

<b>Bochum</b>	Malteserstraße 43	44787 Bochum	Tel 0234/58 38 38	Fax 0234/58 38 39
<b>Dresden</b>	Kieler Straße 31	01109 Dresden	Tel. 0351/89 02 603	Fax 0351/88 08 162
<b>Höxter</b>	Brunnenweg 3	37671 Höxter	Tel. 05275/14 00	Fax 05275/14 00
<b>Osnabrück</b>	Sofie-Hammer-Str. 75a	49090 Osnabrück	Tel. 0172/4355618	agus.bochum@t-online.de

**BERICHT  
ZUR  
ERWEITERTEN  
VERSICKERUNGSUNTERSUCHUNG  
HANS-POTYKA-STRASSE  
EHEMALIGE KLINIK REMSCHEID-LENNEP**

Auftraggeber:  
Weber Consulting, Pforzheim

Bearbeitung:  
Dipl.-Geol. Dipl.-Geogr. Ekkehard Heitkemper  
Dipl.-Geogr. Manfred Dorsch

Bochum, Juli 2014

## 1 Vorbemerkungen

### 1.1 Veranlassung, Aufgabenstellung und Untersuchungsprogramm

Auf dem ca. 56.000 m<sup>2</sup> großen Areal des ehemaligen Klinikums Remscheid-Lennep plant die Weber-Consulting Beratungs GmbH, Pforzheim, den Bau von Einzel- und Reihenhäusern.

Das Gelände liegt innerhalb des Bebauungsplans Nr. 612 - Gebiet zwischen Hans-Potyka-Straße und Virchowstraße in Höhen zwischen ca. 299 m im Norden bis 315 m ü. NN im Süden an der Virchowstraße und umfasst

- im Norden in einer Höhe von etwa 299 - 303 m ü. NN den ca. 7.000 m<sup>2</sup> großen Parkplatz zwischen Kleebach und eigentlichem Klinikgelände;
- die ehemalige Klinik mit Zufahrtbereich (Wendeschleife Hans-Potyka-Straße), östlich gelegenen Hubschrauberlandeplatz, Schwesternwohnheim und dazwischen liegenden Abstandsgrünflächen in ca. 305-308 m ü. NN und
- parkartige Außenanlagen und Gehölzflächen im Südwesten, Süden und Osten des Geländes in Höhenlagen zwischen ca. 309-315 m ü. NN (ca. 40%).

Die allgemeine Geländeneigung erfolgt in nördlich/nordöstlicher Richtung zum Kleebachtal hin, wobei die bebauten Flächen mit dem Klinikgebäude, dem Hubschrauberlandeplatz und dem nördlich gelegenen durch Geländemodellierung eben angelegt wurden.

Für 22.500 m<sup>2</sup> versiegelte Fläche im Plangebiet besteht ein Anschluss- und Benutzerzwang für die Mischkanalisation. Für darüberhinausgehende Flächenversiegelungen müssen den Vorgaben der Unteren Wasserbehörde der Stadt Remscheid entsprechend Versickerungsanlagen eine Entwässerung des Regenwassers, z.B. in Form von Rigolen oder Mulden-Rigolen-Systemen, gewährleisten.

Diese teilweise Versickerung von Regenablaufwasser wird erforderlich, um die Kapazität des nordöstlich gelegenen Regenrückhaltebeckens in dem vorhandenen Mischsystem nicht zu überschreiten.

Für den Bau von Versickerungsanlagen ist ein gesicherter Versickerungsnachweis erforderlich.

Eine erste Untersuchungskampagne zur Erkundung der Versickerungseignung (V 1 bis V 9) durch agus erfolgte im Frühjahr 2014. Die Versuchsstandorte konzentrierten sich auf das im Norden gelegene Parkplatzumfeld sowie auf Park- und Gehölzflächen im Süden und Südosten (vgl. Abb. 1).

Die im Hanglehm sowie in geogenem Umlagerungsmaterial bis 1m unter GOK durchgeführten Versickerungsversuche ergaben teilweise versickerungsfähige Standorte, wobei in Abhängigkeit von Bodenarten sowie der Klüftigkeit und Gesteinsausbildung (Korngrößen, Verdichtung des Materials) an diesen Standorten (Hangschutt, Fließerden, Verwitterungslehme, Umlagerungsdecken) mit stark wechselnden Durchlässigkeiten zu rechnen ist.

Die ermittelte Versickerungseignung ist den Ergebnissen zufolge im Süden des Plangebiets eher gering bis sehr gering (kf-Werte 10<sup>-6</sup> bis 10<sup>-7</sup> m/s), im Norden gering bis mittel (kf 10<sup>-5</sup> bis 10<sup>-6</sup> m/s).

Bei Böden mit kf-Werten von 10<sup>-7</sup> errechnen sich zu lange Entleerungszeiten für die Rigolen; zudem besitzen die Ergebnisse durch das weitmaschige Raster der nur punktuell erfolgten Aufschlüsse generell nur eine bedingte Aussagekraft.

Nach den Ergebnissen der Frühjahrskampagne war eine dezentrale Entwässerung somit nicht gesichert, d.h. eine generelle Versickerungseignung - Voraussetzung für eine Umsetzung des Bebauungsplanes - konnte nicht eindeutig attestiert werden.

Im Rahmen der zweiten Untersuchungskampagne am 01.07.2014 wurden 7 weitere Open-End-Tests außerhalb der von Arcadis (2010) dargestellten aufgefüllten bzw. geländemodellierten Bereiche durchgeführt. 5 Standorte (V 10 bis V 14) liegen innerhalb Baufeld 6 im Südosten des Plangebietes (vgl. Abb. 1), die weiteren Versuche erfolgten in Baufeld 4 südlich des Klinikgebäudes (V 15) sowie im Nordwesten des Parkplatzes (V 16).

Die Versickerungsversuche sollten in Absprache mit der Unteren Wasserbehörde in ca. 1-1,5 m Tiefe in gewachsenen Bodenhorizonten bzw. Schichten auf Grundstücken von hinreichender Größe (für den Einbau von Rigolen) durchgeführt werden.

Die Weber-Consulting Beratungs GmbH beauftragte das Büro **agus**, Bochum, am 18.06.2014 mit den hierfür erforderlichen Geländearbeiten. Die Lage der zusätzlichen Standorte ist ebenfalls in Abb. 1 dargestellt.

## **2 Geländeergebnisse / Bodenaufbau**

### **2.1 Fest- und Lockergesteine**

#### **2.1.1 Anschüttungen / Anthropogene Böden**

Anschüttungen kommen flächendeckend im Bereich des nördlich gelegenen Parkplatzes sowie innerhalb der nordöstlich und östlich gelegenen Abstandsflächen vor.

Diese Flächen wurden im Vorfeld des Klinikneubaus um 1970 durch Geländemodellierung und Umlagerung von überwiegend geogenem, vor Ort anstehendem Boden hergestellt. Das angeschüttete bzw. umgelagerte Material besteht zum großen Teil aus hangschuttbürtigen Schluffen und Tonen mit wechselnden, teils hohen Anteilen an Ton- und Siltsteinen.

Das Büro Arcadis, Köln, stellt die Verbreitung des Anschüttungsmaterials im Rahmen einer 2010 erstellten Orientierenden Gefährdungsabschätzung für das ehemalige Klinikgelände dar. Das im Auftrag der Sana-Kliniken erarbeitete Gutachten wurde agus vor der zweiten Versickerungskampagne zur Verfügung gestellt.

Im Rahmen dieser erweiterten Versickerungsuntersuchung wurden innerhalb des südöstlich gelegenen Baufelds 6 (Sondierungen V 10 bis V 14; Lage vgl. Abb. 1) 50 bis 90 cm mächtige, überwiegend geogene Anschüttungen bzw. Umlagerungen durchteuft. In V 12 wurde kein erkennbarer Anschüttungshorizont festgestellt, in V 13 wurde unter dem humosen Oberboden eine 20 cm mächtige Bauschuttlage aus Mörtel bzw. Beton angetroffen.

In Sondierung V 15 (Baufeld 4) wurde eine 45 cm mächtige, in V 6 (Baufeld 2a) eine 60 cm mächtige Bodenanschüttung durchteuft.

Sensorische Auffälligkeiten wurden nicht festgestellt.

Keiner der neuen Versickerungsversuche (V 10 bis V 16) wurde in Auffüllungsmaterial oder in anthropogen umgelagertem Boden durchgeführt. Alle Ergebnisse wurden in gewachsenem, anstehendem Boden erzielt.

## **2.1.2 Quartär**

### **2.1.2.1 Hang-, Solifluktionsschutt**

Hanglehm und Hangschutt wurden in den Sondierungen V 11 bis V 16 in Tiefen von ca. 80 cm bis 105 cm durchteuft.

Die Abgrenzung von umgelagertem geogenem Material, Hanglehm bzw. Hangschutt und Verwitterungszone der Remscheider Schichten ist nicht immer eindeutig möglich.

In Sondierung V 10 folgt unter der hier 90 cm mächtigen Anschüttung aus geogenem Material direkt die Verwitterungszone.

Das Material ist meist ein feinsandiger toniger Schluff, wobei der Tonanteil stark variieren kann. Der Grobbodenanteil liegt bei <5% bis >75%.

Die im Gelände festgestellten Konsistenzen weisen eine breite Spannweite zwischen weich und halbfest auf.

### **2.1.3 Oberes Unterdevon (Ems, Remscheider Schichten)**

Entfestigter, klüftiger Fels wurde ab 80-105 cm unter GOK angetroffen. Das Material besteht an den untersuchten Standorten überwiegend aus verwittertem Ton- und Siltstein, untergeordnet (V 16) wurden Sandsteine erfasst. Lokal sind die Grobkomponenten in eine lehmige Matrix eingebettet.

Aufgrund der Tiefenlage ab 80 cm unter GOK ist das trotz Entfestigung dicht bis sehr dicht gelagerte Material nicht frostempfindlich (Frostklasse F1 nach ZTVE-StB 76). Ab ca. 1 m unter GOK erfolgte i.d.R. erschwertes Bohren.

Laut Erläuterungen zur Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen 1 : 100.000, Bl. C 5106 Köln (1986) sind unterdevonische Bildungen aus geotechnischer Sicht meist hoch belastbar. Die Durchlässigkeit für Niederschlagswasser ist demzufolge mäßig bis gering, wobei hohe Durchlässigkeiten vor allem über Störungen auftreten.

## **2.2 Grund- und Schichtwasser**

Grund- oder Schichtwasservorkommen wurde nur innerhalb der im Rahmen der Frühjahrs-kampagne niedergebrachten Bohrung RKS 3 (Parkplatz südlich Kleebach) in 1,0-2,7 m Tiefe in für das Gesamtgebiet atypischen Kiessanden erfasst.

Alle anderen Sondierungen waren trocken.

Auch im Rahmen der erweiterten Versickerungsuntersuchung wurde kein Grund- oder Schichtwasser angetroffen.

Die Ergebnisse der Versickerungsversuche sind Kap. 3 sowie Anlage 2 zu entnehmen.

### 3 Versickerungseignung

Voraussetzungen für die Versickerung von Niederschlagswasser sind eine ausreichende Durchlässigkeit (hydraulische Leitfähigkeit) der im Untergrund anstehenden Locker- und Festgesteine sowie eine ausreichende Mächtigkeit der ungesättigten Bodenzone, d.h. der Schichten oberhalb des Grundwasserspiegels ( $\geq 1$  m unter Sohle der Versickerungsanlage).

Die Durchlässigkeit der Lockergesteine hängt überwiegend von ihrer Korngröße und -verteilung, der Art und Anzahl der Poren und der Lagerungsdichte ab und wird durch den  $k_f$ -Wert (Durchlässigkeitsbeiwert) ausgedrückt. Die  $k_f$ -Werte von Lockergesteinen variieren im allgemeinen zwischen  $1 \cdot 10^{-2}$  (Kies) und  $1 \cdot 10^{-10}$  m/s (Ton). Für Versickerungsanlagen kommen Lockergesteine in Frage, deren  $k_f$ -Werte im Bereich von  $1 \cdot 10^{-3}$  bis  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s liegen (DWA A 138). Die Ermittlung der Wasserdurchlässigkeiten erfolgte in eigens erstellten Bohrungen (V1-V7) mittels Bohrlochversickerungsmethode (OPEN-END-Test; vgl. Abb. 2 in Anhang 2).

Die erweiterte Versickerungsuntersuchung wurde am 01.07.2014 bei trockener sommerlicher Witterung durchgeführt.

In Abhängigkeit von der Klüftigkeit und Gesteinsausbildung (Korngrößen) war im anstehenden Festgestein (überwiegend dicht gelagerte Ton- und Schluffsteine) mit stark wechselnden Durchlässigkeiten zu rechnen.

#### 3.1 Ergebnisse der Versickerungsversuche

Die Berechnung der Durchlässigkeitsbeiwerte erfolgte nach Berechnungsgrundlage I (vgl. Abb. 2). Berechnungsgrundlagen und Versickerungsprotokolle sind in Anhang 2 aufgeführt.

Die mit Ausnahme von V 10 deutlich besseren Durchlässigkeiten der zweiten Versickerungskampagne sind - zusammen mit den Ergebnissen vom Frühjahr 2014 - in Tab. 1 aufgelistet.

Die ermittelten  $k_f$ -Werte der seinerzeit bis 1 m durchgeführten Versuche V 1 bis V 9 liegen überwiegend in der Größenordnung  $10^{-6}$  bis  $10^{-7}$ , wobei die ermittelte Versickerungseignung im Süden des Plangebiets eher gering bis sehr gering, im Norden gering bis mittel ist.

V 10 (in 1,5 m Tiefe) wurde östlich des Wendehammers an der Virchowstraße unweit des Versickerungsversuchs V 8 (0,8 m Tiefe) durchgeführt. Die Versickerungsleistung ist im Gestein mit  $k_f = 1,09 \cdot 10^{-6}$  deutlich schlechter (sehr gering) als im darüberliegenden Hanglehm ( $4,56 \cdot 10^{-6}$  = gering; vgl. Tab. 1).

Die benachbarten, im NW des Parkplatzes an der Hans-Potyka-Straße erfolgten Versuche V 1 (in 1 m Tiefe) und V 16 (1,5 m unter GOK) zeigen ebenfalls abweichende Ergebnisse. Während die Solifluktsdecken hier nur eine sehr geringe Durchlässigkeit aufweisen, zeigt die tieferliegende verlehnte Verwitterungszone (Grus in Lehmmatrix) eine mindestens mittlere Versickerungseignung.

Diese Versickerungsergebnisse sind im wesentlichen auf inhomogene Bodenverhältnisse im oberflächennahen Untergrund zurückzuführen.

Die Versickerungsversuche V 11 bis V 15 (Lage vgl. Abb. 1) wurden in ca. 1,5 m Tiefe in verwittertem klüftigem Fels durchgeführt, der hier einheitlich hohe und damit deutlich bessere Versickerungsleistungen gegenüber dem darüberliegenden Hanglehm bzw. -schutt aufweist.

Deutlich wird dies auch im Vergleich der relativ nahe beieinanderliegenden Versuche V 7 (Hangschutt in 0,8 m Tiefe: sehr geringe Versickerungseignung) und V 15 (extrem hohe Durchlässigkeit in entfestigtem Fels in 1,5 m Tiefe unter GOK).

Entfestigter, klüftiger Fels wurde vor allem im südöstlich gelegenen Baufeld 6 großflächig und einheitlich ab ca. 1 m unter GOK angetroffen, so dass in diesem Bereich mit homogenen Ausgangsbedingungen für den Bau von Versickerungseinrichtungen gerechnet werden kann.

**Tab. 1: Ergebnisse der Versickerungsversuche und Bewertung der Versickerungsleistungen** (Frühjahr 2014: V 1 bis V 9, Juli 2014: V 10 bis V 16)

Bezeichnung	Baufeld	Substrat / versickerungsrelevante Bodenzone	Bohrlochtiefe (m)	kf-Wert (m/s) gemessen	kf-Wert (m/s) korrigiert (n. DWA A138)	Versickerungseignung <sup>1</sup>
V 1	2a	Anschüttung über Hangschutt über Remscheider Schichten	1,0	$5,04 \cdot 10^{-7}$	$1,01 \cdot 10^{-6}$	sehr gering
V 2	2a		1,0	$7,06 \cdot 10^{-6}$	$1,41 \cdot 10^{-5}$	mittel
V 3	2b		1,0	$5,59 \cdot 10^{-6}$	$1,12 \cdot 10^{-5}$	mittel
V 4	2b		1,0	$9,08 \cdot 10^{-7}$	$1,82 \cdot 10^{-6}$	gering
V 5	4b / 6	Hangschutt über Remscheider Schichten	0,7	$2,21 \cdot 10^{-6}$	$4,42 \cdot 10^{-6}$	gering
V 6a	4c	Anschüttung über Hangschutt über Remscheider Schichten	0,8	$4,41 \cdot 10^{-5}$	$8,82 \cdot 10^{-5}$	sehr hoch
V 6b	4c		0,7	$4,94 \cdot 10^{-6}$	$9,88 \cdot 10^{-6}$	mittel
V 7	4a	Hangschutt über Remscheider Schichten	0,8	$3,99 \cdot 10^{-7}$	$7,98 \cdot 10^{-7}$	sehr gering
V 8	6		0,8	$2,27 \cdot 10^{-6}$	$4,54 \cdot 10^{-6}$	gering
V 9	6		0,8	$4,53 \cdot 10^{-7}$	$9,06 \cdot 10^{-7}$	sehr gering
V 10	6	Verwitterungszone Remscheider Schichten (entfestigter, klüftiger Fels)	1,5	$5,43 \cdot 10^{-7}$	$1,09 \cdot 10^{-6}$	sehr gering
V 11	6		1,5	$1,14 \cdot 10^{-4}$	$2,28 \cdot 10^{-4}$	extrem hoch
V 12	6		1,7	$3,78 \cdot 10^{-5}$	$7,56 \cdot 10^{-5}$	hoch
V 13	6		1,5	$1,51 \cdot 10^{-5}$	$3,02 \cdot 10^{-5}$	hoch
V 14	6		1,6	$8,11 \cdot 10^{-5}$	$1,62 \cdot 10^{-4}$	extrem hoch
V 15	4d		1,5	$5,68 \cdot 10^{-5}$	$1,14 \cdot 10^{-4}$	extrem hoch
V 16	2a		verlehnte Verwitterungszone Remscheider Schichten	1,5	$4,54 \cdot 10^{-6}$	$8,98 \cdot 10^{-6}$

<sup>1</sup> Einstufung nach Leitfaden des Landesamtes für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz (2000):

sehr gering	$<1,67 \cdot 10^{-6}$
gering	$>1,67 \cdot 10^{-6} - >5,57 \cdot 10^{-6}$
mittel	$>5,57 \cdot 10^{-6} - >1,67 \cdot 10^{-5}$
hoch	$>1,67 \cdot 10^{-5} - >5,57 \cdot 10^{-5}$
sehr hoch	$>5,57 \cdot 10^{-5} - >9,75 \cdot 10^{-5}$
extrem hoch	$>9,75 \cdot 10^{-5}$

### 3.2 Vorgaben / Allgemeinverträglichkeit

Die letzte Art der Beseitigung des Niederschlagswassers steht unter dem Vorbehalt der Gemeinwohlverträglichkeit, d.h. bei der Festlegung der jeweiligen Alternative darf im Einzelfall das "Wohl der Allgemeinheit" nicht beeinträchtigt werden.

Hierunter sind u.a. alle wasserwirtschaftlichen Aspekte (z.B. Grundwasserschutz, Hochwasserschutzbelange) sowie alle anderen Fragestellungen des öffentlichen Interesses (Natur- und Landschaftsschutz, Gesundheit der Bevölkerung) abzudecken und gegeneinander abzuwägen.

In Wasserschutzgebieten gelten strengere Zulässigkeitsanforderungen.

Beurteilungen haben sich dabei nicht nur am Einzelgrundstück, sondern am gesamten Entsorgungsbereich auszurichten.

Ausschlaggebend sind die örtlichen Gegebenheiten:

Die Prüfung der Allgemeinwohlverträglichkeit umfasst insbesondere die Frage der Schadstoffbelastung des Niederschlagswassers, der Sickerfähigkeit des Bodens, des Grundwasserflurabstands, des Abstands zu benachbarten Grundstücken und Gebäuden.

Allgemeine Abstände ergeben sich z.B. aus

- der Sicherung der Standsicherheit baulicher Anlagen,
- der Vermeidung von Vernässungen,
- der Grundstücksgrenze (> 2 m),
- den erforderlichen Sohl- und Flurabständen zum Grundwasser.

Das innerhalb des geplanten Wohngebietes anfallende Niederschlagswasser kann als unbelastet bis gering belastet gelten.

Das Untersuchungsgebiet grenzt im Norden und Osten an das Naturschutzgebiet Kleebachtal. Im Nordosten befindet sich das Regenüberlaufbecken.

Die Versickerungsversuche ergaben generell versickerungsfähige Standorte,

Die Dimensionierung von Versickerungsanlagen ist abhängig von der Art der künftigen Bebauung, dem Versiegelungsgrad und dem Abstand der jeweiligen Bebauung zueinander. Nach DÖRHÖFER & JOSOPEIT (1980) liegt der Versiegelungsgrad in normalen Wohngebieten bei 50%, in gelockerten Wohngebieten bei 20%. Bei größer dimensionierten Gebäudekomplexen wie z.B. Seniorenheimen ist der Versiegelungsgrad entsprechend höher.

Anfallendes Niederschlagswasser ist in jedem Fall vor Ort zu verrieseln, z.B. in Mulden- oder Mulden-Rigolen-Systemen. Mulden können bereits während der Bauphase zwischen den vorgesehenen Bauzeilen problemlos angelegt werden. Die Grundstückszuschnitte sind so zu planen, dass Versickerungsanlagen auf diesen unterzubringen sind, wobei folgende Grenzabstände zu beachten sind:

- zu nicht unterkellerten Gebäuden mindestens das anderthalbfache der Fundamenttiefe,
- zu Nachbargrundstücken bzw. zu den Grundstücksgrenzen mindestens 2 m sowie
- zu Ver- und Entsorgungsleitungen ebenfalls mindestens 2 m.

### **3.3 Bewertung / Hinweise zur Bauausführung**

Auch während der zweiten Versickerungskampagne im Juli 2014 wurden regelmäßig geringmächtige (max. 90 cm) Anschüttungsschichten festgestellt (vgl. Kap. 2.1.1), so dass man somit davon ausgehen kann, dass das gesamte Plangebiet anthropogen überformt ist.

Alle Ergebnisse wurden in gewachsenem Boden erzielt. Kein Versickerungsversuch wurde in Auffüllungsmaterial oder in anthropogen umgelagertem Boden durchgeführt.

Innerhalb Baufeld 6 kann den vorliegenden Ergebnissen zufolge zum großen Teil von guten bis sehr guten Versickerungsleistungen innerhalb der entfestigten anstehenden Remscheider Schichten ausgegangen werden.

Diese Standorte sind der geringmächtigen anthropogenen Überdeckung für Versickerungsanlagen zu nutzen (ggf. Auskofferung der fraglichen Bereiche); in jedem Fall ist eine gutachterliche Begleitung der Bauarbeiten erforderlich.



Nicht zulässig wäre eine Versickerung innerhalb von technogenen Substraten. Der Bau von Versickerungsanlagen muss daher in jedem Fall gutachterlich begleitet werden, um das am jeweiligen Standort vorliegende Material qualifiziert zu bewerten; lokal technogene Anschüttungsbereiche - wie in V 12 angetroffen und dokumentiert - sind auszukoffern und durch nachweislich sauberes, unkontaminiertes Bodenmaterial zu ersetzen;

Aufgrund der Gefällesituation und der Bodenverhältnisse müssen die geplanten Wohngebäude gegen von außen drückendes und nicht drückendes Wasser sowie zeitweise aufstauendes Sickerwasser geschützt werden. Bei einer unterkellerten Bebauung sollten die Ausführung und Abdichtung in Form einer „Weißen Wanne“ erfolgen.

Ebenso muss in Hanglagen die Lage der Grundstücke zueinander, die jeweils zur Verfügung stehende Fläche für eine Niederschlagswasserversickerung sowie die Lage der geplanten Versickerungseinrichtungen zur jeweiligen benachbarten, insbesondere tiefergelegenen Bebauung Berücksichtigung finden.

Die Dimensionierung von Versickerungsanlagen ist durch ein Gutachterbüro zu prüfen bzw. zu berechnen.

Art, Lage und Dimensionierung von Versickerungseinrichtungen sind letztendlich mit der Unteren Wasserbehörde der Stadt Remscheid abzustimmen.

Der Bau und die Gestaltung von Versickerungsanlagen sind in jedem Fall durch einen Geowissenschaftler gutachterlich zu begleiten.

#### **4 Schriften- und Kartenverzeichnis / DIN-Normen**

Ad-Hoc Arbeitsgruppe Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Aufl., Hannover.

AK Stadtböden (1989): Kartierung von Stadtböden. - UBA-Texte 18/89, Berlin.

Arcadis Deutschland GmbH (2010): Orientierende Altlastenuntersuchung - Ehemaliges Sana-Klinikum Remscheid-Lennep. - Köln.

Arcadis Deutschland GmbH (2011): Orientierende Analytik des Auffüllungs- und Bodenmaterials aus dem Boden Bereich der Abscheideranlage - Ehemaliges Sana-Klinikum Remscheid-Lennep. - Köln.

BauGB – Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004 (BGBl. I S.2414), zuletzt geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585).

Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen 1:50.000, Blatt L 4908 Solingen. - Hrsg.: Geologisches Landesamt NRW, Krefeld 1976.

Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) (1999).



DIN 18196 (1988): Erd- und Grundbau. Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke.

DIN 18300 (1974): Verdingungsordnung für Bauleistungen, C: Allgemeine Technische Vorschriften für Bauleistungen, Erdarbeiten.

DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. - Hrsg.: Dt. Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef 2005.

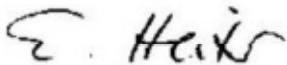
Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:100.000, Blatt C 5106 Köln mit Erläuterungen. - Hrsg.: Geologisches Landesamt NRW, Krefeld 1986.

LAGA - Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (1997): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen - Technische Regeln.

Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz (in Zusammenarbeit mit der Universität-GH Essen) (1998): Leitfaden Flächenhafte Niederschlagswasserversickerung. Handlungsempfehlungen für Planer, Ingenieure, Architekten, Bauherren und Behörden. - Mainz.

LANUV (2009): Bodenschutz beim Bauen.

Bochum, 29. Juli 2014



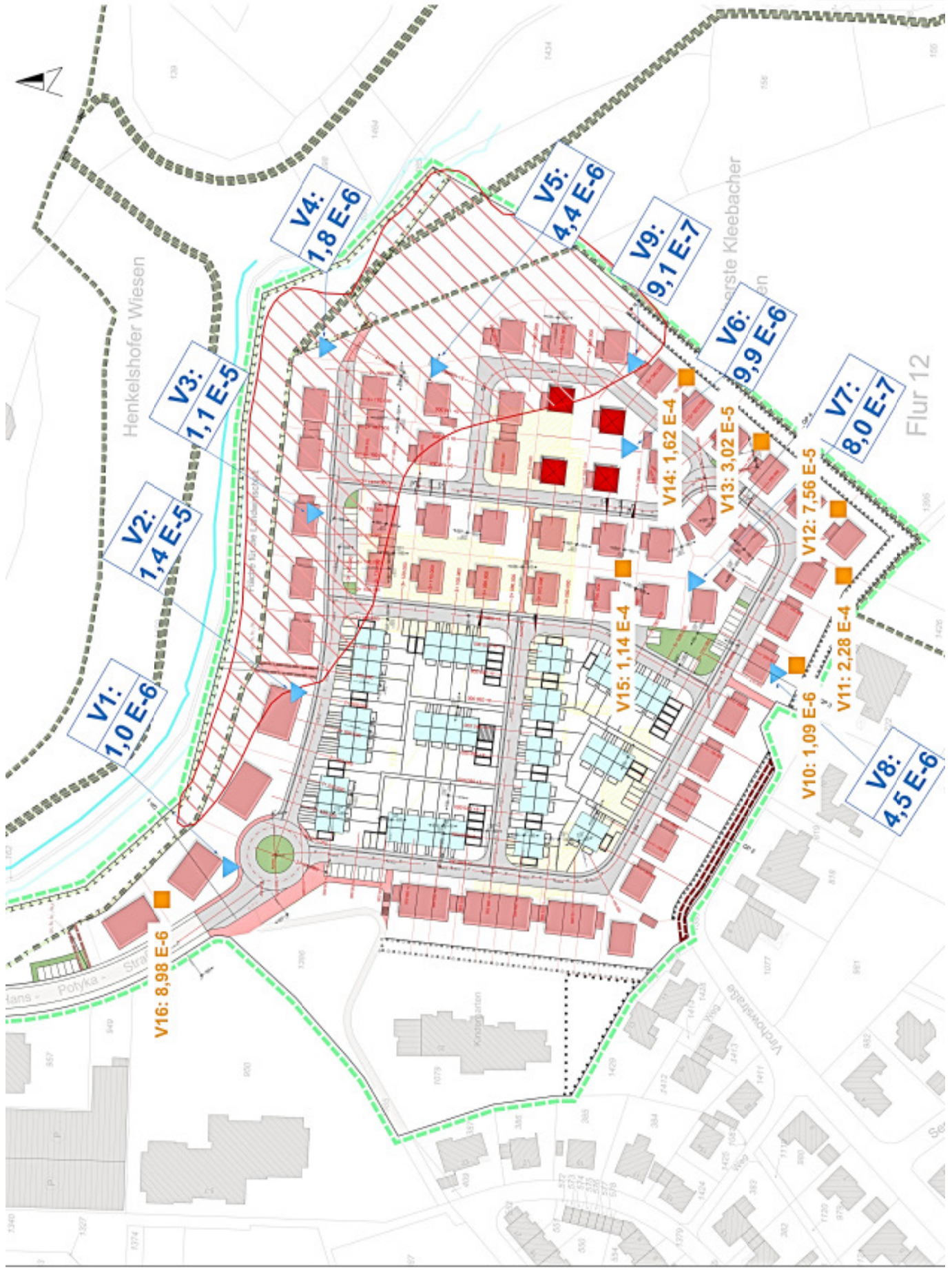
Dipl.-Geol. Dipl.-Geogr. Ekkehard Heitkemper



Dipl.-Geogr. Manfred Dorsch

## **Anlage 1**

### **Lageplan der Versickerungsversuche (V)**



**LEGENDE - BESTAND**

- rot gestrichelt: verbleibende Lage der anstehenden Bebauung bis April 2012, 2011
- blau gestrichelt: Geltungsbereich
- blau: neue Bebauung
- grün: Grünflächen
- gelb: Verkehrserschließung, Juli 2014
- orange: Verkehrserschließung, Juli 2014

**VORPLANUNG**

Nr.	Datum	Ursache	Verändert	Abgeändert	Blattgröße	Blattzahl	Blatt	Blatt
1	19.02.2011	Ursprung	1:500	2:1				
2	19.02.2011	Ursprung	1:500	2:1				
3	19.02.2011	Ursprung	1:500	2:1				

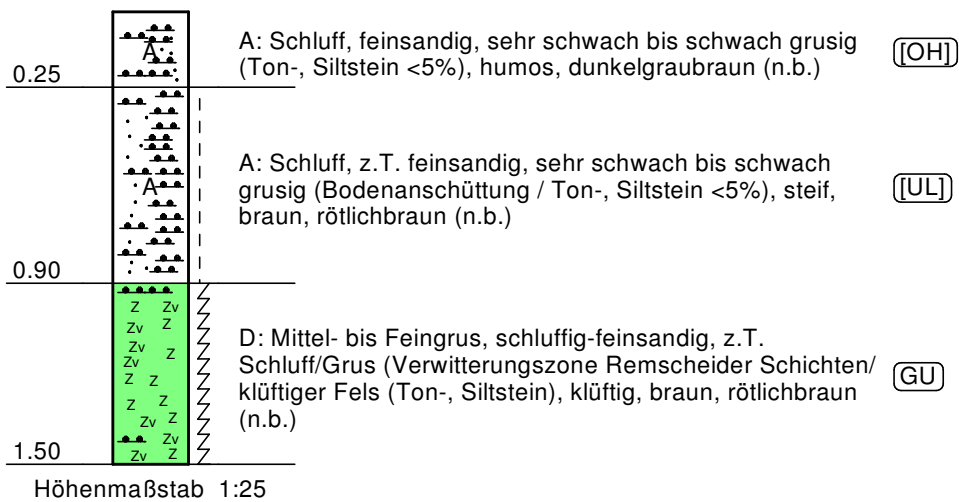
WEBER-KONTRAKT AG  
 Stadt Ransbach  
 Ortsteil "Ehrensteig Riedl"  
 74314 Ransbach  
 07141 1400-28-174  
 07141 1400-28-174

## **Anlage 2**







### **Schichtenverzeichnisse**

Auftraggeber: Weber Consulting Beratungs GmbH, Pforzheim  
 Datum: 01.07.2014  
 Standort: östlich Wendehammer Virchowstraße (Baufeld 6)  
 Nutzung: Wäldchen  
 Bemerkungen: ab 1,5 m kein weiterer Bohrfortschritt

V 10



Legende

	klüftig		Schluff		Fels verwittert
	steif		Auffüllung		Schluffstein

Auftraggeber: Weber Consulting Beratungs GmbH, Pforzheim

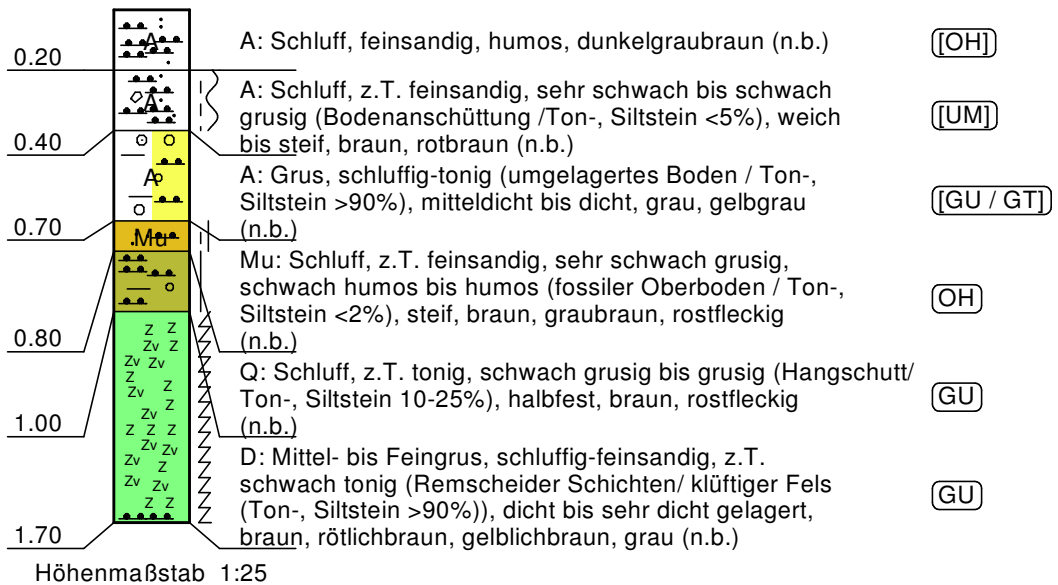
Datum: 01.07.2014

Standort: Baufeld 6

Nutzung: Wäldchen

Bemerkungen: ab 1,7 m kein weiterer Bohrfortschritt

V 11



Legende


Auftraggeber: Weber Consulting Beratungs GmbH, Pforzheim

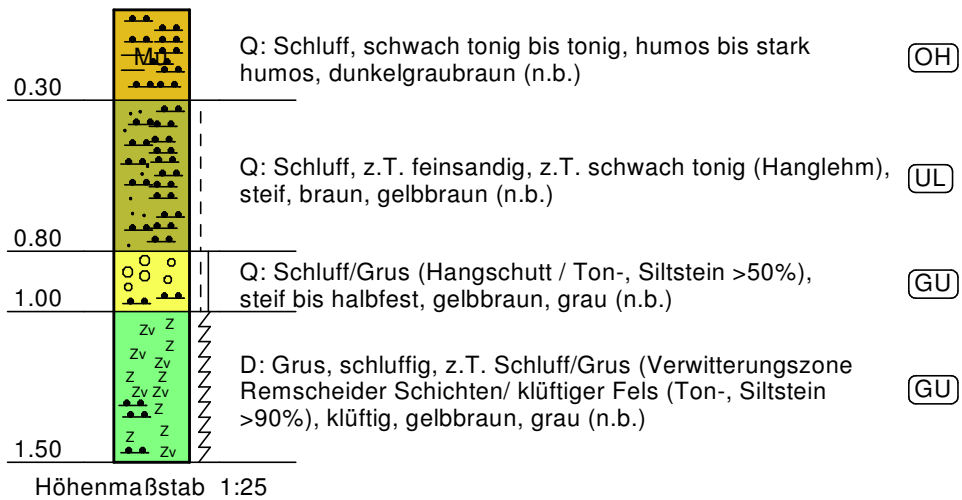
Datum: 01.07.2014

Standort: Baufeld 6










Nutzung: Wäldchen

Bemerkungen: ab 1,5 m kein weiterer Bohrfortschritt

### V 12



#### Legende

 klüftig	 Schluff	 Mittelkies	 Fels verwittert
 steif - halbfest	 Feinkies	 Mutterboden	 Schluffstein
 steif			



Auftraggeber: Weber Consulting Beratungs GmbH, Pforzheim

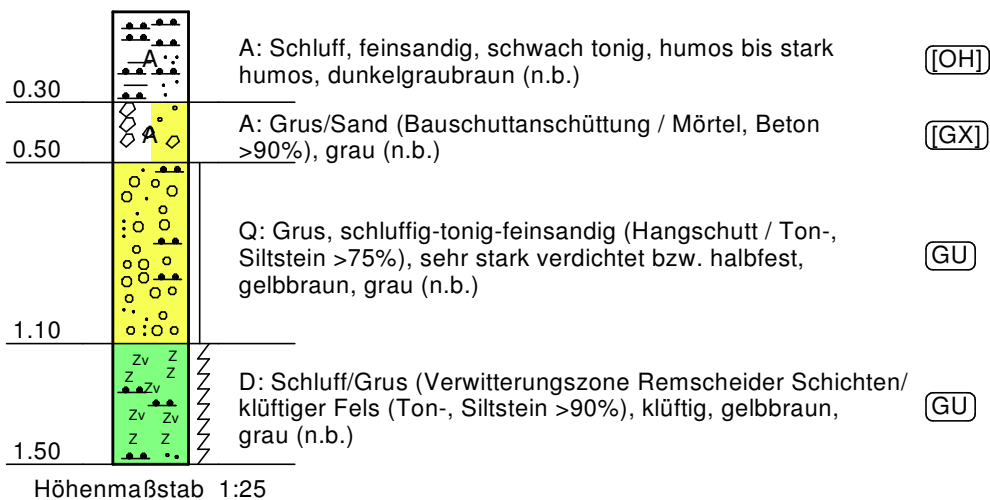
Datum: 01.07.2014

Standort: Baufeld 6

Nutzung: Rand Wäldchen

Bemerkungen: ab 1,5 m kein weiterer Bohrfortschritt

### V 13



### Legende

	klüftig		Schluff		Steine		Schluffstein
	halbfest		Feinkies		A		
			Mittelkies		Fels verwittert		

Auftraggeber: Weber Consulting Beratungs GmbH, Pforzheim

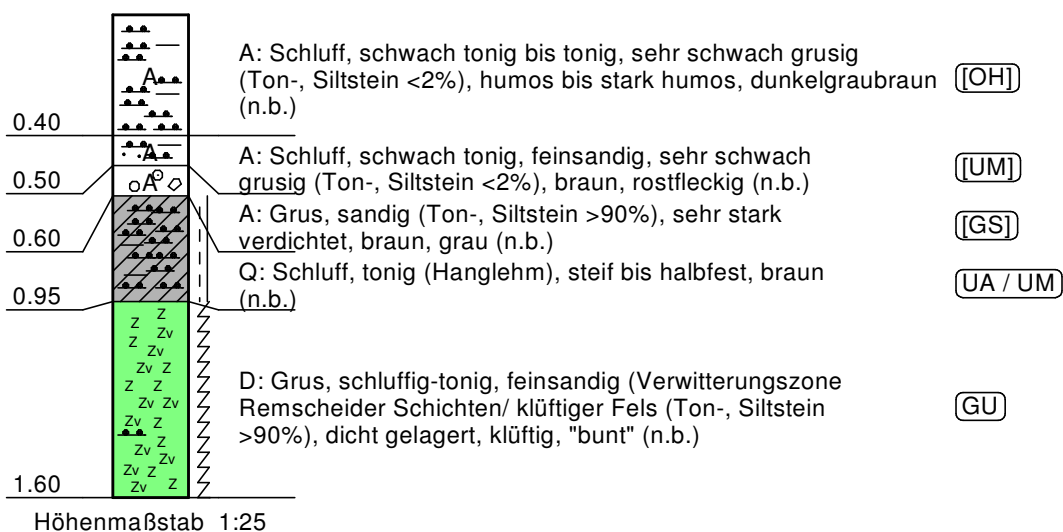
Datum: 01.07.2014

Standort: Baufeld 6

Nutzung: Rand Wäldchen, Mittelhang

Bemerkungen: ab 1,5 m kein weiterer Bohrfortschritt

### V 14



### Legende



klüftig

steif - halbfest



Schluff



Kies



Auffüllung



Hanglehm



Fels verwittert



Schluffstein

Auftraggeber: Weber Consulting Beratungs GmbH, Pforzheim

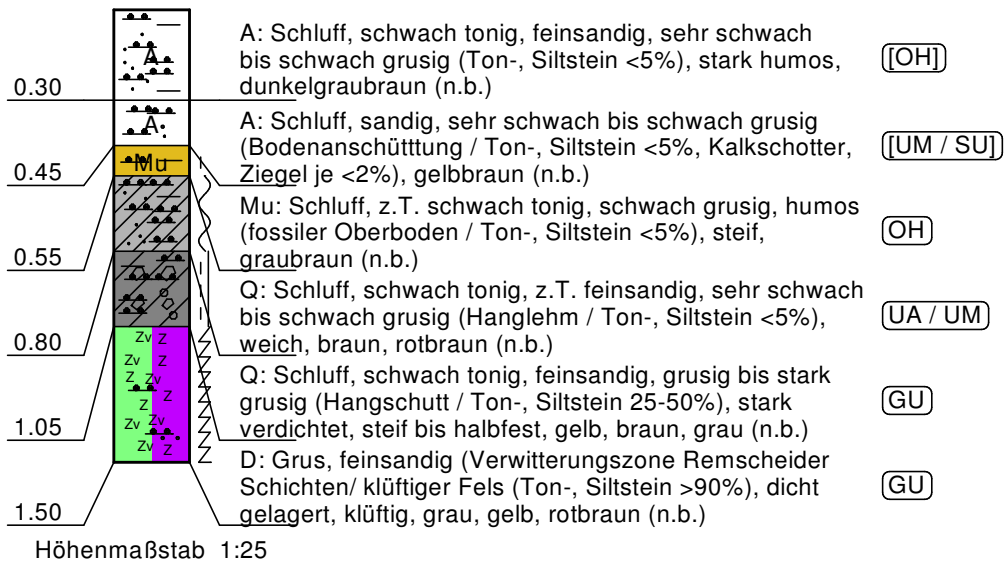
Datum: 01.07.2014

Standort: Baufeld 4d

Nutzung: Park

Bemerkungen: ab 1,5 m kein weiterer Bohrfortschritt

### V 15



### Legende

	klüftig		Schluff		Hanglehm		Schluffstein
	steif - halbfest		Mutterboden		Hangschutt		
	steif		Auffüllung		Fels verwittert		
	weich						

Auftraggeber: Weber Consulting Beratungs GmbH, Pforzheim

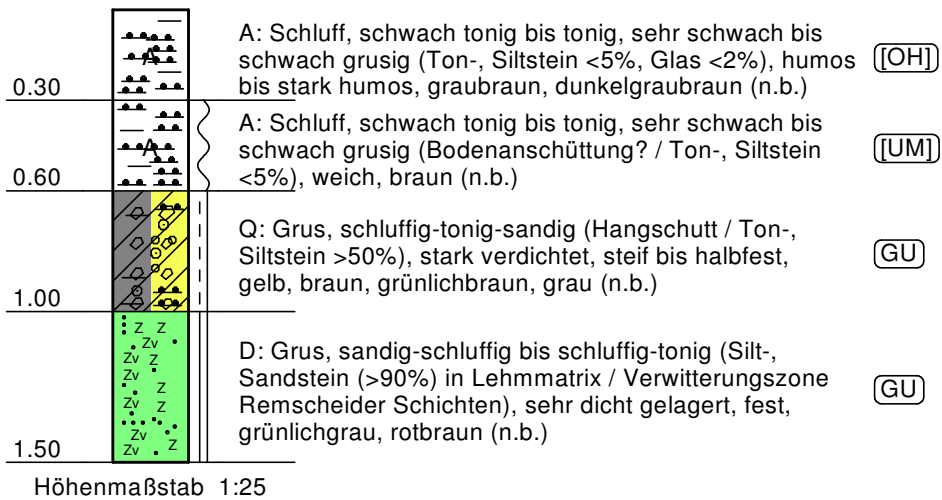
Datum: 01.07.2014

Standort: Baufeld 2a

Nutzung: Randbepflanzung Parkplatz

Bemerkungen: ab 1,5 m kein weiterer Bohrfortschritt

### V 16



### Legende

	fest		Schluff		Hangschutt
	steif - halbfest		Kies		Fels verwittert
	weich		Auffüllung		Sandstein

## **Anlage 3**

### **Protokolle der Versickerungsversuche**

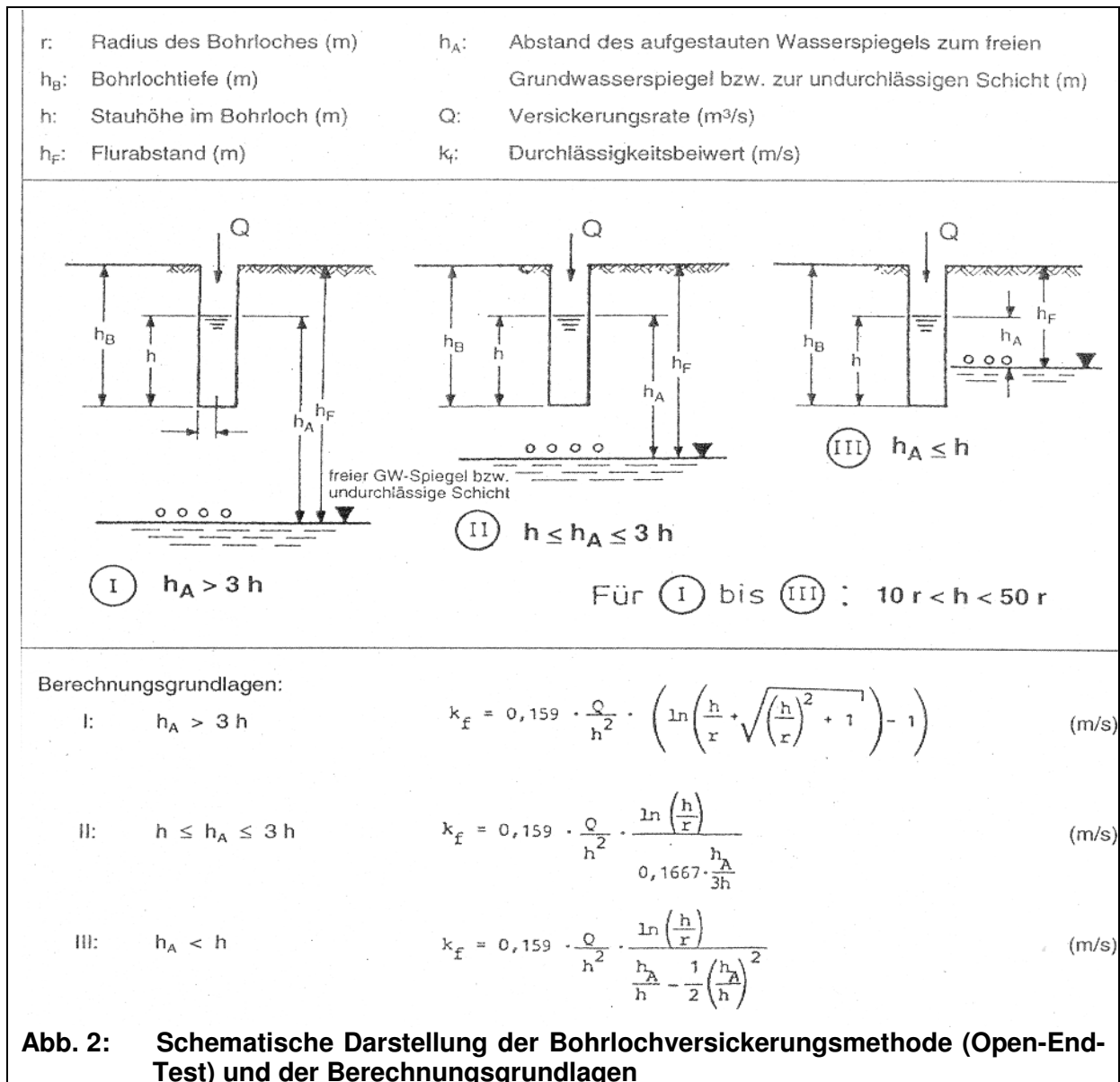
**Durchführung Open-End-Test**

a. Versuchsvorbereitung

- Abteufen eines Bohrloches (Durchmesser 6 cm) bis in den zu untersuchenden, durch die Rammkernsondierungen erkundeten, möglichst homogenen Horizont;
- Einbau eines Kunststoff-Filterrohrs zur Stützung des Bohrlochs und zur Vermeidung von Ausschwemmungen aus der Bohrlochwandung während des Versickerungsversuches.

b. Versickerungsversuch

- Auffüllen des Bohrlochs mit Wasser bis zu einer definierten Höhe (>10 r und <50 r; r = Bohrlochradius) und Konstanthalten dieses Wasserstandes;
- Messung des Wasserverbrauchs über die Zeit bei konstanter Wassersäule bzw. Druckhöhe im Bohrloch;
- Versuchsende bei Erreichen einer konstanten Infiltrationsrate;
- Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes ( $k_f$ -Wert) mit der konstanten Infiltrationsrate.



## Bohrlochversickerungsmessung

Grunddaten		Zeitermittlung			
Projekt:	Boden-, Baugrund und Versickerungsuntersuchung BV Klinikareal Remscheid-Lennep	<b>Wasser- menge (ml)</b>	<b>laufende Zeit</b>	<b>Intervall</b>	<b>Intervall in sec.</b>
Bearbeiter:	Dorsch (agus)	50	3.51	3.51	231
Bohrung:	<b>V 10</b>	20	5.43	1.52	112
Geologie:	Remscheider Schichten	20	7.39	1.56	116
Wetter:	trocken, bewölkt	20	9.36	1.57	117
Datum:	01.07.2014	20	11.35	1.59	119
Berechnungsgrundlagen		20	13.35	2.00	120
Radius Bohrloch (r):	0,03 [m]	20	15.39	2.04	124
Bohrlochtiefe unter GOK ( $h_B$ ):	1,5 [m]	20	17.45	2.06	126
Stauhöhe im Bohrloch (h):	0,5 [m]	20	19.54	2.09	129
Grundwasserflurabstand:	>5 [m]	20	22.04	2.10	130
Wasserverbrauch (q):	0,02 [l]				
Intervallzeit (t):	130 [sec]				
Formel:	I (s. Abb. 3)				
Durchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ ):	<b><math>1,09 \cdot 10^{-6}</math></b> [m/sec]				
Bodenprofil					
Versickerung:	-	-	V 10		
Tiefe (cm):	25	90	150		
Bodenart:	Ufs, gr1-2	Uu-Ufs, gr1-2	mfGr, ufs		
Bodenfarbe:	dgrbn	bn, rölibn	bn, rölibn		
Humusgehalt:	h 3	h 0	h 0		
Horizont:	Ah	Bv / jBv	II Cv		



## Bohrlochversickerungsmessung

Grunddaten						
Projekt:	Boden-, Baugrund und Versickerungsuntersuchung BV Klinikareal Remscheid-Lennep					
Bearbeiter:	Dorsch (agus)					
Bohrung:	<b>V 11</b>					
Geologie:	Anschüttung über Schuttdecken über Remscheider Schichten					
Wetter:	trocken, bewölkt					
Datum:	01.07.2014					
Berechnungsgrundlagen						
Radius Bohrloch (r):	0,03 [m]					
Bohrlochtiefe unter GOK ( $h_B$ ):	1,5 [m]					
Stauhöhe im Bohrloch (h):	0,4 [m]					
Grundwasserflurabstand:	>5 [m]					
Wasserverbrauch (q):	0,25 [l]					
Intervallzeit (t):	5 [sec]					
Formel:	I (s. Abb. 3)					
Durchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ ):	<b><math>2,28 \cdot 10^{-4}</math></b> [m/sec]					
Bodenprofil						
Versickerung:	-	-	-	-	-	V 11
Tiefe (cm):	20	40	70	80	100	150
Bodenart:	Ufs	Uu-Ufs, gr1-2	Gr, ut	Ufs, gr1	Uu-Ut, gr2-3	Gr, ufs-t2
Bodenfarbe:	dgrbn	bn, robn	gr, gegr	bn, grbn, rofl	bn, rofl	br, robn, gr
Humusgehalt:	h 3	h 0	h 0	h 2-3	h 0	h 0
Horizont:	Ah	jBv	jjC	II fAh	II Bv	II Cv

Zeitermittlung			
Wassermenge (ml)	laufende Zeit	Intervall	Intervall in sec.
250	0.05	0.05	5
250	0.10	0.05	5
250	0.15	0.05	5
250	0.20	0.05	5
250	0.25	0.05	5
250	0.30	0.05	5
250	0.35	0.05	5
250	0.40	0.05	5
250	0.45	0.05	5
250	0.50	0.05	5
250	0.55	0.05	5
250	1.00	0.05	5

## Bohrlochversickerungsmessung

Grunddaten				
Projekt:	Boden-, Baugrund und Versickerungsuntersuchung BV Klinikareal Remscheid-Lennep			
Bearbeiter:	Dorsch (agus)			
Bohrung:	<b>V 12</b>			
Geologie:	Remscheider Schichten			
Wetter:	trocken, bewölkt			
Datum:	01.07.2014			
Berechnungsgrundlagen				
Radius Bohrloch (r):	0,03 [m]			
Bohrlochtiefe unter GOK ( $h_B$ ):	1,7 [m]			
Stauhöhe im Bohrloch (h):	0,4 [m]			
Grundwasserflurabstand:	>5 [m]			
Wasserverbrauch (q):	0,25 [l]			
Intervallzeit (t):	15 [sec]			
Formel:	I (s. Abb. 3)			
Durchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ ):	<b><math>7,56 \cdot 10^{-5}</math></b> [m/sec]			
Bodenprofil				
Versickerung:	-	-	-	V 12
Tiefe (cm):	30	80	100	170
Bodenart:	Ut2-3, gr1	Uu-Ufs-Ut2	U/Gr - Uu, gr4-5	Gr, u - Gr/Uu
Bodenfarbe:	dgrbn	bn, gebn	gebn, gr	gebn, gr
Humusgehalt:	h 3-4	h 0	h 0	h 0
Horizont:	Ah	Bv	II Bv-Cv	II Cv

Zeitermittlung			
Wassermenge (ml)	laufende Zeit	Intervall	Intervall in sec.
250	0.05	0.05	5
250	0.11	0.06	6
250	0.20	0.09	9
250	0.30	0.10	10
250	0.41	0.11	11
250	0.53	0.12	12
250	1.08	0.15	15
250	1.22	0.14	14
250	1.35	0.13	13
250	1.49	0.14	14

## Bohrlochversickerungsmessung

Grunddaten				
Projekt:	Boden-, Baugrund und Versickerungsuntersuchung BV Klinikareal Remscheid-Lennep			
Bearbeiter:	Dorsch (agus)			
Bohrung:	<b>V 13</b>			
Geologie:	Remscheider Schichten			
Wetter:	trocken, bewölkt			
Datum:	01.07.2014			
Berechnungsgrundlagen				
Radius Bohrloch (r):	0,03 [m]			
Bohrlochtiefe unter GOK ( $h_B$ ):	1,5 [m]			
Stauhöhe im Bohrloch (h):	0,4 [m]			
Grundwasserflurabstand:	>5 [m]			
Wasserverbrauch (q):	0,1 [l]			
Intervallzeit (t):	15 [sec]			
Formel:	I (s. Abb. 3)			
Durchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ ):	<b><math>3,02 \cdot 10^{-5}</math></b> [m/sec]			
Bodenprofil				
Versickerung:	-	-	-	V 13
Tiefe (cm):	30	50	110	150
Bodenart:	Ut2fs	Gr/Ss	Gr, utfs	Uu/Gr
Bodenfarbe:	dgrbn	gr	gebn, gr	gebn, gr
Humusgehalt:	h 3-4	h 0	h 0	h 0
Horizont:	jAh	yyC	II Cv	III Cv

Zeitermittlung			
Wassermenge (ml)	laufende Zeit	Intervall	Intervall in sec.
100	0.05	0.05	5
100	0.12	0.07	7
100	0.17	0.05	5
100	0.23	0.06	6
100	0.29	0.06	6
100	0.36	0.07	7
100	0.44	0.08	8
100	0.51	0.07	7
100	0.59	0.08	8
100	1.07	0.08	8
100	1.16	0.09	9
100	1.26	0.10	10
100	1.37	0.11	11
100	1.47	0.10	10
100	1.58	0.11	11
100	2.10	0.12	12
100	2.23	0.13	13
100	2.37	0.14	14
100	2.51	0.14	14
100	2.06	0.15	15

## Bohrlochversickerungsmessung

Grunddaten					
Projekt:	Boden-, Baugrund und Versickerungsuntersuchung BV Klinikareal Remscheid-Lennep				
Bearbeiter:	Dorsch (agus)				
Bohrung:	<b>V 14</b>				
Geologie:	Remscheider Schichten				
Wetter:	trocken, bewölkt				
Datum:	01.07.2014				
Berechnungsgrundlagen					
Radius Bohrloch (r):	0,03 [m]				
Bohrlochtiefe unter GOK ( $h_B$ ):	1,6 [m]				
Stauhöhe im Bohrloch (h):	0,4 [m]				
Grundwasserflurabstand:	>3 [m]				
Wasserverbrauch (q):	0,25 [l]				
Intervallzeit (t):	7 [sec]				
Formel:	I (s. Abb. 3)				
Durchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ ):	<b><math>1,62 \cdot 10^{-4}</math></b> [m/sec]				
Bodenprofil					
Versickerung:	-	-	-	-	V 14
Tiefe (cm):	40	50	60	95	160
Bodenart:	Ut2-3, gr1	Ut2fs, gr1	Gr, s	Ut	Gr, utfs
Bodenfarbe:	dgrbn	bn, rofl	bn, gr	bn	bunt
Humusgehalt:	h 3-4	h 0	h 0	h 0	h 0
Horizont:	jAh	jjSw1	jjSw2	II Sd	II Cv

Zeitermittlung			
Wasser- menge (ml)	laufende Zeit	Intervall	Intervall in sec.
250	0.04	0.04	4
250	0.09	0.05	5
250	0.14	0.05	5
250	0.18	0.04	4
250	0.23	0.05	5
250	0.29	0.06	6
250	0.34	0.05	5
250	0.40	0.06	6
250	0.47	0.07	7
250	0.54	0.07	7

## Bohrlochversickerungsmessung

Grunddaten						
Projekt:	Boden-, Baugrund und Versickerungsuntersuchung BV Klinikareal Remscheid-Lennep					
Bearbeiter:	Dorsch (agus)					
Bohrung:	<b>V 15</b>					
Geologie:	Remscheider Schichten					
Wetter:	trocken, bewölkt					
Datum:	01.07.2014					
Berechnungsgrundlagen						
Radius Bohrloch (r):	0,03 [m]					
Bohrlochtiefe unter GOK ( $h_B$ ):	1,5 [m]					
Stauhöhe im Bohrloch (h):	0,4 [m]					
Grundwasserflurabstand:	>5 [m]					
Wasserverbrauch (q):	0,25 [l]					
Intervallzeit (t):	10 [sec]					
Formel:	I (s. Abb. 3)					
Durchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ ):	<b><math>1,14 \cdot 10^{-4}</math></b> [m/sec]					
Bodenprofil						
Versickerung:	-	-	-	-	-	V 15
Tiefe (cm):	30	45	55	80	105	150
Bodenart:	Ut2fs, gr1-2	Us, gr1-2	Uu-Ut2, gr2	Uu-Ut2- Ufs, gr1-2	Ut2fs, gr3-4	Gr/X
Bodenfarbe:	dgrbn	gebn	grbn	bn, robn	ge, bn, gr	gr, ge, robn
Humusgehalt:	h 4	h 0	h 3	h 0	h 0	h 0
Horizont:	jAh	jjC	II fAh	II Bt	III Cv	III Cv

Zeitermittlung			
Wassermenge (ml)	laufende Zeit	Intervall	Intervall in sec.
250	0.09	0.09	9
250	0.17	0.08	8
250	0.25	0.08	8
250	0.32	0.07	7
250	0.39	0.07	7
250	0.47	0.08	8
250	0.54	0.07	7
250	1.01	0.07	7
250	1.08	0.07	7
250	1.16	0.08	8
250	1.23	0.07	7
250	1.31	0.08	8
250	1.38	0.07	7
250	1.46	0.08	8
250	1.54	0.08	8
250	2.03	0.09	9
250	2.10	0.07	7
250	2.19	0.09	9
250	2.29	0.10	10
250	2.39	0.10	10

## Bohrlochversickerungsmessung

Grunddaten				
Projekt:	Boden-, Baugrund und Versickerungsuntersuchung BV Klinikareal Remscheid-Lennep			
Bearbeiter:	Dorsch (agus)			
Bohrung:	<b>V 16</b>			
Geologie:	Remscheider Schichten			
Wetter:	trocken, bewölkt			
Datum:	01.07.2014			
Berechnungsgrundlagen				
Radius Bohrloch (r):	0,03 [m]			
Bohrlochtiefe unter GOK ( $h_B$ ):	1,5 [m]			
Stauhöhe im Bohrloch (h):	0,4 [m]			
Grundwasserflurabstand:	>5 [m]			
Wasserverbrauch (q):	0,1 [l]			
Intervallzeit (t):	50 [sec]			
Formel:	I (s. Abb. 3)			
Durchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ ):	<b><math>8,98 \cdot 10^{-6}</math></b> [m/sec]			
Bodenprofil				
Versickerung:	-	-	-	V 16
Tiefe (cm):	30	60	100	150
Bodenart:	Ut2-3, gr1-2	Ut2-3, gr1-2	Gr, uts	Gr/X, su-ut
Bodenfarbe:	grbn, dgrbn	bn	gr, bn, grülibn	robn, grüligr
Humusgehalt:	h 3-4	h 0	h 0	h 0
Horizont:	jAh	jBv / II Bv	II Bv-Cv	II Cv

Zeitermittlung			
Wasser- menge (ml)	laufende Zeit	Intervall	Intervall in sec.
100	0.36	0.36	36
100	1.14	0.38	38
100	1.50	0.36	36
100	2.26	0.36	36
100	3.04	0.38	38
100	3.43	0.39	39
100	4.22	0.39	39
100	5.03	0.41	41
100	5.45	0.42	42
100	6.26	0.41	41
100	7.09	0.43	43
100	7.52	0.43	43
100	8.35	0.43	43
100	9.16	0.41	41
100	9.58	0.42	42
100	10.40	0.42	42
100	11.25	0.45	45
100	12.08	0.43	43
100	12.53	0.45	45
100	13.38	0.45	45
100	14.25	0.47	47
100	15.13	0.48	48
100	15.58	0.45	45
100	16.44	0.46	46
100	17.33	0.49	49