

MÜLLER INGENIEURE AG

Geerenstrasse 6, Postfach 210
8157 Dielsdorf, T 043 422 10 00
www.mueller-ing.ch

Gemeinde Niederglatt

Siedlungsentwässerung

Entlastungsleitung Bahnhofstrasse

Bauprojekt

Technischer Bericht

Projekt-Nr. 99.04224, 18.12.2018

Entlastungsleitung Bahnhofstrasse, Bewilligungsprojekt

Zusammenfassung

Im generellen Entwässerungsplan (GEP) von Niederglatt ist das Einzugsgebiet B als Problemgebiet erkannt worden. Es umfasst die Gebiete Gwyd, Refonda-Areal, das Industriegebiet Süd zwischen der Bahnlinie und der Südstrasse und das Bahnhofsgelände. Die Ableitung zwischen dem Kreislauf beim Bahnhof und der Zürcherstrasse ist deutlich überlastet. In diesem Teil der Bahnhofstrasse verlaufen heute zwei parallele Leitungen: eine Mischwasserleitung Nennweite 1000 mm und eine Regenwasserleitung (ehemaliger Schuppisgraben) mit NW 400 mm. Zusammen haben diese Leitungen eine Kapazität von weniger als 2'000 l/s. Dem gegenüber steht ein berechneter zukünftiger Abwasseranfall von über 4'000 l/s. Das Problem wird durch die Überbauung der eingezonten Flächen im Refonda-Areal, Fronberg und Industrie Süd akut. Deshalb muss die Kapazität der Kanalisation erhöht werden.

Der Gemeinderat beschloss daher, der GEP-Planung entsprechend, eine Entlastungsleitung in der Bahnhofstrasse zu projektieren. Gemäss Projekt ist ein Kanal mit 1000 - 1200 mm Durchmesser vom Refonda-Areal über eine neue Hochwasserentlastung bis zur Glatt geplant.

Aufgrund der Tiefe des neuen Kanals und der schwierigen Baugrundverhältnisse ist ein unterirdischer Vortrieb mittels Microtunneling vorgesehen. Teilweise verläuft das Trasse auf dem Grundstück der SBB, weshalb dieses vorgängig mit Versorgungs- und Verkehrsbaulinien gesichert wurde.

Der Kostenvoranschlag rechnet mit Aufwendungen von CHF 5'765'000.- inkl. MWST.

Tony Furger
Geschäftsleiter

Thomas Gutmann
Leiter Siedlungswasserbau

Müller Ingenieure AG

Geerenstrasse 6, Postfach 210
8157 Dielsdorf, T 043 422 10 00
www.mueller-ing.ch

Gegenstand

Entlastungsleitung Bahnhofstrasse, Bewilligungsprojekt

Auftraggeber

Gemeinde Niederglatt
Grafschaftstrasse 55, 8172 Niederglatt

Termine / Zuständigkeiten

| | |
|-------------|-------------------|
| Erstausgabe | 13.09.2017, TG/TF |
| Revision | 26.10.2017, TG |
| Revision | 21.12.2017, TG |
| Revision | 16.08.2018, TG/RV |
| Revision | 18.12.2018, TG |

Projektleiter

Thomas Gutmann (TG)

T 043 422 10 05

t.gutmann@mueller-ing.ch

Sachbearbeiter

Roberto Villa (RV)

Zeichnerin

Sandra Bollinger (SB)

Begleitet durch

Peter Zürcher, Tiefbauvorstand

Bruno Schlatter, Gemeindeschreiber

Kooperation

Geologie:

Dr. Heinrich Jäckli AG, Zürich

Hydrauliksimulation:

SWR Infra AG, Dietikon

Microtunneling:

Wächter AG Bauingenieure, Zürich

Projekt-Nr.

99.04224, 18.12.2018

Datei

H:\Niederglatt\99.04\99.04224 Entlastungskanal
Bahnhofstrasse\Projekt\Technischer Bericht
Bauprojekt.docx

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| Planverzeichnis | 4 |
| Weitere Beilagen | 4 |
| 1 Ausgangslage | 5 |
| 2 Projektziel | 6 |
| 3 Rahmenbedingungen | 6 |
| 3.1 Vorabklärungen | 6 |
| 3.2 Baugrund / Grundwasser | 6 |
| 3.3 Oberflächengewässer | 7 |
| 3.4 Belastete Standorte / Bodenbelastung | 7 |
| 3.5 Grundstücke Dritter | 7 |
| 4 Projekt Entlastungsleitung | 7 |
| 4.1 Linienführung | 8 |
| 4.2 Entlastungen | 8 |
| 4.3 Bauliche Risiken | 8 |
| 4.4 Verfügbarkeit des Trassees / Sicherung mittels Baulinie | 9 |
| 5 Projekt Speicherkanal | 9 |
| 6 Bauausführung | 9 |
| 6.1 Bauetappen | 9 |
| 6.2 Verkehrsführung während den Bauarbeiten | 9 |
| 7 Hydraulik | 10 |
| 8 Kosten | 11 |
| 9 Schlussbemerkungen | 12 |
| 9.1 Weiteres Vorgehen | 12 |
| 9.2 Notwendige Bewilligungen | 12 |
| 9.3 Bauprogramm | 12 |
| Anhang 1: Kostenvoranschlag | 13 |
| Anhang 2: Weitere Angaben zur Bauausführung | 16 |
| Anhang 3: Bemessung Hochwasserentlastungen | 20 |
| Anhang 4: Hydraulik Bauwerke | 21 |

Planverzeichnis

| Plan-Nr | Planbezeichnung | Massstab | Format | Datum |
|---------|--|----------|--------|------------|
| 1 | Situation – Teil 1 | 1:200 | 30/147 | 31.08.2018 |
| 2 | Situation – Teil 2 | 1:200 | 30/126 | 31.08.2018 |
| 3 | Längenprofil – Teil 1 | 1:200 | 30/126 | 31.08.2018 |
| 4 | Längenprofil – Teil 2 | 1:200 | 30/147 | 31.08.2018 |
| 5 | Grundriss & Schnitt - KS B100 | 1:20 | 30/105 | 31.08.2018 |
| 6 | Grundriss & Schnitt – KS B99 / KS R410 | 1:20 | 60/126 | 31.08.2018 |
| 7 | Grundriss & Schnitt – HWE B98 | 1:20 | 60/147 | 31.08.2018 |
| 8 | Grundriss & Schnitt – KS R409 | 1:20 | 60/84 | 31.08.2018 |
| 9 | Grundriss & Schnitt – KS R408 | 1:20 | 45/105 | 31.08.2018 |
| 10 | Grundriss & Schnitt - HWE B | 1:50 | 60/105 | 31.08.2018 |
| 11 | Grundriss & Schnitt – KS R407 | 1:20 | 60/105 | 31.08.2018 |
| 12 | Grundriss & Schnitt – KS B97 | 1:20 | 45/63 | 31.08.2018 |
| 13 | Baugruben | 1:50 | 60/105 | 31.08.2018 |
| 14 | Situation Einzugsgebiete | 1:2000 | 60/63 | 01.12.2015 |
| 15 | Hydraulisches Schema | | 30/42 | 31.08.2018 |
| | Bauphase Bauinstallation Startgrube 1 | 1:500 | A4 | 31.08.2018 |
| | Bauphase Bauinstallation Startgrube 2 | 1:500 | A4 | 31.08.2018 |
| | Bauphase Grube KS B97 | 1:500 | A4 | 31.08.2018 |

Weitere Beilagen

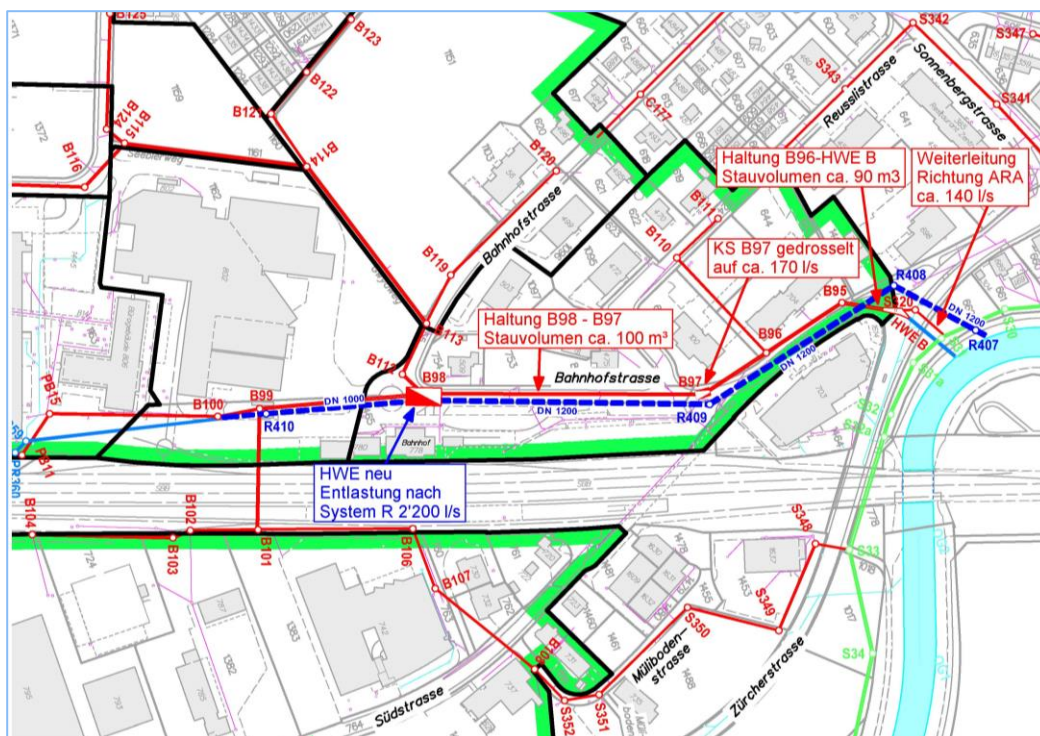
1. Entlastungsbauwerk Glatt; Hydraulische Prüfung und Optimierung, Basler und Hofmann 15.08.2018
2. Geologisch geotechnischer Bericht; Jäggli Geologie 29.08.2016

1 Ausgangslage

Das Kanalisationseinzugsgebiet B des generellen Entwässerungsplans GEP ist das Problemgebiet der Kanalisation von Niederglatt. Es umfasst die Gebiete Gwyd, Refonda-Areal, das Industriegebiet Süd zwischen der Bahnlinie und der Südstrasse und das Bahnhofsgebiet. Die Ableitung zwischen dem Kreisel Bahnhofstrasse und der Zürcherstrasse ist deutlich überlastet. In der Bahnhofstrasse verlaufen heute zwei parallele Leitungen: eine Mischwasserleitung Nennweite 1000 mm und eine Regenwasserleitung (ehemaliger Schuppisgraben) mit NW 400 mm. Zusammen haben diese Leitungen eine Kapazität von weniger als 2'000 l/s. Dem gegenüber steht ein berechneter Abwasseranfall von über 4'000 l/s. Das Kapazitätsproblem wird sich durch die Überbauung der eingezonten Flächen verschärfen, deshalb muss die Kapazität der Kanalisation erhöht werden.

Weil die Kapazität der Regenwasserleitung „Schuppisgraben“ für das anfallende Wasser aus dem Areal der Refonda deutlich zu klein ist, existiert heute ein Überlauf aus der Regenwasserleitung in die Mischwasserleitung (beim Kontrollschacht KS B100). Dieser springt mehrmals jährlich an. Dieser Umstand wurde durch das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) bereits im Rahmen des GEP bemängelt.

Der Verbandskanal durch Niederglatt ist, gemäss den hydrodynamischen Berechnungen im Rahmen des GEP, bei Extremereignissen bereits jetzt überlastet, was zu Rückstau-problemen bei diversen Liegenschaften führt.



Nachdem das früher geplante Regenbecken Süd des ARA-Verbands nicht erstellt wird, ist der Bau einer neuen Regenwasserleitung mit Durchmesser 1000 bis 1200 mm im Bereich der Bahnhofstrasse bis zur Glatt unter den heutigen Rahmenbedingungen die beste

Lösung (Variantenstudium vom 04.05.2015). Dabei kann der bestehende Mischwasserkanal in der Bahnhofstrasse als zusätzliches Stauvolumen genutzt werden. Das Konzept wurde Ende 2015 mit dem AWEL und dem ARA-Verband besprochen und ist in die Planungen des ARA-Verbands eingeflossen.

2 Projektziel

Mit der geplanten Entlastungsleitung Bahnhofstrasse und der Umnutzung der bestehenden Mischwasserleitung NW 1000 zu einem Speicherkanal zwischen dem Kontrollschacht B98 und der Hochwasserentlastung B sollen die Kapazitätsdefizite des Kanalisationseinzugsgebiets B nachhaltig behoben werden. Die Leistungsfähigkeit der Kanalisation wird auf das gemäss GEP erforderliche Mass erweitert, unter Berücksichtigung der vorhandenen Bebauungskapazitäten.

3 Rahmenbedingungen

3.1 Vorabklärungen

Der erforderliche Leitungsdurchmesser beträgt bis zu 1200 mm. Aufgrund der vorgegebenen Anschlusspunkte, der Terrainverhältnisse und der nötigen Leitungsquerungen kommt die neue Leitung in eine Tiefe von 5 bis 9 m zu liegen.

Durch die Firma Dr. Heinrich Jäckli AG sind Baugrunduntersuchungen durchgeführt worden. Die Baugrunduntersuchungen ergaben, dass ein unterirdischer Vortrieb aus geologischer Sicht möglich ist. Als Bauverfahren kommt im wassergesättigten Baugrund nur ein Microtunneling in Frage.

Weil die projektierte Linienführung das Grundstück der SBB tangiert, wurde bei der SBB abgeklärt ob Sie der Linienführung zustimmen. Um die Linienführung auf dem SBB Grundstück zu sichern, wurde eine Versorgungsbaulinie entworfen und festgesetzt.

Für die Optimierung des zusätzlichen Stauvolumens im bestehenden Mischwasserkanal in der Bahnhofstrasse wurde eine hydraulische Simulation durch die SWR Infra AG erstellt. Auf der Grundlage der Simulation werden die Werte zur Abflusssteuerung definiert.

3.2 Baugrund / Grundwasser

Umfangreiche Unterlagen zum Baugrund wurden durch uns auf Basis bereits ausgeführter Bauvorhaben zusammengestellt. Der Baugrund wurde im Sommer 2016 durch die Firma Dr. Heinrich Jäckli AG, Zürich zusätzlich mit geologischen Sondierungen untersucht. Der geologisch-geotechnische Bericht vom 29.08.2016 (siehe Beilage) diente als Grundlage für die weitere Bearbeitung des Bauprojektes.

Die Sohle des Kanals kommt vollständig in die Seeablagerungen zu liegen. Setzungsprobleme sind gemäss Gutachten nicht zu erwarten.

Während dem Bau ist über weite Strecken aufgrund von wassergesättigten Seeablagerungen mit erschwerten Bedingungen zu rechnen. Der unterirdische Vortrieb ist dadurch auf ein Microtunneling beschränkt. Für die Arbeiten im offenen Graben (Startgruben, Schächte) ist eine besondere Absicherung gegen hydraulischen Grundbruch erforderlich. Bei der Einleitung in die Glatt ist eine Wasserabsenkung erforderlich (Wellpoint Verfahren). Kritische Bauwerke sind mit präzisen Messungen zu überwachen. Genauere Angaben finden sich im ausführlichen Gutachten in der Beilage.

Der Projektperimeter liegt im Grundwasserschutzbereich Au. Während dem Bau müssen die Vorschriften des AWEL zum Schutz des Grundwassers vor Verunreinigungen und zum Erhalten der Durchflusskapazität beachtet werden.

3.3 Oberflächengewässer

Abgesehen von der Einleitung in die Glatt sind vom Projekt keine Oberflächengewässer betroffen.

3.4 Belastete Standorte / Bodenbelastung

In der Nähe der Einleitstelle in die Glatt ist im Kataster der belasteten Standorte der Ablagerungsstandort 0089/D.0012-002 verzeichnet. Der Eintrag lautet: „Belastet, keine schädlichen oder lästigen Einwirkungen zu erwarten“.

Entlang der Kantonsstrasse ist der Boden laut Prüfperimeter für Bodenverschiebungen mutmasslich mit PAK und Schwermetallen belastet. Aufgrund der Vortriebstiefe sollten diese Schichten jedoch nicht tangiert werden.

3.5 Grundstücke Dritter

Von der Linienführung betroffen sind neben der Bahnhofstrasse die Grundstücke Kat.-Nr. 1465 der SBB (Bahnhofareal, Wohnzone), Kat.-Nr. 1464 (Bäckerei Fleischli, Wohn- und Gewerbezone), die Zürcherstrasse (Kantonsstrasse Route 348) und das Grundstück Kat.-Nr. 662 des Tiefbauamtes an der Glatt (Wohnzone). Für die Bäckerei Fleischli ist der Zugang via Bahnhofstrasse ständig zu gewährleisten.

4 Projekt Entlastungsleitung

An ihrem Ausgangspunkt beim Kontrollschacht KS B100, südwestlich vom Bahnhof, wird die neue Leitung an die bestehende Regenwasserleitung SB 700 angeschlossen. Der bestehende unerwünschte Überlauf von der Regenwasserleitung in die Mischwasserleitung bei KS B100 wird aufgehoben.

Die neue Leitung verläuft vom KS B100 bis zum Kreisel beim Bahnhof mit Durchmesser 1000 mm im SBB Areal. Anstelle des bestehenden Schachts B98 der Mischwasserleitung wird die neue Hochwasserentlastung HWE B98 erstellt. Dort entlastet die Mischwasserkanalisation in die projektierte Entlastungsleitung. Ab der neuen HWE B98

bis zur Glatt beträgt die Nennweite der Entlastungsleitung 1200 mm. Die Abfluss in der Leitung beträgt maximal 3'090 l/s. Die alte Regenwasserleitung 400 BU wird ab der HWE B98 weitgehend aufgehoben.

4.1 Linienführung

Das Trasse verläuft bereits kurz nach der neuen HWE B98 am Rand des Bahnareals, um einen minimalen Radius von 145 m für den unterirdischen Vortrieb einzuhalten. Ab Höhe Reusslistrasse liegt das Trasse wieder innerhalb der Bahnhofstrasse und führt bis zum Zwischenschacht (KS R408) an der Grenze der Bahnhofstrasse zur Zürcherstrasse. Während der Bauzeit wird an dieser Stelle eine zusätzliche Startgrube erstellt. Das ist nötig, weil sonst die Radien für den letzten Abschnitt zu klein würden. Vor der Einleitung in die Glatt ist ein Kontrollschacht vorgesehen. Die Leitung hat eine Länge von ca. 365 m und liegt in einer Tiefe von ca. 5 m bis 9 m.

4.2 Entlastungen

Gemäss Projekt sind 2 Entlastungen vorgesehen: Eine neue Entlastung oberhalb des Sepicherkanals (HWE B98, Bahnhofstrasse) und die anzupassende bestehende Entlastung vor dem Verbandskanal (HWE B). Die neue HWE B98 wird mit einer Tauchwand ausgerüstet. Auf den Einbau eines automatisch gereinigten Rechens wird verzichtet. Die Entlastung wird jedoch so konzipiert, dass ein späterer Einbau möglich ist.

Die bestehende HWE B bleibt weiterhin in Betrieb, wird jedoch angepasst. Die Überfallkante wird erhöht, um das Speichervolumen zu vergrössern. Auf den Einbau eines Rechens wird auch hier verzichtet, da aus dieser Hochwasserentlastung nur noch geringe Mengen in die Glatt entlastet werden.

4.3 Bauliche Risiken

Um die teilweise engen Radien, die wegen den knappen Platzverhältnissen nötig sind zu ermöglichen, ist der Einsatz von hydraulischen Fugen vorgesehen. Gemäss Angaben der Firma Jackcontrol sind die projektierten Mindestradien von rund 150 m machbar.

Es ist nicht auszuschliessen, dass Stahllanker der Baugrube „Anbau Bäckerei Fleischli“ durchbohrt werden. Dies ist technisch möglich, weil es sich um temporäre Anker zur Sicherung der Baugrube handelt, die nach der Fertigstellung keine Funktion mehr haben, aber im Boden verblieben sind. Es bleibt jedoch ein Restrisiko, dass ein Weiterkommen des Bohrkopfs verhindert wird. In solchen Fällen muss bei der Problemstelle eine Baugrube erstellt werden, um den Bohrkopf zu befreien.

Kurz vor dem Glattuferweg wird der bestehende Verbandskanal mit der neuen Entlastungsleitung überquert. Der Abstand der Leitungen bei der Querung beträgt lediglich 20 cm. In diesem Bereich wird die Entlastungsleitung im offenen Graben verlegt, so dass das Risikopotential für den Verbandskanal auf ein Minimum reduziert werden kann. Während dem Bau sind geeignete Massnahmen für den Schutz des Verbandskanals zu treffen. Zudem ist eine Wasserhaltung für Notfälle (Wasseraustritt aus dem Verbandskanal) vorzubereiten.

4.4 Verfügbarkeit des Trassees / Sicherung mittels Baulinie

Für das Trasse wurde eine Versorgungsbaulinie projektiert und den SBB zur Prüfung eingereicht. Mit Verfügung vom 18.06.2018 hat die Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich die neuen und angepassten Versorgungs- und Verkehrsbaulinien festgesetzt. Mit der Festsetzung wird das Trasse langfristig gesichert.

Die Parzelle Kat. Nr. 662 des kantonalen Tiefbauamtes ist zwar als Bauzone ausgeschieden aber nicht zonengemäss bebaubar (Gewässerraum und Strassenabstand). Nach Rücksprache mit dem Immobilienamt des Kantons Zürich steht einem Dienstbarkeitsvertrag für die Entlastungsleitung nichts im Wege. Die «Grundlagen zum Dienstbarkeitsvertrag», dat. 31.05.2018 sind durch die Baudirektion des Kantons Zürich und die Gemeinde bereits genehmigt.

5 Projekt Speicherkanal

Zwischen der der neuen Hochwasserentlastung (HWE B98 Bahnhofstrasse) und der bestehenden Hochwasserentlastung HWE B wird die bestehende Mischwasserleitung NW 1000 stufenweise als Speicherkanal genutzt. Die Weiterleitungsmenge in dieser Leitung wird im KS B97 auf ca. 170 l/s gedrosselt. Dadurch entsteht ein Stauvolumen von ca. 100 m³ im bestehenden Kanal B98 – B97. Dieses wird als Fangkanal gefüllt, bevor die neue Entlastung anspringt.

Damit ist in der Leitung unterhalb noch eine grosszügige Reserve für das Gebiet Bahnhofstrasse vorhanden. Zwischen dem Schacht B97 und der bestehenden HWE B besteht bereits heute ein nutzbares Volumen von ca. 40 m³. Durch Erhöhung der Überfallkante und das Drosseln der Weiterleitungsmenge Richtung ARA auf ca. 140 l/s wird dieses auf knapp 90 m³ vergrössert. Damit entsteht gesamthaft ein Volumen von 190 m³.

6 Bauausführung

6.1 Bauetappen

Der Entlastungskanal wird in verschiedenen Bauetappen ausgeführt.

Im Anhang findet sich eine Auflistung mit den einzelnen Teilstücken und deren Schwierigkeiten

6.2 Verkehrsführung während den Bauarbeiten

Die Verkehrsführung wird im Ausführungsprojekt detailliert ausgearbeitet. Für die Verkehrsführung sind die Gruben in der Bahnhofstrasse relevant: Startgrube 1, 2 und Grube für KS B97.

- Während den Arbeiten an der Startgrube 1 ist die Bahnhofstrasse zwischen Grube und Reusslistrasse in Fahrtrichtung Kreisel gesperrt. Vom Kreisel in Richtung

Zürcherstrasse bleibt die Bahnhofstrasse im Einbahnverkehr via SBB Parkplätze offen. Die Fussgänger werden um den Kreisel umgeleitet (siehe Plan Bauphase Startgrube 1).

- Während den Arbeiten an der Startgrube 2 muss eine Fahrspur der Einmündung Zürcher-/ Bahnhofstrasse gesperrt werden. Der Zugang Bäckerei Fleischli muss ständig über die Bahnhofstrasse gewährleistet werden. Es ist sicherzustellen, dass die Bahnhofstrasse mindestens im Einbahnverkehr zugänglich bleibt. Der Installationsplatz auf der Bahnhofstrasse ist so zu platzieren, dass im Bereich der Bäckerei Fleischli der Verkehr im Einbahnsystem durchgebracht werden kann (siehe Plan Bauinstallation). Der Fussgängerverkehr ist während den gesamten Arbeiten an der Startgrube 2 zu gewährleisten (mit Provisorien).
- Während den Arbeiten an der Grube vom KS B97 ist die Durchfahrt zwischen Zürcherstrasse und Bahnhof nicht mehr möglich. Hier muss der Zugang zum Bahnhofareal mittels Umleitungen über die Sonnenbergstrasse signalisiert werden.

7 Hydraulik

Das neu realisierte Stauvolumen des umgenutzten Kanals beträgt ca. 190 m³ in 2 Stufen. Damit ist es etwas kleiner als das ursprünglich vorgesehene Volumen im Regenbecken Süd. Dies wird durch eine höhere Weiterleitungsmenge zur ARA und zusätzliches Regenbecken volumen bei der ARA kompensiert. Durch das Ingenieurbüro SWR wurden verschiedene Varianten für die Drosselung hydrodynamisch berechnet. Mit der gewählten Lösung kann die Entlastungshäufigkeit und die Wassermenge der beiden Entlastungen zusammen auf folgende Grössen optimiert werden.

Hydraulische Parameter:

| Anlagenparameter | |
|---|---------------|
| Höhe der Überfallkante Speicherkanal (B98) | 419.87 m ü. M |
| Länge der Überfallkante Speicherkanal (B98) | 5 m |
| Drosselöffnung Speicherkanal (B97) | 225 mm |
| Höhe der Überfallkante HWE B | 418.10 m ü. M |
| Länge der Überfallkante HWE B | 2.4 m |
| Drosselöffnung HWE B | 200 mm |

| Berechnungsergebnisse Dimensionierungsregen (10-jährlich) | |
|--|-----------|
| Max. Entlastungsmenge Speicherkanal | 2'200 l/s |
| Max. Drosselmenge Speicherkanal (B97) | 135 l/s |
| Max. Entlastungsmenge HWE B | 130 l/s |
| Max. Drosselmenge HWE B | 120 l/s |

| Berechnungsergebnisse Langzeitsimulation | |
|---|---------------|
| Anzahl Entlastungen Speicherkanal | 17 /Jahr |
| Dauer Entlastungen Speicherkanal | 6 h /Jahr |
| Entlastungsmenge Speicherkanal | 4'700 m³/Jahr |
| Anzahl Entlastungen HWE B | 17 /Jahr |
| Dauer Entlastungen HWE B | 9 h /Jahr |
| Entlastungsmenge HWE B | 700 m³/Jahr |
| Entlastungsmenge Gesamtsystem | 5'400 m³/Jahr |

8 Kosten

Der Kostenvoranschlag rechnet mit Aufwendungen von CHF 5'350'000.- exkl. MWST. In der Finanzplanung der Gemeinde ist bisher ein Betrag von CHF 3'200'000.- exkl. MWST für 2019-2021 eingestellt.

| Kostenvoranschlag | exkl. MWST | inkl. MWST |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|
| 1. Erwerb von Grund und Rechten | 30'000 | 30'000 |
| 2. Bauarbeiten | 4'363'974 | 4'700'000 |
| 3. Nebenarbeiten | 264'624 | 285'000 |
| 4. Technische Arbeiten | 696'379 | 750'000 |
| TOTAL | 5'354'977 | 5'765'000 |

9 Schlussbemerkungen

9.1 Weiteres Vorgehen

Das Projekt und der notwendige Kredit sind von den zuständigen Gemeindeinstanzen zu genehmigen. Sobald das Projekt durch die Urnenabstimmung genehmigt ist, muss die Ausschreibung und Ausführungsplanung durch ein spezialisiertes Ingenieurbüro erfolgen. Aufgrund der hohen Bausumme muss die Ausschreibung für die Bauarbeiten im offenen Verfahren erfolgen.

9.2 Notwendige Bewilligungen

Folgende Bewilligungen sind erforderlich:

- Strassenpolizeiliche Bewilligung / Bauen an Staatsstrassen des Amts für Verkehr. Vorbesprechungen haben bereits stattgefunden. Die Bewilligung ist mindestens 2 Monate vor Baubeginn einzuholen.
- Regenüberlauf / Einleitung in Oberflächengewässer (AWEL). Bewilligung wurde am 14. März 2018 mit der Gesamtverfügung BVV 18-0120 mit Auflagen erteilt.
- Baute im Gewässerraum bzw. Uferstreifen / bauliche Veränderung Uferböschung Oberflächengewässer (AWEL). Bewilligung wurde am 14. März 2018 mit der Gesamtverfügung BVV 18-0120 mit Auflagen erteilt.
- Bauen unterhalb des höchsten Grundwasserspiegels im Gewässerschutzbereich Au (AWEL). Bewilligung wurde am 14. März 2018 mit der Gesamtverfügung BVV 18-0120 mit Auflagen erteilt.
- Private Kontrolle Abfuhr Bodenaushub (falls Schwellenwert überschritten)
- Durchleitungsrecht Kat. 662, Kantonales Tiefbauamt. Die «Grundlagen zum Dienstbarkeitsvertrag», dat. 31.05.2018 sind durch die Baudirektion (Immobilienamt, Assetmanagement) bereits unterzeichnet worden. Mit Beschluss vom 2. Juli 2018 hat der Gemeinderat diesem Dokument zugestimmt. Der Dienstbarkeitsvertrag mit den gemeinsam festgelegten Bedingungen wird durch das Notariat Niederglatt erst nach dem Bau der Leitung mit der tatsächlichen Leitungsführung ausgearbeitet.
- Genehmigung Verkehrsbaulinie SBB-Areal. Mit Verfügung vom 18.06.2018 hat die Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich die neuen und angepassten Versorgungs- und Verkehrsbaulinien genehmigt.

9.3 Bauprogramm

Für den Vortrieb ist mit einer Bauzeit von mindestens 10 Monaten zu rechnen. Die Ausführung ist im Jahr 2021 vorgesehen. Ein provisorisches Bauprogramm liegt bei. Das definitive Bauprogramm wird mit dem Ausführungsprojekt erstellt. Bei Verschiebungen ist drauf zu achten, dass die Arbeiten in der Glatt wegen der Fischschonzeit nur von Mai bis September ausgeführt werden dürfen.

Anhang 1: Kostenvoranschlag

| Gesamtzusammenstellung | Kostenvoranschlag | |
|---------------------------------|-------------------|------------------|
| | exkl. MWST | inkl. MWST |
| 1. Erwerb von Grund und Rechten | 30'000 | 30'000 |
| 2. Bauarbeiten | 4'363'974 | 4'700'000 |
| 3. Nebenarbeiten | 264'624 | 285'000 |
| 4. Technische Arbeiten | 696'379 | 750'000 |
| TOTAL | 5'354'977 | 5'765'000 |

1. Erwerb von Grund und Rechten

| | |
|--|---------------|
| 11 Dienstbarkeit Kat. Nr. 662 (Baudirektion Kanton Zürich) | 1'000 |
| 12 Projektzustimmung SBB inkl. Dienstbarkeit | 16'000 |
| 13 Bewilligung Gemeinde Niederglatt | 2'000 |
| 14 Gesamtverfügung Baudirektion Kanton Zürich (AWEL) | 3'500 |
| 15 Gebühren Wasserhaltung AWEL | 5'000 |
| 16 Gesuch für Arbeiten im Staatstrassengebiet | 1'500 |
| 17 Notariat | 1'000 |
| TOTAL | 30'000 |

2. Bauarbeiten

Microtunneling

| | |
|---|------------------|
| 21 Baustelleneinrichtung | 470'000 |
| 22 Microtunneling | 1'060'000 |
| 23 Transporte, Gebühren und verschiedene Arbeiten | 224'000 |
| 24 Prüfung Vortriebsrohre | 5'000 |
| Zwischentotal Microtunneling | 1'759'000 |

Tiefbauarbeiten

| | |
|---|---------|
| 25 Baustelleneinrichtung | 130'000 |
| 26 Konventioneller Graben KS B100 - KS B99 | 237'000 |
| 27 Schachtbauwerk B100 (Grube, Wasserhaltung, Ortsbetonbau, etc.) | 93'000 |



| | |
|--|------------------|
| 28 Schachtbauwerk R410 (Grube, Wasserhaltung, Ortsbetonbau, etc.) | 163'000 |
| 29 Schachtbauwerk HWE B98 (Grube, Wasserhaltung, Ortsbetonbau, etc.) | 496'000 |
| 30 Schachtbauwerk B97 (Grube, Wasserhaltung, Ortsbetonbau, etc.) | 265'000 |
| 31 Schachtbauwerk R408 (Grube, Wasserhaltung, Ortsbetonbau, etc.) | 383'000 |
| 32 Umbau HWE B | 28'000 |
| 33 Zielgrube 2 (R407) | 30'000 |
| 34 best. Kanal verfüllen | 25'000 |
| 35 Sicherung best. Kanal vor Vortrieb | 15'000 |
| 36 Verlegung Werkleitungen Swisscom | 50'000 |
| 37 Instandstellungsarbeiten | 95'000 |
| 38 Prüfungen am Bauwerk (6 Bauwerke) | 15'000 |
| Zwischentotal Tiefbauarbeiten | 2'025'000 |
| Spezialtiefbau (Einleitungsbauwerk Glatt) | |
| 39 Baustelleneinrichtung | 15'000 |
| 40 Abfischen | 4'000 |
| 41 Baustellenzufahrt | 7'500 |
| 42 Fussgängerumleitung / Sperrung | 3'000 |
| 43 Zufahrtsrampe in die Glatt, inkl. Rückbau | 5'800 |
| 44 Spezialtiefbau (Spundwände, rammen und ziehen) | 68'000 |
| 45 Wasserhaltung | 15'000 |
| 46 Erdarbeiten | 37'000 |
| 47 Betonarbeiten Kanal | 40'000 |
| 48 Betonarbeiten Schacht | 13'000 |
| 49 Blocksteine Glatt | 9'500 |
| 50 Instandstellung Glatt | 4'500 |
| 51 Hinterfüllen / Böschungsgestaltung | 18'000 |
| 52 Instandstellung Uferweg | 8'000 |
| Zwischentotal Spezialtiefbau | 248'300 |
| Verschiedenes | 331'674 |
| TOTAL exkl. MWST | 4'363'974 |
| MWST 7.7 % | 336'026 |
| TOTAL inkl. MWST | 4'700'000 |

3. Nebenarbeiten

| | |
|---|----------------|
| 31 Bepflanzung, Gärtnerarbeiten, Bäume Roden | 15'000 |
| 32 Geländer, Schlosserarbeiten | 5'000 |
| 33 Beleuchtung, Signale und Markierungen | 10'000 |
| 34 LSA (Lichtsignalanlagen) | 15'000 |
| 35 Geologische Baugrunduntersuchung | 41'000 |
| 36 Hydrogeologische Baubegleitung | 6'000 |
| 37 Lieferung + Montage Drosselschieber und Tauchwände | 20'000 |
| 38 Hydraulische Fugen, inkl. Überwachung Vortriebsarbeiten | 70'000 |
| 39 Amtliche Befunde | 5'000 |
| 40 Zusatzleistungen (Bespprechungen, Verhandlungen, rechtliche Abklärungen) | 5'000 |
| 41 Öffentlichkeitsarbeit | 5'000 |
| 42 Bauabsteckung + Überwachung Setzungen Grubenabschlüsse | 25'000 |
| 43 Vermarkungsrekonstruktion, Nachführen Vermessung | 4'000 |
| 44 Verkehrsumleitungen für PW und Fussgänger | 20'000 |
| 45 Verschiedenes | 18'624 |
| TOTAL exkl. MWST | 264'624 |
| MWST 7.7 % | 20'376 |
| TOTAL inkl. MWST | 285'000 |

4. Technische Arbeiten

| | |
|-------------------------|----------------|
| 41 Bauprojekt | 156'000 |
| 42 Ausschreibung | 71'000 |
| 43 Ausführungsprojekt | 158'000 |
| 44 Bauleitung | 233'000 |
| 45 Bauherrenvertretung | 60'000 |
| 46 Kopien | 10'000 |
| 47 Verschiedenes | 8'379 |
| TOTAL exkl. MWST | 696'379 |
| MWST 7.7 % | 53'621 |
| TOTAL inkl. MWST | 750'000 |

Anhang 2: Weitere Angaben zur Bauausführung

Nachfolgend eine grobe Auflistung mit den einzelnen Teilstücken und deren Schwierigkeiten

Sondage Grube KS B97

Vor dem Vortrieb ist diese Baugrube auszuführen, um mögliche Hindernisse im Bereich vom best. Kanal (z.B. best. Grabenabschlüsse) zu beseitigen. Es sind geeignete Massnahmen zu treffen, um die best. Kanalisation zu schützen. Für den nachträglichen Vortrieb, ist die Grube zu verfüllen. Bevor mit den Aushubarbeiten der Startgrube 1 begonnen werden ist diese Grube vollständig zu verfüllen.

Provisorium Wasserhaltung KS B100

Während der gesamten Bauzeit bis zur Fertigstellung vom Entlastungskanal, muss im Kontrollschacht B100 das Meteorwasser provisorisch in die Mischwasserleitung eingeleitet werden. Der bestehende Auslauf ist zu vermörteln und bei der Überfallkante ein Durchbruch zu erstellen, inkl. Anpassung der Sohle.

Startgrube 1 (KS B98)

Für den unterirdischen Vortrieb ist eine Startgrube im Bereich vom KS B98 zu erstellen. Die Grube ist in 2 Etappen auszuführen (siehe Plan Nr. 13). In einer ersten Etappe ist die Grube für den Vortrieb zu erstellen. In einer zweiten Etappe ist die Grube zu erweitern für die Erstellung der Hochwasserentlastung HWE B98. Vor dem Aushub der Grube sind, in Absprache mit den betroffenen Werken, die im Grubenbereich liegenden Leitungen und Schächte zu verlegen. Gemäss Empfehlung des Geologen ist der Baugrubenabschluss mit einer Rühlwand zu erstellen, der Grundwasserspiegel muss mit einer Wellpoint-Anlage abgesenkt werden.

Vortrieb KS B98 bis KS R410

Vor dem Vortrieb Richtung KS R410 ist die bestehende Meteorwasserleitung NW 400 zwischen Startgrube 1 und Zielgrube zu verfüllen. Zu beachten ist der bestehende aufgesetzte Schacht, dieser ist auch zu verfüllen und ausser Betrieb zu setzen, inkl. dem angeschlossenen Schlammsammler. Die Meteorwasserleitung wird fast auf der ganzen Länge vom Vortrieb tangiert.

Die Rohrstatik und das Monitoring sind Sache des Unternehmers und die Kraftübertragung ist z.B. mit dem System JackControl P-Type zu gewährleisten.

Zielgrube und offener Graben KS R410 bis KS B100

Die Zielgrube beim KS R410 und der offene Graben bis zum KS B100 befinden sich knapp im Grundwasser. Gemäss geologischen Bericht ist die Baugrubenspriessung mit einer Rühlwand zu erstellen und der Grundwasserspiegel mit ein Wellpoint-System abzusenken. Evtl. kann der Baugrubenabschluss auch mit Spundwände realisiert werden. In diesem Bereich ist der neue KS R410 zu erstellen und der best. KS B99 ist anzupassen (siehe Plan Nr. 6). Der KS B100 ist auch anzupassen (siehe Plan Nr. 5) inkl. das Versetzen von einem best. Schlammsammler.

Hochwasserentlastung HWE B98

Die Startgrube 1 dient gleichzeitig für den Bau der neuen Hochwasserentlastung HWE B98 (siehe Plan Nr. 7). Während dem Bau der Hochwasserentlastung ist mit Provisorien die Wasserhaltung (Zufluss NW 1000 und NW 800) sicherzustellen. Mit dem Bau der Hochwasserentlastung ist der Anschluss der SBB Unterführung zu verlegen und an die best. Mischwasserleitung NW 1000 anzuschliessen. Die bestehende Meteorwasserleitung NW 400 in Richtung Glatt kann für die Entwässerung der Grundwasserabsenkung mittels Wellpoint-Verfahren verwendet werden. Nach Abschluss aller Arbeiten ist diese Leitung bis zum Anschluss beim Gebäude Fleischli zu verfüllen.

Startgrube 2 (KS R408)

Im Bereich der Grünfläche bei der Kreuzung Zürcher-/ Bahnhofstrasse wird eine zweite Startgrube erstellt, die gleichzeitig auch als Zielgrube dient. Bevor die Startgrube erstellt werden kann, ist die Wasserleitung zu verlegen (Das Verlegen der Wasserleitung ist nicht Bestandteil vom Projekt und wird vorgängig durch die Gemeinde ausgeführt). Der Grubenabschluss ist wie bei der Startgrube 1 mit einer Rühlwand, inkl. Grundwasserabsenkung auszuführen. Während den Arbeiten für die Startgrube 2 muss voraussichtlich eine Fahrspur gesperrt werden. Während den gesamten Bauarbeiten ist sicherzustellen, dass die Bahnhofstrasse mindestens im Einbahnverkehr befahrbar bleibt. Im Bereich dieser Baugrube muss eine private Mauer abgebrochen und anschliessend wieder instand gestellt werden. Während den gesamten Bauarbeiten an der Startgrube 2 ist für die Fussgänger der Durchgang zu gewähren (z. B. mit einer prov. Umlegung via Privatgrundstück).

Vortrieb Startgrube 1 bis Startgrube 2

Bei diesem Vortrieb sind diverse Querung kritisch und speziell zu beachten. Um die teilweise engen Radian, die wegen den knappen Platzverhältnissen nötig sind zu ermöglichen, ist der Einsatz von hydraulischen Fugen vorgesehen.

Unmittelbar nach der Startgrube wird die bestehende Anschlussleitung der SBB-Unterquerung tangiert. Diese Leitung muss vorgängig ausser Betrieb gestellt werden und ist zusätzlich zu verfüllen. Der Einlauf in den Hauptkanal ist zu verschliessen.

Auf der Höhe KS B97 verläuft der Vortrieb sehr nahe (ca. 0.50 m) an der bestehenden Mischwasserleitung NW 1000 vorbei. Es sind besondere Vorkehrungen für den Schutz der Leitungen vorzunehmen (siehe Kapitel „Grube für KS B97 + KS R409“).

Es ist nicht auszuschliessen, dass Stahllanker der Baugrube „Anbau Bäckerei Fleischli“ durchbohrt werden. Dies ist technisch möglich, weil es sich um temporäre Anker zur Sicherung der Baugrube handelt, die nach der Fertigstellung keine Funktion mehr haben, aber im Boden verblieben sind. Wenn die Planunterlagen jedoch richtig sind, wird nur der injizierte Beton durchbohrt. Der Unternehmer hat die möglichen Risiken beim Durchfahren der Anker und die entsprechenden Massnahmen, inkl. Aufwandschätzung bekannt zu geben.

Bei der Unterquerung vom Kanal zwischen KS B95 und HWE B ist es möglich, dass eine Wasserleitung (Guss-duktil NW 150) durchbohrt werden muss. Diese Wasserleitung wird vorgängig ausser Betrieb gestellt und ist zu verfüllen. Vor den Bauarbeiten ist diese Leitung zu orten um die Tiefe genau festzulegen.

Die Rohrstatik und das Monitoring sind Sache des Unternehmers. Es sind hydraulische Fugen z.B. JackControl für diesen Abschnitt zu verwenden.

Vortrieb Startgrube 2 – Zielgrube (Glatt)

Bei diesem Vortriebsabschnitt sind keine heiklen Querungen zu erwarten. Der Vortrieb ist vor der Kreuzung mit dem Verbandskanal SB 1000 zu beenden. Der Abstand der Leitungen bei der Querung beträgt lediglich 20 cm. In diesem Bereich wird die Entlastungsleitung im offenen Graben verlegt, so dass das Schadenpotential für den Verbandskanal auf ein Minimum reduziert werden kann. Während dem Bau sind geeignete Massnahmen für den Schutz vom Verbandskanal zu treffen.

Die Rohrstatik und das Monitoring sind Sache des Unternehmers und die Kraftübertragung ist z.B. mit dem System JackControl P-Type zu gewährleisten.

Zielgrube (Glatt)

Die Zielgrube kommt im Bereich vom Glattuferweg zu liegen. Gerammte Rühlwandträger sind wegen der hohen Lagerungsdichte der Moräne (Rammpbarkeit) nicht möglich. Rühlwandträger müssten deshalb in vorgebohrte Löcher versetzt werden. Die Aushubsohle kommt knapp unter dem Grundwasserspiegel zu liegen. Es sind auch hier Massnahmen für die Wasserhaltung zu treffen. Zudem sind Sicherheitsvorkehrungen zum Schutz des Verbandskanals vorzusehen, inkl. Massnahmen für eine temporäre Wasserhaltung mindestens für Notfälle (Zuflussmengen bis 100 l/s)

KS R408

Nach den Vortriebsarbeiten ist im Bereich der Startgrube 2 das Bauwerk KS R408 zu erstellen. (siehe Plan Nr. 9)

Entlastungsleitung Glatt

Das letzte Teilstück der Entlastungsleitung zwischen Zielgrube und Glatt ist im offenen Graben zu verlegen. Für dieses Teilstück kann unter Umständen auf eine Grabenspriesung verzichtet werden, und ein V-Graben erstellt werden. Zu berücksichtigen, ist die Vegetation im Uferbereich der Glatt. Es müssen vorgängig Hecken und evtl. Bäume gerodet werden. Die Glattsohle ist im Bereich des Auslaufs mit Blocksteinen zu sichern (siehe Plan Nr. 11).

Bergung Bohrkopf / Zugang Zielgrube

Die Zielgrube befindet sich beim Glattuferweg und ist schwer zugänglich. Die Zugänglichkeit muss via Kehrplatz Sägereistrasse über einer Baupiste (Länge ca. 150 m) auf dem bestehenden Glattuferweg gewährleistet werden. Soll der Bohrkopf des unterirdischen Vortriebs mittels Pneukran von der Zürcherstrasse aus geborgen werden, ist dafür eine Fahrspur der Zürcherstrasse zu sperren. Es sind bei der Baudirektion die notwendigen Bewilligungen einzuholen.

Grube für KS B97 + KS R409

Der Grubenabschluss ist wie bei der Startgrube 1 und 2 mit einer Rühlwand, inkl. Grundwasserabsenkung auszuführen. Im Bereich dieser Grube sind der Drosselschacht KS B97 (siehe Plan Nr. 12) sowie der aufgesetzte Schacht KS R409 (siehe Plan Nr. 8) zu erstellen. Mit den Aushubarbeiten für die Grube KS B97 soll erst begonnen werden, wenn die Startgrube 1 und 2 abgeschlossen sind.

Anpassungen Hochwasserentlastung HWE B

Die bestehende Hochwasserentlastung HWE B im Kreuzungsbereich Züricher-/ Bahnhofstrasse muss angepasst werden (siehe Plan Nr. 10). Diese Arbeiten sind parallel zum Vortrieb Startgrube 2 – Zielgrube (Glatt) zu erstellen. Während dieser Zeit ist eine Fahrspur der Bahnhofstrasse gesperrt und somit auch der Zugang für diese Anpassungsarbeiten sichergestellt.

Instandstellungen

Grundsätzlich ist bei allen Gruben und Grabarbeiten die Oberfläche (Belag, Grünflächen, etc.) wieder instand zustellen. Für die Instandstellung vom Belag ist mit einer Belagsstärke von 10 cm zu rechnen.

Anhang 3: Bemessung Hochwasserentlastungen

Neue Hochwasserentlastung HWE B98 Bahnhofstrasse (Projekt-Zustand)

| | Zuleitung Gwyd | Zuleitung Refonda + Industrie Süd | Total |
|--|-------------------|---|-----------|
| Reduzierte Fläche Einzugsgebiet HWE B (F_{red}): | 4.797 ha | 4.841 ha | 9.64 ha |
| Q_{max} gemässe GEP: | 1'460 l/s | 1'424 l/s | 2'884 l/s |
| $v_{Q_{max}}$ | 4.26 m/s | 2.46 m/s | - |
| $h_{Q_{max}}$ | 0.52 m | 0.65 m | - |
| Q_{TW} | 6.5 l/s | 7.1 l/s | 13.6 l/s |
| $v_{Q_{TW}}$ | 0.38 m/s | 0.33 m/s | - |
| $h_{Q_{TW}}$ | 0.03 m | 0.04 m | - |
| Q_{ARA} : | - | - | 170 l/s |
| Kritische Regenintensität (r_{krit}): | - | - | 18 l/s/ha |
| Entlastung in Glatt $Q_{ü}$ | - | - | 2'200 l/s |
| Überlaufhäufigkeit / Jahr | - | - | ca. 14 |

Hochwasserentlastung HWE B

| | Ist-Zustand HWE B | Projekt-Zustand HWE B |
|--|-------------------|-----------------------|
| Reduzierte Fläche Einzugsgebiet HWE B (F_{red}): | 8.577 ha | 1.406 ha |
| Q_{max} gemäss GEP: | 2'437 l/s | 260 l/s |
| $v_{Q_{max}}$ | 3.10 m/s | 1.7 m/s |
| $h_{Q_{max}}$ | 1.11 m | 0.27 m |
| Q_{TW} | 11.8 l/s | 15.2 l/s |
| $v_{Q_{TW}}$ | 0.69 m/s | 0.74 m/s |
| $h_{Q_{TW}}$ | 0.06 m | 0.06 m |
| Q_{ARA} : | 300 l/s | 140 l/s |
| Kritische Regenintensität (r_{krit}): | 35 l/s/ha | 100 l/s/ha |
| Entlastung in Glatt $Q_{ü}$ | 2'137 l/s | 170 l/s |
| Überlaufhäufigkeit / Jahr | ca. 17 | ca. 15 |

Anhang 4: Hydraulik Bauwerke

Für die Berechnung der hydraulischen Verhältnisse in den Bauwerken, werden die Ergebnisse aus dem Projekt-Zustand für das 10-jährliche Regenereignis zu Grunde gelegt. Es sind die Werte vom hydraulischen Schema übernommen worden. (siehe Plan Hydraulisches Schema)

1. Hochwasserentlastung HWE B98, Bahnhofstrasse

Zuleitung B112 NW 800

Q_{GEP}: 1'460 l/s

Berechnung Q_{voll} nach Prandtl-Colebrook: $v = 2 \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot R \cdot J} \cdot \log \left(\frac{k_b}{3.71 \cdot 4 \cdot R} \cdot \frac{2.51 \cdot v}{4 \cdot R \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot R \cdot J}} \right)$

g = 10 m/s²

J = 0.99 ‰

R = 0.20 m

K_b = 0.001 m

v = 1.31 · 10⁻⁶ m²/s (bei 10°C)

v_{voll} = 2.75 m/s

Abflusskapazität: Q = v · A

Q_{voll} = 1'384 l/s

Q_{GEP} > Q_{voll}: Die Leitung wird sich soweit einstauen bis die Abflussgeschwindigkeit "v" so gross wird, dass Q_{GEP} erreicht wird.

$$v = \frac{Q_{GEP}}{A}$$

v = 2.90 m/s

Einstauhöhe im KS B112:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot z}{1 + \sum \xi}}$$

Reibungsverlust nach Strickler: $\xi_r = \frac{2 \cdot g \cdot L}{k^2 \cdot R^3}$

L = 1 m

k = 90 m²/s (Betonrohr)

R = 0.20 m

ξ_r = 0.02

ξ_E = 0.50 (Eintrittsverlust)

z = 0.64 m (Einstauhöhe im KS B112 ab Rohrachse)

Der Kontrollschacht B112 wird nur 24 cm über dem Rohrscheitel eingestaut.

Energiehöhe beim Einlauf in HWE B98: $H_E = h + \frac{v^2}{2 \times g}$

$H_E = 1.22 \text{ m} = 420.45 \text{ m ü. M.}$

Zuflussverhältnisse:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}}$$

$Fr = 1.03 > 1 \rightarrow$ knapp schiessender Zufluss

Zuleitung B99 NW 1000

$Q_{GEP} = 1'336 \text{ l/s}$

Berechnung Q_{voll} nach Prandtl-Colebrook: $v = 2 \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot R \cdot J} \cdot \log \left(\frac{k_b}{3.71 \cdot 4 \cdot R} \cdot \frac{2.51 \cdot v}{4 \cdot R \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot R \cdot J}} \right)$

$g = 10 \text{ m/s}^2$

$J = 0.49 \%$

$R = 0.25 \text{ m}$

$K_b = 0.001 \text{ m}$

$v = 1.31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (bei 10°C)

$v_{voll} = 2.22 \text{ m/s}$

Abflusskapazität: $Q = v \cdot A$

$Q_{voll} = 1'747 \text{ l/s}$

$Q_{GEP} < Q_{voll}$: In der Leitung herrscht Normalabfluss.

Bestimmung Abflussgrößen gemäss Teilfüllkurve aus SIA Dokumentation 40 "Sonderbauwerke der Kanalisationstechnik".

$Q\% = 76 \%$

$h\% = 67 \% \rightarrow 0.67 \text{ m}$

$v\% = 108 \% \rightarrow 2.4 \text{ m/s}$

Energiehöhe beim Einlauf in HWE B98: $H_E = h + \frac{v^2}{2 \times g}$

$H_E = 0.96 \text{ m} = 420.06 \text{ m ü. M.}$

Zuflussverhältnisse:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}}$$

$Fr = 0.93 < 1 \rightarrow$ knapp strömender Zufluss

Entlastung über Überfallkante

Berechnung nach Poleni: $Q_{\ddot{u}} = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h_{\ddot{u}}^{1.5}$

$Q_{\ddot{u}} = 2'200 \text{ l/s}$

$b = 5.0 \text{ m}$

$\mu = 0.602 + 0.083 \cdot \frac{h_{\ddot{u}}}{w}$ (Überfallbeiwert bei scharfkantiger Krone)

$w = 0.80 \text{ m}$

$h_{\ddot{u}} = 0.38 \text{ m} \rightarrow$ Kote Wasserspiegel: **420.25 m ü. M.**

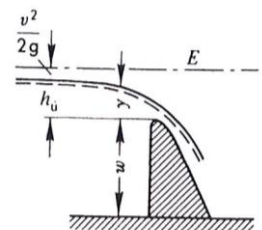


Abbildung 1: Entlastung über Überfallkante, Hydraulik im Wasserbau, R. Rössert

Einstauhöhe im Bauwerk bei Entlastung

Berechnung als Ausfluss aus Seitenöffnung:

$$Q = \alpha \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \left(h + \frac{v^2}{2 \cdot g} \right)}$$

$$Q = 3'090 \text{ l/s}$$

$$A = 1.13 \text{ m}^2 (\text{NW } 1200)$$

$v = 0 \text{ m/s}$ (Durch den Einstau im Bauwerk ist die Anfangsgeschwindigkeit = 0 m/s)

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \sum \xi}} = 0.814$$

$$\text{Reibungsverlust nach Strickler: } \xi_r = \frac{2 \cdot g \cdot L}{k^2 \cdot R^3}$$

$$L = 1 \text{ m}$$

$$k = 90 \text{ m}^2/\text{s} \text{ (Betonrohr)}$$

$$R = 0.30 \text{ m}$$

$$\xi_r = 0.01$$

$$\xi_E = 0.50 \text{ (Eintrittsverlust)}$$

$h = 0.56 \text{ m} \rightarrow 419.13 \text{ m ü. M.}$

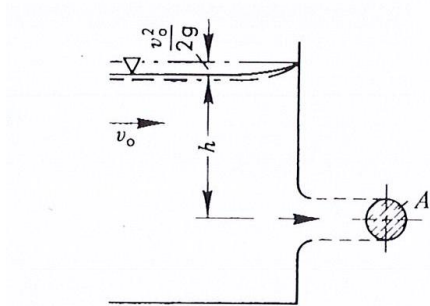


Bild 95. Freier Ausfluß aus einer beliebigen Öffnung.

Abbildung 2: Freier Ausfluss aus einer beliebigen Öffnung. Aus Hydraulik im Wasserbau, R. Rössert

Weiterleitung Kläranlage

Der Betonkanal NW 1000 zwischen HWE B98 und KS B97 soll als Staukanal genutzt werden. Dadurch ist die Weiterleitungsmenge der Hochwasserentlastung HWE B98 in Richtung Kläranlage abhängig von der Drosselung im Kontrollschacht B97 (siehe Berechnungen Drosselschacht B97).

Sobald der Kanal eingestaut ist, wird sich eine maximale Weiterleitungsmenge von 192 l/s einstellen.

2. Drosselschacht B97

Beim Drosselschacht B97 wird die Weiterleitungsmenge durch einen Plattenschieber mit einer runden Öffnung NW 225 mm begrenzt. Es ist die maximale Weiterleitungsmenge zu berechnen, die sich bei einem 10-jährlichen Regenereignis einstellt. Die maximale Einstauhöhe liegt bei 420.25 m ü. M. Das entspricht der Einstauhöhe beim Überfall der Hochwasserentlastung B98.

$$Q = \alpha \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \left(h + \frac{v^2}{2 \cdot g} \right)}$$

$$A = 0.0398 \text{ m}^2 (\text{NW 225})$$

$$h = 1.89 \text{ m}$$

$v = 0 \text{ m/s}$ (Durch den Einstau im Bauwerk ist die Anfangsgeschwindigkeit = 0 m/s)

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \sum \xi}} = 0.787$$

$$\text{Reibungsverlust nach Strickler: } \xi_r = \frac{2 \cdot g \cdot L}{k^2 \cdot R^3}$$

$$L = 1 \text{ m}$$

$$k = 90 \text{ m}^2/\text{s} (\text{Betonrohr})$$

$$R = 0.05625 \text{ m}$$

$$\xi_r = 0.11$$

$$\xi_E = 0.50 (\text{Eintrittsverlust})$$

$$\mathbf{Q = 192 \text{ l/s}}$$

3. Kontrollschacht R408 (Krümmung)

Zuleitung NW 1200

Q_{GEP}: 3'090 l/s

Berechnung Q_{voll} nach Prandtl-Colebrook: $v = 2 \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot R \cdot J} \cdot \log \left(\frac{k_b}{3.71 \cdot 4 \cdot R} \cdot \frac{2.51 \cdot v}{4 \cdot R \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot R \cdot J}} \right)$

g = 10 m/s²

J = 1.20 ‰

R = 0.30 m

K_b = 0.001 m

v = 1.31 · 10⁻⁶ m²/s (bei 10°C)

v_{voll} = 3.91 m/s

Abflusskapazität: Q = v · A

Q_{voll} = 4'417 l/s

Q_{GEP} < Q_{voll}: In der Leitung herrscht Normalabfluss.

Bestimmung Abflussgrössen gemäss Teilfüllkurve aus SIA Dokumentation 40 "Sonderbauwerke der Kanalisationstechnik".

Q% = 70 ‰

h% = 62.5 ‰ → **0.75 m**

v% = 106.5 ‰ → **4.16 m/s**

Energiehöhe beim Einlauf in HWE B98: $H_E = h + \frac{v^2}{2 \times g}$

H_E = 1.62 m = 415.69 m ü. M.

Zuflussverhältnisse:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}}$$

Fr = 1.52 > 1 → schiessender Zufluss

Einstauhöhe bei Ableitung

Berechnung als Ausfluss aus Seitenöffnung:

$$Q = \alpha \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \left(h + \frac{v^2}{2 \cdot g} \right)}$$

$$Q = 3'090 \text{ l/s}$$

$$A = 1.13 \text{ m}^2 (\text{NW } 1200)$$

$v = 0 \text{ m/s}$ (Durch den Einstau im Bauwerk ist die Anfangsgeschwindigkeit = 0 m/s)

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \sum \xi}} = 0.814$$

Reibungsverlust nach Strickler: $\xi_r = \frac{2 \cdot g \cdot L}{k^2 \cdot R^3}$

$$L = 1 \text{ m}$$

$$k = 90 \text{ m}^2/\text{s} (\text{Betonrohr})$$

$$R = 0.30 \text{ m}$$

$$\xi_r = 0.01$$

$$\xi_E = 0.50 (\text{Eintrittsverlust})$$

$$h = 0.56 \text{ m} \rightarrow 415.10 \text{ m ü. M.}$$

4. Kontrollschacht R407

(siehe auch Überprüfung Basler und Hofmann)

Zuleitung NW 1200

Q_{GEP}: 3'090 l/s

Berechnung Q_{voll} nach Prandtl-Colebrook: $v = 2 \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot R \cdot J} \cdot \log \left(\frac{k_b}{3.71 \cdot 4 \cdot R} \cdot \frac{2.51 \cdot v}{4 \cdot R \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot R \cdot J}} \right)$

g = 10 m/s²

J = 3.94 %

R = 0.30 m

K_b = 0.001 m

v = 1.31 · 10⁻⁶ m²/s (bei 10°C)

v_{voll} = 7.09 m/s

Abflusskapazität: $Q = v \cdot A$

Q_{voll} = 8'014 l/s

Q_{GEP} < Q_{voll}: In der Leitung herrscht Normalabfluss.

Bestimmung Abflussgrössen gemäss Teilfüllkurve aus SIA Dokumentation 40 "Sonderbauwerke der Kanalisationstechnik".

Q% = 38.5 %

h% = 43 % → **0.52 m**

v% = 94 % → **6.66 m/s**

Energiehöhe beim Einlauf: $H_E = h + \frac{v^2}{2 \cdot g}$

H_E = 2.74 m = 415.15 m ü. M.

Zuflussverhältnisse:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}}$$

Fr = 2.92 > 1 → schiessender Zufluss

5. Kontrollschacht R410 (Absturzschacht)

Zuleitung NW 800

Q_{GEP}: 890 l/s

Berechnung Q_{voll} nach Prandtl-Colebrook: $v = 2 \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot R \cdot J} \cdot \log \left(\frac{k_b}{3.71 \cdot 4 \cdot R} \cdot \frac{2.51 \cdot v}{4 \cdot R \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot R \cdot J}} \right)$

g = 10 m/s²

J = 0.80 %

R = 0.20 m

K_b = 0.001 m

v = 1.31 · 10⁻⁶ m²/s (bei 10°C)

v_{voll} = 2.51 m/s

Abflusskapazität: $Q = v \cdot A$

Q_{voll} = 1'259 l/s

Q_{GEP} < Q_{voll}: In der Leitung herrscht Normalabfluss.

Bestimmung Abflussgrössen gemäss Teilfüllkurve aus SIA Dokumentation 40 "Sonderbauwerke der Kanalisationstechnik".

Q% = 71 %

h% = 64 % → **0.51 m**

v% = 107 % → **2.69 m/s**

Energiehöhe beim Einlauf in HWE B98: $H_E = h + \frac{v^2}{2 \cdot g}$

H_E = 0.87 m = 421.15 m ü. M.

Zuflussverhältnisse:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}}$$

Fr = 1.19 > 1 → knapp schiessender Zufluss

Ableitung NW 1000

Q_{GEP}: 890 l/s

Berechnung Q_{voll} nach Prandtl-Colebrook: $v = 2 \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot R \cdot J} \cdot \log \left(\frac{k_b}{3.71 \cdot 4 \cdot R} \cdot \frac{2.51 \cdot v}{4 \cdot R \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot R \cdot J}} \right)$

g = 10 m/s²

J = 2.02 %

R = 0.25 m

K_b = 0.001 m

ν = 1.31 · 10⁻⁶ m²/s (bei 10°C)

v_{voll} = 4.53 m/s

Abflusskapazität: $Q = v \cdot A$

Q_{voll} = 3'555 l/s

Q_{GEP} < Q_{voll}: In der Leitung herrscht Normalabfluss.

Es wird sich kein Rückstau im Kontrollschacht R410 einstellen. Die Ableitung ist nur zu ca. 25 % ausgelastet.

6. Umbau Hochwasserentlastung HWE B

Entlastung über Überfallkante

$$\text{Berechnung nach Poleni: } Q_{\ddot{u}} = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h_{\ddot{u}}^{1.5}$$

$$Q_{\ddot{u}} = 130 \text{ l/s}$$

$$b = 2.40 \text{ m}$$

$$\mu = 0.602 + 0.083 \cdot \frac{h_{\ddot{u}}}{w} \text{ (Überfallbeiwert bei scharfkantiger Krone)}$$

$$w = 2.51 \text{ m}$$

$$h_{\ddot{u}} = 0.10 \text{ m} \rightarrow \text{Kote Wasserspiegel: 418.20 m ü. M.}$$

Drosselung HWE B

Bei der Hochwasserentlastung wird die Weiterleitungsmenge durch einen Plattenschieber mit einer runden Öffnung NW 200 mm begrenzt. Es ist die maximale Weiterleitungsmenge zu berechnen, die sich bei einem 10-jährlichen Regenereignis einstellt. Die maximale Einstauhöhe liegt bei 418.20 m ü. M.

$$Q = \alpha \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \left(h + \frac{v^2}{2 \cdot g} \right)}$$

$$A = 0.0314 \text{ m}^2 \text{ (NW 200)}$$

$$h = 2.61 \text{ m}$$

$$v = 0 \text{ m/s (Durch den Einstau im Bauwerk ist die Anfangsgeschwindigkeit= 0 m/s)}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \sum \xi}} = 0.782$$

$$\text{Reibungsverlust nach Strickler: } \xi_r = \frac{2 \cdot g \cdot L}{k^2 \cdot R^3}$$

$$L = 1 \text{ m}$$

$$k = 90 \text{ m}^2/\text{s (Betonrohr)}$$

$$R = 0.05 \text{ m}$$

$$\xi_r = 0.13$$

$$\xi_E = 0.50 \text{ (Eintrittsverlust gemäss R. Rössert "Hydraulik im Wasserbau")}$$

$$Q = 178 \text{ l/s}$$



