Bohné

Ingenieurgeologisches Büro

Baugrund - Altlastenerkundung - Hydrogeologie - Erd- und Grundbaulabor

Ing.-geol. Büro Bohné - Endenicher Str. 341 - 53121 Bonn

Stadt Hennef
Stadtbetrieb Tiefbau
Herr Vorbeck
Frankfurter Straße 97

53773 Hennef

Björn Bohné
Diplom-Geologe BDG

Endenicher Str. 341
53121 Bonn

Tel. 0228 22 02 56
Fax. 22 48 21
Mobil 0171 2763457
igb@bohnee.de

Ihre Nachricht	Ihr Zeichen	Unser Zeichen	Datum
		B 7047G	27.09.2005

Hydrogeologisches Gutachten

über die Möglichkeit der Versickerung von Niederschlagswasser in den Boden

Beurteiltes Grundstück: Schulsport-Außenanlage Meiersheide
Gesamtschule Hennef
Hennef (Sieg)

Auftraggeber: Stadt Hennef
Stadtbetrieb Tiefbau
Frankfurter Straße 97
53773 Hennef

Anlage:

A1: Lageplan 1: 500
A2: Grafische Darstellung der Bohrprofile n. DIN 4023 1: 50
A3: Protokolle und hydraulische Berechnung der Versickerungsversuche

1. Veranlassung / Situation

Für die Versickerung von gesammeltem Niederschlagswasser in den Boden im Bereich der Schulsportaußenanlage der Gesamtschule in Hennef (Sieg) - Meiersheide sind Bodenkenntnisse nötig.

Das dafür vorgesehene Areal ist in der Anlage 1. dargestellt.

Mit der vorliegenden Untersuchung wird die Eignung des Bodens für eine gezielte dezentrale Versickerung des gesammelten NSW überprüft.

Der Unterzeichnende wurde am 05.09.2005 von der Stadt Hennef hierzu auf Grundlage des Angebotes des Ingenieurgeologischen Büros Bohné vom 30.08.2005 beauftragt.

2. Verwendete Unterlagen

Dem Gutachten liegen folgende Unterlagen zugrunde:

- "Versickerung von Niederschlagswasser von befestigten Flächen in Abhängigkeit von seiner Beschaffenheit je nach Ursache und Herkunft"; Merkblatt Bezirksregierung Köln 01.09.1994
- " Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser"
Arbeitsblatt A138 Januar 1990, korr. Nachdruck Dez. 1992; 12S.; Regelwerk der Abwassertechnischen Vereinigung e.V. (ATV) St. Augustin
- "Der Einfluß der ungesättigten Zone auf die Dimensionierung von Regenwasserversickerungsbecken." F. Aschenbrenner; Wasser&Boden 64, 48. Jahrg. 4/1996
- USBR Earth Manual, second edition 1976
- DIN 18 130 T1
- Lageplan, Vorentwurf 1/200; Aussensportanlagen + Ergänzung Bodenmodellierung Gesamtschule Hennef, Planungsbüro Marc Vandamme, Forellstr. 12, 53123 Bonn, 11.11.2004
- Geologische Karte 1: 25.000 Blatt 5209 Siegburg
- Ergebnisse der eigenen Sondierbohrungen und Versickerungsversuche vom 16.09.2005

3. Durchgeführte Untersuchungen

Die oben genannten Unterlagen wurden gesichtet und ausgewertet.

Zur näheren Erkundung des Baugrundes wurde an den in der Anlage 1. bezeichneten Stellen am 16.09.2005 3 Rammsondierbohrungen (B1, B2, B3) mit der 40/36mm Rammkernsonde bis in eine Tiefe von 3 bis 4m unter Flur niedergebracht.
Die Bohrprofile sind in einem Profilschnitt in der Anlage 2. nach DIN 4023 graphisch aufgetragen.

Unmittelbar neben den Bohrungen wurden mit dem Handflügelbohrer jeweils eine gesonderte Bohrung bis in eine Tiefe von 1,3-2,0m unter Flur durchgeführt.
In den dort ausgebauten Bohrlöchern (Durchmesser 90mm) wurde nach dem U.S.B.R. Earth-Manual ein Versickerungsversuch zur Bestimmung des hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwertes Kf der Decklehmschicht durchgeführt.
Die Versuchsprotokolle und hydraulischen Berechnungen befinden sich in der Anlage 3.

4. Bodenverhältnisse

Das untersuchte Baufeld befindet sich im Ostteil der Stadt Hennef in Hanglage ca. 90m ü.NN.
Folgende Bodenverhältnisse wurden mit den Bohrungen ermittelt (s. Anlage 2.):

Schluffboden, Löß
Zunächst wurde eine ca. 0,2m starken Mutterbodenschicht bzw. im Bereich B1 auch Anfüllungen bis 0,5m aus einem schwach tonigen Schluff mit etwas Feinsand angetroffen. Dannach folgte bei mittelschwerem Bohrfortschritt ein natürlich anstehender Lehmboden, bestehend aus einem hellbraunen schwach tonigen Schluffboden mit einem geringen Feinsandanteil.
Die Konsistenz dieses geringplastischen Bodens lag im steifen bis halbfesten Bereich. Bei dieser über 4m mächtigen Decklehmschicht (in Anl. 2. olivgrün gekennzeichnet) handelt es sich geologisch um Lößboden, einem kalkhaltigen Sediment, welches durch den Wind großflächig im weiten Umfeld in den Zwischeneiszeiten abgelagert wurde.

Klassifikation DIN 18 196 Gruppe UL; DIN 18 300 Bodenklasse 4,

Der nach den Eintragungen in der geologischen Karte nachfolgend zu erwartende Fels des devonischen Grundgebirges wurde bis 4m unter Flur nicht erreicht.

5. Hydrogeologische Verhältnisse

Mit den Bohrungen vom 16.09. wurde kein Grund- oder Schichtwasser bis 4m unter Flur angetroffen. Das in größerer Tiefe unterlagernde devonische Grundgebirge (Felsgestein) bildet den Grundwasserstauer.
Ein zumindest temporärer Schichtwasserzutritt ist auch in der Decklehmschicht prinzipiell möglich.

Die hydraulische Durchlässigkeit der Decklehmschicht wurde mit 3 Feldversuchen nach dem USBR Earth-Manual näher bestimmt.
Nach Angabe des Planungsbüros Vandamme ist eine Geländemodelierung und eine Anlage von 3 Rasenmulden geplant (s. Anlage 1). Es würde daher zu einem Geländeabtrag und der Anlage einer Muldensohle entsprechend den Eintragungen in der Anlage 1 (89,5 / 91,5m üNN) kommen.

Ermittelt wurde mit konstantem hydraulischem Gefälle/gleichbleibendem Wasserspiegel:

VB 1 Versickerungsschicht Lehm 0,65-1,3m Kf = $2{,}2 \times 10^{-5}$ m/s
VB 2 Versickerungsschicht Lehm 0,85-2,0m Kf = $2{,}8 \times 10^{-6}$ m/s
VB 3 Versickerungsschicht Lehm 0,8-1,7m Kf = $2{,}0 \times 10^{-5}$ m/s

Die untersuchte Lehmschicht ist nach DIN 18130 als (schwach) durchlässig zu klassifizieren.

Unter Berücksichtigung der Versickerungsversuche und nach den im Handversuch abgeschätzten Korngrößenverteilungen sowie allgemeiner Erfahrung kann die Decklehmschicht für weitere Berechnungen wie folgt hydraulisch eingestuft werden:

Lehm Kf (m/s) = 10^{-6} = schwach durchlässig

Aufgrund zahlreicher sekundärer Bodenporen durch das Bodenleben ist die Durchlässigkeit im Oberboden und dem oberen Bereich der Lehmschicht günstiger, Kf = 10^{-5} m/s (hydraulisch durchlässig).

Nach Auskunft des STUA Köln, Außenstelle Bonn, ist das Areal keiner Grundwasserschutzzone zugehörig.

6. Versickerung, Grundwasserschutz

Für eine gezielte, dezentrale Versickerung des abfließenden NSW kommen - nach hydraulischen und wasserwirtschaftlichen Güteaspekten unterschieden - insbesondere vier verschiedene Arten in Frage:

1. Flächenversickerung
2. Muldenversickerung
3. Rigolen- und Rohrversickerung
4. Schachtversickerung

Mögliche Verschmutzungen des NSW, die es beim gezielten Einbringen zu berücksichtigen gilt, resultieren aus anthropogenen Belastungen. Derartige Schadstoffe können vor allem in der belebten Bodenzone durch Abbauprozesse bzw. Adsorption von Schadstoffen zu großen Teilen zurückgehalten werden. Die zu erwartenden NSW-abflüsse gelten aus diesem Projekt als nicht belastet (=unverschmutzt) und können außerhalb von festgesetzten Wasserschutzgebieten durch alle 4 Versickerungsarten in den Untergrund eingebracht werden.

Gemäß o.g. Merkblatt der Bezirksregierung Köln ist für die Versickerung von gesammeltem NSW über eine Sickermulde oder Becken eine günstige Bodenbeschaffenheit u.a. mit einem Kf-Wert von möglichst $>5*10^{-6}$ m/s erforderlich. Diese Durchlässigkeit wird von den Bodenschichten überwiegend erreicht.
Aufgrund des hohen Schluffanteils ist ein Zuschlämmen der Bodenporen und eine damit verbundene geringere hydraulische Durchlässigkeit/Versickerungsrate im Laufe der Jahre möglich.

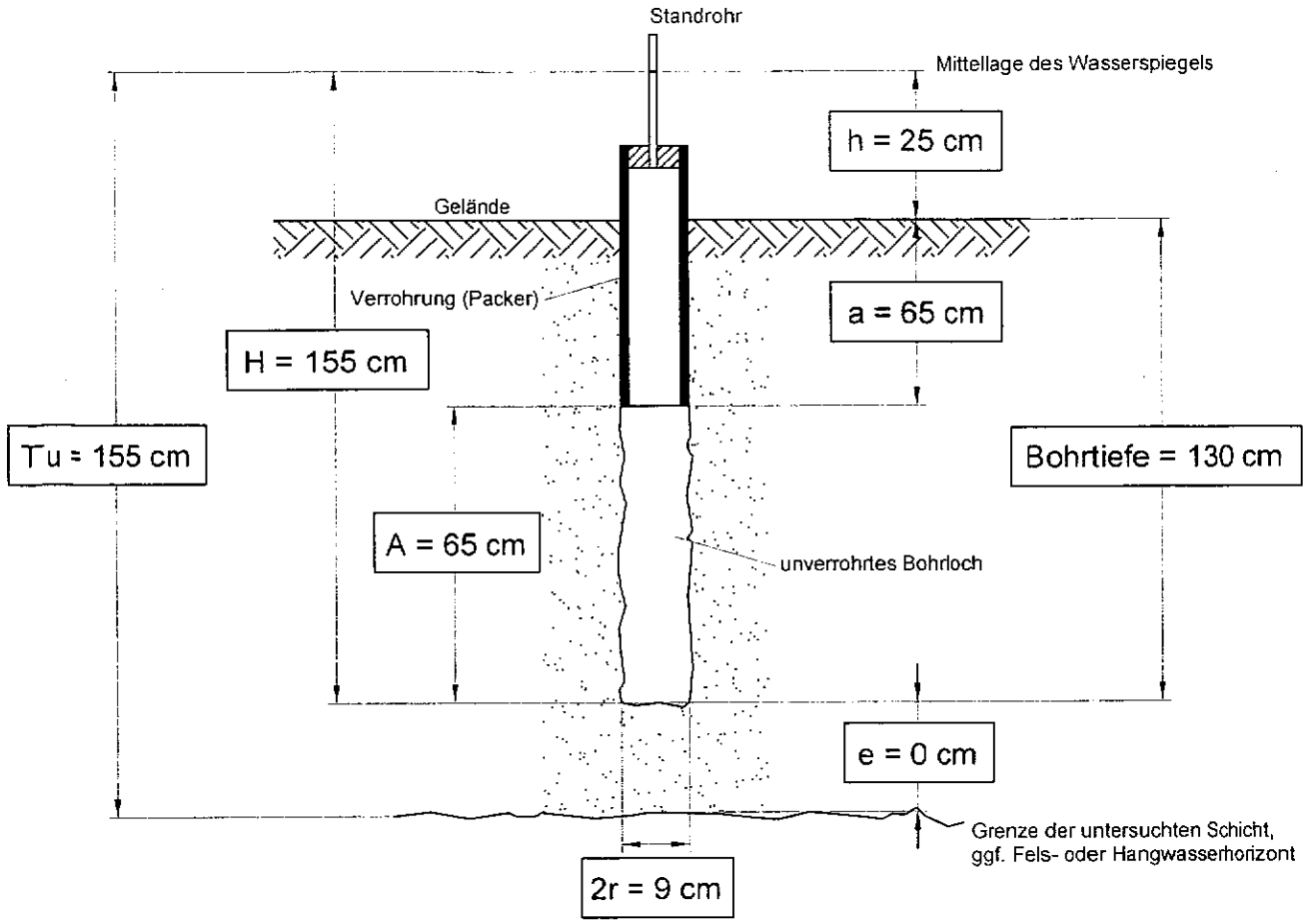
Bei Bedarf kann vom Unterzeichnenden nach Vorlage der anzuschließenden Fläche das erforderliche Speichervolumen für Regenwassernutzungsanlagen nach DIN 1989 ermittelt werden.

Allgemeines:
Zur Dimensionierung der Versickerungsanlagen sind die genannten Durchlässigkeitsbeiwerte zu beachten, es ist eine Mindestentfernung von 6m zu unterkellerten Bauteilen notwendig, die nicht gegen drückendes Wasser abgedichtet sind.

Bei Rückfragen wird um Nachricht gebeten.

Bohnè

Ermittlung des DARCYschen Durchlässigkeitsbeiwertes "k" durch Versickerungsversuch im Bohrloch nach USBR Earth Manual '51



$$Q = \frac{165}{4{,}4} = 38 \ \frac{cm^3}{s}$$

Versickerte Wassermenge pro Zeiteinheit nach Erreichen eines relativen Beharrungszustandes

$$\frac{A}{r} = \frac{65}{4{,}5} = 14$$

Hilfsparameter zur Ermittlung des Koeffizienten Cs

$Cs = 31$ aus USBR E.M.

$$Tu + H - A = 155 + 155 - 65 = 245 \ cm$$

$$k = \frac{2 \times Q \times 0{,}01}{(Cs+4) \times 4{,}5 \times (Tu+H-A)} = \frac{2 \times 38 \times 0{,}01}{31 \times 4{,}5 \times 245} = 2{,}2 \times 10^{-5} \ \frac{m}{s}$$

DARCYscher Durchlässigkeitsbeiwert

Das Verfahren ist gültig für H/Tu>0,5 und Tu/A<6

Bohné

Ingenieurgeologisches Büro

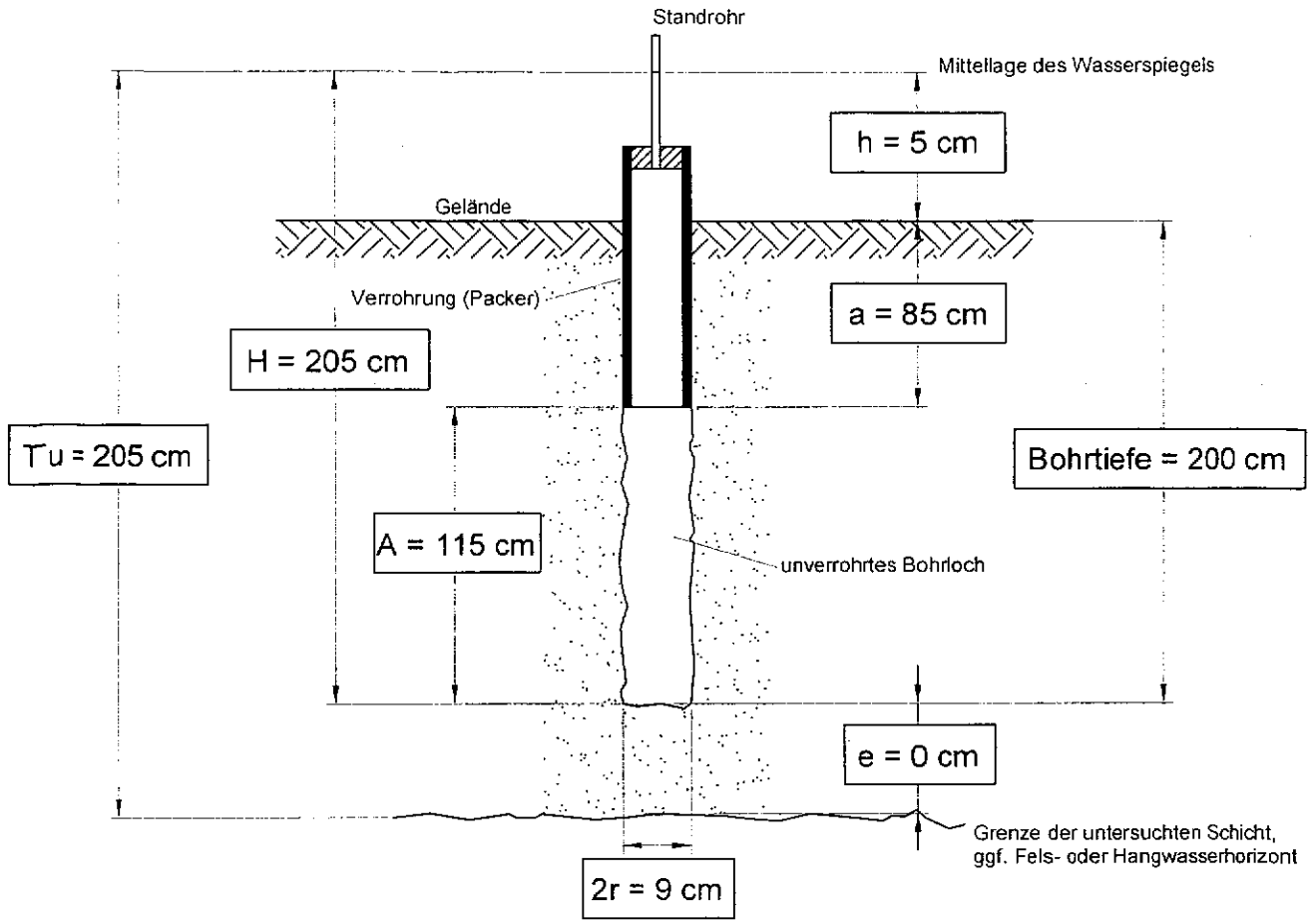
Endenicher Str. 341
53121 Bonn
Tel.: 0228-220256
Fax: 0228-224821

Bauvorhaben:
Stadt Hennef, Versickerung Schulsportaussenanlage Gesamtschule Meiersheide

Planbezeichnung:
Auswertung Versickerungsversuch VB 1

Anlage:	3.1
Auftrag-Nr.:	7047
Datum:	26.09.2005
Maßstab:	---
Gezeichnet:	Ri.

Ermittlung des DARCYschen Durchlässigkeitsbeiwertes "k" durch Versickerungsversuch im Bohrloch nach USBR Earth Manual '51



$$Q = \frac{165}{19{,}0} = 8{,}7 \ \frac{cm^3}{s}$$

Versickerte Wassermenge pro Zeiteinheit nach Erreichen eines relativen Beharrungszustandes

$$\frac{A}{r} = \frac{115}{4{,}5} = 26$$

Hilfsparameter zur Ermittlung des Koeffizienten Cs

$Cs = 47$ aus USBR E.M.

$$Tu + H - A = 205 + 205 - 115 = 295 \ cm$$

$$k = \frac{2 \times Q \times 0{,}01}{(Cs+4) \times 4{,}5 \times (Tu+H-A)} = \frac{2 \times 8{,}7 \times 0{,}01}{47 \times 4{,}5 \times 295} = 2{,}8 \times 10^{-6} \ \frac{m}{s}$$

DARCYscher Durchlässigkeitsbeiwert

Das Verfahren ist gültig für H/Tu>0,5 und Tu/A<6

Bohné

Ingenieurgeologisches Büro

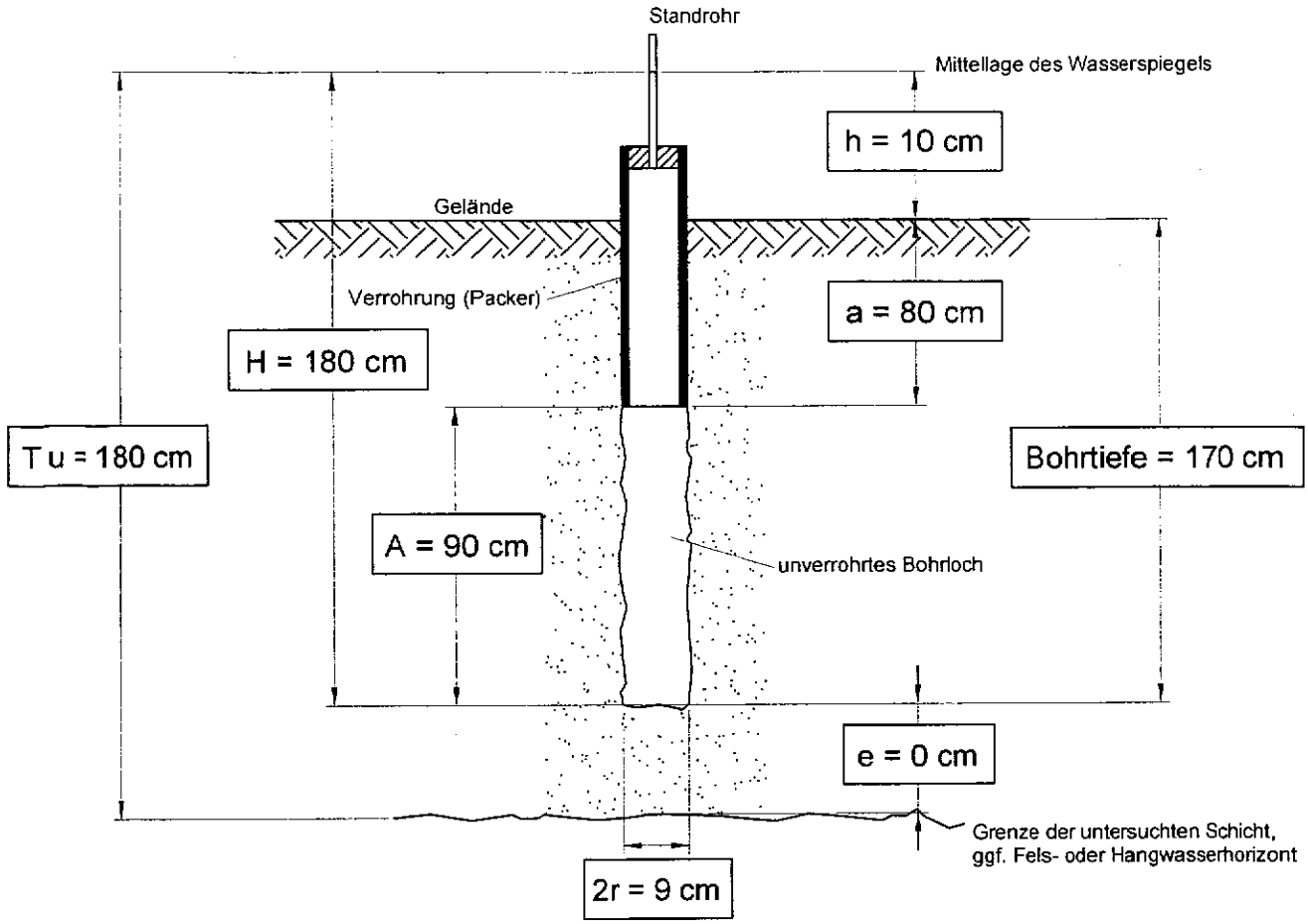
Endenicher Str. 341
53121 Bonn
Tel.: 0228-220256
Fax: 0228-224821

Bauvorhaben:
Stadt Hennef, Versickerung Schulsportaussenanlage
Gesamtschule Meiersheide

Planbezeichnung:
Auswertung Versickerungsversuch VB 2

Anlage:	3.2
Auftrag-Nr.:	7047
Datum:	26.09.2005
Maßstab:	---
Gezeichnet:	Ri.

Ermittlung des DARCYschen Durchlässigkeitsbeiwertes "k"
durch Versickerungsversuch im Bohrloch nach USBR Earth Manual '51



$$Q = \frac{165}{3{,}5} = 48 \ \frac{cm^3}{s}$$

Versickerte Wassermenge pro Zeiteinheit nach Erreichen eines relativen Beharrungszustandes

$$\frac{A}{r} = \frac{90}{4{,}5} = 20$$

Hilfsparameter zur Ermittlung des Koeffizienten Cs

$Cs = 39$ aus USBR E.M.

$$Tu + H - A = 180 + 180 - 90 = 270 \ cm$$

$$k = \frac{2 \times Q \times 0{,}01}{(Cs+4) \times 4{,}5 \times (Tu+H-A)} = \frac{2 \times 48 \times 0{,}01}{39 \times 4{,}5 \times 270} = 2{,}0 \times 10^{-5} \ \frac{m}{s}$$

DARCYscher Durchlässigkeitsbeiwert

Das Verfahren ist gültig für H/Tu>0,5 und Tu/A<6

Bohné

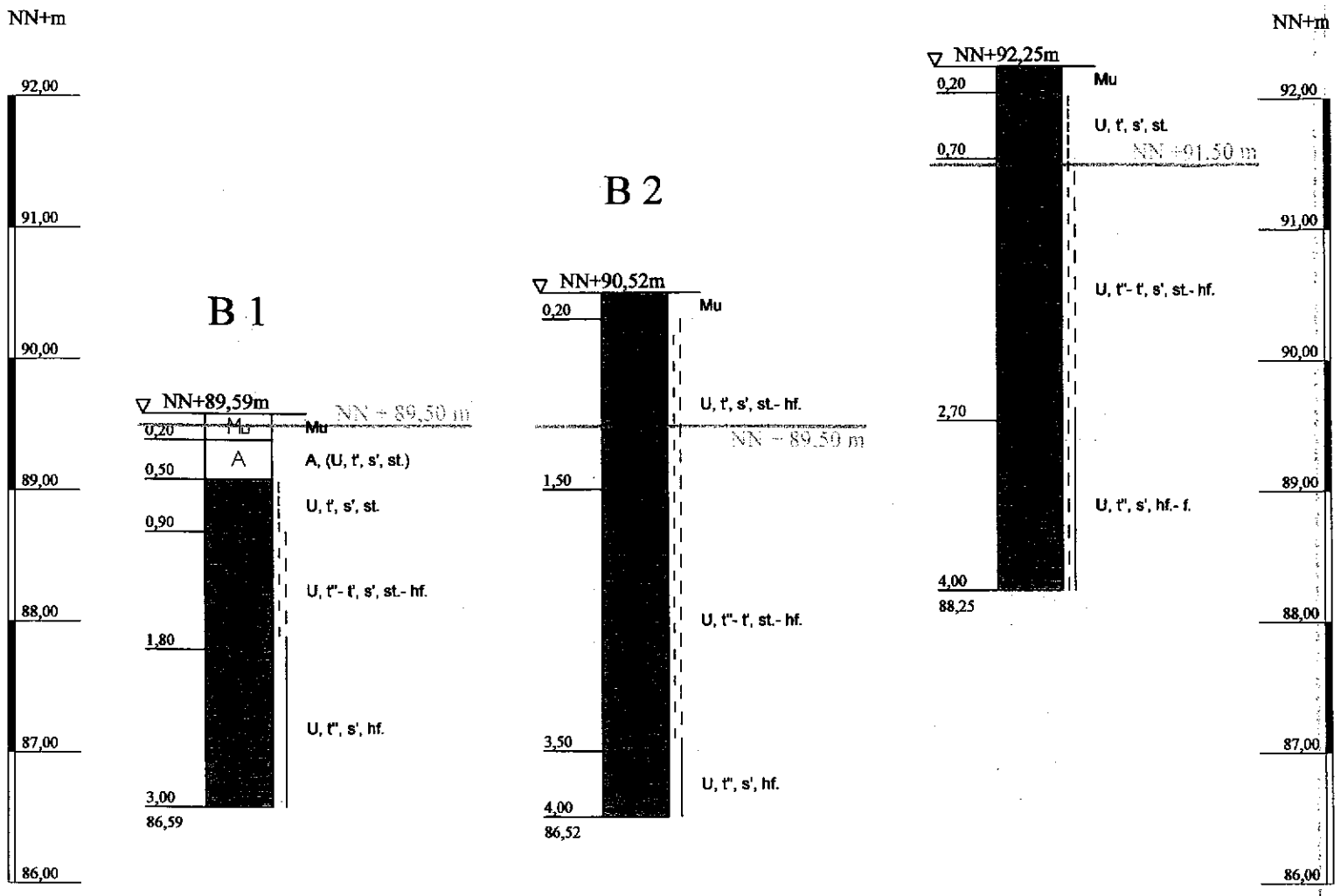
Ingenieurgeologisches Büro

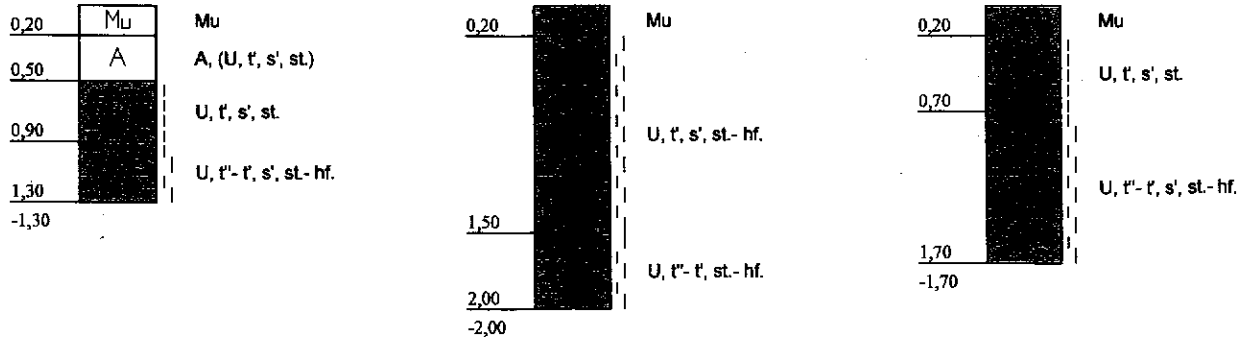
Endenicher Str. 341
53121 Bonn
Tel.: 0228-220256
Fax: 0228-224821

Bauvorhaben:
Stadt Hennef, Versickerung Schulsportaussenanlage
Gesamtschule Meiersheide

Planbezeichnung:
Auswertung Versickerungsversuch VB 3

Anlage:	3.3
Auftrag-Nr.:	7047
Datum:	26.09.2005
Maßstab:	---
Gezeichnet:	Ri.





Versickerungsbereich 0,65 - 1,30 m
k = 2,2 x 10-5 m/s

Versickerungsbereich 0,85 - 2,00 m
k = 2,8 x 10-6 m/s

Versickerungsbereich 0,80 - 1,70 m
k = 2,0 x 10-5 m/s

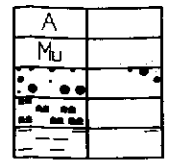
ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN

B Rammkernbohrung D = 36 / 42 mm
VB Versickerungsbohrung D = 90 mm

BODENARTEN

Anfüllung		A	
Mutterboden		Mu	
Sand	sandig	S	s
Schluff		U	
Ton	tonig	T	t



NEBENANTEILE

" sehr schwach (< 5 %)
' schwach (< 15 %)
* stark (> 30 %)

KONSISTENZ

st. | steif hf. | halbfest
f. || fest

——— = Muldensohle

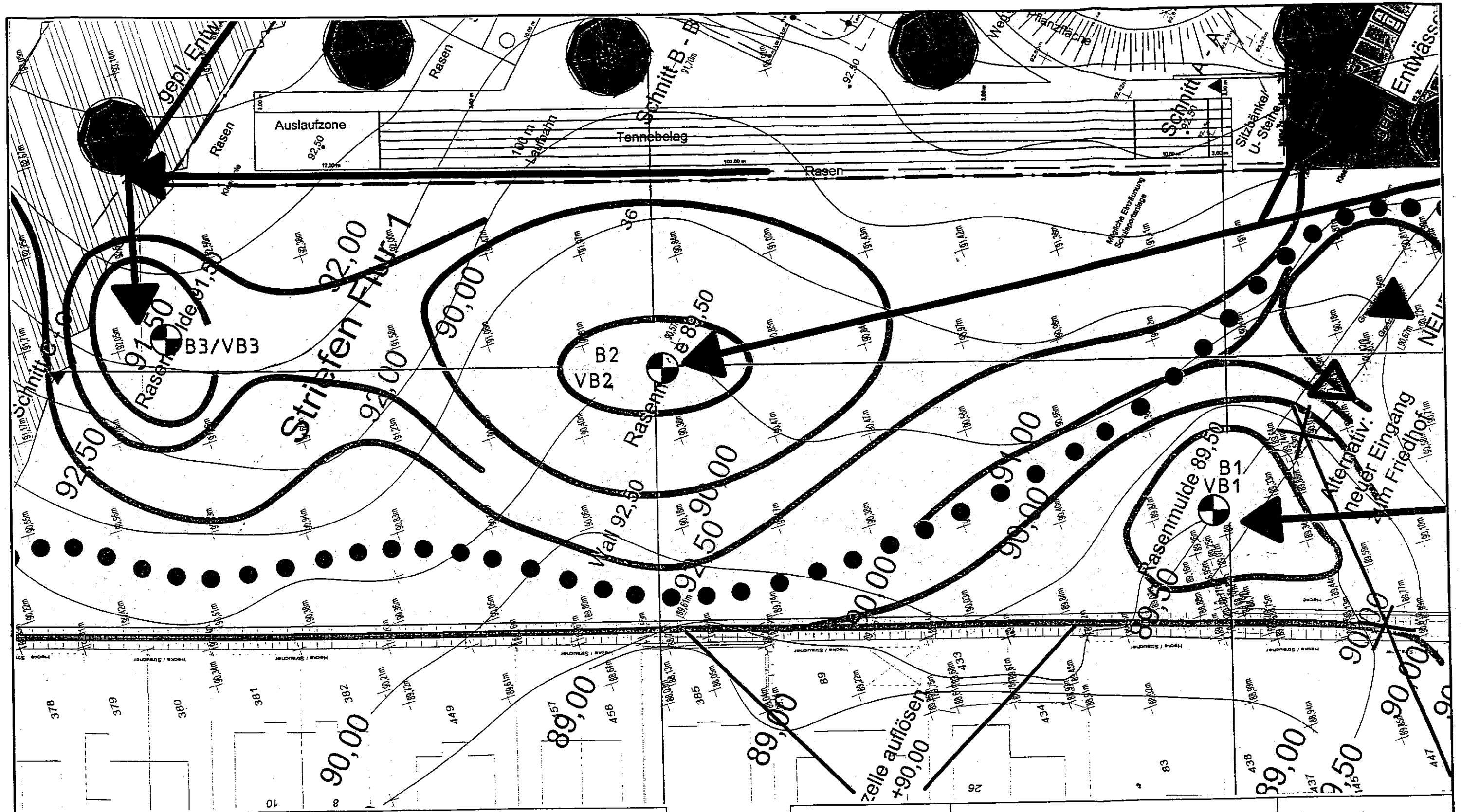
Bohné
Ingenieurgeologisches Büro
Endenicher Straße 341
53121 Bonn
Tel.: 0228 / 220256
Fax: 0228 / 224821

Bauvorhaben:
Stadt Hennef, Versickerung Schulsportaussenanlage
Gesamtschule Meiersheide

Planbezeichnung:
Bohrprofile nach DIN 4023

Anlage:	2
Auftrag-Nr:	7047
Datum:	26.09.2005
Maßstab:	1 : 50
Gezeichnet:	Ri.

Copyright © 1994-2000 IDAT GmbH - D:\Dateien WINBOHR\Bohné\7047.bop



B = Rammkernbohrung Ø 36/42 mm

VB = Versickerungsbohrung Ø 90 mm

Bohné

Ingenieurgeologisches Büro

Endenicher Str. 341
53121 Bonn
Tel.: 0228-220256
Fax: 0228-224821

Bauvorhaben:
Stadt Hennef, Versickerung Schulsportaussenanlage Gesamtschule Meiersheide

Planbezeichnung:
Lageplan mit Untersuchungsstellen

Anlage:	1
Auftrag-Nr.:	7047
Datum:	26.09.2005
Maßstab:	1 : 500
Gezeichnet:	Ri.