

**B**üro für  
**G**eohydrologie und  
**U**mweltinformationssysteme  
**Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen**  
Technologiezentrum Bielefeld – Meisenstraße 96  
DE-33 607 Bielefeld

Seite I

Datum: 30. November 2017

**Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis  
für die Entnahme von Grundwasser beim Bau  
sowie der permanenten Auswirkungen der  
unterirdischen Bauwerke der S-Bahn Rhein-Main/  
Nordmainische S-Bahn  
in Frankfurt am Main**

**Anlage 10.4.3a - neu**

**Auftraggeber:**



**DB Netz AG**  
**Teilprojektleitung Nordmainische S-Bahn**  
**Technik Projekt S6 / NMS (I.NG-MI-N)**  
**Hahnstraße 49**  
**DE-60 528 Frankfurt am Main**

**Auftragnehmer:**

**B**üro für  
**G**eohydrologie und  
**U**mweltinformationssysteme  
**Dr. Brehm & Grünz GbR – Diplom Geologen**

**Dr. Dirk R. Brehm - Diplom Geologe BDG**

Von der Industrie- und Handelskammer Ostwestfalen zu  
Bielefeld öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für  
Grundwasser und Geothermie

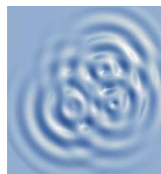
**Thomas Grünz - Diplom Geologe**

Technologiezentrum Bielefeld – Meisenstraße 96  
DE-33 607 Bielefeld

Fon: +49 521 2997-250 | Mobil: +49 171 4853412 | +49 160 97878095

Fax: +49 521 2997-253

[www.bgu-geoservice.de](http://www.bgu-geoservice.de) – email: [info@bgu-geoservice.de](mailto:info@bgu-geoservice.de)



## Inhaltsverzeichnis

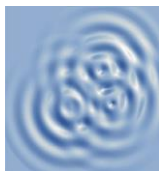
---

<b>1</b>	<b>Vorgang und Aufgabenstellung .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Geplante Grundwasser relevante Bauwerke .....</b>	<b>2</b>
2.1	Schachtbauwerke und Baugruben .....	2
2.1.1	Station Frankfurt(M)-Ost.....	4
2.1.2	Rampe.....	5
2.1.3	Tunnel.....	5
<b>3</b>	<b>Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis gemäß § 8 WHG .....</b>	<b>6</b>
3.1	Wasserrechtlich relevante Tatbestände .....	6
3.1.1	Grundwasserentnahmen nach § 9 Abs. 1 Nr. 5 WHG zur temporären Grundwasserhaltung bei Baumaßnahmen .....	6
3.1.2	Permanente Veränderungen der Grundwasserstände sowie der Grundwasserströmungsverhältnisse nach § 9 Abs. 2 Nr. 1 WHG .....	7
3.1.3	Einleiten von Grundwasser nach § 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG .....	8
3.2	Dauer der bauzeitigen Grundwasserentnahmen.....	8
3.3	Stationäre Entnahmemengen der Entspannungsbrunnen.....	10
3.4	Instationäre Speicherentleerung .....	12
3.5	Restleckage .....	13
3.6	Lenzwasser .....	15
3.7	Niederschlagswasser .....	17
3.8	Gesamtentnahme- und Einleitemengen .....	18
3.9	Bemessung der maximalen Tages- und Stundenförderrate .....	19

## Tabellenverzeichnis

---

Tab. 1:	Tiefenangaben der Bauwerke und Brunnen (Planungsstand 11/2016).....	3
Tab. 2:	Übersicht der bauzeitigen Phasen der Grundwasserentnahmen .....	9
Tab. 3:	Zusammenstellung der bauzeitigen Grundwasserentnahmen durch Entspannungsbrunnen (tägliche Förderrate / Gesamtentnahme, gerundet) .....	11



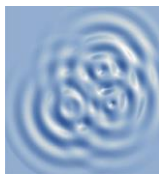
Tab. 4: Abschätzung der Restleckagemengen .....	14
Tab. 5: Abschätzung der Lenzwassermengen .....	15
Tab. 6: Abschätzung der anfallenden Regenwassermengen .....	17

## **Anhangverzeichnis**

---

### **Anhang 1    Abbildungen zum Bericht**

- Blatt 1    Lageplan der grundwasserrelevanten Bauwerke, Maßstab 1: 4.500
- Blatt 2    Lageplan der grundwasserrelevanten Bauwerke, Maßstab 1: 2.000



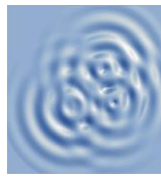
## **1 Vorgang und Aufgabenstellung**

Mit dem Bau der Nordmainischen S-Bahn werden die westlichen Bereiche der Stadt Hanau, die Stadt Maintal und die östlichen Teile der Stadt Frankfurt an das S-Bahn-Netz des Rhein-Main-Gebietes angeschlossen. Die nördlich des Mains verlaufende Bahnstrecke wird hierfür zwischen den Bahnhöfen Frankfurt(M) Ost und Hanau Hbf 4-gleisig ausgebaut und mit einem Tunnel an das bestehende S-Bahnnetz in der Station Frankfurt(M)-Konstablerwache angebunden. Kernstück der Nordmainischen S-Bahn ist eine Verlängerung des Tunnels (Stammstrecke) von der S-Bahnstation Frankfurt(M)-Konstablerwache zum Frankfurter Ostbahnhof, wobei die Ein- bzw. Ausfädelung hinter der Konstablerwache bereits vorhanden ist. Die weiterführende Strecke wird parallel, nördlich zur vorhandenen Strecke 3660, über Maintal nach Hanau Hbf aufgebaut, vgl. Erläuterungsbericht Anlage 1 der Planfeststellungsunterlagen.

Die Baumaßnahmen sehen zwischen der Konstabler Wache und dem Ostpark in Frankfurt einen Eingriff in den Untergrund vor. Hydraulisch ist hierbei insbesondere die Errichtung der unterirdischen Station „Frankfurt(M)-Ost“ (BW-Nr. 1.9, Bahnsteig Station 53,718 bis Station 53,928) von Bedeutung, die in offener Bauweise hergestellt werden soll.

Die bauzeitig zu entnehmenden Grundwassermengen, die bauzeitigen hydraulischen Auswirkungen auf das Umfeld sowie die permanenten hydraulischen Auswirkungen der in den Untergrund einzubringenden Bauwerke wurden mittels eines Grundwasserströmungsmodells berechnet. Der Aufbau des Grundwassermodells mit den Bemessungsgrundlagen zur Simulation der bauzeitigen Grundwasserentnahmen sind in den Unterlagen der Planfeststellung Anlage [12.8.3a-neu](#) dokumentiert.

Der vorliegende Antrag enthält eine Zusammenstellung der wasserrechtlich relevanten Sachverhalte sowie der prognostizierten Grundwasserentnahmen.



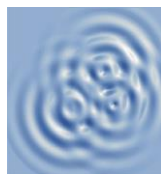
## **2 Geplante Grundwasser relevante Bauwerke**

Für die Betrachtung der bauzeitigen und permanenten hydraulischen Auswirkungen der einzelnen Bauwerke (BW) werden die nachfolgend beschriebenen Planungen berücksichtigt. Die Lage der einzelnen Bauwerke sowie der Brunnen und Entspannungsanlagen geht aus Blatt 1 und Blatt 2 des Anhangs hervor. Die für die Modellierung zugrunde gelegten Tiefenlagen der Bauwerke und Brunnen sind gemäß dem Planungsstand 11/2016 in Tab. 1 zusammengestellt. Nähere Angaben zu den im Modell berücksichtigten Bauwerksabmessungen ergeben sich aus Anlage [12.8.3a-neu](#) der Planfeststellungsunterlagen.

### **2.1 Schachtbauwerke und Baugruben**

Für Vorbereitungsmaßnahmen im Vorfeld und während des eigentlichen Tunnelbaus werden westlich der Station Frankfurt (M)-Ost mehrere Schachtbauwerke erforderlich.

- Vorsorgemaßnahmen zur Hindernisbeseitigung unter der U-Bahnstation am Danziger Platz: offene Baugrube Verbauträgerbergung Ost. Die Wasserhaltung der über Bohlträgerverbau gesicherten Baugrube erfolgt über 9 an der Ostseite der Grube angeordnete Brunnen.
- Schachtbauwerk Hanauer Landstraße 77-81 (BW-Nr. [1.17a](#), „Eastside-West“). Für den Bau der mit einer Bohrpfahlwand umschlossenen Baugrube ist der Betrieb von 3 Entspannungsbrunnen vorgesehen, die den Grundwasserstand rd. 0,5 m unter die Baugrubensohle absenken sollen.
- Schachtbauwerk in der Grusonstraße 3-7 (BW-Nr. 1.18, „Eastside Ost“). Das mit einer Bohrpfahlwand umschlossene Bauwerk wird mit einer Unterwasserbetonsohle ausgestattet. Eine Grundwasserhaltung ist nicht vorgesehen.
- Für die Auffahrung des Bergestollens wird vor dem Danziger Platz 1-3 ein Schacht (BW-Nr. 1.14) errichtet. Das mit einer Bohrpfahlwand umschlossene Bauwerk wird mit einer Unterwasserbetonsohle ausgestattet. Eine aktive Grundwasserhaltung ist nicht vorgesehen.

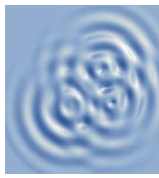


- Bergestollen (BW-Nr. 1.15) zur Bergung der westlichen Verbausträger der U-Bahn-Station. Der Stollen wird über etwa 28 innen liegende Brunnen gesümpft. Diese werden mit dem Stollenvortrieb sukzessive errichtet und zugeschaltet.
- Schachtbauwerk in der Ostendstraße 61 (BW-Nr. 1.16): Das mit einer Bohrpfehlwand umschlossene Bauwerk wird mit einer Unterwasserbetonsohle ausgestattet. Eine aktive Grundwasserhaltung ist nicht vorgesehen.
- Der Bergestollen unter dem Gebäude Ostbahnhofstraße 16 wird ausgehend vom Schachtbauwerk errichtet und soll mittels Sümpfen vorgetrieben werden. Um die anfallende Grundwassermenge zu minimieren, erfolgt der Bau während der Hauptphase der gesamten Wasserhaltungsmaßnahmen (Bauzeit Phase V).
- Notausstieg Rückertstraße (BW-Nr. 1.6). Der Schacht wird unter Druckluft errichtet, sodass keine Wasserhaltung erforderlich wird. Für den Einbau eines Pumpensumpfes während der Herstellung des Ausgangs für den Notausstieg ist hingegen eine Grundwasserentnahme geplant.

Tab. 1: Tiefenangaben der Bauwerke und Brunnen (Planungsstand 11/2016)

Bauwerk	BW-Nr.	UK dichte Wand in mNN	UK teildurchlässige Wand in mNN	Faktor teildurchlässig (1 = dicht)	UK offene Baugrube in mNN	UK Unterwasserbetonsohle in mNN	Fläche (Grundriss, außen) in m²	UK Brunnen in mNN	Absenkziel in mNN
Baugrube Station Frankfurt/M Ost	1.9	67,5	59,8	0,5	74,8	-	6.211	69,6	74,3
Rampe Abschnitt 1 (Tunnel offene BW)	1.12	80,5	73,7	0,5	85,9 (max)	-	2.503	81,5	84,7-90,3
Rampe Abschnitt 2 (Trog)	1.13	89,0	82,6	0,5	91,7 (max)	-	1.777	90,0	90,7-93,5
Baugrube Verbausträgerbergung Ost	-	-	-	-	87,8	-	276	79,0	81,7-84,5
Bergestollen	1.15	-	-	-	82,3	82,0	236	68,0	77,7-81,6
Schacht Danziger Platz	1.14	63,1	-	-	82,0	81,0	101	-	-
Schacht Hanauer Landstraße	1.17	81,5	-	-	89,1	87,3	380	81,7	86,8
Schacht Grusonstraße	1.18	77,9	-	-	88,0	87,0	236	-	-
Schacht Ostendstraße	1.16	82,9	-	-	89,7	89,1	47	-	-
Notausstieg Rückertstraße	1.6	69,8	-	-	77,6	76,1	95	-	-
Schacht und Stollen Ostbahnhofstraße 16					83,9		289		ca. 83,0

Sofern die Bauwerke von einer wasserdichten Verbauwand umschlossen werden, ist die permanente hydraulische Wirkung auf die betroffenen Grundwasser führenden Schichten



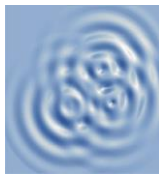
zu betrachten. Ferner wird für die offenen Baugruben eine Restleckage berechnet, vgl. Kap. 3.5.

### **2.1.1 Station Frankfurt(M)-Ost**

Die unterirdische Station „Frankfurt(M)-Ost“ (BW-Nr. 1.9, Bahnsteig Station 53,718 bis Station 53,928) wird in offener Bauweise hergestellt. Die Verbauwand wird gestaffelt ausgeführt. Die Primärpfähle, die eine vollständige seitliche Abdichtung bewirken, werden bis auf ein Niveau von 67,5 mNN eingebracht. Die Sekundärpfähle reichen voraussichtlich bis auf 59,8 mNN. Diese ermöglichen durch eine kammartige Aussparung ein Unterströmen des Bauwerks durch das Grundwasser. Dabei ist nach den Erfahrungen bei vergleichbaren Bauvorhaben eine Transmissivitätsverringerung von 50 % als realistisch anzusehen. Die Verbauwände verbleiben permanent im Untergrund.

Zur Entspannung der Sohle werden 3 Reihen Entspannungsbrunnen à 21 Stück im Abstand 10 m jeweils baugrubenseitig neben der Bohrpfahlwand sowie mittig vorgesehen. Die Brunnen reichen bis in eine Tiefe von etwa 69,6 mNN. Sie verbleiben somit oberhalb der Unterkante der Primärpfähle, sodass am Bauwerk keine unmittelbare horizontale Anströmung möglich ist. Das Absenkziel erreicht in den tieferen Abschnitten der offenen Baugrube bis 74,3 mNN. Der genaue Ausbau und die exakte Anzahl bzw. Lage der Brunnen (Bohr- und Ausbaudurchmesser, Tiefenlage des Filters) werden im Rahmen der Detailplanung noch festgelegt. Für die vorliegende Betrachtung wird von einer vollständigen Verfilterung unterhalb der Baugrubensohle ausgegangen. Die Entspannung setzt für die Bauzeit einen Erhalt der Brunnen auch nach Fertigstellung der Baugrubensohlen voraus.

Zusätzlich werden auf beiden Längsseiten der Station je 10 Entspannungsanlagen im Abstand von 20 - 25 m angeordnet. Die Ansatzhöhe der Entwässerungsanlagen liegt bei 81,5 mNN. Diese werden in einem Winkel von 45° mit einer Länge von 11,5 m eingebaut. Die passive Entspannung bewirkt ein Absinken des Grundwasserdruckpotenzials an der äußeren Berandung der Verbauwand auf das angesetzte Niveau.



Die Entspannungsbrunnen und -lanzen werden mit der Fertigstellung des Stationsbauwerks rückgebaut. Mit Beendigung der Entnahme müssen die Brunnen zeitnah verschlossen werden, um einen Wasserzutritt in die Baugrube zu verhindern.

Auf der Verteilerebene ist ein Zugang zur U-Bahnstation „Ostbahnhof“ vorgesehen, der ebenfalls von einer Verbauwand umschlossen wird. Die Abdichtung reicht voraussichtlich nur bis in eine Tiefenlage von 87,7 mNN.

### **2.1.2 Rampe**

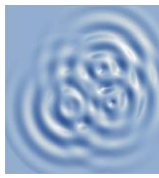
Die Rampe bestehend aus einem ca. 187 m langem Trogabschnitt (offene Bauweise, BW-Nr. 1.13) sowie einem ca. 103 m langen zweizelligen Rahmenbauwerk (Tunnel in offener Bauweise, BW-Nr. 1.12). Die Wasserhaltung erfolgt über innen liegende Entspannungsbrunnen. Über den Querschnitt sind drei Entspannungsbrunnen verteilt angeordnet. Jeweils ein Entspannungsbrunnen befindet sich baugrubenseitig neben der Bohrpfahlwand, der dritte Brunnen ist mittig angeordnet. In Längsrichtung ist ein Abstand von 10 m vorgesehen. Die seitliche Abdichtung erfolgt gestaffelt mittels primärer (vollständiger) und sekundärer (teildurchlässiger) Verbauwände, die permanent im Untergrund verbleiben, vgl. Tab. 1.

Der genaue Ausbau der Brunnen wird im Rahmen der Detailplanung festgelegt. Diese werden mit der Fertigstellung des Bauwerks rückgebaut.

### **2.1.3 Tunnel**

Errichtung von zwei eingleisigen Tunnelröhren in bergmännischer Bauweise mittels Tunnelvortriebsmaschine (TVM). Der Vortrieb erfolgt unter Druckluft, sodass kein Grundwasser zutritt und auch das Lenzwasser auf das im Gestein enthaltene Haftwasser beschränkt ist. Hinsichtlich der permanenten hydraulischen Wirkung sind die Außenkanten der geschlossenen Tunnelröhren von Belang. Diese erreichen einen Radius von rd. 4,0 m. Die Tiefenlage der Tunnelröhren ist in Anlage 6.1 der Planfeststellungsunterlagen dokumentiert.





### **3 Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis gemäß § 8 WHG**

#### **3.1 Wasserrechtlich relevante Tatbestände**

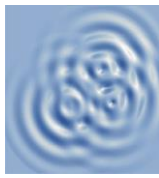
Durch die nachfolgend beschriebenen Baumaßnahmen und Bauwerke werden die nachfolgend aufgeführten wasserrechtlich relevanten Tatbestände ausgelöst.

##### **3.1.1 Grundwasserentnahmen nach § 9 Abs. 1 Nr. 5 WHG<sup>1</sup> zur temporären Grundwasserhaltung bei Baumaßnahmen**

- a) Entnahme von Grundwasser bei der Herstellung einer offenen Baugrube – Verbau-trägerbergung Ost - für Vorsorgemaßnahmen zur Hindernisbeseitigung unter der U-Bahnstation am Danziger Platz über außenliegende Absenkbrunnen
- b) Entnahme von Grundwasser bei der Auffahrung eines Bergestollens (BW-Nr. 1.15) für Vorsorgemaßnahmen zur Hindernisbeseitigung unter der U-Bahnstation am Danziger Platz über innen liegende Absenkbrunnen
- c) Entnahme des bei der Herstellung der unterirdischen Station „Frankfurt(M)-Ost“ (BW-Nr. 1.9, Bahnsteig Station 53,718 bis Station 53,928) in offener Bauweise über innen liegende Entspannungsbrunnen, außenliegende Entspannungsanlagen sowie des über Restleckage anfallenden Grundwassers
- d) Entnahme von Grundwasser bei der Herstellung des in offener Bauweise erstellten Rahmenbauwerks (BW-Nr. 1.12) sowie des Trogbauwerkes (BW-Nr. 1.13) über innen liegende Entspannungsbrunnen (Rampe)
- e) Entnahme des bei der Herstellung des Schachtbauwerkes vor dem Danziger Platz 1-3 (BW-Nr. 1.14) in offener Bauweise über Restleckage anfallenden Grundwassers
- f) Entnahme des bei der Herstellung des Schachtbauwerkes in der Ostendstraße 61 (BW-Nr. 1.16) in offener Bauweise über Restleckage anfallenden Grundwassers

---

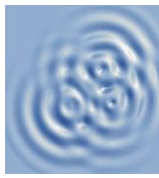
<sup>1</sup> WHG: Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 30. Juni 2017 (BGBl. I S. 2193) geändert worden ist



- g) Entnahme des bei der Herstellung des Schachtbauwerkes Hanauer Landstraße 77-81 (BW-Nr. [1.17a](#)) in offener Bauweise über Entspannungsbrunnen sowie des über Restleckage anfallenden Grundwassers
- h) Entnahme des bei der Herstellung des Schachtbauwerkes in der Grusonstraße 3-7 (BW-Nr. 1.18) in offener Bauweise über Restleckage anfallenden Grundwassers.
- i) Entnahme des bei der Auffahrung eines Bergestollens für Vorsorgemaßnahmen unter dem Gebäude Ostbahnhofstraße 16 anfallenden Grundwassers.
- j) Entnahme von Grundwasser für den Einbau eines Pumpensumpfes während der Herstellung des Ausgangs für den Notausstieg Rückertstraße (BW-Nr. 1.6).
- k) Entnahme von Lenzwasser aus den vorstehend genannten Bauwerken sowie den Tunnelbauwerken gemäß l).

### **3.1.2 Permanente Veränderungen der Grundwasserstände sowie der Grundwasserströmungsverhältnisse nach § 9 Abs. 2 Nr. 1 WHG**

- l) Permanente hydraulische Auswirkungen der Tunnelbauwerke im Streckenabschnitt zwischen Bestandsstrecke nahe der Station Konstabler Wache und Station Frankfurt/M-Ost (BW-Nr. 1.9) sowie der Tunnelbauwerke zwischen der Station (BW-Nr. 1.9) und Rahmenbauwerk (BW-Nr. 1.12) gemäß § 9 Abs. 2 Nr. 1 WHG. Es sollen zwei Tunnelröhren mittel Tunnelbohrmaschine aufgefahren werden. Die Tunnelbauwerke haben Auswirkungen auf die Grundwasserströmungssituation aufgrund der partiellen hydraulischen Abriegelung der durchörterten Grundwasserleiter. Eine bauzeitige Grundwasserentnahme wird beim Bauverfahren (Schildvortrieb) nicht erforderlich.
- m) Permanente hydraulische Auswirkungen des Stationsbauwerks Frankfurt/M-Ost (BW-Nr. 1.9) gemäß § 9 Abs. 2 Nr. 1 WHG. Das Bauwerk einschließlich der vertikalen Verbauwände hat aufgrund der partiellen hydraulischen Abriegelung der durchörterten Grundwasserleiter Einfluss auf die Grundwasserströmungssituation und Grundwasserstände.



- n) Permanente hydraulische Auswirkungen des Rahmenbauwerks (BW-Nr. 1.12) sowie des Trogbauwerkes (BW-Nr. 1.13). Die Bauwerke haben aufgrund der partiellen hydraulischen Abriegelung der durchörterten Grundwasserleiter Einfluss auf die Grundwasserströmungssituation und Grundwasserstände.
- o) Permanente hydraulische Auswirkungen der Schachtbauwerke Danziger Platz (BW-Nr. 1.14), Ostendstraße 61 (BW-Nr. 1.16), Hanauer Landstraße 77-81 (BW-Nr. [1.17a](#)), Grusonstraße 3-7 (BW-Nr. 1.18) und des Notausstiegs Rückertstraße (BW-Nr. 1.6). Die nach der Nutzung im Untergrund verbleibenden Bauwerksteile haben aufgrund der partiellen hydraulischen Abriegelung der durchörterten Grundwasserleiter Einfluss auf die Grundwasserströmungssituation und Grundwasserstände.

### **3.1.3 Einleiten von Grundwasser nach § 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG**

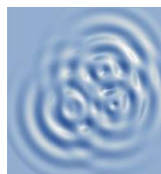
- p) Reinigung nach Erfordernis und Einleitung des Grundwassers gemäß Kap. 3.1.1 in den Main. Das bauzeitig entnommene Grundwasser soll über eine temporäre oberirdische Leitung in den Main eingeleitet werden. Der Leitungsverlauf sowie die Einleitstelle sind in Anlage [7.1.04.01a](#) der Planfeststellungsunterlagen beschrieben.
- q) Reinigung nach Erfordernis und Einleitung des Grundwassers gemäß Kap. 3.1.1 in das Grabensystem im Bereich des Bürgerparks Ostpark West sowie in den Zulauf des Ostparkweihers. Die Einleitung erfolgt bei Bedarf in Absprache mit dem Grünflächenamt der Stadt Frankfurt a. M.

## **3.2 Dauer der bauzeitigen Grundwasserentnahmen**

Die Bemessung der für die Wasserhaltung maßgeblichen Zeiten beruhen auf dem Gesamtbauzeitplan des Planungsstands vom 08.12.2016 <sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Ingenieurbüro Dipl.-Ing. H. Vössing GmbH, NL Tunnelbau Düsseldorf, Tabelle 08.12.2016



Tab. 2: Übersicht der bauzeitigen Phasen der Grundwasserentnahmen

Bauzeit - Tage ab Beginn	Baugrube Verbauträger- bergung Ost	Bergestollen / Schacht Danziger Platz	Stollen Ostbahnhof- straße 16	Station Frankfurt (M) Ost	Rahmen- bauwerk	Trogbauwerk	Schacht Hanauer Landstraße	Phase (bis Datum)	Dauer (Tage)	Modelllauf
0	Beginn							I	167	A01
167	Ende									
417				Beginn				II	21	A03
438					Beginn	<sup>a)</sup>	Beginn <sup>b)</sup>			
504						Beginn		III	91	A04a
529							Ende			
732		Beginn	Beginn <sup>c)</sup>					IV	203	A04
854		Ende	Ende					V	122	A06a
1616					Ende	Ende		VI	762	A04
1636				Ende				VII	20	A03
Dauer (Tage)	167	122	122	1.219	1.178	1.112	91		1.386	

<sup>a)</sup> Beginn für eine vereinfachte Berechnung um 66 Tage vorverlegt

<sup>b)</sup> Zeitraum für eine vereinfachte Berechnung um 52 Tage vorverlegt

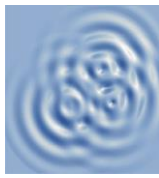
<sup>c)</sup> Beginn für eine vereinfachte Berechnung um 2 Wochen vorverlegt

Die verschiedenen Bauphasen bilden die Randbedingung für die Simulation der Grundwasserentnahmen mittels des Grundwasserströmungsmodells. Hierzu wurden verschiedene Modellläufe (A01 - A06a) durchgeführt, vgl. Anlage [12.8.3a-neu](#) der Planfeststellungsunterlagen.

Erfahrungsgemäß wird die Abfolge der Bauphasen im Rahmen der Ausführungsplanung ohnehin noch modifiziert, sodass die gewählten Modellphasen eine tolerierbare Vereinfachung darstellen. Die Vereinfachung betrifft folgende Bauzeiträume und -bereiche:

### Trogbauwerk - Vorverlegung des Beginns um rd. 3 Monate

Der Zeitraum für die Wasserhaltung des Trogbauwerkes (BW-Nr. 1.13) wird zur Vereinfachung der Randbedingungen der Modellläufe 2 Monate früher angesetzt als geplant. Bei gleichzeitiger Förderung mit den Brunnen des Rahmenbauwerks fallen die Brunnen des Trogbauwerks in der Modellierung ohnehin trocken, sodass die Vorverlegung keine Auswirkungen auf die Entnahmemenge hat.



### **Schacht Hanauer Landstraße - Vorverlegung der Wasserhaltung um 52 Tage**

Für die Wasserhaltungsmaßnahme (3 Brunnen) beim Bau des Schachtes Hanauer Landstraße 77-81 (BW-Nr. [1.17a](#)) wurde ein Zeitraum von 3 Monaten zugrunde gelegt<sup>4</sup>. Abweichend von der Planung wurde der Zeitraum um etwa zwei Monate vorverlegt.

Die nach dem Ende der Wasserhaltung erfolgenden Entnahmen entsprechen dem Modelllauf A04. Durch die Verschiebung wird lediglich eine weitere Aufsplittung der Bauphasen vermieden, die Entnahmegesamtzeiten und -mengen ändern sich dadurch nicht.

### **Stollen Ostbahnhofstraße 16 - Vorverlegung des Beginns um 2 Wochen**

Durch die angenommene Verlängerung der Bauzeit dieses Stollens wird eine zusätzliche Bauphase und ein Modelllauf für diese 2 Wochen vermieden. Diese Phase würde mit einer geringfügig verminderten Entnahme (etwa 4.300 m<sup>3</sup>) einher gehen, sodass die gewählte Vereinfachung auf der sicheren Seite liegt.

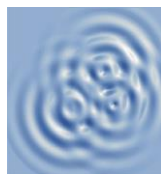
## **3.3 Stationäre Entnahmemengen der Entspannungsbrunnen**

Die technische Ausführung der Grundwasserentnahme mittels Entspannungsbrunnen wird in Anlage [12.8.3a-neu](#) der Planfeststellungsunterlagen erläutert.

Unter Zugrundelegung des o. g. Bauablaufs und der daraus abgeleiteten Entnahmedauer und -mengen werden folgende Grundwasserentnahmeraten und -mengen abgeschätzt:

---

<sup>4</sup> Schreiben Pöry/IBV vom 06.04.2016; NMS\_Tunnel\_FFOT\_160406



**Tab. 3: Zusammenstellung der bauzeitigen Grundwasserentnahmen durch Entspannungsbrunnen (tägliche Förderrate / Gesamtentnahme, gerundet)**

Modell- lauf		Aktive Bereiche der Wasserhaltung	Daue r	Verbauträger- bergung Ost (Brunnen)	Bergestollen (Brunnen)	Stollen Ostbahnhof- straße 16	Station Frankfurt/M- Ost (Brunnen)	Station Frankfurt/M- Ost (Entspannungs- lanzen)	Rampe (Tunnel offene Bauweise) (Brunnen)	Rampe (Trog) (Brunnen)	Schacht Hanauer Landstraße (Brunnen)	Summe der Grundwasser- entnahmen
			d	[m³/d]	[m³/d]	[m³/d]	[m³/d]	[m³/d]	[m³/d]	[m³/d]	[m³/d]	[m³/d]
Kal	Kalibriersituation	Ist-Zustand der Kalibriersituation 04/2014		0	0	0	0	0	0	0	0	0
A00	Nulzzustand	Ausgangszustand ohne Bauwasserhaltungen und mit Betriebs-/ Sanierungsbrunnen		0	0	0	0	0	0	0	0	0
A01	Bauzeit Phase I	Wasserhaltung Verbauträgerbergung Ost	167	-1.976	0	0	0	0	0	0	0	-1.976
A03	Bauzeit Phase II	Wasserhaltung Station	21	0	0	0	-4.739	-244	0	0	0	-4.983
A04a	Bauzeit Phase III	Wasserhaltung Station, Rampe und Schacht Hanauer Landstr.	91	0	0	0	-4.561	0	-546	0	-230	-5.337
A04	Bauzeit Phase IV	Wasserhaltung Station und Rampe	203	0	0	0	-4.668	0	-557	0	0	-5.225
A06a	Bauzeit Phase V	Wasserhaltung Station, Rampe, Bergestollen und Stollen Ostbahnhofstraße 16	122	0	-1.304	-307	-3.536	0	-503	0	0	-5.650
A04	Bauzeit Phase VI	Wasserhaltung Station und Rampe	762	0	0	0	-4.668	0	-557	0	0	-5.225
A03	Bauzeit Phase VII	Wasserhaltung Station	20	0	0	0	-4.739	-244	0	0	0	-4.983

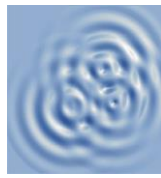
Modell- lauf		Aktive Bereiche der Wasserhaltung	Daue r	Verbauträger- bergung Ost (Brunnen)	Bergestollen (Brunnen)	Stollen Ostbahnhof- straße 16	Station Frankfurt/M- Ost (Brunnen)	Station Frankfurt/M- Ost (Entspannungs- lanzen)	Rampe (Tunnel offene Bauweise) (Brunnen)	Rampe (Trog) (Brunnen)	Schacht Hanauer Landstraße (Brunnen)	Summe der Grundwasser- entnahmen
			d	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
Kal	Kalibriersituation	Ist-Zustand der Kalibriersituation 04/2014		0	0	0	0	0	0	0	0	0
A00	Nulzzustand	Ausgangszustand ohne Bauwasserhaltungen und mit Betriebs-/ Sanierungsbrunnen		0	0	0	0	0	0	0	0	0
A01	Bauzeit Phase I	Wasserhaltung Verbauträgerbergung Ost	167	330.000	0	0	0	0	0	0	0	330.000
A03	Bauzeit Phase II	Wasserhaltung Station	21	0	0	0	100.000	5.000	0	0	0	105.000
A04a	Bauzeit Phase III	Wasserhaltung Station, Rampe und Schacht Hanauer Landstr.	91	0	0	0	415.000	0	50.000	0	21.000	486.000
A04	Bauzeit Phase IV	Wasserhaltung Station und Rampe	203	0	0	0	948.000	0	113.000	0	0	1.061.000
A06a	Bauzeit Phase V	Wasserhaltung Station, Rampe, Bergestollen und Stollen Ostbahnhofstraße 16	122	0	159.000	37.000	431.000	0	61.000	0	0	688.000
A04	Bauzeit Phase VI	Wasserhaltung Station und Rampe	762	0	0	0	3.557.000	0	424.000	0	0	3.981.000
A03	Bauzeit Phase VII	Wasserhaltung Station	20	0	0	0	95.000	5.000	0	0	0	100.000
A07	Nachbauzeit	permanente Stauwirkung der Bauwerke										
	Summe stationäre Entnahmen	Bauzeit Phase I - VII	1.386	330.000	159.000	37.000	5.546.000	10.000	648.000	0	21.000	6.751.000

Es resultiert eine bauzeitige stationäre Gesamtfördermenge der Entspannungsbrunnen von

**6.751.000 m³.**

Für die Mengenkalkulation werden folgende Annahmen getroffen:

- Die Grundwasserentnahmen der einzelnen Modellläufe erfolgen stationär (mit konstanter Förderrate).



- Für den Bau der Baugruben wird eine konstante maximale Förderrate angenommen. Tatsächlich wird die Entspannung der liegenden Schichten mit dem fortschreitenden Aushub sukzessive auf den zugrunde gelegten Maximalwert gesteigert. Der Aushub erfolgt z. B. an der Station Frankfurt/M-Ost über einen Zeitraum von mehreren Monaten. Für diesen Zeitraum ist anfänglich mit deutlich geringeren Förderraten zu rechnen.
- Für die Bauphase V wird eine Entnahme aus allen Entspannungsbrunnen des Bergstollens zugrunde gelegt. Tatsächlich steigt die Entnahme während des Vortriebs mit der sukzessiven Inbetriebnahme der Brunnen und dem Vortrieb der Ortsbrust des Stollens allmählich an.

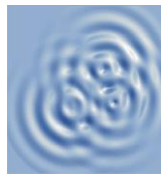
### 3.4 Instationäre Speicherentleerung

Zusätzlich zur **stationären** Simulation Grundwasserentnahme – bei der sich keine zeitliche Variation der Grundwasserabsenkung einstellt – erfolgt mit Beginn der Grundwasserentnahme eine **instationäre** Grundwasserabsenkung sowohl im oberflächennahen quartären Porenaquifer als auch im ungespannten tertiären Kluftaquifer. Die Absenkung erfolgt bis zum Erreichen eines quasistationären Zustandes. Da in der Modellierung stationäre Randbedingungen zugrunde gelegt worden sind, stellt die instationär erfolgende Speicherentleerung eine zusätzliche Bilanzgröße dar. Diese macht sich in einer zu Beginn der Entnahme größeren Förderrate bemerkbar bzw. führt bis zum Erreichen des Absenkzieles zu einer Verlängerung der Pumpdauer. Gemäß der Darlegung in Anlage [12.8.3a-neu](#) ist mit folgender Gesamtmenge zu rechnen:

**1.078.000 m³**

Der Schwerpunkt der instationären Speicherentleerung ist für folgende Zeiträume zu erwarten:

- Beginn bis vollständige Bauzeitphase I
- vollständige Bauzeitphase II
- vollständige Bauzeitphase III



- Beginn der Bauzeitphase IV

In Ruhephasen ohne Förderung ist ein Wiederanstieg infolge der Grundwasserneubildung und eines seitlichen Zustroms zu erwarten, sodass sich die instationäre Entnahmerate der folgenden Phase erhöhen kann. Dies betrifft vorrangig den Beginn der Bauzeitphase II, die erst mehrere Monate nach Ende der Phase I begonnen wird.

Im Gegenzug ist in den Bauphasen VI und VI von einer Verringerung der Förderrate gegenüber der stationären Simulation auszugehen, da diese von einem tieferen Ausgangswasserstand ausgehend zunächst eine partielle Wiederauffüllung erfahren.

### 3.5 Restleckage

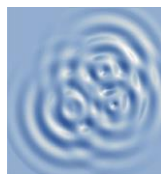
Eine Restleckage über die vertikalen Verbauwände ist für die Kontaktflächen zum quartären bzw. tertiären Grundwasserleiter unterhalb des abgesenkten Grundwasserstandes und oberhalb der offenen Baugrubensohle relevant. Zur Bemessung werden der bauzeitig abgesenkte GW-Stand sowie die angegebene Tiefenlage der Baugrubensohlen herangezogen.

Aufgrund kleinerer Lücken in den Verbauwänden entsteht in den von Grundwasser benetzten Flächen eine Restleckage. Als Erfahrungswert für die anfallende Restwassermenge wird eine Rate von 1 - 3 L/(s · 1000 m<sup>2</sup>) angegeben.

Für die nachfolgende Abschätzung wird eine Restleckagerate von 2 L/(s · 1.000 m<sup>2</sup> benetzter Baugrubenaußenfläche) zugrunde gelegt. Um diesen Wert nicht zu überschreiten, ist geplant, undichte Stellen mittels Injektionen zu verpressen. Die Benetzung am Stationsbauwerk wird mittels außenliegender Entspannungsanlagen auf den untersten Abschnitt der Grube (<81,5 mNN) reduziert. Am Rampenbauwerk wird der Grundwasserstand mittels der Entspannungsbrunnen soweit abgesenkt, dass keine relevante Benetzung zu erwarten ist. Bei den mit Druckluft erstellten Bauwerken (Tunnelröhren und Notausstieg Rückertstraße) wird ein Wasserzutritt durch den erhöhten Innendruck verhindert.

Somit beschränkt sich die Restleckage auf die nachfolgend aufgeführten Bauwerke:





Tab. 4: Abschätzung der Restleckagemengen

Bauwerk	GW-Stand GWL1 Ruhe	GW-Stand GWL1 bauzeitig	Sohle der Baugrube	Umfang der Baugrube	benetzte Wandfläch e	spez. Rest- leckagerate	Restleckage- rate	Bauzeit	Restleckage	Bemerkungen
	[mNN]	[mNN]	[mNN]	[m]	[m²]	[L/(s*1000 m²)]	[m³/d]	[d]	[m³]	
Station Frankfurt/M-Ost	94,5	82,0	75,5	497	3.231	2,0	279,1	1.219	340.241	GW-Stand bauzeitig 81,5 mNN an seitlichen Entspannungsplanzen, wird partiell überschritten; Ansatz Sohle = UK Sauberkeitsschicht der Baugrube (zentraler Bereich)
Schacht Danziger Platz	94,4	88,0	82,0	41	508	2,0	43,9	278	12.211	Ansatz des Ruhewasserstandes für Restleckage, Absenkung durch Bergestollen erfolgt instationär
Schacht Hanauer Landstraße	94,0	89,2	87,3	112	213	2,0	18,4	763 (a)	14.028	Ansatz des bauzeitlichen Wasserstandes für Restleckage kein Lenzwasser aufgrund Wasserhaltung
Schacht Grusonstraße	94,0	87,5	87,0	74	37	2,0	3,2	717	2.292	Ansatz des bauzeitlichen Wasserstandes für Restleckage
Schacht Ostendstraße	93,6	90,5	89,1	25	35	2,0	3,0	669	2.023	Ansatz des bauzeitlichen Wasserstandes für Restleckage
Schacht Ostbahnhofstraße	94,2	86,7	83,9						0	GW-Absenkung auf Baugrubensohle, keine Restleckage
Bergestollen Ostbahnhofstraße, Höhe 5 m	94,2	86,7	83,9						0	GW-Absenkung auf Baugrubensohle, keine Restleckage
<b>Gesamtsumme</b>									<b>370.796</b>	

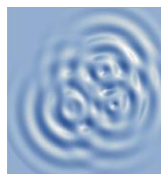
Für das Stationsbauwerk wird die maximale Tiefe der zentralen Baugrube zum Ansatz gebracht. Für diese ist nach Betonierung der Sohle aufgrund der dann geringeren Baugrubentiefe mit einer deutlichen Verringerung der Restleckage zu rechnen, sodass die Abschätzung auf der sicheren Seite liegt. Für die Bemessung wird an allen Bauwerken der äußere Umfang einschließlich der Verbauwände zugrunde gelegt.

Es resultieren die in Tab. 4 aufgeführten Restleckagemengen. Über die gesamte Bauzeit ist damit ein Zutritt von bis zu

**371.000 m³**

über die seitlichen Verbauwände der genannten Bauwerke zu erwarten, sofern die Benetzung der außenliegenden Baugrubenumschließung nicht bereits durch die Absenkung des Druckpotenzials über die Entspannungsbrunnen bis zur Baugrubensohle erfolgt ist.

In den mit Dichtblöcken eingefassten Baugrubenabschnitten der Station ist mit einer geringeren Restleckagerate zu rechnen. In Bereichen mit Tonschichten innerhalb der tertiären Schichtenfolge ist ebenfalls von geringeren Restleckageraten auszugehen.



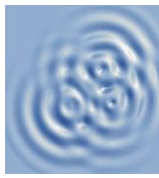
### 3.6 Lenzwasser

Das Volumen des bei Baumaßnahmen anfallenden Lenzwassers kann wie folgt abgeschätzt werden:

Tab. 5: Abschätzung der Lenzwassermengen

Bauwerk	GW-Stand GWL1 Ruhe	GW-Stand GWL1 bauzeitig	Sohle der Baugrube	Fläche Grundriss	Radius Tunnel	Länge Tunnel	speicher- nutzbarer Porenanteil	Volumen Lenzwasser
	[mNN]	[mNN]	[mNN]	[m²]	[m]	[m]	[%]	[m³]
Verbausträgerbergung Ost		94,5	87,6	276			20%	381
Bergestollen					3,5	58	20%	446
Station Frankfurt/M-Ost	94,5	82,0	75,5	6.211			20%	23.602
Rampe (Tunnel offene Bauweise)	94,8	88,5	88,5	2.503			20%	3.154
Rampe (Trog)	94,8	90,0	91,8	1.777			20%	1.066
Schacht Danziger Platz	94,4	88,0	82,0	101			20%	250
Schacht Hanauer Landstraße	94,0	89,2	87,3	380			20%	0
Schacht Grusonstraße	94,0	87,5	87,0	236			20%	330
Schacht Ostendstraße	93,6	90,5	89,1	47			20%	42
Schacht Ostbahnhofstraße	94,2	86,7	83,9	100			20%	207
Bergestollen Ostbahnhofstraße, Höhe 5 m	94,2	86,7	83,9	200			20%	200
Notausstieg Rückertstraße	94,5	94,5	76,0	95			20%	352
Tunnel Nordröhre West					4,2	1.010	20%	11.194
Tunnel Südröhre West					4,2	970	20%	10.751
Tunnel Nordröhre Ost					4,2	287	20%	3.181
Tunnel Südröhre Ost					4,2	287	20%	3.181
<b>Gesamtsumme</b>								<b>58.338</b>

Für Bauwerke mit variablen bzw. geneigten Sohlflächen wurde ein mittleres Sohlniveau zugrunde gelegt. Das angegebene Untergrundvolumen ist nur teilweise mit Grundwasser erfüllt. Der speichernutzbare Poren- bzw. Kluftanteil wird einheitlich mit 20 % abgeschätzt. In den Schichten des Tertiärs ist der Anteil hingegen wesentlich geringer, sodass in der Berechnung von ungünstigen Randbedingungen ausgegangen wird. In allen Bauwerken wird

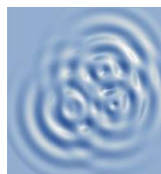


der äußere Umfang einschließlich der Verbauwände bzw. der Radius der Tunnelröhren zugrunde gelegt. Die Berechnung erfolgt für den Tiefenabschnitt unterhalb des Grundwasserstandes. Beim Bau der Tunnelröhren wird aufgrund der Beaufschlagung mit Druckluft ein Teil des Grundwassers nach außen verdrängt, sodass sich die Lenzwassermenge zusätzlich verringert.

Es resultiert eine Lenzwassermenge von bis zu

**60.000 m<sup>3</sup>**

Die Lenzwasserentnahme ist für die hydraulische Situation im Umfeld der Bauwerke ohne Belang, ist jedoch bei einer ggf. erforderlichen Reinigung und der Ableitung zu berücksichtigen.



### 3.7 Niederschlagswasser

Das in den Baugruben anfallende Niederschlagswasser wird gemeinsam mit der Restleckage gesammelt und abgeführt. Für eine Mengenabschätzung wird eine erhöhte Niederschlagsrate von 700 mm/a zugrunde gelegt, die aus dem Bereich der Schächte abgepumpt werden muss. Mögliche Verdunstungsverluste als auch seitliche Zuflüsse in die Baugruben bleiben unberücksichtigt. Für die Abschätzung wird die Bauzeit bis Fertigstellung der Schachtabdeckungen zugrunde gelegt.

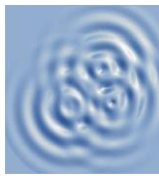
Tab. 6: Abschätzung der anfallenden Regenwassermengen

	Bauzeit	Fläche Grundriss	Niederschlag	Volumen Niederschlagswasser
	[d]	[m <sup>2</sup> ]	[mm/a]	[m <sup>3</sup> ]
Verbauträgerbergung Ost	167	276	700	88
Station Frankfurt/M-Ost	1.219	6.211	700	14.520
Rampe (Tunnel offene Bauweise)	1.178	2.503	700	5.655
Rampe (Trog)	1.112	1.777	700	3.790
Schacht Danziger Platz	278	101	700	54
Schacht Hanauer Landstraße	91	380	700	66
Schacht Grusonstraße	717	236	700	325
Schacht Ostendstraße	669	47	700	60
Schacht Ostbahnhofstraße	212	200	700	81
Notausstieg Rückertstraße	377	95	700	69
<b>Gesamtsumme</b>				<b>24.708</b>

Damit ist eine Regenwassermenge von bis zu

**25.000 m<sup>3</sup>**

bei der Ableitung zu berücksichtigen.



### 3.8 Gesamtentnahme- und Einleitemengen

Für den Zeitraum der Errichtung der Bauwerke werden gemäß § 8 WHG folgende Gesamtentnahmen zugrunde gelegt (Werte gerundet):

• Stationäre Grundwasserentnahme mittels Entspannungsbrunnen	6.751.000 m <sup>3</sup>
• Instationäre Grundwasserentnahme mittels Entspannungsbrunnen	1.078.000 m <sup>3</sup>
• Restleckagen der vertikalen Verbauwände	371.000 m <sup>3</sup>
• Lenzwasser der Baugruben und Tunnel	60.000 m <sup>3</sup>
• Regenwasser	25.000 m <sup>3</sup>
<hr/>	
Summe	8.285.000 m <sup>3</sup>

Aufgrund potenziell abweichender Randbedingungen (Transmissivität des Untergrundes, abweichende Witterungsbedingungen in der Bauzeit) wird ein Sicherheitszuschlag von 20 % veranschlagt: 1.657.000 m<sup>3</sup>

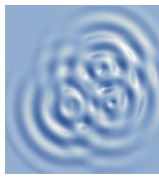
Für eine mögliche Verlängerung der Bauzeit wird ein zusätzlicher Sicherheitszuschlag von 10 % berücksichtigt: 829.000 m<sup>3</sup>

<b>Gesamtsumme</b>	<b>10.771.000 m<sup>3</sup></b>
--------------------	---------------------------------

In der Summe wird eine Grund- und Lenzwasserentnahme sowie die Abführung von Niederschlagswasser in einer Gesamtmenge von bis zu

**11,0 Mio. m<sup>3</sup>**

beantragt.



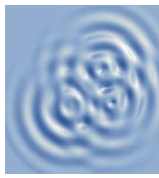
### 3.9 Bemessung der maximalen Tages- und Stundenförderrate

Bei der Kalkulation der maximalen Tagesförderrate sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

- Die höchste stationäre Grundwasserentnahme erfolgt in der Bauzeitphase V mit rd. 5.650 m<sup>3</sup>/d, vgl. Tab. 3. Unter Ansatz eines Sicherheitszuschlages von 20 % ergibt sich eine Rate von bis zu rd. 6.800 m<sup>3</sup>/d.
- Für die instationäre Speicherentleerung wird näherungsweise eine Dauer der Erreichung eines stationären Zustandes von 12 Monaten zugrunde gelegt. Dieser Zeitraum umfasst jeweils die ersten Wochen bis Monate der betreffenden Bauzeitphasen I - IV. Bei einer Gesamtmenge von 1,078 Mio. m<sup>3</sup> resultiert eine Rate von rd. **3.000 m<sup>3</sup>/d**, die zu Beginn der betroffenen Entnahmen zusätzlich anfallen kann. Eine Entspannung hinsichtlich der Förderrate kann durch einen ausreichenden zeitlichen Vorlauf der Entnahmen erreicht werden, sodass sich diese über einen größeren Zeitraum erstrecken und sich folglich die Tagesförderraten reduzieren.
- Sonstige Entnahmen beinhalten die Volumenströme aus Restleckage, Lenzwasser und Starkregenereignissen. Für letztere kann eine zeitliche Streckung des Abpumpvorganges über mehrere Tage gegeben sein. Es wird eine Rate von bis zu **3.000 m<sup>3</sup>/d** abgeschätzt.

Die beantragte maximale Tagesförderrate wird unter Berücksichtigung möglicher Unwägbarkeiten aufgerundet auf bis zu:

**13.000 m<sup>3</sup>/d**



Die innerhalb einer Stunde anfallende Menge kann im Falle eines Starkregenereignisses höher sein als die aus der Tagesförderrate ermittelte Stundenrate. Für die übrigen Entnahmen ist hingegen im Tagesverlauf von einer eher ausgeglichenen Förderrate auszugehen. Es wird eine Förderrate von bis zu

**1.000 m<sup>3</sup>/h**

beantragt.

Bielefeld, den 30. November 2017

(Dr. D. Brehm, Dipl.-Geol.)

(Th. Grünz, Dipl.-Geol.)

(F. Carstensen, Dipl.-Geol.)

**BGU - Büro für Geohydrologie  
und Umweltinformationssysteme**

Dr. Brehm & Grünz GbR  
Technologiezentrum Bielefeld  
Meisenstraße 96  
DE- 33 607 Bielefeld