

## Kurzbericht

Projekt-Nr. 1001.0503  
Absender: Safet Abdulahi  
Datum: 28.09.2017  
Verteiler: AWEL, Abteilung Gewässerschutz, Hr. Daniel Meister  
Cerv + Wachtl Architekten, 8044 Zürich, Hr. F. Wachtl

---

Betreff: **Dübendorf Richtplanung Hochbord**

**Ermittlung der Durchlässigkeit des Grundwasserleiters anhand von Pump- und Einfüllversuchen**

**(Als Ergänzung zur Aktennotiz vom 27.08.2017: "Überblick über die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse im Hinblick auf das Bauen im Grundwasser")**

### 1. Einleitung

Auf der Parzelle Kat. Nr. 17413 in Dübendorf ist im Rahmen der Gestaltungsplanung resp. gemäss Richtplan der Cerv + Wachtl Architekten, Zürich, die Projektierung von drei Hochhäusern sowie 2 weiteren Baublöcken vorgesehen, welche a priori den nördlichen Parzellenbereich beanspruchen sollen. Im Hinblick auf die Zulässigkeit bzgl. Bauens im Grundwasser wurde eingangs genannte Aktennotiz als Kurzbericht über die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse auf dieser Parzelle verfasst. Seinerzeit war nur ein Teil der Sondierbohrungen (Bohrungen Nr. KB1, KB4 und KB5) ausgeführt. Am 06.09.2017 fand eine Besprechung über die Zulässigkeit der beabsichtigten Projektierung von bis zu drei unterirdischen Geschossen im Zusammenhang mit dem Bauen im Grundwasser mit Herrn Daniel Meister statt (anwesend auch die HH F. Wachtl und S. Abdulahi) statt. Als Besprechungsgrundlage diente die vorerwähnte Aktennotiz vom 27.08.2017. Gemäss Herrn Meister sollen im Hinblick auf das Bauen im Grundwasser ergänzende Abklärungen getroffen werden, welche genauere resp. konkrete Aussagen über die Durchlässigkeit des Grundwasserleiters (kiesige Sande) erlauben. So sollen möglichst parzellendeckend Pump- und Einfüllversuche (Absenkversuche) durchgeführt werden. An dieser Besprechung wurde deshalb vereinbart, dass an zwei Standorten (KB2/P und KB3/P), welche jeweils mit einem 4.5"- Piezometerrohr ausgebaut sind, Pumpversuche und an den übrigen 5 Bohrstandorten Einfüllversuche durchgeführt werden. Die Lage der Bohrstandorte ist dem Anhang 1 zu entnehmen.

## 2. Versuchsergebnisse

Die genannten Versuche wurden durch die Fretus AG, 5330 Bad Zurzach, am 13. und 14. September durchgeführt (Versuchsaufzeichnungen sind in Anhang 4 enthalten). Um einen Resultatvergleich zwischen den Versuchen zu erhalten, wurden am Standort KB2/P sowohl ein Pump- als auch ein Einfüllversuch durchgeführt. Aus den Pump- und Einfüllversuchen in den jeweiligen Piezometerrohren soll der Durchlässigkeitsbeiwert  $k$  ( $k$ -Wert) der als Grundwasserleiter/-träger fungierenden Schicht aus kiesigen Sanden ermittelt werden. Das Piezometerrohr besteht – von der Geländeoberkante abwärts – aus einem Vollrohr, einer Filterstrecke (geschlitztes Rohrstück) und einem sogenannten Schlammstrecke. Die Filterstrecke wurde jeweils innerhalb des feinkornarmen Grundwasserleiters gelegt, sodass eine möglichst grosse Durchlässigkeit angestrebt werden konnte. Die Tiefenlage des Grundwasserleiters/-trägers ist den geologischen Profilen in Anhang 2 sowie den Bohrprofilen in Anhang 3 zu entnehmen. Die Auswertungen der Pump- und Einfüllversuche haben zu folgenden Ergebnissen geführt:

Bohrstandort	Versuchsart	$k$ -Wert in m/s
KB1/P	Einfüllversuch	$1.8 \times 10^{-6}$
KB2/P	Pumpversuch	$8.5 \times 10^{-5}$
KB2/P	Einfüllversuch	$6.2 \times 10^{-6}$
KB3/P	Pumpversuch	$1.6 \times 10^{-5}$
KB4/P	Einfüllversuch	$8.9 \times 10^{-7}$
KB5/P	Einfüllversuch	$3.8 \times 10^{-6}$
KB6/P	Einfüllversuch	$3.6 \times 10^{-6}$
KB7/P	Einfüllversuch	$1.7 \times 10^{-6}$

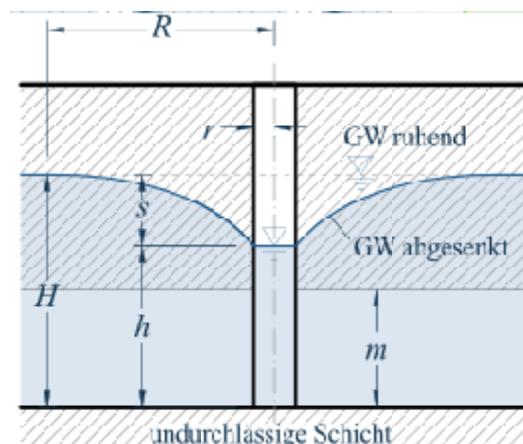
Tabelle 1:  $k$ -Werte aus Pump- und Einfüllversuchen

Die rechnerische Ermittlung des  $k$ -Werts aus den Pumpversuchen basiert auf der Abschätz-Formel nach Dupuit-Thiem:

$$k = Q \cdot \frac{\ln\left(\frac{R}{r}\right)}{\pi \cdot (H^2 - h^2)}$$

Wobei...

- Q Pumpwassermenge
- R Absenkradius nach Sichardt
- r Bohrlochradius
- H Grundwassermächtigkeit
- h Abgesenktes Grundwasser



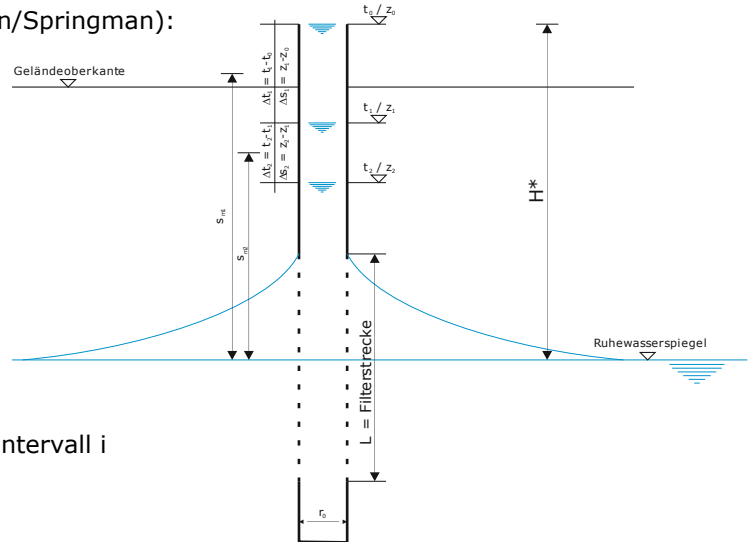
Der k-Wert aus den Einfüllversuchen wurde nach folgender Formel rechnerisch ermittelt (Quelle Lehrbuch Bodenmechanik Lang/Huder/Amann/Springman):

$$k = \frac{C}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\Delta s_i}{\Delta t_i \cdot s_{mi}}$$

$$C = 3 \cdot \frac{r_0^2}{L}$$

Wobei...

- L            Filterrohrlänge
- $\Delta s_i$       Absenkungsrate im Zeitintervall  $\Delta t_i$
- $\Delta t_i$       Zeitintervall i
- $s_{mi}$        Mittlere Wasserspiegelhöhe im Zeitintervall i
- $r_0$         Nenn-Radius Filterrohr



Gemäss den durchgeführten Versuchen variiert die Durchlässigkeit der kiesigen Sande zwischen  $8.9 \times 10^{-7}$  und  $8.5 \times 10^{-5}$  m/s. Es ist zu bemerken, dass aus den Einfüllversuchen in der Regel deutlich geringere k-Werte resultieren als bei Pumpversuchen. Aus den hier durchgeführten Einfüllversuchen sind die k-Werte kleiner als bei Pumpversuchen. Dies belegen die Ergebnisse aus dem Standort KB2/P wo der k-Wert aus dem Einfüllversuch ca. das 13-fache geringer ausgefallen ist als beim Versickerungsversuch.

### 3. Fazit


Da die Einfüllversuche deutlich geringere k-Werte als bei den Pumpversuchen ergeben haben (grösster k-Wert mit  $1.7 \times 10^{-6}$  m/s), sind diese Ergebnisse als solche für die Bewertung der Durchlässigkeit des Grundwasserleiters nicht näher zu betrachten. Würde man die Ergebnisse aus den Pumpversuchen wegen den generell höheren k-Werten als massgebend erachten und die Durchlässigkeitsbeiwerte aus den Einfüllversuchen mit dem Faktor 13 korrigieren, so liesse sich Tabelle 1 wie folgt anpassen:

Bohrstandort	Versuchsart	k-Wert in m/s	k-Wert in m/s korrigiert
KB1/P	Einfüllversuch	$1.8 \times 10^{-6}$	$2.3 \times 10^{-5}$
KB2/P	Pumpversuch	<b><math>8.5 \times 10^{-5}</math></b>	
KB2/P	Einfüllversuch	$6.2 \times 10^{-6}$	$8.5 \times 10^{-5}$
KB3/P	Pumpversuch	$1.6 \times 10^{-5}$	
KB4/P	Einfüllversuch	$8.9 \times 10^{-7}$	$1.1 \times 10^{-5}$
KB5/P	Einfüllversuch	$3.8 \times 10^{-6}$	$4.9 \times 10^{-5}$
KB6/P	Einfüllversuch	$3.6 \times 10^{-6}$	$4.7 \times 10^{-5}$
KB7/P	Einfüllversuch	$1.7 \times 10^{-6}$	$2.2 \times 10^{-5}$

Tabelle 2: Korrigierte k-Werte aus Einfüllversuch

Die Resultate aus den Feldversuchen haben ergeben, dass die grösste Durchlässigkeit des Grundwasserleiters/-trägers am Versuchsstandort KB2/P aus dem Pumpversuch mit  $k = 8.5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$  beträgt.

ABI GROUP  
Baugrund & Umwelt

  
Safet Abdulahi



  
Ralph Pötschke

**Anhangverzeichnis**

Anhang 1:	Situation (Lage der Sondierungen)
Anhang 2:	Schnitte A und B
Anhang 3:	Bohrprotokolle
Anhang 4:	Aufzeichnungen aus den Pump- und Einfüllversuchen

**Anhang 1**  
**Situation 1:500**

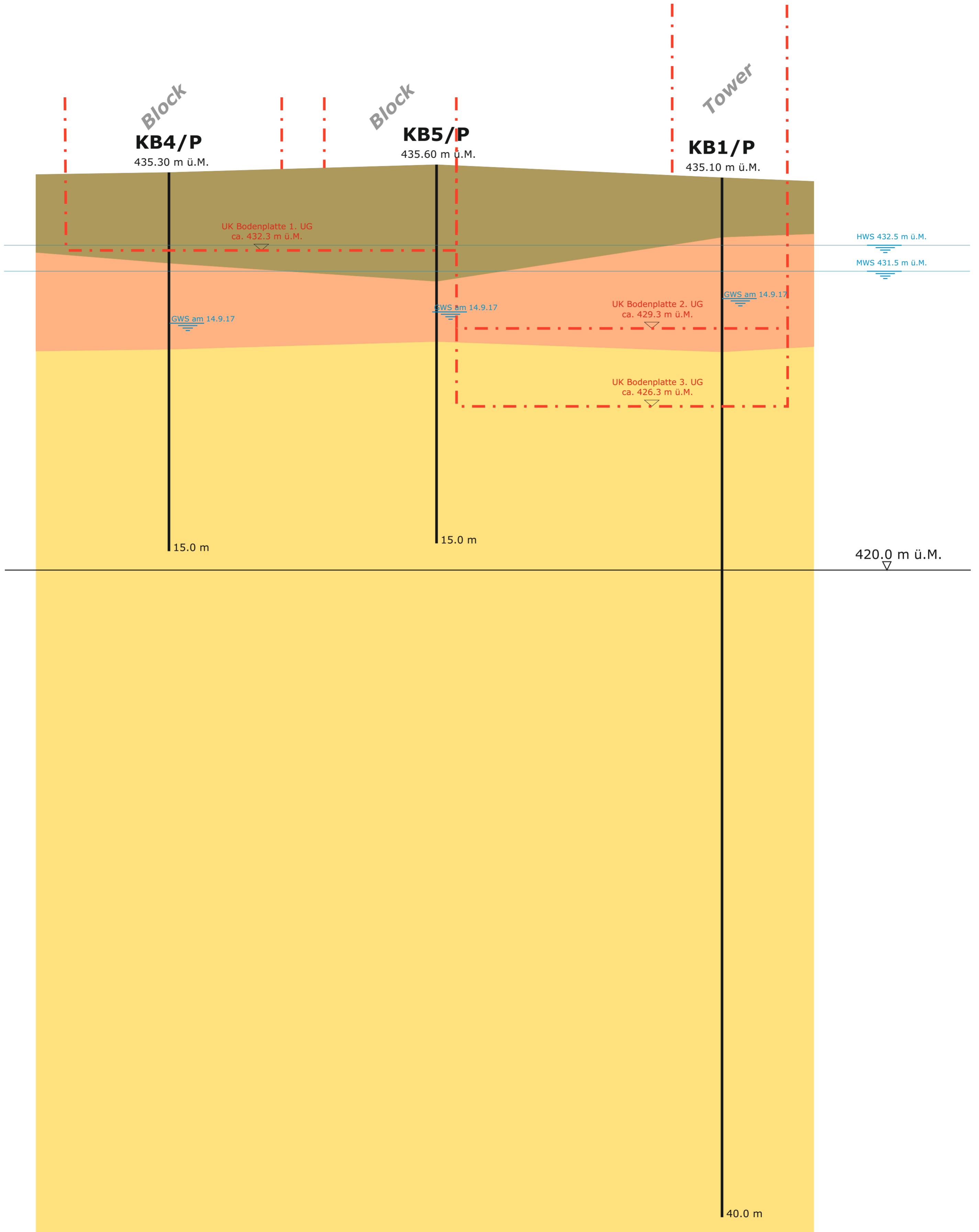


 KB Rotationskernbohrung  
 P Piezometerrohr


**Anhang 2**

**Schnitte 1:500/100**

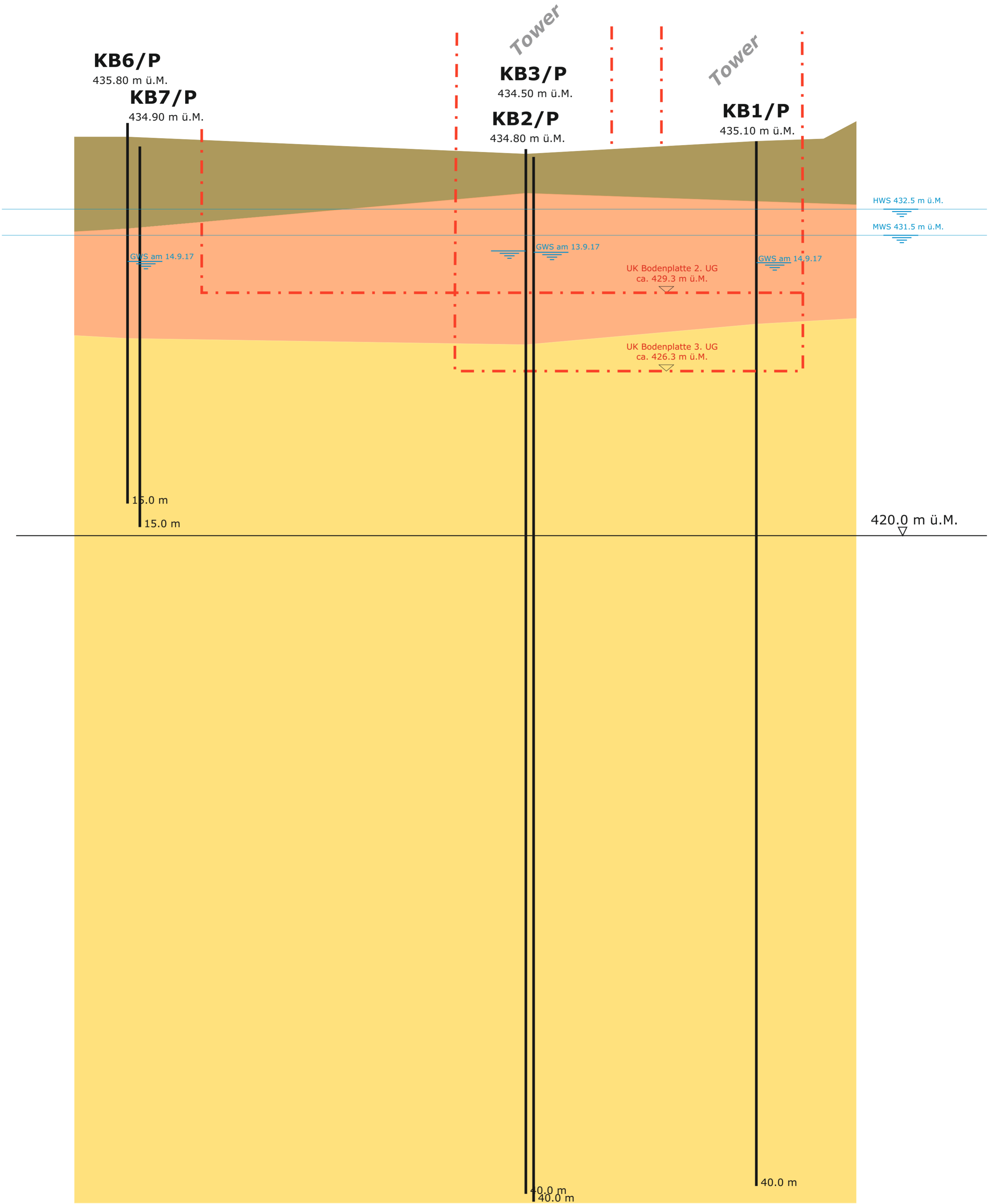
# Schnitt A-A



- Deckschichten
- Kiesige Sande
- Seeablagerungen

 A B I Group Baugrund & Umwelt	Schnitt A 1:500/100	
	Projekt: 1001.0503	Richtprojekt Hochbord, Hochbordstrasse, Dübendorf

# Schnitt B-B



- Deckschichten
- Kiesige Sande
- Seeablagerungen

**Anhang 3**  
**Bohrprotokolle**

ABI-Nr.: 1001.0503

Projekt: Dübendorf, Hochhäuser Hochbord

Koordinaten: 2 687'805 / 1 250'260 (ca.)  
 Höhe in m ü.M.: 434.2  
 Aufnahme: Safet Abdulahi

Unternehmung: Fretus AG, 5330 Bad Zurzach  
 Datum: 08., 09., 10. + 11.08.2017  
 Mst.: 1:150

Geologie	Tiefe m u.T.	Geotechnische Bezeichnung	
<b>Deckschicht</b>	0.0 - 0.3	Ackererde	
	0.3 - 0.5	Unterboden	
	0.5 - 1.4	Toniger Silt mit Humuseinlagerungen; ocker, weich bis halbfest	
	1.4 - 2.3	Siltiger, leicht toniger Sand mit reichlich bis viel Kies; beige, locker gelagert	
<b>Kiesiger Sand</b>	2.3 - 4.8	Siltiger Sand mit reichlich bis viel Kies und wenigen Steinen; hellbraun, mitteldicht gelagert, erdfeucht bis nass (ab ca. 3.0 m u.T.)	<p>GWSP am 14.9.17: 430.45 m ü.M.</p>
	4.8 - 5.8	Siltiger bis sauberer Sand mit vereinzelt bis wenig Kies; hellgrau, mitteldicht gelagert, nass	
	5.8 - 7.0	Leicht siltiger bis sauberer Sand mit vereinzelt Kies; grau, mitteldicht gelagert, nass	
<b>Seeablagerungen</b>	7.0 - 8.6	Leicht toniger Silt; beige, halbfest	<p>* Filterstrecke in sauberem Sand mit viel Kies</p>
	8.6 - 21.6	Leicht siltiger bis fetter Ton mit vereinzelt Sand und einzelnen Steinen (grosser Stein in 16.5 m u.T.); beige, halbfest bis fest	
	21.6 - 22.8	Leicht toniger Silt mit wenig Feinsand; beige, halbfest, erdfeucht	
	22.8 - 26.7	Stark siltiger Feinsand; beige, mitteldicht gelagert, feucht bis nass	
	26.7 - 31.6	Leicht toniger Silt; beige, halbfest, erdfeucht	
31.6 - 40.0	Toniger Silt bis fetter Ton mit wenig Feinsand; beige, weich bis halbfest, erdfeucht		

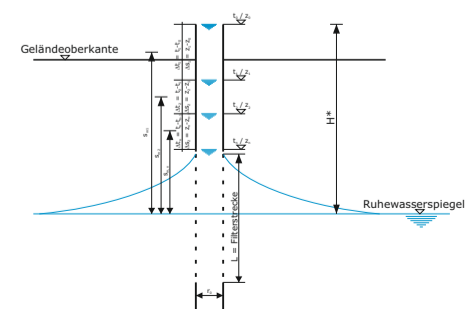
**Feldversuche:** - Einfüllversuch am 14.09.2017: k-Wert nach Lang/Huder/Amann/Springman

$$k = C \cdot \sum \Delta s_i / (\Delta t_i \cdot s_{m,i}) / n = 1.7 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$C = 3 \cdot r_o^2 / L$$

wobei:

- ... L: Filterrohrlänge (4 m)
- ...  $\Delta s_i$ : Absenkungsrate im Zeitintervall  $\Delta t_i$
- ...  $\Delta t_i$ : Zeitintervall i
- ...  $s_{m,i}$ : Mittlere Wasserspiegelhöhe im Zeitintervall i
- ...  $r_o$ : Nenn-Radius Filterrohr (1/2 x 5.0 cm)



ABI-Nr.: 1001.0503

Projekt: Dübendorf, Hochhäuser Hochbord

Koordinaten: 2 687'775 / 1 250'230 (ca.)  
 Höhe in m ü.M.: 434.8  
 Aufnahme: Safet Abdulahi

Unternehmung: Fretus AG, 5330 Bad Zurzach  
 Datum: 07., 08. + 11.09.2017  
 Mst.: 1:150

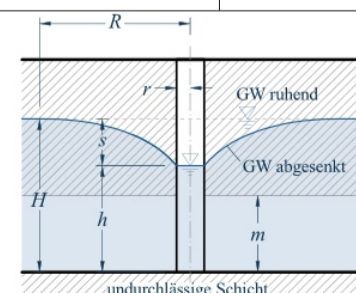
Geologie	Tiefe m u.T.	Geotechnische Bezeichnung	
<b>Deckschicht</b>	0.0 - 0.4	Ackererde	<p>432.8 m ü.M.</p> <p>GWSP am 13.9.17: 430.9 m ü.M.</p> <p>Filterrohr* 4.0 m</p> <p>Schlammsock 1.0 m</p> <p>* Filterstrecke in sauberem Sand mit viel Kies</p>
	0.4 - 1.8	Toniger Silt bis fetter Ton mit wenig Feinsand; beige, weich bis halbfest, erdfeucht	
<b>Kiesiger Sand</b>	1.8 - 3.8	Stark siltiger bis sauberer Sand mit viel Kies und vielen Steinen; hellgrau, mitteldicht gelagert, erdfeucht bis nass	
	3.8 - 6.2	Siltiger bis sauberer Sand mit viel Kies und einzelnen Steinen; hellgrau, mitteldicht gelagert, nass	
	6.2 - 7.4	Siltiger Sand mit vereinzelt Kies; grau, mitteldicht gelagert, nass	
<b>Seeablagerungen</b>	7.4 - 10.2	Toniger Silt bis fetter Ton mit wenig Feinsand; beige, weich bis halbfest, erdfeucht bis feucht	
	10.2 - 11.9	Leicht toniger Silt mit wenig bis reichlich Feinsand; beige halbfest, feucht bis nass	
	11.9 - 40.0	Toniger Silt bis fetter Ton mit wenig Feinsand; beige, weich bis halbfest, erdfeucht	

**Feldversuche:** - k-Wert nach Dupuit-Thiem aus Pumpversuch am 13.09.2017 durchgeführt von der Fretus AG:

$$k = Q \cdot \ln(R/r) / \pi \cdot (H^2 - h^2) = 8.473 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

wobei:

- ... Q: Pumpwassermenge (11 l/min)
- ... R: Absenkradius nach Sichardt (65.5 m) [Ermittlung iterativ]
- ... r: Radius Bohrloch (7.25 cm)
- ... H: Grundwassermächtigkeit (3.50 m)
- ... h: Abgesenktes Grundwasser (2.75 m)



ABI-Nr.: 1001.0503

Projekt: Dübendorf, Hochhäuser Hochbord

Koordinaten: 2 687'830 / 1 250'220 (ca.)  
 Höhe in m ü.M.: 434.5  
 Aufnahme: Safet Abdulahi

Unternehmung: Fretus AG, 5330 Bad Zurzach  
 Datum: 28. + 29.08.2017  
 Mst.: 1:150

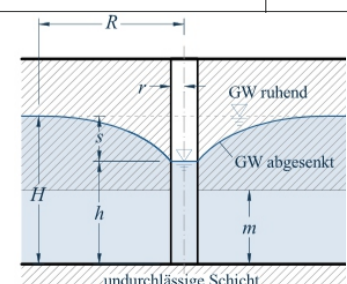
Geologie	Tiefe m u.T.	Geotechnische Bezeichnung	
<b>Deckschicht</b>	0.0 - 0.4	Ackererde	
	0.4 - 1.0	Toniger Silt bis fetter Ton mit wenig Feinsand; beige, weich bis halbfest, erdfeucht	
<b>Kiesiger Sand</b>	1.0 - 5.8	Stark siltiger bis sauberer Sand mit viel Kies und einzelnen Steinen; hellgrau, mitteldicht gelagert, erdfeucht bis nass	
	5.8 - 7.0	Siltiger bis sauberer Sand mit vereinzelt Kies; grau, mitteldicht gelagert, nass	
<b>Seeablagerungen</b>	7.0 - 7.8	Leicht toniger Silt mit wenig bis reichlich Feinsand; beige halbfest, feucht bis nass	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Schlamm sack</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">* Filterstrecke in sauberem Sand mit viel Kies</p>
	7.8 - 9.1	Toniger Silt bis fetter Ton mit wenig Feinsand; beige, weich bis halbfest, erdfeucht	
	9.1 - 9.4	Leicht toniger Silt mit wenig bis reichlich Feinsand; beige halbfest, feucht bis nass	
	9.4 - 4.0	Toniger Silt bis fetter Ton mit wenig Feinsand; beige, weich bis halbfest, erdfeucht	

**Feldversuche:** - k-Wert nach Dupuit-Thiem aus Pumpversuch am 13.09.2017 durchgeführt von der Fretus AG:

$$k = Q \cdot \ln(R/r) / \pi \cdot (H^2 - h^2) = 1.648 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

wobei:

- ... Q: Pumpwassermenge (4 l/min)
- ... R: Absenkradius nach Sichardt (23.5 m) [Ermittlung iterativ]
- ... r: Radius Bohrloch (7.25 cm)
- ... H: Grundwassermächtigkeit (3.35 m)
- ... h: Abgesenktes Grundwasser (1.75 m)



ABI-Nr.: 1001.0503

Projekt: Dübendorf, Hochhäuser Hochbord

Koordinaten: 2 687'700 / 1 250'280 (ca.)  
 Höhe in m ü.M.: 435.2  
 Aufnahme: Safet Abdulahi

Unternehmung: Fretus AG, 5330 Bad Zurzach  
 Datum: 11. + 14.08.2017  
 Mst.: 1:150

Geologie	Tiefe m u.T.	Geotechnische Bezeichnung	
Deckschicht	0.0 - 0.3	Ackererde	
	0.3 - 0.7	Unterboden	
	0.7 - 2.8	Toniger Silt mit vereinzelt Kies; beige, weich	
	2.8 - 3.5	Tonig-siltiger Sand mit vereinzelt Kies; beige, locker gelagert	431.2 m ü.M.
Kiesiger Sand	3.7 - 7.6	Siltiger, leicht toniger Sand mit reichlich bis viel Kies; beige, locker gelagert Siltiger Sand mit reichlich bis viel Kies und wenigen Steinen; hellbraun, mitteldicht gelagert, erdfeucht bis nass (ab ca. 4.0 m u.T.)	436.75 m ü.M. GWSP am 14.9.17: 429.50 m ü.M. Filterrohr* 4.0 m
	7.6 - 8.8	Stark siltiger (Fein)Sand; beige, mitteldicht gelagert, nass	Schlamm sack 1.0 m * Filterstrecke in siltigem Sand mit viel Kies
8.8 - 9.3	Leicht toniger Silt; beige, halbfest		
9.3 - 10.8	Leicht siltiger bis fetter Ton; beigegrau, weich		
10.8 - 11.7	Leicht toniger Silt; beige, weich		
11.7 - 15.0	Leicht siltiger bis fetter Ton mit vereinzelt Sand; beigegrau, halbfest bis fest		

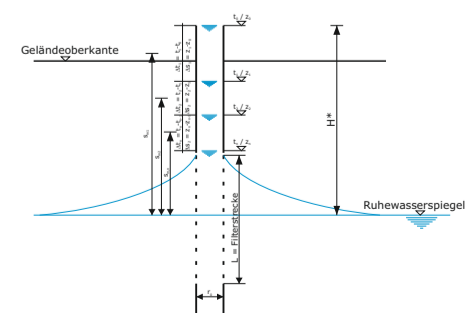
**Feldversuche:** - Einfüllversuch am 14.09.2017: k-Wert nach Lang/Huder/Amann/Springman

$$k = C \cdot \sum_{i=1}^n \Delta s_i / (\Delta t_i \cdot s_{m_i}) / n = 8.9 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$$

$$C = 3 \cdot r_o^2 / L$$

wobei:

- ... L: Filterrohrlänge (4 m)
- ...  $\Delta s_i$ : Absenkungsrate im Zeitintervall  $\Delta t_i$
- ...  $\Delta t_i$ : Zeitintervall i
- ...  $s_{m_i}$ : Mittlere Wasserspiegelhöhe im Zeitintervall i
- ...  $r_o$ : Nenn-Radius Filterrohr (2.54 cm)



ABI-Nr.: 1001.0503

Projekt: Dübendorf, Hochhäuser Hochbord

Koordinaten: 2 687'755 / 1 250'260 (ca.)  
 Höhe in m ü.M.: 434.6  
 Aufnahme: Safet Abdulahi

Unternehmung: Fretus AG, 5330 Bad Zurzach  
 Datum: 17., 18. + 21.08.2017  
 Mst.: 1:150

Geologie	Tiefe m u.T.	Geotechnische Bezeichnung	
Deckschicht	0.0 - 0.3 0.3 - 0.6	Ackererde Unterboden	
	0.6 - 2.0	Leicht toniger Silt mit vereinzelt bis wenig Sand; beige, halbfest, erdfeucht	
	2.4 - 3.6	Siltiger Sand mit wenig Kies; beige, locker bis mitteldicht gelagert, erdfeucht Leicht toniger Silt mit vereinzelt bis wenig Sand; beige, halbfest, erdfeucht Leicht toniger bis siltiger Sand mit wenig Kies; beige, locker bis mitteldicht gelagert, erdfeucht	
Kiesiger Sand	4.0 - 4.5	Leicht toniger Silt mit vereinzelt bis wenig Sand; beige, halbfest, erdfeucht	GWSP am 14.9.17: 470.0 m ü.M.
	4.5 - 6.8	Siltiger Sand mit viel Kies; beige, locker bis mitteldicht gelagert, erdfeucht Leicht toniger bis stark siltiger Sand mit wenig bis reichlich Kies; beige, mitteldicht gelagert, erdfeucht Siltiger Sand mit reichlich bis viel Kies und wenigen Steinen; hellbraun, mitteldicht gelagert, erdfeucht bis nass	
Seeablagerungen	6.8 - 9.6	Leicht toniger Silt; beige, weich	Filterrohr* 3.0 m Schlammsack 1.0 m
	9.6 - 15.0	Leicht siltiger bis fetter Ton mit vereinzelt Sand; beigegrau, halbfest bis fest	

\* Filterstrecke in siltigem Sand mit viel Kies

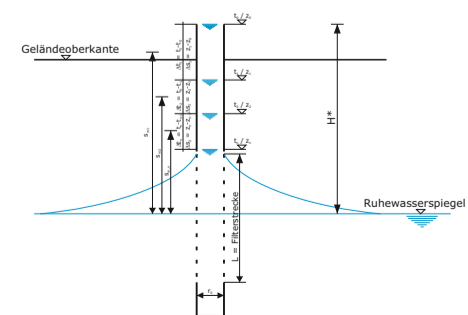
**Feldversuche:** - Einfüllversuch am 14.09.2017: k-Wert nach Lang/Huder/Amann/Springman

$$k = C \cdot \sum_{i=1}^n \Delta s_i / (\Delta t_i \cdot s_{mi}) / n = 3.8 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$C = 3 \cdot r_o^2 / L$$

wobei:

- ... L: Filterrohrlänge (3 m)
- ...  $\Delta s_i$ : Absenkungsrate im Zeitintervall  $\Delta t_i$
- ...  $\Delta t_i$ : Zeitintervall i
- ...  $s_{mi}$ : Mittlere Wasserspiegelhöhe im Zeitintervall i
- ...  $r_o$ : Nenn-Radius Filterrohr (2.54 cm)



ABI-Nr.: 1001.0503

Projekt: Dübendorf, Hochhäuser Hochbord

Koordinaten: 2 687'760 / 1 250'150 (ca.)  
 Höhe in m ü.M.: 435.8  
 Aufnahme: Safet Abdulahi

Unternehmung: Fretus AG, 5330 Bad Zurzach  
 Datum: 22. + 23.08.2017  
 Mst.: 1:150

Geologie	Tiefe m u.T.	Geotechnische Bezeichnung	
<b>Deckschicht</b>	0.0 - 0.3	Ackererde	
	0.3 - 3.0	Toniger Silt bis fetter Ton mit wenig Feinsand; beige, weich bis halbfest, erdfeucht	
<b>Kiesiger Sand</b>	3.0 - 7.7	Stark siltiger bis sauberer Sand mit viel Kies und einzelnen Steinen; hellgrau, mitteldicht gelagert, erdfeucht bis nass	GWSP am 14.9.17: 430.5 m ü.M.
<b>Seeablagerungen</b>	7.7 - 8.4	Leicht siltiger Sand mit vereinzelt Kies; grau, mitteldicht gelagert, nass	
	8.4 - 9.1	Toniger Silt bis fetter Ton mit wenig Feinsand; beige, weich bis halbfest, erdfeucht	
	9.1 - 10.1	Leicht toniger Silt mit wenig bis reichlich Feinsand; beige halbfest, feucht bis nass	
	10.1 - 10.5	Toniger Silt bis fetter Ton mit wenig Feinsand; beige, weich bis halbfest, erdfeucht	
	10.5 - 11.4	Leicht toniger Silt mit wenig bis reichlich Feinsand; beige halbfest, feucht bis nass	
	11.4 - 15.0	Toniger Silt bis fetter Ton mit wenig Feinsand; beige, weich bis halbfest, erdfeucht	

\* Filterstrecke in leicht siltigem/sauberem Sand mit Kies

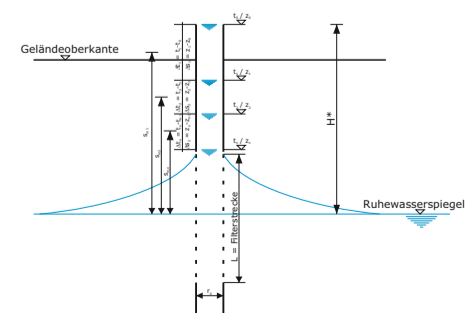
**Feldversuche:** - Einfüllversuch am 14.09.2017: k-Wert nach Lang/Huder/Amann/Springman

$$k = C \cdot \sum_{i=1}^n \Delta s_i / (\Delta t_i \cdot s_{mi}) / n = 3.6 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$C = 3 \cdot r_o^2 / L$$

wobei:

- ... L: Filterrohrlänge (3 m)
- ...  $\Delta s_i$ : Absenkungsrate im Zeitintervall  $\Delta t_i$
- ...  $\Delta t_i$ : Zeitintervall i
- ...  $s_{mi}$ : Mittlere Wasserspiegelhöhe im Zeitintervall i
- ...  $r_o$ : Nenn-Radius Filterrohr (2.54 cm)



ABI-Nr.: 1001.0503

Projekt: Dübendorf, Hochhäuser Hochbord

Koordinaten: 2 687'840 / 1 250'135 (ca.)  
 Höhe in m ü.M.: 434.9  
 Aufnahme: Safet Abdulahi

Unternehmung: Fretus AG, 5330 Bad Zurzach  
 Datum: 23., 24. + 25.08.2017  
 Mst.: 1:150

Geologie	Tiefe m u.T.	Geotechnische Bezeichnung	
<b>Deckschicht</b>	0.0 - 0.3	Ackererde	
	0.3 - 1.9	Toniger Silt bis fetter Ton mit wenig Feinsand; beige, weich bis halbfest, erdfeucht	
	1.9 - 4.0	Stark siltiger Sand mit wenig Kies und einzelnen Steinen; beige-grau, mitteldicht gelagert, erdfeucht	
<b>Kiesiger Sand</b>	4.0 - 4.8	Leicht siltiger Sand mit viel Kies und einzelnen Steinen; beige-grau, mitteldicht gelagert, erdfeucht bis nass	GWSP am 14.9.17: 430.5 m u.M. Filterrohr* 3.0 m Schlammsack 1.0 m
	4.8 - 7.0	Leicht siltiger bis sauberer Sand mit viel Kies; hellgrau, mitteldicht gelagert, nass	
	7.0 - 7.7	Leicht siltiger bis sauberer Sand mit vereinzelt Kies; grau, mitteldicht gelagert, nass	
<b>Seeablagerungen</b>	7.7 - 8.9	Toniger Silt bis fetter Ton mit wenig Feinsand; beige, weich bis halbfest, erdfeucht	* Filterstrecke in leicht siltigem/sauberem Sand mit viel Kies
	8.9 - 10.0	Leicht toniger Silt mit wenig bis reichlich Feinsand; beige halbfest, feucht bis nass	
	10.0 - 15.0	Toniger Silt bis fetter Ton mit wenig Feinsand; beige, weich bis halbfest, erdfeucht	

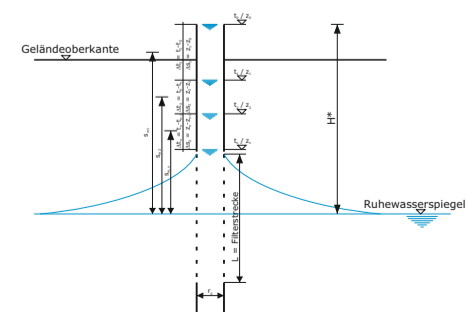
**Feldversuche:** - Einfüllversuch am 14.09.2017: k-Wert nach Lang/Huder/Amann/Springman

$$k = C \cdot \sum_{i=1}^n \Delta s_i / (\Delta t_i \cdot s_{mi}) / n = 1.7 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$C = 3 \cdot r_o^2 / L$$

wobei:

- ... L: Filterrohrlänge (3 m)
- ...  $\Delta s_i$ : Absenkungsrate im Zeitintervall  $\Delta t_i$
- ...  $\Delta t_i$ : Zeitintervall i
- ...  $s_{mi}$ : Mittlere Wasserspiegellhöhe im Zeitintervall i
- ...  $r_o$ : Nenn-Radius Filterrohr (2.54 cm)



**Anhang 4**

**Aufzeichnungen aus den Pump- und Einfüllversuchen**



# Protokoll Pumpversuch aus KleinfILTERrohren

Bohrung Nr. K.B.2/17

Baustelle Nr. 17084

Objekt: Dübenndorf

Bohrmeister: K. Mann

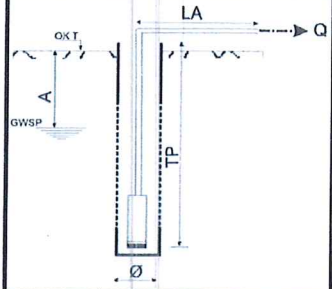
Filterrohre Durchmesser (Ø) mm / " : 4,5"

Tiefe Ansaugöffnung Pumpe (T P) m : 6,50


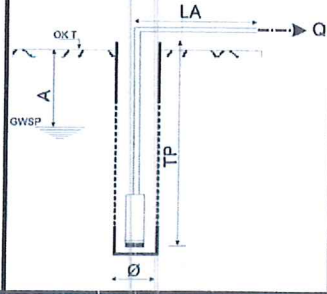
Länge Ableitung (L A) m : 20

Durchmesser Ableitung mm : 25

Pumpentyp : SP8



Datum	Zeit (Min. nach Start)	Wassermenge (Q) (l / Min.)	Wasserspiegel (A) (ab OK Terrain)	Temperatur (° C)	Bemerkungen
<u>13.09.17</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>3,90</u>		<u>(Ruhespiegel)</u>
	<u>1'</u>	<u>7l/min</u>	<u>4,12</u>		
	<u>2'</u>	<u>7l/min</u>	<u>4,25</u>		
	<u>3'</u>	<u>7l/min</u>	<u>4,34</u>		
	<u>4'</u>	<u>7l/min</u>	<u>4,38</u>		
	<u>5'</u>	<u>7l/min</u>	<u>4,39</u>		
	<u>7'</u>	<u>7l/min</u>	<u>4,40</u>		
	<u>10'</u>	<u>7l/min</u>	<u>4,40</u>		<u>gesteigert.</u>
	<u>1'</u>	<u>7l/min</u>	<u>4,60</u>		
	<u>2'</u>	<u>7l/min</u>	<u>4,64</u>		
	<u>3'</u>	<u>7l/min</u>	<u>4,67</u>		
	<u>5'</u>	<u>7l/min</u>	<u>4,68</u>		
	<u>7'</u>	<u>7l/min</u>	<u>4,67</u>		
	<u>10'</u>	<u>7l/min</u>	<u>4,66</u>		
	<u>15'</u>	<u>7l/min</u>	<u>4,65</u>		
	<u>20'</u>	<u>7l/min</u>	<u>4,66</u>		
	<u>1'</u>	<u>0l/min</u>	<u>4,27</u>		<u>anstieg</u>
	<u>2'</u>	<u>0l/min</u>	<u>4,13</u>		
	<u>3'</u>	<u>0l/min</u>	<u>4,05</u>		
	<u>5'</u>	<u>0l/min</u>	<u>3,95</u>		
	<u>7'</u>	<u>0l/min</u>	<u>3,93</u>		
	<u>10'</u>	<u>0l/min</u>	<u>3,91</u>		

		<b>Protokoll Pumpversuch aus Kleinfilterrohren</b>			Bohrung Nr. <u>KB3./17</u>
Baustelle Nr. <u>17084</u>		Objekt: <u>Düßendorf</u>		Bohrmeister: <u>X. Manno</u>	
Filterrohre Durchmesser (Ø) mm / " : <u>4,5"</u>		Tiefe Ansaugöffnung Pumpe (T P) m : <u>6,50</u>			
Länge Ableitung (L A) m : <u>20</u>		Durchmesser Ableitung mm : <u>25</u>			
Pumpentyp : <u>SP8</u>					
Datum	Zeit (Min. nach Start)	Wassermenge (Q) (l / Min.)	Wasserspiegel (A) (ab OK Terrain)	Temperatur (° C)	Bemerkungen
<u>13.09.17</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>3,65</u>		(Ruhespiegel)
	<u>1'</u>	<u>4l/min</u>	<u>3,78</u>		
	<u>2'</u>	<u>4l/min</u>	<u>3,89</u>		
	<u>3'</u>	<u>4l/min</u>	<u>3,96</u>		
	<u>4'</u>	<u>4l/min</u>	<u>4,05</u>		
	<u>5'</u>	<u>4l/min</u>	<u>4,12</u>		
	<u>7'</u>	<u>4l/min</u>	<u>4,26</u>		
	<u>10'</u>	<u>4l/min</u>	<u>4,39</u>		
	<u>13'</u>	<u>4l/min</u>	<u>4,51</u>		
	<u>15'</u>	<u>4l/min</u>	<u>4,58</u>		
	<u>17'</u>	<u>4l/min</u>	<u>4,66</u>		
	<u>20'</u>	<u>4l/min</u>	<u>4,76</u>		
	<u>23'</u>	<u>4l/min</u>	<u>4,83</u>		
	<u>25'</u>	<u>4l/min</u>	<u>4,91</u>		
	<u>28'</u>	<u>4l/min</u>	<u>4,95</u>		
	<u>30'</u>	<u>4l/min</u>	<u>4,98</u>		
	<u>33'</u>	<u>4l/min</u>	<u>5,02</u>		
	<u>35'</u>	<u>4l/min</u>	<u>5,04</u>		
	<u>37'</u>	<u>4l/min</u>	<u>5,05</u>		
	<u>40'</u>	<u>4l/min</u>	<u>5,06</u>		
	<u>45'</u>	<u>4l/min</u>	<u>5,07</u>		





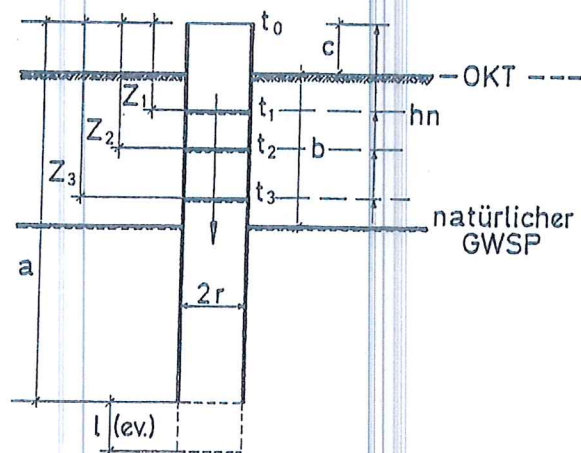
# k-Wert Bestimmung

Baustelle: Dübendorf Hochbord

Bohrung Nr. KB1 Versuch Nr. 1

Datum: 14.9.17 Name: K. Mano

## Absenkversuch



$a = 1000$  cm;  $b = 4.14$  cm;  $c = 110$  cm  
 $2r = 5$  cm;  $l \text{ (ev)} = 7$  cm

Vom Bohrmeister auszufüllen	
Zeit (sec)	$Z_n$ (cm)
$t_1 = 0.00$	$Z_1 = 0.0$
$t_2 = 1 \text{ min}$	$Z_2 = 2.22$
$t_3 = 2 \text{ min}$	$Z_3 = 2.98$
$t_4 = 3 \text{ min}$	$Z_4 = 3.23$
$t_5 = 5 \text{ min}$	$Z_5 = 3.30$
7 min	3.34
10 min	3.38
15 min	3.44
20 min	3.47
30 min	3.53



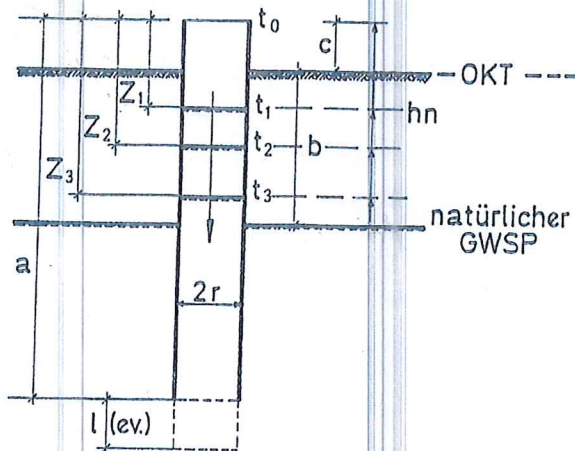
# k - Wert Bestimmung

Baustelle: Dübendorf, Hochbord

Bohrung Nr. KB2 Versuch Nr. 1

Datum: 14.9.17 Name: K. Mano

## Absenkversuch



$a = 700$  cm;  $b = 388$  cm;  $c = 25$  cm  
 $2r = 11.3$  cm;  $l(ev) = 1$  cm

Vom Bohrmeister auszufüllen	
Zeit (sec)	$Z_n$ (cm)
$t_1 = 0.00$	$Z_1 = 0.00$
$t_2 = 1 \text{ min}$	$Z_2 = 0.79$
$t_3 = 3 \text{ min}$	$Z_3 = 1.81$
$t_4 = 7 \text{ min}$	$Z_4 = 2.69$
$t_5 = 10 \text{ min}$	$Z_5 = 3.05$
15 min	3.41
20 min	3.60
25 min	3.68
30 min	3.71



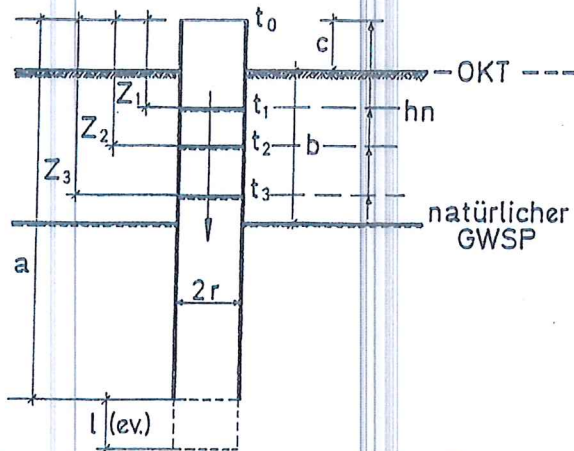
# k-Wert Bestimmung

Baustelle: Dübendorf, Hochbord

Bohrung Nr. KB4 Versuch Nr. 1

Datum: 14.9.17 Name: K. Mano

## Absenkversuch



$a = 850$  cm;  $b = 571$  cm;  $c = 157$  cm  
 $2r = 5$  cm;  $l(ev) = 1$  cm

Vom Bohrmeister auszufüllen	
Zeit (sec)	$Z_n$ (cm)
$t_1 = 0.00$	$Z_1 = 4.90$
$t_2 = 1 \text{ min}$	$Z_2 = 5.54$
$t_3 = 2 \text{ min}$	$Z_3 = 5.62$
$t_4 = 3 \text{ min}$	$Z_4 = 5.64$
$t_5 = 4 \text{ min}$	$Z_5 = 5.65$
5 min	5.66
5 min	5.67
7 min	5.70
10 min	5.71
15 min	5.71



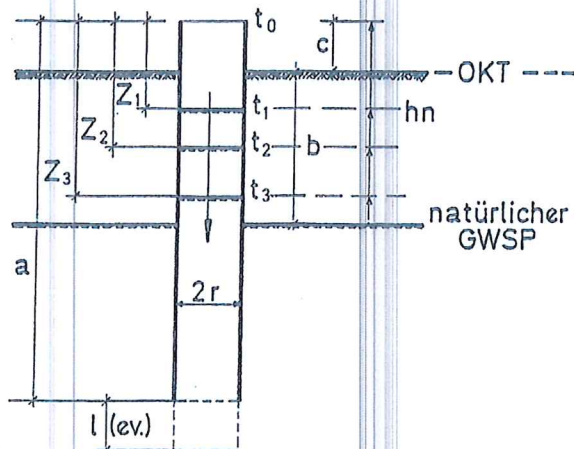
# k-Wert Bestimmung

Baustelle: Dübendorf, Hochbord

Bohrung Nr. KB5 Versuch Nr. 1

Datum: 14.9.17 Name: K. Mono

## Absenkversuch



a = 930 cm; b = 461 cm; c = 100 cm  
 2r = 5 cm; l (ev) =      cm

Vom Bohrmeister auszufüllen	
Zeit (sec)	Z <sub>n</sub> (cm)
t <sub>1</sub> = 0.00	Z <sub>1</sub> = <u>0.0</u>
t <sub>2</sub> <u>1 min</u>	Z <sub>2</sub> = <u>4.41</u>
t <sub>3</sub> <u>2 min</u>	Z <sub>3</sub> = <u>4.47</u>
t <sub>4</sub> <u>3 min</u>	Z <sub>4</sub> = <u>4.49</u>
t <sub>5</sub> <u>4 min</u>	Z <sub>5</sub> = <u>4.50</u>
<u>5 min</u>	<u>4.52</u>
<u>7 min</u>	<u>4.54</u>
<u>10 min</u>	<u>4.56</u>
<u>15 min</u>	<u>4.59</u>



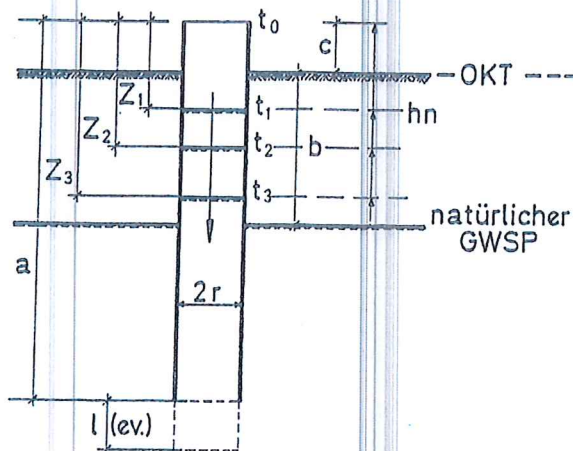
# k-Wert Bestimmung

Baustelle: Dübendorf Hochbord

Bohrung Nr. K86 Versuch Nr. 1

Datum: 14.9.17 Name: K. Mano

## Absenkversuch



$a = 930$  cm;  $b = 533$  cm;  $c = 97$  cm  
 $2r = 5$  cm;  $l(\text{ev}) =$  cm

Vom Bohrmeister auszufüllen	
Zeit (sec)	$Z_n$ (cm)
$t_1 = 0.00$	$Z_1 = 4.72$
$t_2 = 1 \text{ min}$	$Z_2 = 4.28$
$t_3 = 2 \text{ min}$	$Z_3 = 4.55$
$t_4 = 3 \text{ min}$	$Z_4 = 4.74$
$t_5 = 5 \text{ min}$	$Z_5 = 4.99$
$7 \text{ min}$	$5.06$
$10 \text{ min}$	$5.11$
$15 \text{ min}$	$5.15$

