

# Bohné

## Ingenieurgeologisches Büro

---

Baugrund – Altlastenerkundung – Hydrogeologie – Erd- und Grundbaulabor

---

Ingenieurgeologisches Büro Bohné  
Endenicher Straße 341 – 53121

Björn Bohné  
Diplom Geologe BDG

Stadt Hennef  
Amt für Stadtplanung und -entwicklung

Endenicher Straße 341  
53121 Bonn

Herrn Schüssler  
Frankfurter Str. 97  
53773 Hennef (Sieg)

Tel. 0228 / 220256  
Fax 0228 / 224821  
Mobil 0171 / 2763457  
igb@bohnee.de  
www.bohnee.de

---

Ihre Nachricht

Ihr Zeichen

Unser Zeichen 8219 G

Datum 31.05.2012

### **Geotechnische und hydrologische Baugrunduntersuchung zur geplanten Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 01.41. Hennef (Sieg) - Kleinfeldchen**

#### **Auftraggeber:**

**Stadtbetriebe Hennef AöR  
Fachbereich Tiefbau  
Frankfurter Str. 97  
53773 Hennef (Sieg)**

#### **Anlagen:**

- 1. Lageplan mit Untersuchungsstellen 1:1000**
  - 2. Bohrprofile nach DIN 4023 1 : 100 / 1 : 500**
  - 3. Schichtenverzeichnisse Bohrungen**
  - 4. Protokolle und hydraulische Berechnungen Sickerversuche**
-

## **1. Veranlassung, Situation**

Das südlich der Bundesstraße 8 zwischen Hennef und Hossenberg gelegene Gelände soll für eine Bebauung erschlossen werden.

Nachfolgend ist eine Erkundung der Baugrundverhältnisse hinsichtlich des späteren Kanal- und Straßenbaues, der Gründung von Hochbauten sowie der Versickerung der anfallenden Niederschlagwässer vorzunehmen. Da noch keine konkreten Planungen vorliegen, handelt es sich um eine Voruntersuchung, welche ggf. entsprechend den Bedürfnissen der Einzelbauvorhaben zu ergänzen ist.

Mit Vertrag vom 14.05.2012 wurde das Ingenieurgeologische Büro Bohné auf Grundlage des Angebotes vom 17.01.2012 mit einer Baugrunduntersuchung und der Erstellung des hiermit vorgelegten Bodengutachten beauftragt.

Die Örtlichkeit ist in den Lageplan der Anlage 1. eingetragen.

## **2. Durchgeführte Untersuchungen**

Auf der Untersuchungsfläche wurden am 16.05.2012 insgesamt 4 Sondierbohrungen (B1-B4)  $\phi$  50mm Rammkern bis in eine Tiefe von 6-7m unter Flur niedergebracht.

Aus den Bohrungen wurden repräsentative Bodenproben entnommen und im Gelände mittels Handversuch die Korngrößenverteilung, die Plastizität und die Konsistenzen untersucht.

Alle Sondierpunkte sind nach Lage und Höhe eingemessen und in den Lageplan (Anlage 1.) zusammen mit Bohransatzpunkten einer früheren Baugrunderkundung der Nachbarfläche im Maßstab 1 : 1000 eingetragen worden.

---

Kartographische und vermessungstechnische Grundlage hierzu bildet der vom AG zur Verfügung gestellte Lageplan. Bezugspunkt für das Nivellement waren die erhaltenen Höhenfestpunkte.

Die Erkundungsbohrungen sind als Säulenprofile grafisch nach DIN 4023 in der Anlage 2. zusammen mit den Ergebnissen der Altuntersuchung (Baugrundlabor Batke 1996) höhenrichtig dargestellt, die Schichtenverzeichnisse befinden sich in der Anlage 3.

Wie üblich sind die Bohrprofile nur an den Bohrstellen für Einzelheiten des Schichtenaufbaus gültig.

An den Stellen B1 und B4 erfolgten in parallel niedergebrachten Handbohrungen Versickerungsversuche zur Bestimmung der hydraulischen Durchlässigkeit des Bodens. Die entsprechenden Versuchsprotokolle und hydraulischen Berechnungen befinden sich in der Anlage 4.

### **3. Verwendete Unterlagen**

- Geologische Karte 1:25.000 5209 Blatt Siegburg (incl. Erläuterungen) 1978; GLA NRW
  - Lageplan ohne nähere Bezeichnung, als Datei vom AG erhalten
  - Ergebnisse der Bohrungen und Sickerversuche vom 16.05.2012 durch den Unterzeichnenden
  - Baugrundgutachten 4276; Erschließung des Bebauungsplangebietes Hennef-Hossenberg, " Sondergebiet", Baugrundlabor Batke GmbH Bonn 26.11.1996
  - ATV/DVWK Merkblatt 138
  - Rundverfügung des RP Köln vom 1.9.94 AZ 54.2-3.5
-

#### **4. Geologie, Bodenverhältnisse**

Der untersuchte Abschnitt befindet sich in Hennef-Hossenberg und liegt geologisch im Übergangsbereich der Siegburger Bucht zur Nordabdachung des Siebengebirges.

Nach den Eintragungen in der geologischen Karte und eigener örtlicher Erfahrung ist der tiefere Untergrund durch Tonschiefer, Grauwacken und Sandsteine der Schichten des Obersiegen (Wahnbachschichten; erdgeschichtlich unterdevonischen Alters) bestimmt. Ihnen lagern braune Lehme des verwitterten Grundgebirges auf. Darüber folgen stellenweise Sande und Kiese der Siegterrasse. Im fraglichen Hangbereich sind Löß(lehme) (Verwitterungsprodukte des eiszeitlichen Lößsedimentes) des Pleistozäns zu erwarten.

Folgende Bodenverhältnisse konnten mit den Sondierungen bis 7m unter Flur erfasst werden (s. hierzu Anlage 2.):

Als oberste Schicht in der natürlichen Schichtenfolge wurde zunächst ein lehmiger Mutterboden in einer Stärke von ca. 25-40cm festgestellt.

Danach folgt ein natürlich anstehender Schluffboden, der in Anl. 2. oliv dargestellt ist und unterschiedliche, meist geringe Tonanteile sowie etwas Feinsand aufweist. Dieser Lehmboden ist überwiegend gering- bis mittelplastisch und besitzt eine steife bis halbfeste, stellenweise aber auch weiche Konsistenz.

Geologisch handelt es sich bei diesem Substrat um Verwitterungsmaterialien des kalkhaltigen Lößbodens.

Klassifikation DIN 18 196 Gruppe UM, UL; DIN 18 300 Bodenklasse 4, tw. auch Klasse 2 (Fließboden) möglich; Frostschutzklasse F3 (stark frostempfindlich).

---

Sonstiges:

Der vorgefundene Boden war organoleptisch unauffällig. Hinweise auf entsorgungstechnisch- oder umweltrelevante Schadstoffe konnten mit den Bohrungen nicht gewonnen werden.

## 5. Hydrogeologische Verhältnisse

Mit den Bohrungen wurde kein Grund- bzw. Hangwasser angetroffen.

Nach den im Handversuch abgeschätzten Korngrößenverteilungen und allgemeiner Erfahrung können die dort natürlich anstehenden Deckschichten hydraulisch als überwiegend gering durchlässig ( $K_f < 5 \cdot 10^{-6}$  m/s) eingestuft werden (näheres s. Kap. 8.). Untergeordnetes, temporäres Schichtwasser ist auf den bindigeren Horizonten nicht auszuschließen und für die dortige, tw. weiche Konsistenz verantwortlich.

Der Grundwasserleiter wird vom unterlagernden klüftigen Fels gebildet und ist für das BV. ohne Belang.

## 6. Bautechnische Eigenschaften des Bodenmaterials

**Lößlehm, Löß:** Von diesen meist tonigen, schwach feinsandigen Schluffen hat insbesondere der Löß wegen seines oft geringen Tonanteils ein sehr geringes Wasserbindevermögen und in der Folge eine sehr geringe Plastizität.

Hierdurch ergibt sich seine extreme Wasserempfindlichkeit: Eine geringe Wassergehaltserhöhung genügt, um die Konsistenz stark zu verschlechtern.

Das Material ist außerdem stark störungs- bzw. bewegungsempfindlich (thixotrop): Bereits bei natürlichen Wassergehalten entsprechend steifer Konsistenz erfolgt bei mechanischer Beanspruchung (Kneten, Befahren, mechanisches Verdichten) eine mindestens vorübergehende Plastifizierung.

---

Löß ist außerdem stark erosionsempfindlich, sodaß es durch konzentriert fließendes Niederschlagswasser zu Erosionsschäden in Böschungen kommen kann.

Beim Anschneiden unter Schichtenwasser ist Löß fließfähig. Schichtenwasser wurde allerdings, wie bereits erwähnt, nicht erbohrt.

Aus der extremen Empfindlichkeit des Materials ergeben sich eine Reihe von unbedingt zu beachtenden Erdbauhinweisen:

Erdarbeiten sind stark witterungsabhängig. Bei Regen sind sie ggf. zu unterbrechen. Danach darf nur bei abgetrocknetem Planum weiter gearbeitet werden.

Befahren und Rüttelverdichtung führen bereits bei erdfeuchtem Lößlehm und Löß zur Plastifizierung. Ggf. sind Baustraßen vorzusehen.

Aushubmaterial ist nur in einem Zustand „trockener als erdfeucht“ optimal verdichtbar. Beim Aushub in diesem Zustand befindliches Material ist nach Zwischenlagerung nur wiederverwendbar, wenn es durch Abdecken vor Wasseraufnahme geschützt wird. Eingebautes Bodenmaterial muß sofort auf Endverdichtung gebracht werden.

Baugrubenböschungen sind ggf. mit Folien vor Erosion zu schützen, wenn Niederschlagswasser aus einem größeren Einzugsgebiet einströmen kann.

Zum Baugrubenaushub sollte unbedingt stets ein Baggerlöffel ohne Zähne verwendet werden, da nur so eine präzise Aushubsohle erreichbar ist und das Durchpflügen mit anschließender Aufweichung vermieden wird.

Die nachträgliche Aufweichung von Baugrubensohlen läßt sich durch Einbringen körniger Schutzschichten (z.B. Kiessandgemische, Schotter, gut abgestufte Lava 0/56 usw.) weitgehend verhindern. Um den empfindlichen Untergrund nicht zu plastifizieren, dürfen diese, falls überhaupt erforderlich, nur mit einem leichten Gerät verdichtet werden, dessen Tiefenwirkung nach Herstellerangabe nicht über die Stärke der körnigen Schicht hinausgeht.

Im übrigen sind die Erdbauregeln der ZTVE-StB 09 für feinkörnige Böden zu beachten

---

Wenn es gelingt, durch umsichtiges Vorgehen und Beachtung der vorgenannten Regeln die relativ günstigen Konsistenzen zu erhalten, können Lößlehm und Löß bei den bisher festgestellten Konsistenzen als mäßig tragfähiger Baugrund eingestuft werden.

**Bodenkennwerte:**

Feuchtraumgewicht		$\gamma_f = 20-21 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	halbfest / steif / weich	$\rho = 27,5^\circ - 22,5^\circ$
Kohäsion	halbfest / steif / weich	$c = 15 / 5-10 / 3-5 \text{ kN/m}^2$
Steifeziffer	halbfest	$E = 18 \text{ MN/m}^2$
	steif	$E = 12-15 \text{ MN/m}^2$
	steif-weich	$E = 6-12 \text{ MN/m}^2$
	weich	$E = 4-6 \text{ MN/m}^2$ .

## 7. Beurteilung des Baugrundes

### 7.1 Beurteilung für den Kanalbau

**Wasserhaltung:** Nach den Bohrergebnissen ist diese für Grund- oder Schichtenwasser nicht erforderlich. Es reicht aus, für die Abführung von Tagwasser Sorge zu tragen.

**Rammpbarkeit:** Der Untergrund ist bis zu den von uns erreichten Bohrendtiefen rammpbar. Ein Rammverbau ist daher grundsätzlich einsetzbar.

**Verbau:** Die anstehenden Lößlehm- und Lößschichten sind gut vorübergehend standfest. Fließschichten wurden nicht festgestellt.

Daher kann grundsätzlich der kostengünstige Plattenverbau eingesetzt werden, bei welchem Verbauelemente in die vorgeschachtete Baugrube eingestellt oder ggf. abgesenkt werden. Die Einsatzgrenzen des Verfahrens werden durch die Herstellerangaben, durch besonders tiefe Baugruben sowie die Nähe von empfindlichen

---

Bauwerken vorgegeben. Bei höherem Sicherheitsbedürfnis oder sehr tiefen Baugruben kann daher ein Gleitschienenverbau oder ein Rammverbau erforderlich werden.

Da Fließschichten nicht festgestellt wurden, muß im Normalfall ein Rammverbau nicht notwendigerweise im Schloß gerammt werden. Auch ein Kanaldielenverbau ist einsetzbar.

**Wiedereinbaufähigkeit des anstehenden Bodens:** Dieser ist je nach Wassergehalt sehr wechselhaft verdichtbar und daher nur dann zur Baugrubenverfüllung oberhalb der Leitungszone sowie bis ca.0,50 m unter Erdplanum der Straße geeignet, wenn er bereits beim Aushub einen optimalen Wassergehalt („trockener als erdfeucht“) aufweist, bei Zwischenlagerung vor Wassergehaltserhöhung geschützt und nach dem Einbau sofort auf Endverdichtung gebracht wird.

Bei wechselnden Wassergehalten und teils „erdfeuchter“ Zustandsform besteht ggf. nach Durchführung entsprechender Eignungsprüfungen die Möglichkeit, den Löß in einer zentralen Anlage z.B. durch Kalkzugabe zu konditionieren bzw. verdichtungsfähig zu machen.

Voraussetzung für das Gelingen des Wiedereinbaus von feinkörnigen Böden ist stets ein materielles Interesse der ausführenden Firma.

Ohne Vorsortierung oder Konditionierung ist Aushubmaterial nur zur Geländemodellierung geeignet.

**Sohlbefestigung:** Die Sohle der Kanalbaugruben muß voraussichtlich mit grobkörnigem Material (Kiessand, Schotter, oder gut abgestufte Lava 0/56) in Stärken von 0,10-0,30 m stabilisiert werden.

---

## 7.2 Beurteilung für den Straßenbau

Die Bemessung der Straßen erfolgt auf der Grundlage der RStO 01. Nach der vorgesehenen Verkehrsbelastung wird vom Planer die Bauklasse gewählt.

Die Bodenarten des Erdplanums (Bodengruppen TL und UL) rechnen gemäß ZTVE-StB 09 zur Frostepfindlichkeitsklasse F3 - „sehr frostepfindlich“.

Aus der RStO ergibt sich je nach Bauklasse die mindestens erforderliche Gesamtaufbaustärke. Nach den verschiedenen Tafeln der RStO wird vom Planer eine Regelbauweise mit dieser Gesamtaufbaustärke gewählt.

Voraussetzung für die zu erreichenden Tragfähigkeitswerte der Einzelschichten ist ein Soll-Tragfähigkeitswert des Erdplanums von mindestens  $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ . Auf dem anstehenden Lößlehm und Löß ist dieser voraussichtlich nicht erreichbar.

Für diesem Fall bestehen theoretisch verschiedene Möglichkeiten. Das früher häufiger eingesetzte Kalken mit örtlichem Untermischen durch eine Bodenfräse (Zugabe von Weißfeinkalk - mixed in place) ist heute je nach Umfeld u.U. aus umwelttechnischen Gründen (Pflanzenschäden in der Umgebung) problematisch.

Am wirtschaftlichsten hat sich in den meisten Fällen erwiesen, die Stärke der untersten Schicht - (Frostschuttschicht, Kiestragschicht, Schottertragschicht) - um ca.20-30 cm zu vergrößern. Dieses Maß wird auch von den Witterungsbedingungen beeinflusst.

D.h. in der Ausschreibung sind im Untersuchungsgebiet wegen der von vornherein zu geringen Tragfähigkeit des Erdplanums entsprechend vergrößerte Gesamtaufbaustärken vorzusehen.

Lastplattendruckversuche zur endgültigen Dimensionierung und zum Nachweis der Tragfähigkeit sind auf der verstärkten Schicht auszuführen. Versuche auf körnigen Schichten mit Stärken geringer als ca.0,50 m führen wegen der Charakteristik des LP-Versuchs zu irreführenden Ergebnissen und unwirtschaftlicher Dimensionierung.

---

Ob ggf. bei Auflegen eines Geotextils auf das Erdplanum eine geringere Erhöhung der Aufbaustärke möglich ist, kann durch Versuche an Probefeldern festgestellt werden.

Wie bereits im Abschnitt „Bodenmechanische Eigenschaften“ dargelegt, dürfen körnige Schichten - um den bewegungsempfindlichen Untergrund nicht zu plastifizieren - nur mit Gerät verdichtet werden, dessen Tiefenwirkung nach Herstellerangabe nicht über die Gesamtstärke der eingebauten körnigen Schichten hinausgeht. Der Einsatz der schweren Rüttelwalze ist daher i.d.R. schädlich.

Für die Wiederverwendung des in Einschnitten anfallenden Lößlehm- und Löß-Aushubmaterials gilt ähnliches wie beim Kanalbau: Unter günstigen Voraussetzungen kann es in begrenzter Menge und bei strenger Beachtung der Erdbauregeln ggf. im unteren Teil von Straßendämmen, ggf. in Lärmschutzwällen, und ansonsten nur zur Geländemodellierung verwendet werden.

### **7.3 Gründung von Hochbauten**

Ein- bis dreigeschossige, unterkellerte oder nicht unterkellerte Bauwerke können voraussichtlich mit Streifen- und Einzelfundamenten gegründet werden. Je nach Empfindlichkeit ist ggf. eine konstruktive Bewehrung vorzusehen. Die anzusetzenden max.zul.Bodenpressungen (Sohldruckverteilung nach DIN 1054) liegen in der Größenordnung 200 bis 250 kN/m<sup>2</sup>. Die zu erwartenden Setzungen werden auf 0,5 bis 2,5 cm veranschlagt.

---

## 8 Beurteilung der Versickerung von Niederschlagswasser

### Vorschriften und Richtlinien:

Maßgebend für die Beurteilung der Versickerung des von befestigten Flächen (Dach-, Hof- und Parkplatzflächen, Straßenflächen) aufgefangenen Niederschlagswassers ist das Arbeitsblatt A138 der Abwassertechnischen Vereinigung (ATV) „Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser“ (1990). In diesem sind verschiedene Typen von Versickerungsanlagen aufgeführt, welche sich u.a. nach ihrer Schutzwirkung für das Grundwasser unterscheiden. Das Arbeitsblatt enthält Gestaltungs- und Bemessungshinweise.

Weiterhin liegt die Rundverfügung des RP Köln vom 1.9.94 AZ 54.2-3.5 vor. Sie trifft Festlegungen über die Versickerung innerhalb und außerhalb von Wasserschutzzonen und zum Verschmutzungsgrad unterschiedlicher Niederschlagswässer.

U.a. darf danach Wasser von Hof- und Dachflächen sowie Radwegen als nicht belastet (= unverschmutzt) angesehen werden.

### Mögliche Anlagenarten:

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

Unter dem Gesichtspunkt des Grundwasserschutzes sind gemäß Rundverfügung des RP Anlagentypen vorzuziehen, die das Reinigungspotential der belebten Bodenzone ausnutzen.

---

**Durchlässigkeitsanforderungen nach Arbeitsblatt ATV/DVWK 138:**

Für Versickerungsanlagen kommen gemäß Arbeitsblatt A138 Bodendurchlässigkeiten bzw. Böden mit  $k_f$ -Werten von  $5 \times 10^{-3}$  bis  $5 \times 10^{-6}$  m/sec in Frage. Der letztgenannte untere Grenzwert wird von der Rundverfügung des RP bestätigt.

Wenn die Durchlässigkeit etwas geringer ist, können Versickerungsanlagen mit Rückhaltevermögen (bei Schächten und Rohrversickerungen das Schacht- bzw. Rohrvolumen, bei Flächen- und Rigolenversickerung das Porenvolumen der Baustoffe) immer noch funktionieren, wenn das Wasser eines Regenereignisses zunächst aufgenommen wird, um dann mehr oder weniger langsam zu versickern.

Der o.g. Grenzwert sollte allerdings u.E. nur bei der Beseitigung des Wassers von Einzelgrundstücken unterschritten werden.

Bei der Versickerung von Straßenwasser sollte der Grenzwert des Arbeitsblattes A138 i.d.R. eingehalten werden, wobei geringfügige Abweichungen vom Sollwert wegen der Genauigkeitsgrenzen der Verfahren akzeptiert werden können.

Versickerungsanlagen müssen bei einem extremen Regenereignis schadlos überlaufen können.

**Festgestellte Durchlässigkeitsverhältnisse:**

Zur Ermittlung der Durchlässigkeit in den meist für Versickerungsanlagen infrage kommenden oberflächennahen Bodenbereichen wurden zwei 1,1 m tiefe Versickerungsbohrungen (VB)  $\varnothing$  100 mm abgeteuft. Ihr Schichtenaufbau entspricht dem der danebenliegenden Rammkernbohrungen. Die Bohrprofile der Versickerungsbohrungen wurden in der Anl.2 ebenfalls dargestellt.

In den flachen Bohrlöchern wurden nach dem aus Anl.4 ersichtlichen Versuchsschema Versickerungsversuche nach USBR Earth Manual ausgeführt und ausgewertet. Für den geprüften Tiefenbereich ergaben sich die nachfolgend aufgelisteten DARCYschen Durchlässigkeitsbeiwerte:

---

---

Untersuchungs- stelle	Tiefenbereich	Bodenart	Durchlässigkeit $k_f$ (m/sec)
VB1	0,45 - 1,1 m	Löß	$8,1 \times 10^{-7}$
VB4	0,45 - 1,1 m	Löß	$2,3 \times 10^{-6}$
mindestens geforderter DARCYscher Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ : $= 5 \times 10^{-6}$ m/sec			

Die Durchlässigkeitswerte wurden in der ungesättigten Zone ermittelt und könnten nach Ziffer 3.4 des Arbeitsblatts A138 verdoppelt werden. Da jedoch auch die Verringerung der Durchlässigkeit bei Dauerbetrieb zu berücksichtigen ist, wird vorgeschlagen, die Versuchswerte als Bemessungswerte zu verwenden.

Höhere Durchlässigkeiten von feinkörnigen Böden sind häufig eine „Strukturdurchlässigkeit“ durch Risse, Feinschichtung, Wurzelgänge und sonstige Makroporen. Diese können z.B. durch Verschmieren, Verdichten oder durch eingeschwemmtes Schluff- und Tonkorn verschlossen werden. Hierdurch wird die Durchlässigkeit stark vermindert.

Dementsprechend sind diese Einflüsse bei der Herstellung von Versickerungsanlagen möglichst auszuschalten. Im Falle einer Verdichtung durch den Baubetrieb kann der Untergrund z.B. im Bereich von Versickerungsanlagen, falls dort Sackungssetzungen unschädlich sind, mit einem Reißzahn ca. 1,50 m tief wiederaufgelockert werden.

#### **Durchlässigkeit des tieferen Untergrunds:**

Der DARCYsche Durchlässigkeitsbeiwert der von den Bohrungen nicht erreichten Verwitterungszone des devonischen Grundgebirges wird von der Hydrologischen Karte von NRW Blatt Siegburg mit  $k_f = 10^{-6}$  bis  $10^{-7}$  m/sec oder geringer - je nach den anstehenden Gesteinen - angegeben.

---

**Beurteilung der Versickerungsmöglichkeit vorliegenden Fall:**

Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte  $K_f$  befinden sich im Grenzbereich der zur Versickerung noch geeigneten Böden bzw. auch deutlich darunter.

Für das Areal kann eine dauerhaft sichere Versickerung von gesammeltem Niederschlagswasser nicht generell attestiert werden, der Boden ist vom Trend her ungünstig und es wird eine Einleitung in einen Kanal empfohlen.

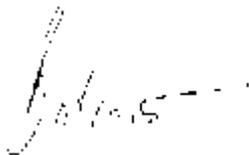
Ggf. ist bei ausreichenden Platzverhältnissen eine Sickeranlage zur Verbringung kleinerer Mengen technisch und wirtschaftlich möglich

Hierzu ist dann eine Untersuchung des Einzelfalls erforderlich.

**Grundwasserschutz:**

Der Zutritt von eingeleitetem Wasser auf kurzem Wege zu grundwasserführenden Schichten ist nicht zu besorgen. Im gesamten Untersuchungsgebiet wurden feinkörnige, gut filternde Schichten von größerer Mächtigkeit festgestellt.

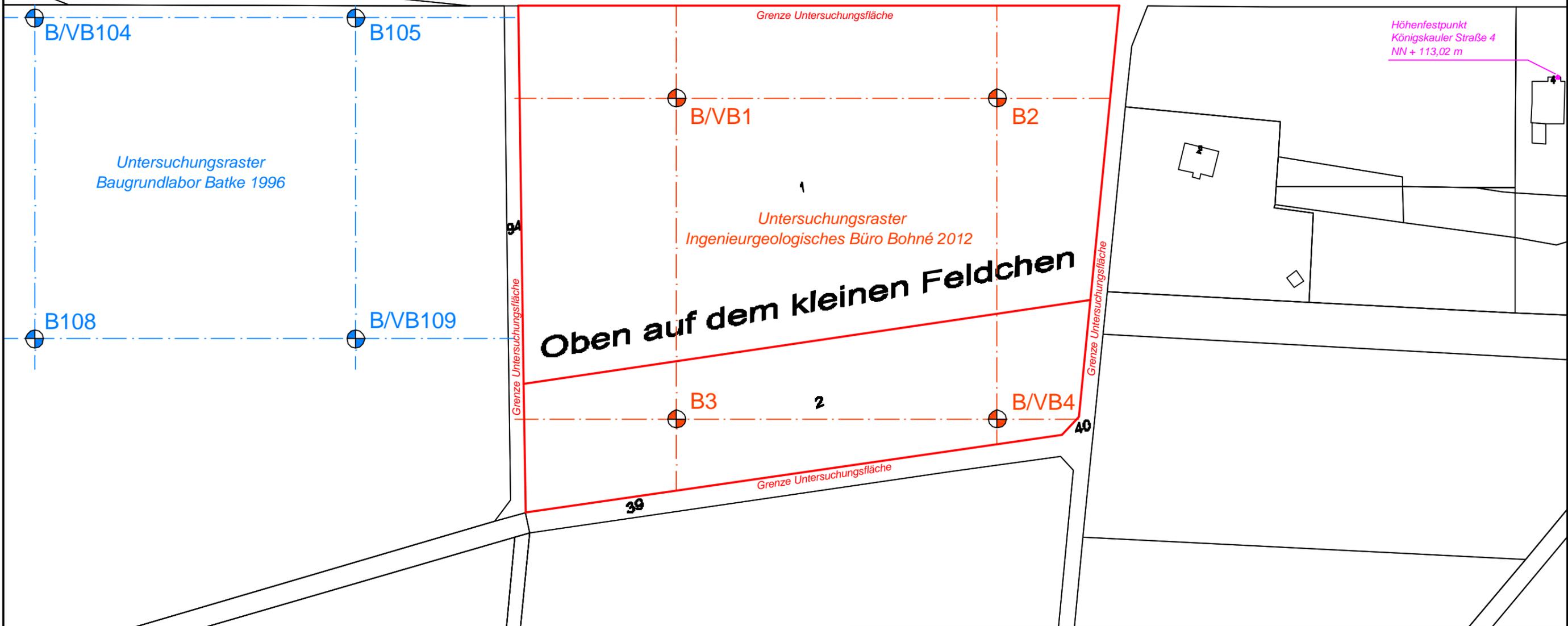
Bei Rückfragen wird um Nachricht gebeten.



Bohné  
Diplom-Geologe

---

Bundesstraße 8 - Königskauler Straße

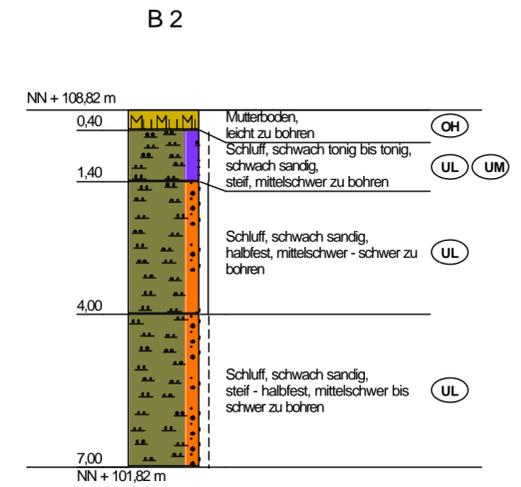
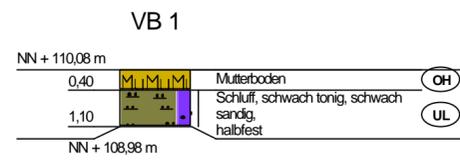
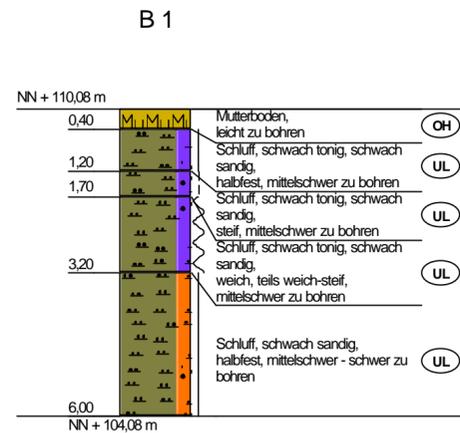
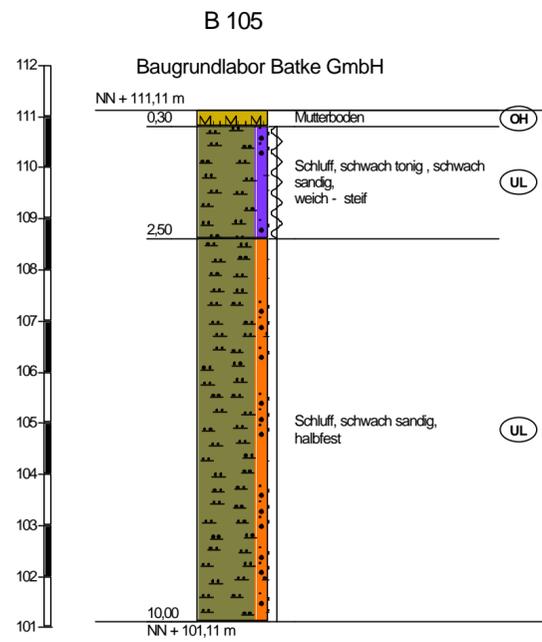


# Oben auf dem kleinen Feldchen

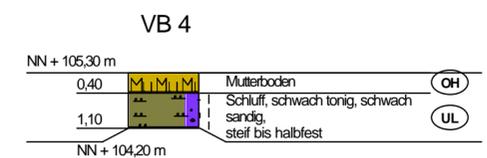
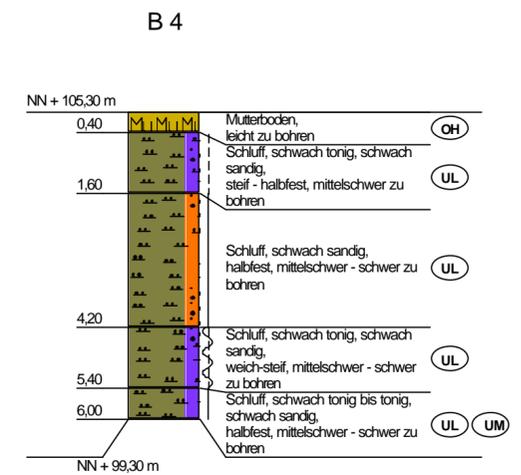
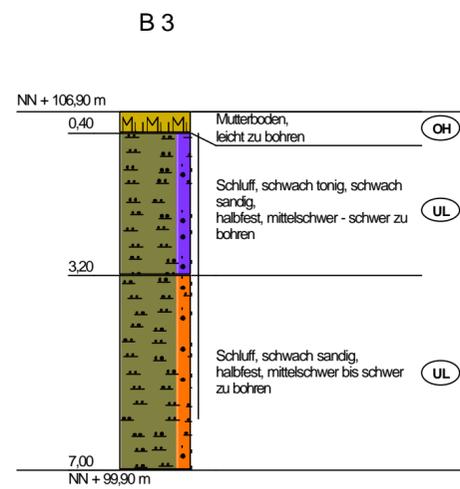
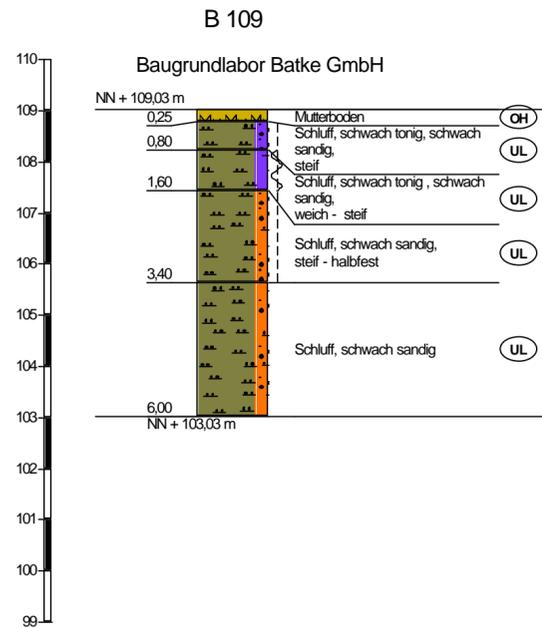
B = Rammkernbohrung Ø 50 mm  
VB = Versickerungsbohrung Ø 100 mm

<b>Bohné</b> Ingenieurgeologisches Büro Endenicher Str. 341 53121 Bonn Tel.: 0228-220256 Fax: 0228-224821	<b>Bauvorhaben:</b> Hennef, Königskauler Straße Erschließungsgebiet "Kleinfeldchen"	<b>Anlage:</b> 1
		<b>Projekt-Nr.:</b> 8219
	<b>Planbezeichnung:</b> Lageplan mit Untersuchungsstellen	<b>Datum:</b> 16.05.2012
		<b>Maßstab:</b> 1 : 1000
		<b>Gezeichnet:</b> Ri.

## Profilschnitt I



## Profilschnitt II



B Rammkernbohrung D = 50/40 mm  
VB Versickerungsbohrung D = 100/90 mm

Profilschnitte Höhenmaßstab 1 : 100  
Längenmaßstab 1 : 500

Bohné  
Ingenieurgeologisches Büro  
Endenicher Straße 341  
53121 Bonn

Bohrprofile nach DIN 4023

Anlage: 2

Projekt: 8210 - Hennef, Königskauer Straße,  
Erschließungsgebiet "Kleinfeldchen"

Auftraggeber: Stadt Hennef

Bearb.: Ri.

Datum: 16.05.2012

Boden- und Felsarten



Mutterboden, Mu



Ton, T, tonig, t



Schluff, U, schluffig, u



Sand, S, sandig, s

Korngrößenbereich

f - fein  
m - mittel  
g - grob

Nebenanteile

' - schwach (<15%)  
- - stark (30-40%)

Bodengruppen nach DIN 18196

- |   |   |
|---|---|
| (GE) enggestufte Kiese  | (GW) weitgestufte Kiese   |
| (GI) Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische                  | (SE) enggestufte Sande  |
| (SW) weitgestufte Sand-Kies-Gemische                              | (SI) Intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische                        |
| (GU) Kies-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm              | (GU*) Kies-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm                  |
| (GT) Kies-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm                  | (GT*) Kies-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm                      |
| (SU) Sand-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm              | (SU*) Sand-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm                  |
| (ST) Sand-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm                  | (ST*) Sand-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm                      |
| (UL) leicht plastische Schluffe                                   | (UM) mittelpastische Schluffe   |
| (UA) ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff                        | (TL) leicht plastische Tone   |
| (TM) mittelpastische Tone   | (TA) ausgeprägt plastische Tone   |
| (OU) Schluffe mit organischen Beimengungen                        | (OT) Tone mit organischen Beimengungen                                  |
| (OH) grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art | (OK) grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen, kieseligen Bildungen |
| (HN) nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)                      | (HZ) zersetzte Torfe  |
| (F) Schlämme (Faulschlamm, Mudde, Gytja, Dy, Sapropel)            | (J) Auffüllung aus natürlichen Böden                                    |
| (A) Auffüllung aus Fremdstoffen                                   |   |

Konsistenz



breiig



weich



steif



halbfest



fest

Bohné  
Ingenieurgeologisches Büro  
Endenicher Straße 341  
53121 Bonn

Legende und Zeichenerklärung nach  
DIN 4023

Anlage:

Projekt: 8210 - Hennef, Königskauler Straße,  
Erschließungsgebiet "Kleinfeldchen"

Auftraggeber: Stadt Hennef

Bearb.: Ri.

Datum: 16.05.2012

		Schichtenverzeichnis				Anlage 3.1a		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerneten Proben				Bericht:		
						Az.:		
Bauvorhaben: 8210 - Hennef, Königskauler Straße, Erschließungsgebiet "Kleinfeldchen"						Datum:		
Bohrung Nr B 1 /Blatt 1					16.05.2012			
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe			i) Kalk- gehalt		
0,40	a) Mutterboden			feucht				
	b)							
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g) Holozän	h) OH					
1,20	a) Schluff, schwach tonig, schwach sandig			schwach feucht				
	b)							
	c) halbfest	d) mittelschwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) Löß	g) Pleistozän	h) UL					
1,70	a) Schluff, schwach tonig, schwach sandig			feucht				
	b)							
	c) steif	d) mittelschwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) Löß	g) Pleistozän	h) UL					
3,20	a) Schluff, schwach tonig, schwach sandig			stark feucht				
	b)							
	c) weich, teils weich-steif	d) mittelschwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) Löß	g) Pleistozän	h) UL					
6,00	a) Schluff, schwach sandig			schwach feucht				
	b)							
	c) halbfest	d) mittelschwer - schwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) Löß	g) Pleistozän	h) UL					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis				Anlage 3.1b		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben				Bericht:		
						Az.:		
Bauvorhaben: 8210 - Hennef, Königskauler Straße, Erschließungsgebiet "Kleinfeldchen"						Datum:		
Bohrung Nr VB 1 /Blatt 1					16.05.2012			
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,40	a) Mutterboden				feucht			
	b)							
	c)	d)	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g) Holozän	h) OH	i)				
1,10	a) Schluff, schwach tonig, schwach sandig				schwach feucht			
	b)							
	c) halbfest	d)	e) hellbraun					
	f) Löß	g) Pleistozän	h) UL	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		<b>Schichtenverzeichnis</b>				Anlage 3.2		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerneten Proben				Bericht:		
						Az.:		
Bauvorhaben: 8210 - Hennef, Königskauler Straße, Erschließungsgebiet "Kleinfeldchen"								
Bohrung Nr B 2 /Blatt 1					Datum:			
					16.05.2012			
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,40	a) Mutterboden				feucht			
	b)							
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g) Holozän	h) OH	i)				
1,40	a) Schluff, schwach tonig bis tonig, schwach sandig				feucht			
	b)							
	c) steif	d) mittelschwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) Lößlehm	g) Pleistozän	h) UL, UM	i)				
4,00	a) Schluff, schwach sandig				schwach feucht			
	b)							
	c) halbfest	d) mittelschwer - schwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) Löß	g) Pleistozän	h) UL	i)				
7,00	a) Schluff, schwach sandig				feucht			
	b)							
	c) steif - halbfest	d) mittelschwer bis schwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) Löß	g) Pleistozän	h) UL	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		<b>Schichtenverzeichnis</b>				Anlage 3.3		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben				Bericht:		
						Az.:		
Bauvorhaben: 8210 - Hennef, Königskauler Straße, Erschließungsgebiet "Kleinfeldchen"								
Bohrung Nr B 3 /Blatt 1					Datum:			
					16.05.2012			
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,40	a) Mutterboden				feucht			
	b)							
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g) Holozän	h) OH	i)				
3,20	a) Schluff, schwach tonig, schwach sandig				schwach feucht			
	b)							
	c) halbfest	d) mittelschwer - schwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) Löß	g) Pleistozän	h) UL	i)				
7,00	a) Schluff, schwach sandig				schwach feucht			
	b)							
	c) halbfest	d) mittelschwer bis schwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) Löß	g) Pleistozän	h) UL	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		<b>Schichtenverzeichnis</b>				Anlage 3.4a		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerneten Proben				Bericht:		
						Az.:		
Bauvorhaben: 8210 - Hennef, Königskauler Straße, Erschließungsgebiet "Kleinfeldchen"						Datum:		
Bohrung Nr B 4 /Blatt 1					16.05.2012			
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe			i) Kalk- gehalt		
0,40	a) Mutterboden			feucht				
	b)							
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g) Holozän	h) OH					
1,60	a) Schluff, schwach tonig, schwach sandig			feucht				
	b)							
	c) steif - halbfest	d) mittelschwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) Löß	g) Pleistozän	h) UL					
4,20	a) Schluff, schwach sandig			schwach feucht				
	b)							
	c) halbfest	d) mittelschwer - schwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) Löß	g) Pleistozän	h) UL					
5,40	a) Schluff, schwach tonig, schwach sandig			stark feucht				
	b)							
	c) weich-steif	d) mittelschwer - schwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) Löß	g) Pleistozän	h) UL					
6,00	a) Schluff, schwach tonig bis tonig, schwach sandig			schwach feucht				
	b)							
	c) halbfest	d) mittelschwer - schwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) Löß	g) Pleistozän	h) UL, UM					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis				Anlage 3.4b		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerneten Proben				Bericht:		
						Az.:		
Bauvorhaben: 8210 - Hennef, Königskauler Straße, Erschließungsgebiet "Kleinfeldchen"								
Bohrung Nr VB 4 /Blatt 1					Datum:			
					16.05.2012			
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,40	a) Mutterboden				feucht			
	b)							
	c)	d)	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g) Holozän	h) OH	i)				
1,10	a) Schluff, schwach tonig, schwach sandig				feucht			
	b)							
	c) steif bis halbfest	d)	e) hellbraun					
	f) Löß	g) Pleistozän	h) UL	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

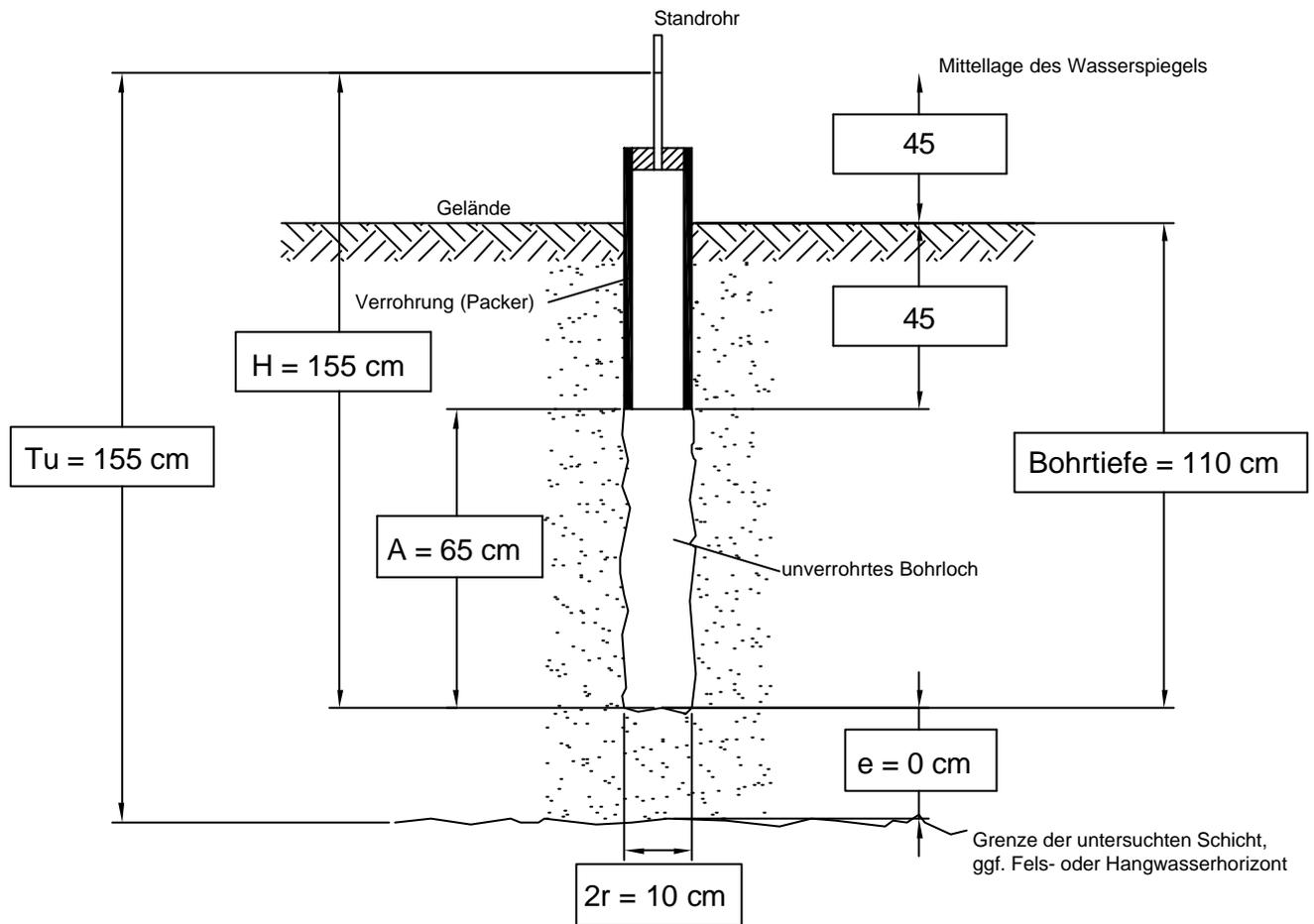
		Schichtenverzeichnis				Anlage 3.5		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						Az.:		
Bauvorhaben: 8210 - Hennef, Königskauler Straße, Erschließungsgebiet "Kleinfeldchen"								
Bohrung Nr B 105 /Blatt 1					Datum:			
					18.11.1996			
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,30	a) Mutterboden							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f) Oberboden	g) Holozän	h) OH	i)				
2,50	a) Schluff, schwach tonig , schwach sandig							
	b)							
	c) weich - steif	d)	e)					
	f) Löß	g) Pleistozän	h) UL	i)				
10,00	a) Schluff, schwach sandig							
	b)							
	c) halbfest	d)	e)					
	f) Löß	g) Pleistozän	h) UL	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis				Anlage 3.5		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerneten Proben				Bericht:		
						Az.:		
Bauvorhaben: 8210 - Hennef, Königskauler Straße, Erschließungsgebiet "Kleinfeldchen"						Datum:		
Bohrung Nr B 109 /Blatt 1					18.11.1996			
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,25	a) Mutterboden							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f) Oberboden	g) Holozän	h) OH	i)				
0,80	a) Schluff, schwach tonig, schwach sandig							
	b)							
	c) steif	d)	e)					
	f) Löß	g) Pleistozän	h) UL	i)				
1,60	a) Schluff, schwach tonig , schwach sandig							
	b)							
	c) weich - steif	d)	e)					
	f) Löß	g) Pleistozän	h) UL	i)				
3,40	a) Schluff, schwach sandig							
	b)							
	c) steif - halbfest	d)	e)					
	f) Löß	g) Pleistozän	h) UL	i)				
6,00	a) Schluff, schwach sandig							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f) Löß	g) Pleistozän	h) UL	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

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



$$Q = \frac{630}{420} = 1,5 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$

Versickerte Wassermenge pro Zeiteinheit  
 nach Erreichen eines relativen Beharrungszustandes

$$\frac{A}{r} = \frac{45}{5} = 9$$

Hilfsparameter zur Ermittlung des Koeffizienten Cs

$$Cs = 24 \quad \text{aus USBR E.M.}$$

$$Tu + H - A = 155 + 155 - 45 = 265 \text{ cm}$$

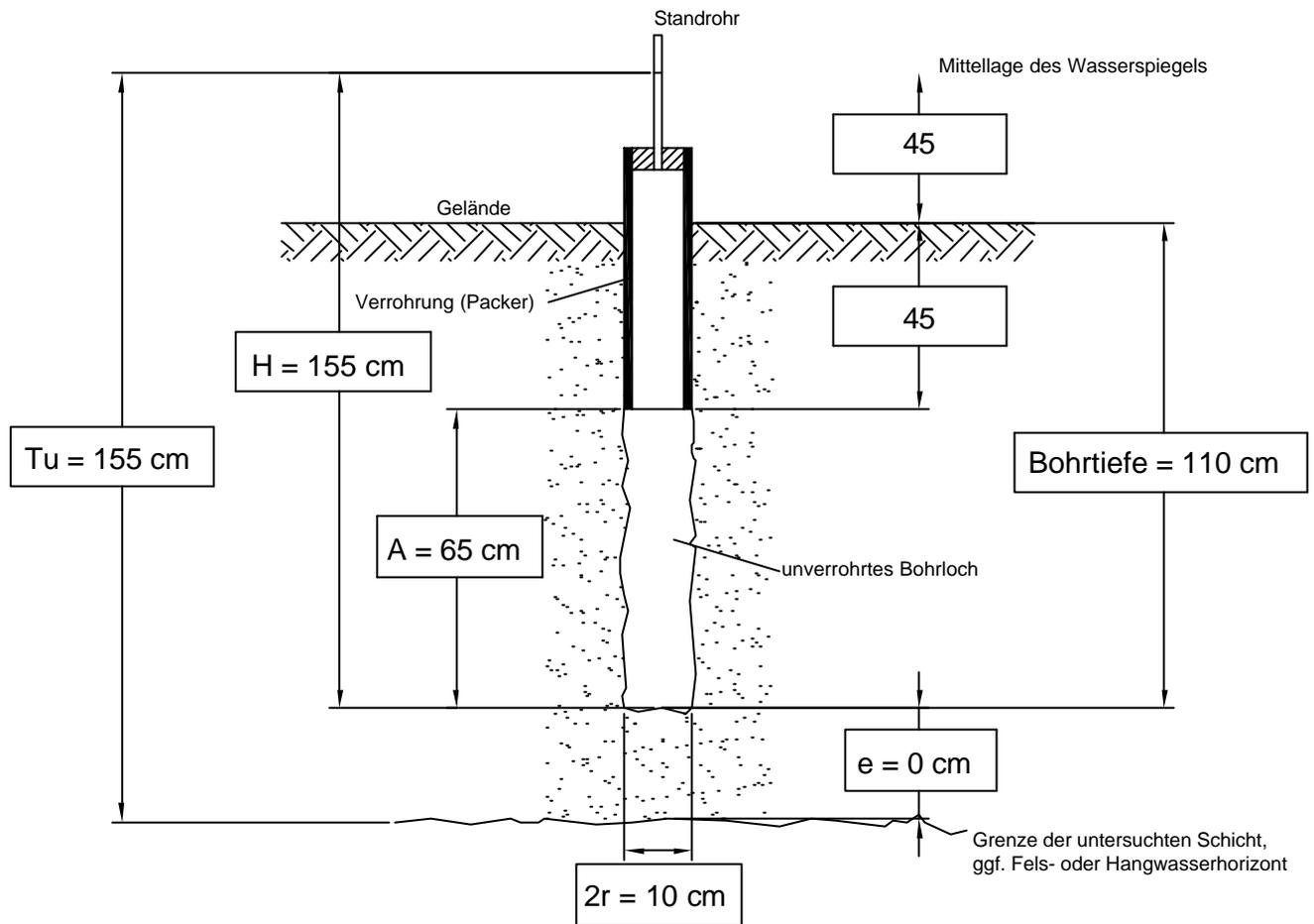
$$k = \frac{2 \times Q \times 0,01}{(Cs+4) \times r \times (Tu+H-A)} = \frac{2 \times 1,5 \times 0,01}{28 \times 5 \times 265} = 8,1 \times 10^{-7} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

DARCYscher Durchlässigkeitsbeiwert

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

<p><b>Bohné</b>                  Ingenieurgeologisches Büro                  Endenicher Str. 341                  53121 Bonn                  Tel.: 0228-220256                  Fax: 0228-224821</p>	<p><b>Bauvorhaben:</b>                  Hennef, Königskauler Straße                  Erschließungsgebiet "Kleinfeldchen"</p> <p><b>Planbezeichnung:</b>                  Auswertung Versickerungsversuch                  in Bohrung VB 1</p>	Anlage: 4.1
		Projekt-Nr.: 8219
		Datum: 16.05.2012
		Maßstab: ---
		Gezeichnet: Ri.

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



$$Q = \frac{750}{180} = 4,2 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$

Versickerte Wassermenge pro Zeiteinheit  
 nach Erreichen eines relativen Beharrungszustandes

$$\frac{A}{r} = \frac{45}{5} = 9$$

Hilfsparameter zur Ermittlung des Koeffizienten Cs

$$Cs = 24 \quad \text{aus USBR E.M.}$$

$$Tu + H - A = 155 + 155 - 45 = 265 \text{ cm}$$

$$k = \frac{2 \times Q \times 0,01}{(Cs+4) \times r \times (Tu+H-A)} = \frac{2 \times 4,2 \times 0,01}{28 \times 5 \times 265} = 2,3 \times 10^{-6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

DARCYscher Durchlässigkeitsbeiwert

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

<p><b>Bohné</b>                  Ingenieurgeologisches Büro                  Endenicher Str. 341                  53121 Bonn                  Tel.: 0228-220256                  Fax: 0228-224821</p>	<p><b>Bauvorhaben:</b>                  Hennef, Königskauler Straße                  Erschließungsgebiet "Kleinfeldchen"</p> <p><b>Planbezeichnung:</b>                  Auswertung Versickerungsversuch                  in Bohrung VB 4</p>	Anlage: 4.2
		Projekt-Nr.: 8219
		Datum: 16.05.2012
		Maßstab: ---
		Gezeichnet: Ri.