

E. 10.08.99

✓

## Geotechnisches Gutachten

zum  
Projekt

„Ober dem Tilgesbrunnen“

**BAD KREUZNACH**

(1. Bericht)

erstattet vom  
Institut für Geotechnik  
Dr. Jochen Zirfas  
Egerländer Straße 46  
65556 Limburg-Staffel  
Tel. 0 64 31/29 49-0

Az.: 07 99 20

1.0	Auftrag .....	1
2.0	Unterlagen .....	2
2.1	Planseitige Unterlagen .....	2
2.2	Unterlagen IfG.....	2
3.0	Situation.....	3
4.0	Baugrund .....	5
4.1	Auffüllung.....	6
4.2	Oberboden .....	6
4.3	Lehm.....	7
4.4	Sand.....	8
4.5	Kies .....	9
4.6	Ton.....	10
5.0	Bodenmechanische Beurteilung der anstehenden Lockergesteine.....	11
5.1	Auffüllung.....	12
5.2	Lehm.....	12
5.3	Sand.....	13
5.4	Kies .....	13
5.5	Ton.....	14
6.0	Hydrogeologische Situation .....	15
7.0	Untersuchung der Durchlässigkeit.....	17
8.0	Aktuelle Versickerungssituation.....	20
9.0	Versickerungsmöglichkeiten .....	25
10.0	Bewertung der Versickerung.....	28
11.0	Erschließungsarbeiten/Bebaubarkeit .....	31
12.0	Schlussbemerkungen.....	33

## Anlagenverzeichnis

- 1.1 Lageplan der Aufschlusspunkte, M 1 : 2 500
- 1.2 Lageplan der Aufschlusspunkte, M 1 : 2 500
- 2 Profilschnitte der Rammkernsondierungen, M 1 : 50
- 2.1 RKS/VVS 10a, BS 10, RKS/VVS 3a, BS 3, RKS/VVS 6,  
RKS/VVSs 1a, BS 1, RKS 2, RKS/VVS 2a  
RKS 7, RKS 4
- 2.2 RKS/VVS 9, RKS/VVS 9b, BS 9a, RKS/VVS 12,  
RKS/VVSs 13a, BS 13
- 2.3 RKS/VVS 5a, BS 5, RKS 11
- 2.4 RKS 8
- 3.1.1 Wassergehalt nach DIN 18 121
- 3.1.2 Körnungslinie
- 3.2.1 Wassergehalt nach DIN 18 121
- 3.2.2 Körnungslinie
- 3.3.1 Wassergehalt nach DIN 18 121
- 3.3.2.1- Körnungslinie
- 3.3.2.2
- 3.4.1 Wassergehalt nach DIN 18 121
- 3.4.2 Körnungslinie
- 4 Grundwasseranalyse nach DIN 4 030 - Teil 2
- 5.1-5.6 Absinkversuch
- 6 Verlauf des infiltrierenden Niederschlags Systemskizze

## 1.0 Auftrag

Die Gaul Balling Knodel Ingenieurgesellschaft mbH erteilte im Namen der Stadt Bad Kreuznach den Auftrag, Bodenuntersuchungen zu dem geplanten Neubaugebiet „Ober dem Tilgesbrunnen“, in Bad Kreuznach vorzunehmen.

Hauptsächlich ist zu untersuchen, ob am Projektstandort die Versickerung von Niederschlagswasser vor Ort möglich ist. Die Erschließungsmaßnahmen sind kurz aufzuzeigen.

Anhand der Ergebnisse aller Feld- und Laborversuche sind dann Empfehlungen zur Ausbildung von Versickerungsmöglichkeiten zusammenzustellen und zu erläutern.

## 2.0 Unterlagen

### 2.1 Planseitige Unterlagen

Übersichtslageplan, M 1 : 50 000

Vermessungsplan (IGS Gaul Balling Knodel), M 1 : 1 000

Vermessungsplan (IGS Gaul Balling Knodel), M 1 : 2 500

Gutachten Infutec Dr. Neumayr

Städtebaulicher Entwurf Bebauungsvorschlag I. Bauabschnitt  
(IB Bachtler Böhme + Partner), M 1 : 1 000

### 2.2 Unterlagen IfG

Lagepläne der Aufschlusspositionen, M 1 : 2 500

Profilschnitte der Rammkernbohrungen, M 1 : 50

Ergebnisse bodenmechanischer Laboruntersuchungen

Ergebnisse hydraulischer Feldversuche

### 3.0 Situation

Die Stadt Bad Kreuznach beabsichtigt die Baugebietseröffnung „Ober dem Tilgesbrunnen“ in Bad Kreuznach.

Das Projektareal befindet sich östlich der Ortslage Bad Kreuznach an einem nach Nordwesten einfallenden Hanggelände.

Die westliche Grenze des künftigen Baugebietes bildet die nach Norden verlängerte Dürerstraße, im Norden die „Riegelgrube“ und im Süden die Straße „Hohe Bell“. Nach Osten schließt das Baugebiet an Weinberge an.

Nach der Hangstabilitätskarte des linksrheinischen Mainzer Beckens, M 1 : 50 000, liegt das geplante Baugebiet außerhalb nachgewiesener bzw. vermuteter Rutschgebiete.

Das Untersuchungsareal umfasst eine Fläche von rd. 700 m x 600 m.

Das Projektareal wird z. Z. an seiner Ostseite als Weinberge, nach Westen hin als Acker/Wiese bzw. zum Getreideanbau genutzt.  
Vereinzelt durchziehen Gestrüpp und Baumbewuchs das Areal.

Insgesondere an der östlichen Flanke wurden zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchungen zahlreiche Quellaustritte festgestellt.

Die höhenmäßige Aufnahme der Bohransatzpunkte erfolgte auf vor-  
gegebene Festpunkte (KD Wendehammer Korellengarten,  
118,37 m NN und KD Hohe Bell, 141,41 m NN).

Die Bohransatzpunkte wurden zwischen 159,46 m NN und  
119,00 m NN eingemessen.

Die allgemeine Neigung der Geländeoberkante verläuft nach  
West/Nordwest.

#### 4.0 Baugrund

Zur Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse am Projektstandort wurden folgende Aufschlussarbeiten ausgeführt:

Rammkernbohrungen      RKS 1, RKS 1a, RKS 2, RKS 2a, RKS 3, RKS 3a,  
RKS 4, RKS 5, RKS 5a, RKS 6, RKS 7, RKS 8,  
RKS 9, RKS 9a, RKS 9b, RKS 10, RKS 10a,  
RKS 11, RKS 12, RKS 13, RKS 13a

Die Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse sind in den Lageplänen im Maßstab 1 : 2 500 (Anlage 1) eingetragen.

Die Ergebnisse der Rammkernbohrungen sind in Profilschnitten im Maßstab 1 : 50 zeichnerisch in Abstimmung mit DIN 4023 dargestellt (Anlage 2).

Aus den durchgeführten Bodenaufschläßen, einer detaillierten Geländeaufnahme sowie der geologischen Karte Wöllstein-Kreuznach (6113) ergibt sich für den Projektstandort folgendes Bild der allgemeinen Baugrundsituation:

Über der tieferen Basis aus Quarzporphyren des Unteren Rotliegenden bzw. Sandsteinen und Schiefertonen des Oberrotliegenden (Kreuznacher Schichten) folgt Separienton (Rupelton) des Mittleren Oligozän. Diesem lagern Terrassenablagerungen der Glazial- und Interglazialzeiten auf. Die Deckschichten werden von Hanglehm ge-

bildet. Den obersten Profilabschnitt nimmt überwiegend Oberboden, im Wegebereich auch künstliche Auffüllung ein.

#### 4.1 Auffüllung

Auffüllung wurde dort angetroffen, wo Bohrungen im Randbereich der zahlreichen landwirtschaftlichen Wege niedergebracht wurden. Die Auffüllung setzt sich aus sandigem Kies und Schluff mit unterschiedlichen Einschaltungen von Ziegelresten, Folie, Glasresten sowie um Splitt der Wegebefestigung selbst zusammen.

Insgesamt besitzt die angetroffene Auffüllung eine sehr heterogene Zusammensetzung und eine lockere bis mitteldichte Lagerung. Die Auffüllstärken wurden zwischen 0,3 m und 1,0 m festgestellt.

#### 4.2 Oberboden

Bedingt durch die überwiegende landwirtschaftliche Nutzung des Projektstandortes wird der oberste Profilabschnitt der natürlichen Bodenabfolge durch einen unterschiedlich intensiv bearbeiteten Oberboden gebildet. Entsprechend unterschiedlich ausgebildet ist die Bodenstärke sowie die Gehalte an organischen Inhaltsstoffen.

Im Allgemeinen setzt sich der Oberboden aus einem tonigen, feinsandigen Schluff zusammen, lokal wurden auch Kiesanteile registriert.

Das dunkelbraune Sediment wurde in Schichtstärken zwischen 0,2 m und 0,6 m registriert.

#### 4.3 Lehm

Brauner Hanglehm wurde in den meisten Aufschlusspunkten ange- troffen.

Das Sediment zeigt das Kornspektrum eines feinsandigen, tonigen Schluffs (vgl. Anlage 3.1.2). Bereichsweise wurden schwache Kiesanteile festgestellt. Das kalkhaltige Sediment verzahnt mit hellbraunem bis gelbbraunem Löß, der in glazialen Steppenzeiten angeweht worden ist. Derartige Bildungen besitzen das Kornspektrum eines stark feinsandigen Schluffs bzw. stark schluffigen Feinsandes.

Die Bodenfestigkeit ist aufgrund der festgestellten steifplastischen bis halbfesten Zustandsform als gering bis mittel einzustufen.

Der Hanglehm besitzt eine stark variierende Mächtigkeit, die zwischen 0,3 m und 3,5 m notiert wurde.

#### 4.4 Sand

Sandige Ausbildungen wurden lokal im Liegenden des Hanglehms angetroffen.

Es handelt sich hierbei ebenso wie die darunter folgenden Kiese um fluviatile Terrassenablagerungen.

Die Kornzusammensetzung weist das Sediment als einen schwach kiesigen, schluffigen, schwach tonigen Fein- bis Mittelsand aus (vgl. Anlage 3.2.2).

Die Lagerungsdichte ist als mitteldicht einzustufen.

Die angetroffenen Sande besitzen keine durchgehende Horizontierung, sondern keilen seitlich aus und liegen als Linsen und Lagen am Projektstandort vor. Die Schichtstärke des in Aufschlussposition RKS 6 1,6 m u. GOK angetroffenen Sandes beträgt 0,8 m.

#### 4.5 Kies

Die Basis der quartären Abfolge am Projektstandort wird von Kies eingenommen.

Es handelt sich hierbei um Ablagerungen der älteren sowie der oberen mittleren Terrasse der Nahe. Bedingt durch das glaziale Klima und die damit verbundenen geringen Niederschläge kam es zur Aufschüttung von Flussterrassen, die während der Wärme und Interglazialzeiten teilweise wieder abgetragen wurden.

Durch den Wechsel von Glazial- und Warmzeit kam es zu den unterschiedlichen Terrassenablagerungen. In den Warmzeiten konnten sich Feinsedimente auf und in die Terrassenablagerungen ablagern.

Entsprechend feinkornreich stellt sich die Kornverteilung des Kieses dar (vgl. Anlage 3.3.2.1/3.3.2.2).

Tonanteile wurden zwischen 5 % und 13 % analysiert.

Entsprechend seiner Entstehung ist der Kies zwar großräumig festgestellt worden, jedoch schwankt die festgestellte Mächtigkeit zwischen 0,7 m und 2,2 m, bereichsweise keilt der Kies aus bzw. beißt an der Geländeoberkante aus.

Die Lagerungsdichte der Terrassenablagerung ist als mittel bis hoch einzustufen, was durch das Aufstehen der Rammkernbohrungen dokumentiert wird.

#### 4.6 Ton

Die tertiäre Basis am Standort wird von Ton des Mittleren Oligozän gebildet.

Die Kornzusammensetzung (vgl. Anlage 3.4.2) weist einen stark tonigen Schluff aus.

Schluff- und Tonanteil alternieren, Feinsand tritt nur untergeordnet auf. Eingeschaltet sind zahlreiche Fossilien sowie Kalkkonkretionen.

Der Ton besitzt eine charakteristische grünlich-gelblich-bräunlich marmorierte Bodenfarbe.

Die Konsistenz ist halbfest bis fest.

Die Hangendgrenze des Tons besitzt ein ausgeprägtes Relief und wurde zwischen 0,8 m und >3,0 m unter Geländeoberkante notiert.

### 5.0 Bodenmechanische Beurteilung der anstehenden Lockergesteine

Aus den Bodenaufschlüssen wurden von jeder Schicht jeweils repräsentative Bodenproben entnommen und im Erdbaulabor auf die notwendigen bodenmechanischen Kenndaten untersucht.

Die ermittelten Labordaten sind in der Anlage 3 zusammengestellt.

Bedeutung der Kurzzeichen:

- $\gamma$  = Feuchtwichte
- $\gamma'$  = Feuchtwichte unter Auftrieb
- $\varphi'$  = Reibungswinkel
- $\varphi^*$  = Ersatzreibungswinkel
- $c'$  = Kohäsion
- $E_s$  = Steifemodul

### 5.1 Auffüllung

Nach DIN 18196 ergibt sich die Einstufung A.

Für erdstatische Berechnungen gelten folgende bodenmechanischen Kennwerte:

$$\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma' = 8,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi^* = 30-35^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kN/m}^2$$

### 5.2 Lehm

Die natürlichen Wassergehalte des Lehms wurden zwischen 8,6 % und 21,6 % festgestellt.

Nach DIN 18196 ist die Schicht als UL/TL/TM einzustufen.

Für erdstatische Berechnungen sind folgende bodenmechanischen Kennwerte in Ansatz zu bringen:

$$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma' = 9,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 25-27,5^\circ$$

$$c' = 4-7 \text{ kN/m}^2$$

$$E_s = 5-8 \text{ MN/m}^2$$

### 5.3 Sand

Nach DIN 18196 ist die Schicht als SU einzustufen.

Für erdstatische Berechnungen sind folgende bodenmechanischen Kenndaten in Ansatz zu bringen:

$$\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma' = 11,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 32,5^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$E_s = 30-50 \text{ MN/m}^2$$

### 5.4 Kies

Nach DIN 18196 ist die Schicht als GT/GU einzustufen.

Für erdstatische Berechnungen sind folgende bodenmechanischen Kenndaten in Ansatz zu bringen:

$$\gamma = 21,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma' = 12,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 32,5-35,0^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$E_s = 50-80 \text{ MN/m}^2$$

### 5.5 Ton

Der Ton besitzt natürliche Wassergehalte zwischen 21,4 % und 22,8 %.

Nach DIN 18196 ist die Schicht als TM/TA einzustufen.

Für erdstatische Berechnungen sind folgende bodenmechanischen Kenndaten in Ansatz zu bringen:

$$\gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma' = 9,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 22,5^\circ$$

$$c' = 15,0 \text{ kN/m}^2$$

$$E_s = 10-15 \text{ MN/m}^2$$

## 6.0 Hydrogeologische Situation

Wasser wurde zum Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten bis zur erreichten Endtiefe nur sporadisch angetroffen.

Es handelt sich dabei um Hanggrundwasser und Schichtwasser, das sich in den grobkornreichen Partien des Schluffs und im Kies ausbildet. Der geringe Zulauf zum Bohrloch zeigt eine nur geringe Durchlässigkeit der Böden an.

Der unterlagernde tertiäre Ton fungiert als Wasserstauer.

Das sporadische Vorkommen von Wasser in den Untersuchungspunkten resultiert aus der Abhängigkeit dieser Wässer von vorangegangenen Niederschlagsereignissen sowie der stark strukturierten Abfolge von Kies und Sand.

Emporragende Tonrippen und -kuppen sperren die periodischen Wasservorkommen ab bzw. führen sie nach Übertage. Hier treten sie als Quellen aus.

Am Standort wurden zahlreiche Quellaustritte am Ostrand des Untersuchungsgebietes angetroffen. Aber auch innerhalb wurden Wasser- austritte bzw. Vernässungszonen hangabwärts von RKS 8 und RKS 13, sowie hangaufwärts von RKS 4 festgestellt.

Erfahrungsgemäß wird es jedoch am Standort nicht zur Ausbildung eines geschlossenen Grundwasserspiegels kommen.

Mit vermehrtem Wasseranfall innerhalb wasserwegsamer Zonen sowie mit oberflächlichen Wasseraustritten und Staunässezonen ist nach

niederschlagsreichen Witterungsperioden, insbesondere zur Schneeschmelze, zu rechnen.

Zur Beurteilung potentieller betonaggressiver Inhaltsstoffe wurde dem Grundwasser eine Probe entnommen und im hydrochemischen Labor analysiert.

Die Analysendaten sind in der Anlage 4 zusammengestellt.

Entsprechend einem Wert von 42 °dH ist das Grundwasser nach KLUT-OLSZEWSKI als ein sehr hartes Wasser zu bezeichnen.

Aufgrund seines Gehaltes von 350 mg/l Sulfat ist das Grundwasser nach DIN 4030, Teil 2, als schwach angreifend zu klassifizieren. Schutzmaßnahmen sind vorzusehen, und zwar im Hinblick auf die treibende Wirkung durch Ettringitbildung, wodurch der Beton von innen zerstört wird. Gegen Sulfatangriff ist bei der analysierten Größenordnung die Verwendung kalkarmer Zemente (EPZ, HOZ, TrZ) ratsam.

Die Sulfatgehalte weisen auf Auslaugungen der mergeligen, gipshaltigen Tertiärtone hin.

## 7.0 Untersuchung der Durchlässigkeit

Um die Böden hinsichtlich ihrer Wasserdurchlässigkeit und damit zur Beurteilung der Versickerungsfähigkeit zu untersuchen, wurden am Projektstandort in 6 der niedergebrachten Rammkernbohrungen Versickerungsversuche durchgeführt.

Die Ansatzpunkte sind in den Lageplänen (Anlage 1.1 und 1.2) mit RKS/VVS 1A, RKS/VVS 6, RKS/VVS 9, RKS/VVS 10A, RKS/VVS 12 und RKS/VVS 13A gekennzeichnet.

In diese Bohrungen wurden Rohre eingestellt und hydraulische Feldversuche durchgeführt.

Hierzu wurden die Sickerrohre vorlaufend mit Wasser aufgefüllt, damit der Boden sich im Infiltrationsbereich wassersättigen kann.

Anschließend wurde der Sickerverlust in den Rohren wieder aufgefüllt und der sich dann einstellende Absinkvorgang gegen die Zeit notiert.

Bei RKB/VVS 12 konnte durch das Aufstehen des Versickerungsrohres auf dem schluffigen Kies keine Abdichtung gegen Umläufigkeiten erzielt werden, sodass nicht nur über die Bohrlochsohle, sondern auch über die Bohrlochwandung versickert wurde.

Der Anteil der unverrohrten Bohrlochstrecke wurde bei der Auswertung berücksichtigt.

Es handelt sich bei diesen Versuchen um sogenannte Permeabilitäts-Infiltrations-Tests (PIV-Tests) mit abnehmender Druckhöhe in Anlehnung an USBR.

Die Auswertung erfolgte in Anlehnung an die entsprechende Formel unter Berücksichtigung des gültigen Strömungsbereiches. Im vorliegenden Fall kommt für VVS 12 der zylindrische, für die übrigen Versuche der kugelförmige Strömungsbereich zur Anwendung.

Die Ergebnisse der Versickerungsversuche und ihre Bewertung entsprechend DIN 18130 sind in folgender Tabelle zusammengestellt (vgl. auch Anlage 5).

Versuch	Bodenart	kf-Wert [m/s]	Bewertung nach DIN 18130, Teil 1
RKS 1A	Schluff, tonig, feinsandig	$2,4 * 10^{-7}$	schwach durchlässig
RKS 6	Sand, schluffig, schwach tonig	$4,0 * 10^{-8}$	schwach durchlässig
RKS 9	Kies, schluffig, tonig, sandig	$2,2 * 10^{-6}$	durchlässig
RKS 10A	Löß	$7,3 * 10^{-7}$	schwach durchlässig
RKS 12	Kies, schluffig, tonig	$6,2 * 10^{-7}$	schwach durchlässig
RKS 13A	Schluff, schw. feinsandig, tonig	$7,9 * 10^{-9}$	sehr schwach durchlässig

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Feldversuche sind sowohl die Kiese und Sande aufgrund des hohen Feinkornanteil als schwach durchlässig zu bewerten. Lediglich feinkornarmer Kies ist als durchlässig einzustufen.

Schluff und Ton sind als schwach bis sehr schwach durchlässig zu klassifizieren.

Eine empirische Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes nach HAZEN, BEYER oder MALLET/PAQUANT aus den Kornverteilungskurven konnte nicht ausgeführt werden, da der Feinkornanteil <0,063 mm der anstehenden Böden >10 % beträgt.

Die im Gutachten Dr. Neumayr aufgeführten Bodenprofile der Schürfe SCH I bis SCH V können den Bohrergebnissen IfG zugeordnet werden. Jedoch sind die zugehörigen ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte von  $k_f = 3,5 \cdot 10^{-4}$  m/s bis  $k_f = 8,9 \cdot 10^{-5}$  m/s nicht nachvollziehbar.

## 8.0 Aktuelle Versickerungssituation

Das Projektareal in Bad Kreuznach stellt sich als ein nach Westen einfallendes Gelände dar, das z. Z. als Weinberg und Ackerfläche, untergeordnet als Brache vorliegt.

Die auf die Landfläche fallenden Niederschläge fließen größtenteils oberirdisch ab, verdunsten oder versickern im Oberboden.

Die Primärgröße ist der Niederschlag, der durch seine Art (fest oder flüssig), Intensität und Dauer gekennzeichnet ist.

Der größte Anteil des Niederschlags wird am Projektstandort von den Pflanzen und der Erdoberfläche abgefangen (Oberflächenretention) und von dort aus verdunstet bzw. abgeleitet.

Statistisch gesehen gehen ungefähr 51 % des Niederschlags früher oder später in Wasserdampf über, ohne am Wasserkreislauf über oder unter der Erde teilzunehmen.

Der Wasserkreislauf lässt sich quantitativ in folgender Wasserbilanzgleichung ausdrücken:

$$P = ET + RO + RU + DS$$

P	= Preception (Niederschlag) [mm]
ET	= Evaprotranspiration (Gesamt-Verdunstung) [mm]
R	= Runoff (Abfluß) [mm]
RO	= oberirdischer Abfluß (einschl. Hypodermischer Abfluß) [mm]
RU	= unterirdischer Abfluß [mm]
DS	= Storage (Speicheränderung) auch DW (Wasservorratsänderung) [mm]

Diese Verdunstungsverluste bewirken, dass in unserem gemäßigten Klimabereich nur ein Teil des Niederschlags, mit jahreszeitlichen Schwankungen, ober- oder unterirdisch abfließen.

Ein Teil bleibt im Pflanzenwuchs hängen, wird durch die Wurzeln aufgenommen oder verdunstet von den Blattoberflächen.

Diese Vorgänge werden unter dem Begriff „Interzeption“ zusammengefasst und stellen eine Sonderform der Evaporation dar. Durch Evaporation, hauptsächlich jedoch durch Evapotranspiration, wird ein Teil des Niederschlags verdunstet.

Diese Form der Verdunstung beinhaltet sowohl die Evaporation (Verdunstung über freien Flächen) als auch die Verdunstung durch Pflanzen.

Der oberirdische Abfluß vollzieht sich im hängigen Gelände über vor-gegebene Senken, Rinnen, Feldwege und Gräben. Bereichsweise sammelt sich dann in Geländetiefpunkten Stauwasser an.

Da zur Versickerung zunächst ein Auffüllen des mit Luft gefüllten Po-renraums im Boden notwendig ist, wird der Niederschlag, und insbe-sondere hier bei Starkregen, zunächst größtenteils oberirdisch abge-leitet bzw. aufgestaut. Dies trifft insbesondere nach längeren Trocken-perioden zu.

Dieser Vorgang ist stark abhängig von der Geländeneigung.

Ein Teil dieses Niederschlages wird durch „Interflow“ abgeführt.

Der „Interflow“ beinhaltet einen Zwischenabfluss des Niederschlages über Nagetiergänge, Wurzelzonen, Erdspalten u. Ä..

Diese Wässer versickern zwar im Untergrund, treten aber zumeist wie-der in Vorfluter, Gräben etc. aus. Oftmals bilden sich im Abstrom die-ser Wässer ausgesprochene Vernässungszonen aus.

Im untersuchten Areal führte dies in Teilbereichen zur Installation von Dränagen.

Derartige Dränagen wurden bei der Baugrubenherstellung der östli-chen Ortsrandbebauung angeschnitten, so daß hier die Ausbildung des Kellergeschosses in wasserundurchlässigem notwendig wurde.

Das infiltrierte Niederschlagswasser versickert langsam bis zum sehr schwach wasserdurchlässigen tertiären Ton, fließt dann hangabwärts und tritt, wie man im Gelände erkennen kann, in Form von Quellen oder großflächigen Vernässungsbereichen oberirdisch aus.

All die bislang aufgeführten Erscheinungen wirken nur bei natürlich gewachsenen Flächen.

Bei erschlossenen Flächen kommen sie nicht mehr oder nur noch sehr eingeschränkt zum Tragen. Hier kommt es nach Niederschlagsereignissen zunächst überwiegend nur zu oberflächlichem Abfluss oder bei fehlendem Gefälle zum Aufstau.

Ursachen hierfür sind neben den ermittelten geringen Durchlässigkeiten der anstehenden Böden folgende Faktoren:

- fehlender Bewuchs
- durch Erschließungs- und Bauarbeiten verdichteter Boden
- Versiegelung im Verkehrs- und Parkflächenbereich
- Bebauung
- Geländemodellierung.

Erst nach länger andauernden, leichten Niederschlagsereignissen und der damit einhergehenden Sättigung der oberen Bodenzonen kommt es, je nach Durchlässigkeit des anstehenden Bodens, zur Infiltration in den Untergrund.

Im erschlossenen Neubaugebiet bleibt die jährliche Niederschlagsmenge pro Flächeneinheit gegenüber dem ursprünglichen Zustand zwar gleich, der für eine Versickerung bzw. kurzfristige Wasseraufnahme zur Verfügung stehende Flächenanteil geht jedoch durch den Zuwachs an versiegelten Flächen zurück. Das Niederschlagswasser wird dann in konzentrierter Menge Versickerungseinrichtungen

zugeführt. Bei Durchlässigkeitsbeiwerten wie sie im Projektareal festgestellt wurden führt dies zu Problemen.

## 9.0 Versickerungsmöglichkeiten

Für die Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser am Projektstandort sieht das Regelwerk Abwasser/Abfall, Arbeitsblatt A 138, folgende Möglichkeiten vor:

- Flächenversickerung
- Muldenversickerung
- Rigolen- und Rohrversickerung
- Schachtversickerung.

Nach den ermittelten und in Kap. 7 erläuterten Durchlässigkeitsbeiwerten ist, wenn überhaupt, eine nur sehr geringe Versickerung von Niederschlagswasser möglich.

Der in ATV A 138 empfohlene Grenzwert für wirtschaftlich dimensionierbare Versickerungsanlagen

$$k_f = 5 \times 10^{-6} \text{ m/s bis } 5 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

wird weit verfehlt.

Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte setzen jedoch für flache Versickerungseinrichtungen extrem große Grundflächen voraus.

Derartige große Versickerungsflächen sind zum Versickern des gesamten anfallenden Niederschlagswassers auf den einzelnen Bauparzellen nicht realisierbar.

Tiefenversickerungseinrichtungen (Schachtversickerungen) wären mit einem Mindestabstand zum Bauwerk von >6 m anzulegen und so tief zu führen, dass die Gründungssohlen des Bauwerks nicht in ihrer Tragfestigkeit nachteilig verändert werden. Dies würde Sohlstellen der Zisternen von >3,5 m u. GOK voraussetzen. Dann würde aber der Großteil der Zisternen im sehr schwach durchlässigen Ton enden, sodass keine Versickerung stattfinden würde.

Bevorzugt sollten deshalb Zisternen, allerdings weniger als Versickerungseinrichtung, jedoch in größerem Umfang als Retensionsräume, hergestellt werden.

Derartige Einrichtungen können zur Bevorratung von Wasser für die Bewässerung von Außenanlagen und Gärten dienen. Erforderlich ebenfalls können diese Wasserreservoirs zur Brauchwasserbevorratung für Toilettenspülung, Waschmaschinennutzung, u. Ä. herangezogen werden. Es ist dann zu überlegen, ob auch Dränagen unterkellerter Bauwerke an diese Zisternen angeschlossen werden sollten.

---

Bei einer derartigen Nutzung sollten die Zisternen jedoch mit geschlossenem Fuß ausgebildet werden.

Diese Zwischenspeicher sind mit einem Überlauf auszustatten und entsprechend an den Kanal zum zentralen Versickerungsbecken anzuschließen, der die überlaufenden Niederschlagswässer einer zen-

tralen Versickerungs/Retensionsanlage zuführt. Dadurch werden Abwasserspitzen bei Niederschlagsereignissen abgepuffert.

## 10.0 Bewertung der Versickerung

**Einer Versickerung anfallenden Niederschlagswassers am Projektstandort wird nicht zugestimmt.**

Das begründet sich zum Einen in den festgestellten, überwiegend geringen Durchlässigkeitsbeiwerten der anstehenden Böden.

Zum anderen wären geringe Versickerungen in den Kiesen bei einem festgestellten Beiwert  $k_f = 2,1 \cdot 10^{-6}$  m/s im Kies durchaus lokal möglich, doch würden infiltrierende Wässer sich im Untergrund aufgrund der stark wechselnden Schichtenzusammensetzung unkontrolliert hangabwärts bewegen, wie im Bild Anlage 6 dargestellt.

Dabei würden nicht untereinander kommunizierende Sand/Kieslagen und -linsen im Schluff und über dem Ton in Kürze mit Infiltrationswasser aufgefüllt und zu Rückstau in den Einleitstellen führen.

In Bereichen, in denen Kieslagen oberflächennah verlaufen oder gar zu Tage treten, würde das Infiltrationswasser als „Quelle“ austreten.

In beiden Beispielen käme es zu Beeinträchtigungen der Verkehrsflächen.

Der umfangreiche, kostenintensive Schutz gegen Wasser der stromabwärts liegenden Bauwerke wäre zwingend erforderlich, wie in Kapitel 8 geschildert wurde.

Des Weiteren würden durch die Bewässerung der Tonhangengrenze durch im Überlagernden Kies zirkulierende Wässer Gleitflächen akti-

viert, die zu Böschungs rutschungen mit all ihren Konsequenzen führen würden.

Letztlich ist noch anzumerken, dass, wie durch die Quellaustritte am Projektstandort belegt, in unregelmäßiger Verteilung bereits Hangwasser vorhanden ist. Auch wenn dieses nicht in allen Aufschlussbohrungen angetroffen wurde. Ein für die Versickerung notwendiger Abstand zwischen Unterkante Versickerungseinrichtung und Wasserspiegel von >1,5 m wäre nicht einzuhalten.

Eine Versickerung von Niederschlagswasser am Projektstandort würde nicht nur zu einer internen Gefährdung führen, sondern es wäre auch eine Gefährdung der hangabwärts liegenden, derzeitigen Ortsrandbebauung vorprogrammiert.

Eine Möglichkeit der Versickerung/Retentions von Niederschlagswasser wird, wie bereits zuvor angedeutet, in einem **zentralen** Stauraum gesehen.

Hierzu muss nach vollständiger Bebauung und Fertigstellung aller Verkehrsflächen das aus dem Baugebiet anfallende Niederschlagswasser quantifiziert werden.

Berücksicht werden muss hierbei auch die Fassung der bestehenden Wasseraustrittsstellen im Gelände.

Sofern Dränagen bei den Baumaßnahmen zugelassen werden, ist das Dränagewasser ebenfalls bei der hydraulischen Bilanzierung zu berücksichtigen.

Auf jeden Fall müssen die Straßenplanumsflächen durch Dränagen gesichert werden.

Danach ist das notwendige Beckenbauwerk als Regenrückhaltebecken oder Versickerungsbecken oder als Kombination zu konzipieren.

Nach Festlegung der erforderlichen Dimension ist dann ein Standort für das Bauwerk festzulegen. Zweckmäßig wäre ein vorflutnaher Bereich bei dem durchlässige Terrassenablagerungen im Untergrund zu vermuten sind.

Der festgelegte Standort ist dann geotechnisch hinsichtlich seiner Eignung zu untersuchen.

Dazu gehören je nach Konzeption

- Untergrundaufbau
- Durchlässigkeit
- Dammschüttungen
- Erdbaukonzept
- Standsicherheitsprüfung
- Auftriebsnachweis.

## 11.0 Erschließungsarbeiten/Bebaubarkeit

Nach den vorliegenden Aufschlussergebnissen der hydrogeologischen Untersuchungen kann die Erschließung des Baugebietes umrissen werden. Aufgrund der sehr heterogenen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse am Standort sind jedoch weiterführende, gezielte Untersuchungen im geplanten Trassenverlauf der Straßen notwendig. Hierzu sind die Bohrtiefen nach den geplanten Kanalsohliefen auszulegen.

Die entsprechend der im Sohlbereich anstehenden Böden notwendigen Stabilisierungsstärken können dann über den gesamten Kanalverlauf angegeben werden.

Aufgrund der unterschiedlich angetroffenen Wasserverhältnisse kann nach ergänzenden Untersuchungen der Umfang wasserhaltender Maßnahmen zusammengestellt werden. Im Kanalgraben sind Querschotts aus wasserundurchlässigem Beton zu installieren, damit es in der wasserwegsamen Kanalgrabenverfüllung nicht zu einem unkontrollierten Abfluss des Hangwasser kommt. In diesem Fall wären Schäden am Rohrsystem und in der Straße durch Feinkornumlagerungen der anstehenden Böden und dadurch bedingte Setzungen zu besorgen.

Für den Aufbau der Frostschutz- und Tragschichten wird eine Grundtragfestigkeit des Aufstandsplanums  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  gefordert. Durch ergänzende Untersuchungen, zweckmäßigerweise durch Lastplattendruckversuche, ist die Grundtragfestigkeit des Untergrundes zu prüfen und die erforderlichen Stabilisierungsarbeiten sind zu beschreiben.

ben. Da geländebedingt es bei der Herstellung der Gradienten zu Abtrags- und Auftragsarbeiten kommt, ist zunächst durch geeignete bodenmechanische Laboruntersuchungen die Eignung der beim Abtrag und der beim Kanalgrabenaushub anfallenden Erdmassen zum Auftrag zu prüfen und erforderlichenfalls entsprechende Stabilisierungs- bzw. Vergütungsarbeiten aufzuzeigen.

Letztlich kann nach Vorlage der Bauklassen der Straßenaufbau nach RSTO'86 für gepflasterte und asphaltierte Varianten beschrieben werden.

Aufgrund der sehr heterogenen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse am Projektstandort des Neubaugebietes „Ober dem Tilgesbrunnen“ in Bad Kreuznach ist im Bebauungsplan festzuschreiben, ob zur Sicherung erdberührender Bauteile gegen Hangwasser Dränagen nach DIN 4095 zulässig sind, oder ob die Unterkellergeschosse in wasserundurchlässigem Beton auszubilden sind. Bei der ersten Sicherungsvariante ist das anfallende Wasser bei der hydraulischen Bilanzierung für das zentrale Versickerungs-/Retensionsbauwerk zu berücksichtigen.

Ebenfalls fest zu schreiben ist die ergänzende Baugrunduntersuchung für die Einzelbauvorhaben. Generell kann für unterkellerte Bauweisen eine Gründung über Einzel- und Streifenfundamente erfolgen, sofern keine Ausbildung in wasserundurchlässigem Beton vorgegeben wird. Für nicht unterkellerte Bauweisen kann darüber hinaus die Lastabtragung über ein Bodenpolster und eine bewehrte Bodenplatte notwendig werden. Dies ist nach bauwerksspezifischen Bodenuntersuchungen abzuklären.

## 12.0 Schlussbemerkungen

Das vorliegende hydrogeologische Gutachten untersucht und bewertet die Durchlässigkeit der anstehenden Schichten im Neubaugebiet „Ober dem Tilgesbrunnen“, in Bad Kreuznach.

Die Ergebnisse der hydraulischen Feldversuche ergeben sehr unterschiedliche, überwiegend nur geringe Durchlässigkeiten.

Das bedeutet, dass Versickerungseinrichtungen aus den in Kapitel 10.0 erläuterten zahlreichen Gründen im Baugebiet abzulehnen sind. Stattdessen ist eine zentrale Versickerung- Retentionseinrichtung vorzusehen, die nach den hydraulischen Gegebenheiten des Baugebietes zu dimensionieren und nach ergänzenden Bodenuntersuchungen am gewählten Standort zu realisieren ist.

Die Aussagen dieses Gutachtens zu Kanal- und Straßenbau können nur begrenzt sein, da das gewählte Aufschlußraster bei den festgestellten heterogenen geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen nur unzureichend ist. Um genaue Angaben über die Ausführung der Erschließungsarbeiten abgeben zu können, sind ergänzende Baugrunduntersuchungen notwendig.

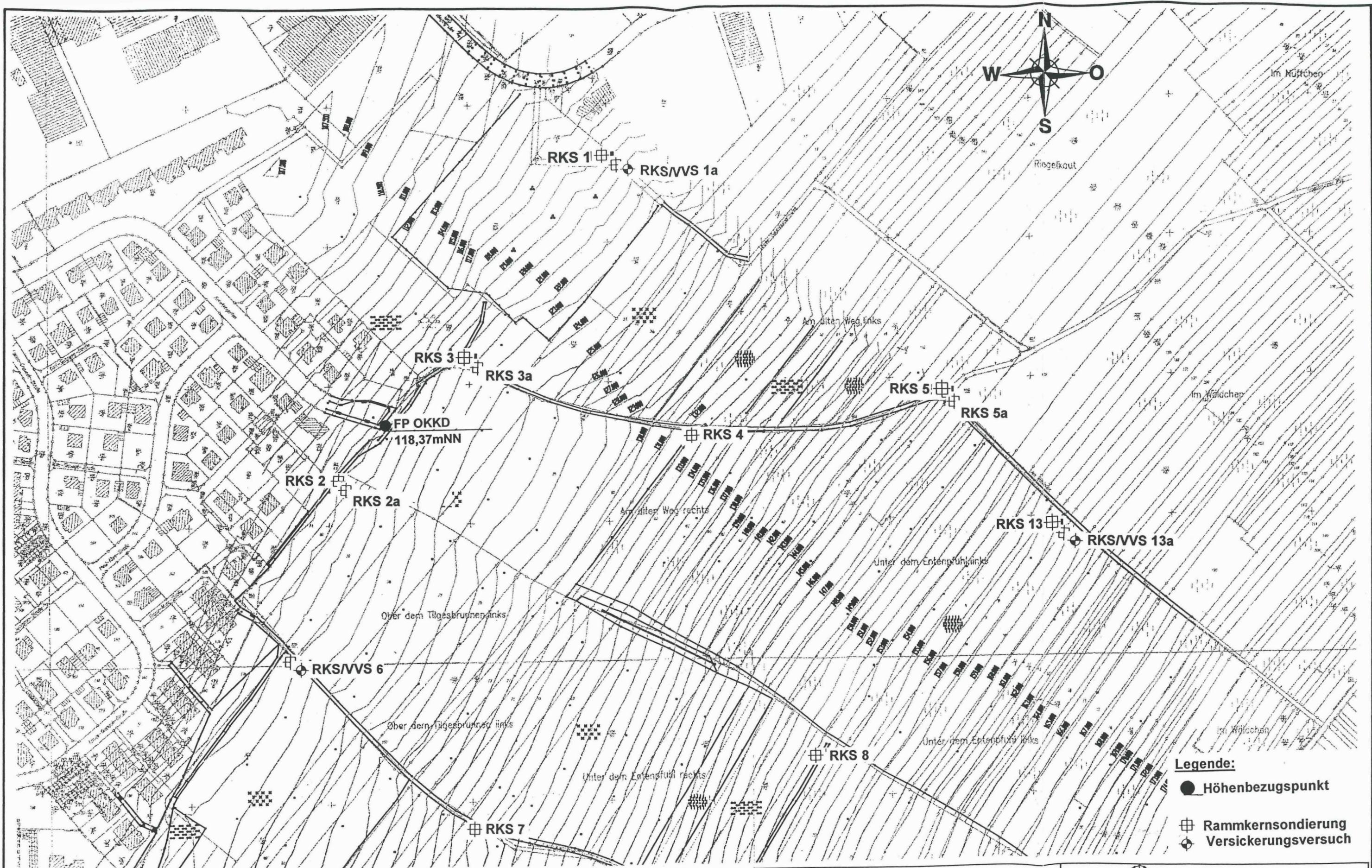
Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich und für die Erschließung sowie für Einzelbauvorhaben fortschreiben zu lassen.

Limburg, den 02.08.1999

Bearbeiter: Thomas Hollinger (Dipl.-Geol.)

Dr. Joachim Zirfas





Legende:

- Höhenbezugspunkt
- ◻ Rammkernsondierung
- Versickerungsversuch

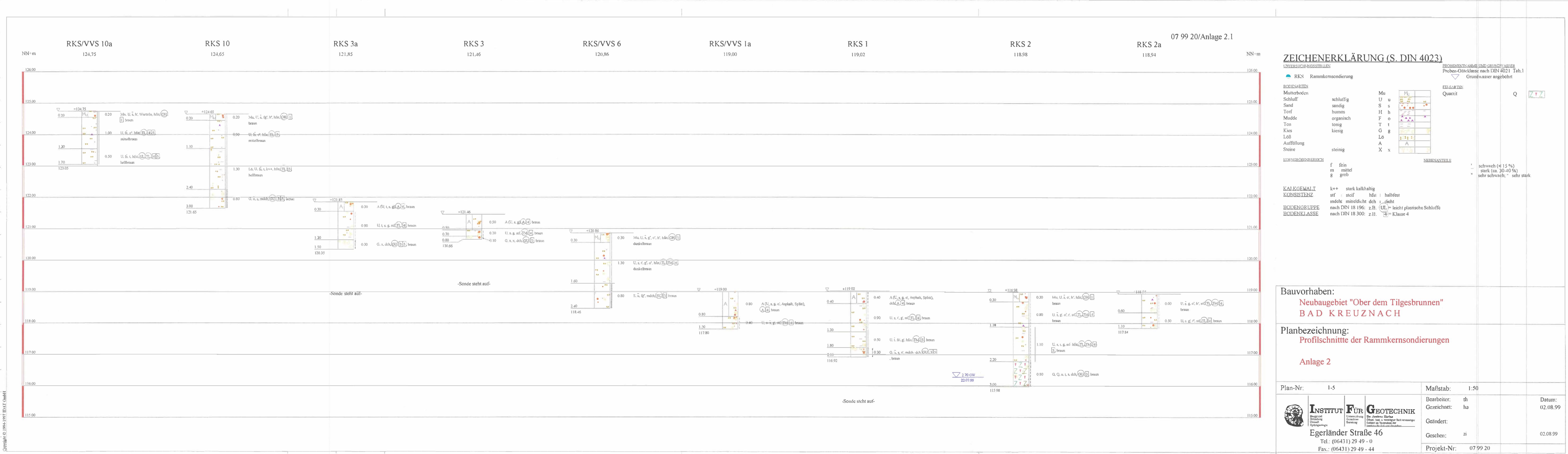
Neubaugebiet  
„Ober dem Tilgesbrunnen“  
B A D   K R E U Z N A C H

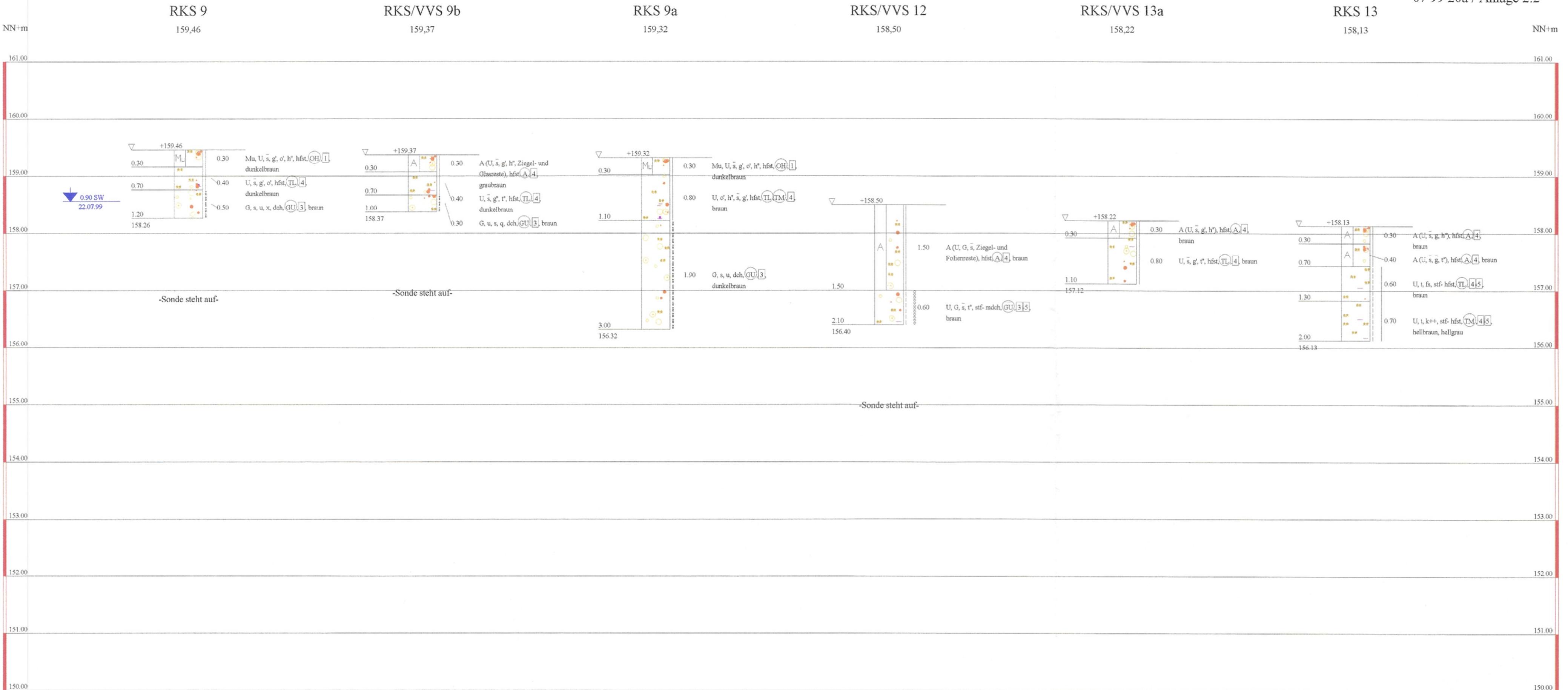
IfG Dr. Jochen Zirfas  
Egerländer Straße 44-46  
65556 Limburg-Staffel  
Tel.: 06431/2949-0 Fax: 06431/2949-44

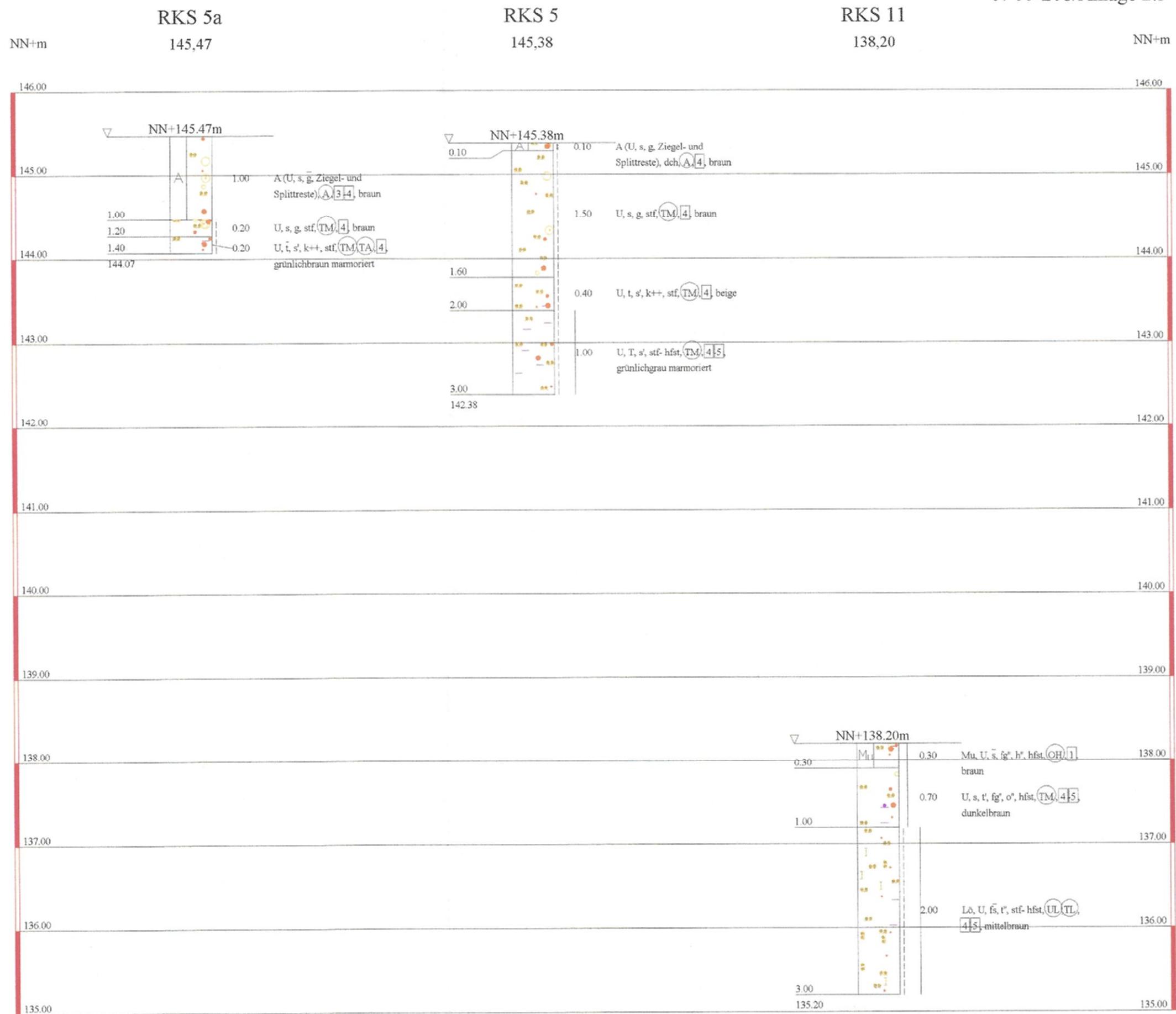


Neubaugebiet  
„Ober dem Tilgesbrunnen“  
**BAD KREUZNACH**

IfG Dr. Jochen Zirfas  
Egerländer Straße 44-46  
65556 Limburg-Staffel  
Tel.: 06431/2949-0 Fax: 06431/2949-44







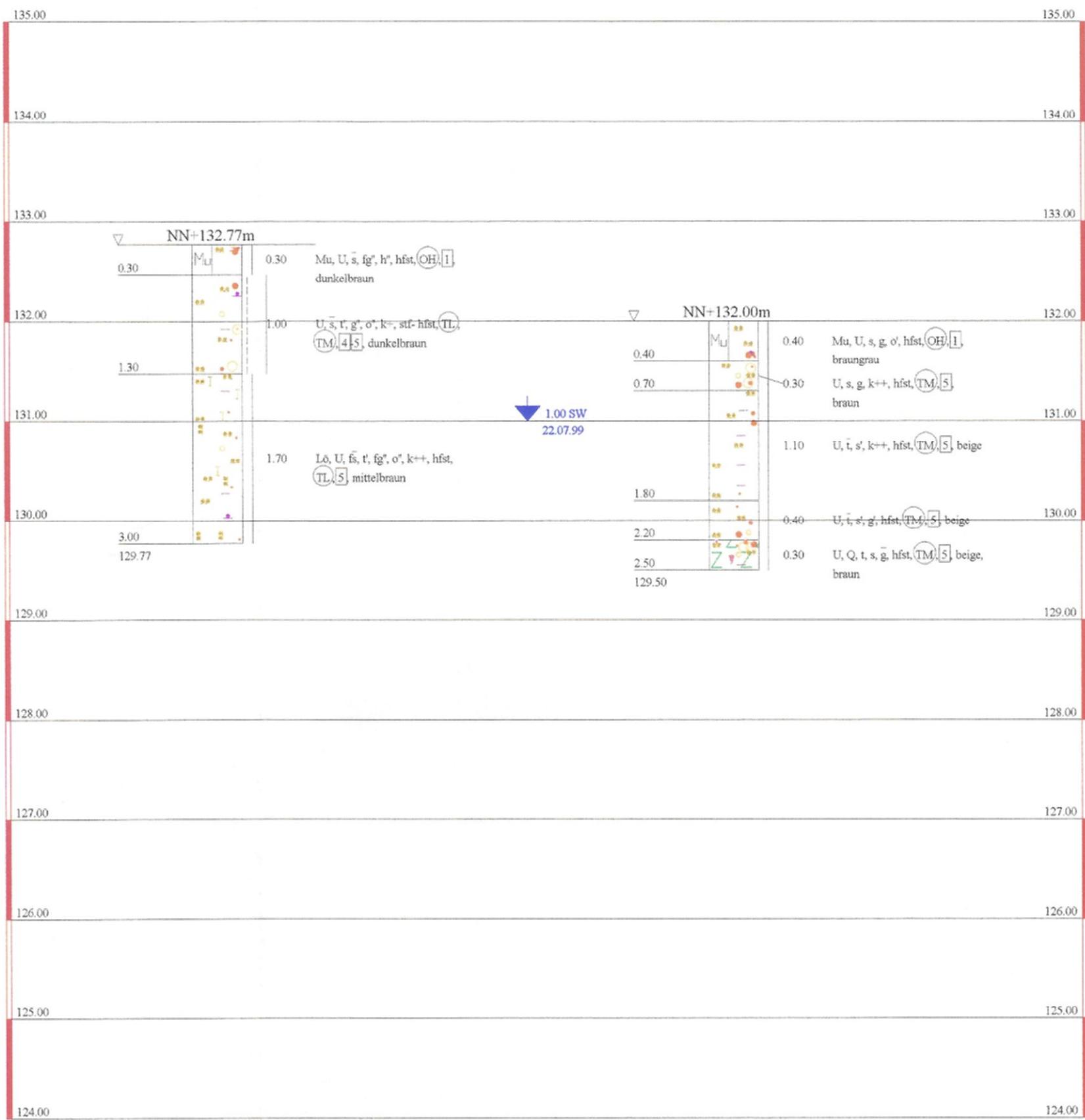
## RKS 7

NN+m 132,77

## RKS 4

132,00

NN+m

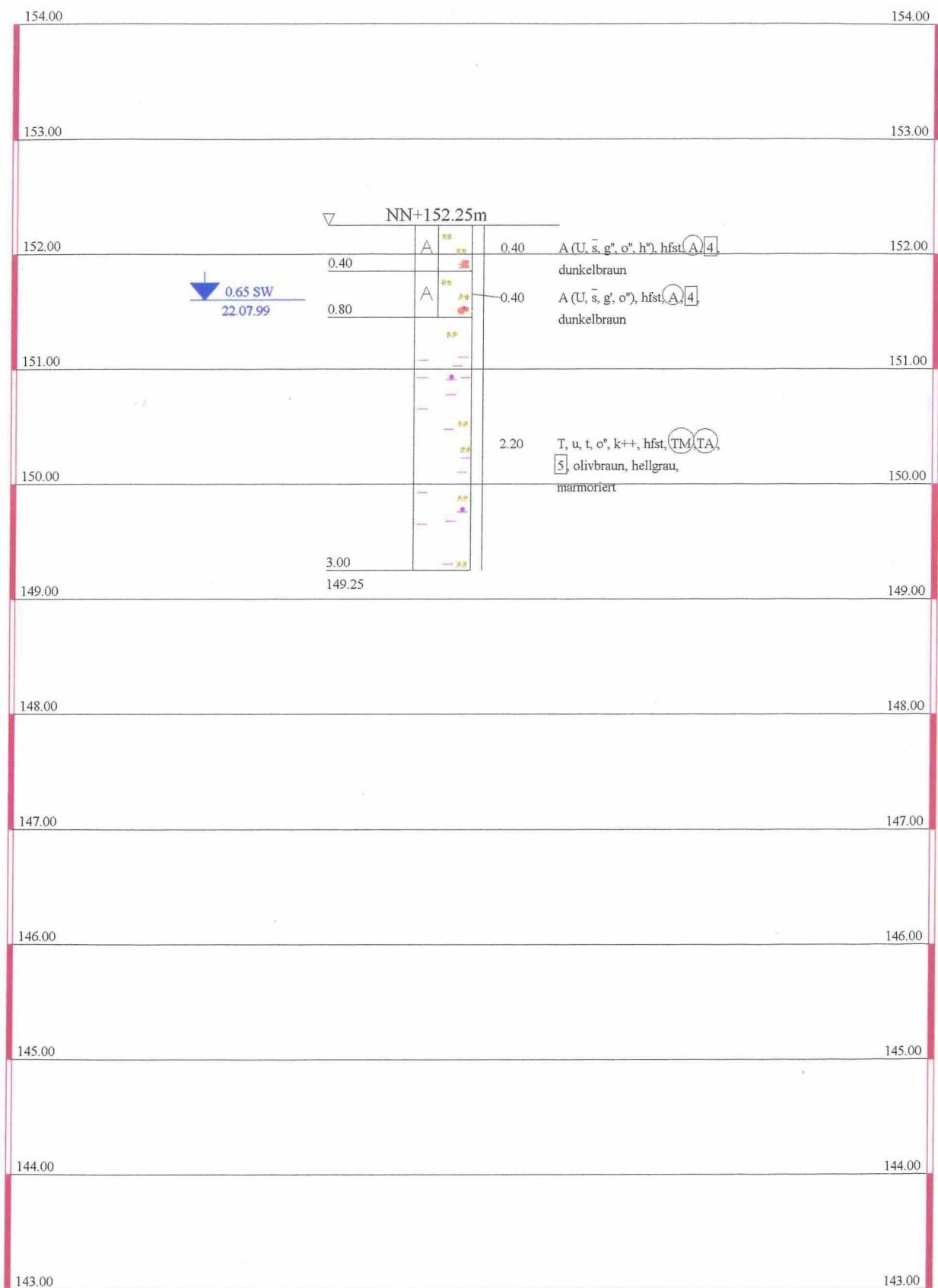


## RKS 8

NN+m

152,25

NN+m



Institut für Geotechnik  
 Dr.Jochen Zirfas  
 Egerländer Str.44-46  
 65556 Limburg/Staffel

Bericht: 079920  
 Anlage: 3.1.1

**Wassergehalt nach DIN 18 121**  
**"Ober dem Tilgesbrunnen"**  
**Bad Kreuznach**

Bearbeiter: CM

Datum: 27.07.1999

Prüfungsnummer: 079920.1  
 Entnahmestelle:  
 Tiefe:  
 Bodenart: Schluff  
 Art der Entnahme: GP  
 Probe entnommen am: 22.07.1999

Probenbezeichnung:	2/2	4/2	4/3
Tiefe (m):	0.5 m.	0.6 m.	1.0 m.
Feuchte Probe + Behälter (g):	241.57	278.71	283.09
Trockene Probe + Behälter (g)	231.69	264.18	262.24
Behälter (g):	162.96	163.24	162.80
Porenwasser (g):	9.88	14.53	20.85
Trockene Probe (g):	68.73	100.94	99.44
Wassergehalt (%):	14.38	14.39	20.97

Probenbezeichnung:	7/3	10/2	10/3
Tiefe (m):	2.2 m.	0.9 m.	1.7 m.
Feuchte Probe + Behälter (g):	309.59	267.85	276.28
Trockene Probe + Behälter (g)	288.63	256.51	267.30
Behälter (g):	163.65	162.65	162.97
Porenwasser (g):	20.96	11.34	8.98
Trockene Probe (g):	124.98	93.86	104.33
Wassergehalt (%):	16.77	12.08	8.61

Probenbezeichnung:	10a/2	10a/3	11/2
Tiefe (m):	0.3 m.	1.7 m.	0.7 m.
Feuchte Probe + Behälter (g):	278.55	289.77	285.32
Trockene Probe + Behälter (g)	263.14	279.28	264.60
Behälter (g):	156.01	163.17	162.55
Porenwasser (g):	15.41	10.49	20.72
Trockene Probe (g):	107.13	116.11	102.05
Wassergehalt (%):	14.38	9.03	20.30

Probenbezeichnung:	11/3	11/4	12/3
Tiefe (m):	2.3 m.	2.8 m.	2.1 m.
Feuchte Probe + Behälter (g):	309.62	289.28	313.14
Trockene Probe + Behälter (g)	286.79	266.80	296.30
Behälter (g):	162.67	162.66	162.30
Porenwasser (g):	22.83	22.48	16.84
Trockene Probe (g):	124.12	104.14	134.00
Wassergehalt (%):	18.39	21.59	12.57

**Institut für Geotechnik**

Dr.Jochen Zirfas

65556-Limburg/Lahn

Bearbeiter: SM

Datum: 31.07.1999

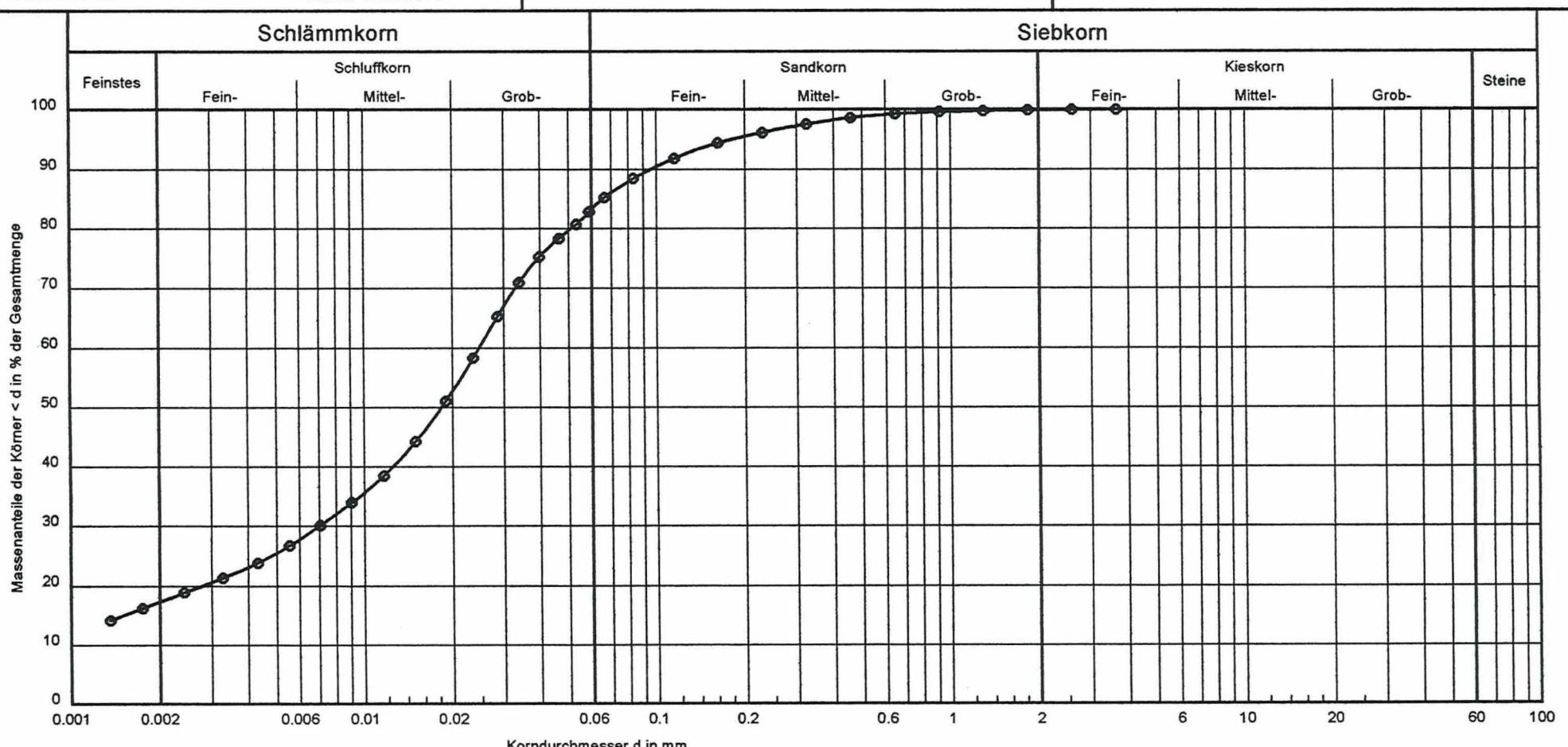
**Körnungslinie**  
 "Ober dem Tilgesbrunnen"  
 Bad Kreuznach

Prüfungsnummer: 079920.1

Probe entnommen am: 22.07.1999

Art der Entnahme: GP

Arbeitsweise: Kombi



Bezeichnung:	079920.1	Bemerkungen:	Bericht: 079916 Anlage: 3.1.2
Entnahmestelle:	10a/3		
Tiefe:	1.7 m.		
Bodenart:	U, t, fs'		
U/Cc	-/-		
k(m/sec) (Hazen)	-		
T/U/S/G [%]:	17.3/65.9/16.7/0.1		

Institut für Geotechnik  
Dr.Jochen Zirfas  
Egerländer Str.44-46  
65556 Limburg/Staffel

Bericht: 079920  
Anlage: 3.2.1

Wassergehalt nach DIN 18 121  
"Ober dem Tilgesbrunnen"  
Bad Kreuznach

Bearbeiter: CM

Datum: 27.07.1999

Prüfungsnummer: 079920.2  
Entnahmestelle:  
Tiefe:  
Bodenart: Sand  
Art der Entnahme: GP  
Probe entnommen am: 22.07.1999

Probenbezeichnung:	6/4
Tiefe (m):	2.1 m.
Feuchte Probe + Behälter (g):	307.67
Trockene Probe + Behälter (g)	293.54
Behälter (g):	162.80
Porenwasser (g):	14.13
Trockene Probe (g):	130.74
Wassergehalt (%):	10.81

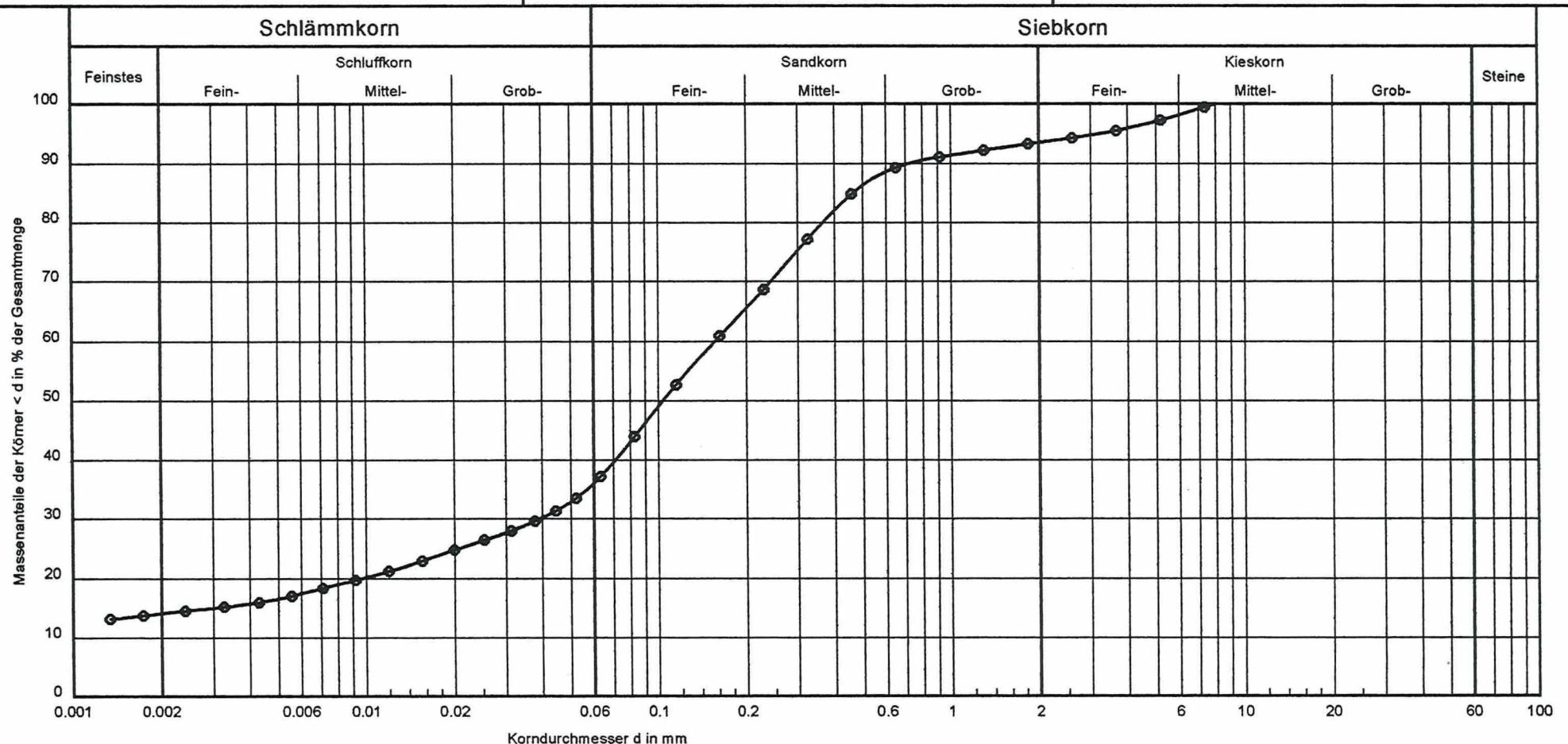
Institut für Geotechnik  
Dr. Jochen Zirfas  
65556-Limburg/Lahn

Bearbeiter: SM

Datum: 31.07.1999

Körnungslinie  
"Ober dem Tilgesbrunnen"  
Bad Kreuznach

Prüfungsnummer: 079920.2  
Probe entnommen am: 22.07.1999  
Art der Entnahme: GP  
Arbeitsweise: Kombi



Bezeichnung:	079920.2	Bemerkungen:	Bericht: 079916 Anlage: 3.2.2
Entnahmestelle:	6/4		
Tiefe:	2.1 m.		
Bodenart:	S, u, t', g'		
U/Cc	-/-		
K(m/sec) (Hazen)	-		
T/U/S/G [%]:	14.1/21.9/57.5/6.5		

Institut für Geotechnik  
Dr.Jochen Zirfas  
Egerländer Str.44-46  
65556 Limburg/Staffel

Bericht: 079920  
Anlage: 3.3.1

Wassergehalt nach DIN 18 121  
"Ober dem Tilgesbrunnen"  
Bad Kreuznach

Bearbeiter: CM

Datum: 27.07.1999

Prüfungsnummer: 079920.3

Entnahmestelle:

Tiefe:

Bodenart: Kies

Art der Entnahme: GP

Probe entnommen am: 22.07.1999

Probenbezeichnung:	2/4	9/3	9B/3
Tiefe (m):	3.0 m.	1.2 m.	1.0 m.
Feuchte Probe + Behälter (g):	213.74	2065.36	308.02
Trockene Probe + Behälter (g)	210.69	1990.46	299.40
Behälter (g):	163.19	663.71	163.31
Porenwasser (g):	3.05	74.90	8.62
Trockene Probe (g):	47.50	1326.75	136.09
Wassergehalt (%):	6.42	5.65	6.33

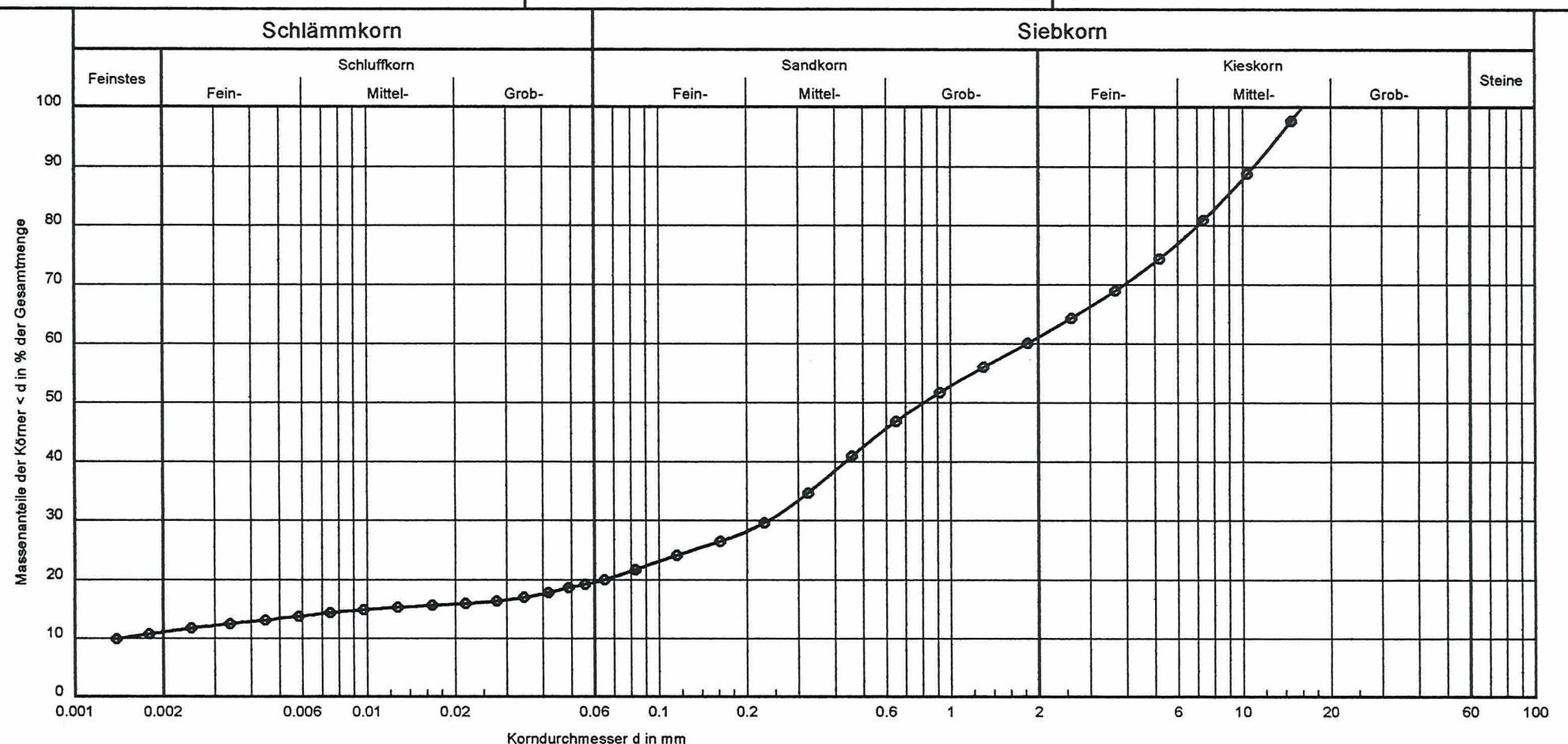
**Institut für Geotechnik**  
Dr.Jochen Zirfas  
65556-Limburg/Lahn

Bearbeiter: SM

Datum: 31.07.1999

**Körnungslinie**  
"Ober dem Tilgesbrunnen"  
Bad Kreuznach

Prüfungsnummer: 079920.3  
Probe entnommen am: 22.07.1999  
Art der Entnahme: GP  
Arbeitsweise: Kombi



Bezeichnung:	079920.3	Bemerkungen:	Bericht: 079916 Anlage: 3.3.2.1
Entnahmestelle:	2/4		
Tiefe:	3.0 m.		
Bodenart:	S, fg, mg, t', u'		
U/Cc	1266.9/21.4		
k(m/sec) (Hazen)	$2.4 \cdot 10^{-8}$		
T/U/S/G [%]:	11.0/8.5/41.5/38.9		

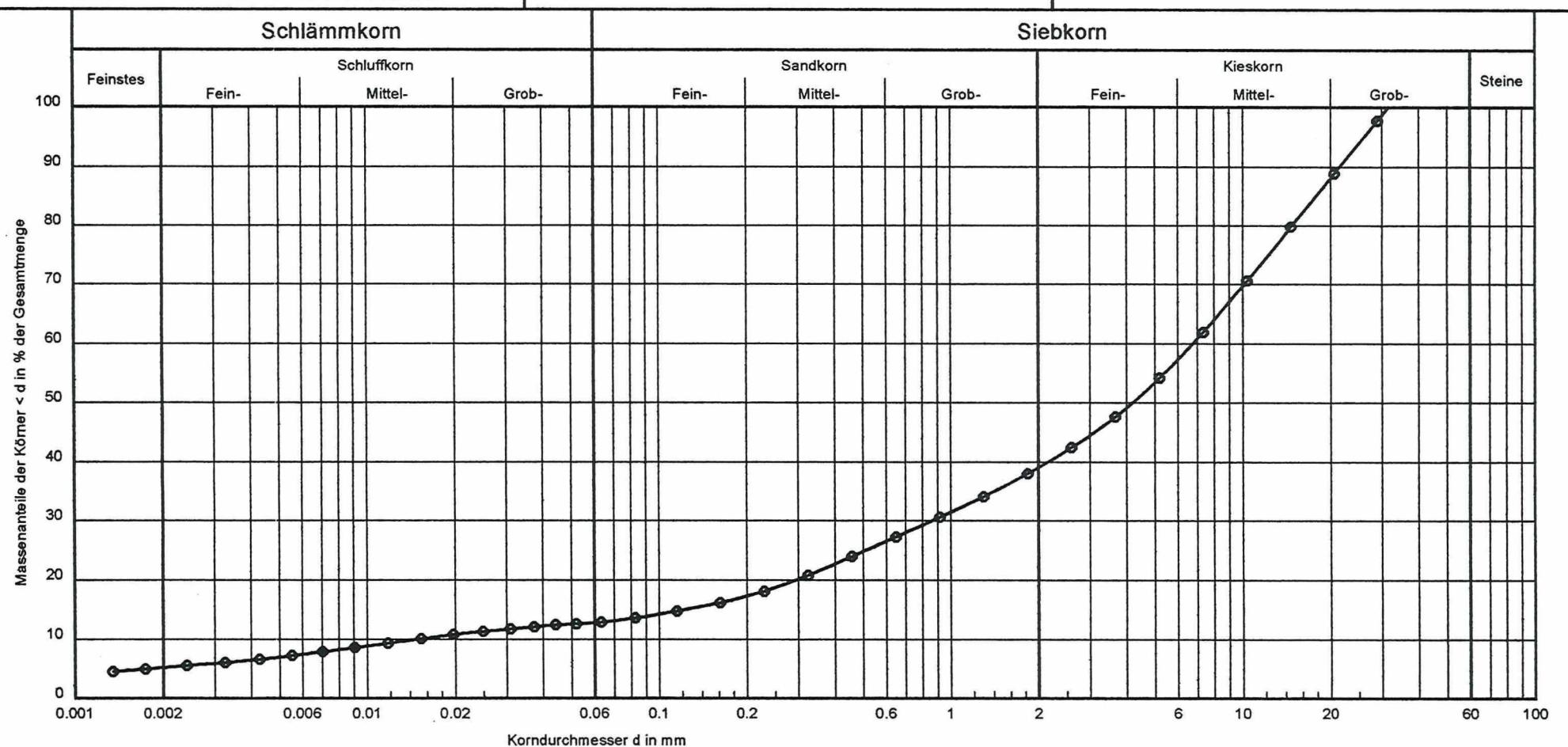
Institut für Geotechnik  
Dr.Jochen Zirfas  
65556-Limburg/Lahn

Bearbeiter: SM

Datum: 31.07.1999

Körnungslinie  
"Ober dem Tilgesbrunnen"  
Bad Kreuznach

Prüfungsnummer: 079920.4  
Probe entnommen am: 22.07.1999  
Art der Entnahme: GP  
Arbeitsweise: Kombi



Bezeichnung:	079920.4	Bemerkungen:	Bericht: 079916 Anlage: 3.3.2.2
Entnahmestelle:	9/3		
Tiefe:	1.2 m.		
Bodenart:	G, t', u', ms', gs'		
U/Cc	449.7/7.3		
k(m/sec) (Hazen)	$2.6 \cdot 10^{-6}$		
T/U/S/G [%]:	5.2/7.6/26.3/60.9		

Institut für Geotechnik  
Dr.Jochen Zirfas  
Egerländer Str.44-46  
65556 Limburg/Staffel

Bericht: 079920  
Anlage: 3.4.1

**Wassergehalt nach DIN 18 121**  
**"Ober dem Tilgesbrunnen"**  
**Bad Kreuznach**

Bearbeiter: CM

Datum: 27.07.1999

Prüfungsnummer: 079920.4  
Entnahmestelle:  
Tiefe:  
Bodenart: Ton  
Art der Entnahme: GP  
Probe entnommen am: 22.07.1999

Probenbezeichnung:	5/3	5/4
Tiefe (m):	1.8 m.	2.6 m.
Feuchte Probe + Behälter (g):	232.23	283.42
Trockene Probe + Behälter (g)	219.99	261.70
Behälter (g):	162.87	162.79
Porenwasser (g):	12.24	21.72
Trockene Probe (g):	57.12	98.91
Wassergehalt (%):	21.43	21.96

Probenbezeichnung:	8/3	13/3
Tiefe (m):	1.8 m.	1.7 m.
Feuchte Probe + Behälter (g):	290.22	297.55
Trockene Probe + Behälter (g)	267.21	272.74
Behälter (g):	162.94	163.94
Porenwasser (g):	23.01	24.81
Trockene Probe (g):	104.27	108.80
Wassergehalt (%):	22.07	22.80

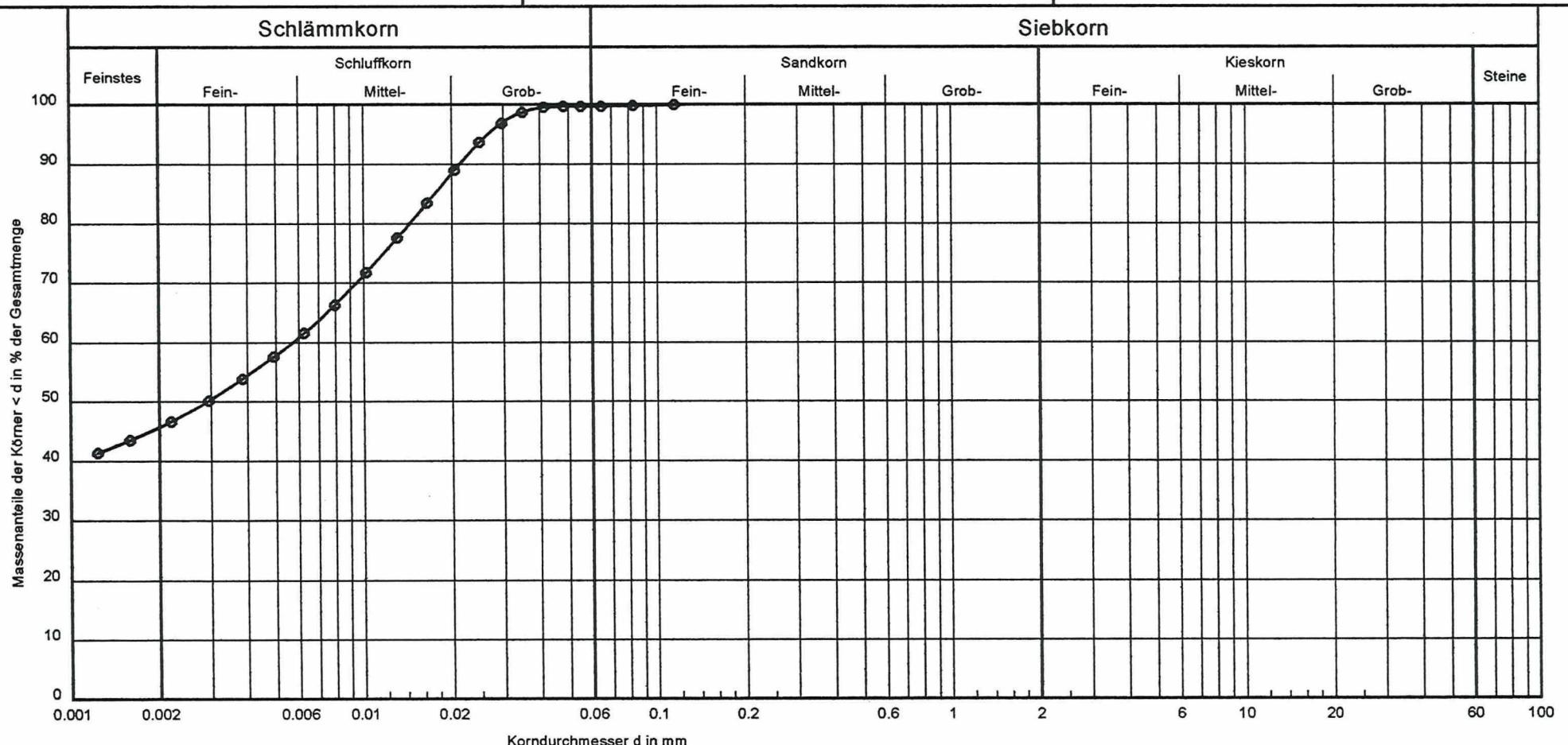
Institut für Geotechnik  
Dr. Jochen Zirfas  
65556-Limburg/Lahn

Bearbeiter: SM

Datum: 31.07.1999

Körnungslinie  
"Ober dem Tilgesbrunnen"  
Bad Kreuznach

Prüfungsnummer: 079920.5  
Probe entnommen am: 22.07.1999  
Art der Entnahme: GP  
Arbeitsweise: Kombi



Bezeichnung:	079920.5	Bemerkungen:	Bericht: 079916 Anlage: 3.4.2
Entnahmestelle:	8/3		
Tiefe:	1.8 m.		
Bodenart:	U, t		
U/Cc	-/-		
k(m/sec) (Hazen)	-		
T/U/S/G [%]:	45.6/54.0/0.3/-		

**Institut für Geotechnik**  
**Dr. Jochen Zirfas**  
**Egerländer Str.**  
**65556 Limburg -Staffel**  
**Tel. : 06431/2949-0**

**Projekt:**  
**„Ober dem**  
**Tilgesbrunnen“**  
**Bad Kreuznach**

**Aktenzeichen:**  
**079920**  
**Anlage: 4**

## Grundwasseranalyse nach DIN 4030 - Teil 2

**Entnahmestelle: Quellenaustritt 1**

**Entnahmetiefe:**

**Entnahmedatum: 22.07.1999**

Wasseranalyse		Grenzwert zur Beurteilung nach DIN 4030 - Teil 1		
Probeneingang	Prüfergebnis	schwach angreifend	stark angreifend	sehr stark angreifend
Aussehen	klar	-	-	-
Geruch (unveränderte Probe)	kein	-	-	-
Geruch (angesäuerte Probe)	-	-	-	-
pH-Wert	7,73	6,5 bis 5,5	< 5,5 bis 4,5	< 4,5
KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch	n.a.	-	-	-
Härte	42 °dH	-	-	-
Härtehydrogencarbonat	18,23 °dH	-	-	-
Nichtcarbonathärte	23,77 °dH	-	-	-
Magnesium (Mg <sup>2+</sup> )	135,07 mg/l	300 bis 1000	> 1000 bis 3000	> 3000 mg/l
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	0,05 mg/l	15 bis 30	> 30 bis 60	> 60 mg/l
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	350 mg/l	200 bis 600	> 600 bis 3000	> 3000 mg/l
Chlorid (Cl <sup>-</sup> )	61 mg/l	-	-	-
CO <sub>2</sub> (kalklösend)	6,5 mg/l	15 bis 40	> 40 bis 100	> 100 mg/l
Sulfid (S <sup>2-</sup> )	n. a.	-	-	-

Bemerkungen: Kaliumpermanganatverbrauch wurde nicht bestimmt, da keine Verdachtsmomente auf erhöhte Gehalte vorliegen

n.n. = nicht nachweisbar

n.a. = nicht analysiert

**Beurteilung :** Nach KLUT-OLSZEWSKI handelt es sich um ein sehr hartes Wasser.

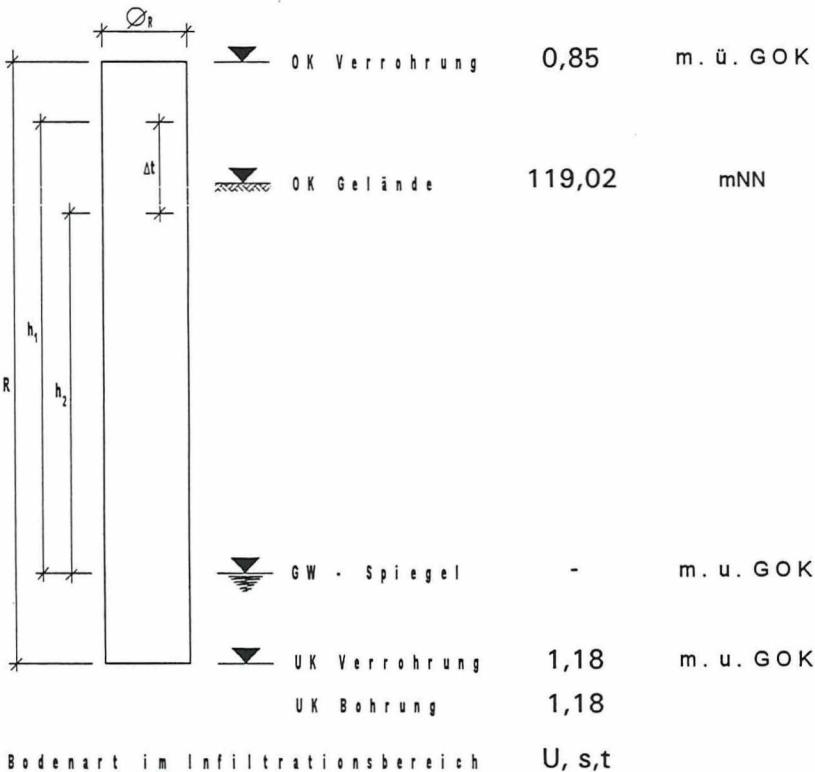
Das Wasser ist als schwach angreifend einzustufen.

**INSTITUT FÜR GEOTECHNIK**
**Dr. Jochen Zirfas**

 Egerländerstraße 46-48 65556 LIMBURG  
 Tel.: 06431/2949-0 Fax: 06431/294944

**ABSINKVERSUCH**

 kugelförmiger Strömungsbereich  
 Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes  
 nach der USBR- Formel

 Projekt: "Ober dem Tigesbrunnen"  
 Bad Kreuznach  
 Bohrung: RKS / VVS 1A  
 Datum: 26.07.99

 $\emptyset_R$  ..... Rohrinnendurchmesser [m]

 $h_1$  ..... Wasserstand zum Zeitpunkt  $t_1$  [m]

 $h_2$  ..... Wasserstand zum Zeitpunkt  $t_2$  [m]

 $\Delta t$  ..... Zeitintervall =  $t_2 - t_1$  [s]

 $R$  ..... Verrohrung [m]

 $Q$  ..... Infiltrationsmenge  $\left[m^3/s\right]$ 
 $k$  ..... Durchlässigkeitssbeiwert  $\left[m/s\right]$ 

Es wird die Zeit  $\Delta t$  gemessen, in der der Wasserspiegel im aufgefüllten Bohrloch um den Betrag  $\Delta h$  absinkt.

$\emptyset_R$ [m]	R [m]	$h_1$ [m]	$h_2$ [m]	$\Delta h$ [m]	$\Delta t$ [s]	Q [ $m^3/s$ ]	k [m/s]	Einstufung nach DIN 18130
0,051	2,033	2,033	1,973	0,060	1800	6,81E-08	2,42E-07	schwach durchlässig

Bemerkung:

Az.: 07 99 20

Anl.: 5.1

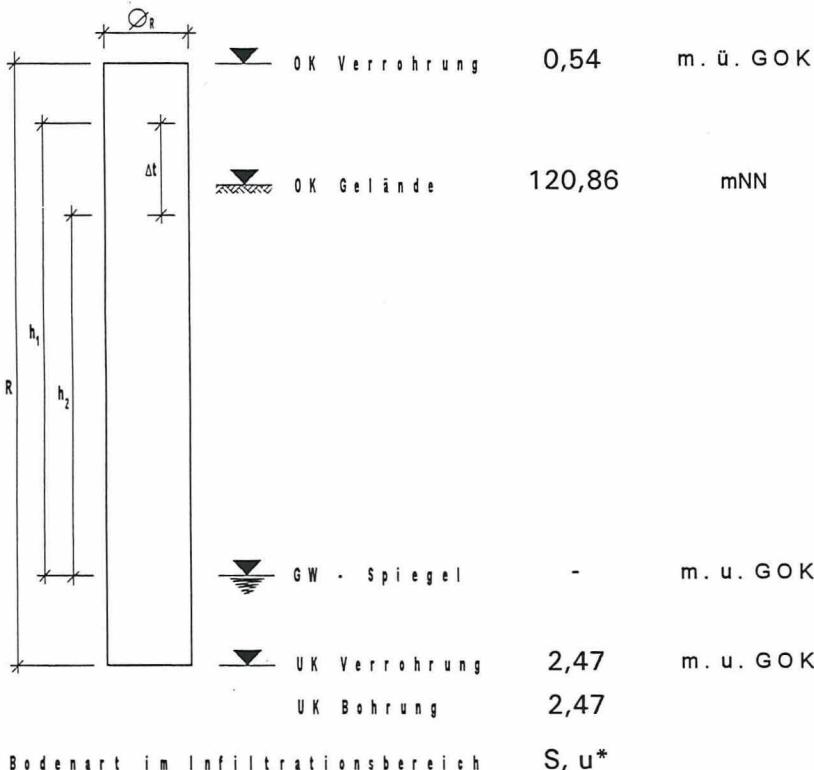
INSTITUT FÜR GEOTECHNIK  
Dr. Jochen Zirfas  
Egerländerstraße 46-48 65556 LIMBURG  
Tel.: 06431/2949-0 Fax: 06431/294944



## ABSINKVERSUCH

kugelförmiger Strömungsbereich  
Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes  
nach der USBR- Formel

Projekt:	"Ober dem Tigesbrunnen" Bad Kreuznach
Bohrung:	RKS / VVS 6
Datum:	26.07.99



$\varnothing_R$  .... Rohrinnendurchmesser [m]  
 $h_1$  .... Wasserstand zum Zeitpunkt  $t_1$  [m]  
 $h_2$  .... Wasserstand zum Zeitpunkt  $t_2$  [m]  
 $\Delta t$  .... Zeitintervall =  $t_2 - t_1$  [s]  
 $R$  .... Verrohrung [m]  
 $Q$  .... Infiltrationsmenge  $\left[m^3/s\right]$   
 $k$  .... Durchlässigkeitssbeiwert  $\left[m/s\right]$

Es wird die Zeit  $\Delta t$  gemessen, in der der Wasserspiegel im aufgefüllten Bohrloch um den Betrag  $\Delta h$  absinkt.

$\varnothing_R$ [m]	R [m]	$h_1$ [m]	$h_2$ [m]	$\Delta h$ [m]	$\Delta t$ [s]	Q [ $m^3/s$ ]	k [m/s]	Einstufung nach DIN 18130
0,051	3,010	3,010	2,995	0,015	1800	1,70E-08	4,04E-08	schwach durchlässig

Bemerkung:

AZ.: 07 99 20

Anl.: 5.2

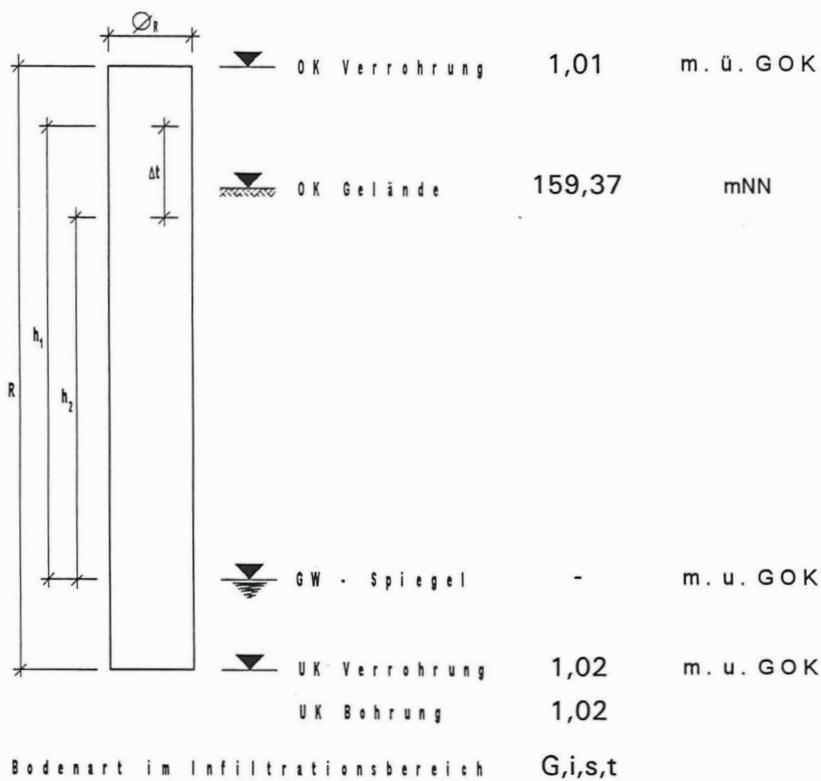
INSTITUT FÜR GEOTECHNIK  
Dr. Jochen Zirfas  
Egerländerstraße 46-48      65556 LIMBURG  
Tel.: 06431/2949-0      Fax: 06431/294944



## ABSINKVERSUCH

kugelförmiger Strömungsbereich  
Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes  
nach der USBR- Formel

Projekt:	"Ober dem Tigesbrunnen" Bad Kreuznach
Bohrung:	RKS / VVS 9B
Datum:	26.07.99



$\varnothing_R$  .... Rohrinnendurchmesser [m]

$h_1$  .... Wasserstand zum Zeitpunkt  $t_1$  [m]

$h_2$  .... Wasserstand zum Zeitpunkt  $t_2$  [m]

$\Delta t$  .... Zeitintervall =  $t_2 - t_1$  [s]

R .... Verrohrung [m]

Q .... Infiltrationsmenge  $\left[m^3/s\right]$

k .... Durchlässigkeitssbeiwert  $\left[m/s\right]$

Es wird die Zeit  $\Delta t$  gemessen, in der  
der Wasserspiegel im aufgefüllten  
Bohrloch um den Betrag  $\Delta h$  absinkt.

$\varnothing_R$ [m]	R [m]	$h_1$ [m]	$h_2$ [m]	$\Delta h$ [m]	$\Delta t$ [s]	Q [ $m^3/s$ ]	k [m/s]	Einstufung nach DIN 18130
0,051	2,030	2,030	1,555	0,475	1800	5,39E-07	2,14E-06	durchlässig

Bemerkung:

AZ.: 07 99 20

Anl.: 5.3

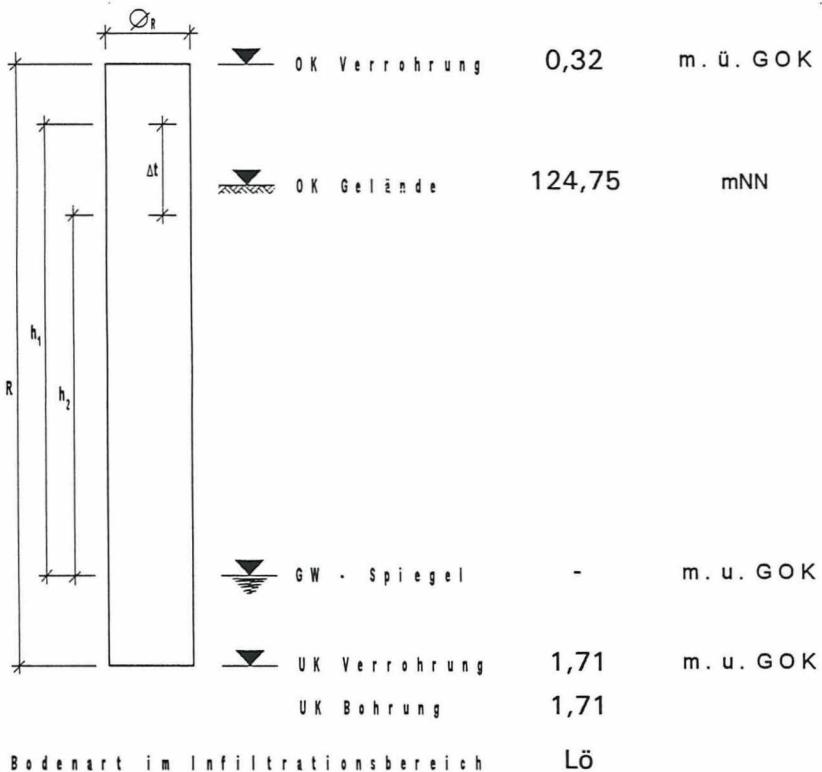
**INSTITUT FÜR GEOTECHNIK**
**Dr. Jochen Zirfas**

 Egerländerstraße 46-48      65556 LIMBURG  
 Tel.: 06431/2949-0      Fax: 06431/294944

**ABSINKVERSUCH**

 kugelförmiger Strömungsbereich  
 Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes  
 nach der USBR- Formel

Projekt:	"Ober dem Tigesbrunnen"
Bad Kreuznach	
Bohrung:	RKS / VVS 10A
Datum:	26.07.99



ØR [m]	R [m]	h <sub>1</sub> [m]	h <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δt [s]	Q [m <sup>3</sup> /s]	k [m/s]	Einstufung nach DIN 18130
0,051	2,030	2,030	1,855	0,175	1800	1,99E-07	7,29E-07	schwach durchlässig

Bemerkung:

Az.: 07 99 20

Anl.: 5.4

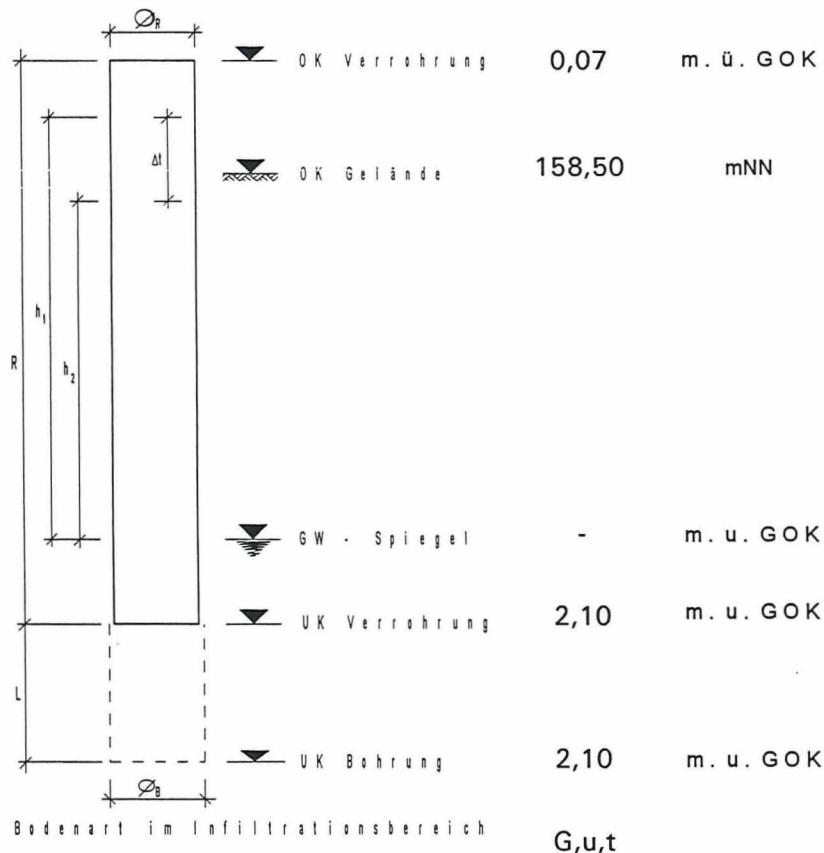
INSTITUT FÜR GEOTECHNIK  
Dr. Jochen Zirfas  
Egerländerstraße 46-48 65556 LIMBURG  
Tel.: 06431/2949-0 Fax: 06431/294944



## ABSINKVERSUCH

zylinderförmiger Strömungsbereich  
Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes  
nach der USBR- Formel

Projekt: "Ober dem Tilgesbrunnen",  
Bad Kreuznach  
Bohrung: RKS / VVS 12  
Datum: 26.07.99



Ø <sub>R</sub> [m]	Ø <sub>B</sub> [m]	R [m]	L [m]	h <sub>1</sub> [m]	h <sub>2</sub> [m]	Δt [s]	Q [m <sup>3</sup> /s]	k [m/s]	Einstufung nach DIN 18130
0,080	0,080	1,03	1,14	2,165	0,935	3000	2,06E-06	6,24E-07	schwach durchlässig

Bemerkung:

AZ.: 07 99 20

Anl.: 5.5

**INSTITUT FÜR GEOTECHNIK**
**Dr. Jochen Zirfas**

Egerländerstraße 46-48 65556 LIMBURG

Tel.: 06431/294944


**ABSINKVERSUCH**

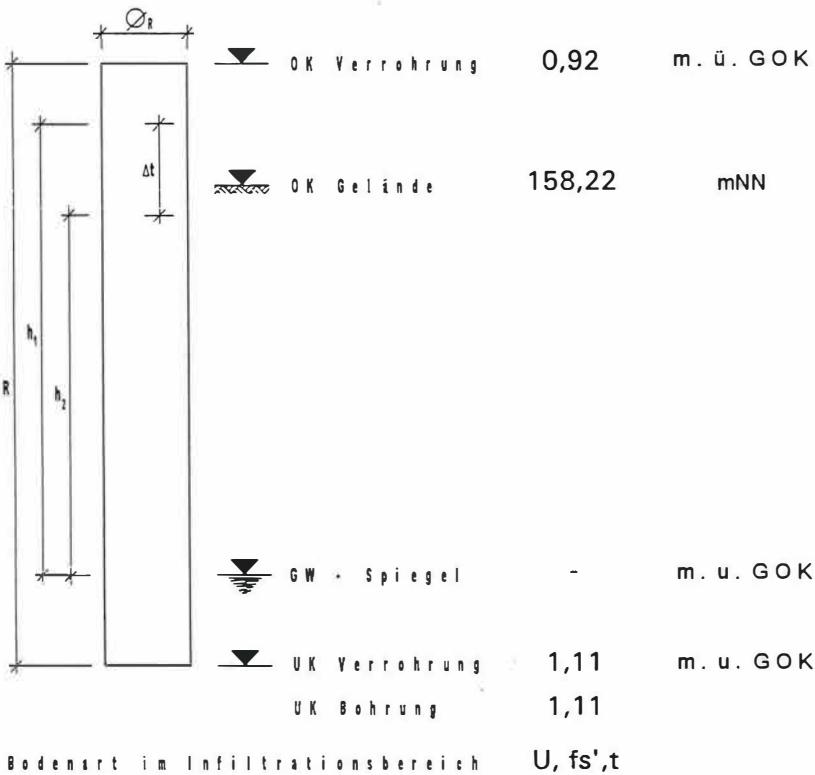
kugelförmiger Strömungsbereich  
Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes  
nach der USBR- Formel

Projekt: "Ober dem Tigesbrunnen"

Bad Kreuznach

Bohrung: RKS / VVS 13A

Datum: 26.07.99


 $\varnothing_R$  .... Rohrinnendurchmesser [m]

 $h_1$  .... Wasserstand zum Zeitpunkt  $t_1$  [m]

 $h_2$  .... Wasserstand zum Zeitpunkt  $t_2$  [m]

 $\Delta t$  .... Zeitintervall =  $t_2 - t_1$  [s]

 $R$  .... Verrohrung [m]

 $Q$  .... Infiltrationsmenge  $\left[m^3/s\right]$ 
 $k$  .... Durchlässigkeitssbeiwert  $\left[m/s\right]$ 

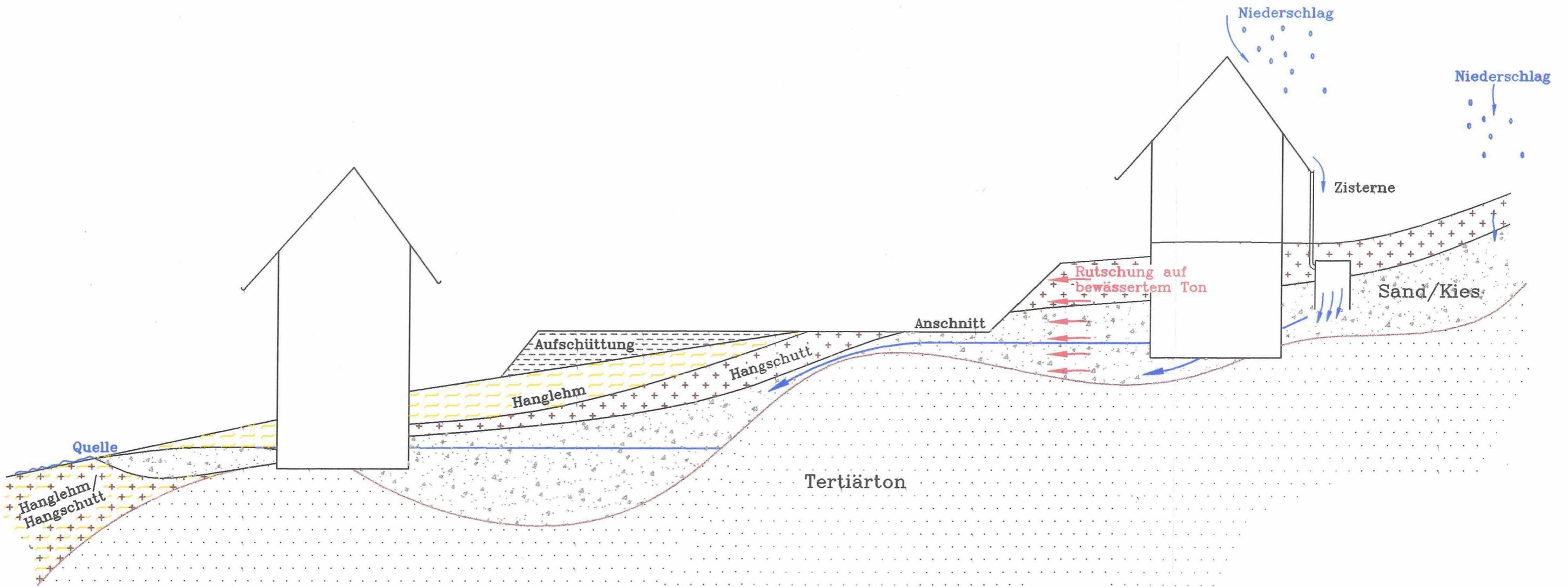
Es wird die Zeit  $\Delta t$  gemessen, in der  
der Wasserspiegel im aufgefüllten  
Bohrloch um den Betrag  $\Delta h$  absinkt.

$\varnothing_R$ [m]	R [m]	$h_1$ [m]	$h_2$ [m]	$\Delta h$ [m]	$\Delta t$ [s]	Q [ $m^3/s$ ]	k [m/s]	Einstufung nach DIN 18130
0,051	2,030	2,030	2,028	0,002	1800	2,27E-09	7,98E-09	sehr schwach durchlässig

Bemerkung:

Az.: 07 99 20

Anl.: 5.6



#### Zeichenerklärung / Legende

**Projekt:**  
Neubaugebiet "Ober dem Tilgesbrunnen"  
**B A D K R E U Z N A C H**

**Planbezeichnung/Maßstab:**  
Verlauf des infiltrierenden Niederschlags  
Systemskizze

Anlage: 6	Projekt-Nr.: 07 99 20
Blattgröße: DIN A3	Datum: o:79920.dwg
Bearbeiter: TH	Datum:
Gesobehn: EA	02.08.96
Geländer1:	
Geländer2:	
Geländer3:	
Gesoben1:	EA
Gesoben2:	02.08.96
Gesoben3:	
Gesoben4:	

**Institut für Geotechnik**  
**Dr. Jochen Zirfas**  
Egerländer Straße 44-46  
65556 Limburg  
Telefon: 06431/29490  
Telefax: 06431/294944