

Bauvorhaben Truderinger Straße
Truderinger Straße 58, 81673 München
Durchführung und Auswertung von
Pumpversuchen

11 Seiten, 10 Tabellen, 7 Anlagen

Auftraggeber:



Gutachtenersteller:



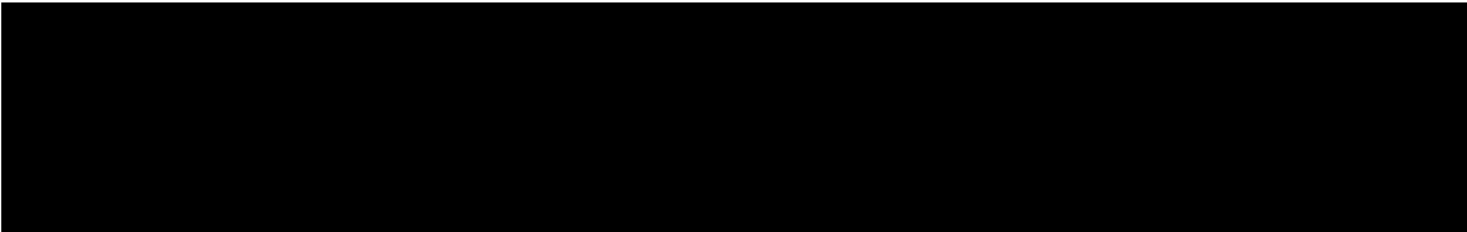
Projektbearbeitung:

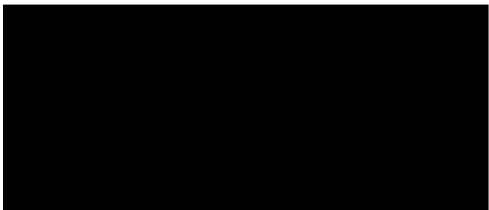


Projektnummer:



München, den 11.05.2017





Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	3
2	Verwendete Gutachten / Unterlagen	3
3	Pumpversuch	3
3.1	Versuchsdurchführung	3
3.2	Angabe der hydraulischen Kennwerte	4
3.3	Ergebnisse der chemisch-analytischen Untersuchungen.....	5
4	Bewertung	10

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Lageplan, Maßstab 1: 1.000 (1 Plan)
- Anlage 2: Bohr- und Ausbauprofile Grundwassermessstellen GWM B4 und GWM B6 (2 Seiten)
- Anlage 3: Protokolle Pumpversuche GWM B4 und GWM B6 (4 Seiten)
- Anlage 4: Tabellarische Darstellung der Datenloggeraufzeichnung (11 Seiten)
- Anlage 5: Graphische Darstellung Pumpversuche: Wiederanstieg GWM B4 und GWM B6 (2 Seiten)
- Anlage 6: Analysenmethoden, Bestimmungsgrenzen und Analysenergebnisse, Prüfberichte Nr. [REDACTED] (4 Seiten), [REDACTED]
- Anlage 7: Herleitung der Aufstauberechnung bei gleichzeitiger Um- und Unterströmung

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

beabsichtigt das Gelände an der Truderinger Straße 58 in 81673 München (Flurstück 424, Gemarkung Berg am Laim) zu entwickeln.

Zur Ermittlung der hydraulischen Parameter des quartären Grundwasserleiters, deren Kenntnis für die Planung der Bauwasserhaltung und die wasserrechtlichen Belange (beispielsweise Aufstauberechnung) erforderlich sind, wurden durch die 2 hydraulische Pumpversuche durchgeführt.

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der hydraulischen Pumpversuche dargestellt.

2 Verwendete Gutachten / Unterlagen

Folgende Gutachten, Daten und Unterlagen werden verwendet:

- [1] , München: Baugrundvoruntersuchung – Bauvorhaben Truderinger Straße, 03.04.2017
- [2] Grundwasserstandslinien (Isohypsen) Juli 1990, Stadt München (http://maps.muenchen.de/rgu/isohypsen_1990)
- [3] SCHNEIDER: „Berechnung der Beeinflussung des Grundwasserstromes durch Baumaßnahmen“ (Bautechnik 11/1983)

3 Pumpversuch

3.1 Versuchsdurchführung

Im Zuge einer durch die durchgeführten Baugrundvorerkundung [1] wurden im Zeitraum von 23.01.2017 bis 13.02.2017 die Bohrungen B4 und B6 bis in 9,0 m u. GOK zu 5“-Grundwassermessstellen ausgebaut und diese klargespült.

Der quartäre Grundwasserleiter ist als sandiger bis stark sandiger, schluffiger Kies ausgebildet. Die Quartär/Tertiär-Grenze, die als Grundwasserstauer fungiert wurde in 8,3 m u. GOK (B4) bzw. 8,5 m u. GOK angetroffen. Die Grundwassermächtigkeit beträgt 3,75 m (B4) bzw. 4,07 m (B6). Die durchschnittliche Grundwassermächtigkeit im Bereich des Untersuchungsgebietes beträgt ca. 4,0 m [1].

In Anlage 2 sind die Schichtenverzeichnisse und Ausbaupläne der Grundwassermessstellen hinterlegt.

Die Pumpversuche wurden am 06.04.2017 an der Messstelle B6 und am 07.04.2017 an Messstelle B4 als 1-stufige Pumpversuche mit Förderraten von jeweils ca. 10 m³/h durchgeführt. Die entsprechenden Protokolle finden sich in Anlage 3.

Die Entwicklung der Absenkung und des Wiederanstiegs wurde mittels Datenlogger erfasst (Anlage 4) und über manuelle Messungen mit einem Lichtlot begleitet.

3.2 Angabe der hydraulischen Kennwerte

In den nachfolgenden Tabellen sind die wichtigsten Daten der beiden Pumpversuche zusammengestellt. Die graphische Darstellung der Absenkung und des Wiederanstieges ist in Anlage 5 enthalten.

Tabelle 1: Kenngrößen Pumpversuch GWM B4

Laufzeit [h]	Förderrate [m ³ /h]	Absenkung s [m]
3	10,3	0,07

Tabelle 2: Kenngrößen Pumpversuch GWM B6

Laufzeit [h]	Förderrate [m ³ /h]	Absenkung s [m]
1,5	10,3	0,012

Die Auswertung der Pumpversuche erfolgt nach dem Verfahren von Theis/Jacob aus der Wiederanstiegskurve. Die über die Datenlogger erfassten Wasserstände während des Rückgangs der Absenkung im Entnahmebrunnen werden in ein halblogarithmisches Zeit-/Wiederanstiegsdiagramm aufgetragen. Von der Ausgleichsgeraden wird die Steigung Δs abgelesen. Hieraus erfolgt die Bestimmung der Transmissivität:

$$T = 2,3 * Q / (4 * \pi * \Delta S)$$

wobei

T: Transmissivität [m²/s]

Q: Förderrate [m³/s]

Δs : Steigung der halblogarithmischen Wiederanstiegskurve

Aus der Transmissivität wird der hydraulische Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) berechnet:

$$k_f = T / M$$

wobei

M: Mächtigkeit der Wassersäule im Brunnen bei Ruhewasserspiegel [m]

Die halblogarithmische Darstellung der Wiederanstiegskurven ist der Anlage 5 zu entnehmen.

Der in beiden Grundwassermessstellen auftretende, schnelle Wiederanstieg des Grundwasserspiegels innerhalb der ersten Sekunden nach Beendigung der Wasserförderung resultiert aus Brunneneintrittsverlusten, nicht jedoch der Absenkung im Aquifer und wird bei der Auswertung des Wiederanstiegs nicht berücksichtigt. Der reale Wiederanstieg beträgt ca. 0,016 m an GWM B4 bzw. ca. 0,012 m an GWM B6.

Neben der Auswertung nach Theis / Jacob ⁽¹⁾ wurde der k_f -Wert zum Vergleich auch mit der Formel

$$k_f = Q / (m * s)$$

aus der während des Pumpversuchs realisierten Pumprate Q , der tatsächlichen Absenkung im Brunnen s und der abgesenkten Wassersäule über der Brunnensohle h_m abgeschätzt ⁽²⁾.

GWM B4

Tabelle 3: Abschätzung k_f – Wert GWM B4

Q [m³/s]	s bzw. Δs [m]	T [m²/s]	M [m]	k_f [m/s]
0,0028	0,012	0,087	3,75	$2,33 \cdot 10^{-2}$ ⁽¹⁾
=	bzw.	=		bzw.
$2,8 \cdot 10^{-3}$	0,006	$8,7 \cdot 10^{-2}$		$1,08 \cdot 10^{-2}$ ⁽²⁾

Über die Auswertung der Wiederanstiegskurve ergibt sich der k_f - Wert des quartären Grundwasserleiters im Umfeld des Brunnens GWM B4 zu ca. $2,3 \cdot 10^{-2}$ m/s und über die Abschätzung mithilfe der Förderrate und der Absenkung zu ca. $1,1 \cdot 10^{-2}$ m/s.

Bei der Absenkung des Grundwasserspiegels um $s = 0,07$ m ergibt sich gemäß Berechnung nach Sichardt mit

$$R = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{k_f}$$

ein Absenktrichter mit einer Reichweite von ca. 32 m.

GWM B6

Tabelle 4: Abschätzung k_f – Wert GWM B6

Q [m³/s]	s [m] bzw. Δs [m]	T [m²/s]	M [m]	k_f [m/s]
0,0028	0,012	0,044	4,07	$1,07 \cdot 10^{-2}$ ⁽¹⁾
=		=		bzw.
$2,8 \cdot 10^{-3}$		$4,4 \cdot 10^{-2}$		$6,19 \cdot 10^{-3}$ ⁽²⁾

Über die Auswertung der Wiederanstiegskurve ergibt sich der k_f - Wert des tertiären Grundwasserleiters im Umfeld des Brunnens GWM 5 zu ca. $1,1 \cdot 10^{-2}$ m/s und über die Abschätzung mithilfe der Förderrate und der Absenkung zu $5,7 \cdot 10^{-2}$ m/s.

Bei der Absenkung des Grundwasserspiegels um $s = 0,011$ m ergibt sich gemäß Berechnung nach Sichardt mit

$$R = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{k_f}$$

ein Absenktrichter mit einer Reichweite von ca. 34 m.

3.3 Ergebnisse der chemisch-analytischen Untersuchungen

Im Zuge des Pumpversuchs wurde eine Probe des aus dem Aquifer geförderten Wassers entnommen und chemisch-analytischen Laboruntersuchungen zugeführt. Neben der Bestimmung der Vor-Ort-Parameter (Milieuparameter) wurden folgende Parameter analysiert:

- Basisparameter nach bayerischem LfU-Merkblatt Nr. 3.8/1 „kurz“,
- Schwermetalle (7 Metalle gem. Klärschlammverordnung – KVO zzgl. Arsen), Betonaggressivität,
- Organische Schadstoffparameter MKW (unpolare Mineralölkohlenwasserstoffe, C₁₀-C₄₀), PAK (polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe, 16 Einzelstoffe gem. EPA), BTEX (benzintypische Aromaten Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol) und LHKW (leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe).
- Betonaggressivität gemäß DIN 4030

Die Ergebnisse sind in den nachfolgenden Tabellen 5, 6 und 7 zusammengestellt. Der vollständige Prüfbericht des chemisch-analytischen Labors ist der Anlage 6 zu entnehmen. Die Bewertung der Analyseergebnisse erfolgt nach den Stufenwerten für Leitparameter im Grundwasser des Merkblatt 3.8/1 „Untersuchung und Bewertung von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen und Gewässerverunreinigungen – Wirkungspfad Boden-Gewässer“ des Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft.

Tabelle 5: GW-Probenahme vom 06.04.2017 – Vor-Ort-Parameter

Parameter	Ergebnis
Organoleptischer Eindruck	o.b.W.
pH-Wert	7,03
Elektrische Leitfähigkeit [μ S/cm]	657
O ₂ - Gehalt [mg/l]	3,80
Temperatur [°C]	10,5

o.b.W.: ohne besondere Wahrnehmung

Tabelle 6: Ergebnisse der chemischen Analytik – Anorganische Parameter

Parameter	Analysenergebnis (GWM B6)
Säurekapazität [mmol/l]	6,1
Chlorid [mg/l]	30
Nitrat [mg/l]	13
Sulfat [mg/l]	14
Sulfid [mg/l]	u.d.B.
Carbonathärte [mg/L CaO]	170
Nichtcarbonathärte [mg/L CaO]	20
Kalklösende Kohlensäure [mg/L CO ₂]	5,72
Ammonium	u.d.B.
Calcium [mg/l]	99
Magnesium [mg/l]	23
Gesamthärte [mg/L CaO]	190

Quecksilber [$\mu\text{g/l}$]	u.d.B.
Arsen [$\mu\text{g/l}$]	u.d.B.
Cadmium [$\mu\text{g/l}$]	u.d.B.
Blei [$\mu\text{g/l}$]	u.d.B.
Chrom [$\mu\text{g/l}$]	u.d.B.
Kupfer [$\mu\text{g/l}$]	u.d.B.
Nickel [$\mu\text{g/l}$]	u.d.B.
Zink [$\mu\text{g/l}$]	u.d.B.
Permanganatindex	u.d.B.

u.d.B.: unter der laborchemischen Bestimmungsgrenze

Tabelle 7: Ergebnisse der chemischen Analytik – Organische Parameter

Parameter	Analysenergebnis (GWM B6)
MKW [mg/l]	u.d.B.
Σ 16 PAK [$\mu\text{g/l}$]	k.S.m.
Naphthalin [$\mu\text{g/l}$]	u.d.B.
Σ BTEX [$\mu\text{g/l}$]	k.S.m.
Σ LHKW [$\mu\text{g/l}$]	k.S.m.
DOC	u.d.B.

k.S.m. keine Summenbildung möglich

u.d.B.: unter der laborchemischen Bestimmungsgrenze
16 Einzelstoffe, sämtliche Einzelparameter

Die durchgeführte chemische Analytik zeigt keine Überschreitung der Stufenwerte nach Merkblatt 3.8/1.

Betonaggressivität

In Tabelle 8 finden sich die Ergebnisse der chemischen Bewertung der Betonaggressivität des Grundwassers gemäß DIN 4030. Die Grundwasserprobe wurde an GWM B6 entnommen.

Tabelle 8: Ergebnisse der chemischen Analytik – Betonaggressivität

Parameter	Analysenergebnis (GWM B6)
pH-Wert	7,5
Sulfat (SO_4^{2-})	14 mg/l
Kohlendioxid (CO_2 angreifend)	5,72 mg/l
Ammonium (NH_4^+)	< 0,03 mg/l
Magnesium (Mg^{2+})	23 mg/l

Der entnommenen Grundwasserprobe ist keine betonangreifende Wirkung zuzuordnen.

3.4 Berechnung der Grundwasseraufstauhöhe an Baugrubenverbau & Gebäude

Entsprechend [2] verläuft die Grundwasserfließrichtung ca. senkrecht zur Längsseite des Untersuchungsgeländes in Nord-Süd-Richtung. Das hydraulische Gefälle wurde anhand der Grundwasserisohypsen [2] berechnet und kann mit 0,4% angegeben werden. Für die nachfolgenden Berechnungen wird ein k_f -Wert von $1,0 \cdot 10^{-2}$ m/s angesetzt.

Da zum Untersuchungszeitpunkt keine detaillierte Bebauungsplanung vorlag, wird für die nachfolgenden Berechnungen eine Ost-West-Orientierung (senkrecht zur Grundwasserfließrichtung) von Gebäuden und Verbau angenommen. Dies entspricht, bezogen auf den maximalen Aufstau, dem schlimmsten anzunehmenden Fall.

1-geschossige Unterkellerung

Für Gebäudebereiche mit 1-facher Unterkellerung wird im Folgenden von einer Gründung innerhalb der quartären Kiese in ca. 3,5 m Tiefe u. GOK ausgegangen. Es kommt in diesen Bereichen sowohl zur Grundwasserumströmung, wie auch –unterströmung an den entsprechenden Gebäuden.

Die Berechnung des maximalen Aufstaus erfolgt nach [3] und wird berechnet über (die Herleitung der Berechnungsformel ist in Anlage 7 hinterlegt):

$$\Delta h = \frac{1}{\frac{1}{\Delta h_{um}} + \frac{1}{\Delta h_{unter}}}$$

mit

Δh = maximaler Aufstau an Bauwerksmitte

Δh_{um} = maximaler Aufstau aufgrund Grundwasserumströmung

Δh_{unter} = maximaler Aufstau aufgrund Grundwasserunterströmung

Bei einer angenommenen maximalen 1-geschossigen Unterkellerungsbreite von 100 m quer zur Grundwasserfließrichtung (Anströmwinkel = 0° gegen die auf den Verbau gerichtete Normale) ergibt sich ein maximaler Aufstau an der Gebäudemitte von 0,05 m.

In Anlehnung an die Reichweitenbestimmung R von Absenkungen in Brunnen nach Sichardt:

$$R = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{k_f}$$

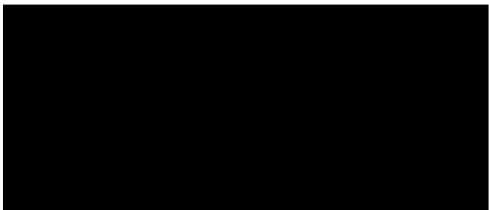
mit $s = \Delta h$ und $k_f = 1,0 \cdot 10^{-2}$ m/s,

ergibt sich eine Reichweite der Aufstauung bei der Baugrube von rund 15 m in östlicher und westlicher Richtung des Verbaus.

Desweiteren können bei kürzeren Verbaulängen bzw. Gebäudeseiten folgende maximale Aufstauhöhen an der Bauwerksmitte angesetzt werden (Annahme Verbau senkrecht zur Fließrichtung):

Tabelle 9: maximale Aufstauhöhen bei 1-geschossiger Unterkellerung.

Gebäuelänge [m]	max. Aufstauhöhe [m]	Reichweite der Aufstauung [m]
25	0,01	3 - 10
50	0,023	
75	0,034	



Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

2-geschossige Unterkellerung/Baugrubenverbau mit Einbindetiefe im Tertiär

Bereiche mit 2-geschossiger Unterkellerung binden vollständig in den tertiären Grundwasserstauer ein. Dies entspricht ebenfalls dem bauzeitlichen konstruktiven Baugrubenverbau [1].

Dementsprechend ist bei der Berechnung der maximalen Aufstauhöhe nur der Fall einer Grundwasserumströmung zu betrachten.

Ein angenommener vollständiger konstruktiver Verbau des Geländes stellt ein ca. 400 m langes Hindernis zur Grundwasserfließrichtung dar. Entsprechend [3] kann der am Verbau auftretende Aufstau Δh_{um} bei reiner Umströmung wie folgt berechnet werden:

$$\Delta h_{um} = t * i * \cos \vartheta \text{ [m]}$$

Dabei gelten folgende Werte:

t = halbe Breite des Baugrubenverbaus quer zur Fließrichtung in [m] = 200 m

i = Grundwassergefälle = 0,004

ϑ = Anströmwinkel gegen die auf den Verbau gerichtete Normale (hier 0°)

Der Grundwasseraufstau an der Bauwerkslängsseite errechnet sich somit zu:

$$\Delta h_{um} = 200 \text{ [m]} \times 0,004 \times \cos 0^\circ = 0,8 \text{ m}$$

Der Grundwasseraufstau mittig am Verbau liegt rechnerisch bei maximal 0,8 m.

In Anlehnung an die Reichweitenbestimmung R von Absenkungen in Brunnen nach Sichardt:

$$R = 3000 * s * \sqrt{k_f}$$

mit s = Δh_{um} und $k_f = 1,0 \cdot 10^{-2}$ m/s,

ergibt sich eine Reichweite der Aufstauung bei der Baugrube von rund 240 m in östlicher und westlicher Richtung des Verbaus.

Desweiteren können bei kürzeren Verbaulängen bzw. Gebäudeseiten folgende maximale Aufstauhöhen an der Verbau-/Gebäudemitte angesetzt werden (Annahme Verbau senkrecht zur Fließrichtung):

Tabelle10: maximale Aufstauhöhen bei 2-geschossiger Unterkellerung/Baugrubenverbau mit Einbindetiefe Tertiär.

Verbau-/Gebäuelänge [m]	max. Aufstauhöhe [m]	Reichweite der Aufstauung [m]
25	0,05	15 - 120
50	0,1	
75	0,15	
100	0,2	
150	0,3	
200	0,4	

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

4 Bewertung

Durchlässigkeit

Der quartäre Grundwasserleiter ist im Bereich der Messstelle GWM B4 mit einem k_f -Wert von $1,0 \cdot 10^{-2}$ m/s - $2,3 \cdot 10^{-2}$ m/s bzw. $1,0 \cdot 10^{-2}$ - $6,2 \cdot 10^{-3}$ im Bereich der Messstelle GWM B6 als stark bis sehr stark durchlässig einzustufen.

Gegenüber dem aus den Eingießversuchen abgeleiteten k_f -Wert von $3,0 \cdot 10^{-4}$ m/s [1] liegt der mit Hilfe der hydraulischen Pumpversuche ermittelte Wert um das 10- bis fast 100-fache höher. Dies ist größtenteils bedingt durch die im Zuge der fluviatilen Ablagerung entstandene Anisotropie der quartären Kiese der Münchner Schotterebene, was, verglichen mit der im Zuge des Eingießversuches ermittelten Durchlässigkeit in vertikaler Richtung, eine erhöhte Durchlässigkeit in horizontaler Richtung zur Folge hat. Einen zusätzlichen Beitrag leistet die Mobilisierung und Austragung von Feinkornanteilen im Zuge des Klarspülens der Messstelle B3.

Wir empfehlen für die Bemessung der Versickerungsanlagen den im Zuge des Versickerungsversuches ermittelten k_f -Wert von $3,0 \cdot 10^{-4}$ m/s anzusetzen. Wir empfehlen dennoch am Standort und in der Tiefe der geplanten Rigolen in-situ Versickerungsversuche zur Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes durchzuführen.

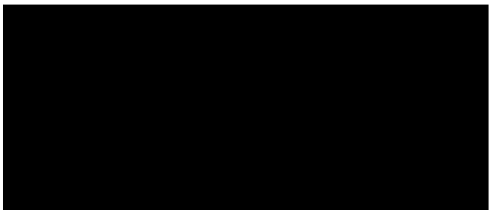
Für die Bemessung von Anlagen zur Grundwasserentnahme/Bauwasserhaltung empfehlen wir, basierend auf den Ergebnissen des hydraulischen Pumpversuchs, einen k_f -Wert von $1,0 \cdot 10^{-2}$ – $6,0 \cdot 10^{-3}$ m/s anzusetzen.

Bewertung Baugrubenverbau und Grundwasseraufstau

Aufstauhöhen am Baugrubenverbau, sowie an den zukünftigen Gebäuden, von mehr als 0,2 m sind gemäß Vorgaben der Landeshauptstadt München nicht zulässig. In diesem Fall sind wasserumleitende Maßnahmen (z.B. Düker) zu ergreifen. Im Falle maximaler Aufstauhöhen zwischen 0,1 m und 0,2 m ist Rücksprache mit den zuständigen Behörden zu halten.

Für Gebäudeteile mit 1-geschossiger Unterkellerung kann aufgrund des hohen Wasserandrangs, bedingt durch die Mächtigkeit des Aquifers sowie dessen hoher hydraulischer Leitfähigkeit, während der Bauzeit keine freie Wasserhaltung erfolgen. Auf Grundlage der im Rahmen des hydraulischen Pumpversuchs erhobenen Daten hat der konstruktive Baugrubenverbau wasserdicht bis in die tertiären Bodenschichten zu erfolgen. Der maximale Aufstau im Endzustand der 1-geschossig unterkellerten Gebäude (nach Rückbau des wasserdichten Verbaus) ist nach gegenwärtigem Stand als unkritisch einzuschätzen.

Auf Grundlage der im Rahmen des Pumpversuchs erhobenen Daten ist für Gebäudeteile mit 2-geschossiger Unterkellerung bzw. des konstruktiven Baugrubenverbaus, mit Einbindetiefe bis in die tertiären Bodenschichten, sowohl im Bauzustand, sowie im Endzustand nach Rückbau des Baugrubenverbaus für Verbaulängen ab 50 m Rücksprache mit den zuständigen Behörden zu halten. Ab einer Länge von 100 m quer zur Fließrichtung sind wasserumleitende Maßnahmen zu ergreifen.



Im Zuge der fortgeschrittenen Planung, bei Kenntnis der Gebäude- und Verbaulängen, sowie deren räumlicher Orientierung ist der maximale Grundwasseraufstau an Gebäude bzw. Verbau detailliert zu prüfen.

Geothermische Nutzung

Nach Aussage des WWA München (E-Mail vom 27.04.2017) ist ca. 200 m in südlicher Richtung vom Untersuchungs Gelände entfernt eine Grundwasserwärmepumpenanlage mit < 50 kW in Betrieb. Im weiteren Abstrom sind keine Anlagen zur thermischen Grundwassernutzung bekannt.

Die Grundwassertemperatur wurde im Zuge der hydraulischen Pumpversuche gemessen und beträgt 9,4 – 9,75°C. Die chemische Analyse des Grundwassers ergab keine Einschränkung die das Fördern und Wiederversickern des Grundwassers betrifft. Es wird empfohlen im Zuge der weiteren Planung die Eisen- und Mangan-Konzentrationen des zu fördernden Grundwassers analysieren zu lassen, um potentielle Verockerungen des Brunnens und der Wärmetauscher ausschließen zu können.

Aufgrund der hohen Ergiebigkeit des quartären Grundwasserleiters und dessen hoher hydraulischer Leitfähigkeit ist dieser grundsätzlich für eine geothermische Nutzung als geeignet einzustufen.

Neben der generellen Verfügbarkeit und chemischen Eignung wird die geothermische Nutzung des Grundwassers auch von Standortfaktoren wie Grundstücksgröße etc. beeinflusst. Hauptkriterium ist, daß zwischen Entnahmebrunnen und Schluckbrunnen / Versickerung kein hydraulischer Kurzschluß entsteht, der bewirkt, daß thermisch verändertes Wasser dem Entnahmebrunnen zuläuft und sich damit die Leistungsfähigkeit der Anlage verringert.

Eine detaillierte Aussage zu den geothermischen Nutzungsmöglichkeiten, insbesondere zu Entnahme- und Wiedereinleitungsmengen, kann demnach erst im fortgeschrittenen Planungsprozess getroffen werden.

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

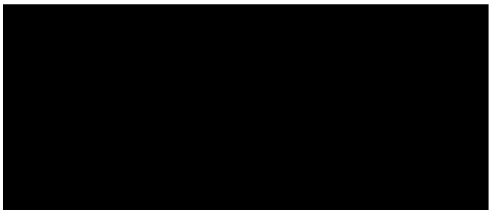
i. A.

[Redacted]

[Redacted]

Verteiler:

[Redacted]

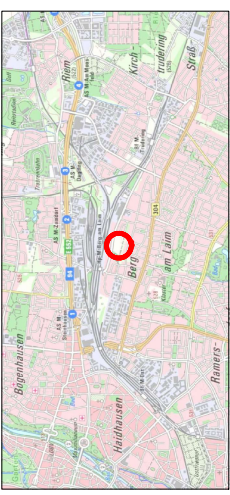
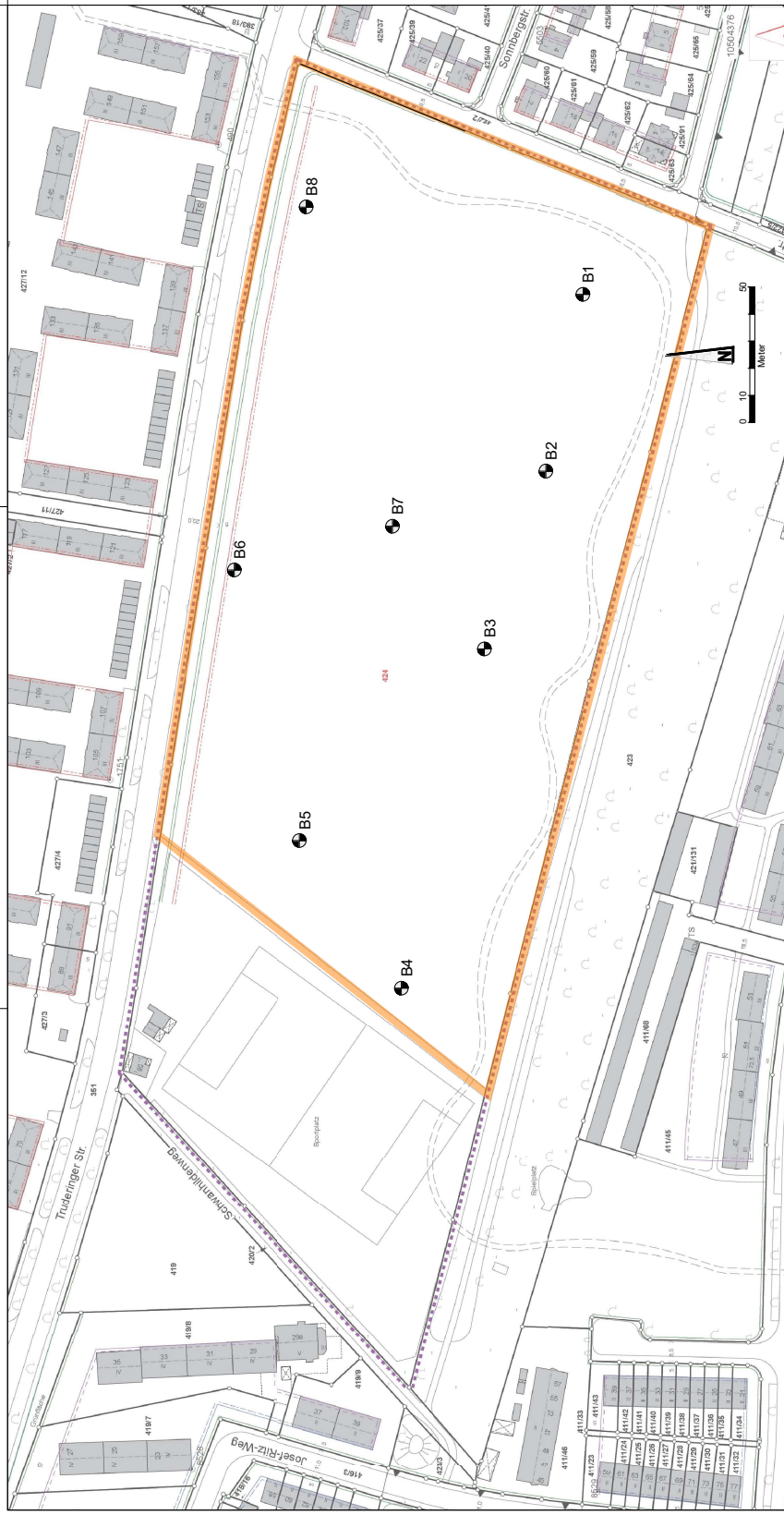


Anlage 1

Lageplan, Maßstab 1: 1.000 (1 Plan)



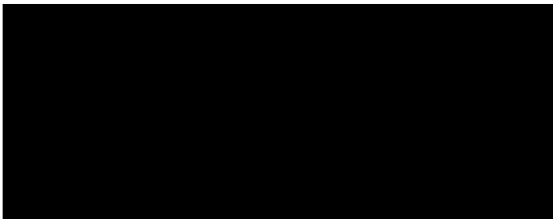
Vorliegende Plan-Bohransatzpunkte sind als Orientierungshilfe für die Bohrungsaufstellung zu verstehen. Die Bohrungsaufstellung ist durch die Bohrungsaufstellung des Auftraggebers zu bestätigen. Für die Bohrungsaufstellung ist der Auftraggeber verantwortlich. Die Bohrungsaufstellung ist durch die Bohrungsaufstellung des Auftraggebers zu bestätigen. Für die Bohrungsaufstellung ist der Auftraggeber verantwortlich.



Übersichtsplan: Lage der Untersuchungsfläche im Stadtgebiet (ohne Maßstab). Ausschnitt Bayernatlas. © Geobasisdaten Bayerische Vermessungsverwaltung

- Umgriff Untersuchungsfläche
- B1 Bohransatzpunkt

Projekt: BV Trudinger Straße 58 81673 München - Berg am Laim	
Planinhalt: Lageplan Bohransatzpunkte	
Plangrundlage: Amtlicher Lageplan der LHST München vom AG zur Verfügung gestellt	
Maßstab:	1:1 000
Zeichner:	
Gezeichnet:	
Geprüft:	
Blatt Nr.:	1

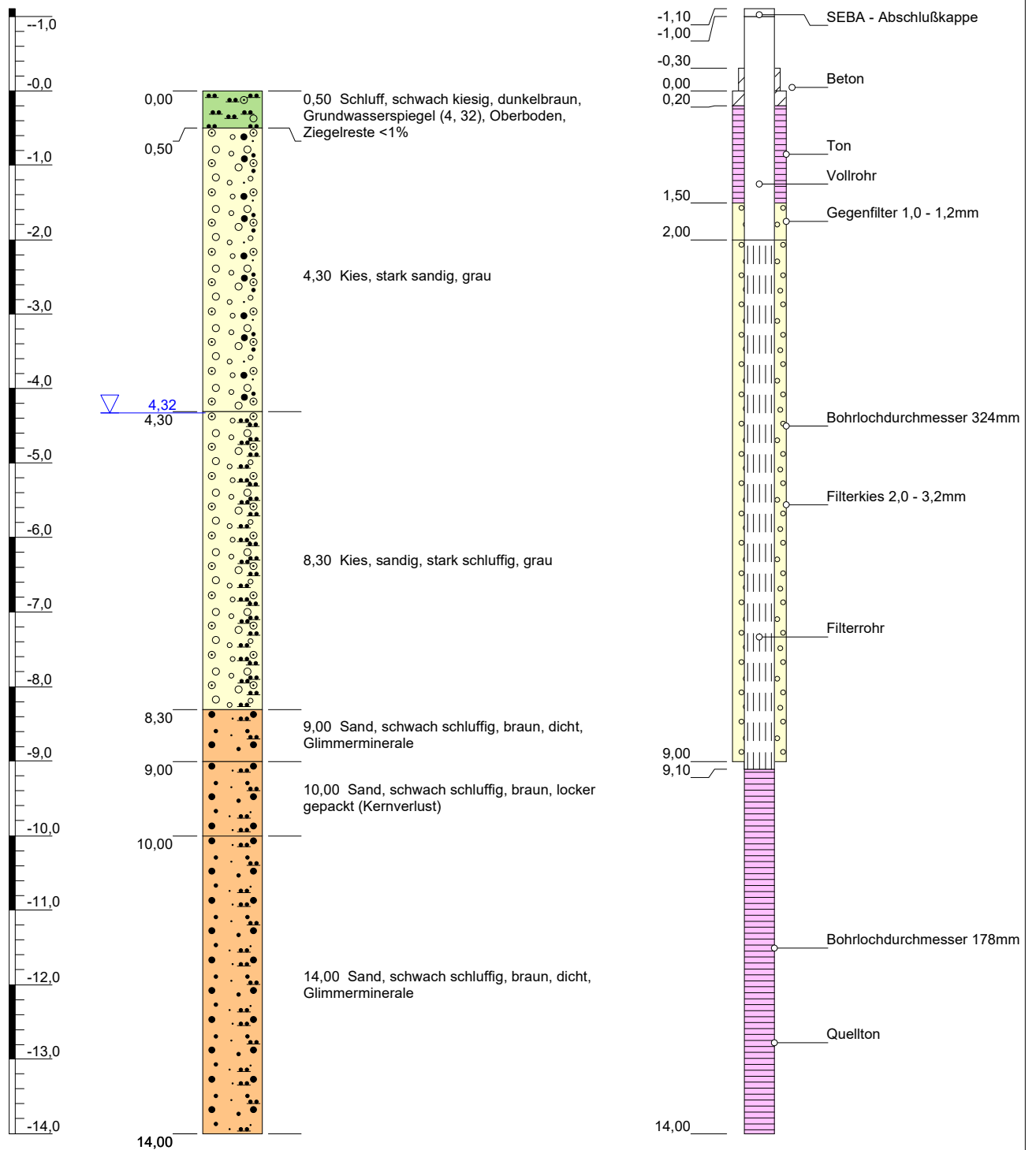


Anlage 2

Bohr- und Ausbauprofile Grundwassermessstellen GWM B4 und GWM
B6 (2 Seiten)

m u. GOK (524,88 m NN)

B4



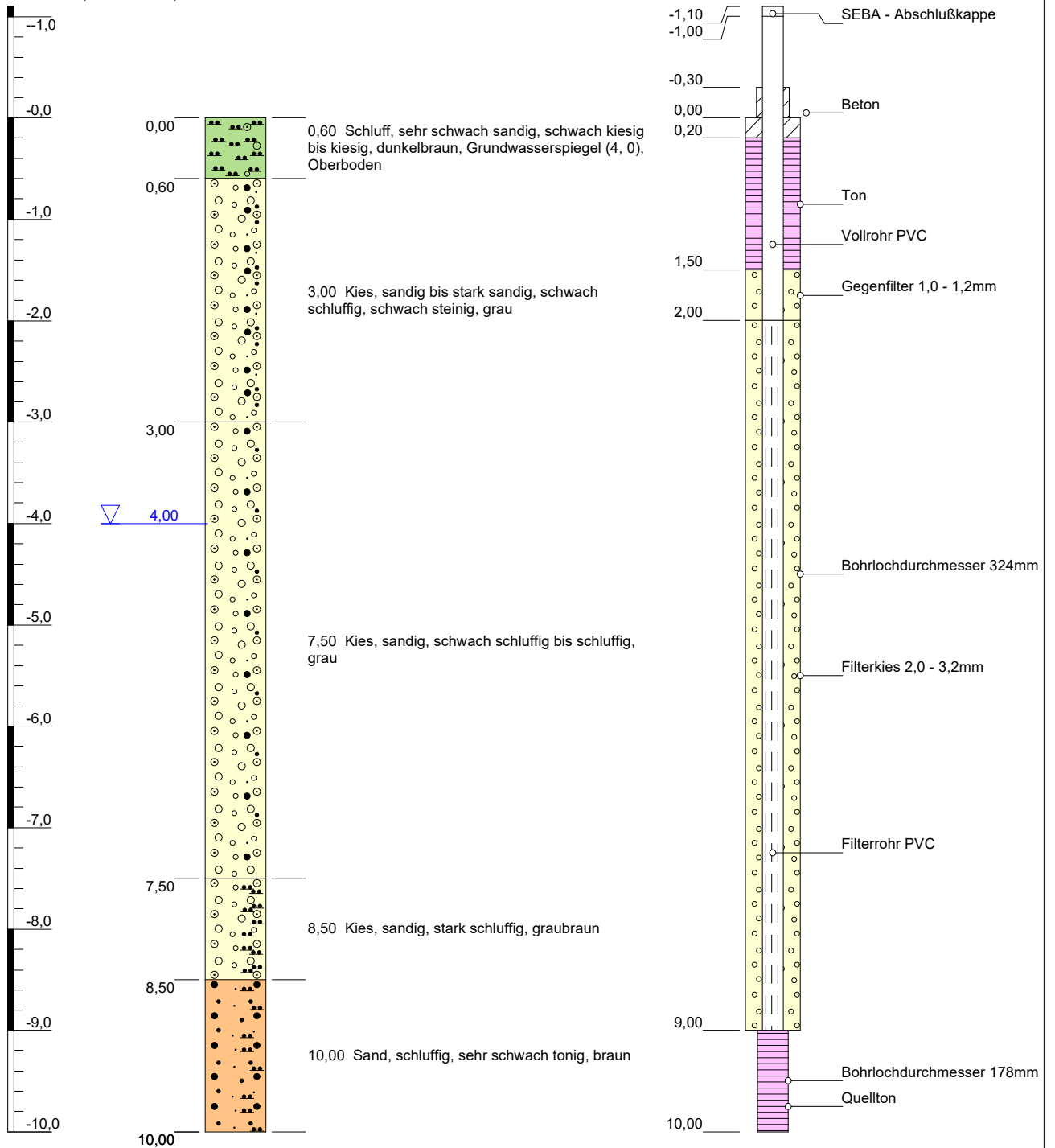
Höhenmaßstab: 1:80 Horizontalmaßstab: 1:150

Blatt 1 von 1

Projekt: BV Truderinger Str		
Bohrung: B4		
Auftraggeber:	Rechtswert 0,0	
Bohrfirma: [REDACTED]	Hochwert: 0,0	
Bearbeiter: [REDACTED]	Ansatzhöhe: 524,88m	
Datum: 25.01.2017	Endtiefe: 14,00m	

m u. GOK (524,22 m NN)

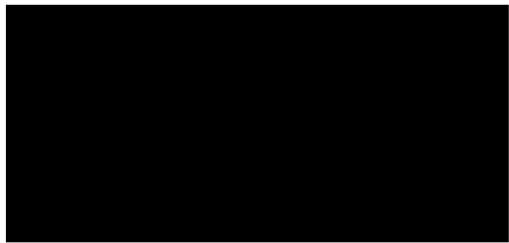
B6



Höhenmaßstab: 1:60 Horizontalmaßstab: 1:150

Blatt 1 von 1

Projekt: BV Truderinger Str		
Bohrung: B6		
Auftraggeber:	Rechtswert 0,0	
Bohrfirma: [REDACTED]	Hochwert: 0,0	
Bearbeiter: [REDACTED]	Ansatzhöhe: 524,22m	
Datum: 25.01.2017	Endtiefe: 10,00m	



Anlage 3

Protokolle Pumpversuche GWM B4 und GWM B6 (4 Seiten)

Projekt: Truderinger Straße
Projekt-Nr.: [REDACTED]

Protokoll für Pumpversuch (Absenkung und Wiederanstieg)

Bezeichnung des Brunnens		B4	Projekt Nr.:	[REDACTED]
Bearbeiter: [REDACTED]	POK [m über N.N.]:	Brunnendurchmesser [mm]: 125		Ruhewasserspiegel RWS [m u. POK]: 5,360
	Gesamttiefe der GWM: [m u. POK] 9,110	Höhe der Wassersäule [m] in GWM gesamt 3,750 Aquifer- mächtigkeit M: (Kies, Sand, Schluff) 9,110	maximale Absenkung [m u. RWS] 0,07	

Datum, Uhrzeit	Laufzeit [h]	Laufzeit [min]	Förder- leistung [m³/h]	Grundwasser- stand [m u. POK]	Absenkung S [m]	korr. Absenkung sk (=s-s²/2M) [m]
Absenkung:						
07.04.2017 09:4	0	00:10	10,3	5,43	0,07	0,07
		00:20		5,42	0,06	0,06
		00:30		5,42	0,06	0,06
		00:40		5,41	0,05	0,05
		00:50		5,42	0,06	0,06
		1		5,42	0,06	0,06
		01:30		5,42	0,06	0,06
		2		5,42	0,06	0,06
		02:30		5,42	0,06	0,06
		3		5,42	0,06	0,06
		03:30		5,42	0,06	0,06
		4		5,42	0,06	0,06
		04:30		5,42	0,06	0,06
		5		5,42	0,06	0,06
		6		5,42	0,06	0,06
		7		5,42	0,06	0,06
		8		5,42	0,06	0,06
		9		5,42	0,06	0,06
		10		5,42	0,06	0,06
		15		5,42	0,06	0,06
		20		5,42	0,06	0,06
		30		5,42	0,06	0,06
		40		5,42	0,06	0,06
		50		5,42	0,06	0,06
	1	60		5,42	0,06	0,06
		90		5,42	0,06	0,06
	2	120		5,42	0,06	0,06
		150		5,42	0,06	0,06
	3	180		5,43	0,07	0,07

Projekt: Truderinger Straße
Projekt-Nr.: [REDACTED]

Protokoll für Pumpversuch (Absenkung und Wiederanstieg)

Bezeichnung des Brunnens		B4	Projekt Nr.:	[REDACTED]
Bearbeiter: [REDACTED]	POK [m über N.N.]:	Brunnendurchmesser [mm]:		Ruhewasserspiegel RWS [m u. POK]:
	Gesamttiefe der GWM: [m u. POK]	Höhe der Wassersäule [m] in GWM gesamt		maximale Absenkung [m u. RWS]
	9,110	125 3,750 9,110		5,360 0,07
		Aquifer-mächtigkeit M: (Kies, Sand, Schluff)		

Datum	Laufzeit [h]	Laufzeit PV gesamt [min]	Laufzeit Wiederanstieg [min]	Grundwasserstand [m u. POK]	Absenkung S [m]	korr. Absenkung sk (=s-s ² /2M) [m]
Wiederanstieg / Förderrate Q = 0						
4.2017 12:35:16			00:00	5,43	0,07	
			00:10	5,390	0,03	0,03
			00:20	5,370	0,01	0,01
			00:30	5,370	0,01	0,01
			00:40	5,370	0,01	0,01
			00:50	5,370	0,01	0,01
		181	01:00	5,370	0,01	0,01
			01:30	5,370	0,01	0,01
		182	02:00	5,370	0,01	0,01
			02:30	5,370	0,01	0,01
		183	03:00	5,370	0,01	0,01
			03:30	5,370	0,01	0,01
		184	04:00	5,370	0,01	0,01
			04:30	5,370	0,01	0,01
		185	05:00	5,370	0,01	0,01
		186	06:00	5,370	0,01	0,01
		187	07:00	5,370	0,01	0,01
		188	08:00	5,370	0,01	0,01
		189	09:00	5,370	0,01	0,01
		190	10:00	5,370	0,01	0,01
		195	15:00	5,370	0,01	0,01
		200	20:00	5,365	0,005	0,005
		205	25:00	5,363	0,003	0,003
		210	30:00	5,36	0,00	0,00

Projekt: BV Truderinger Straße
Projekt-Nr.: [REDACTED]

Protokoll für Pumpversuch (Absenkung und Wiederanstieg)

Bezeichnung des Brunnens		B6	Projekt Nr.:	[REDACTED]
Bearbeiter: [REDACTED]	POK [m über N.N.]: 525,16	Brunnendurchmesser [mm]: 125		Ruhwasserspiegel RWS [m u. POK]: 4,950
	Gesamttiefe der GWM: [m u. POK] 9,020	Höhe der Wassersäule [m] in GWM gesamt 4,070 Aquifer- mächtigkeit M: (Kies, Sand, Schluff) 9,020	maximale Absenkung [m u. RWS] 0,13	

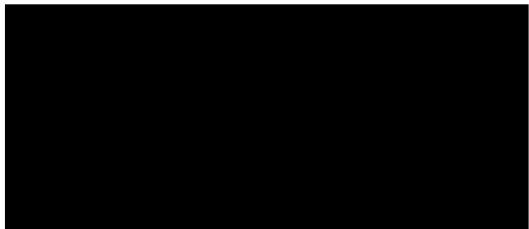
Datum, Uhrzeit	Laufzeit [h]	Laufzeit [min]	Förder- leistung [m³/h]	Grundwasser- stand [m u. POK]	Absenkung S [m]	korr. Absenkung sk (=s-s²/2M) [m]
Absenkung:						
06.04.2017 10:4	0	00:10	12,6	5,08	0,13	0,13
		00:20		5,08	0,13	0,13
		00:40		5,07	0,12	0,12
		00:50		5,05	0,10	0,10
		1		5,05	0,13	0,13
		1:30		5,04	0,09	0,09
		2		5,04	0,09	0,09
		2:30		5,04	0,09	0,09
		3		5,04	0,09	0,09
		3:30		5,04	0,09	0,09
		4		5,04	0,09	0,09
		4:30		5,04	0,09	0,09
		5		5,04	0,09	0,09
		5:30		5,04	0,09	0,09
		6		5,04	0,09	0,09
		6:30		5,04	0,09	0,09
		7		5,04	0,09	0,09
		7:30		5,04	0,09	0,09
		8		5,04	0,09	0,09
		8:30		5,04	0,09	0,09
		9		5,04	0,09	0,09
		9:30		5,04	0,09	0,09
		10		5,04	0,09	0,09
		11		5,04	0,09	0,09
		12		5,04	0,09	0,09
		13		5,04	0,09	0,09
		14		5,04	0,09	0,09
		15		5,04	0,09	0,09
		20		5,04	0,09	0,09
		25		5,04	0,09	0,09
		30		5,04	0,09	0,09
		35		5,04	0,09	0,09
		40		5,04	0,09	0,09
	3:29			5,04	0,09	0,09

Projekt: BV Truderinger Straße
Projekt-Nr.: [REDACTED]

Protokoll für Pumpversuch (Absenkung und Wiederanstieg)

Bezeichnung des Brunnens		B6	Projekt Nr.:	[REDACTED]
Bearbeiter: [REDACTED]	POK [m über N.N.]: 525,16	Brunnendurchmesser [mm]: 125		Ruhewasserspiegel RWS [m u. POK]: 4,950
	Gesamttiefe der GWM: [m u. POK] 9,020	Höhe der Wassersäule [m] in GWM gesamt 4,070 Aquifer- mächtigkeit M: (Kies, Sand, Schluff) 9,020	maximale Absenkung [m u. RWS] 0,13	

Datum	Laufzeit [h]	Laufzeit PV gesamt [min]	Laufzeit Wieder- anstieg [min]	Grundwasser- stand [m u. POK]	Absenkung S [m]	korr. Absenkung sk (=s-s ² /2M) [m]
Wiederanstieg / Förderrate Q = 0						
4.2017 14:45:53			00:00	5,04	0,09	
			00:10	5,00	0,05	0,05
			00:20	4,97	0,02	0,02
			00:30	4,96	0,01	0,01
			00:40	4,96	0,01	0,01
			00:50	4,96	0,01	0,01
		210	01:00	4,96	0,01	0,01
			01:10	4,96	0,01	0,01
			01:20	4,96	0,01	0,01
			01:30	4,96	0,01	0,01
			01:40	4,96	0,01	0,01
		211	2	4,96	0,01	0,01
		92	2:30	4,96	0,01	0,01
		212	3	4,96	0,01	0,01
			3:30	4,96	0,01	0,01
		213	4	4,96	0,01	0,01
			4:30	4,96	0,01	0,01
		214	5	4,96	0,01	0,01
		215	6	4,96	0,01	0,01
		216	7	4,96	0,01	0,01
		217	8	4,96	0,01	0,01
		218	9	4,96	0,01	0,01
		219	10	4,96	0,01	0,01
		224	15	4,95	0,00	0,00
		229	20	4,95	0,00	0,00
		239	30	4,95	0,00	0,00
		249	40	4,95	0,00	0,00



Anlage 4

Tabellarische Darstellung der Datenloggeraufzeichnung (11 Seiten)

GWM B4 - Datenlogger

Bezeichnung: SN/TD: 539398/LJI-197 Firmware: FW1.13
 Minimalwert 3,278 mWS Maximalwert 3,353 mWS Mittelwert 3,317 mWS

Zeit	Datum	Druck [mWS]	Temperatur [°C]
09:40:04	07.04.2017	3,346	9,75
09:40:05	07.04.2017	3,346	9,75
09:40:06	07.04.2017	3,347	9,75
09:40:07	07.04.2017	3,346	9,75
09:40:08	07.04.2017	3,347	9,76
09:40:09	07.04.2017	3,347	9,77
09:40:10	07.04.2017	3,347	9,77
09:40:11	07.04.2017	3,346	9,75
09:40:12	07.04.2017	3,346	9,76
09:40:13	07.04.2017	3,346	9,75
09:40:14	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:15	07.04.2017	3,348	9,77
09:40:16	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:17	07.04.2017	3,346	9,75
09:40:18	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:19	07.04.2017	3,346	9,76
09:40:20	07.04.2017	3,346	9,76
09:40:21	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:22	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:23	07.04.2017	3,347	9,77
09:40:24	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:25	07.04.2017	3,346	9,76
09:40:26	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:27	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:28	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:29	07.04.2017	3,347	9,77
09:40:30	07.04.2017	3,347	9,77
09:40:31	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:32	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:33	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:34	07.04.2017	3,347	9,77
09:40:35	07.04.2017	3,347	9,77
09:40:36	07.04.2017	3,347	9,78
09:40:37	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:38	07.04.2017	3,346	9,76
09:40:39	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:40	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:41	07.04.2017	3,347	9,77
09:40:42	07.04.2017	3,347	9,77
09:40:43	07.04.2017	3,347	9,78
09:40:44	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:45	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:46	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:47	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:48	07.04.2017	3,347	9,77

09:40:49	07.04.2017	3,347	9,77
09:40:50	07.04.2017	3,346	9,78
09:40:51	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:52	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:53	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:54	07.04.2017	3,347	9,77
09:40:55	07.04.2017	3,347	9,78
09:40:56	07.04.2017	3,348	9,78
09:40:57	07.04.2017	3,346	9,78
09:40:58	07.04.2017	3,346	9,77
09:40:59	07.04.2017	3,346	9,77
09:41:00	07.04.2017	3,346	9,77
09:41:01	07.04.2017	3,346	9,78
09:41:02	07.04.2017	3,347	9,78
09:41:03	07.04.2017	3,346	9,78
09:41:04	07.04.2017	3,346	9,78
09:41:34	07.04.2017	3,347	9,78
09:42:04	07.04.2017	3,346	9,78
09:42:34	07.04.2017	3,296	9,79
09:43:04	07.04.2017	3,286	9,79
09:43:34	07.04.2017	3,286	9,79
09:44:04	07.04.2017	3,286	9,79
09:44:34	07.04.2017	3,285	9,81
09:45:04	07.04.2017	3,284	9,81
09:45:34	07.04.2017	3,286	9,84
09:46:04	07.04.2017	3,283	9,85
09:47:04	07.04.2017	3,283	9,89
09:48:04	07.04.2017	3,284	9,93
09:49:04	07.04.2017	3,284	9,98
09:50:04	07.04.2017	3,284	10,02
09:51:04	07.04.2017	3,284	10,05
09:52:04	07.04.2017	3,283	10,08
09:53:04	07.04.2017	3,283	10,11
09:54:04	07.04.2017	3,282	10,15
09:55:04	07.04.2017	3,282	10,17
09:56:04	07.04.2017	3,283	10,19
10:01:04	07.04.2017	3,283	10,25
10:06:04	07.04.2017	3,282	10,29
10:11:04	07.04.2017	3,282	10,32
10:16:04	07.04.2017	3,281	10,31
10:21:04	07.04.2017	3,282	10,32
10:26:04	07.04.2017	3,279	10,33
10:31:04	07.04.2017	3,28	10,34
10:36:04	07.04.2017	3,28	10,35
10:41:04	07.04.2017	3,281	10,35
10:46:04	07.04.2017	3,279	10,36
10:51:04	07.04.2017	3,28	10,37
10:56:04	07.04.2017	3,341	10,37
11:01:04	07.04.2017	3,283	10,39
11:06:04	07.04.2017	3,28	10,39

11:11:04	07.04.2017	3,278	10,39
11:16:04	07.04.2017	3,283	10,39
11:21:04	07.04.2017	3,28	10,39
11:26:04	07.04.2017	3,278	10,39
11:31:04	07.04.2017	3,281	10,4
11:36:04	07.04.2017	3,281	10,41
11:41:04	07.04.2017	3,281	10,41
11:46:04	07.04.2017	3,284	10,41
11:51:04	07.04.2017	3,281	10,41
11:56:04	07.04.2017	3,286	10,41
12:01:04	07.04.2017	3,285	10,41
12:06:04	07.04.2017	3,284	10,41
12:11:04	07.04.2017	3,282	10,41
12:16:04	07.04.2017	3,285	10,41
12:21:04	07.04.2017	3,284	10,41
12:26:04	07.04.2017	3,284	10,41
12:31:04	07.04.2017	3,283	10,41
12:35:16	07.04.2017	3,284	10,42
12:35:17	07.04.2017	3,283	10,42
12:35:18	07.04.2017	3,283	10,42
12:35:19	07.04.2017	3,282	10,42
12:35:20	07.04.2017	3,282	10,42
12:35:21	07.04.2017	3,282	10,41
12:35:22	07.04.2017	3,283	10,42
12:35:23	07.04.2017	3,283	10,43
12:35:24	07.04.2017	3,283	10,42
12:35:25	07.04.2017	3,283	10,42
12:35:26	07.04.2017	3,284	10,42
12:35:27	07.04.2017	3,284	10,42
12:35:28	07.04.2017	3,285	10,43
12:35:29	07.04.2017	3,286	10,43
12:35:30	07.04.2017	3,285	10,43
12:35:31	07.04.2017	3,285	10,43
12:35:32	07.04.2017	3,284	10,42
12:35:33	07.04.2017	3,284	10,42
12:35:34	07.04.2017	3,283	10,42
12:35:35	07.04.2017	3,283	10,43
12:35:36	07.04.2017	3,283	10,43
12:35:37	07.04.2017	3,283	10,43
12:35:38	07.04.2017	3,283	10,43
12:35:39	07.04.2017	3,283	10,42
12:35:40	07.04.2017	3,283	10,43
12:35:41	07.04.2017	3,283	10,42
12:35:42	07.04.2017	3,283	10,43
12:35:43	07.04.2017	3,285	10,43
12:35:44	07.04.2017	3,285	10,43
12:35:45	07.04.2017	3,285	10,43
12:35:46	07.04.2017	3,284	10,43
12:35:47	07.04.2017	3,285	10,43
12:35:48	07.04.2017	3,284	10,43

12:35:49	07.04.2017	3,285	10,43
12:35:50	07.04.2017	3,283	10,43
12:35:51	07.04.2017	3,282	10,43
12:35:52	07.04.2017	3,282	10,43
12:35:53	07.04.2017	3,282	10,42
12:35:54	07.04.2017	3,282	10,43
12:35:55	07.04.2017	3,283	10,43
12:35:56	07.04.2017	3,285	10,44
12:35:57	07.04.2017	3,284	10,44
12:35:58	07.04.2017	3,34	10,43
12:35:59	07.04.2017	3,334	10,42
12:36:00	07.04.2017	3,337	10,43
12:36:01	07.04.2017	3,338	10,43
12:36:02	07.04.2017	3,34	10,44
12:36:03	07.04.2017	3,341	10,44
12:36:04	07.04.2017	3,342	10,43
12:36:05	07.04.2017	3,342	10,43
12:36:06	07.04.2017	3,341	10,43
12:36:07	07.04.2017	3,341	10,43
12:36:08	07.04.2017	3,342	10,44
12:36:09	07.04.2017	3,343	10,43
12:36:10	07.04.2017	3,341	10,44
12:36:11	07.04.2017	3,342	10,43
12:36:12	07.04.2017	3,343	10,43
12:36:13	07.04.2017	3,342	10,43
12:36:14	07.04.2017	3,341	10,43
12:36:15	07.04.2017	3,342	10,43
12:36:16	07.04.2017	3,342	10,44
12:36:46	07.04.2017	3,343	10,43
12:37:16	07.04.2017	3,345	10,41
12:37:46	07.04.2017	3,345	10,35
12:38:16	07.04.2017	3,346	10,31
12:38:46	07.04.2017	3,346	10,25
12:39:16	07.04.2017	3,348	10,21
12:39:46	07.04.2017	3,348	10,17
12:40:16	07.04.2017	3,347	10,14
12:40:46	07.04.2017	3,347	10,09
12:41:16	07.04.2017	3,347	10,07
12:42:16	07.04.2017	3,35	10,05
12:43:16	07.04.2017	3,348	10,02
12:44:16	07.04.2017	3,349	10
12:45:16	07.04.2017	3,349	9,97
12:46:16	07.04.2017	3,349	9,94
12:47:16	07.04.2017	3,35	9,93
12:48:16	07.04.2017	3,351	9,91
12:49:16	07.04.2017	3,35	9,9
12:50:16	07.04.2017	3,351	9,89
12:51:16	07.04.2017	3,351	9,88
12:56:16	07.04.2017	3,351	9,85
13:01:16	07.04.2017	3,35	9,84

13:06:16

07.04.2017

3,353

9,83

GWM B6 - Datenlogger

Bezeichnung: SN/TD: 539398/LJI-197 Firmware: FW1.13
 Minimalwert 3,687 mWS Maximalwert 3,829 mWS Mittelwert 3,746 mWS

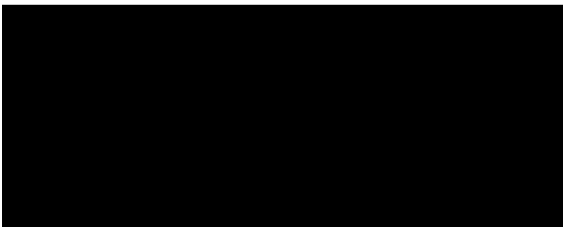
Zeit	Datum	Druck [mWS]	Temperatur [°C]
10:49:28	06.04.2017	3,822	9,39
10:49:29	06.04.2017	3,821	9,39
10:49:30	06.04.2017	3,821	9,39
10:49:31	06.04.2017	3,821	9,39
10:49:32	06.04.2017	3,821	9,39
10:49:33	06.04.2017	3,822	9,39
10:49:34	06.04.2017	3,824	9,39
10:49:35	06.04.2017	3,824	9,39
10:49:36	06.04.2017	3,821	9,39
10:49:37	06.04.2017	3,821	9,39
10:49:38	06.04.2017	3,821	9,39
10:49:39	06.04.2017	3,821	9,39
10:49:40	06.04.2017	3,821	9,39
10:49:41	06.04.2017	3,824	9,39
10:49:42	06.04.2017	3,823	9,39
10:49:43	06.04.2017	3,821	9,39
10:49:44	06.04.2017	3,821	9,39
10:49:45	06.04.2017	3,821	9,39
10:49:46	06.04.2017	3,821	9,39
10:49:47	06.04.2017	3,822	9,39
10:49:48	06.04.2017	3,824	9,39
10:49:49	06.04.2017	3,821	9,39
10:49:50	06.04.2017	3,821	9,39
10:49:51	06.04.2017	3,821	9,39
10:49:52	06.04.2017	3,821	9,39
10:49:53	06.04.2017	3,823	9,39
10:49:54	06.04.2017	3,823	9,39
10:49:55	06.04.2017	3,823	9,39
10:49:56	06.04.2017	3,821	9,39
10:49:57	06.04.2017	3,821	9,39
10:49:58	06.04.2017	3,821	9,39
10:49:59	06.04.2017	3,821	9,39
10:50:00	06.04.2017	3,822	9,39
10:50:01	06.04.2017	3,824	9,39
10:50:02	06.04.2017	3,824	9,4
10:50:03	06.04.2017	3,822	9,39
10:50:04	06.04.2017	3,694	9,39
10:50:05	06.04.2017	3,781	9,39
10:50:06	06.04.2017	3,713	9,39
10:50:07	06.04.2017	3,728	9,39
10:50:08	06.04.2017	3,722	9,4
10:50:09	06.04.2017	3,704	9,39
10:50:10	06.04.2017	3,717	9,39
10:50:11	06.04.2017	3,723	9,39
10:50:12	06.04.2017	3,708	9,39

10:50:13	06.04.2017	3,71	9,39
10:50:14	06.04.2017	3,728	9,4
10:50:15	06.04.2017	3,707	9,41
10:50:16	06.04.2017	3,718	9,39
10:50:17	06.04.2017	3,721	9,39
10:50:18	06.04.2017	3,705	9,39
10:50:19	06.04.2017	3,702	9,39
10:50:20	06.04.2017	3,706	9,39
10:50:21	06.04.2017	3,7	9,39
10:50:22	06.04.2017	3,691	9,39
10:50:23	06.04.2017	3,714	9,39
10:50:24	06.04.2017	3,696	9,39
10:50:25	06.04.2017	3,701	9,39
10:50:26	06.04.2017	3,756	9,39
10:50:27	06.04.2017	3,687	9,39
10:50:28	06.04.2017	3,707	9,39
10:50:58	06.04.2017	3,721	9,39
10:51:28	06.04.2017	3,718	9,39
10:51:58	06.04.2017	3,718	9,4
10:52:28	06.04.2017	3,718	9,4
10:52:58	06.04.2017	3,716	9,4
10:53:28	06.04.2017	3,716	9,41
10:53:58	06.04.2017	3,716	9,41
10:54:28	06.04.2017	3,713	9,41
10:54:58	06.04.2017	3,714	9,41
10:55:28	06.04.2017	3,714	9,41
10:56:28	06.04.2017	3,713	9,41
10:57:28	06.04.2017	3,716	9,41
10:58:28	06.04.2017	3,718	9,4
10:59:28	06.04.2017	3,716	9,4
11:00:28	06.04.2017	3,713	9,39
11:01:28	06.04.2017	3,715	9,39
11:02:28	06.04.2017	3,711	9,39
11:03:28	06.04.2017	3,708	9,39
11:04:28	06.04.2017	3,707	9,39
11:05:28	06.04.2017	3,707	9,39
11:10:28	06.04.2017	3,708	9,41
11:15:28	06.04.2017	3,711	9,43
11:20:28	06.04.2017	3,712	9,45
11:25:28	06.04.2017	3,711	9,46
11:30:28	06.04.2017	3,709	9,46
11:35:28	06.04.2017	3,71	9,45
11:40:28	06.04.2017	3,705	9,46
11:45:28	06.04.2017	3,707	9,47
11:50:28	06.04.2017	3,708	9,47
11:55:28	06.04.2017	3,707	9,47
12:00:28	06.04.2017	3,711	9,49
12:05:28	06.04.2017	3,71	9,49
12:10:28	06.04.2017	3,703	9,49
12:15:28	06.04.2017	3,707	9,49

12:20:28	06.04.2017	3,707	9,5
12:25:28	06.04.2017	3,707	9,51
12:30:28	06.04.2017	3,708	9,51
12:35:28	06.04.2017	3,705	9,51
12:40:28	06.04.2017	3,707	9,51
12:45:28	06.04.2017	3,71	9,52
12:50:28	06.04.2017	3,709	9,52
12:55:28	06.04.2017	3,707	9,52
13:00:28	06.04.2017	3,704	9,52
13:05:28	06.04.2017	3,708	9,53
13:10:28	06.04.2017	3,707	9,53
13:15:28	06.04.2017	3,704	9,54
13:20:28	06.04.2017	3,71	9,54
13:25:28	06.04.2017	3,708	9,54
13:30:28	06.04.2017	3,711	9,54
13:35:28	06.04.2017	3,707	9,55
13:40:28	06.04.2017	3,708	9,55
13:45:28	06.04.2017	3,707	9,55
13:50:28	06.04.2017	3,711	9,55
13:55:28	06.04.2017	3,708	9,55
14:00:28	06.04.2017	3,708	9,55
14:05:28	06.04.2017	3,716	9,56
14:10:28	06.04.2017	3,708	9,56
14:15:28	06.04.2017	3,707	9,57
14:20:28	06.04.2017	3,711	9,57
14:25:28	06.04.2017	3,713	9,57
14:30:28	06.04.2017	3,721	9,57
14:35:28	06.04.2017	3,753	9,59
14:40:28	06.04.2017	3,723	9,59
14:45:53	06.04.2017	3,723	9,59
14:45:54	06.04.2017	3,724	9,6
14:45:55	06.04.2017	3,724	9,59
14:45:56	06.04.2017	3,724	9,59
14:45:57	06.04.2017	3,726	9,59
14:45:58	06.04.2017	3,724	9,59
14:45:59	06.04.2017	3,724	9,59
14:46:00	06.04.2017	3,722	9,59
14:46:01	06.04.2017	3,721	9,61
14:46:02	06.04.2017	3,722	9,59
14:46:03	06.04.2017	3,719	9,59
14:46:04	06.04.2017	3,722	9,59
14:46:05	06.04.2017	3,724	9,61
14:46:06	06.04.2017	3,726	9,6
14:46:07	06.04.2017	3,726	9,61
14:46:08	06.04.2017	3,726	9,61
14:46:09	06.04.2017	3,723	9,6
14:46:10	06.04.2017	3,724	9,61
14:46:11	06.04.2017	3,721	9,59
14:46:12	06.04.2017	3,722	9,6
14:46:13	06.04.2017	3,724	9,61

14:46:14	06.04.2017	3,725	9,59
14:46:15	06.04.2017	3,728	9,61
14:46:16	06.04.2017	3,723	9,6
14:46:17	06.04.2017	3,724	9,61
14:46:18	06.04.2017	3,724	9,61
14:46:19	06.04.2017	3,723	9,6
14:46:20	06.04.2017	3,723	9,61
14:46:21	06.04.2017	3,724	9,61
14:46:22	06.04.2017	3,722	9,61
14:46:23	06.04.2017	3,722	9,6
14:46:24	06.04.2017	3,723	9,59
14:46:25	06.04.2017	3,724	9,6
14:46:26	06.04.2017	3,728	9,61
14:46:27	06.04.2017	3,725	9,61
14:46:28	06.04.2017	3,725	9,61
14:46:29	06.04.2017	3,724	9,61
14:46:30	06.04.2017	3,724	9,61
14:46:31	06.04.2017	3,722	9,61
14:46:32	06.04.2017	3,723	9,61
14:46:33	06.04.2017	3,721	9,61
14:46:34	06.04.2017	3,724	9,61
14:46:35	06.04.2017	3,725	9,61
14:46:36	06.04.2017	3,726	9,61
14:46:37	06.04.2017	3,724	9,59
14:46:38	06.04.2017	3,724	9,61
14:46:39	06.04.2017	3,726	9,61
14:46:40	06.04.2017	3,723	9,61
14:46:41	06.04.2017	3,722	9,61
14:46:42	06.04.2017	3,722	9,61
14:46:43	06.04.2017	3,721	9,61
14:46:44	06.04.2017	3,721	9,61
14:46:45	06.04.2017	3,721	9,61
14:46:46	06.04.2017	3,724	9,61
14:46:47	06.04.2017	3,724	9,61
14:46:48	06.04.2017	3,726	9,61
14:46:49	06.04.2017	3,726	9,61
14:46:50	06.04.2017	3,724	9,61
14:46:51	06.04.2017	3,724	9,61
14:46:52	06.04.2017	3,723	9,61
14:46:53	06.04.2017	3,721	9,61
14:47:23	06.04.2017	3,721	9,61
14:47:53	06.04.2017	3,724	9,62
14:48:23	06.04.2017	3,815	9,61
14:48:53	06.04.2017	3,815	9,62
14:49:23	06.04.2017	3,816	9,64
14:49:53	06.04.2017	3,818	9,65
14:50:23	06.04.2017	3,816	9,67
14:50:53	06.04.2017	3,817	9,71
14:51:23	06.04.2017	3,817	9,71
14:51:53	06.04.2017	3,821	9,75

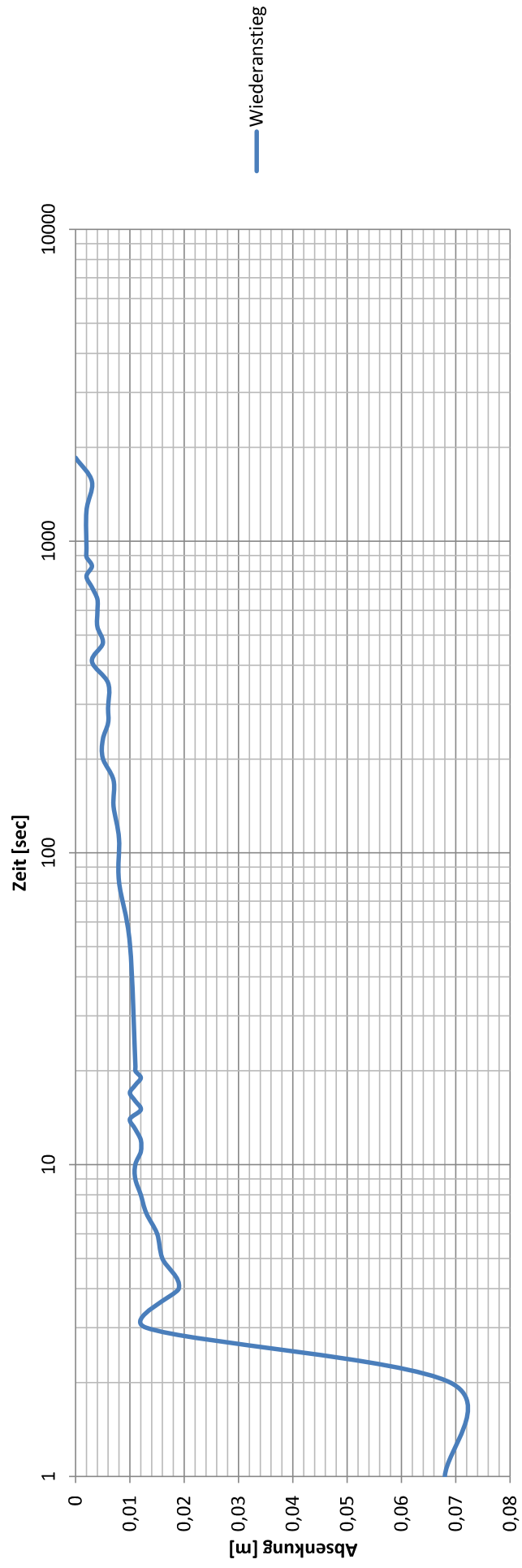
14:52:53	06.04.2017	3,82	9,79
14:53:53	06.04.2017	3,821	9,84
14:54:53	06.04.2017	3,821	9,89
14:55:53	06.04.2017	3,823	9,95
14:56:53	06.04.2017	3,826	9,99
14:57:53	06.04.2017	3,826	9,99
14:58:53	06.04.2017	3,824	9,97
14:59:53	06.04.2017	3,824	9,97
15:00:53	06.04.2017	3,826	9,95
15:01:53	06.04.2017	3,826	9,91
15:06:53	06.04.2017	3,826	9,74
15:11:53	06.04.2017	3,826	9,61
15:16:53	06.04.2017	3,827	9,54
15:21:53	06.04.2017	3,829	9,51
15:26:53	06.04.2017	3,828	9,47



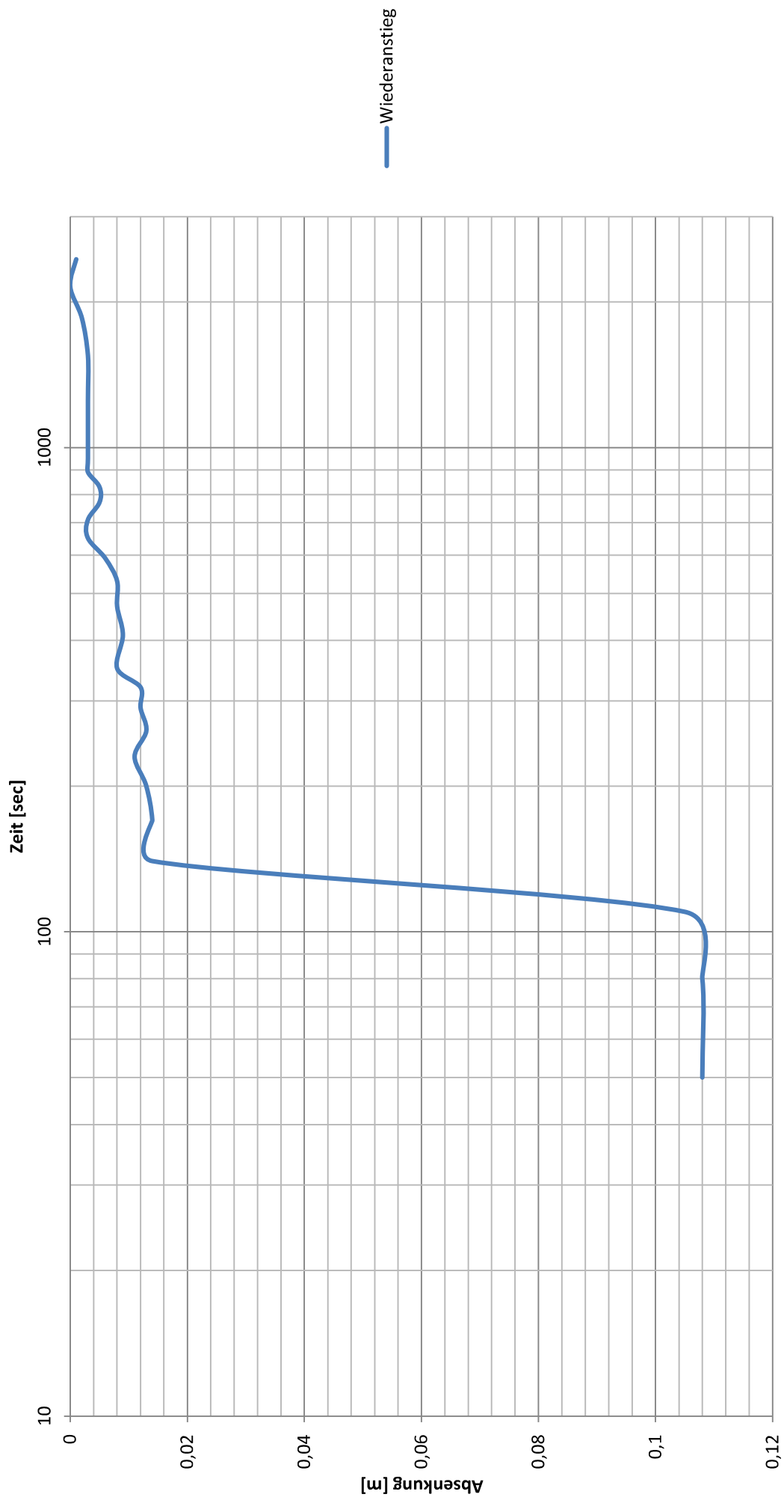
Anlage 5

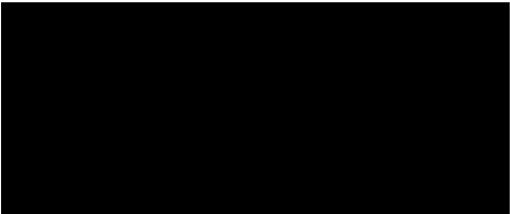
Graphische Darstellung Pumpversuche: Wiederanstieg GWM B4 und
GWM B6 (2 Seiten)

Wiederanstieg B4 / Truderinger Straße



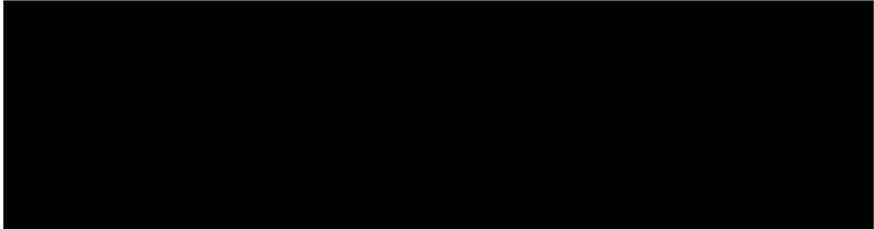
Wiederanstieg B6 / Truderinger Straße





Anlage 6

Analysenmethoden, Bestimmungsgrenzen und Analysenergebnisse,
Prüfberichte Nr. [REDACTED] (4 Seiten), [REDACTED]



München, 13.04.2017

[Redacted]

[Redacted]

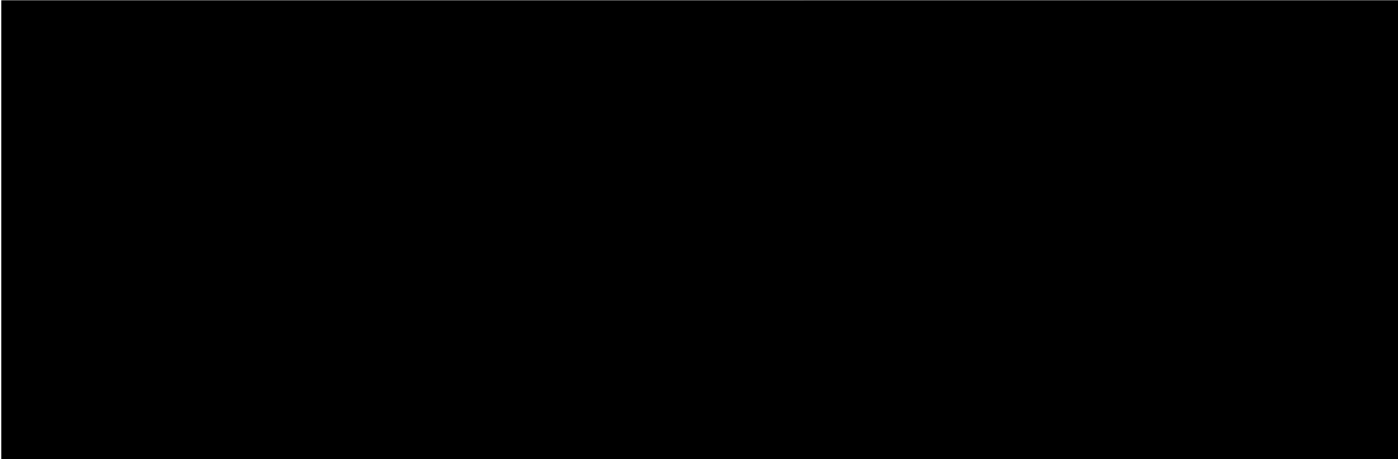
[Redacted]

[Redacted]

Deutschland

Prüfbericht [Redacted]

Auftraggeber: [Redacted]
Projektleiter: Herr [Redacted]
Auftrags-Nr.: [Redacted]
Auftraggeberprojekt: [Redacted] [Redacted]
Probenahmedatum: 06.04.2017
Probenahmeort: Truderinger Str.
Probenahme durch: [Redacted]
Probengefäße: Glasflasche+PE-Flasche+ Headspace
Eingang am: 07.04.2017
Beginn/Ende Prüfung: 07.04.2017 - 13.04.2017



Probenbezeichnung: WP / B6
Probenahmedatum: 06.04.2017
Labornummer: -001
Material: Wasser

	Gehalt	Einheit	BG	Methode
Färbung	farblos			Hausverfahren
Aussehen	klar			Hausverfahren
Geruch	unauffällig			Hausverfahren
pH-Wert	7,5			DIN 38404 - C5
Säurekapazität (m-Wert)	6,1	mmol/l	0,1	DIN 38409 - H7
Chlorid	30	mg/l	1	EN ISO 10304-1
Nitrat	13	mg/l	0,5	EN ISO 10304-1
Sulfat	14	mg/l	2	EN ISO 10304-1
Sulfid	u.d.B.	mg/l	0,02	DIN 38405 - D26
Carbonathärte	170	mg/L CaO	0,5	DIN 38409 - H7
Nichtcarbonathärte	20	mg/L CaO	0,5	DIN 38409 - H7
Kalklösende Kohlensäure	5,72	mg/L CO2	0,5	DIN 38409 - H7
Ammonium	u.d.B.	mg/l	0,03	DIN 38406 - E5
Calcium	99	mg/l	0,1	EN ISO 11885
Magnesium	23	mg/l	0,01	EN ISO 11885
Gesamthärte	190	mg/L CaO	0,2	DIN 38409 - H6
Quecksilber	u.d.B.	µg/l	0,05	EN ISO 11885 / EN ISO 11969 / EN ISO 5961 / EN ISO 12846 / DIN 38406 E6 / EN ISO 17294-2
Arsen	u.d.B.	µg/l	2,5	
Cadmium	u.d.B.	µg/l	0,5	
Blei	u.d.B.	µg/l	2,5	
Chrom	u.d.B.	µg/l	10	
Kupfer	u.d.B.	µg/l	10	
Nickel	u.d.B.	µg/l	20	
Zink	u.d.B.	µg/l	10	
Permanganatindex	u.d.B.	mg O2/l	0,5	EN ISO 8467
DOC	u.d.B.	mg/l	1	EN 1484
Kohlenwasserstoffe	u.d.B.	mg/l	0,1	EN ISO 9377-2 (H53)
Benzol	u.d.B.	µg/l	0,5	ISO 11423
Toluol	u.d.B.	µg/l	0,5	ISO 11423
Ethylbenzol	u.d.B.	µg/l	0,5	ISO 11423
m-Xylol + p-Xylol	u.d.B.	µg/l	0,5	ISO 11423
Styrol	u.d.B.	µg/l	0,5	ISO 11423
o-Xylol	u.d.B.	µg/l	0,5	ISO 11423
Cumol	u.d.B.	µg/l	0,5	ISO 11423
Summe der bestimmten BTXE	0	µg/l		ISO 11423

Probenbezeichnung: WP / B6
Probenahmedatum: 06.04.2017
Labornummer: -001
Material: Wasser

	Gehalt	Einheit	BG	Methode
1,1-Dichlorethen	u.d.B.	µg/l	0,5	EN ISO 10301
Dichlormethan	u.d.B.	µg/l	0,5	EN ISO 10301
trans-1,2-Dichlorethen	u.d.B.	µg/l	0,5	EN ISO 10301
1,1-Dichlorethan	u.d.B.	µg/l	0,5	EN ISO 10301
cis-1,2-Dichlorethen	u.d.B.	µg/l	0,5	EN ISO 10301
1,2-Dichlorethan	u.d.B.	µg/l	0,5	EN ISO 10301
Trichlormethan	u.d.B.	µg/l	0,5	EN ISO 10301
1,1,1-Trichlorethan	u.d.B.	µg/l	0,5	EN ISO 10301
Tetrachlormethan	u.d.B.	µg/l	0,5	EN ISO 10301
Trichlorethen	u.d.B.	µg/l	0,5	EN ISO 10301
Tetrachlorethen	u.d.B.	µg/l	0,5	EN ISO 10301
Summe der bestimmten LHKW	0	µg/l		EN ISO 10301
Naphthalin	u.d.B.	µg/l	0,01	DIN 38407-39
Acenaphthylen	u.d.B.	µg/l	0,01	DIN 38407-39
Acenaphthen	u.d.B.	µg/l	0,01	DIN 38407-39
Fluoren	u.d.B.	µg/l	0,01	DIN 38407-39
Phenanthren	u.d.B.	µg/l	0,01	DIN 38407-39
Anthracen	u.d.B.	µg/l	0,01	DIN 38407-39
Fluoranthren	u.d.B.	µg/l	0,01	DIN 38407-39
Pyren	u.d.B.	µg/l	0,01	DIN 38407-39
Benz(a)anthracen	u.d.B.	µg/l	0,01	DIN 38407-39
Chrysen	u.d.B.	µg/l	0,01	DIN 38407-39
Benzo(b)fluoranthren	u.d.B.	µg/l	0,01	DIN 38407-39
Benzo(k)fluoranthren	u.d.B.	µg/l	0,01	DIN 38407-39
Benzo(a)pyren	u.d.B.	µg/l	0,01	DIN 38407-39
Indeno(123-cd)pyren	u.d.B.	µg/l	0,01	DIN 38407-39
Dibenz(ah)anthracen	u.d.B.	µg/l	0,01	DIN 38407-39
Benzo(ghi)perylen	u.d.B.	µg/l	0,01	DIN 38407-39
Summe der 16 PAK nach EPA	0	µg/l		DIN 38407-39
Summe der 15 PAK (o. Naph.)	0	µg/l		DIN 38407-39

BG = Bestimmungsgrenze

u.d.B. = unter der Bestimmungsgrenze

Prüfbericht: [REDACTED]

13.04.2017

Probenbezeichnung: WP / B6

Probenahmedatum: 06.04.2017

Labornummer: [REDACTED]-001

Material: Wasser

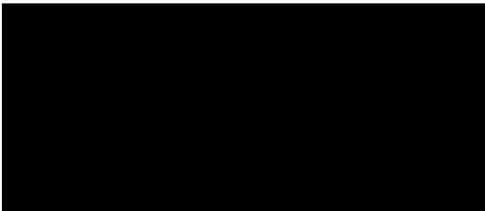
Gehalt Einheit BG Methode

Bewertung der Betonaggressivität von Wasser nach DIN 4030

Parameter	Einheit	Meßwert	Angriffsgrad		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert (Labor)	---	7,5	$\leq 6,5$ und $\geq 5,5$	$< 5,5$ und $\geq 4,5$	$< 4,5$ und $\geq 4,0$
Sulfat (SO_4^-)	mg/l	14	≥ 200 und ≤ 600	> 600 und ≤ 3000	> 3000 und ≤ 6000
Kohlendioxid (CO_2 angreifend)	mg/l	5,72	≥ 15 und ≤ 40	> 40 und ≤ 100	> 100 bis zur Sättigung
Ammonium (NH_4^+)	mg/l	$< 0,03$	≥ 15 und ≤ 30	> 30 und ≤ 60	> 60 und ≤ 100
Magnesium (Mg^{++})	mg/l	23	≥ 300 und ≤ 1000	> 1000 und ≤ 3000	> 3000 bis zur Sättigung

Der schärfste Wert für jedes einzelne chemische Merkmal bestimmt die Klasse. Wenn zwei oder mehrere angreifende Merkmale zu derselben Klasse führen, muss die Umgebung der nächsthöheren Klasse zugeordnet werden, sofern nicht in einer speziellen Studie für diesen Fall nachgewiesen wird, dass dies nicht erforderlich ist.

Die Gegenüberstellung der Ergebnisse und der Angriffsgrade stellt keine gutachterliche Bewertung dar.



Anlage 7

Herleitung der Aufstauberechnung bei gleichzeitiger Um- und
Unterströmung

Berechnung des Grundwasseraufstaus für die Umströmung (Δh_{um}):

$$\Delta h_{um} = t \cdot i \cdot \cos \vartheta \text{ und}$$

wobei folgende Werte einzusetzen sind:

- t halbe Gesamtbreite der Untergeschosse;
- ϑ Anströmwinkel gegen die auf die Untergeschosse gerichtete Normale
- i Grundwassergefälle

Berechnung des Grundwasseraufstaus für die Unterströmung (Δh_{unter}):

$$\Delta h_{unter} = (i_{erhöht} - i_{frei}) \cdot t \quad \text{mit} \quad i_{erhöht} = \frac{q}{k_f \cdot H'}$$

wobei folgende Werte einzusetzen sind:

k_f Durchlässigkeitsbeiwert

i_{frei} Grundwassergefälle

q Durchflussmenge im freien Querschnitt = $k_f \cdot i_{frei} \cdot H$

H' Grundwassermächtigkeit – Einbindetiefe des Untergeschosses:

Grundwassermächtigkeit: Durchschnittstiefe des Stauhorizontes im Bereich des Bauwerks:

Berechnung der Aufstauhöhe:

$$\Delta h = \frac{1}{\frac{1}{\Delta h_{um}} + \frac{1}{\Delta h_{unter}}}$$