Ingenieurbüro für Geotechnik
Privatdozent Dr.-Ing. habil. K. Hock-Berghaus
Kreuzstr. 16, 42277 Wuppertal, Tel. 0202 528 777 0 Fax. 0202 528 89 89

Hydrogeologische Stellungnahme zur Regenwasserversickerung für das BV Neubaugebiet August-Jung-Weg in Wuppertal

Untersuchungsobjekt:	**Neubaugebiet August-Jung-Weg 42113 Wuppertal**
Auftraggeber:	**MBN Planungs GmbH + Co. KG Frohnkamp 18 40789 Monheim**
Projekt:	**Hydrogeologisches Gutachten Prüfung der Regenwasserversickerungsmöglichkeiten**
Projekt-Nr:	**E800/04-Ho-1**
Bearbeiter:	**PD. Dr.-Ing. habil. K. Hock-Berghaus Ingenieurbüro für Geotechnik Kreuzstr. 16 42277 Wuppertal**

Wuppertal, den 25. Novenber 2004

PD. Dr.-Ing. habil Kay Hock-Berghaus

Inhaltsverzeichnis

1 Übersicht über die geotechnischen Untersuchungen

1.1 Aufgabenstellung 3

1.2 Erkundungsergebnisse 3

1.2.1 Baugrundansprache nach Schurfherstellung 3

1.2.2 Ermittlung des Wasserdurchlässigkeitskoeffizienten 4

2 Verwendete Unterlagen 4

3 Anlagen

Übersichtsplan

Ermittlung des k_f-Wertes des Baugrundes

Ingenieurbüro für Geotechnik
Privatdozent Dr.-Ing. habil. K. Hock-Berghaus
Kreuzstr. 16, 42277 Wuppertal, Tel. 0202 528 777 0 Fax. 0202 528 89 89

Hydrogeologische Stellungnahme

1 Übersicht über die geotechnischen Untersuchungen

1.1 Aufgabenstellung

Für den Neubau einer Wohnanlage (Anlage 1) am August-Jung-Weg in Wuppertal sind die Baugrundverhältnisse zu überprüfen und Angaben zur möglichen Regenwasserversickerung zu machen.

Der Unterzeichnende erhält von der MBN Planungs GmbH + Co. KG am 18.11.2004 den Auftrag, eine hydrogeologische Stellungnahme auf der Grundlage von vier Schurfen und einem In-Situ-Versickerungsversuche zu erstellen und Angaben zur Möglichkeit der Regenwasserversickerung zu machen.

1.2 Erkundungsergebnisse

1.2.1 Baugrundansprache nach Schurfherstellung

Das Baugrund befindet sich in den Oberen Cypridinenschiefern, so daß Tonschiefer mit Kalksandsteineinlagerungen und/oder Sandsteinen das Liegende bilden. Bei allen vier Schurfen (Lage s. Anlage 1) begann der Verwitterungshorizont des Felses unter einer humosen Mutterbodenschicht von ca. 40 cm. Darunter erfolgte jeweils der nahtlose Übergang von stark verwitterten steinigen, stark mit Schluff versetzten Schichten hin zum nur noch leicht angewitterten Festgesteinshorizont. Die Schurfe konnten bis auf Tiefen von 1,2 / 1,4 / 0,8 / 1,7 m ausgehoben werden. Bei dem Versuch größere Aushubtiefen zu erreichen zeigte sich deutlicher Widerstand, was sich im Kratzen der Baggerschaufel auf dem Felshorizont äußerte. Der Verwitterungshorizont zwischen 1 – 2 m unter GOK besteht aus Tonschiefer, welcher stark geklüftet mit mittleren Kluftflächenabständen von ca. 1 – 4 cm ansteht. Das Streichen der Schichten erfolgte von Ost nach West, die Schichtung fiel fast senkrecht ein.

Grundwasser wurde als leichte Pfütze in einer Tiefe von ca. 1,80 m bei Schurf 4 angetroffen. Es konnte aber nicht festgestellt werden, ob es sich um einen durchgängigen Grundwasserspiegel oder nur um lokales Schichtenwasser handelt.

Alle Fotos vom Ortstermin sind auf CD beigefügt.

1.2.2 Ermittlung des Wasserdurchlässigkeitskoeffizienten

Der Schurf 4 wurde ca. 55 min. bis auf eine Wasserhöhe von 60 cm bewässert und folgend wurde ein Versickerungsversuch mit fallender Druckhöhe durchgeführt. Die Meßwerte und die Versuchsauswertung sind in der Anlage 2 aufgeführt. Die Versuche wurden unter Variation der Parameter R = Ersatzradius der Versickerungsfläche und l_s = Versickerungstiefe mehrfach ausgewertet. Der geringste k_f-Wert ergab sich bei diesen Kombinationen zu $k_f = 8 * 10^{-5}$ m/s. Der Untergrund ist damit für eine Regenwasserversickerung gemäß ATV A 138 geeignet, sofern die Versickerungsanlagen mit ihrer Unterkante auf dem nur noch leicht verwitterten Tonschiefer abgesetzt werden. Für die Bemessung der Versickerungsanlagen ist auf der sicheren Seite liegend ein Wert von

$$\text{cal-}k_f = 4 * 10^{-5} \text{ m/s}$$

anzusetzen.

2 Verwendete Unterlagen

[U1] Geologische Karte „Wuppertal-Elberfeld“ des Geologischen Landesamtes NRW

[U2] Geotechnischer Bericht der Ingenieurgesellschaft für Geotechnik für das BV Neubaugebiet August-Jung-Weg in Wuppertal vom 23.08.04

[U3] DIN 4095, Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Ausführung, Prüfung, Beuth Verlag

[U4] ATV 138, Regelwerk Abwasser – Abfall, DK 628.29(083.1):628396, Januar 1990

[U5] ATV-DVWK-Kommentar zur ATV-DVWK-A 138, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Oktober 2002

Aufgestellt, Wuppertal, den 25. November 2004

(PD. Dr.-Ing. habil. Kay Hock-Berghaus)

1

XSi = Schurf i

Ingenieurbüro für Geotechnik
PD. Dr.-Ing. habil. K. Hock-Berghaus
Tel: 0202 - 528 777 0 Fax: 0202 - 528 8989

Anlage : 1
BV :
Z.-Nr. :
Blatt : ..... Datum: 25.11.04

WUPPERTAL
August-Jung-Weg
Lageplan

IGW
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH
Schütz, Walz, Pulsfort, Dreng - Wuppertal
Uellendahl 70 • 42109 Wuppertal
Tel. 0202 / 404 91-0 • Fax 0202 / 404 91-44

Wuppertal, den 16.08.2004

AutoCAD-Teil4\Cad-Ze\Dreng/4000/4553_04

Auswertung eines In-Situ-Versickerungsversuches

BV: Wuppertal, August-Jung-Weg, Schurf 4

Meßwerte

Zeit [min] Spiegelhöhen [m]

$$T := \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 10 \\ 15 \\ 20 \\ 25 \end{pmatrix} \cdot min \qquad z := \begin{pmatrix} 0.60 \\ 0.58 \\ 0.565 \\ 0.55 \\ 0.535 \\ 0.52 \\ 0.505 \\ 0.495 \\ 0.46 \\ 0.41 \\ 0.38 \\ 0.345 \end{pmatrix} \cdot m$$

Höhe Versickerungsfläche über GW-Spiegellinie
(Anmerkung: Diese Höhe ist klein abzuschätzen, um einen sicheren k_f-Wert zu erhalten.)

$l_s := 0.1 \cdot m$

Schurflänge und -breite (oder direkt Ersatzradius eingeben)
(Anmerkung: Diese Werte sind groß abzuschätzen, um einen sicheren k_f-Wert zu erhalten.)

$L_{Sch} := 2.00 \cdot m$ $B_{Sch} := 1.80 \cdot m$

Ersatzradius Versickerungsfläche

$$R := \sqrt{\frac{L_{Sch} \cdot B_{Sch}}{\pi}} \qquad R = 1.07\,m$$

Ausgangsspiegelhöhe

$s_0 := z_0$ $s_0 = 0.6\,m$

Anzahl Meßwerte

$n := zeilen(T)$ $n = 12$ $i := 0..n-1$ $j := 0..n-2$

Differenzen

$\Delta T_j := T_{j+1} - T_j$

$\Delta z_j := z_j - z_{j+1}$

$\Delta T =$

	0
0	1
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	3
8	5
9	5
10	5

min

$\Delta z =$

	0
0	0.02
1	0.015
2	0.015
3	0.015
4	0.015
5	0.015
6	0.01
7	0.035
8	0.05
9	0.03
10	0.035

m

Momentane Versickerungsgeschwindigkeit

$v_j := \frac{\Delta z_j}{\Delta T_j}$

1. Auswertung: Lineare Versickerung (Flächenversickerung)

$v = k_f \cdot I$

maximal

$I = \frac{\Delta h}{\Delta l} = 1$

daraus folgt

$k_{fu_j} := v_j$

$k_{fu} =$

	0
0	$3.3 \cdot 10^{-4}$
1	$2.5 \cdot 10^{-4}$
2	$2.5 \cdot 10^{-4}$
3	$2.5 \cdot 10^{-4}$
4	$2.5 \cdot 10^{-4}$
5	$2.5 \cdot 10^{-4}$
6	$1.7 \cdot 10^{-4}$
7	$1.9 \cdot 10^{-4}$
8	$1.7 \cdot 10^{-4}$
9	$1.0 \cdot 10^{-4}$
10	$1.2 \cdot 10^{-4}$

$\frac{m}{s}$

Gemäß ATV 138 gilt

$k_f := k_{fu} \cdot 2$ und damit

$k_f =$

	0
0	$6.7 \cdot 10^{-4}$
1	$5.0 \cdot 10^{-4}$
2	$5.0 \cdot 10^{-4}$
3	$5.0 \cdot 10^{-4}$
4	$5.0 \cdot 10^{-4}$
5	$5.0 \cdot 10^{-4}$
6	$3.3 \cdot 10^{-4}$
7	$3.9 \cdot 10^{-4}$
8	$3.3 \cdot 10^{-4}$
9	$2.0 \cdot 10^{-4}$
10	$2.3 \cdot 10^{-4}$

$\frac{m}{s}$

2. Auswertung: Hydraulischer Gradient nach ATV 138, Januar 1990 (Anmerkung: Umrechnung von k_f zu k_{fu} bereits berücksichtigt)

$$I_j := \frac{l_s + z_j}{2 \cdot l_s + z_j}$$

$$k_{f_j} := \frac{v_j}{I_j}$$

$k_f =$

	0
0	$3.8 \cdot 10^{-4}$
1	$2.9 \cdot 10^{-4}$
2	$2.9 \cdot 10^{-4}$
3	$2.9 \cdot 10^{-4}$
4	$2.9 \cdot 10^{-4}$
5	$2.9 \cdot 10^{-4}$
6	$1.9 \cdot 10^{-4}$
7	$2.3 \cdot 10^{-4}$
8	$2.0 \cdot 10^{-4}$
9	$1.2 \cdot 10^{-4}$
10	$1.4 \cdot 10^{-4}$

$\frac{m}{s}$

$I =$

	0
0	0.875
1	0.872
2	0.869
3	0.867
4	0.864
5	0.861
6	0.858
7	0.856
8	0.848
9	0.836
10	0.828

3. Auswertung: Berücksichtigung der Nichtlinearitäten (Auswertung als Schachtversickerung gemäß ATV 138, Berücksichtigung der Versickerungsgrundfläche als durchlässig)

IST-Versickernde Wassermenge (Spiegelabsenkung)

$$Q_1 = \frac{dz}{dt} \cdot \pi \cdot R^2$$

SOLL-Versickernde Wassermenge (ATV 138, Schacht)

(Annahme: Sohlfläche ist nicht verstopft und versickert ebenfalls. Infolge Aufstau bis z ergibt sich ein zusätzlicher Versickerungsring der Breite z/2)

$$A_{sw} = \pi \cdot \left(R + \frac{z}{2}\right)^2 \qquad v = k_f \cdot \frac{(l_s + z)}{2 \cdot l_s + z}$$

$$Q_2 = v \cdot A_{sw}$$

Kontinuität ergibt

$Q_1 = Q_2$

und damit

$$\frac{dz}{dt}\cdot\pi\cdot R = k_f\cdot\frac{(l_s + z)}{2\cdot l_s + z}\cdot\pi\cdot\left(R + \frac{z}{2}\right)^2$$

Seperation der Variablen liefert

$$dt = \frac{R}{k_f}\cdot\frac{(2\cdot l_s + z)}{(l_s + z)\cdot\left(R + \frac{z}{2}\right)^2}\cdot dz$$

Vollständige Integration liefert

$$t_2 - t_1 = \frac{R}{k_f}\cdot\int_{z_1}^{z_2}\frac{(2\cdot l_s + z)}{(l_s + z)\cdot\left(R + \frac{z}{2}\right)^2}\,dz$$

und damit abschließend

$$k_f = \frac{R}{\Delta t}\cdot\int_{z_1}^{z_2}\frac{(2\cdot l_s + z)}{(l_s + z)\cdot\left(R + \frac{z}{2}\right)^2}\,dz$$

Numerisch ergibt sich

$$k_{f_j} = \frac{R}{\Delta T_j}\cdot\int_{z_j}^{z_{j+1}}\frac{(2\cdot l_s + z_{int})}{(l_s + z_{int})\cdot\left(R + \frac{z_{int}}{2}\right)^2}\,dz_{int}$$

mit der Stammfunktion mit den Abkürzungen N1 und N2

$N1 := \left(4\cdot R^2 - 4\cdot l_s\cdot R + l_s^2\right)$

$N2 = (2\cdot R - l_s)\cdot(2\cdot R + z_{int})$

$$F(z_{int}) = 4\cdot\frac{l_s}{N1}\cdot\ln(l_s + z_{int}) - 4\cdot\frac{l_s}{N1}\cdot\ln(2\cdot R + z_{int}) - \frac{8}{N2}\cdot R + \frac{8}{N2}\cdot l_s$$

Zur Auswertung müssen im Logarithmus dimensionlose Argumente verwendet werden damit

$$N2_i := (2\cdot R - l_s)\cdot(2\cdot R + z_i)$$

$$F_i := 4\cdot\frac{l_s}{N1}\cdot\ln\left(\frac{l_s + z_i}{m}\right) - 4\cdot\frac{l_s}{N1}\cdot\ln\left(\frac{2\cdot R + z_i}{m}\right) - \frac{8}{N2_i}\cdot R + \frac{8}{N2_i}\cdot l_s$$

und damit abschließend

$$k_{f_j} := \frac{R\cdot m}{\Delta T_j}\cdot(F_j - F_{j+1})$$

$k_f =$

	0
0	$2.2\cdot10^{-4}$
1	$1.7\cdot10^{-4}$
2	$1.7\cdot10^{-4}$
3	$1.7\cdot10^{-4}$
4	$1.7\cdot10^{-4}$
5	$1.8\cdot10^{-4}$
6	$1.2\cdot10^{-4}$
7	$1.4\cdot10^{-4}$
8	$1.3\cdot10^{-4}$
9	$8.0\cdot10^{-5}$
10	$9.7\cdot10^{-5}$

$\frac{m}{s}$