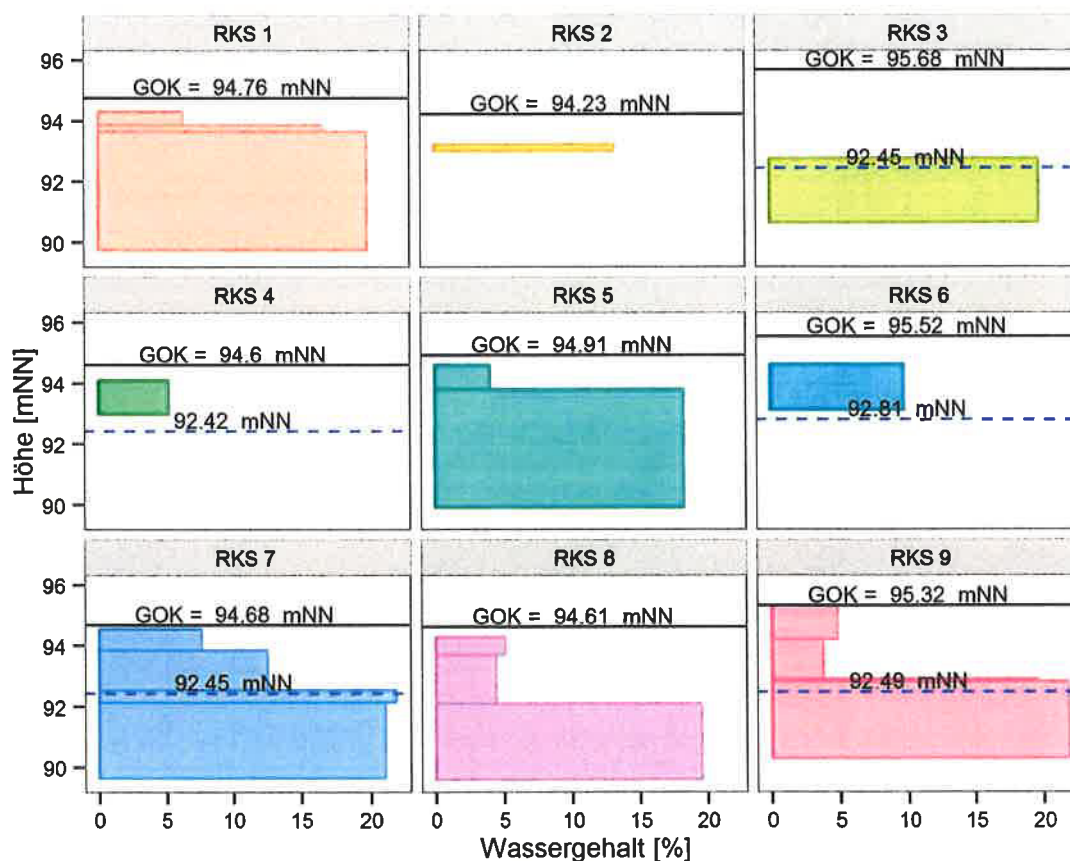


Abbildung 1: Bodenwassergehalte der einzelnen Bohrungen im Bezug zur Horizonttiefe und der jeweilige eingemessene Grundwasserstand (blau).





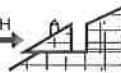
### 3.4 Infiltrationsversuche / Versickerung

Zur Ermittlung der Infiltrationsrate und des Durchlässigkeitsbeiwertes  $k_f$  der oberflächennahen Bodenschichten, wurden drei Schürfgruben (Testmulden TM 1, 2 und 3) angelegt (siehe Lageplan in Anlage 1) und darin Versickerungsversuche nach REITMEIER durchgeführt. Die grafischen Darstellungen bzw. Protokolle der Versickerungsversuche sind der Anlage 5 zu entnehmen.

Um die vorhandenen Bodenstrukturen möglichst zu erhalten, sind die Schürfgruben für die Versickerungsversuche vorsichtig manuell ausgehoben worden. Dabei wurden Grubenwände und -sohlen, sowie das anstehende Bodensubstrat bodenkundlich beschrieben. Ein besonderes Augenmerk bei der Beschreibung galt den möglichen Makroporen und dem vorhandenen Bodengefüge. Um beim Befüllen der Gruben keine Porenverschlämmungen zu verursachen, wurden die Gruben mit Filtervlies ausgekleidet. Die Probeversickerungen fanden dann in Form von einer bzw. zwei aufeinander folgenden Befüllungen mit Wasser statt. Es wurde jeweils die Abnahme des Wasserspiegels gemessen und der verstrichenen Zeit seit Befüllung gegenübergestellt. Eine Übersicht der Ergebnisse ist in der folgenden Tabelle 2 dargestellt.

*Tabelle 2: Ergebnisse der Infiltrationsversuche in Testmulden*

Testmulde	Mulden- tiefe	Substrat	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ (nach REITMEIER)
TM 1	0,52 m	Sand, schluffig	$1,1 \times 10^{-4} \text{ ms}^{-1}$
TM 2	0,44 m	Sand, schluffig	$6,9 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$
TM 3	0,50 m	Sand, schluffig	$8,2 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$



## **4 Beurteilung und Empfehlungen**

### **4.1 Allgemeine Bebaubarkeit**

Das untersuchte Gelände ist grundsätzlich bebaubar. Die geologische Situation ist im Bezug auf die Baugrundverhältnisse eher unproblematisch. Es ist trotzdem anzuraten, für einzelne Bauvorhaben individuelle Baugrundgutachten erstellen zu lassen.

#### **4.1.1 Allgemeine Empfehlungen**

##### **Erdarbeiten**

Erdarbeiten können in der Regel im Tiefenbereich bis etwa zwei Meter unter Geländeoberkante mit üblichen Hydraulikbaggern und sonstigen Baugeräten problemlos ausgeführt werden. In größeren Tiefen, d. h. unter dem Grundwasserspiegel wird der Sand durch das Wasser mobilisiert und in die Baugrube fließen. Deshalb ist eine Wasserbehandlung in diesen Tiefen erforderlich.

##### **Baugrund / Gründungen**

Der Baugrund setzt sich (im Gründungssohlenbereich unterkellerten Gebäude) aus enggestuften Sanden zusammen. In nassen Jahreszeiten ist hier mit dem Auftreten von Grundwasser zu rechnen (s. Kap. 3.3.1, S. 6).

##### **Frostempfindlichkeit**

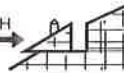
Die Sande sind gemäß ZTVE-StB der Frostempfindlichkeitsklasse F1 (nicht frostempfindlich) zuzuordnen.

##### **Wasserhaltung**

Zum Zeitpunkt der Geländeuntersuchungen wurde Grundwasser in Tiefen zwischen ca. 2,20 und 3,20 m unter GOK angetroffen. Erfolgt ein Aushub unterhalb dieser Tiefe, ist eine Wasserhaltung erforderlich. Der Umfang und Art der Wasserhaltung richtet sich nach Tiefe und Größe der Baugrube.

Die Wasserhaltung muss derart konzipiert werden, dass insbesondere der Feinsandanteil im Untergrund nicht mobilisiert und ausgetragen wird. Darüber hinaus ist bei der Wasserhaltung der sich ausbreitende Grundwassertrichter (absinkender Grundwasserspiegel über den Bereich der Wasserhaltung hinaus) zu bedenken, der gegebenenfalls die Nachbargebäude negativ beeinflussen kann. Deshalb ist im Vorfeld einer Wasserhaltungsmaßnahme eine Beweissicherung zu empfehlen. Die Wasserhaltung, die -einleitung und die -versickerung sind anzeige- und genehmigungspflichtig





#### 4.1.2 Erdbebengefährdung

Die Ortsgemeinde Lorsch liegt in der Erdbebenzone 1. Für diese Zone wird nach der vereinfachten Medwedew-Sponheuer-Kárník-Skala der Erdbebenwirkungen mit einer maximalen Intensität von 6,5 bis 7 gerechnet, dass heißt es kann zu Rissen im Verputz, in Wänden und an Schornsteinen kommen. Der Bemessungswert der Bodenbeschleunigung beträgt ca.  $0,4 \text{ ms}^{-2}$ . Die Untergrundklasse ist mit S (tiefe Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung) anzugeben.

#### 4.2 Versickerungsmöglichkeit

##### 4.2.1 Beurteilung der Untersuchungsergebnisse

Die aus den Versuchsdaten (s. Kap. 3.4, S. 7) abgeleitete Untergrunddurchlässigkeit der oberflächennahen Schichten (Oberboden) von  $1,1 \times 10^{-4}$  bis  $6,9 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$  ist fast ausschließlich auf das Korngrößenabhängige Primärporenvolumen zurückzuführen; größere Makroporen in Form von Wurmgängen oder Wurzelröhren sind fast nicht vorhanden. In den tiefer liegenden Sandschichten ist mit ähnlichen  $k_f$ -Werten zu rechnen. Der Durchlässigkeitsbereich ist nach DIN 18130 als „durchlässig“ zu bewerten.

##### 4.2.2 Versickerung von Niederschlagswasser

Eine Versickerung von Oberflächenwasser durch die vorhandenen (erbohrten) Bodenschichten ist bei entsprechender Dimensionierung der Versickerungsanlage rückstaufrei möglich. Der Sand eignet sich aufgrund seiner relativ guten Durchlässigkeit zum ausreichend raschen Abführen des Sickerwassers. Je nach Nutzungsart (z. B. Dachflächen, Stell- und Fahrflächen etc.) bzw. Aufbau / Gestaltung (z. B. Gründach, Metaldach etc.) der angeschlossenen, Oberflächenwasser abführenden Flächen ist ggf. eine Wasserbehandlung (z. B. Filter, Abscheidersystem o.ä.) im Sinne der DWA M 153 erforderlich. Dies ist im Rahmen der weiteren Planung und Dimensionierung der Regenwasserbewirtschaftungsanlage zu prüfen.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse aus den drei Untersuchungsstellen eignet sich der Untergrund zur dezentralen und zentralen Versickerung von Niederschlagswasser aus dem überplanten Gebiet.

Grundsätzlich sollte eine Regenwasserbewirtschaftung mittels Dachbegrünung und Überlauf in Zisternen mit Brauchwassernutzung angestrebt werden. Insbesondere durch eine Dachbegrünung können die anfallenden Niederschlagsmassen stark vermindert werden. Es lassen sich folgende allgemeine Angaben zu einer möglichen Versickerung von Regenwasser treffen:



- Die Filterwirkung der sandigen Deckschichten ist als gut einzustufen.
- Der Grundwasserflurabstand erfüllt bezüglich einer Versickerung in flachen Mulden (zumindest zum Zeitpunkt dieser Untersuchungen) die Anforderungen der DWA-A 138 ( $> 1$  m bis zur Sohle der Versickerungsanlage).
- Die untersuchte Fläche liegt nicht innerhalb eines Wasserschutzgebietes.

#### 4.2.3 Empfehlungen

Für Versickerungsmulden gilt grundsätzlich:

- Zur Versickerung des Niederschlagswassers sollten Mulden (oder eine Mulde) ausgeformt werden.
- Die Wassermenge je Flächeneinheit ist auf eine definierte Einstauhöhe von maximal 30 cm zu begrenzen. Dies sollte durch Notüberläufe bzw. durch eine Kaskadenanlage geregelt werden.
- Die Dimensionierung der Mulden sollte sich nach dem zur Verfügung stehenden Platz richten. Grundsätzlich sollte die Sickerfläche so groß wie möglich sein.
- Die Mulden sollten möglichst flach in das bestehende Gelände eingebunden werden (wenn möglich Muldensohle  $< 0,30$  m unter momentaner GOK).
- Die entsprechenden Muldenflächen sowie das nähere Umfeld sollten vor Baubeginn unbedingt gekennzeichnet und abgesperrt werden, um eine weitere Bodenverdichtung durch Befahren zu vermeiden.
- Der Aushub der Mulden sollte rückschreitend erfolgen.
- Die eigentlichen Muldenflächen sollte dabei so groß wie möglich gewählt werden, um die Wasserspeicherkapazität der oberflächennahen Bodenschichten ausnutzen zu können. Auf diese Weise wird im Sommerhalbjahr ein Großteil des anfallenden Sickerwassers wieder verdunstet bzw. evapotranspiert. Dies gilt insbesondere in Verbindung mit einer geeigneten Vegetation, die auch einen zusätzlichen Erosionsschutz bietet.
- Die Muldeneinläufe sind zur Erosionsminderung mit Steinen bis zum Muldentiefsten zu versehen; ggf. sind zusätzliche Absetzkästen einzuplanen.
- Die Muldenfläche(n) selbst sollte(n) mit geeignetem Sickerrasen versehen werden (ggf. Roll- bzw. Fertigrasen verwenden).
- Die Inbetriebnahme der Versickerungsmulde(n) sollte nicht vor Ablauf einer ersten Vegetationsperiode (Anwachsphase) erfolgen (gilt nicht für Roll- bzw. Fertigrasen).



- Es ist darauf hinzuweisen, dass im Laufe der Betriebszeit die Infiltrationsrate von Versickerungsmulden erfahrungsgemäß abnimmt. Durch regelmäßige Wartungsarbeiten kann dieser Prozess vermindert werden.
- Der Abstand von Versickerungsmulden zu geplanten Gebäuden sollte mindestens gemäß DWA-A 138 bemessen sein. Je nach Bebauung ist auch ein größerer Abstand erforderlich.

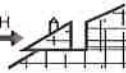
### 4.3 Straßen- und Kanalbau

#### 4.3.1 Erschließungsstraßen

Auf dem Erdplanum ist gemäß den Anforderungen aus der ZTVE-StB grundsätzlich ein Verformungsmodul  $E_{v2}$  von mindestens 45 MN/m<sup>2</sup> nachzuweisen. Diese Mindesttragfähigkeit ist in der Regel auf den Sanden durchaus erreichbar. Aufgrund der Einkörnigkeit der Sande (Dünensand) ist jedoch dringend anzuraten, zumindest den letzten Verdichtungsübergang ausschließlich statisch durchzuführen, da sonst das bestehende Korngefüge durch die Dynamik (Vibrationen) wieder aufgelockert wird. Sollte dieser Wert nicht erreicht werden, sind planumsverbessernde Maßnahmen zu ergreifen (s. u.).

Der Oberboden muss entfernt und zur späteren Wiederverwendung seitlich gelagert werden. Anschließend ist der Untergrund bis auf das geplante Planumsniveau abzuschieben. Sollten im Planumbereich überraschend weiche oder organische, also grundsätzlich nicht ausreichend tragfähige Bodenschichten angetroffen werden, sind entsprechende Maßnahmen zu ergreifen: Hier kann z. B. ein Bodenaustausch mit weitgestuften, verdichtungsfähigen Erdbaustoffen erfolgen (z. B. Schotter 0/56, auch Recyclingmaterial, sofern güteüberwacht). Alternativ dazu können auch sonstige Bodenverbesserungs- und Bodenverfestigungsmaßnahmen (z. B. Bindemittelzugabe, Entwässerung etc.) angewendet werden. Der unter dem Oberboden anstehende Sand ist gemäß ZTVE-StB in der Regel der Frostempfindlichkeitsklasse F1 (nicht frostempfindlich) zuzuordnen. Werden keine Schutzmaßnahmen getroffen, muss unmittelbar vor dem Einbau der Tragschicht auf dem Planum (vorsichtig) statisch nachverdichtet werden.

Ausgehobenes bzw. abgeschobenes Bodenmaterial (Oberboden) ist für den Wiedereinbau ungeeignet und sollte nur in solchen Bereichen verwendet werden, in denen Nachsackungen in Kauf genommen werden können (z. B. zur Geländemodellierung im Bereich von Freiflächen). Der weitere Straßenoberbau sollte sich nach der RStO richten. Entsprechend der anzusetzenden Bauklassen sind die jeweiligen Verformungsmodule  $E_{v2}$  auf den Trag- und Frostschuttschichten nachzuweisen. Grundsätzlich sollten Verdichtungsprüfungen mittels statischer Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 (alternativ dynamische Fallplattenversuche



nach TP BF-StB Teil B 8.3) sowohl auf dem Erdplanum, als auch auf den darauffolgenden Tragschichten erfolgen.

#### **4.3.2 Rohrleitungsbau**

##### **Rohrleitungsgräben**

Die Herstellung von Rohrleitungsgräben sollte sich u. a. nach den Vorgaben der ZTVE-StB (Baugruben und Leitungsgräben) richten. Im Bereich der Leitungszone sollten grobkörnige Böden mit einem Größtkorn von 20 mm eingebaut werden, sofern keine gesonderten Herstelleranforderungen der einzubauenden Rohre vorliegen. Eine Schütthöhe von maximal 20 cm ist einzuhalten. Eine Verdichtung in Höhe von mindestens 97 % der einfachen Proctordichte  $D_{Pr}$  ist anzustreben. Werden im Auflagerbereich widererwartend weiche oder generell nicht tragfähige Bodenschichten angetroffen, sind diese gegen eine mindestens 30 cm mächtige Lage aus geeigneten Erdbaustoffen auszutauschen (weitgestuftes, verdichtungsfähiges Material). Zur Stabilisierung kann zunächst der Einbau von Grobschlag (z. B. Körnung 60/120) und / oder eines Geotextils erforderlich werden.

Oberhalb der Leitungszone (Verfüllzone) kann der ausgehobene Sand wieder eingebaut werden. Die Verdichtung hat lagenweise zu erfolgen. Aufgrund der Einkörnigkeit der Sande (Dünensand) ist jedoch dringend anzuraten, zumindest den letzten Verdichtungsübergang ausschließlich statisch durchzuführen, da sonst das bestehende Korngefüge durch die Dynamik (Vibrationen) wieder aufgelockert wird. Die Verdichtungsarbeit sollte bis 0,50 m unter Erdplanum die einfache Proctordichte  $D_{Pr}$  von 97 % und im Bereich zwischen Erdplanum und 0,50 m Tiefe, je nach Bodengruppe, 97 bis 100 % der einfachen Proctordichte  $D_{Pr}$  erreichen. Die Schütthöhen sollten 30 cm nicht überschreiten. Verdichtungskontrollen mittels Dichtebestimmungen, Rammsondierungen und statischen bzw. dynamischen Lastplattendruckversuchen sind anzuraten. Die Erschließungsmaßnahmen (Straßen- und Kanalbau) sollten grundsätzlich in trockenen Jahreszeiten, bzw. bei langfristig trockener Wetterlage erfolgen.

##### **Verbau von Rohrleitungsgräben**

Nicht verbaute Baugruben mit senkrechten Wänden ohne besondere Sicherung sind nach DIN 4124 und der Unfallverhütungsvorschrift "Baugruben" im Allgemeinen nur bis zu einer Tiefe von 1,25 m zulässig. Im vorliegenden Fall ist es grundsätzlich zu empfehlen, den betreffenden Bereich über die gesamte Tiefe (ab GOK) mit geeigneten Maßnahmen (z. B. mit mobilen Verbauelementen) zu verbauen.



### **Wasserhaltung**

Zum Zeitpunkt der Geländeuntersuchungen wurde Grundwasser in Tiefen zwischen ca. 2,20 und 3,20 m unter GOK angetroffen. Erfolgt ein Aushub unterhalb dieser Tiefe, ist eine Wasserhaltung erforderlich. Der Umfang und Art der Wasserhaltung richtet sich nach Tiefe und Länge des Grabenaushubs. Da der Wasserandrang in den Sanden relativ groß sein wird, empfiehlt sich ein abschnittsweises Vorgehen. Ansonsten gelten die Vorgaben aus Kapitel 4.1.1 „Wasserhaltung“.

### **5 Abschließende Bemerkung**

Die Ergebnisse dieses Gutachtens basieren zwangsläufig auf punktförmigen Aufschlüssen. Im Umfeld der durchgeführten Bodensondierungen können daher Bodenverhältnisse vorliegen, die im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen nicht erkannt wurden und von den beschriebenen Ergebniswerten abweichen. Bei abweichenden Bodenverhältnissen ist der Gutachter zu benachrichtigen.

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

Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

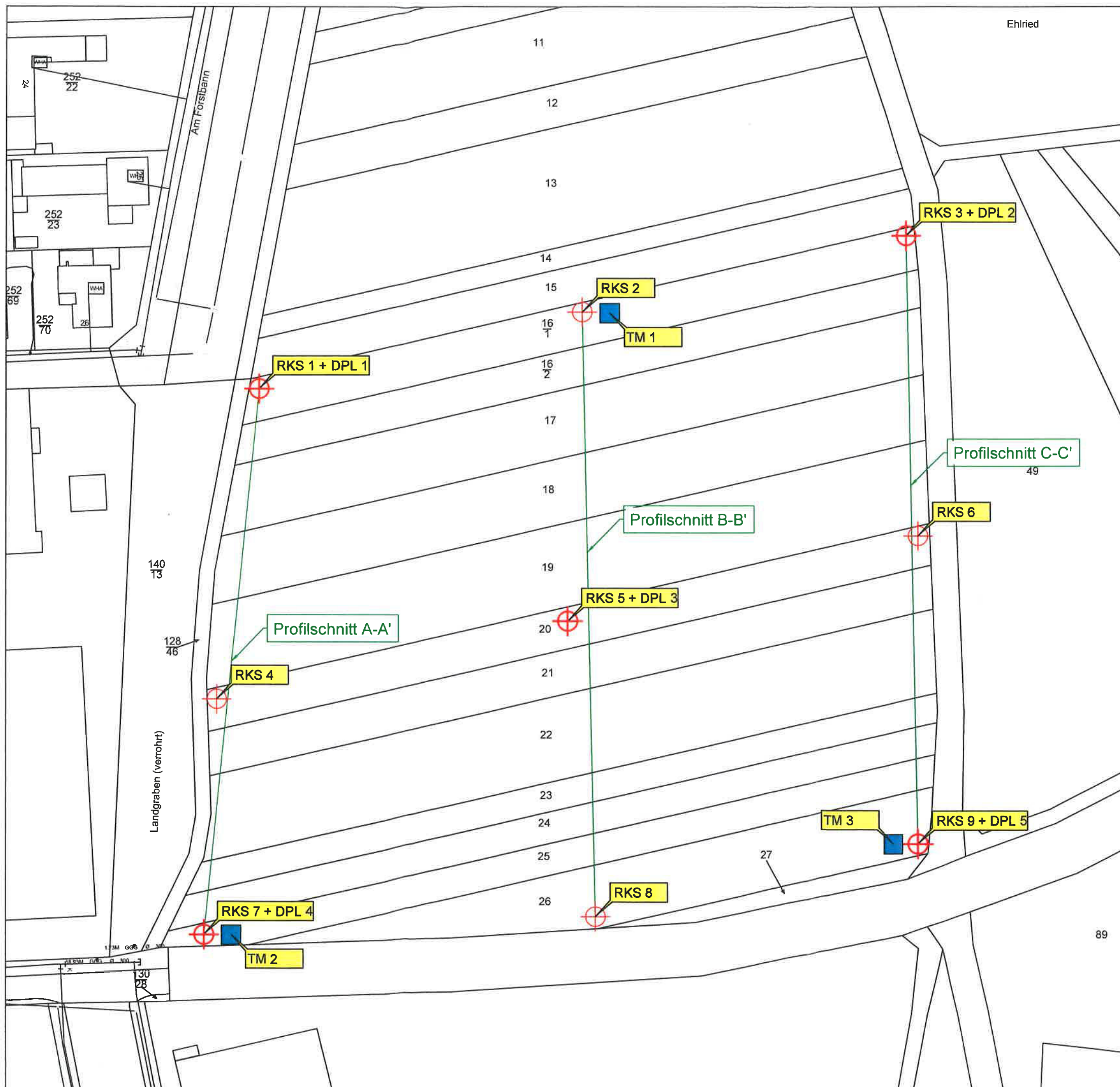
Mainz, den 01.07.2015

GEOTECHNIK  
Büdinger Fein Welling GmbH

W. Fein

M. Melcher



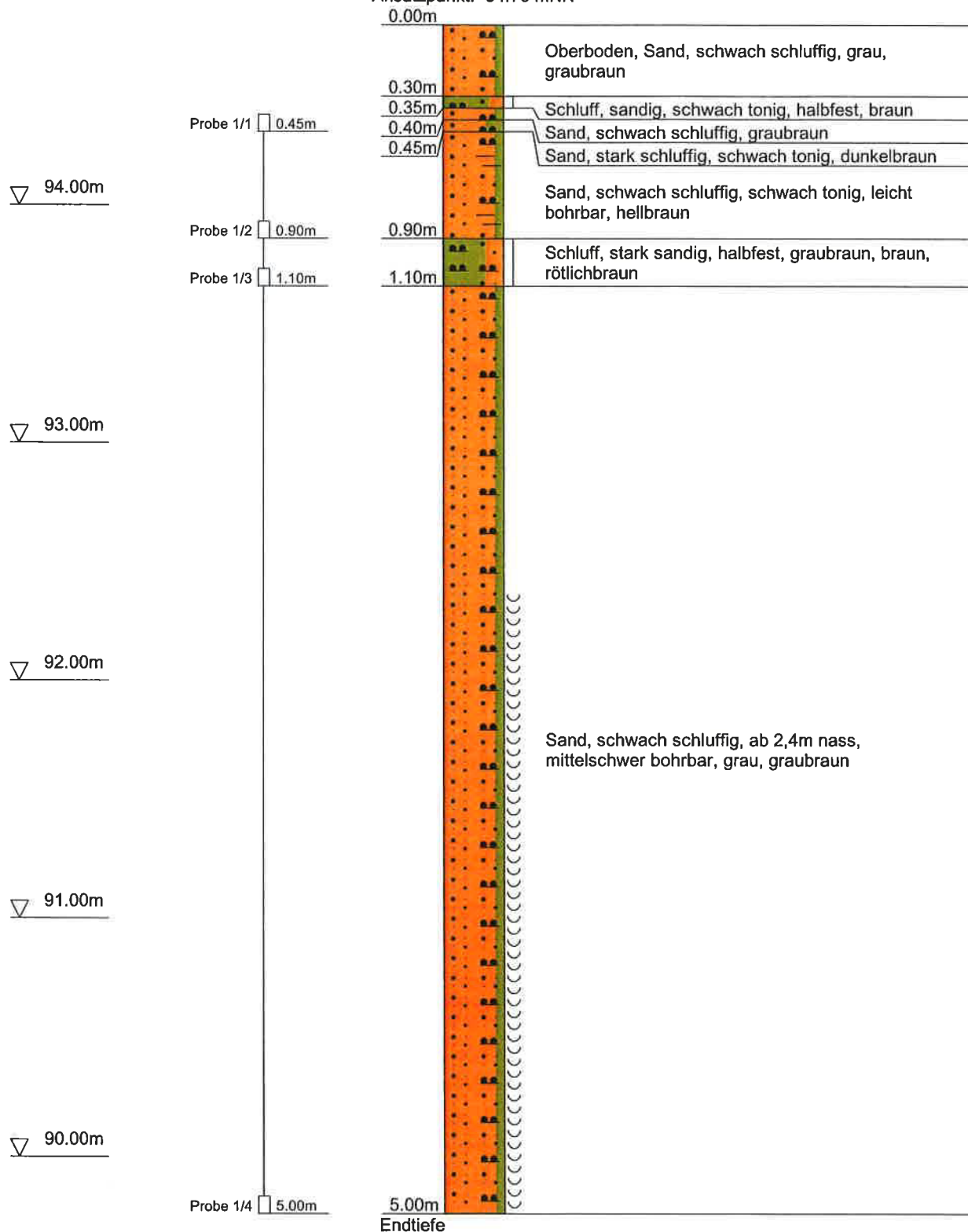


Auftraggeber: Entwicklungsgesellschaft Lorsch mbH	
Projekt: Bebauungsplan Nr. 57 „Schön Klinik“ Lorsch	Maßstab: 1:1000 Blattgröße: DIN A3 Bearbeiter: W. Fein
Plan: Lageplan mit den Bohrungen als Rammkernsondierungen (RKS), den leichten Rammsondierungen (DPL) und den Testmulden (TM)	gez.: M. Melcher Anlage: 1 Projektnummer: G 6502
Planvorlage: Planungsbüro SHR, Bensheim	Datum: 19.06.2015
<b>GEOTECHNIK</b> Büdinger • Fein • Welling GmbH INGENIEURGEOLOGEN • HYDROGEOLOGEN • BERATENDE INGENIEURE Geohaus, Nikolaus-Otto-Straße 6, 55129 Mainz Tel.: 06131 / 91 35 24-0 / FAX: 06131 / 91 35 24-44 / Email: mail@geotechnik-mainz.de	



# RKS 1

Ansatzpunkt: 94.76 mNN



Bemerkung: Bohrloch um 2,12m zugeschwemmt

**GEOTECHNIK BFW GmbH**

Geologen, Beratende Ingenieure

Nikolaus-Otto-Str. 6, 55129 Mainz

Tel.: 06131 / 91 35 24-0 // -913524-44 // www.geotechnik-mainz.de

Projekt: Bebauungsplan Nr. 57 "Schön Klinik",  
Lorsch

Az: G 6502

Datum: 19.06.2015

**Bohrprofil**  
DIN 4023

Anlage: 2.2

Maßstab: 1: 25

Bearbeiter: W. Fein

**RKS 2**

Ansatzpunkt: 94.23 mNN

0.00m

▽ 94.00m

Oberboden, Sand, schwach schluffig, leicht bohrbar,  
dunkelgrau

0.50m

Sand, schwach schluffig, leicht bohrbar, hellbraun

1.00m

▽ 93.00m

Probe 2/1 1.20m

1.20m

Schluff, sandig, tonig, rostfleckig, steif, grau

▽ 92.00m

▽ 91.00m

Sand, schwach schluffig bis schluffig, ab 2,0m nass,  
leicht bis mittelschwer bohrbar, grau, graubraun

▽ 90.00m

Probe 2/2 5.00m

5.00m

Endtiefe

Bemerkung: Bohrloch um 2,10m zugeschwemmt

**GEOTECHNIK BFW GmbH**

Geologen, Beratende Ingenieure

Nikolaus-Otto-Str. 6, 55129 Mainz

Tel.: 06131 / 91 35 24-0 // -913524-44 // www.geotechnik-mainz.de

Projekt: Bebauungsplan Nr. 57 "Schön Klinik",  
Lorsch

Az: G 6502

Datum: 19.06.2015

**Bohrprofil**  
DIN 4023

Anlage: 2.3

Maßstab: 1: 25

Bearbeiter: W. Fein

**RKS 3**

Ansatzpunkt: 95.68 mNN

0.00m

▽ 95.00m

Sand, schwach schluffig, leicht bohrbar, grau bis  
dunkelgrau

1.40m

▽ 94.00m

Sand, schwach schluffig, schwer bohrbar, hellbraun

▽ 93.00m

2.90m

GW ▼ 3.23m

▽ 92.00m

Sand, schwach schluffig, nass, mittelschwer  
bohrbar, grau, graubraun

▽ 91.00m

Probe 3/1 □ 5.00m

5.00m  
Endtiefe

Bemerkung:

**GEOTECHNIK BFW GmbH**

Geologen, Beratende Ingenieure

Nikolaus-Otto-Str. 6, 55129 Mainz

Tel.: 06131 / 91 35 24-0 // -913524-44 // www.geotechnik-mainz.de

Projekt: Bebauungsplan Nr. 57 "Schön Klinik",  
Lorsch

Az: G 6502

Datum: 19.06.2015

**Bohrprofil**  
DIN 4023

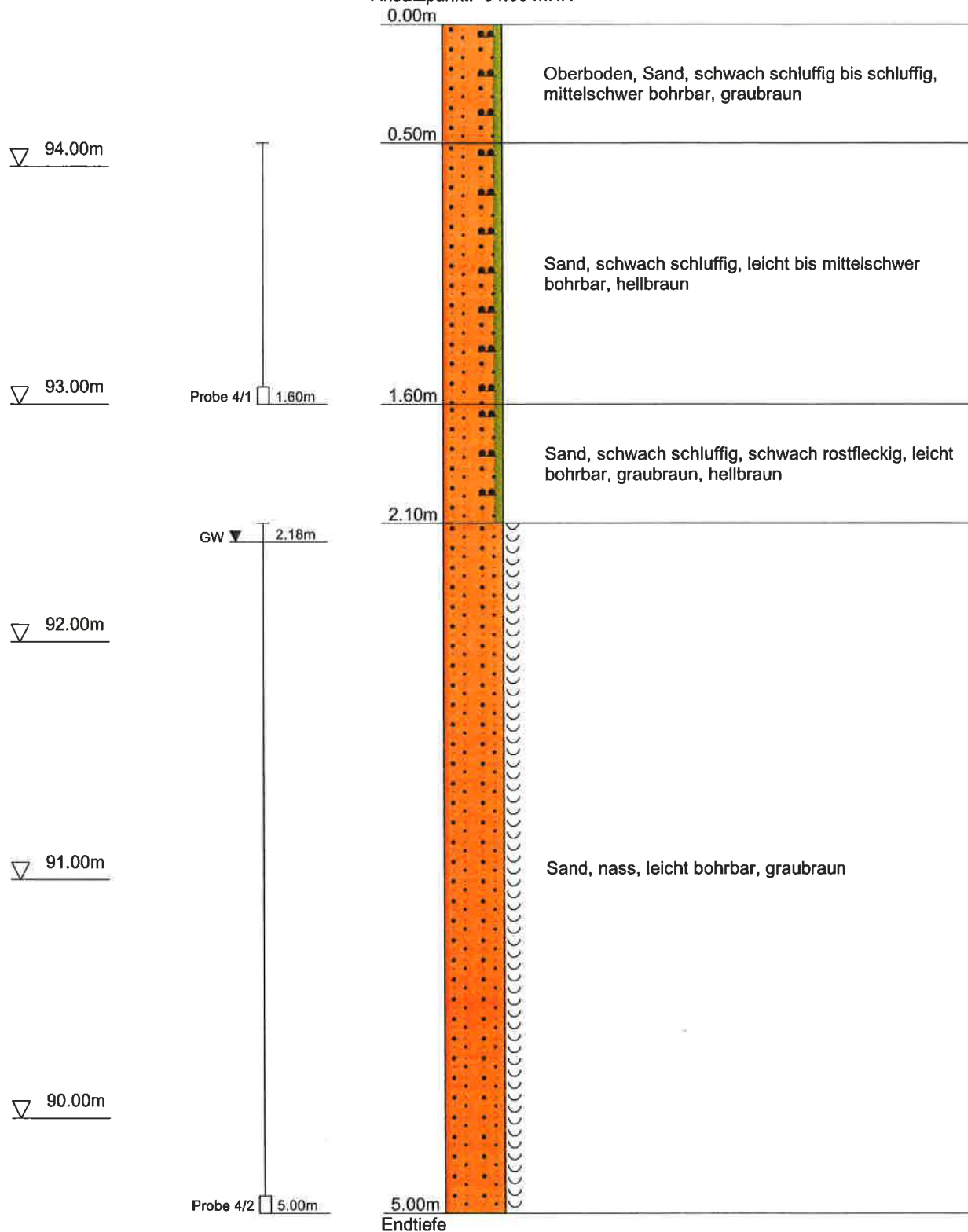
Anlage: 2.4

Maßstab: 1: 25

Bearbeiter: W. Fein

**RKS 4**

Ansatzpunkt: 94.60 mNN



Bemerkung:

**GEOTECHNIK BFW GmbH**

Geologen, Beratende Ingenieure

Nikolaus-Otto-Str. 6, 55129 Mainz

Tel.: 06131 / 91 35 24-0 // -913524-44 // www.geotechnik-mainz.de

Projekt: Bebauungsplan Nr. 57 "Schön Klinik",  
Lorsch

Az: G 6502

Datum: 23.06.2015

**Bohrprofil**  
DIN 4023

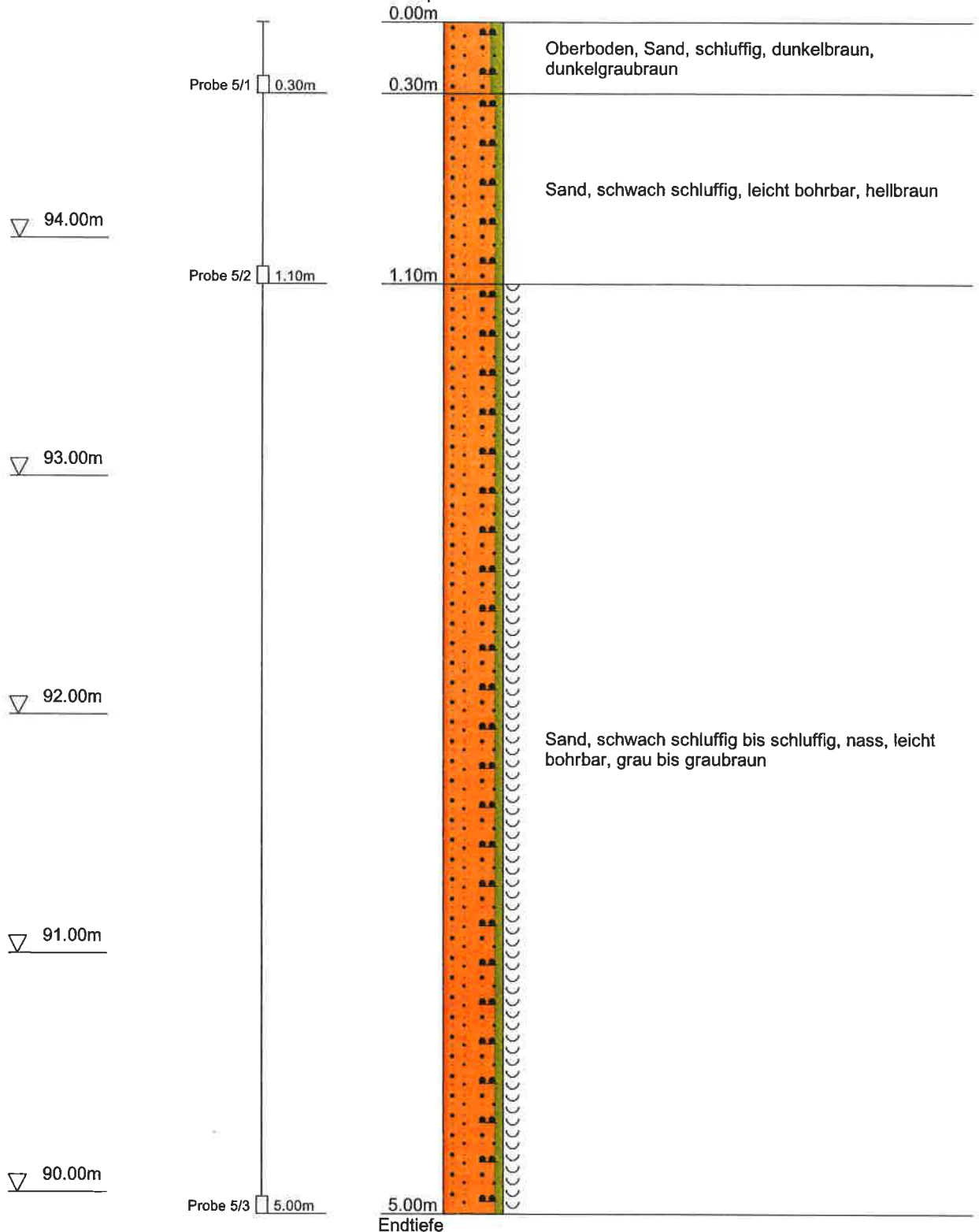
Anlage: 2.5

Maßstab: 1: 25

Bearbeiter: W. Fein

**RKS 5**

Ansatzpunkt: 94.91 mNN



Bemerkung: Bohrloch um 1,96m zugeschwemmt

**GEOTECHNIK BFW GmbH**

Geologen, Beratende Ingenieure

Nikolaus-Otto-Str. 6, 55129 Mainz

Tel.: 06131 / 91 35 24-0 // -913524-44 // www.geotechnik-mainz.de

Projekt: Bebauungsplan Nr. 57 "Schön Klinik",  
Lorsch

Az: G 6502

Datum: 19.06.2015

**Bohrprofil**  
**DIN 4023**

Anlage: 2.6

Maßstab: 1: 25

Bearbeiter: W. Fein

**RKS 6**

Ansatzpunkt: 95.52 mNN

0.00m

▽ 95.00m

Oberboden, Sand, schwach schluffig,  
Verbrennungsreste (wenig), leicht bohrbar, grau bis  
dunkelgrau

0.90m

▽ 94.00m

Sand, schwach schluffig, mittelschwer bohrbar,  
hellbraun

▽ 93.00m

Probe 6/1 2.40m

2.40m

GW ▼ 2.71m

▽ 92.00m

Sand, schwach schluffig, sehr schwach kiesig, nass,  
mittelschwer bohrbar, grau, graubraun

▽ 91.00m

Probe 6/2 5.00m

5.00m

Endtiefe

Bemerkung:



**GEOTECHNIK BFW GmbH**

Geologen, Beratende Ingenieure

Nikolaus-Otto-Str. 6, 55129 Mainz

Tel.: 06131 / 91 35 24-0 // -913524-44 // www.geotechnik-mainz.de

Projekt: Bebauungsplan Nr. 57 "Schön Klinik",  
Lorsch

Az: G 6502

Datum: 19.06.2015

**Bohrprofil**  
DIN 4023

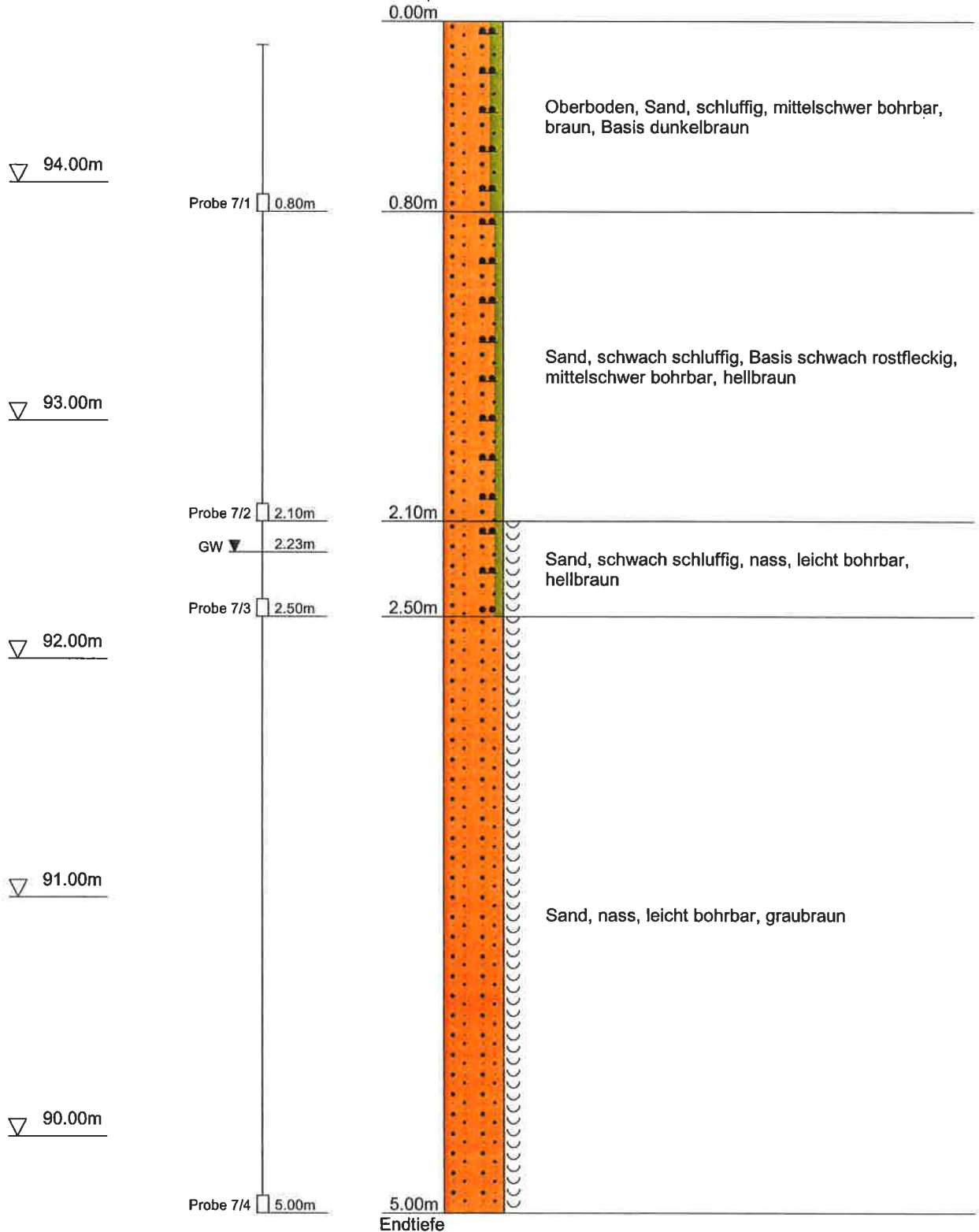
Anlage: 2.7

Maßstab: 1: 25

Bearbeiter: W. Fein

**RKS 7**

Ansatzpunkt: 94.68 mNN



Bemerkung:

**GEOTECHNIK BFW GmbH**

Geologen, Beratende Ingenieure

Nikolaus-Otto-Str. 6, 55129 Mainz

Tel.: 06131 / 91 35 24-0 // -913524-44 // www.geotechnik-mainz.de

Projekt: Bebauungsplan Nr. 57 "Schön Klinik",  
Lorsch

Az: G 6502

Datum: 23.06.2015

**Bohrprofil**  
**DIN 4023**

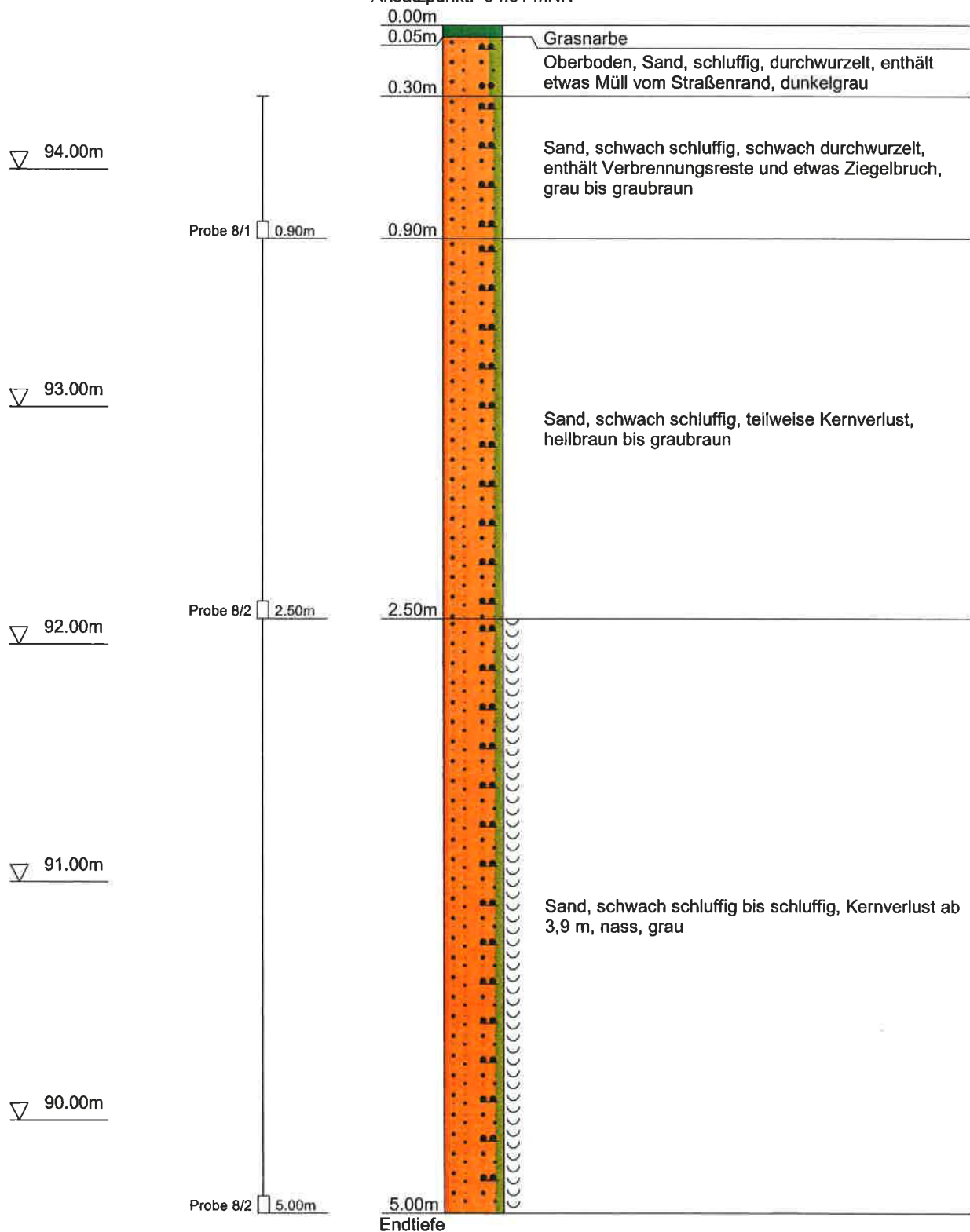
Anlage: 2.8

Maßstab: 1: 25

Bearbeiter: W. Fein

**RKS 8**

Ansatzpunkt: 94.61 mNN



Bemerkung: Bohrloch um 2,38m zugeschwemmt

**GEOTECHNIK BFW GmbH**

Geologen, Beratende Ingenieure

Nikolaus-Otto-Str. 6, 55129 Mainz

Tel.: 06131 / 91 35 24-0 // -913524-44 // www.geotechnik-mainz.de

Projekt: Bebauungsplan Nr. 57 "Schön Klinik",  
Lorsch

Az: G 6502

Datum: 19.06.2015

Anlage: 2.9

Maßstab: 1: 25

Bearbeiter: W. Fein

**Bohrprofil**  
**DIN 4023****RKS 9**

Ansatzpunkt: 95.32 mNN

0.00m

▽ 95.00m

Oberboden, Sand, schluffig, leicht bohrbar, grau bis  
dunkelgrau

Probe 9/1 1.10m

1.10m

▽ 94.00m

Sand, schwach schluffig, Basis nass, leicht bohrbar,  
hellbraun

Probe 9/2 2.40m

2.40m

Probe 9/3 2.50m

2.50m

Schluff, sandig, schwach tonig, rostfleckig, feucht  
bis nass, steif bis halbfest, grau

▽ 93.00m

GW 2.83m

▽ 92.00m

Sand, schwach schluffig bis schluffig, nass, leicht  
bis mittelschwer bohrbar, grau

▽ 91.00m

Probe 9/4 5.00m

5.00m

Endtiefe

Bemerkung:

**Bemerkung:**

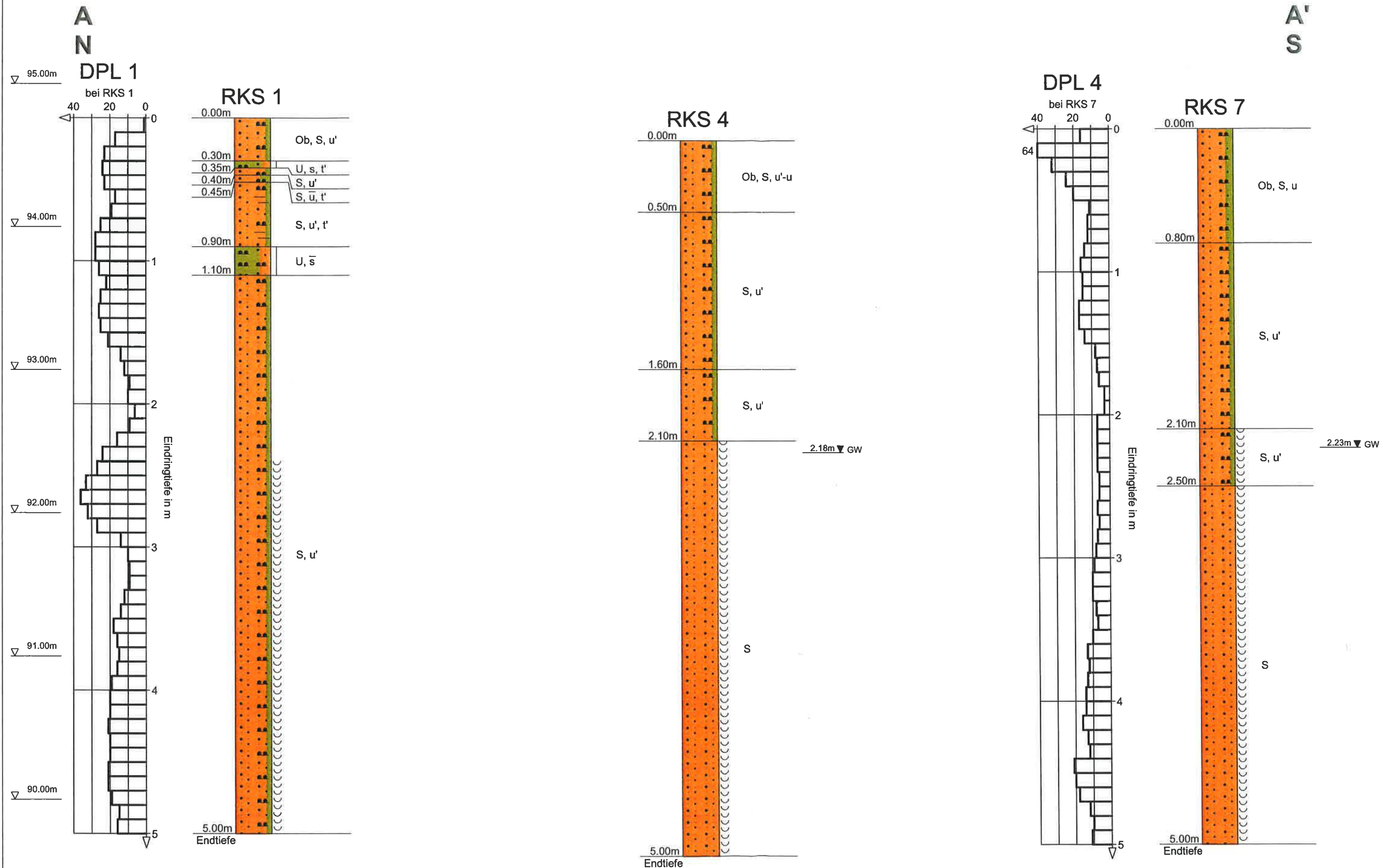
**Bemerkung:**

**Bemerkung:**



**Bemerkung:**

**Bemerkung:**



**GEOTECHNIK BFW GmbH**

Geologen, Beratende Ingenieure

Nikolaus-Otto-Str. 6, 55129 Mainz

Tel.: 06131 / 91 35 24-0 // -913524-44 // [www.geotechnik-mainz.de](http://www.geotechnik-mainz.de)

## Profilschnitt A-A'

Projekt: Bebauungsplan Nr. 57 "Schön Klinik", Lorsch

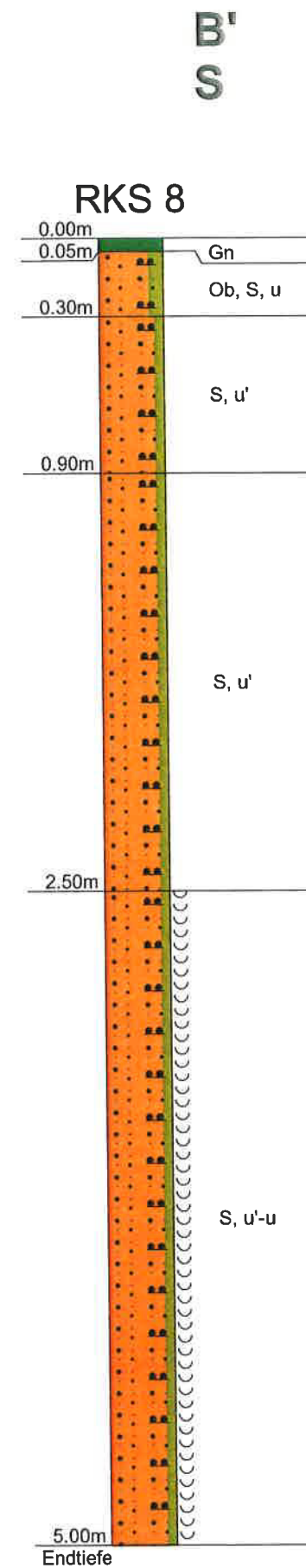
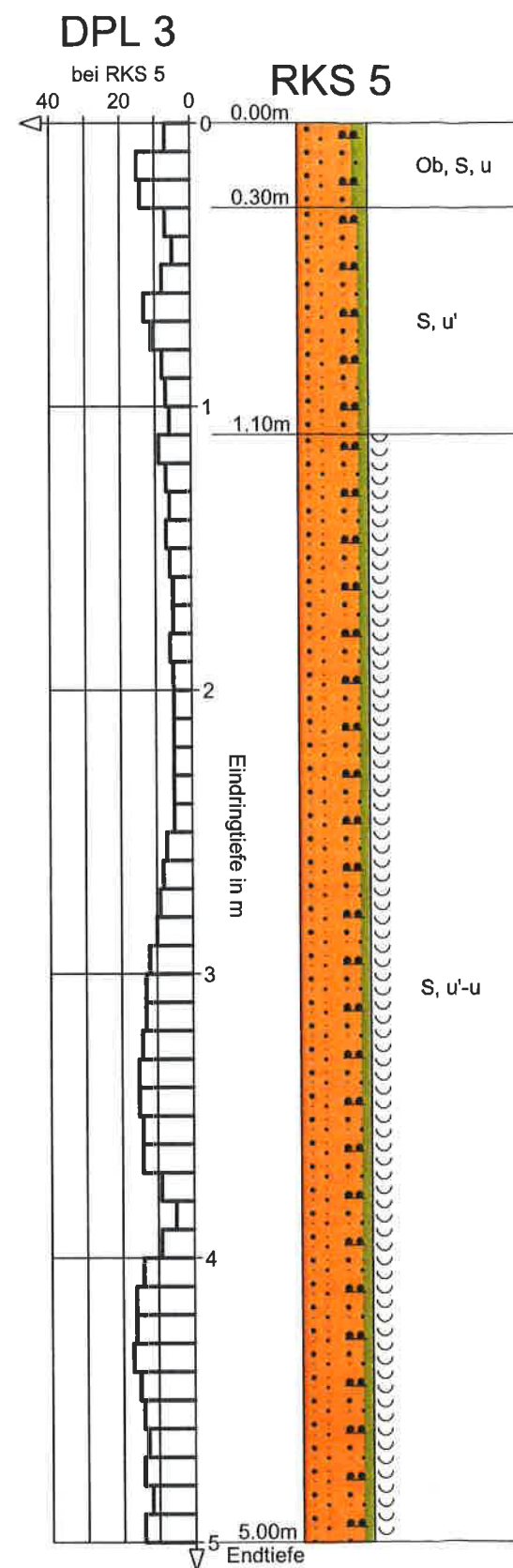
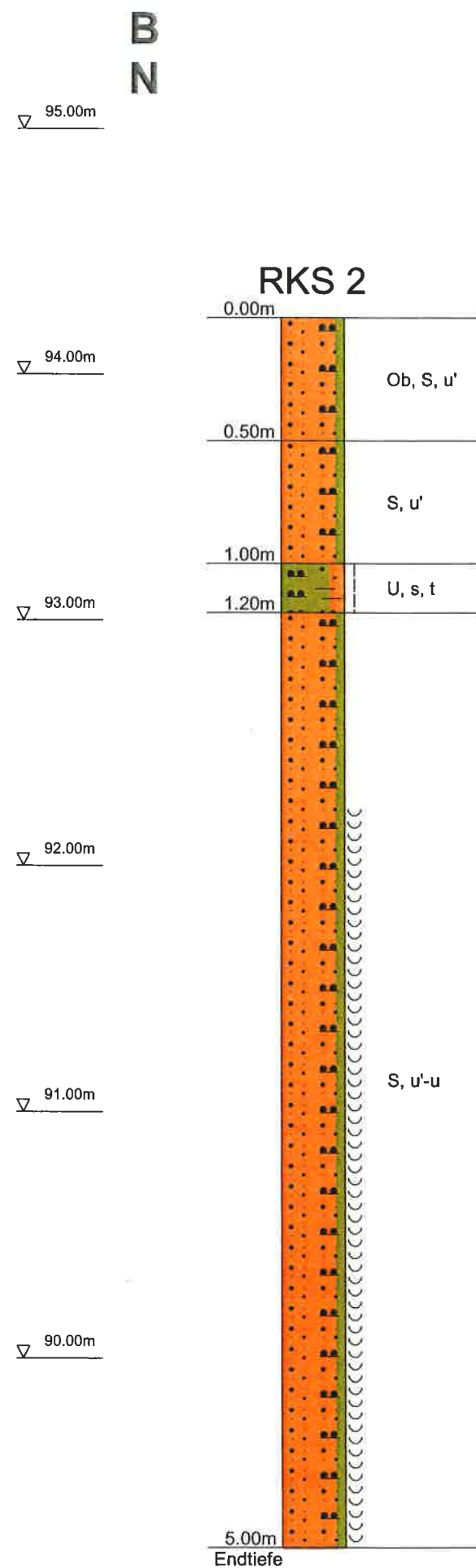
Az: G 6502

Maßstab: 1:25

Bearbeiter: W. Fein

Datum: 26.06.2015

Anlage: 4.1



**GEOTECHNIK BFW GmbH**

Geologen, Beratende Ingenieure

Nikolaus-Otto-Str. 6, 55129 Mainz

Tel.: 06131 / 91 35 24-0 // -913524-44 // [www.geotechnik-mainz.de](http://www.geotechnik-mainz.de)

## Profilschnitt B-B'

Projekt: Bebauungsplan Nr. 57 "Schön Klinik", Lorsch

Az: G 6502

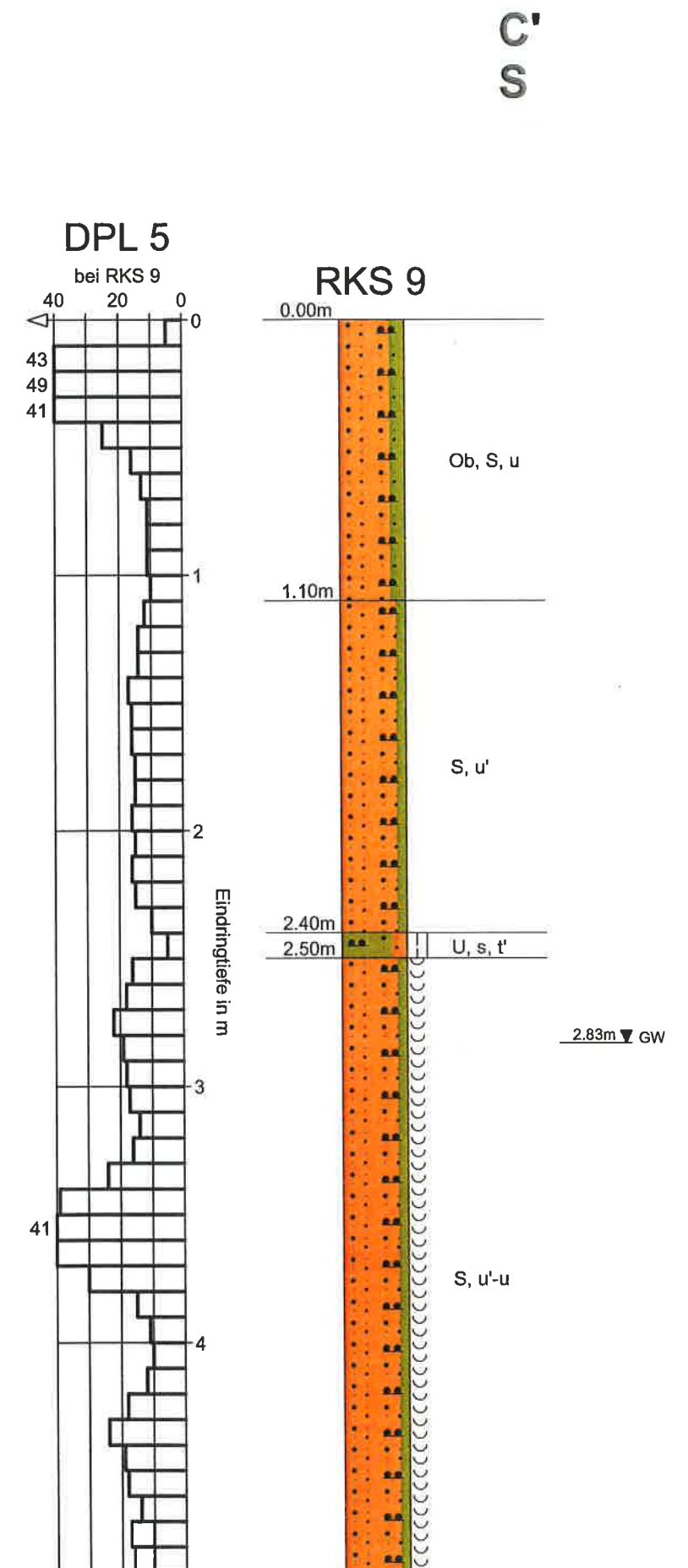
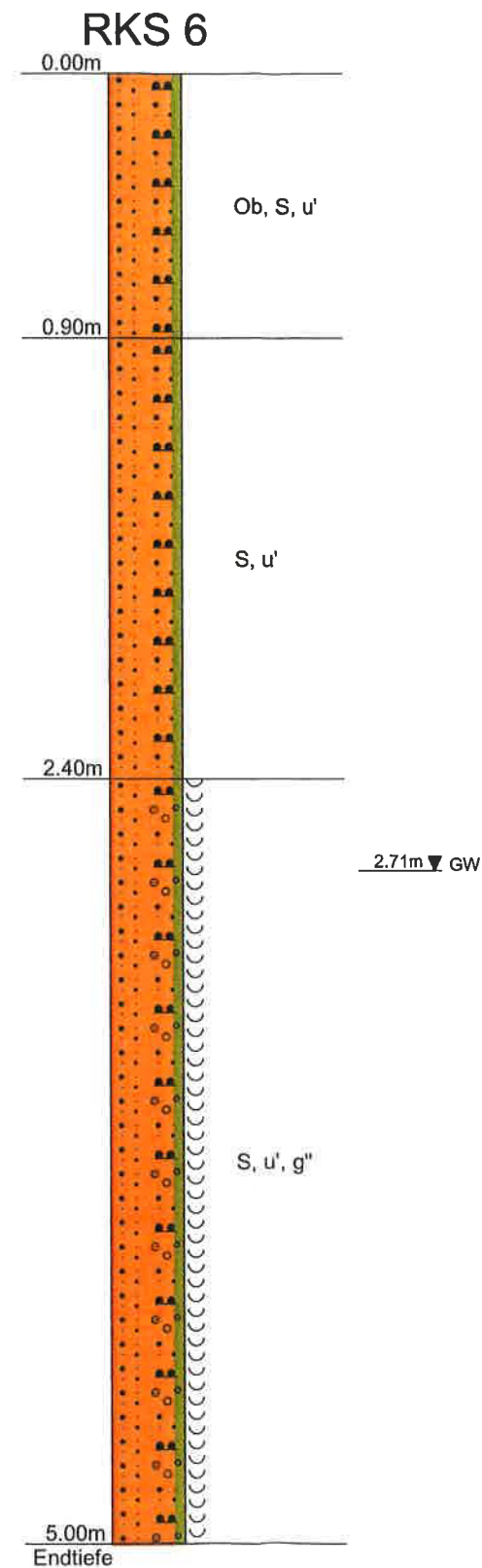
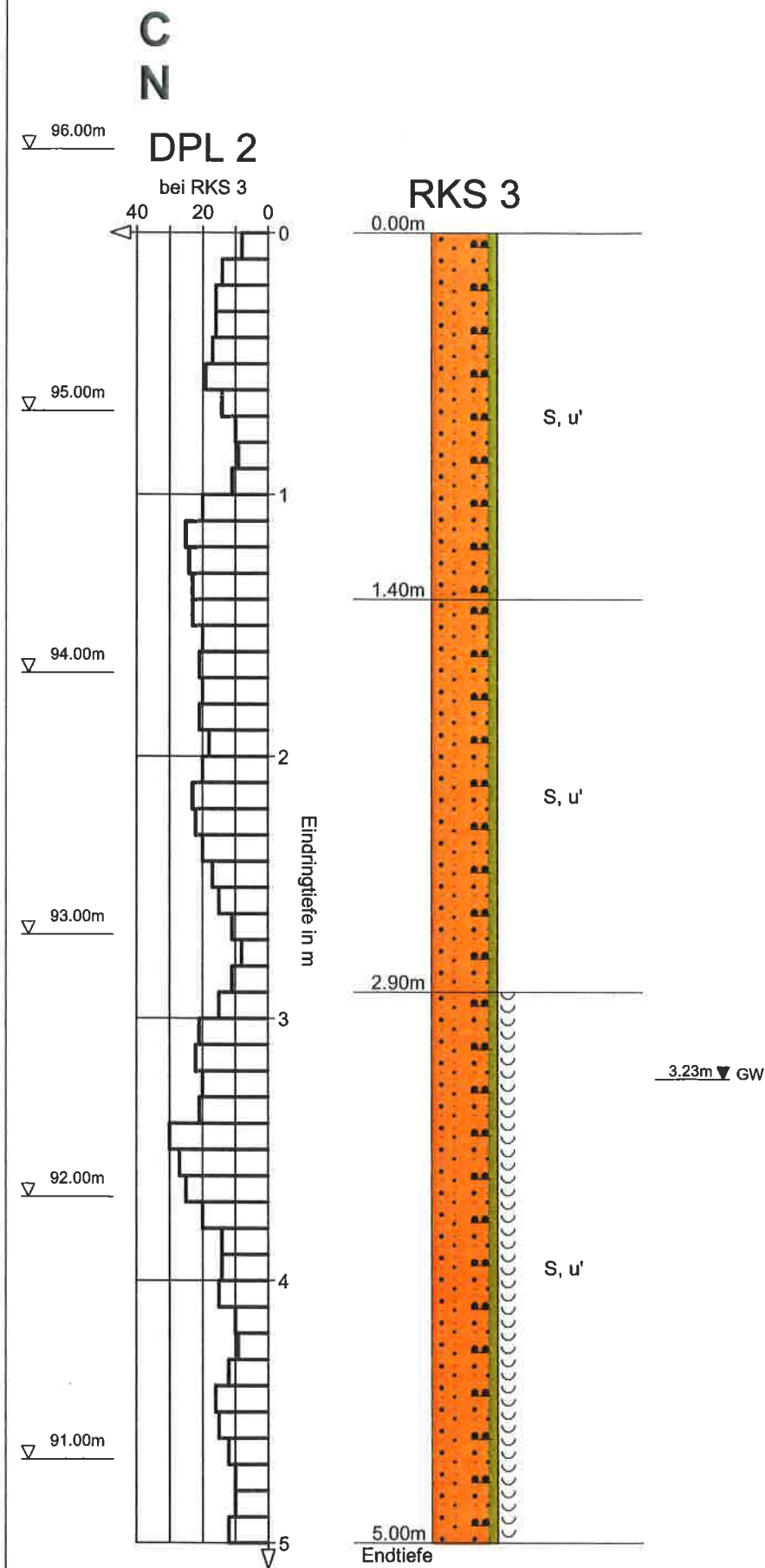
Maßstab: 1:25

Bearbeiter: W. Fein

Datum: 26.06.2015

Anlage: 4.2





**GEOTECHNIK BFW GmbH**

Geologen, Beratende Ingenieure

Nikolaus-Otto-Str. 6, 55129 Mainz

Tel.: 06131 / 91 35 24-0 // -913524-44 // [www.geotechnik-mainz.de](http://www.geotechnik-mainz.de)

## Profilschnitt C-C'

Projekt: Bebauungsplan Nr. 57 "Schön Klinik", Lorsch

Az: G 6502

Maßstab: 1:25

Bearbeiter: W. Fein

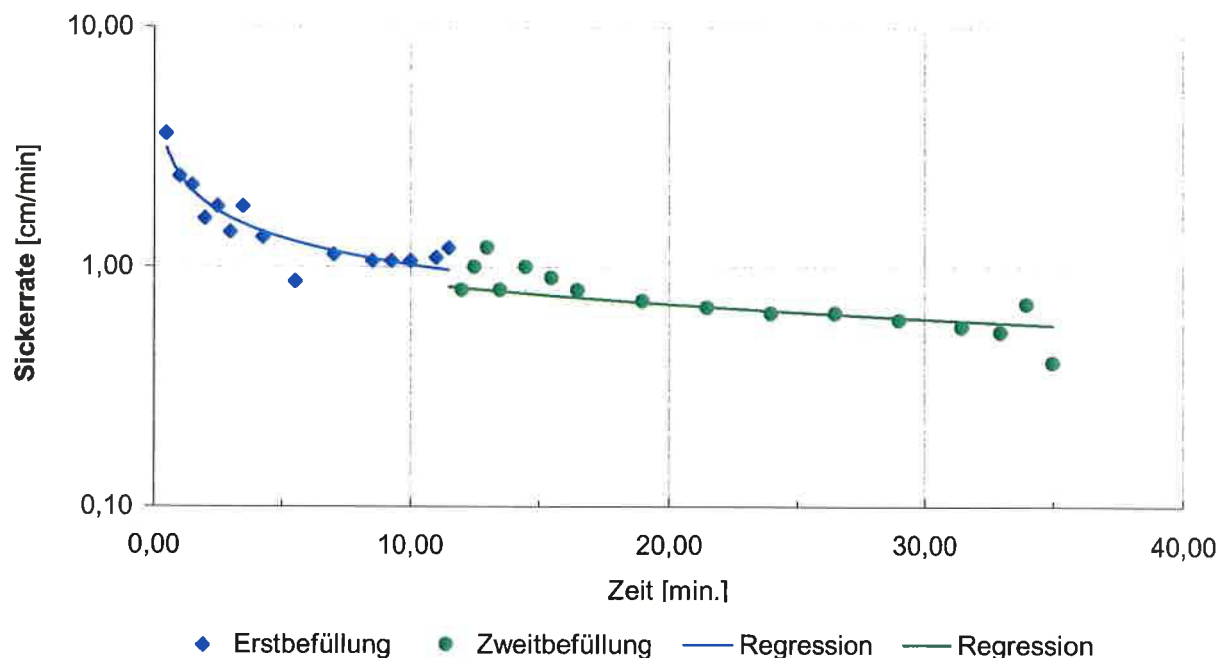
Datum: 26.06.2015

Anlage: 4.3



## Protokoll des Versickerungsversuchs in TM 1 (bei RKS 2)

Sickerrate - Zeit - Diagramm



Muldensohle:

0,52 m unter GOK

Durchwurzelung:

sehr schwach

Bodenbeschreibung:

Sand, schluffig

makroskopisch erkennbare Poren:

&lt; 5

Bemerkung:

### Durchlässigkeitsbeiwert

(berechnet nach REITMEIER)

ca.  $1,1E-04$  m/s

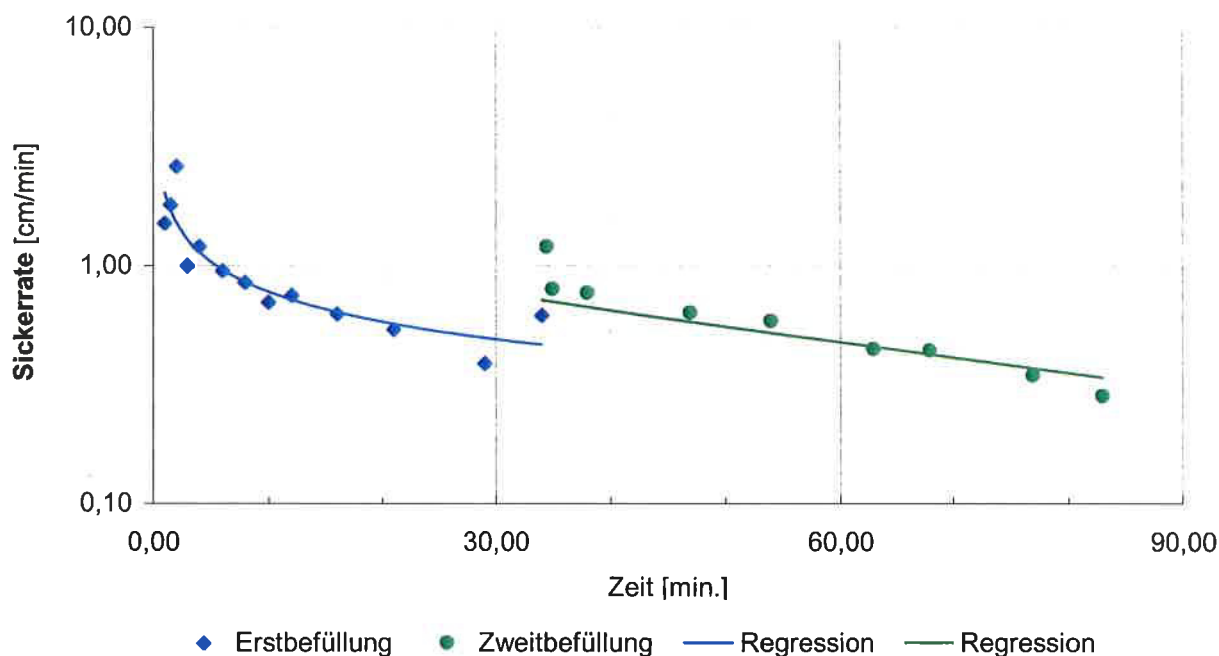
geprüft: W. Fein





## Protokoll des Versickerungsversuchs in TM 2 (bei RKS 7 und DPL 4)

### Sickerrate - Zeit - Diagramm

**Muldensohle:**

0,44 m unter GOK

**Durchwurzelung:****Bodenbeschreibung:**

Sand, schluffig

**makroskopisch erkennbare Poren:**

&lt; 5

**Bemerkung:**

### Durchlässigkeitsbeiwert

(berechnet nach REITMEIER)

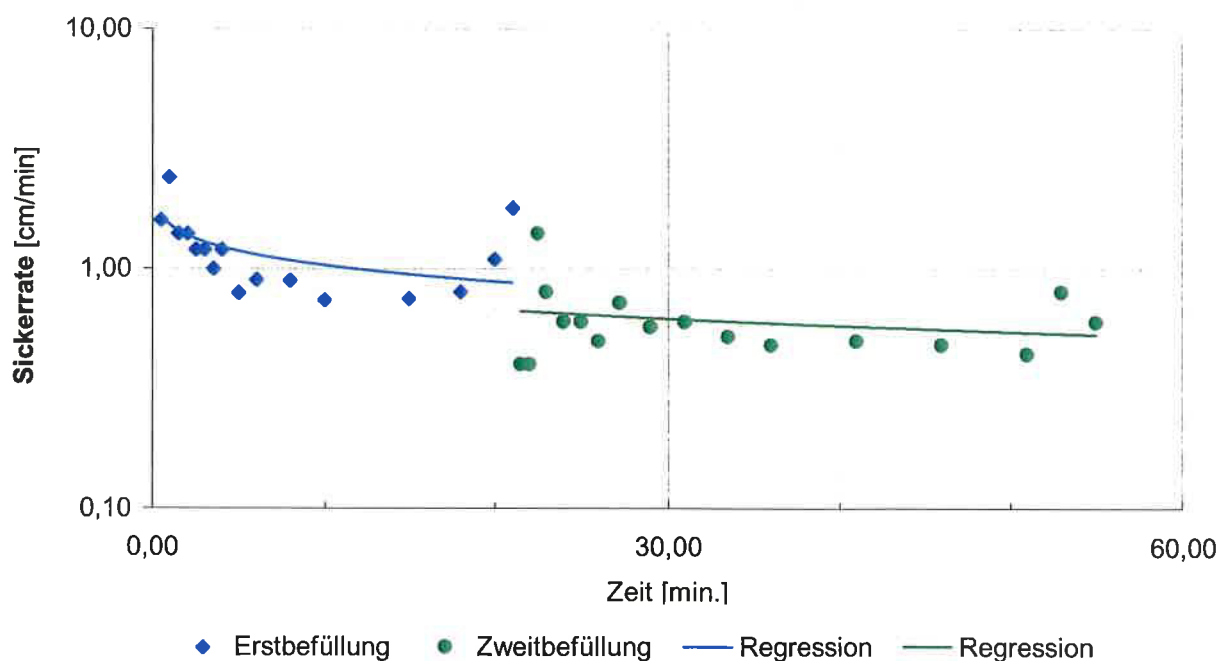
**ca.  $6,9E-05$  m/s**

geprüft: W. Fein



## Protokoll des Versickerungsversuchs in TM 3 (bei RKS 9)

### Sickerrate - Zeit - Diagramm

**Muldensohle:**

0,50 m unter GOK

**Durchwurzelung:**

mäßig bis schwach

**Bodenbeschreibung:**

Sand, schluffig

**makroskopisch erkennbare Poren:**

&lt; 5


**Bemerkung:**

### Durchlässigkeitsbeiwert

(berechnet nach REITMEIER)

ca.  $8,2E-05$  m/s

geprüft: W. Fein

<b>Projekt:</b>  <b>Bebauungsplan Nr. 57 „Schön Klinik“, Lorsch</b>	<b>Bearbeiter:</b>	W. Fein	 <b>GEOTECHNIK</b> Büdinger • Fein • Welling GmbH  Geohaus - Nikolaus-Otto-Str. 6, 55129 Mainz Tel.: 06131 / 91 35 24 0    FAX: 06131 / 91 35 24 44 email: mail@geotechnik-mainz.de
	<b>AZ:</b>	G 6502	
	<b>Datum:</b>	24.06.2015	
	<b>Anlage:</b>	6	

## Wassergehaltsbestimmungen

nach DIN 18 121-1

<b>Bohrung</b>	<b>RKS 1</b>	<b>RKS 1</b>	<b>RKS 1</b>	<b>RKS 2</b>	<b>RKS 3</b>	<b>RKS 4</b>	<b>RKS 5</b>	<b>RKS 5</b>	<b>RKS 6</b>
<b>Tiefe [m]</b>	0,45 – 0,9	0,9 – 1,1	1,1 – 5,0	1,0 – 1,2	2,9 – 5,0	0,5 – 1,6	0,3 – 1,1	1,1 – 5,0	0,9 – 2,4
<b>Feuchte Probe + Tara [g]</b>	158,31	173,98	199,18	126,94	170,35	133,16	152,22	184,33	157,78
<b>Trockene Probe + Tara [g]</b>	152,41	157,80	179,55	118,71	151,99	129,46	148,74	165,28	149,04
<b>Tara [g]</b>	59,65	60,58	80,56	56,46	59,03	58,22	61,91	61,29	59,23
<b>Wasseranteil [g]</b>	5,90	16,18	19,63	8,23	18,36	3,70	3,48	19,05	8,74
<b>Trockenmasse [g]</b>	92,76	97,22	98,99	62,25	92,96	71,24	86,83	103,99	89,81
<b>Wassergehalt [%]</b>	<b>6,36</b>	<b>16,64</b>	<b>19,83</b>	<b>13,22</b>	<b>19,75</b>	<b>5,19</b>	<b>4,01</b>	<b>18,32</b>	<b>9,73</b>

Projekt:

Bebauungsplan Nr. 57 „Schön Klinik“, Lorsch



**GEOTECHNIK**  
Büdingen • Fein • Welling GmbH  
Geohaus - Nikolaus-Otto-Str. 6, 55129 Mainz  
Tel.: 06131 / 91 35 24 0    FAX: 06131 / 91 35 24 44  
email: mail@geotechnik-mainz.de

Bearbeiter: W. Fein

AZ: G 6502

Datum: 24.06.2015

Anlage: 6

**Wassergehaltsbestimmungen**  
nach DIN 18 121-1

Bohrung	RKS 7	RKS 7	RKS 7	RKS 7	RKS 8	RKS 8	RKS 8	RKS 9	RKS 9	RKS 9
Tiefe [m]	0,1 – 0,8	0,8 – 2,1	2,1 – 2,5	2,5 – 5,0	0,3 – 0,9	0,9 – 2,5	2,5 – 5,0	0 – 1,1	1,1 – 2,4	2,4 – 2,5
Feuchte Probe + Tara [g]	140,1	187,45	175,17	177,71	147,6	149,08	184,95	150,56	131,98	134,05
Trockene Probe + Tara [g]	135,33	175,8	154,46	157,21	143,51	145,99	169,19	146,4	129,41	125,33
Tara [g]	72,59	82,85	59,78	59,85	63,67	76,42	88,78	59,94	59,98	80,75
Wasseranteil [g]	4,77	11,65	20,71	20,5	4,09	3,09	15,76	4,16	2,57	8,72
Trockenmasse [g]	62,74	92,95	94,68	97,36	79,84	69,57	80,41	86,46	69,43	44,58
Wassergehalt [%]	7,60	12,53	21,87	21,06	5,12	4,44	19,60	4,81	3,70	19,56

21,86



# Kornverteilung

DIN 18 123-5

### Projekt:

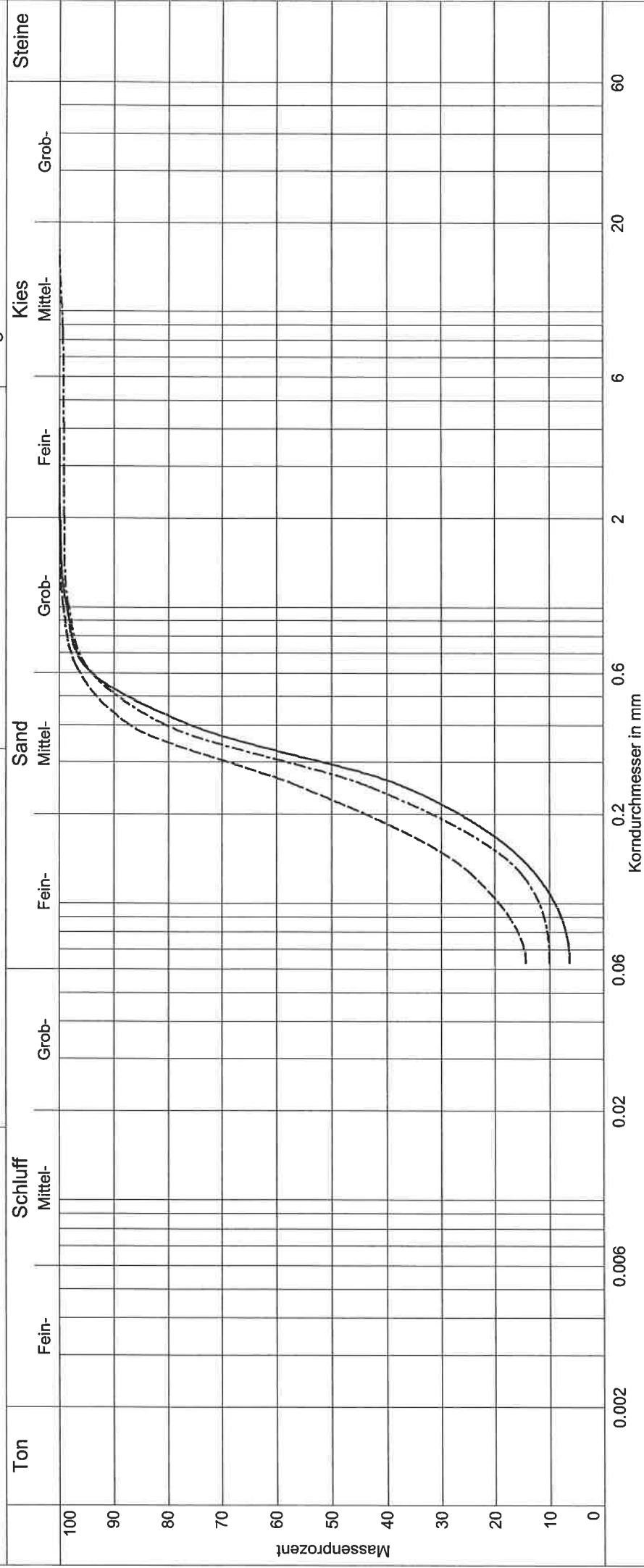
Projekt: Bebauungsplan Nr. 57 "Schön Klinik", Lorsch

Aktenzeichen: G 6502

Datum:

Datum: 24.06.2015

Anlage: 7



Labornummer	5 111933	6 111925	7 111926
Bohrung	RKS 5	RKS 7	RKS 9
Tiefe	1,1 - 5,0m	0,1 - 0,8m	0,0 - 1,1m
Bodenart	mS,fs,u'	mS,fs,u	mS,fs,u
Bodengruppe	SU	SU	SU
Bodenklasse	3	3	3
Frostempfindl.klasse	F1	-	-
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/6.3/93.6/0.1 %	0.0/14.4/85.6/0.0 %	0.0/10.0/89.1/0.9 %
Anteil < 0.063 mm	6.3 %	14.4 %	10.0 %

Labornummer	5 111933	6 111925	7 111926
Bohrung	RKS 5	RKS 7	RKS 9
Tiefe	1,1 - 5,0m	0,1 - 0,8m	0,0 - 1,1m
Bodenart	mS,fs,u'	mS,fs,u	mS,fs,u
Bodengruppe	SU	SU	SU
Bodenklasse	3	3	3
Frostempfindl.klasse	F1	-	-
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/6.3/93.6/0.1 %	0.0/14.4/85.6/0.0 %	0.0/10.0/89.1/0.9 %
Anteil < 0.063 mm	6.3 %	14.4 %	10.0 %



**Anlage 5**

**Schalltechnische Untersuchung**  
**FIRU – Gesellschaft für Immissionsschutz mbH,**  
**Kaiserslautern**

Stand 24.08.2016