



# Hydrogeologische Untersuchungen und Grundwasserströmungsmodell

zur geplanten Kiesabbaukonzentrationszone im südlichen Bereich  
der Gemeinde Münster

---

**Behörde:** LRA Donau-Ries  
Pflegstr. 2  
86609 Donauwörth

WWA Donauwörth  
Förgstraße 23  
86609 Donauwörth

**Auftraggeber:** Gemeinde Münster  
Rathausplatz 1  
86692 Münster

**Gutachter:** ENSA W. Schroll + Partner GmbH  
Umweltschutz, Wasserwirtschaft, Geotechnik, Bergbau  
Freischützstr. 92  
81927 München

München, den 23.11.2016

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1</b>	<b>Veranlassung</b> .....5
<b>2</b>	<b>Leistungsumfang</b> .....5
<b>3</b>	<b>Feld- und Laborarbeiten</b> .....6
3.1	Kleinrammbohrungen und Messstellenerrichtung.....6
3.2	Pumpversuche und kf-Wert-Bestimmung.....6
3.3	Grund- und Oberflächenwasserstichtagsmessungen.....6
3.4	Lechausbau.....9
<b>4</b>	<b>Abbaukonzept</b> .....9
<b>5</b>	<b>Hydrogeologisches Modell</b> .....13
5.1	Aufbau des Modellnetzes.....13
5.2	Modellierung des Ist-Zustands (Szenario Mittelwasser).....16
5.3	Modellierung nach Auskiesung und Teilverfüllung (Szenario Mittelwasser).....16
5.4	Modellierung nach Auskiesung im Bereich des Betriebsgeländes (Szenario Mittelwasser).....16
5.5	Modellierung nach Abbau und einer Kolmatierung des Sees (Szenario Mittel- wasser).....17
5.6	Modellierung nach Abbau und einer Kolmatierung des Sees (Szenario HW100).....17
<b>6</b>	<b>Kolmation</b> .....20
<b>7</b>	<b>Beeinflussung des nordwestlichen Trinkwasserschutzgebiets</b> .....21
<b>8</b>	<b>Zusammenfassende Bewertung</b> .....14

**Anlagen:**

- Anl. 1: Lagepläne und Grundwassergleichenpläne vom 23.09.11 und 20.02.13
- Anl. 2: Untersuchungspunkte der Geländebegehung
- Anl. 3: Bohrprofile, Ausbaupläne und Schichtdatentabelle
- Anl. 4: Pumpversuchsauswertungen
- Anl. 5: Grundwasserstichtagsmessung
- Anl. 6: Ganglinien von Grundwassermessstellen des Landesgrundwasserdienstes
- Anl. 7: Angaben zu erwartenden Wassermengen bei einem HQ100 Ereignis des WWA Donauwörth
- Anl. 8: Plan Abbaukonzept
- Anl. 9: Gitteraufbau, Grundwasserneubildungsverteilung und kf-Wert-Verteilung hydrogeologisches Modell und Nummerierung der Oberflächenwasserläufe für den Ist-Zustand
- Anl. 10: Gitteraufbau und kf-Wert-Verteilung hydrogeologisches Modell und Nummerierung der Oberflächenwasserläufe für den Zustand nach Abbau
- Anl. 11: Parametrisierung der Oberflächenwasserläufe (streams)
- Anl. 12: Modellierung Grundwassergleichen Ist-Zustand (Szenario Mittelwasser)
- Anl. 13: Modellierung Grundwassergleichen nach Abbau und Teilverfüllung (Szenario Mittelwasser)
- Anl. 14: Grundwasserhöhendifferenzgleichungen: Zustand nach Auskiesung und Teilverfüllung zu Ist-Zustand
- Anl. 15: Modellierung Grundwassergleichen nach Auskiesung im Bereich des Betriebsgeländes (Szenario Mittelwasser)
- Anl. 16: Grundwasserhöhendifferenzgleichungen: Zustand nach Auskiesung im Bereich des Betriebsgeländes zu Ist-Zustand
- Anl. 17: Modellierung Grundwassergleichen nach Abbau und einer Kolmatierung des Sees (Szenario Mittelwasser)
- Anl. 18: Grundwasserhöhendifferenzgleichungen: Zustand nach Abbau und einer Kolmatierung des Sees zu Ist-Zustand
- Anl. 19: Modellierung Grundwassergleichen nach Abbau und einer Kolmatierung des Sees (Szenario HW100)
- Anl. 20: Berechnung Aufstauhöhe Trockenwald bei vollständiger Kolmation

# Hydrogeologische Untersuchungen und Grundwasserströmungsmodell

## zur geplanten Kiesabbaukonzentrationszone im südlichen Bereich der Gemeinde Münster

---

### 1 Veranlassung

Die Gemeinde Münster beabsichtigt, im südlichen Gemeindegebiet westlich von Gut Hemerten und nördlich von Altenbach eine Kiesabbaukonzentrationszone auszuweisen (vgl. Anlage 1). Der vorgesehene Geltungsbereich umfasst ca. 14,8 ha. Hierin soll auf einer Abbaufäche von ca. 13,3 ha über einen Zeitraum von ca. 5 Jahren Kies gewonnen werden.

Der Kiesabbau ist im Nassabbauverfahren mittels Kiessaugpumpe vorgesehen. Als Rekultivierungsziel sind Seen und Feuchtgebiete für den Natur- und Artenschutz geplant. Lt. Regionalplan Augsburg, 2007, liegt die Planungsfläche innerhalb eines Vorranggebietes für Hochwasserrückhalt und –abfluss (H14). Nordnordwestlich der Planungsfläche befindet sich ein Trinkwasserschutzgebiet für den Zweckverband Wasserversorgung Fränkischer Wirtschaftsraum. Der Geltungsbereich kommt außerhalb der Überflutungsflächen zu liegen, wie aus eigenen Berechnungen (siehe Hydrodynamische 2D-Berechnung) und aus Berechnungen, bereitgestellt vom Wasserwirtschaftsamt Donauwörth hervorgeht. Im vorliegenden Konzept werden die Auswirkungen auf die Grundwasserhöhen ermittelt und dargestellt wie das nahe gelegene Trinkwasserschutzgebiet geschützt werden kann.

### 2 Leistungsumfang

In Absprache mit der AG wurde folgender Leistungsumfang erbracht:

- Auswertung von vorhandenen Bohrdaten
- Abteufen von 2 Kleinrammbohrungen und Ausbau als 1,25-Zoll-Grundwassermessstellen im Umfeld der geplanten Kiesgrube (P11 und P12)
- Pumpversuche an den bestehenden Grundwassermessstellen P1 und P8
- Grundwasserstichtagsmessungen am 23.09.11, 20.02.13 und 06.06.13
- Einholung von langjährigen Grundwasserganglinien an den umliegenden Messstellen Thierhaupten D41 und Genderkingen Bhf. 64a des Landesgrundwasserdienstes sowie der Messstellen OP26 und OP27 der Rhein-Main-Donau AG
- Einholung von Ausbauschnitten des Lechs von der Rhein-Main-Donau AG
- Einholung von überschlägigen Abflussmengen der Oberflächengewässer und von Überflutungsereignissen in der vorgesehenen Kiesabbaukonzentrationszone beim WWA Donauwörth
- Erstellung eines Grundwasserströmungsmodells.

### 3 Feld- und Laborarbeiten

#### 3.1 Kleinrammbohrungen und Messstellenerrichtung

Am 23.09.11 wurden die Kleinrammbohrungen P11 und P12 im Umfeld der geplanten Kiesgrube abgeteuft (vgl. Lageplan in Anlage 1). Unterhalb des ca. 0,10 m bis 0,40 m mächtigen Oberbodens und der ca. 1,4 m mächtigen feinkörnigen Deckschicht stand sandiger Kies mit geringem Feinkornanteil an. In die vorhandenen Bohrlöcher wurden in den unteren Abschnitten jeweils 1,25-Zoll-Stahl-Filterrohre und darüber bis über die Geländeoberkante 1,25-Zoll-Vollrohre eingebracht. Der Ringraum zwischen Bohrung und Ausbaurohrung wurde im unteren Teil mit Kies und im oberen Bereich mit Ton verfüllt (vgl. Bohrprofile und Ausbaupläne in Anlage 3).

#### 3.2 Pumpversuche und $k_f$ -Wert-Bestimmung

Am 07. und 23.09.11 wurden an den bestehenden 5-Zoll-Grundwassermessstellen P1 (alternative Bezeichnung BGW1) und P8 (alternative Bezeichnung BGW8) Pumpversuche durchgeführt. Dabei wurde an der Messstelle P1, die in der Niederterrasse liegt, bei einer Förderrate von 4 l/s eine quasistationäre Absenkung von 0,24 m festgestellt. Daraus errechnet sich nach den Formeln von Thiem-Dupuit ein  $k_f$ -Wert von ca.  $5 - 6 \times 10^{-3}$  m/s (vgl. Anlage 4). Die in der Hochterrasse liegende Messstelle P8 zeigte dagegen bei der geringen Förderrate von 0,23 l/s eine quasistationäre Absenkung von 0,9 m. Da für P8 kein Bohrprofil vorgefunden werden konnte, wurden die Daten umliegender Bohrungen für die Auswertung verwendet. Es ergibt sich ein  $k_f$ -Wert im Bereich von ca.  $1 \times 10^{-4}$  m/s. Da es sich um einen sehr alten Pegel handelt und somit mit Verkrustungen im Filterbereich zu rechnen ist, die eine etwas zu hohe Grundwasserabsenkung verursachen, wird von einem ungestörten Durchlässigkeitsbeiwert von ca.  $2 \times 10^{-4}$  m/s ausgegangen.

#### 3.3 Grund- und Oberflächenwasserstichtagsmessungen

##### **Grundwassermessungen**

Grundwasserstichtagsmessungen wurden an drei verschiedenen Terminen (23.09.11, 20.02.13 und 06.06.13) durchgeführt. Am 23.09.11 erfolgte eine Grundwasserstichtagsmessung an den bereits vorhandenen Messstellen P1 und P2 sowie an den neu abgeteuften Messstellen P11 und P12. Daraus ergibt sich in der Niederterrasse im Umgriff der geplanten Gruben ein nach Nord-Nord-West gerichteter Grundwasserstrom mit einem hydraulischen Gefälle von 1,7 ‰ (vgl. Anlage 1).

Am 20.02.13 lag der Grundwasserspiegel in den Messstellen in etwa auf dem Niveau vom 23.09.11, was in etwa dem Mittelwasserstand entspricht. In P11 wurde ein 0,10 m tieferer und in P12 ein 0,19 m höherer Grundwasserstand gemessen. Als Ursache für den Wasserspiegelanstieg an P12 kann die Infil-

tration von austretendem Flusswasser der Friedberger Ach aufgrund einer nahegelegenen Dammundichtigkeit durch Bieberschäden angenommen werden.

Die Stichtagsmessung vom 06.06.13, kurz nach dem Hochwasserereignis, ergab um ca. 0,4 m bis 0,5 m höhere Grundwasserstände als bei der Erstmessung von 2011. Der höchste Grundwasserstand des Hochwasserereignisses Anfang Juni 2013 wurde in der Messstelle Thierhaupten D 41 am 03.06.13 mit 0,18 m höherem Grundwasserstand als am 06.06.13 festgestellt. Der absolut höchste Grundwasserstand, der in der Messstelle Thierhaupten D 41 gemessen wurde, liegt rd. 0,90 m über dem Wasserstand vom 20.02.13. Zur Abschätzung des hundertjährigen Hochwassers im Bereich der geplanten Nassauskiesung wird auf den Grundwasserstand vom 20.02.13 ein Zuschlag von insgesamt 1,2 m (0,9 m Differenz HHW zu MW + 0,3 m Sicherheitszuschlag für die verkürzte Beobachtungsdauer) angesetzt.

<b>GWM / Datum</b>	<b>23.09.11</b>	<b>20.02.13</b>	<b>06.06.13</b>
P1	415,40	415,36	415,83
P2	415,86	415,83	416,26
P11	417,35	417,25	417,70
P12	416,77	416,96	417,25

Tab. 1: Grundwasserstichtagsmessungen

Von der Rhein-Main-Donau AG wurden Aufzeichnungen der Grundwassermessstellen OP26 und OP27 nahe des Lechs im Zeitraum von 2005 bis 2013 zugesandt. Die Messungen vom 20.02.13 (OP26: 413,06 m NN; OP27: 413,51 m NN) wurden zur Überprüfung des nördlichen Festpotentials der Grundwassermodellierung herangezogen.

### **Oberflächenwassermessungen**

Zur Klärung der hydraulischen Verhältnisse zwischen Grund- und Oberflächenwasser wurden am 20.02.13 Stichtagsmessungen an den Grundwassermessstellen P1, P2, P11 und P12 und den Oberflächengewässern im Umgriff der geplanten Kiesabbau (Lech, Münsterer Alte, Friedberger Ach und Drainagegräben) durchgeführt.

Dabei wurde festgestellt, dass der Wasserspiegel der Friedberger Ach deutlich über dem Grundwasserspiegel liegt. Zur Detailuntersuchung wurden Probeschürfe mit Spaten und Handschaufel sowohl im Bachbett der Friedberger Ach als auch im angrenzenden Waldstück abgeteuft (Untersuchungspunkt UP 10, vgl. [Anlage 2](#)). Dabei wurde im Bachbett der Friedberger Ach eine mindestens 0,3 m mächtige Abdichtungsschicht aus Lehm festgestellt. Das Liegende der Abdichtungsschicht konnte mit dem Schurf S1 nicht erreicht werden. Der neben dem Bachverlauf im Waldstück abgegrabene Schurf S2 zeigte ungespannte Grundwasserverhältnisse. Die anschließende Nivellierung zwischen dem Oberflächenwasserspiegel der Friedberger Ach und dem Grundwasserspiegel im Schurf S2 ergab, dass der Grundwasserspiegel an dieser Stelle etwa 1,6 m unter dem Oberflächenwasserspiegel bzw. ca. 0,6 m unter der Sohle der Friedberger Ach liegt.

An der weiter nördlich gelegenen Position UP 9, wurde die Breite der Friedberger Ach auf etwa 5,3 m bestimmt und der Wasserstand an drei Stellen mit 0,57 m, 0,57 m und 0,70 m gemessen. Mit einer grob ermittelten, maximalen Fließgeschwindigkeit von ca. 1 m/s in der mittigen Wasseroberfläche bzw. durchschnittlich ca. 0,5 m/s kann der mittlere Volumenstrom überschlägig mit ca.  $5,3 \text{ m} \times 0,61 \text{ m}$  (mittlere Wassertiefe)  $\times 0,5 \text{ m/s} = \text{ca. } 1,6 \text{ m}^3/\text{s}$  berechnet werden.

Während bei UP 11 der Oberflächenwasserspiegel der Friedberger Ach etwa 0,3 m unterhalb der dortigen Geländeoberkante liegt, steht das Oberflächenwasser bei UP 12 etwa 0,3 m über der dortigen Geländeoberkante und wird nur über einen randlichen Damm im Bachbett gehalten.

Die Breite der Friedberger Ach bei UP 1 südlich des ehemaligen Elektrizitätswerkes bei Hemerten beträgt 4,9 m und die Wassertiefe etwa 0,75 bis 0,85 m. Bei einer grob ermittelten Fließgeschwindigkeit von 0,4 m/s errechnet sich der Volumenstrom zu ca.  $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Die Münsterer Alte wurde an UP 7 und UP 15 untersucht. Bei UP 7 wurden eine Wassertiefe von 0,4 m (nahezu rechteckiger Querschnitt des Bachbetts), eine Breite des Bachbetts von 4 m und eine durchschnittliche Fließgeschwindigkeit von 1 m/s überschlägig ermittelt. Daraus ergibt sich ein Volumenstrom von ca.  $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Die Flussbettsedimente bei UP 7 lassen sich als leicht steiniger, weitgestufter Kies ansprechen. Feinsedimente sind nur untergeordnet vorhanden. Bei UP 15 wurde eine Wassertiefe von 0,60, 0,61 und 0,75 m festgestellt. Die Breite der Münsterer Alte beträgt an dieser Stelle etwa 4,75 m. Eine überschlägige Messung der mittleren Fließgeschwindigkeit ergab einen Wert von ca. 0,6 m/s. Somit resultiert ein Volumenstrom von ca.  $0,65 \text{ m} \times 4,75 \text{ m} \times 0,6 \text{ m/s} = 1,85 \text{ m}^3/\text{s}$ . Der Oberflächenwasserspiegel an UP 15 wurde auf Grundlage der mitgeteilten Höhe des Höhenfestpunkts 2101 auf eine Höhe von 413,20 m einnivelliert (Status 100).

Die Gräben 1 und 2 (G 1 und G 2, vgl. [Anlage 14](#)) östlich des geplanten Kiesabbaus wurden bei UP 3, 5, 11, 12 und 13 untersucht. Die aufgenommenen bzw. gemessenen Größen sind [Anlage 2](#) zu entnehmen. Bei einem Überfallwehr (UP 13) konnte der Volumenstrom überschlägig ermittelt werden. Bei einer grob ermittelten Fließgeschwindigkeit von ca. 0,1 m/s, einer Breite von 1 m und einer Überfallhöhe von 0,1 m ergibt sich ein Volumenstrom von etwa  $0,01 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Der Graben G 4, der südlich des geplanten Kiesabbaus durch Altenbach verläuft, nördlich von Altenbach nach Westen abknickt und anschließend westlich des geplanten Kiesabbaus in die Münsterer Alte mündet (vgl. [Anlage 14](#)), wurde an UP 6 untersucht. An dieser Stelle wurde eine Breite von 3,5 m und eine Wassertiefe von 0,5 m gemessen, wobei nach Datenlage davon ausgegangen werden kann, dass der Wasserstand im Graben dem umliegenden Grundwasserstand entspricht. Eine Wasserbewegung war an dieser Stelle nicht wahrnehmbar.



### 3.4 Lechausbau

Zur Abklärung der Interaktion zwischen Lech-Flusswasser und Grundwasser (Infiltration / Exfiltration) wurden bei der Rhein-Main-Donau AG Daten des Lechausbaus eingeholt. Ab der Staustufe Ellgau ist bis 1 km oberstromig (Flusskilometer 17,1 bis 18,1) beidseitig des Lechs eine Dichtwand bis in den tertiären Stauer (Flinz) eingebracht. Oberhalb von Flusskilometer 18,1 ist das Lechufer lediglich mit Böschungsbetonplatten und keiner weiteren Abdichtung ausgebaut (vgl. Anlage 14).

Ab der Staustufe Oberpeiching ist bis fast 2 km oberstromig (Flusskilometer 11,465 bis ca. 13,3) beidseitig des Lechs eine Dichtwand bis in den tertiären Stauer eingebracht. Der Ausbau mit Böschungsbeton und Böschungspflaster reicht in etwa bis Flusskilometer 14,4. Dies bedeutet, dass im nördlichen Teil des Modellgebiets, das in etwa bei Flusskilometer 14 endet, keine Stauraumabdichtung vorhanden ist (vgl. Kap. 5.1).

## 4 **Abbaukonzept**

(siehe Rekultivierungskonzept\_Hemerten.doc)

## 5 **Hydrogeologisches Modell**

### 5.1 Aufbau des Modellnetzes

Die Erstellung des hydrogeologischen Modells erfolgte mit dem Grundwassermodellierungsprogramm Processing Modflow (PM8) im MODFLOW-96-Format (finite Differenzen). Dazu wurde ein zweischichtiges Gitter von jeweils 159.101 Zellen pro Schicht generiert (389 Zeilen x 409 Spalten). Die Zellweite beträgt zwischen ca. 2,5 m und 100 m, wobei die geringeren Zellweiten im Nahbereich des geplanten Kiesabbaus eingegeben wurden. Es resultiert eine Gesamtfläche des Gitters von ca. 4.500 m x 4.500 m = 20,25 km<sup>2</sup>. Der aktive Modellraum umfasst eine Fläche von ca. 11,73 km<sup>2</sup> (vgl. Anlage 9). Die Zellen westlich des Lechs und östlich der Wasserscheide, die gemäß der Hydrogeologischen Karte von Bayern 1:500.000 entlang der Ausbisslinie der Tertiäroberkante östlich des Gutes Hemerten verläuft, wurden aufgrund des fehlenden Einflusses auf das Modellgebiet inaktiv geschaltet.

Die Basis des Modells (Basis der unteren bzw. zweiten Schicht) entspricht der Tertiäroberkante (Oberkante Grundwasserstauer). Für die Generierung der Zellbasishöhen wurden sowohl Schichtdaten aus dem Bodeninformationssystem Bayern (BIS Bayern) als auch anderer Bohrungen herangezogen (vgl. Anlage 1 und Anlage 3). Auf Grundlage dieser Daten wurde die Tertiäroberkante bzw. die Modellbasis mit der Kriging-Methode interpoliert. Die untere aktive Modellschicht repräsentiert somit den quartären Kies-Grundwasserleiter, der



eine Mächtigkeit von ca. 5 m aufweist. Die obere Modellschicht repräsentiert feinkörnigere Überlagerungen, die auf der Niederterrasse im Mittel ca. 1,5 m und auf der Hochterrasse im Mittel ca. 5,8 m mächtig sind.

Der Grundwasserleiter in der Niederterrasse wurde gemäß der Ergebnisse aus den Pumpversuchen (vgl. Kap. 3.2) mit einem  $k_f$ -Wert von  $5 \times 10^{-3}$  m/s im Bereich um P1 und nördlich davon eingegeben. Im südlichen Modellbereich ergab die Modellkalibrierung einen  $k_f$ -Wert von  $2 \times 10^{-3}$  m/s. Für den Bereich der Hochterrasse wurde ein einheitlicher  $k_f$ -Wert von  $2 \times 10^{-4}$  m/s gemäß Pumpversuch an Messstelle P8 verwendet. Die obere Schicht (feinkörnige Überlagerungen) wurde mit einem  $k_f$ -Wert von  $5 \times 10^{-6}$  m/s versehen. Die vertikale Durchlässigkeit ist entsprechend der gängigen Praxis im Modell um den Faktor 10 geringer als die horizontale Durchlässigkeit angesetzt.

Für die numerische Lösung des Problems wurde der Solver PCG2 mit einem Konvergenzkriterium von 0,0005 m, einer Dämpfung ("damping parameter") von 1 und einem Relaxationsparameter („relaxation parameter“) von 0,99 verwendet.

Für die Zuweisung der Festpotentialränder im Norden und Süden des Modells wurde ein generelles Strömungsbild anhand der Messstellen P1, P2, P11 und P12 sowie Thierhaupten D 41 erstellt. Der Modellrand im Osten folgt einer Wasserscheide entlang der Ausbisslinie der Tertiäroberkante und lässt in Anlehnung an die Hydrogeologische Karte von Bayern 1:500.000 keinen Grundwasserfluss über genannte Modellgrenze zu. Im Westen fällt der Modellrand mit dem Verlauf des Lechs zusammen. Diese Grenze wird mit Hilfe des GHB-package („general head boundary package“) von MODFLOW simuliert, um Ex- und Infiltrationsvorgänge entlang des Lechs abbilden zu können. Die Parametrisierung der äquivalenten hydraulischen Durchlässigkeit der GHB erfolgte im Zuge der Modellkalibrierung. In den Bereichen in denen gemäß Lechausbauplan keine Abdichtung vorhanden ist, wurde eine äquivalente hydraulische Durchlässigkeit  $K$  von  $3 - 8 \times 10^{-6}$  m/s ermittelt. Im Bereich der Spundwandabdichtung wurde ein  $K$ -Wert von  $1 \times 10^{-11}$  m/s angesetzt.

Aus den gewählten Dimensionierungen des Modellgebiets lässt sich ableiten, dass bei dem gewählten Abstand der Festpotentiale von den geplanten Baggerseen von ca. 2,2 km im Norden und 1,6 km im Süden unbeeinflusste Grundwasserverhältnisse angesetzt werden. Dies kann so auch angenommen werden, da die Beeinflussung der Grundwasserhöhen überschlägig nach der Formel von SICHARDT (1928)

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

mit

$R$  = Reichweite des Absenktrichters [m]

$s$  = Absenkung [m], hier: max. 0,25 m

$kf$  = maximaler Durchlässigkeitsbeiwert [m/s], hier  $5 \times 10^{-3}$  m/s

bei ca. 53 m und somit deutlich innerhalb der Modellgrenzen liegt.

Am Festpotentialrand im Süden (420,5 m ü. NN) fließen ca. 0,031 m<sup>3</sup>/s dem Modell zu und im Norden ca. 0,072 m<sup>3</sup>/s ab. Über die mittlere Grundwasserneubildung fließen dem Modell etwa 0,057 m<sup>3</sup>/s zu. Entlang des westlichen Modellrandes bzw. entlang des Lechs fließen über die General Head Boundary 0,017 m<sup>3</sup>/s zu und 0,002 m<sup>3</sup>/s ab. Aus dem Gerinnenetzwerk, dargestellt mittels stream flow package, fließen dem Modell etwa 0,003 m<sup>3</sup>/s zu. Etwa 0,034 m<sup>3</sup>/s werden über die Oberflächenwasserströme abgeführt. Eine überschlägige Überprüfung ergibt für den Anstrom eine zufließende Menge

$$Q = B \times M \times k_f \times i$$

mit

B = Breite des Aquifers [m], hier: ca. 2.270 m

M = wassererfüllte Mächtigkeit des Aquifers im Mittel [m], hier: ca. 5 m

k<sub>f</sub> = Durchlässigkeitsbeiwert [m/s], hier: i.M. ca. 2 x 10<sup>-3</sup> m/s

i = hydraulisches Gefälle [-], hier: ca. 1,7 ‰

von ca. 0,039 m<sup>3</sup>/s. Dieser überschlägig ermittelte Zufluss liegt im Bereich der Modellierungsergebnisse von ca. 0,031 m<sup>3</sup>/s. Die Differenz kann auf die Infiltration von Flusswasser des Lechs in das Grundwasser im Nahbereich des südlichen Festpotentials zurückgeführt werden. Dadurch fließt im Modell zur Beibehaltung der Festpotentialhöhe im Nahbereich des Lechs weniger Grundwasser zu. Dieser Effekt hat jedoch keine Auswirkung auf die Modellierungsergebnisse im Abbaubereich.

Alle im Modellgebiet berücksichtigten Gräben und Bäche wurden mittels dem „stream package“ (STR1, ehemals als „stream flow routing package“ bezeichnet) von MODFLOW eingegeben. Diese sind die Friedberger Ach und die Münsterer Alte sowie die Gräben G 1 – 6 (vgl. [Anlage 14](#) und [Anlage 16](#)). Die Wasserstandshöhen in diesen Oberflächengewässern werden von MODFLOW berechnet und zur Kalibrierung herangezogen. Die Umrechnung der realen Gerinnebreiten auf die im Modell verwendeten Gerinnebreiten bei rechteckigen Querschnitten erfolgte aus dem Quotienten der gemessenen wassererfüllten Querschnittsfläche und der mittleren Wassertiefe. Dies bedeutet, dass die Breite des Baches bzw. Grabens auf einen rechteckigen Querschnitt gleicher Fläche umgerechnet wird. Dies ist notwendig um eine Vergleichbarkeit der gemessenen und der berechneten Oberflächenwasserstände bzw. -tiefen herzustellen.

Für die Grundwasserneubildung wurde die räumliche Verteilung der mittleren Grundwasserneubildung aus Niederschlag (1971 – 2000) gemäß der Hydrogeologischen Karte von Bayern 1:500.000 herangezogen, in der die Werte im Modellgebiet zwischen 25 mm/a und 600 mm/a liegen. Für das Modell wurden die Mittelwerte der in der Hydrogeologischen Karte von Bayern angegebenen Wertebereiche (25-50, 50-100, 100-150, 150-200, 250-300, 400-600 mm/a) verwendet (vgl. [Anlage 9](#)).

## 5.2 Modellierung des Ist-Zustands (Szenario Mittelwasser)

Aufbauend auf das oben beschriebene Modellgitter wurde der Ist-Zustand vor dem Ausbaggern der Seen simuliert. Zur Kalibrierung des Modells wurden Oberflächenwasserstandsmessungen der Bäche und Gräben sowie Grundwasserstichtagsmessungen herangezogen.

Die bei der Modellierung erhaltene Isolinienverteilung (vgl. Anlage 12) zeigt für die Grundwassermessstellen P1, P2, P11 und P12 eine Übereinstimmung mit den real gemessenen Werten im Bereich der Niederterrasse von max. 20 cm Differenz. Insofern stimmen die errechneten Grundwasserhöhen gut mit den gemessenen überein.

## 5.3 Modellierung nach Auskiesung und Teilverfüllung (Szenario Mittelwasser)

Aufbauend auf das oben beschriebene Modell wurde der Zustand nach dem Auskieseln, Anlegen des Schlammteiches und der Verfüllung der westlichen und östlichen Uferbereiche simuliert. Für den Baggersee wurde ein horizontaler  $k_f$ -Wert von 1 m/s verwendet. Der Abbau ist bis zur Sohle der zweiten Schicht (UK Quartärkies bzw. OK Tertiär) vorgesehen. Im Bereich des Schlammteiches wurde ein  $k_f$ -Wert von  $1 \times 10^{-7}$  m/s durchgehend in der zweiten Schicht angesetzt. In der ersten Schicht wurden die Zellen stellenweise mit einem  $k_f$ -Wert von 1 m/s belegt um die flachen Wasserstellen zu simulieren. Im Bereich des Sees haben beide Schichten durchgängig einen  $k_f$ -Wert von 1 m/s. In den Verfüllbereichen am Ost- und Westufer des Sees ein  $k_f$ -Wert von  $1 \times 10^{-6}$  m/s angesetzt.

Die erhaltenen Isolinien sind Anlage 13 zu entnehmen. Die größten Absenkungen sind im südlichen Anschluss an die ausgekiesten Bereiche mit Beträgen bis max. 0,35 m vorhanden (vgl. Anlage 14). Im Bereich des Betriebsgeländes errechnet sich ein Aufstau von max. 0,15 m. Im Bereich des Au- und Trockenwaldes (Brenne) ergibt sich ein Aufstau von unter 0,05 m. Im nordwestlichen Randbereich ergibt sich ein Aufstau von ca. 0,05 m

## 5.4 Modellierung nach Auskiesung im Bereich des Betriebsgeländes (Szenario Mittelwasser)

Aufbauend auf das oben beschriebene Modell wurde der Zustand nach der Auskiesung im Bereich des Betriebsgeländes simuliert. Hierfür wurde dieser Bereich mit einem  $k_f$ -Wert von 1 m/s belegt.

Die bei diesem Modell erhaltenen Isolinien (vgl. Anlage 15) zeigen im Vergleich zum Ist-Zustand (vgl. Anlage 16) einen Aufstau im südwestlichen Anstrombereich von bis zu ca. 0,05 m. Im zentralen bis östlichen Anstrombereich dagegen tritt eine Absenkung bis zu 0,35 m auf. Im nordwestlichen Abstrombereich beträgt die Absenkung ca. 0,05 m. Im zentralen bis östlichen Abstrombereich resultiert eine Aufhöhung von ca. 0,05 m.

### 5.5 Modellierung nach Abbau und einer Kolmatierung des Sees (Szenario Mittelwasser)

Aufbauend auf das in Kap. 5.4 beschriebene Modell wurde ein Szenario bei Mittelwasser und einer Kolmatierung der Seen simuliert. Hierfür wurden die randlichen Zellen des Sees (Zellweite etwa 2,4 m) mit einer äquivalenten hydraulischen Durchlässigkeit von  $6 \times 10^{-5}$  m/s belegt. Dies entspricht in etwa einer Kolmatierung der Seen mit feinkörnigen Sedimenten, die einen  $k_f$ -Wert von ca.  $5 \times 10^{-6}$  m/s aufweisen, in einer Mächtigkeit von ca. 0,2 m ( $5 \times 10^{-6} \text{ ms}^{-1} / 0,2 \text{ m} = 6 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-1} / 2,4 \text{ m}$ ). Im Bereich des betrachteten Maßstabs ist dies zulässig.

Die bei diesem Modell erhaltenen Isolinien (vgl. Anlage 17) zeigen im Vergleich zum Ist-Zustand im südwestlichen Anstrombereich eine Aufhöhung von ca. 0,10 m, im zentralen und südöstlichen Anstrombereich eine Absenkung von ca. 0,05 m. Im Abstrombereich resultiert eine Grundwasserabsenkung von maximal 0,25 m (vgl. Anlage 18).

### 5.6 Modellierung nach Abbau und einer Kolmatierung des Sees bei Hochwasser (Szenario hundertjährliches Hochwasser)

Um ein eventuelles Auskippen der Baggerseen bei einem HW100 abzuklären, wurde ein hundertjährliches Hochwasserszenario aufbauend auf das in Kap. 5.5 beschriebene Modell simuliert. Hierfür wurden die Grundwasserfestpotentiale am Nord- und Südrand um je 1,2 m (vgl. Kap. 3.3) und die Flusswasserstände im Lech bzw. das Potential der GHB (General Head Boundary), die den Lech repräsentiert, gemäß der Angaben im Hochwassernachrichtendienst Bayern um 3,05 m erhöht. Für die Volumenströme der simulierten Fließgewässer wurden in Abstimmung mit dem WWA Donauwörth folgende überschlägige Werte eingegeben:

- Friedberger Ach: 6,1 m<sup>3</sup>/s
- Münsterer Alte: 2 m<sup>3</sup>/s
- Graben 4: 2 m<sup>3</sup>/s
- Graben 6: 5,7 m<sup>3</sup>/s

Die bei einem Überflutungsereignis der Friedberger Ach in den südöstlichen Bereich der geplanten Kiesabbaukonzentrationszone einströmende Wassermenge wurde vom WWA Donauwörth mit ca. 11,6 m<sup>3</sup>/s abgeschätzt. Dieser Zufluss wurde mit dem stream flow package dargestellt. Dazu wurde ein stream mit einer Breite von 190 m und einer Mächtigkeit des Bachbetts von 1,5 m (anstehender Decklehm mit einer Durchlässigkeit von  $5 \times 10^{-6}$  m/s) simuliert.

Nach den Modellierungsergebnissen (vgl. Anlage 19) steigt der Wasserspiegel im See auf etwa 418,3 mNN. Somit liegt er ca. 0,3 m unter der ursprüngli-

chen GOK und ein Auskippen des Sees ist selbst bei einem Wellenschlag von 0,3 m nicht zu erwarten.

## 6 Kolmation

Eine worst-case-Betrachtung des maximal möglichen Aufstaus bei einer vollständigen Kolmatierung der Seen mit absolut dichtem Material nach der Formel von SCHNEIDER<sup>1</sup> für den Aufstau bei ausschließlicher Umströmung des dichten Bauwerkes mit

$$\Delta h = i \times B/2 \times \cos\delta$$

ergibt bei einer Bauwerksbreite B von 500 m (See und verfüllte Uferbereiche), einem hydraulischen Gefälle i von 1,7 ‰ und einem Anströmwinkel zur Normalen der Barriere von  $\delta = 0^\circ$  für den unmittelbaren, südlichen Nahbereich von 0,43 m. Für den schützenswerten Bereich des Trockenwaldes südwestlich des Geltungsbereichs (Brenne) einen Aufstaubetrag von 0,34 m (vgl. [Anlage 20](#)). Da von einer vollständigen Abdichtung wie bei einer Betonwand bis in den tertiären Stauer bei offen stehenden Kiesgruben jedoch nicht auszugehen ist, wurde bei den vorangegangenen Modellierungen eine 0,2 m dicke Schicht mit einem  $k_f$ -Wert von  $5 \times 10^{-6}$  m/s angesetzt. Dieser  $k_f$ -Wert ergab sich aus der Modellierung eines lange offen stehenden Baggersees im Raum Mörslingen. Eine natürliche Kolmation ist bei den von Oberflächenfließgewässern abgetrennten Baggerseen nur in sehr geringem Ausmaß zu erwarten, da eine Schwebstoffzufuhr nur im geringen Maße über Luftverfrachtung stattfindet und somit überwiegend nur ein geringer Anteil der bei den Abbaumaßnahmen aufgewirbelten Feinanteile sedimentiert. Der Großteil der Feinanteile wird wohl mit der Kiessaugpumpe zur Aufbereitungsanlage abgesaugt werden. Nach Auskunft des vorgesehenen Betreibers der Kiesgrube (Firma Max Rieder Steinwerke GmbH in Zusammenarbeit mit der Firma Georg Müller, Wilburgstetten) ist die Auswaschung der Feinanteile aus dem Kies in der Aufbereitungsanlage und nachgeschalteter Zyklonabtrennung vorgesehen. Das verbleibende Waschwasser wird in ein Absetzbecken geleitet, das bei Bedarf ausgebaggert wird (geschätzt ca. 2-mal pro Jahr). Nach Auskunft der vorgesehenen Betreiberfirma weist das ausgebaggerte Material keinen tonigen, sondern eher grobschluffig-feinsandigen Charakter auf.

Es wird für die Abbaumaßnahmen eine möglichst geringe Beeinflussung des ursprünglichen Grundwasserregimes angestrebt. Dies soll durch eine gesteuerte Einbringung von feinkörnigen Sedimenten (autochthoner Abraum und Waschschlämme) in den Böschungsbereich der Baggerseen erreicht werden. Es ist vorgesehen, die Grundwasserstände in relevanten Bereichen (Trockenwald) zu überwachen und die Einbringung von Abraum und Waschschlämmen gezielt vorzunehmen.

---

<sup>1</sup> SCHNEIDER, G (1983): Grundwasseraufstau vor Bauwerken bei gleichzeitiger Unter- und Umströmungsmöglichkeit, Kap. 2.1 Ausschließliche Umströmung.- Die Bautechnik 11/1983, S.391-394.

## 7 Beeinflussung des nordwestlichen Trinkwasserschutzgebietes

Die kürzeste Entfernung zwischen Baggerseen und dem Trinkwasserschutzgebiet nordwestlich der geplanten Kiesabbaukonzentrationszone (vgl. Anlage 1) beträgt etwa 1.000 m. Die Fließgeschwindigkeit des Grundwassers errechnet sich mit einem hydraulischen Gradienten von rd. 0,0017 und einem  $k_f$ -Wert von  $5 \times 10^{-3}$  m/s zu  $0,0017 \times 5 \times 10^{-3}$  m/s = 0,0000085 m/s bzw. 0,734 m/d. Somit braucht das Grundwasser vom See bis zum Trinkwasserschutzgebiet etwa  $1.000 / 0,734 = 1.362$  d bzw. ca. 3,7 Jahre. Zur Überprüfung dieser Berechnung wurden im Grundwassermodellierungsprogramm die Fließwege von Wasserpartikeln mit Hilfe des Moduls PMPATH simuliert (vgl. Anlage 17). Darin ist erkennbar, dass die schnellsten Wasserpartikel erst nach über einem Jahr das Wasserschutzgebiet erreichen. In diesem Zeitraum ist von einem Abbau von evtl. eingetragenen Schadstoffen und von einem Ausgleich evtl. Temperaturbeeinflussungen durch die Offenlegung des Grundwassers (Temperaturerniedrigung im Winter und -erhöhung im Sommer) aus dem Abbaubetrieb und nach Abbaubetrieb auszugehen. Sollte während des Abbaubetriebs eine Deposition von luftgetragenen Schadstoffen (z.B. windverfrachtete Verbrennungsrückstände) stattfinden, ist eine Adsorption dieser Stoffe an der Kolmations- und Abdichtungsschicht anzunehmen.

Der Abbaubetrieb ist mit einer Kiessaugpumpe vorgesehen, bei der das Antriebsaggregat außerhalb des freigelegten Grundwasserkörpers steht und nur wenige bewegliche Bauteile mit biologisch abbaubaren Schmierstoffen geschmiert werden müssen. Daher ist in Anbetracht der transporthemmenden Kolmations- und Abdichtungsschicht sowie der langen Verweildauer von ca. 1 Jahr nicht von einer Beeinträchtigung des Trinkwasserschutzgebiets auszugehen. Da bereits in einer Entfernung von ca. 53 m (vgl. Kap. 5.1) unbeeinflusste Grundwasserhöhen und -durchflüsse bestehen, ist eine Reduzierung des Grundwasseranstroms zum Trinkwasserschutzgebiet nicht zu befürchten.

## 8 Zusammenfassende Bewertung

Die vorliegenden Modelle bilden im Wesentlichen das vorherrschende Fließmuster ab und wurden anhand von Stichtagsmessungen kalibriert. Die Genauigkeiten der errechneten zu den gemessenen Wasserständen sind im Rahmen der Anforderung der Fragestellung ausreichend. Für die hydrogeologischen Fragestellungen bei der geplanten Ausweisung einer Kiesabbaukonzentrationszone im südlichen Bereich von Münster können folgende Ergebnisse zusammenfassend festgestellt werden:

- Die Änderungen des Grundwasserspiegels, insbesondere die Aufstauungen und Absenkungen durch Ausspiegelungen bei der Grundwasseroffenlegung im Zuge der Auskiesung und durch Abdichtungsmechanismen (Kolmation, Teilverfüllung mit Abraum) wurden für unter-



schiedliche Abbauphasen untersucht. Es ergeben sich Änderungen zum derzeitigen Zustand im Randbereich der Abbaufäche von maximal 0,35 m, die nach Rücksprache mit dem Agrarbiologen Dr. Hackl un-schädlich für die Vegetation sind. Diese Änderungen nehmen rasch mit zunehmender Entfernung von den Eingriffen ab, so dass negative Auswirkungen hinsichtlich Vernässungen von benachbarten Flächen bei dem derzeitigen Flurabstand von ca. 1,5 m nicht zu befürchten sind. Die Untersuchung, inwieweit ein Auskippen der Seen bei mittleren und auch erhöhten Grundwasserständen möglich ist, ergab, dass bei einem hundertjährigen Hochwasser der Seewasserspiegel in etwa 0,3 m unter die ursprüngliche Geländeoberkante reicht. Somit ist ein Auskippen des Sees nicht anzunehmen.

- Eine Beeinträchtigung des nordwestlich gelegenen Trinkwasserschutzgebietes ist wegen der großen Entfernung und der langen Fließzeiten des Grundwassers von ca. einem Jahr weder in der Qualität noch in der Quantität zu befürchten.

München, den 18.11.2016

ENSA W. Schroll + Partner GmbH

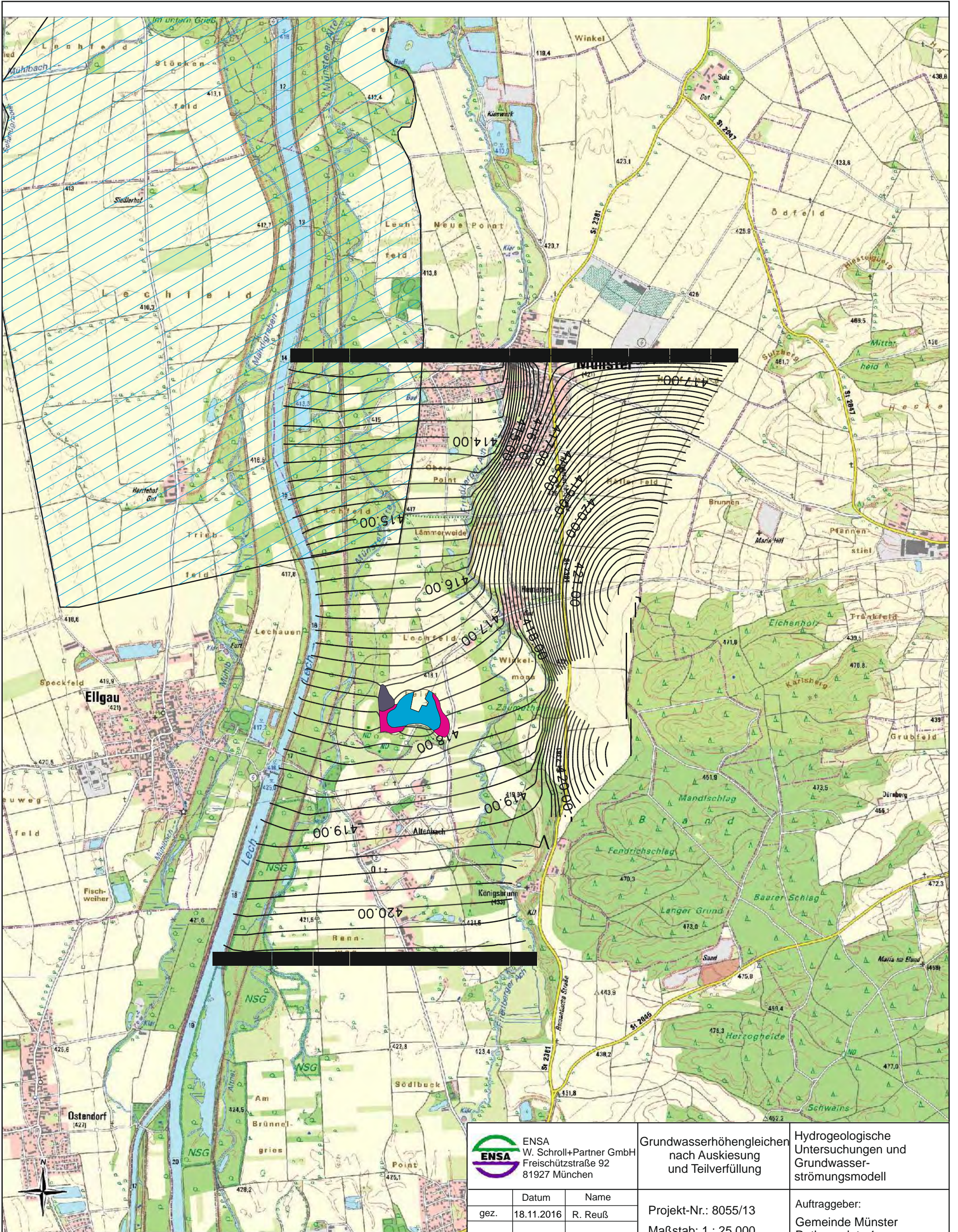
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'A. Murr', written in a cursive style.

(Dr. A. Murr)

(M. Schuhbauer)

(R. Reuß)





**Legende:**

- Grundwasserhöhengleichen (0,2 m Abstand)
- offene Wasserfläche
- Trinkwasserschutzgebiet
- mit Waschschlamm und Abraum verfüllter Bereich
- mit Abraum verfüllter Bereich
- Kolmation

**ENSA**  
 ENSA  
 W. Schroll+Partner GmbH  
 Freischützstraße 92  
 81927 München

gez.	Datum	Name
	18.11.2016	R. Reuß

Plangrundlage:  
 Topographische Karte  
 Bayerische  
 Vermessungsverwaltung

Grundwasserhöhengleichen  
 nach Auskiesung  
 und Teilverfüllung

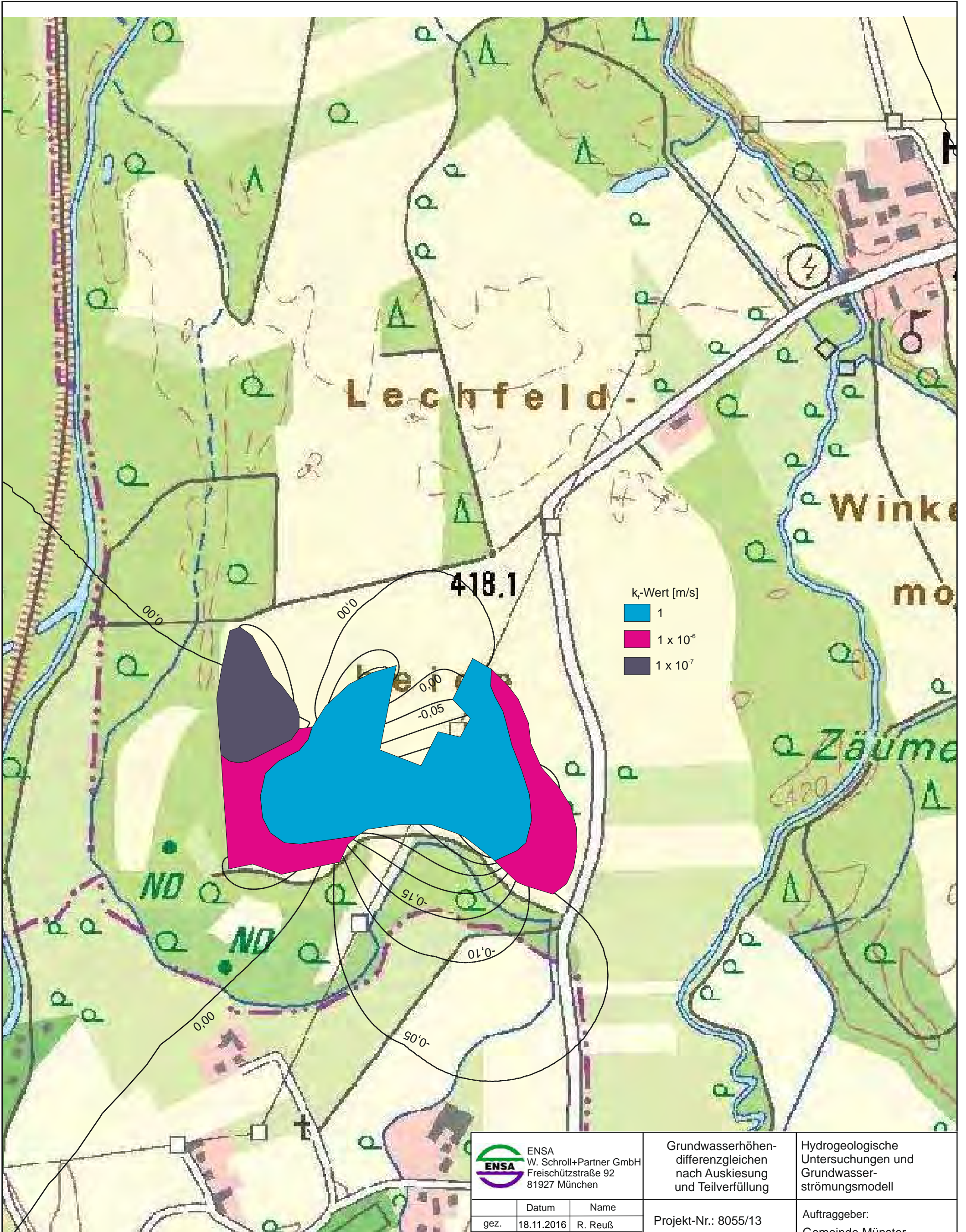
Projekt-Nr.: 8055/13  
 Maßstab: 1 : 25.000  
 bei DIN A3

Hydrogeologische  
 Untersuchungen und  
 Grundwasser-  
 strömungsmodell

Auftraggeber:  
 Gemeinde Münster  
 Rathausplatz 1  
 86692 Münster

**Gemeinde Münster  
 Geplante Kiesabbaukonzentrationszone**





**k<sub>f</sub>-Wert [m/s]**

- 1
- 1 x 10<sup>-6</sup>
- 1 x 10<sup>-7</sup>

**Legende:**

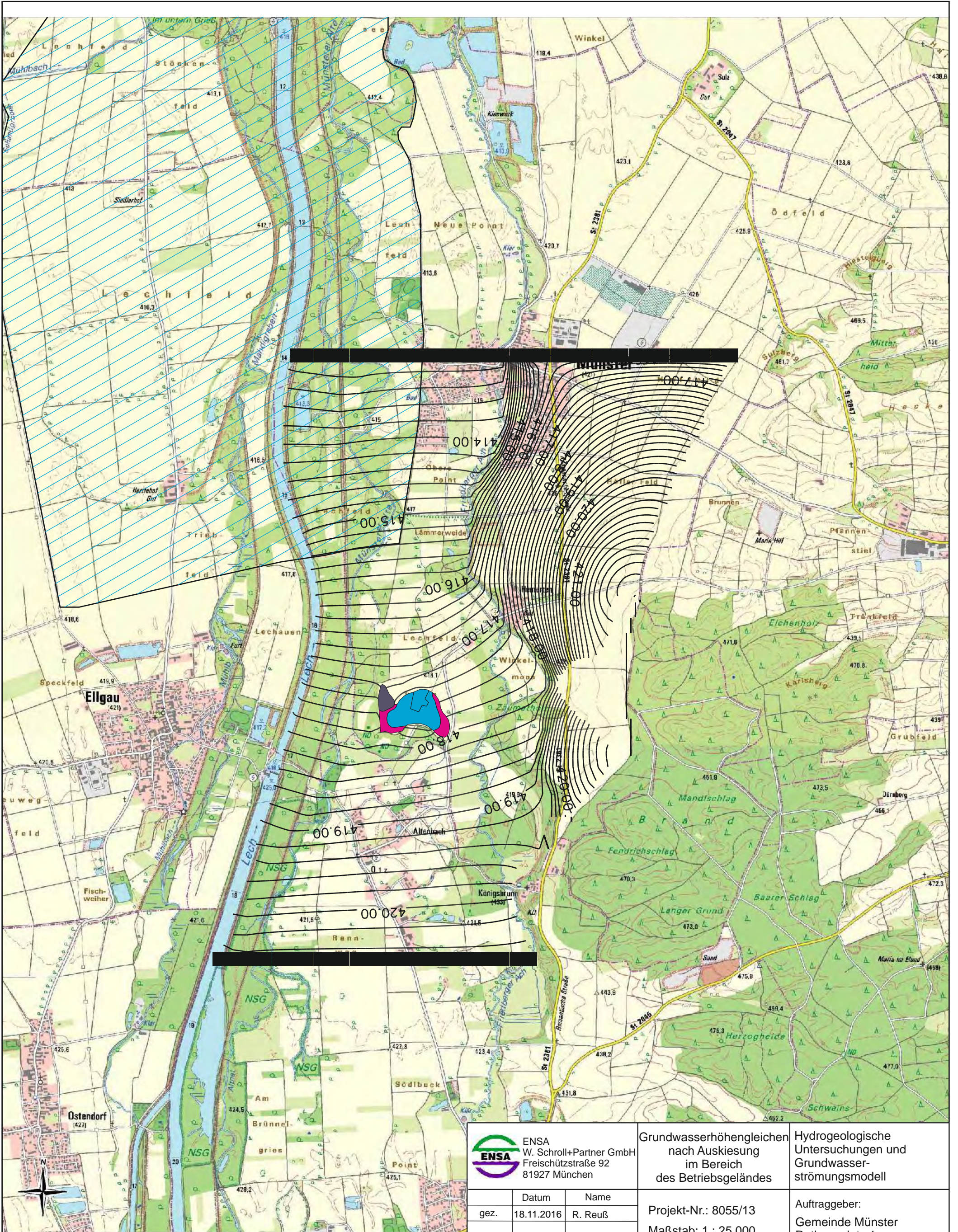
- Grundwasserhöhendifferenz-Gleichen (0,05 m Abstand)
- offene Wasserfläche

- mit Waschschlamm und Abraum verfüllter Bereich
- mit Abraum verfüllter Bereich
- Kolmation



ENSA W. Schroll+Partner GmbH Freischützstraße 92 81927 München		Grundwasserhöhen- differenzgleichen nach Auskiesung und Teilverfüllung	Hydrogeologische Untersuchungen und Grundwasser- strömungsmodell
gez.		Projekt-Nr.: 8055/13 Maßstab: 1 : 5.000 bei DIN A3	Auftraggeber: Gemeinde Münster Rathausplatz 1 86692 Münster
Plangrundlage: Topographische Karte Bayerische Vermessungsverwaltung		<b>Gemeinde Münster</b> <b>Geplante Kiesabbaukonzentrationszone</b>	





**Legende:**

- Grundwasserhöhengleichen (0,2 m Abstand)
- offene Wasserfläche
- Trinkwasserschutzgebiet
- mit Waschschlamm und Abraum verfüllter Bereich
- mit Abraum verfüllter Bereich
- Kolmation

**ENSA**  
 W. Schroll+Partner GmbH  
 Freischützstraße 92  
 81927 München

gez.	Datum	Name
	18.11.2016	R. Reuß

Plangrundlage:  
 Topographische Karte  
 Bayerische Vermessungsverwaltung

Grundwasserhöhengleichen nach Auskiesung im Bereich des Betriebsgeländes

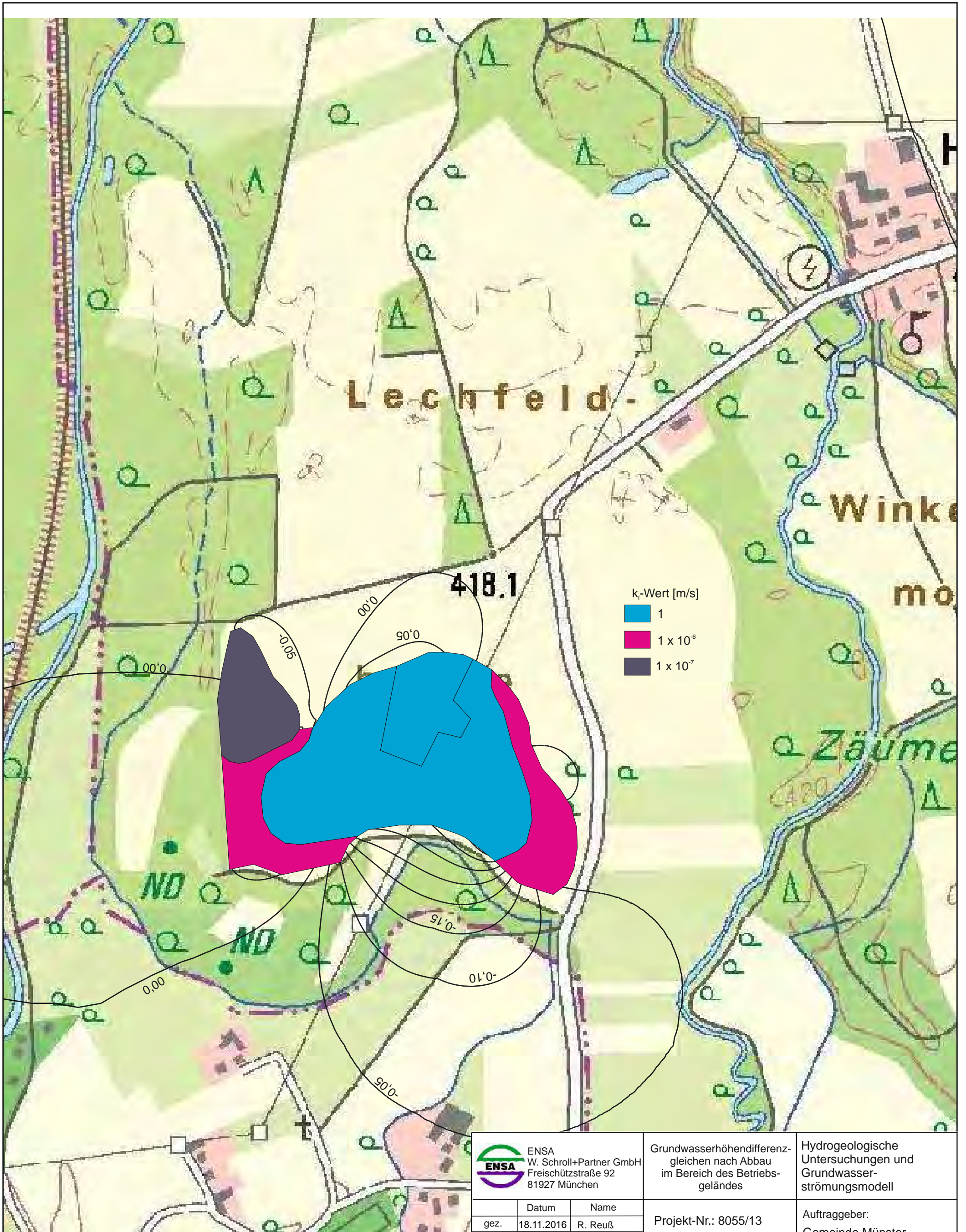
Projekt-Nr.: 8055/13  
 Maßstab: 1 : 25.000 bei DIN A3

Hydrogeologische Untersuchungen und Grundwasserströmungsmodell

Auftraggeber:  
 Gemeinde Münster  
 Rathausplatz 1  
 86692 Münster

**Gemeinde Münster  
 Geplante Kiesabbaukonzentrationszone**





**k<sub>f</sub>-Wert [m/s]**

- 1
- 1 x 10<sup>-6</sup>
- 1 x 10<sup>-7</sup>

**Legende:**

- Grundwasserhöhendifferenz-Gleichen (0,05 m Abstand)
- offene Wasserfläche

- mit Waschschlamm und Abraum verfüllter Bereich
- mit Abraum verfüllter Bereich
- Kolmation

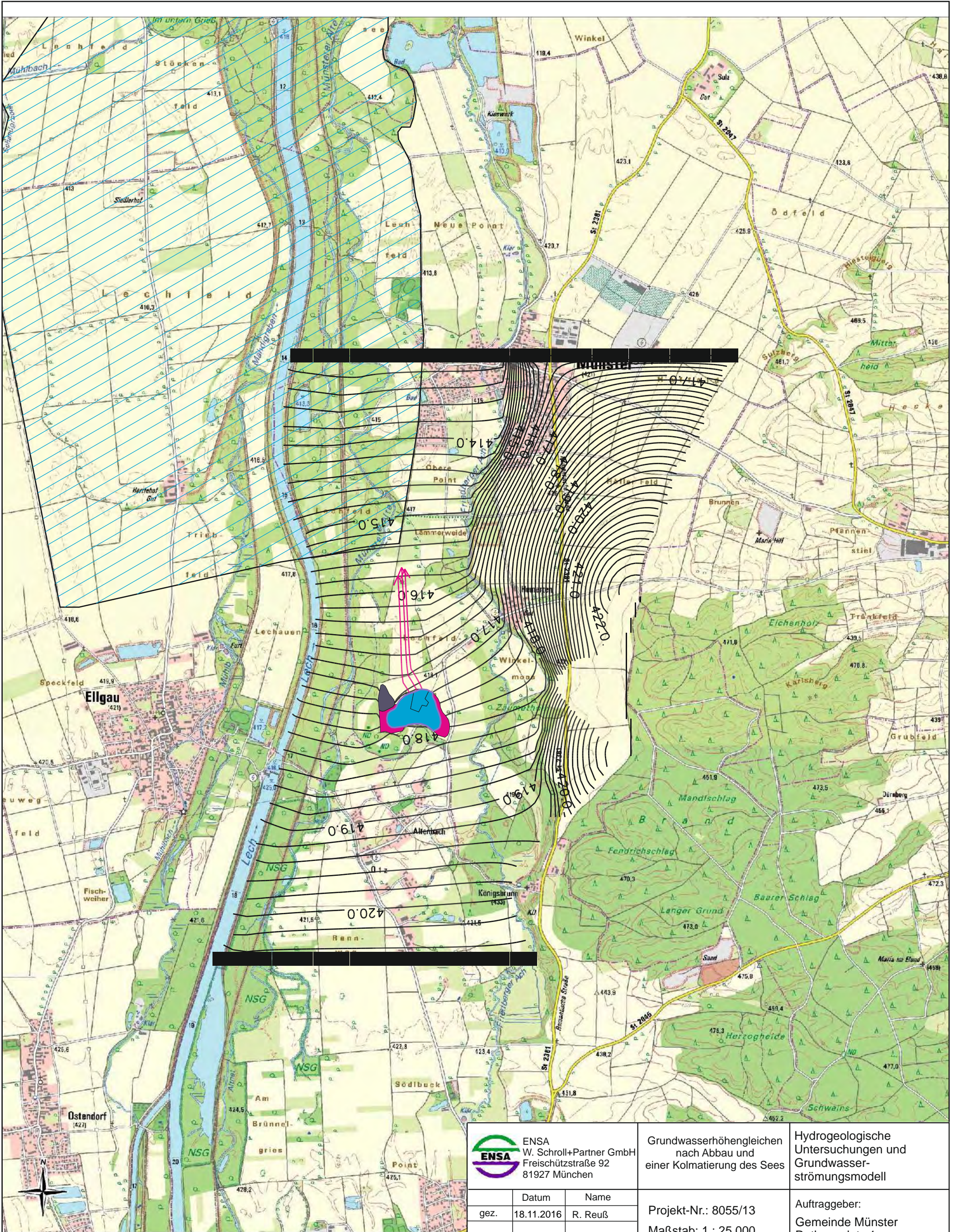


	ENSA W. Schroll+Partner GmbH Freischützstraße 92 81927 München	
	Datum	Name
gez.	18.11.2016	R. Reuß
Plangrundlage: Topographische Karte Bayerische Vermessungsverwaltung		

Grundwasserhöhendifferenz- gleichen nach Abbau im Bereich des Betriebs- geländes	Projekt-Nr.: 8055/13 Maßstab: 1 : 5.000 bei DIN A3
---	--

Hydrogeologische Untersuchungen und Grundwasser- strömungsmodell	Auftraggeber: Gemeinde Münster Rathausplatz 1 86692 Münster
<b>Gemeinde Münster Geplante Kiesabbaukonzentrationszone</b>	





**Legende:**

- Grundwasserhöhengleichen (0,2 m Abstand)
- offene Wasserfläche
- Trinkwasserschutzgebiet
- mit Waschschlamm und Abraum verfüllter Bereich
- mit Abraum verfüllter Bereich
- Kolmation
- Fließpfad von Partikeln über ein Jahr

**ENSA**  
 W. Schroll+Partner GmbH  
 Freischützstraße 92  
 81927 München

gez.	Datum	Name
	18.11.2016	R. Reuß

Plangrundlage:  
 Topographische Karte  
 Bayerische  
 Vermessungsverwaltung

Grundwasserhöhengleichen nach Abbau und einer Kolmatierung des Sees

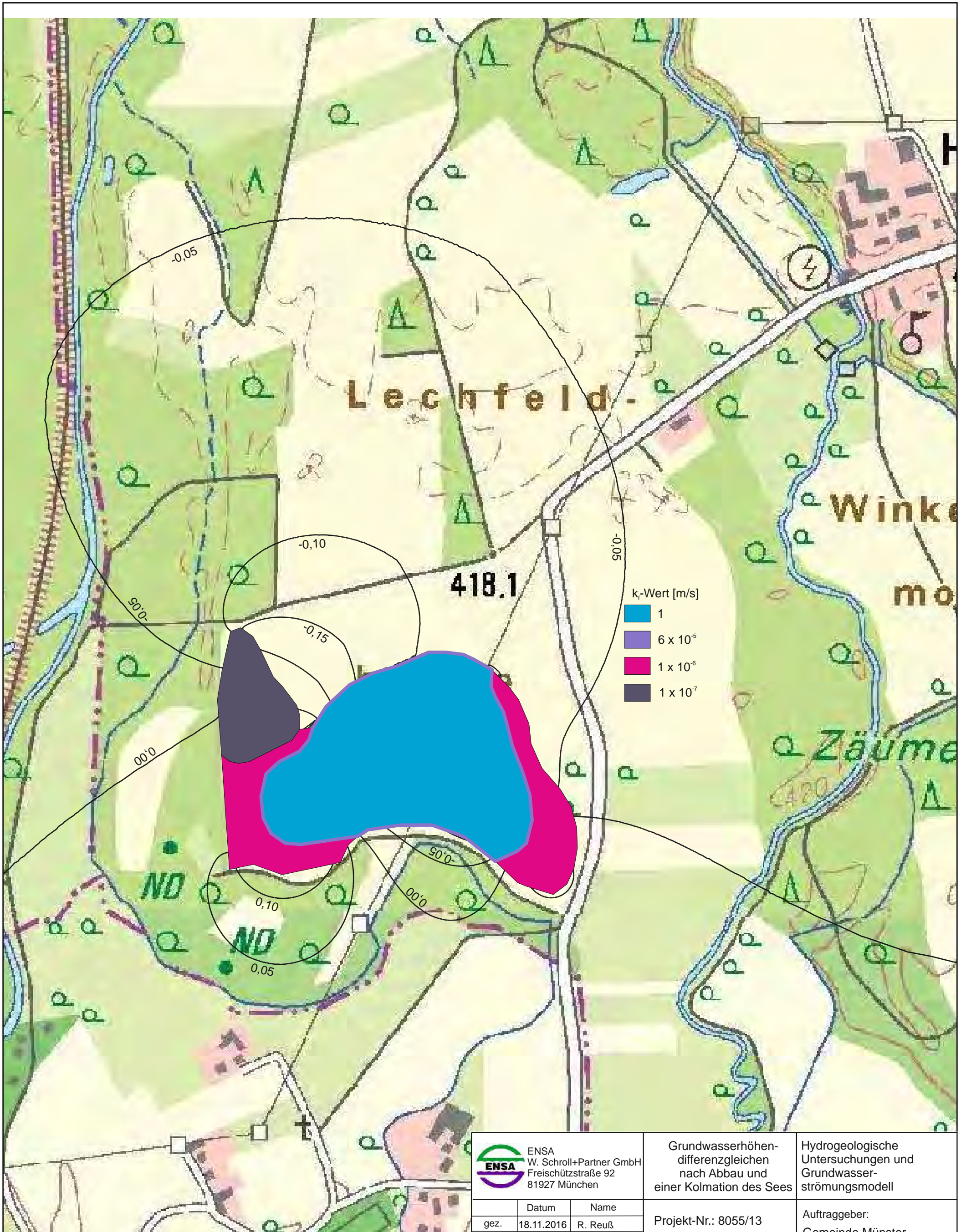
Projekt-Nr.: 8055/13  
 Maßstab: 1 : 25.000 bei DIN A3

Hydrogeologische Untersuchungen und Grundwasserströmungsmodell

Auftraggeber:  
 Gemeinde Münster  
 Rathausplatz 1  
 86692 Münster

**Gemeinde Münster  
 Geplante Kiesabbaukonzentrationszone**





**k<sub>f</sub>-Wert [m/s]**

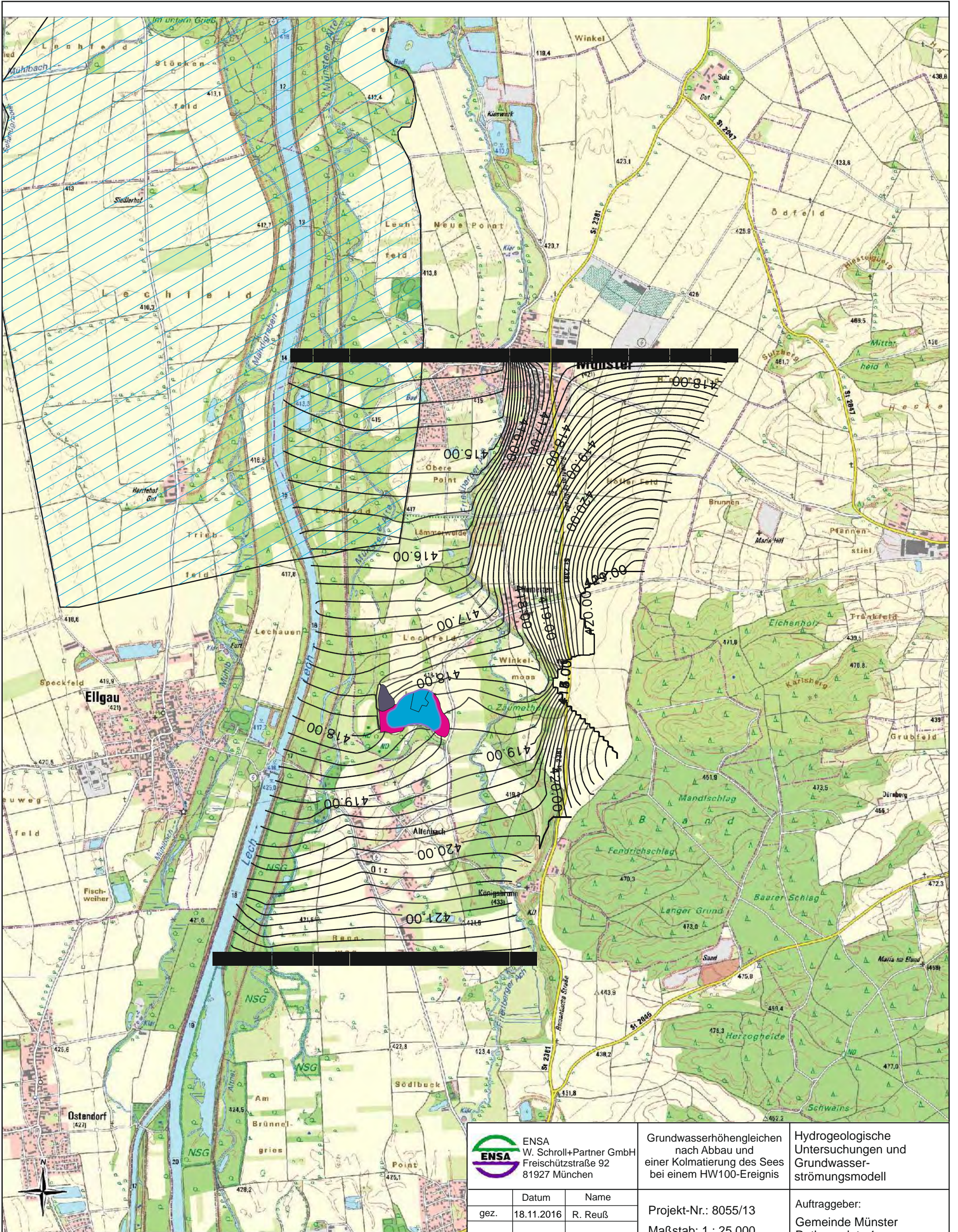
Light Blue	1
Purple	6 x 10 <sup>-5</sup>
Pink	1 x 10 <sup>-6</sup>
Dark Grey	1 x 10 <sup>-7</sup>

- Legende:**
- Grundwasserhöhendifferenz-Gleichen (0,05 m Abstand)
  - offene Wasserfläche
  - mit Waschschlamm und Abraum verfüllter Bereich
  - mit Abraum verfüllter Bereich
  - Kolmation



ENSA W. Schroll+Partner GmbH Freischützstraße 92 81927 München	Grundwasserhöhen- differenzgleichen nach Abbau und einer Kolmation des Sees		Hydrogeologische Untersuchungen und Grundwasser- strömungsmodell
	Datum gez. 18.11.2016	Name R. Reuß	
Auftraggeber: Gemeinde Münster Rathausplatz 1 86692 Münster		<b>Gemeinde Münster</b> <b>Geplante Kiesabbaukonzentrationszone</b>	
Plangrundlage: Topographische Karte Bayerische Vermessungsverwaltung			





Legende:

- Grundwasserhöhengleichen (0,2 m Abstand)
- offene Wasserfläche
- Trinkwasserschutzgebiet
- mit Abraum verfüllter Bereich
- Kolmation
- mit Waschschlamm und Abraum verfüllter Bereich

**ENSA**  
 ENSA  
 W. Schroll+Partner GmbH  
 Freischützstraße 92  
 81927 München

gez.	Datum	Name
	18.11.2016	R. Reuß

Plangrundlage:  
 Topographische Karte  
 Bayerische  
 Vermessungsverwaltung

Grundwasserhöhengleichen nach Abbau und einer Kolmation des Sees bei einem HW100-Ereignis

Projekt-Nr.: 8055/13  
 Maßstab: 1 : 25.000 bei DIN A3

Hydrogeologische Untersuchungen und Grundwasserströmungsmodell

Auftraggeber:  
 Gemeinde Münster  
 Rathausplatz 1  
 86692 Münster

**Gemeinde Münster  
 Geplante Kiesabbaukonzentrationszone**