Hydrogeologisches Gutachten

zum

Projekt

Neubaugebiet
„Auf den 10 Morgen“

BAD KREUZNACH-IPPESHEIM

(1. Bericht)

erstattet von

Dr. Jochen Zirfas

Institut für Geotechnik

Egerländer Straße 46

65556 Limburg-Staffel

Tel. 0 64 31 / 29 49-0

Az.: 12 00 31

ISO 9001 SGS

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 4
4.1 Auffüllung 5
4.2 Oberboden 5
4.3 Schluff 6
4.4 Sand 6
4.5 Kies 7
4.6 Ton 7
5.0 Bodenmechanische Beurteilung der anstehenden Lockergesteine 8
5.1 Auffüllung 9
5.2 Schluff 9
5.3 Sand 10
5.4 Kies 10
6.0 Hydrogeologische Situation 11
7.0 Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes 14
8.0 Aktuelle Versickerungssituation 16
9.0 Versickerungsmöglichkeiten 20
10.0 Schlussbemerkungen 22

Anlagenverzeichnis

1	Lageplan der Aufschlusspunkte, M 1 : 2000
2	Profilschnitte der Kleinbohrungen/Widerstandskennlinien-diagramme/Grundwassermessstellen/Versickerungsversuche, M 1 : 50
2.1	RKS 1, WS 1, DPH 9, GMS 9, WS 3, GMS 5, RKS 5
2.2	RKS 4, VVS 4, GMS 1, DPH 10, RKS 2
2.3	VVS 2, RKS 3, RKS 6, DPH 6, DPH 6a
2.4	RKS/DPH 8, GMS 4, RKS 7
3.1.1	Wassergehalt nach DIN 18121
3.2.1	Wassergehalt nach DIN 18121
3.2.2	Körnungslinie
3.3.1	Wassergehalt nach DIN 18121
3.3.2.1	Körnungslinie
3.3.2.2	Körnungslinie
3.4.1	Wassergehalt nach DIN 18121
3.4.2	Körnungslinie
4	Grundwasseranalyse nach DIN 4030-Teil 2
5.1	Absinkversuch
5.2	Absinkversuch
5.3	Absinkversuch
5.4	Absinkversuch

1.0 Auftrag

Die Stadtverwaltung Bad Kreuznach erteilte den Auftrag zur Durchführung hydrogeologischer Untersuchungen im geplanten Neubaugebiet „Auf den 10 Morgen" in Bad Kreuzbach-Ippesheim.

Anhand der hydraulischen Feldversuche ist die Durchlässigkeit der am Projektstandort anstehenden Bodenschichten zu überprüfen und zu bewerten. Hieraus sind Möglichkeiten der Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser entsprechend Arbeitsblatt ATV A 138 aufzuzeigen.

2.0 Unterlagen

2.1 Planseitige Unterlagen

Höhenplan, Maßstab 1 : 1 000

Übersichtslageplan, Maßstab ca. 1 : 3 000

2.2 Unterlagen IfG

Lageplan der Aufschlusspunkte, Maßstab 1 : 2 000

Profilschnitte der Kleinbohrungen

Widerstandskennliniendiagramme

Pegelausbaupläne

Ergebnisse bodenmechanischer Laboruntersuchungen

Ergebnisse hydraulischer Feldversuche

Ergebnisse hydrochemischer Laboruntersuchungen

3.0 Situation

Die Stadt Bad Kreuznach plant die Ausweisung des Neubaugebietes „Auf den 10 Morgen" im Stadtteil Ippesheim.

Der Projektstandort befindet sich südlich und südwestlich der Ortslage Ippesheim.

Der überwiegende Teil des geplanten Neubaugebietes stellt sich zz. als Ackerland dar, z. T. reicht die bestehende Ortsrandlage bereits in das Neubaugebiet hinein.

Die ungefähren maximalen Erstreckungen des künftigen Neubaugebietes betragen 460 m x 240 m.

Als Höhenbezugspunkt wurde ein Kanaldeckel in der Kreisstraße 92, die den Großteil des Neubaugebietes im Osten von einem kleineren Bereich im Westen trennt, mit 96,15 m NN eingemessen (vgl. Anlage 1).

Die Geländehöhen am Projektstandort (Ansatzpunkte der Aufschlusspositionen) liegen zwischen 95,4 m NN und 96,9 m NN.

Das Gelände ist relativ eben.

sich für den Projektstandort folgendes Bild der allgemeinen Baugrundsituation:

Über der Basis aus tertiären Tonen folgen steinige, blockige Kiese, Sand und Schluff. Die Deckschicht wird von humosem Oberboden gebildet.

4.1 Auffüllung

Auffüllung wurde in RKS 4, RKS 7 und RKS 8 angetroffen. Es handelt sich hierbei um sandigen, kiesigen Schluff und Schotter von brauner bis rotbrauner Bodenfarbe. Bereichsweise wurden Splitt- und Ziegelreste registriert. Bei RKS 7 ist die Auffüllung durch Rindenmulch, in RKS 8 durch 6 cm Beton abgedeckt. Die Auffüllstärke beträgt rd. 0,5 m.

4.2 Oberboden

Oberboden wurde in allen Aufschlusspositionen, mit Ausnahme RKS 4, RKS 7 und RKS 8, angetroffen. Die dunkelbraune Humusschicht zeigt das Kornspektrum eines sandigen, schwach tonigen Schluffs mit wechselnden Kiesanteilen. Die Gehalte an organischer Substanz werden zu 2 % bis 4 % abgeschätzt. Die Schichtstärke beträgt rd. 0,3 m.

4.3 Schluff

Schluff von brauner Bodenfarbe bildet den obersten Profilabschnitt der natürlichen Bodenabfolge.

Das Sediment zeigt das Kornspektrum eines tonigen, feinsandigen, schwach kiesigen Schluffs. Die Konsistenz ist zumeist weichplastisch bis steifplastisch.

Zum Liegenden ist generell mit der Zunahme von Grobkornanteilen zu rechnen.

Die Bodenfestigkeit des Sediments ist nur gering, die Mächtigkeit schwankt zwischen 0,6 m und rd. 3,0 m.

4.4 Sand

Sand von grauer Bodenfarbe wurde lokal innerhalb der Schluffabfolge bzw. im Liegenden des Schluffs festgestellt. Die Schichtstärke beträgt rd. 0,5 m. Es handelt sich um einen schwach kiesigen, schwach schluffigen Feinsand, der eine lockere Lagerung besitzt. Im Liegenden des Schluffs besitzt der Sand stark erhöhte Kiesgehalte.

4.5 Kies

Die quartäre Basis wird am Standort von Terrassenablagerungen der Nahe gebildet. Es handelt sich hierbei um Kiese von brauner Bodenfarbe. Die Kornzusammensetzung weist einen grobsandigen Fein- bis Mittelkies mit geringen Feinkornanteilen und z. T. erhöhten Gehalten der Stein- und Blockfraktion nach. Diese Stein- und Blockfraktionen führten in Teilbereichen zum Aufstehen der Sonde.

Der Kies besitzt eine mitteldichte bis dichte Lagerung.

Die Mächtigkeit der Kieslage, die bereichsweise bis zur Endteufe nicht angetroffen wurde (vgl. RKS 1) beträgt bis zu 3,0 m.

4.6 Ton

Das Basissediment des Tertiärs wird von Ton gebildet. Das Sediment besitzt das Kornspektrum eines schwach tonigen Schluffs bzw. stark schluffigen Tons. Ton- und Schluffanteile sind sowohl in vertikaler als auch lateraler Erstreckung großen Schwankungen unterworfen. Ebenso wechselhaft ist die stark strukturierte Hangendgrenze des Tons, der zwischen 3,8 m und 4,1 m erbohrt wurde. In Position RKS 4 wurde der Ton bis zur Endteufe von 5,0 m nicht angetroffen.

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:

γ = 18,0 kN/m³

γ' = - kN/m³

φ^* = 30°

c' = 0 kN/m²

E_S = - MN/m²

5.2 Schluff

Nach DIN 18196 ist die Schicht als TL einzustufen.

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

γ = 19,0 kN/m³

γ' = 9,0 kN/m³

φ' = 25,0°

c' = 6,0 kN/m²

E_S = 5,0 MN/m²

5.3 Sand

Nach DIN 18196 ist die Schicht als SW/SE/SU einzustufen.

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

γ = 20,0 kN/m³

γ' = 12,0 kN/m³

φ' = 33°

c' = 0 kN/m²

E_S = 15–30 MN/m²

5.4 Kies

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

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

γ = 21 kN/m³

γ' = 12 kN/m³

φ' = 35°

c' = 0 kN/m²

E_S = 40–70 MN/m²

6.0 Hydrogeologische Situation

Zum Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten (Januar 2001) wurde in allen Aufschlusspositionen, mit Ausnahme der Positionen, die durch Grobsteinlagen und blockige Inhalte oberflächennah fest wurden, Grundwasser angetroffen.

Zur ergänzenden Untersuchung der Grundwassersituation am Projektstandort wurden insgesamt vier Grundwassermessstellen errichtet (GMS 4, GMS 5, GMS 8 und GMS 9).

Die zum Zeitpunkt der Feldarbeiten eingemessenen Grundwasserstände ergeben sich aus folgender Tabelle.

Aufschluss	Grundwasser [m u. GOK]	Grundwasser [m NN]
RKS 1	2,27	93,58
RKS 2	-	-
RKS 3	2,01	93,52
RKS 4	2,04	93,62
RKS 5	2,26	93,69
RKS 6	2,01	93,57
DPH 6	2,11	93,48
RKS 7	2,66	93,69
RKS 8	2,20	93,51
DPH 9	2,22	93,73

Es ist ersichtlich, dass der Grundwasserspiegel zwischen 2,01 m und 2,66 m u. GOK verläuft.

Die Grundwassermessstellen sind zur Überprüfung der jahreszeitlich bedingt schwankenden Grundwasserstände in regelmäßigen Abständen (14-tägig) einzumessen und die Messungen sind dem IfG zur Auswertung zukommen zu lassen.

Nach längerfristiger Messung der Grundwasserstände in den Messstellen können dann die jahreszeitlich bedingten Schwankungen, insbesondere in den Zeiten der Schneeschmelze, angegeben werden.

Darüber hinaus ist im Hangenden in Abhängigkeit vorangegangener Niederschlagstätigkeiten mit Schicht- und Stauwasserbildungen zu rechnen.

Zur Beurteilung potenzieller betonaggressiver Inhaltsstoffe im Grundwasser wurde eine Grundwasserprobe gezogen und im hydrochemischen Labor analysiert.

Die Analysendaten sind in der Anlage 4 zusammengestellt.

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

Nach DIN 4030 ist das Grundwasser aufgrund seines Gehalts an Kalk lösender Kohlensäure als schwach angreifend zu klassifizieren.

Für alle mit dem Grundwasser in Berührung kommenden Betonbauteile wird daher die Verwendung eines kalkarmen Zements empfohlen (z. B. Hochofenzement).

7.0 Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes

Um die Wasserdurchlässigkeit der im Neubaugebiet anstehenden Bodenschichten zu untersuchen und damit eine Aussage für die Versickerungsmöglichkeit abgeben zu können, wurden insgesamt vier Versickerungsversuche ausgeführt.

Die Versuchspositionen sind im Lageplan (Anlage 1) eingetragen.

Zur Versuchsdurchführung wurden zunächst tiefer führende Rammkernbohrungen niedergebracht, um die Schichtenabfolge abzuklären.

Dann wurden zusätzliche Rammkernbohrungen bis in die zu testende Bodenschicht niedergebracht. In diese Bohrungen wurden Sickerrohre eingestellt und über deren Sohle die Versickerung vorgenommen.
Hierzu wurde das Sickerrohr zunächst mit Wasser aufgefüllt, um den Sickerbereich in der Rohrsohle zu belüften und zu bewässern.

Nach einer ausreichenden Sättigungszeit wurden die Rohre wiederholt bis zur Oberkante mit Wasser aufgefüllt und der sich dann einstellende Sickerverlust in Abhängigkeit der Zeit protokolliert.
Bei diesen Versuchen handelt es sich um so genannte Permeabilitäts-Infiltrations-Tests (PIV-Tests) mit abnehmender Druckhöhe. Die Auswertung

erfolgt in Anlehnung an die USBR-Formeln unter Berücksichtigung des jeweils gültigen Strömungsbereichs.

Für die vollständig verrohrten Versickerungsversuche wurde der kugelförmige Strömungsansatz bei der Auswertung berücksichtigt.

Die Ergebnisse der in situ-Feldversuche sind in folgender Tabelle und in Anlage 5 dargestellt.

Position	Boden	kf-Wert [m/s]	Bewertung nach DIN 18130, Teil 1	Anlage
VVS 1	Schluff	$1{,}3 \times 10^{-6}$	durchlässig	5.1
VVS 2	Sand	$1{,}9 \times 10^{-6}$	durchlässig	5.2
VVS 3	Schluff	$1{,}6 \times 10^{-7}$	schwach durchlässig	5.3
VVS 4	Kies	$7{,}0 \times 10^{-6}$	durchlässig	5.4

Es ist ersichtlich, dass die festgestellte Durchlässigkeit im Sand und Kies zwischen 1,9 und $6{,}9 \times 10^{-6}$ m/s schwankt. Entsprechend DIN 18130, Teil 1 sind diese untersuchten Böden als durchlässig einzustufen.
Demgegenüber schwach durchlässig ist der überlagernde Schluff mit Durchlässigkeiten von $2{,}0 \times 10^{-7}$ m/s, lediglich stark sandige Bereiche des Schluffs sind als durchlässig ($1{,}3 \times 10^{-6}$ m/s) zu deklarieren.

8.0 Aktuelle Versickerungssituation

Das Untersuchungsgebiet stellt sich überwiegend als landwirtschaftlich genutzte Fläche dar.

Durch die mit der Nutzung der Ackerflächen verbundene Vegetation erreichen am Projektstandort anfallende Niederschlagsmengen nur zu einem kleinen Teil die Geländeoberkante.

Die restlichen Mengen können aufgrund der bewegten Mikromorphologie und der damit verbundenen stark vergrößerten Oberfläche, wenn auch teils erst nach kurzzeitigem Aufstau, in der Oberbodenschicht versickern.

Statistisch 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, die auch als hydrologische Grundgleichung bekannt ist, ausdrücken.

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

P = Precepitation (Niederschlag) [mm]
ET = Evapotranspiration (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 im gemäßigten Klimabereich nur ein Teil des Niederschlags ober- oder unterirdisch abfließt.

Ein Teil bleibt in Bäumen, Sträuchern oder Pflanzenwuchs hängen, wird im Traufbereich 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 Niederschlages verdunstet.

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

Der oberirdische Abfluss findet im vorliegenden ebenen Gelände so gut wie nicht statt. Lediglich durch die landwirtschaftliche Bearbeitung auftretende Geländeunebenheiten führen zu Stauwasserbildungen an Geländetiefpunkten.

Da zur Versickerung zunächst ein Auffüllen des ansonsten luftgefüllten Porenraumes im Bodenkörper notwendig ist, wird der Niederschlag - und ins-

besondere hier bei Starkregen - zunächst größtenteils oberirdisch abgeleitet bzw. aufgestaut.

Dieser Vorgang ist sehr stark abhängig von der Geländeneigung. Ein Teil des Niederschlags wird durch „Interflow" abgeführt. Der „Interflow" beinhaltet einen Zwischenabfluss des auf der Geländeoberkante ankommenden Niederschlages über Nagetiergänge, Wurzelzonen, Erdspalten u. Ä.

Die Evapotranspiration wird zwar letztlich durch die gleichen physikalischen Faktoren bestimmt wie die Evaporation, doch wirken sich hierbei noch zusätzliche Vegetations- und bodenbedingte Faktoren aus.

Diese Faktoren gelten im Untersuchungsareal, da dieses überwiegend ackerbaulich genutzt wird und entsprechend bewachsen ist.

All diese bislang aufgeführten Erscheinungen treten nur bei natürlich gewachsenen Flächen auf.

Bei erschlossenen Flächen kommt es nach Niederschlagsereignissen zunächst nur noch zu oberflächlichem Abfluss. Ursachen hierfür sind neben den ermittelten geringen wechselhaften Durchlässigkeiten der anstehenden Böden folgende Faktoren:

- fehlender Bewuchs
- durch Erschließungs- und Bebaubarkeit verdichteter Boden

9.0 Versickerungsmöglichkeiten

Für die Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser gelten die Vorgaben des Regelwerks Abwasser/Abfall der Arbeitsgruppe ATV im Arbeitsblatt A 138 (November 1999).

Hiernach werden folgende Möglichkeiten der Versickerung aufgezeigt

- Flächenversickerung
- Muldenversickerung
- Rigolen- oder Rohrversickerung
- Schachtversickerung.

Diese Anlagen stehen in der Reihenfolge ihrer durch den Betrieb ausgehenden Gefährdung für das Grundwasser.

Für derartige Versickerungsanlagen und ihre Bemessung kommen gemäß Arbeitsblatt A 138 Lockergesteine in Frage, deren Durchlässigkeitsbeiwert k_f im Bereich von

$$1 \times 10^{-6} \text{ m/s bis } 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

liegt.

Bei Werten $k_f \geqq 1 \times 10^{-3}$ m/s sickern die Niederschlagsabflüsse so schnell dem Grundwasser zu, dass eine ausreichende Aufenthaltszeit und damit

eine genügende Reinigung durch chemische und biologische Prozesse nicht erzielt werden kann. Bei Durchlässigkeitsbeiwerten $k_f < 1 \times 10^{-6}$ m/s stauen die Versickerungsanlagen lange ein. Dann können anaerobe Verhältnisse in der ungesättigten Zone auftreten, die das Rückhalte- und Umwandlungsvermögen ungünstig beeinflussen können.

Bei den oberflächennahen bis ca. 1,5 m u. GOK ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerten gelten die letztgenannten Eigenschaften. Flächen- und Muldenversickerungen würden sehr große horizontale Abmessungen erfordern, die aufgrund des eingeschränkten Platzbedarfes auf den einzelnen Bauparzellen nicht realisiert werden können.

Tiefenversickerungen in Form von Rigolen, Rohr- oder gar Schachtversickerungen sind aufgrund der festgestellten Durchlässigkeiten am Standort in den Sanden und Kiesen zwar möglich, jedoch erlauben diese Einrichtungen keinen ausreichenden Abstand zum höchsten Grundwasserstand von $\geqq$ 1,5 m.

Zusammenfassend ist aus den zuvor genannten Gründen eine Versikkerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser aus Dachflächen usw. am Projektstandort nicht möglich.

Die versiegelten Flächen sind somit an Zuläufen an den Mischwasser- bzw. Regenwasserkanal anzuschließen.

10.0 Schlussbemerkungen

Das vorliegende hydrogeologische Gutachten untersucht und bewertet die Durchlässigkeit der anstehenden Bodenschichten im geplanten Neubaugebiet „Auf den 10 Morgen" in Bad Kreuznach-Ippesheim.

Nach den Ergebnissen der hydraulischen Feldversuche besitzt der am Standort anstehende Schluff eine nur unzureichende Durchlässigkeit. Die unterlagernden Sande und Kiese besitzen zwar ausreichende Durchlässigkeiten, sind jedoch größtenteils grundwassererfüllt.

Eine Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser ist somit nicht möglich.

Als Konsequenz ist die anfallende Niederschlagsmenge am Projektstandort bei der Dimensionierung des Mischwasser-/Regenwasserkanals zu berücksichtigen.

Die im Rahmen dieser Untersuchungen erhaltenen Aufschlussergebnisse können bei der gutachterlichen Bearbeitung von Erschließungsmaßnahmen (Kanal- und Straßenbau) mit herangezogen werden und sind dann durch gezielte weitere Aufschlüsse zu ergänzen. Desgleichen gilt für die Beurteilung der Bebaubarkeit des Projektstandortes. Für Einzelbaumaßnahmen ist jedoch eine ergänzende Untersuchung zu veranlassen.

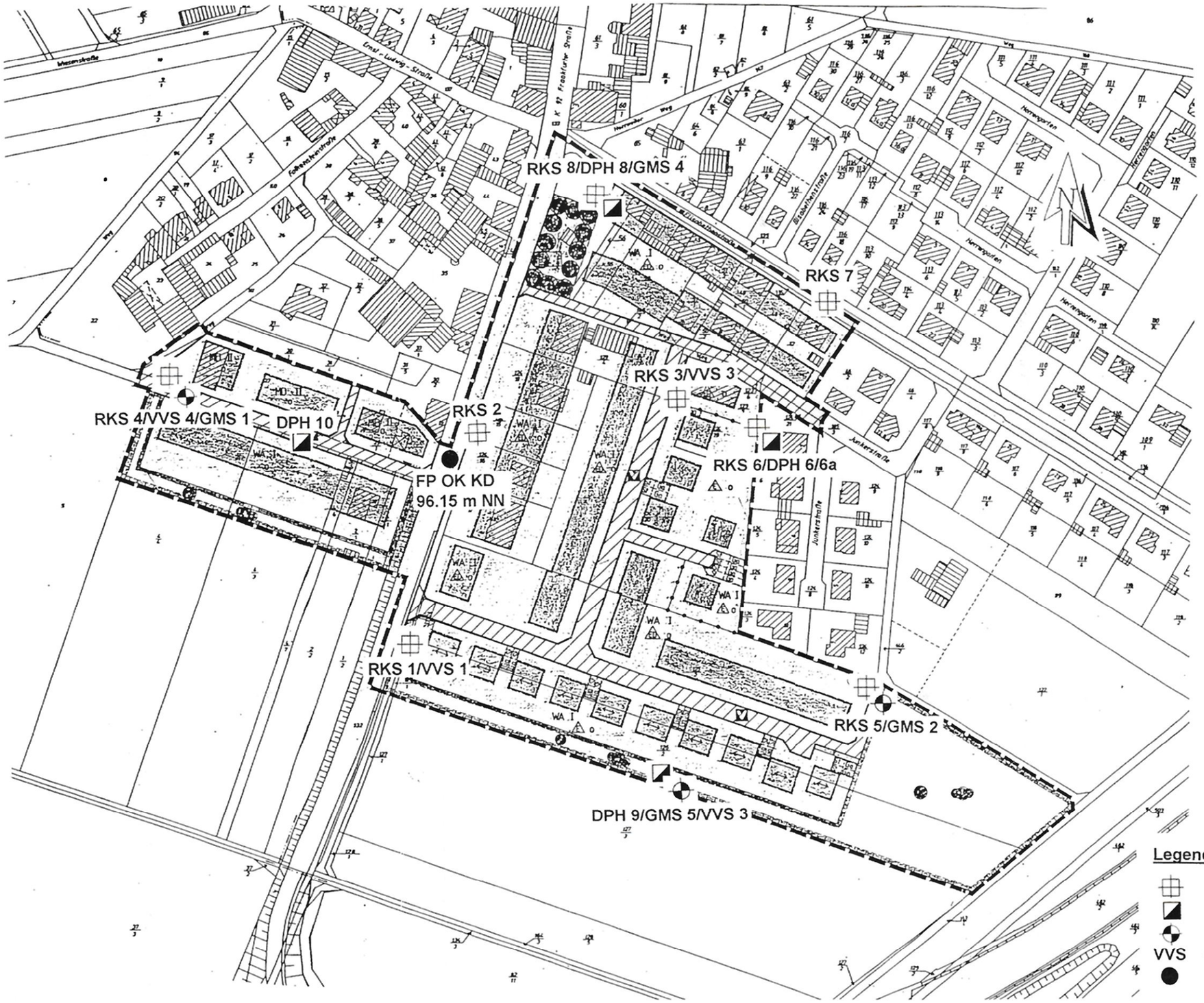
Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich und für Erschließungs- und Baumaßnahmen fortschreiben zu lassen.

Limburg, den 5. Februar 2001/Ry

Bearbeiter: Eur. Geol. Thomas Hollinger (Diplom-Geologe)

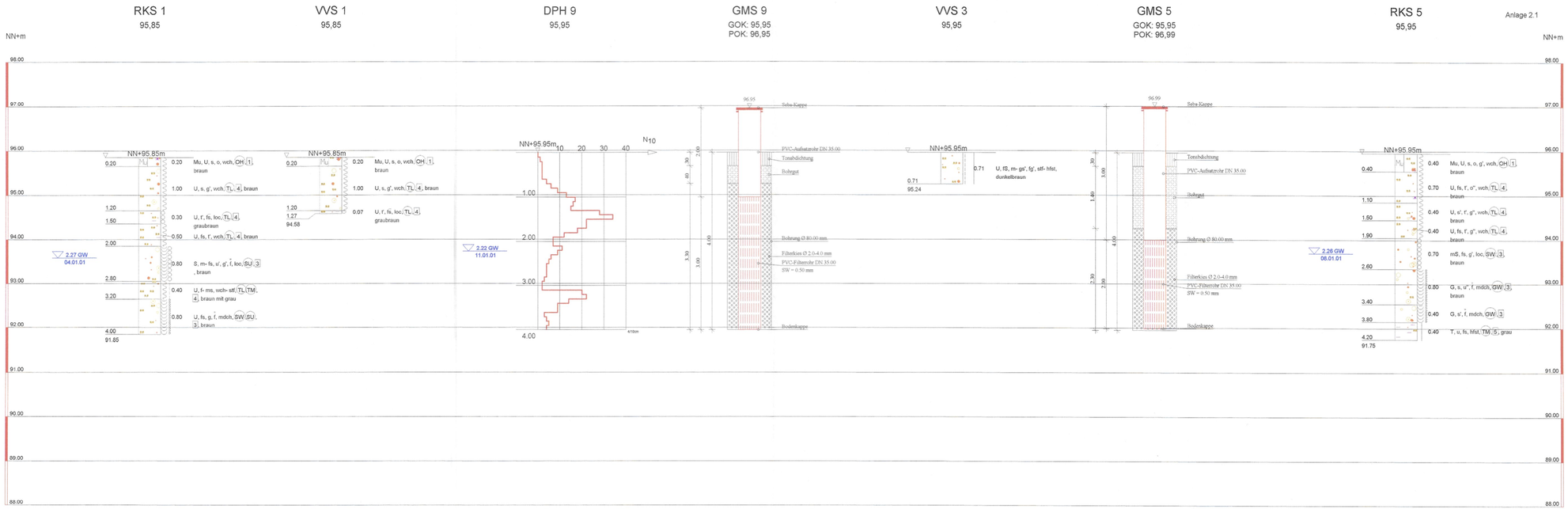
Dr. Jochen Zirfas

Von der Ingenieurkammer des Landes Hessen zugelassen als Beratender Ingenieur
B
418



Bauvorhaben: Neubaugebiet „Auf den zehn Morgen“ IPPESHEIM	INSTITUT FÜR GEOTECHNIK Dr. Jochen Zirfas		
Plan: Lageplan der Aufschlusspunkte	Proj.Nr.: 12 00 31	Datum: 22.01.01	Anlage: 1
	Maßstab: 1:2000	Gez.: mw	Gepr.: th

Anlage 2.1



ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN

- DPH Rammsondierung schwere Sonde DIN 4094
- RKS Rammkernsondierung

PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER

Proben-Güteklasse nach DIN 4021 Tab.1

Grundwasser angebohrt

BODENARTEN

Mutterboden		Mu	
Schluff	schluffig	U	u
Sand	sandig	S	s
Mudde	organisch	F	o
Kies	kiesig	G	g
Ton	tonig	T	t

KORNGRÖßENBEREICH

f fein
m mittel
g grob

NEBENANTEILE

' schwach (< 15 %)
– stark (ca. 30-40 %)
" sehr schwach; ° sehr stark

KONSISTENZ

weh weich stf steif
hfst halbfest loc locker
mdeht mitteldicht

FEUCHTIGKEIT

f naß

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

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

RAMMDIAGRAMM

Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe

Tiefe (m)

RAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094

	leicht	mittelschwer	schwer
Spitzendurchmesser	2.52 cm	3.56 cm	4.37 cm
Spitzenquerschnitt	5.00 cm²	10.00 cm²	15.00 cm²
Gestängedurchmesser	2.20 cm	2.20 cm	3.20 cm
Rammbärgewicht	10.00 kg	30.00 kg	50.00 kg
Fallhöhe	50.0 cm	20.00 cm	50.00 cm

Bauvorhaben:
NBG "AUF DEN ZEHN MORGEN"
I P P E S H E I M

Planbezeichnung:
Profilschnitte der Kleinbohrungen/Widerstandskennliniendiagramme
Grundwassermessstellen/Versickerungsversuche
ANLAGE 2

Plan-Nr:	1-3	Maßstab:	1:50
INSTITUT FÜR GEOTECHNIK Dr. Jochen Zirfas		Bearbeiter: TH	Datum:
		Gezeichnet: UI	17.01.01
		UI	05.02.01
		Geändert:	
		Gesehen: ZI	
		Projekt-Nr: 12 00 31	

Copyright © 1994 ISYS RAX GmbH

Az. 12 00 31a/Anlage 2.2

NN+m

RKS 4
95,66

NN+95.66m

0.50	A (U, s, f', g', o), A, 4, Splitt + Ziegelreste, braun
0.50	U, fs, f', g', wch, TL, 4, braun
1.00	G, s, u', GW, GU, 3, braun
1.00	G, s, f, GW, 3, braun mit grau
1.90	G, s, f, GW, 3, braungrau
0.10	S, u, f', SU, grau

2.04 GW
08.01.01

VVS 4
95,55

NN+95.55m

0.50	A (U, s, f', g', o), A, 4, Splitt + Ziegelreste, braun
0.50	U, fs, f', g', wch, TL, 4, braun
0.30	G, s, u', GW, GU, 3, braun

GMS 1
GOK: 95,66
POK: 96,60

96.70

Seba-Kappe
Tonabdichtung
PVC-Aufsatzrohr DN 35.00
Bohrgut
Bohrung Ø 80.00 mm
Filterkies Ø 2.0-4.0 mm
PVC-Filterrohr DN 35.00
SW = 0.50 mm
Bodenkappe

DPH 10
95,46

NN+95.46m

N10

1.39 GW
11.01.01

Sonde steht auf

RKS 2
96,15

NN+96.15m

0.30	Mu, U, s, o', f', wch, OH, 1, braun
0.30	U, s', g', o", wch, TL, 4, braun
0.90	U, s', f', wch- stf, TL, 4, braun
0.10	G, u', x, y', GW, 3-5, braun

Sonde steht auf

Copyright © 1994-1997 IDAT GmbH

Az. 12 00 31b/Anlage 2.3

NN+m

VVS 2
95,53

NN+95.53m

0.30	Mu, U, s, g, o, wch, OH, 1, braun
0.70	U, s, t', o", wch, TL, TM, 4, braun
0.30	U, fs, k++, wch- stf, TL, 4, beige
0.25	fS, u", g", loc, SE, 3, grau

1.00 / 1.30 / 1.55 / 93.98

2.01 GW
04.01.01

RKS 3
95,53

NN+95.53m

0.30	Mu, U, s, g, o, wch, OH, 1, braun
0.70	U, s, t', o", wch, TL, TM, 4, braun
0.30	U, fs, k++, wch- stf, TL, 4, beige
0.50	fS, u", g", loc, SE, 3, grau
0.60	U, s', t', wch- stf, TM, 4, braun
0.60	U, t, s', wch- stf, TM, 4, hellgrau mit hellbraun marmoriert
0.50	mG, gG, S, f, loc- mdch, GW, 3
0.50	gG, mG, s, loc- mdch, GW, 3-5

0.30 / 1.00 / 1.30 / 1.80 / 2.40 / 3.00 / 3.50 / 4.00 / 91.53

2.11 GW
04.01.01

RKS 6
95,58

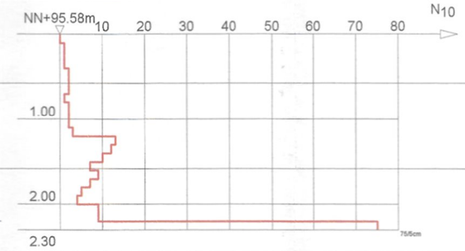
NN+95.58m

0.30	Mu, U, s, o, f', g', wch, OH, 1, braun
0.60	U, fs, t', o", wch, TL, 4, braun
0.60	S, G, u", mdch, GW, 3, braun
0.50	mG, s, loc- mdch, GW, 3, braun
2.10	G, s, u", f, loc- mdch, GW, 3, braun
0.90	T, u, g, TM, 4-5

0.30 / 0.90 / 1.50 / 2.00 / 4.10 / 5.00 / 90.58

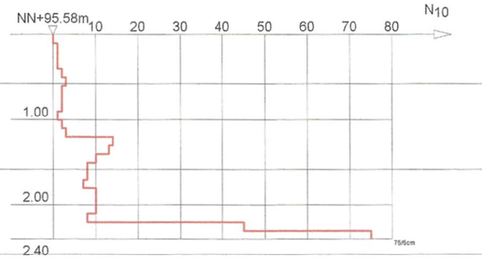
2.20 GW
04.01.01

DPH 6
95,58



Sonde steht auf

DPH 6a
95,58

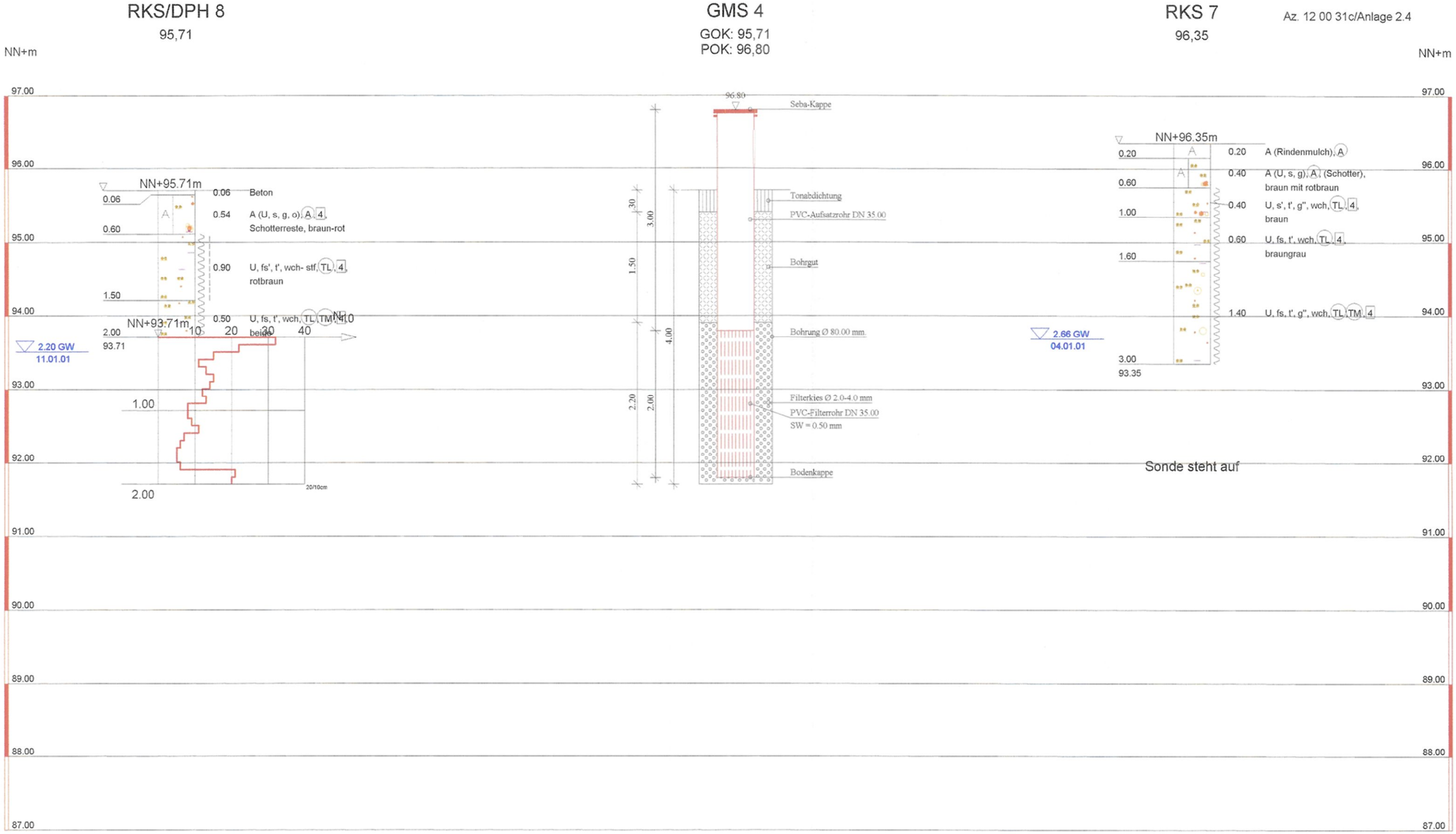


Sonde steht auf

96.00 / 95.00 / 94.00 / 93.00 / 92.00 / 91.00 / 90.00 / 89.00 / 88.00 / 87.00 / 86.00

Copyright © 1994-1997 IDAT GmbH

Az. 12 00 31c/Anlage 2.4



Copyright © 1994-1997 IDAT GmbH

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

Bericht: 120031

Anlage: 3.1.1

Wassergehalt nach DIN 18 121

Ippesheim

NBG "Auf den zehn Morgen"

Bearbeiter: SM Datum: 12.01.2001

Prüfungsnummer: 120031_1
Entnahmestelle:
Tiefe:
Bodenart: Schluff
Art der Entnahme: GP
Probe entnommen am: 04-09.01.2001

Probenbezeichnung:	1/3	1/6
Tiefe (m) :	1.4 m.	3.0 m.
Feuchte Probe + Behälter (g) :	325.24	307.39
Trockene Probe + Behälter (g) :	290.93	282.62
Behälter (g) :	162.49	163.29
Porenwasser (g) :	34.31	24.77
Trockene Probe (g) :	128.44	119.33
Wassergehalt (%) :	26.71	20.76

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

Bericht: 120031

Anlage: 3.2.1

Wassergehalt nach DIN 18 121

Ippesheim

NBG "Auf den zehn Morgen"

Bearbeiter: SM Datum: 12.01.2001

Prüfungsnummer: 120031_2
Entnahmestelle:
Tiefe:
Bodenart: Sand
Art der Entnahme: GP
Probe entnommen am: 04-09.01.2001

Probenbezeichnung:	3/4	5/5
Tiefe (m) :	1.6 m.	2.0 m.
Feuchte Probe + Behälter (g) :	297.31	342.57
Trockene Probe + Behälter (g) :	260.15	322.82
Behälter (g) :	163.33	163.02
Porenwasser (g) :	37.16	19.75
Trockene Probe (g) :	96.82	159.80
Wassergehalt (%) :	38.38	12.36

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

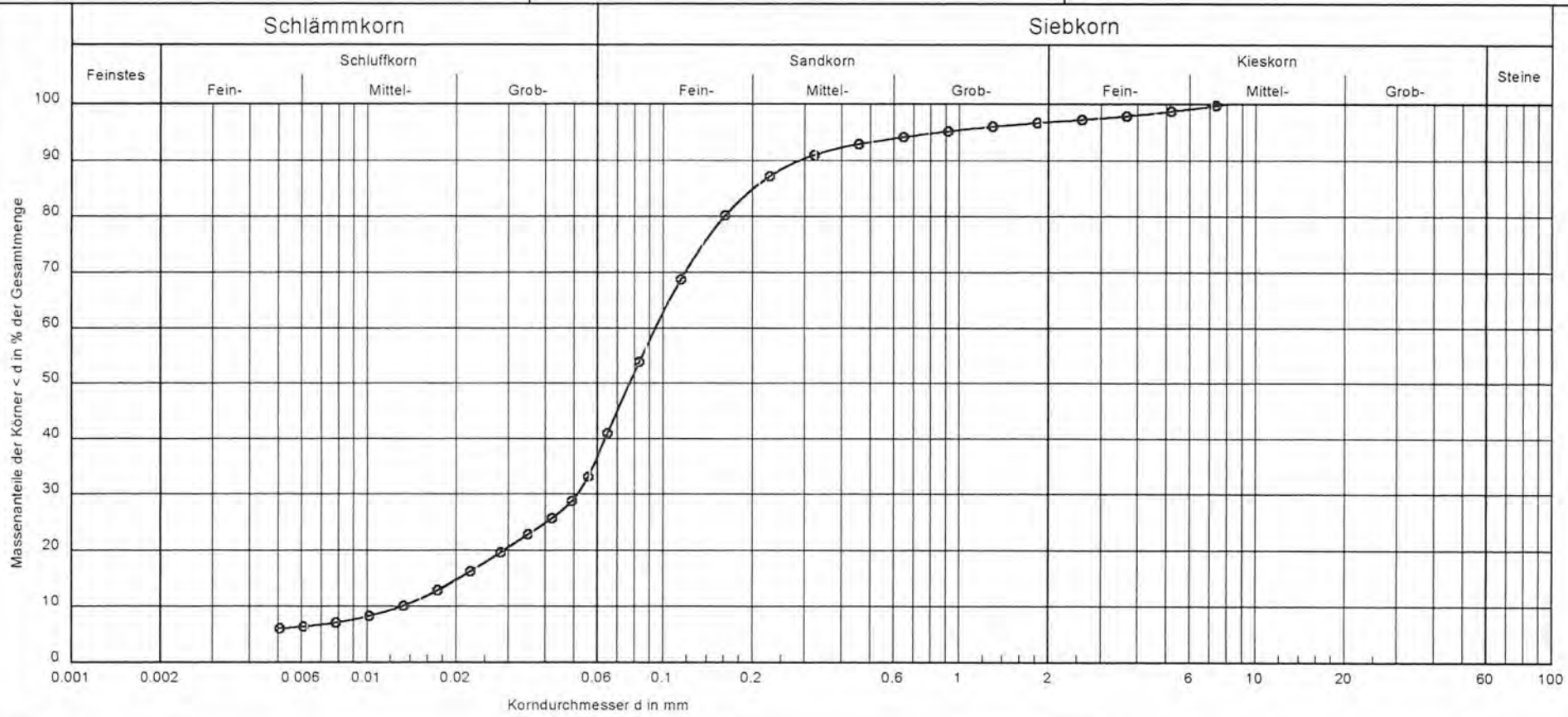
Bearbeiter: SM Datum: 16.01.2001

Körnungslinie

Ippesheim

NBG "Auf den zehn Morgen"

Prüfungsnummer: 120031_1
Probe entnommen am: 04-09.01.2001
Art der Entnahme: GP
Arbeitsweise: Kombi



Bezeichnung:	120031_1
Entnahmestelle:	3/4
Tiefe:	1.6 m
Bodenart:	fS, $\bar{u}$, ms'
U/Cc	7.2/2.1
k [m/s] (Hazen):	$2.0 \cdot 10^{-6}$
T/U/S/G [%]:	- /36.7/60.1/3.2
Bodengruppe:	ST*
Frostsicherheit:	F3

Bemerkungen:

Sand
< 0.063 mm. = 39.54 %

Bericht: 120031
Anlage: 3.2.2

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

Bericht: 120031

Anlage: 3.3.1

Wassergehalt nach DIN 18 121

Ippesheim

NBG "Auf den zehn Morgen"

Bearbeiter: SM Datum: 12.01.2001

Prüfungsnummer: 120031_3
Entnahmestelle:
Tiefe:
Bodenart: Kies
Art der Entnahme: GP
Probe entnommen am: 04-09.01.2001

Probenbezeichnung:	3/7	3/8	4/3	4/4	4/5
Tiefe (m) :	3.3 m.	3.8 m.	1.6 m.	2.5 m.	4.0 m.
Feuchte Probe + Behälter (g) :	1563.94	1968.32	1546.13	2286.30	2339.21
Trockene Probe + Behälter (g) :	1488.66	1892.28	1492.09	2169.71	2208.62
Behälter (g) :	663.71	723.68	699.58	725.03	695.03
Porenwasser (g) :	75.28	76.04	54.04	116.59	130.59
Trockene Probe (g) :	824.95	1168.60	792.51	1444.68	1513.59
Wassergehalt (%) :	9.13	6.51	6.82	8.07	8.63

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

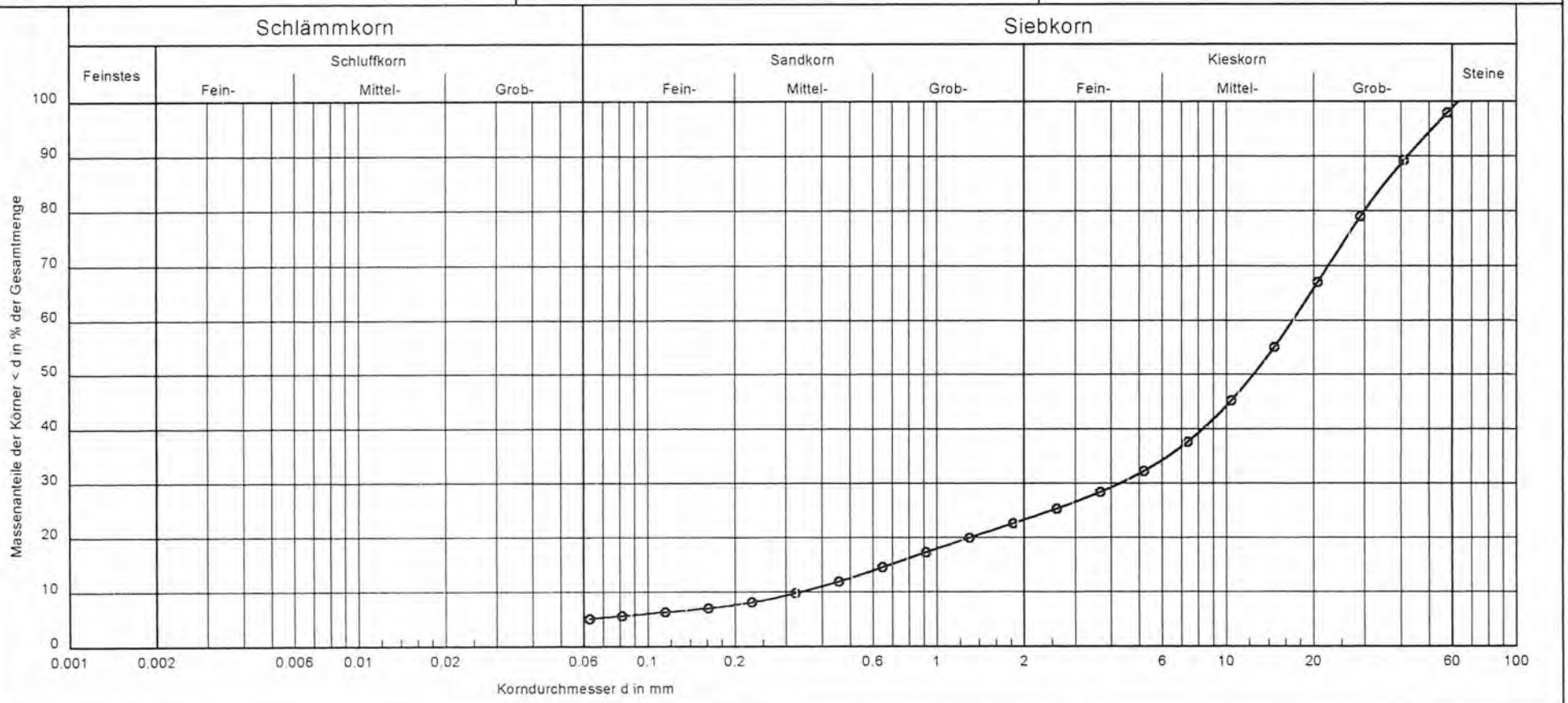
Bearbeiter: SM Datum: 16.01.2001

Körnungslinie

Ippesheim

NBG "Auf den zehn Morgen"

Prüfungsnummer: 120031_2
Probe entnommen am: 04-09.01.2001
Art der Entnahme: GP
Arbeitsweise: Siebung mit Abschlämmung



Bezeichnung:	120031_2
Entnahmestelle:	3/7 + 3/8
Tiefe:	3.3-3.8 m
Bodenart:	G, fs', ms', gs'
U/Cc	50.1/3.2
k [m/s] (Hazen):	$1.3 \cdot 10^{-3}$
T/U/S/G [%]:	- / - /23.3/75.6
Bodengruppe:	G
Frostsicherheit:	F1

Bemerkungen:

Kies
< 0.063 mm. = 5.06 %

Bericht:
120031

Anlage:
3.3.2.1

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

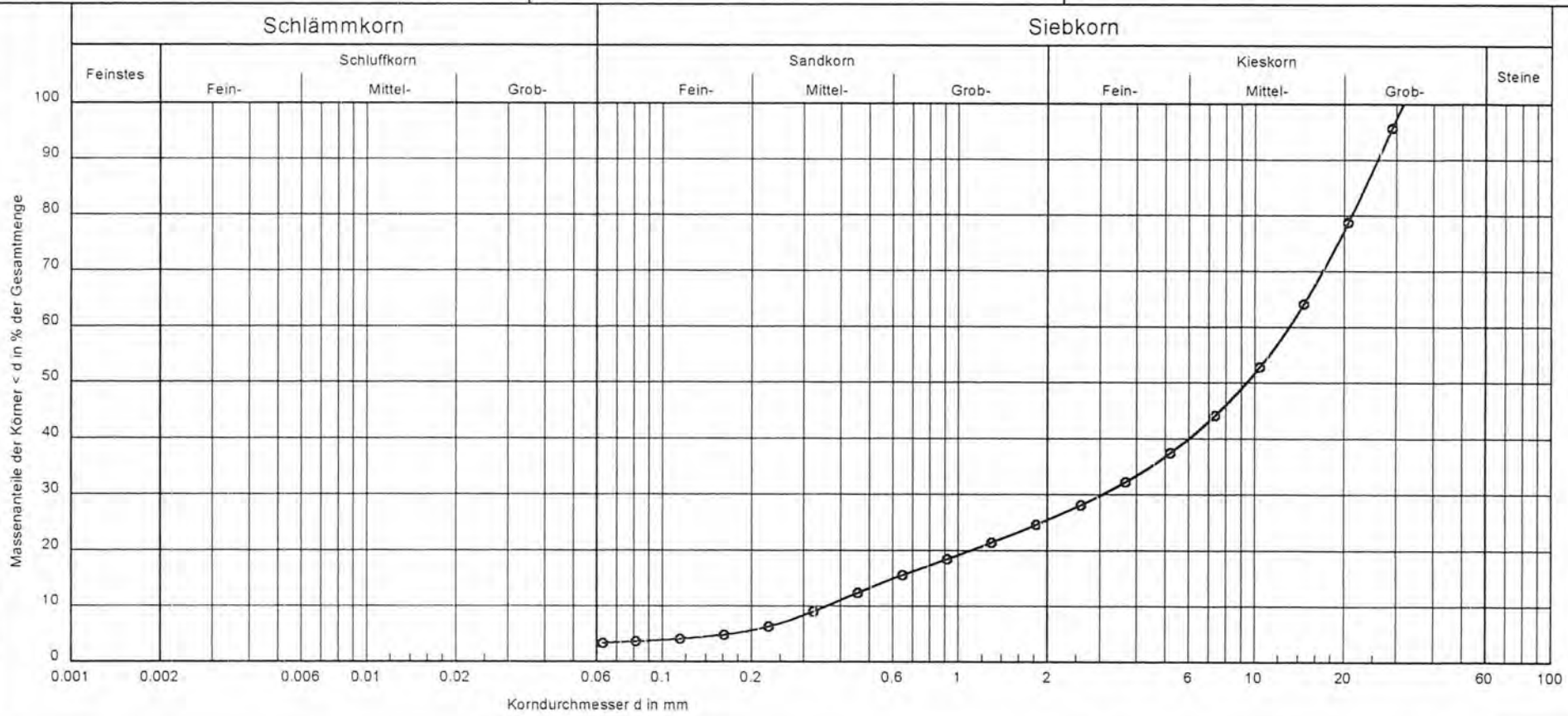
Bearbeiter: SM Datum: 16.01.2001

Körnungslinie

Ippesheim

NBG "Auf den zehn Morgen"

Prüfungsnummer: 120031_3
Probe entnommen am: 04-09.01.2001
Art der Entnahme: GP
Arbeitsweise: Siebung mit Abschlämmung



Bezeichnung:	120031_3
Entnahmestelle:	4/5
Tiefe:	4.0 m.
Bodenart:	G, fs', ms', gs'
U/Cc	36.3/2.0
k [m/s] (Hazen):	$1.5 \cdot 10^{-3}$
T/U/S/G [%]:	- / - /25.5/74.5
Bodengruppe:	GW
Frostsicherheit:	F1

Bemerkungen:

Kies
< 0.063 mm. = 3.32 %

Bericht:
120031

Anlage:
3.3.2.2

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

Bericht: 120031

Anlage: 3.4.1

Wassergehalt nach DIN 18 121

Ippesheim

NBG "Auf den zehn Morgen"

Bearbeiter: SM Datum: 12.01.2001

Prüfungsnummer: 120031_4
Entnahmestelle:
Tiefe:
Bodenart: Ton
Art der Entnahme: GP
Probe entnommen am: 04-09.01.2001

Probenbezeichnung:	5/8
Tiefe (m) :	4.1 m.
Feuchte Probe + Behälter (g) :	288.48
Trockene Probe + Behälter (g) :	254.06
Behälter (g) :	162.34
Porenwasser (g) :	34.42
Trockene Probe (g) :	91.72
Wassergehalt (%) :	37.53

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

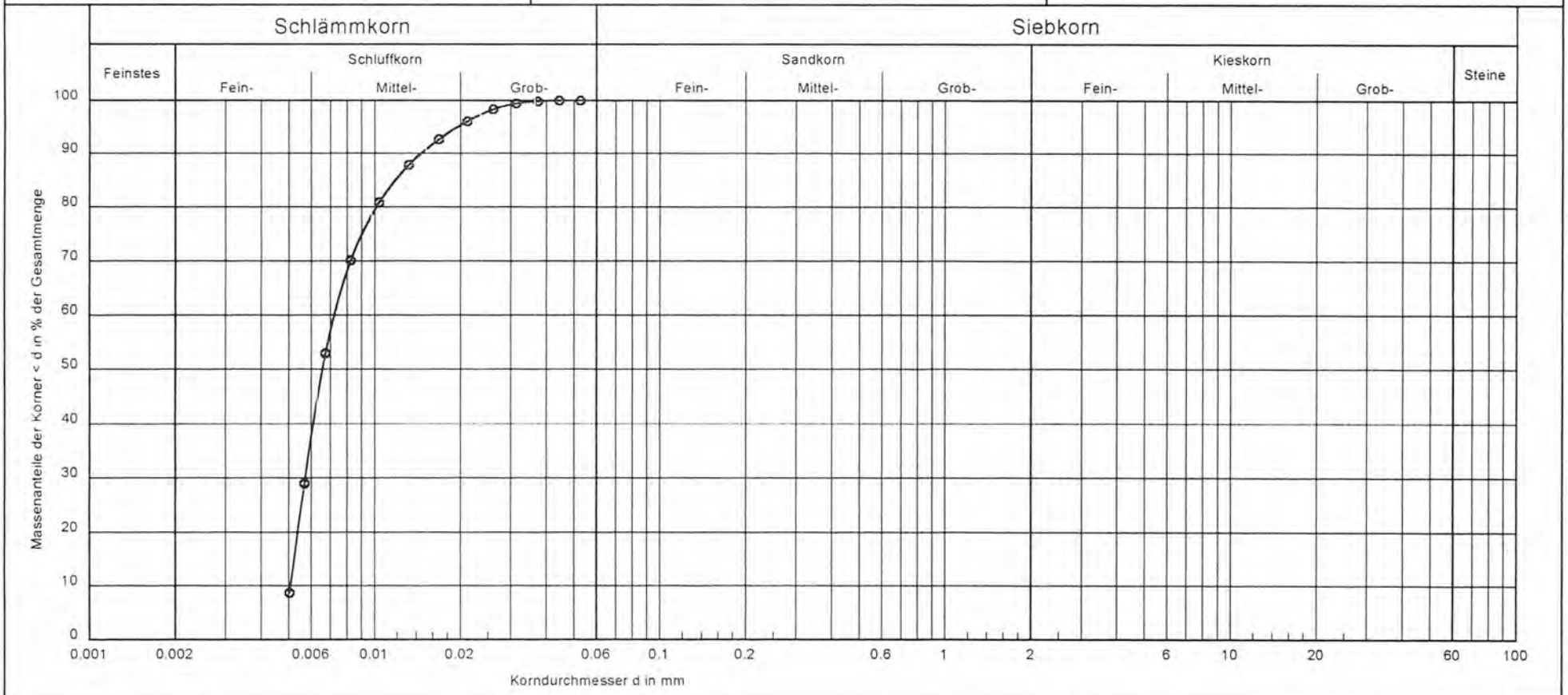
Bearbeiter: SM Datum: 16.01.2001

Körnungslinie

Ippesheim

NBG "Auf den zehn Morgen"

Prüfungsnummer: 120031_4
Probe entnommen am: 04-09.01.2001
Art der Entnahme: GP
Arbeitsweise: Schlämmung



Bezeichnung:	120031_4
Entnahmestelle:	5/8
Tiefe:	4.1 m
Bodenart:	U
U/Cc	1.4/0.9
k [m/s] (Hazen):	$3.0 \cdot 10^{-7}$
T/U/S/G [%]:	- /100.0/ - / -
Bodengruppe:	UL
Frostsicherheit:	F3

Bemerkungen:

< 0.063 mm. = 95.36 %

Bericht: 120031

Anlage: 3.4.2

Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zirfas Egerländer Str. 65556 Limburg -Staffel Tel. : 06431/2949-0	Projekt: Ippesheim NBG"Auf den zehn Morgen"	Aktenzeichen: 12 00 31 Anlage: 4

Grundwasseranalyse nach DIN 4030 - Teil 2

Entnahmestelle: Pegel 2

Entnahmetiefe:

Entnahmedatum: 11.01.2001

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	7,9	6,5 bis 5,5	< 5,5 bis 4,5	< 4,5
KMnO4-Verbrauch	n.a.	-	-	-
Härte °dH	40,00	-	-	-
Härtehydrogencarbonat °dH	17,10	-	-	-
Nichtcarbonathärte °dH	22,90	-	-	-
Magnesium (Mg2+) mg / l	163,67	300 bis 1000	> 1000 bis 3000	> 3000 mg/l
Ammonium (NH42-) mg / l	1,20	15 bis 30	> 30 bis 60	> 60 mg/l
Sulfat (SO42-) mg / l	280,00	200 bis 600	> 600 bis 3000	> 3000 mg/l
Chlorid (Cl-) mg / l	100,00	-	-	-
CO2 (kalklösend) mg / l	0,00	15 bis 40	> 40 bis 100	> 100 mg/l
Sulfid (S2-)	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.

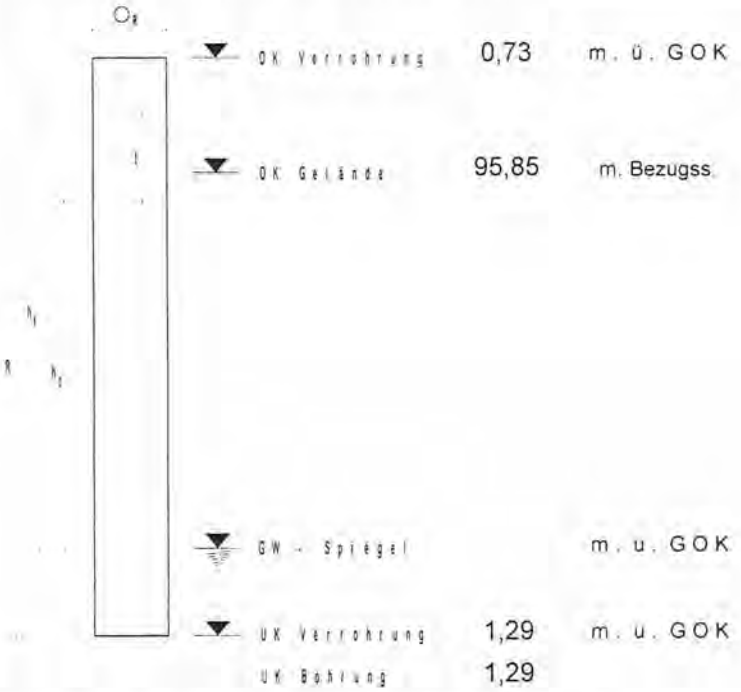
Das Wasser ist als schwach angreifend zu klassifizieren

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: NBG Ippesheim
Bohrung: VVS 1
Datum: 04.01.01



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

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

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**
0,040	2,020	2,020	1,650	0,370	1800	2,58E-07	1,28E-06	**durchlässig**

Bemerkung:

Az.: 12 00 31

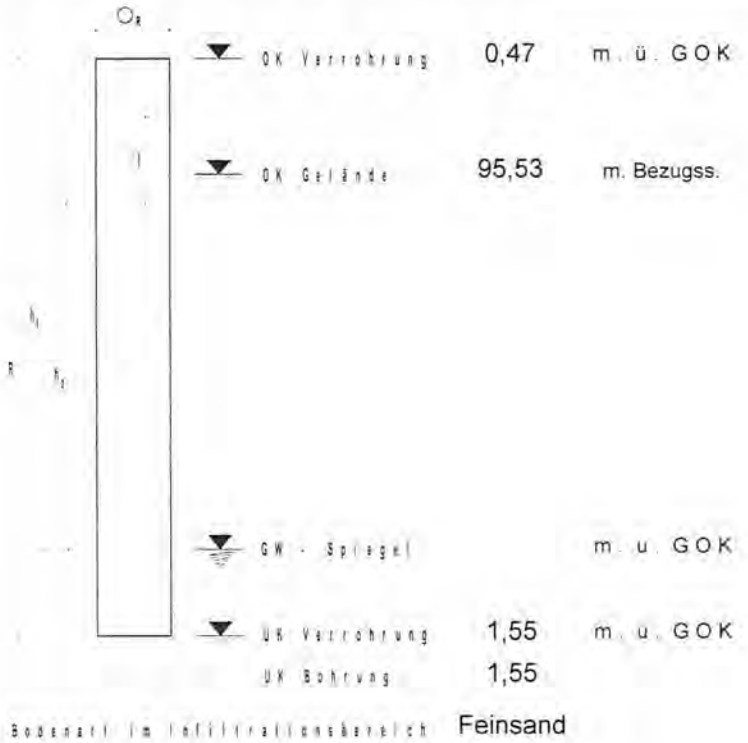
Anl.: 5.1

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: NBG Ippesheim
Bohrung: VVS 2
Datum: 04.01.01



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

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

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**
0,040	2,020	2,020	1,490	0,530	1800	3,70E-07	1,92E-06	**durchlässig**

Bemerkung:

Az.: 12 00 31

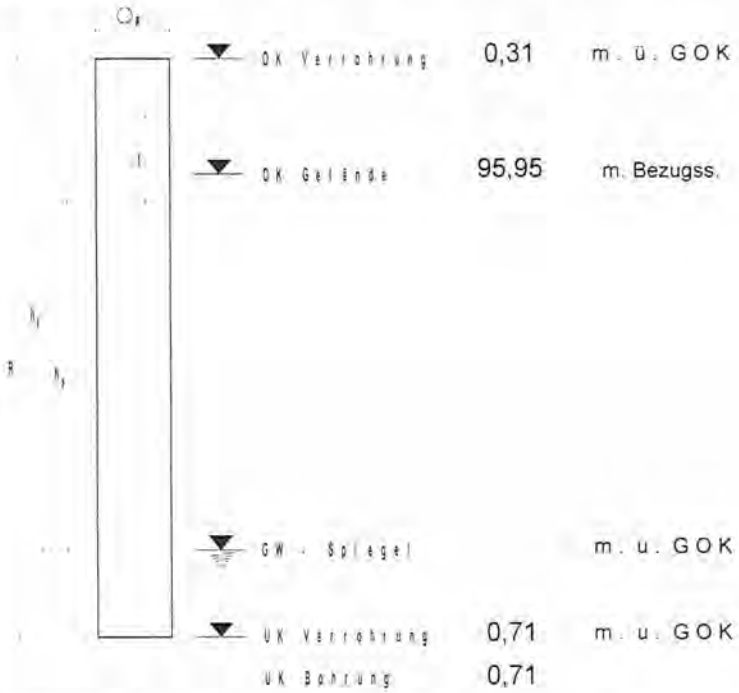
Anl.: 5.2

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: NBG Ippesheim
Bohrung: VVS 3
Datum: 04.01.01



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

k .....Durchlä ssgkeitsbeiwert $\left[m/s\right]$

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**
0,040	1,020	1,020	0,995	0,025	1800	1,75E-08	1,57E-07	**schwach durchlässig**

Bemerkung:

Az.: 12 00 31

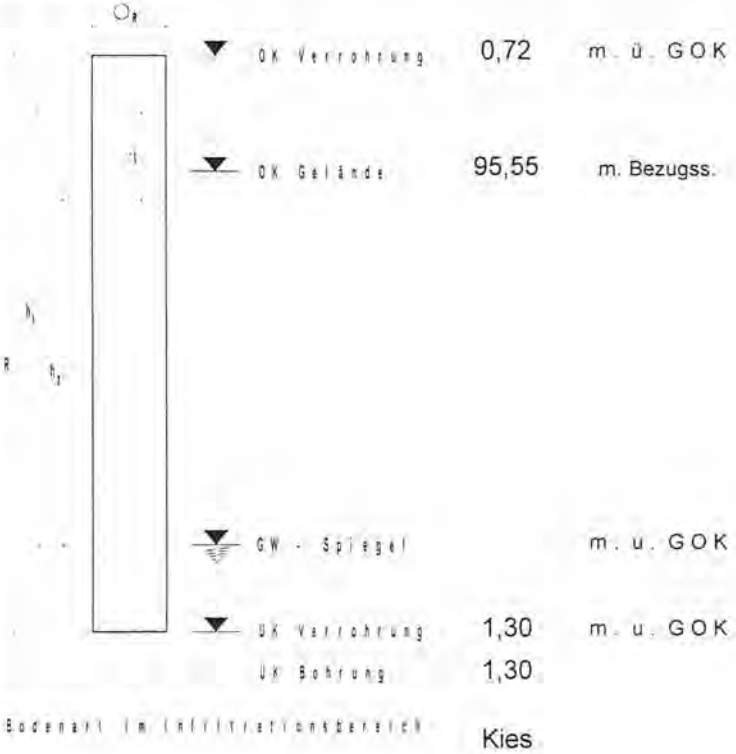
Anl.: 5.3

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: NBG Ippesheim
Bohrung: VVS 4
Datum: 04.01.01



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

k .....Durchlä ssgkeitsbeiwert $\left[m/s\right]$

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	2,020	2,020	0,800	1,220	1800	1,38E-06	7,00E-06	**durchlässig**

Bemerkung:

Az.: 12 00 31

Anl.: 5.4