



**Bebauungsplanverfahren Großreuth,  
Tiefes Feld**

**Grundwassermonitoring**

**Jahresbericht**

Projekt-Nr.: **102507**

Bericht-Nr.: **02**

Erstellt im Auftrag von:  
**Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg**  
**Adolf-Braun-Straße 33**  
**90429 Nürnberg**

Dipl.-Geol. Dr. Johannes Holbig,  
Dipl.-Geogr. Dirk Haas  
Dipl.-Geoök. Sabrina Grünhagen

2017-12-15

## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
<b>1</b>	<b>VORBEMERKUNG UND AUFGABENSTELLUNG ..... 5</b>
<b>2</b>	<b>UNTERLAGEN ..... 6</b>
<b>3</b>	<b>VORERKUNDUNG ..... 7</b>
3.1	Geologie und Hydrogeologie ..... 7
3.2	Durchlässigkeit des Untergrundes ..... 8
<b>4</b>	<b>UNTERSUCHUNGSUMFANG ..... 10</b>
4.1	Grundwassermessstellen ..... 10
4.2	Auslesen der Datenlogger ..... 11
4.3	Überprüfung der Drucksonden ..... 11
4.4	Klimadaten ..... 13
4.5	Geländemodell und Darstellung Grundwassergleichen ..... 13
<b>5</b>	<b>ERGEBNISSE DES GRUNDWASSERMONITORING ..... 14</b>
5.1	Ganglinien Grundwasserstandsaufzeichnungen ..... 14
5.1.1	GWM 1 ..... 14
5.1.2	GWM 2 ..... 16
5.1.3	GWM 3 ..... 17
5.1.4	GWM 4 ..... 19
5.1.5	GWM 5 ..... 20
5.1.6	GWM 6 ..... 21
5.1.7	GWM 7 ..... 22
5.2	Gesamtdarstellung GWM 1 bis GWM 7 ..... 24
<b>6</b>	<b>MEHRJÄHRIGER MITTLERER GRUNDWASSERHÖCHSTSTAND ..... 25</b>
<b>7</b>	<b>BEWERTUNG ..... 27</b>
<b>8</b>	<b>EMPFEHLUNGEN ..... 28</b>

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

	Seite
Abbildung 3.1 Geologie (Quelle: [U1], bearbeitet).....	7
Abbildung 3.2 Grundwassergleichenplan (Quelle [U2], bearbeitet) .....	8
Abbildung 5-1 Ganglinie Grundwasser GWM 1.....	14
Abbildung 5-2 Ganglinie Grundwasser GWM 2.....	16
Abbildung 5-3 Ganglinie Grundwasser GWM 3.....	17
Abbildung 5-4 Ganglinie Grundwasser GWM 4.....	19
Abbildung 5-5 Ganglinie Grundwasser GWM 5.....	20
Abbildung 5-6 Ganglinie Grundwasser GWM 6.....	21
Abbildung 5-7 Ganglinie Grundwasser GWM 7.....	22
Abbildung 5-8 Gesamtdarstellung, Ganglinien GWM 1 bis 7.....	24

## TABELLENVERZEICHNIS

	Seite
Tabelle 3-1 Übersicht der Versuchsergebnisse.....	9
Tabelle 4-1 Lageparameter und technische Daten Grundwassermessstellen.....	10
Tabelle 4-2 Grundwasseraufzeichnungen Messstellenbau, April/Mai 2016.....	10
Tabelle 4-3 Abgleich Lichtlotmessungen mit Datenloggerwerten .....	12
Tabelle 5-1 Übersicht Grundwasserspiegeldaten GWM 1 <sup>(1)</sup> .....	14
Tabelle 5-2 Übersicht Grundwasserspiegeldaten GWM 2.....	16
Tabelle 5-3 Übersicht Grundwasserspiegeldaten GWM 3 <sup>(1)</sup> .....	17
Tabelle 5-4 Übersicht Grundwasserspiegeldaten GWM 4 <sup>(1)</sup> .....	19
Tabelle 5-5 Übersicht Grundwasserspiegeldaten GWM 5.....	20
Tabelle 5-6 Übersicht Grundwasserspiegeldaten GWM 6.....	21
Tabelle 5-7 Übersicht Grundwasserspiegeldaten GWM 7 <sup>(1)</sup> .....	22
Tabelle 6-1 Grundwasserflurabstand PB 705 und PB 9/95 2010 bis 2017 .....	26
Tabelle 7.1 Versickerungseinrichtungen in Abhängigkeit vom Grundwasserflurabstand nach [U6].....	27

## ANLAGENVERZEICHNIS

- Anlage 1 Dokumentation Ergebnisse Grundwassermonitoring 2016/17
- Anlage 1.1 Niedrigster Grundwasserstand, M 1 : 1.500 (DIN A2)
- Anlage 1.2 Mittlerer Grundwasserstand, M 1 : 1.500 (DIN A2)
- Anlage 1.3 Höchster Grundwasserstand, M 1 : 1.500 (DIN A2)
- Anlage 1.4 Ganglinien GWM 1 bis 7 (DIN A3)
- Anlage 1.5 Loggerdaten GWM 1 bis 7, Auszug Tages- und Wochenmittelwerte
  
- Anlage 2 Mittlerer höchster Grundwasserstand (2010 bis 2017), M 1 : 1.500 (DIN A2)
  
- Anlage 3 Bohrprofile und Ausbaupläne
- Anlage 3.1 GWM 1 bis GWM 7
- Anlage 3.2 PB 705 und PB 9/95

## 1 VORBEMERKUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Die CDM Smith Consult GmbH wurde im Zuge der Planung zur weiteren städtebaulichen Entwicklung der Stadtteile Nürnberg Großreuth und Tiefes Feld von der Stadt Nürnberg (SUN) mit einem hydrogeologischen Grundwassermonitoring beauftragt. Ziel dieses einjährigen Monitorings ist die weitestgehend verlässliche Bestimmung der Grundwasserflurabstände und deren Jahrgang vor dem Hintergrund der Beurteilung der grundsätzlichen Versickerungseignung der städtebaulich betroffenen Flächen. Zu diesem Zweck wurde im ersten Quartal 2015 von der CDM Smith Consult ein Messstellenkonzept [U7] vorgelegt, dass die Errichtung von insgesamt sieben Messstellen vorsah. Die Messstellenstandorte wurden in Folge dessen in Absprache mit dem Auftraggeber angepasst, vgl. u.a. Anlage 1.1.

Die geplanten Messstellen wurden im April/Mai 2016 von der Firma Behringer + Dittmann errichtet, vgl. Halbjahresbericht Grundwassermonitoring vom 03.09.2017 [U8].

Die Drucksensoren und Datenlogger zur Aufzeichnung der Grundwasserstände wurden am 01.06.2016 von der CDM Smith Consult GmbH verbaut und deren Funktion in den Folgetagen überprüft. Im Rahmen des Grundwassermonitorings wurden die Drucksensoren und Datenlogger quartalsweise auf Funktionsfähigkeit überprüft und ausgelesen.

Der vorliegende Bericht dokumentiert und bewertet das im Zeitraum von Juni 2016 bis Juli 2017 durchgeführte hydrogeologische Grundwassermonitoring in den Stadtteilen Großreuth und Tiefes Feld.

## 2 UNTERLAGEN

- [U1] Geologische Karte Nürnberg – Fürth – Erlangen und Umgebung 1 : 50.000, Bayerisches Geologisches Landesamt, München 1977
- [U2] Grundwasserbericht 2011, Stadt Nürnberg / Umweltreferat, Nürnberg 2011
- [U3] Merkblatt DWA-M 153: Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser. Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V. (GFA), Hennef, August 2007
- [U4] Arbeitsblatt DWA-A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen. DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Juli 2005
- [U5] Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., April 2005
- [U6] CDM Smith Consult GmbH (2013): Untersuchung zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens, 09.08.2013
- [U7] CDM Smith Consult GmbH (2015): Bebauungsplanverfahren Großreuth, Tiefes Feld – Grundwassermonitoring, Konzept Messstellennetz, 19.03.2015
- [U8] CDM Smith Consult GmbH (2017): Bebauungsplanverfahren Großreuth, Tiefes Feld – Grundwassermonitoring; Zwischenbericht, 09.03.2017
- [U9] LGA Institut für Umweltgeologie und Altlasten GmbH (2017), Datenauszug Grundwassermonitoring Verlängerung U-Bahntrasse U3

### 3 VORERKUNDUNG

#### 3.1 Geologie und Hydrogeologie

Die allgemeine Geologie und Hydrogeologie des Untersuchungsgeländes wurde auf Grundlage [U1] bereits in [U6] beschrieben:

„Im gesamten Untersuchungsgelände steht der Blasensandstein des Sandsteinkeupers an (siehe Abbildung 3.1). Im Liegenden wird er in etwa 10 – 20 Metern unter Geländeoberkante von den Lehrbergschichten des Gipskeupers begrenzt. Der Blasensandstein wird überwiegend von fein- bis mittelkörnigen, seltener auch grobkörnigen Sandsteinen mit toniger bzw. karbonatischer Bindung gebildet. Es finden sich aber auch mehrfach Lettenlagen bzw. –linsen zwischen den heterogenen Sandsteinlagen. Insgesamt kann der Blasensandstein als sehr fazienreich beschrieben werden. Die zwischengeschalteten Lettenlagen und –linsen sind meist nicht horizontbeständig und bzgl. ihrer Mächtigkeit sehr wechselhaft.“

Die Profile der im Vorfeld des Grundwassermonitorings niedergebrachten Messstellen bestätigen diese allgemeine Charakterisierung des anstehenden Untergrundes, vgl. auch Anlage 3.1. Wesentliches Merkmal ist die Heterogenität und der häufige Wechsel von sandigen zu bindigen Partien, deren hydrogeologische Eigenschaften von Schluff und/oder Ton bestimmt werden. Es ist davon auszugehen, dass die angetroffenen und in Anlage 3.1 beschriebenen Schichten horizontal nicht durchgängig sind.

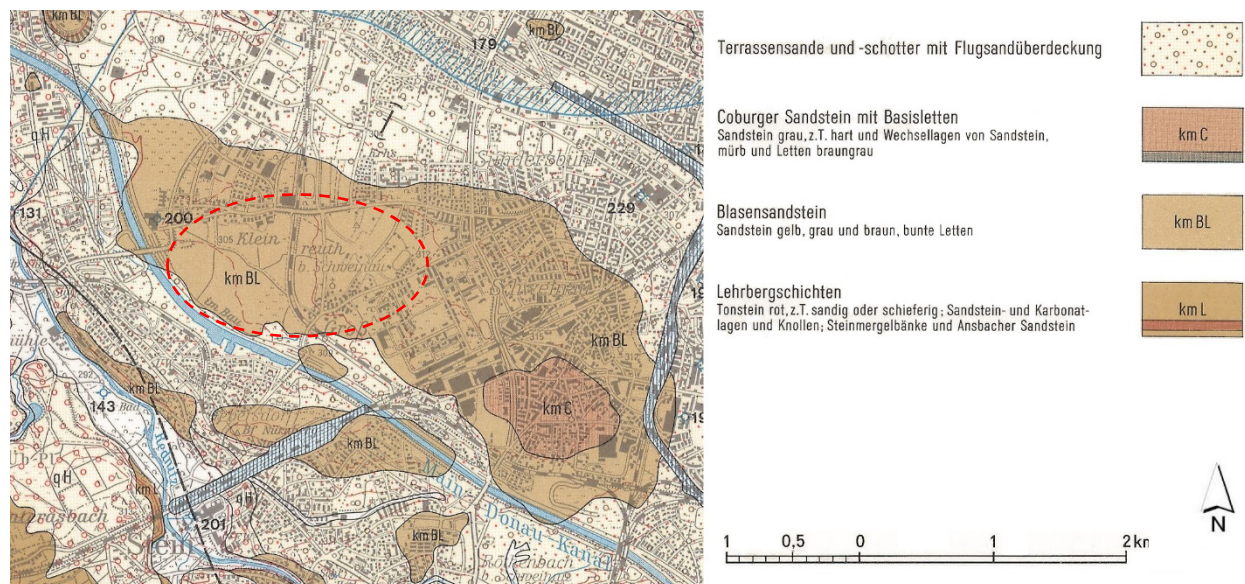


Abbildung 3.1 Geologie (Quelle: [U1], bearbeitet)

Die in [U6] beschriebene Grundwasserfließrichtung konnte im Zuge des Monitorings bestätigt werden:

„Die Grundwasserströmungsverhältnisse werden im Projektgebiet durch die Lage in Wasserscheidenposition zwischen den Vorflutern Pegnitz im Nordosten und Rednitz im Südwesten gesteuert (vgl. Abbildung 3.2). Daraus resultieren im Westen des Untersuchungsgebietes vorherrschend südwestliche und im Osten nordöstliche Grundwasserfließrichtungen.“

Detaillierte Angaben zu Grundwasserstand und -fließrichtung sind Abschnitt 5 und Anlage 1 zu entnehmen.

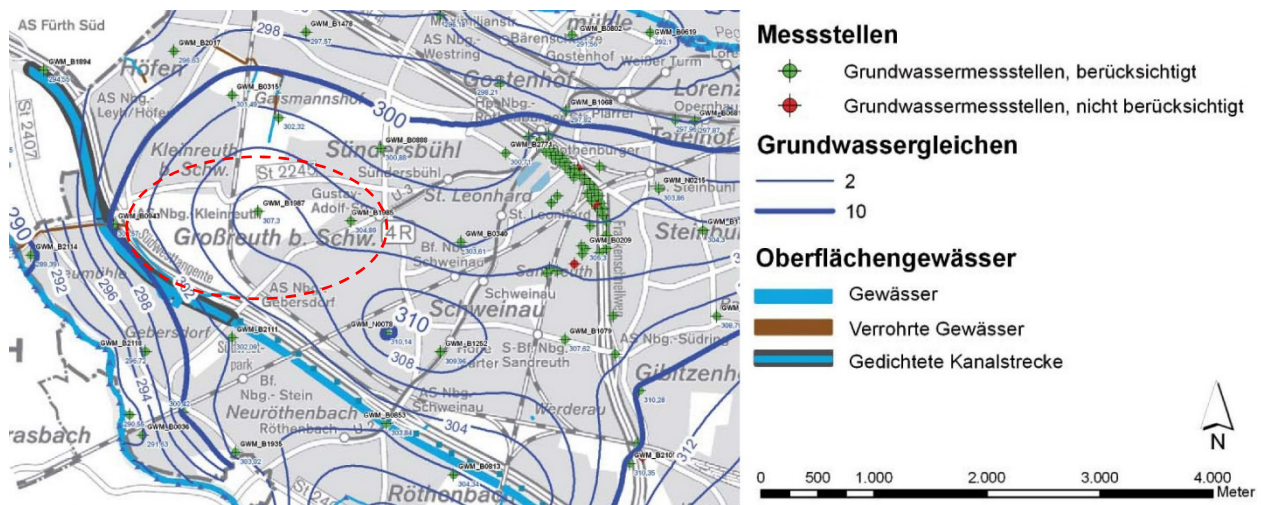


Abbildung 3.2 Grundwassergleichenplan (Quelle [U2], bearbeitet)

### 3.2 Durchlässigkeit des Untergrundes

Die zur Ermittlung der Durchlässigkeitsbeiwerte bereits 2012 durchgeführten Feldversuche und deren Ergebnisse sind in [U6] ausführlich beschrieben. Die wesentlichen Ergebnisse sind nachfolgend nochmals aufgeführt:

„Die im Feldversuch ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte rangieren zwischen  $2,2E-05$  und  $1,9E-06$  m/s. Alle  $k_f$ -Werte liegen damit innerhalb der gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 [U5] definierten versickerungstauglichen Bandbreite von  $1E-03$  bis  $1E-06$ , liegen jedoch nahe am unteren Limit dieses Bereiches. [...]

Nach den Vorgaben des Arbeitsblattes DWA-A 138 [U5] ist der Bemessung von Versickerungsanlagen eine Gebirgsdurchlässigkeit zugrunde zu legen. Zur Ermittlung dieses Bemessungs- $k_f$ -Wertes sind die im Feld ermittelten  $k_f$ -Werte mit einem vorgegebenen Korrekturfaktor für die Bestimmungsmethode (für Feldversuch = 2) zu multiplizieren und daraus der  $k_f$ -Wert für die ungesättigte Bodenzone zu bestimmen ( $k_{f,u} = k_f/2$ ). Im Falle von Feldversuchen entspricht das Versuchsergebnis also dem Bemessungs- $k_f$ -Wert (vgl. Tabelle 3-1). Auf die Berechnung des logarithmischen Mittelwertes aus den ermittelten  $k_f$ -Werten wird aufgrund der weiträumigen Verteilung der Versuchsstandorte verzichtet.“

Tabelle 3-1 Übersicht der Versuchsergebnisse

Versuch	Bodenschicht	Versuchs- / Probenahmetiefe [m u. GOK]	$k_{f \text{ Feld}}^{(1)}$ [m/s]	$k_{f \text{ Kor}}^{(2)}$ [m/s]	$k_{f,u}^{(3)}$ [m/s]
VSV RKS 2	Mittelsand, schwach grobsandig, Verwitterungszone	1,9 – 2,1	2,5E-06	5,0E-06	<b>2,5E-06</b>
VSV RKS 3	Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig, stw. Grobsandlagen, Auesand	1,0 – 1,3	8,8E-06	1,8E-05	<b>8,8E-06</b>
VSV RKS 4	Mittelsand, schwach grobsandig, Verwitterungszone	1,2 – 1,5	2,2E-05	4,4E-05	<b>2,2E-05</b>
VSV RKS 8	Mittelsand, schwach tonig, schwach grobsandig, Auesand	1,0 – 1,3	8,2E-06	1,6E-05	<b>8,2E-06</b>
VSV RKS 11	Mittelsand, schwach grobsandig, schwach schluffig, einzelne Feinkiese, Auesand	1,0 – 1,3	9,7E-06	1,9E-05	<b>9,7E-06</b>
VSV RKS 13	Mittelsand, schwach grobsandig, Verwitterungszone	1,3 – 1,6	1,5E-05	3,0E-05	<b>1,5E-05</b>
VSV RKS 15	Sand, schwach tonig, mit tonigen Sandlagen, Verwitterungszone	1,9 – 2,2	4,9E-06	9,8E-06	<b>4,9E-06</b>
VSV RKS 16	Mittelsand, schwach grobsandig, einzelne Kiese, Verwitterungszone	1,1 – 1,4	1,9E-06	3,8E-06	<b>1,9E-06</b>

<sup>(1)</sup> Wert im Feldversuch ermittelt

<sup>(2)</sup> Korrekturfaktor für Feldversuche nach DWA A-138 [U5] = 2

<sup>(3)</sup> Bemessungswert,  $k_{f,u} = k_i/2$  [U5]

## 4 UNTERSUCHUNGSUMFANG

### 4.1 Grundwassermessstellen

Die komplette Dokumentation der Firma Behringer + Dittmann zum Messstellenbau wurde mit [U8] vorgelegt, ebenso die Fotografien der gewonnenen Bohrkern. Die Bohrprofile (gemäß Aufnahme CDM Smith) sowie die Ausbaupläne (gemäß Dokumentation Behringer + Dittmann) der errichteten Messstellen können der Anlage 3.1 dieses Berichtes entnommen werden. Die nachfolgenden Tabellen geben einen Überblick der wesentlichen Lageparameter und der Grundwasserstände zum Zeitpunkt der Errichtung.

Tabelle 4-1 Lageparameter und technische Daten Grundwassermessstellen

Messstelle	RW	HW	GOK [m NN]	ROK [m u. GOK]	Endteufe [m u. GOK]	Ausbautiefe [m u. GOK]
GWM 1	4429391,712	5478358,972	313,215	313,085	5,10	5,10
GWM 2	4428958,589	5477963,527	309,170	309,044	5,10	5,10
GWM 3	4429072,002	5478246,854	310,828	310,671	5,00	4,60
GWM 4	4428824,033	5478587,784	308,377	308,196	5,00	4,70
GWM 5	4428610,707	5478265,342	307,156	307,012	4,10	5,40
GWM 6	4428129,982	5478222,900	303,330	303,226	5,00	4,20
GWM 7	4428011,399	5478587,700	306,658	306,465	5,00	4,20

Tabelle 4-2 Grundwasseraufzeichnungen Messstellenbau, April/Mai 2016

Messstelle	Wasser angetroffen [m u. GOK]	Wasserspiegel nach Beendigung [m u. GOK]	Wasserspiegel in Ruhe [m u. GOK]
GWM 1	-	3,60	4,94
GWM 2	-	2,20	2,69
GWM 3	-	3,50	4,24
GWM 4	-	2,60	3,04
GWM 5	1,90	1,80	1,20
GWM 6	1,30	1,00	0,75
GWM 7	-	2,40	2,90

## 4.2 Auslesen der Datenlogger

Das Auslesen der Datenlogger erfolgte im Berichtszeitraum jeweils zum Ende eines Quartals. Im Einzelnen geschah dies für das 1. Quartal am 14.09.2016, für das 2. Quartal am 21.12.2016, für das 3. Quartal am 20.03.2017 und schließlich für das 4. Quartal am 03.07.2017.

Lediglich an GWM 7 wurden in Folge eines Datenloggerdefekts für ca. 4 Wochen (Ende Dez. 2016 bis Ende Januar 2017) keine Daten aufgezeichnet. Die übrigen sechs Datenlogger zeichneten durchgängig auf.

## 4.3 Überprüfung der Drucksonden

Die Datenlogger der GWM 1, GWM 2, GWM 3 und GWM 5 funktionierten im Beobachtungszeitraum ohne Störungen. Es wurden an den genannten Messstellen Abweichungen zwischen den quartalsweise gemessenen Lichtlotwerten und den durchgängig aufgezeichneten Datenloggerwerten festgestellt (max. 9 cm, überwiegend < 3 cm), vgl. Tabelle 4-3. In Relation zur Schwankungsbreite der Wasserstände sind diese Abweichungen als gering einzustufen, so dass die aufgezeichneten Messwerte für das Grundwassermonitoring ohne Einschränkung verwendet und bewertet werden können.

Die eingebauten Datenlogger der GWM 4, GWM 6 und GWM 7 zeigten im Berichtszeitraum deutliche Abweichungen zwischen den Lichtlotwerten und den Datenloggerwerten (bis 45 cm, vergleiche auch Ganglinienverlauf Grundwassermessstellen an den jeweiligen Auslesetagen sowie Tabelle 4-3). Der für die Bewertung der Versickerungseignung eines Areals maßgebliche Grundwasserhöchststand (Frühjahr 2017) ist von diesem Effekt jedoch nicht berührt, da im Zuge der quartalsweisen Auslesung und Überprüfung der Datenlogger diese jeweils neu kalibriert wurden und die Höchststände an den meisten Messstellen wenige Wochen nach der dritten Auslesung und Neukalibrierung erreicht wurden.

Tabelle 4-3 Abgleich Lichtlotmessungen mit Datenloggerwerten

Messstelle	Datum	Lichtlotwert [m u. GOK]	Datenloggerwert [m u. GOK]	Abweichung [cm]
GWM 1*	14.09.2016	5,18	5,18	0
	21.12.2016	5,00	5,00	0
	20.03.2017	5,18	5,29	-11
	03.07.2017	5,26	5,26	0
* fällt ab ca. 5,18 m u. GOK trocken (ab Mitte Dezember ab ca. 5,28 m u. GOK)				
GWM 2	14.09.2016	3,54	3,48	6
	21.12.2016	3,18	3,21	-3
	20.03.2017	3,02	3,11	-9
	03.07.2017	3,22	3,22	0
GWM3*	14.09.2016	4,62	4,62	0
	21.12.2016	4,62	4,63	-1
	20.03.2017	4,61	4,62	-1
	03.07.2017	4,63	4,63	0
* fällt vermutlich ab ca. 4,64 m u. GOK trocken				
GWM 4*	14.09.2016	3,67	3,67	0
	21.12.2016	4,09	4,08	1
	20.03.2017	4,59	4,35	24
	03.07.2017	4,36	4,37	-1
* fällt vermutlich ab ca. 4,34 m u. GOK trocken				
GWM 5	14.09.2016	2,28	2,27	1
	21.12.2016	2,41	2,41	0
	20.03.2017	2,14	2,14	0
	03.07.2017	2,24	2,24	0
GWM 6	14.09.2016	1,41	1,41	0
	21.12.2016	1,03	0,87	16
	20.03.2017	0,73	1,18	-45
	03.07.2017	1,03	1,03	0
GWM 7*	14.09.2016	3,68	3,68	0
	21.12.2016	3,36	3,11	25
	20.03.2017	3,33	3,35	-2
	03.07.2017	3,09	3,09	0
* fällt vermutlich ab ca. 3,93 m u. GOK trocken (nur bis Mitte Dezember)				

#### 4.4 Klimadaten

Für die Bewertung der Ganglinien flacher Grundwassermessstellen ist ein Abgleich mit dem lokalen Witterungsgeschehen unverzichtbar. Im vorliegenden Fall standen hochauflösende Klimadaten der städtischen Klimastation Nürnberg Gebersdorf zum Abgleich zur Verfügung (abgerufen am 06.09.2017). Aufgrund der räumlichen Nähe zum Untersuchungsgebiet Großreuth/Tiefes Feld sind auch die Effekte sommerlicher Starkregenereignisse (oft lokal eng begrenzt) auf den oberflächennahen Grundwasserhaushalt mit einem hohen Maß an Verlässlichkeit zuzuordnen. Im Nachfolgenden fand jeweils ein Abgleich der Grundwasserganglinie mit der kumulierten Tagessumme der Niederschläge statt.

#### 4.5 Geländemodell und Darstellung Grundwassergleichen

Für die flächige Berechnung und Darstellung der Grundwasserflurabstände wurden von SUN hochauflösende Geländedaten (Rasterweite 1 m) zur Erstellung eines digitalen Geländemodells zur Verfügung gestellt (vgl. auch Höhenliniendarstellung Anlage 1 und Anlage 2).

Für die Interpolation der Grundwasserstände und Darstellung der Grundwassergleichenpläne wurde die Software Surfer Version 11 der Golden Software Inc. eingesetzt. Als Interpolationsmethode wurde Kriging gewählt. Die somit rechnerisch erzeugten Grundwassergleichenpläne wurden nachträglich nicht modifiziert, obgleich die in Troglage verlaufende Bahntrasse im nördlichen Untersuchungsbereich (nahe Rothenburger Straße) im Nahbereich der Trasse vermutlich dränierend wirkt. Aufgrund der geringen räumlichen Reichweite dieser vermuteten Drainagewirkung und der Annahme, dass im Nahbereich des Bahnkörpers Versickerungseinrichtungen grundsätzlich nicht möglich sind, wurde auf eine zeichnerische Manipulation der Grundwassergleichenpläne verzichtet.

## 5 ERGEBNISSE DES GRUNDWASSERMONITORING

### 5.1 Ganglinien Grundwasserstandsaufzeichnungen

#### 5.1.1 GWM 1

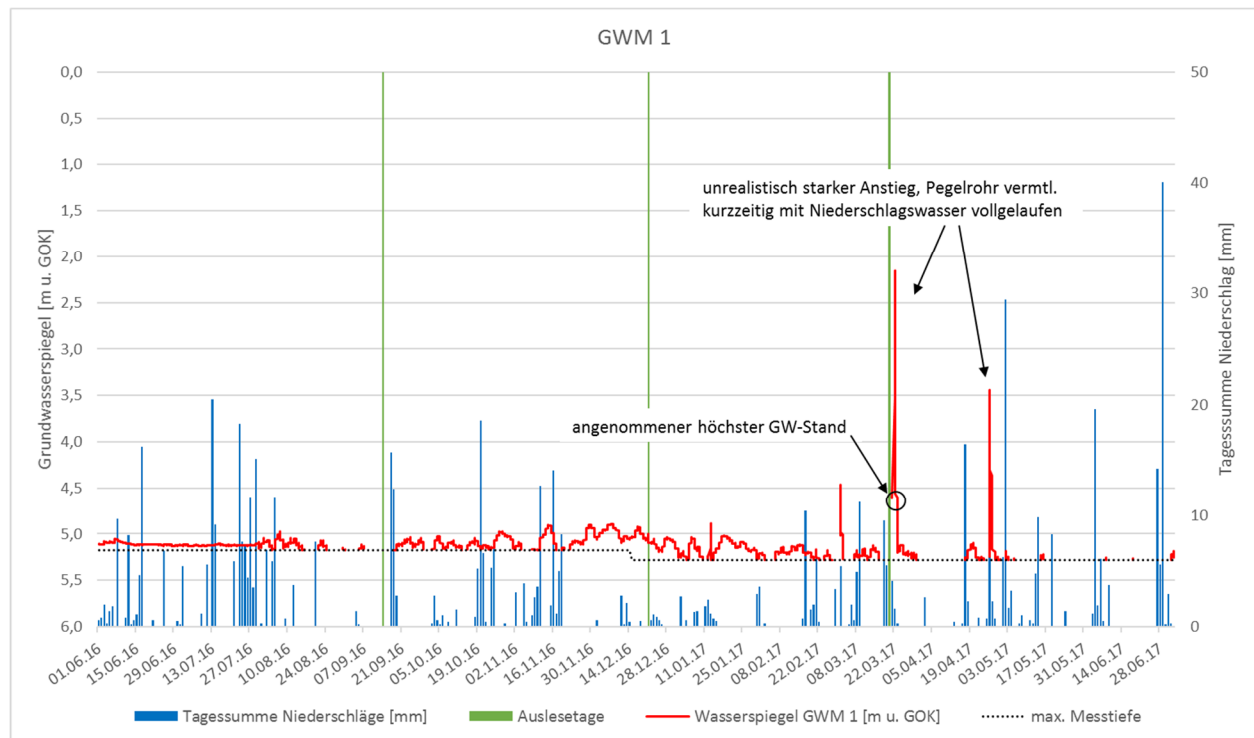


Abbildung 5-1 Ganglinie Grundwasser GWM 1

Tabelle 5-1 Übersicht Grundwasserspiegeldaten GWM 1 <sup>(1)</sup>

GWM 1	stündl. Aufzeichnung		Tagesschnitt		Wochenschnitt	
	[m u. GOK]	[m NN]	[m u. GOK]	[m NN]	[m u. GOK]	[m NN]
MAX	5,28	307,93	5,28	307,93	5,28	307,93
MIN	2,15	311,06	3,66	309,55	4,83	308,39
$\Delta$ (MAX - MIN)	3,13	310,08	1,62	311,59	0,45	312,76
MITTELWERT	5,11	308,11	5,12	308,10	5,13	308,09

<sup>1)</sup> Messstelle zeitweise trockengefallen, max. 5,18 m u. GOK (bis Dezember 2016) bzw. 5,28 m u. GOK aufgezeichnet (im Diagramm als Lücken in der Ganglinie erkennbar).

### Anmerkungen

GWM 1 wurde im Osten des Untersuchungsgebietes in Kuppenlage errichtet. Die topographische Lage und die Nähe zur laufenden U-Bahn-Baustelle bedingen einen vergleichsweise niedrigen Grundwasserspiegel. Der Einfluss der Bauwasserhaltung Baustelle U3 ist erkennbar, insbesondere ab Ende November wurden geringere Amplituden aufgezeichnet als etwa an GWM 7. GWM 1 ist im Beobachtungszeitraum mehrfach trocken gefallen, Werte größer 5,18 m u. GOK konnten aufgrund der Ausbautiefe nicht aufgezeichnet werden. Im Dezember 2016 wurde der Drucksensor noch etwas tiefer verbaut, so dass Werte bis 5,28 m u. GOK aufgezeichnet werden konnten.

## 5.1.2 GWM 2

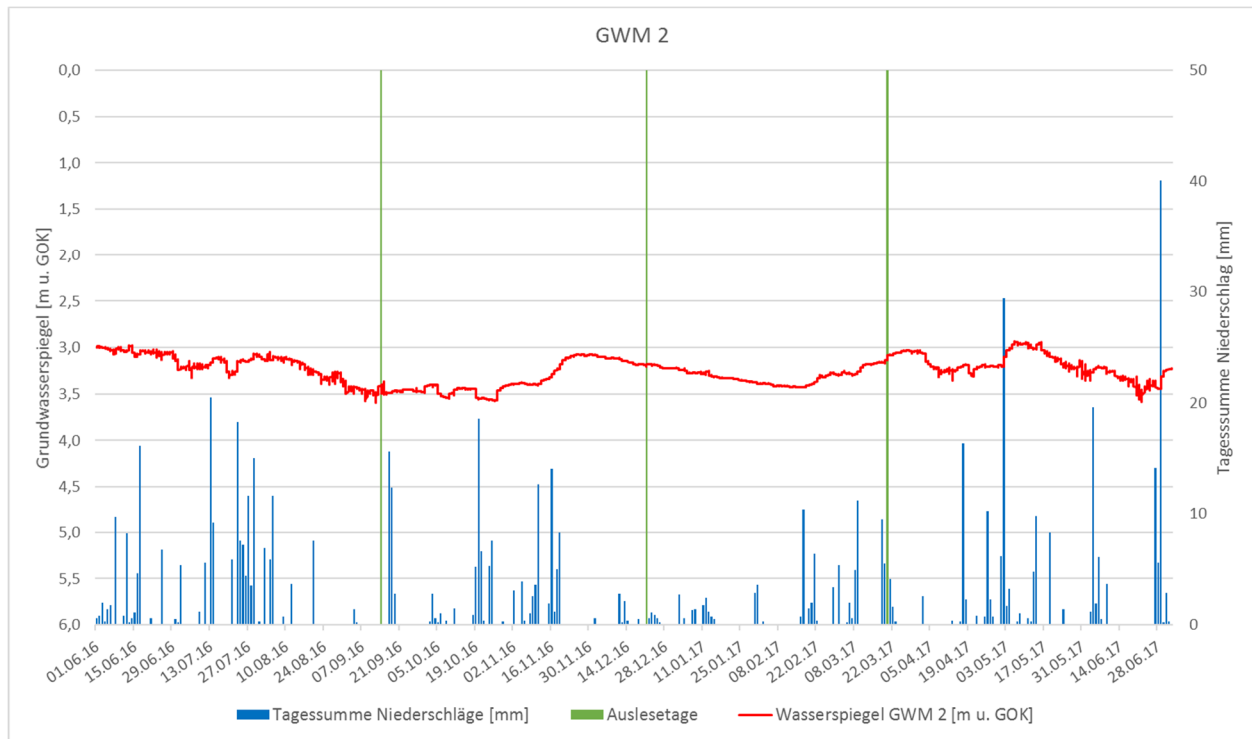


Abbildung 5-2 Ganglinie Grundwasser GWM 2

Tabelle 5-2 Übersicht Grundwasserspiegeldaten GWM 2

GWM 2	stündl. Aufzeichnung		Tagesschnitt		Wochenschnitt	
	[m u. GOK]	[m NN]	[m u. GOK]	[m NN]	[m u. GOK]	[m NN]
MAX	3,60	305,57	3,57	305,60	3,51	305,66
MIN	2,93	306,24	2,95	306,22	2,98	306,19
$\Delta$ (MAX - MIN)	0,66	308,51	0,62	308,55	0,53	308,64
MITTELWERT	3,25	305,92	3,25	305,92	3,25	305,92

### Anmerkungen

GWM 2 führte den gesamten Beobachtungszeitraum über Wasser. Die Ganglinie folgt im Wesentlichen einem typischen hydrologischen Jahrgang mit fallendem Wasserspiegel während der Vegetationsperiode, steigendem Grundwasser bis Anfang Dezember, winterlicher Absenkung (Frostperiode) und Maxima im frühen Frühjahr. Der Grundwasserspiegel scheint durch die Bewässerung der westlich angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen bis Mitte September und ab April beeinflusst („unruhige“ Ganglinie).

### 5.1.3 GWM 3

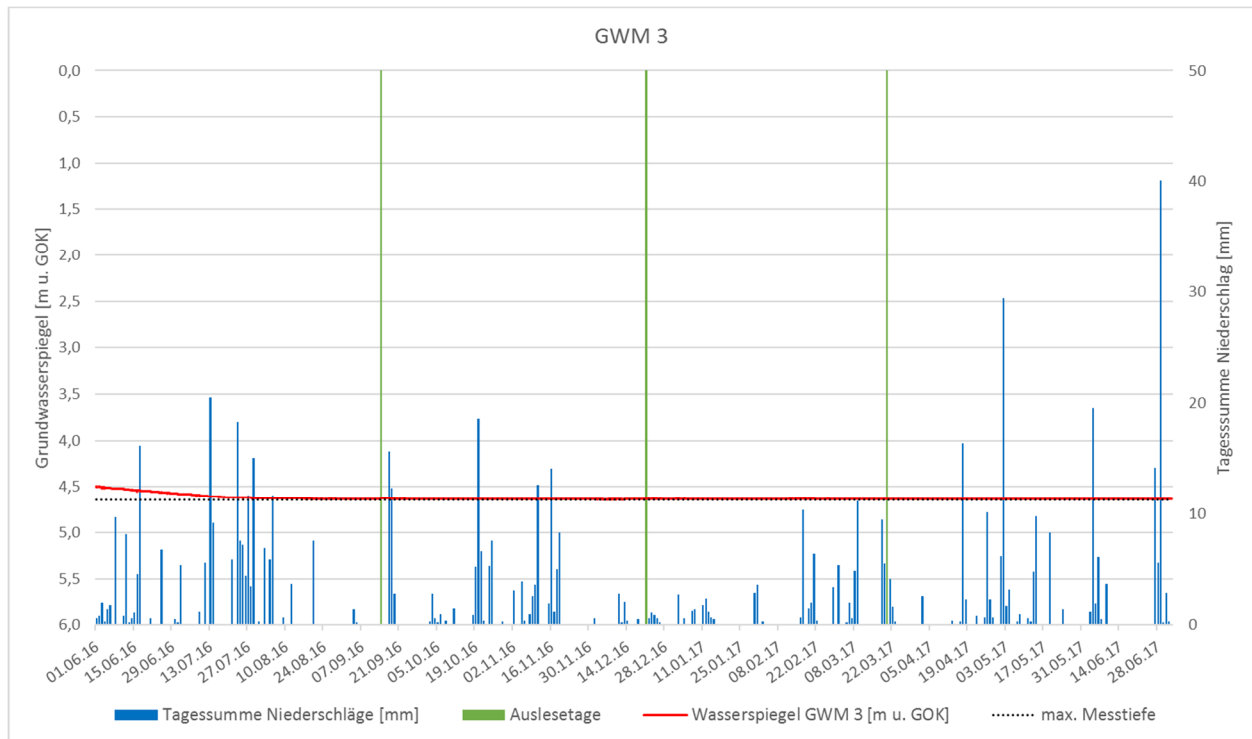


Abbildung 5-3 Ganglinie Grundwasser GWM 3

Tabelle 5-3 Übersicht Grundwasserspiegeldaten GWM 3 <sup>(1)</sup>

GWM 3	stündl. Aufzeichnung		Tagesschnitt		Wochenschnitt	
	[m u. GOK]	[m NN]	[m u. GOK]	[m NN]	[m u. GOK]	[m NN]
MAX	4,64	306,19	4,64	306,19	4,64	306,19
MIN	4,50	306,33	4,50	306,33	4,52	306,31
Δ (MAX - MIN)	0,14	310,68	0,14	310,69	0,12	310,71
MITTELWERT	4,62	306,20	4,62	306,20	4,63	306,20

<sup>1)</sup> Messstelle bereits wenige Wochen nach Errichtung trockengefallen, max. aufgezeichneter Grundwasserflurabstand vermutlich ca. 4,64 m u. GOK.

#### Anmerkungen

Der Drucksensor der Messstelle GWM 3 wurde aufgrund des niedrigen Grundwasserstandes (Ruhewasserspiegel nach Errichtung 4,24 m u. GOK) möglichst tief eingebaut. Hierdurch wurde der Sensor offenbar binnen weniger Tage verschlammte, die aufgezeichneten Daten sind als nicht aussagekräftig zu betrachten. Im Zuge der Überprüfung der Drucksensoren nach Ablauf des ersten Quartals wurde dies nicht erkannt und die Einbausituation des Sensors daher erst nach Ablauf des zweiten Quartals korrigiert. Aufgrund der Ausbautiefe der Messstelle und des

relativ tiefliegenden Grundwasserspiegels konnten am GWM 3 kaum verwertbare Daten aufgezeichnet werden. Der zu Beginn des Monitorings erfasste Grundwasserstand kann – in Abgleich mit den Ganglinien der übrigen Messstellen – als annähernd maximal betrachtet werden (bezogen auf den Untersuchungszeitraum). Eine Beeinflussung durch die Bauwasserhaltung der Baustelle U3 ist wahrscheinlich.

### 5.1.4 GWM 4

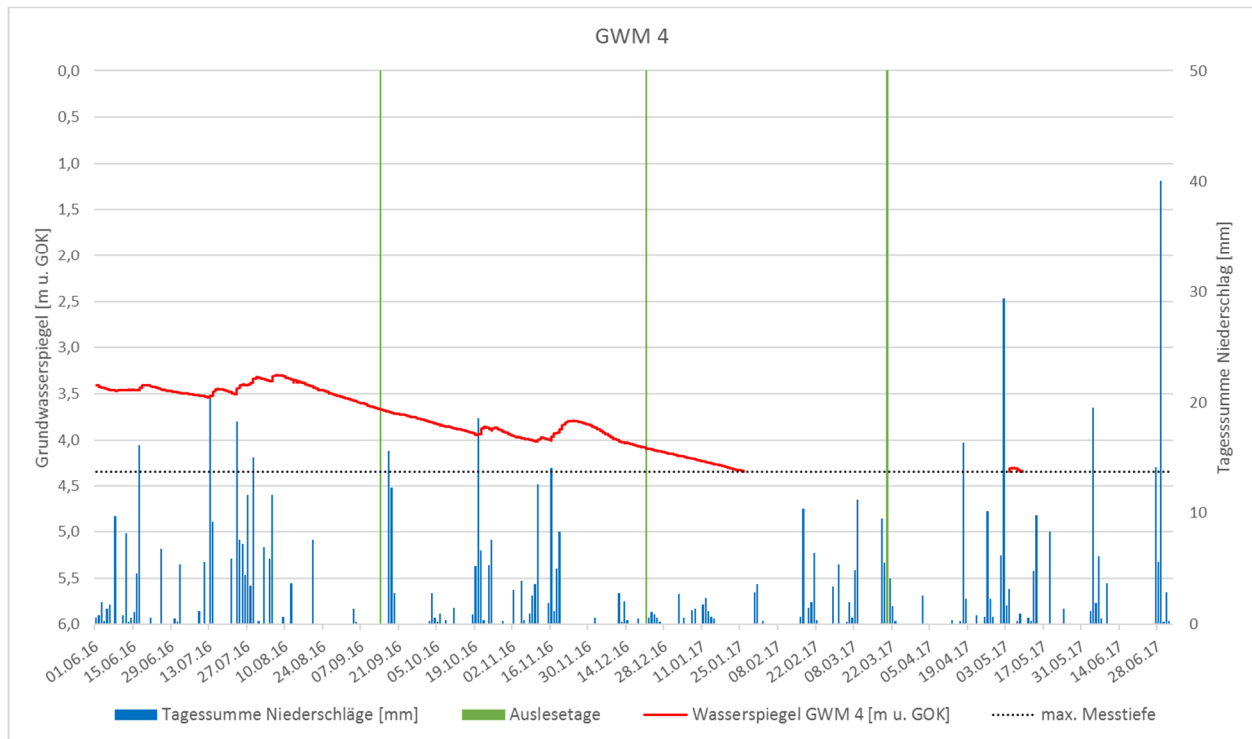


Abbildung 5-4 Ganglinie Grundwasser GWM 4

Tabelle 5-4 Übersicht Grundwasserspiegeldaten GWM 4 <sup>1)</sup>

GWM 4	stündl. Aufzeichnung		Tagesschnitt		Wochenschnitt	
	[m u. GOK]	[m NN]	[m u. GOK]	[m NN]	[m u. GOK]	[m NN]
MAX	4,34	304,03	4,34	304,03	4,34	304,04
MIN	3,30	305,08	3,30	305,08	3,33	305,05
Δ (MAX - MIN)	1,05	307,33	1,04	307,33	1,01	307,37
MITTELWERT	3,76	304,62	3,76	304,61	3,79	304,58

<sup>1)</sup> Messstelle zeitweise trockengefallen, max. 4,34 m u. GOK aufgezeichnet (im Diagramm als Lücken in der Ganglinie erkennbar).

#### Anmerkungen

An der Ganglinie GWM 4 ist bis ca. Ende Januar 2017 ein typischer hydrologischer Jahresverlauf ablesbar. Ende Januar ist die Messstelle trockengefallen, ein Wiederanstieg im Frühjahr – wie etwa an GWM 5 – konnte nicht festgestellt werden. Eine Beeinflussung durch die Bauwasserhaltung der Baustelle U3 und/oder der Baustelle unmittelbar östlich der Bahntrasse ist hier wahrscheinlich.

### 5.1.5 GWM 5

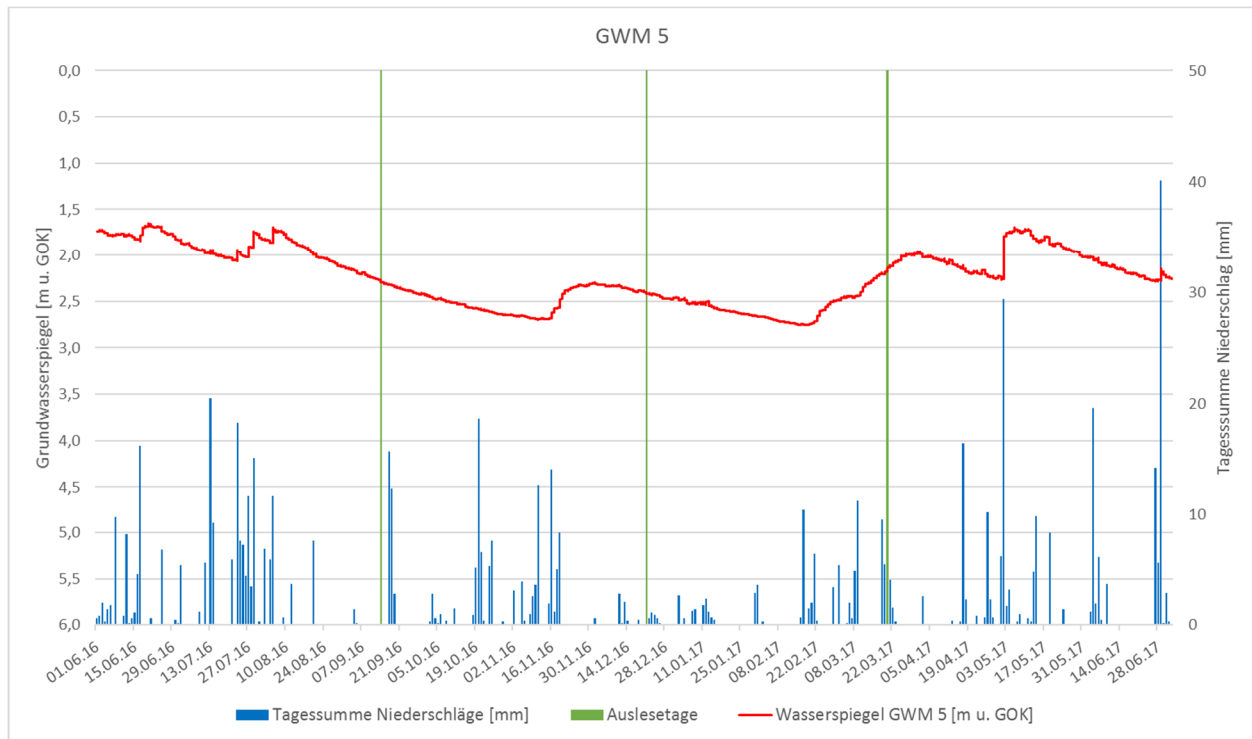


Abbildung 5-5 Ganglinie Grundwasser GWM 5

Tabelle 5-5 Übersicht Grundwasserspiegeldaten GWM 5

GWM 5	stündl. Aufzeichnung		Tagesschnitt		Wochenschnitt	
	[m u. GOK]	[m NN]	[m u. GOK]	[m NN]	[m u. GOK]	[m NN]
MAX	2,76	304,40	2,75	304,40	2,75	304,41
MIN	1,65	305,50	1,67	305,49	1,70	305,46
$\Delta$ (MAX - MIN)	1,10	306,05	1,08	306,07	1,05	306,10
MITTELWERT	2,23	304,93	2,23	304,93	2,24	304,92

#### Anmerkungen

GWM 5 führte den gesamten Beobachtungszeitraum über Wasser. Die Ganglinie folgt im Wesentlichen einem typischen hydrologischen Jahrgang, Maxima werden im Frühjahr und nach sommerlichen Starkniederschlägen erreicht. Während Phasen hoher Grundwasserstände reagiert die Messstelle deutlich auf stärkere Niederschlagsereignisse, vgl. Ganglinie Juli/August 2016 und Ganglinie Mai 2017.

### 5.1.6 GWM 6

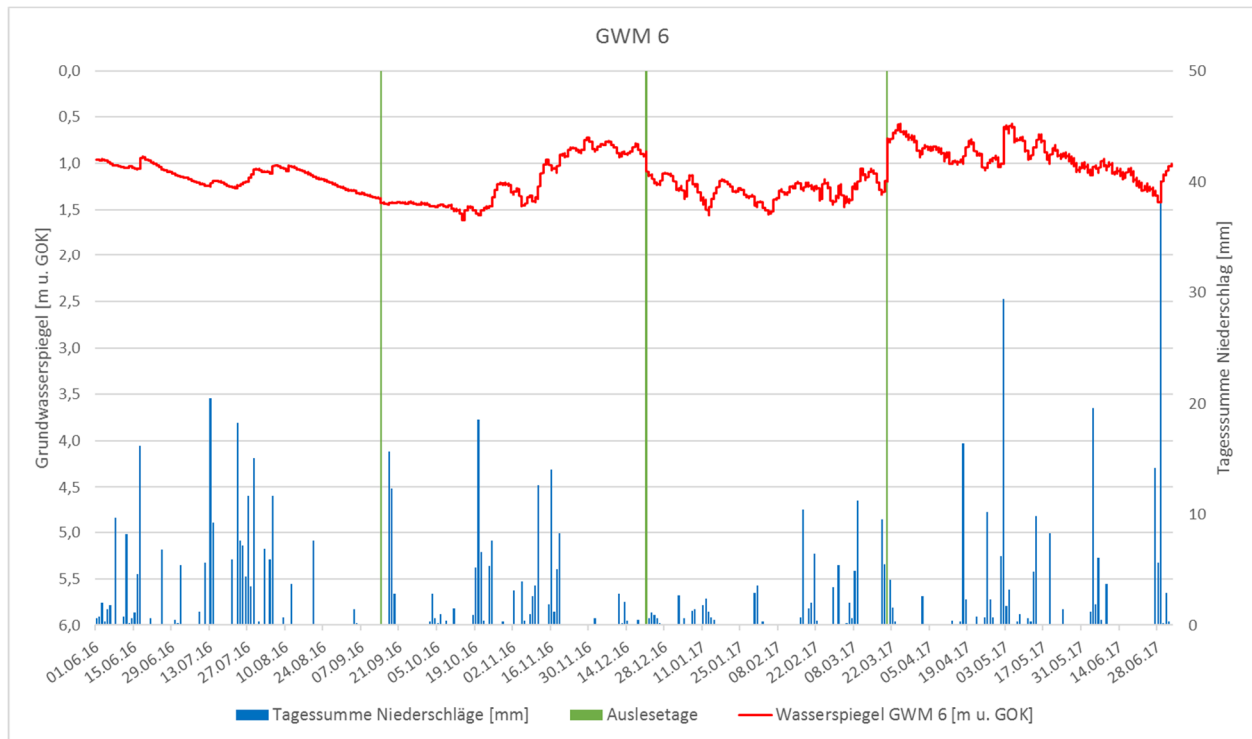


Abbildung 5-6 Ganglinie Grundwasser GWM 6

Tabelle 5-6 Übersicht Grundwasserspiegeldaten GWM 6

GWM 6	stündl. Aufzeichnung		Tagesschnitt		Wochenschnitt	
	[m u. GOK]	[m NN]	[m u. GOK]	[m NN]	[m u. GOK]	[m NN]
MAX	1,61	301,72	1,57	301,76	1,51	301,82
MIN	0,57	302,76	0,59	302,74	0,72	302,61
$\Delta$ (MAX - MIN)	1,04	302,29	0,98	302,35	0,80	302,53
MITTELWERT	1,13	302,20	1,13	302,20	1,14	302,19

**Anmerkungen:**

GWM 6 führte den gesamten Beobachtungszeitraum über Wasser. Die Ganglinie folgt im Wesentlichen einem typischen hydrologischen Jahrgang. Der Grundwasseranstieg nach Ende der Vegetationsperiode bis zur winterlichen Frostperiode ist an GWM 6 ausgeprägter als an den übrigen Messstellen. Aufgrund der topographisch tiefen Lage weist GWM 6 die geringsten Flurabstände auf. Die „unruhige“ Ganglinie der GWM 6 könnte auf eine Interaktion des Grundwassers mit dem nahegelegenen Rhein-Main-Donau Kanal hinweisen. Der Grundwasserspiegel entspricht hier in etwa dem Stauziel der entsprechenden Kanal-Haltung.

### 5.1.7 GWM 7

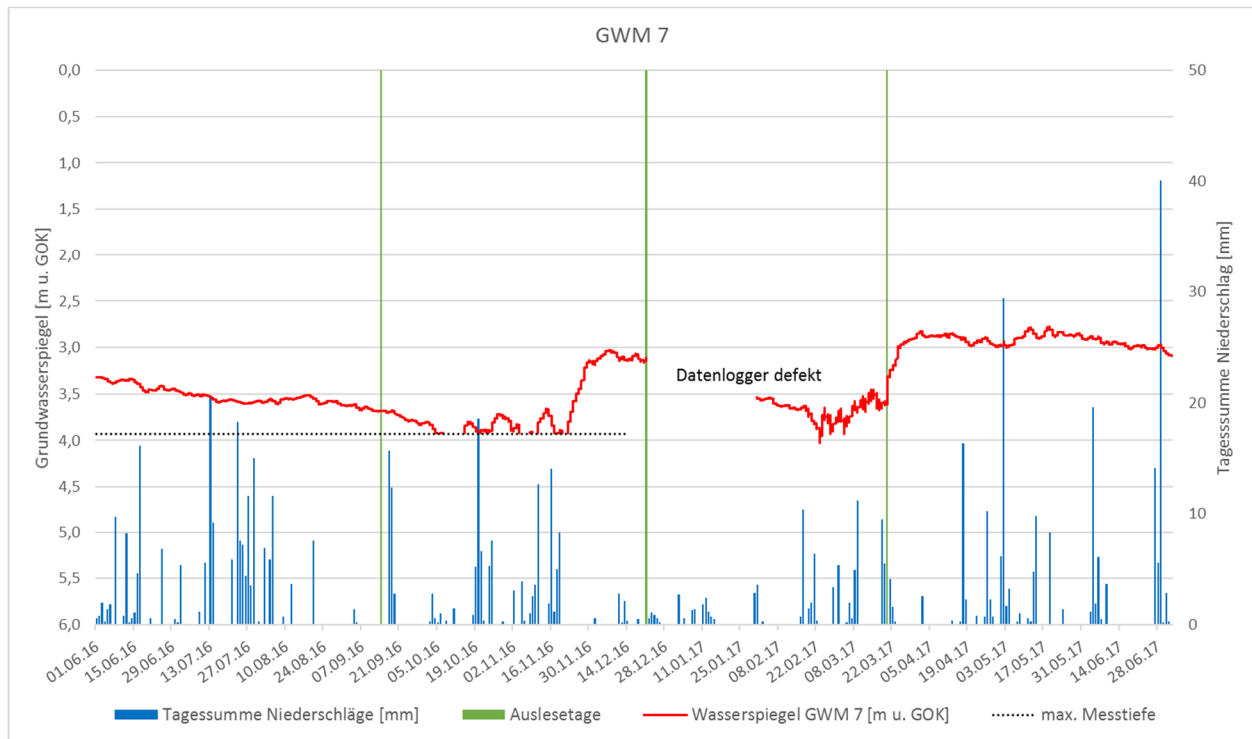


Abbildung 5-7 Ganglinie Grundwasser GWM 7

Tabelle 5-7 Übersicht Grundwasserspiegeldaten GWM 7 <sup>(1)</sup>

GWM 7	stündl. Aufzeichnung		Tagesschnitt		Wochenschnitt	
	[m u. GOK]	[m NN]	[m u. GOK]	[m NN]	[m u. GOK]	[m NN]
MAX	4,02	302,63	3,93	302,72	3,89	302,76
MIN	2,78	303,88	2,79	303,87	2,85	303,81
Δ (MAX - MIN)	1,25	305,41	1,15	305,51	1,04	305,62
MITTELWERT	3,38	303,28	3,39	303,27	3,40	303,26

<sup>1)</sup> Messstelle zeitweise trockengefallen, max. ca. 3,93 m u. GOK aufgezeichnet (im Diagramm als Lücken in der Ganglinie erkennbar), ab Dez. 2016 tieferer Einbau des Drucksensors.

**Anmerkungen:**

Der Grundwasserspiegel an GWM 7 konnte bis Anfang Oktober kontinuierlich aufgezeichnet werden, bis Ende November folgten drei mehrtägige Perioden, während derer die Messstelle trockengefallen ist. Darüber hinaus wurde im Zuge der ersten und zweiten Quartalsauslesung eine anhaltende Drift der Messwerte festgestellt (Differenz zwischen den automatisch aufgezeichneten Werten und den händischen Lichtlotkontrollmessungen). Der Datensensor wurde daher am 21.12.2017 ausgebaut und am 31.01.2017 durch einen neuen Sensor ersetzt.

Im ersten Halbjahr folgt die Ganglinie dem grundsätzlichen hydrologischen Jahresgang. Ab dem 31.01.2017 scheint die Ganglinie beeinflusst zu sein („unruhige“ Ganglinie), die Hintergründe sind unklar.

## 5.2 Gesamtdarstellung GWM 1 bis GWM 7

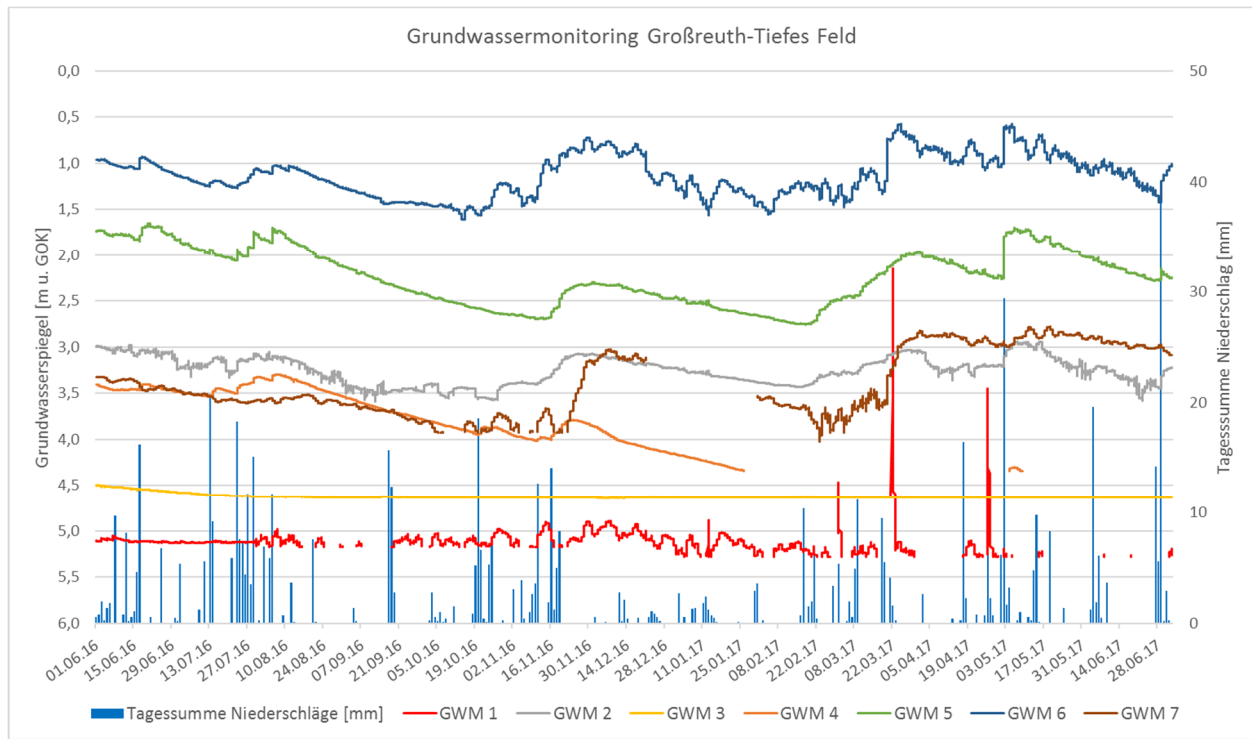


Abbildung 5-8 Gesamtdarstellung, Ganglinien GWM 1 bis 7

Anhand der Gesamtdarstellung der Grundwasserganglinien GWM 1 bis 7 (vgl. Abbildung 5-8) fällt auf, dass an den Grundwassermessstellen im Nahbereich der laufenden U-Bahnbaustelle und/oder anderer Bauvorhaben nahe der Rothenburger Straße (GWM 1, 3 und 4) der übliche Anstieg des Grundwassers zu Beginn des Frühjahrs nicht festgestellt werden konnte. Es ist davon auszugehen, dass die Bauwasserhaltung der Baustelle(n) hier limitierend wirkte(n).

## 6 MEHRJÄHRIGER MITTLERER GRUNDWASSERHÖCHSTSTAND

Aufgrund des parallellaufenden Grundwassermonitorings entlang der künftigen U-Bahn-Trasse der U3 (Daten von LGA bereitgestellt, [U9]) konnten die 2016/17 aufgezeichneten Messreihen mit seit 2010 quartalsweise gemessenen Grundwasserständen abgeglichen werden. Als geeignete Vergleichspegel werden hierbei insbesondere PB 705 und PB 9/95 betrachtet (vgl. u.a. Anlage 1.3), da diese mit rund zehn Metern Ausbautiefe ein ähnliches Grundwasserpotential wie GWM 1 bis 7 erschließen (Ausbaupläne vgl. Anlage 3.1 und Anlage 3.2) und sich die dort gemessenen Grundwasserspiegel zudem sehr gut in die rechnerisch erstellten Grundwassergleichungen einfügen (vgl. auch Anlage 1.1 bis Anlage 1.3).

Ein Vergleich des Grundwasserhöchststandes von Juni 2016 bis Juli 2017 (im Frühsommer 2017) an PB 705 und PB 9/95 mit dem mittleren Grundwasserhöchststand 2010 bis 2017 dieser Pegel (meist im Frühjahr) ergibt eine Differenz 0,71 m (PB 705) bzw. 0,76 m (PB 9/95), siehe Tabelle 6-1. **Der mehrjährige mittlere Grundwasserhöchststand der Messstellen PB 705 und PB 9/95 liegt demnach rund 0,75 m über dem des Beobachtungszeitraums Juni 2016 bis Juli 2017.** Etwaige Sondereinflüsse jenseits der klimatischen Verhältnisse, die begründen könnten, warum die Höchstwasserstände in den vorvergangenen Jahren tendenziell höher als im Zeitraum des Grundwassermonitorings 2016/17 lagen, sind aus den vorliegenden Daten nicht erkennbar. Dass es sich um die Auswirkungen einer ehemaligen landwirtschaftlichen Bewässerung handelt, ist hierbei, in Anbetracht des Zeitpunktes der jährlichen Höchststände (meist Februar/März), nicht anzunehmen. **Es ist daher zu vermuten, dass im Beobachtungszeitraum tendenziell niedrige Grundwasserspiegel aufgezeichnet wurden, die nicht einem mehrjährigen mittleren Grundwasserstand entsprechen.**

Im Sinne eines Bemessungswasserstandes (mittlerer höchster Grundwasserstand, vgl. DWA-A-138, [U5]) wurde der höchste Grundwasserstand des Beobachtungszeitraumes daher um 0,75 m angehoben und in Anlage 2 als Grundwasserflurabstandsgleichenplan dargestellt.

Tabelle 6-1 Grundwasserflurabstand PB 705 und PB 9/95 2010 bis 2017

Datum	PB 705 [m u. GOK]	PB 9/95 [m u. GOK]	
25.03.2010	2,06	1,24	
09.07.2010	2,24	2,91	
29.09.2010	2,25	1,45	
20.12.2010	1,66	0,87	← Max. 2010
17.01.2011	1,51	0,72	← Max. 2011
05.04.2011	2,22	1,45	
06.07.2011	2,87	2,15	
10.10.2011	2,36	1,78	
08.02.2012	2,19	1,36	← Max. 2012
23.05.2012	2,84	2,20	
05.09.2012	3,46	2,78	
29.11.2012	3,36	3,00	
01.03.2013	1,90	1,07	← Max. 2013
23.05.2013	2,61	1,85	
03.09.2013	2,91	2,27	
11.12.2013	2,25	1,49	
10.03.2014	2,38	1,79	← Max. 2014
12.06.2014	3,15	2,32	
10.09.2014	2,85	2,40	
10.12.2014	2,75	2,08	
10.03.2015	2,35	1,51	← Max. 2015
05.06.2015	3,07	2,35	
11.09.2015	3,65	2,88	
10.12.2015	3,57	3,15	
09.03.2016	2,26	1,22	← Max. 2016
<b>09.06.2016</b>	<b>2,88</b>	<b>2,12</b>	← <b>Max. 6/2016 – 7/2017</b>
09.09.2016	3,23	2,46	
08.12.2016	2,98	2,53	
10.03.2017	3,11	2,53	← Max. 2016 (PB 705)
09.06.2017	3,19	2,33	← Max. 2016 (PB 9/95)
<b>MAX</b>	<b>3,65</b>	<b>3,15</b>	
<b>MIN</b>	<b>1,51</b>	<b>0,72</b>	
<b>Δ (MAX-MIN)</b>	<b>2,14</b>	<b>2,43</b>	
<b>MITTELWERT</b>	<b>2,67</b>	<b>2,01</b>	
<b>MITTEL-MAX 2010 bis 2017</b>	<b>2,17</b>	<b>1,36</b>	
<b>Δ (MITTEL-MAX)</b>	<b>-0,71</b>	<b>-0,76</b>	

## 7 BEWERTUNG

Die Korngrößenzusammensetzung und die Durchlässigkeitsbeiwerte des Untergrundes wurden in [U6] dargelegt und bewertet, eine Zusammenfassung der Ergebnisse enthält Abschnitt 3.2. Angesichts der ausgeprägten Heterogenität des anstehenden Sandsteinkeupers und der wechselnden überlagernden quartären Schichten ist eine bauvorhabensbezogene Detailerkundung der örtlichen Verhältnisse bezüglich Korngrößenzusammensetzung und Durchlässigkeit jedoch stets zu empfehlen.

Darüber hinaus ist der Grundwasserflurabstand entscheidend für die Beurteilung der örtlichen Versickerungsfähigkeit. Gemäß DWA-A-138 [U5] sollte die Mächtigkeit des Sickerraumes mindestens 1 m betragen. Als Sickerraum wird hierbei der Bereich zwischen Unterkante Versickerungsanlage/-fläche und Oberfläche des mittleren höchsten Grundwassers betrachtet. In Anlehnung an [U6] wurden bei der Klassifizierung und Darstellung des maßgeblichen Flurabstands des angenommenen mittleren höchsten Grundwassers vier Bereiche unterschieden, die nachfolgend tabellarisch zusammengefasst sind. Die Darstellung des Grundwasserflurabstands in Anlage 2 folgt dieser Klassifizierung:

Tabelle 7.1 Versickerungseinrichtungen in Abhängigkeit vom Grundwasserflurabstand nach [U6]

Flurabstand <sup>(1)</sup> [m u. GOK]	Mögliche Anlagentypen
0 – 1,5	Flächenversickerung über Grünflächen
1,5 – 2,5	Flächenversickerung, Mulden (bis $k_f \leq 5E-06$ ), flache Mulden-Rigolen-Elemente, flache Rigolen (erhöhter Flächenbedarf)
2,5 – 3,5	Flächenversickerung, Mulden, Mulden-Rigolen-Elemente, Rigolen (reduzierter Flächenbedarf)
> 3,5	Flächenversickerung, Mulden, Mulden-Rigolen-Elemente, Rigolen

<sup>1)</sup> bezogen auf den angenommenen mittleren höchsten Grundwasserstand und die aktuelle Geländeoberkante, die sich nach Modellierung im Zuge der Einzelbauvorhaben noch ändern kann

Bereits in [U6] wurde der oben tabellarisch dargelegte Zusammenhang von Grundwasserflurabstand und prinzipieller Eignung von Versickerungsanlagentypen näher erläutert:

„[...]“

- Unter Berücksichtigung der normativen Vorgaben zur Mächtigkeit des Sickerraumes [U5] gestatten Flurabstände kleiner 1,5 m angesichts der mäßig guten Durchlässigkeitsbeiwerte nur eine naturnahe Flächenversickerung über Grünflächen. Gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 [U5] ist der Einsatz reiner Muldenanlagen bei  $k_f$ -Werten  $\leq 5E-06$  nicht mehr zu empfehlen. Angesichts des geringen Flurabstands kann bei Rigolenelementen (frostsicher verbaut) eine Mindestmächtigkeit des Sickerraumes (= ungesättigte Bodenzone) von 1 m nicht gewährleistet werden, so dass Rigolen bei Grundwasserflurabständen  $< 1,5$  m nicht in Betracht kommen.

- Flurabstände von 1,5 – 2,5 m erlauben kombinierte Mulden-Rigolen-Elemente oder auch reine Rigolenelemente (wiederum frostsicher verbaut). Um einen ausreichend mächtigen Sickerraum zu gewährleisten, darf das Rigolenelement allerdings nicht zu mächtig ausgebildet werden.
- Bereiche mit Flurabständen zwischen 2,5 und 3,5 m sind hinsichtlich des Einsatzes von Mulden, Rigolen und Kombinationen aus diesen beiden nahezu ohne Einschränkungen. Die Mächtigkeit des Sickerraums (mind. 1 m) muss aber auch hier stets beachtet werden.

Grundsätzlich gilt, dass geringe Flurabstände oder niedrige Durchlässigkeitsbeiwerte über ein erhöhtes Speichervolumen ausgeglichen werden können. In Bereichen geringer Flurabstände geschieht dies jedoch zwangsläufig auf Kosten der beanspruchten Fläche.

Wo nötig, sind teildurchlässige befestigte Oberflächen wasserundurchlässigen Aufbauten (Asphalt oder undurchlässiges Pflaster) vorzuziehen, um die Abflussbeiwerte im gesamten Planungsbereich möglichst gering zu halten.“


## 8 EMPFEHLUNGEN

Abschließende Empfehlungen sollten im Zuge der Planung und Errichtung von Versickerungsanlagen im Bereich der zu entwickelnden Flächen in Großreuth/Tiefes Feld berücksichtigt werden:

- Bauvorhabenbezogene Erkundung der kleinräumig gegliederten Geologie mit anschließender bedarfsgerechter Auslegung gemäß DWA-A 117 [U5] der Versickerungsanlagen.
- Bei der bauvorhabensbezogenen Planung sind des Weiteren die erforderlichen Abstände von Versickerungsanlagen zu Gebäuden (Bestands- und Neubauten) gemäß den Grundsätzen nach DWA-A 138 [U5] zu beachten:
  1. Der Abstand von dezentralen Versickerungsanlagen (Mulde, Rigole) zu Gebäuden ohne wasserdruckhaltender Abdichtung muss mindestens das 1,5fache der Baugrubentiefe betragen (gemessen wird der horizontale Abstand zwischen Baugrubenfußpunkt und Außenkante Versickerungseinrichtung).
  2. Der Abstand zentraler Versickerungseinrichtungen (Versickerungsbecken) zu Bestands- und Neubauten muss größer als die mittlere Beckenbreite sein.
- Bautechnische Belange (Auftriebssicherheit!) sind stets zu berücksichtigen. Angesichts der inhomogenen Geologie im Untersuchungsbereich muss lokal mit wasserstauenden oder gar -undurchlässigen Schichten auf Kellersohlenniveau gerechnet werden. Wir empfehlen daher die bauvorhabenbezogene Detailerkundung des Untergrundes.

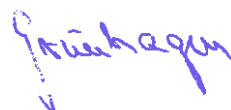
- Bauvorhabenbezogen kann dort, wo aus Gründen der Durchlässigkeit und des Bemessungswasserstandes Einschränkungen bei der Anlagenwahl bestehen geprüft werden, ob anfallende Niederschlags-Überschussmengen, die nicht zur Versickerung gebracht werden können in geplante Retentionsbecken eingeleitet und dort gepuffert werden können. Insofern empfiehlt sich eine Berücksichtigung dieses Aspektes bei der Grünflächen- und Entwässerungsplanung.

CDM Smith Consult GmbH  
2017-12-12

  
Dipl.-Geol. Dr. Johannes Holbig

erstellt:

  
Dipl.-Geogr. Dirk Haas

  
Dipl.-Geoök. Sabrina Grünhagen

**Verteiler**  
Stadtentwässerung und Umweltanalytik Stadt Nürnberg