

ARA Rehmatte Ableitung ARA und RKB in Reuss



Vorprojekt Technischer Bericht

Baden, 31. August 2017

Abwasserverband Rehmatte
CH - 5442 Fislisbach

HOLINGER AG

Mellingerstrasse 207, CH-5405 Baden
Telefon +41 (0)56 484 85 00, Fax +41 (0)56 484 85 45
baden@holinger.com

Version	Datum	Sachbearbeitung	Freigabe	Verteiler
0	15.08.2017	DEC	LEG	Ausschuss AWA 2019
1	31.08.2017	DEC	LEG	Ausschuss AWA 2019

P:\4401_hbd\Administration\BERICHTE\D4401_Technischer_Bericht_VP_V1_31.08.2017.docx

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	6
2	ANLASS UND AUFTRAG	7
2.1	Ausgangslage	7
2.2	Aufgabenstellung und Ziele	7
2.3	Vorgehensbeschreibung	7
3	PROJEKTGRUNDLAGEN	8
4	AUSGANGSSITUATION UND RANDBEDINGUNGEN	9
4.1	Projektperimeter	9
4.2	Schnittstellen mit weiteren Projekten	9
4.3	Geologie	10
4.4	Grundwasser und Hydrogeologie	10
4.5	Gewässerzustand	10
4.6	Gewässerraum	11
4.7	Wald	11
4.8	Boden und Altlasten	13
4.9	Ökologie und Naturschutz	13
4.10	Erholung und Freizeit	13
5	VARIANTENSTUDIUM	15
5.1	Abnahmebauwerk	15
5.2	Einleitbauwerk	16
5.3	Linienführung Nord	17
5.4	Linienführung Süd	19
5.5	Variantenvergleich	22
5.6	Bestvariante für Vorprojekt	23

5.7	Option Stromproduktion	23
6	VORPROJEKT	27
6.1	Hydraulische Berechnungen	27
6.2	Abnahmebauwerk	30
6.3	Ableitung	31
6.4	Wirbelfallschacht und Tosbecken	33
6.5	Einleitbauwerk	37
6.6	Installationsflächen und Baupisten	39
6.7	Beanspruchung Waldfläche	41
6.8	Baustellenerschliessung	41
6.9	Option Ableitung 5 m ³ /s	42
6.10	Option Ableitung 146 l/s	43
7	MASSNAHMEN AUS REGENÜBERLAUFKONZEPT (BEILAGE 1)	46
8	BAUABLAUF	48
8.1	Bauablauf	48
9	KOSTEN	49
9.1	Kostenbasis	49
9.2	Kostenvoranschlag	49
9.3	Vorschlag für Kostenaufteilung	52
10	WEITERES VORGEHEN UND TERMINE	53

Anhang

- 1 Hydraulische Berechnungen Wirbelfallschacht/Tosbecken
- 2 Kostenvoranschläge

Beilage

- 1 ARA Rehmatte, technischer Kurzbericht Regenüberlaufkonzept, HOLINGER AG, 20.03.2017

Planbeilagen

- 100 Übersichtsplan
- 101 Situation
- 102 Längenprofil Variante Süd
- 103 Längenprofil Variante Nord
- 104a Abnahme- und Einleitbauwerk
- 105 Wirbelfallschacht und Tosbecken
- 106 Installationsflächen/Beanspruchung Waldfläche

1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Abwasserstrasse der Kläranlage Rehmatte wird mit dem Projekt „Ausbau und Werterhalt AWA 2019“ in seiner Kapazität erweitert und modernisiert. Seitens kantonalen Behörden besteht die Auflage, dass der Abwasserverband parallel zum ARA-Ausbau ebenfalls ein Projekt für die Ableitung des Kläranlagenauslaufes inkl. des Regenbeckenauslasses direkt in die Reuss erarbeitet. Mit dieser Ableitung soll der Chlusgraben langfristig von gereinigtem Abwasser und von Regenwasserabschlag befreit werden.

Das Projekt Ableitung ARA und RKB in die Reuss sieht im Wesentlichen folgende Massnahmen vor:

- Vorbereitungsarbeiten (Rodungsarbeiten, Baupisten und Baustellenerschliessung)
- Abnahmebauwerk bei der Ableitung vom Regenbecken
- Ableitung mit einem Microtunneling-Vortrieb (DN 1500)
- Baugrube Wirbelfallschacht/Tosbecken mit einer überschnittenen Bohrfahlewand
- Wirbelfallschacht/Tosbecken
- Baugrube Ableitung Tosbecken-Einleitbauwerk
- Konventioneller Leitungsbau Tosbecken-Einleitbauwerk
- Einleitbauwerk

Die Gesamtkosten für dieses Projekt betragen ca. 4.1 Mio. CHF (inkl. MwSt.).

2 ANLASS UND AUFTRAG

2.1 Ausgangslage

Die Abwasserstrasse der Kläranlage Rehmatte wird mit dem Projekt „Ausbau und Werterhalt AWA 2019“ in seiner Kapazität erweitert und modernisiert. Seitens kantonaler Behörden besteht die Auflage, dass der Abwasserverband parallel zum ARA-Ausbau ebenfalls ein Projekt für die Ableitung des Kläranlagenauslaufes inkl. des Regenbeckenauslasses direkt in die Reuss erarbeitet. Mit dieser Ableitung soll der Chlusgraben langfristig von gereinigtem Abwasser und von Regenwasserabschlag befreit werden.

Die HOLINGER AG wurde im Januar 2017 vom Abwasserverband ARA Rehmatte mit der Erarbeitung des Vorprojektes beauftragt.

2.2 Aufgabenstellung und Ziele

Modul 1: Ableitung ARA Rehmatte zur Reuss

- Variante 1: Stollen zur Reuss (Überlauf Regenbecken und Auslauf ARA)
- Variante 2: Überlauf Regenbecken in Chlusgraben und Auslauf ARA mit Leitung in die Reuss
- Option 2b: Stollen für RKB und ARA zur Reuss mit Notüberlauf in Chlusgraben für Spitzenabfluss
- Betrachtungen Stromproduktion

Modul 2: Überprüfung bestehendes Regenbecken ARA Rehmatte

2.3 Vorgehensbeschreibung

In einer ersten Phase fand am 02.03.2017 eine Besprechung mit den involvierten Fachstellen des Kantons Aargau statt. Vorgängig wurden Fragen erarbeitet und abgegeben. Diese wurden in dieser Besprechung beantwortet und protokolliert [1].

Aus dieser Besprechung hat sich unter anderem Folgendes ergeben:

Die Variante 2 und Option 2b (Einleitung von Regenwasser in den Chlusgraben) dürfen gemäss dem Gewässerschutzgesetz nicht ausgeführt werden. Somit soll diese Variante (Option) nicht im Detail ausgearbeitet werden.

In einem ersten Schritt werden die möglichen Linienführungen für die Ableitung beschrieben. Die evaluierte Bestvariante aus dem Variantenvergleich wird im vorliegenden Vorprojekt hydraulisch bemessen, die Massnahmen beschrieben und die Kosten

ermittelt.

Das Modul 2 „Überprüfung bestehendes Regenbecken“ wurde mit einem separaten Kurzbericht (Beilage 1) abgehandelt. Die relevanten Punkte bzw. Massnahmen aus dem Kurzbericht sind in diesem Bericht nochmals aufgeführt.

3 PROJEKTGRUNDLAGEN

Für die Planung wurden folgende Grundlagen verwendet:

- [1] Protokoll VP01, Besprechung BVU, HOLINGER AG, 22.03.2017
- [2] Ausbau und Werterhalt ARA Rehmatte, technischer Bericht Bauprojekt, HOLINGER AG, Baden, 24.10.2016
- [3] Schreiben Kanton Aargau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung für Umwelt, Sektion Abwasserreinigung und Siedlungsentwässerung, Aarau, 13. November 2015
- [4] ARA Rehmatte, Ausbaustudie mit Varianten, Hunziker Betatech AG, Zürich, 16. April 2013
- [5] Gesamtbetrachtung, Siedlungsentwässerung-ARA-Vorfluter, Hunziker Beta-tech AG, Winterthur, 20. Dezember 2012
- [6] Gefahrenkarten Hochwasser Unteres Reusstal, ARGE GEKA Hochwasser unteres Reusstal, Aarau, Dezember 2010
- [7] Baugrunduntersuchung Regenbecken bei Kläranlage Rehmatte Birmenstorf, mbn ag, 1996
- [8] VAW Mitteilung Nr. 69, Der Wirbelfallschacht als Vereinigungsbauwerk, Peter Volkart, 1984
- [9] VAW Mitteilung Nr. 98, Wirbelfallschächte in der Kanalisationstechnik, Markus H. Kellenberger, 1988
- [10] Karten/Grundlagen aus Geoportal Kanton Aargau (agis)
- [11] Karte von geo.admin.ch, Bundesgeoportal: <http://map.geo.admin.ch/>

4 AUSGANGSSITUATION UND RANDBEDINGUNGEN

4.1 Projektperimeter

Das Projekt der Ableitung erstreckt sich von der Ableitung des Regenbeckens neben der ARA Rehmatte bis zur Reuss.

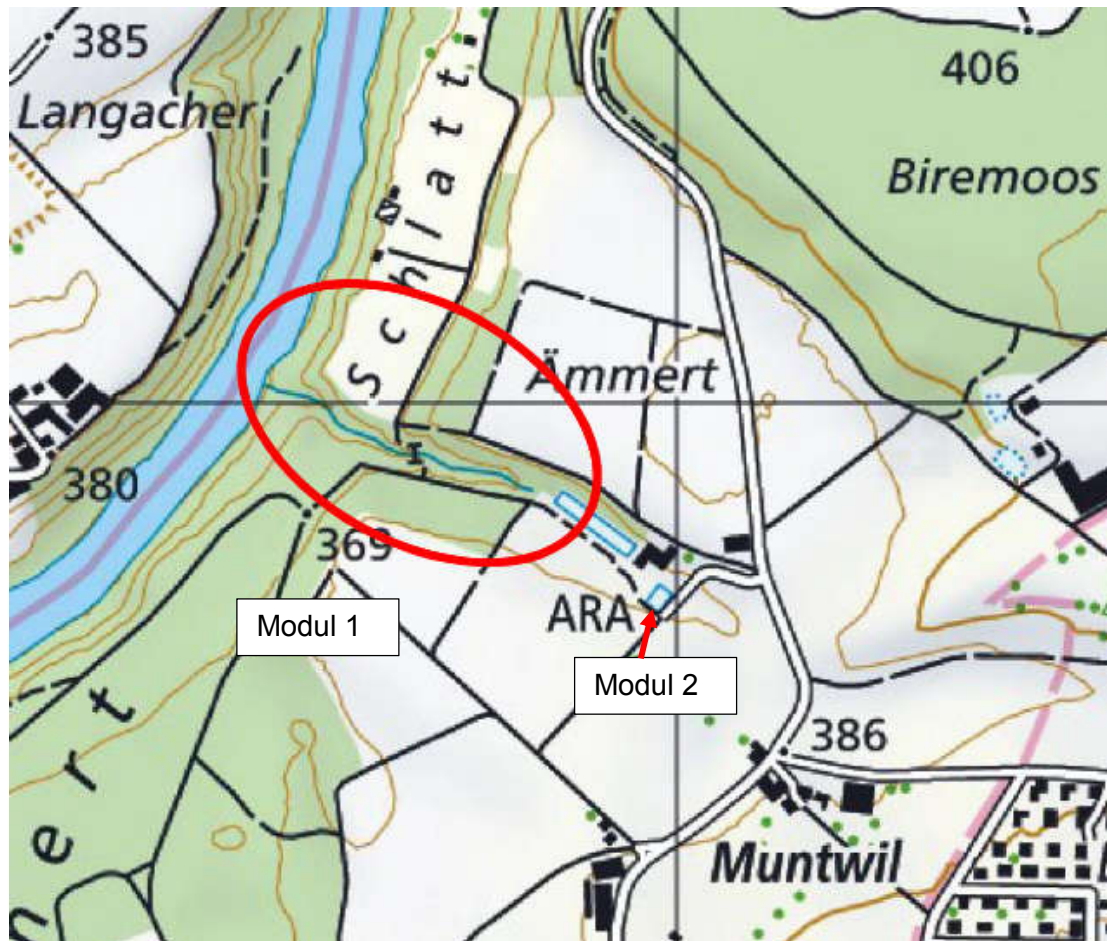


Abbildung 1: Übersichtsplan mit den Modulen 1 und 2

4.2 Schnittstellen mit weiteren Projekten

Der Ausbau der ARA Rehmatte wird in Absprache mit der Abteilung für Umwelt als eigenes Projekt realisiert. Das vorliegende Vorprojekt und das Projekt AWA 2019 haben somit keine Berührungspunkte.

Die Massnahmen aus der Überprüfung des Regenbeckens der ARA Rehmatte sind unter Kapitel 5.12 aufgelistet (Beilage 1). Sie sind jedoch nicht Bestandteil dieses Projektes und können ebenfalls unabhängig davon realisiert werden.

4.3 Geologie

Vom Bau des Regenklärbeckens sind Baugrunduntersuchungen vorhanden [7]. Daraus kann abgeleitet werden, dass die Ableitung voraussichtlich im Niederterassenschotter gebaut werden kann. Für die weitere Bearbeitung des Projektes sind im Zuge des Bauprojektes zusätzliche Baugrunduntersuchungen inkl. Sondierbohrungen zwingend notwendig.

4.4 Grundwasser und Hydrogeologie

Der Projektperimeter befindet sich in keinem Gewässerschutzbereich. Die Lage des Grundwasserspiegels ist zusammen mit den Baugrunduntersuchungen in der weiteren Bearbeitung abzuklären.

4.5 Gewässerzustand

Der Chlusgraben ist gemäss [4] in einem schlechten Zustand. Mit der direkten Ableitung des gereinigten Abwassers und des Überlaufs des Regenklärbeckens in die Reuss wird sich der Zustand des Chlusgrabens verbessern. Der Chlusgraben hat heute keinen natürlichen Zufluss mehr und wird nach dem Bau der Ableitung grösstenteils kein Wasser führen. Das ARA-Personal hat seit Herbst 2016 mit einem Monitoring dokumentiert, dass im NW 800 Kanalisationsrohr, welches nach dem Tosbecken in den Chlusgraben mündet, meistens kein Wasser fliesst.

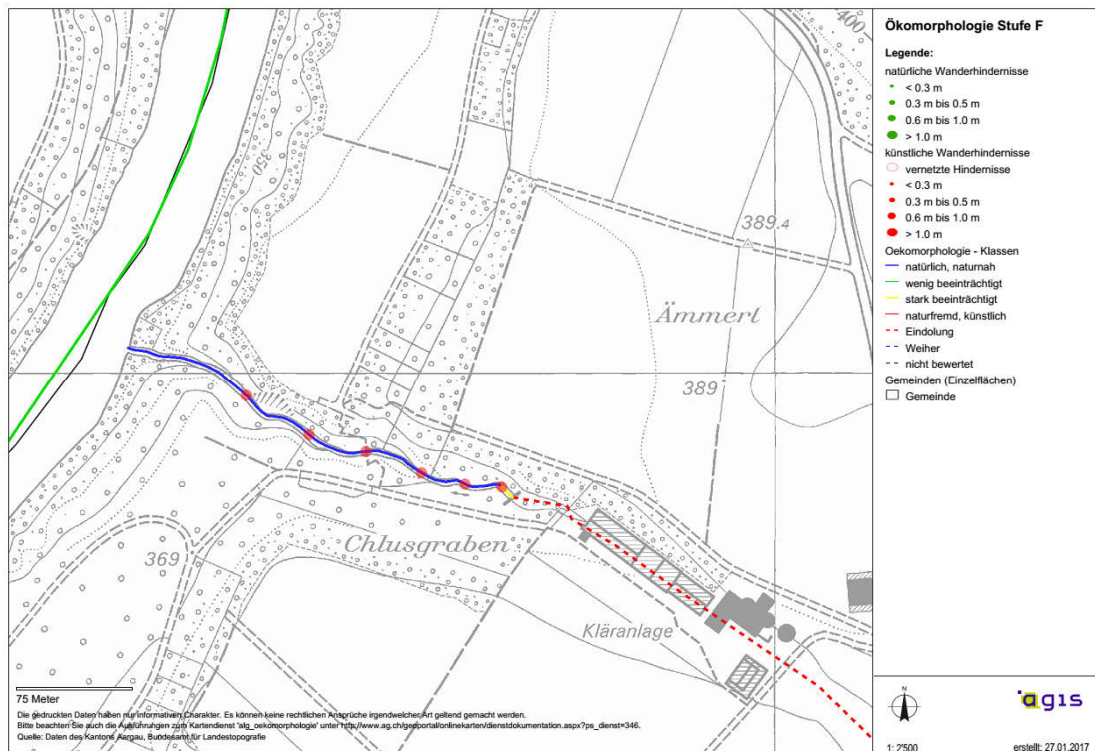


Abbildung 2: Auszug aus der ökomorphologischen Karte (agis)

4.6 Gewässerraum

Das Projekt tangiert das Reussufer und den Chlusgraben. Im Wald werden in Bezug auf den Chlusgraben keine Gewässerräume ausgeschieden.

Das Reussufer ist mit dem Reussuferschutzdekret geschützt. Technische Bauwerke sind im 15 m Gewässerabstand gemäss [1] möglich, müssen jedoch ans Gelände angepasst werden.

4.7 Wald

Neben einem Naturschutzgebiet von kantonaler Bedeutung im Wald befindet sich der Projektperimeter im Naturwaldreservat. Zudem ist eine Altholzinsel bzw. eine vertraglich gesicherte Waldfläche vorhanden (Wald mit einen 50-jährigen Vertrag, der Waldeigentümer erhält für die nicht Bewirtschaftung Entschädigungen).

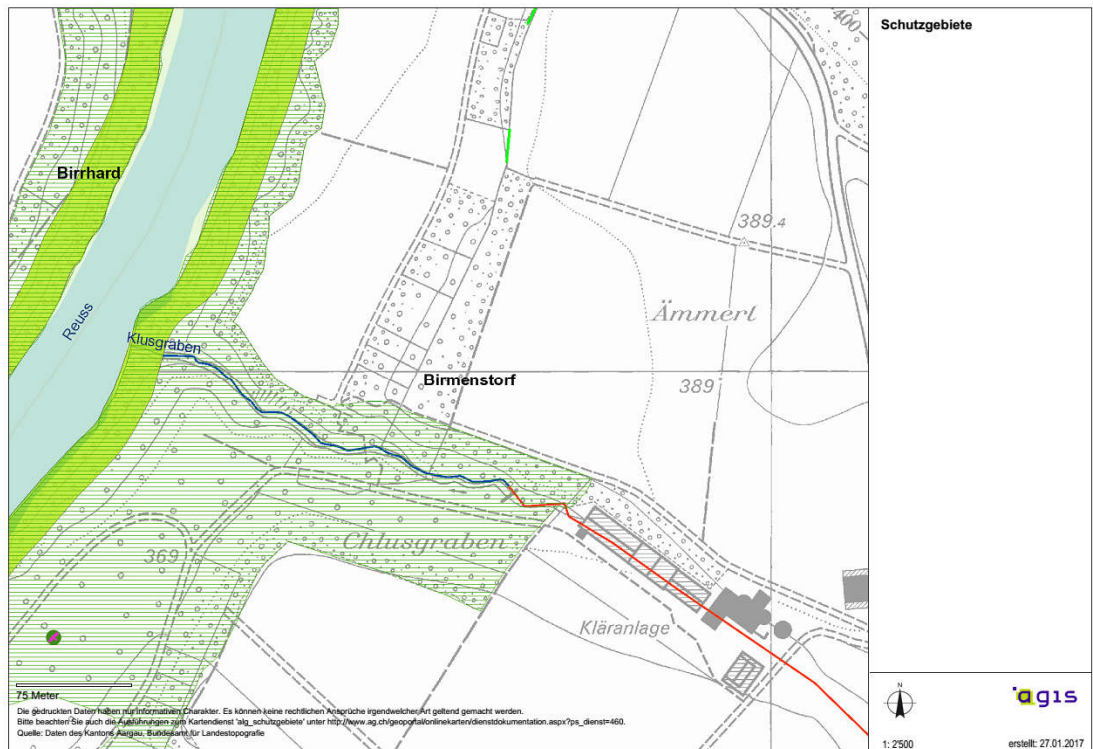


Abbildung 3: Schutzgebiete: Naturschutzgebiet im Wald (agis)

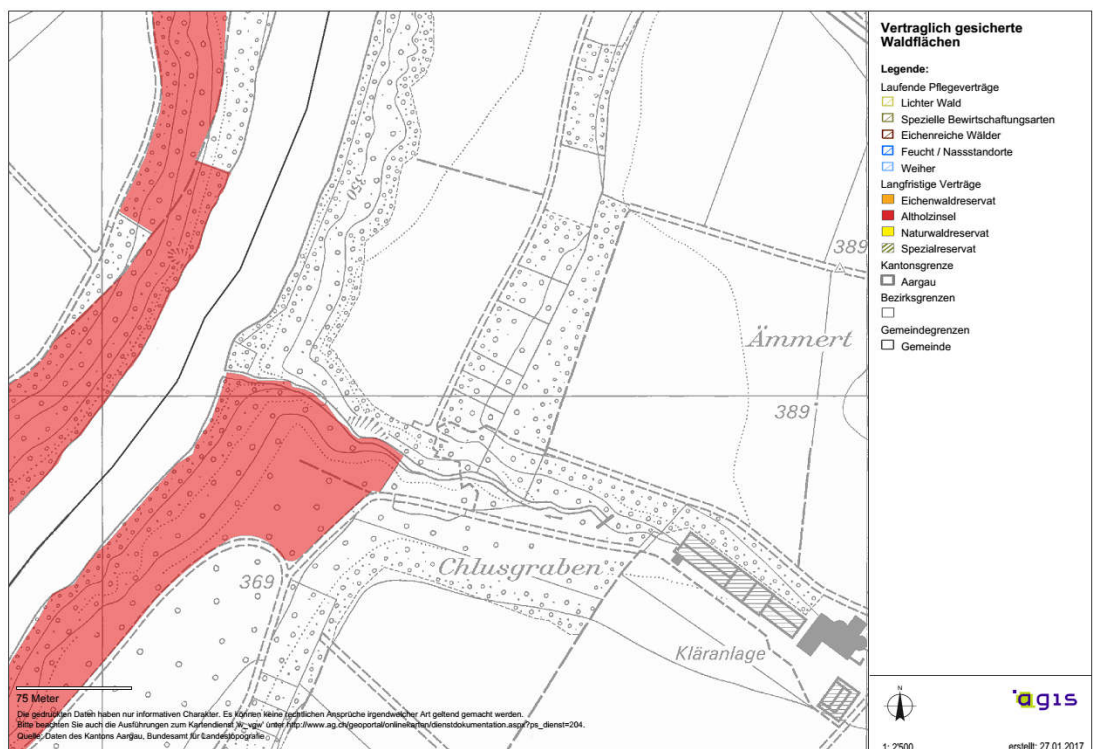


Abbildung 4: vertraglich gesicherte Waldflächen, Altholzinsel (agis)

Dies bedingt eine erhöhte Sorgfaltspflicht und die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes (z.B. Uferzonen und Wald).

4.8 Boden und Altlasten

Im Projektperimeter sind im Kataster keine Altlasten eingetragen.

4.9 Ökologie und Naturschutz

Die Ableitung befindet sich im Gebiet der BLN (Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung) „Reusslandschaft“ (Nr. 1305).

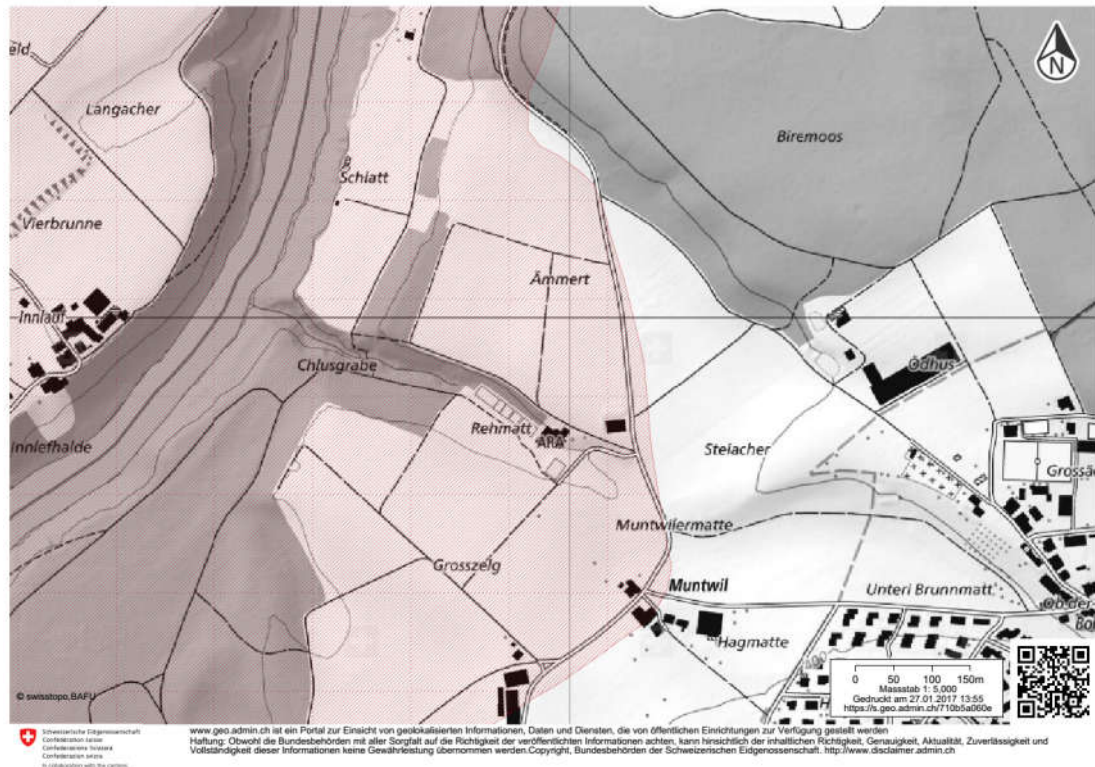


Abbildung 5: BLN Reusslandschaft (bafu)

Für Bauten im BLN-Gebiet gilt ebenfalls eine erhöhte Sorgfaltspflicht. Der ursprüngliche Zustand muss wieder hergestellt werden und Bauwerke sind so zu erstellen, dass diese nicht aus dem Gelände herausragen.

4.10 Erholung und Freizeit

Entlang des Reussufers und in der Böschung des Reussufers führen Wanderwege. Das vorhandene Delta am Ende des Chlusgrabens wird als Erholungsgebiet genutzt. Das Einleitbauwerk muss optimal in die Böschung angepasst werden. Die Kote der Einleitung muss auf den stark schwankenden Wasserspiegel der Reuss abgestimmt werden. Die Einleitung muss gemäss [1] nicht bis in die Reuss geführt werden.

Das Bauwerk soll für die Wanderer nicht ersichtlich sein. Die Sicherung der Bauwerke und die Sicherheit der Fussgänger muss in der Planung berücksichtigt werden.



Abbildung 6: Delta im Bereich von der Einleitung Chlusgraben in die Reuss

5 VARIANTENSTUDIUM

Das Variantenstudium beinhaltet zwei Linienführungen für die Ableitung in die Reuss:

- Variante Nord
- Variante Süd

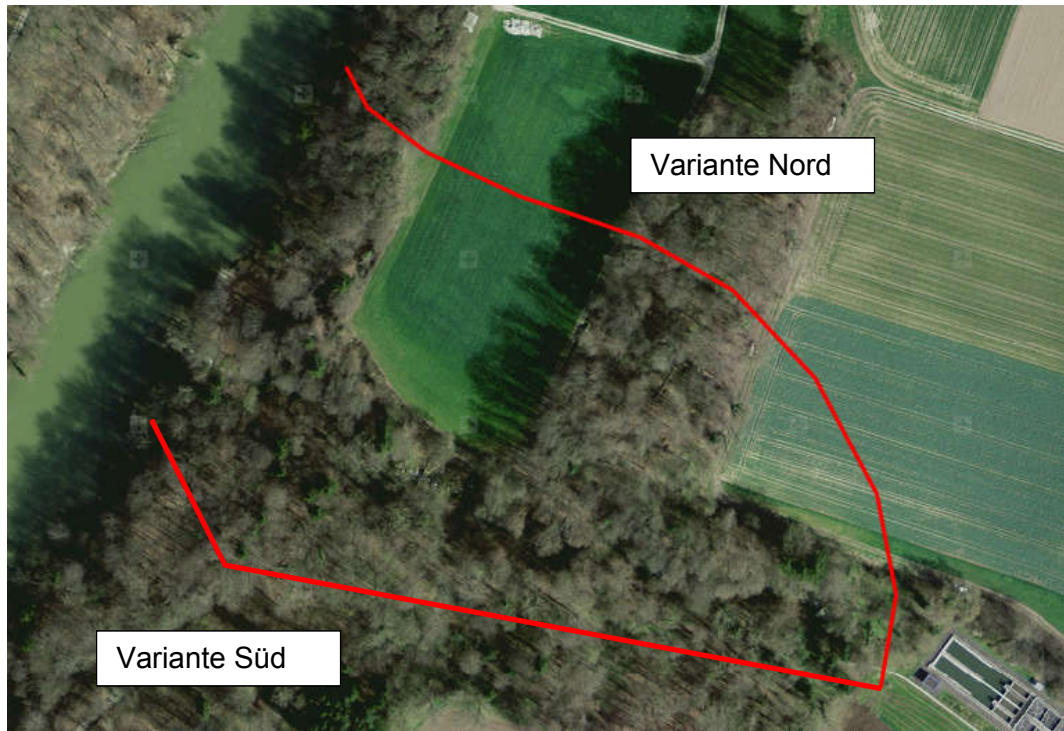


Abbildung 7: Situation mit den Linienführungen der Varianten Nord und Süd

Im Variantenstudium werden neben der Linienführung, die Machbarkeit und Randbedingungen, sowie die benötigte Waldfläche (Beanspruchung) der Varianten beschrieben.

5.1 Abnahmebauwerk

Der Beginn der Ableitung befindet sich bei beiden Linienführungen nach der Einleitung des Ablaufkanals der ARA Rehmatte in die Ableitung vom Regenbecken bei der Parzelle Nr. 76.

SNITT A – A 1:50

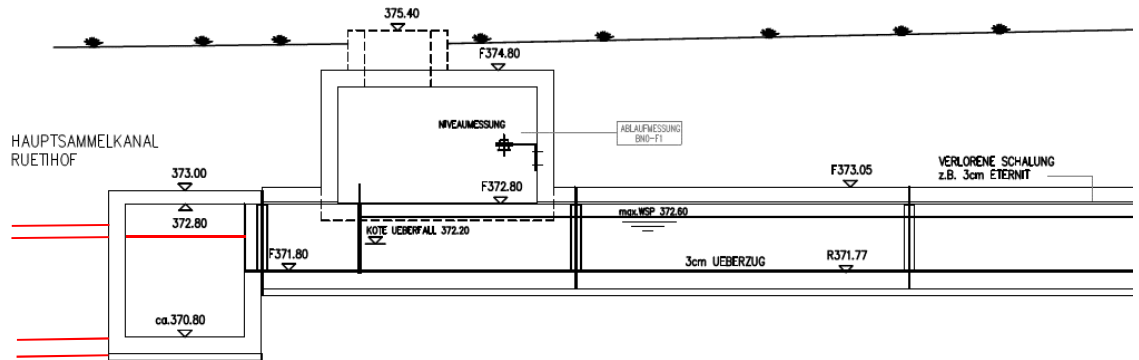


Abbildung 8: Auszug Schnitt A-A, Ablaufkanal ARA, PAW Plan, ARA Rehmatte

Das Wasser von der Ableitung des Regenbeckens inkl. gereinigtes Abwasser der ARA Rehmatte wird in die neue Ableitung geführt. Für Wassermengen $> 10 \text{ m}^3/\text{s}$ ist ein Notüberlauf in die Ableitung vom Regenbecken geplant.

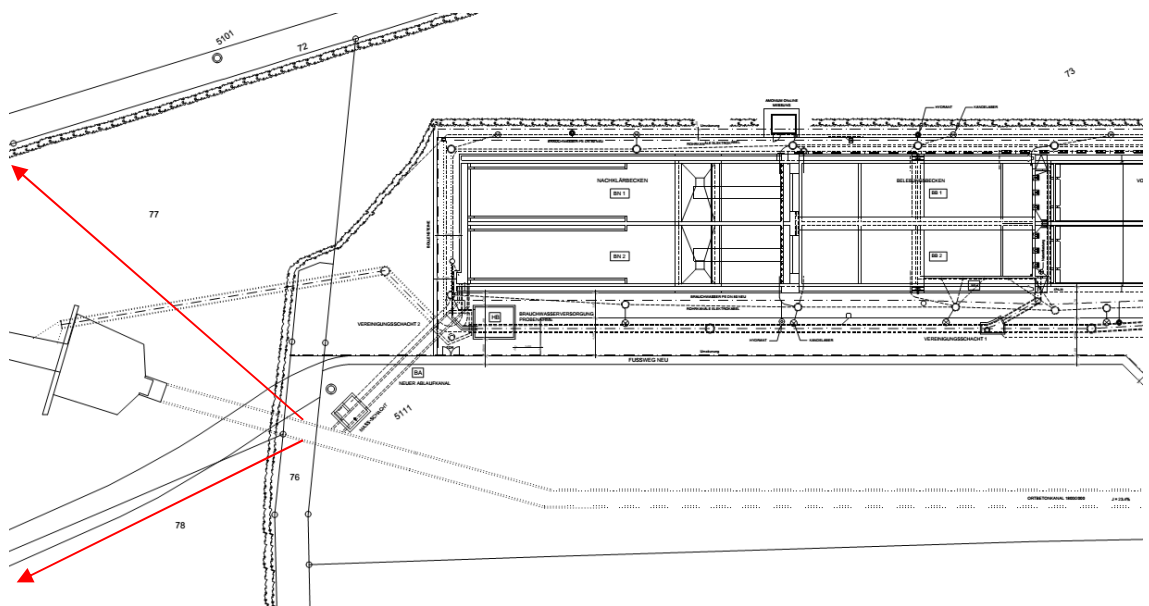


Abbildung 9: Auszug Gesamtsituation, PAW Plan, ARA Rehmatte

Die Ableitung vom Regenbecken weist einen Rechteckquerschnitt von $2 \text{ m} \times 1.8 \text{ m}$ auf. Die Sohle der Ableitung befindet sich ca. 4 m unter dem bestehenden Terrain.

5.2 Einleitbauwerk

Das Einleitbauwerk muss optimal in die Böschung angepasst werden und wird unter einem Winkel von 45° ausgeführt. Die Kote der Einleitung wird auf den stark schwankenden Wasserspiegel der Reuss abgestimmt. Die Kote der Einleitung befindet sich ca. auf der Kote HQ_{30} der Reuss. Die Einleitung muss gemäss [1] nicht bis in die Reuss ausgeführt werden.

Die Variante einer Einleitung bei den untersten Schwellen des Chlusgrabens ist gemäss BVU (Mail vom 28.04.2017) nicht bewilligungsfähig.

Auszug Mail vom 28.04.2017, BVU:

Die Ableitung des gereinigten Abwassers muss so erfolgen, dass bei jedem Wasserstand der Reuss eine rasche Durchmischung erfolgt. D.h. eine Einleitung in den untersten Chlusgrabenabschnitt kommt nicht in Betracht.

5.3 Linienführung Nord

Vom Abnahmepunkt quert die Ableitung den Chlusgraben und verläuft entlang des Landwirtschaftslandes bis zum bewaldeten Bereich. Nach dem bewaldeten Bereich verläuft die Ableitung durch das Landwirtschaftsland bis zur Böschungskante des Reussufers. Nach dem steilen Bereich der Uferböschung wird die Ableitung unter einem Winkel von ca. 45 Grad in Die Reuss eingeleitet.



Abbildung 10: Längenprofil (Terrain) der Ableitung (blau) Variante Nord

5.3.1 Eckdaten

- Länge 340 m (300 m / 40 m)
- Sohle Beginn ca. 370.80 m ü. M.
- Sohle Einleitung ca. 342 m ü. M.
- Höhenunterschied ca. 29 m
- Gefälle insgesamt ca. 8 %
- Gefälle 1. Bereich ca. 3 %

5.3.2 Randbedingungen

Die Linienführung weist im mittleren Bereich eine relativ grosse Überdeckung auf. Die Ableitung kann nicht konventionell erstellt werden.

Folgende Untervarianten sind denkbar:

- 1 gesamte Länge mit Microtunneling in zwei Etappen, 1. Etappe bis zum Wirbelfallschacht/Tosbecken, 2. Etappe vom Tosbecken bis zur Einleitung in die Reuss
- 2 direkte Ableitung mit Microtunneling bis zum Wirbelfallschacht/Tosbecken und Einleitung in die Reuss konventionell

Zum Erosionsabschnitt im Chlusgraben muss ein genügend grosser Abstand eingehalten werden. Zudem kann keine direkte Linienführung in ersten Teilbereich ausgeführt werden, da neben dem Erosionsabschnitt zusätzlich der Chlusgraben unterquert werden müsste. Der Vortrieb hat einen minimalen Radius von 150 m, damit ist die Linienführung gegeben und die oben erwähnten Punkte können somit eingehalten werden.

Für den Vortrieb müssen je eine Start- und Zielgrube (6 m x 5 m) erstellt werden. Die Installationsfläche für einen Vortrieb beansprucht ca. 500 m² und kann oberhalb des Abnahmepunktes der Ableitung ausserhalb des Waldareals sichergestellt werden. Die Ableitung kann mit einem Microtunneling-Vortrieb ausgeführt werden.

Das letzte Teilstück kann nach dem Wirbelfallschacht/Tosbecken mit einem weiteren Vortrieb ausgeführt werden. Eine Baupiste für den Abtransport der Vortriebsmaschine im unteren Teil der Reussböschung ist zwingend notwendig, diese beansprucht in dem steilen Gelände viel Platz und muss für einen grossen Pneukran ausgelegt werden (max. 10 %), da die demontierten Teile der Vortriebseinrichtung 16 Tonnen aufweisen und über die steile Baupiste abtransportiert werden müssen.

Die Variante mit einem direkten Stollen bis zum Wirbelfallschacht/Tosbecken ist ebenfalls mit einem Microtunneling-Vortrieb ausführbar. Das letzte Teilstück wird konventionell ausgeführt. Die Baupiste zum Wirbelfallschacht/Tosbecken in der Reussböschung wird für den Bau, sowie für den Abtransport der Vortriebsmaschine ebenfalls benötigt.

Das vorhandene Wegnetz bis zum Abnahmepunkt bzw. zur Reussböschung muss ebenfalls für diese Belastungen lokal verbreitert und verstärkt oder nach Abschluss der Arbeiten instand gestellt werden.

5.3.3 Beanspruchung Waldfläche

Untervariante 1:

1. Bereich (300 m)

Startgrube $6 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 30 \text{ m}^2$

Wirbelfallschacht/Tosbecken

Schachtbereich (teilweise) $10 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 100 \text{ m}^2$

2. Bereich (40 m):

Baupiste/Kranplatz $150 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 1'500 \text{ m}^2$

Zielgrube $10 \text{ m} \times 15 \text{ m} = 150 \text{ m}^2$

Einleitung $10 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 100 \text{ m}^2$

Total **ca. 1'880 m²**

Untervariante 2:

1. Bereich (320 m)

Startgrube $6 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 30 \text{ m}^2$

2. Bereich (20 m):

Baupiste/Kranplatz $150 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 1'500 \text{ m}^2$

(Zielgrube beim Wirbelfallschacht inkl.)

Wirbelfallschacht/Tosbecken $20 \text{ m} \times 15 \text{ m} = 300 \text{ m}^2$

Ableitung/Einleitung $20 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 200 \text{ m}^2$

Total **ca. 2'030 m²**

5.4 Linienführung Süd

Vom Abnahmepunkt verläuft die Ableitung parallel zum Waldweg bis zur Böschungskante des Reussufers. Im steilen Bereich der Uferböschung verläuft die Ableitung unter einem Winkel von ca. 45 Grad.



Abbildung 11: Längenprofil (Terrain) der Ableitung (blau) Variante Nord

5.4.1 Eckdaten

• Länge	310 m (240 m / 70 m)
• Sohle Beginn	ca. 370.80 m ü. M.
• Sohle Einleitung	ca. 342 m ü. M.
• Höhenunterschied	ca. 29 m
• Gefälle insgesamt	ca. 9 %
• Gefälle 1. Bereich	ca. 3 %

5.4.2 Randbedingungen

Folgende Untervarianten sind denkbar:

- 1 1. Bereich konventionell bis zum Wirbelfallschacht/Tosbecken mit U-Graben, danach mit einem Vortrieb bis zur Einleitung
- 2 gesamte Länge mit Microtunneling in zwei Etappen, 1. Etappe bis zum Wirbelfallschacht/Tosbecken, 2. Etappe vom Wirbelfallschacht/Tosbecken bis zur Einleitung in die Reuss
- 3 direkte Ableitung mit Microtunneling bis zum Wirbelfallschacht/Tosbecken und Einleitung in die Reuss konventionell

Bei einem konventionellen Graben ist eine Baupiste entlang des Grabens für Materialtransporte notwendig. Das vorhandene Wegnetz bis zum Abnahmepunkt bzw. zur Reussböschung muss ebenfalls für diese Belastungen lokal verbreitert und verstärkt oder danach instand gestellt werden.

Für den Vortrieb müssen Start- und Zielgrube (6 m x 5 m) erstellt werden. Die Installationsfläche für einen Vortrieb beansprucht ca. 500 m² und kann oberhalb des Abnahmepunktes der Ableitung ausserhalb des Waldareals sichergestellt werden.

Das letzte Teilstück kann nach dem Wirbelfallschacht/Tosbecken mit einem Vortrieb ausgeführt werden. Eine Baupiste für den Abtransport der Vortriebsmaschine im unteren Teil der Reussböschung ist zwingend notwendig und muss für einen grossen Pneukran ausgelegt werden (max. 10 %), da die demontierten Teile der Vortriebseinrichtung 16 Tonnen aufweisen. Die Baupiste kann bis zu der vorhandenen Zwischenfläche erstellt werden. Von da aus kann der Pneukran die Vortriebseinrichtungen auf einen LKW aufladen.

Die Variante mit einem direkten Stollen bis zum Wirbelfallschacht/Tosbecken ist mit einem Microtunneling-Vortrieb ausführbar. Das letzte Teilstück wird konventionell ausgeführt. Die Baupiste zum Wirbelfallschacht/Tosbecken wird für den Bau des

Tosbeckens sowie für den Abtransport der Vortriebsmaschine ebenfalls benötigt.

5.4.3 Beanspruchung Waldfläche

Untervariante 1:

1. Bereich (240 m)	mit Zwischentransport	seitlichem Depot
U-Graben:	240 m x 4 m = 960 m ²	240 m x 9 m = 2'160 m ²
Baupiste	240 m x 4 m = 960 m ²	960 m ² (keine Rodung)
Wirbelfallschacht/Tosbecken		
Schachtbereich	15 m x 15 m = 225 m ²	225 m ²
Installation Vortrieb	200 m ²	200 m ²
2. Bereich (70 m):		
Baupiste/Kranplatz	80 m x 10 m = 800 m ²	800 m ²
Zielgrube	6 m x 5 m = 30 m ²	30 m ²
Einleitung	10 m x 10 m = 100 m ²	100 m ²
Total	ca. 3'275 m²	ca. 4'475 m²

Untervariante 2:

1. Bereich (240 m)	
Startgrube	6 m x 5 m = 30 m ²
Baupiste	240 m x 4 m = 960 m ² (keine Rodung)
Wirbelfallschacht/Tosbecken	
Schachtbereich	15 m x 15 m = 225 m ²
Installation Vortrieb	200 m ²
2. Bereich (70 m):	
Baupiste/Kranplatz	80 m x 10 m = 800 m ²
Zielgrube	6 m x 5 m = 30 m ²
Einleitung	10 m x 10 m = 100 m ²
Total	ca. 2'345 m²

Untervariante 3:

1. Bereich (280 m)	
Startgrube	6 m x 5 m = 30 m ²
Baupiste	240 m x 4 m = 960 m ² (keine Rodung)

2. Bereich (30 m):

Baupiste/Kranplatz	80 m x 10 m = 800 m ²
(Zielgrube	6 m x 5 m = 30 m ² , beim Wirbelfallschacht inkl.)
Wirbelfallschacht/Tosbecken	20 m x 15 m = 300 m ²
Ableitung/Einleitung	30 m x 10 m = 300 m ²
Total	ca. 2'390 m²

5.5 Variantenvergleich**5.5.1 Variante Nord**

Vorteile:

- Im Vergleich zur Linienführung Süd wird weniger Waldfläche beansprucht.

Nachteile:

- Der Abtransport der Vortriebseinrichtung ist schwierig und aufwendig.
- Die temporäre Baupiste muss in sehr steilen Gelände ausgeführt werden und beansprucht somit viel Platz in der Böschung der Reuss. Diese muss für einen Pneukran bzw. LKW ausgelegt werden (Gefälle und Breite).

5.5.2 Variante Süd

Vorteile:

- Der letzte Abschnitt weist ein geringeres Gefälle auf, bei der Einleitung in die Reuss (konventioneller Abschnitt) ist die Ausführung bzw. der Materialtransport einfacher.
- Die temporäre Baupiste muss in weniger steilem Gelände ausgeführt werden, die vorhandene Zwischenfläche wirkt sich positiv auf die Linienführung der Baupiste aus.
- Der Abtransport der Vortriebseinrichtung ist im Vergleich zu der Linienführung Nord aufgrund der bereits vorhandenen Zwischenfläche einfacher auszuführen.

Nachteile:

- Im Vergleich zur Linienführung Nord wird mehr Waldfläche beansprucht, wobei effektiv weniger Waldfläche gerodet werden muss.

5.6 Bestvariante für Vorprojekt

Bei der Linienführung Nord ist ein Microtunneling-Vortrieb technisch ausführbar. Die Bergung der Vortriebsmaschine ist in der steilen Reussböschung aufwendig und beansprucht viel Platz, da eine Baupiste (max. 10 %) und Umschlagplatz für einen Pneukran in der Böschung erstellt werden müssen.

Die Linienführung Süd kann bereichsweise konventionell oder mit Microtunneling ausgeführt werden. Die Reussböschung ist flacher und weist eine Zwischenfläche in der Mitte der Reussböschung auf. Diese wirkt sich positiv auf die Baupiste und den Umschlagplatz aus.

Die Linienführung Süd beansprucht mehr Waldfläche. Bei der Berechnung der Waldfläche wurde der vorhandene Waldweg ebenfalls als Waldfläche mitberücksichtigt, diese Fläche muss jedoch nicht gerodet werden, bzw. nur allenfalls einzelne Bäume am Wegrand für die lokale Verbreiterung. Bei der Linienführung Süd muss effektiv weniger Wald gerodet werden.

Bei beiden Varianten muss das vorhandene Wegnetz vorgängig verbreitert und verstärkt oder nach Bauende instand gestellt werden.

Aufgrund der oben aufgeführten Argumente, den örtlichen Gegebenheiten und der Machbarkeit (Begehung mit einer Spezialtiefbaufirma) wird die Linienführung Süd, Untervariante 3 (direkte Ableitung mit Microtunneling-Vortrieb bis zum Wirbelfallschacht/Tosbecken und Einleitung in die Reuss konventionell) als Bestvariante ausgewählt und weiter ausgearbeitet.

Die Variante Nord ist in den Plänen (Situation und Längenprofil, sowie Abnahme- und Einleitbauwerk) ebenfalls dargestellt. Die hydraulische Berechnung des Wirbelfallschachtes/Tosbeckens, sowie die Kosten werden nur für die Variante Süd berechnet.

5.7 Option Stromproduktion

5.7.1 Grundlagen

Die Höhendifferenz zwischen dem Auslauf der ARA Rehmatte und der Reuss als Vorfluter kann durch Einsatz eines Kleinwasserkraftwerkes zur Stromgewinnung genutzt werden.

5.7.2 Dimensionierungswassermengen

Auf Basis der Zulaufdaten der ARA Rehmatte der Jahre 2010 – 2015 wurde ein mittlerer Jahreszufluss von 48 l/s berechnet. Die Dimensionierungsleistung des Kleinwasserkraftwerkes wird auf 80 l/s festgelegt.

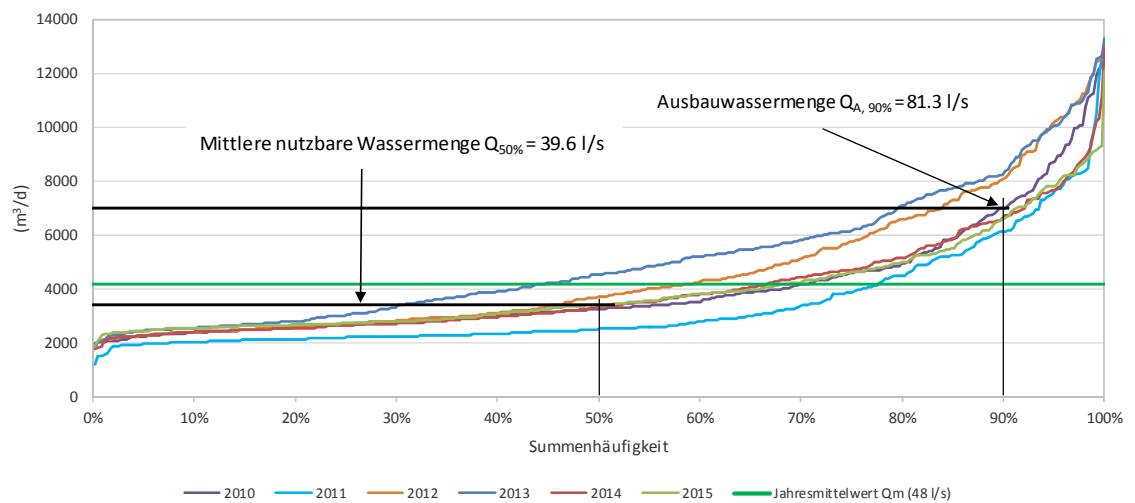


Abbildung 12: Summenkurven der Tagesmittelwerte der täglichen Zulaufmenge der ARA Rehmatte für die Jahre 2010 – 2015 mit der mittleren nutzbaren Wassermenge und der Ausbauwassermenge.

Die Ausbauwassermenge wurde als 90 %-Perzentil eines durchschnittlichen Jahres (hier: für 2010) auf 81.3 l/s abgeschätzt, für die mittlere nutzbare Wassermenge wurde ein mittleres 50 %-Perzentil gewählt (hier: für 2015).

Tabelle 1: Berechnungswerte

	Q m3/d	Q l/s	Zeitraum
Jahresmittelwert Q_m (48 l/s)	4'167	48.22	2010-2015
mittlere nutzbare Wassermenge $Q_{50\%}$	3'417	39.55	2015
Ausbauwassermenge $Q_{A, 90\%}$	7'021	81.26	2010

Für die Stromproduktion wurde eine Höhendifferenz von 35 m angenommen

5.7.3 Stromproduktion

Die jährliche Stromproduktion E wurde anhand folgender Formel abgeschätzt:

$$E = Q_{50\%} \cdot h \cdot E_{spez} \cdot t_a$$

Die zugehörigen Parameter sind in der Tabelle 2 aufgelistet. Daraus ergibt sich eine jährliche Stromproduktion von rund 91'000 kWh. Diese Strommenge deckt theoretisch den Strombedarf von 21 durchschnittlichen Schweizer Haushalten.

Tabelle 2: Parameter und Ergebnisse der Abschätzung der jährlichen Stromproduktion

mittlere nutzbare Wassermenge $Q_{50\%}$	m ³ /s	0.040
Höhendifferenz h	m	35
spezifische Stromproduktion E_{spez}	kW/m ³ /m	7.5
Anzahl Stunden t_a	h/a	8'760
Stromproduktion E	kWh/a	91'000
mittl. Leistung Turbine	kWh	10
Bedarf Haushalt	kWh/a	4'400
Vergleich versorgbare Haushalte	Anz.	21

5.7.4 Kosten

Die Kosten für eine Kleinwasserkraftanlage setzen sich aus den Kosten für die Wasserfassung, die Druckleitung, die Turbine und das Maschinenhaus zusammen. Bau und mechanische Ausrüstung wurden für den Bemessungsdurchfluss $Q_{A,90\%}$ abgeschätzt.

Der Planungsstand ermöglicht einen Kostenvoranschlag mit einer Genauigkeit von $\pm 30\%$. Die Kostenangaben wurden anhand von Richtofferten für ein vergleichbares Projekt und Erfahrungswerten ermittelt.

Tabelle 3: Kostenzusammenstellung zu Bau, mechanische Ausrüstung und EMSRL-Technik des Kleinkraftwerkes Auslauf ARA Rehmatte (Angaben exkl. MwSt.).

	mech. Ausrüst. CHF	Bau CHF	EMSRLT CHF	Total CHF
Wasserfassung	-	60'000	5'000	65'000
Druckleitung	-	100'000	-	100'000
Turbine exkl. Steuerung	180'000	-	-	180'000
Maschinenhaus	-	100'000	10'000	110'000
elektr. Einbindung	-	-	35'000	35'000
UVG 15 %	25'000	40'000	5'000	70'000
Honorar 15 %	30'000	50'000	10'000	90'000
Total	235'000	350'000	65'000	650'000

Aufgrund der schlechten Zugänglichkeit der Baustelle fallen die Baukosten relativ hoch aus. Für die Bauphase ist eine Transportbahn einberechnet. Die Zugänglichkeit für Wartungs- und Unterhaltsarbeiten und die zulässigen Beeinträchtigung des Reussufers sind noch speziell zu lösen. Gesamthaft ergeben sich Investitionskosten von rund CHF 650'000,--.

Die Betriebskosten wurden aus Erfahrungswerten abgeschätzt und belaufen sich auf rund CHF 9'000,--/a. Mit den in der Tabelle 4 gewählten Parametern ergeben sich Jahreskosten von rund CHF 50'000,-- und damit Gestehungskosten von 54 Rp./kWh.

Tabelle 4: Parameter und Ergebnis der Berechnung der Gestehungskosten.

		mech. Ausrüst.	Bau	EMSRLT	Total
Amortisationszeit	a	15	40	15	
Kapitalzins	%	3%			
Annuität	%	8.38%	4.33%	8.38%	
Kapitaldienst	CHF/a	19'685	15'142	5'445	40'272
Betrieb und Unterhalt	CHF/a				9'000
Jahreskosten	CHF/a				49'272
Gestehungskosten	CHF/kWh				0.54

Gemäss der revidierten Energieverordnung (Stand 01.01.2017), Anhang 1.1, gibt es für Kleinwasserkraftanlagen eine Vergütung mit einer Vergütungsdauer von 20 Jahren, die sich aus Grundvergütung und Boni folgendermassen zusammensetzt:

Grundvergütung (Kat.2, für Leistungsklasse ≤ 10 kW) 27.9 Rp./kWh

Druckstufen-Bonus (Fallhöhenklasse ≤ 50 m) 1.7 Rp./kWh

TOTAL 29.6 Rp./kWh

Die Stromkosten betragen damit trotz Vergütung noch 24.4 Rp./kWh.

5.7.5 Schlussfolgerung und Empfehlungen

Die berechneten Gestehungskosten liegen nach Abzug der Vergütung immer noch deutlich über dem Strompreis der ARA, sodass ein Kleinkraftwerk in dieser Dimension wirtschaftlich nicht attraktiv ist.

Andererseits bietet das Kleinkraftwerk Ökostrom, der vom Marktpreis unabhängig ins Netz eingespeist werden kann. Wenn sich daher in Zukunft die Lage der Bezuschussung günstig entwickeln sollte, kann ein solches Kraftwerk für die ARA durchaus attraktiv werden.

Voraussetzung für eine Umsetzung ist allerdings, dass der Bau auch von Seiten des Landschaftsschutzes Zustimmung findet, da das Projekt im Waldbereich oberhalb der geschützten Uferzone der Reuss zu liegen kommt.

6 VORPROJEKT

6.1 Hydraulische Berechnungen

Für die Ableitung werden hydraulische Berechnungen für folgende Bauteile ausgeführt:

- Ableitung Microtunneling
- Wirbelfallschacht und Tosbecken
- Ableitung Tosbecken – Reuss



Abbildung 13: Auszug Plan 101 Situation

6.1.1 Ableitung Microtunneling

Die Leitung von der Ableitung des Regenbeckens bzw. vom Abnahmebauwerk wird mit einem Microtunneling-Vortrieb bis zum Wirbelfallschacht erstellt. Der kleinste Vortriebs-Durchmesser der zurzeit in der Schweiz ausgeführt wird, ist ein Vortrieb für ein Rohr mit DN 1500 (1.5 m).

Tabelle 5: Parameter und Ergebnis der Normalabflussberechnung der Ableitung (Teil 1)

ROHR (nach STRICKLER)

Ableitung

für schiessende Verhältnisse

Rohr

NW (mm)

Gefälle (‰)

K (-)

Vollfüllung

Q (l/s)

V (m/s)

1'500

70.3

85

20'715.4

11.723

Hteil	mm	750	0	0	0	0
Qteil	l/s	10'357.7	-	-	-	-
Vteil	m/s	11.723	-	-	-	-
H _{Krit}	m	1.643	-	-	-	-
Energiehöhe	m	7.004	-	-	-	-
FR-Zahl	-	4.80	-	-	-	-
Fliesszustand	-	schiessend	-	-	-	-
Freispiegelhg.	-	i. O.	-	-	-	-
Schleppspannung	N/m ²	258.74	-	-	-	-

In diesem Betonrohr (DN 1500) können mit dem projektierten Gefälle von 7 ‰ die 10 m³/s abgeführt werden.

6.1.2 Wirbelfallschacht und Tosbecken

Die Energieumwandlung der Ableitung ARA Rehmatte kann mit einem einfachen Tosbecken alleine nicht sichergestellt werden. Aus diesem Grund wird ein Wirbelfallschacht dem Tosbecken vorgeschaltet.

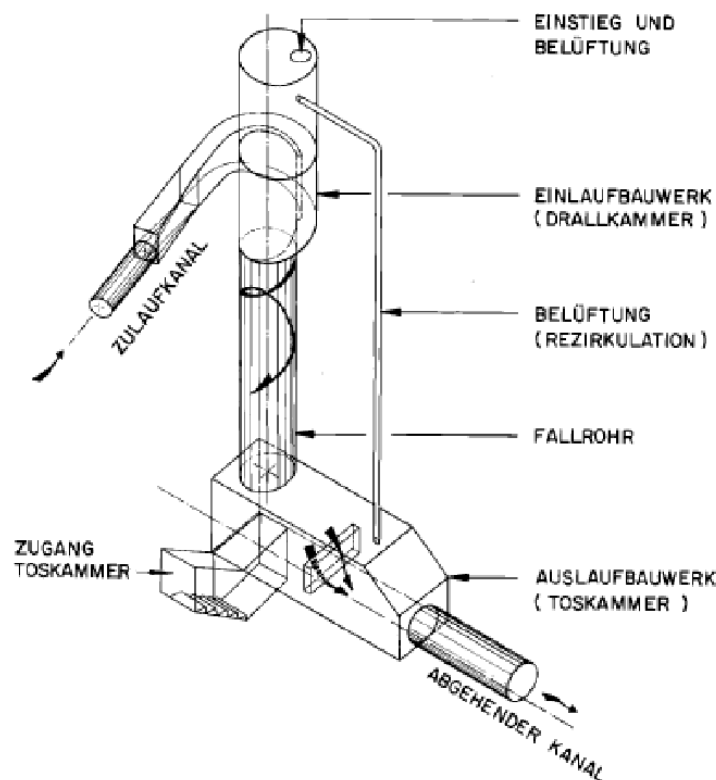


Abbildung 14: Schematische Darstellung der Elemente eines Wirbelfallschachtes (Kellenberger, 1988)

Die Dimensionierung und Ausgestaltung eines Wirbelfallschachtes hat sehr sorgfältig zu erfolgen. Falls die verschiedenen Elemente nicht exakt aufeinander abgestimmt sind, funktioniert das Bauwerk nicht zufriedenstellend. Die Folgen sind deutlich eingeschränkte hydraulische Kapazität sowie Probleme im Betrieb und Unterhalt (Lärm-, Geruchsemissionen und Ablagerungen).

Aus den Berechnungen ergibt sich die Geometrie des Einlaufbauwerkes (Drallkammer) und des Fallschachtes. Der Fallschacht weist einen Durchmesser von 2 m auf.

Tabelle 6: Ergebnis der Berechnung/Dimensionierung des Tosbeckens

4 Geometrie des Auslaufbauwerkes		
S = 4*D	m	8.00
T = 2*D	m	4.00
B = 1.2 * D	m	2.40

Die Geometrie des Tosbeckens ergibt sich aus den gewählten Parametern des Wirbelfallschachtes. Das Tosbecken ist 8 m lang, 4 m hoch und 2.4 m breit (Innenmasse). Zudem ist die Belüftung und die Einbaute im Tosbecken berechnet worden. Für die Belüftung der Drallkammer und des Tosbeckens ist ein Rohrdurchmesser von mindestens 30 cm erforderlich.

Die Einbaute/Tauchwand wurde so projektiert, dass bei einem Abfluss von 146 l/s das gereinigte Abwasser der ARA unter der Tauchwand abfliessen kann. Erst beim Anspringen des Regenbeckens wird sich ein Wasserpolster im Tosbecken bilden, welches sich positiv auf die Energieumwandlung auswirkt.

Die detaillierten Berechnungen für die Dimensionierung des Wirbelfallschachtes/Tosbeckens sind im Anhang 1 ersichtlich.

6.1.3 Ableitung Tosbecken - Reuss

Für die Ableitung aus dem Tosbecken in die Reuss kann ebenfalls ein Betonrohr DN 1500 eingesetzt werden.

Tabelle 7: Parameter und Ergebnis der Normalabflussberechnung der Ableitung (Teil 2)

ROHR (nach STRICKLER)
Ableitung Tosbecken - Reuss
für schiessende Verhältnisse

Rohr	Vollfüllung		
	NW (mm)	Gefälle (‰)	K (-)
1'500	20.0	85	

		Q (l/s)	V (m/s)
Hteil	mm	1'250	0
Qteil	l/s	10'415.5	-
Vteil	m/s	6.619	-
H _{Krit}	m	1.648	-
Energiehöhe	m	2.233	-
FR-Zahl	-	1.74	-
Fliezzustand	-	schiessend	-
Freispiegelthg.	-	i. O.	-
Schleppspannung	N/m ²	80.17	-

6.2 Abnahmebauwerk

Der Beginn der Ableitung befindet sich nach der Einleitung des Ablaufkanals der ARA Rehmatte in die Ableitung des Regenbeckens bei der Parzelle Nr. 76. Die Ableitung vom Regenbecken weist einen Rechteckquerschnitt auf (2 m x 1.8 m). Die Sohle der Ableitung befindet sich ca. 4 m unter dem bestehenden Terrain.

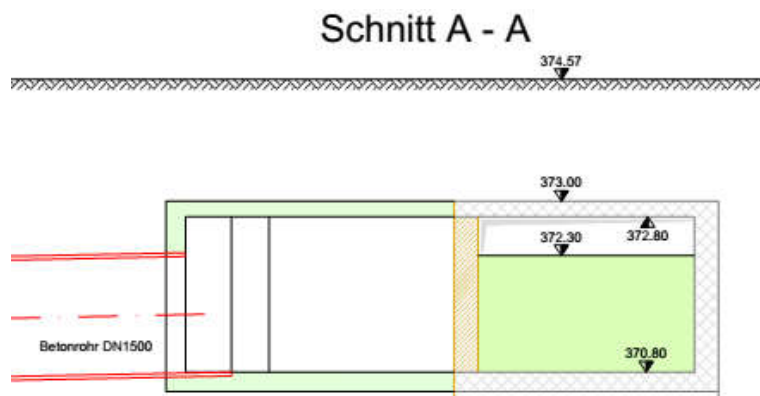


Abbildung 15: Auszug Plan 104 Abnahmebauwerk

Das Wasser von der Ableitung des Regenbeckens inkl. gereinigtes Abwasser der ARA Rehmatte wird in die neue Ableitung geführt. Für Wassermengen $>10 \text{ m}^3/\text{s}$ ist ein Notüberlauf in das bestehende Tosbecken geplant. Die neue Wand im RKB-Ablaufkanal wird daher nur bis zu der Kote 372.30 m ü. M. erstellt. Die Sohle der Ableitung und der Ableitung vom Regenbecken sowie die Kurvenbereiche (Ecken) werden so ausgebildet, dass das Wasser mit einem Gerinne ins runde Betonrohr geführt wird.

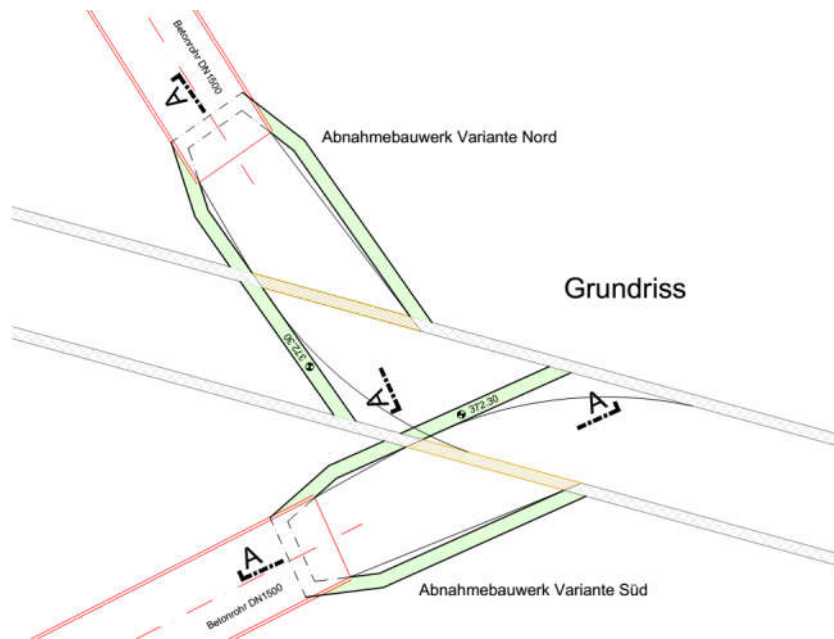


Abbildung 16: Auszug Plan 104 Abnahmebauwerk

6.3 Ableitung

Die Ableitung beinhaltet zwei Teilbereiche:

- Ableitung Microtunneling (Kap. 6.3.1 und 6.3.2)
- Ableitung Tosbecken - Reuss (Kap. 6.3.3 und 6.3.4)

Nach dem Abnahmebauwerk wird das Wasser über ein Betonrohr DN 1500 mit einem Gefälle von ca. 7 % bis zum Wirbelfallschacht geführt. Das Rohr wird mit einem Microtunneling-Verfahren eingebaut.

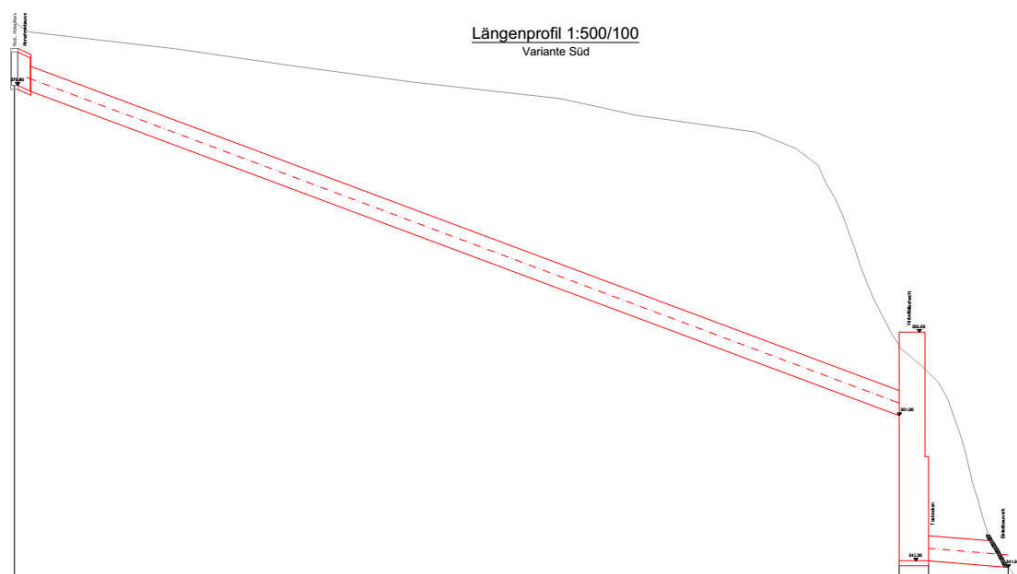


Abbildung 17: Auszug Plan 102 Längenprofil Variante Süd

6.3.1 Microtunneling

Es handelt sich um ein grabenloses Bauverfahren, bei dem ein gesteuerter Bohrkopf das Bodenmaterial abbaut. Unmittelbar hinter dem Bohrkopf folgen die Vortriebsrohre aus armiertem Beton. Der gesamte Rohrstrang mit einer Länge von 260 m wird von der Startgrube aus vorgepresst.

Es ist ein Microtunneling-Vortrieb mit hydraulischer Förderung vorgesehen (sog. Slurry-Vortrieb). Der Abbauraum des Bohrkopfes ist dabei mit einer Bentonitsuspension gefüllt. Diese dient zur Stützung der Ortsbrust und falls vorhanden als Gegen- druck gegen eindringendes Grundwasser. Das abgebaute Bodenmaterial wird gebrochen, mit der Bentonitsuspension vermischt und in einem geschlossenen Kreislauf zur Startgrube gepumpt. Dort wird das Material in einer Separieranlage abgetrennt und entsorgt.

Mit Microtunneling-Vortrieb können Kurven gefahren werden, wobei der minimale Kurvenradius limitiert ist. Um die Kräfte gleichmässig auf die Stirnfläche der Vortriebsrohre zu verteilen, muss ein spezielles Fugensystem angewendet werden (hydraulische Fuge). Der minimale Innendurchmesser für einen Microtunneling-Vortrieb mit den vorliegenden Randbedingungen (Vortriebslänge, Schweizer Unternehmung) beträgt 1500 mm. Der Rohrdurchmesser für die Ableitung zum Wirbelfallschacht ist somit nicht hydraulisch, sondern ausführungstechnisch bedingt.

6.3.2 Start- und Zielgrube

Die Startgrube ist 6 m lang und 5 m breit, mit einer Tiefe von ca. 5 m. Diese wird direkt nach dem Abnahmebauwerk erstellt. Die Baugrube wird mit einem Widerlager und innerer Dichtblock ausgeführt. Es muss eine Widerlagerkraft von ca. 5'200 kN in den Baugrubenverbau und Boden eingeleitet werden können. Dies ist in der weiteren Bearbeitung zu prüfen und die erforderlichen Massnahmen bzw. Baugrubenabschluss zu definieren.

Die Zielgrube wird im Kap. 6.4.3 beschrieben, da diese mit der Baugrube des Wirbelfallschachtes abgedeckt wird.

6.3.3 Konventioneller Leitungsbau

Vom Tosbecken wird die Ableitung mit einem Gefälle von ca. 2 % und einem Betonrohr DN 1500 in die Reuss geführt. Aufgrund der Grabentiefe muss eine Baugrubensicherung ausgeführt werden (Spundwand).

6.3.4 Baugrube

Als Baugrubenabschluss sind Spundwände vorgesehen. Der letzte Abschnitt mit kleinerer Überdeckung kann ohne Spundwände ausgeführt werden. Je nach Standfestigkeit des Materials muss in diesem Bereich der Graben gespriesst werden.

6.4 Wirbelfallschacht und Tosbecken

6.4.1 Allgemeines

Die Funktion eines Wirbelfallschachtes (WFS) in der Abwassertechnik besteht darin, einen grösseren Höhenunterschied auf kontrollierte Art und Weise zu überwinden. Dadurch können hydraulische Probleme wie Lufteintrag, Zuschlagen der Leitung, unkontrollierte Energievernichtung - wie sie bei einem herkömmlichen Absturzschacht oder einer Steilleitung auftreten - vermieden werden. Zudem fallen unerwünschte Emissionen (Geruch und Lärm) beim Wirbelfallschacht geringer aus.

Der Wirbelfallschacht besteht im Wesentlichen aus vier Elementen:

Drallkammer: In der Drallkammer wird das zuströmende Wasser auf eine spiralförmige Bahn umgelenkt und ins Fallrohr geleitet. Dabei wird das Wasser an die Ausseiwand gedrückt, sodass es beim Eintritt ins Fallrohr vollständig an der vertikalen Wand anliegt. Vor dem Eintritt in die Drallkammer ist eine Beruhigungsstrecke (mind. 10-mal Rohrdurchmesser) anzuordnen. Auf dieser Strecke sollten keine störenden Einflüsse wie Richtungsänderungen, seitliche Zuflüsse usw. vorhanden sein.

Fallrohr: Im kreisrunden Fallrohr fällt das Wasser nicht einfach hinab, sondern fliesst auf einer spiralförmigen Bahn der Wand entlang nach unten. Durch die Wandreibung wird bereits ein grosser Teil der überschüssigen Energie abgebaut. Zentral ist, dass im Inneren des Fallrohrs stets ein Luftkern frei bleibt, damit die Luftzirkulation gewährleistet ist.

Tosbecken: Im Tosbecken wird die verbleibende Energie des Wassers durch Verwirbelung abgebaut. Sie ist ausreichend gross zu dimensionieren, sodass sich das Wasser vor dem Eintritt in die Ablaufleitung beruhigen und die eingetragene Luft ausgasen kann.

Rezirkulationsleitung: Die freie Luftzirkulation innerhalb des Bauwerkes ist eminent wichtig für die Funktion des Wirbelfallschachtes. Durch das hinunterströmende Wasser wird auch Luft hinuntergezogen. Diese Luft muss die Möglichkeit haben, wieder nach oben zu gelangen. Hierzu dient die Rezirkulationsleitung, eine Verbindung vom

Tosbecken hinauf in die Drallkammer.

Theoretisch funktioniert die Luftzirkulation innerhalb des Wirbelfallschachtes in einem geschlossenen Kreislauf. Um kleine Druckschwankungen ausgleichen zu können, ist dennoch eine Verbindung zur Atmosphäre vorzusehen. An der Oberfläche wird ein Belüftungsschacht platziert, über welchen der Wirbelfallschacht Luft ansaugen oder austragen kann.

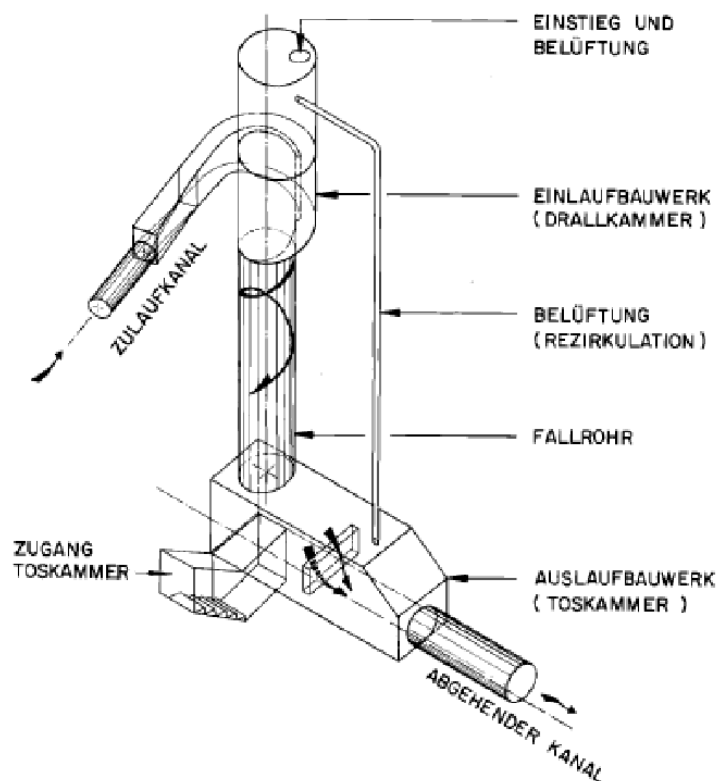


Abbildung 18: Schematische Darstellung der Elemente eines Wirbelfallschachtes (Kellenberger, 1988)

6.4.2 Geometrie des Wirbelfallschachtes

Nach der Drallkammer wird das Wasser nach einer Umdrehung mit 15 % Gefälle ins Fallrohr geführt. Das Fallrohr weist einen Innendurchmesser von 2 m auf. Obwohl mit dem Wirbelfallschacht eine Gesamthöhe von 8.7 m überwunden wird, beträgt die eigentliche Länge des Fallrohres lediglich 2.5 m. Dennoch wird der am Fallrohr angelegter Zufluss mindestens eine volle Umdrehung im Fallrohr durchströmen.

Im Abfluss des Tosbeckens kann die Ausbildung einer Venturi-Einschnürung vorgesehen werden. Dadurch bildet sich bereits bei relativ kleinen Wassermengen ein Wasserpolster unterhalb des Fallrohres, welches als Kolkschutz für die Bodenplatte dient.

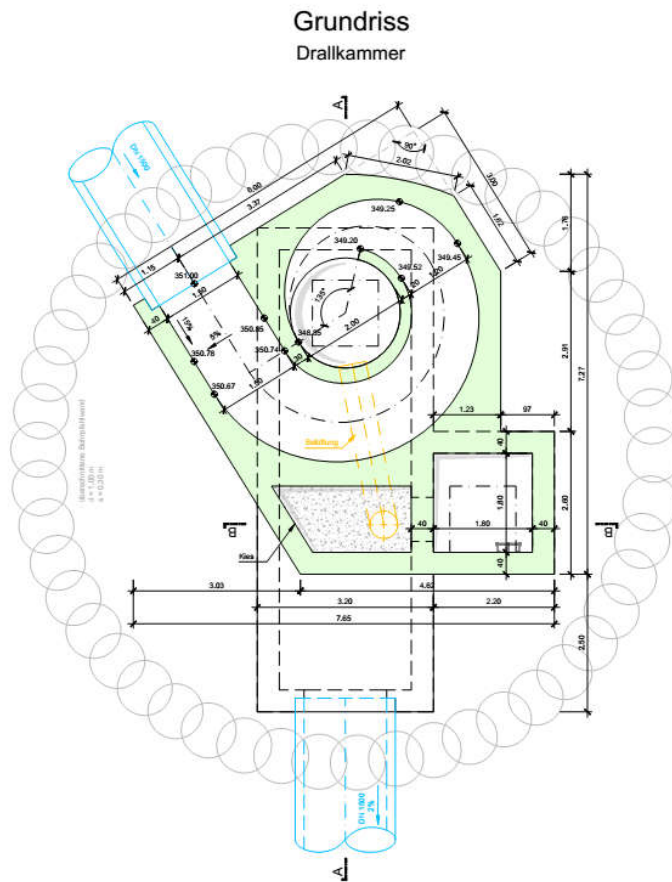


Abbildung 19: Auszug Plan 105 Wirbelfallschacht, Drallkammer

Um einen optimalen Unterhalt zu gewährleisten ist ein Zugang zum Tosbecken vorgesehen.

Die Details der Ausrüstung des Bauwerks (Leitern, Geländer, Einstiegsdeckel, Fallschutz, Beleuchtung, Wasseranschluss usw.) sind im Rahmen der weiteren Projektierung zusammen mit dem Bauherrn und dem Betriebspersonal festzulegen. Wir empfehlen die Erschliessung des Bauwerkes mit einer Strom- und Wasserleitung.

Schnitt A - A

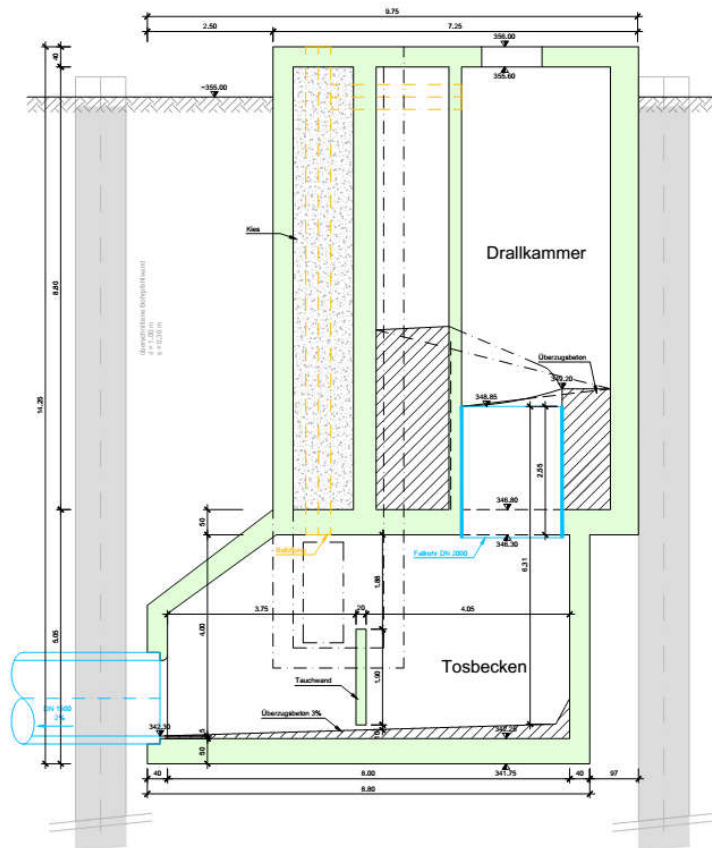


Abbildung 20: Auszug Plan 105 Wirbelfallschacht/Tosbecken

6.4.3 Baugrube

Als Baugrubenabschluss ist eine überschnittene Bohrpfahlwand mit einer Baugrubenaussteifung vorgesehen, am Fuss der Baugrube ist zur Aussteifung eine Betonplatte vorgesehen. Die Bohrpfähle werden mit Durchmesser 1'000 mm, 30 cm überschnitten, jeder zweite Pfahl wird armiert und mit einer Länge von ca. 17 m ausgeführt.

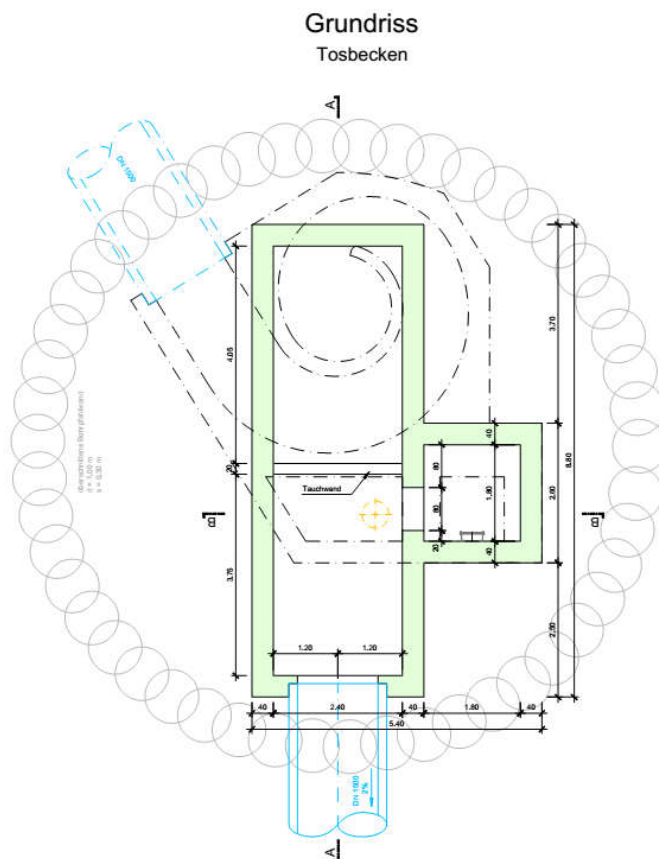


Abbildung 21: Auszug Plan 105 Wirbelfallschacht/Tosbecken, Tosbecken

Die Baugrube dient gleichzeitig als Zielgrube für die Microtunneling-Strecke und als Baugrube für den Wirbelfallschacht/Tosbecken.

Für die Zielgrube muss ein Voraushub erstellt werden und der Bereich der überschrittenen Bohrpfahlwand wird nicht armiert ausgeführt.

Die spezielle Geometrie des Baugrubenabschlusses ergibt sich aufgrund des Platzbedarfes für das Microtunneling und der Geometrie des Wirbelfallschachtes/Tosbeckens. Der Innendurchmesser beträgt 10 m bei einer Tiefe von 13.25 m (UK Bodenplatte).

6.5 Einleitbauwerk

Das Einleitbauwerk wird der vorhandenen Böschung angepasst und unter einem Winkel von 45 Grad zur Reuss ausgeführt. Das Ende des Betonrohrs wird mit Steinen verkleidet. Die Sohle nach dem Betonrohr bis zur Reuss wird mit einer Steinpflasterung inkl. Kolkschutz erstellt.

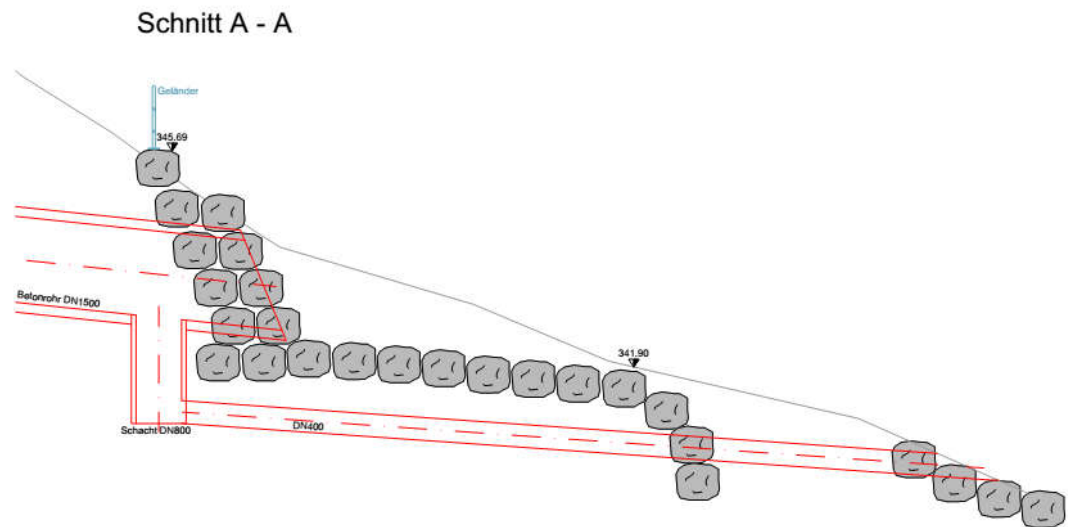


Abbildung 22: Auszug Plan 104 Einleitbauwerk

Der Wasserspiegel HQ₃₀ der Reuss beträgt am Standort der Einleitung ca. 341.87 m ü. M. Die Kote der Einleitung wurde auf 341.90 m ü. M. definiert.

Die Wassermenge der ARA-Rehmatte (146 l/s) wird über einen Schacht und eine separate Ableitung (Dn400) direkt bis in die Reuss abgeleitet.

Die Einleitstelle und der Zutritt ins Auslaufrohr werden gesichert, damit keine Personen in diese Bereiche gelangen können.

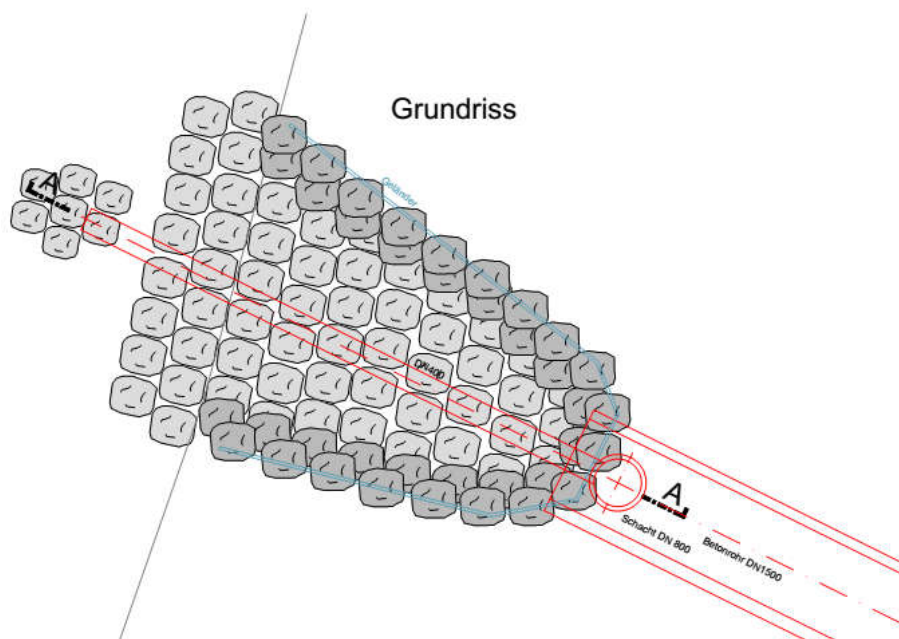


Abbildung 23: Auszug Plan 104 Einleitbauwerk

6.6 Installationsflächen und Baupisten

Die Parzelle der ARA Rehmatte (Nr. 73) steht nach dem Ausbau nur begrenzt als Installationsfläche zur Verfügung. Für den Vortrieb wird eine Installationsfläche von rund 500 m² benötigt. Diese Fläche kann auf den Parzellen Nr. 73 und 75 zur Verfügung gestellt werden. Die Randbedingungen sind mit dem Eigentümer vorgängig abzusprechen.



Abbildung 24: Auszug Plan 106 Installationsflächen

Der notwendige Wasser- und Baustromanschluss (Microtunneling) können voraussichtlich von der ARA Rehmatte aus sichergestellt werden. Der Anschlusswert (Wasser) von 30 m³/h muss in der weiteren Planung mit dem Abwasserverband abgeklärt werden. Der Vortrieb wird mit eigenem Notstromaggregat betrieben. Der notwendige Baustrom kann von der ARA Rehmatte aus sichergestellt werden (125 A).



Abbildung 25: Auszug Plan 106 Installationsflächen

Vom Installationsplatz wird eine Baupiste zum vorhandenen Waldweg erstellt. Dieser Waldweg wird für den Bau der Ableitung ausgebaut. Am Ende bzw. beim Anfang der Baupiste zum Wirbelfallschacht/Tosbecken wird ein Wendeplatz erstellt. Die Baupiste vom bestehenden Waldweg zum Standort des Wirbelfallschachtes/Tosbeckens muss neu ausgeführt werden. In der Zwischenebene ist ein weiterer Installations-/Umschlags- und Wendeplatz geplant. Das letzte Teilstück der Ableitung und das Einleitbauwerk werden entlang des Leitungstrasses erschlossen und kann aufgrund des Gefälles nur z.B. mit Schreitbaggern befahren werden.

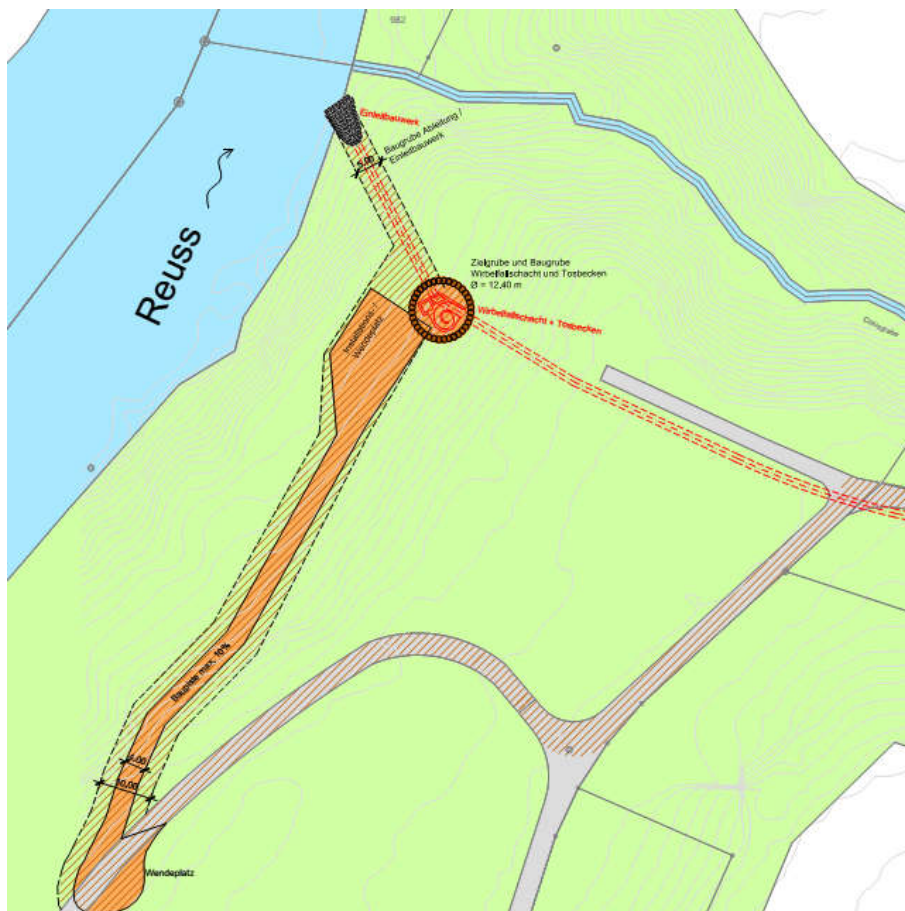


Abbildung 26: Auszug Plan 106 Installationsflächen

Die Baupiste zum Wirbelfallschacht muss nach den Bauarbeiten zurückgebaut werden. Allenfalls kann dieser Weg als Unterhalts- und Waldweg weiter genutzt werden.

6.7 Beanspruchung Waldfläche

Für den Bau der Ableitung und der Bauwerke inkl. Baupisten werden folgende Waldflächen beansprucht:

- Startgrube Vortrieb
- Baupiste (vorhandener Waldweg) und Wendeplatz
- Baupiste vom vorhandenen Wegnetz zum Wirbelfallschacht/Tosbecken
- Installationsfläche/Wendeplatz beim Wirbelfallschacht/Tosbecken
- Baugrube Wirbelfallschacht/Tosbecken
- Baugrube Ableitung Tosbecken-Reuss und Einleitbauwerk



Abbildung 27: Auszug Plan 106 Beanspruchung Waldfläche

Insgesamt werden ca. 2'000 m² Waldfläche gerodet. Zusätzlich werden ca. 1'600 m² Waldfläche im Bereich des Waldweges beansprucht.

Die 2'000 m² werden nach den Bauarbeiten wieder aufgeforstet (ca. im Raster von 3.5 m ein Baum mit Baumschutz).

6.8 Baustellenerschliessung

Die Baustellenerschliessung zum Installationsplatz wird über den vorhandenen Landwirtschaftsweg erfolgen. Dieser wird vorgängig ausgebaut und die vorhandenen Kurven für den Baustellenverkehr angepasst. Die Anpassungen werden nach den Bauarbeiten zurückgebaut und der Weg Instand gestellt.

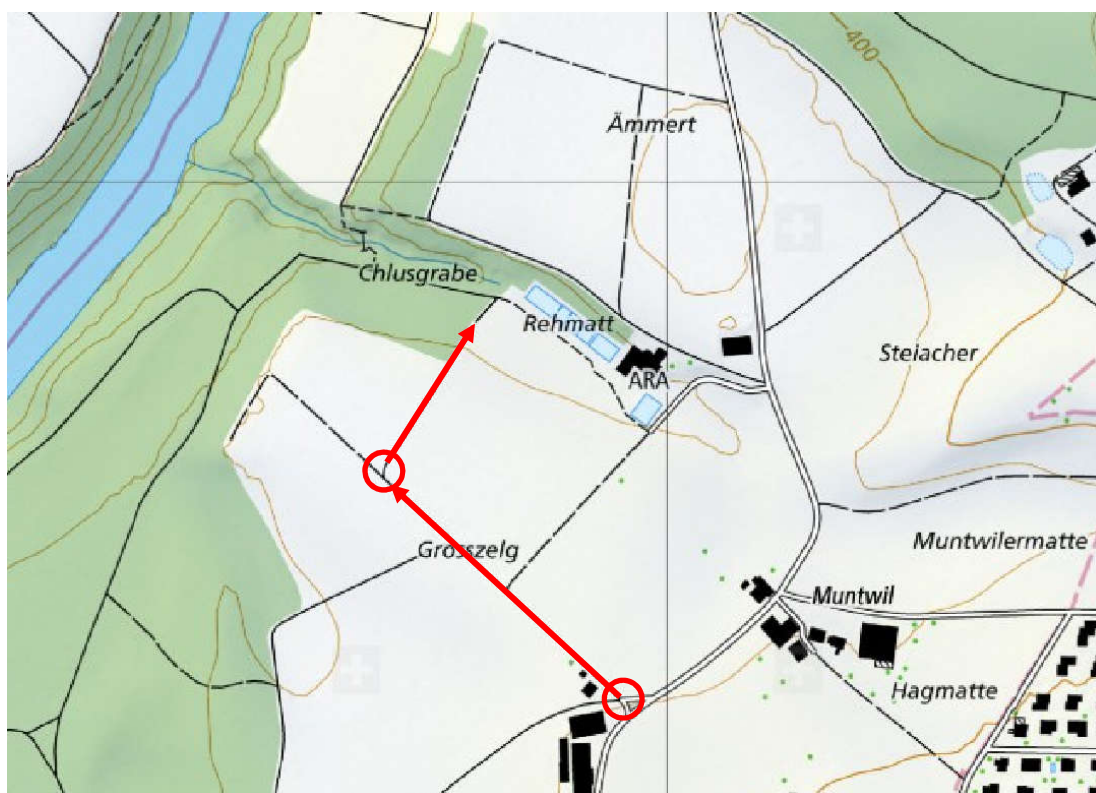


Abbildung 28: Situation Baustellenerschliessung zum Installationsplatz

6.9 Option Ableitung 5 m³/s

Nachfolgend wird die Ableitung für 5 m³/s beschrieben. Die bedeutet, dass 5 m³/s inkl. gereinigtes Abwasser der ARA Rehmatte über eine Ableitung und bei grösseren Abflüssen bis zu 5 m³/s über den Chlusgraben abfliessen.

6.9.1 Hydraulische Berechnung

Eine Ableitung für 5 m³/s kann im ersten flachen Abschnitt mit einem Betonrohr DN 1100 konventionell erstellt werden.

Tabelle 8: Parameter und Ergebnis der Normalabflussberechnung (5 m³/s)

ROHR (nach STRICKLER)
Konventionelle Ableitung
für schiessende Verhältnisse

		Rohr			Vollfüllung	
		NW (mm)	Gefälle (‰)	K (-)	Q (l/s)	V (m/s)
		1'100	29.0	85	5'817.2	6.121

Hteil	mm	850	0	0	0	0
Qteil	l/s	5'184.9	-	-	-	-
Vteil	m/s	6.580	-	-	-	-
H _{Krit}	m	1.256	-	-	-	-
Energiehöhe	m	2.207	-	-	-	-
FR-Zahl	-	2.18	-	-	-	-
Fliesszustand	-	schiessend	-	-	-	-
Freispiegeltg.	-	i. O.	-	-	-	-
Schleppspannung	N/m²	87.19	-	-	-	-

Der zweite Abschnitt zum Wirbelfallschacht/Tosbecken ist mit einem Gefälle von 50 % sehr steil. Die Luftaufnahme des Abwassers muss für diesen Teilbereich in der weiteren Projektierung für den Leitungsdurchmesser und für die Belüftung berechnet und berücksichtigt werden.

6.9.2 Baumassnahmen

Das Abnahmebauwerk kann analog zur Hauptvariante erstellt werden. Einzig die Zwischenwand in der Ableitung vom Regenbecken muss so dimensioniert werden, dass bis zu 5 m³/s in die Ableitung fliessen und danach die Entlastung zum Chlusgraben anspringt.

Der Leitungsbau für die Ableitung bis zum Wirbelfallschacht wird konventionell ausgeführt. Der vorhandene Waldweg wird als Baupiste genutzt. Im Knick zwischen dem flachen und sehr steilen Bereich muss allenfalls ein Belüftungsschacht angeordnet werden.

Die Bauarbeiten für die Baugrube (überschnittene Bohrpfahlwand) und den Wirbelfallschacht/Tosbecken fallen zur Hauptvariante (10 m³/s) in den Dimensionen gering kleiner aus. Die zu überwindende Höhe im Wirbelfallschacht/Tosbecken bleibt die Gleiche.

Das Letzte Teilstück vom Tosbecken in die Reuss kann mit einem Betonrohr DN 1200 anstelle des DN 1500 ausgeführt werden. Die Grabentiefe ist die Gleiche. Die Aufwendungen für die Baugrube und den Leitungsbau sind vergleichbar.

Die Baupiste zum Wirbelfallschacht/Tosbecken wird analog der Hauptvariante ausgeführt.

6.10 Option Ableitung 146 l/s

Für die Ableitung des gereinigten Abwasser der ARA Rehmatte (146 l/s) werden zwei Optionen geprüft:

- konventioneller Leitungsbau
- Spülbohrung

6.10.1 Hydraulische Berechnung

Eine Ableitung für 146 l/s kann mit einem Rohr DN 400 erstellt werden.

Tabelle 9: Parameter und Ergebnis der Normalabflussberechnung (146 l/s)

ROHR (nach STRICKLER)

Konventionelle Ableitung
für schiessende Verhältnisse

Rohr	Vollfüllung	
	NW (mm)	Gefälle (‰)
400	25.0	85

		Q (l/s)	V (m/s)
Hteil	mm	200	0
Qteil	l/s	181.9	-
Vteil	m/s	2.895	-
H _{Krit}	m	0.303	-
Energiehöhe	m	0.427	-
FR-Zahl	-	2.30	-
Fliesszustand	-	schiessend	-
Freispiegelh.	-	i. O.	-
Schleppspannung	N/m ²	24.53	-

Der erste Bereich ist bei einer konventionellen Ausführung relativ flach. Der zweite und dritte Abschnitt zur Zwischenfläche bzw. zum Tosbecken, welches sich im unteren Bereich der Reussböschung befindet, sind sehr steil. Die Luftaufnahme des Abwassers muss für diesen Teilbereich in der weiteren Projektierung berechnet und berücksichtigt werden.

6.10.2 Baumassnahmen konventioneller Leitungsbau

Beim konventionellen Leitungsbau muss die Leitung vom Auslauf der ARA Rehmatte unter der Ableitung vom Regenbecken geführt werden.

Der Leitungsbau für die Ableitung bis zum Tosbecken wird konventionell ausgeführt. Im Knick zwischen dem flachen und sehr steilen Bereich, sowie in der Zwischenebene müssen allenfalls Belüftungsschächte angeordnet werden.

Der Leitungsbau in den steilen Bereichen wird z.B. mit Schreitbagger ausgeführt. Das Leitungstrasse kann ebenfalls als Baupiste genutzt werden.

6.10.3 Baumassnahmen Spülbohrung

Die Spülbohrung kann vom Auslauf der ARA Rehmatte direkt zum Tosbecken ausgeführt werden. Es sind Anpassungsarbeiten beim Auslauf der ARA Rehmatte notwendig. Für die Spülbohrung muss die vorhandene Geologie bekannt sein. Baugrunduntersuchungen sind für die weitere Projektierung zwingend notwendig.

6.10.4 Baumassnahmen Tosbecken

Das Tosbecken befindet sich bei beiden Untervarianten in der Reussböschung. Die Zugänglichkeit ist schwierig. Damit nicht aufwendig eine Baupiste bis zum Tosbecken erstellt werden muss, kann das Material für die Erstellung des Tosbeckens mit dem Helikopter antransportiert werden.

7 MASSNAHMEN AUS REGENÜBERLAUFKONZEPT (BEILAGE 1)

Eine Vorentlastung des Regenbeckens Rehmatte ist sinnvoll, um das Becken und den unzureichend dimensionierten Speicherkanal (gemäss GEP) hydraulisch zu entlasten. Eine Drosselwassermenge von 700 l/s ist der von 1'400 l/s vorzuziehen, da so die STORM-Richtlinien bezüglich Oberflächenbeschickung, der horizontalen Geschwindigkeit und der Belastung der Überfallkante eingehalten werden können. Ein Umbau des Fangbeckens in ein Durchlaufbecken (Variante 3) ist nicht nötig, da dieser einen geringen Nutzen aufweist. Durch die tiefere vertikale Geschwindigkeitsverteilung wird im Becken weniger GUS aufgewirbelt und entlastet. Vor allem bei zwei kurz nacheinander folgenden Regenereignissen wird so der GUS nicht ausgespült. Die Wahl der definitiven Drosselwassermenge ist vor der Ausführung mit den Betriebserfahrungen noch genauer abzustimmen.

Eine mögliche Vorentlastung ist in Abbildung 29 dargestellt. Bei der Überfallkante der beiden Klärbecken wird ein selbstregulierender Klärüberlauf installiert, welcher den Abfluss auf rund 700 - 1'400 l/s beschränkt. Dadurch staut sich das Wasser im Becken auf und durch eine neue Überfallkante gelangt das überschüssige Wasser direkt in den Entlastungskanal. Dieser kann gut in das bestehende Bauwerk eingefügt werden und wird mit der Entlastungsleitung des Regenbeckens zusammengeführt. Eine Tauchwand vor der Überfallkante reduziert die Entlastung von schwimmenden Stoffen. Eine solche Drosselung wurde bereits im Regenbecken Wikon LU (Einzugsgebiet der ARA Zofingen) installiert und funktioniert zuverlässig.

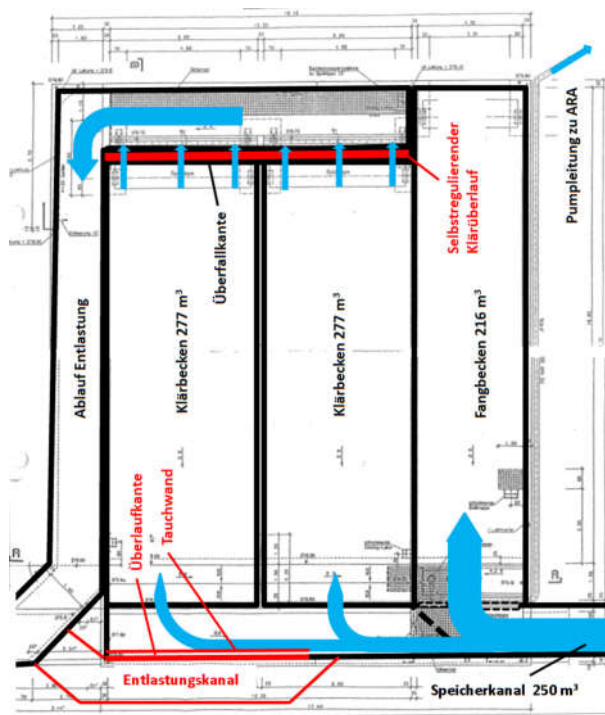


Abbildung 29: Die vorgeschlagene Vorentlastung ist rot eingezeichnet und hat eine Drosselwassermenge von 700 - 1400 l/s

Die Kostenberechnungen für den Umbau des Regenbeckens sind nicht Bestandteil dieses Projektes und in den nachfolgenden Zusammenstellungen nicht aufgeführt!

8 BAUABLAUF

8.1 Bauablauf

Für die Erstellung der Ableitung ist folgender grobe Bauablauf vorgesehen:

- 1 Rodungen
- 2 Baustelleninstallationen und Baupisten
- 3 Baugrube Wirbelfallschacht, überschchnittene Bohrpfahlwand
- 4 Startgrube Microtunneling
- 5 Microtunneling DN 1500
- 6 Wirbelfallschacht und Tosbecken (Aushub, Betonarbeiten und Auffüllungen)
- 7 Baugrube Ableitung Tosbecken - Reuss
- 8 Ableitung Tosbecken - Reuss (Aushub, Leitung und Auffüllungen)
- 9 Einleitbauwerk
- 10 Fertigstellungs- und Instandsetzungsarbeiten
- 11 Aufforstungen

9 KOSTEN

9.1 Kostenbasis

Die im Kostenvoranschlag ausgewiesenen Kosten basieren auf Erfahrungswerten aus ähnlichen Projekten. Für den Microtunneling-Vortrieb wurde eine Richtofferte eingeholt.

Preisbasis ist August 2017. Die Kostengenaugigkeit beträgt $\pm 15\%$.

9.2 Kostenvoranschlag

9.2.1 Kostenvoranschlag (10 m³/s)

Arbeitsgattung	CHF	CHF
1. Hauptarbeiten		3'125'000
Rodungen	40'000	
Baumeisterarbeiten	670'000	
Spezialtiefbau	810'000	
Microtunneling	1'250'000	
Instandsetzungsarbeiten	60'000	
Schlosser	10'000	
Verschiedenes und Unvorhergesehenes (ca. 10 %)	285'000	
2. Honorar und Baunebenkosten		655'000
Ingenieurhonorar und Bauleitung (ca. 15 %)	470'000	
Baunebenkosten	125'000	
Verschiedenes und Unvorhergesehenes (ca. 10 %)	60'000	
3. Entschädigungen		20'000
Total exkl. MwSt.		3'800'000
Mehrwertsteuer 8 %		300'000
Total inkl. MwSt.		4'100'000

Der detaillierte Kostenvoranschlag ist im Anhang 2 ersichtlich.

9.2.2 Kostenvoranschlag (5 m³/s)

Arbeitsgattung	CHF	CHF
1. Hauptarbeiten		2'335'000
Rodungen	66'000	
Baumeisterarbeiten	1'220'000	
Spezialtiefbau	760'000	
Instandsetzungsarbeiten	65'000	
Schlosser	10'000	
Verschiedenes und Unvorhergesehenes (ca. 10 %)	214'000	
2. Honorar und Baunebenkosten		490'000
Ingenieurhonorar und Bauleitung (ca. 15 %)	350'000	
Baunebenkosten	95'000	
Verschiedenes und Unvorhergesehenes (ca. 10 %)	45'000	
3. Entschädigungen		20'000
Total exkl. MwSt.		2'845'000
Mehrwertsteuer 8 %		225'000
Total inkl. MwSt.		3'070'000

Der detaillierte Kostenvoranschlag ist im Anhang 2 ersichtlich.

9.2.3 Kostenvoranschlag (146 l/s)

Für die Ableitung des gereinigten Abwassers der ARA Rehmatte (146 l/s) wurden Kosten von zwei Varianten berechnet:

- Konventioneller Leitungsbau
- Spülbohrung

Kostenvoranschlag konventioneller Leitungsbau (146 l/s)

Arbeitsgattung	CHF	CHF
1. Hauptarbeiten		730'000
Rodungen	50'000	
Baumeisterarbeiten	565'000	
Instandsetzungsarbeiten	40'000	
Schlosser	10'000	
Verschiedenes und Unvorhergesehenes (ca. 10 %)	65'000	
2. Honorar und Baunebenkosten		215'000
Ingenieurhonorar und Bauleitung (ca. 15 %)	110'000	
Baunebenkosten	85'000	
Verschiedenes und Unvorhergesehenes (ca. 10 %)	20'000	
3. Entschädigungen		20'000
Total exkl. MwSt.		965'000
Mehrwertsteuer 8 %		75'000
Total inkl. MwSt.		1'040'000

Kostenvoranschlag Spülbohrung (146 l/s)

Arbeitsgattung	CHF	CHF
1. Hauptarbeiten		785'000
Rodungen	20'000	
Baumeisterarbeiten	230'000	
Spezialtiefbau	420'000	
Instandsetzungsarbeiten	35'000	
Schlosser	10'000	
Verschiedenes und Unvorhergesehenes (ca. 10 %)	70'000	
2. Honorar und Baunebenkosten		225'000
Ingenieurhonorar und Bauleitung (ca. 15 %)	120'000	
Baunebenkosten	85'000	
Verschiedenes und Unvorhergesehenes (ca. 10 %)	20'000	
3. Entschädigungen		20'000
Total exkl. MwSt.		1'030'000
Mehrwertsteuer 8 %		80'000
Total inkl. MwSt.		1'110'000

Die detaillierten Kostenvoranschläge sind im Anhang 2 ersichtlich.

9.3 Vorschlag für Kostenaufteilung

Die Ableitung des ARA Ablaufes ist eine Aufgabe des ARA Zweckverbandes. Das Regenbecken gehört nur den beiden Verbandsgemeinden Baden-Rütihof und Fislisbach, welche somit die Kosten für die grosskalibrige Ableitung des Regenwassers tragen müssen. Nach der Definition der auszuführenden Variante ist somit ein angemessener Kostenteiler für dieses Projekt zu vereinbaren.

10 WEITERES VORGEHEN UND TERMINE

Aus heutiger Sicht kann für das weitere Vorgehen nachfolgender Zeitplan vorgeschlagen werden:

Vernehmlassung Vorprojekt im Abwasserverband und der kant. Verwaltung	bis Frühling 2018
Ausarbeitung Bauprojekt	Herbst 2018
Bewilligung/Kredit	Sommer 2019
Ausführungsprojekt/Ausschreibung	Herbst 2019
Bauarbeiten Ableitung	ab Winter 2019/20

HOLINGER AG

Baden, 31. August 2017

Gian Andri Levy
Projektleiter
gian.levy@holinger.com
056 484 85 15

Claudio Derungs
Projektingenieur
claudio.derungs@holinger.com
056 484 85 31

Anhang 1

Hydraulische Berechnungen Wirbelfallschacht/Tosbecken

ROHR (nach STRICKLER)

Wirbelfallschacht
für schiessende Verhältnisse

		Rohr NW (mm)	Gefälle (‰)	K (-)	Vollfüllung Q (l/s)	V (m/s)
		1'500	70.3	85	20'715.4	11.723
Hteil	mm	750	0	0	0	0
Qteil	l/s	10'357.7	-	-	-	-
Vteil	m/s	11.723	-	-	-	-
H _{Krit}	m	1.643	-	-	-	-
Energiehöhe	m	7.004	-	-	-	-
FR-Zahl	-	4.80	-	-	-	-
Fliezzustand	-	schiessend	-	-	-	-
Freispegeltg.	-	i. O.	-	-	-	-
Schleppspannung	N/m ²	258.74	-	-	-	-

Dimensionierung Wirbelfallschacht

Zufluss (schiessend)

g	m/s ²	9.81	
bo	m	1.5	i.O.
Jso	[-]	70.3	
QA	m ³ /s	10.4	
KSt	[-]	85	

1 Abflussverhalten

Froude Zahl	[-]	4.80	schiessend
η	[-]	1.20	

2 Schachtdurchmesser

ds >	m	1.94	
gew ds	m	2.00	i.O.
R	m	1.00	
v max	m/s	17.56	i.O.
Fallhöhe	m	2.00	

3 Geometrie des Einlaufbauwerkes

s	m	0.20	
d = c (VSA)	m	1.20	i.O.
a	m	2.80	i.O.

Kontrolle

a >	m	2.40	f(R,s,d)
a <	m	3.20	f(R,s)

b >	m	0.80	f(R)
b <	m	2.00	f(R)

d = c (VSA) >	m	0.80	f(R)
d = c (VSA) <	m	2.00	f(R)

R1	m	2.60	f(R,s,d,a)
R2	m	1.70	f(R,s,d)
R3	m	1.25	f(R,s,d,a)
R4	m	1.20	f(R,s)

e1	m	0.20	f(a,R1)
e2	m	0.70	f(R,s,d,R2)
e3	m	0.05	f(a,b,R3)
s1	m	0.30	f(a,b,R)

JsoE	/1000	150.00	
Max. Wassertiefe hM	m	4.62	Formel bei ATV

Maximale Breite BW m 5.50 Wand von 2'15 cm berücksichtigt

4 Geometrie des Auslaufbauwerkes

S = 4 * D	m	8.00	
T = 2 * D	m	4.00	
B = 1.2 * D	m	2.40	
Se = 1.5 * D	m	3.00	

5 Lufttransport

QA	m ³ /s	10.4	
----	-------------------	------	--

Einstau des Fallrohres

Ql	m ³ /s	0.228	
----	-------------------	-------	--

Beta L	[-]	0.0	
--------	-----	-----	--

Q tot	m ³ /s	10.586	
-------	-------------------	--------	--

Freier Austritt am Ende des Fallrohres

Ql	m ³ /s	0.7	
----	-------------------	-----	--

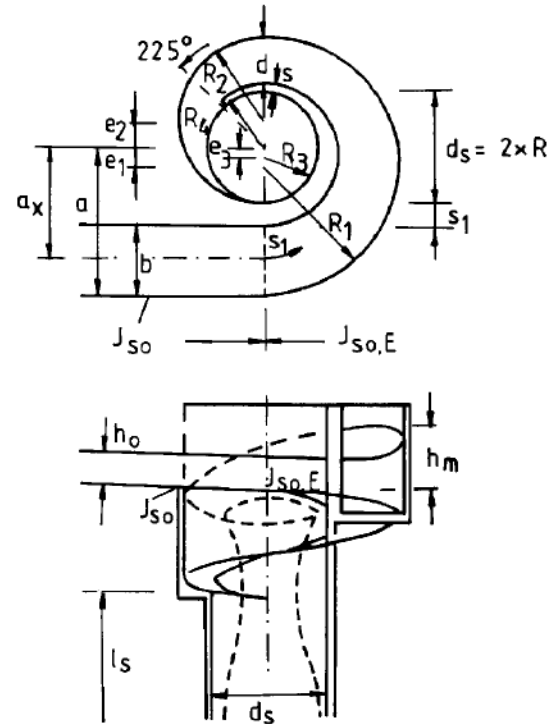
Beta L	[-]	0.1	
--------	-----	-----	--

Q tot	m ³ /s	11.047	
-------	-------------------	--------	--

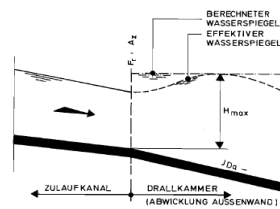
Gemäss P.Volkart

Ql/QA	[-]	0.2	
-------	-----	-----	--

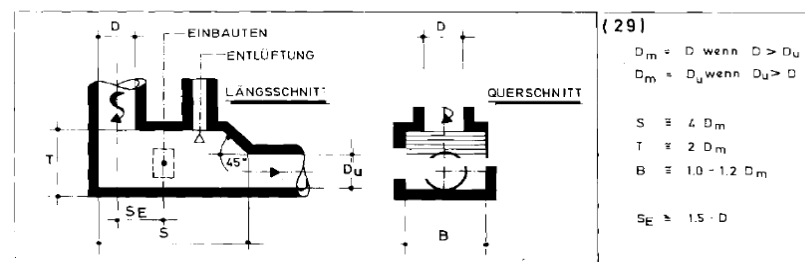
Ql	m ³ /s	2.072	
----	-------------------	-------	--

2.575
1.675
1.225
1.15

$$h_M / R_1 = \left[\sqrt{2} \cdot Q_A / (g \cdot b \cdot h_0 \cdot R_1^3)^{1/2} - (1/2) J_{soE} \right] (1.1 + 0.15 \cdot Fr_0)$$



Dabei wird angenommen, dass die Höhe des Wasserpiegels in der Drallkammer konstant bleibt und im Betrag h_{max} über der Sohlkote des Einlaufes liegt. Für h_{max} gilt aufgrund der umfangreichen Modelluntersuchungen

$$h_{max} = [0.15 Fr + 1.10] \cdot [Q \cdot (0.5 \cdot A_2 \cdot R_1 \cdot g)^{-1/2} - 0.5 \cdot R_1 \cdot J_{soE}] \quad (19)$$


(29)

$$D_m = D \text{ wenn } D > D_u$$

$$D_m = D_u \text{ wenn } D_u > D$$

$$S \approx 4 \cdot D_m$$

$$T \approx 2 \cdot D_m$$

$$B \approx 1.0 - 1.2 \cdot D_m$$

$$S_E \approx 1.5 \cdot D$$

DIM_Wirbelfallschacht_Tosbecken

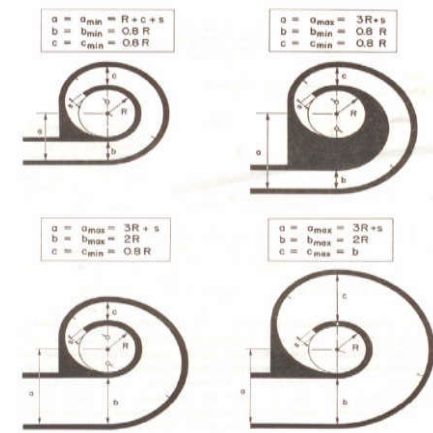
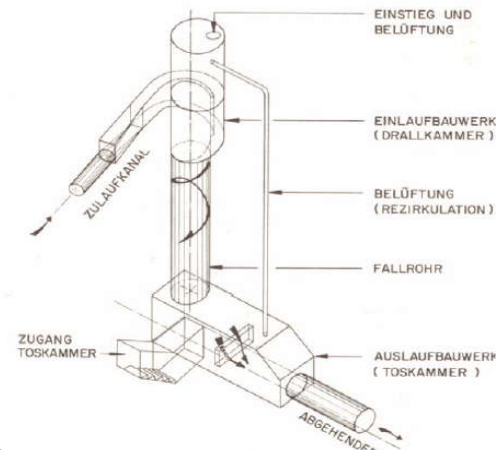
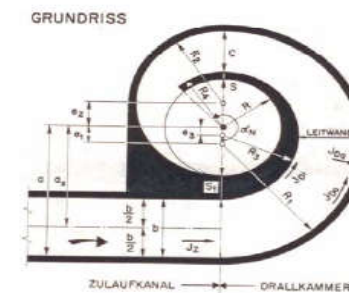


Abbildung A.1.5: Drallkammer für schiessenden Zufluss



BERECHNUNG:

$$R_1 = (a + R + s + c) / 2$$

$$R_2 = (2R + s + c) / 2$$

$$R_3 = (a + R + s - b) / 2$$

$$R_4 = R + s$$

$$e_1 = a - R_1$$

$$e_2 = R + s + c - R_2$$

$$e_3 = a - b - R_3$$

$$s_1 = a - b - R$$

KONTROLLE:

$$(R + s + c) = a = (3R + s)$$

$$0.8 R = b = 2R$$

$$0.8 R = c = 2R$$

RANDBEDINGUNGEN:

$$J_{2krit} \leq J_z \leq 30 \%$$

$$5\% \leq J_{Dg} \leq 30 \%$$

$$J_{Dg} \approx 0$$

$$\alpha_N = 225 \text{ DEG}$$

OPTIMAL:

$$10\% \leq J_{Dg} \leq J_z$$

c, b KLEIN

WAHL:

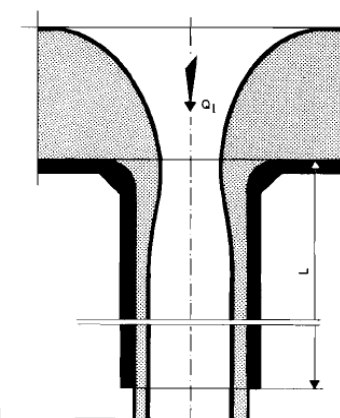
R, b FÜR HYDRAULIK

a, c, s, J_{Dg}, J_{Dg} FÜR BAUTECHNIK

Abbildung 1.8: Drallkammer für schiessende Zuströmung (Fr ≥ 1.5).
Man beachte die längere innere Leitwand, die so genannte „Nase“, welche nach innen reflexierte Strömungsanteile ebenfalls auf die Spiralbahn entlang des Fallrohres lenkt.

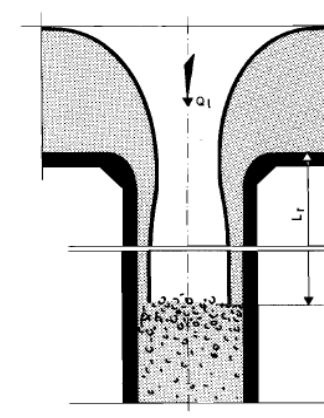
2.6.2.2. Freier Austritt am Ende des Fallrohres

$$Q_L = 0.04 \cdot \left(\frac{L_r}{D} \right)^{2/3} \cdot \left(v_{\text{grenz}} \cdot \frac{D^2 \eta}{4} - Q \right), \text{ wobei } Q \leq Q_{\text{max}}$$



2.6.2.3. Einstau des Fallrohres

$$Q_L = 0.022 \cdot \left(\frac{L_r}{D} \right)^{3/5} \cdot Q$$



Anhang 2

Kostenvoranschlag 10 m³/s

Kostenvoranschlag 5 m³/s

Kostenvoranschlag konventioneller Leitungsbau 146 l/s

Kostenvoranschlag Spülbohrung 146 l/s

D4401 ARA Rehmatte - Ableitung ARA und RKB in Reuss

Kostenvoranschlag (10 m³/s)

Plangrundlagen: Vorprojekt D4401, Stand August 2017
Preisbasis: August 2017
Kostengenauigkeit: +/- 15 %

1. Hauptarbeiten		2'840'000.00	CHF
Rodungen	40'000.00	40'000.00	
Baumeisterarbeiten		670'000.00	
Baustellenerschliessung	130'000.00		
Startgrube	10'000.00		
Abnahmebauwerk / Anpassungen best. Ableitung Regenbecken	25'000.00		
Wirbelfallschacht	390'000.00		
Strom- und Wasseranschluss ARA Rehmatte bis Wirbelfallschacht/Tosbecken	50'000.00		
Konventioneller Leitungsbau Ableitung	40'000.00		
Einleitbauwerk	25'000.00		
Spezialtiefbau		810'000.00	
Zielgrube / Grube für Wirbelfallschacht, überschnittene Bohrpfahlwand	650'000.00		
Spundwand Ableitung Wirbelfallschacht - Reuss	160'000.00		
Microtunneling		1'250'000.00	
Microtunneling-Vortrieb Di 1500 (260 m)	1'250'000.00		
Instandsetzungsarbeiten		60'000.00	
Rückbau und Instandsetzung Baupiste	20'000.00		
Instandsetzung Zufahrtsstrassen	30'000.00		
Aufforstungen	10'000.00		
Schlosser		10'000.00	
Zaun Einleitbauwerk	10'000.00		
Verschiedenes und Unvorhergesehenes		285'000.00	CHF
Verschiedenes und Unvorhergesehenes (ca. 10 %)	285'000.00		
Total Hauptarbeiten		3'125'000.00	CHF
2. Honorare und Baunebenkosten		595'000.00	CHF
Projektierung und Bauleitung		470'000.00	
Ingenieurhonorar und Bauleitung (ca. 15 %)	470'000.00		
Bestandesaufnahmen		10'000.00	
Terrain- und Situationsaufnahmen (best. Bauwerke, Kontrollschächte usw.)	10'000.00		
Baugrunduntersuchungen		50'000.00	
Sondierbohrungen	30'000.00		
Baugrunduntersuchungen	20'000.00		
Vorsorgliche Dokumentation		5'000.00	
Bestandesaufnahmen Strassen	5'000.00		
Absteckungen, Kontrollen		20'000.00	
Absteckungen und Kontrollen, inkl. Erstellen Werkfixpunktnetz	10'000.00		
Kontrollvermessung Microtunneling-Vortrieb	10'000.00		
Gebühren		30'000.00	
Baubewilligungsverfahren	30'000.00		
Versicherungen		10'000.00	
Bauversicherung	10'000.00		
Verschiedenes und Unvorhergesehenes		60'000.00	CHF
Verschiedenes und Unvorhergesehenes (ca. 10 %)	60'000.00		
Total Honorare und Baunebenkosten		655'000.00	CHF
3. Entschädigungen		20'000.00	CHF
Entschädigungen		20'000.00	
Entschädigungen Grundeigentümer (Inanspruchnahme von Privatterrain, Ertragsausfall, Inkonvenienzen, usw.)	20'000.00		
Total exkl. MwSt.		3'800'000.00	CHF
Mehrwertsteuer 8.0 % (gerundet)		300'000.00	CHF
TOTAL inkl. MwSt.		4'100'000.00	CHF

D4401 ARA Rehmatte - Ableitung ARA und RKB in Reuss

Kostenvoranschlag (5 m³/s)

Plangrundlagen: Vorprojekt D4401, Stand August 2017
Preisbasis: August 2017
Kostengenaugkeit: +/- 15 %

1. Hauptarbeiten		2'121'000.00	CHF
Rodungen		66'000.00	
Rodungen	66'000.00		
Baumeisterarbeiten		1'220'000.00	
Baustellenerschliessung	130'000.00		
Abnahmebauwerk / Anpassungen best. Ableitung Regenbecken	25'000.00		
Konventioneller Leitungsbau bis Wirbelfallschacht	600'000.00		
Wirbelfallschacht	350'000.00		
Strom- und Wasseranschluss ARA Rehmatte bis Wirbelfallschacht/Tosbecken	50'000.00		
Konventioneller Leitungsbau Ableitung	40'000.00		
Einleitbauwerk	25'000.00		
Spezialtiefbau		760'000.00	
Zielgrube / Grube für Wirbelfallschacht, überschnittene Bohrpfahlwand	600'000.00		
Spundwand Ableitung Wirbelfallschacht - Reuss	160'000.00		
Instandsetzungsarbeiten		65'000.00	
Rückbau und Instandsetzung Baupiste	20'000.00		
Instandsetzung Zufahrtsstrassen	30'000.00		
Aufforstungen	15'000.00		
Schlosser		10'000.00	
Zaun Einleitbauwerk	10'000.00		
Verschiedenes und Unvorhergesehenes		214'000.00	CHF
Verschiedenes und Unvorhergesehenes (ca. 10%)	214'000.00		
Total Hauptarbeiten		2'335'000.00	CHF
2. Honorare und Baunebenkosten		445'000.00	CHF
Projektierung und Bauleitung		350'000.00	
Ingenieurhonorar und Bauleitung (ca. 15%)	350'000.00		
Bestandesaufnahmen		10'000.00	
Terrain- und Situationsaufnahmen (best. Bauwerke, Kontrollschächte usw.)	10'000.00		
Baugrunduntersuchungen		30'000.00	
Sondierbohrungen	20'000.00		
Baugrunduntersuchungen	10'000.00		
Vorsorgliche Dokumentation		5'000.00	
Bestandesaufnahmen Strassen	5'000.00		
Absteckungen, Kontrollen		10'000.00	
Absteckungen und Kontrollen, inkl. Erstellen Werkfixpunktnetz	10'000.00		
Gebühren		30'000.00	
Baubewilligungsverfahren	30'000.00		
Versicherungen		10'000.00	
Bauversicherung	10'000.00		
Verschiedenes und Unvorhergesehenes		45'000.00	CHF
Verschiedenes und Unvorhergesehenes (ca. 10%)	45'000.00		
Total Honorare und Baunebenkosten		490'000.00	CHF
3. Entschädigungen		20'000.00	CHF
Entschädigungen		20'000.00	
Entschädigungen Grundeigentümer (Inanspruchnahme von Privatterrain, Ertragsausfall, Inkonvenienzen, usw.)	20'000.00		
Total exkl. MwSt.		2'845'000.00	CHF
Mehrwertsteuer 8.0 % (gerundet)		225'000.00	CHF
TOTAL inkl. MwSt.		3'070'000.00	CHF

D4401 ARA Rehmatte - Ableitung ARA und RKB in Reuss

Kostenvoranschlag konventioneller Leitungsbau (146 l/s)

Plangrundlagen: Vorprojekt D4401, Stand August 2017
Preisbasis: August 2017
Kostengenaugigkeit: +/- 15 %

1. Hauptarbeiten		665'000.00	CHF
Rodungen	50'000.00	50'000.00	
Baumeisterarbeiten		565'000.00	
Baustellenerschliessung	70'000.00		
Abnahmebauwerk / Anpassungen Auslauf ARA	10'000.00		
Konventioneller Leitungsbau bis Tosbecken	330'000.00		
Tosbecken	100'000.00		
Strom- und Wasseranschluss ARA Rehmatte bis Tosbecken	50'000.00		
Einleitbauwerk	5'000.00		
Instandsetzungsarbeiten		40'000.00	
Rückbau und Instandsetzung Baupiste	10'000.00		
Instandsetzung Zufahrtsstrassen	20'000.00		
Aufforstungen	10'000.00		
Schlosser		10'000.00	
Zaun Einleitbauwerk	10'000.00		
Verschiedenes und Unvorhergesehenes		65'000.00	CHF
Verschiedenes und Unvorhergesehenes (ca. 10%)	65'000.00		
Total Hauptarbeiten		730'000.00	CHF
2. Honorare und Baunebenkosten		195'000.00	CHF
Projektierung und Bauleitung		110'000.00	
Ingenieurhonorar und Bauleitung (ca. 15%)	110'000.00		
Bestandesaufnahmen		10'000.00	
Terrain- und Situationsaufnahmen (best. Bauwerke, Kontrollschächte usw.)	10'000.00		
Baugrunduntersuchungen		20'000.00	
Sondierbohrungen	10'000.00		
Baugrunduntersuchungen	10'000.00		
Vorsorgliche Dokumentation		5'000.00	
Bestandesaufnahmen Strassen	5'000.00		
Absteckungen, Kontrollen		10'000.00	
Absteckungen und Kontrollen, inkl. Erstellen Werkfixpunktnetz	10'000.00		
Gebühren		30'000.00	
Baubewilligungsverfahren	30'000.00		
Versicherungen		10'000.00	
Bauversicherung	10'000.00		
Verschiedenes und Unvorhergesehenes		20'000.00	CHF
Verschiedenes und Unvorhergesehenes (ca. 10%)	20'000.00		
Total Honorare und Baunebenkosten		215'000.00	CHF
3. Entschädigungen		20'000.00	CHF
Entschädigungen		20'000.00	
Entschädigungen Grundeigentümer (Inanspruchnahme von Privatterrain, Ertragsausfall, Inkonvenienzen, usw.)	20'000.00		
Total exkl. MwSt.		965'000.00	CHF
Mehrwertsteuer 8.0 % (gerundet)		75'000.00	CHF
TOTAL inkl. MwSt.		1'040'000.00	CHF

D4401 ARA Rehmatte - Ableitung ARA und RKB in Reuss

Kostenvoranschlag Spülbohrung (146 l/s)

Plangrundlagen: Vorprojekt D4401, Stand August 2017
Preisbasis: August 2017
Kostengenauigkeit: +/- 15 %

1. Hauptarbeiten		715'000.00	CHF
Rodungen	20'000.00	20'000.00	
Baumeisterarbeiten		230'000.00	
Baustellenerschliessung	70'000.00		
Abnahmebauwerk / Anpassungen Auslauf ARA	5'000.00		
Tosbecken	100'000.00		
Strom- und Wasseranschluss ARA Rehmatte bis Tosbecken	50'000.00		
Einleitbauwerk	5'000.00		
Spezialtiefbau		420'000.00	
Spülbohrung DN400, 300 m	420'000.00		
Instandsetzungsarbeiten		35'000.00	
Rückbau und Instandsetzung Baupiste	10'000.00		
Instandsetzung Zufahrtsstrassen	20'000.00		
Aufforstungen	5'000.00		
Schlosser		10'000.00	
Zaun Einleitbauwerk	10'000.00		
Verschiedenes und Unvorhergesehenes		70'000.00	CHF
Verschiedenes und Unvorhergesehenes (ca. 10%)	70'000.00		
Total Hauptarbeiten		785'000.00	CHF
2. Honorare und Baunebenkosten		205'000.00	CHF
Projektierung und Bauleitung		120'000.00	
Ingenieurhonorar und Bauleitung (ca. 15%)	120'000.00		
Bestandesaufnahmen		10'000.00	
Terrain- und Situationsaufnahmen (best. Bauwerke, Kontrollschächte usw.)	10'000.00		
Baugrunduntersuchungen		20'000.00	
Sondierbohrungen	10'000.00		
Baugrunduntersuchungen	10'000.00		
Vorsorgliche Dokumentation		5'000.00	
Bestandesaufnahmen Strassen	5'000.00		
Absteckungen, Kontrollen		10'000.00	
Absteckungen und Kontrollen, inkl. Erstellen Werkfixpunktnetz	10'000.00		
Gebühren		30'000.00	
Baubewilligungsverfahren	30'000.00		
Versicherungen		10'000.00	
Bauversicherung	10'000.00		
Verschiedenes und Unvorhergesehenes		20'000.00	CHF
Verschiedenes und Unvorhergesehenes (ca. 10%)	20'000.00		
Total Honorare und Baunebenkosten		225'000.00	CHF
3. Entschädigungen		20'000.00	CHF
Entschädigungen		20'000.00	
Entschädigungen Grundeigentümer (Inanspruchnahme von Privatterrain, Ertragsausfall, Inkonvenienzen, usw.)	20'000.00		
Total exkl. MwSt.		1'030'000.00	CHF
Mehrwertsteuer 8.0 % (gerundet)		80'000.00	CHF
TOTAL inkl. MwSt.		1'110'000.00	CHF