

Bohné

Ingenieurgeologisches Büro

Baugrund - Altlastenerkundung - Hydrogeologie - Erd- und Grundbaulabor

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

Stadt Hennef
Amt 65 Stadtbetrieb Zentrale Gebäudewirtschaft
Herrn Röddel
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@t-online.de

Ihre Nachricht

Ihr Zeichen

Unser Zeichen

Datum

B/7037/G

02.08.2005

Baugrundgutachten

BV:

Neubau der Gemeinschaftsgrundschule Siegtal mit Sporthalle und Außensportanlagen in 52773 Hennef-Ost

Auftraggeber:

**Stadt Hennef
Amt 65 Stadtbetrieb Zentrale Gebäudewirtschaft
Frankfurter Str. 97
53773 Hennef (Sieg)**

Anlagen:

- 1. Lageplan mit Bohr- und Sondierpunkten 1:500**
- 2. Bohrprofile nach DIN 4023 1:100**
- 3. Auswertung der Versickerungsversuche**

1. Veranlassung, Situation

Die Stadt Hennef projiziert in 53773 Hennef-Ost den Neubau der Gemeinschaftsgrundschule Siegtal. Die geplante Anlage besteht aus einem

2-geschossigen, teilunterkellertem Schulgebäude, einer Sporthalle mit Umkleide- und Geräteräumen sowie einer Außensportanlage. Die Örtlichkeit ist in den Lageplan in der Anlage 1. eingetragen. Aufgrund unklarer Bodenverhältnisse für die Gründung wurde der Unterzeichnende mit einer Baugrunduntersuchung und der Erstellung des hiermit vorgelegten Gutachtens am 11.07.2005 von der Stadt Hennef beauftragt. Zusätzlich sind die hydrogeologischen Verhältnisse zur möglichen Versickerung von Niederschlagswasser für das Bauvorhaben mit zu untersuchen. Grundlage bildet das Angebot des Ingenieurgeologischen Büros Bohné vom 21.06.2005 sowie das Ergänzungsangebot zum 01.08.05.

Der Sportplatz und die ebenfalls geplante Kindertagesstätte sind nicht Gegenstand dieser gründungstechnischen Beratung.

2. Durchgeführte Untersuchungen

Zunächst wurden die bereits vorhandenen Ergebnisse der Baugrundvorerkundung der Baugrundlabor Batke GmbH und einer entsorgungstechnischen Bewertung des Unterzeichnenden im Rahmen des Baues der Erschließungsstraße eingesehen und ausgewertet.

Am 19., 20., 21. u. 25.07.2005 erfolgten vom Ingenieurgeologischen Büro Bohné auf dem Baugrundstück 17 Sondierbohrungen (B21-B37) ϕ 40/36 mm Rammkern mit insgesamt 82,7 lfd. Bohrmeter bis in eine Tiefe zwischen 3m und 6,5m unter Flur. An den Ansatzstellen DPL 29 und DPL 35 wurde zur weiteren Bestimmung der Konsistenzen und Lagerungsdichte jeweils eine leichte Rammsondierung durchgeführt.

Alle Sondierpunkte sind nach Lage und Höhe eingemessen und in den Lageplan (Anlage 1.) im Maßstab 1 : 500 eingetragen worden.

Bezugspunkt für das Nivellement war eine auf dem Baugrundstück angelegte Meßgerade und ein Höhenfestpunkt des Vermessungsbüro Apel und Müller aus Troisdorf.

Die Bohrprofile und Schichtgrenzen sind höhenrichtig zusammen mit Ergebnissen der Altuntersuchungen und den Diagrammen der Rammsondierungen grafisch nach DIN 4023 in Anlage 2.1. dargestellt.

Für die Untersuchung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes wurden zusätzlich 2 Handbohrungen (VB 7 u. VB 29) unmittelbar neben die dortigen Baugrundaufschlußbohrungen niedergebracht und in den ausgebauten Bohrlöchern Versickerungsversuche zur Bestimmung der hydraulischen Durchlässigkeit nach USBR-Earth-Manual durchgeführt. Die Versuchsprotokolle und hydraulischen

Berechnungen sind der Anlage 3 beigelegt. Eine separate grafische Darstellung der Bohrungen befindet sich in der Anlage 2.2..

3. Verwendete Unterlagen

- Geologische Karte 1 : 25.000 Blatt Siegburg
(incl. Erläuterungen)
Datum: 1987; Hrsg: GLA NRW
- Lageplan, 1 : 500
Schnitte
BV Neubau Gemeinschaftsgrundschule
Siegtal;
vom Architekturbüro Merten aus Hennef,
per email zugestellt
- Bodengutachten 6105
Baugrundvoruntersuchung
Neubau Grundschule Hennef-Ost,
Baugrundlabor Batke GmbH vom
10.04.2005
- Bodengutachten 05.01.8G
sowie Schreiben 05.01.8s1
Entsorgungs- und bautechnische
Bewertung einer Auffüllung im Bereich der
Erschließungsstraße
BV: Neubau Grundschule Hennef-Ost,
Blankenberger Straße (L333/Allnerhof)
Bohné Ingenieurgeologisches Büro vom
06.03.2005
- Ergebnisse der am 19.-21. u. 25.07.2005 durchgeführten Bohrungen,
Sondierungen u. Versickerungsversuche
- "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) Hennef

- USBR Earth Manual, second edition 1976

- DIN 18 130 T1

4. Bodenverhältnisse

Das Bauvorhaben befindet sich in Hennef Ost in leichter Hanglage. Laut geologischer Karte und eigener örtlicher Erfahrung wird der nähere Untergrund dieses Bereiches von Flußablagerungen der Sieg (erdgeschichtlich Pleistozän) aufgebaut.

Ihnen lagert eine unterschiedlich mächtige Lehmschicht auf. Im tieferen Untergrund folgt das verwitterte Felsgestein des Grundgebirge, bestehend aus Tonschiefern und Sandsteinen (erdgeschichtlich Unterdevon).

Nach den Ergebnissen der Altuntersuchungen sind stellenweise auch mächtigere Anfüllungen möglich.

Folgende Schichteinheiten konnten mit den Sondierungen bis 9m unter Flur erfaßt werden (s. hierzu Anlagen 1. u. 2.):

Baugrundschrift 1: Auffüllung

Mit der Bohrung B38 (s. Anl. 2.2. Sportplatzbereich) wurde eine >3m starke Auffüllung aus Mutterboden, tonig-sandigen Schluffen sowie Kieslagen und Ziegelresten festgestellt. Die Altuntersuchungen Batke u. Bohné ergaben für das dortige Umfeld Anfüllungsstärken bis 5,2m sowie Schwarzdeckenreste u. a. Fremdbestandteile.

Klassifikation DIN 18 196 Gruppe [OH, UL, GU]; DIN 18 300 Bodenklasse 1-5, Frostschutzklasse F1-3.

Baugrundschrift 2: Lehm

Bei den in der Anlage 2. olivfarben dargestellten Schichten handelt es sich um Lehmboden, welcher an vielen Stellen die Mutterbodenschicht (in Anl. 2. braun eingetragen) bis max. 4,2m unterlagert. Er besteht aus hellbraunen schwach tonigen bis tonigen Schluffen mit unterschiedlichen Sandanteilen. In den durchgeführten Feldversuchen (Handversuche) wurde für diese bindige Baugrundschrift eine geringe bis mittlere Plastizität festgestellt. Die Konsistenzen liegen meist im steifen bis halbfesten Bereich, vereinzelt konnten auch weiche Zustände ermittelt werden.

Geologisch handelt es sich bei dem Lehmboden um Hochflutablagerungen der Sieg.

Klassifikation DIN 18 196 Gruppe UL, UM; DIN 18 300 Bodenklasse 4, Frostschutzklasse F3.

Baugrundsicht 3: Sand

Unterhalb der Lehmschicht folgen Ablagerungen der Sieg aus Fein-/Mittelsanden mit unterschiedlichen Schluffgehalten. Diese Baugrundsicht ist in der Anlage 2 orange eingetragen und erreicht eine Mächtigkeit von 0,5 bis 3m. Aufgrund stark schwankender Eindringwiderstände der Bohrsondierungen wurden zur genaueren Ermittlung der Lagerungsdichte die Schlagzahlen der leichten Rammsondierungen ausgewertet.

Die Rammsonde benötigte zwischen 2 und 20 Schlägen pro 10cm Eindringtiefe, aus welchen locker bis (mittel) dichte Lagerungsverhältnisse abgeleitet werden können.

Klassifikation DIN 18 196 Gruppe SI; DIN 18 300 Bodenklasse 3, Frostschutzklasse F1.

Baugrundsicht 4: Kies

Die in der Anlage 2. hellgrün dargestellten Kiesböden der Sieg enthalten starke Sandgehalte und meist geringe Schluffanteile.

Der in dieser Schicht stark erhöhte Bohrwiderstand deutet auf mitteldichte bis dichte Lagerungsverhältnisse. Beim Eintritt in diese Baugrundsicht benötigte die Rammsonde >20 Schlägen pro 10cm Eindringtiefe. Hieraus können mindestens mitteldichte Lagerungen abgeleitet werden.

Klassifikation DIN 18 196 Gruppen GW, GU; DIN 18 300 Bodenklasse 3, Frostschutzklasse F2

Baugrundsicht 5: Verwitterungston

Ab 7,3m wurde in der Bohrung B3 (Altuntersuchung Batke) Verwitterungston (in Anl. 2. grau eingetragen) des nachfolgenden devonischen Grundgebirges angetroffen. Die Konsistenz lag im halbfesten bis festen Bereich, stellenweise waren auch weiche Zwischenlagen enthalten.

Klassifikation DIN 18 196 Gruppen TM; DIN 18 300 Bodenklasse 5

Baugrundsicht 6: verwitterter Fels

Der unterlagernde Fels (in Anl. 2 grün eingetragen) des Grundgebirges besteht aus Tonschiefern in fester bis klüftiger Ausbildung und konnte mit dem Rammkernbohrverfahren nicht weiter durchdrungen werden.

DIN 18 300 Bodenklasse 6/7

5. Hydrogeologische Verhältnisse

Mit den neuen Bohrungen wurde kein Grund- oder Schichtenwasser angetroffen. Der erste freie Grundwasserleiter ist mit der Voruntersuchung Batke in einer Tiefe von >7,7m im Bereich B7 bzw. 6,3m bei B3 ermittelt worden.

Auch unter Berücksichtigung der natürlichen Schwankungen des Grundwasserspiegels ist hierdurch keine Beeinträchtigung zu erwarten. Bedingt durch die Hanglage ist aber zumindest zeitweises Schichtwasser stellenweise möglich.

Die hydraulische Durchlässigkeit einer schwach tonigen Lehmschicht wurde mit einem Feldversuch nach dem USBR Earth-Manual näher bestimmt.

Ermittelt wurde mit konstantem hydraulischem Gefälle/gleichbleibendem Wasserspiegel für die hydraulische Durchlässigkeit im Bereich

VB7 Versickerungsschicht Lehm (schwach tonig) 0,7-1,3m $K_f = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

Der untersuchte Lehm ist somit nach DIN 18130 als durchlässig anzusprechen.

Für den Sandboden wurde ermittelt:

VB29 Versickerungsschicht Sand 0,65-1,3m $K_f = 1,9 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$

Die untersuchte Sandschicht ist nach DIN 18130 ebenfalls als durchlässig anzusprechen.

Nach den im Handversuch abgeschätzten Korngrößenverteilungen und allgemeiner Erfahrung können die einzelnen Bodenschichten unter Berücksichtigung der Versickerungsversuche wie folgt hydraulisch eingestuft werden:

Lehm $K_f \text{ (m/s)} = 10^{-5}-10^{-7}$ = (schwach) durchlässig

Sand/Kies $K_f \text{ (m/s)} = 5 \cdot 10^{-5}-10^{-3}$ = durchlässig bis gut durchlässig

Nach Auskunft des STUA Köln, ist das Baugrundgebiet keiner Grundwasserschutzzone zugehörig.

Versickerung

Für eine gezielte, dezentrale Versickerung des abfließenden NSW kommen - nach hydraulischen und wasserwirtschaftlichen Güteaspekten unterschieden - folgende 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 NSW-Dachabflüsse gelten 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 eine günstige Bodenbeschaffenheit u.a. mit einem Kf-Wert von möglichst $>5 \cdot 10^{-6}$ m/s erforderlich. Diese Durchlässigkeit wird von der Lehmschicht nicht überall erreicht. Zudem ist ein Zuschlämmen der Bodenporen und eine damit verbundene geringere hydraulische Durchlässigkeit/ Versickerungsrate im Laufe der Jahre möglich.

Gute Versickerungsleistungen sind im unterlagernden Sand und Kies zu erwarten.

Es wird aufgrund der ungünstigen hydraulischen Eigenschaft der Deckschicht daher eine Versickerung des gesammelten Niederschlagswassers in diese Schichten mittels Sickerschächten, Sickerbecken oder Rigolen vorgeschlagen.

Bei diesen Möglichkeiten wird das Niederschlagswasser zwischengespeichert und verzögert an den Untergrund abgegeben, sie werden auf das zu speichernde Volumen bemessen. Der Sickerschacht wird in der Regel aus Betonringen aufgebaut, die mit einer Kiespackung umgeben sind. In den Sickerschacht ist eine mindestens 0,5m hohe Sandschicht als Filter einzubringen.

Das erforderliche Speichervolumen richtet sich nach den örtlichen Gegebenheiten und ist auf dem Baugrundstück insgesamt unregelmäßig.

Als geeignetester Bereich bietet sich die Fläche zwischen dem Schulgebäude und der Kindertagesstätte an.

Grob überschlägig können bei ca. 1,5m breiten Sickerschächten und feinkornarmen Kiesuntergrund ca. 400m² Anschlußfläche bei einer Stauhöhe von ca. 2,5m versickert werden (Gesamtschachttiefe zuzüglich 0,5m Reinigungsschicht aus Sand sowie frostsicher Einleitung). Eine 1m breite Rigole müßte bei gleichem Untergrund (Kiesboden Kf 10⁻⁴ m/s) ca. 10m lang sein.

In den lehmigen Bereichen ist eine deutlich größere Anlage erforderlich. Falls gewünscht, kann vom Unterzeichnenden eine Dimensionierung der Versickerungsanlage vorgenommen werden.

Hierzu müssen Ort und Anschlußfläche bekannt sein.

Bei lehmigem Untergrund ist eine Mindestentfernung von 6m zu nicht gegen drückendes Wasser abgesicherten unterkellerten Bauteilen oder Fundamenten notwendig.

Schwach belastetes Niederschlagswasser (z.B. v. Parkplätzen) darf nicht über Sickerschächte in den Untergrund eingeleitet werden, sondern muß die belebte Oberbodenzone passieren.

Eine Flächenversickerung ist ggfs. für die Parkplätze durch sickerfähiges Verbundpflaster, Rasengittersteine oder ähnliches möglich.

Die im Sportplatzbereich festgestellten Lehmanfüllungen sind aufgrund Ihrer (geringfügigen) Schadstoffbelastungen mit PAK zur Versickerung von gesammeltem NSW nicht geeignet.

6. Geotechnische Beurteilung

Bodenaushub/ -aufbau, Verfüllung:

Für das Schulgebäude ist eine Teilunterkellerung vorgesehen. Bedingt durch den unruhigen natürlichen Geländeverlauf und die geplante Erdgeschoßfußbodenhöhe ist nur teilweise ein Bodenaushub erforderlich.

Es fallen lehmige Aushubmassen der Klasse 4 und Kiessande der Klasse 3 an.

Der Mutterboden (Klasse 1) ist auf der gesamten Baufläche, also auch in den Bereichen die einen Bodenaufbau benötigen, vorher auszubauen.

Lehm und Mutterbodenschichten sind aufgrund mangelnder Verdichtungsfähigkeit zum Wiedereinbau ungeeignet und nur an den Stellen zu verwenden, wo Sackungen von mehreren Zentimetern unproblematisch sind (Geländemodellierungen).

Der weitgestufte sandige Kiesboden ist aufgrund seiner Verdichtungsfähigkeit zum Wiedereinbau gut geeignet.

Gründung:

Wie aus der Anlage 2 und den oben gemachten Ausführungen ersichtlich, zeichnet sich der nähere Untergrund durch stark wechselnde Bodenverhältnisse aus.

Die OKF EG liegt nach den vorliegenden Unterlagen bei 78m ü.NN und ist in die Anlage 2. eingetragen.

Erfahrungsgemäß fallen bei derartigen Baukörpern die Lasten überwiegend als Streifen- und Punktlasten an.

Bei einer frostfreien Flachgründung (0,8/1m u. Flur) belasten die Fundamente stellenweise den natürlich anstehenden Lehmboden mit zunächst steifer bis halbfester Konsistenz und mäßiger Tragfähigkeit.

Der schluffige Lehmboden ist störungs- bzw. bewegungsempfindlich (thixotrop). Bereits bei natürlichen Wassergehalten entsprechend steifer Konsistenz, erst recht jedoch bei der Wassersättigung erfolgt bei mechanischer Beanspruchung (Befahren, Verdichten) eine Plastifizierung. Gründungsflächen auf Lehmboden sind deshalb unbedingt vor Wasserzutritt zu schützen und nicht dynamisch zu beanspruchen (keine Befahrung, kein Nachverdichten, Baugrube rückschreitend ausheben!)

Zur Vorbemessung der zulässigen Bodenpressung kann der ungestörte Lehmboden bei mindestens steifer bis halbfester Konsistenz mit 200KN/m² belastet werden.

Die zu erwartenden Setzungen liegen in einer Größenordnung von 2-3,5cm.

Sollten stellenweise aufgeweichte Bereiche angetroffen werden, sind diese auszubauen und durch Magerbeton zu ersetzen.

Der anstehende Sandboden ist je nach Lagerungsdichte mäßig bis gut tragfähig und gegebenenfalls auch nachverdichtungsfähig.

Die vorläufig zulässige Bodenpressung beträgt für den anstehenden Sandboden 250KN/m² bei einer Einbindetiefe von 0,8m und einer Fundamentbreite von 1-1,5m.

Zur Vorbemessung der zulässigen mittleren Bodenpressung können bei einer Einbindetiefe von 0,8m für 1-1,5m breite Streifenfundament auf der Kiesschicht ohne besondere tiefbautechnische Maßnahmen 350 KN/m² angesetzt werden.

Die zu erwartenden Setzungen liegen bei ca. 1cm.

Ein Großteil der Baufläche befindet sich zur Zeit unterhalb des angestrebten Höhenniveaus.

Der erforderliche Bodenaufbau erfolgt nach rückschreitendem Abziehen des Mutterbodens und lagenweisem (0,3-0,4m) Einbau eines geeigneten Bodenersatzes (Kiessand, Schotter, RCL-mat. güteüberwacht). Dabei ist eine Verdichtung von 100% PROCTOR nachzuweisen.

Die genaue Höhe des Gesamlastaufkommens des Baukörpers ist dem Unterzeichnenden noch nicht bekannt.

Prinzipiell werden aufgrund der wechselnden Bodenverhältnisse zur Verringerung von Setzungsunterschieden bewehrte Fundamente und austeifende Elemente in der Konstruktion, sowie (wenn möglich) Bewegungsfugen empfohlen.

Sollten stellenweise hohe Lasten in den Baugrund eingebracht werden, ist ggfs. unterstützend eine Tiefgründung in die Sand- oder Kiesschichten mittels Pfählen oder Brunnen durchzuführen (Bsp. Turnhalle, Bereich B29, B35).

Alternativ kann ein größerer Bodenaustausch vorgenommen werden. Überschlägig umfasst der Bereich der Spannungsausbreitung unterhalb eines Fundamentes die 2fache Fundamentbreite in die Tiefe gerechnet unter Beachtung des Lastausbreitungswinkels von 45°!

Wird bei einer Fundamenteinbindetiefe von 0,5m und einer Fundamentbreite von 1m der Lehmboden bis 2m unter FUK durch einen Bodenaustausch 100% PROCTOR ersetzt, können 300KN/m² bei mittiger und lotrechter Belastung abgetragen werden.

Bei jetzigem Geländeniveau entspräche dies durchschnittlich einer Aushubtiefe von ca. 0,8m.

Unter der Fußbodenplatte sollte in den lehmigen Bereichen ein mind. 0,3m starkes Auflager aus gut abgestuftem und verdichtetem Material (z.B. Schotter 0/45) eingebaut werden.

Bodenkennwerte:

Für die erdstatischen Berechnungen und Nachweise sind folgende mittlere Bodenkennwerte anzusetzen:

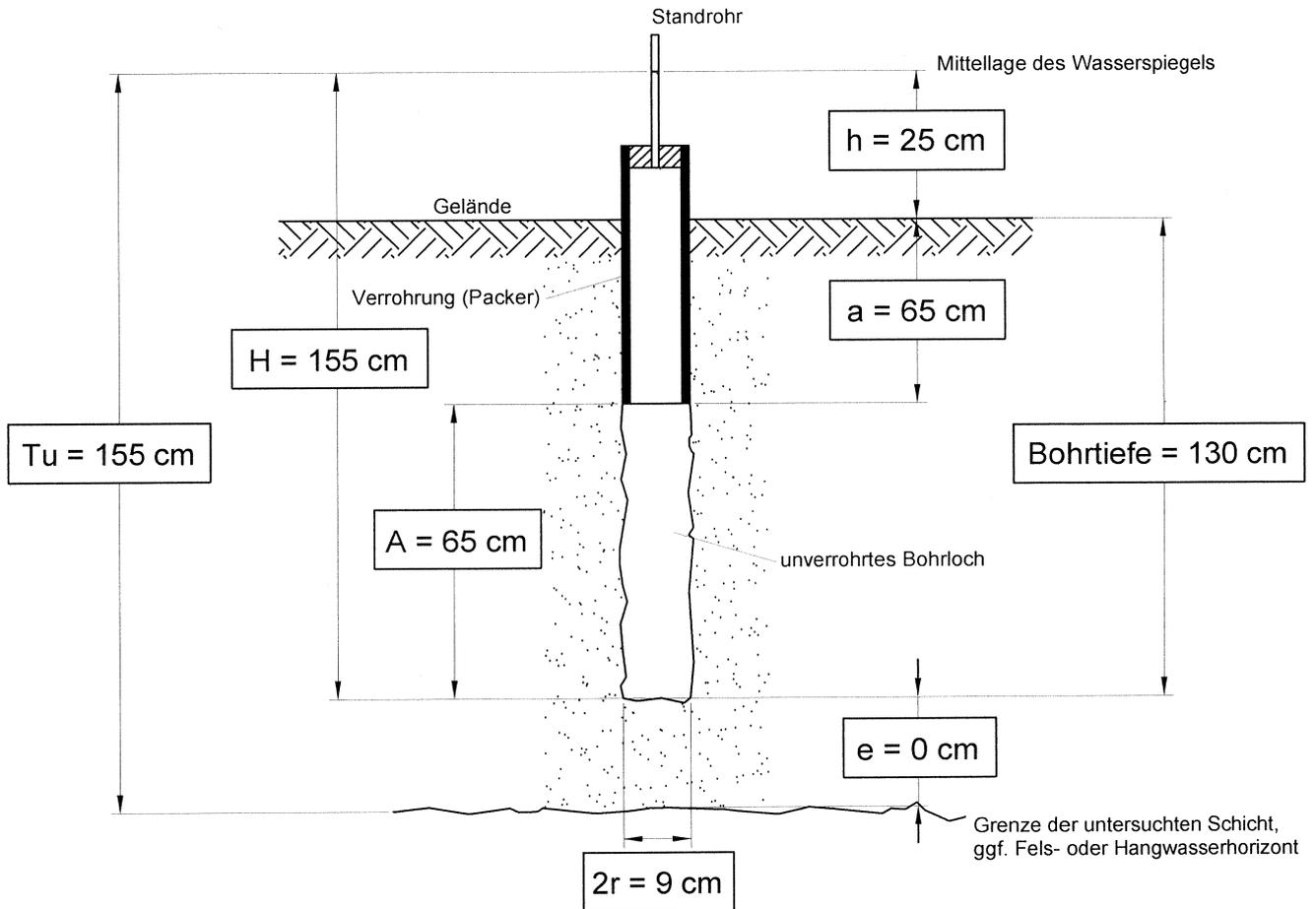
Tabelle 1: Bodenkennwerte

	Lehm UL/UM	Sand SI	Kies GW/GU
Wichte $\text{cal } \gamma (\text{kN} / \text{m}^3)$ über Wasser	20		
$\text{cal } \gamma' (\text{kN} / \text{m}^3)$ unter Wasser	10		
$\text{cal } \gamma (\text{kN} / \text{m}^3)$ erdfeucht		18-19	20
$\text{cal } \gamma_r (\text{kN} / \text{m}^3)$ wassergesättigt		20-21	22
$\text{cal } \gamma' (\text{kN} / \text{m}^3)$ unter Auftrieb		10-11	12
Reibungswinkel φ (°)	22,5-27,5	30-32,5	32,5
Kohäsion $\text{cal } c' (\text{kN} / \text{m}^2)$	5	0	0
$\text{cal } c_u (\text{kN} / \text{m}^2)$	25	0	0
Steifemodul $\text{cal } E_s (\text{MN} / \text{m}^2)$	6-10	15-40	150

Bei Rückfragen wird um Nachricht gebeten.

Bohné
Dipl.-Geologe

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



$$Q = \frac{165}{0,5} = 330 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$

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.

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

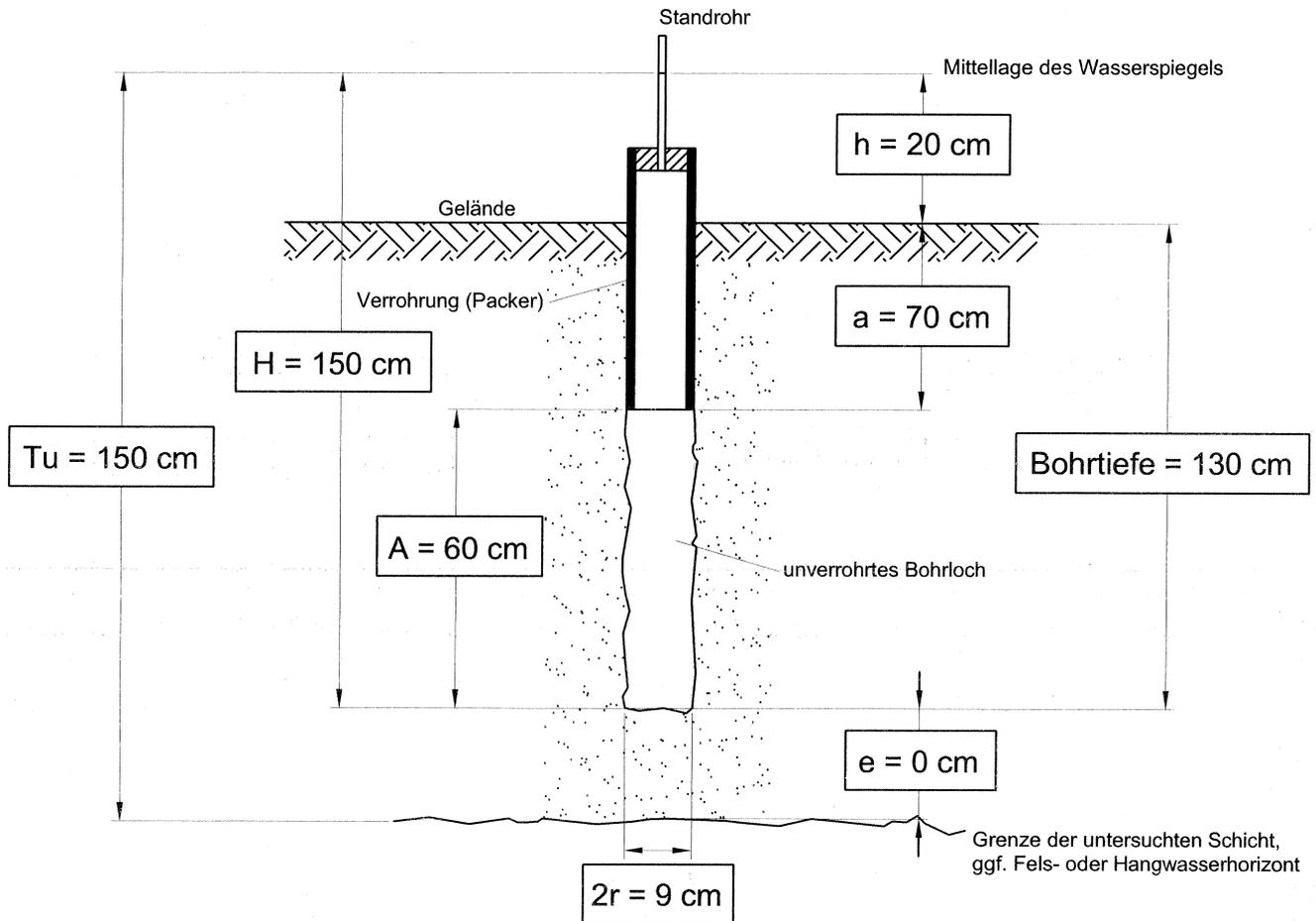
$$k = \frac{2 \times Q \times 0,01}{(Cs+4) \times 4,5 \times (Tu+H-A)} = \frac{2 \times 330 \times 0,01}{31 \times 4,5 \times 245} = 1,9 \times 10^{-4} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

DARCYscher Durchlässigkeitsbeiwert

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

<p>Bohné Ingenieurgeologisches Büro Endenicher Str. 341 53121 Bonn Tel.: 0228-220256 Fax: 0228-224821</p>	<p>Bauvorhaben: Stadt Hennef Neubau Gemeinschaftsgrundschule Siegtal Hennef-Ost</p> <p>Planbezeichnung: Auswertung Versickerungsversuch VB 29</p>	Anlage: 3.1
		Auftrag-Nr.: 7037
		Datum: 27.07.2005
		Maßstab: ---
		Gezeichnet: Ri.

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



$$Q = \frac{165}{4,5} = 37 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$

Versickerte Wassermenge pro Zeiteinheit
 nach Erreichen eines relativen Beharrungszustandes

$$\frac{A}{r} = \frac{60}{4,5} = 13$$

Hilfsparameter zur Ermittlung des Koeffizienten Cs

$$C_s = 29$$

aus USBR E.M.

$$T_u + H - A = 150 + 150 - 60 = 240 \text{ cm}$$

$$k = \frac{2 \times Q \times 0,01}{(C_s + 4) \times 4,5 \times (T_u + H - A)} = \frac{2 \times 37 \times 0,01}{29 \times 4,5 \times 240} = 2,4 \times 10^{-5} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

DARCYscher Durchlässigkeitsbeiwert

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

<p>Bohné Ingenieurgeologisches Büro Endenicher Str. 341 53121 Bonn Tel.: 0228-220256 Fax: 0228-224821</p>	<p>Bauvorhaben: Stadt Hennef Neubau Gemeinschaftsgrundschule Siegtal Hennef-Ost</p> <p>Planbezeichnung: Auswertung Versickerungsversuch VB 7</p>	Anlage: 3.2
		Auftrag-Nr.: 7037
		Datum: 27.07.2005
		Maßstab: ---
		Gezeichnet: Ri.