
U 81 / 1. Bauabschnitt

Freiligrathplatz – Flughafen Terminal

Wassermengenermittlung

Projekt: U 81 / 1. Bauabschnitt
Freiligrathplatz – Flughafen Terminal

Phase: Entwurfsplanung

Inhalt: Baugrube Rampe, Tunnelstrecke und U-Bahnhof

- Ermittlung Wasser- und Fördermengen

aufgestellt: Sascha Freimann, M. Sc.
Stefan Reitenberger, Dipl.-Ing.
Niederlassung Tunnelbau
Ingenieurbüro Dipl.-Ing. H. Vössing GmbH

06.08.2015

bestätigt: Dipl.-Ing. (FH) Oliver Schreiber
Niederlassung Tunnelbau
Ingenieurbüro Dipl.-Ing. H. Vössing GmbH

06.08.2015

Programm:

Bauwerk: U 81 / 1. Bauabschnitt

ASB-Nr.:

Datum: 08/2015

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| 1. Allgemeines | 1 |
| 1.1 Projektbeschreibung | 1 |
| 1.2 Technische Vorschriften, Gutachten und Literaturhinweise | 4 |
| 1.3 Angaben aus dem Baugrundgutachten zum Grundwasser | 4 |
| 1.4 Berechnungsgrundlagen | 5 |
| 1.4.1 Höhenkoten und Baugrubenmaße | 5 |
| 1.4.2 Grundlagen der Mengenermittlung | 6 |
| 2. Wassermengenermittlung Baugrube U-Bahnhof Flughafen Terminal | 7 |
| 2.1 Zustrom aus dem Tertiär | 7 |
| 2.2 Zustrom durch die Umschließungsflächen | 8 |
| 2.3 Lenz- und Entwässerungsmengen | 9 |
| 3. Wassermengenermittlung Baugrube Tunnelstrecke | 11 |
| 3.1 Zustrom aus dem Tertiär | 11 |
| 3.2 Zustrom durch die Umschließungsflächen | 12 |
| 3.3 Lenz- und Entwässerungsmengen | 12 |
| 4. Wassermengenermittlung Baugrube Tunnelstrecke und Rampe | 13 |
| 4.1 Zustrom durch die Umschließungsflächen | 13 |
| 4.2 Lenz- und Entwässerungsmengen | 14 |
| 5. Zusammenfassung der Ergebnisse | 15 |
| 5.1 Unwägbarkeiten und Berechnungszuschläge | 15 |
| 5.2 Auswertung | 16 |

Bauteil:
Block:
Vorgang: Entwurfsplanung

Seite: i
Index:

Archiv-Nr.:

1. Allgemeines

1.1 Projektbeschreibung

Die Landeshauptstadt Düsseldorf plant eine neue Stadtbahnlinie U81, welche im 1. Bauabschnitt zunächst eine Verbindung zwischen dem Flughafen Terminal und Freiligrathplatz schaffen und zu einem späteren Zeitpunkt weiter ausgebaut werden soll (vgl. Abbildung 1-1).

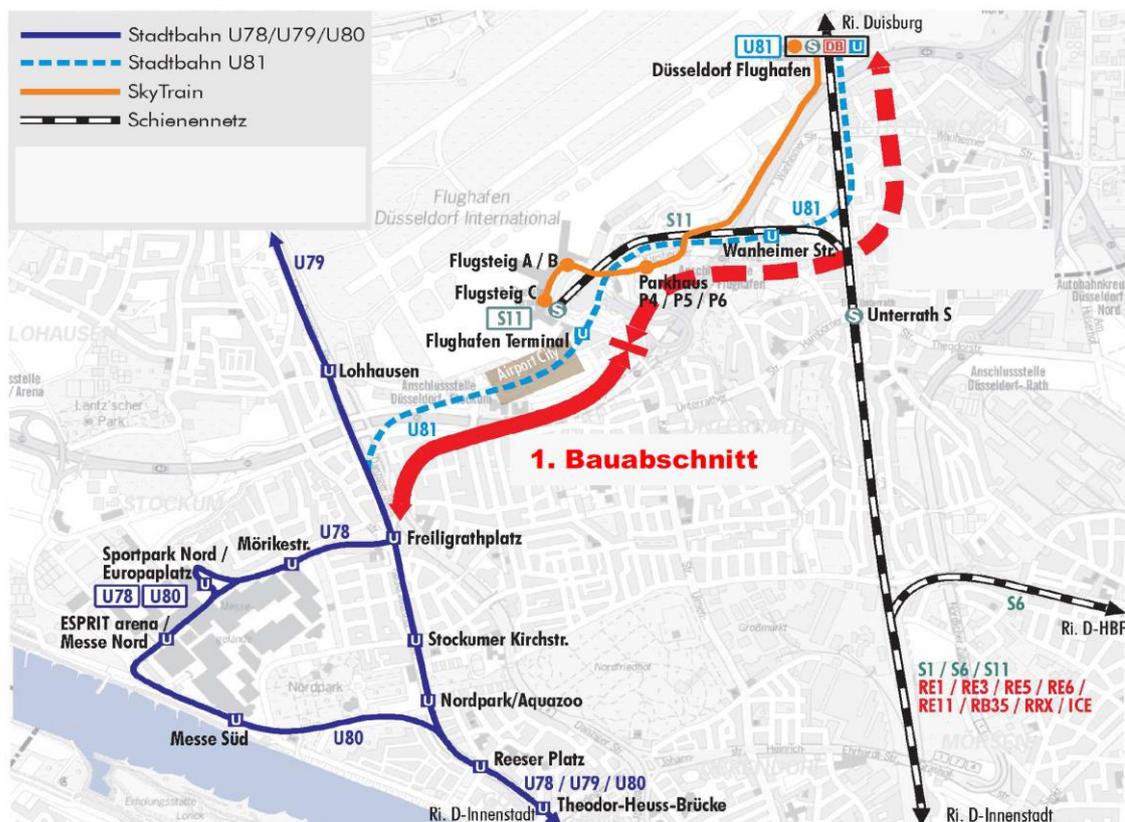


Abbildung 1-1: Projekt Stadtbahnlinie U81 / 1. Bauabschnitt - Übersicht

Insgesamt umfasst der 1. Bauabschnitt eine Neubaustrecke von ca. 2 km Länge, welche vom Freiligrathplatz aus über ein ca. 0,5 km langes mehrfeldriges Brückenbauwerk über den Nordstern, einer Straßenkreuzung zwischen der A44 und der B8, und anschließend in Niveaulage in Richtung Terminal geführt wird. Im Terminalbereich führt die Stadtbahn über eine Rampe in ein ca. 0,4 km langes Tunnelbauwerk ein und mündet dort in einen U-Bahnhof (U-Bahnhof Flughafen Terminal). Die Herstellung des Tunnelbauwerks mit unterirdischem Bahnhof ist in offener Bauweise vorgesehen.

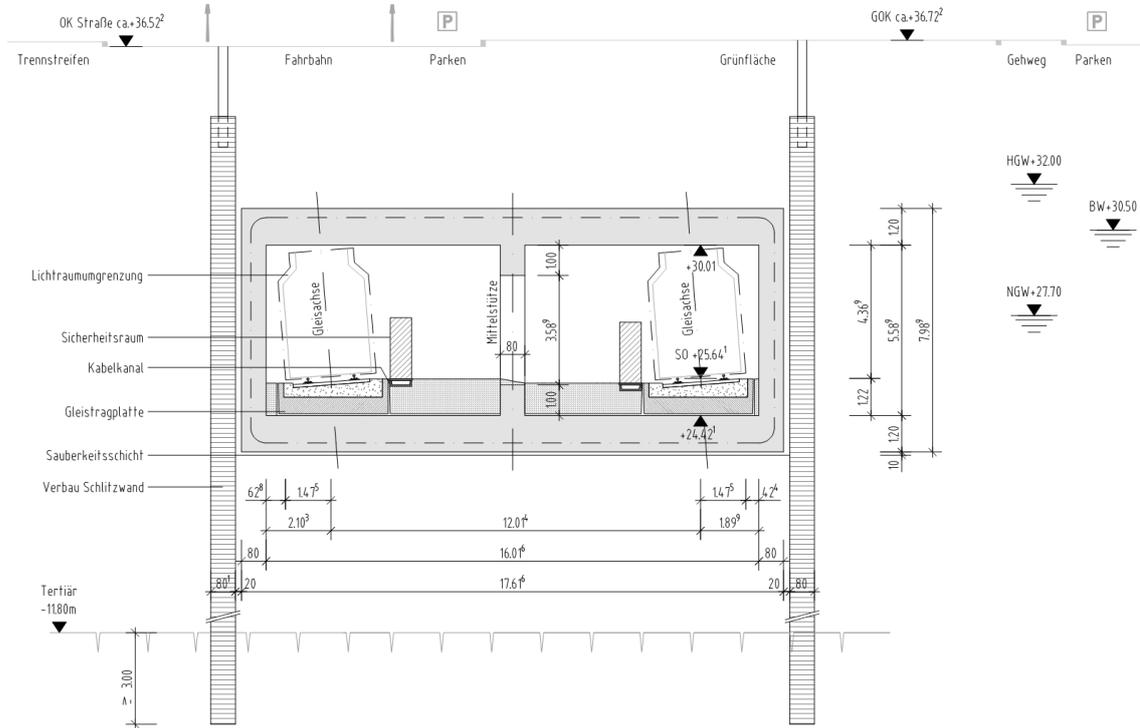


Abbildung 1-3: Ansicht – Beispiel für Tertiäreinbindung der Schlitzwände bei Baugrube „Tunnelstrecke“

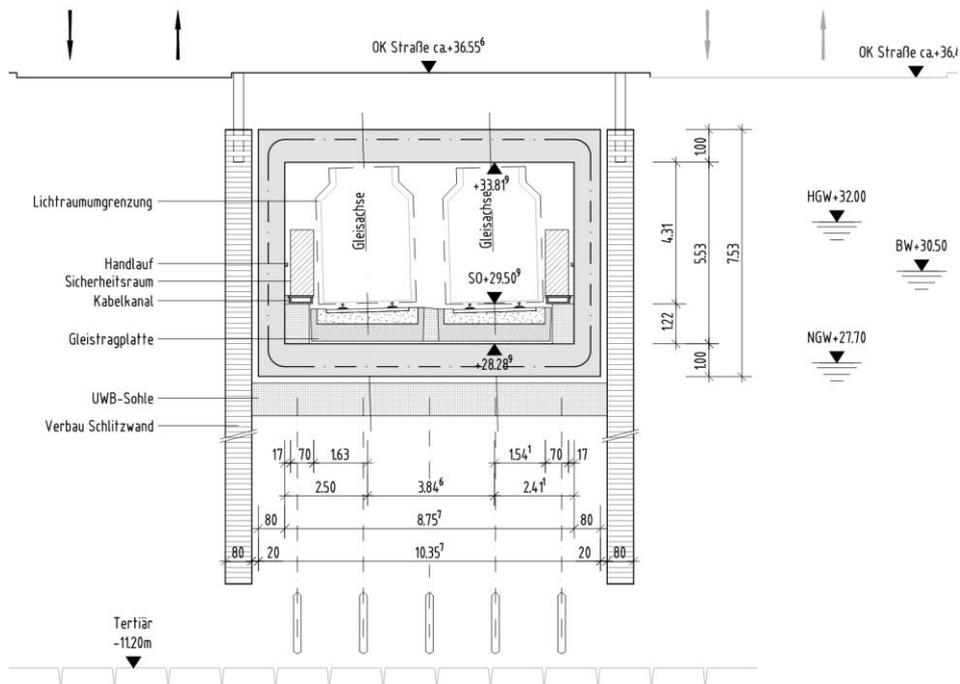


Abbildung 1-4: Ansicht – Einbindetiefe der Schlitzwände im Bereich Baugrube „Rampe + Tunnelstrecke“

1.2 Technische Vorschriften, Gutachten und Literaturhinweise

Für die Wassermengenermittlung wurden die nachfolgend aufgezählten Gutachten bzw. Vorschriften verwendet:

- [1] Baugrunduntersuchung, Gründungsberatung (2013-03):** Stadtbahnlinie U81, Freiligrathplatz bis Flughafen Terminal – 1. Bauabschnitt, geoteam Ingenieurgesellschaft mbH.
- [2] Grundlagen der Wassermengenermittlung im Bereich der Rampe bis zum U-Bahnhof Flughafen Terminal (2014-04):** Stadtbahnlinie U81, Freiligrathplatz bis Flughafen Terminal – 1. Bauabschnitt, geoteam Ingenieurgesellschaft mbH.

1.3 Angaben aus dem Baugrundgutachten zum Grundwasser

Aufgrund von längerfristigen Grundwasserbeobachtungen für das Umfeld des Bauprojektes wurden folgende Grundwasserstände abgeleitet:

| | Niedrigwasser | Mittelwasser | Bemessung Hochwasser Bauzeit | Höchster bekannter Grundwasserstand |
|---|---------------|--------------|------------------------------------|---|
| Bezeichnung | NGW | MGW | BW | HGW |
| Bahnhof Terminal | +27,7 mNN | +29,1 mNN | +31,0 mNN | +32,0 mNN |
| Tunnelstrecke und Rampe | | | +30,5 mNN | |
| Brücke und Rampe Bereich Nordstern | +26,5 mNN | +28,0 mNN | +30,0 mNN | +31,0 mNN |
| Überwerfungsbauwerk, südliche Niveaulage und Freiligrathplatz | +25,2 mNN | +27,5 mNN | +29,0 mNN | +29,5 mNN |

Tabelle 1-1: Charakteristische Wasserstände gemäß Baugrundgutachten

1.4 Berechnungsgrundlagen

Nachfolgend werden einige Grundlagen festgelegt, die für die Wassermengenermittlung gelten.

1.4.1 Höhenkoten und Baugrubenmaße

Bei der Berechnung wird von folgenden Höhenkoten ausgegangen:

| | Rampe + Tunnelstrecke | Tunnelstrecke | U-Bahnhof |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------|
| Geländeoberkante | +37,4 mNN - +37,7 mNN | +37,0 mNN - +37,4 mNN | +37,0 mNN |
| Baugrubensohle | +24,8 mNN - +29,8 mNN | +23,0 mNN - +24,8 mNN | +22,6 mNN |
| Bauwasserstand BW | +30,5 mNN | +30,5 mNN | +31,0 mNN |
| Mittelwasserstand MGW | +29,1 mNN | +29,1 mNN | +29,1 mNN |
| UK Schlitzwand | +18,0 mNN - +23,6 mNN | +8,8 mNN | +8,8 mNN |
| OK Tertiär | - | +11,8 mNN | +11,8 mNN |
| Dicke UWB-Sohle | 1,00 m | - | - |

Tabelle 1-2: Übersicht der für die Berechnung der Wassermengen relevanten Höhenkoten der Baugruben

Der Umfang sowie die Fläche der einzelnen Baugruben wurden aus entsprechenden CAD-Plänen ausgemessen. Es ergaben sich folgende Werte:

| | Rampe + Tunnelstrecke | Tunnelstrecke | U-Bahnhof |
|-------------|--------------------------|---------------------|---------------------|
| Innenfläche | 2137 m ² | 1291 m ² | 3817 m ² |
| Innenumfang | 397 m | 183 m | 417 m |
| Außenfläche | 2454 m ² | 1440 m ² | 4168 m ² |
| Außenumfang | 403 m | 190 m | 443 m |

Tabelle 1-3: Übersicht der Umfänge und Flächen der Baugruben

1.4.2 Grundlagen der Mengenermittlung

Zur Ermittlung der Wassermengen, die den unterschiedlichen Baugruben zufließen, werden die Grundlagen von [2] verwendet. Hierzu wird auch auf das entsprechende Dokument in der Anlage verwiesen.

Es sind dabei folgende Wasser- und Fördermengen zu berücksichtigen:

- Wasserzustrom aus dem Tertiär,
- Wasserzustrom durch die Umschließungsflächen,
- Lenz und Entwässerungsmengen.

Zusätzlich sind Unwägbarkeiten und Berechnungszuschläge einzukalkulieren, welche in Kapitel 5.1 näher erläutert werden.

In den nachfolgenden Kapiteln werden die anfallenden Wassermengen mit zwei unterschiedlichen Wasserständen berechnet.

- Bauwasserstand: maximal anfallende Grundwassermengen zur Dimensionierung der Pumpen, Leitungen und des Vorfluters
- Mittelwasserstand: gewöhnliche Förderraten zur Abschätzung der Gesamtwassermenge

Zur Ermittlung der Gesamtfördermenge werden die Förderraten mit den Dauern der Wasserhaltungen multipliziert. Die Dauern sind den aktuellen Bauzeitplanungen entnommen und sind ggf. anzupassen. Erläuterungen hierzu sind in Kapitel 5.2 enthalten.

2. Wassermengenermittlung Baugrube U-Bahnhof Flughafen Terminal

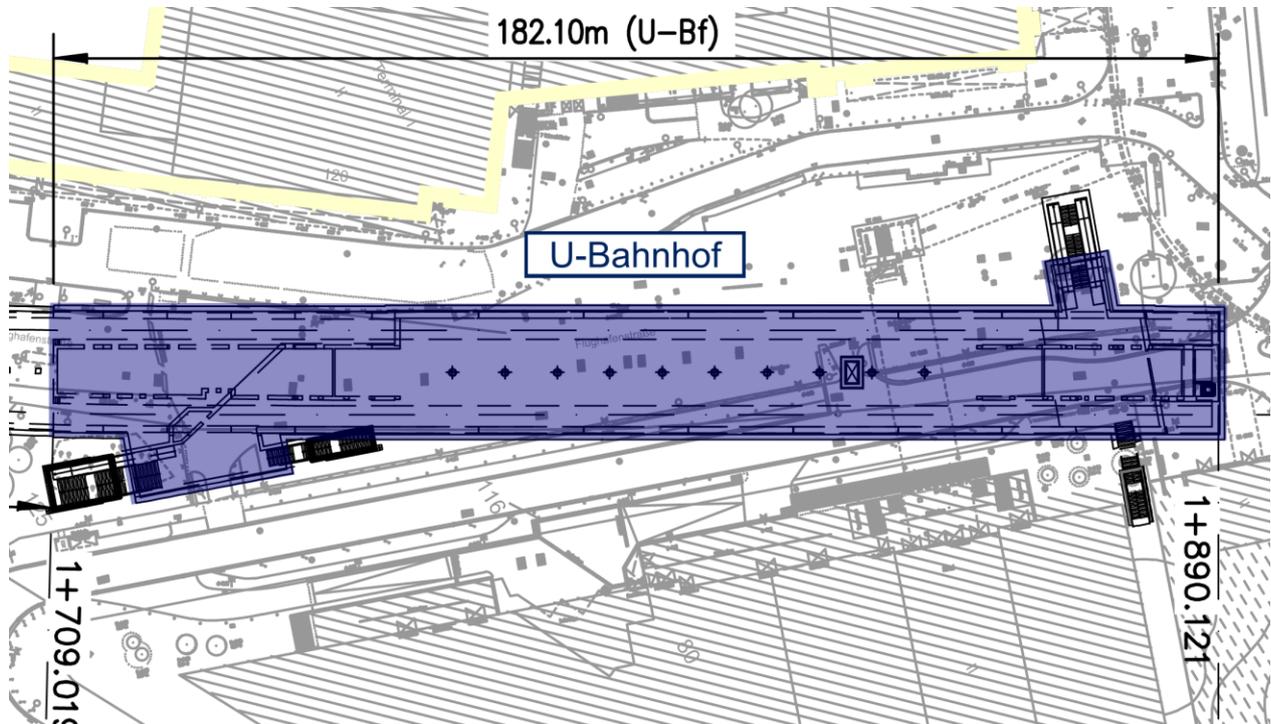


Abbildung 2-1: Übersicht der Baugrube „U-Bahnhof“

2.1 Zustrom aus dem Tertiär

Aus Untersuchungen bei benachbarten Bauprojekten konnte für die Ermittlung des Zustroms aus dem Tertiär folgende Näherungsgleichung hergeleitet werden:

$$Q_T = 0,2685 \cdot \Delta h \cdot t^{-0,6} \cdot k_{T,v} \cdot A$$

mit:

| | | |
|------------|--|---------------------|
| Q_T | Zustrom vom Grundwasser zur Baugrube | [m ³ /s] |
| Δh | Wasserdruckdifferenz inner- und außerhalb der Baugrube | [m] |
| t | Einbindetiefe ins Tertiär | [m] |
| $k_{T,v}$ | Vertikale Durchlässigkeit des Tertiärs | [m/s] |
| A | Grundfläche der Baugrube | [m ²] |

Die Wasserdruckdifferenz Δh ermittelt sich aus dem Bauwasserstand bzw. dem mittleren Grundwasserstand abzüglich der Tiefenlage der Baugrubensohle und einem Zuschlag von 0,5 m. Für die vertikale Durchlässigkeit des Tertiärs $k_{T,v}$ wird in [2] $1 \cdot 10^{-5}$ m/s auf Grund der angenommenen näherungsweise isotropen Eigenschaften angesetzt.

Für die vorliegende Baugrube gilt somit:

$$\Delta h_{BW} = 31,0 - 22,6 + 0,5 = 8,9 \text{ m}$$

$$\Delta h_{MGW} = 29,1 - 22,6 + 0,5 = 7,0 \text{ m}$$

$$t = 3,0 \text{ m}$$

$$k_{T,v} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

$$A = 3817 \text{ m}^2$$

$$Q_{T,BW} = 0,2685 \cdot 8,9 \cdot 3,0^{-0,6} \cdot 1 \cdot 10^{-5} \cdot 3817 = 0,047 \text{ m}^3/\text{s} = 47 \text{ l/s}$$

$$Q_{T,MGW} = 0,2685 \cdot 7,0 \cdot 3,0^{-0,6} \cdot 1 \cdot 10^{-5} \cdot 3817 = 0,037 \text{ m}^3/\text{s} = 37 \text{ l/s}$$

2.2 Zustrom durch die Umschließungsflächen

Für die Menge des Zustroms durch die nahezu dichten Umschließungsflächen werden die benetzten Baugrubenwandflächen angesetzt. Als benetzte Baugrubenwandflächen gelten dabei diejenigen Flächen, die vom Bauwasserstand bzw. mittlerem Grundwasserstand bis zur Unterkante der Schlitzwände reichen.

Es wird festgelegt, dass der Zustrom durch die Umschließung höchstens $Q_w = 1,5$ l/s je 1000 m² benetzter Fläche betragen darf.

Programm:

Bauwerk: U 81 / 1. Bauabschnitt

ASB-Nr.:

Datum: 08/2015

Für die vorliegende Baugrube gilt somit:

$$A_{\text{benetzt}, BW} = (31,0 - 8,8) \cdot 443 = 9834,6 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{benetzt}, MGW} = (29,1 - 8,8) \cdot 443 = 8992,9 \text{ m}^2$$

$$Q_{W, BW} \leq 1,5 \cdot \frac{9834,6}{1000} = 0,015 \text{ m}^3/\text{s} = 15 \text{ l/s}$$

$$Q_{W, MGW} \leq 1,5 \cdot \frac{8992,9}{1000} = 0,014 \text{ m}^3/\text{s} = 13,5 \text{ l/s}$$

2.3 Lenz- und Entwässerungsmengen

Nach Herstellung der Schlitzwände wird die Baugrube bis zur tiefsten Aushubkote plus eines Tiefenzuschlags von 0,5 m entwässert. Das Wasser wird dabei über Brunnen aus dem Porenvolumen des wassergesättigten Bodens abgepumpt. Die anfallende Entwässerungsmenge berechnet sich zu:

$$Q_E = GF_i \cdot \Delta h \cdot n$$

mit:

Q_E Entwässerungsmenge [m³]

GF_i Grundfläche der i-ten Baugrube [m²]

Δh Wasserdruckdifferenz inner- und außerhalb der Baugrube [m]

n angesetzter Porenanteil des wassergesättigten Bodens [-]

Der Porenanteil n des wassergesättigten Bodens wird laut [2] mit 0,3 angesetzt.

Bauteil:
Block:
Vorgang: Entwurfsplanung

Seite: 9
Index:

Archiv-Nr.:

Programm:

Bauwerk: U 81 / 1. Bauabschnitt

ASB-Nr.:

Datum: 08/2015

Für die vorliegende Baugrube gilt somit:

$$GF_i = 3817 \text{ m}^2$$

$$\Delta h_{BW} = 8,9 \text{ m} ; \Delta h_{MGW} = 7,0 \text{ m} \quad \text{siehe Kap.2.1}$$

$$n = 0,3$$

$$\underline{Q_E = 3817 \cdot 8,9 \cdot 0,3 = 10191 \text{ m}^3 = 10.191.000 \text{ l}}$$

$$\underline{Q_E = 3817 \cdot 7,0 \cdot 0,3 = 8016 \text{ m}^3 = 8.016.000 \text{ l}}$$

Bauteil:
Block:
Vorgang: Entwurfsplanung

Seite: 10
Index:

Archiv-Nr.:

3. Wassermengenermittlung Baugrube Tunnelstrecke

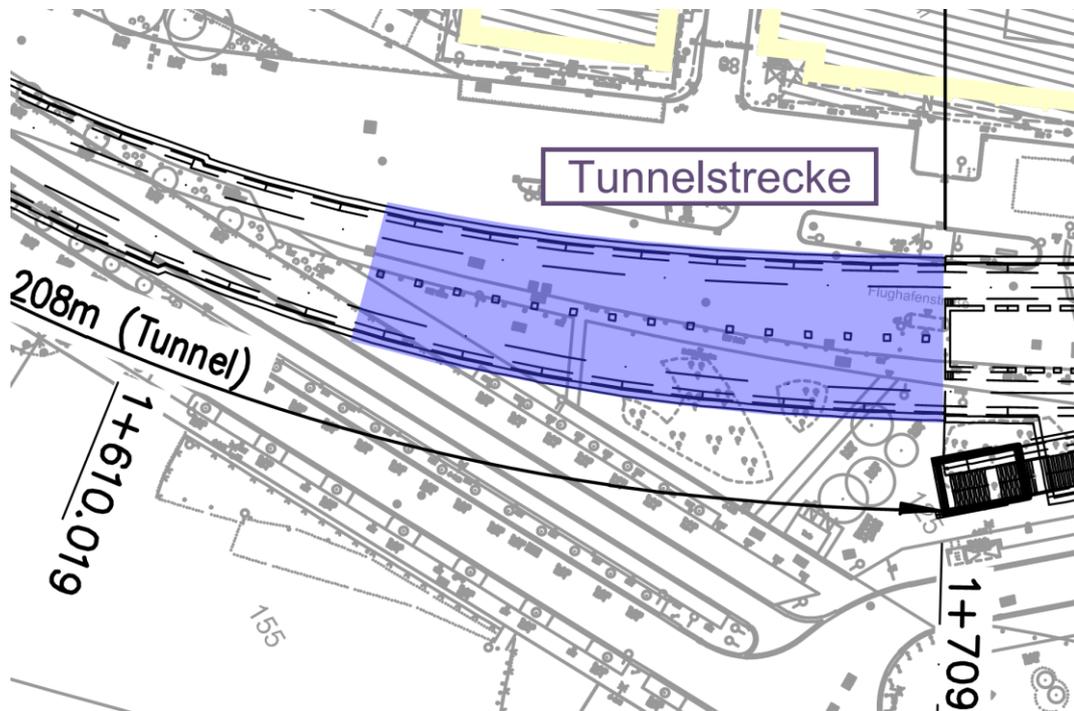


Abbildung 3-1: Übersicht der Baugrube „Tunnelstrecke“

3.1 Zustrom aus dem Tertiär

Für die vorliegende Baugrube gilt:

$$\Delta h_{BW,1} = 30,5 - 23,0 + 0,5 = 8,0 \text{ m}$$

$$\Delta h_{BW,2} = 30,5 - 24,8 + 0,5 = 6,2 \text{ m}$$

$$\Delta h_{BW} = (8,0 + 6,2) * 0,5 = 7,1 \text{ m}$$

$$\Delta h_{MGW,1} = 29,1 - 23,0 + 0,5 = 6,6 \text{ m}$$

$$\Delta h_{MGW,2} = 29,1 - 24,8 + 0,5 = 4,8 \text{ m}$$

$$\Delta h_{MGW} = (6,6 + 4,8) * 0,5 = 5,7 \text{ m}$$

$$t = 3,0 \text{ m}$$

$$k_{T,v} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

$$A = 1573 \text{ m}^2$$

$$Q_{T,BW} = 0,2685 \cdot 7,1 \cdot 3,0^{-0,6} \cdot 1 \cdot 10^{-5} \cdot 1291 = 0,013 \text{ m}^3/\text{s} = 12,7 \text{ l/s}$$

$$Q_{T,MGW} = 0,2685 \cdot 5,7 \cdot 3,0^{-0,6} \cdot 1 \cdot 10^{-5} \cdot 1291 = 0,010 \text{ m}^3/\text{s} = 10,2 \text{ l/s}$$

3.2 Zustrom durch die Umschließungsflächen

Für die vorliegende Baugrube gilt:

$$A_{benetzt,BW} = (30,5 - 8,8) \cdot 190 = 4123,0 \text{ m}^2$$

$$A_{benetzt,MGW} = (29,1 - 8,8) \cdot 190 = 3857,0 \text{ m}^2$$

$$Q_{W,BW} \leq 1,5 \cdot \frac{4123,0}{1000} = 0,006 \text{ m}^3/\text{s} = 6,2 \text{ l/s}$$

$$Q_{W,MGW} \leq 1,5 \cdot \frac{3857,0}{1000} = 0,006 \text{ m}^3/\text{s} = 5,8 \text{ l/s}$$

3.3 Lenz- und Entwässerungsmengen

Für die vorliegende Baugrube gilt:

$$GF_i = 1291 \text{ m}^2$$

$$\Delta h_{BW} = 7,1 \text{ m} ; \Delta h_{MGW} = 5,7 \text{ m} \quad \text{siehe Kap.3.1}$$

$$n = 0,3$$

$$Q_{E,BW} = 1291 \cdot 7,1 \cdot 0,3 = 2750 \text{ m}^3 = 2.750.000 \text{ l}$$

$$Q_{E,MGW} = 1291 \cdot 5,7 \cdot 0,3 = 2210 \text{ m}^3 = 2.210.000 \text{ l}$$

4. Wassermengenermittlung Baugrube Tunnelstrecke und Rampe

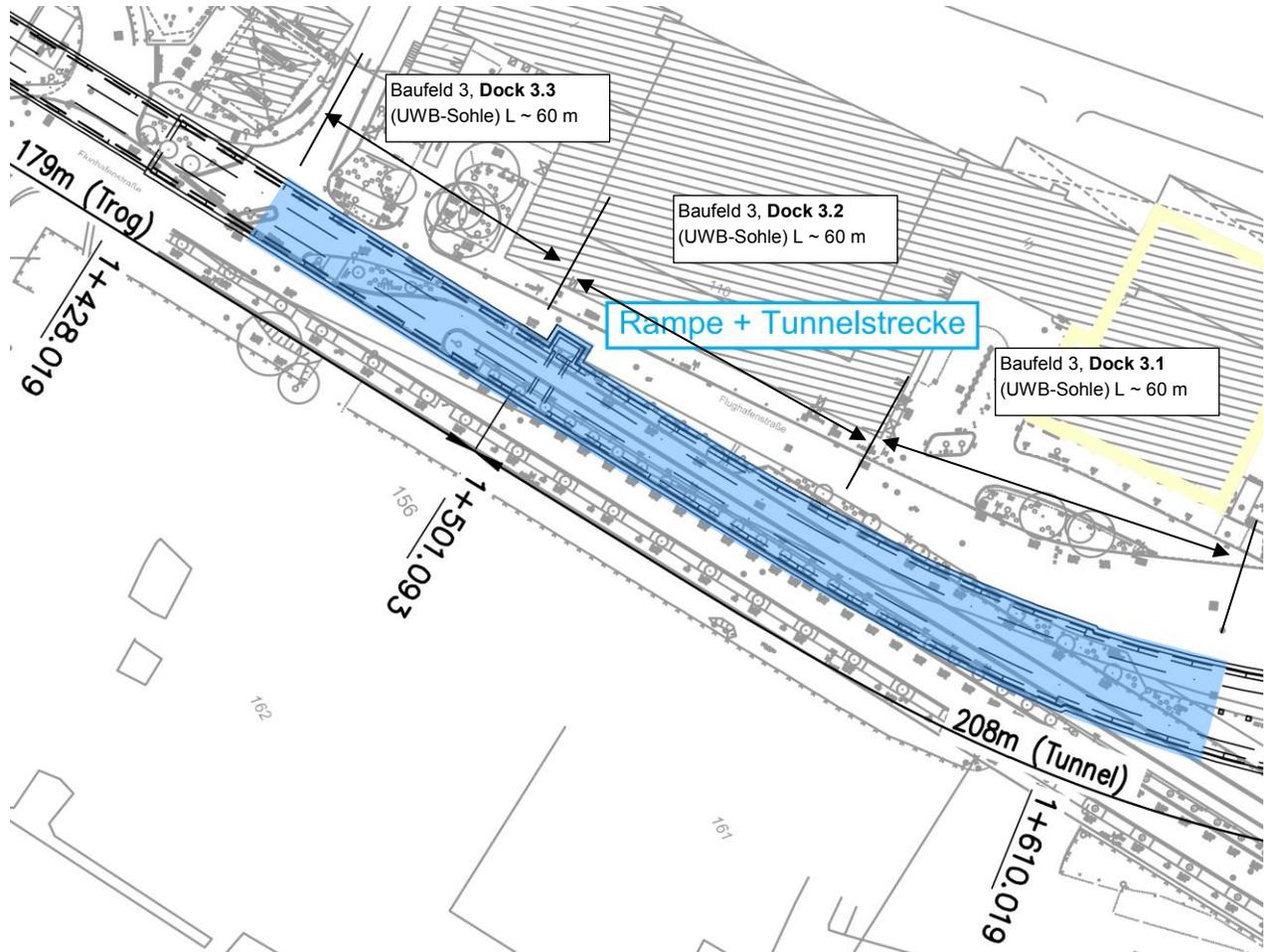


Abbildung 4-1: Übersicht der Baugrube „Rampe + Tunnelstrecke“

4.1 Zustrom durch die Umschließungsflächen

Für die vorliegende Baugrube gilt:

$$\Delta h_{BW,3} = 30,5 - 29,8 = 0,7 \text{ m}$$

$$\Delta h_{BW,2} = 30,5 - 26,7 = 3,8 \text{ m}$$

$$\Delta h_{BW,1} = 30,5 - 24,8 = 5,7 \text{ m}$$

$$\Delta h_{BW} = (0,7 + 3,8 + 5,7) / 2 = 3,4 \text{ m}$$

$$\Delta h_{MGW,3} = 29,1 - 29,8 < 0 \text{ m}$$

$$\Delta h_{MGW,2} = 29,1 - 26,7 = 2,4 \text{ m}$$

$$\Delta h_{MGW,1} = 29,1 - 24,8 = 4,3 \text{ m}$$

$$\Delta h_{MGW} = (2,4 + 4,3) / 2 = 3,35 \text{ m (nur Dock 3.2 und 3.1)}$$

$$A_{benetzt,BW} = 3,4 \cdot 403 + 2137 = 3507 \text{ m}^2$$

$$A_{benetzt,MGW} = 3,35 \cdot 383 + 1425 = 2708 \text{ m}^2$$

$$Q_{W,BW} \leq 1,5 \cdot \frac{3507}{1000} = 0,0053 \text{ m}^3/\text{s} = 5,3 \text{ l/s}$$

$$Q_{W,MGW} \leq 1,5 \cdot \frac{2708}{1000} = 0,0042 \text{ m}^3/\text{s} = 4,2 \text{ l/s}$$

4.2 Lenz- und Entwässerungsmengen

Für die vorliegende Baugrube gilt:

$$GF_i = 2137 \text{ m}^2$$

$$t_{BW} = 3,4 \text{ m} ; t_{MGW} = 3,35 \text{ m (nur Dock 3.2 und 3.1) siehe Kap. 4.1}$$

$$Q_{L,BW} = 2137 \cdot 3,4 = 7266 \text{ m}^3 = 7.266.000 \text{ l}$$

$$Q_{L,MGW} = 1425 \cdot 3,35 = 4774 \text{ m}^3 = 4.774.000 \text{ l}$$

Programm:

Bauwerk: U 81 / 1. Bauabschnitt

ASB-Nr.:

Datum: 08/2015

5. Zusammenfassung der Ergebnisse

5.1 Unwägbarkeiten und Berechnungszuschläge

Die berechneten Wassermengen und Förderraten unterliegen Schwankungen und Unwägbarkeiten, die nicht auszuschließen sind. Hierzu zählen:

- Ungenauigkeit der angesetzten (homogenen) Durchlässigkeiten,
- Unregelmäßigkeiten in einer welligen oder mäandernden Tertiäroberfläche,
- Ungewollt höhere Absenktiefen innerhalb der Baugruben,
- Ungenauigkeiten in der Modellbildung.

In [2] wird vorgeschlagen diese Unwägbarkeiten über einen **Gesamtzuschlag von 35 %** auf die ermittelten Wassermengen und Förderraten zu berücksichtigen.

Bauteil:
Block:
Vorgang: Entwurfsplanung

Seite: 15
Index:

Archiv-Nr.:

5.2 Auswertung

Die in den vorangegangenen Kapiteln ermittelten Wasser- und Fördermengen für den maximalen Bauwasserstand und den mittleren Grundwasserstand sind zusammenfassend in den nachfolgenden Tabellen dargestellt. Für die Dauer der Bauwasserhaltung in den einzelnen Baugruben wurden die unten aufgeführten Zeiten angenommen.

| | | |
|--------------------------------------|----|--------|
| Bauzeit BG Bahnhof (Baufeld 1) | 88 | Wochen |
| Bauzeit BG Tunnelstrecke (Baufeld 2) | 47 | Wochen |
| Bauzeit BG Tunnel+Rampe (Baufeld 3) | 32 | Wochen |

| | Fördermenge [m ³ /h] | Wassermenge [m ³] | Gesamtzuschlag | Fördermenge inkl. Zuschlag [m ³ /h] | Summe Fördermenge bauzeitl. [m ³] | Summe Wassermenge [m ³] |
|--|------------------------------------|----------------------------------|----------------|--|---|---|
| U-Bahnhof (Baufeld 1) | | | | | | |
| Zustrom aus dem Tertiär | 169,20 | | 35% | 228,42 | 3.376.961 | |
| Zustrom durch die Umschließungsflächen | 54,00 | | 35% | 72,90 | 1.077.754 | |
| Lenz- und Entwässerungsmengen | | 10.191 | 35% | | | 13.758 |
| GESAMT | | | | 301,32 | 4.468.473 | |
| Tunnelstrecke (Baufeld 2) | | | | | | |
| Zustrom aus dem Tertiär | 46,80 | | 35% | 63,18 | 498.869 | |
| Zustrom durch die Umschließungsflächen | 21,60 | | 35% | 29,16 | 230.247 | |
| Lenz- und Entwässerungsmengen | | 2.750 | 35% | | | 3.713 |
| GESAMT | | | | 92,34 | 732.829 | |
| Tunnelstrecke + Rampe (Baufeld 3) | | | | | | |
| Zustrom durch die Umschließungsflächen | 19,40 | | 35% | 26,19 | 140.797 | |
| Lenz- und Entwässerungsmengen | | 7.266 | 35% | | | 9.809 |
| GESAMT | | | | 26,19 | 150.607 | |

Tabelle 5-1: Zusammenstellung der Förderraten und Wassermengen für den Bauwasserstand

Zeitweise erfolgt die Wasserhaltung in allen Baufeldern parallel. Somit ergibt sich eine maximal zu erwartende Gesamtförderleistung von **0,117 m³/s** für den Bauwasserstand.

Programm:

Bauwerk: U 81 / 1. Bauabschnitt

ASB-Nr.:

Datum: 08/2015

| | Fördermenge [m ³ /h] | Wassermenge [m ³] | Gesamtzuschlag | Fördermenge inkl. Zuschlag [m ³ /h] | Summe Fördermenge bauzeitl. [m ³] | Summe Wassermenge [m ³] |
|--|------------------------------------|----------------------------------|----------------|--|---|---|
| U-Bahnhof (Baufeld 1) | | | | | | |
| Zustrom aus dem Tertiär | 133,20 | | 35% | 179,82 | 2.658.459 | |
| Zustrom durch die Umschließungsflächen | 50,40 | | 35% | 68,04 | 1.005.903 | |
| Lenz- und Entwässerungsmengen | | 8.016 | 35% | | | 10.822 |
| GESAMT | | | | 247,86 | 3.675.184 | |
| Tunnelstrecke (Baufeld 2) | | | | | | |
| Zustrom aus dem Tertiär | 36,00 | | 35% | 48,60 | 383.746 | |
| Zustrom durch die Umschließungsflächen | 21,60 | | 35% | 29,16 | 230.247 | |
| Lenz- und Entwässerungsmengen | | 2.210 | 35% | | | 2.984 |
| GESAMT | | | | 77,76 | 616.976 | |
| Tunnelstrecke + Rampe (Baufeld 3) | | | | | | |
| Zustrom durch die Umschließungsflächen | 15,40 | | 35% | 20,79 | 111.767 | |
| Lenz- und Entwässerungsmengen | | 4.774 | 35% | | | 6.445 |
| GESAMT | | | | 20,79 | 118.212 | |

Tabelle 5-2: Zusammenstellung der Förderraten und Wassermengen für den mittleren Grundwasserstand

Als Gesamtwassermenge aus den Baugruben des Tunnelbauwerks werden **4,410 Mio m³** ermittelt.

Bauteil:
Block:
Vorgang: Entwurfsplanung

Seite: 17
Index:

Archiv-Nr.: