

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 Baugebietserschließung „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 vorgegebene 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 Bodenaufschlüssen, 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 angetroffen.

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 fluviale 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 Kiesel 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:

γ	=	Feuchtwichte
γ'	=	Feuchtwichte unter Auftrieb
φ'	=	Reibungswinkel
φ^*	=	Ersatzreibungswinkel
c'	=	Kohäsion
E_s	=	Steifemodul

5.1 Auffüllung

Nach DIN 18196 ergibt sich die Einstufung A.

Für erdstatische Berechnungen gelten folgende bodenmechanischen Kenndaten:

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

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

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

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

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 Kenndaten 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 Wasseraustritte 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 wasserwegsamere Zonen sowie mit oberflächlichen Wasseraustritten und Staunässezonen ist nach

niederschlagsreichen Witterungsperioden, insbesondere zur Schneeschmelze, zu rechnen.

Zur Beurteilung potenzieller 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 Permeabilitations-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	$2,4 \cdot 10^{-7}$	schwach durchlässig
RKS 6	Sand, schluffig, schwach tonig	$4,0 \cdot 10^{-8}$	schwach durchlässig
RKS 9	Kies, schluffig, tonig, sandig	$2,2 \cdot 10^{-6}$	durchlässig
RKS 10A	Löß	$7,3 \cdot 10^{-7}$	schwach durchlässig
RKS 12	Kies, schluffig, tonig	$6,2 \cdot 10^{-7}$	schwach durchlässig
RKS 13A	Schluff, schw. feinsandig, tonig	$7,9 \cdot 10^{-9}$	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	= Precepitation (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 vorgegebene Senken, Rinnen, Feldwege und Gräben. Bereichsweise sammelt sich dann in Geländetiefpunkten Stauwasser an.

Da zur Versickerung zunächst ein Auffüllen des mit Luft gefüllten Porenraums im Boden notwendig ist, wird der Niederschlag, und insbesondere hier bei Starkregen, zunächst größtenteils oberirdisch abgeleitet bzw. aufgestaut. Dies trifft insbesondere nach längeren Trockenperioden 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 wieder in Vorfluter, Gräben etc. aus. Oftmals bilden sich im Abstrom dieser Wässer ausgesprochene Vernässungszonen aus.

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

Derartige Dränagen wurden bei der Baugrubenherstellung der östlichen 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 Bau-parzellen 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 Sohl-tiefen 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 Retentionsräume, hergestellt werden.

Derartige Einrichtungen können zur Bevorratung von Wasser für die Bewässerung von Außenanlagen und Gärten dienen. Erforderlichenfalls können diese Wasserreservoirs zur Brauchwasserbevorratung für Toilettenspülung, Waschmaschinennutzung, u. Ä. herangezogen werden. Es ist dann zu überlegen, ob auch Dränagen unterkellelter 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/Retentionsanlage 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 $k_f = 2,1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ 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 Tonhangendgrenze durch im überlagernden Kies zirkulierende Wässer Gleitflächen akti-

viert, die zu Böschungsrutschungen 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.

Berücksichtigt 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 Kanalsohltiefen 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 wasserwegsamem 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 beschrei-

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 Unter-/Kellergeschosse in wasserundurchlässigem Beton auszubilden sind. Bei der ersten Sicherungsvariante ist das anfallende Wasser bei der hydraulischen Bilanzierung für das zentrale Versickerungs-/Retentionsbauwerk 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 wasserdurchlässigem 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.

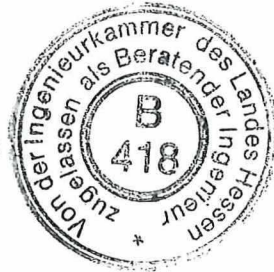
Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich und für die Erschließung sowie für Einzelbauvorhaben fortschreiben zu lassen.

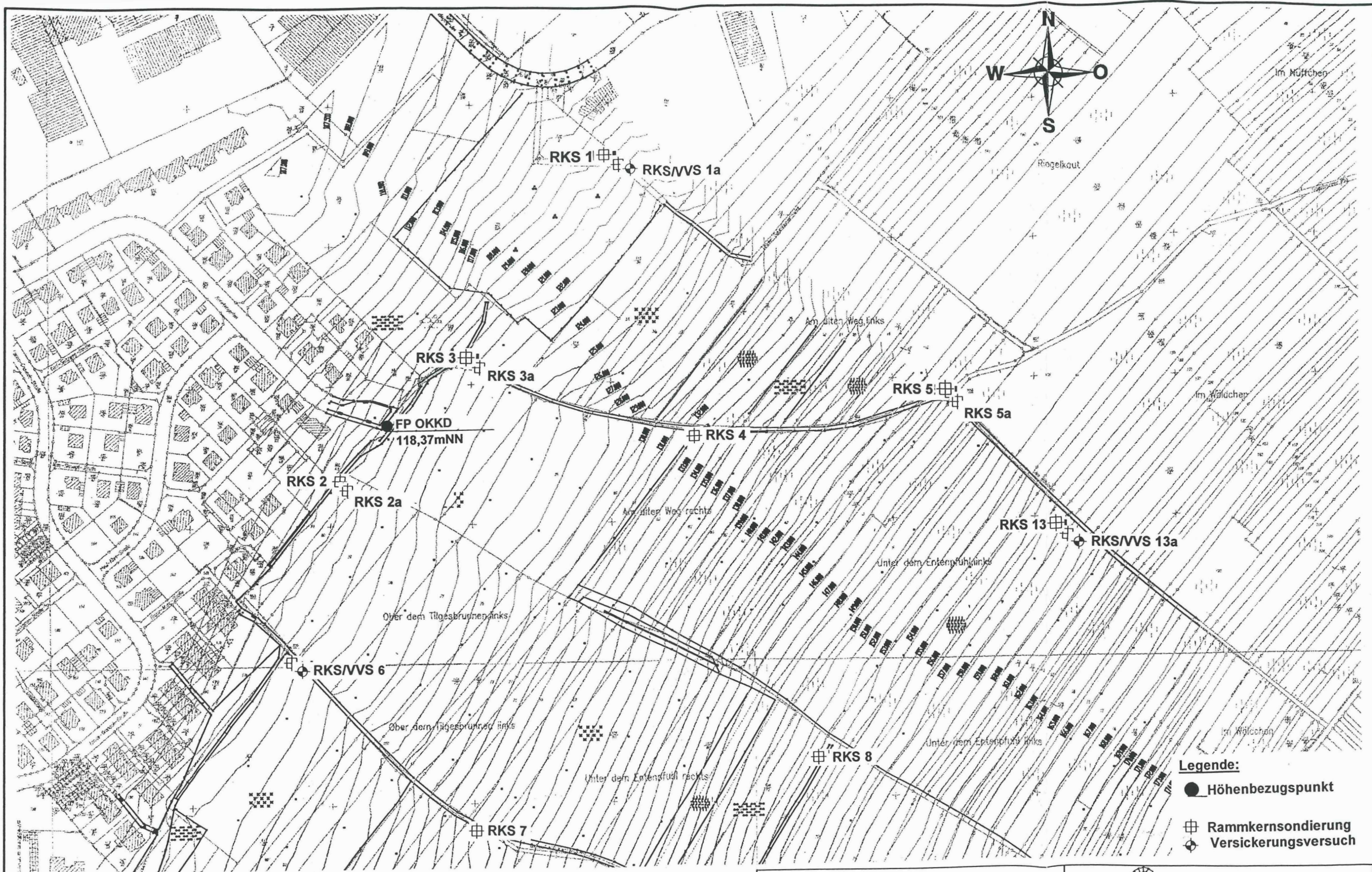
Limburg, den 02.08.1999

Bearbeiter: Thomas Hollinger (Dipl.-Geol.)


Dr. Jochem Zirfas

111



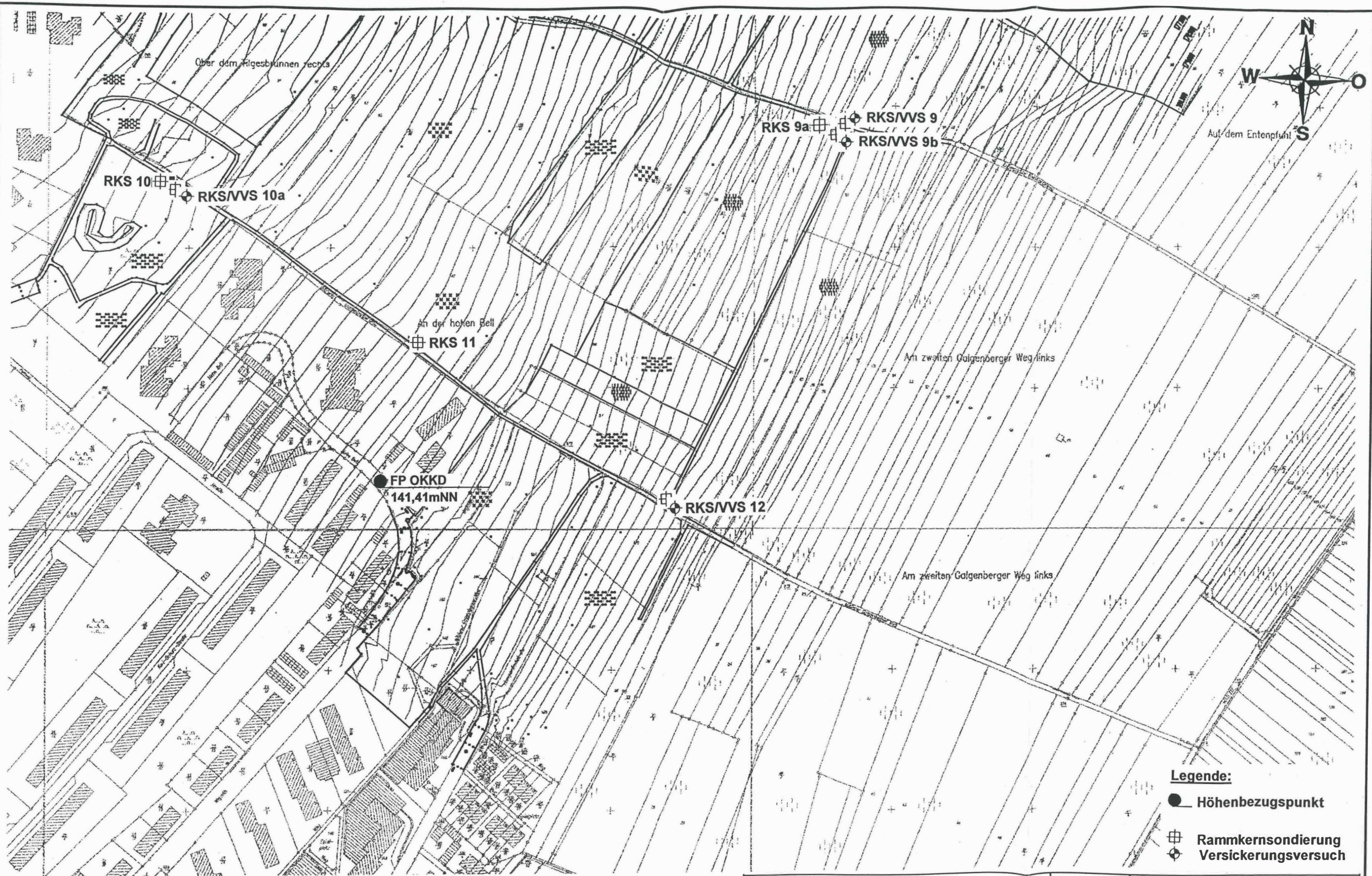


Neubaugebiet
„Ober dem Tilgesbrunnen“
BAD KREUZNACH




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

Lageplan der Aufschlußpunkte M 1:2500


Anlage 1.1

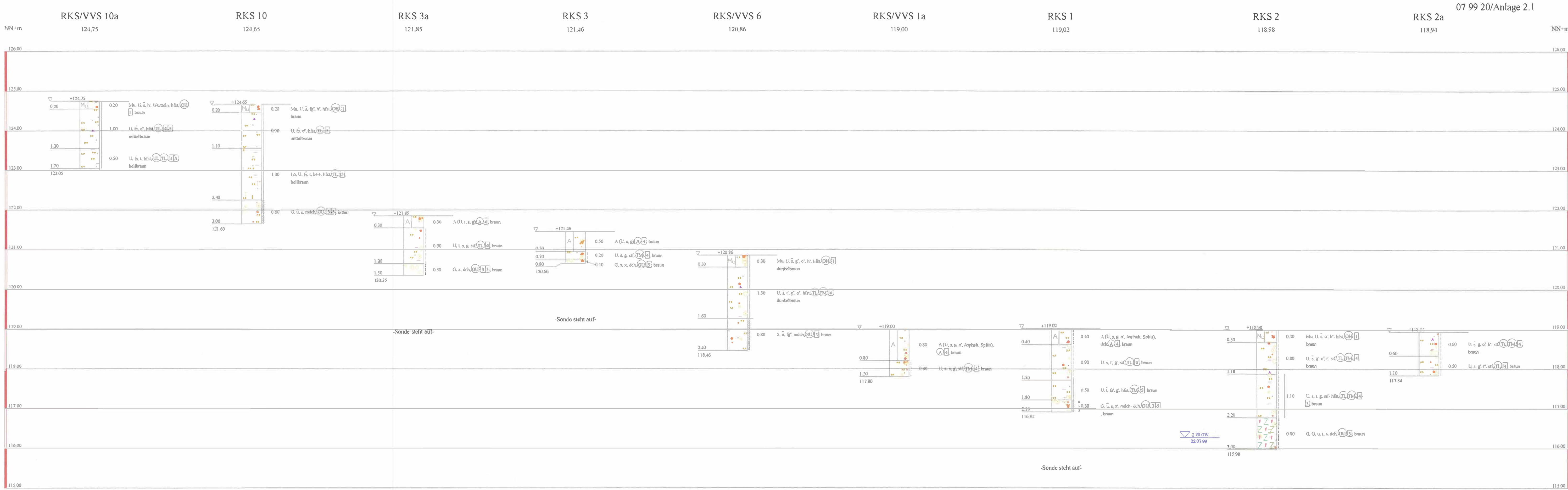


Legende:

-  Höhenbezugspunkt
-  Rammkernsondierung
-  Versickerungsversuch

Neubaubereich
„Ober dem Tilgesbrunnen“
BAD KREUZNACH

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



ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN

RKS Rammkernsondierung

PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER

Proben-Gütekategorie nach DIN 4021 Tab.1

Grundwasser angebohrt

BODENARTEN

Mutterboden		Mu	
Schluff	schluffig	U	u
Sand	sandig	S	s
Torf	humos	H	h
Mudde	organisch	F	o
Ton	tonig	T	t
Kies	kiesig	G	g
Loß		L	o
Auffüllung		A	
Steine	steinig	X	x

FELSARTEN

Quarzit

NEBENANTEILE

schwach (≤ 15 %)

stark (ca. 30-40 %)

sehr schwach, " sehr stark

KALKGEHALT

stf | steif | hft | halbfest

KONSISTENZ

unde | mündelicht | de | leicht

nach DIN 18 196: z.B. (UL) = leicht plastische Schluffe

BODENGRUPPE

nach DIN 18 300: z.B. 4 = Klasse 4

BODENKLASSE

Bauvorhaben:

Neubaugebiet "Ober dem Tilgesbrunnen"

BAD KREUZNACH

Planbezeichnung:

Profilschnitte der Rammkernsondierungen

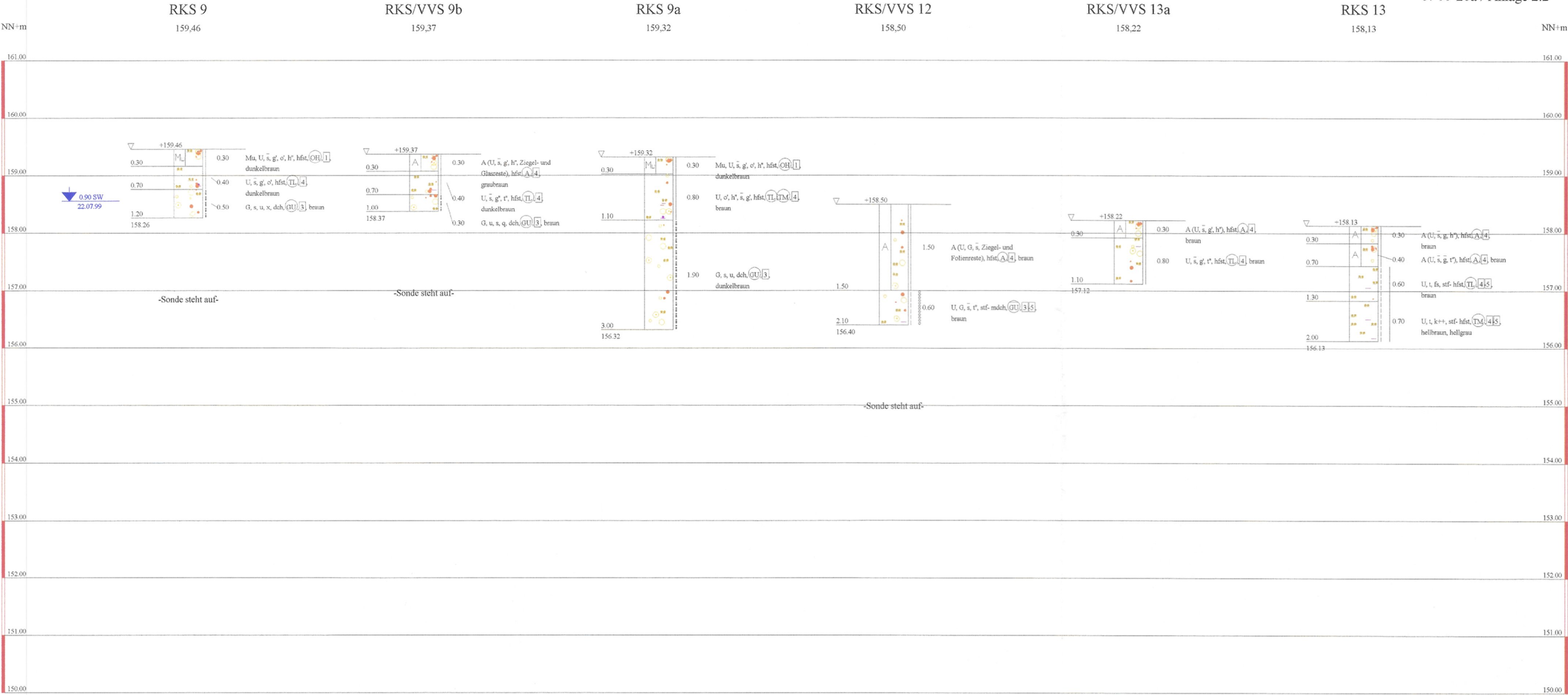
Anlage 2

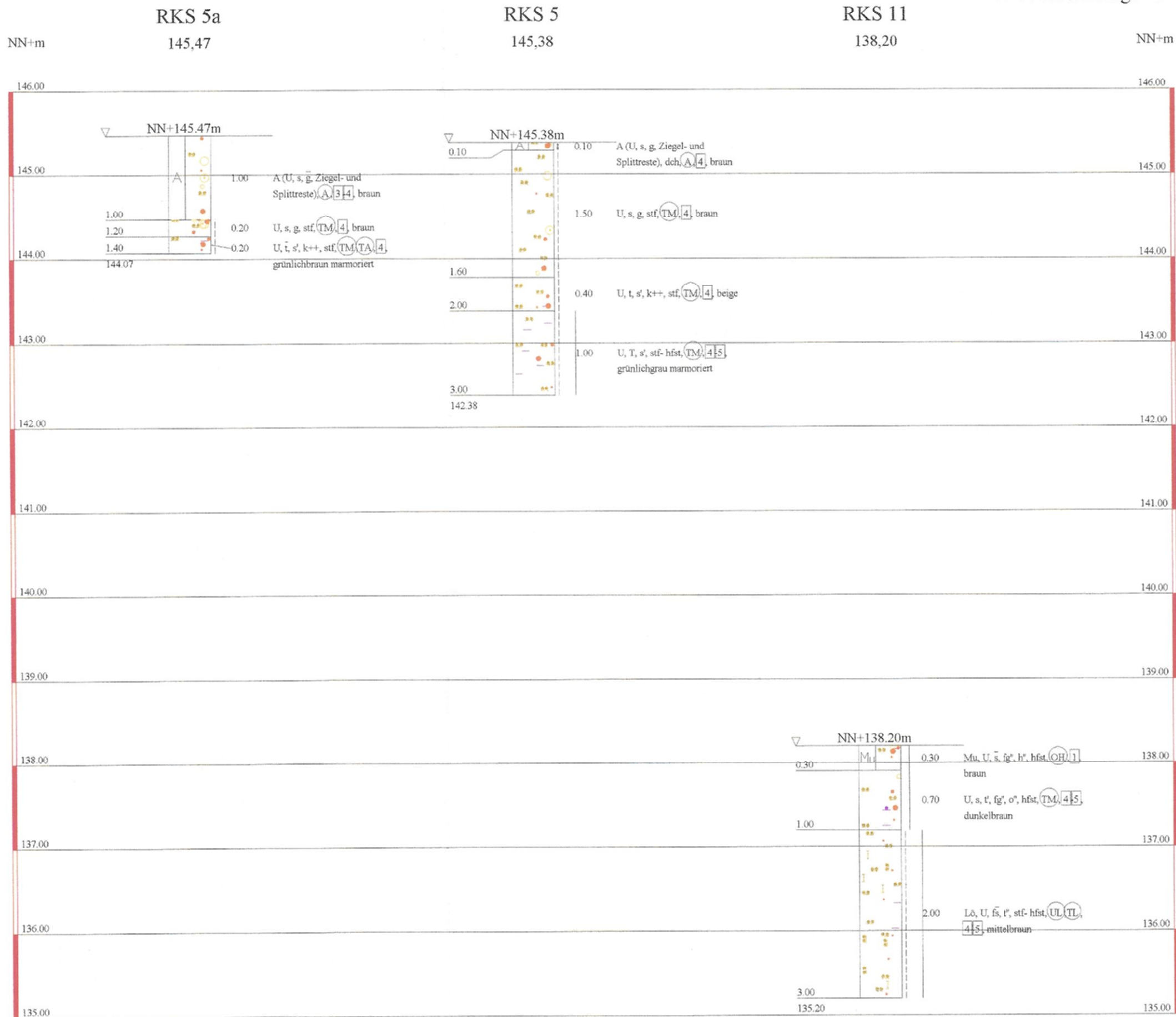
Plan-Nr:	1-5	Maßstab:	1:50	
	INSTITUT FÜR GEOTECHNIK Der doppelte Zirkel Untersuchung Geotechnik Bauwesen Hydrogeologie	Bearbeitet:	th	Datum:
		Gezeichnet:	ha	02.08.99
		Geändert:		
		Geschen:	zi	02.08.99
		Projekt-Nr:	07 99 20	

Egerländer Straße 46

Tel.: (06431) 29 49 - 0

Fax.: (06431) 29 49 - 44





RKS 7

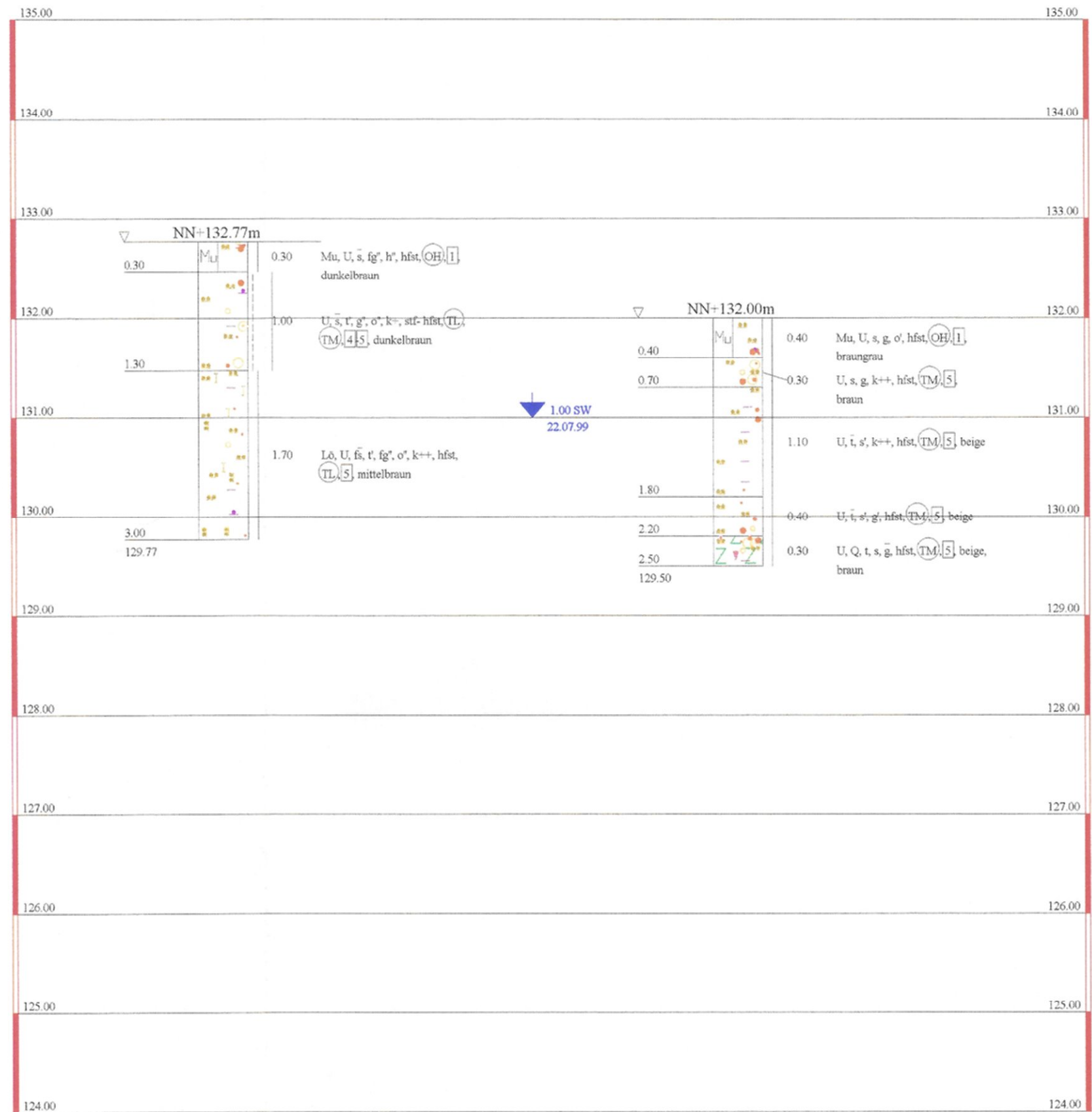
RKS 4

NN+m

132,77

132,00

NN+m

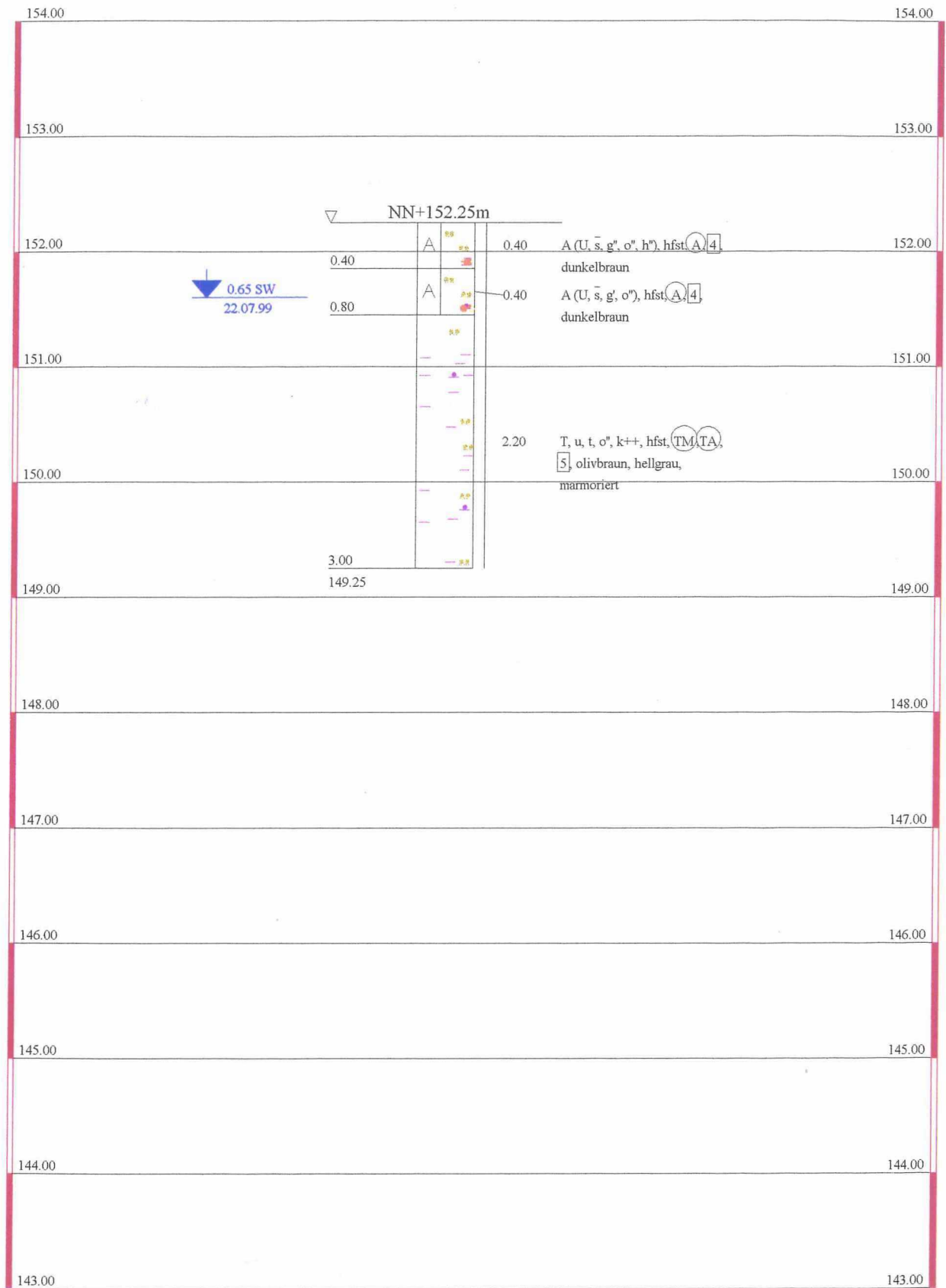


RKS 8

NN+m

152,25

NN+m



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-Limbura/Lahn

Bearbeiter: SM

Datum: 31.07.1999

Körnungslinie

"Ober dem Tilgesbrunnen"

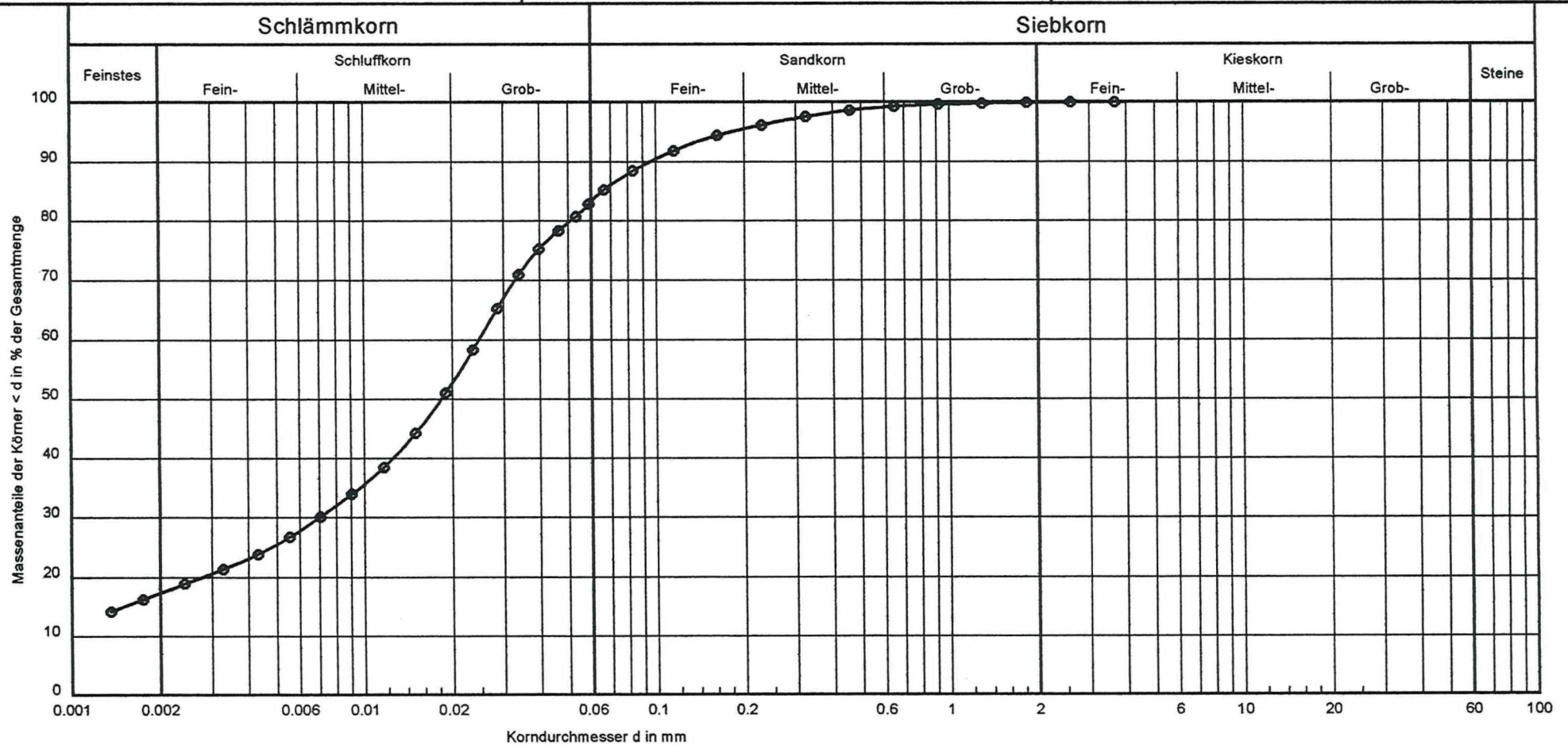
Bad Kreuznach

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-Limbud/Lahn

Bearbeiter: SM

Datum: 31.07.1999

Körnungslinie

"Ober dem Tilgesbrunnen"

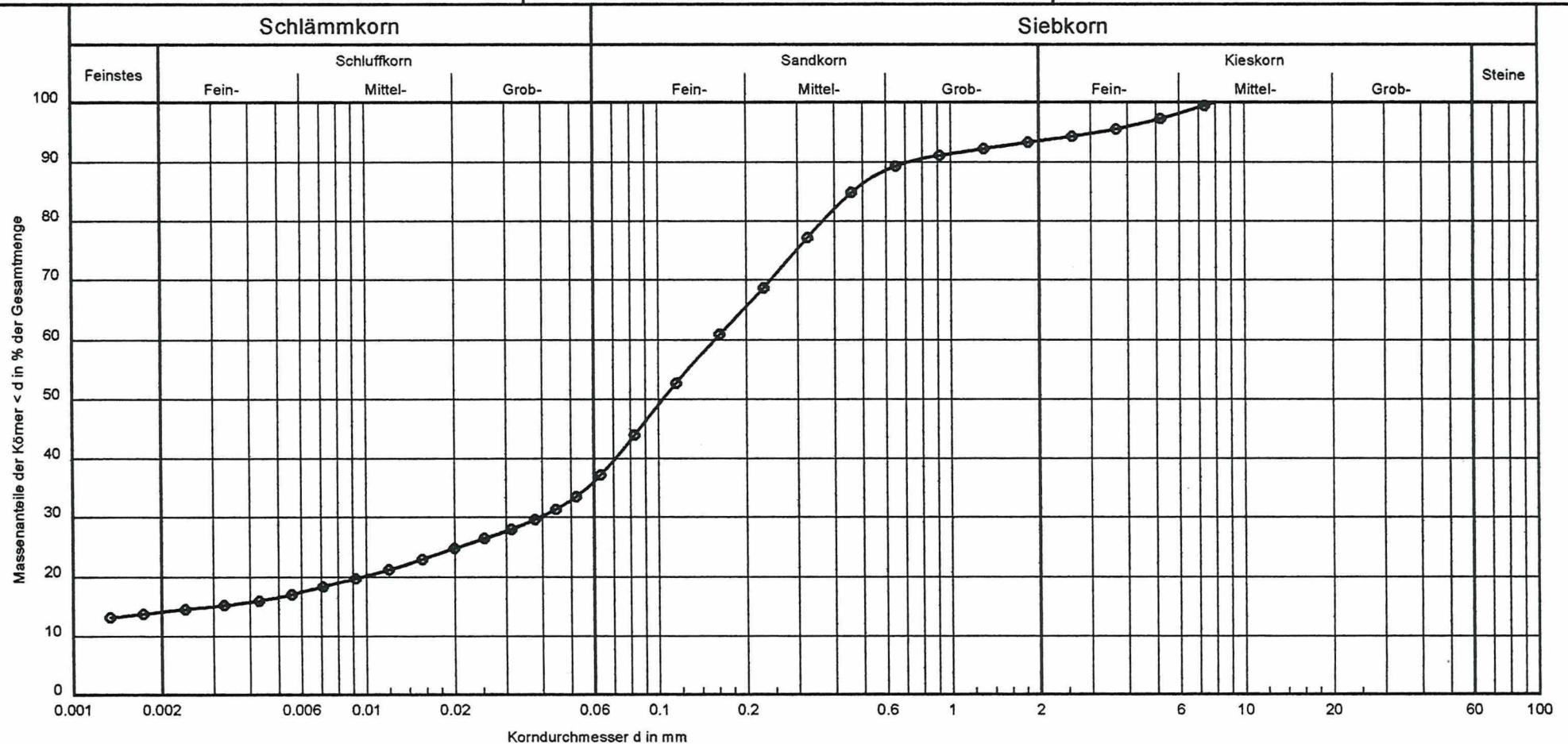
Bad Kreuznach

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-Limbura/Lahn

Bearbeiter: SM

Datum: 31.07.1999

Körnungslinie

"Ober dem Tilgesbrunnen"

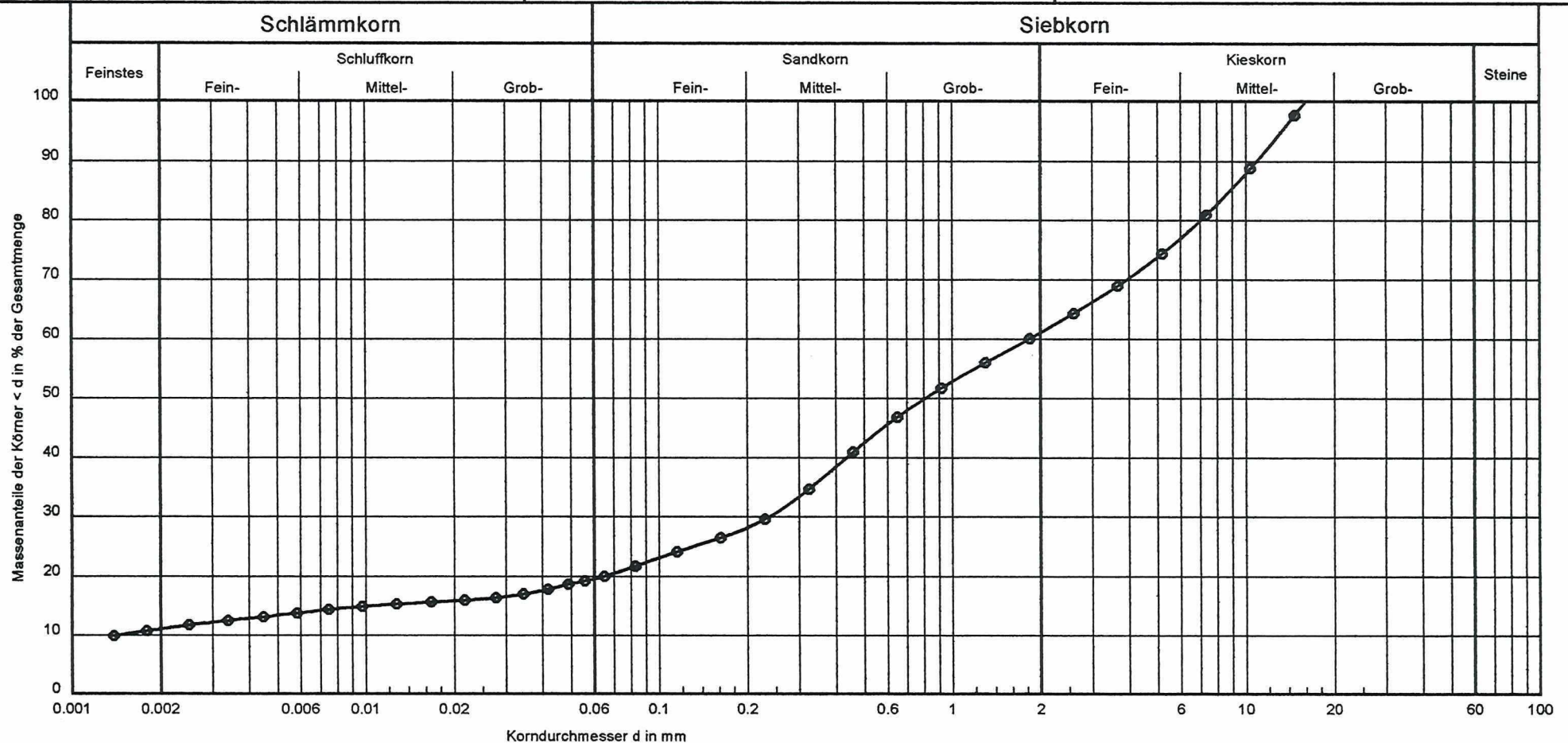
Bad Kreuznach

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 * 10 ⁻⁸		
T/U/S/G [%]:	11.0/8.5/41.5/38.9		

Institut für Geotechnik

Dr. Jochen Zirfas

65556-Limbura/Lahn

Bearbeiter: SM

Datum: 31.07.1999

Körnungslinie

"Ober dem Tilgesbrunnen"

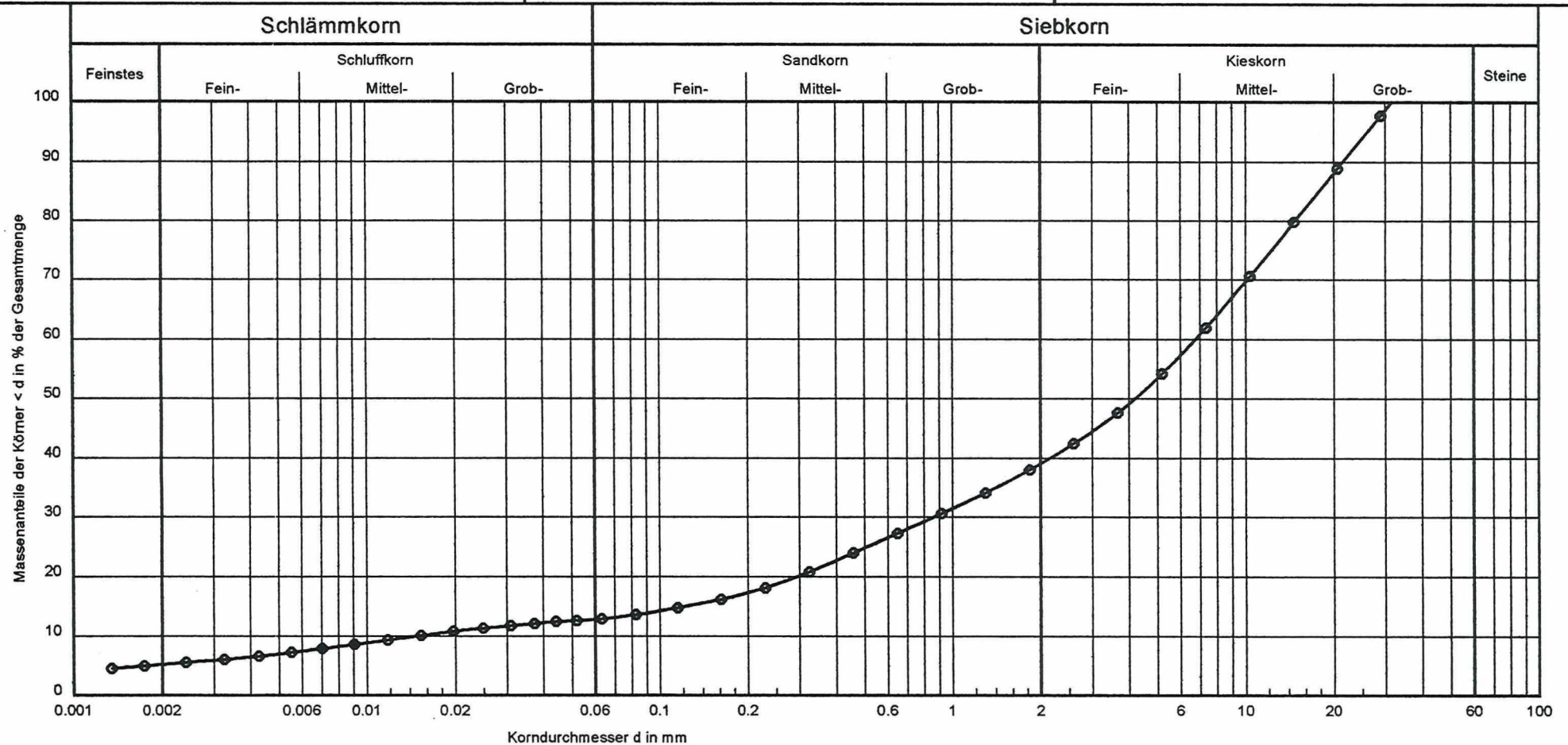
Bad Kreuznach

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 * 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-Limbura/Lahn

Bearbeiter: SM

Datum: 31.07.1999

Körnungslinie

"Ober dem Tilgesbrunnen"

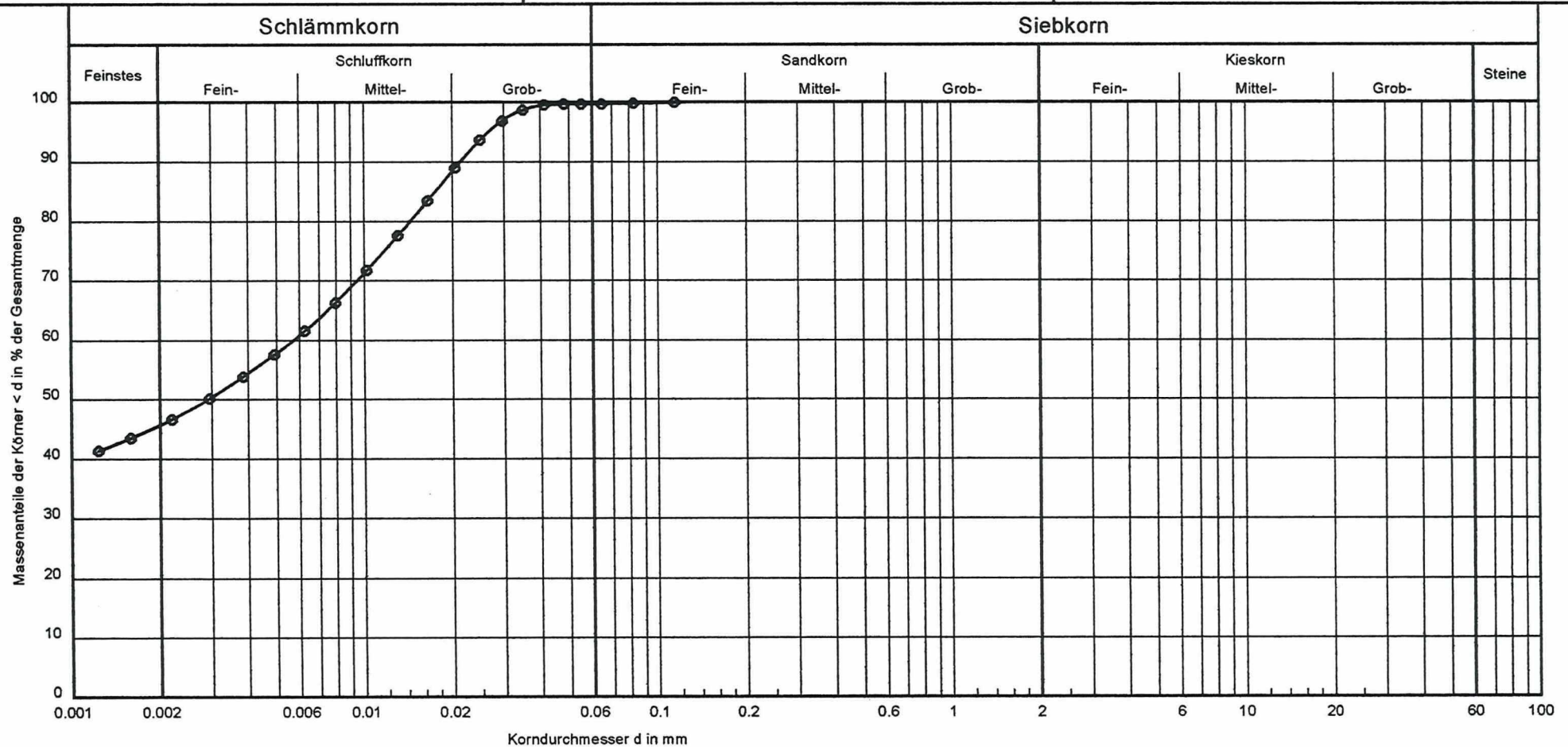
Bad Kreuznach

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: Quellaustritt 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 ₄ -Verbrauch	n.a.	-	-	-	
Härte	42 °dH	-	-	-	
Härtehydrogencarbonat	18,23 °dH	-	-	-	
Nichtcarbonathärte	23,77 °dH	-	-	-	
Magnesium (Mg ²⁺)	135,07 mg/l	300 bis 1000	> 1000 bis 3000	> 3000 mg/l	
Ammonium (NH ₄ ²⁻)	0,05 mg/l	15 bis 30	> 30 bis 60	> 60 mg/l	
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	350 mg/l	200 bis 600	> 600 bis 3000	> 3000 mg/l	
Chlorid (Cl ⁻)	61 mg/l	-	-	-	
CO ₂ (kalklösend)	6,5 mg/l	15 bis 40	> 40 bis 100	> 100 mg/l	
Sulfid (S ²⁻)	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.					



ABSINKVERSUCH

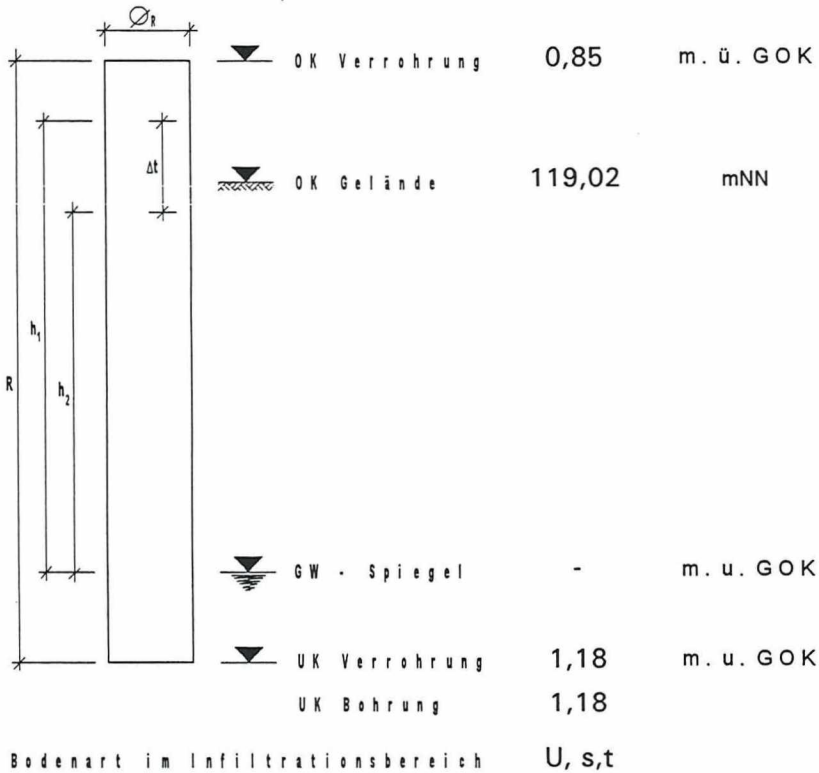
 kugelförmiger Strömungsbereich
 Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes
 nach der USBR- Formel

Projekt: "Ober dem Tigesbrunnen"

Bad Kreuznach

Bohrung: RKS / VVS 1A

Datum: 26.07.99


 \varnothing_R Rohrinnendurchmesser [m]

 h_1 Wasserstand zum Zeitpunkt t_1 [m]

 h_2 Wasserstand zum Zeitpunkt t_2 [m]

 Δt Zeitintervall = $t_2 - t_1$ [s]

 R Verrohrung [m]

 Q Infiltrationsmenge $\left[\frac{m^3}{s} \right]$
 k Durchlässigkeitsbeiwert $\left[\frac{m}{s} \right]$

Es wird die Zeit Δt gemessen, in der
 der Wasserspiegel im aufgefüllten
 Bohrloch um den Betrag Δh absinkt.

\varnothing_R [m]	R [m]	h_1 [m]	h_2 [m]	Δh [m]	Δt [s]	Q [m³/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



ABSINKVERSUCH

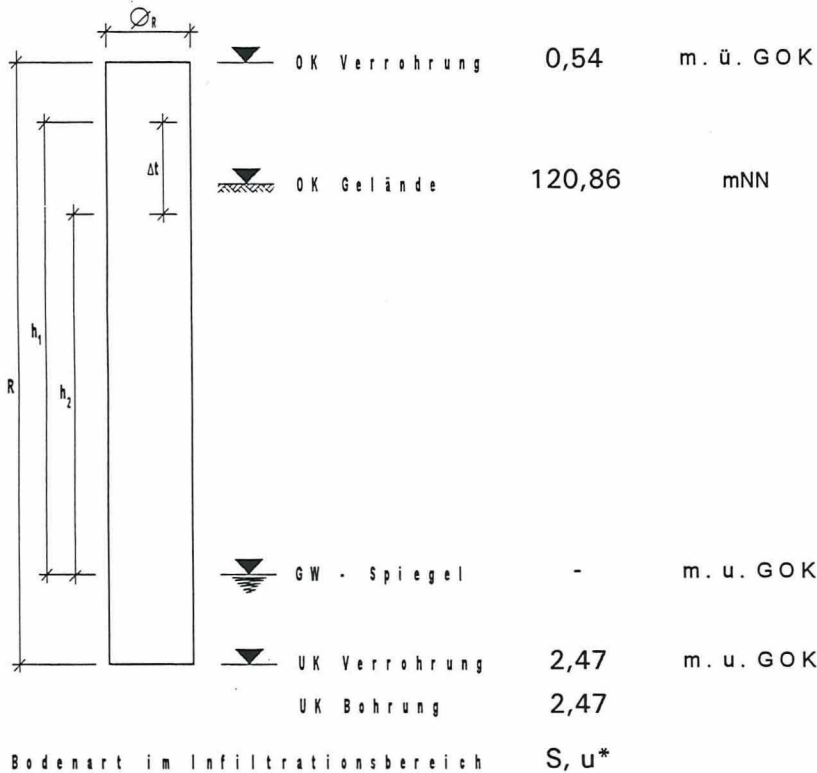
 kugelförmiger Strömungsbereich
 Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes
 nach der USBR- Formel

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]

 Δt Zeitintervall = $t_2 - t_1$ [s]

 R Verrohrung [m]

 Q Infiltrationsmenge $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$
 k Durchlässigkeitsbeiwert $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$

Es wird die Zeit Δt gemessen, in der der Wasserspiegel im aufgefüllten Bohrloch um den Betrag Δh absinkt.

\varnothing_R [m]	R [m]	h_1 [m]	h_2 [m]	Δh [m]	Δt [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



ABSINKVERSUCH

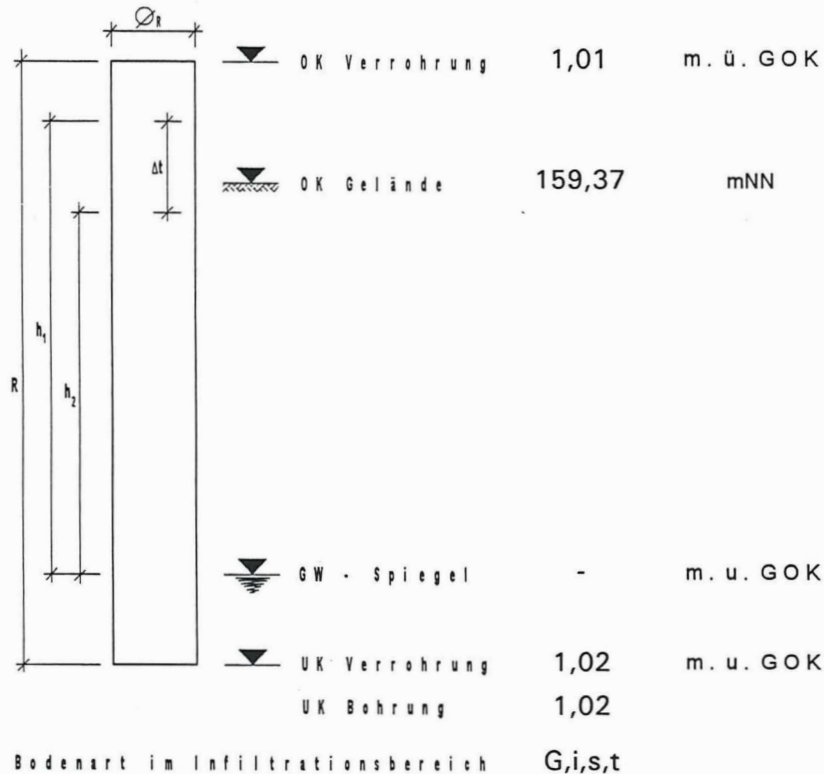
 kugelförmiger Strömungsbereich
 Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes
 nach der USBR- Formel

Projekt: "Ober dem Tigesbrunnen"

Bad Kreuznach

Bohrung: RKS / VVS 9B

Datum: 26.07.99


 Ø_RRohrinnendurchmesser [m]

 h₁Wasserstand zum Zeitpunkt t₁ [m]

 h₂Wasserstand zum Zeitpunkt t₂ [m]

 ΔtZeitintervall = t₂ - t₁ [s]

R Verrohrung [m]

 QInfiltrationsmenge [m³/s]

kDurchlässigkeitsbeiwert [m/s]

Es wird die Zeit Δt gemessen, in der
 der Wasserspiegel im aufgefüllten
 Bohrloch um den Betrag Δh absinkt.

Ø _R [m]	R [m]	h ₁ [m]	h ₂ [m]	Δh [m]	Δt [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



ABSINKVERSUCH

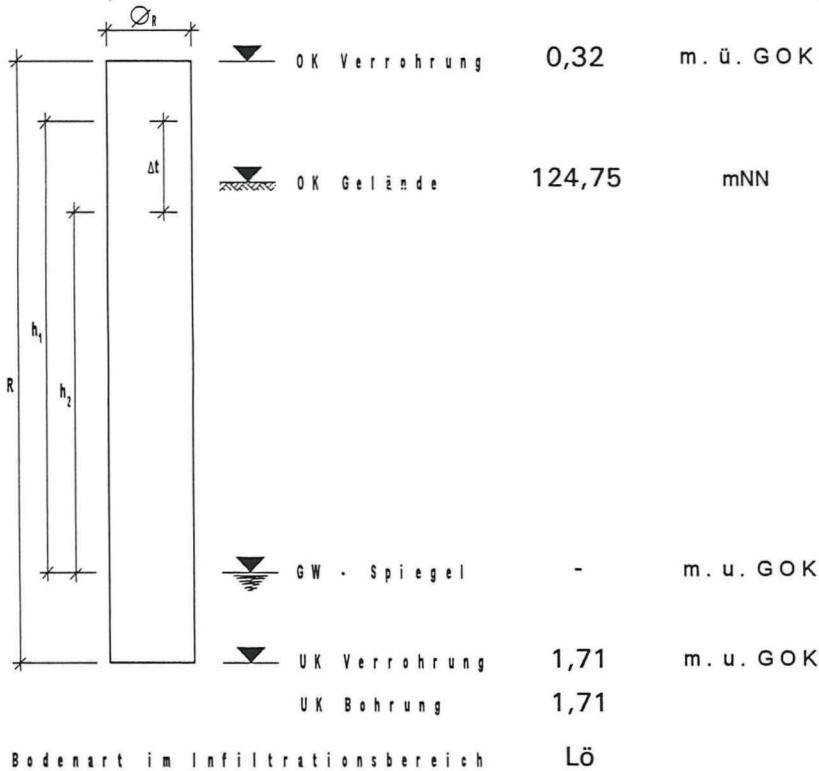
kugelförmiger Strömungsbereich
Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes
nach der USBR- Formel

Projekt: "Ober dem Tigesbrunnen"

Bad Kreuznach

Bohrung: RKS / VVS 10A

Datum: 26.07.99



\varnothing_R Rohrinnendurchmesser [m]

h_1 Wasserstand zum Zeitpunkt t_1 [m]

h_2 Wasserstand zum Zeitpunkt t_2 [m]

Δt Zeitintervall = $t_2 - t_1$ [s]

R Verrohrung [m]

Q Infiltrationsmenge $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$

k Durchlässigkeitsbeiwert $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$

Es wird die Zeit Δt gemessen, in der
der Wasserspiegel im aufgefüllten
Bohrloch um den Betrag Δh absinkt.

\varnothing_R [m]	R [m]	h_1 [m]	h_2 [m]	Δh [m]	Δt [s]	Q [m ³ /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



ABSINKVERSUCH

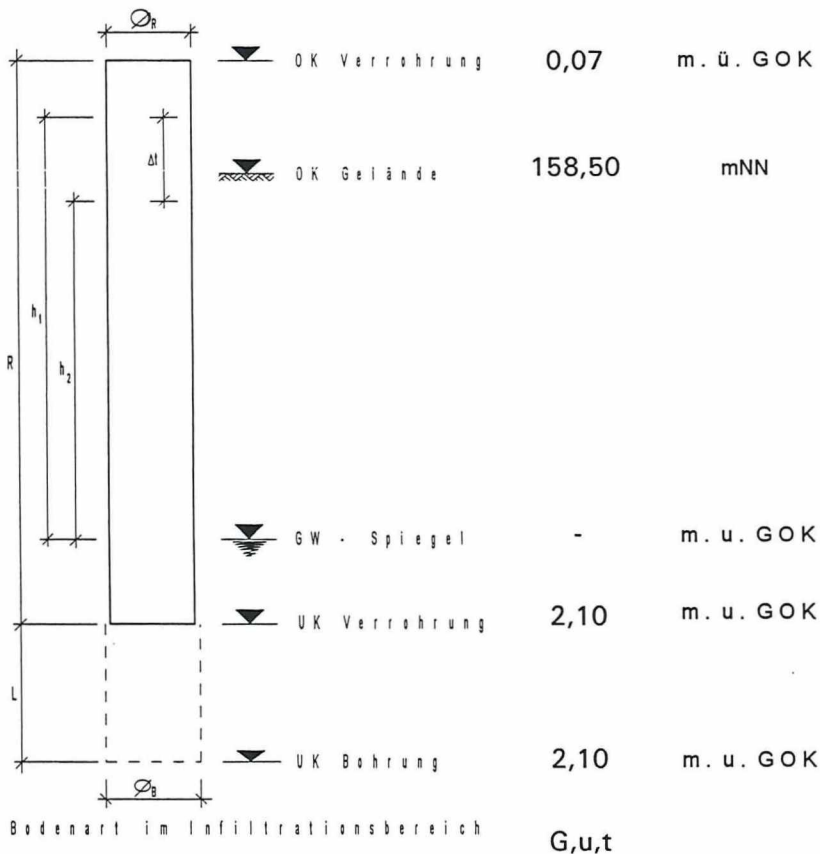
 zylinderförmiger Strömungsbereich
 Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes
 nach der USBR- Formel

Projekt: "Ober dem Tilgesbrunnen",

Bad Kreuznach

Bohrung: RKS / VVS 12

Datum: 26.07.99


 \varnothing_R Rohrinnendurchmesser [m]

 \varnothing_B Bohrlochdurchmesser [m]

 h_1 Wasserstand zum Zeitpunkt t_1 [m]

 h_2 Wasserstand zum Zeitpunkt t_2 [m]

 Δt Zeitintervall = $t_2 - t_1$ [s]

 R Verrohrung [m]

 L unverrohrte Bohrlochstrecke [m]

 Q Infiltrationsmenge [$\frac{m^3}{s}$]

 k Durchlässigkeitsbeiwert [$\frac{m}{s}$]

Es wird die Zeit Δt gemessen, in der
 der Wasserspiegel im aufgefüllten
 Bohrloch um den Betrag Δh absinkt.

\varnothing_R [m]	\varnothing_B [m]	R [m]	L [m]	h_1 [m]	h_2 [m]	Δt [s]	Q [$\frac{m^3}{s}$]	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



ABSINKVERSUCH

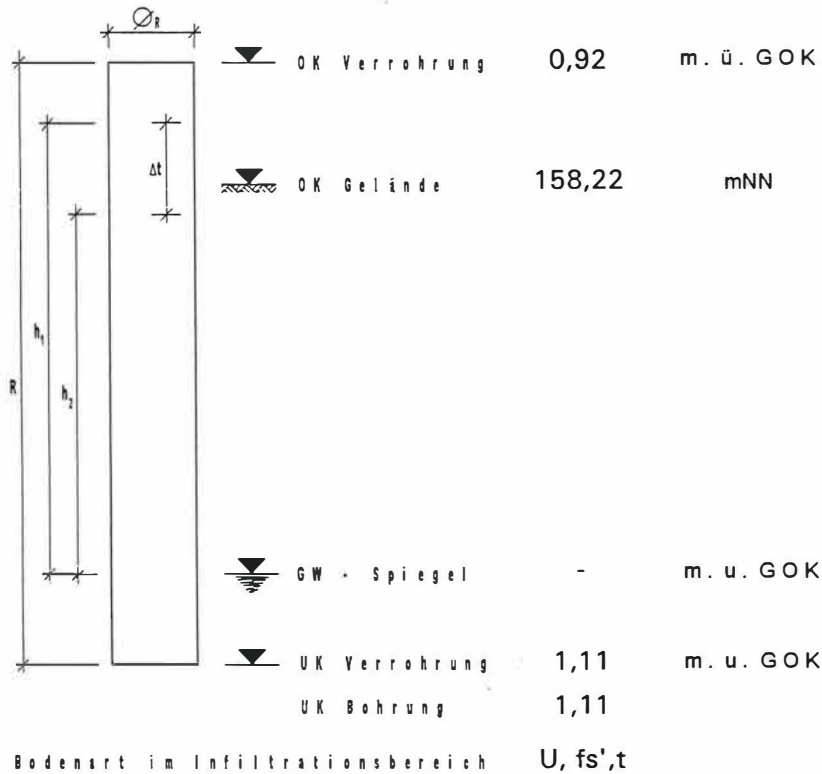
kugelförmiger Strömungsbereich
Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes
nach der USBR- Formel

Projekt: "Ober dem Tigesbrunnen"

Bad Kreuznach

Bohrung: RKS / VVS 13A

Datum: 26.07.99



\varnothing_R Rohrinne Durchmesser [m]

h_1 Wasserstand zum Zeitpunkt t_1 [m]

h_2 Wasserstand zum Zeitpunkt t_2 [m]

Δt Zeitintervall = $t_2 - t_1$ [s]

R Verrohrung [m]

Q Infiltrationsmenge $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$

k Durchlässigkeitsbeiwert $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$

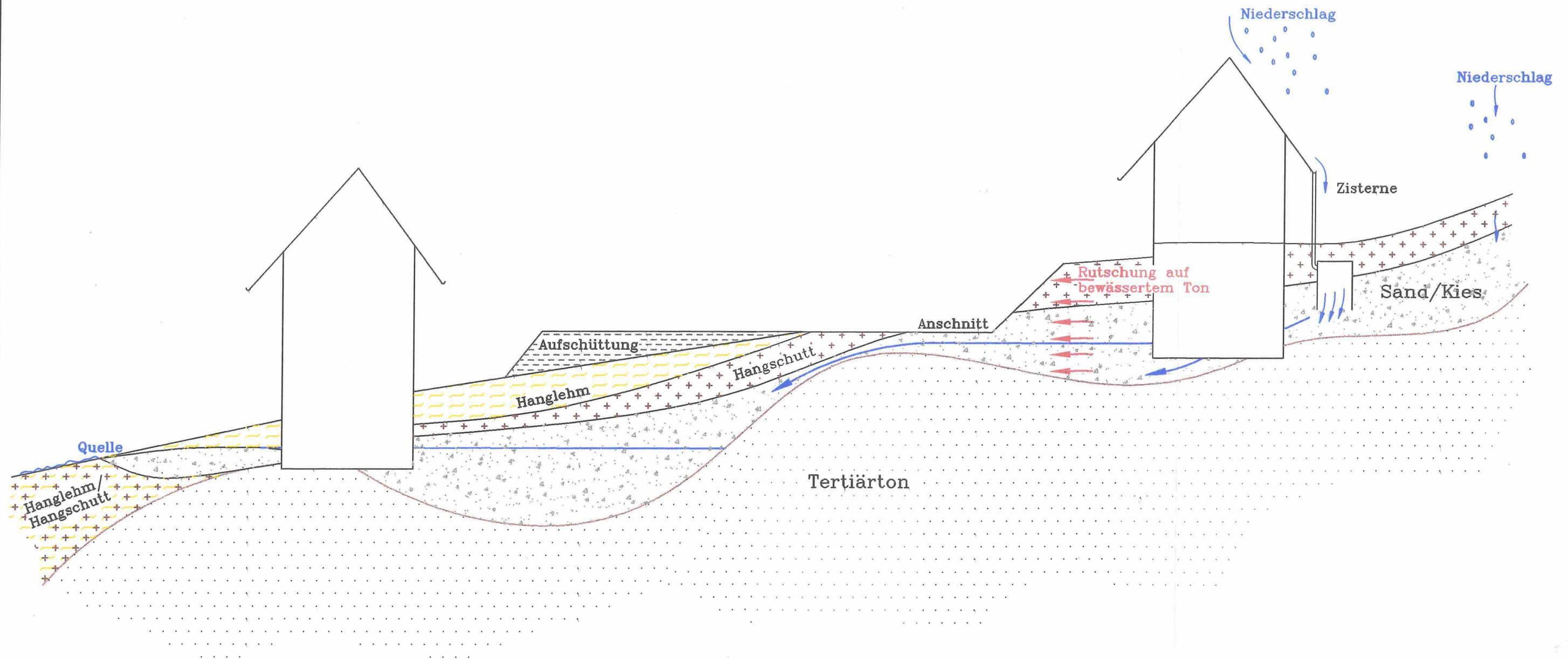
Es wird die Zeit Δt gemessen, in der der Wasserspiegel im aufgefüllten Bohrloch um den Betrag Δh absinkt.

\varnothing_R [m]	R [m]	h_1 [m]	h_2 [m]	Δh [m]	Δt [s]	Q [m³/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"
BAD KREUZNACH

Planbezeichnung/Maßstab:
Verlauf des infiltrierenden Niederschlags
Systemskizze

Anlage: 6	Projekt-Nr.: 07 99 20	
Blattgröße: DIN A3	Datei: c:79920.dwg	
 Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zirfas Egerländer Straße 44-46 65556 Limburg Telefon: 06431/29490 Telefax: 06431/29494	Bearbeiter: TH	Datum:
	Geschnitten: HA	02.06.99
	Geländeh: 1	
	Geländeh: 2	
	Geländeh: 3	
	Geschnitten: XI	02.06.99
	Geschnitten: :	
	Geschnitten: :	