













**2. S-Bahn-Stammstrecke München**  
**Planfeststellung, PFA 3 Ost**

# Beilage Berechnungsunterlagen Grundwassermodelle Grundwasserkommunikation

0	Ausgangsverfahren: Antragsfassung	04.12.2020			
Index	Änderungen bzw. Ergänzungen	Planungsstand			
Vorhabenträgerin: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; padding: 5px;">           DB Netz AG             Regionalbereich Süd            Landshuter Allee 4            80637 München         </td> <td style="width: 33%; padding: 5px;">           DB Station&amp;Service AG             Bahnhofsmanagement            Goethestraße 10a            80335 München         </td> <td style="width: 33%; padding: 5px;">           DB Energie GmbH             Energieversorgung Süd            Richelstraße 3            80634 München         </td> </tr> </table>			DB Netz AG  Regionalbereich Süd Landshuter Allee 4 80637 München	DB Station&Service AG  Bahnhofsmanagement Goethestraße 10a 80335 München	DB Energie GmbH  Energieversorgung Süd Richelstraße 3 80634 München
DB Netz AG  Regionalbereich Süd Landshuter Allee 4 80637 München	DB Station&Service AG  Bahnhofsmanagement Goethestraße 10a 80335 München	DB Energie GmbH  Energieversorgung Süd Richelstraße 3 80634 München			
Vertreter der Vorhabenträgerin: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">           DB Netz AG             Großprojekt 2. S-Bahn-            Stammstrecke München            Arnulfstraße 25-27            80335 München         </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">           Verfasser:            Ingenieurgemeinschaft SSF-ILF-VI-Sweco-BPR-A4d              16.02.2021         </td> </tr> </table>		DB Netz AG  Großprojekt 2. S-Bahn- Stammstrecke München Arnulfstraße 25-27 80335 München	Verfasser: Ingenieurgemeinschaft SSF-ILF-VI-Sweco-BPR-A4d   16.02.2021	Datum                      Unterschrift	
DB Netz AG  Großprojekt 2. S-Bahn- Stammstrecke München Arnulfstraße 25-27 80335 München	Verfasser: Ingenieurgemeinschaft SSF-ILF-VI-Sweco-BPR-A4d   16.02.2021				
Datum                      Unterschrift		Datum                      Unterschrift			
Genehmigungsvermerk Eisenbahn-Bundesamt					

## Inhaltsverzeichnis

## Seite

<b>1.1</b>	<b>Beilage Berechnungsunterlagen Grundwassermodelle für Grundwasserkommunikation .....</b>	<b>1</b>
1.1.1	Verwendete Unterlagen .....	1
1.1.2	Beschreibung des numerischen Modells .....	1
1.1.2.1	Allgemeines .....	1
1.1.2.2	Modellabmessungen und –diskretisierung .....	1
1.1.2.3	Modellparameter .....	2
1.1.3	Resultate Voruntersuchung Aufstau Bauwerke ohne Grundwasserkommunikationsanlagen .....	4
1.1.3.1	Rettungsschacht 7 und Rettungsschacht 8 .....	4
1.1.3.2	Haltepunkt Ostbahnhof (tief) .....	5
1.1.3.3	RS 9, EÜ Berg-am-Laim-Straße-Straße und Rampenbauwerk .....	6
1.1.4	Aufstauberechnung mit Dükeranlagen .....	7
1.1.4.1	Haltepunkt Ostbahnhof (tief) .....	7
1.1.4.2	RS 9, EÜ Berg-am-Laim-Straße-Straße und Rampenbauwerk .....	8
1.1.5	Zusammenfassung .....	9

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Horizontale Modelldiskretisierung am Beispiel Ostbahnhof .....	2
Abbildung 2:	Hp.Ostbahnhof: Position der 4 Düker und der Horizontaldrainagen in Relation zum Bauwerk und Modellnetz; Modellvariante mit größter Länge der Horizontalfilter .....	4
Abbildung 3:	Hp. Ostbahnhof: Oberstromiger Aufstau und unterstromige Absenkung ohne Grundwasserüberleitung in Meter .....	5
Abbildung 4:	EÜ Berg-am-Laim-Straße: Oberstromiger Aufstau und unterstromige Absenkung ohne Grundwasserüberleitung in Meter .....	6
Abbildung 5:	Hp. Ostbahnhof: Berechneter oberstromiger Aufstau und unterstromige Absenkung in Meter und optimierter Länge der Horizontaldrains mit Lage der Düker und Horizontalfilterstränge.....	7
Abbildung 6:	EÜ Berg-am-Laim-Straße-Straße: Berechneter oberstromiger Aufstau und unterstromige Absenkung in Meter und optimierter Länge der Horizontaldrains mit Lage der Düker und Horizontalfilterstränge.....	8

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Eingangswerte und Ergebnis der Aufstauberechnung für RS 7 und RS 8.....	4
Tabelle 2:	Übersicht über die berechneten Aufstaubeträge und Überleitungsraten an den einzelnen Bauwerken .....	9

## **1.1 Beilage Berechnungsunterlagen Grundwassermodelle für Grundwasserkommunikation**

### 1.1.1 Verwendete Unterlagen

[1] 2. S-Bahn-Stammstrecke München; 178. Stellungnahme: Ermittlung des Einflusses des 2. S-Bahn-Tunnels zwischen Hp Ostbahnhof (tief) und Bhf Leuchtenbergring auf die Grundwasserstände des quartären Aquifers; Zentrum für Geotechnik vom 14.3.18

[2] 2. S-Bahn-Stammstrecke München Ostbahnhof – Streckenabschnitt Marienhof bis offene Bauweise Ost inklusive Haltepunkt Ostbahnhof (tief), Geotechnischer Bericht, Boley Geotechnik, 31.07.2020; ergänzt mit Bandbreite der hydraulischen Leitfähigkeit, kf-MIN und kf-MAX, und Erwartungswert, kf-ERW, am 21.01.20

### 1.1.2 Beschreibung des numerischen Modells

#### 1.1.2.1 Allgemeines

Für die numerischen Grundwasseraufstauberechnungen wurde ein vereinfachtes 3D-FE-Modell unter Verwendung der kommerziellen Software FEFLOW 7.2 verwendet. Die Vereinfachung besteht hierbei in erster Linie aus den für den gesamten Modellraum homogen angesetzten Modellparametern für den Quartäraquifer.

Das Modell dient der Beschreibung der Grundwasserströmung im Quartär am Standort des jeweiligen Bauwerks und insbesondere der Beeinflussung dieser Strömung durch das Bauwerk. Die Quartäruntergrenze ist als dichter Stauer angenommen.

#### 1.1.2.2 Modellabmessungen und –diskretisierung

Die Modellabmessungen zur Abbildung der quartären Grundwasserströmung betragen 12 km in N-S-Erstreckung und 4 km in O-W-Erstreckung. Fließrichtung ist von S nach N. Auf eine Ausrichtung des Modells entsprechend der tatsächlichen Grundwasserströmungsrichtung konnte aufgrund des abstrahierten Modellaufbaus verzichtet werden, da ausschließlich der Anströmungswinkel von 10 Grad auf die grundwasserabsperrenden Bauwerksteile im Quartär berücksichtigt werden musste.

Die vergleichsweise große Nord-Süd-Erstreckung resultiert aus den sehr hohen Quartärdurchlässigkeiten einerseits und der Umsetzung sowohl des Zu- als auch des Abstromrandes mit Festpotentialrändern andererseits. Besonders letztere Konstellation führte bei zu geringem Abstand zu einer Beeinflussung der

berechneten Potentiale im Bereich der absperrenden Bauwerke durch die Zu- und Abstromränder und damit zu einer Verfälschung der Grundwasser-Aufstauergebnisse. Das Setzen eines vollständig eingespannten Systems ist für die vereinfachte Betrachtung notwendig, um sowohl das anzusetzende hydraulische Gefälle und zugleich den am Bauwerk anzusetzenden Bezugswasserstand  $HW_{END}$  einzuhalten.

Die Modelle wurden unter Berücksichtigung einer mittleren wassererfüllten Mächtigkeit bei  $HW_{END}$  in der Vertikalen in insgesamt 12 Modellebenen untergliedert, um die nicht horizontalen Strömungskomponenten im Fall des Aufstaus im Oberstrom bzw. der Absenkungen im Unterstrom adäquat reproduzieren zu können. Die Knotenabstände im FE-Netz variieren zwischen rund 0,2 m im Nahbereich der abzubildenden Bauwerke bis zu rund 300 m an den Modellrändern (vgl. Abb. 1). Insbesondere im Bereich der Filterstränge der Düker erfordert eine stabile Lösung der Modellrechnungen eine sehr hohe Netzauflösung. Insgesamt beträgt die Anzahl der verwendeten Knoten ca. 360.000 für das Modell Haltepunkt Ostbahnhof und ca. 220.000 für das Modell Eisenbahn-Überführung (EÜ) Berg-am-Laim-Straße.

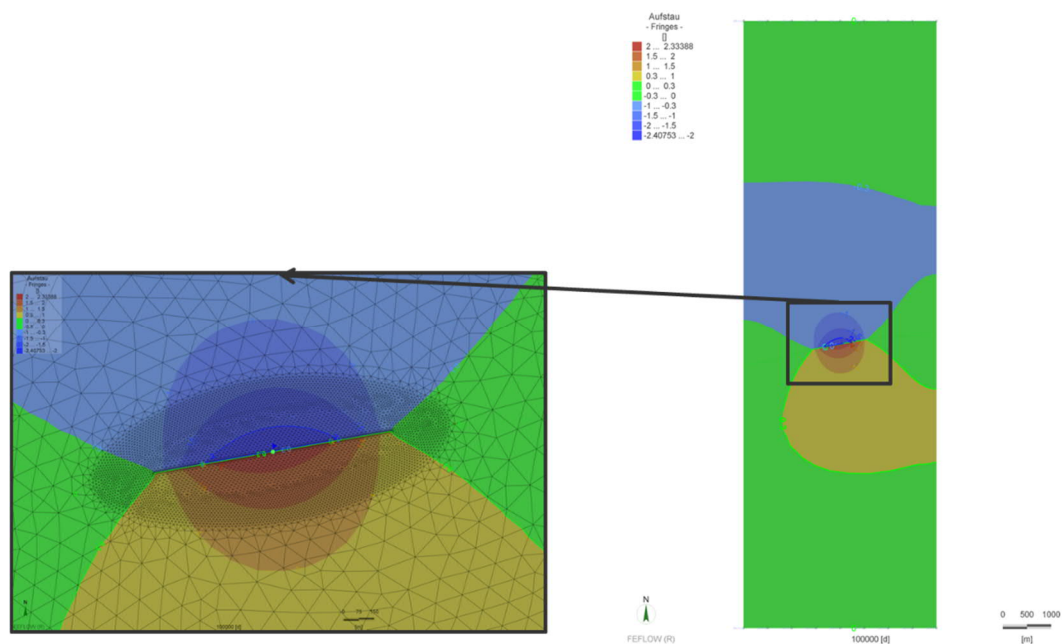


Abbildung 1: Horizontale Modelldiskretisierung am Beispiel Ostbahnhof

### 1.1.2.3 Modellparameter

#### Haltepunkt Ostbahnhof (tief)

Homogene isotrope Durchlässigkeit:  $5 \cdot 10^{-3}$  m/s (aus [2])

Anm.: Die Durchlässigkeit im Umfeld der Horizontalfilter für die Infiltration (Abstrom) wurde abhängig vom Ausgangswert auf 25 % verringert.

Hydraulisches Gefälle: 0,005 (aus [1])

Anströmwinkel: 10 Grad

---

Länge Bauwerk:	560 m
GW-Mächtigkeit:	5,50 m
Bemessungswasserstand $HW_{END}$ :	523,80 m NN
Geometrie der Düker:	
• Filterrohrdurchmesser:	DN 250 [mm]
• Dükerrohrdurchmesser:	1xDN 400 [mm] (Düker 1); 2xDN 300 [mm] (Düker 2-4)
Vertikale Lage der Düker:	2 m über UK Quartär
Länge der Filter im Aquifer:	15 bis 32 m

**EÜ Berg-am-Laim-Straße-Straße**

Homogene isotrope Durchlässigkeit:  $5 \cdot 10^{-3}$  m/s (aus [2])

Anm.: Die Durchlässigkeit im Umfeld der Horizontalfilter für die Infiltration (Abstrom) wurde abhängig vom Ausgangswert auf 25 % verringert.

Hydraulisches Gefälle:	0,003 (aus [1])
Anströmwinkel:	10 Grad
Länge Bauwerk:	355 m
GW-Mächtigkeit:	5,4 m
Bemessungswasserstand $HW_{END}$ :	523,4 m NN
Geometrie der Düker:	
• Filterrohrdurchmesser:	DN 250 [mm]
• Dükerrohrdurchmesser:	1xDN 400 [mm]
Vertikale Lage der Düker:	2 m über UK Quartär
Länge der Filter im Aquifer:	15 m

Die beiden 3D-GW-Modelle wurden entsprechend dieser Kenndaten parametrisiert und initialisiert.

Abb. 2 zeigt beispielhaft einen Ausschnitt des Modells für den Haltepunkt Ostbahnhof (tief) mit Bauwerken, Dükeranlagen und horizontaler Diskretisierung.

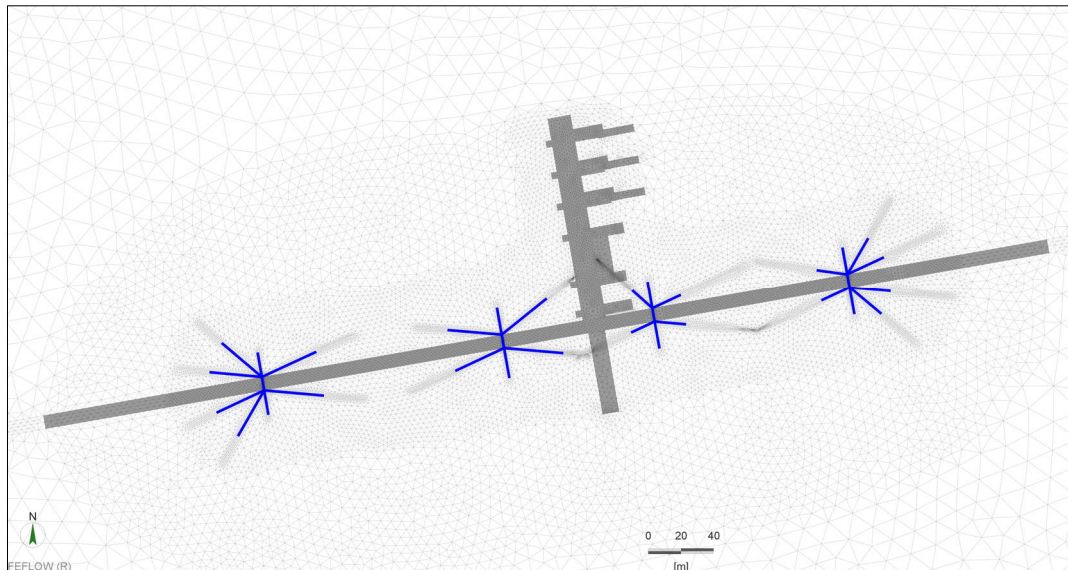


Abbildung 2: Hp.Ostbahnhof: Position der 4 Düker und der Horizontaldrainagen in Relation zum Bauwerk und Modellnetz; Modellvariante mit größter Länge der Horizontalfilter

### 1.1.3 Resultate Voruntersuchung Aufstau Bauwerke ohne Grundwasserkommunikationsanlagen

#### 1.1.3.1 Rettungsschacht 7 und Rettungsschacht 8

Bei den kleinen Bauwerken RS 7 und RS 8 erfolgte die Voruntersuchung des Aufstaus analytisch mit der Formel nach SCHNEIDER auf Basis der Isohypsenkarte des HW-Jahres 1988 (Tabelle 1). Das Bauwerk RS 8 wurde ohne Bestimmung der eigentlichen Werte nur mit worst case Annahmen untersucht. Es erreicht selbst in diesem Falle aufgrund seiner geringen Größe keinen Aufstau von 0,30 m.

Tabelle 1: Eingangswerte und Ergebnis der Aufstauberechnung für RS 7 und RS 8

	Aufstau $\Delta h$ [m]	Gefälle $i$ [ ]	Bauwerkslänge $L$ [m]	$L/2$ [m]	Anströmwinkel $\varphi$
<b>RS 7</b>	0,29	0,0095	62	31	0
<b>RS 8</b>	< 0,15	0,01*	29*	14,5	0*

\* worst-case Annahme: senkrechte Anströmung auf das Bauwerk

Eine Grundwasserüberleitung ist demnach am RS 7 und RS 8 nicht erforderlich.

### 1.1.3.2 Haltepunkt Ostbahnhof (tief)

#### Modellresultate:

Berechnung Aufstau Maximum: 1,60 m (Abb. 3)

Berechnung GW-Anströmrate: 80 l/s

Eine Grundwasserüberleitung ist demnach erforderlich.

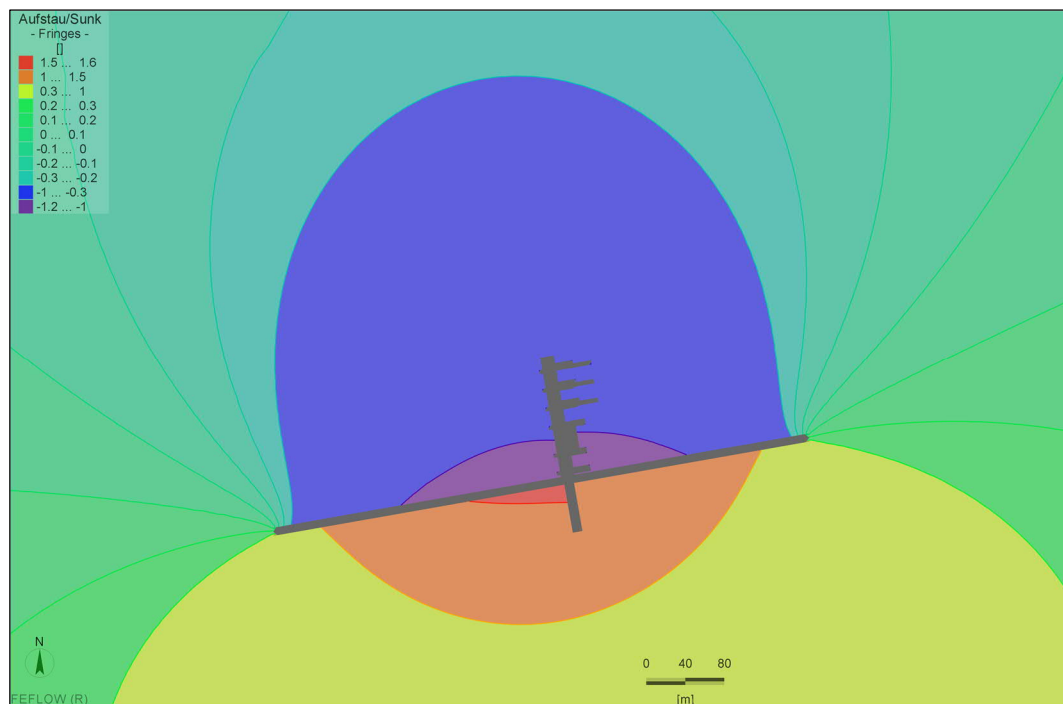


Abbildung 3: Hp. Ostbahnhof: Oberstromiger Aufstau und unterstromige Absenkung ohne Grundwasserüberleitung in Meter



1.1.3.3 RS 9, EÜ Berg-am-Laim-Straße-Straße und Rampenbauwerk

Berechnung Aufstau Maximum: 0,51 m (Abb. 4)

Berechnung GW-Anströmrate: 27 l/s

Eine Grundwasserüberleitung ist demnach erforderlich.

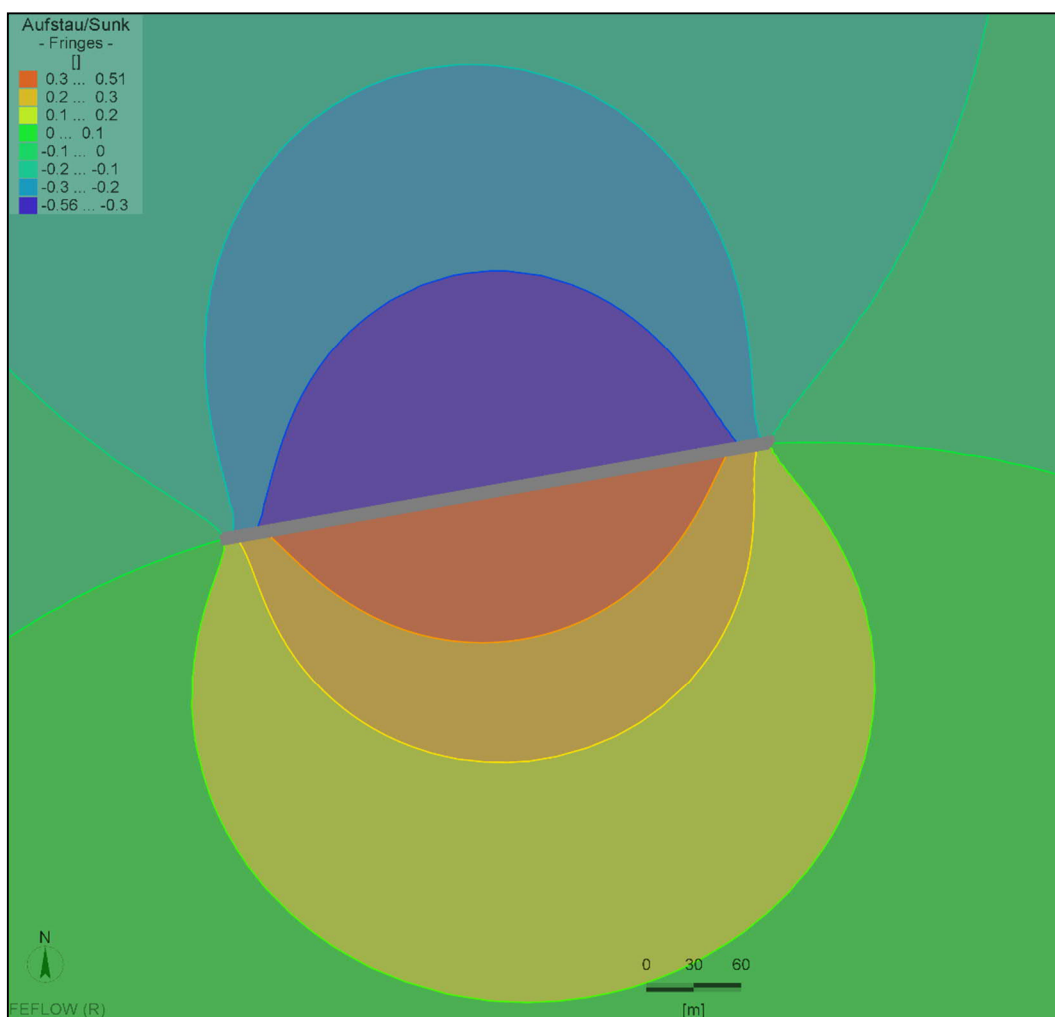


Abbildung 4: EÜ Berg-am-Laim-Straße: Oberstromiger Aufstau und unterstromige Absenkung ohne Grundwasserüberleitung in Meter

#### 1.1.4 Aufstauberechnung mit Dükeranlagen

##### 1.1.4.1 Haltepunkt Ostbahnhof (tief)

**Berechnete Durchflussrate durch die 4 Düker: 68 l/s**

**Berechneter Aufstau Maximum: ca. 0,29 m (Abb. 5)**

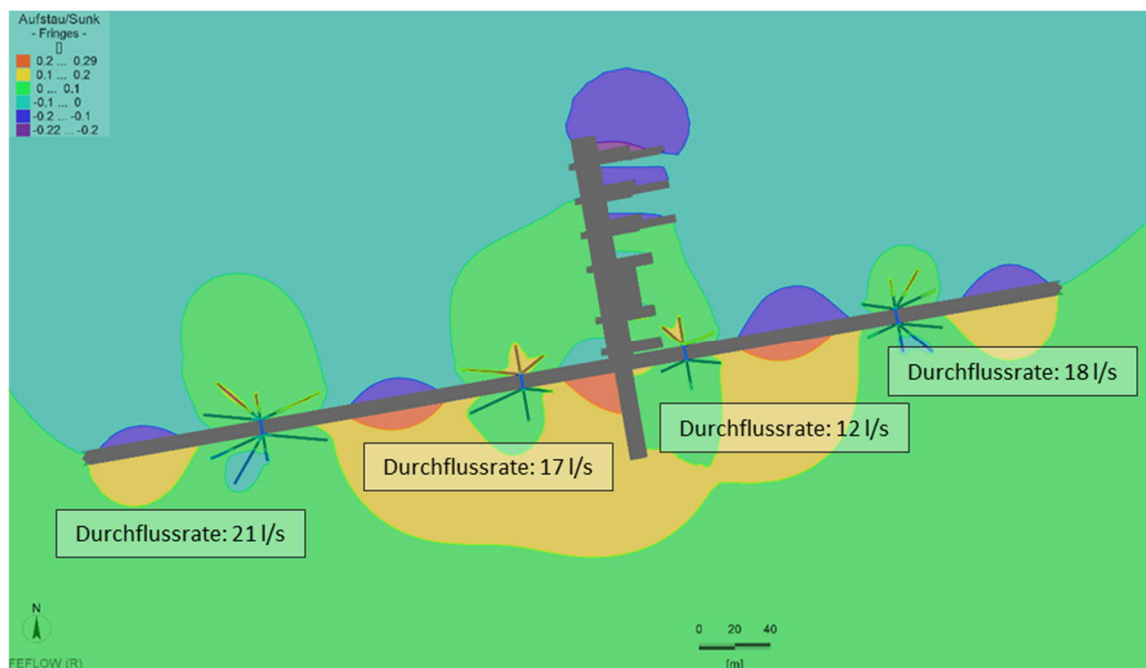


Abbildung 5: Hp. Ostbahnhof: Berechneter oberstromiger Aufstau und unterstromige Absenkung in Meter und optimierter Länge der Horizontaldrains mit Lage der Düker und Horizontalfilterstränge

1.1.4.2 RS 9, EÜ Berg-am-Laim-Straße-Straße und Rampenbauwerk

**Berechnete Durchflussrate durch die 2 Düker: 18 l/s**

**Berechneter Aufstau Maximum: ca. 0,14 m (Abb. 6)**

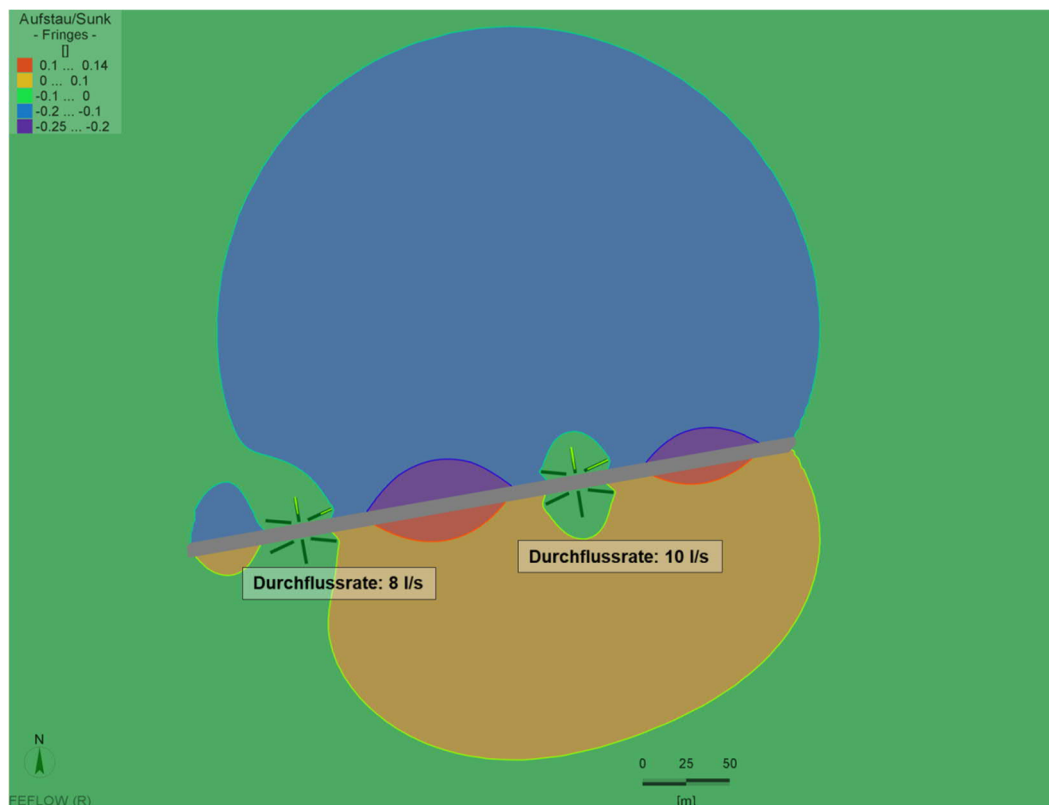


Abbildung 6: EÜ Berg-am-Laim-Straße-Straße: Berechneter oberstromiger Aufstau und unterstromige Absenkung in Meter und optimierter Länge der Horizontaldrains mit Lage der Düker und Horizontalfilterstränge

## 1.1.5 Zusammenfassung

Tabelle 2: Übersicht über die berechneten Aufstaubeträge und Überleitungsraten an den einzelnen Bauwerken

Bauwerk	Aufstau ohne GW-Überleitung	Aufstau mit GW-Überleitung	Anzahl der Düker	Länge Horizontalfilterstränge	Überleitungsrate bei kf MAX $5 \times 10^{-3}$ m/s
RS 7	0,29 m				
RS 8	< 0,15 m				
Haltepunkt OBF (tief)	1,60 m	< 0,3 m	4	15 bis 32 m	68 l/s
EÜ Bergam-Laim-Straße	0,50 m	< 0,3 m	2	15 m	18 l/s