BAUGRUNDERKUNDUNG

Hydrogeologische Stellungnahme

BAUVORHABEN:	Kaiserreich Kiefersfelden Wärme- und Kälteversorgung für Genusswelten, Classic Car und Hotel
BAUHERR:	INN Immobilien GmbH Kufsteiner Straße 38 83088 Kiefersfelden
PLANUNG:	ATP Architekten & Ingenieure Zürich AG Vorhaldenstraße 10 CH-8049 Zürich
PROJEKTSTEUERUNG:	Seitz+Müller Projektmanagement GmbH Fraunhoferstraße 15 82152 Martinsried / München
DATUM:	31.10.2018
PROJEKT-NR.:	B185147

i.A.

Dipl.-Ing. Christian Posch
(Niederlassungsleiter)

M.Sc. Benjamin Bichler
(Bearbeiter)

POSTANSCHRIFT
Crystal Geotechnik GmbH
Schustergasse 14
83512 Wasserburg am Inn

TELEFON
08071 / 92278-0

FAX
08071 / 922278-22

INTERNET / E-MAIL
www.crystal-geotechnik.de
wbg@crystal-geotechnik.de

AG AUGSBURG HRB 9698
GESCHÄFTSFÜHRER
Thea Schneider

GESCHÄFTSLEITER
Reinhard Schneider
Dr.-Ing. Gerhard Gold
Christian Posch

HAUPTSITZ UTTING
Crystal Geotechnik GmbH
Hofstattstraße 28
86919 Utting am Ammersee

TELEFON
08806 / 95894-0

FAX
08806 / 95894-44

E-MAIL
utting@crystal-geotechnik.de

INHALTSVERZEICHNIS

1 ALLGEMEINES 4

1.1 Bauvorhaben / Vorgang 4

1.2 Arbeitsunterlagen 5

2 FELD- UND LABORARBEITEN 6

2.1 Feldarbeiten 6

2.1.1 Aufschlussarbeiten und Errichtung der Grundwassermessstelle GWM1 6

2.1.2 Pumpversuch 8

2.2 Bodenmechanische Laborversuche 9

3 BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE 10

3.1 Kurzbeschreibung der erkundeten Bodenschichtung 10

3.2 Erkundete Grundwasserverhältnisse 11

4 ERGEBNISSE DER HYDROGEOLOGISCHEN UNTERSUCHUNGEN 13

4.1 Auswertung der Pumpversuchsergebnisse GWM 1 13

4.2 Ergebnisse der hydrochemischen Analysen 13

5 BEWERTUNG DER ERGEBNISSE UND HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG 15

5.1 Grundwasserwärmepumpe 15

5.2 Löschwasserentnahme 16

5.3 Wasserhaltung Pumpschacht und Kanalleitungen 16

6 SCHLUSSBEMERKUNG 18

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. (1.1) Arbeitsunterlagen 5
Tab. (2.1) Kennzeichnende Daten der errichteten Grundwassermessstelle 7
Tab. (2.2) Kennzeichnende Daten zum durchgeführten Pumpversuch 8
Tab. (2.3) Kennzeichnende Daten zur Materialkörnung der erkundeten Böden 9
Tab. (3.1) Grundwasserverhältnisse 12

ANLAGENVERZEICHNIS

(1) Lageplan mit Grundwassermessstelle und Grundwassergleichen M 1 : 1.000

(2) Bohr- und Ausbauprofil der Grundwassermessstelle GWM1 M 1 : 100/1 : 25

(3) Protokoll Pumpversuch GWM1 mit Auswertung

(4) Aufzeichnungen des Bohrgeräteführers (Schichtenverzeichnis)

(5) Bohrkernfotos

(6) Protokolle der bodenmechanischen Laborversuche

(7) Prüfbericht des chemischen Labors inkl. Bewertung

1 ALLGEMEINES

1.1 Bauvorhaben / Vorgang

Die INN Immobilien GmbH aus Kiefersfelden plant beim Autobahnzubringer Kiefersfelden am Auweg die Erschließung und Neuerrichtung eines Gewerbegebietes. In besagtem Gewerbegebiet sind unter anderem die Gebäude „Genusswelten“, „Classic Car“ und ein Hotel vorgesehen, für die gemäß Energiekonzept vom 12.10.2018 eine Wärme- und Kälteversorgung mittels Grundwasserwärmepumpe angedacht ist. Zudem ist auch eine Wasserentnahme zur Löschwasserversorgung geplant. Mit der Planung der genannten Baulichkeiten ist das Büro ATP aus Zürich betraut, die Leistungen im Rahmen der Infrastrukturplanung werden vom Ingenieurbüro Rappl aus Flintsbach am Inn erbracht.

Unser Institut, die Crystal Geotechnik GmbH, wurde durch den Bauherrn mit der hydrogeologischen Erkundung und Bewertung des Untergrundes im Hinblick auf die angedachte Grundwasserentnahme beauftragt.

Zur Untergrunderkundung wurde in Ergänzung zu der im Mai 2018 durch unser Institut durchgeführten Baugrunderkundung (siehe unser Gutachten vom 14.06.2018) eine Rammkernbohrung DN 324 / DN 220 bis in 20 m unter GOK abgeteuft und bis in 12 m unter GOK zur Grundwassermessstelle ausgebaut. Mit der Bohrung wurden zum einen die Untergrund- und Grundwassersituation im Bereich der geplanten Grundwasserwärmepumpe erkundet und durch die Bohrtiefe von 20 m wurde auch der Untergrundaufbau im tieferen Bodenabschnitt überprüft, der derzeit nur mit indirekten Verfahren (schwere Rammsondierungen) bis in 15 m Tiefe erkundet worden war. In der zur Grundwassermessstelle ausgebauten Bohrung wurde ein Kurzpumpversuch ausgeführt, um die Untergrunddurchlässigkeit und die zu erwartende Absenkung des Grundwasserspiegels abzuleiten. Zudem wurden an ausgewählten Proben bodenmechanische Laborversuche (Siebanalysen) zur genaueren Klassifizierung der erkundeten Böden durchgeführt.

In der vorliegenden hydrogeologischen Stellungnahme wird die angetroffene Untergrund- und Grundwassersituation beschrieben und hinsichtlich der geplanten Grundwassernutzung bewertet. Es wird darauf hingewiesen, dass dieser Bericht als Ergänzung zu unserem Baugrundgutachten vom 14.06.2018 zu sehen ist.

In den Tabellen und Anlagen dieses Berichtes werden zur Bodenbeschreibung nach DIN EN ISO 14688-1 die Kurzzeichen nach DIN 4023 verwendet. Die Klassifizierung der Böden erfolgt gemäß DIN EN ISO 14688-2 durch Verwendung der Bodengruppen nach DIN 18196.

1.2 Arbeitsunterlagen

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes standen uns die in nachfolgender Tabelle (1.1) genannten Arbeitsunterlagen und Informationen zur Verfügung

Tab. (1.1) Arbeitsunterlagen

Typ / Maßstab	**Ersteller / Datum**
BAUWERK / PLANUNG	
Lageplan, Grundrisse und Schnitte für die Gebäude „Genusswelten“, „Classic Car“ und Hotel	ATP Architekten & Ingenieure, Zürich / Planstand 12.09.2018
Energiekonzept für die Gebäude „Genusswelten“, „Classic Car“ und Hotel	ATP Architekten & Ingenieure, Zürich / Planstand 12.09.2018
Lageplan Vorplanung	ATP Architekten Ingenieure, Innsbruck / Stand 03.05.2018; zur Verfügung gestellt vom Büro Seitz+Müller, München
Erschließungsplanung Gewerbepark Kaiserreich, (Straßen, Kanal, Sparten)	Ingenieurbüro Franz Rappl, Flintsbach am Inn / Stand 21.09.2018
GEOLOGIE / HYDROGEOLOGIE	
Baugrundgutachten Raumordnungsverfahren, BV Aventura Kiefersfelden (inkl. Anlagen)	Dipl. Geol. F. Ohin GmbH, Büro für Baugrunderkundung, Achenmühle / 11.03.2010
Baugrundgutachten Gewerbegebiet am Auweg, Kiefersfelden – Kaissereich (PN B185147)	Crystal Geotechnik GmbH, Wasserburg / 14.06.2018
Geowissenschaftliche Landesaufnahme in der Planungsregion 18 Südostoberbayern. Hydrogeologische Karte M. 1 : 100.000, Blatt 2: Grundwassergleichen	herausgegeben vom Bayerischen Landesamt für Umwelt, Augsburg / 2015
Daten der Grundwassermessstelle L-125, Zeitraum 2010-2018	zur Verfügung gestellt von der Grenzkraftwerke GmbH / Verbund GmbH
Bohrarbeiten (GWM 1)	Eder Brunnenbau in Hebertsfelden / 08.-10.10.2018
bodenmechanische Laborversuche	Crystal Geotechnik GmbH / Oktober 2018
chemische Laboruntersuchungen	Agrolab GmbH, Eching am Ammersee / Oktober 2018

2 FELD- UND LABORARBEITEN

2.1 Feldarbeiten

2.1.1 Aufschlussarbeiten und Errichtung der Grundwassermessstelle GWM1

Zur Erkundung der Untergrund- und Grundwassersituation wurde im Bereich des geplanten Standortes der Wasserentnahme für die Grundwasserwärmepumpe in der Zeit vom 08.-10.10.2018 durch die Firma Eder Brunnenbau, Hebertsfelden, eine Rammkernbohrung bis in 20 m unter GOK abgeteuft. Aus technischen Gründen wurde die Bohrung nur bis zur geplanten Ausbautiefe in 13 m unter GOK mit einem Bohrdurchmesser von 324 mm ausgeführt und später zur 5-Zoll-Grundwassermessstelle ausgebaut. Von 13 m unter GOK bis zur Endteufe in 20 m unter GOK wurde die Bohrung als Rammkernbohrung DN 220 mm ausgeführt und wiederverfüllt.

Die Bohrarbeiten wurden von unserem Institut betreut und die Untergrundschichtung wurde von unserem Institut gemeinsam mit der Bohrfirma aufgezeichnet. Die erkundeten Böden wurden unter geotechnischen Gesichtspunkten angesprochen. Zudem wurden Bodenproben entnommen, um die anstehenden Böden genauer klassifizieren zu können.

Das Bohrprofil mit Details zur Bodenansprache, Probennahme und zum Messstellenausbau ist diesem Bericht in den Anlagen (2) beigelegt. Im Zuge der Bearbeitung wurde das Bohrprofil gemäß der Ergebnisse der durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche stellenweise korrigiert. Daraus ergeben sich geringfügige Unterschiede zum Schichtenverzeichnis des Bohrgeräteführers. Letzteres ist diesem Bericht als Anlage (4) beigelegt, sowie auch die Fotos der Bohrkerne sind in der (Anlage (5) enthalten.

Die Lage der errichteten Grundwassermessstelle wurde vorab vom Büro ATP aus Zürich in Abstimmung mit den Fachplanern und unserem Institut festgelegt und durch das Ingenieurbüro Rappl vor Ort abgesteckt. Dabei wurde auch die Geländehöhe vermessungstechnisch aufgenommen. Die Lage der Grundwassermessstelle (GWM1) kann dem Lageplan der Anlage (1) entnommen werden.

In der nachfolgenden Tabelle (2.1) sind die kennzeichnenden Daten der abgeteuften Rammkernbohrung bzw. der errichteten Grundwassermessstelle enthalten.

Tab. (2.1) Kennzeichnende Daten der errichteten Grundwassermessstelle

Baulicher Gesichtspunkt	Dimension	Grundwassermessstelle GWM 1
ALLGEMEINES		
Lage: Fl.-Nr. (Gemarkung)	--	447/2 (Kiefersfelden)
Gemeinde	--	Kiefersfelden
Rechtswert (GK)	m	4515101,69
Hochwert (GK)	m	5275667,59
Geländeoberkante (GOK)	mNN	472,46
Oberkante Pegelkopf bei geöffneter SEBA-Kappe (= POK)	mNN	473,46
BOHRUNG		
Bohrendtiefe u. GOK	m u. GOK	20
Bohrdurchmesser	mm	324 (0 – 13,0 m u. GOK) 220 (13,0 – 20,0 m u. GOK)
GRUNDWASSERLEITER		
Unterkante Hochflutsedimente / Oberkante Grundwasserleiter	m u. GOK	0,7
Unterkante Grundwasserleiter	m u. GOK	nicht erkundet (> 20 m)
Grundwasserspiegel in Ruhe (10.10.2018)	m u. GOK / mNN	3,00 / 469,46
AUSBAU		
Ausbautiefe	m u. GOK	13,00
Ausbaudurchmesser	mm	125
Ausbaumaterial	--	PVC
Filterrohrstrecke (von – bis)	m u. GOK	2,5 – 12,5 (l = 10,0 m)
Material Filterrohre	--	PVC
Filterrohrschlitzweite	mm	nicht bekannt
Filterkies (von – bis)	m u. GOK	2,0 – 13,0 m
Körnung	mm	2,0 – 3,2
Vollrohrstrecken (von – bis)	m u. GOK	
- Vollrohr DN 125		+0,5 – 2,5 (l = 3,0 m)
- Aufsatzrohr / Pegelabschluss: verzinktes Stahlrohr DN 125 mit SEBA-Kappe und Betonschutzring		+1,0 – 0,5 (l = 1,5 m)
Ringraumabdichtung	m u. GOK	0,1 – 1,7 (l = 1,6 m) Zement-Bentonit-Suspension (Spezialdämmer)

2.1.2 Pumpversuch

Zur genaueren Bestimmung der Untergrunddurchlässigkeit in Bezug auf eine mögliche Grundwassernutzung zu Kühl- und Wärmezwecken wurde in der zur 5-Zoll-Grundwassermessstelle ausgebauten Bohrung ein Kurzzeitpumpversuch durchgeführt.

Nachdem Entsandungspumpen wurde der Pumpversuch als zweistufiger Pumpversuch mit einer Gesamtdauer von 4 Stunden ausgeführt. Die geförderte Wassermenge wurde bestimmt und die Absenkung wurde in vorgegebenen Zeitintervallen aufgezeichnet.
Da bei der ersten Versuchsstufe (3,0 l/s) keinerlei Absenkung des Ruhewasserspiegels festgestellt wurde, wurde im Rahmen der zweiten Versuchsstufe auf die max. Leistung der Pumpe von 5,2 l/s geschaltet. Auch hier wurden nur sehr geringe Absenkungsbeträge aufgezeichnet, sodass eine Wiederanstiegsmessung praktisch nicht möglich war. Vielmehr lag der Ruhewasserspiegel bereits kurz nach dem Abschalten der Pumpe auf dem vor Versuchsbeginn gemessenen Niveau.

Das Versuchsprotokoll zum durchgeführten Pumpversuch ist diesem Bericht in Anlage (3) beigefügt. In dieser Anlage ist auch die Auswertung des Pumpversuchs einzusehen.

In der nachfolgenden Tabelle (2.2) sind die kennzeichnenden Daten zum durchgeführten Pumpversuch zusammengestellt. Die Versuchsergebnisse werden in den Abschnitten 4 und 5 dieses Berichtes noch genauer diskutiert.

Tab. (2.2) Kennzeichnende Daten zum durchgeführten Pumpversuch

Versuch / kennzeichnender Gesichtspunkt (Parameter)	**Information**	**Versuchsbrunnen GWM 1**
Pumpversuche – Allgemeines		
Aquifer	-	Flusskiese (Inn)
Ruhewasserspiegel	m.u. GOK	3,00
Ruhewasserspiegel	m u. MOK	3,50
Bohrdurchmesser	mm	324
Ausbaudurchmesser	mm	125
Grundwassermächtigkeit	m	9,5

Fortsetzung Tab. (2.2)

Versuch / kennzeichnender Gesichtspunkt (Parameter)	Information	Versuchsbrunnen B1
Versuchsstufe 1		
Fördermenge	l/s	3,0
Absenkung	m	0,0
Dauer	min	105
Versuchsstufe 2		
Fördermenge	l/s	5,2
Absenkung	m	0,02
Dauer	min	135
Wiederanstieg	min	1

2.2 Bodenmechanische Laborversuche

Zur genaueren Klassifizierung der erkundeten Böden wurden an drei Bodenproben aus verschiedenen Tiefen des Grundwasserleiters die Korngrößenverteilung nach DIN 18123 bestimmt.

Die kennzeichnenden Daten zur Materialkörnung der untersuchten Proben sind in nachfolgender Tabelle (2.3) zusammengestellt. Die angegeben Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f-Werte) wurden rechnerisch anhand der Sieblinie mit der angegebenen Methode abgeleitet.

Tab. (2.3) Kennzeichnende Daten zur Materialkörnung der erkundeten Böden

Aufschluß/Probe (Tiefe)	**Körnungsfraktion**			**Ungleichförmigkeit ---**	**Bodenart DIN EN ISO 14688-1**	**abgeleiteter k_f-Wert (METHODE)**
	Ton + Schluff [1] %	**Sand %**	**Kies %**			
FLUVIATILE KIESE						
GWM1/GP4 (6,00 – 6,70 m)	1,6	17,5	80,9	27,0	G,s	1×10^{-2} (SEILER)
GWM1/GP6 (11,00 – 11,80 m)	2,2	41,5	56,3	6,2	G+S	5×10^{-3} (SEILER)
SANDZWISCHENLAGEN						
GWM1/GP8 (15,00 – 15,80 m)	10,3	84,6	5,1	--	S,u,g'	7×10^{-5} (USBR)

[1] Ton- und Schluffanteil (<0,063 mm) zusammengenommen

3 BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

3.1 Kurzbeschreibung der erkundeten Bodenschichtung

Mit der ausgeführten Rammkernbohrung wurde der bereits bekannte Untergrundaufbau (sh. unser Baugrundgutachten vom 14.06.208) im Wesentlichen bestätigt. So wurden unter einer 30 cm starken Mutterbodenauflage bis in 0,7 m unter GOK zunächst Hochflutsedimente (Homogenbereich B2) in Form von schluffigen bis stark schluffigen Feinsanden angetroffen. Hier zeigt sich erneut, dass die Schichtmächtigkeit der Hochflutsedimente im geplanten Baugebiet deutliche Schwankungen aufweisen.

Unter den Hochflutsedimenten wurden von 0,7 m bis 2,4 m unter GOK stark sandige Kiese erbohrt, die den jüngeren Talfüllungen des Homogenbereiches B3 zugerechnet werden. Darunter folgen ab 2,4 m unter GOK die älteren fluviatilen Kiese (Homogenbereich B4), die sich im oberen Abschnitt bis 14,6 m unter GOK aus sandigen bis schwach sandigen, abschnittsweise schwach steinigen Kiesen zusammensetzen. Bereichsweise handelt es sich auch um Fein- bis Mittelkiese mit sehr geringem Sandanteil oder um Kies-Sand-Gemische.

Unterhalb von 14,6 m unter GOK wurden innerhalb der fluviatilen Kiese mehrere Sandlagen mit Mächtigkeiten von 0,6 m bis 2,0 m angetroffen. Diese sind hinsichtlich ihrer Körnung als schwach schluffige bis schluffige Mittelsande bis Feinsande anzusprechen. Bereichsweise kommen auch gut ausgewaschene Mittel- und Feinsande vor, die nur einen sehr geringen Schluffanteil aufweisen. Die Sandlagen weisen großteils eine dichte Lagerung auf.

3.2 Erkundete Grundwasserverhältnisse

Der Ruhegrundwasserspiegel wurde nach Abschluss der Bohrarbeiten in der Messstelle GWM 1 in 3,0 m unter GOK (≙ 469,46 mNN) eingemessen. Somit liegt das Grundwasser in ähnlicher Tiefe, wie dies auch bereits bei den Erkundungen im Mai 2018 festgestellt wurde. Es ist davon auszugehen, dass innerhalb der älteren fluviatilen Kiese und z.T. auch in den jüngeren Talfüllungen ein zusammenhängender, freier (ungespannter) Grundwasserkörper vorhanden ist. Bei größerer Schichtmächtigkeit und deutlich bindigem Charakter der Hochflutsedimente sind lokal aber auch leicht gespannte Grundwasserverhältnisse nicht ganz auszuschließen.

Hinsichtlich detaillierter Aussagen zum Grundwasserschwankungsbereich wurden bei der Grenzkraftwerke GmbH (Betreiber des Innkraftwerks Oberaudorf-Ebbs), die Aufzeichnung der Grundwassermessstelle L-125 am Auweg angefragt, welche sich etwa 190 m südöstlich der GWM1 und direkt neben dem Auweg befindet.

Im Rahmen einer Stichtagsmessung wurde an besagter Messstelle L-125, der neuen GWM1 und einer weiteren Grundwassermessstelle (D-Ki-Bk 03/17) die Ruhewasserstände eingemessen und daraus die Grundwassergleichen am Stichtag konstruiert. Wie auch dem Lageplan der Anlage (1) entnommen werden kann, lässt sich eine etwa nach Nordosten gerichtete Fließrichtung des Grundwassers bei einem Gefälle von etwa 0,26 – 0,30 % ermitteln. Diese Ergebnisse decken sich sehr gut mit den Angaben in der hydrogeologischen Karte von Südostoberbayern und auch mit den langjährigen Daten der Grenzkraftwerke GmbH.

Ein Vergleich des aktuellen Grundwasserstandes mit den Messdaten der Grundwassermessstelle L-125 für die Jahre 2010-2018 zeigt, dass die im Bearbeitungszeitraum festgestellten Grundwasserstände in etwa zwischen dem Niedrigwasserstand und dem Mittelwasserstand liegen.

Weiter wurden Temperaturdaten der Messstelle L-125 ausgewertet, um sie mit den Aufzeichnungen zur Wassertemperatur in der GWM1 (zum Zeitpunkt der Probenahme) zu vergleichen und hinsichtlich der jahreszeitlichen Temperaturschwankungen im Hinblick auf eine thermische Nutzung des Grundwassers bewerten zu können.

In der nachfolgenden Tabelle (3.1) sind die wesentlichen hydraulischen Daten nochmal zusammengestellt.

Tab. (3.1) Grundwasserverhältnisse

Hydrologischer Gesichtspunkt	Benennung	Information
ALLGMEINES		
Aquifer	--	Fluviatile Kiese
Grundwassersituation	--	frei
ERKUNDUNGSERGEBNISSE		
erkundeter Ruhe-Wasserspiegel	m u. GOK / m NN	3,00 / 469,46
Aquifermächtigkeit	m	> 19 m
Grundwassermächtigkeit (erschlossen)	m	9,5
Grundwasserfließrichtung	--	Südwest → Nordost bis Südsüdwest → Nordnordost
Grundwassergefälle	%	0,26 – 0,30
Situation zum Erkundungszeitpunkt		zwischen Niedrigwasser und Mittelwasser
ermittelte Durchlässigkeit Bereich GWM1	m/s	rund 2 x 10^{-2}
mittlere Durchlässigkeit des Aquifers im Bereich 3 – 12 m u. GOK (mit Sicherheitsabzug)	m/s	rund 5 x 10^{-3}
GRUNDWASSERBEOBACHTUNG		
Grundwasserbeobachtung - Messdaten		
Grundwassermessstelle		L-125 (Auweg)
Messzeitraum		Jan. 2010 – Okt. 2018
mittlerer Grundwasserstand	mNN	470,30 (≙ 3,50 m u. GOK)
höchster Hochwasserstand	mNN	471,09 (≙ 2,80 m u. GOK)
niedrigster Niedrigwasserstand	mNN	469,97 (≙ 3,92 m u. GOK)
Schwankungsbreite	m	1,12
Wassertemperatur (GWM L-125)	°C	
- Minimum		9,5
- Maximum		11,6
- Mittelwert		10,1

Zum Zeitpunkt der Probenahme wurde durch den Probenehmer des Labors Agrolab eine Wassertemperatur von 12,4°C gemessen während zu dieser Zeit in der Messstelle L-125 Grundwassertemperaturen von etwa 10,5°C aufgezeichnet wurden. Es ist davon auszugehen, dass die Grundwassertemperaturen bei der relativ geringen Distanz der Pegel nicht derartige Unterschiede zeigen, sondern dass es sich hier wahrscheinlich eher um Eichungsdifferenzen der Messgeräte handelt. Insgesamt werden im Bereich der GWM1 ähnliche Temperaturen erwartet, wie sie bei der Messstelle L-125 für die Jahre 2015-2018 aufgezeichnet wurden.

4 ERGEBNISSE DER HYDROGEOLOGISCHEN UNTERSUCHUNGEN

4.1 Auswertung der Pumpversuchsergebnisse (GWM 1)

Wie auch der Auswertung des in der Messstelle GWM1 durchgeführten Pumpversuches (Anlage (3)) entnommen werden kann, wurde das Grundwasser bei einer Fördermenge von 5,2 l/s nur um 2 cm abgesenkt. Mit der ersten Versuchsstufe (3,0 l/s) konnte keine Absenkung des Grundwasserspiegels aufgezeichnet werden. Aus den Ergebnissen des Pumpversuches bzw. der Absenkung in der Versuchsstufe 2 wurde ein k_f-Wert von rund 9 x 10^{-3} bis 3 x 10^{-2} m/s ermittelt. Der mit der GWM1 erschlossene Aquifer kann damit als hoch durchlässig bezeichnet werden. Für weitere Details wird auf die Anlage (3.2) und die Angaben zum Pumpversuch im Abschnitt 2.1.2 verwiesen.

Für weiterführende Berechnungen, vor allem in etwas weiterer Entfernung von der GWM1 (z.B. Position Löschwasserbrunnen) wird empfohlen, den beim Pumpversuch in der GWM1 ermittelten k_f-Wert auf der sicheren Seite liegend auf einen Wert von 5 x 10^{-3} m/s abzumindern.

Eine Auswertung des Fassungsvermögens zeigt, dass bei den vorliegenden hydrogeologischen Rahmenbedingungen (abgeminderter k_f-Wert von 8 x 10^{-3} bei einem Ausbaudurchmesser von 125 mm und einer Grundwassermächtigkeit von rund 9 m) das theoretische optimale Entnahmevolumen aus der GWM 1 bei etwa 18-19 l/s liegt. Rein (pumpen-) technisch wird beim vorliegenden Ausbaudurchmesser vermutlich aber nur eine Förderung von max. 7-8 l/s möglich sein, ohne einen Strömungsabriss zu riskieren.

4.2 Ergebnisse der hydrochemischen Analysen

Gegen Ende des ausgeführten Pumpversuches wurden von einem Mitarbeiter des Labors Agrolab, Eching am Ammersee Wasserproben zur chemisch-technischen Analytik entnommenen. Dabei wurden auch die Vor-Ort-Parameter gemessen.

Wie dem Prüfbericht des Labors nebst Beurteilung der Ergebnisse in der Anlage (7) entnommen werden kann, handelt es sich um ein Wasser vom Typ normal erdalkalisch, überwiegend hydrogenkarbonatisch mit einer elektrischen Leitfähigkeit (25°, vor Ort) von 518 µS/sm, einer Temperatur von 12,4°C und einem pH-Wert von 7,63.

Bei den für eine Grundwasserwärmepumpe relevanten Parametern wurden keine Auffälligkeiten bzw. Erhöhungen festgestellt. Das Wasser liegt nahezu im sogenannten Calcit-Kohlensäure-Gleichgewicht. Mit Versinterungen ist daher nicht zu rechnen, auch Verockerungen sind aufgrund der sehr geringen Eisen- und Mangangehalte nicht zu erwarten.

5 BEWERTUNG DER ERGEBNISSE UND HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG

5.1 Grundwasserwärmepumpe

Wie dem Kapitel 4.2 und auch der Anlage (7) entnommen werden kann, ist das untersuchte Wasser für den Betrieb einer Grundwasserwärmepumpe aus hydrochemischer Sicht geeignet.

Eine Auswertung der Daten zur Grundwassertemperatur in einer nahe gelegenen Grundwassermessstelle (L-125) zeigt, dass die Wassertemperatur im Mittel bei etwa 10,0 bis 10 °C liegt wird und etwa zwischen 9,5°C und 11,6°C schwankt. Somit liegt die Wassertemperatur im üblichen Bereich des oberflächennahen Grundwassers.
Aufgrund der vorliegenden Daten zur Grundwassertemperatur im untersuchten Aquifer und auch unter Einbeziehung der festgestellten Grundwasserfließrichtung ist eine Beeinflussung der Grundwassertemperatur durch den Inn vorliegend nicht oder nicht in relevantem Ausmaß zu erwarten (Ausnahme: evtl. bei starken Hochwasserabflüssen).

Die beim ausgeführten Pumpversuch ermittelte hohe Wasserdurchlässigkeit zeigt, dass mit einem geeigneten Brunnendurchmesser und einer entsprechend leistungsstarken Pumpe die angedachte Entnahmemenge von rund 40 l/s zu Kühl- und Wärmezwecken problemlos zu entnehmen sein dürfte. Um die gewünschte Entnahme von 40 l/s zu gewährleisten, wird aus technischer Sicht empfohlen, einen Brunnen mit einem Innendurchmesser von 300 mm (Bohrdurchmesser von ca. 600 mm) und einer erschlossenen Grundwassermächtigkeit von 9-10 m vorzusehen. Letzteres entspricht in etwa einer Ausbautiefe von 12-13 m. Letztlich ist der Ausbaudurchmesser hier aber vor allem abhängig vom nötigen Platz für eine entsprechend leistungsstarke Unterwasserpumpe

Für den beschriebenen Brunnen beträgt die Reichweite bzw. der Radius des Absenktrichters nach SICHARDT bei einer Entnahmemenge von 40 l/s und einer prognostizierten Absenkung des Ruhewasserspiegels von etwa 20 cm 75-80 m. Das heißt, dass bis zu dieser Entfernung eine Beeinflussung umliegender Brunnen möglich ist.

5.2 Löschwasserentnahme

Gemäß den Angaben des Ingenieurbüros Rappl, Flintsbach am Inn, soll für die Löschwasserversorgung des Gebietes ein Löschwasserbrunnen erstellt werden. Dieser ist derzeit im Einmündungsbereich der Ostschleife der Erschließung in die Hauptachse bzw. den derzeitigen Auweg vorgesehen und liegt damit rund 150 m nordnordwestlich der GWM 1. Nach Angaben des Ingenieurbüros Rappl soll der Löschwasserbrunnen auf eine Entnahmemenge von 26,7 l/s (oder alternativ zumindest auf 13,3 l/s) ausgelegt werden.
Bezüglich der Untergrundsituation und der angesetzten Aquiferparameter wird hier zum einen auf die nahegelegenen Untergrundaufschlüsse der früheren Erkundungsphasen zurückgegriffen. Zum anderen wird davon ausgegangen, dass aufgrund der recht homogenen Zusammensetzung und Verbreitung der als Grundwasserleiter dienenden fluviatilen Kiese auch die hydraulischen Rahmenbedingungen ähnlich sind, wie sie mit der Grundwassermessstelle GWM1 im Bereich der Genusswelten ermittelt wurden.

Bei einem angesetzten Durchlässigkeitsbeiwert (mit Sicherheitsabzug) von $k_f = 5 \times 10^{-3}$ m/s sollte für die Förderung der angedachten 26,7 l/s ein Ausbaudurchmesser von ≥ 220 mm (Bohrdurchmesser von ≥ 450 mm) bei einer erschlossenen Grundwassermächtigkeit von etwa 10 m (Tiefe ca. 12-13m) vorgesehen werden. In Hinblick auf Sicherheiten bzw. Reserven wird ein Ausbau DN 300 mit einem Bohrdurchmesser von ca. 600 mm zur Sicherheit empfohlen. In Abhängigkeit von der gewählten Pumpe sind aber auch hier ggf. noch Anpassungen des Ausbaudurchmessers erforderlich.

Die Reichweite nach SICHARDT liegt für den beschriebenen Brunnen bei rund 100 m. Eine Beeinflussung des Löschwasserbrunnens durch die Grundwasserentnahme für die Wärmepumpe ist daher bei der gegebenen Entfernung von rund 150 m auszuschließen oder nur sehr untergeordnet im randlichen Überschneidungsbereich zu erwarten.

5.3 Wasserhaltung Pumpschacht

Im Bereich der Einmündung des Auweges in die Hauptachse der Erschließung des Baugebietes ist eine Schmutzwasserpumpstation vorgesehen. Gemäß den Angaben des Ingenieurbüros Rappls muss für den Bau der Pumpstation eine ca. 3,5 m x 3,5 m große und etwa 5,8 m tiefe Baugrube erstellt werden. Die Aushubsohle befindet sich etwa auf 467 m ü.NN.

Wie anhand der in der Anlage (1) dargestellten Grundwassergleichen von der Stichtagsmessung am 18.10.2018 ermittelt wurde, befindet sich der Grundwasserspiegel im Bereich der vorgesehenen Pumpstation derzeit auf ca. 469,43 m NN und damit etwa 3,4 m unter GOK. Wie auch im Kapitel 3.2 erwähnt, repräsentieren die derzeitigen Grundwasserstände etwa die Situation zwischen Mittel- und Niedrigwasser. Da die Bauarbeiten für die Erschließung nach derzeitigem Stand im Winter bis Frühjahr 2019 geplant sind, sind hier relativ ähnliche Grundwasserstände zu erwarten, wie sie zum Erkundungszeitpunkt vorlagen.

Bei dem derzeitigen Grundwasserstand ist davon auszugehen, dass für die Erstellung der Baugrube eine Grundwasserabsenkung bis ca. 0,3 m unter Aushubsohle und damit von ca. 2,7 m erforderlich wird. Aufgrund der im Bereich der GWM 1 ermittelten hohen Durchlässigkeit der fluviatilen Kiese ist die Grundwasserabsenkung im vorliegenden Fall mit erheblichem Aufwand verbunden.

Zum einen bietet sich hier ein Spundwandkasten mit einer tiefliegenden Dichtsohle an, welche mittels Niederdruck- oder Düsenstrahlinjektion erstellt werden kann. Anschließend kann aus der somit weitgehend abgedichteten Baugrube das stehende Wasser abgepumpt werden. Ferner ist vermutlich noch in geringem Umfang (max. etwa 5-10 l/s) eine Restwasserhaltung zu betreiben.

Alternativ zum oben beschriebenen Methode ist auch eine geschlossene Wasserhaltung mit einer Grundwasserabsenkung durch Bohrbrunnen möglich, welche innerhalb eines Spundwandkastens abgeteuft werden. Hier ist von Spundwandelementen von etwa 12 m auszugehen (statischer Nachweis erforderlich). Durch den Spundwandkasten wird die Durchlässigkeit der Kiese insofern verringert, als die vertikale Durchlässigkeit in der Regel deutlich geringer ist als die horizontale Durchlässigkeit. Allerdings ist diese Methode mit größeren Unwägbarkeiten hinsichtlich der anfallenden Wassermenge verbunden. Die abzupumpende Wassermenge für die erforderliche Grundwasserabsenkung von 2,7 m wird hier immer noch in der Größenordnung von etwa 30-60 l/s abgeschätzt, wofür z.B. zwei Brunnen mit einem Ausbaudurchmesser von 300-400 mm erforderlich werden.

6 SCHLUSSBEMERKUNG

Im vorliegenden Bericht wurden die Ergebnisse der durchgeführten Feld- und Laborarbeiten im Zusammenhang mit der geplanten Grundwasserentnahme im Bereich des Baugebietes „Kaiserreich“ am Auweg in Kiefersfelden zusammengestellt und bewertet.

Die durchgeführten Untersuchungen und die erkundeten Untergrundverhältnisse wurden als Ergänzung zu unserem Baugrundgutachten vom 14.06.2018 beschrieben und aus hydrogeologischer Sicht bewertet. Es wurden Berechnungen für die Dimensionierung der erforderlichen Brunnen durchgeführt. Daneben wurde auch eine Stellungnahme zur erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahme für den Pumpschacht mit Hinweisen zur Bauausführung gegeben.

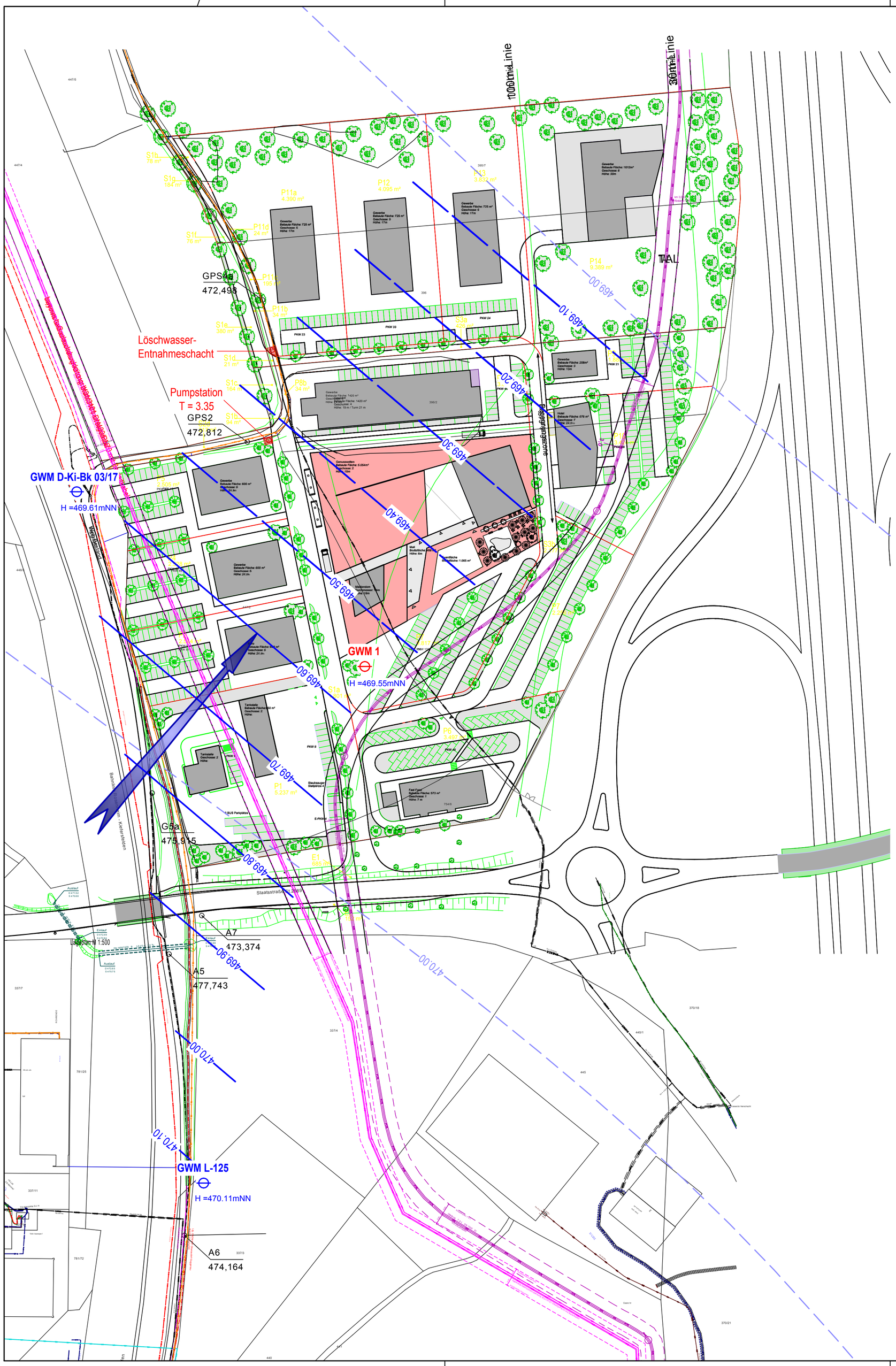
Es wird davon ausgegangen, dass die an Planung und Bauausführung beteiligten Architekten und Ingenieure unter Zugrundelegung der hier aufgezeichneten Untergrunddaten alle erforderlichen Nachweise für die Bauwerke etc. entsprechend den Regeln der Bautechnik führen und bei offenen Fragestellungen hinsichtlich Baugrund an den Baugrundsachverständigen herantreten. Zum Zeitpunkt der Ausarbeitung dieses Berichtes lagen uns die genannten Arbeitsunterlagen vor. Da dem Baugrundsachverständigen nicht alle relevanten Gesichtspunkte der Planung und Bauausführung bekannt sein können, sind Detailfragen oder generelle Planungsänderungen mit dem Bearbeiter dieses Berichtes zu koordinieren.

Sollten im Rahmen der Bauausführung nicht auszuschließende Abweichungen der Untergrundverhältnisse festgestellt werden, ist ebenfalls Kontakt mit dem Baugrundsachverständigen aufzunehmen.

Für weitere Beratungsleistungen stehen wir gerne zur Verfügung.

Anlage (1)

LAGEPLAN MIT GRUNDWASSERMESSSTELLEN UND GRUNDWASSERGLEICHEN



Legende:

GWM 1	Grundwassermessstelle (neu)
GWM	Grundwassermessstelle (Bestand)
470.00	Grundwassergleichen Hydrogeol. Karte 100
470.00	Grundwassergleichen vom 18.10.2018
	Grundwasserfließrichtung

N

Plangrundlage: Vorplanung Stand 03.05.2018, ATP Innsbruck Planungs GmbH

Index	Bemerkung	geänd. am	Name	gepr. am	Name
...	...	...	...	...	...

CRYSTAL
GEOTECHNIK
BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH
INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG
HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08806/480 + 1432
SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0
E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de

BAUHERR
INN-Immobilien GmbH, Kiefersfelden

PROJEKT
Baugebiet am Auweg in Kiefersfelden - "Kaiserreich"

PLANINHALT
Lageplan mit Grundwassermessstellen und Grundwassergleichen

MASSTAB:	GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT
M 1 : 1000	SA/NP	23.10.2018	BI

PROJEKT NR.	PLAN NR.	ANLAGE
B 185147		1

H/B = 594 / 594 (0.35m²)

Allplan 2017

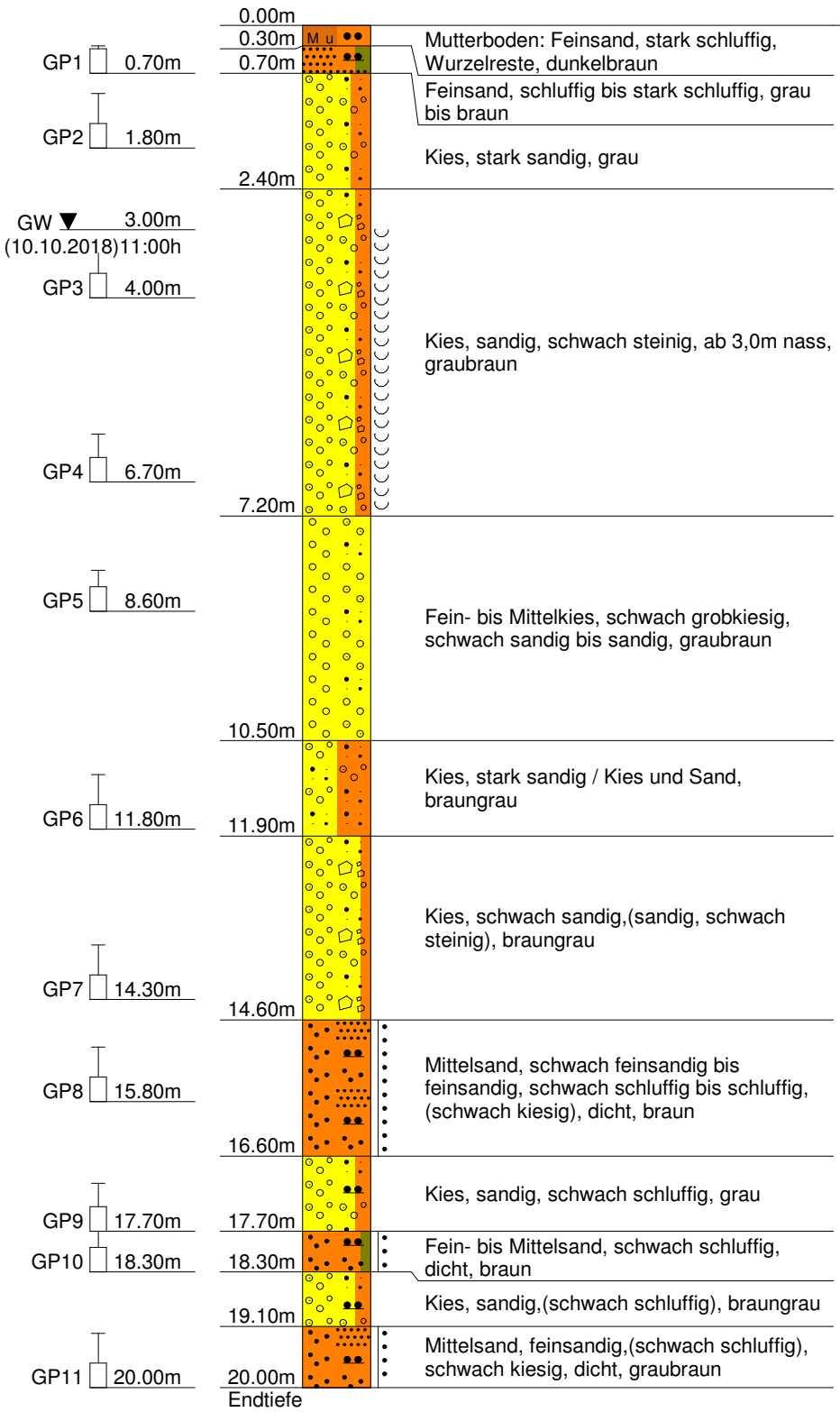
Anlage (2)

BOHR- UND AUSBAUPROFIL DER GRUNDWASSERMESSSTELLE GWM 1

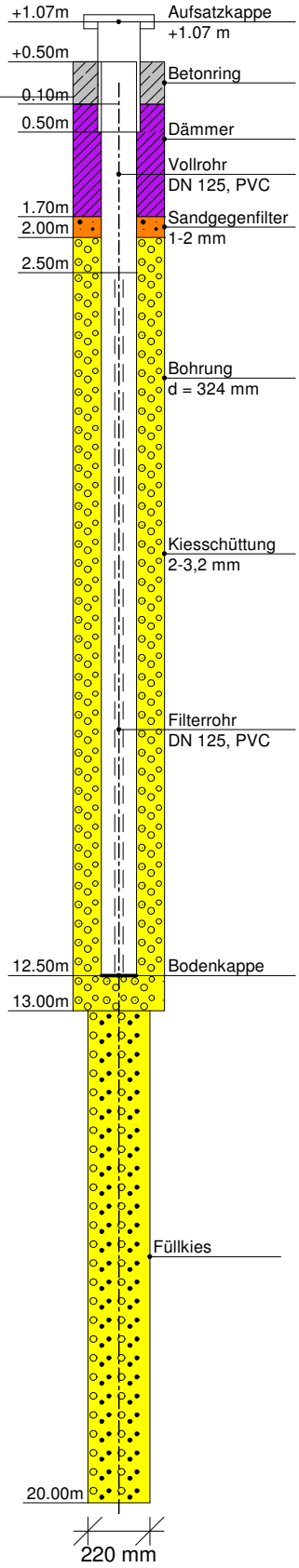
CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : INN-Immobilien, Kiefersfelden - "Kaiserreich"	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B185147	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 09. - 10.10.2018	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 100 / 1: 25	Anlage : 2

GWM 1

Ansatzpunkt: 472.46 mNN



Messstellenausbau



DC

Anlage (3)

PROTOKOLL PUMPVERSUCH GWM 1
MIT AUSWERTUNG

EDER Brunnenbau GmbH
Kreuzweg 3
84332 Hebertsfelden
Tel. 08721 508090
Fax: 08721 507230

Pumpversuchsbericht

Messwerte

Baustelle **Genusswelten Kiefersfelden**

Brunnen Nr. **GWM 1**

Versuch Nr. **1**

Blatt **1**

Auftrags Nr.:

Messpunkt = 0,50 m ü. ROK

Zeitangaben			Wasserstands-angaben		Wassermengen-angaben		Beschaffenheitsangaben						
Datum 2018	Uhrzeit	Dauer seit Pump-beginn	Wasser-stand unter Messpunkt m	Absen-kung m	spezifi-scher Messwert	Ent-nahme l/s	Leit-fähigkeit µS/cm	pH-Wert	Tem-peratur °C	Sand-führung g/m³	Trübung	Farbe	Bemer-kungen
10.10.	11:00		3,50	0,00		0,0			Ruhewasserspiegel				
10.10.	11:02		3,50	0,00		3,0							
10.10.	11:05		3,50	0,00		3,0							
10.10.	11:10		3,50	0,00		3,0							
10.10.	11:30		3,50	0,00		3,0							
10.10.	12:00	1,0	3,50	0,00		3,0							
10.10.	12:30		3,50	0,00		3,0							
10.10.	12:45		3,50	0,00		3,0							
10.10.	12:50		3,52	0,02		5,2							
10.10.	13:00	2,0	3,52	0,02		5,2							
10.10.	13:15		3,52	0,02		5,2							
10.10.	13:30		3,52	0,02		5,2							
10.10.	14:00	3,0	3,51	0,01		5,2							
10.10.	14:30		3,51	0,01		5,2							
10.10.	15:00	4,0	3,51	0,01		5,2							
									Pumpversuch beendet				
10.10.	15:01		3,50	0,00		0,0			Wiederanstieg				

Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes aus einem Pumpversuch für Brunnen mit freiem Grundwasser-Spiegel

(ohne Vorfeldmeßstellen)

Projekt:	Kaiserreich Kiefersfelden, Genusswelt	Datum:	16.10.2018
Projektnummer:	B185147		
Brunnen:	GWM 1		

EINGANGSPARAMETER

1.Entnahmemenge:	Q1=	0,003	m³/s
Gw-Mächtigkeit:	H=	9,5	m
Absenkung bei Q1:	s1=	0,005	m
Aquifermächt.:	m=	9,5	m
Abges.GW-Mächtigkeit bei Q1	h1=	9,495	m
Bohrdurchmesser:	D=	0,324	m
2.Entnahmemenge:	Q2=	0,005	m³/s
2.Absenkung:	s2=	0,02	m
Abges. GW-Mächtigkeit bei Q2	h2=	9,48	m
Radius des Absenktrichters bei Q1:	Rk1 =	2,227	m nach KUSAKIN
Radius des Absenktrichters bei Q2:	Rk2 =	8,909	m nach KUSAKIN
Radius des Absenktrichters bei Q1:	Rs1 =	3,77	m nach SICHARDT
Radius des Absenktrichters bei Q2:	Rs2 =	9,931	m nach SICHARDT
Radius des Brunnens:	r =	0,162	m

Kf-Wert nach DAHLHAUS:

$$k_{f1} = \frac{Q_1}{(h_1 + \frac{s_1}{2}) * s_1} \qquad k_{f2} = \frac{Q_2}{(h_2 + \frac{s_2}{2}) * s_2}$$

kf1= 6,32E-02 m/s
kf2= 2,74E-02 m/s

Kf-Wert nach DUPUIT-THIEM:

$$k_{f1} = \frac{Q_1 * \ln \frac{R_{s1}}{r}}{\pi * (H^2 - h_1^2)} \qquad k_{f2} = \frac{Q_2 * \ln \frac{R_{s2}}{r}}{\pi * (H^2 - h_2^2)}$$

kf1= 3,16E-02 m/s
kf2= 1,79E-02 m/s

Kf-Wert nach PAAVEL/BIESKE:

kf= 9,21E-03 m/s

Anlage (4)

AUFZEICHNUNGEN DES BOHRGERÄTEFÜHRERS (SCHICHTENVERZEICHNIS)

EDER Brunnenbau GmbH
Kreuzweg 3
84332 Hebertsfelden
Tel.:08721/508090 Fax:507230

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr:
Aktenzeichen:

Anlage:
Bericht:

1 Objekt **Business-Quartier "Kaiserreich", Genusswelten Kiefersfelden**

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **4**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. **GWM 1** Zweck: **Errichtung einer Grundwassermessstelle**
Ort: **Kiefersfelden**
Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000): Nr:
Rechts: Hoch: Lotrecht Richtung:
Höhe des a) zu NN m
Ansatzpunktes b) zu m [m] unter Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: **Crystal Geotechnik GmbH, Wasserburg**
Fachaufsicht: **M.Sc. Geologe Benjamin Bichler, Crystal Geotechnik**

5 Bohrunternehmen: **EDER BRUNNENBAU in Deutschland GmbH, Hebertsfelden**
gebohrt von: **09.10.2018** bis: **10.10.2018** Tagesbericht-Nr: Projekt-Nr: **2018-151**
Geräteführer: **Herbig Ralf** Qualifikation: **Bohrgeräteführer**
Geräteführer: Qualifikation:
Geräteführer: Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: Baujahr:
Bohrgerät Typ: Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:

	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	**Kernkisten**	**10**	
Bohrproben			
Bohrproben			
Sonderproben			
Wasserproben			

9 Bohrtechnik
9.1 9.1 Kurzzeichen
9.1.1 Bohrverfahren
9.1.1.1 Art:

BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben
... =

BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben
BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben
BS = Sondierbohrungen
... =

BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme
BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung
BKF= BK mit fester Kernumhüllung
... =

9.1.1.2 Lösen:
rot = drehend
ram = rammend
druck = drückend
schlag = schlagend
greif = greifend

9.1.2 Bohrwerkzeug
9.1.2.1 Art:
EK = Einfachkernrohr
DK = Doppelkernrohr
TK = Dreifachkernrohr
S = Seilkernrohr

HK = Hohlkrone
VK = Vollkrone
H = Hartmetallkrone
D = Diamantkrone
Gr = Greifer
Schap = Schappe

Schn = Schnecke ... =
Spi = Spirale ... =
Kis = Kiespumpe ... =
Ven = Ventilbohrer
Mei = Meißel
SN = Sonde

9.1.2.2 Antrieb:
G = Gestänge
SE = Seil

HA = Hand
F = Freifall
V = Vibro

DR = Druckluft
HY = Hydraulik

9.1.2.3 Spülhilfe:
WS= Wasser
LS = Luft

SS = Sole
DS = Dickspülung
Sch = Schaum

d = direkt
id = indirekt

9.2 Bohrtechnische Tabellen

Tiefe in m Bohrlänge in m von	bis	Bohrverfahren Art	Lösen	Bohrwerkzeug Art	ø mm	Antrieb	Spül-hilfe	Verrohrung Außen ø mm	Innen ø mm	Tiefe m	Bemerkungen
0,00	**13,00**	**BK**	**ram**	**Schap**				**324**		**13,00**	
13,00	**20,00**	**BK**	**ram**	**Schap**				**220**		**20,00**	

9.3 Bohrkronen

1	Nr:	ø Außen/Innen:	/
2	Nr:	ø Außen/Innen:	/
3	Nr:	ø Außen/Innen:	/
4	Nr:	ø Außen/Innen:	/
5	Nr:	ø Außen/Innen:	/
6	Nr:	ø Außen/Innen:	/

9.4 Geräteführer-Wechsel

Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für	Ersatz	Grund
1						
2						
3						
4						

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei **3.00** m, Anstieg bis m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstand **3.00** m unter Ansatzpunkt bei m Bohrtiefe

Verfüllung: **13.00** m bis **20.00** m Art: **Füllkies** von: m bis: m Art:

Nr	Filterrohr von m	bis m	ø mm	Filterschüttung Art	von m	bis m	Körnung mm	Sperrschicht von m	bis m	Art	OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	2.50	**12.50**	**125**	**Filtersand**	**1.70**	**2.00**	**1,0-2,0**	**0.10**	**1.70**	**Dämmer**	
				Filterkies	**2.00**	**13.00**	**2,0-3,2**				

11 Sonstige Angaben **Messstellenabschluss: Stahlschutzrohr, SEBA-Kappe, Betonring**

Datum: **15.10.2018** Firmenstempel: Unterschrift: _____

DC

EDER Brunnenbau GmbH
Kreuzweg 3
84332 Hebertsfelden
Tel.:08721/508090 Fax:507230

Anlage

Bericht:

Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Business-Quartier "Kaiserreich", Genusswelten Kiefersfelden**

Bohrung Nr. GWM 1 Blatt 3

Datum: **09.10.2018-10.10.2018**

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.30	a) **Mutterboden, sandig, schluffig, Wurzelreste**				**Rammkernbohrung Ø 324 mm**			
	b)				**erdfeucht**			
	c)	d) **leicht bohrbar**	e) **dunkelbraun**					
	f)	g)	h)	i)				
0.70	a) **Feinsand, schluffig bis stark schluffig**				**"**			
	b)				**erdfeucht**			
	c)	d) **leicht bohrbar**	e) **braungrau**					
	f)	g)	h)	i)				
2.40	a) **Kies, stark sandig**				**"**			
	b)				**erdfeucht**			
	c)	d) **leicht bohrbar**	e) **grau**					
	f)	g)	h)	i)				
7.20	a) **Kies, sandig, schwach schluffig, schwach steinig**				**Ruhewasser 3.00m u. AP 10.10.2018 Wasser bei 3,00 m angebohrt**			
	b)							
	c)	d) **mittel bis schwer bohrbar**	e) **graubraun**		**"**			
	f)	g)	h)	i)	**ab 3,00 m nass**			
14.60	a) **Fein- bis Mittelkies, schwach grobkiesig, schwach sandig**				**ab 13,00 m Rammkernbohrung Ø 220 mm**			
	b)							
	c)	d) **mittel bohrbar**	e) **graubraun**		**nass**			
	f)	g)	h)	i)				

EDER Brunnenbau GmbH
Kreuzweg 3
84332 Hebertsfelden
Tel.:08721/508090 Fax:507230

Anlage

Bericht:

Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Business-Quartier "Kaiserreich", Genusswelten Kiefersfelden**

Bohrung Nr. GWM 1 Blatt 4

Datum: **09.10.2018-10.10.2018**

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
16.60	a) **Mittelsand, schwach feinsandig, schwach schluffig**				" **nass**			
	b)							
	c)	d) **mittel bis schwer bohrbar**	e) **dunkelbraun**					
	f)	g)	h)	i)				
17.70	a) **Kies, sandig, schwach schluffig**				" **nass**			
	b)							
	c)	d) **mittel bohrbar**	e) **braungrau**					
	f)	g)	h)	i)				
18.30	a) **Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig**				" **nass**			
	b)							
	c)	d) **schwer bohrbar**	e) **dunkelbraun**					
	f)	g)	h)	i)				
19.10	a) **Kies, sandig, schwach schluffig**				" **nass**			
	b)							
	c)	d) **mittel bohrbar**	e) **braungrau**					
	f)	g)	h)	i)				
20.00 Endtiefe	a) **Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, schwach kiesig**				" **nass**			
	b)							
	c)	d) **schwer bohrbar**	e) **dunkelbraun**					
	f)	g)	h)	i)				

Anlage (5)

BOHRKERNFOTOS

CRYSTAL
GEOTECHNIK BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

GWM 1

Abb. 1: GWM1 von 0-6 m (10.10.2018)

Abb. 2: GWM1 von 6-12 m (10.10.2018)

Crystal Geotechnik Beratende Ingenieure und Geologen GmbH
Schustergasse 14 · 83512 Wasserburg
Tel.: 08071-92278-0 FAX: 08071-92278-22
E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de

Abb. 3: GWM1 von 12-16 m (10.10.2018)

Abb. 4: GWM1 von 16-20 m (10.10.2018)

Anlage (6)

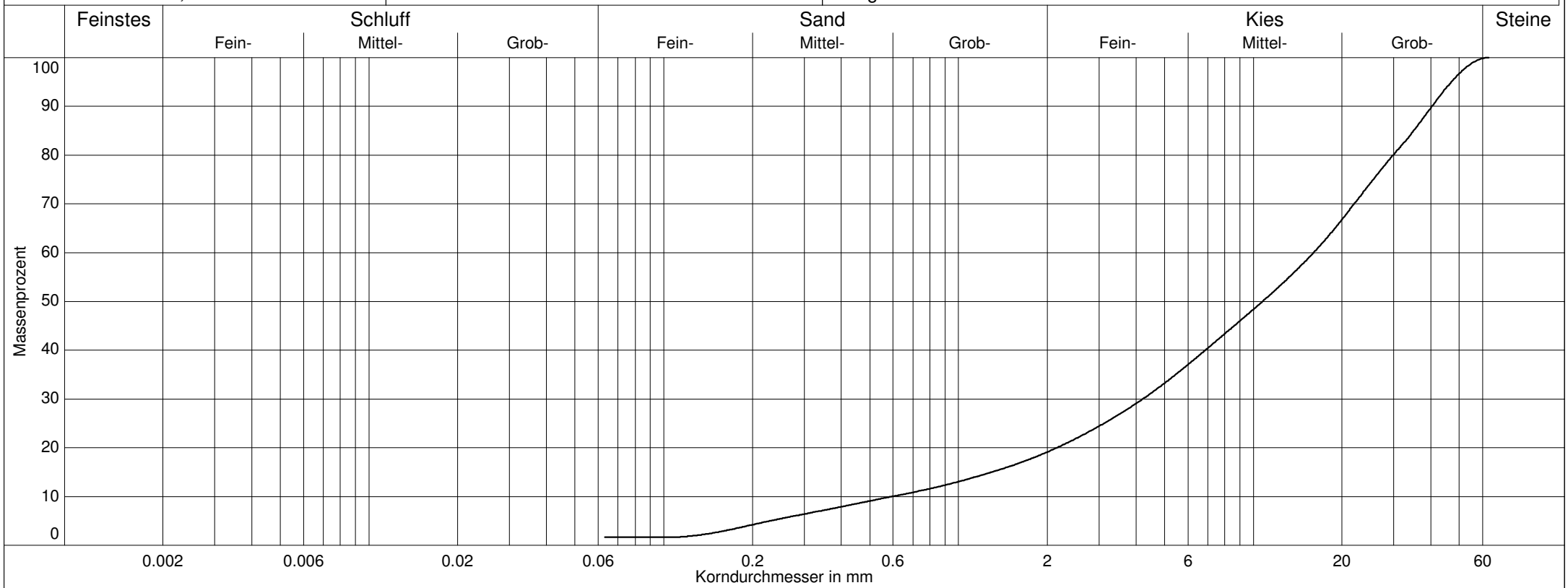
PROTOKOLLE DER BODENMECHANISCHEN LABORVERSUCHE

Projekt:	Kaiserreich Kiefersfelden , Am Auweg			Anlage:	**CRYSTAL**
Ort:	Kiefersfelden	Projekt-Nr.: B 185147	Bearb.: BI/LP	Datum: 10.10.18	GEOTECHNIK

ZUSAMMENSTELLUNG DER LABORERGEBNISSE

Probenahme			Bodenbeschreibung nach DIN EN ISO 14688-1 und 2:2011-06	Kurzzeichen nach DIN 4023	Bodengruppe nach DIN 18196	Wassergehalt w	Kornanteile in Gew. %			Zustandsgrenzen					Dichten		Bemerkung	Steinanteil	Kf-Wert
										Wasserg. w<0,4mm	w_L Fließgrenze	w_P Ausrollgrenze	I_P Plastizität	Konsistenz	ρ feucht	ρ_d trocken			
Entnahmestelle	Entnahmetiefe	Probenart					< 0,063 mm	0,06 bis < 2,0 mm	2,0 bis <63 mm										
-	m	-	-	* = stark	-	%	%	%	%	%	%	%	%		t/m³	t/m³		%	kN/m²
GWM1	6,00- 6,70	GW4	Kies sandig	G,s graubeige	GW		1,6	17,5	80,9									13,1	
GWM1	11,00- 11,80	GP6	Kies + Sand	G+S quarzgrau	GW		2,2	41,5	56,3										
GWM1	15,00- 15,80	GP8	Sand schluffig schwach kiesig	S,u,g´ quarzgrau leicht rötlich	SU		10,3	84,6	5,1										

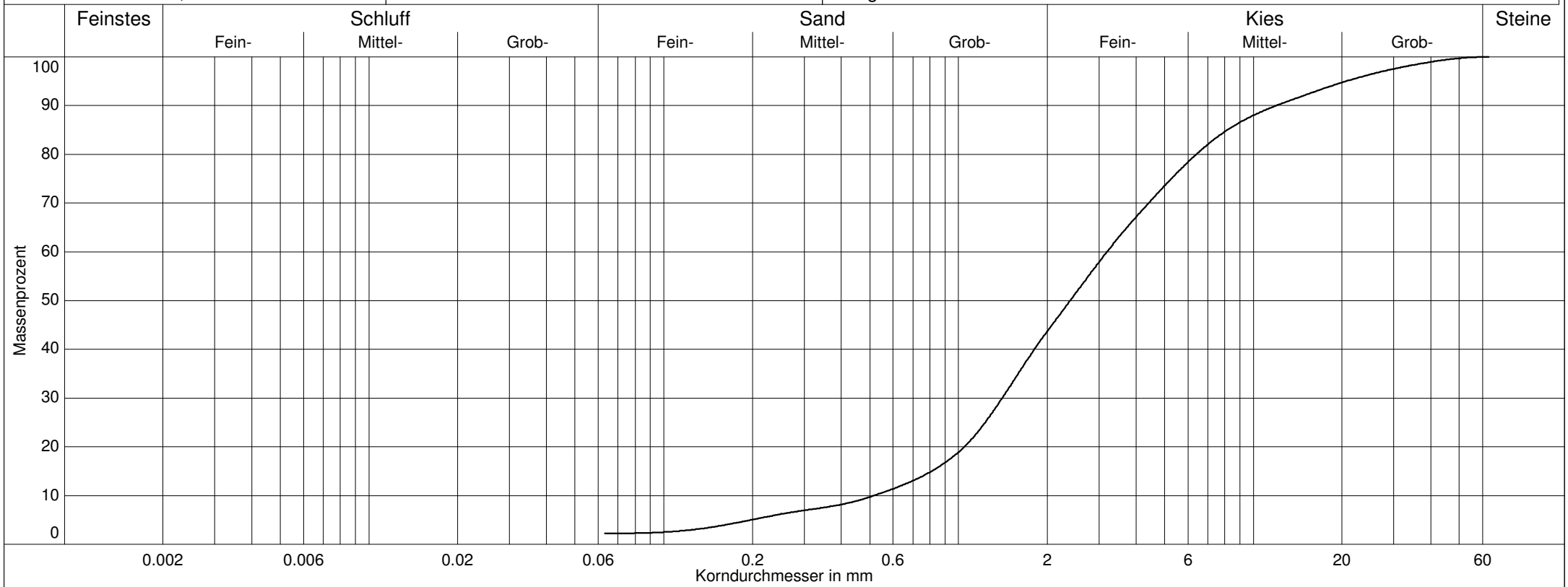
Crystal Geotechnik GmbH	**Kornverteilung**	Projekt : Kaiserreich Kiefersfelden , Am Auweg
Beratende Ing. u. Geologen GmbH	DIN 18 123-5	Projektnr.: B 185147
Schusterg. 14, 83512 Wasserburg		Datum : 13.10.2018
Tel. 08071/92278-0, FAX -92278-22		Anlage :



Labornummer	——— GWM1 GP4				
Entnahmestelle	Kiefersfelden				
Entnahmetiefe	6,0 m - 6,7 m				
Ungleichförm. U	U = 27.0				
Krümmungszahl Cc	Cc = 1.9				
Bodenart	G,s				
d10 / d60	0.594/16.017 mm				
Anteil < 0.063 mm	1.6 %				
Bodengruppe	GW				
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/1.6/17.5/80.9 %				
Frostempfindl.klasse	F1				

DC

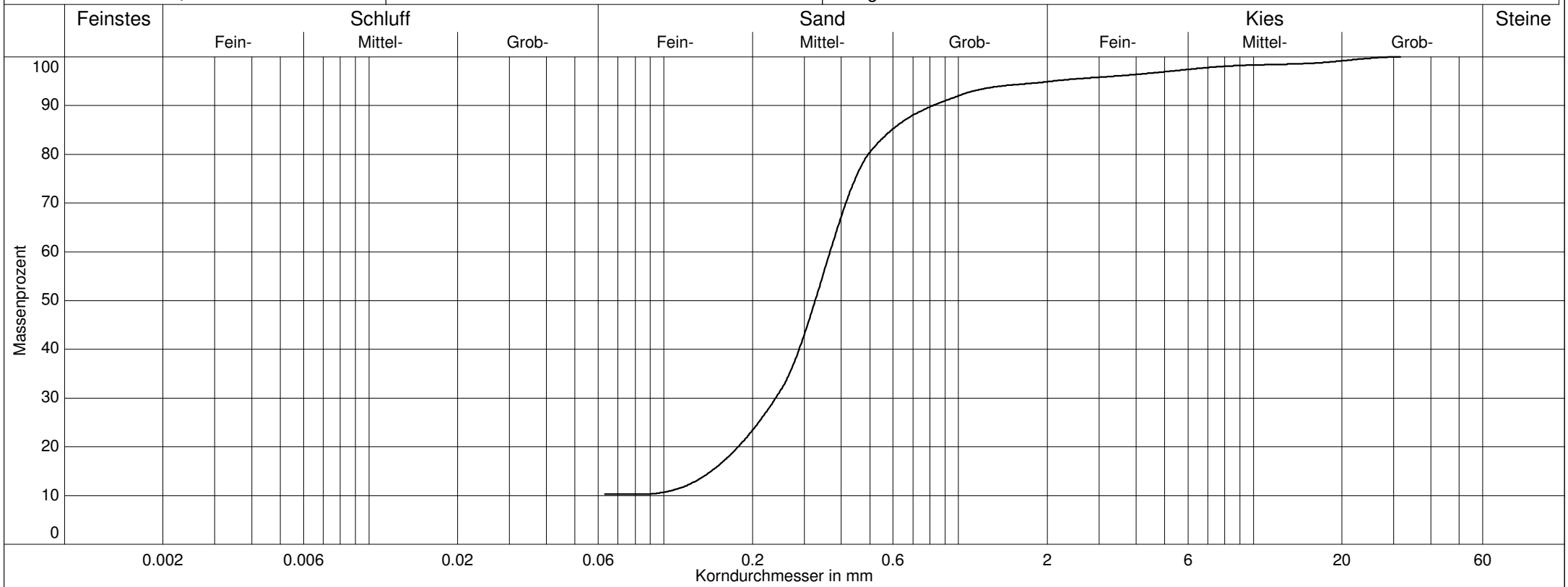
Crystal Geotechnik GmbH	**Kornverteilung**	Projekt : Kaiserreich Kiefersfelden , Am Auweg
Beratende Ing. u. Geologen GmbH	DIN 18 123-5	Projektnr.: B 185147
Schusterg. 14, 83512 Wasserburg		Datum : 13.10.2018
Tel. 08071/92278-0, FAX -92278-22		Anlage :



Labornummer	——— GWM1 GP6				
Entnahmestelle	Kiefersfelden				
Entnahmetiefe	11,0 m - 11,8 m				
Ungleichförm. U	U = 6.2				
Krümmungszahl Cc	Cc = 1.2				
Bodenart	G+S				
d10 / d60	0.516/3.190 mm				
Anteil < 0.063 mm	2.2 %				
Bodengruppe	GW				
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/2.2/41.5/56.3 %				
Frostempfindl.klasse	F1				

DC

Crystal Geotechnik GmbH	**Kornverteilung**	Projekt : Kaiserreich Kiefersfelden , Am Auweg
Beratende Ing. u. Geologen GmbH	DIN 18 123-5	Projektnr.: B 185147
Schusterg. 14, 83512 Wasserburg		Datum : 13.10.2018
Tel. 08071/92278-0, FAX -92278-22		Anlage :



Labornummer	——— GWM1 GP8				
Entnahmestelle	Kiefersfelden				
Entnahmetiefe	15,0 m - 15,8 m				
Ungleichförm. U	-				
Krümmungszahl Cc	-				
Bodenart	S,u,g'				
d10 / d60	- /0.367 mm				
Anteil < 0.063 mm	10.3 %				
Bodengruppe	SU				
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/10.3/84.6/5.1 %				
Frostempfindl.klasse	-				

DC

Anlage (7)

PRÜFBERICHT DES CHEMISCHEN LABORS INKL. BEWERTUNG

Dr. Blasy - Dr. Busse
Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany
Tel.: +49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 7214
eMail: bbec@agrolab.de www.agrolab.de

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Dr.Blasy-Dr.Busse Moosstr. 6A, 82279 Eching

CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH
HOFSTATTSTR. 28
86919 UTTING

Datum 17.10.2018
Kundennr. 4100010502

PRÜFBERICHT 1468521 - 703006

Auftrag	**1468521 Projekt: B185147 Kaiserreich Kiefersfelden // Pumpversuch**
Analysennr.	**703006 Grundwasser**
Probeneingang	**11.10.2018**
Probenahme	**10.10.2018 14:15**
Probenehmer	**Peter Latzel**
Kunden-Probenbezeichnung	**K 5**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert		Methode
Vor-Ort-Untersuchungen						
Ruhewasserspiegel (POK) (vor Ort)	m	**3,50**				keine Angabe
Förderdauer in Stunden (vor Ort)	h	**1,50**				keine Angabe
Förderstrom (vor Ort)	l/sec	**5,20**				keine Angabe
Entnahmetiefe (vor Ort)	m	**11,00**				keine Angabe
Absenkung zum PN-Zeitp.u.RW (vor Ort)	m	**0,02**				keine Angabe
Färbung (vor Ort)		**farblos**				DIN EN ISO 7887 : 2012-04, Verfahren A
Trübung (vor Ort)		**klar**				DIN EN ISO 7027 : 2000-04
Geruch (vor Ort)		**geruchlos**				DEV B 1/2 : 1971
Wetter am Entnahmetag (vor Ort)		**sonnig**				keine Angabe
Gerät (vor Ort)		**Rohrpumpe**				keine Angabe
Leitfähigkeit (vor Ort) bei 25°C	µS/cm	**518**	10			DIN EN 27888 : 1993-11
Wassertemperatur (vor Ort)	°C	**12,4**	0,1			DIN 38404-4 : 1976-12
Physikalisch-chemische Parameter						
pH-Wert (Labor)		**7,63**	0			DIN EN ISO 10523 : 2012-04
Leitfähigkeit bei 20 °C (Labor)	µS/cm	**480**	10			DIN EN 27888 : 1993-11
Leitfähigkeit bei 25 °C (Labor)	µS/cm	**536**	10			DIN EN 27888 : 1993-11
Temperatur (Labor)	°C	**15,3**	0,1			DIN 38404-4 : 1976-12
Kationen						
Ammonium (NH4)	mg/l	**0,016**	0,01			DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Calcium (Ca)	mg/l	**76,3**	0,5			DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Kalium (K)	mg/l	**2,6**	0,5			DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Magnesium (Mg)	mg/l	**20,0**	0,5			DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Natrium (Na)	mg/l	**14**	0,5			DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Anionen						
Chlorid (Cl)	mg/l	**19**	1			DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Nitrat (NO3)	mg/l	**6,2**	1			DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfat (SO4)	mg/l	**26**	1			DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	**4,7**	0,1			DIN 38409-7 : 2005-12
Summarische Parameter						
TOC	mg/l	**0,67**	0,5			DIN EN 1484 : 1997-08
DOC	mg/l	**<0,50**	0,5			DIN EN 1484 : 1997-08
Anorganische Bestandteile						
Eisen (Fe)	mg/l	**<0,010**	0,01			DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Mangan (Mn)	mg/l	**0,016**	0,01			DIN EN ISO 11885 : 2009-09

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

Ust./VAT-ID-Nr:
DE 128 944 188

Geschäftsführer
Dipl.-Ing. Seb. Maier
Dr. Paul Wimmer

Eine Zweigniederlassung
der AGROLAB Labor GmbH
84079 Bruckberg,
AG Landshut, HRB 7131

ilac-MRA
DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14289-01-00

DOC-5-4550074-DE-P1

Dr. Blasy - Dr. Busse
Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany
Tel.: +49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 7214
eMail: bbec@agrolab.de www.agrolab.de

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Datum 17.10.2018
Kundennr. 4100010502

PRÜFBERICHT 1468521 - 703006

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert		Methode
Gasförmige Komponenten						
Sauerstoff (O2) gel.	mg/l	**7,2**	0,1			DIN EN 25813 : 1993-01
Basekapazität bis pH 8,2	mmol/l	**0,19**	0,1			DIN 38409-7 : 2005-12
Berechnete Werte						
Gesamthärte (Summe Erdalkalien)	mmol/l	**2,73**	0,05			DIN 38409-6 : 1986-01
Gesamthärte	°dH	**15,1**	0,3			DIN 38409-6 : 1986-01
Gesamthärte (Summe Erdalkalien)	mmol/l	**2,7**	0,05			DIN 38409-6 : 1986-01
Gesamthärte (als Calciumcarbonat)	mmol/l	**2,7**	0,5			Berechnung
Härtebereich *		**hart**				WRMG : 2013-07
Carbonathärte	°dH	**13,2**	0,3			DIN 38409-6 : 1986-01
Gesamtmineralisation (berechnet)	mg/l	**451**				Berechnung
pH-Wert (berechnet)		**7,68**	0			Berechnung
pH-Wert n. Carbonatsätt. (pHC)		**7,42**	0			Berechnung
Sättigungs-pH (n.Langelier)		**7,35**	0			Berechnung
Delta-pH-Wert: pH(ber.) - pHC		**0,26**				Berechnung
Sättigungsindex		**0,34**				Berechnung
Kohlenstoffdioxid, gelöst	mg/l	**8,36**	4			Berechnung
Kohlenstoffdioxid, gebunden	mg/l	**100**				Berechnung
Kohlensäure, aggressiv (überschüssig)	mg/l	**<-10**	-10			Berechnung
Calcitlösekapazität (CaCO3)	mg/l	**-16**				DIN 38404-10 : 2012-12
Pufferungsintensität	mmol/l	**0,54**				Berechnung
Kupferquotient S *		**17,65**				Berechnung nach DIN EN 12502 : 2005-03
Lochkorrosionsquotient S1 *		**0,25**				Berechnung nach DIN EN 12502 : 2005-03
Zinkgerieselquotient S2 *		**10,62**				Berechnung nach DIN EN 12502 : 2005-03

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die Probenahme erfolgte gemäß: DIN 38402-13 : 1985-12

Beginn der Prüfungen: 11.10.2018
Ende der Prüfungen: 16.10.2018

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekannten Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die Prüfergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der ISO/IEC 17025:2005, Abs. 5.10.1 berichtet.

Dr.Blasy-Dr.Busse Herr Oswald, Tel. 08143/79-147
FAX: 08143 / 7214, E-Mail: Maximilian.Oswald@agrolab.de
Kundenbetreuung

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

Ust./VAT-ID-Nr:
DE 128 944 188

Geschäftsführer
Dipl.-Ing. Seb. Maier
Dr. Paul Wimmer

Eine Zweigniederlassung
der AGROLAB Labor GmbH
84079 Bruckberg,
AG Landshut, HRB 7131

ilac-MRA
DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14289-01-00

DOC-5-4550074-DE-P2

Dr. Blasy – Dr. Busse

Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany
Tel.: + 49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 79273
eMail: bbec@agrolab.de

Auftraggeber: **Crystal Geotechnik GmbH**
Hofstattstr. 28
86919 Utting

Projekt: **B185147 Kaiserreich Kiefersfelden**

Auftrag: **Chemisch-technische-Analyse zur Beu703006lung auf**

Eignung für die thermische Nutzung (Wärmepumpe)

Entnahmedatum: **10.10.2018**

Beurteilung der Prüfergebnisse

Anlagen: **Prüfbericht 1468521 - 703006**

Eching, den 19.10.2018

Dr. Roland Rieger
Diplom Chemiker

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekannten Ursprungs ist eine Plausibiltätsprüfung nur bedingt möglich.
Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig

ilac-MRA
DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14289-01-00

Dr. Blasy – Dr. Busse

Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany
Tel.: + 49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 79273
eMail: bbec@agrolab.de

Beurteilung der Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, daß es sich um ein Wasser vom Typ normal erdalkalisch, überwiegend hydrogencarbonatisch handelt, dessen Gesamthärte bei 15,1 °dH liegt und das sich im sogenannten Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht befindet. Dies bedeutet, daß mit Versinterungen nicht zu rechnen ist.

Die Werte für Natrium, Kalium, Nitrat, Chlorid, Sulfat und TOC / DOC (Summenparameter für gesamte / gelöste organische Substanz) liegen im Normalbereich.

Das Wasser ist nicht reduziert: Der Sauerstoffgehalt liegt bei ca. 70% Sättigung und Eisen, Mangan und Ammonium sind nicht bzw. nur in unbedeutender Menge nachweisbar. Das Wasser neigt daher nicht zur Bildung von Verockerungen.

Aus korrosionschemischer Sicht ist das Wasser wie folgt zu beurteilen:

- Mit einer Calcitlösekapazität von –16 mg/l $CaCO_3$ liegt das Wasser nahezu im sogenannten Calcit-Kohlensäure-Gleichgewicht (geringe Tendenz in Richtung kalkabscheidend). D. h., die Forderung, daß das Kalklösungsvermögen bzw. das Kalkabscheidungsvermögen des Wassers nicht zu groß sein soll, ist erfüllt.
- Die in DIN 12502 Teil 2, 3 und 5 genannten Parameter pH-Wert, Base- und Säurekapazität, Calcium-, Sauerstoff-, Nitrat-, Chlorid- und Sulfatgehalt entsprechen den dort genannten Anforderungen zur Schutzschichtbildung auf Grauguß und niedrig- und unlegierten Stählen sowie schmelztauchverzinkten Eisenwerkstoffen ebenso wie auf Kupfer und Kupferlegierungen, so daß bei diesen Werkstoffen die Anforderungen, die aus korrosionschemischer Sicht das Wasser gestellt werden, an und für sich erfüllt sind.
- Die Anforderungen zum Einsatz von nichtrostenden Stählen sind gemäß DIN 12502 Teil 4 erfüllt.
- Asbestzement und andere zementgebundene Werkstoffe werden nicht angegriffen.
- Die Leitfähigkeit des Wassers (bei 20 °C), die vom Gesamtsalzgehalt abhängig ist, ist größer als 500 µS/cm und liegt damit in einem Bereich, in dem die Korrosionswahrscheinlichkeit bei Edelstahlplattenwärmetauschern, die mit Kupfer hartgelötet sind, erhöht sein kann. Ob diese Wärmetauscher unter den gegebenen Umständen eingesetzt werden können, sollte mit dem Hersteller abgeklärt werden.

Dr. Blasy – Dr. Busse

Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany
Tel.: + 49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 79273
eMail: bbec@agrolab.de

Zusammenfassung

Insgesamt ist das Wasser für den Betrieb einer Wärmepumpe geeignet:

Mit Verockerungen und/oder Versinterungen muß nicht gerechnet werden.

Grundsätzlich können die üblichen Werkstoffe eingesetzt werden.
Auf den Einsatz von mit Kupfer hartgelöteten Edelstahlplattenwärmetauschern muß u. U. verzichtet werden.

Anmerkungen: *Wasserchemische Analysen können nur den Zustand des Wassers zum Zeitpunkt der Entnahme wiedergeben. Nicht auszuschließen ist, daß der Chemismus Schwankungen oder Änderungen unterliegt. Liegen Erfahrungen mit Grundwasserwärmepumpen in der näheren Umgebung vor, sollten diese berücksichtigt werden.*

Über die wasserchemischen Parameter hinaus sind weitere Einflußgrößen für das Korrosionsgeschehen in wasserführenden Systemen von wesentlicher Bedeutung. Hinweise zur Abschätzung des Einflusses von Faktoren, wie Werkstoffzusammensetzung, Ausführung und Betriebsbedingungen finden sich in DIN EN 12502 Teil 2 – 5.

In seltenen Fällen können sich Ablagerungen bilden, die infolge von Massenverkeimungen entstehen, wenn leicht abbaubare organische Stoffe im Wasser enthalten sind. Derartige Ablagerungen können zu schwer beherrschbaren Störungen im System führen. Eine Voraussage, ob das Wasser leicht abbaubare organische Stoffe in relevanter Konzentration enthält, ist allenfalls bedingt und mit erheblichem Mehraufwand möglich (Bestimmung des assimilierbaren organischen Kohlenstoffs und des Wiederverkeimungspotentials).

[1] *Die Kalkabscheidekapazität ist die negative Calcitlösekapazität.*