

Teilprojekt 4 - KW Muota, Konzessionsprojekt

Konzessionserneuerung Muotakraftwerke



Juni 2021



Impressum

Auftraggeber

ebs Energie AG
Riedstrasse 17
6431 Schwyz

Auftragnehmer

AFRY Schweiz AG
Täferstrasse 26
5405 Baden/Dättwil

Dokumentinformation

Projekt	Teilprojekt 4 - KW Muota, Konzessionsprojekt
Dokument	Konzessionserneuerung Muotakraftwerke
Projektnummer	2578
Dokumentnummer	71-2578-58-101
Geschäftsbereich	Wasserkraft
Dokument-Pfad	X:\3-BU\CH\prj\BU_Hydro\25780000_525-001_Aus-_und_Neubauprojekte_Muotakraftwerke\09 - Berichte\00_Gesamtprojekt\12_Ergänzungsbericht UVP_Auflösung\02_Anzupassende Berichte\KP_TP_4_58_Muota\KP_TP_4_Muota_71-2578-58-101_final_2021-06-30.docx

Erstausgabe

	Datum	Kürzel	Visum
erstellt	16.12.2016	A. Stucki	
geprüft	20.12.2016	J. Bürgler/R. Hediger L. Oetjen/R. Bayer S. Schläppi	
freigegeben	31.03.2017	A. Stucki	

Revisionsliste

Nr.	Seite(n)	Datum	Änderungsvermerk	Erstellt von / Geprüft von (Kürzel/Visum)
1	diverse	30.06.2021	- Projektanpassungen aufgrund der Stellungnahmen aus der materiellen Prüfung sowie der im Juli 2020 in Kraft getretenen Änderung des Bundesgesetzes über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte (WRG) - Namensänderung AF-Consult Switzerland AG zu AFRY Schweiz AG	GFA / SCLU

Verteiler

ebs Energie AG:	René Hediger, Jonas Bürgler
Kraftwerke Oberhasli AG:	Steffen Schweizer, Sandro Schläppi
B+S AG:	René Bayer, Lucia Oetjen
AFRY Schweiz AG:	Lukas Schneider



Inhaltsverzeichnis

1	Projektübersicht	1
1.1	Projektgebiet	1
1.2	Ausgangslage	1
1.3	Zusammenfassung des Projektvorhabens	2
1.3.1	Hydraulische Verhältnisse.....	2
1.3.2	Verbleibende Anlageteile	2
1.3.3	Umbauten im Rahmen der Konzessionserneuerung.....	2
2	Technische Daten	4
3	Bestehende Anlagen und Bauten	5
3.1	Fassung Muota	5
3.1.1	Überblick.....	5
3.1.2	Stauwehr	5
3.1.3	Fassungsbauwerk	6
3.1.4	Auslauf-Bauwerk (Seewasserfassung)	8
3.2	Ausgleichsbecken Riedplätz	9
3.3	Triebwassersystem	10
3.3.1	Einleitung	10
3.3.2	Zulaufkanal	12
3.3.3	Druckstollen	12
3.3.4	Wasserschloss und Apparatkammer	13
3.3.5	Druckleitung	14
3.4	Maschinenhaus Hinterthal	14
3.5	Unterwasser-Kanal	15
4	Ausbau der baulichen Anlagen	16
4.1	Fassung Muota	16
4.1.1	Fassungsbauwerk	16
4.1.2	Zulaufkanal	17
4.1.3	Fischwanderung und Fischschutz	18
4.1.4	Geschiebedurchgängigkeit	18
4.1.5	Umgang mit Schwemmholz.....	18
4.1.6	Restwasserstrecke Muota Riedplätz.....	18
4.2	Seewasserfassung	19
4.3	Triebwassersystem	20
4.3.1	Energiehöhenverluste	20
4.3.2	Hydraulisches Abschlusskonzept.....	21
4.3.3	Wasserschloss.....	22
4.3.4	Apparatkammer und Rohrstollen.....	23
4.3.5	Druckleitung	24
4.3.5.1	Allgemeines	24
4.3.5.2	Korrosionsschutz	25
4.3.5.3	Aushubvolumen und Bettungsmaterial	25
4.3.5.4	Rodungen.....	25



4.4	Maschinenhaus Hinterthal	26
4.4.1	Bauliche Massnahmen	26
4.4.2	Elektromechanik.....	27
4.4.3	Elektrotechnik.....	28
4.4.4	Energieableitung	28
4.4.5	Unterwasser-Kanal	29
4.4.6	Schwall und Sunk.....	29
5	Bauinstallationen	30
5.1	Bauinstallationsplätze	30
5.2	Baustellenerschliessung	30
6	Ablagerungsflächen und -volumen	31
6.1	Ablagerungsflächen.....	31
6.2	Aushub- und Ausbruchvolumen.....	32
7	Bauvorgang und Bauprogramm	33
7.1	Allgemeines.....	33
7.2	Bauzeitregelung	33
7.3	Bauabschnitte	33
7.4	Bauablauf	33
7.4.1	Fassung Muota und Zulaufkanal	33
7.4.2	Seewasserfassung	34
7.4.3	Wasserschloss, Apparatekammer und Rohrstollen	34
7.4.4	Druckleitung	35
7.4.5	Maschinenhaus Hinterthal und Unterwasser-Kanal	36
7.4.6	Revitalisierung und Teilabdichtung Restwasserstrecke.....	36
7.5	Bauprogramm.....	37

© Das geistige Eigentum verbleibt bei AFRY Schweiz AG.



1 Projektübersicht

1.1 Projektgebiet

Das Projektgebiet des Ausbauprojekts Kraftwerk (KW) Muota liegt im Bisisthal rund 4 km süd-östlich vom Dorf Muotathal. Das gesamte Projektgebiet liegt im Kantons Schwyz. Die Höhe des Projektgebietes bewegt sich zwischen maximal ca. 780 m ü.M. und minimal ca. 640 m ü.M. Das Projektgebiet wird von der Muota durchflossen.

Die einzige Verkehrsverbindung zum Projektgebiet stellt die Zufahrtsstrasse vom Dorf Muotathal dar. Die Zufahrtsstrasse ist einspurig und weist bis zum bestehenden Ausgleichsbecken (AGB) Riedplätz eine Länge von rund 6 km auf und ist asphaltiert.

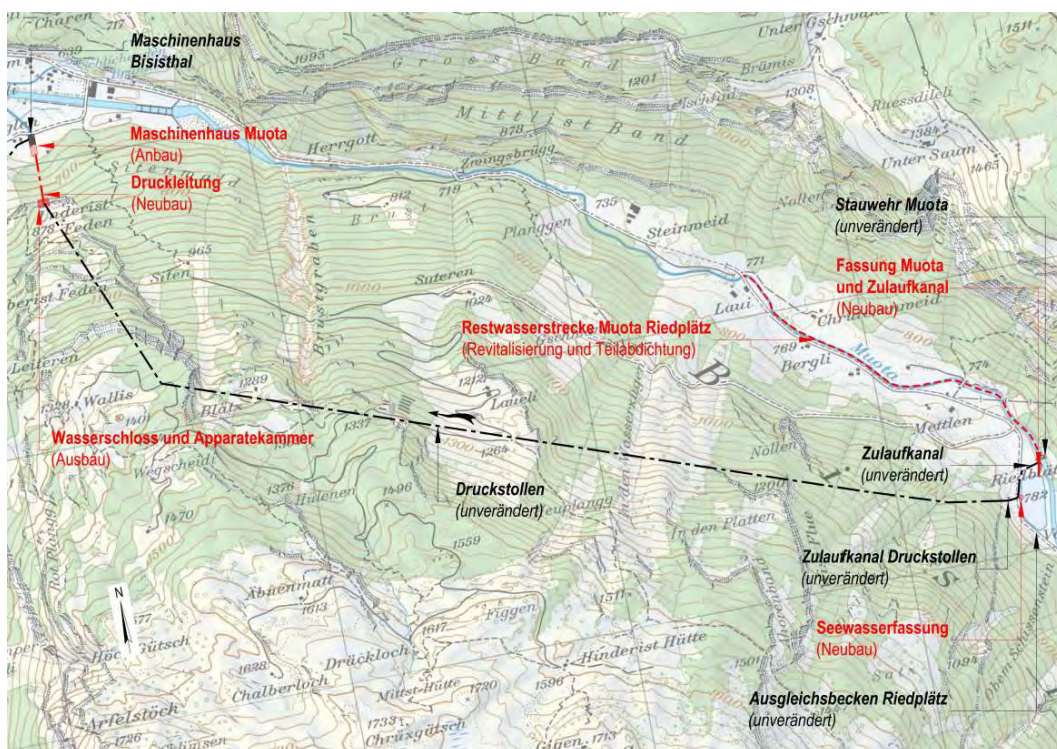


Abbildung 1-1 Projektübersicht Ausbau KW Muota.

1.2 Ausgangslage

Die Maschinengruppe des KW Muota wurde im Jahr 1960 in Betrieb genommen. Die bestehende Konzession wird im Jahre 2030 ablaufen. Deshalb stellt die ebs Energie AG (ebs) nun das Gesuch, die Konzession um 80 Jahre zu verlängern.

Gleichzeitig wird um eine Baubewilligung für grössere Umbau- und Erneuerungsarbeiten am KW Muota ersucht. Beweggrund hierfür sind vor allem die von der ebs bei der Fassung resp. dem Stauwehr Muota festgestellten rund 83 Überlauf-Tage pro Jahr. Aufgrund von eigenen Überlegungen und Betriebsszenarien hat die ebs entschieden, für die Neukonzessionierung die bisherige Ausbaumassmenge zu erhöhen. Hierdurch kann das vorhandene Wasserdargebot besser genutzt werden.



1.3 Zusammenfassung des Projektvorhabens

1.3.1 Hydraulische Verhältnisse

Das Projekt sieht im Rahmen der Konzessionserneuerung eine Vergrößerung der Ausbauwassermenge von $Q_a = 7.5 \text{ m}^3/\text{s}$ auf **$Q_a = 10.0 \text{ m}^3/\text{s}$** und der installierten Leistung der Kraftwerksanlage vor. Die Staukote im Oberwasser resp. im Ausgleichsbecken (AGB) Riedplätz bleibt unverändert auf 781.00 m ü.M.

1.3.2 Verbleibende Anlageteile

An den nachstehenden Anlageteilen des KW Muota sind im Rahmen der Konzessionserneuerung keine Umbauten geplant:

- Stauwehr Muota;
- Ausgleichsbecken Riedplätz;
- Zulaufkanal zum Druckstollen;
- Druckstollen.

1.3.3 Umbauten im Rahmen der Konzessionserneuerung

Im Rahmen der Konzessionserneuerung sind an den folgenden Anlageteilen Umbauten geplant (siehe Abbildung 1-1):

- Fassung Muota und Zulaufkanal;
- Seewasserfassung im AGB Riedplätz;
- Wasserschloss;
- Druckleitung;
- Maschinenhaus;
- Unterwasser-Kanal;
- Restwasserstrecke Muota Riedplätz.

Neubau Fassung Muota und Zulaufkanal

Abbruch des bestehenden Fassungsbauwerks und Neubau der Fassung sowie eines neuen Zulaufkanals zum AGB Riedplätz.

Seewasserfassung

Abbruch des bestehenden Fassungsbauwerks und Neubau der Fassung.

Wasserschloss

Aufgrund der veränderten hydraulischen Verhältnisse (neue Ausbauwassermenge) sind die Kammern des bestehenden Wasserschlosses anzupassen.

Druckleitung

Die bestehende Druckleitung ist rückzubauen und durch eine neue, grössere Druckleitung zu ersetzen. Die Druckleitung soll erdverlegt ausgeführt werden.



Maschinenhaus

Im bestehenden Maschinenhaus Hinterthal sind heute die Maschinengruppen des KW Muota und KW Hüribach eingebaut. Die neue, grössere Maschinengruppe des KW Muota wird neben der bestehenden Maschinengruppe des KW Hüribach keinen Platz haben. Deswegen wird die Maschinengruppe des KW Muota aus dem bestehenden Maschinenhaus Hinterthal ausgegliedert und in einem Anbau untergebracht. Durch die Erstellung des Maschinenhaus-Anbaus kann das bestehende Maschinenhaus für die Installation der neuen Maschinengruppe des KW Hüribach genutzt werden, wofür die unter diesen Umständen vorhandenen Platzverhältnisse ausreichend sind. Daneben kann die Druckleitung des KW Muota verkürzt und der aufgrund der Bauarbeiten am KW Muota bedingten Stillstandzeiten des KW Hüribach reduziert werden.

Unterwasser-Kanal

Für die Rückführung des turbinierten Wassers von der neuen Maschinengruppe in die Muota, ist ein neuer Unterwasser-Kanal zu erstellen. Der bestehende Kanal wird für das KW Hüribach weiterverwendet.

Restwasserstrecke Muota Riedplätz

Der rund 1'300 m lange Gewässerabschnitt der Muota zwischen dem Stauwehr Muota und der „Lauibrücke“ weist eine grobkörnige und strukturarme Form auf. Im flachen Abschnitt „Mettlen“ bis „Lauibrücke“ (Länge 900 m) wird mit Rähnen und/oder Lenkbuhnen die Strukturvielfalt auf der Sohle und im Uferbereich erhöht. Zur Reduktion der Versickerung ist eine Teilabdichtung der Sohle mittels Bentonitmatten oder Lehm geplant (siehe auch Abschnitt 7.4.6).



2 Technische Daten

Komponente	Grösse	Einheit	best.	Projekt	Δ
AGB Riedplätz	Nutzvolumen	[m ³]	50'000	50'000	-
	Max. Stauspiegel	[m ü.M.]	781.00	781.00	-
	Dammkronenkote	[m ü.M.]	777.30	777.30	-
	Auslaufkote	[m ü.M.]	777.30	777.30	-
	Grundablasskote	[m ü.M.]	777.00	777.00	-
Fassung Muota	Ausbauwassermenge	[m ³ /s]	9.00	12.00	3.00
	Einlaufkote	[m ü.M.]	780.50	779.50	-1.00
	Stauhöhe (max.)	[m ü.M.]	781.20	781.20	-
	Grundablasskote	[m ü.M.]	777.00	777.00	-
Zulaufkanal (Fassung Muota)	Ausbauwassermenge	[m ³ /s]	9.00	18.00	9.00
	Durchflussfläche	[m ²]	3.22	5.50	2.28
	Länge	[m]	168	38	-130
Zulaufkanal (Druckstollen)	Ausbauwassermenge	[m ³ /s]	7.50	10.00	2.50
	Durchflussfläche	[m ²]	3.22	3.22	-
	Länge	[m]	70	70	-
Druckstollen	Ausbauwassermenge	[m ³ /s]	7.50	10.00	2.50
	Durchflussfläche	[m ²]	3.88	3.88	-
	Länge (total)	[m]	3'745	3'745	-
Druckleitung	Ausbauwassermenge	[m ³ /s]	7.50	10.00	2.50
	Anzahl Druckleitungen	[-]	1	1	-
	Statischer Druck	[mWS]	143	143	-
	Dyn. Druck (10 %)	[mWS]	157	157	-
	Durchmesser	[m]	1.25	1.80	0.55
	Länge	[m]	232	232	-
Maschinenhaus (Neubau)	Abmessungen (L x B x H)	[m]	29 x 21 x 12	52 x 21 x 12	23
	Maschinentyp	[-]	Francis	Francis	-
	Anzahl Turbinen	[-]	1	1	-
	Maschinenachsenkote	[m ü.M.]	638.0	638.0	-
	Bruttofallhöhe, max.	[m]	143.0	143.0	-
	Installierte Leistung	[MW]	8.5	11.5	3.0
	Maschinenspannung	[kV]	6.3	6.3	-
Unterwasser-Kanal (Neubau)	Ausbauwassermenge	[m ³ /s]	-	10.0	-
	Länge	[m]	-	75	-



3 Bestehende Anlagen und Bauten

3.1 Fassung Muota

3.1.1 Überblick

Die Fassung Muota liegt in einem geraden Abschnitt der Muota in unmittelbarer Nähe zum AGB Riedplätz (vgl. Abbildung 3-1). Unterwasserseitig des Fassungsbauwerks befindet sich ein Stauwehr, mit dem die Muota aufgestaut und die zuverlässige Dosierung der Entnahmewassermenge ermöglicht wird. Die Fassung entnimmt das Wasser der Muota seitlich. Das Fassungsbauwerk weist im Wesentlichen eine Geschiebeabweisschwelle, eine Spülrinne und einen Sammelkanal auf. Mit dem Sammelkanal wird das gefasste Wasser zum Zulaufkanal geleitet. Der geschlossene Zulaufkanal führt das Wasser vom Fassungsbauwerk zum sogenannten Auslauf-Bauwerk (Seewasserfassung) des AGB Riedplätz. Dort wird das Wasser entweder direkt in das Triebwassersystem oder – falls die Turbinierwassermenge kleiner ist als die Entnahmewassermenge – in das AGB Riedplätz geleitet.

Die **Ausbauwassermenge** der heutigen Fassung Muota beträgt gemäss ebs $Q_{a,F} = 9.0 \text{ m}^3/\text{s}$.

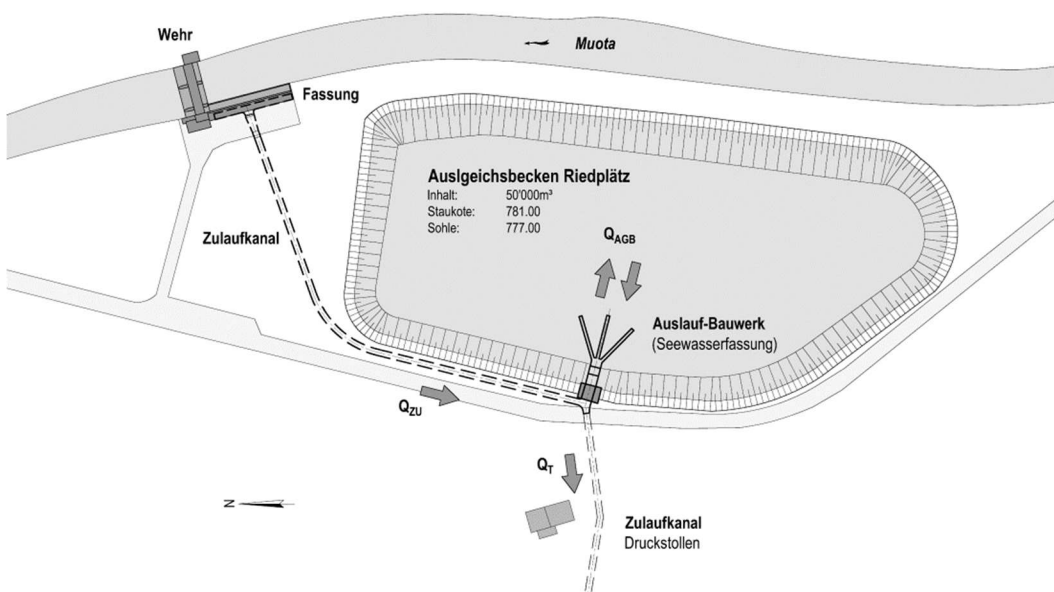


Abbildung 3-1 Bestehende Fassung Muota mit Zulaufkanal und Ausgleichsbecken Riedplätz.

3.1.2 Stauwehr

Mit dem Stauwehr wird die Muota rund 2.0 m aufgestaut. Bei Normalstau liegt der Wasserspiegel der Muota auf 781.0 m ü.M. Das Stauwehr weist zwischen den Ufermauern eine Breite von rund 17.0 m auf und wird durch zwei Wehrpfeiler in drei Wehröffnungen unterteilt. Bei den Wehröffnungen handelt es sich um zwei Regulieröffnungen mit einer lichten Weite von 6.50 m und einer Spülöffnung (für die Spülrinne der Fassung) mit einer lichten Weite von 2.00 m. Die Wehrpfeiler sind die Auflager für den Dienststeg, welcher über das Wehr führt und dem Betriebspersonal den Zugang zu den Wehrfeldern sicherstellt. Die zwischen den Wehrpfeilern vorhandenen Schwellen liegen allesamt auf 779.0 m ü.M. Die Schwellen bestehen aus Beton und sind mit Quadern aus Naturstein verkleidet.



Abbildung 3-2 Bestehendes Stauwehr und Fassung Muota (Blick in Fließrichtung).

3.1.3 Fassungsbauwerk

Beim Fassungsbauwerk wird das Wasser der Muota seitlich entnommen. Zur Geschiebeabweisung verläuft parallel zur Fließrichtung der Muota eine rund 1.5 m hohe Geschiebeabweisschwelle (siehe Abbildung 3-4). Mit dieser Schwelle wird das in Sohlennähe der Strömung folgende und auf den Einlauf zuwandernde Geschiebe ferngehalten. Zwischen der Geschiebeabweisschwelle und dem Einlauf ist eine 2.35 m breite Spülrinne vorhanden mit dem eingetragene Feststoffe durch Öffnen des Spülschiebers ins Unterwasser abgespült werden können.

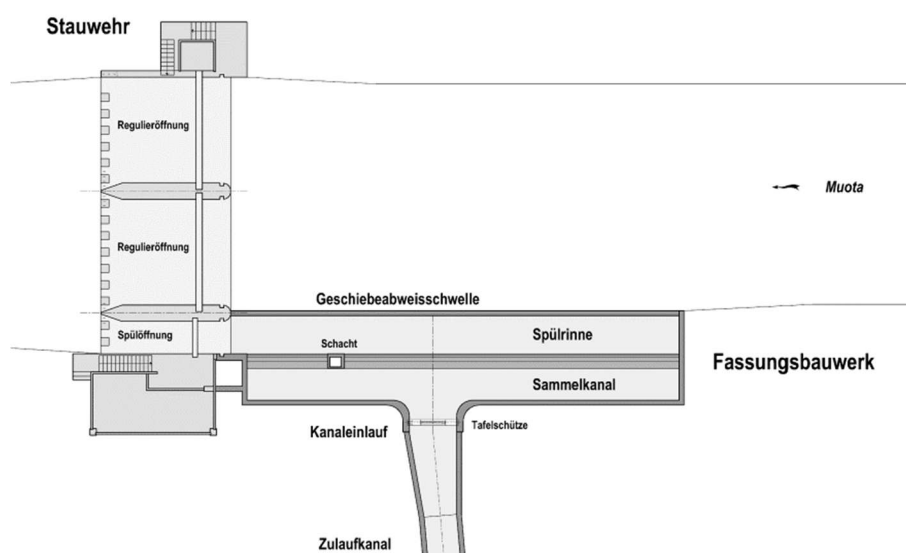


Abbildung 3-3 Situation des bestehenden Fassungsbauwerks und des Stauwehrs.

Die Einlauföffnung befindet sich auf einer weiteren Schwelle rund 1.5 m über der Spülrinne und weist über ihre Breite von 25.55 m einen vertikalen Feinrechen auf, mit dem der Eintrag von Geschwemmsel verhindert wird. Die Schwelle ist durch einen Schacht in zwei Einlauföffnungen unterteilt die eine Länge von 4.95 m und 20.60 m haben. Die Rechenstabdicke des Feinrechen beträgt $s = 9$ mm und der lichte



Stababstand $a = 25$ mm. Die Rechenreinigung erfolgt heute von Hand, was insbesondere im Herbst arbeitsintensiv ist. Das durch die Einlauföffnung fließende Wasser gelangt in einen 2.45 m breiten Sammelkanal, mit dem das gefasste Wasser zum Zulaufkanal geleitet wird. Der Kanaleinlauf ist etwa in der Mitte des Sammelkanals angeordnet und mit einem Tafelschütz versehen, mit dem der Zulaufkanal trockengelegt werden kann. Die Einlaufkote liegt auf ca. 778.6 m ü.M.

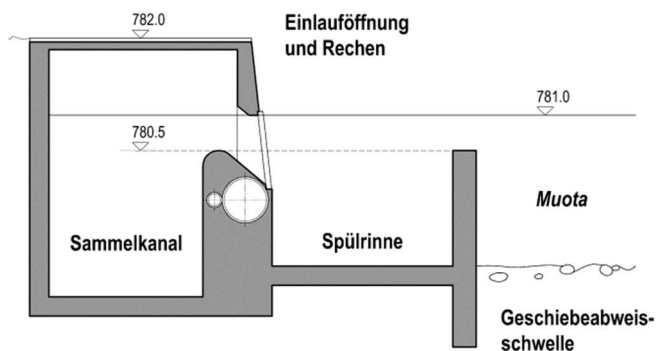


Abbildung 3-4 Schnitt durch das bestehende Fassungsbauwerk.

Der rund 168 m lange Zulaufkanal führt das Wasser vom Fassungsbauwerk zum Auslaufbauwerk des AGB Riedplätz. Im Querschnitt weist der Zulaufkanal ein Hufeisenprofil mit einer Höhe von 2.0 m und einer Sohlenbreite von 1.3 m auf. Das Längsgefälle des Zulaufkanals beträgt in Fließrichtung ca. 0.4 %. Der Zulaufkanal besteht aus Stahlbeton und verläuft unterirdisch.

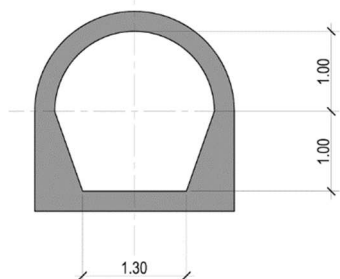


Abbildung 3-5 Querschnitt des bestehenden Zulaufkanals.



3.1.4 Auslauf-Bauwerk (Seewasserfassung)

Mit dem Auslauf-Bauwerk wird das im AGB Riedplätz gespeicherte Wasser (Q_{AGB}) und/oder das vom Zulaufkanal (Q_{ZU}) zufließende Wasser gefasst und in das Triebwassersystem des KW Muota geleitet. Wenn die Zulaufwassermenge grösser ist als die Turbinierwassermenge des KW Muota (Q_T), fliesst das restliche Wasser ($Q_{ZU} - Q_T$) durch das Auslauf-Bauwerk in das AGB Riedplätz. Fliesst dagegen weniger Wasser von der Wasserfassung zum Auslauf-Bauwerk als durch das KW Muota turbiniert wird, so wird die fehlende Wassermenge ($Q_T - Q_{ZU}$) durch Wasser aus dem Ausgleichsbecken ausgeglichen.

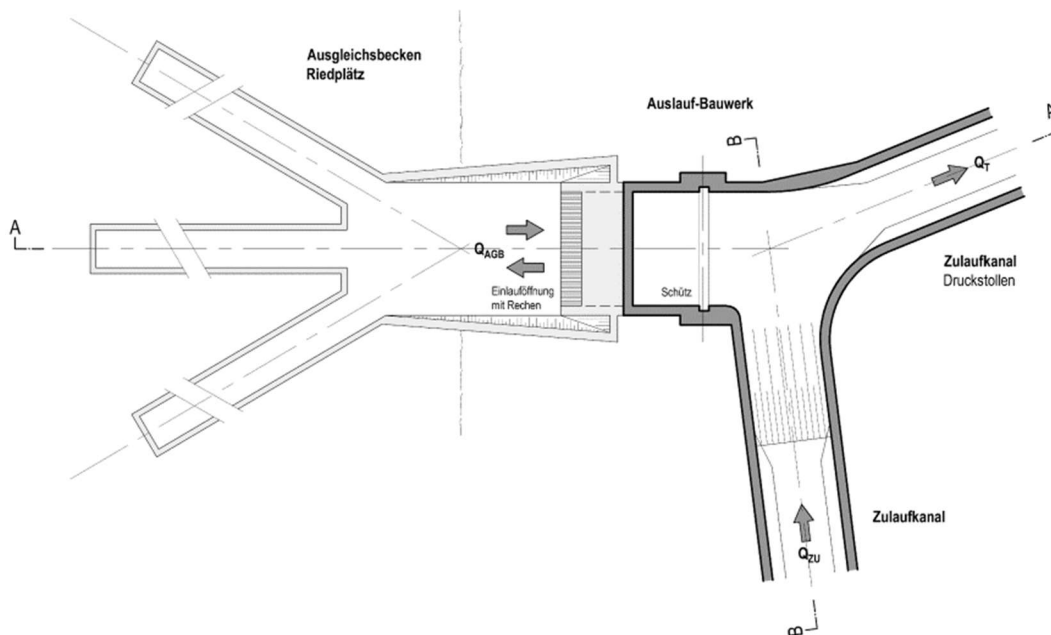


Abbildung 3-6 Grundriss (Schnitt D-D) des bestehenden Auslauf-Bauwerks.

Im Auslauf-Bauwerk des AGB Riedplätz mündet der Zulaufkanal von der Fassung Muota. Der Höhenunterschied zwischen der Sohle des Zulaufkanals und des Auslauf-Bauwerks beträgt rund 3.2 m und wird durch eine 45° geneigte Schussrinne überwunden.

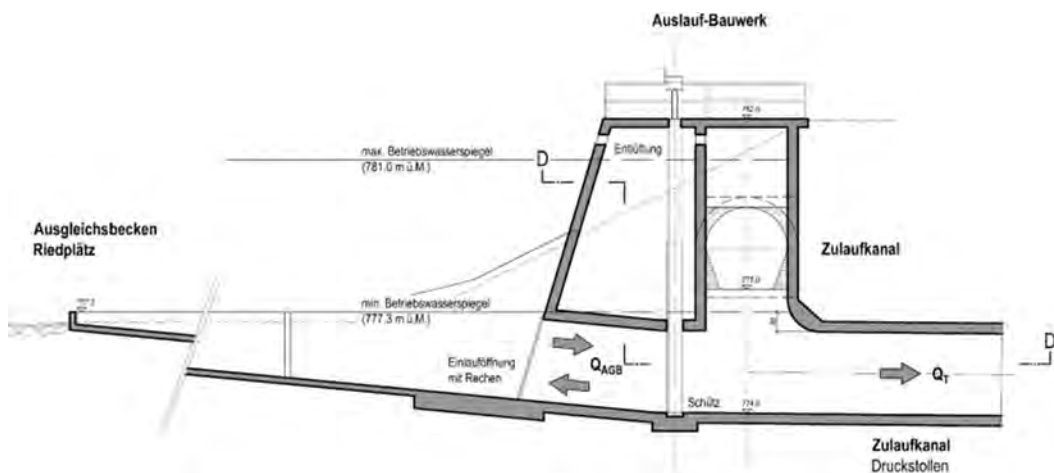


Abbildung 3-7 Schnitt A-A durch das bestehende Fassungsbauwerk.



Das Auslauf-Bauwerk weist zum AGB Riedplätz hin eine Einlauföffnung mit einer lichten Höhe von 2.00 m und einer lichten Breite von 3.00 m auf. Die Einlauföffnung ist mit einem Feinrechen und einem Schütz versehen. Da das Auslauf-Bauwerk mit dem Tafelschütz gegen das AGB Riedplätz abgeschlossen werden kann, ist eine Ausserbetriebnahme des AGB Riedplätz möglich, ohne dass der Kraftwerksbetrieb unterbrochen werden muss.

3.2 Ausgleichsbecken Riedplätz

Das AGB Riedplätz ist im Nebenschluss zur Muota angeordnet. Deswegen stellt der einzige Zufluss in das Ausgleichsbecken der Zulaufkanal von der Fassung Riedplätz dar (siehe Abbildung 3-6). Das AGB Riedplätz besteht im Wesentlichen aus einem Abschlussdamm und dem Auslauf-Bauwerk (siehe Abschnitt 3.1.4). Das AGB weist eine Entleerungsleitung (Zementrohr DN 600) auf, mit der das Wasser aus dem AGB in die Muota zurückgeführt werden kann. Die Entleerungsleitung ist mit einem Absperrschieber ausgerüstet, welcher im sogenannten Mess- und Schieberschacht installiert ist.

Die relevanten Daten des AGB Riedplätz sind in Tabelle 3-1 aufgeführt.

Tabelle 3-1 Kenndaten des AGB Riedplätz.

Grösse	Einheit	Wert
Max. Betriebswasserspiegel	[m ü.M.]	781.00
Min. Betriebswasserspiegel	[m ü.M.]	777.30
Dammkronenkote	[m ü.M.]	782.00
Nutzvolumen	[m ³]	50'000
Einlaufkote Entleerungsleitung (Schätzung AFRY)	[m ü.M.]	777.00
Max. Betriebswasserspiegel	[m ü.M.]	777.30
Einlaufkote Seewasserfassung	[m ü.M.]	781.00



3.3 Triebwassersystem

3.3.1 Einleitung

Das Triebwassersystem des KW Muota führt das Wasser aus dem AGB Riedplätz zum Maschinenhaus Hinterthal. Das Triebwassersystem besteht aus den folgenden Elementen:

- Zulaufkanal;
- Druckstollen;
- Wasserschloss mit Apparatkammer und Drosselklappe ca. DN 1'250;
- Druckleitung (in Rohrstollen und freiliegend) und Verteilleitung.

Die Situation des Triebwassersystems ist in Abbildung 3-8 und das Längenprofil in Abbildung 3-9 ersichtlich. Die Länge (L), die Querschnittsgrösse (DN), die Durchflussfläche (A), der benetzte Umfang (P), der hydraulische Durchmesser (D_{hy}) und die äquivalente Sandrauigkeit (k_s) der Triebwasserweg-Abschnitte sind in Tabelle 3-2 aufgeführt.

Tabelle 3-2 Hauptdaten des bestehenden Triebwassersystems.

Nr.	Bezeichnung	L [m]	DN [mm]	A [m ²]	P [m]	D_{hy} [m]	k_s [mm]
1	Seewasserfassung	-	-	6.00	10.00	2.40	-
2	Zulaufkanal ¹⁾	70	-	3.22	6.56	1.96	1.1
3	Druckstollen ¹⁾	3'745	-	3.88	7.58	2.05	1.1
4	Druckleitung	232	1'250	1.23	3.93	1.25	0.4
5	Verteilleitung	9.5	1'100	0.95	3.46	1.10	0.4
5	Verteilleitung	2	1'000	0.79	3.14	1.00	0.4

1) Hufeisenprofil

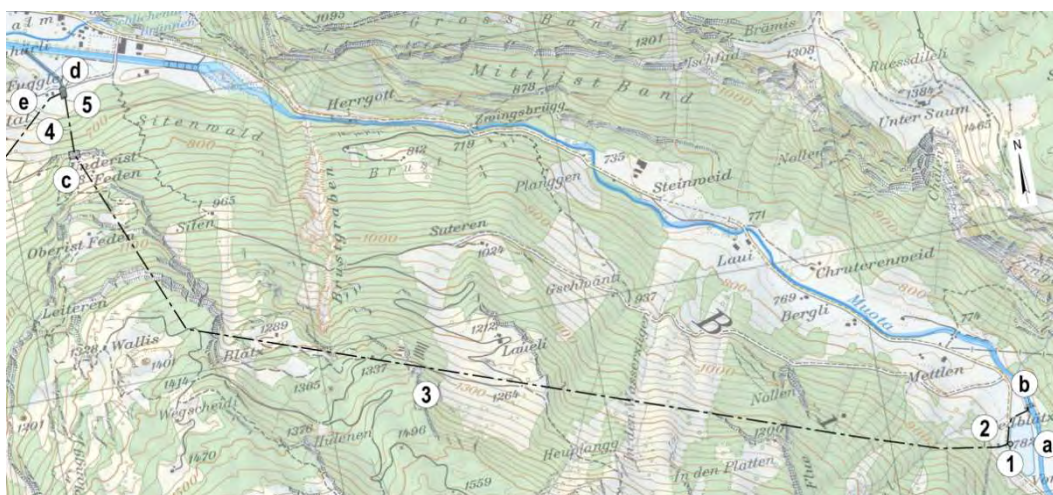


Abbildung 3-8 Übersicht des bestehenden KW Muota. **1 - 5** vgl. Tabelle 3-2, **a** Ausgleichsbecken Riedplätz, **b** Fassung Muota, **c** Wasserschloss, **d** Maschinenhaus Hinterthal, **e** Druckleitung KW Hüribach.

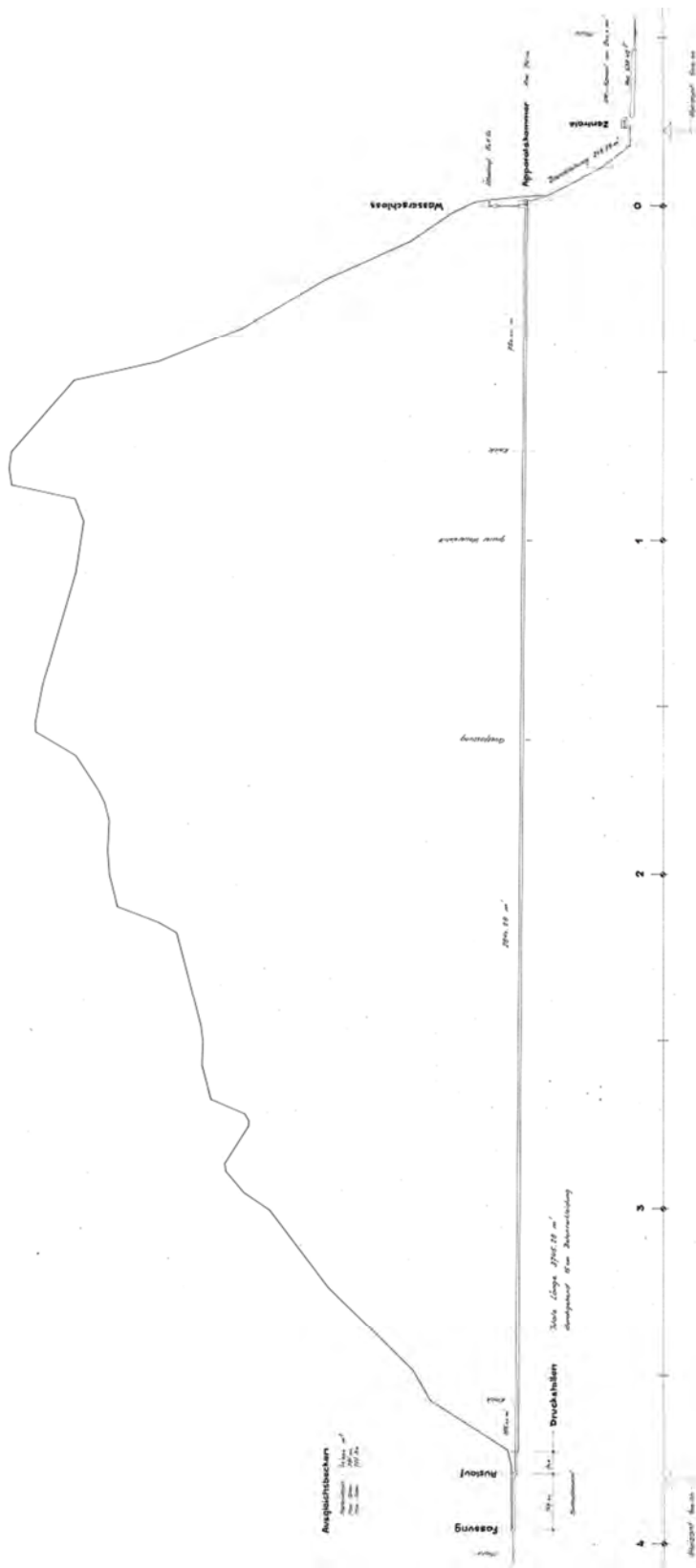


Abbildung 3-9 Längenprofil des bestehenden Triebwassersystems (Ausschnitt Plan Nr. 500-116).



3.3.2 Zulaufkanal

Der Zulaufkanal führt das mit der Seewasserfassung im AGB Riedplätz gefasste Wasser zum Druckstollen. Aufgrund der Topographie wurde der Zulaufkanal im Tagbau erstellt. Im Querschnitt weist der Zulaufkanal ein Hufeisenprofil mit einer lichten Höhe von 2.0 m und einer Sohlenbreite von 1.3 m auf (vgl. Abbildung 3-10). Der Zulaufkanal hat ein Längsgefälle von ca. 0.4 % und eine Länge von rund 70 m.

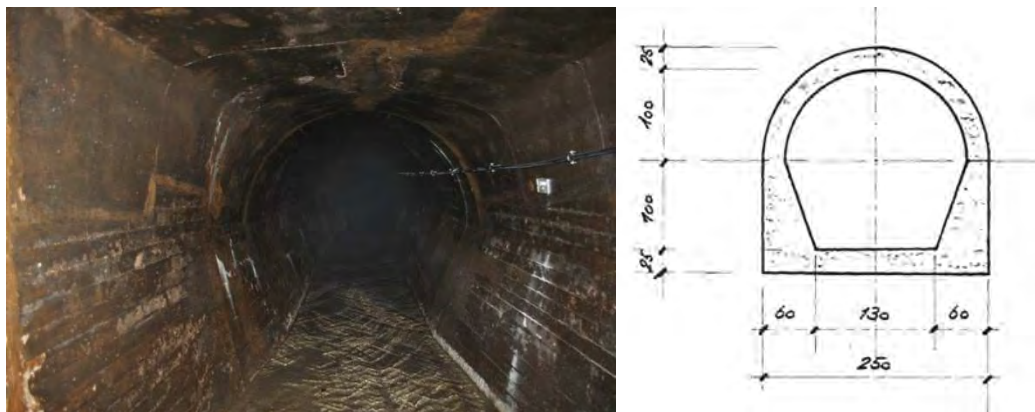


Abbildung 3-10 Bild (links) und Querschnitt des bestehenden Zulaufkanals (rechts, Ausschnitt Plan Nr. 500-114).

3.3.3 Druckstollen

Der Druckstollen führt das Wasser bis zum Wasserschloss „Weidli“. Der Druckstollen ist über seine gesamte Länge von ca. 3'745 m mit Beton ausgekleidet und weist im Querschnitt ein Hufeisenprofil mit einer lichten Höhe von 2.5 m und einer Sohlenbreite von 1.5 m auf. Das Längsgefälle beträgt rund 0.4 %. Die Stollenwände sind nahezu vertikal und stellenweise horizontal gerissen (vgl. Abbildung 3-11, links). Die Horizontalrisse wurden vermutlich durch den Aussenwasserdruck hervorgerufen.

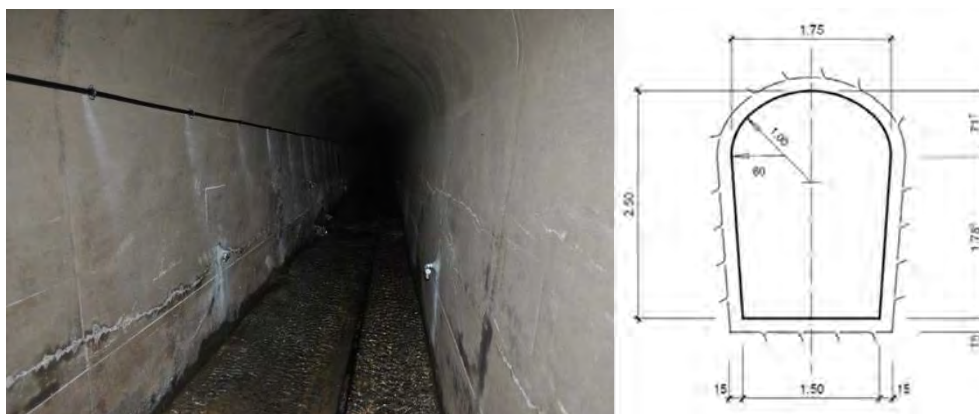


Abbildung 3-11 Bild (links) und Querschnitt des bestehenden Druckstollens (rechts).

Der Druckstollen wurde im Jahr 2014 saniert, wobei lokale Ausbesserungen an der Betonauskleidung vorgenommen und zum Abbau des Aussenwasserdrucks Überdruck-/Rückschlagventile in die Auskleidung eingebaut wurden. Die Betonoberflächen der Stollenwände und der Stollenfirste sind überwiegend glatt und zeigen nur lokale Unebenheiten (Schalungsfugen, Ausbesserungen). Hingegen wurde die Stollensohle sehr wahrscheinlich infolge Abrasion über weite Strecken beschädigt.



3.3.5 Druckleitung

Der Durchfluss wird nach dem Wasserschloss mit einer Druckleitung DN 1'250 zum Maschinenhaus Hinterthal geführt. Die Druckleitung verläuft nach der Apparatekammer über eine Länge von etwa 25 m in einem Rohrstollen. Im Rohrstollen ist die Druckleitung auf Betonsätteln gelagert. Der Rohrstollen hat ein Längsgefälle von etwa 173 ‰ (ca. 60°) und weist gemäss den vorhandenen Planunterlagen eine Breite von ca. 2.1 m und eine Höhe von ca. 1.75 m auf. Rund 20 ‰ der Druckleitung verlaufen frei an der Geländeoberfläche und die restlichen rund 80 ‰ erdverlegt. Unmittelbar vor dem Maschinenhaus Hinterthal ist die Druckleitung einbetoniert. Die Druckleitung weist insgesamt vier Betonfixpunkte und keine Expansion auf.

3.4 Maschinenhaus Hinterthal

Das Maschinenhaus Hinterthal befindet sich auf der linken Flussseite der Muota im Gebiet „Balm“. Im Maschinenhaus ist die Maschinengruppe des KW Muota (Francis) und die des KW Hüribach (Pelton) untergebracht. Das Maschinenhaus hat gemäss den Planunterlagen eine Länge von 28.8 m und eine Breite von 19.6 m. Der Maschinensaal ist mit einem Laufkran ausgerüstet. Der Laufkran hat eine Nutzlast von 25 t und eine Kranhakenhöhe von 5.9 m.

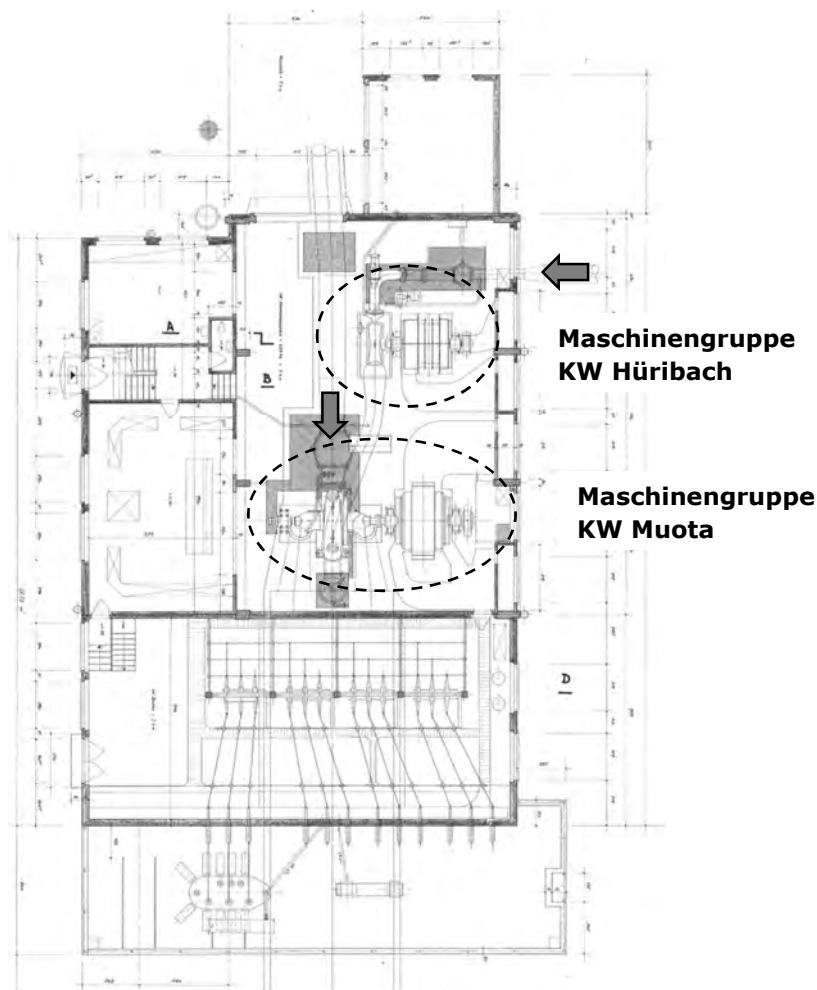


Abbildung 3-13 Grundriss des bestehenden Maschinenhaus Hinterthal (Erdgeschoss, Ausschnitt Plan Nr. 500-103).



Die bestehende Maschinengruppe des KW Muota hat folgende Kennwerte:

Tabelle 3-3 Kenndaten der heutigen maschinellen Ausrüstung des KW Muota.

Grösse	Einheit	Wert
Turbinen-Typ	[-]	Francis
Anzahl Turbinen	[-]	1
Anzahl Fluten	[-]	2
Alter Maschinengruppe	[a]	55
Ausbauwassermenge	[m ³ /s]	7.50
Nenn Drehzahl	[min ⁻¹]	750
Installierte Leistung	[MW]	8.5
Jahresproduktion	[GWh]	40.5

3.5 Unterwasser-Kanal

Das turbinierte Wasser des KW Muota wird über den Unterwasser-Kanal (UW-Kanal) in die Muota zurückgegeben. Die relevanten Kenndaten des UW-Kanals sind in Tabelle 3-4 zusammengestellt.

Tabelle 3-4 Kenndaten des bestehenden UW-Kanals.

Grösse	Einheit	Wert
Länge (Schätzung AFRY)	[m]	210
Sohlenbreite	[m]	3.8
Höhe	[m]	2.3
Böschungsneigung	[-]	1 : 1.5
Gefälle	[%]	0.24
Abflusstiefe bei $Q_a = 7.5 \text{ m}^3/\text{s}$ (Normalabfluss)	[m]	0.9



4 Ausbau der baulichen Anlagen

4.1 Fassung Muota

4.1.1 Fassungsbauwerk

In Abbildung 4-1 und Abbildung 4-2 ist das zurzeit geplante Fassungsbauwerk dargestellt. Wie bei der bestehenden Fassung wird das Wasser der Muota seitlich entnommen. Nach der Geschiebeschwelle und der Spülrinne strömt das Wasser durch vier Einlauföffnungen und wird zum Zulaufkanal geführt. Die Einlauföffnungen sind zum Schutz gegen Treibgut und allenfalls Treibeis mit einem Horizontalrechen abgedeckt. Es ist geplant, dass die lichte Rechenstabweite unter dem Aspekt des Fischschutzes $s = 20 \text{ mm}$ beträgt.



Abbildung 4-1 Situation des geplanten Fassungsbauwerks und Zulaufkanals.

Im Rahmen des Bauprojektes ist das Fassungsbauwerk zu optimieren und es ist zu klären, ob der Rechen mit einer Rechenreinigungsmaschine ausgerüstet werden soll.

Ebenfalls ist darauf zu achten, dass bei einer eventuellen Anordnung des Ausstiegs der Fischaufstiegsanlage unterwasserseitig des Fassungsbauwerks Massnahmen (z.B. Tauchwand) umgesetzt werden, mit welchen der Einzug von abgestossenem oder abgespültem Treibgut verhindert werden kann.

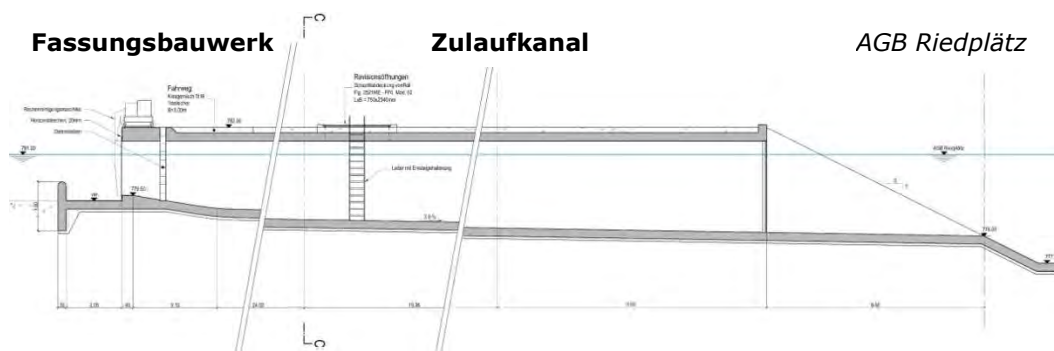


Abbildung 4-2 Längsschnitt B-B durch das geplante Fassungsbauwerk und den Zulaufkanal.

4.1.2 Zulaufkanal

Der neue Zulaufkanal wird im Vergleich zum bestehenden Kanal direkt in das AGB Riedplätz geführt. Hierdurch wird die Kanallänge um rund 110 m auf neu ca. 46 m verkürzt. Der Zulaufkanal weist ein Rechteckquerschnitt mit einer lichten Breite von 2.50 m und einer mittleren lichten Höhe von rund 3 m auf (vgl. Abbildung 4-3). Es ist geplant, dass der geschlossene Zulaufkanal das Wasser im Freispiegel zum AGB Riedplätz leitet. Der Zulaufkanal kann beim Kanaleinlauf – unterwasserseitig des Rechenbauwerks der Fassung Muota – mit Dammbalken verschlossen und beispielsweise für Instandhaltungs-Aufgaben trockengelegt werden.

Im Vergleich zum bisherigen Druckabfluss werden kleinere Energieverluste auftreten, wodurch das Stauvolumen des Ausgleichsbeckens besser genutzt werden kann als heute (Füllhöhe) – vorausgesetzt, dass die Rechenverlegung (mit Laub, Geschwemmsel, etc.) und die daraus hervorgehenden Energieverluste nicht zu gross sind. Weiter wird durch die neue Linienführung der Luftertrag in das Triebwassersystem des KW Muota reduziert werden können.

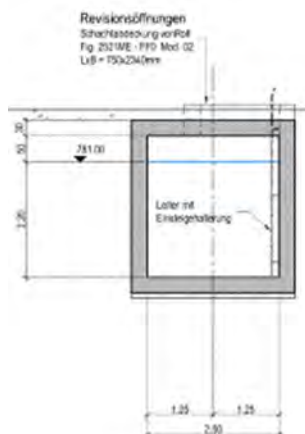


Abbildung 4-3 Schnitt C-C durch den Zulaufkanal.

Gegenüber der heutigen Führung des Zulaufkanals werden aufgrund der direkten Einleitung des Entnahmewassers in das AGB Riedplätz sehr wahrscheinlich mehr Feststoffe in den Stauraum eingetragen. Damit Stauraumverlandungen beseitigt oder deren negative Auswirkungen begrenzt werden können, ist das Becken periodisch zu spülen. Im Gegensatz zu heute wird das KW Muota bei einer Beckenspülung oder sonstigen Arbeiten im AGB nicht mehr betrieben werden können.



4.1.3 Fischwanderung und Fischschutz

Bei der Fassung resp. beim Stauwehr Muota werden die Fischwanderung (Fischaufstieg/Fischabstieg) sowie der Fischschutz sichergestellt. Momentan werden die Fischaufstiegs-Varianten Schlitzpass, Fischlift und Fischliftschleuse diskutiert.

Der Fischabstieg wird sehr wahrscheinlich über das Wehr stattfinden. Das bedeutet, dass die Abwanderung durch eine Öffnung im Spülschütz erfolgt. Unterwasserseitig der Öffnung ist ein Becken zu erstellen mit welchem ein ausreichendes Wasserpolster aufgestaut werden kann.

Der Fischschutz bei der neuen Fassung Muota wird durch den Bau eines horizontalen Feinrechs (siehe Abschnitt 4.1.1) sichergestellt.

Die Fischaufstiegs- und Fischabstiegsanlage werden im Rahmen der „Sanierung Wasserkraft“ ausgearbeitet.

4.1.4 Geschiebedurchgängigkeit

Der Durchtransport des Geschiebematerials erfolgt bei grossen Hochwasserabflüssen, wenn die Muota ungehindert durch das Stauwehr fliesst.

4.1.5 Umgang mit Schwemmholz

Geplant ist, dass Schwemmholz im Gewässer verbleibt und ins Unterwasser weitergeleitet wird (strömungsparalleler Horizontalrechen). Hierdurch können die Betriebskosten reduziert und sehr wahrscheinlich die gewässerökologischen Verhältnisse verbessert werden. In diesem Zusammenhang ist zu bedenken, dass die grossen Schwemmholzmengen während Hochwasserereignissen anfallen werden. Bei Hochwasser sind die Wehrklappen geöffnet, womit eine Weiterleitung von Schwemmholz ungehindert stattfinden wird.

4.1.6 Restwasserstrecke Muota Riedplätz

Der rund 1'300 m lange Gewässerabschnitt der Muota zwischen dem Stauwehr Muota und der „Lauibrücke“ weist eine grobkörnige und strukturarme Form auf. Die Gerinnesohle ist kaum kolmatiert, weswegen ein Teil des Wassers im Untergrund versickert. Für die Revitalisierung und Teilabdichtung der Sohle im genannten Gewässerabschnitt sind folgende Massnahmen angedacht:

- 1) Der Abschnitt von der Fassung bis „Mettlen“ (Länge 400 m) weist kaum Defizite auf. Bauliche Massnahmen sind nicht zielführend und könnten sich durch die Zerstörung natürlicher Sohlenstrukturen kontraproduktiv auswirken.
- 2) Im flachen Abschnitt „Mettlen“ bis „Lauibrücke“ (Länge 900 m) können Rähnen und Lenkbuhnen zur Ausführung kommen. Die Strukturvielfalt auf der Sohle und im Uferbereich wird dadurch wesentlich erhöht. Das Gewässer wird als Lebensraum und Landschaftselement deutlich aufgewertet.
- 3) Die Dotierwassermenge lässt sich durch eine Teilabdichtung der Sohle mittels Bentonitmatten oder Lehm um die bisherige Versickerung reduzieren.



4.2 Seewasserfassung

Bei der heutigen Seewasserfassung muss mit lufteinziehenden Wirbeln gerechnet werden. Diese Wirbel entstehen aufgrund einer zu geringen Einlaufüberdeckung. Aufgrund der Erhöhung der Ausbauwassermenge des KW Muota ist die Seewasserfassung neu zu bauen und so zu gestalten, dass der Lufteintrag durch Wirbel ausgeschlossen werden kann.

Bei der geplanten Neuauslegung der Seewasserfassung wurde angestrebt, dass eine möglichst uneingeschränkte Bewirtschaftung des AGB Riedplatz bis zum minimalen Betriebswasserspiegel (777.3 m ü.M.) möglich ist. Dies bedingt ausreichend grosse Einlauföffnungen damit die Eintrittsgeschwindigkeiten in die Seewasserfassung klein gehalten werden können. Folglich ist die geplante Seewasserfassung im Vergleich zur bestehenden grösser.

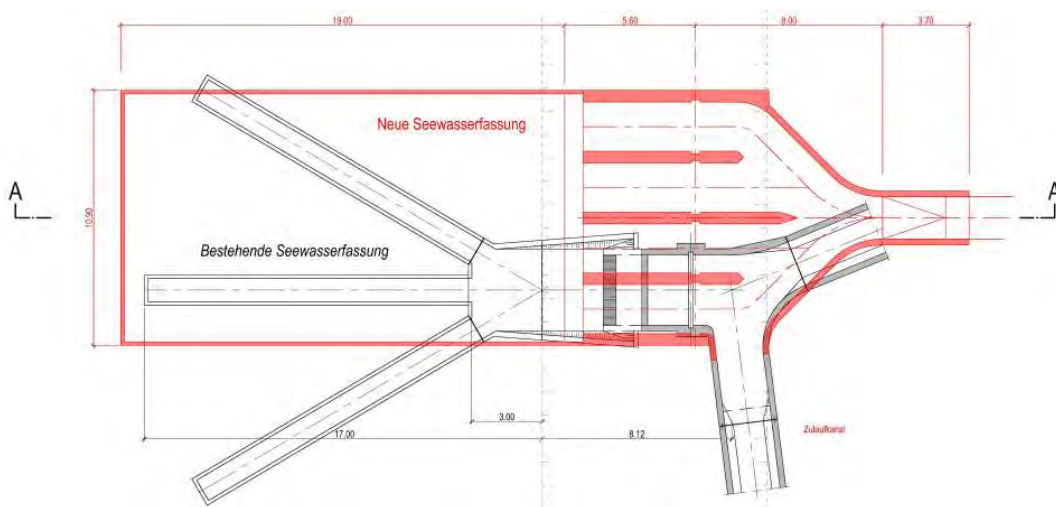


Abbildung 4-4 Grundriss der neuen Seewasserfassung.

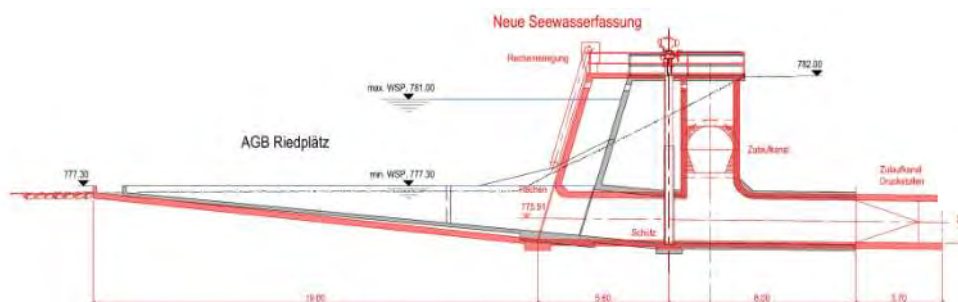


Abbildung 4-5 Schnitt A-A durch die neue Seewasserfassung.

Die geplante Seewasserfassung ist in Abbildung 4-4 und Abbildung 4-5 dargestellt. Der Einlaufquerschnitt weist eine unverbaute Fläche von $A = 15.1 \text{ m}^2$ auf, was bei Q_a zu einer mittleren Eintrittsgeschwindigkeit von ca. $v_e \approx 0.7 \text{ m/s}$ führt. Damit wird die Eintrittsgeschwindigkeit im Vergleich zur heutigen Seewasserfassung ($v_e \approx 2.3 \text{ m/s}$) reduziert und folglich die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von lufteinziehenden Wirbeln minimiert. Die Seewasserfassung ist im Rahmen des Bauprojektes zu optimieren.



4.3 Triebwassersystem

4.3.1 Energiehöhenverluste

Das Triebwassersystem des KW Muota besteht aus dem Zulaufkanal, dem Druckstollen und der Druckleitung, in welchen es aufgrund von Reibung, Turbulenzen, etc. zu Energiehöhenverlusten kommt. Der Energiehöhenverlust im Zulaufkanal ($h_{v,Z}$), derjenige im Druckstollen ($h_{v,D}$) und jener in der Druckleitung ($h_{v,L}$) ergeben zusammen den Energiehöhenverlust des KW Muota ($h_{v,Z} + h_{v,D} + h_{v,L} = h_v$, vgl. Abbildung 4-6).

Wie bereits vorher erwähnt, sollen nach dem Ausbau des KW Muota der bestehende Zulaufkanal und der Druckstollen in ihrer jetzigen Form weiterverwendet werden. Die Erhöhung der Ausbauwassermenge wird in den beiden Leitungsabschnitten grössere Energiehöhenverluste hervorrufen als heute. Deshalb wird der Durchmesser der neuen Druckleitung so gross gewählt, dass der Energiehöhenverlust des ausgebauten KW Muota (h_v) etwa dem heutigen entspricht. Die Energiehöhenverluste des bestehenden KW Muota werden auf ca. $h_v \approx 13.5$ m (ca. 9.4 % der Bruttofallhöhe) geschätzt. Gemäss der Vorgabe der ebs sollen die Energiehöhenverluste nicht mehr als 10 % der Bruttofallhöhe ($h_{f,B}$) betragen.

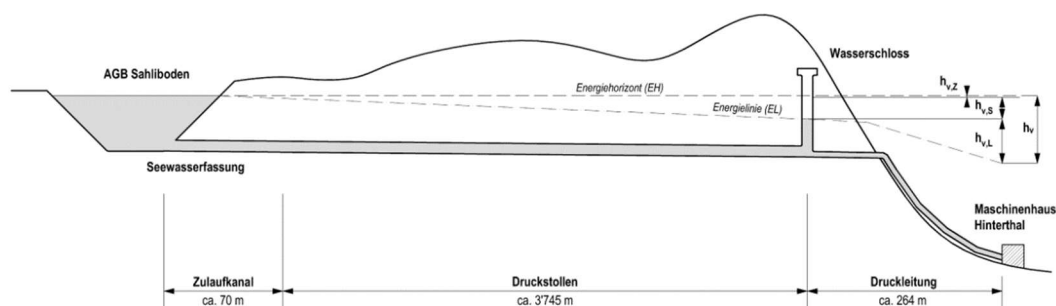


Abbildung 4-6 Schematischer Verlauf der Energiehöhenlinie des KW Muota.

Da die Linienführung des ausgebauten Triebwasserweges etwa der heutigen entspricht, werden die lokalen Verlustbeiwerte ähnlich gross sein wie heute. Die Reibungsverluste (h_f) wurden nach COLEBROOK-WHITE berechnet:

$$h_f = \left(\lambda \cdot \frac{l}{d} \right) \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2.0 \cdot \log \left(\frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{k_s/d}{3.71} \right)$$

Einzelverluste resp. lokale Verluste treten durch örtlich begrenzte Veränderungen der Strömung und deren Richtung auf. Wie die Reibungsverluste werden auch die lokalen Verluste in Abhängigkeit der Geschwindigkeitshöhe erfasst. Die Verlustbeiwerte ξ der Unstetigkeitsstellen im Triebwassersystem des KW Muota wurden anhand der vorhandenen Pläne auf $\Sigma \xi \approx 1.8$ geschätzt.

$$h_l = \xi_i \cdot \frac{v^2}{2g}$$



Mit dem geplanten Ausbau des Triebwassersystems können die in Tabelle 4-1 aufgeführten Energieverluste des KW Muota (h_v) auf ca. 9.2 % von $h_{f,B}$ beschränkt werden.

Tabelle 4-1 Energiehöhenverluste ($h_f + h_i$) bei Volllastbetrieb $Q_a = 10.0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Bezeichnung	L [m]	h_f [m]	h_i [m]	$h_{v,x}$ [m]
Zuleitung ($h_{v,z}$)	70	0.3	0.1	0.4
Druckstollen ($h_{v,D}$)	3'745	10.7	0.1	10.8
Druckleitung ($h_{v,L}$)	285	1.6	0.3	1.9
Total	4'100	12.7	0.5	13.1

4.3.2 Hydraulisches Abschlusskonzept

Die Betriebssicherheit des KW Muota hängt wesentlich von den Abschlussorganen im Triebwassersystem ab, welche einer Vielzahl von Anforderungen genügen müssen:

- Sicherstellung eines störungsarmen Kraftwerkbetriebs;
- Ermöglichen von Unterhaltsarbeiten an den hydraulischen Einrichtungen im Triebwassersystem;
- Gefahrlose Bewältigung von Störfällen.

Den erwähnten Anforderungen müssen die Abschlussorgane in jedem Betriebszustand des Kraftwerkes gerecht werden können. Unter den massgebenden Betriebszuständen werden verstanden:

- **Normalbetrieb:** Der Normalbetrieb beschreibt einen störungsfreien Betrieb des Kraftwerks. In dieser Betriebsphase müssen die Abschlussorgane jederzeit funktionstüchtig sein;
- **Inspektion:** Zur Aufrechterhaltung des störungsfreien Kraftwerkbetriebs sind periodische Inspektionen der Anlage oder von Anlageteilen erforderlich. Der Zeitraum eines Inspektionsvorgangs umfasst normalerweise ein bis zwei Tage;
- **Revision:** Eine Revision des Kraftwerks trägt zu dessen Sicherheit und Effizienz bei und gewährleistet den Erhalt der Leistungsfähigkeit der Anlage. Revisionen sind im Vergleich mit Inspektionen mit einem grösseren Arbeitsaufwand verbunden. Mit dem Arbeitsaufwand steigt auch das dafür notwendige Zeitfenster an. So kann beispielsweise die Revision der Turbine einige Wochen in Anspruch nehmen;
- **Notschluss:** Der Notschluss bei einem Kraftwerk wird durch Vorkommnisse d.h. Störfälle hervorgerufen, die abrupt zu einer Abweichung vom regulären Betrieb führen.

Das definierte Abschlusskonzept erlaubt den Wasserdurchfluss im Triebwassersystem zu unterbinden, einzelne Abschnitte des Triebwassersystems separat abzuschliessen und im Bedarfsfall entleeren zu können. In Tabelle 4-2 ist die Funktion der Abschlussorgane definiert.



Tabelle 4-2 Abschlussorgane im Triebwassersystem des KW Muota.

Nr.	Typ und Name	PN	DN	Funktion
1	Schützen Seewasserfassung	4	-	Revisionsorgan
2	Drosselklappe Weidli	4	ca. 1'800	Sicherheits- und Revisionsorgan
3	Drosselklappe Hinterthal	25	ca. 1'500	Sicherheits- und Revisionsorgan

4.3.3 Wasserschloss

Aufgrund der veränderten hydraulischen Verhältnisse im Triebwassersystem, muss das Wasserschloss „Weidli“ beim Ausbau der Kraftwerksanlage vergrössert werden. Zur Gewährleistung eines sicheren Kraftwerkbetriebs ist in der unteren Schwallkammer ein zusätzliches Volumen zu schaffen. Es ist geplant, dass in der unteren Schwallkammer Stollen in den Fels getrieben werden, was in Abbildung 4-7 dargestellt ist. Im Rahmen des Bauprojektes sind detailliertere Transienten-Berechnungen durchzuführen und der Ausbau des Wasserschlosses zu optimieren.

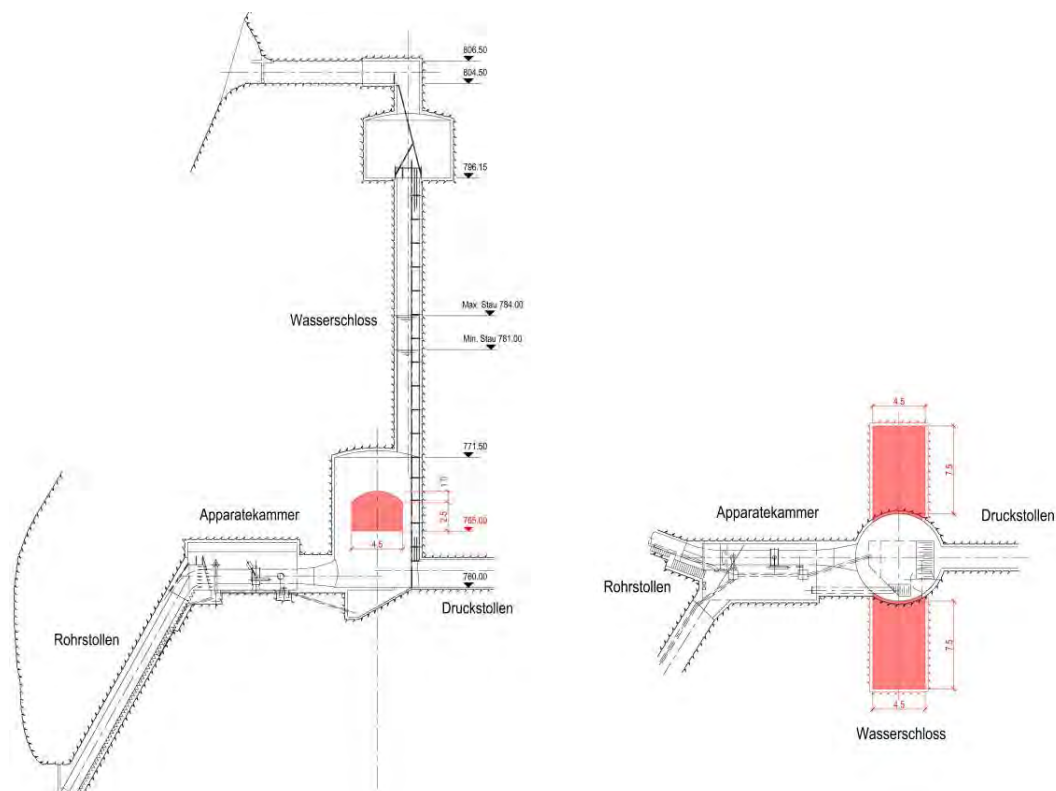


Abbildung 4-7 Geplanter Ausbau des Wasserschlosses.



4.3.4 Apparatekammer und Rohrstollen

Die bestehende Apparatekammer muss aufgrund des grösseren Druckleitungs-Durchmessers vergrössert werden. Der Ausbau ist in Abbildung 4-8 schematisch dargestellt.

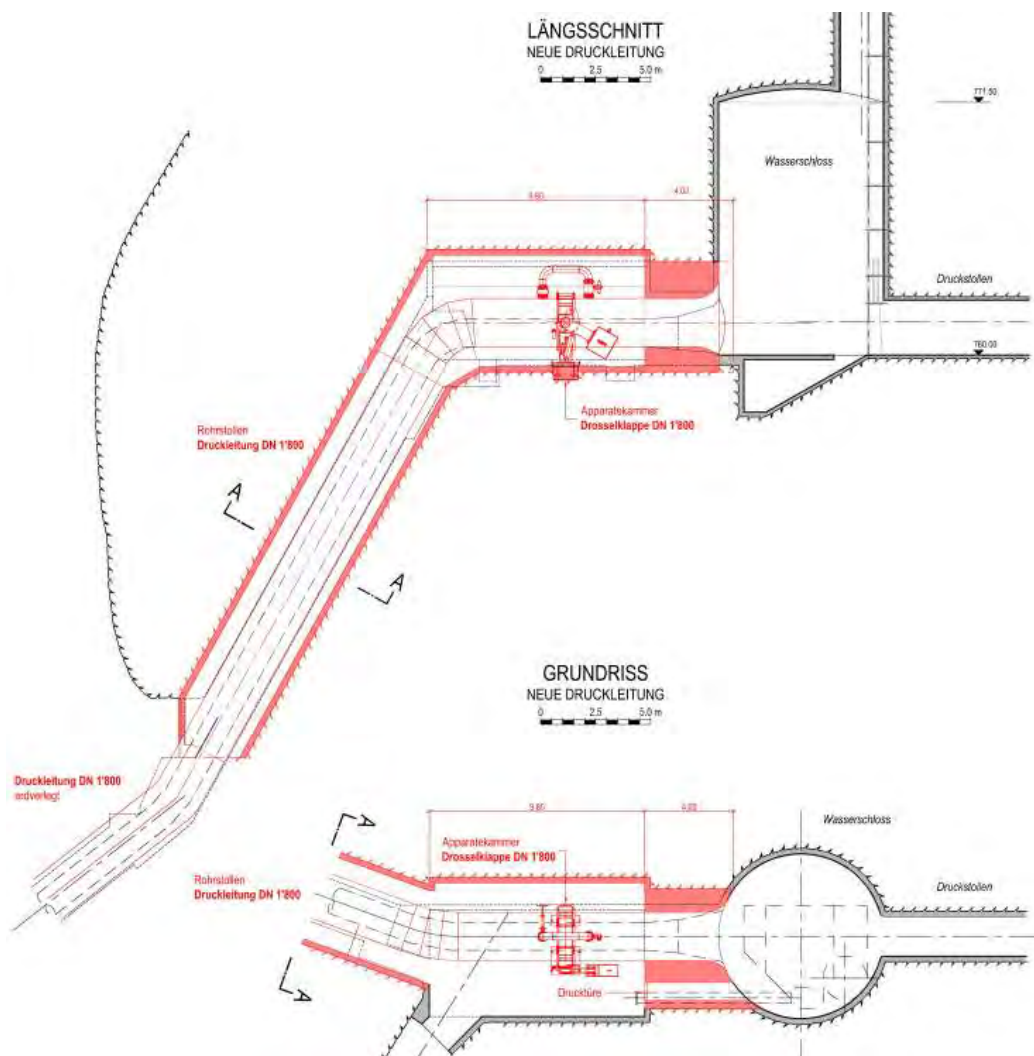


Abbildung 4-8 Geplanter Ausbau der Apparatekammer und des Rohrstollens.

Der Querschnitt der vorhandenen Apparatekammer und des Stollens zum Wasserschloss ist für die geplante Druckleitung zu klein. Die Abmessungen der vergrösserten Apparatekammer sind im Rahmen des Bauprojektes bezüglich Montage der Druckleitung und der Drosselklappe zu verifizieren.

Mit dem geplanten Ausbau der Apparatekammer und dem Rohrstollen müssen rund **500 m³ Fels** (Festvolumen) und vorhandene Betonauskleidung ausgebrochen werden. Daneben ist der relativ grosse Betonfixpunkt der bestehenden Druckleitung rückzubauen. Insgesamt ist ein Betonvolumen von rund **270 m³** (Festvolumen) abzubauen und zu entsorgen. Im Rahmen des Bauprojektes ist festzulegen, ob eine neue Drucktüre beim Wasserschloss gebaut werden soll. Mit einer Drucktüre wäre in der Betriebsphase des KW Muota ein Zugang in das Wasserschloss und den Druckstollen vorhanden, was Inspektionen und Revisionsarbeiten vereinfacht und die Arbeitssicherheit (Lüftung, Fluchtweg) erhöht.



Der Querschnitt des bestehenden Rohrstollens ist für die neue Druckleitung zu klein und muss ausgeweitet werden. Im Rahmen des Bauprojektes sind die Abmessungen des vergrösserten Rohrstollens bezüglich Montage der Druckleitung sowie Unterhalt zu verifizieren.

Im Rahmen des Bauprojektes sind ebenfalls die die Transportwege zu prüfen, also die Zufahrtsstrasse (insbesondere Zustand und Transportbreite) bis zum Portal des bestehenden Zugangsstollens sowie das Lichtraumprofil des Zugangsstollens. Insbesondere werden der Transport und die Montage der neuen Drosselklappe eine Herausforderung darstellen.

4.3.5 Druckleitung

4.3.5.1 Allgemeines

Die bestehende Druckleitung muss vollständig rückgebaut und durch eine neue Druckleitung ersetzt werden. Folglich ist auch die Drosselklappe, das Belüftungsventil, etc. in der Apparatekammer zu ersetzen. Es ist geplant, dass die gesamte Druckleitung erdverlegt ausgeführt wird.

Es ist geplant, dass die neue Druckleitung auf dem Trasse der bestehenden Druckleitung erstellt wird. Hierdurch werden die landschaftliche Beeinträchtigung und der Eingriff in die Vegetation so klein wie möglich gehalten.

Hinsichtlich der Energiehöhenverluste (siehe Abschnitt 4.3.1) ist geplant, dass die Druckleitung einen Durchmesser rund **DN 1'800** aufweist. Das Längsgefälle der Druckleitung beträgt im Hang $J \approx 75 \%$. Die neue Druckleitung verläuft nach dem Rohrstollen in leicht bewaldetem Gebiet oder Weideland. Die gesamte Leitungslänge inkl. Verteilleitung beträgt **L \approx 244 m**.

Tabelle 4-3 Normalprofil der erdverlegten Druckleitung.

Grösse	Einheit	Wert	V-Graben gem. SIA 190
Mindestarbeitsraum (a / a')	[m]	0.5	
Sohlenbreite (SB)	[m]	2.9	
Grabenbreite (oben)	[m]	6.0	
Grabenneigung (α)	[°]	60	
Überdeckungshöhe (H)	[m]	0.6	
Bettungsschicht (Hu)	[m]	0.25	
Aushub ¹⁾	[m ³ /m]	11.1	
Überschüssiges Material¹⁾	[m³/m]	4.1	

1) Festvolumen

Punktuell muss die neue Druckleitung mit Beton-Fixpunkten gehalten werden. Der dafür notwendige Beton wird nicht auf der Baustelle hergestellt, sondern mit Betonmischern oder allenfalls mit Helikoptern antransportiert. Nach Fertigstellung des entsprechenden Leitungsabschnittes wird dieser mit dem aufbereiteten Verfüllmaterial wieder hinterfüllt. Der aufgefüllte Graben wird mit dem seitlich gelagerten Humus humusiert und entsprechend den Anordnungen der ökologischen Baubegleitung wiederhergestellt. Das überschüssige Aushubvolumen beträgt $V_{\text{ü,tot}} \approx 244 \text{ m} \cdot 4.1 \text{ m}^3/\text{m} \approx \mathbf{1'000 \text{ m}^3}$. Für die Transporte ist die Auflockerung beim Aushub zu berücksichtigen.



Eine Optimierung der geplanten Ausbauvariante ist (vor allem hinsichtlich den geologischen Verhältnissen) im Rahmen des Bauprojektes durchzuführen.

4.3.5.2 Korrosionsschutz

Die Druckleitungsrohre sind innen und aussen mit einem Korrosionsschutz zu beschichten. Es ist ebenfalls ein kathodischer Korrosionsschutz vorzusehen.

4.3.5.3 Aushubvolumen und Bettungsmaterial

Die zu erwartende Menge an überschüssigem Aushub- und Ausbruchvolumen (V_A) infolge des Druckleitungsbaus und die zuzuführende Menge an Bettungsmaterial (V_B) sind in den nachfolgenden Tabellen aufgeführt. Die Aushubvolumen sind für die Verlegung der Druckleitung entlang des bestehenden Druckleitungsstrasseses gültig.

Tabelle 4-4 Aushub- und Ausbruchvolumen (V_A) infolge des Druckleitungsbaus.

Beschreibung [-]	Länge [m]	$V_A^{1)}$ [m ²]	$V_{tot}^{1)}$ [m ³]
Druckleitung in Rohrstollen/Apparatekammer	35	-	800
Druckleitung erdverlegt	244	4.1	1'000
Unvorhergesehenes (ca. 20 %)	-	-	400
Total			2'200

¹⁾ Festvolumen

Tabelle 4-5 Bettungsmaterial (V_B) für die Erstellung der Druckleitung.

Beschreibung [-]	Länge [m]	$V_B^{1)}$ [m ²]	$V_{tot}^{1)}$ [m ³]
Druckleitung in Rohrstollen/Apparatekammer	35	0.00	0
Druckleitung erdverlegt	244	0.20	140
Unvorhergesehenes (ca. 20 %)	-	-	30
Total			170

¹⁾ Festvolumen

4.3.5.4 Rodungen

Für den Bau der erdverlegten Druckleitung sind zwischen dem Hangfuss und dem Eingang in den Rohrstollen temporäre Rodungen vorzunehmen. Da beim Bau der Druckleitung Ende der 1950er-Jahre derselbe Geländestreifen bereits einmal gerodet wurde, ist kein dichter Wald vorhanden. Es wird damit gerechnet, dass einzelne temporäre Rodungen über einen Leitungsabschnitt von rund 200 m vorgenommen werden müssen. Entlang der restlichen Leitungsführung sind keine Rodungen erforderlich.



Unterqueren des Maschinenhauses. Als weiterer positiver Nebeneffekt des Maschinenhaus-Anbaus ist die Verkürzung der Druckleitung zu nennen.

Zwischen der Maschinengruppe Muota und Hüribach ist bei der geplanten Erweiterung des Maschinenhauses ein Korridor vorhanden, der einem Schwertransporter ausreichend Platz bietet um die elektromechanischen und elektrotechnischen Komponenten unter dem Maschinensaalkran anzuliefern.

Der Ausbau des Maschinenhauses ist im Rahmen des Bauprojektes detaillierter zu planen, zu optimieren und auf die Bedürfnisse der ebs (insbesondere Betrieb) abzustimmen.

4.4.2 Elektromechanik

Hinsichtlich der Bruttofallhöhe h_f und der Durchflusswassermenge unter Vollast Q_a ist eine neue Francis-Turbine erforderlich. Aufgrund der neuen Ausbauwassermenge ist eine horizontalachsige Francis-Turbine im Maschinenhaus Hinterthal geplant. Die technischen Daten der neuen Turbine des KW Muota sind in Tabelle 4-6 aufgeführt.

Tabelle 4-6 Technische Daten der geplanten Francisturbine.

Grösse	Einheit	Wert
Anzahl Gruppen	[-]	1
Turbinentyp	[-]	Francis, horizontalachsige
Lauftraddurchmesser	[mm]	ca. 1'500
Durchfluss unter Vollast (Q_a)	[m ³ /s]	10.0
Leistung der Turbinenwelle	[MW]	ca. 17.4
Drehzahl der Turbinenwelle	[min ⁻¹]	ca. 428.6
Einbaukote	[m ü.M.]	ca. 638
Höhe des neuen Generators	[m]	ca. 4.4
Gewicht des neuen Generators	[t]	ca. 85
max. OW Betriebswasserspiegel (AGB Riedplätz)	[m ü.M.]	781.0
min. OW Betriebswasserspiegel (AGB Riedplätz)	[m ü.M.]	777.3
Bruttofallhöhe, max. (h_f)	[m]	143.0
Nettofallhöhe, max. (h_n)	[m]	ca. 130.0



4.4.3 Elektrotechnik

Durch die Aufwertung der Maschinengruppen Muota und Hüribach wird eine Anpassung der bestehenden Verteilungen und Ausrüstung an das neue Anlagenlayout notwendig.

Die ET-Auslegung basiert auf folgenden Grundlagen:

- Vorhandene Anlagen und Ausrüstung im KW Muota:
- Schwarzstart möglich;
- Inselbetrieb möglich;
- Maschinenspannung: 6.3 kV;
- $\cos \Phi = 0.9$.

Folgende elektrotechnischen Einrichtungen des KW Muota werden weiterverwendet:

- Schaltanlage 50 kV;
- Verteiltransformatoren 50kV / 15 kV;
- 15 kV Schaltanlage;
- Verteilanlage 400 V;
- Batterie-Anlage mit Ladegerät und DC-Verteilung.

Im Maschinenhaus des KW Muota sind folgende neue elektrotechnische Einrichtungen vorzusehen:

- 1 Hydraulikaggregat;
- 1 Generator mit bürstenloser Erregermaschine;
- 1 Maschinentransformator 50 kV / 6.3 kV;
- 1 Mittelspannungsschaltanlage mit 3 Schaltfeldern und 1 Messfeld;
- Ausrüstung zur Anpassung der bestehenden NS-Verteilungen und DC-Verteilungen an die neuen Anforderungen;
- 1 Turbinensteuerschrank;
- 1 Generatorsteuerschrank mit:
 - Elektrischem Generator und Transformator Schutz;
 - Generator Erregung;
 - Synchronisierung des Generators (Anschlüsse KW Bisisthal und KW Wernisberg).
- Spannungswandler zur Synchronisierung des Generators und des Anschlusses zum KW Bisisthal und KW Wernisberg;
- 1 Steuer- und Regel-Schrank für die Fern-Steuerung.

Gesamthaft sind die folgenden Kabel zu verlegen:

- 50-kV-Kabel von den neuen Maschinentransformator zur 50kV-Schaltanlage;
- 6.3-kV-Kabel von den Generatoren zur neuen Schaltanlage und von der Schaltanlage zum neuen Maschinentransformator.

4.4.4 Energieableitung

Die Energieableitung erfolgt über die vorhandenen 50 kV-Leitungen in Richtung US Wernisberg und zur US Fuederegg. Auf Grund der höheren zu übertragenden Leistung sind gewisse Anpassungen an der bestehenden Energieableitung vorzunehmen. Details werden im Rahmen des Bauprojektes ausgearbeitet.



4.4.5 Unterwasser-Kanal

Durch den Anbau des Maschinenhauses Hinterthal ist ein neuer Unterwasser-Kanal (UW-Kanal) zu erstellen. Geplant ist, dass der UW-Kanal um das bestehende Maschinenhaus herum geführt wird, wodurch die baulichen Massnahmen geringer ausfallen, als wenn das Maschinenhaus mit dem Kanal unterquert wird. Ein möglicher Verlauf des neuen UW-Kanals ist in Abbildung 4-9 dargestellt. Die Länge des neuen UW-Kanals beträgt etwa 65 m. Bezüglich der neuen Linienführung und der Abmessungen des UW-Kanals, ist eine Aufnahme der bestehenden Bauten und des bestehenden UW-Kanals erforderlich.

Durch den Ausbau des UW-Kanals ist mit einem Aushubvolumen von rund $V_{ü,tot} \approx 65 \text{ m} \cdot 10 \text{ m}^3/\text{m} \approx \mathbf{650 \text{ m}^3}$ (Festvolumen) zu rechnen. Das rückzubauende Betonvolumen beträgt rund 80 m^3 (Festvolumen).

4.4.6 Schwall und Sunk

Beim KW Muota werden Massnahmen ergriffen, mit welchen die negativen Folgen von Schwall und Sunk vermindert werden. Detaillierte Informationen zu diesen Massnahmen werden im Bericht zur Sanierung Schwall- Sunk aufgeführt.



5 Bauinstallationen

5.1 Bauinstallationsplätze

Im Projektgebiet sind die folgenden Bauinstallationsplätze vorzusehen:

- Wass erfassung ca. 500 m²;
- Riedplätz: ca. 1'000 m²;
- Maschinenhaus Hinterthal: ca. 800 m².

Die Standorte der geplanten Bauinstallationsplätze können Abbildung 5-1 entnommen werden. In den Bauinstallationsplätzen sind Lagerflächen eingerechnet.

Beim Bauinstallationsplatz Riedplätz ist ebenfalls ein Umschlagplatz resp. ein Zwischenlager für Aushub-/Ausbruchmaterial geplant. Im Bedarfsfall kann von diesem Zwischenlager das Material kontinuierlich auf die Ablagerungsflächen transportiert werden. Die Perimeter der Bauinstallationsplätze sind im Rahmen Bauprojektes definitiv festzulegen.



Abbildung 5-1 Bauinstallationsplätze im Projektgebiet.

5.2 Baustellenerschliessung

Die bestehenden Verkehrswege im Bereich der Baustellen werden baueitlich für den Baustellenverkehr genutzt. Die Verbindung zwischen Muotathal und dem Ausgleichsbecken Riedplätz wird vorwiegend wegen der Zulieferung von Baumaterialien und Baumaschinen während der gesamten Bauzeit eine grössere Verkehrsbelastung aufweisen. Es ist geplant, dass der Baubetrieb so koordiniert wird, dass sich der Durchgangsverkehr der anliegenden Ortschaften auf ein Minimum begrenzt. Hierzu zählt beispielsweise, dass Aushubmaterial auf lokalen Ablagerungsflächen abgelagert werden kann und die Transportwege dadurch kurz gehalten werden können. Dies muss im Rahmen des Bauprojektes ausgearbeitet werden.

Für den Bau der Druckleitung sind im Bereich der Druckleitungslinienführung temporäre Baupisten erforderlich. Die Breite der Baupisten wird rund 3 m bis 3.5 m betragen.



6 Ablagerungsflächen und -volumen

6.1 Ablagerungsflächen

Im Projektgebiet sind zwei Ablagerungsflächen geplant, denen 28'500 m³ (Festvolumen) Aushubmaterial zugeführt werden kann. Die Ablagerungsflächen befinden sich in der Nähe der Baustellen, wodurch die Transportwege verkürzt, die Umwelt geschont und die Transportkosten gesenkt werden. Die Ablagerungsflächen sind in Abbildung 6-1 und Abbildung 6-2 dargestellt. Die Ablagerungsflächen tangieren keine Gewässerräume.



Abbildung 6-1 Situation der Ablagerungsfläche „Fugglen“.



Abbildung 6-2 Situation der Ablagerungsfläche „Lau“.

Die oben gezeigten Ablagerungsflächen stellen ein grösseres Ablagerungsvolumen zur Verfügung als für den Ausbau des KW Muota benötigt wird. Das restliche Ablagerungsvolumen kann für die Ablagerung von Aushub anderer Ausbau-Projekte genutzt werden.

Das von der Gerinnesanierung, der Fassung Muota, dem Zulaufkanal und der Seewasserfassung im Bereich Riedplätz anfallende Material wird auf die



Ablagerungsfläche "Hinterer Seeberg" bei der Zentrale Bisisthal gebracht, welche noch genügend Deponievolumen offeriert. Mit diesem Vorgehen kann sämtliches anfallendes Material in nahegelegenen Ablagerungsflächen deponiert und so die Transportwege minimiert werden.

Die Ablagerungsflächen sind im Rahmen des Bauprojektes zu optimieren. Die Umgebungsgestaltung ist im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens zu genehmigen.

6.2 Aushub- und Ausbruchvolumen

Das Ablagerungsvolumen setzt sich aus Aushub- und Ausbruchmaterial zusammen. Gesamthaft fällt durch den Ausbau des KW Muota das folgende Ablagerungsvolumen an:

Tabelle 6-1 Zusammenstellung der anfallenden Aushubvolumen infolge des Kraftwerksausbaus.

Anfallort	Festvolumen [m³]	n¹⁾ [-]	siehe [-]
Seewasserfassung	300	50	-
Wasserschloss	250	45	4.3.3
Apparatekammer und Rohrstollen	2'700	460	4.3.4
Druckleitung	2'200	375	4.3.5
Maschinenhaus	700	120	-
Unterwasser-Kanal	650	110	4.4.5
Zwischentotal	6'800	1'160	-
Unvorhergesehenes (ca. 20 %)	1'200	200	-
Total	8'000	1'360	-

¹⁾ n = Anzahl Transporte – Annahmen: 3-Achs-LKW mit 14 t Nutzlast, Dichte des Bodens (locker) = 1.7 t/m³, Auflockerung = 40 %.



7 Bauvorgang und Bauprogramm

7.1 Allgemeines

Einleitend muss festgehalten werden, dass die Bauabläufe noch nicht abschliessend studiert wurden und im Rahmen des Bauprojektes zu optimieren sind.

7.2 Bauzeitregelung

Das Projektgebiet ist auch im Winter bis etwa in den Bereich des AGB Riedplätz mit Fahrzeugen zu erreichen. Gemäss ebs beschränkt sich die Lawinengefahr im Normalfall auf einige Tage. Es ist nicht auszuschliessen, dass bei ganzjähriger Bauzeit Lawinensprengungen, Sperrungen und Evakuationen erforderlich sind (Leistungen der ebs) um die Sicherheit und den Schutz von Personen, Eigentum und der Baustellen gewährleisten zu können. In diesem Zusammenhang hat der Bauunternehmer vor Beginn der Arbeiten ein schriftliches Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept vorzulegen. Trotz organisatorischer Massnahmen ist davon auszugehen, dass die Wintermonate eine ungünstige Jahreszeit darstellen in der das Risiko von witterungsbedingten Stillständen und Bauablaufstörungen erhöht ist. Ebenfalls ist davon auszugehen, dass die Schneemengen im Projektgebiet relativ hoch sein können und für Bauarbeiten im Winter ein relativ grosser Aufwand für Schneeräumungsarbeiten vorzusehen wäre. Trotzdem wird erwartet, dass normalerweise ein ganzjähriger Baubetrieb möglich ist.

7.3 Bauabschnitte

Im Wesentlichen teilen sich die Arbeiten auf die folgenden Bauabschnitte auf:

- Fassung Muota und Zulaufkanal;
- Seewasserfassung im AGB Riedplätz;
- Wasserschloss;
- Druckleitung;
- Maschinenhaus;
- Unterwasser-Kanal;
- Restwasserstrecke Muota Riedplätz.

7.4 Bauablauf

7.4.1 Fassung Muota und Zulaufkanal

Die Arbeiten an der Fassung Muota finden zum Teil im Gerinnebereich der Muota statt. Deswegen ist der Baustellenbereich zum Beispiel mit parallel zum Wasserlauf angeordneten Abschlusswänden aus abgestützten Spundwänden abzugrenzen. Die Spundwände können vom Ufer aus gerammt werden. Die erforderlichen Arbeiten im Gewässerquerschnitt werden Trübungen in der Muota verursachen.

Nachdem der Baustellenbereich leergepumpt ist, kann mit dem Rückbau des bestehenden Fassungsbauwerks und des Zulaufkanals begonnen werden. Nach Abschluss der Rückbauarbeiten kann mit den Neubau- und Montagearbeiten begonnen werden. Das neue Fassungsbauwerk und der neue Zulaufkanal werden aus Ortbeton erstellt. Wenn die Rohbauarbeiten abgeschlossen sind, sind die Dammbalken bei der Fassung zu montieren und anschliessend zu setzen. Daraufhin kann der oberwasserseitige Bereich bis zu den Spundwänden geflutet werden, ehe dann die Spundwände geschnitten und gezogen werden können.



Die Dammbalken bleiben während den Umbau- und Ausbauarbeiten des KW Muota gesetzt, um die Hochwassersicherheit der unterwasserseitigen Baustellen aufrecht zu erhalten.

Die Auswirkungen der Baustelleneinrichtungen auf den Hochwasserabfluss der Muota erscheinen als gering. Nichtsdestotrotz ist dieser Aspekt im Rahmen des Bauprojektes genauer zu untersuchen.

7.4.2 Seewasserfassung

Die Bauarbeiten für die neue Seewasserfassung finden allesamt Übertage statt. Während dem Neubau der Seewasserfassung kann das AGB Riedplätz nicht bewirtschaftet werden. Der Zufluss der Muota (durch den Zulaufkanal) ist während den Bauarbeiten zu unterbrechen, was voraussichtlich durch den Baugrubenabschluss beim Neubau des Fassungsbauwerks gewährleistet wird (siehe Abschnitt 7.4.1). Nach Trockenlegung des Baustellenbereichs, können die Aushubarbeiten sowie der Rückbau des bestehenden Fassungsbauwerks und des bestehenden Dammes erfolgen. Das neue Fassungsbauwerk wird aus Ortbeton erstellt. Ein besonderes Augenmerk ist dem Übergangsbereich von der Seewasserfassung zum bestehenden Zulaufkanal (zum Druckstollen) zu schenken.

Nach Abschluss der Rohbauarbeiten werden voraussichtlich vier Einlaufrechen mit einem Gesamtquerschnitt von rund 15 m² montiert. Weiter werden Dammbalken oder Gleitschützen als Abschlussorgane montiert werden.

7.4.3 Wasserschloss, Apparatekammer und Rohrstollen

Beim Wasserschloss ist heute eine Drucktüre vorhanden welche den Zugang zum bestehenden Druckstollen gewährleistet. Die Drucktüre verbindet die Apparatekammer mit dem Wasserschloss und weist eine lichte Breite von 1.0 m und eine lichte Höhe von 2.0 m auf. Die Apparatekammer kann vom Dorf Muotathal über einen relativ steilen und unbefestigten Zufahrtsweg erreicht werden. Von der Oberwasserseite kann die Apparatekammer resp. das Wasserschloss über den Zulaufkanal und den rund 4 km langen Druckstollen erreicht werden.

Die Bauarbeiten im Bereich des Wasserschlosses und der Apparatekammer finden Untertage statt. Bevor mit den Ausbrucharbeiten begonnen werden kann, sind die bestehende Druckleitung, das Abschlussorgan sowie die Betonstrukturen zwischen der Apparatekammer und dem Wasserschloss rückzubauen. Für diese Arbeiten sind grössere Abbaugeräte erforderlich, da sich am Ende der Apparatekammer (Knickpunkt) grosser Betonfixpunkt befindet. Die in einzelne Rohrstücke zerteilte Druckleitung kann zum Beispiel mithilfe einer temporären Materialeilbahn (Motorseilkran) zum Maschinenhaus Hinterthal befördert werden. Mit derselben Materialeilbahn können die neuen Druckleitungsrohre zum Einbauort transportiert werden.

Sobald der Rückbau der bestehenden Druckleitung abgeschlossen ist, kann mit den Ausbrucharbeiten im Bereich des Wasserschlosses begonnen werden. Die Schutterung des Ausbruchmaterials kann untertägig radgebunden oder mit einem Förderband durch die Apparatekammer erfolgen. Ausserhalb der Apparatekammer ist der Abtransport des Ausbruchmaterials entweder mithilfe einer Seilbahn oder auch mit Lastwagen über die Waldstrasse denkbar.

Als Vortriebssicherung ist der Ausbau mit Ankern, Bewehrungsmatten und Spritzbeton geplant. Die Kombination der Sicherungsmittel richtet sich nach den geologischen Verhältnissen. Die neu ausgebrochenen Teile des Wasserschlosses und der Apparatekammer werden mit Beton oder Spritzbeton ausgekleidet.



Während den Ausbrucharbeiten ist die Baustelle mit ausreichend Frischluft zu versorgen, welche über Lutten in das Wasserschloss geblasen werden kann. Aus dem Wasserschloss wird die belastete Abluft durch den Luftdruckunterschied über die Verbindungsschächte in Richtung Oberkammer gezogen und dort ins Freie entweichen.

Sobald die bestehende Druckleitung aus dem Rohrstollen ausgebaut ist, kann mit den Ausbrucharbeiten begonnen werden. Zuerst sind die bestehenden Betonstrukturen rückzubauen, zu welchen auch ein Betonfixpunkt am Fuss der bestehenden Druckleitung zählt. Sehr wahrscheinlich werden die Ausbrucharbeiten im Rohrstollen von unten nach oben erfolgen. Die Kombination der Sicherungsmittel richtet sich nach den geologischen Verhältnissen. Der ausgeweitete Querschnitt des Rohrstollens wird mit Beton oder Spritzbeton ausgekleidet.

Während den Ausbrucharbeiten ist die Baustelle mit ausreichend Frischluft zu versorgen, welche über Lutten in den Rohrstollen geblasen wird. Die belastete Abluft wird durch den Luftdruckunterschied über den Einstiegsschacht am oberen Ende des Rohrstollens ins Freie entweichen.

Der für die Bauarbeiten erforderliche Beton und/oder Spritzbeton wird voraussichtlich nicht auf der Baustelle hergestellt sondern antransportiert werden. Es wird dem Bauunternehmer überlassen, ob der Antransport per Seilbahn, Helikopter oder Lastwagen erfolgt.

7.4.4 Druckleitung

Die neue Druckleitung wird erdverlegt ausgeführt. Entlang der neuen Druckleitung werden der Graben, die Baupiste und die seitlichen Aushub- und Humuslager einen Landstreifen von rund 21 m in Anspruch nehmen. Der Humus wird, sofern möglich, seitlich des Leitungsgrabens zwischengelagert. Der restliche Grabenaushub wird separat zwischengelagert. Diese Breite ist im Bereich von bewaldeten Geländeabschnitten soweit möglich zu reduzieren.

Das beim Grabenbau anfallende Aushubmaterial kann zum Beispiel mit einer mobilen Brecher- und/oder Siebanlage aufbereitet werden. Hierdurch kann ein Grossteil des Aushubmaterials wieder für die Rohrumhüllung verwendet werden. Mit der Aufbereitung des Materials werden grobe Bestandteile herausgesiebt, welche zu einer Abquetschung der Rohrleitung führen können.

Die Rohrschüsse werden mit Lastwagen und beispielweise mithilfe einer temporären Materialeilbahn (Motorseilkran) zum Einbauort transportiert. Das bedeutet, dass die einzelnen Rohrschüsse mit Lastwagen bis in den Bereich des Maschinenhauses Hinterthal und von dort mit der Materialeilbahn zum Einbauort im Hang transportiert werden. Entlang der Druckleitung ist ein Baukorridor für die Aushub- und Betonarbeiten zu erstellen. Beim erwähnten Rohrdurchmesser werden 6.0 m lange Rohrschüsse erwartet.

Zur Gewährleistung der Gesamtstabilität wird die Druckleitung – ähnlich wie heute – mit Fixpunkten aus Ortbeton stellenweise gehalten werden. Der dafür notwendige Beton wird nicht auf der Baustelle hergestellt. Die Wahl der Transportart für den Beton wird dem Baumeister überlassen. Nach Fertigstellung eines Leitungsabschnittes wird dieser mit (eventuell aufbereitetem) Aushubmaterial wieder hinterfüllt. Schliesslich wird das Trasse wieder mit dem seitlich zwischengelagerten Material humusiert und entsprechend den Anordnungen der ökologischen Baubegleitung wiederhergestellt.

Bevor die neue Druckleitung in Betrieb genommen wird, wird eine Druckprobe durchgeführt. Nur bei erfolgreicher Druckprobe kann die Druckleitung in Betrieb genommen werden.



7.4.5 Maschinenhaus Hinterthal und Unterwasser-Kanal

Beim Maschinenhaus Hinterthal ist eine Erweiterung des bestehenden Gebäudes geplant. Für die Gebäudeerweiterung resp. den Anbau wird die bestehende Garage neben dem Maschinenhaus abgebrochen werden müssen. Im Maschinenhaus ist ein neues Tragwerk für den neuen Maschinensaalkran zu erstellen. Daneben sind die vorhandenen Betonstrukturen (Maschinenfundamente, Unterwasser-Kanal, etc.) unter dem Maschinensaalboden teilweise rückzubauen und entsprechend den neuen Maschinengruppen (auch KW Hüribach) anzupassen. Des Weiteren sind Anpassungen an den haustechnischen Installationen erforderlich. Nach Abschluss der Rohbauarbeiten kann mit der Montage der elektromechanischen Einrichtungen und den Zweitbetonarbeiten begonnen werden. Abschliessend ist ein neuer Vorplatz zu erstellen und die Zufahrtstrasse anzupassen.

Die baulichen Massnahmen im und am Maschinenhaus können zeitlich unabhängig resp. parallel zu den restlichen Bauarbeiten im Projektgebiet durchgeführt werden.

Die Linienführung des geplanten Unterwasser-Kanals, welche in der nächsten Projektphase noch genauer zu untersuchen ist, verläuft unter der heutigen Zufahrtstrasse zum Maschinenhaus. Das bedeutet, dass während den Bauarbeiten am Unterwasser-Kanal die Zufahrtstrasse abgebrochen und eine temporäre Baupiste erstellt werden muss. Beim neuen UW-Kanal handelt es sich um einen erdüberdeckten Betonkanal, auf welchem nach seiner Fertigstellung wieder die Zufahrtstrasse zum Maschinenhaus verlaufen wird.

7.4.6 Revitalisierung und Teilabdichtung Restwasserstrecke

Die Revitalisierung und Teilabdichtung der Muota über eine Strecke von rund 1'300 m kann zeitlich unabhängig von den anderen baulichen Aktivitäten im Projektgebiet durchgeführt werden. Der Hauptteil der Bauarbeiten wird im Gewässerraum der Muota stattfinden. Deswegen wird in Anbetracht der saisonal schwankenden Wasserführung die Bauarbeiten sehr wahrscheinlich im Herbst und während den Wintermonaten ausgeführt werden. Grundsätzlich stellen diese Monate gesetzlich festgelegte Schonzeiten für die Fische dar, in welchen technische Eingriffe in Gewässern untersagt sind. Da der betroffene Muota-Abschnitt voraussichtlich wegen der geringeren Wasserführung trockenfallen wird, werden keine Laichgründe vorhanden sein. Ungeachtet dessen ist eine Bewilligung von der kantonalen Fischereiverwaltung einzuholen.

Voraussichtlich werden die Bauarbeiten für die Teilabdichtung und die Revitalisierung der Muota pro Gerinnehälfte ausgeführt. Das bedeutet, dass sich der Abflussquerschnitt der Muota während den Bauarbeiten auf eine Gerinnehälfte reduziert. Die Arbeiten werden Trübungen im Gewässer hervorrufen, welche aber wegen der voraussichtlich geringen Wasserführung nicht zu stark ausfallen resp. keine grossen Auswirkungen haben sollten.

Für die Einbringung der Dichtungsschicht (Bentonitmatten oder Lehm) ist die vorhandene Gerinnesohle auszubaggern, damit die Dichtungsschicht mit einer ausreichend starken Überdeckung (Sohlensubstrat) geschützt werden kann. Nach der Überdeckung der Dichtungsschicht können die baulichen Massnahmen für die Verbesserung der Sohlen- und Uferstruktur (Rähen und/oder Lenkbuhnen) ausgeführt werden.

Aus bautechnischen Gründen aber auch zur Überprüfung der Abdichtungsmassnahmen ist zurzeit ein etappenweiser Bauablauf geplant. Sollten die erwünschten Erfolge durch



die Teilabdichtung nicht eintreffen, können dadurch der Bauablauf und die Abdichtungsmassnahmen optimiert werden. Beim Auftreten von allfälligen nachteiligen Effekten aufgrund der Teilabdichtung, können diese Massnahmen mit relativ geringem Aufwand und ohne bleibende Beeinträchtigungen rückgängig gemacht werden.

7.5 Bauprogramm

Das aktuelle Bauprogramm ist in Abbildung 7-1 ersichtlich. Die wesentlichen Meilensteine des Bauprogrammes sind:

- 1) Apparatenumbruch/Sicherungsarbeiten abgeschlossen
 1. Baujahr, Ende Juni
- 2) Druckleitung bis Maschinenhaus fertiggestellt
 2. Baujahr, Anfang Februar
- 3) Inbetriebsetzung KW Muota
 2. Baujahr, Anfang August

Es wird geschätzt, dass der Ausbau des KW Muota etwa **1.5 Jahre** dauern wird. Dabei sind keine grösseren Stillstandzeiten oder Erschwernisse durch Winter bzw. Schlechtwetter eingerechnet.

Im Bauprogramm sind die Zeitdauern für die Ausschreibung und Vergabe der Baumeisterarbeiten sowie der elektromechanischen Ausrüstung nicht enthalten. Diese Zeitdauern werden in der nächsten Projektphase im Bauprogramm ergänzt.



Abbildung 7-1 Bauprogramm für den Ausbau des KW Muota.