KaiserIngenieure
Räume erschließen. Wasser bewirtschaften. Umwelt bewahren.

Dr.-Ing. Mathias Kaiser

Telefon 02 31/55 71 01-0
Telefax 02 31/55 71 01-30

info@kaiseringenieure.de
www.kaiseringenieure.de

Gutenbergstraße 34
44139 Dortmund

Versickerungsgutachten

Bebauungsplan Vorentwurf Nr. 09/006
(alt 5670/022)
„Am Scheitenwege-Süd“
in Düsseldorf-Himmelgeist

Auftraggeber: Landeshauptstadt Düsseldorf
Stadtplanungsamt
Brinckmannstr. 5
40225 Düsseldorf

Projekt-Nr.: 09444-1

Dortmund, den 17.01.2014

Inhalt Seite

0		Veranlassung	3
1		Verwendete Daten und Unterlagen	3
2		Durchgeführte Untersuchungen	4
3		Geographisch-hydrogeologischer Überblick	5
4		Durchführung der Untersuchungsmaßnahmen	6
	4.1	Lage der Untersuchungspunkte	6
	4.2	Bodenaufschlüsse	7
	4.3	Ergebnisse der Versickerungsversuche	8
5		Bewertung der Untersuchungsergebnisse	10

Anlagen

1	Lageplan mit Verzeichnung der Untersuchungsstandorte, 1: 1.000
2	Schichtprofile
3	Methodik der Versickerungsversuche
4	Erläuterung der Schurf - Versickerungsversuche
5	Auswertung der Versickerungsversuche

0 Veranlassung

Mit dem Bebauungsplan Vorentwurf Nr. 09/006 (alt 5670/022) „Am Scheitenwege-Süd" soll Planungsrecht für ein neues Wohngebiet in Düsseldorf-Himmelgeist geschaffen werden.

Gemäß § 51a Landeswassergesetz NRW ist das auf den neu entstehenden versiegelten Flächen anfallende Niederschlagswasser möglichst dezentral vor Ort zu bewirtschaften. Zur Überprüfung der Infiltrationsleistung der anstehenden Böden hinsichtlich der Möglichkeiten einer Regenwasserversickerung, wurde unser Büro auf der Grundlage älterer Untersuchungen von 2006 u. 2009 mit der Durchführung und Auswertung von entsprechenden ergänzenden Feldversuchen im Bereich nunmehr geplanter Flächen zur Versickerung beauftragt.

1 Verwendete Daten und Unterlagen

Zur Erstellung des vorliegenden Gutachtens wurden folgende Dokumente und Schriftstücke verwendet:

[1] Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, DWA April 2005

[2] Runderlass des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft: Niederschlagswasserbeseitigung gemäß § 51a des Landeswassergesetzes, MURL NRW vom 18.05.1998

[3] Bebauungsplan Vorentwurf Nr. 09/006 (alt 5670/022) v. 05.11.2013, zur Verfügung gestellt vom Stadtplanungsamt der Landeshauptstadt Düsseldorf

[4] Karte mit Angabe der zu erwartenden geringsten Grundwasserflurabstände für das Planungsgebiet und Umgebung, ohne Datum, zur Verfügung gestellt vom Umweltamt der Stadt Düsseldorf

[5] Versickerungsgutachten Bebauungsplan 5670/022 „Am Scheitenwege-Süd" in Düsseldorf-Himmelgeist, KaiserIngenieure, Dortmund, vom 21.04.2009

[6] Versickerungsgutachten BV Wohngebiet „Ickerswarder Straße/Broichgraben in Düsseldorf-Himmelgeist, KaiserIngenieure, Dortmund, vom 13.06.2006

[7] Versickerungsgutachten und Regenwasserkonzept „Auf'm Wettsche" in Düsseldorf-Itter, KaiserIngenieure, Dortmund vom 11.08.2005

[8] Karte der Wasserschutzgebiete der Landeshauptstadt Düsseldorf, zur Verfügung gestellt vom Umweltamt der Stadt Düsseldorf

[9] Digitale Topographische Karte 1:50.000, Top 50, Landesvermessungsamt NRW, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2003

2 Durchgeführte Untersuchungen

Im Rahmen der Geländeuntersuchung wurden folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Auswertung der vorliegenden Planunterlagen zur Festlegung der Untersuchungspunkte vor Ort
- Durchführung von Versickerungsversuchen zur In-situ-Bestimmung der Versickerungsrate ($k_{f,u}$-Wert) im anstehenden, ungesättigten Boden (Kap. 4.3): 7 Schurfversickerungsversuche in den Decklehmen,
- Abteufung von Schlitzsondierungen bis max. 2,0 m u. GOK und Ansprache des Bohrguts gemäß DIN 4022 (Kap. 4.2)

Auf Versickerungsversuche in den im tieferen Untergrund anstehenden Kiesschichten (Terrassenablagerungen des Rheins) wurde verzichtet. In dem unmittelbar südwestlich anschließenden Erschließungsgebiet „Auf'm Wettsche" in Düsseldorf-Itter wurde von der zuständigen Unteren Wasserbehörde eine Infiltration in diese Schichten aus Gründen des Grundwasserschutzes abgelehnt [7]. Es ist davon auszugehen, dass im vorliegenden Fall genauso entschieden wird.

3 Geographisch-hydrogeologischer Überblick

Das Untersuchungsgebiet liegt am Nordrand von Düsseldorf-Himmelgeist südwestlich der L 293 „Münchner Straße". Es wird im Westen von der Ickerswarder Straße und der Straße Steinkaul und im Osten vom ehemaligen, nun aber z.T. verfüllten Broichgraben sowie einer Gärtnerei begrenzt.

Die großräumige Lage des Plangebietes ist dem Übersichtslageplan in der nachfolgenden Abbildung 1 zu entnehmen.

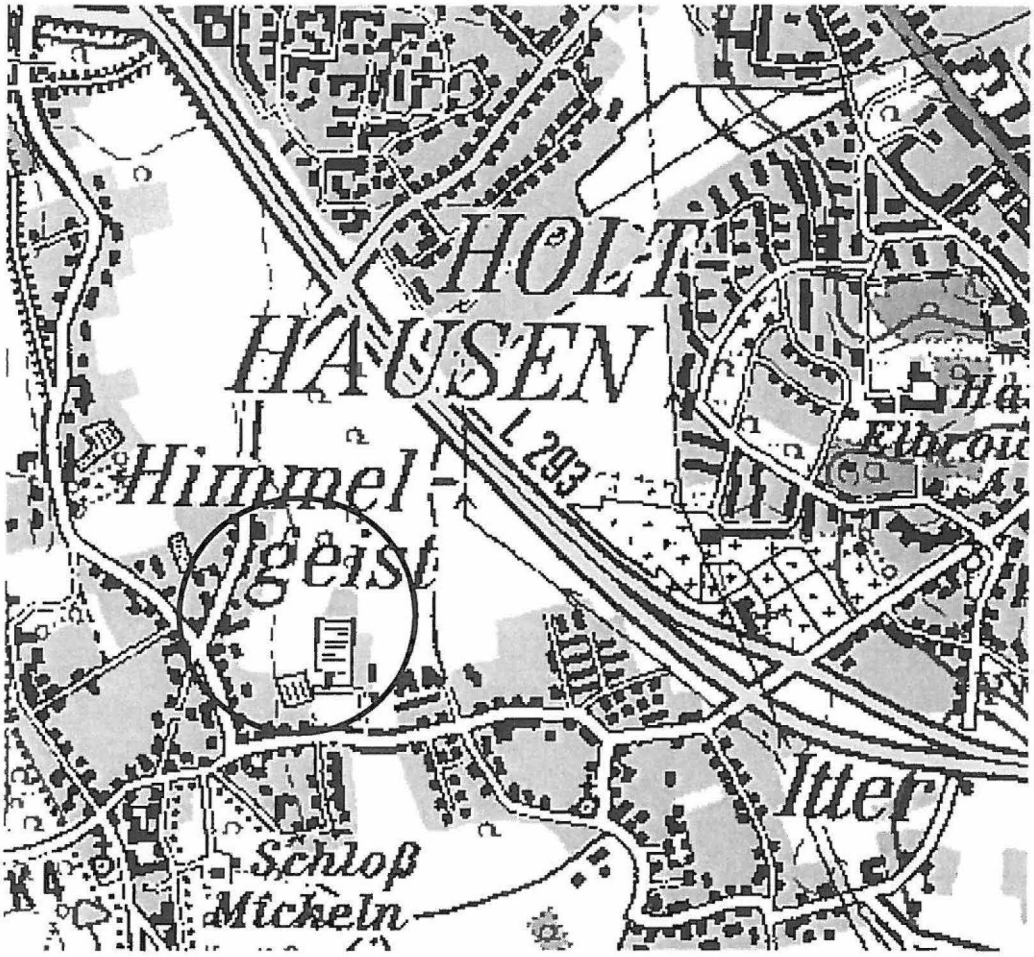


Abb. 1: Übersichtslageplan mit Verzeichnung der Lage des Untersuchungsgebiets [8]

Gemäß seiner Lage in unmittelbarer Rheinnähe, wird der Untergrund im Untersuchungsgebiet von fluviatilen Sedimenten aufgebaut. Als oberstes Schichtglied stehen Hochflutlehme des Holozäns an, darunter folgen sandig-kiesige Ablagerungen der Niederterrasse (Pleistozän). Aus den Lehmen haben sich in Abhängigkeit der vorhandenen Sand- und Tongehalte meist Braunerden oder Parabraunerden entwickelt. Entsprechend weisen die Hochflutlehme im Allgemeinen eine mäßige Wasserdurchlässigkeit auf; je nach Korngrößenverteilung und Lagerungsdichte sind aber auch geringe oder hohe Versickerungsraten möglich. Für die Terrassenablagerungen ist bei überwiegend sandig-kiesiger Ausprägung eine gute bis sehr gute Infitrationsfähigkeit zu erwarten.

Die Grundwasserstände sind im Untersuchungsgebiet starken saisonalen Schwankungen unterworfen. Für die absoluten Grundwasserhöchststände (HGW) werden Flurabstände von weniger als 1,0 bis etwa 2,0 m u. GOK angegeben [4]. Mit diesen Werten ist gewöhnlich nur während der Wintermonate oder bei länger andauerndem Rheinhochwasser zu rechnen. Im Sommer liegt die Grundwasseroberfläche deutlich tiefer und kann durchaus auf weit unter 5 m u. GOK absinken.

Gemäß der Karte der Wasserschutzzonen [8] liegt das Untersuchungsgebiet nahe Nordteil der Wasserschutzzone III A des Wasserwerks „Flehe".

4 Durchführung der Untersuchungsmaßnahmen

4.1 Ortsbegehung und Lage der Untersuchungspunkte

Zum Zeitpunkt der Feldarbeiten am 09. und 10.01.2014 war das Plangebiet überwiegend ackerbaulich bzw. gartenbaulich genutzt. Das gesamte Areal ist weitgehend eben bzw. weist an seinem Ostrand entlang des ehemaligen Broichgrabens eine leichte Muldenstruktur auf. Der Tiefpunkt des Geländes liegt dementsprechend an der Südostecke am Ende des verfüllten Grabens.

Die Versickerungsversuche und Schlitzsondierungen wurden in Abstimmung mit dem Planungsamt jeweils im Bereich geplanter Grünflächen plaziert. Damit liegen die Untersuchungsstandorte am Ort potenzieller Regenwasserbewirtschaftungsflächen. Die genaue Lage der Untersuchungspunkte ist dem als Anlage 1 beigefügten Lageplan zu entnehmen.

Die Bestimmung der Infiltrationsraten erfolgte mit Hilfe von Schurfverickerungsversuchen. Die Methodik der Versuche ist in der Anlage 3 im Anhang beschrieben.

4.2 Bodenaufschlüsse

Im Untersuchungsgebiet liegen unter einer rund 0,2 bis 0,3 m mächtigen Oberbodenschicht zunächst Schluffe mit wechselnden Feinsand- und Tongehalten vor. Die Schluffe sind als Hochflutlehme anzusprechen und stellen die Deckschicht über den darunter folgenden sandig-kiesigen Sedimenten der Niederterrasse dar.

Die Hochflutablagerungen weisen zum Teil auch erhöhte Sandanteile bzw. geringmächtige sandige Zwischenlagen auf.

Während in den übrigen Bereichen bei keiner der Bohrungen Anzeichen auf ausgeprägtes Stauwasser festgestellt werden konnte, sind entlang des ehemaligen Broichgrabens (im Bereich des Planungsgebiets verfüllt mit den anstehenden Hochflutlehmen) die Aueablagerungen als staunässegefährdet einzuschätzen.

Im Übergangsbereich zur Niederterrasse sind z.T sandige bzw. schluffig-kiesige oder schluffig-sandige Überganghorizonte ausgebildet.

Die Niederterrassenablagerungen selbst setzen sich zumeist aus bunten Kiesen und Sand zusammen, bereichsweise auch aus sandigem Kies.

Die Oberkante der sandig-kiesigen Niederterrasse wurde zwischen 1,0 m u. GOK und 2,5 m u. GOK angetroffen. Grundsätzlich nimmt die Tiefenlage der Terrassensedimente nach Osten zum Broichgraben hin etwas zu (siehe tiefgründige RKS [6], S.7)

Damit stellt sich der grundsätzliche Bodenaufbau im Untersuchungsgebiet wie folgt dar:

0 – 0,2/0,3 m	Mutterboden
0,2/0,3 – 1,0/2,5 m	Schluff, feinsandig, schwach tonig, braun und Schluff + Kies/Sand, braun bis rotbraun (Hochflutlehm und Überganghorizont), Entlang des Broichgrabens ab 1,5 m u. GOK graue, schluffig-tonige Aueablagerungen
1,0/2,5 – > 3,0 m	Kies (bunt) + Sand, graubraun bis rotbraun (Niederterrasse)

Die Niederterrasse weist im angebohrten Übergangbereich zu den auflagernden Hochflutlehmen bereichsweise erhöhte bindige Anteile auf. Diese Verlehmung ist auf eingeschwemmtes Feinmaterial aus den Hochflutlehmen zurückzuführen.

Grund- oder Stauwasser wurde bei den Aufschlussbohrungen bis zur jeweiligen Endteufe nicht festgestellt.

Der genaue Schichtaufbau der einzelnen Aufschlüsse der Geländeuntersuchung ist in den Bohrprofilen des Schichtverzeichnisses nach DIN 4023 in Anlage 2 aufgeführt.

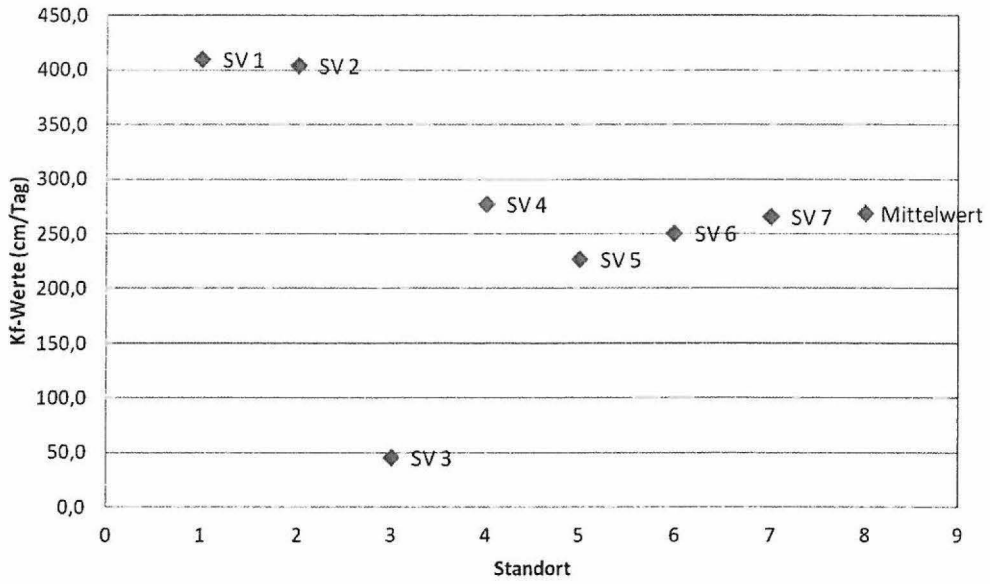
4.3 Ergebnisse der Versickerungsversuche

Zur Ermittlung der Versickerungsleistung der örtlich anstehenden Untergründe wurden Versickerungsversuche in den Decklehmen durchgeführt.

Die Bestimmung der Durchlässigkeit der anstehenden Decklehme erfolgte mit Hilfe von Schurfversickerungsversuchen. Die Sohltiefe der Versuche entspricht mit 0,8 m u. GOK dem für dezentrale Versickerungsanlagen als relevant anzusehenden Tiefenniveau.

Bei der Betrachtung der Messwerte ist zu berücksichtigen, dass es sich dabei um die Durchlässigkeit des ungesättigten Bodens handelt, die mit $k_{f,u}$ angegeben wird. In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die an den Versuchsstandorten VS 1 bis VS 7 gemessenen Versickerungsraten zusammengestellt:

Versuchs-Nr.	Messtiefe [m]	Kf-Wert [m/s]	Versickerung [cm/d]
SV 1	0,8	4,7E-05	409,5
SV 2	0,8	4,7E-05	403,7
SV 3	0,8	5,2E-06	45,1
SV 4	0,8	3,2E-05	276,9
SV 5	0,8	2,6E-05	226,4
SV 6	0,8	2,9E-05	250,2
SV 7	0,8	3,1E-05	265,4



Tab. 1: Versickerungsraten, Darstellung der Versuchsergebnisse

Die ermittelten Durchlässigkeiten für die auflagernden Decklehme weisen eine vergleichsweise große Durchlässigkeit auf. Die Werte bewegen sich von $5{,}2*10^{-6}$ m/s (45,1 cm/Tag) bei SV 3 bis zu $4{,}7*10^{-5}$ m/s (409,5 cm/Tag) bei SV 1. Die Schwankungsbreite beträgt damit knapp eine Zehnerpotenz. Damit kann aus den Werten ein Mindestwert für die Durchlässigkeit der Decklehme abgeleitet werden. Dieser beträgt unter Heranziehung der geringsten gemessenen Durchlässigkeit am Standort SV 3 $5{,}2*10^{-6}$ m/s (45,1 cm/Tag).

Ableitung des Bemessungs-kf-Wertes

Die DWA gibt in ihrem Arbeitsblatt A 138 [1] zum Abgleich der unterschiedlichen Methoden der kf-Wert-Bestimmung (z.B. Labormethoden, Feldversuche) zur Ermittlung des Bemessungs-kf-Werts für Feldversuche einen Korrekturfaktor von 2 vor. Dies beruht auf der Annahme, dass die bei Feldversuchen in der ungesättigten Zone bestimmte Durchlässigkeit (kf,u-Wert) nur halb so groß wie die des gesättigten Bodens ist (kf-Wert). Da sich die Bemessungsalgorithmen nach DWA-A 138 aber auf den gesättigten Durchlässigkeitsbeiwert beziehen und der kf-Wert in den Formeln daher halbiert wird, ist zum Ausgleich bei den Feldmethoden o.g. Korrekturfaktor anzusetzen, d.h. die Versickerungsanlagen werden dann mit genau dem Durchlässigkeitsbeiwert bemessen wie im Gelände ermittelt.

Auf die Verdoppelung der gemessenen Durchlässigkeit wird hier jedoch verzichtet, um auch bei nicht auszuschließender, kleinräumig geringerer Durchläsigkeit eine nachhaltige Funktionsfähigkeit der Versickerungsanlagen sicherzustellen.

Der **Bemessungs-kf-Wert** lautet somit gerundet: **$K_{f,u} = 5*10^{-6}$ (43 cm/Tag)**

Die Messprotokolle zu den einzelnen Versickerungsversuchen sind in Anlage 4 im Anhang einzusehen.

5 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 vom April 2005 [1] wird für Versickerungsanlagen ohne Ableitung ein maßgebender minimaler Bemessungs-k_f-Wert von $1{,}0*10^{-6}$ m/s (8,64 cm/Tag) vorgeschrieben. Weiterhin wird hier eine Sickerstrecke von mindestens 1,0 m zum mittleren Grundwasserhöchststand gefordert. Nach MURL-Runderlass zum § 51a WHG [2] kann im Einzelfall bei Versickerungsanlagen allerdings auch ein Sohlabstand von 0,6 m zum Grundwasserhöchststand toleriert werden.

Unter Berücksichtigung der o.g. Untersuchungsergebnisse und naturräumlichen Verhältnisse ergeben sich damit für das Vorhabengebiet hinsichtlich der Möglichkeiten einer naturnahen Regenwasserbewirtschaftung folgende Konsequenzen:

Versickerung

Die im Plangebiet vorliegenden Deckschichten aus Hochflutlehmen weisen mit mit einem Bemessungs-k_f-Wert von $5*10^{-6}$ m/s (43 cm/Tag) hinsichtlich der Vorgaben der DWA-A 138 [1] eine für ausschließlich auf Versickerung basierende Regenwasserbewirtschaftung ausreichende Infiltrationsleistung auf. Dieser Wert kann allerdings nur für die Tiefenlage unterhalb der Pflugsohle in 0,5 m u. GOK angesetzt werden. Der Boden ist deshalb im Rahmen der Erstellung von Versickerungsanlagen bis auf rd. 0,7 m unter GOK aufzulockern und wasserdurchlässig herzustellen.

Grundwasser

Gemäß den vorliegenden Datengrundlagen ist im Bebauungsplangebiet verbreitet von minimalen Grundwasserflurabständen von weniger als 1 m u. GOK auszugehen. [4].

Bei der Planung der Versickerungsanlagen ist prinzipiell darauf zu achten, dass eine ausreichende Sickerstrecke von mindestens 1,0 m bzw. im Einzelfall von 0,6 m von der Sohle der Versickerungsanlage bis zum mittleren höchsten Grundwasserstand gewährleistet ist [1] [2]. Für den Großteil des Gebiets ist von Grundwasserflurabständen von weniger als 1 m auszugehen. Da das Baugebiet jedoch aus Gründen der Schmutzwasserkanalisation voraussichtlich um etwa 1 (bis 2) m aufgefüllt werden muss, ist bei oberflächiger Anlage der Versickerungsanlagen von einem ausreichenden Grundwasserflurabstand auszugehen (vgl. Skizze zur Höhenentwicklung der Schmutzwasserkanalisation. B-Plan 5670-022 vom 08/08/08 bzw. 4/12/08 SEB Düsseldorf).

Bei der Planung von Versickerungsanlagen ist darauf zu achten, dass insbesondere im Bereich des ehemaligen Broichgrabens eine vertikale Durchsickerung der Decklehme gewährleistet wird und ein horizontales Austreten von Sickerwasser ausgeschlossen wird. Dafür bietet sich die Einbindung von unter den Versickerungsmulden angelegten Rigolen in die Decklehme und Auffüllungen an. Ggfs. ist dort zusätzlich eine gedrosselte Ableitung des Niederschlagswassers vorzusehen.

Empfehlungen zur Regenwasserbewirtschaftung

Aufgrund von Behördenvorgaben (Grundwasserschutz, Gelände z.T. nahe Wasserschutzzone III A) und der hohen Grundwasserstände ist eine Versickerung des anfallenden Regenwasser ausschließlich in die Decklehmschichten möglich.

Die Forderung nach einer möglichst oberflächennahen Versickerung kollidiert dabei mit dem versickerungshemmenden Verdichtungshorizont der Pflugsohle, der eine Versickerungssohle von mindestens 0,6 m u. GOK erforderlich macht. Um dennoch eine nachhaltige Versickerung zu gewährleisten, empfehlen wir daher, den vorhandenen Boden an den geplanten Standorten von Versickerungsanlagen intensiv und tiefgründig bis mindestens 0,7 m u. GOK aufzulockern.

Dabei sind unzulässige Bodenverdichtungen am Standort von geplanten Versickerungsanlagen vor, während oder nach den Bauarbeiten grundsätzlich unbedingt zu vermeiden.

In diesem Fall kann dann auch der gemessene Bemessungs-k_f-Wert von $5*10^{-6}$ m/s (43 cm/Tag) angesetzt und eine Versickerung ohne zusätzliche Ableitungskomponente vorgesehen werden.

Für den Bereich des Geländetiefpunkts im Bereich des Broichgrabens ist ggfs. eine zusätzliche Ableitung in eine geeignete Vorflut sinnvoll.

Zum Schutz des Grundwassers ist das Regenwasser über eine ausreichend mächtige belebte Oberbodenzone zu versickern. Gleichzeitig ist eine ebenfalls ausreichend mächtige Sickerstrecke zum mittleren höchsten Grundwasserstand zu gewährleisten. Die mögliche maximale Tiefenlage der Versickerungssohlen ist dabei von den geplanten Geländehöhen abhängig. Grundsätzlich wird die Bewirtschaftung des Regenwassers in möglichst flachen, breitflächigen Mulden, ggfs. durch Rigolen unterfangen, empfohlen.

Hinweise

Die in dem vorliegenden Gutachten getroffenen Aussagen beruhen auf der Interpolation punktuell im Gelände gewonnener Daten. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass naturgemäß kleinräumige Abweichungen von dem ermittelten Bodenaufbau sowie von den Versickerungsleistungen nicht auszuschließen sind.

Regelwerke

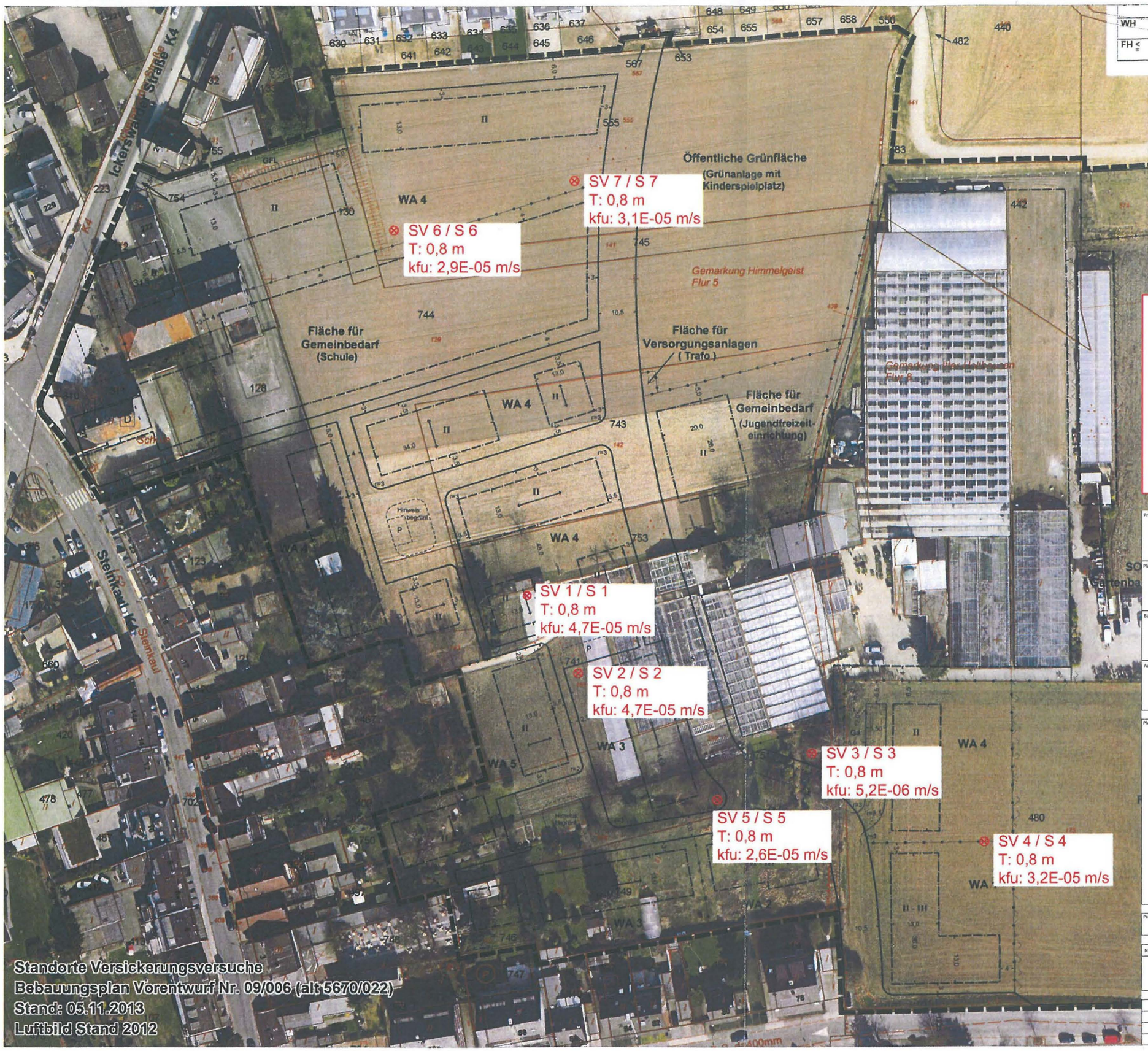
Auf die einschlägigen Regelwerke zum Bau und Betrieb von Versickerungs- und Rückhalteanlagen der DWA und DIN wird verwiesen, im Hinblick auf qualitative Aspekte insbesondere auf das DWA Merkblatt M 153 „Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser".

Dortmund, den 17.01.2014

Dr.-Ing. Mathias Kaiser

Anlage 1

Lageplan Untersuchungsstandorte M 1:1.000



Standorte Versickerungsversuche
Bebauungsplan Vorentwurf Nr. 09/006 (alt 5670/022)
Stand: 05.11.2013
Luftbild Stand 2012

WH	6,0 – 6,7 m	≦ 6,5 m	≦ 6,5 m	≦ 6,5 m	≦ 6,5 m
FH ≦	13,5 m	12,5 m	11,0 m	11,0 m	11,0 m

Legende:

○ SV	Standort Schurfversickerungsversuche
× S	Standort Schlitzsondierung
T	Messtiefe
kfu	kf,u - Wert

Projekt/Ort/Aufgabe	Am Scheitenwege-Süd, Düsseldorf-Himmelgeist 40589 Düsseldorf Versickerungsgutachten	Format 420 x 297
Plan/Thema/Stadium	Lageplan Untersuchungsstandorte (Versickerungsversuche und Schlitzsondierungen)	Maßstab 1:1.000
Bauherr		
Auftraggeber	Landeshauptstadt Düsseldorf - Stadtplanungsamt Brinckmannstr. 5 40255 Düsseldorf	

Planung

KaiserIngenieure
Räume erschließen. Wasser bewirtschaften. Umwelt bewahren.
Dr.-Ing. Mathias Kaiser
Tel. 0231/ 55 71 01-0
Fax 0231 / 55 71 01-30
info@kaiseringenieure.de
www.kaiseringenieure.de
Gutenbergstraße 34
44139 Dortmund

Projekt- u. Plannr.	bearbeitet	gezeichnet	geprüft	Datum
09444-1	Kn	Kn	Ws	17.01.2014

Nr.	Änderung	bearbeitet	gezeichnet	geprüft	Datum

	Verfasser	Datum

Kaiser Ingenieure

Räume erschließen. Wasser bewirtschaften. Umwelt bewahren.

Anlage 2

Bohrprofile

KaiserIngenieure Räume erschließen. Wasser bewirtschaften. Umwelt bewahren	Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023	Anlage:	
		Projekt: 09444-1 Am Scheitenwege-Süd, D	
		Auftraggeber: Stadtplanungsamt D	
		Bearb.: Kn	Datum: 09.01.2014

Boden- und Felsarten

Mutterboden, Mu

Kies, G, kiesig, g

Grobsand, gS, grobsandig, gs

Sand, S, sandig, s

Schluff, U, schluffig, u

Korngrößenbereich
f - fein
m - mittel
g - grob

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

Konsistenz

breiig

weich

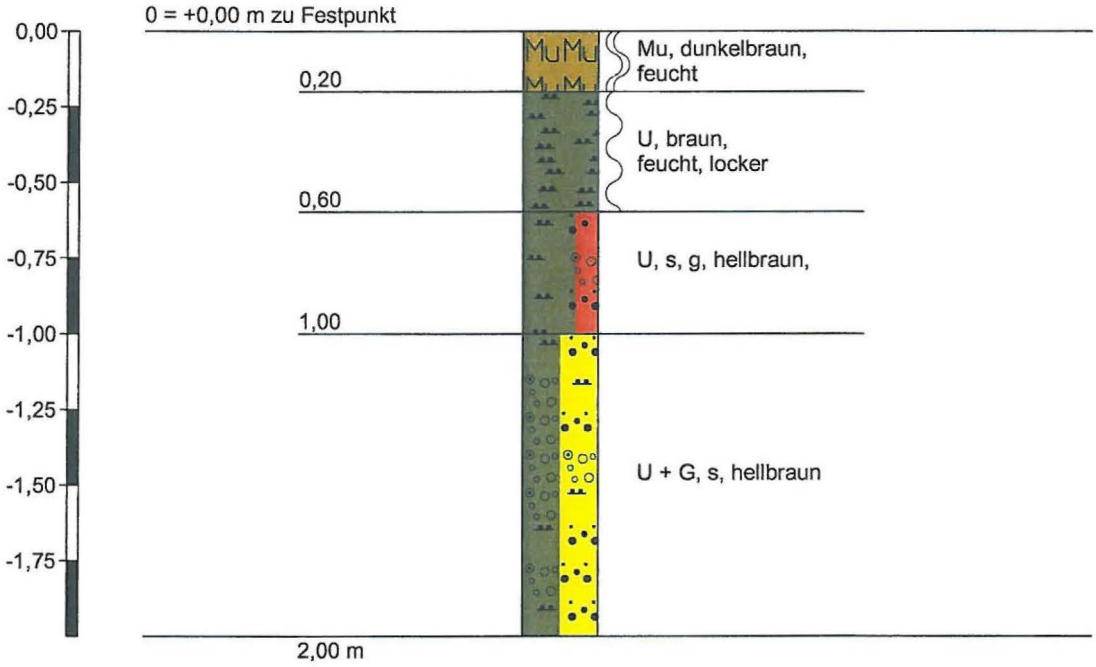
steif

halbfest

fest

KaiserIngenieure Räume erschließen. Wasser bewirtschaften. Umwelt bewahren	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage:	
		Projekt: 09444-1 Am Scheitenwege-Süd, D	
		Auftraggeber: Stadtplanungsamt D	
		Bearb.: Kn/Dt	Datum: 09.01.2014

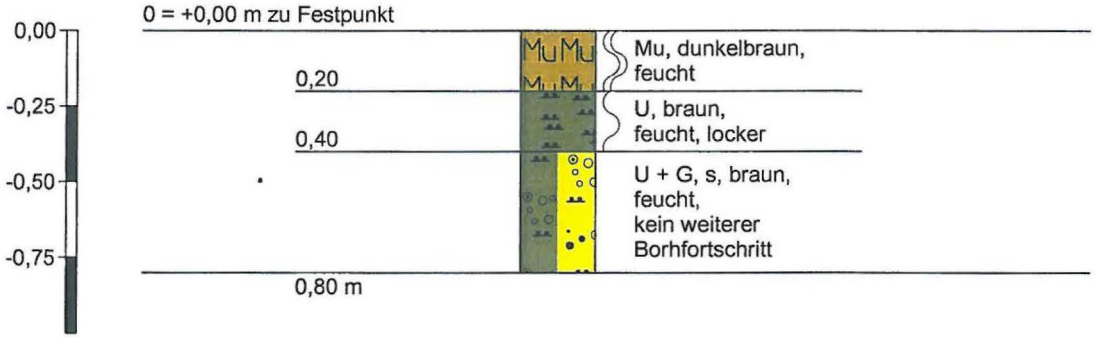
S1



Höhenmaßstab 1:25

KaiserIngenieure Räume erschließen. Wasser bewirtschaften. Umwelt bewahren	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage:	
		Projekt: 09444-1 Am Scheitenwege-Süd, D	
		Auftraggeber: Stadtplanungsamt D	
		Bearb.: Kn/Gö	Datum: 10.01.2014

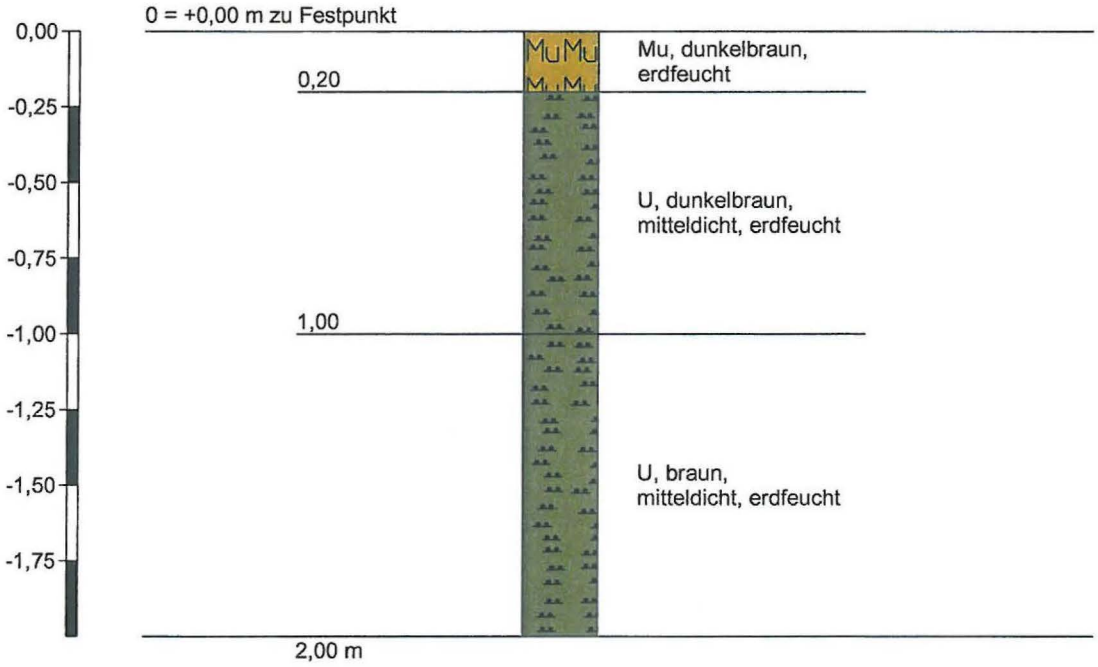
S2



Höhenmaßstab 1:25

KaiserIngenieure Räume erschließen. Wasser bewirtschaften. Umwelt bewahren	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage:	
		Projekt: 09444-1 Am Scheitenwege-Süd, D	
		Auftraggeber: Stadtplanungsamt D	
		Bearb.: Kn/Dt	Datum: 09.01.2014

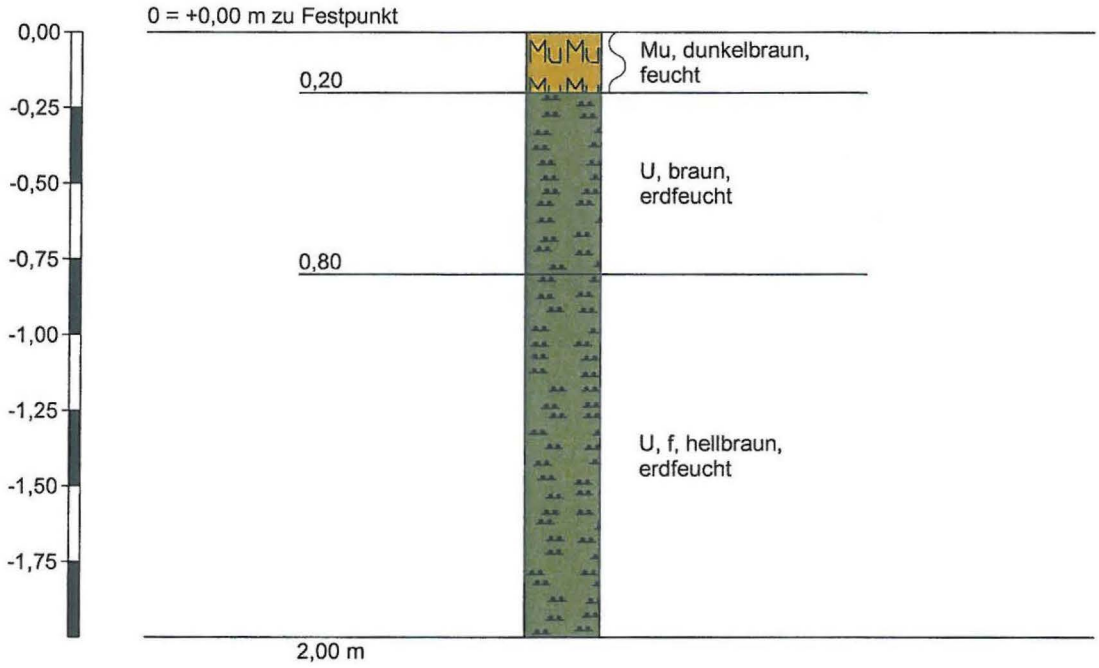
S3



Höhenmaßstab 1:25

KaiserIngenieure Räume erschließen. Wasser bewirtschaften. Umwelt bewahren	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage:	
		Projekt: 09444-1 Am Scheitenwege-Süd, D	
		Auftraggeber: Stadtplanungsamt D	
		Bearb.: Kn/Dt	Datum: 09.01.2014

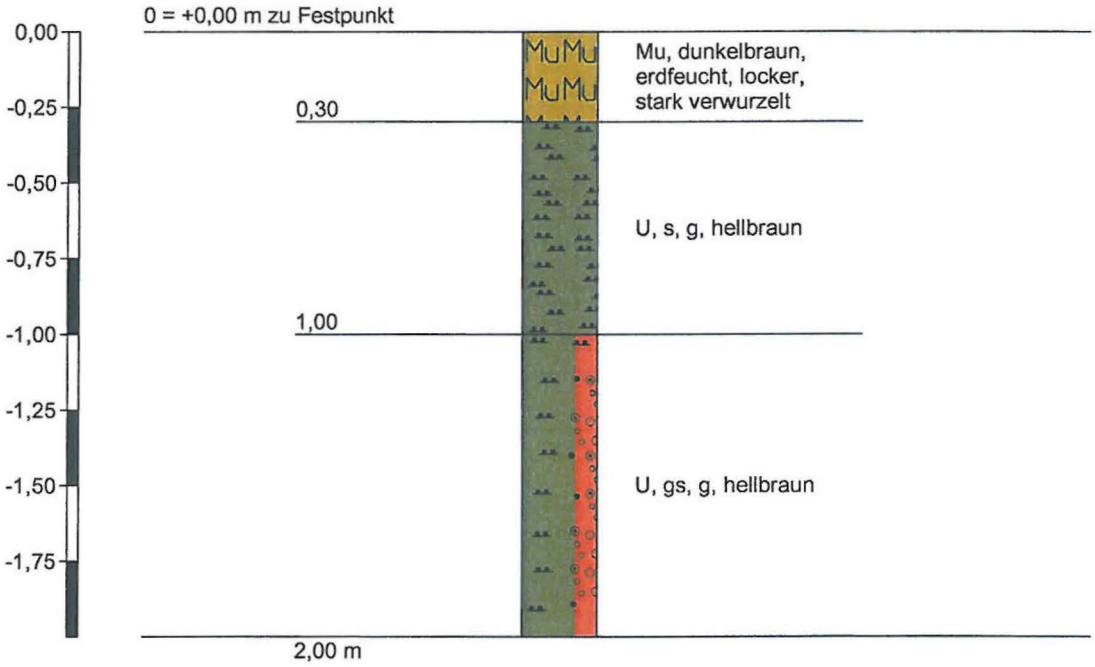
S4



Höhenmaßstab 1:25

KaiserIngenieure Räume erschließen. Wasser bewirtschaften. Umwelt bewahren	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage:	
		Projekt: 09444-1 Am Scheitenwege-Süd, D	
		Auftraggeber: Stadtplanungsamt D	
		Bearb.: Kn/Gö	Datum: 10.01.2014

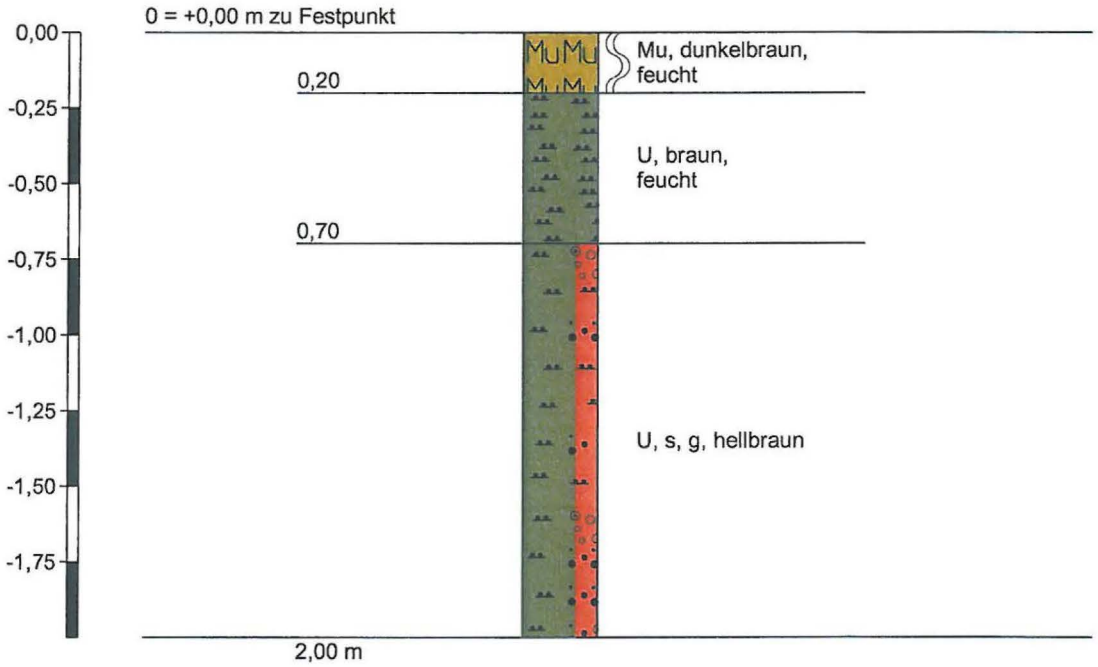
S5



Höhenmaßstab 1:25

KaiserIngenieure Räume erschließen. Wasser bewirtschaften. Umwelt bewahren	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage:	
		Projekt: 09444-1 Am Scheitenwege-Süd, D	
		Auftraggeber: Stadtplanungsamt D	
		Bearb.: Kn/Gö	Datum: 10.01.2014

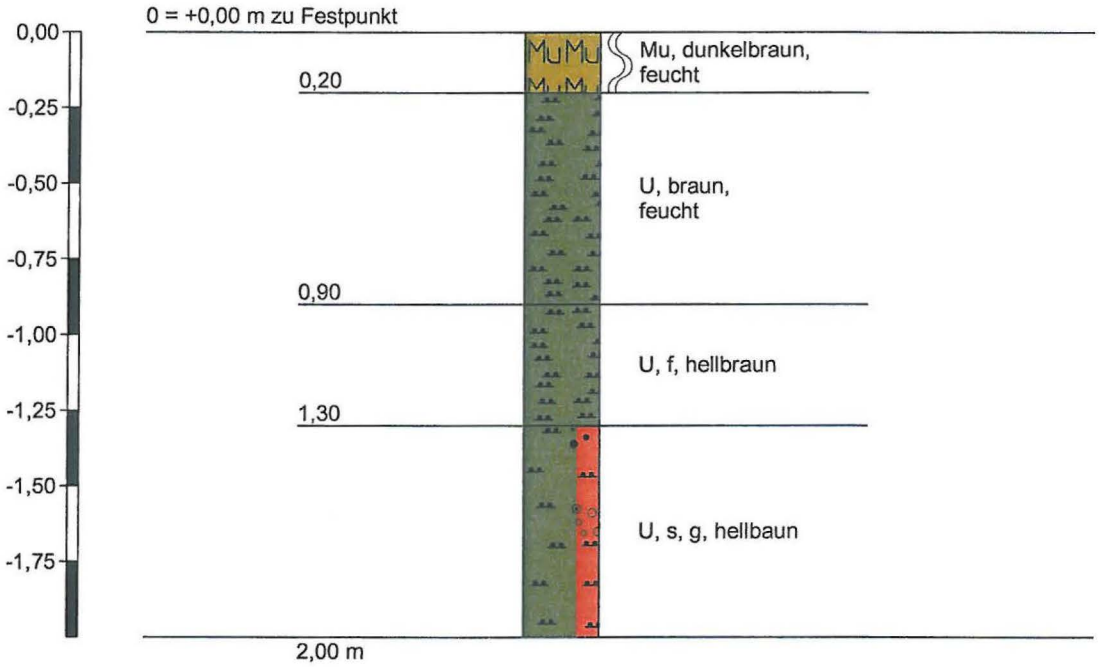
S6



Höhenmaßstab 1:25

KaiserIngenieure Räume erschließen. Wasser bewirtschaften. Umwelt bewahren	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage:	
		Projekt: 09444-1 Am Scheitenwege-Süd, D	
		Auftraggeber: Stadtplanungsamt D	
		Bearb.: Kn/Gö	Datum: 10.01.2014

S7



Höhenmaßstab 1:25

Anlage 3

Methodik der Versickerungsversuche

Methodik der Versickerungsversuche

Neben den hydrologischen Belastungsdaten ist die Bemessung von Versickerungsanlagen vor allem von der Versickerungs- bzw. Infiltrationsrate "k" abhängig. Die Versickerungsrate wird neben den Eigenschaften des anstehenden Bodens (z.B. Korngrößenverteilung) von dessen Wassersättigung bestimmt. Da ausschließlich in der ungesättigten Bodenzone versickert werden kann, ist die angestrebte Versickerungsrate nicht mit dem Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone zu verwechseln. Da mit den Feldversuchen keine vollständige Sättigung des Bodens erreicht wird bzw. nicht erreicht werden kann, bezieht sich das Messergebnis auf den Durchlässigkeitsbeiwert der ungesättigten Bodenzone $k_{f,u}$.

Zur Bestimmung der Durchlässigkeit in der ungesättigten Bodenzone existieren unterschiedliche Methoden.

Eine aufwändigere aber zuverlässige Methode zur Bestimmung der Durchlässigkeit in der ungesättigten Bodenzone stellt die gewählte "aktive Infiltration" von Wasser in den Boden dar, weil sie sich direkt auf den anstehenden, ungestörten Boden bezieht. Da die Versickerungsrate bei einsetzender Infiltration zunächst relativ hoch ist und erst allmählich einen konstanten Zustand erreicht, wird der Boden bis zum Erreichen dieses Zustandes vorgewässert. Erst dann wird mit der Messung begonnen. Die aktive Infiltration wird in Abhängigkeit von der Tiefenlage der Messung mit verschiedenen Verfahren durchgeführt.

Anlage 4

Erläuterung der Schurf-Versickerungsversuche

Erläuterung der Schurf-Versickerungsversuche

Bei der Schurfversickerung handelt es sich um eine offene Grube ohne Verbau, bei der die Versickerungsleistung des ungesättigten Bodens ohne Einhaltung einer konstanten Druckhöhe erfasst wird:

Bei diesem Verfahren kann der k_{fu}-Wert des Bodens nach Marotz (Wiederspahn, M.: Versickerung von Niederschlagswasser aus geowissenschaftlicher Sicht, in Heft Nr. 15, Schriftenreihe d. BDG, Bonn 1997) aus der infiltrierten Wassermenge unter Berücksichtigung des Grundwasserflurabstandes (hier MHGW ca. angesetzt) ermittelt werden:

$$\mathbf{k_{f,u} = Q/[((S+h)/S)*L*B]\ [m/s]}$$

mit

Schüttung $Q = q/(t*60)$ [m^3/s]

q: = Eingefüllte Wassermenge [m^3]

t: = Zeit zur Versickerung von q [min]

h: = Wassersäule im Schurf [m]

S: = Abstand Sohle zu Grundwasser [m]

und

$q = L*B*dl$ [m^3]

mit

L: = Länge des Schurfs [m]

B: = Breite des Schurfs [m]

dl: = Wasserstandsänderung [m]

Bei allen Versickerungsversuchen wurden bei der Auswertung die ersten Messintervalle mit höheren Versickerungsraten als Vorsättigungsphase und bei der Ermittlung des $K_{f,u}$-Wertes nicht angesetzt.

Anlage 5

Auswertung der Versickerungsversuche

Schurfversickerung - Auswertung

Projekt:	09444-1 B-Plan Am Steinebrück, D		**Datum:**	09.01.2014
Versuchs-Nr.:	SV 1		**Flächennutzung:**	Pflanzbeet
Bearbeiter:	Kn/Dt		**Vegetation am Standort:**	
Messtiefe	0,8	m u. GOK	**Bodenprofil:**	(s. Anlage)
Beginn:	12:15	Uhr	**Sonstiges:**	Vorsättigung 30 min. (Δh = 17 cm) durchgeführt, aber rechnerisch nicht angesetzt
Ende:	12:30	Uhr		

Feldparameter:

Länge des Schurfs	L:	0,33	m	
Breite des Schurfs	B:	0,33	m	
Wassersäule im Schurf	h:	0,11	m	
Abstand Sohle zu Grundwasser	S:	2,00	m	(mind. Auswertung laut RWB-IS, EG)
Wasserstandsänderung	dl:	0,045	m	
Eingefüllte Wassermenge	q:	4,901E-03	m^3	
Zeit zur Versickerung von q	t:	15,0	min	
Schüttung Q=q/(t*60)	Q:	5,445E-06	m^3/s	es gilt nachfolgender Rechenansatz:

Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f,u}$:

$k_{f,u}$ = Q/[((S+h)/S)*L*B] 4,74E-05 [m/s]

Auswertung

$k_{f,u}$-Wert des Standorts: 4,74E-05 m/s

Versickerungsleistung: 409,5 cm/d

Anmerkungen:

Gutenbergstraße 34
44139 Dortmund
Telefon 0231/557101-0
Telefax 0231/557101-30

Schurfversickerung - Auswertung

Projekt:	09444-1 B-Plan Am Steinebrück, D		**Datum:**	09.01.2014
Versuchs-Nr.:	SV 2		**Flächennutzung:**	Pflanzbeet
Bearbeiter:	Kn/Dt		**Vegetation am Standort:**	
Messtiefe	0,8	m u. GOK	**Bodenprofil:**	(s. Anlage)
Beginn:	12:13	Uhr	**Sonstiges:**	Vorsättigung 30 min. durchgeführt (Δh = 15 cm), aber rechnerisch nicht angesetzt
Ende:	12:28	Uhr		

Feldparameter:

Länge des Schurfs	L:	0,33	m	
Breite des Schurfs	B:	0,33	m	
Wassersäule im Schurf	h:	0,14	m	
Abstand Sohle zu Grundwasser	S:	2,00	m	(mind. Auswertung laut RWB-IS, EG)
Wasserstandsänderung	dl:	0,045	m	
Eingefüllte Wassermenge	q:	4,901E-03	m^3	
Zeit zur Versickerung von q	t:	15,0	min	
Schüttung Q=q/(t*60)	Q:	5,445E-06	m^3/s	es gilt nachfolgender Rechenansatz:

Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f,u}$:

$k_{f,u} = Q/[((S+h)/S)*L*B]$ 4,67E-05 [m/s]

Auswertung

$k_{f,u}$-Wert des Standorts: 4,67E-05 m/s

Versickerungsleistung: 403,7 cm/d

Anmerkungen:

Gutenbergstraße 34
44139 Dortmund
Telefon 0231/557101-0
Telefax 0231/557101-30

Schurfversickerung - Auswertung

Projekt:	09444-1 B-Plan Am Steinebrück, D		**Datum:**	09.01.2014
Versuchs-Nr.:	SV 3		**Flächennutzung:**	Wiese
Bearbeiter:	Kn/Dt		**Vegetation am Standort:**	Rasen, Hecken
Messtiefe	0,8	m u. GOK	**Bodenprofil:**	(s. Anlage)
Beginn:	14:00	Uhr	**Sonstiges:**	Vorsättigung 30 min. durchgeführt (Δh = 3 cm), aber rechnerisch nicht angesetzt
Ende:	14:45	Uhr		

Feldparameter:

Länge des Schurfs	L:	0,33	m	
Breite des Schurfs	B:	0,33	m	
Wassersäule im Schurf	h:	0,13	m	
Abstand Sohle zu Grundwasser	S:	2,00	m	(mind. Auswertung laut RWB-IS, EG)
Wasserstandsänderung	dl:	0,015	m	
Eingefüllte Wassermenge	q:	1,634E-03	m^3	
Zeit zur Versickerung von q	t:	45,0	min	
Schüttung Q=q/(t*60)	Q:	6,050E-07	m^3/s	es gilt nachfolgender Rechenansatz:

Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f,u}$:

$k_{f,u} = Q/[((S+h)/S)*L*B]$ 5,22E-06 [m/s]

Auswertung

$k_{f,u}$-Wert des Standorts: 5,22E-06 m/s

Versickerungsleistung: 45,1 cm/d

Anmerkungen:

Gutenbergstraße 34
44139 Dortmund
Telefon 0231/557101-0
Telefax 0231/557101-30

Schurfversickerung - Auswertung

Projekt:	09444-1 B-Plan Am Steinebrück, D		**Datum:**	09.01.2014
Versuchs-Nr.:	SV 4		**Flächennutzung:**	Acker/Feld
Bearbeiter:	Kn/Dt		**Vegetation am Standort:**	Wiese
Messtiefe	0,8	m u. GOK	**Bodenprofil:**	(s. Anlage)
Beginn:	14:15	Uhr	**Sonstiges:**	Vorsättigung 30 min. durchgeführt (Δh = 13 cm), aber rechnerisch nicht angesetzt
Ende:	14:30	Uhr		

Feldparameter:

Länge des Schurfs	L:	0,33	m	
Breite des Schurfs	B:	0,33	m	
Wassersäule im Schurf	h:	0,08	m	
Abstand Sohle zu Grundwasser	S:	2,00	m	(mind. Auswertung laut RWB-IS, EG)
Wasserstandsänderung	dl:	0,03	m	
Eingefüllte Wassermenge	q:	3,267E-03	m^3	
Zeit zur Versickerung von q	t:	15,0	min	
Schüttung Q=q/(t*60)	Q:	3,630E-06	m^3/s	es gilt nachfolgender Rechenansatz:

Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f,u}$:

$k_{f,u}$ = Q/[((S+h)/S)*L*B] 3,21E-05 [m/s]

Auswertung

$k_{f,u}$-Wert des Standorts: 3,21E-05 m/s

Versickerungsleistung: 276,9 cm/d

Anmerkungen:

Gutenbergstraße 34
44139 Dortmund
Telefon 0231/557101-0
Telefax 0231/557101-30

Schurfversickerung - Auswertung

Projekt:	09444-1 B-Plan Am Steinebrück, D		**Datum:**	10.01.2014
Versuchs-Nr.:	SV 5		**Flächennutzung:**	Garten
Bearbeiter:	Kn/Gö		**Vegetation am Standort:**	Pflanzbewuchs, Bodendecker
Messtiefe	0,8	m u. GOK	**Bodenprofil:**	(s. Anlage)
Beginn:	11:30	Uhr	**Sonstiges:**	Vorsättigung 30 min. durchgeführt (Δh = 14 cm), aber rechnerisch nicht angesetzt
Ende:	11:45	Uhr		

Feldparameter:

Länge des Schurfs	L:	0,33	m	
Breite des Schurfs	B:	0,33	m	
Wassersäule im Schurf	h:	0,12	m	
Abstand Sohle zu Grundwasser	S:	2,00	m	(mind. Auswertung laut RWB-IS, EG)
Wasserstandsänderung	dl:	0,025	m	
Eingefüllte Wassermenge	q:	2,723E-03	m³	
Zeit zur Versickerung von q	t:	15,0	min	
Schüttung Q=q/(t*60)	Q:	3,025E-06	m³/s	es gilt nachfolgender Rechenansatz:

Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f,u}$:

$k_{f,u} = Q/[((S+h)/S)*L*B]$ 2,62E-05 [m/s]

Auswertung

$k_{f,u}$-Wert des Standorts: 2,62E-05 m/s

Versickerungsleistung: 226,4 cm/d

Anmerkungen:

Gutenbergstraße 34
44139 Dortmund
Telefon 0231/557101-0
Telefax 0231/557101-30

Schurfversickerung - Auswertung

Projekt:	09444-1 B-Plan Am Steinebrück, D		**Datum:**	10.01.2014
Versuchs-Nr.:	SV 6		**Flächennutzung:**	Acker/Feld
Bearbeiter:	Kn/Gö		**Vegetation am Standort:**	Wiese
Messtiefe	0,8	m u. GOK	**Bodenprofil:**	(s. Anlage)
Beginn:	15:10	Uhr	**Sonstiges:**	Vorsättigung 30 min. durchgeführt (Δh = 14,5 cm), aber rechnerisch nicht angesetzt
Ende:	15:40	Uhr		

Feldparameter:

Länge des Schurfs	L:	0,33	m	
Breite des Schurfs	B:	0,33	m	
Wassersäule im Schurf	h:	0,11	m	
Abstand Sohle zu Grundwasser	S:	2,00	m	(mind. Auswertung laut RWB-IS, EG)
Wasserstandsänderung	dl:	0,055	m	
Eingefüllte Wassermenge	q:	5,990E-03	m^3	
Zeit zur Versickerung von q	t:	30,0	min	
Schüttung Q=q/(t*60)	Q:	3,328E-06	m^3/s	es gilt nachfolgender Rechenansatz:

Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f,u}$:

$k_{f,u} = Q/[((S+h)/S)*L*B]$ 2,90E-05 [m/s]

Auswertung

$k_{f,u}$-Wert des Standorts: 2,90E-05 m/s

Versickerungsleistung: 250,2 cm/d

Anmerkungen:

Gutenbergstraße 34
44139 Dortmund
Telefon 0231/557101-0
Telefax 0231/557101-30

Schurfversickerung - Auswertung

Projekt:	09444-1 B-Plan Am Steinebrück, D		**Datum:**	10.01.2014
Versuchs-Nr.:	SV 7		**Flächennutzung:**	Acker/Feld
Bearbeiter:	Kn/Gö		**Vegetation am Standort:**	Wiese
Messtiefe	0,8	m u. GOK	**Bodenprofil:**	(s. Anlage)
Beginn:	15:05	Uhr	**Sonstiges:**	Vorsättigung 30 min. durchgeführt (Δh = 11 cm), aber rechnerisch nicht angesetzt
Ende:	15:35	Uhr		

Feldparameter:

Länge des Schurfs	L:	0,33	m	
Breite des Schurfs	B:	0,33	m	
Wassersäule im Schurf	h:	0,17	m	
Abstand Sohle zu Grundwasser	S:	2,00	m	(mind. Auswertung laut RWB-IS, EG)
Wasserstandsänderung	dl:	0,06	m	
Eingefüllte Wassermenge	q:	6,534E-03	m^3	
Zeit zur Versickerung von q	t:	30,0	min	
Schüttung Q=q/(t*60)	Q:	3,630E-06	m^3/s	es gilt nachfolgender Rechenansatz:

Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f,u}$:

$k_{f,u} = Q/[((S+h)/S)*L*B]$ 3,07E-05 [m/s]

Auswertung

$k_{f,u}$-Wert des Standorts: 3,07E-05 m/s

Versickerungsleistung: 265,4 cm/d

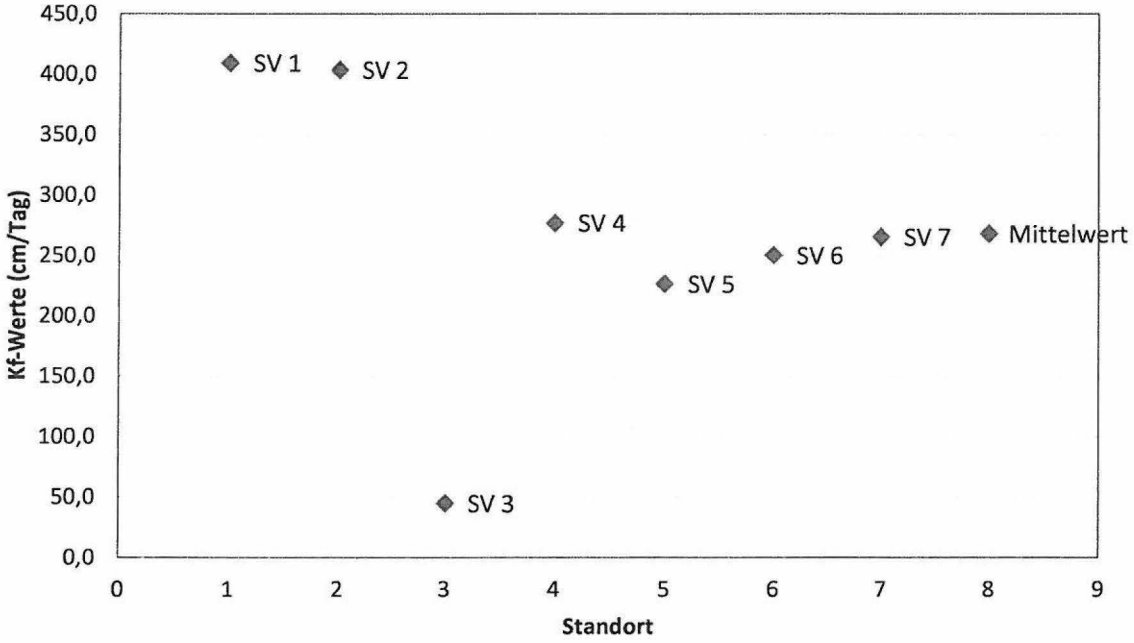
Anmerkungen:

Gutenbergstraße 34
44139 Dortmund
Telefon 0231/557101-0
Telefax 0231/557101-30

Schurf
$K_{f,u}$-Wert Überblick

Projekt: 09444-1 B-Plan Am Steinebrück, D
Datum: 09.01.14

Versuchs-Nr.	Tiefe [m]	Kf-Wert [m/s]	Versickerung [cm/d]
SV 1	0,8	4,7E-05	409,5
SV 2	0,8	4,7E-05	403,7
SV 3	0,8	5,2E-06	45,1
SV 4	0,8	3,2E-05	276,9
SV 5	0,8	2,6E-05	226,4
SV 6	0,8	2,9E-05	250,2
SV 7	0,8	3,1E-05	265,4
Mittelwert		3,10E-05	268,2



Gutenbergstraße 34
44139 Dortmund
Telefon 0231/557101-0
Telefax 0231/557101-30

KaiserIngenieure

Räume erschließen. Wasser bewirtschaften. Umwelt bewahren.

Dr.-Ing. Mathias Kaiser

Telefon 02 31/55 71 01-0
Telefax 02 31/55 71 01-30

info@kaiseringenieure.de
www.kaiseringenieure.de

Gutenbergstraße 34
44139 Dortmund

Versickerungsgutachten

Bebauungsplan 5670/022 „Am Scheitenwege-Süd“ in Düsseldorf-Himmelgeist

Auftraggeber: Landeshauptstadt Düsseldorf
Stadtplanungsamt
Brinckmannstr. 5
40225 Düsseldorf

Projekt-Nr.: 09444

Dortmund, den 21.04.2009

Inhalt

			Seite
0		Veranlassung	3
1		Verwendete Daten und Unterlagen	3
2		Durchgeführte Untersuchungen	4
3		Geographisch-hydrogeologischer Überblick	5
4		Durchführung der Untersuchungsmaßnahmen	6
	4.1	Lage der Untersuchungspunkte	6
	4.2	Bodenaufschlüsse	7
	4.3	Ergebnisse der Versickerungsversuche	8
5		Bewertung der Untersuchungsergebnisse	10

Anlagen

1	Lageplan mit Verzeichnung der Untersuchungsstandorte, 1: 1.000
2	Schichtprofile
3	Methodik der Versickerungsversuche
4	Erläuterung der Schurf - Versickerungsversuche
5	Messprotokolle der Versickerungsversuche

0 Veranlassung

Mit dem Bebauungsplan 5670/022 „Am Scheitenwege-Süd" soll Planungsrecht für ein neues Wohngebiet in Düsseldorf-Himmelgeist geschaffen werden.

Gemäß § 51a Landeswassergesetz NRW ist das auf den neu entstehenden versiegelten Flächen anfallende Niederschlagswasser möglichst dezentral vor Ort zu bewirtschaften. Zur Überprüfung der Infiltrationsleistung der anstehenden Böden hinsichtlich der Möglichkeiten einer Regenwasserversickerung, wurde unser Büro mit der Durchführung und Auswertung von entsprechenden Feldversuchen beauftragt.

1 Verwendete Daten und Unterlagen

Zur Erstellung des vorliegenden Gutachtens wurden folgende Dokumente und Schriftstükke verwendet:

[1] Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, DWA April 2005

[2] Runderlass der Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft: Niederschlagswasserbeseitigung gemäß § 51a des Landeswassergesetzes, MURL NRW vom 18.05.1998

[3] Bebauungskonzept, zur Verfügung gestellt vom Stadtplanungsamt der Landeshauptstadt Düsseldorf

[4] Karte mit Angabe der zu erwartenden geringsten Grundwasserflurabstände für das Planungsgebiet und Umgebung, ohne Datum, zur Verfügung gestellt vom Umweltamt der Stadt Düsseldorf

[5] Versickerungsgutachten BV Wohngebiet „Ickerswarder Straße/Broichgraben in Düsseldorf-Himmelgeist, INGENIEURBÜRO **M.KAISER**, Dortmund, vom 13.06.2006

[6] Versickerungsgutachten und Regenwasserkonzept „Auf´m Wettsche" in Düsseldorf-Itter, INGENIEURBÜRO **M.KAISER**, Dortmund vom 11.08.2005

[7] Karte der Wasserschutzgebiete der Landeshauptstadt Düsseldorf, zur Verfügung gestellt vom Umweltamt der Stadt Düsseldorf

[8] Digitale Topographische Karte 1:50.000, Top 50, Landesvermessungsamt NRW, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2003

2 Durchgeführte Untersuchungen

Im Rahmen der Geländeuntersuchung wurden folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Auswertung der vorliegenden Planunterlagen zur Festlegung der Untersuchungspunkte vor Ort
- Durchführung von Versickerungsversuchen zur In-situ-Bestimmung der Versickerungsrate ($k_{f,u}$-Wert) im anstehenden, ungesättigten Boden (Kap. 4.3): 8 Schurfversickerungsversuche in den Decklehmen,
- Abteufung von Schlitzsondierungen bis max. 2,0 m u. GOK und Ansprache des Bohrguts gemäß DIN 4022 (Kap. 4.2)

Auf Versickerungsversuche in den im tieferen Untergrund anstehenden Kiesschichten (Terrassenablagerungen des Rheins) wurde verzichtet. In dem unmittelbar südwestlich anschließenden Erschließungsgebiet „Auf'm Wettsche" in Düsseldorf-Itter wurde von der zuständigen Unteren Wasserbehörde eine Infiltration in diese Schichten aus Gründen des Grundwasserschutzes abgelehnt [6]. Es ist davon auszugehen, dass im vorliegenden Fall genauso entschieden wird.

3 Geographisch-hydrogeologischer Überblick

Das Untersuchungsgebiet liegt am Nordrand von Düsseldorf-Himmelgeist südwestlich der L 293 „Münchner Straße". Es wird im Westen von der Ickerswarder Straße und der Straße Steinkaul und im Osten vom ehemaligen, nun aber z.T. verfüllten Broichgraben sowie einer Gärtnerei begrenzt.

Die großräumige Lage des Plangebietes ist dem Übersichtslageplan in der nachfolgenden Abbildung 1 zu entnehmen.

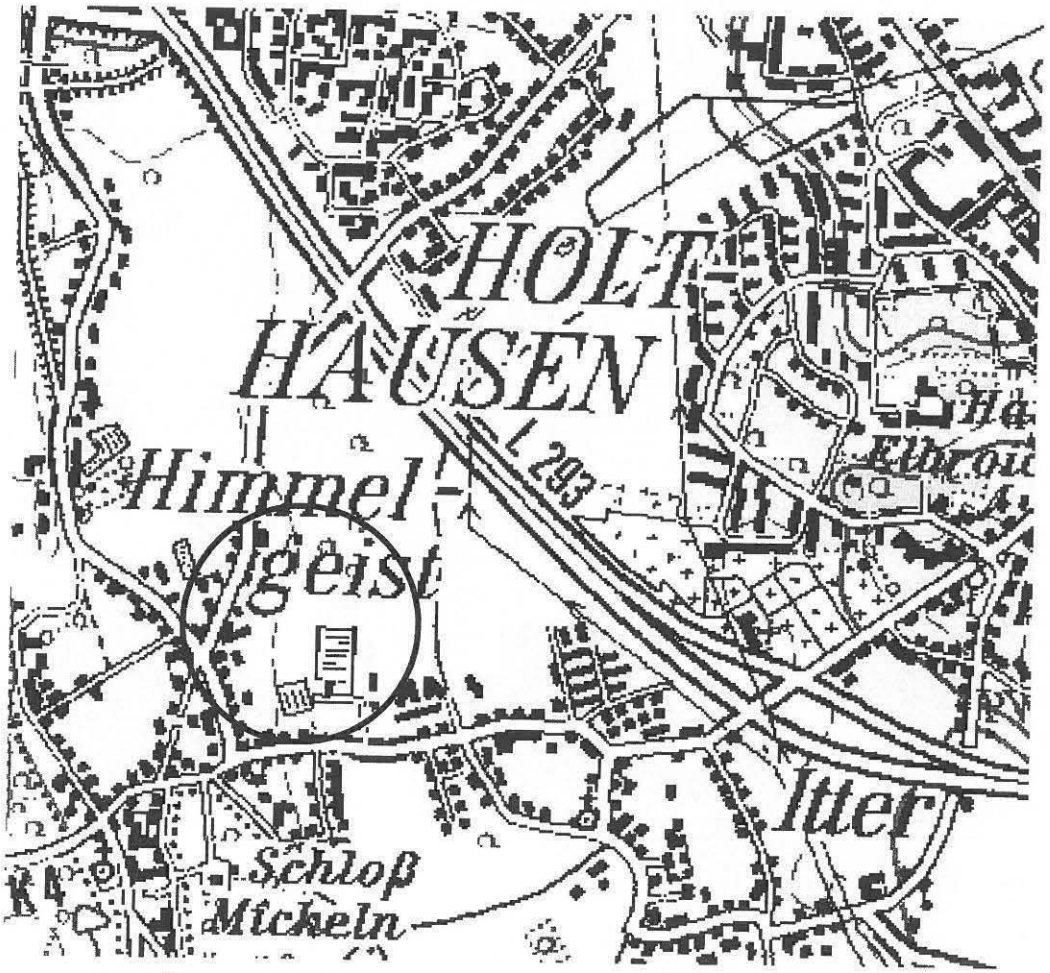


Abb. 1: Übersichtslageplan mit Verzeichnung der Lage des Untersuchungsgebiets [7]

Gemäß seiner Lage in unmittelbarer Rheinnähe, wird der Untergrund im Untersuchungsgebiet von fluviatilen Sedimenten aufgebaut. Als oberstes Schichtglied stehen Hochflutlehme des Holozäns an, darunter folgen sandig-kiesige Ablagerungen der Niederterrasse (Pleistozän). Aus den Lehmen haben sich in Abhängigkeit der vorhandenen Sand- und Tongehalte meist Braunerden oder Parabraunerden entwickelt. Entsprechend weisen die Hochflutlehme im Allgemeinen eine mäßige Wasserdurchlässigkeit auf; je noch Korngrößenverteilung und Lagerungsdichte sind aber auch geringe oder hohe Versickerungsraten möglich. Für die Terrassenablagerungen ist bei überwiegend sandig-kiesiger Ausprägung eine gute bis sehr gute Infitrationsfähigkeit zu erwarten.

Die Grundwasserstände sind im Untersuchungsgebiet starken saisonalen Schwankungen unterworfen. Für die absoluten Grundwasserhöchststände (HGW) werden Flurabstände von weniger als 1,0 bis etwa 2,0 m u. GOK angegeben [4]. Mit diesen Werten ist gewöhnlich nur während der Wintermonate oder bei länger andauerndem Rheinhochwasser zu rechnen. Im Sommer liegt die Grundwasseroberfläche deutlich tiefer und kann durchaus auf weit unter 5 m u. GOK absinken.

Gemäß der Karte der Wasserschutzzonen [7] liegt das Untersuchungsgebiet nahe Nordteil der Wasserschutzzone III A des Wasserwerks „Flehe".

4 Durchführung der Untersuchungsmaßnahmen

4.1 Ortsbegehung und Lage der Untersuchungspunkte

Zum Zeitpunkt der Feldarbeiten am 07. und 08.04.2009 war das Plangebiet überwiegend ackerbaulich genutzt. Das gesamte Areal ist weitgehend eben bzw. weist an seinem Ostrand entlang des ehemaligen Broichgrabens eine leichte Muldenstruktur auf. Der Tiefpunkt des Geländes liegt dementsprechend an der Südostecke am Ende des verfüllten Grabens.

Die Versickerungsversuche und Schlitzsondierungen wurden jeweils im Bereich geplanter Grünflächen plaziert. Damit liegen die Untersuchungsstandorte am Ort potenzieller Regenwasserbewirtschaftungsflächen. Die genaue Lage der Untersuchungspunkte ist dem als Anlage 1 beigefügten Lageplan zu entnehmen.

Die Bestimmung der Infiltrationsraten erfolgte mit Hilfe von Schurfverickerungsversuchen. Die Methodik der Versuche ist in der Anlage 3 im Anhang beschrieben.

4.2 Bodenaufschlüsse

Im Untersuchungsgebiet liegen unter einer rund 0,3 bis 0,4 m mächtigen Oberbodenschicht zunächst Schluffe mit wechselnden Feinsand- und Tongehalten vor. Die Schluffe sind als Hochflutlehme anzusprechen und stellen die Deckschicht über den darunter folgenden sandig-kiesigen Sedimenten der Niederterrasse dar.

Die Hochflutablagerungen weisen zum Teil auch erhöhte Sandanteile bzw. geringmächtige sandige Zwischenlagen auf.

Während in den übrigen Bereichen bei keiner der Bohrungen Anzeichen auf ausgeprägtes Stauwasser festgestellt werden konnte, sind entlang des ehemaligen Broichgrabens (im Bereich des Planungsgebiets verfüllt mit den anstehenden Hochflutlehmen) die Aueablagerungen als staunässegefährdet einzuschätzen.

Im Übergangsbereich zur Niederterrasse sind z.T sandige bzw. schluffig-kiesige oder schluffig-sandige Überganghorizonte ausgebildet.

Die Niederterrassenablagerungen selbst setzen sich zumeist aus bunten Kiesen und Sand zusammen, bereichsweise auch aus sandigem Kies.

Die Oberkante der sandig-kiesigen Niederterrasse wurde zwischen 1,0 m u. GOK und 2,5 m u. GOK angetroffen. Grundsätzlich nimmt die Tiefenlage der Terrassensedimente nach Osten zum Broichgraben hin etwas zu (siehe tiefgründige RKS [5], S.7)

Damit stellt sich der grundsätzliche Bodenaufbau im Untersuchungsgebiet wie folgt dar:

0 – 0,3/0,4 m	Mutterboden
0,3/0,4 – 1,0/2,5 m	Schluff, feinsandig, schwach tonig, braun und Schluff + Kies/Sand, braun bis rotbraun (Hochflutlehm und Überganghorizont), Entlang des Broichgrabens ab 1,5 m u. GOK graue, schluffig-tonige Aueablagerungen
1,0/2,5 – > 3,0 m	Kies (bunt) + Sand, graubraun bis rotbraun (Niederterrasse)

Die Niederterrasse weist im angebohrten Übergangbereich zu den auflagernden Hochflutlehmen bereichsweise erhöhte bindige Anteile auf. Diese Verlehmung ist auf eingeschwemmtes Feinmaterial aus den Hochflutlehmen zurückzuführen.

Grund- oder Stauwasser wurde bei den Aufschlussbohrungen bis zur jeweiligen Endteufe nicht festgestellt.

Der genaue Schichtaufbau der einzelnen Aufschlüsse der Geländeuntersuchung ist in den Bohrprofilen des Schichtverzeichnisses nach DIN 4023 in Anlage 2 aufgeführt.

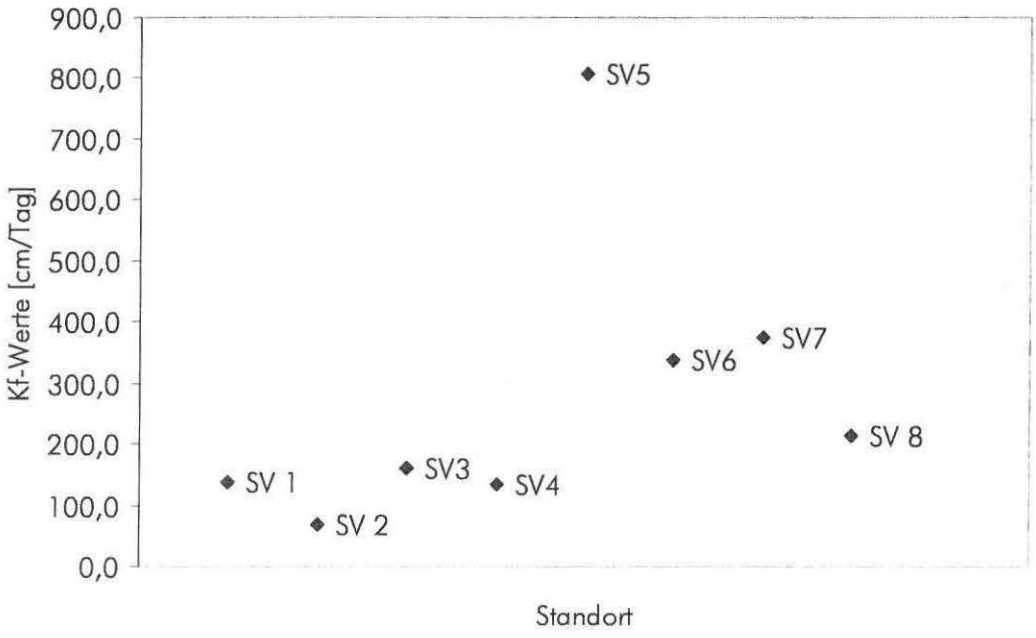
4.3 Ergebnisse der Versickerungsversuche

Zur Ermittlung der Versickerungsleistung der örtlich anstehenden Untergrund wurden Versickerungsversuche in den Decklehmen durchgeführt.

Die Bestimmung der Durchlässigkeit der anstehenden Decklehme erfolgte mit Hilfe von Schurfversickerungsversuchen. Die Sohltiefe der Versuche entspricht mit 0,8 m u. GOK dem für dezentrale Versickerungsanlagen als relevant anzusehenden Tiefenniveau.

Bei der Betrachtung der Messwerte ist zu berücksichtigen, dass es sich dabei um die Durchlässigkeit des ungesättigten Bodens handelt, die mit $k_{f,u}$ angegeben wird. In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die an den Versuchsstandorten VS 1 bis VS 8 gemessenen Versickerungsraten zusammengestellt:

Versuchs-Nr.	Messtiefe [m]	Kf-Wert [m/s]	Kf-Wert [cm/d]
SV 1	0,8	1,6E-05	138,1
SV 2	0,8	8,0E-06	68,7
SV3	0,8	1,9E-05	160,0
SV4	0,8	1,6E-05	135,2
SV5	0,8	9,4E-05	809,0
SV6	0,8	3,9E-05	339,0
SV7	0,8	4,3E-05	373,0
SV 8	0,8	2,5E-05	212,7



Tab. 1: Versickerungsraten, Darstellung der Versuchsergebnisse

Die ermittelten Durchlässigkeiten für die auflagernden Decklehme weisen eine vergleichsweise große Durchlässigkeit auf. Die Werte bewegen sich von $8*10^{-6}$ m/s (68,7 cm/Tag) bei SV 2 bis zu $4,3*10^{-5}$ m/s (373 cm/Tag) bei SV 7. Die Schwankungsbreite beträgt damit knapp eine Zehnerpotenz. Damit kann aus den Werten ein Mindestwert für die Durchlässigkeit der Decklehme abgeleitet werden. Dieser beträgt unter Heranziehung der geringsten gemessenen Durchlässigkeit am Standort SV 2 $8*10^{-6}$ m/s (68,7 cm/Tag).

Ableitung des Bemessungs-kf-Wertes

Die DWA gibt in ihrem Arbeitsblatt A 138 [1] zum Abgleich der unterschiedlichen Methoden der kf-Wert-Bestimmung (z.B. Labormethoden, Feldversuche) zur Ermittlung des Bemessungs-kf-Werts für Feldversuche einen Korrekturfaktor von 2 vor. Dies beruht auf der Annahme, dass die bei Feldversuchen in der ungesättigten Zone bestimmte Durchlässigkeit (kf,u-Wert) nur halb so groß wie die des gesättigten Bodens ist (kf-Wert). Da sich die Bemessungsalgorithmen nach DWA-A 138 aber auf den gesättigten Durchlässigkeitsbeiwert beziehen und der kf-Wert in den Formeln daher halbiert wird, ist zum Ausgleich bei den Feldmethoden o.g. Korrekturfaktor anzusetzen, d.h. die Versickerungsanlagen werden dann mit genau dem Durchlässigkeitsbeiwert bemessen wie im Gelände ermittelt.

Auf die Verdoppelung der gemessenen Durchlässigkeit wird hier jedoch verzichtet, um auch bei nicht auszuschließender, kleinräumig geringer Durchläsigkeit eine nachhaltige Funktionsfähigkeit der Versickerungsanlagen sicherzustellen.

Der **Bemessungs-kf-Werte** lautet somit: $\mathbf{K_{f,u} = 8*10^{-6}}$ **(69 cm/Tag)**

Die Messprotokolle zu den einzelnen Versickerungsversuchen sind in Anlage 4 im Anhang einzusehen.

5 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 vom April 2005 [1] wird für Versickerungsanlagen ohne Ableitung ein maßgebender minimaler Bemessungs-k_f-Wert von $1{,}0*10^{-6}$ m/s (8,64 cm/Tag). Weiterhin wird hier eine Sickerstrecke von mindestens 1,0 m zum mittleren Grundwasserhöchststand gefordert. Nach MURL-Runderlass zum § 51a WHG [2] kann im Einzelfall bei Versickerungsanlagen allerdings auch ein Sohlabstand von 0,6 m zum Grundwasserhöchststand toleriert werden.

Unter Berücksichtigung der o.g. Untersuchungsergebnisse und naturräumlichen Verhältnisse ergeben sich damit für das Vorhabengebiet hinsichtlich der Möglichkeiten einer naturnahen Regenwasserbewirtschaftung folgende Konsequenzen:

Versickerung

Die im Plangebiet vorliegenden Deckschichten aus Hochflutlehmen weisen mit mit einem Bemessungs-k_f-Wert von $8*10^{-6}$ m/s (69 cm/Tag) hinsichtlich der Vorgaben der DWA-A 138 [1] eine für ausschließlich auf Versickerung basierende Regenwasserbewirtschaftung ausreichende Infiltrationsleistung auf. Dieser Wert kann allerdings nur für die Tiefenlage unterhalb der Pflugsohle in 0,5 m u. GOK angesetzt werden. Der Boden ist deshalb im Rahmen der Erstellung von Versickerungsanlagen bis auf rd. 0,7 m unter GOK aufzulockern und wasserdurchlässig herzustellen.

Grundwasser

Gemäß der vorliegenden Datengrundlagen ist im Bebauungsplangebiet verbreitet von minimalen Grundwasserflurabständen von weniger als 1 m u. GOK auszugehen. [4].

Bei der Planung der Versickerungsanlagen ist prinzipiell darauf zu achten, dass eine ausreichende Sickerstrecke von mindestens 1,0 m bzw. im Einzelfall von 0,6 m von der Sohle der Versickerungsanlage bis zum mittleren höchsten Grundwasserstand gewährleistet ist [1] [2]. Für den Großteil des Gebiets ist von Grundwasserflurabständen von weniger als 1 m auszugehen. Da das Baugebiet jedoch aus Gründen der Schmutzwasserkanalisation um 1 bis 2 m aufgefüllt werden muss, ist bei oberflächiger Anlage der Versickerungsanlagen von einem ausreichenden Grundwasserflurabstand auszugehen (vgl. Skizze zur Höhenentwicklung der Schmutzwasserkanalisation. B-Plan 5670-022 vom 08/08/08 bzw. 4/12/08 SEB Düsseldorf).

Bei der Planung von Versickerungsanlagen ist darauf zu achten, dass insbesondere im Bereich des ehemaligen Broichgrabens eine vertikale Durchsickerung der Decklehme gewährleistet wird und ein horizontales Austreten von Sickerwasser ausgeschlossen wird. Dafür bietet sich die Einbindung von unter den Versickerungsmulden angelegten Rigolen in die Decklehme und Auffüllungen an. Ggfs. ist dort zusätzlich eine gedrosselte Ableitung des Niederschlagswassers vorzusehen.

Empfehlungen zur Regenwasserbewirtschaftung

Aufgrund von Behördenvoraben (Grundwasserschutz, Gelände z.T. nahe Wasserschutzzone III A) und der hohen Grudnwasserstände ist eine Versickerung des anfallenden Regenwasser ausschließlich in die Decklehmschichten möglich.

Die Forderung nach einer möglichst oberflächennahen Versickerung kollidiert dabei mit dem versickerungshemmenden Verdichtungshorizont der Pflugsohle, der eine Versickerungssohle von mindestens als 0,6 m u. GOK erforderlich macht. Um dennoch eine nachhaltige Versickerung zu gewährleisten, empfehlen wir daher, den vorhandenen Boden an den geplanten Standorten von Versickerungsanlagen intensiv und tiefgründig bis mindestens 0,7 m u. GOK aufzulockern.

Dabei sind unzulässige Bodenverdichtungen am Standort von geplanten Versikkerungsanlagen vor, während oder nach den Bauarbeiten grundsätzlich unbedingt zu vermeiden.

In diesem Fall kann dann auch der gemessene Bemessungs-k_f-Wert von $8*10^{-6}$ m/s (69 cm/Tag) angesetzt und eine Versickerung ohne zusätzliche Ableitungskomponente vorgesehen werden.

Für den Bereich des Geländetiefpunkts im Bereich des Broichgrabens ist ggfs. eine zusätzliche Ableitung in eine geeignete Vorflut sinnvoll.

Zum Schutz des Grundwassers ist das Regenwasser über eine ausreichend mächtige belebte Oberbodenzone zu versickern. Gleichzeitig ist eine ebenfalls ausreichend mächtige Sickerstrecke zum mittleren höchsten Grundwasserstand zu gewährleisten. Die mögliche maximale Tiefenlage der Versickerungssohlen ist dabei von den geplanten Geländehöhen abhängig. Grundsätzlich wird die Bewirtschaftung des Regenwassers in möglichst flachen, breitflächigen Mulden, ggfs. durch Rigolen unterfangen, empfohlen.

Hinweise

Die in dem vorliegenden Gutachten getroffenen Aussagen beruhen auf der Interpolation punktuell im Gelände gewonnener Daten. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass naturgemäß kleinräumige Abweichungen von dem ermittelten Bodenaufbau sowie von den Versickerungsleistungen nicht auszuschließen sind.

Regelwerke

Auf die einschlägigen Regelwerke zum Bau und Betrieb von Versickerungs- und Rückhalteanlagen der DWA und DIN wird verwiesen, im Hinblick auf qualitative Aspekte insbesondere auf das DWA Merkblatt M 153 „Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser".

Dortmund, den 13.05.2009

Dr.-Ing. Mathias Kaiser

Anlage 1

Lageplan Untersuchungsstandorte M 1:1.000

Legende:

- × = Untersuchungsstandort Bohrung
- ○ = Untersuchungsstandorte Versickerungsversuch
- SV = Schurfversickerung
- S = Schlitzsondierung
- T = Messtiefe
- kf_u = mittlerer kf_u Wert am Standort

Projekt/Ort/Aufgabe	Bebauungsplan 5670/022 "Am Scheitenwege-Süd" Düsseldorf-Himmelgeist
Format	420 x 297
Plan/Thema/Stadium	Lageplan Untersuchungsstandorte Versickerung Grundlagenermittlung
Maßstab	1 : 1000
Bauherr	Landeshauptstadt Düsseldorf Stadtentwässerungsbetrieb Auf'm Hennekamp 47 40225 Düsseldorf
Auftraggeber	Landeshauptstadt Düsseldorf Stadtplanungsamts Hüttenstraße 68 40215 Düsseldorf

Planung

KaiserIngenieure

Räume erschließen. Wasser bewirtschaften. Umwelt bewahren.

Dr.-Ing. Mathias Kaiser

Tel. 0231/ 55 71 01-0
Fax 0231 / 55 71 01-30

info@kaiseringenieure.de
www.kaiseringenieure.de

Gutenbergstraße 34
44139 Dortmund

Projekt- u. Plannr.	bearbeitet	gezeichnet	geprüft	Datum
09444-RW-1.2.1	Ws	Nw	Ws	14.04.2009

Nr.	Änderung	bearbeitet	gezeichnet	geprüft	Datum

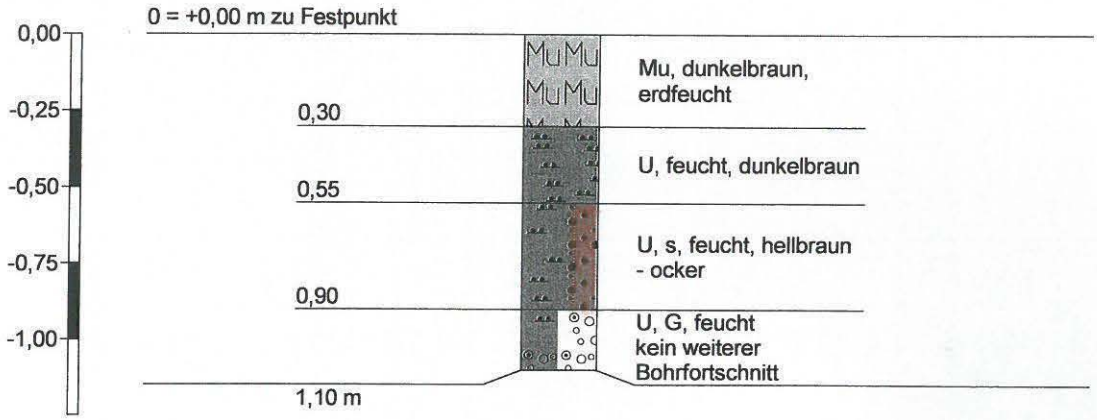
Grundlagen	Verfasser	Datum
Lageplan Variante B	Stadtentwässerungsbetrieb Düsseldorf	28.01.2009

Anlage 2

Bohrprofile

KaiserIngenieure Räume erschließen. Wasser bewirtschaften. Umwelt bewahren	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage:	
		Projekt: 08444 Am Steinebrück	
		Auftraggeber:	
		Bearb.: Hn	Datum: 15.04.2009

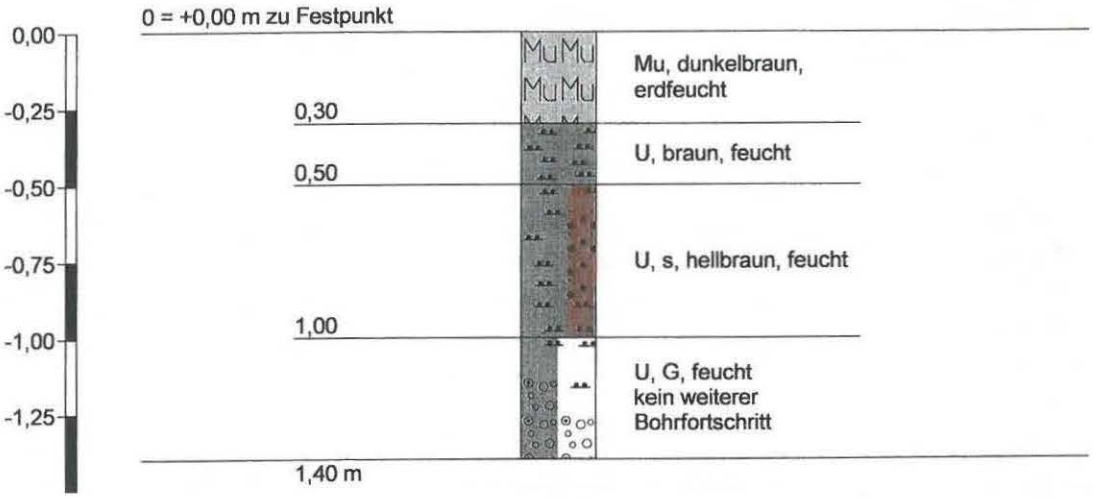
S1



Höhenmaßstab 1:25

KaiserIngenieure Räume erschließen. Wasser bewirtschaften. Umwelt bewahren	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage:	
		Projekt: 08444 Am Steinebrück	
		Auftraggeber:	
		Bearb.: Hn	Datum: 15.04.2009

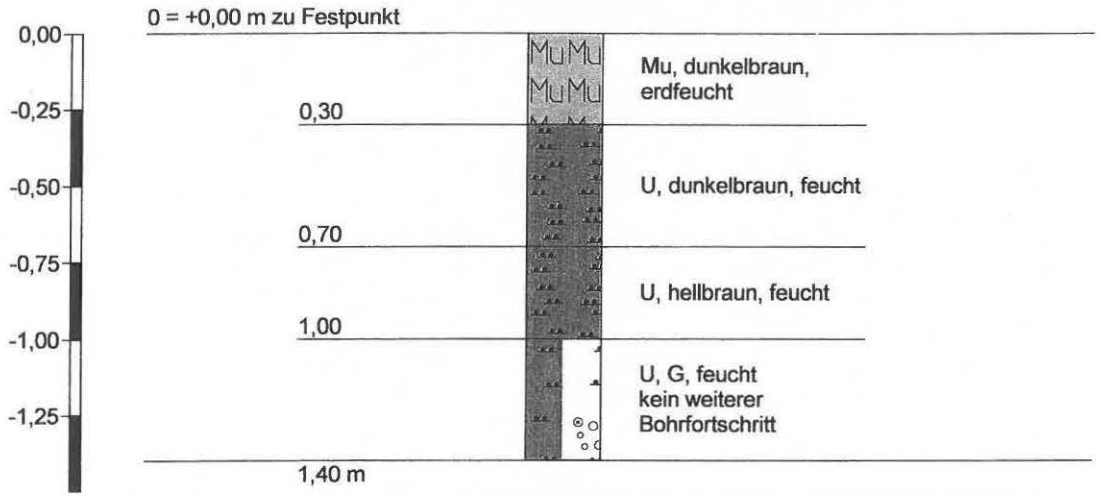
S2



Höhenmaßstab 1:25

KaiserIngenieure Räume erschließen. Wasser bewirtschaften. Umwelt bewahren	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage:	
		Projekt: 08444 Am Steinebrück	
		Auftraggeber:	
		Bearb.: Hn	Datum: 15.04.2009

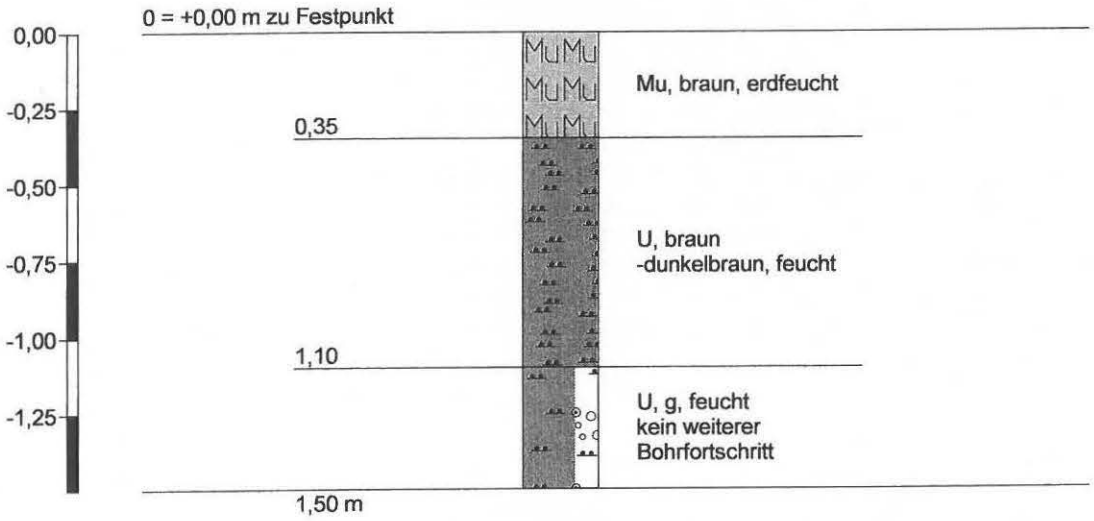
S3



Höhenmaßstab 1:25

KaiserIngenieure Räume erschließen. Wasser bewirtschaften. Umwelt bewahren	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage:	
		Projekt: 08444 Am Steinebrück	
		Auftraggeber:	
		Bearb.: Hn	Datum: 15.04.2009

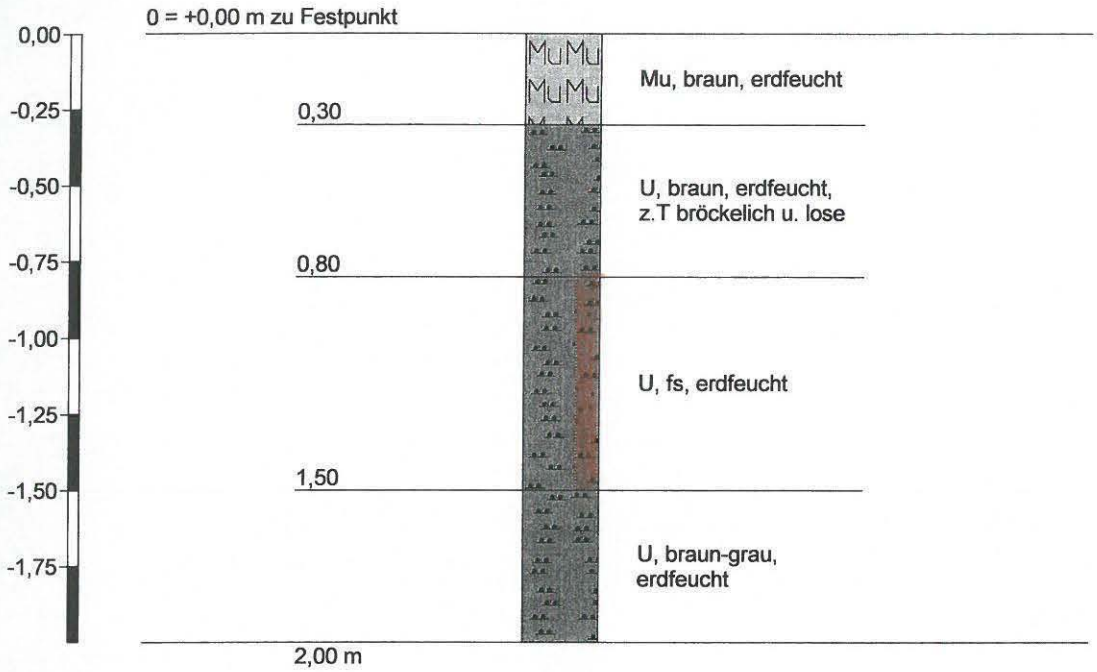
S4



Höhenmaßstab 1:25

KaiserIngenieure Räume erschließen. Wasser bewirtschaften. Umwelt bewahren	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage:	
		Projekt: 08444 Am Steinebrück	
		Auftraggeber:	
		Bearb.: Hn	Datum: 15.04.2009

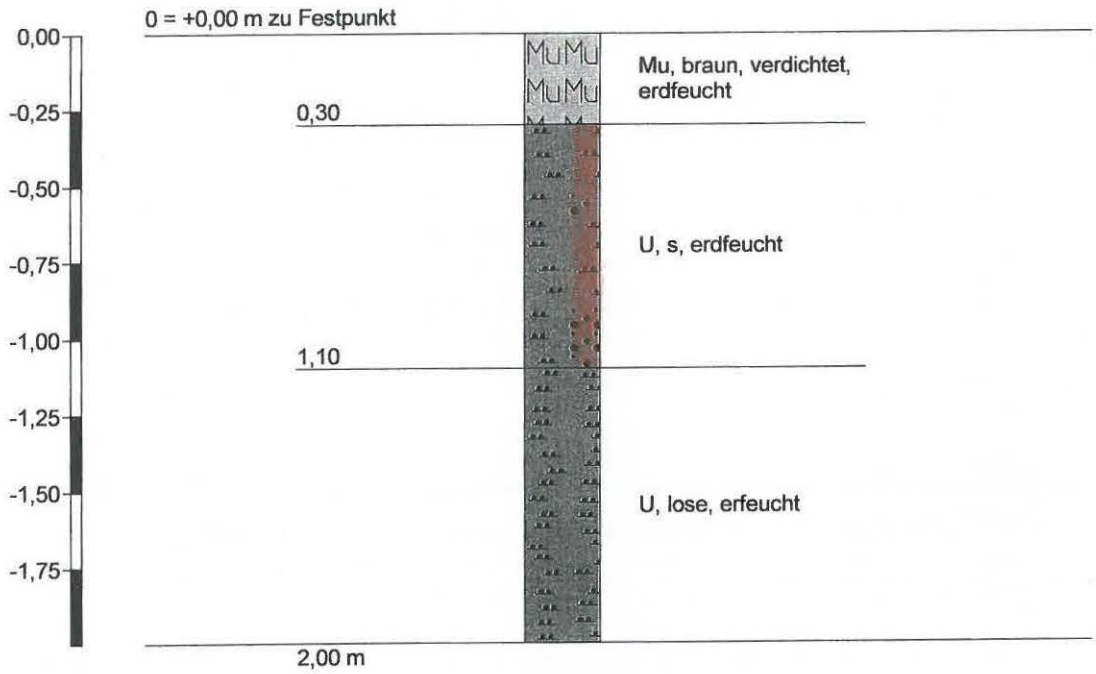
S5



Höhenmaßstab 1:25

KaiserIngenieure Räume erschließen. Wasser bewirtschaften. Umwelt bewahren	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage:	
		Projekt: 08444 Am Steinebrück	
		Auftraggeber:	
		Bearb.: Hn	Datum: 15.04.2009

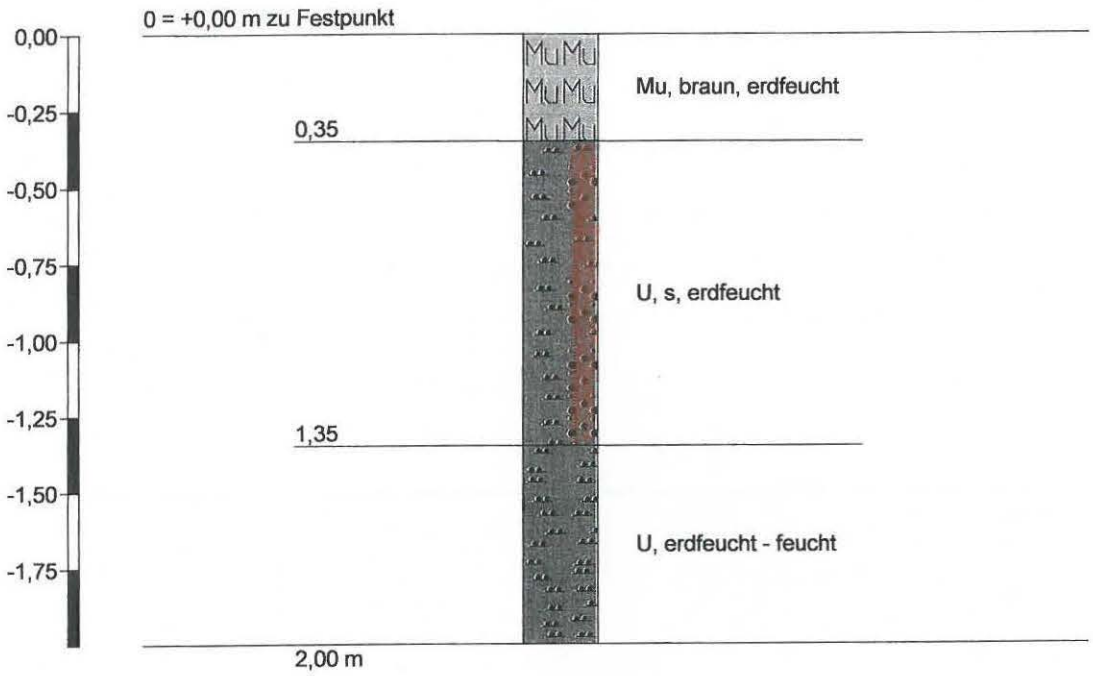
S6



Höhenmaßstab 1:25

KaiserIngenieure Räume erschließen. Wasser bewirtschaften. Umwelt bewahren	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage:	
		Projekt: 08444 Am Steinebrück	
		Auftraggeber:	
		Bearb.: Hn	Datum: 15.04.2009

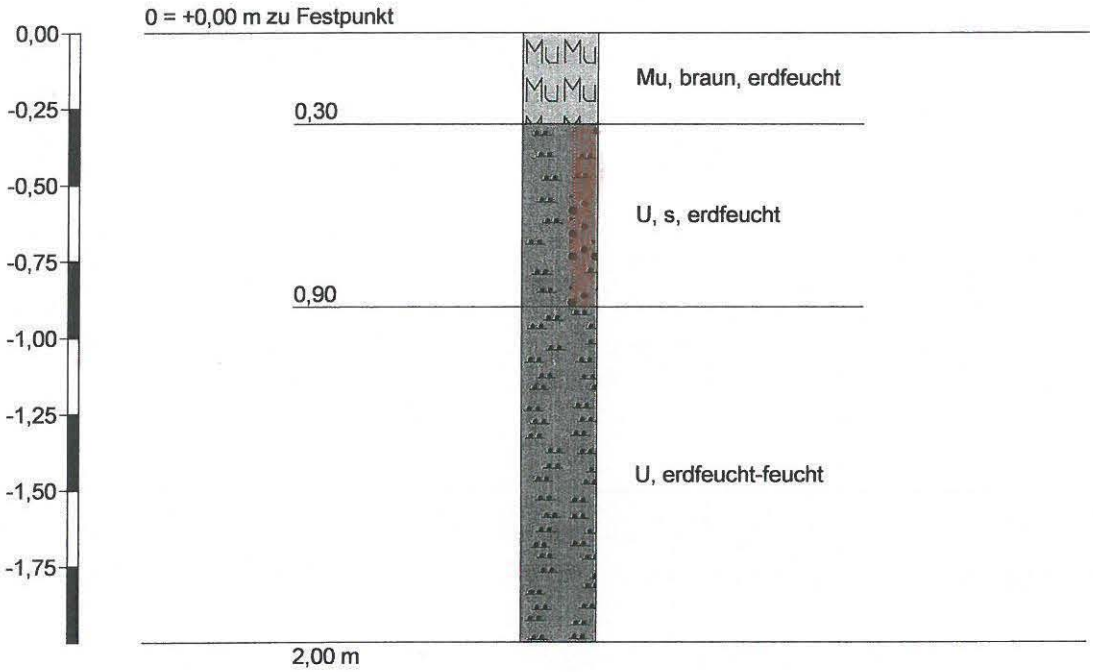
S7



Höhenmaßstab 1:25

KaiserIngenieure Räume erschließen. Wasser bewirtschaften. Umwelt bewahren	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage:	
		Projekt: 08444 Am Steinebrück	
		Auftraggeber:	
		Bearb.: Hn	Datum: 15.04.2009

S8



Höhenmaßstab 1:25

Anlage 3

Methodik der Versickerungsversuche

Methodik der Versickerungsversuche

Neben den hydrologischen Belastungsdaten ist die Bemessung von Versickerungsanlagen vor allem von der Versickerungs- bzw. Infiltrationsrate "k" abhängig. Die Versickerungsrate wird neben den Eigenschaften des anstehenden Bodens (z.B. Korngrößenverteilung) von dessen Wassersättigung bestimmt. Da ausschließlich in der ungesättigten Bodenzone versickert werden kann, ist die angestrebte Versickerungsrate nicht mit dem Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone zu verwechseln. Da mit den Feldversuchen keine vollständige Sättigung des Bodens erreicht wird bzw. nicht erreicht werden kann, bezieht sich das Messergebnis auf den Durchlässigkeitsbeiwert der ungesättigten Bodenzone $k_{f,u}$.

Zur Bestimmung der Durchlässigkeit in der ungesättigten Bodenzone existieren unterschiedliche Methoden.

Eine aufwändigere aber zuverlässige Methode zur Bestimmung der Durchlässigkeit in der ungesättigten Bodenzone stellt die gewählte "aktive Infiltration" von Wasser in den Boden dar, weil sie sich direkt auf den anstehenden, ungestörten Boden bezieht. Da die Versickerungsrate bei einsetzender Infiltration zunächst relativ hoch ist und erst allmählich einen konstanten Zustand erreicht, wird der Boden bis zum Erreichen dieses Zustandes vorgewässert. Erst dann wird mit der Messung begonnen. Die aktive Infiltration wird in Abhängigkeit von der Tiefenlage der Messung mit verschiedenen Verfahren durchgeführt.

Anlage 4

Erläuterung der Schurf-Verickerungsversuche

Erläuterung der Schurf-Versickerungsversuche

Bei der Schurfversickerung handelt es sich um eine offene Grube ohne Verbau, bei der die Versickerungsleistung des ungesättigten Bodens ohne Einhaltung einer konstanten Druckhöhe erfasst wird:

Bei diesem Verfahren kann der k_{fu}-Wert des Bodens nach Marotz (Wiederspahn, M.: Versickerung von Niederschlagswasser aus geowissenschaftlicher Sicht, in Heft Nr. 15, Schriftenreihe d. BDG, Bonn 1997) aus der infiltrierten Wassermenge unter Berücksichtigung des Grundwasserflurabstandes (hier MHGW ca. angesetzt) ermittelt werden:

$$k_{f,u} = Q/[((S+h)/S)*L*B] \text{ [m/s]}$$

mit

Schüttung $Q = q/(t*60)$ [m^3/s]

q: = Eingefüllte Wassermenge [m^3]

t: = Zeit zur Versickerung von q [min]

h: = Wassersäule im Schurf [m]

S: = Abstand Sohle zu Grundwasser [m]

und

$q = L*B*dl$ [m^3]

mit

L: = Länge des Schurfs [m]

B: = Breite des Schurfs [m]

dl: = Wasserstandsänderung [m]

Bei allen Versickerungsversuchen wurden bei der Auswertung die ersten Messintervalle mit höheren Versickerungsraten als Vorsättigungsphase und bei der Ermittlung des $K_{f,u}$-Wertes nicht angesetzt.

Anlage 5

Messprotokolle der Versickerungsversuche

Schurfversickerung - Auswertung

Projekt:	08444 Am Steinebrück	Datum:	07.04.09
Versuchs-Nr.:	SV 1	Flächennutzung:	Rasen
Bearbeiter:	Hn	Vegetation am Standort:	Wiese
Messtiefe	0,8 m u. GOK	Bodenprofil:	(s. Anlage)
Beginn:	11:20 Uhr	Sonstiges:	
Ende:	12:30 Uhr	(Vorsättigung 30 min. durchgeführt, aber rechnerisch nicht angesetzt)	

Feldparameter:

Länge des Schurfs	L:	0,33 m	
Breite des Schurfs	B:	0,33 m	
Wassersäule im Schurf	h:	0,085 m	
Abstand Sohle zu Grundwasser	S:	2,00 m	(mind. Auswertung laut RWB-IS, EG)
Wasserstandsänderung	dl:	0,010 m	
versickerte Wassermenge	q:	1,089E-03 m^3	
Zeit zur Versickerung von q	t:	10,0 min	
Schüttung Q=q/(t*60)	Q:	1,815E-06 m^3/s	es gilt nachfolgender Rechenansatz:

Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f,u}$:

$k_{f,u} = Q/[((S+h)/S)*L*B]$ 1,60E-05 [m/s]

Auswertung

$k_{f,u}$-Wert des Standorts: 1,60E-05 m/s

Versickerungsleistung: 138,1 cm/d

Anmerkungen:

Gutenbergstraße 34
44139 Dortmund
Telefon 0231/557101-0
Telefax 0231/557101-30

Schurfversickerung - Auswertung

Projekt:	08444 Am Steinebrück	**Datum:**	07.04.09
Versuchs-Nr.:	SV 2	**Flächennutzung:**	Rasen
Bearbeiter:	Hn	**Vegetation am Standort:**	Wiese
Messtiefe	0,8 m u. GOK	**Bodenprofil:**	(s. Anlage)
Beginn:	11:20 Uhr	**Sonstiges:**	
Ende:	12:30 Uhr	(Vorsättigung 30 min. durchgeführt, aber rechnerisch nicht angesetzt)	

Feldparameter:

Länge des Schurfs	L:	0,33 m	
Breite des Schurfs	B:	0,33 m	
Wassersäule im Schurf	h:	0,095 m	
Abstand Sohle zu Grundwasser	S:	2,00 m	(mind. Auswertung laut RWB-IS, EG)
Wasserstandsänderung	dl:	0,010 m	
versickerte Wassermenge	q:	1,09E-03 m^3	
Zeit zur Versickerung von q	t:	20,00 min	
Schüttung Q=q/(t*60)	Q:	9,075E-07 m^3/s	es gilt nachfolgender Rechenansatz:

Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f,u}$:

$k_{f,u} = Q/[((S+h)/S)*L*B]$ 7,96E-06 [m/s]

Auswertung

$k_{f,u}$-Wert des Standorts: 7,96E-06 m/s

Versickerungsleistung: 68,7 cm/d

Anmerkungen:

Gutenbergstraße 34
44139 Dortmund
Telefon 0231/557101-0
Telefax 0231/557101-30

Schurfversickerung - Auswertung

Projekt:	08444 Am Steinebrück	**Datum:**	07.04.09
Versuchs-Nr.:	SV 3	**Flächennutzung:**	Rasen
Bearbeiter:	Hn	**Vegetation am Standort:**	Wiese
Messtiefe	0,8 m u. GOK	**Bodenprofil:**	(s. Anlage)
Beginn:	11:20 Uhr	**Sonstiges:**	
Ende:	12:30 Uhr	(Vorsättigung 30 min. durchgeführt, aber rechnerisch nicht angesetzt)	

Feldparameter:

Länge des Schurfs	L:	0,33 m	
Breite des Schurfs	B:	0,33 m	
Wassersäule im Schurf	h:	0,160 m	
Abstand Sohle zu Grundwasser	S:	2,00 m	(mind. Auswertung laut RWB-IS, EG)
Wasserstandsänderung	dl:	0,018 m	
versickerte Wassermenge	q:	1,96E-03 m^3	
Zeit zur Versickerung von q	t:	15,00 min	
Schüttung Q=q/(t*60)	Q:	2,178E-06 m^3/s	es gilt nachfolgender Rechenansatz:

Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f,u}$:

$k_{f,u} = Q/[((S+h)/S)*L*B]$ 1,85E-05 [m/s]

Auswertung

$k_{f,u}$-Wert des Standorts: 1,85E-05 m/s

Versickerungsleistung: 160,0 cm/d

Anmerkungen:

Gutenbergstraße 34
44139 Dortmund
Telefon 0231/557101-0
Telefax 0231/557101-30

Schurfversickerung - Auswertung

Projekt:	08444 Am Steinebrück	**Datum:**	07.04.09
Versuchs-Nr.:	SV 4	**Flächennutzung:**	Rasen
Bearbeiter:	Hn	**Vegetation am Standort:**	Wiese
Messtiefe	0,8 m u. GOK	**Bodenprofil:**	(s. Anlage)
Beginn:	11:20 Uhr	**Sonstiges:**	
Ende:	12:30 Uhr	(Vorsättigung 30 min. durchgeführt, aber rechnerisch nicht angesetzt)	

Feldparameter:

Länge des Schurfs	L:	0,33 m	
Breite des Schurfs	B:	0,33 m	
Wassersäule im Schurf	h:	0,130 m	
Abstand Sohle zu Grundwasser	S:	2,00 m	(mind. Auswertung laut RWB-IS, EG)
Wasserstandsänderung	dl:	0,015 m	
versickerte Wassermenge	q:	1,63E-03 m^3	
Zeit zur Versickerung von q	t:	15,00 min	
Schüttung Q=q/(t*60)	Q:	1,815E-06 m^3/s	es gilt nachfolgender Rechenansatz:

Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f,u}$:

$k_{f,u} = Q/[((S+h)/S)*L*B]$ 1,56E-05 [m/s]

Auswertung

$k_{f,u}$-Wert des Standorts: 1,56E-05 m/s

Versickerungsleistung: 135,2 cm/d

Anmerkungen:

Gutenbergstraße 34
44139 Dortmund
Telefon 0231/557101-0
Telefax 0231/557101-30

Schurfversickerung - Auswertung

Projekt:	08444 Am Steinebrück		Datum:	08.04.09	
Versuchs-Nr.:	SV 5		Flächennutzung:	Acker	
Bearbeiter:	Hn		Vegetation am Standort:		
Messtiefe	0,8	m u. GOK	Bodenprofil:	(s. Anlage)	
Beginn:	13:20	Uhr	Sonstiges:		
Ende:	14:42	Uhr	(Vorsättigung 30 min. durchgeführt, aber rechnerisch nicht angesetzt)		

Feldparameter:

Länge des Schurfs	L:	0,33 m	
Breite des Schurfs	B:	0,33 m	
Wassersäule im Schurf	h:	0,225 m	
Abstand Sohle zu Grundwasser	S:	2,00 m	(mind. Auswertung laut RWB-IS, EG)
Wasserstandsänderung	dl:	0,125 m	
versickerte Wassermenge	q:	1,36E-02 m^3	
Zeit zur Versickerung von q	t:	20,00 min	
Schüttung Q=q/(t*60)	Q:	1,134E-05 m^3/s	es gilt nachfolgender Rechenansatz:

Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f,u}$:

$k_{f,u} = Q/[((S+h)/S)*L*B]$ 9,36E-05 [m/s]

Auswertung

$k_{f,u}$-Wert des Standorts: 9,36E-05 m/s

Versickerungsleistung: 809,0 cm/d

Anmerkungen:

Gutenbergstraße 34
44139 Dortmund
Telefon 0231/557101-0
Telefax 0231/557101-30

Schurfversickerung - Auswertung

Projekt:	08444 Am Steinebrück	Datum:	08.04.09
Versuchs-Nr.:	SV 6	Flächennutzung:	Acker
Bearbeiter:	Hn	Vegetation am Standort:	
Messtiefe	0,8 m u. GOK	Bodenprofil:	(s. Anlage)
Beginn:	13:20 Uhr	Sonstiges:	
Ende:	14:52 Uhr	(Vorsättigung 30 min. durchgeführt, aber rechnerisch nicht angesetzt)	

Feldparameter:

Länge des Schurfs	L:	0,33 m	
Breite des Schurfs	B:	0,33 m	
Wassersäule im Schurf	h:	0,230 m	
Abstand Sohle zu Grundwasser	S:	2,00 m	(mind. Auswertung laut RWB-IS, EG)
Wasserstandsänderung	dl:	0,105 m	
versickerte Wassermenge	q:	1,14E-02 m^3	
Zeit zur Versickerung von q	t:	40,00 min	
Schüttung Q=q/(t*60)	Q:	4,764E-06 m^3/s	es gilt nachfolgender Rechenansatz:

Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f,u}$:

$k_{f,u} = Q/[((S+h)/S)*L*B]$ 3,92E-05 [m/s]

Auswertung

$k_{f,u}$-Wert des Standorts: 3,92E-05 m/s

Versickerungsleistung: 339,0 cm/d

Anmerkungen:

Gutenbergstraße 34
44139 Dortmund
Telefon 0231/557101-0
Telefax 0231/557101-30

Schurfversickerung - Auswertung

Projekt:	08444 Am Steinebrück	Datum:	08.04.09
Versuchs-Nr.:	SV 7	Flächennutzung:	Acker
Bearbeiter:	Hn	Vegetation am Standort:	
Messtiefe	0,8 m u. GOK	Bodenprofil:	(s. Anlage)
Beginn:	13:20 Uhr	Sonstiges:	
Ende:	14:52 Uhr	(Vorsättigung 30 min. durchgeführt, aber rechnerisch nicht angesetzt)	

Feldparameter:

Länge des Schurfs	L:	0,33 m	
Breite des Schurfs	B:	0,33 m	
Wassersäule im Schurf	h:	0,220 m	
Abstand Sohle zu Grundwasser	S:	2,00 m	(mind. Auswertung laut RWB-IS, EG)
Wasserstandsänderung	dl:	0,115 m	
versickerte Wassermenge	q:	1,25E-02 m^3	
Zeit zur Versickerung von q	t:	40,00 min	
Schüttung Q=q/(t*60)	Q:	5,218E-06 m^3/s	es gilt nachfolgender Rechenansatz:

Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f,u}$:

$k_{f,u} = Q/[((S+h)/S)*L*B]$ 4,32E-05 [m/s]

Auswertung

$k_{f,u}$-Wert des Standorts: 4,32E-05 m/s

Versickerungsleistung: 373,0 cm/d

Anmerkungen:

Gutenbergstraße 34
44139 Dortmund
Telefon 0231/557101-0
Telefax 0231/557101-30

Schurfversickerung - Auswertung

Projekt:	08444 Am Steinebrück	Datum:	08.04.09
Versuchs-Nr.:	SV 8	Flächennutzung:	Acker
Bearbeiter:	Hn	Vegetation am Standort:	
Messtiefe	0,8 m u. GOK	Bodenprofil:	(s. Anlage)
Beginn:	13:20 Uhr	Sonstiges:	
Ende:	14:52 Uhr	(Vorsättigung 30 min. durchgeführt, aber rechnerisch nicht angesetzt)	

Feldparameter:

Länge des Schurfs	L:	0,33 m	
Breite des Schurfs	B:	0,33 m	
Wassersäule im Schurf	h:	0,200 m	
Abstand Sohle zu Grundwasser	S:	2,00 m	(mind. Auswertung laut RWB-IS, EG)
Wasserstandsänderung	dl:	0,065 m	
versickerte Wassermenge	q:	7,08E-03 m³	
Zeit zur Versickerung von q	t:	40,00 min	
Schüttung Q=q/(t*60)	Q:	2,949E-06 m³/s	es gilt nachfolgender Rechenansatz:

Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f,u}$:

$k_{f,u} = Q/[((S+h)/S)*L*B]$ 2,46E-05 [m/s]

Auswertung

$k_{f,u}$-Wert des Standorts: 2,46E-05 m/s

Versickerungsleistung: 212,7 cm/d

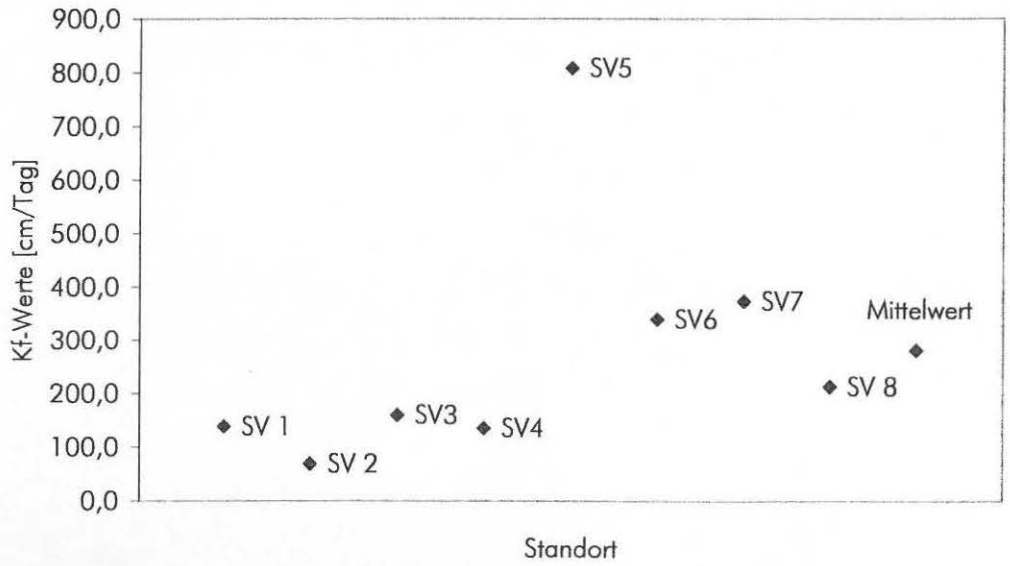
Anmerkungen:

Gutenbergstraße 34
44139 Dortmund
Telefon 0231/557101-0
Telefax 0231/557101-30

Schurf
$K_{f,u}$-Wert Überblick

Projekt: 08444 Am Steinebrück
Datum: 07.04.09

Versuchs-Nr.	Tiefe [m]	Kf-Wert [m/s]	Versickerung [cm/d]
SV 1	0,8	1,6E-05	138,1
SV 2	0,8	8,0E-06	68,7
SV3	0,8	1,9E-05	160,0
SV4	0,8	1,6E-05	135,2
SV5	0,8	9,4E-05	809,0
SV6	0,8	3,9E-05	339,0
SV7	0,8	4,3E-05	373,0
SV 8	0,8	2,5E-05	212,7
Mittelwert		3,2E-05	279,5



Gutenbergstraße 34
44139 Dortmund
Telefon 0231/557101-0
Telefax 0231/557101-30